

Discussion on the Review Methods and Key Points of Construction Drawings in Civil and Electrical Engineering of Substations

Qingchang Wang Yuwei Chen

State Grid Xinjiang Aksu Power Supply Company, Aksu, Xinjiang, 843000, China

Abstract

Design drawings are a crucial part of engineering projects, and their accuracy and completeness affect the progress, quality, cost, and safety of the project. In order to achieve strict control over the quality of construction drawings and improve the quality of construction drawing review by peers in promoting the construction of intelligent power grids, this paper elaborates on the important links and key points of construction drawing review from the perspectives of civil engineering and electrical engineering, combined with previous experiences in power engineering construction, such as inconsistency between construction drawing design and site, mismatch between construction drawing and site, and non-standard execution of design documents.

Keywords

substation engineering; construction drawings; review points

浅谈变电站土建和电气工程施工图纸审核方法及要点

王庆昌 陈瑜炜

国网新疆阿克苏供电公司, 中国·新疆 阿克苏 843000

摘 要

设计图纸是工程项目中至关重要的一环,其准确性和完整性影响到工程的进度、质量、成本及安全等。为达到施工图纸质量严格管控,提高同行在推进智能化电网建设方面施工图纸会审的质量,论文从电力工程土建和电气专业,结合以往从事电力工程施工中遇到的施工图设计与现场不符、施工图与现场不匹配、设计文件执行不规范等现象,阐述了施工图纸审核的重要环节和审图要点。

关键词

变电工程; 施工图纸; 审核要点

1 引言

工程未动,图纸先行。针对变电站土建、电气工程建设而言,对于施工图纸进行审核是十分重要的一道工序,能够及时消除图纸中交叉环节的错误,明确土建、电气图纸的吻合性,以便于更好地开展施工作业。

2 土建图纸与电气图纸

2.1 土建图纸

土建图纸是工程建设的基础图纸,总体审图原则为先大后小,先平面再立面后剖面,依据“大”来掌握工程整体情况,依据“小”来对照核实,主要包括定位尺寸数值是不是准确、具体做法是不是能够达到设计要求等。

2.2 电气图纸

电气图纸分类较多,其中电气一次图和有关的平面图

与土建施工图之间是相互联系不可分离的并且具有它自己的特点,对于施工技术人员在阅读电气工程图时,除了掌握电气工程有关的专业知识以外,还应该熟悉土建工程的相关知识。

3 施工图纸审核方法及要点

3.1 施工图预检

施工图预检是至关重要的一步,设计单位应提前通知相关专业人员进行施工图预检,做好施工图预检记录,在施工图会检和交底前将该记录提供业主项目部,为图纸会审做好充分的准备工作。

3.1.1 定量审核

变电站工程项目自身的独特性决定了工程结算主要工作是工程量的计算与确认,其中对设计单位提供的工程设备材料表定量审核工作是直接关系工程结算质量的重要因素。若设计材料数量不足会导致进度计划因材料未及时到位而搁置;设计材料裕度过大关系到施工过程材料的浪费或剩余导致退库保存。因此,审核整个工程材料时要认真对变

【作者简介】王庆昌(1968-),男,中国安徽太和人,本科,高级工程师,从事电力输变电工程建设管理研究。

电站工程材料表与分部分项工程材料表统计一致。发现问题就要详细记录,核对设计提交购货材料清册是否遗漏或设计数量不足,便于甲供、乙供设备材料采购准确,避免工程建设过程临时购置材料签证。

3.1.2 定性审核

图纸定性审核主要从设计图、施工图、图纸说明等审核图纸的完整性、准确性。目前存在的不良现象是有些专业分包施工单位不重视图纸预检,简单的问题发现不了,图纸会检时又提不出真正有价值问题。工程监理单位一定要加强对设计图纸的预审流程管控,以便提前有效地保证设计图纸的准确性和规范性,避免在图纸会检时走过场。

3.2 施工图会检

图纸会检是工程各参建单位(建设单位、监理单位、施工单位等)在收到设计单位审查合格的施工图设计文件后,在设计交底前进行全面细致的熟悉和审查施工图纸的活动。在图纸会检过程中,参建单位的专业人员就施工图预检提出的不足之处、不明之处、笔误、与现行规范标准相悖之处、重大不符合施工工艺之处、影响工程质量安全功能等各方面要求的问题,在施工图会检会议上讨论定案,形成施工图会检纪要,提交设计院进行处理。

4 土建施工图纸审核要点

4.1 施工图设计内容不完整

随着智能化无人值守变电站建设要求不断向科技前沿迈进,在审查变电站土建施工图的过程中,有时会发现设计图纸的内容新技术应用不够完整,可能会缺少某一部分设计内容,或者某些细节设计不清晰。

①可研、初设阶段科技含量低跟不上智能变电站对土建工程的高端要求。②智能化变电站高压室、蓄电池室、保护室内通风装置(空调)等,其配置数量 and 产品质量不满足无人值守设备运行环境要求。③大风区、浮尘频发地区变电站主控通信室(楼)、配电装置室(楼)及继电器室等重要建筑物入口处未设置门斗;建筑物外窗应采用双框双玻窗户、并应考虑加装纱窗、防护栏,百叶窗应具有防沙尘功能,通风口应加装导管和网格,导管口应朝下。④高压室的逃生门应由内向外开,由内向外离开时,无需开锁,由外向内进入时,需开锁;有时候门窗做法不详细、开启方向弄反而设计未说明。⑤户内站设备室(含电缆夹层)的通风、照明开关未设计安装在室外门口处。⑥忽略变电站地势较低未增加完善的防洪渠和防洪坝设计。

4.2 设计图纸与规范不符

①设计人员对规范认知模糊或套用规范过期。这时需要及时指正设计单位的错误,要求设计单位对设计图纸进行修改,符合相关规范要求。

②图纸与规范冲突时,以规范为准,如果图纸设计和规范发生冲突首先要明确是否缺项,在不缺项的前提下,保

证安全问题。

4.3 设计图纸与施工实际情况不符

在施工过程中,出现图纸与现场情况不符时,首先要进行具体问题具体分析,不可随意确定以图纸为准或者以现场实际情况为准。通常出现这种情况,施工方与设计方要及时进行沟通,确定解决办法。

①设计错误是主要表现形式具体又表现为未根据勘察成果文件或其他基础性技术文件进行工程设计、计算。②设计图纸与现场不符经常出现的问题:尺寸不符,工艺不符,标注错误,材料不满足需求,现场情况与预想的或者勘测的不符合等。

4.4 设计图纸存在安全隐患

在审查施工图的过程中,有时会发现设计图纸存在一些安全隐患。在这种情况下,需要及时指出存在的安全隐患,并要求设计单位对设计图纸进行修改,确保工程施工过程中的安全性。

①设计不合理。设计人员的知识面和经验不足,安全上认识较少,影响其建筑物的构造达不到要求,存在安全问题。

②结构设计用料不足。通常表现为设计人员为了满足概算不超额,在土建工程施工图设计时会调低钢筋混凝土结构基础、钢筋型号数量进行调整;对钢结构框架主材及辅材型号及数量进行调整。这种情况虽然少见,但审图时也要提防是否符合通用设计要求。

4.5 设计图纸存在经济浪费

整个设计周期中,从勘探、初设、施工图出图每个阶段环环相扣。往往存在新人职设计人员经验不足脱离现场实际情况造成后续的返工、遗漏等各类问题。

①“边设计、边施工、边修改”三边工程虽然在输变电工程建设中是严禁的,但实际工程建设管控过程还是难以避免。比如,设计单位图纸还没出完,盖章蓝图未提供,首次图纸会审靠电子版图纸会审后现场就开工了。这样会导致施工过程中发现图纸与现场出入太大,变更重做造成成本加大。②施工过程中或多或少都会产生变更无法完全避免,但变更太多,不仅项目签证费用超额,施工进度也会被严重耽误。③设计各专业内部图纸交换不充分导致错漏和返工。设计人员只顾着抢眼前的节点,设计深度不够,预估不充分,也无暇顾及对下游各专业设计环节的影响,到了电气安装工程阶段才发现土建预留空洞、预埋件错漏,致使后期对结构进行拆改。④专业管线交叉出问题。常见问题为水电暖等各专业管线“打架”,在室内外都有出现,室外还存在工程管线“打架”问题。设计单位各专业在设计时应加强沟通,防止因此造成变更,浪费工期、增加成本。

5 电气施工图纸审核要点及防范措施

电气施工图纸审核要点及防范措施见表1。

表 1 电气施工图纸审核要点及防范措施

序号	审核要点	防范措施
1	电气一次设备布局	设计单位应结合用电规划、优化间隔排序，减少交叉跨越，避免后续间隔再调整
2	二次保护室内保护屏柜布局	设计时应按用途及电压等级分块配置，按一体化平台部分、直流屏部分、交流屏部分、不同电压等级部分、公共部分分别配置，至少应留有 20% 以上屏位裕度，对仍有扩建可能的变电站应按照设计规模预留好屏位
3	电缆敷设	设备区至保护室电缆廊道或高压室至保护室电缆竖井，以及电缆沟通至高压室、设备区的电缆廊道（竖井）应充分考虑本期所建间隔一次电缆、二次电缆及光缆的裕度需求，同时应考虑后期扩建的空间需求，预留位置
4	防雷接地系统	容易漏设的接地部位耗材是室外照明、全站监控系统、门窗、空调等接地扁钢未计入施工单位耗材报价清册，以至于造成施工单位不愿意承担辅助设施接地敷设施工
5	电缆支架、电缆桥架	电缆支架层数需满足电缆数量及质量要求；电缆桥架选型要适当，一般原则是信号电缆选用槽式桥架，控制电缆选用托盘式桥架，动力电缆选用梯级式桥架或托盘式桥架；防火、高温场所选用阻燃桥架等
6	照明装置	主要查看照明箱三相负载是否大致平衡，导线截面是否够用；照明平面布置图中照明是否有死角，比如配电室墙角、保护室屏柜前后就经常出现少设计灯具的情况
7	动力电缆	根据配电系统图及原理图核查用电设备容量（功率），看管线配置表中电缆截面选用是否合理，相应电缆管管径是否合适，规格型号是否符合其使用环境等一系列问题。比如变电站蓄电池室需要防火、防爆电缆而设计成普通阻燃电缆
8	控制电缆	主要看接线图中每根控制电缆芯线号是否有遗漏，再与管线表核对，看每根控制电缆芯数是否够用。因为电缆敷设时一般以管线表为准，而调试时又是以原理图为准，故要仔细核查，否则会增加不必要的成本
9	电气暗配管	电气暗配管的位置、标高是否合理，与土建的门、窗户、预留孔洞等是否冲突，与管道、结构专业是否冲突，距离是否满足规范要求
10	电气明配管	电气明配管的位置、标高是否合理，与其他专业有无冲突。例如现在变电站一般采用的钢结构模块化配电装置房、二次设备室，如果照明、接地、监控系统专业与土建专业预埋埋管、接地引接线、预留孔洞等会审后定位埋线不能提前布置好，一旦钢结构内外墙板施工完，发现问题就很难变更到位
11	电缆沟	电气图中电缆沟尺寸、位置与土建图是否相符合，土建图中电缆沟侧壁是否有预埋件（焊电缆沟支架用），配电柜基础部分是否有埋件（固定基础型钢）
12	盘（箱、柜）	盘（箱、柜）宽度与土建盘（箱、柜）基础宽度是否相符合，基础预埋件是否与盘（箱、柜）接地模块吻合。如果不把土建与电气图纸结合审核就会给电气设备安装增加困难
13	预留孔和预留洞	土建图是否按照电气设计需要预留的孔、洞埋设地脚螺栓。如变电站内钢构架基础埋设地脚螺栓与生产厂家的构架底盘预留穿孔螺栓不一致造成基础返工，不管是设计、厂家或施工责任都会增加很大成本
14	专业间协调	不同专业间的协调是否落到图纸上。比如水电管线、预埋件等是不是在结构专业和其他相应专业的图纸上相互对应
15	无障碍设计	是否按要求设置了求助按钮和信号报警装置，配电箱、插座、开关安装高度是否符合要求。监控点、门禁、电子巡更、访客对讲等安防系统设置是否满足生产要求
16	电气交直流回路	电气交直流回路应分开使用独立的电缆，控制电缆不应与动力电缆并排铺设
17	电流互感器	电流互感器备用绕组及备用抽头需要说明全部引至端子箱内或者开关柜端子上
18	不间断电源	调度数据网络设备、二次安全防护设备、后台监控设备应使用 UPS 电源，使用 PDU 或每个设备使用单独空开供电
19	主变压器	①主变压器套管及中性点互感器使用 5A 或者 1A 制，扩建工程要与全站互感器统一。② 220kV 主变本体瓦斯继电器使用双浮球，并提供两对跳闸节点
20	断路器	① SF ₆ 气体密度继电器与断路器本体之间的连接方式应满足不拆卸校验的要求。②采用双跳闸线圈机构的断路器，两只跳闸线圈不应共用衔铁，且线圈不应叠装布置。③新投运的 252kV 母联（分段）、主变压器、高压电抗器断路器应选用三相机械联动设备。④断路器储能电机应能够使用交、直流 220V 电源
21	开关柜	①开关柜空气绝缘净距离须满足：12kV ≥ 125mm，40.5kV ≥ 300mm。②开关柜不宜使用状态显示仪，使用相应的状态指示灯指示手车及断路器位置。③开关柜内不应使用双层端子排。④开关柜内电流互感器极性：P1 应朝母线侧
22	直流系统	直流系统应配置蓄电池熔断器取下告警信号，在蓄电池熔断器取下后告警；每台充电模块均需配置输入空开
23	端子箱	端子箱内直流正、负极，跳闸回路应与其他回路接线之间应至少有一个空端子
24	互感器	电流（压）互感器油位观察窗应采用透光率不低于 95% 的玻璃，防紫外线，防老化，观察窗面积不小于 400cm ²
25	隔离开关	110kV 及以上电压等级隔离开关应设置引弧装置
27	电容器	新安装电容器的汇流母线应采用铜排

6 结语

总之,不论土建、电气图纸在图纸预检和会检环节,审图时要做的细致工作还很多,这里不一一列举。为保障工程的顺利进行,图纸预检时发现的问题能在图纸会检中解决的要一并解决,不能解决的待图纸会检完成后做出详细记录,相关专业的技术人员应到场和参与建设各方面专家技术

人员就地协商拿出方案,避免施工过程中出现问题和纠纷。

参考文献

- [1] 贾维斌.电气施工图纸审核方法及要点[J].科技情报开发与经济,2009(27):183-185.
- [2] 邓子剑.配电工程图纸审核的方法研究[J].大众科技,2018(33).
- [3] 叶琦.浅谈建设单位电气管理[J].今日科苑,2008(10):106-107.

Electrical Design Technology in the Design of Distributed Photovoltaic Power Station in the New Era

Yongzhou Yang^{1,2} Xuhui Wang^{1,2} Jie Chen^{1,2} Tianlong Li^{1,2}

1. Photovoltaic Industry Technology Branch, Huanghe Hydropower Development Co., Ltd., Xining, Qinghai, 810000, China

2. State Power Investment Group Qinghai Photovoltaic Industry Innovation Center Co., Ltd., Xining, Qinghai, 810000, China

Abstract

In the development link of the power industry, photovoltaic power station, as an advanced form of power generation, has become an important component of the power industry, which requires relevant personnel to design according to the actual situation. In the development link of photovoltaic power station, the electrical design of the design link directly affects the function of photovoltaic power station, so it is necessary for relevant personnel to strengthen the attention to electrical design in combination with the actual situation, analyze the necessity and difficulties of electrical design, and formulate targeted electrical design methods on this basis. This paper starts from the distributed photovoltaic power station, the electrical design analysis, through the literature review and other means of electrical design requirements, reasonable selection of electrical design technology, promote the development of the power station.

Keywords

new era; distributed photovoltaic power station; electrical design; technology selection

新时期分布式光伏电站设计中的电气设计技术

杨勇洲^{1,2} 王旭辉^{1,2} 陈杰^{1,2} 李天龙^{1,2}

1. 黄河上游水电开发有限责任公司光伏产业技术分公司, 中国·青海 西宁 810000

2. 国家电投集团青海光伏产业创新中心有限公司, 中国·青海 西宁 810000

摘 要

电力行业发展环节, 光伏电站作为先进发电形式, 成为电力行业的重要组成, 需要相关人员结合实际进行设计。而在光伏电站发展环节, 设计环节的电气设计直接影响光伏电站的功能, 就需要相关人员结合实际加强对电气设计的重视, 分析电气设计的必要性以及难点, 并且在此基础上制定针对性电气设计方法。论文从分布式光伏电站入手, 对其中的电气设计进行分析, 通过文献综述等手段分析电气设计要求, 合理选择电气设计技术, 推动电站的发展。

关键词

新时期; 分布式光伏电站; 电气设计; 技术选择

1 引言

分布式光伏电站作为常见的电站形式, 主要借助太阳能进行电力生产, 而且分布式光伏电站对于设施的布置要求较高, 技术性较强, 实际作业环节, 要求相关人员计算光伏方阵的最佳倾角, 使组件能够充分接收光照, 从而达到光伏电站的最高发电量。电气设计作为光伏电站设计的关键一环, 直接影响电站的作业质量, 这就要求设计人员结合电站的实际状况对电气设计进行分析, 阐述电气设计的难点, 然后结合实际制定针对性的解决策略, 保证电气设计能够满足

电站设计的要求。而针对电气设计技术, 则要求相关设计人员对分布式光伏电站进行分析, 合理地引进先进技术, 充分发挥电气设计的功能, 以保证电气设计作业的落实。

2 状况概述

光伏电站数字孪生可视化评估分析系统设计与开发项目基于数字孪生技术, 通过光伏电站实景建模交互开发平台的搭建, 实现光伏电场设备三维模型库建立、模型库管理, 光伏电站三维构建等, 具备光伏电站多源异构数据接入和管理及红外热成像数据接入、各类终端渲染和可视化呈现、VR 漫游功能等。从地形场景还原、组件布置、汇流箱布置、变压器布置等方面着手, 实现光伏电站初步设计、三维仿真、存量电站三维实景构建、展示等, 为光伏电站全生命周期数据展示提供平台和支撑。

分布式光伏电站如图 1 所示。

【基金项目】黄河公司光伏电站数字孪生可视化评估分析系统设计与开发科研项目支持。

【作者简介】杨勇洲(1987-), 男, 中国陕西咸阳人, 硕士, 从事光伏电站测试技术、电站系统评估分析等研究。



图1 分布式光伏电站

3 分布式光伏电站电气设计概述

分布式光伏电站是指将光伏发电系统分布在不同地点的电站，通常是安装在建筑物屋顶、停车棚、工业厂房等地方，以最大限度地利用可用的空间和降低输电损耗。分布式光伏电站具有就近发电、接近负荷、减少线路损耗、提高系统稳定性等优点，对于改善城市能源结构和减轻电网负荷具有重要意义。分布式光伏电站的电气设计是指针对分布式光伏发电系统的电气部分进行规划和设计，以确保光伏系统能够高效、安全地运行，并与电网连接实现电能的输出。实际作业环节，光伏电站的设计要点主要包括光伏组件排布、直流侧设计、逆变器选型、交流侧设计、并网保护、配电系统设计、监控与管理系统以及接地系统设计等^[1]。通过合理的电气设计，分布式光伏电站可以高效地利用太阳能资源，为清洁能源发展贡献力量。

4 分布式光伏电站电气设计的必要性

分布式光伏电站发展环节，电气设计直接影响电站功能的发挥，所以电气设计在分布式光伏电站中就具有多样化的优势，需要相关人员进行深入分析。

4.1 保障了电站的安全性

电气设计能够确保分布式光伏电站的电气系统符合安全标准，有效地防止电气事故和火灾等安全问题发生，保障设备、人员和周围环境的安全。

4.2 保证了系统稳定性

合理的电气设计可以确保光伏发电系统的稳定运行，包括逆变器的选型和配置、配电系统的设计等，保证系统在各种工作状态下都能够正常运行。

4.3 提升了电站的高效性能

通过优化电气设计，可以提高光伏电站的整体性能和发电效率，最大限度地利用太阳能资源，提高发电量和经济效益。

4.4 可以实现故障排除

良好的电气设计能够减少电气故障的发生，并且使得一旦出现故障时能够迅速排除，缩短停机时间，提高系统的可靠性和运行效率。

5 分布式光伏电站电气设计的难点

电气设计虽然能够很大程度上提升分布式光伏电站的

作业质量，但是电气设计本身较为复杂，再加上分布式电站的规模较大，电气设计就还存在一些难点，需要相关人员进行深入分析。

5.1 系统复杂性

分布式光伏电站通常由多个光伏组件、逆变器、配电系统等组成，系统结构复杂，需要综合考虑各个部分之间的协调与配合。

5.2 需要进行功率匹配

光伏组件、逆变器的功率特性不同，需要进行合理匹配和配置，以确保系统整体性能优化，并避免因功率不匹配导致的效率损失。

5.3 防雷设计要求较高

光伏电站易受雷击影响，需要进行防雷设计，包括接地设计、避雷器选择等，以保护设备和人员安全。

5.4 并网要求较高

分布式光伏电站需要与电网连接，并网要求复杂，需要满足电网的稳定性、频率控制等要求，对电气设计提出了更高的要求（图2）。



图2 分布式光伏电站电气设计

6 新时期分布式光伏电站设计中的电气设计技术

6.1 合理进行光伏阵列设计

分布式光伏电站的电气设计中，光伏阵列设计直接影响到整个系统的发电效率和运行稳定性，需要相关人员通过以下手段进行落实。一是要根据项目实际情况选择合适的光伏组件，考虑功率、效率、耐久性等因素，以满足系统的发电需求。合理的阵列布局可以最大程度地利用光照资源，减少阴影遮挡对发电量的影响，提高光伏系统的发电效率；二是要根据所在地区的经纬度和气候条件，确定光伏板的安装倾角和朝向，使其能够获得最大的日照能量；三是要选择合适的阵列排列方式，如串联或并联，以便在不同光照条件下获得最佳发电效率；四是考虑到光伏板表面的积灰会影响发电

效率,设计阵列时需要考虑防尘和清洁措施,确保系统长期稳定运行。通过合理的光伏阵列设计,可以最大限度地提高分布式光伏电站的发电效率,降低系统的运行成本,延长设备的使用寿命,从而实现清洁能源的有效利用和环保效果。

6.2 合理进行逆变器的选择

分布式光伏电站电气设计环节,逆变器作为常见的组件之一,直接影响整个工程的质量,电站中,负责将光伏组件产生的直流电转换为交流电并与电网连接。所以逆变器的选型就十分重要,直接影响到系统的效率、稳定性和整体性能,需要相关人员结合实际进行设计。第一,逆变器的额定功率应与光伏组件的总输出功率匹配,避免功率不足或过剩导致系统效率下降或逆变器损坏。还需要选择高效率和高可靠性的逆变器可以提高系统的发电效率,降低能量损耗,并减少维护成本。第二,最大功率点跟踪(MPPT)技术是提高光伏系统效率的关键,该技术使光伏板能够输出更多电能的电气系统能够将太阳能电池板发出的直流电有效地贮存在蓄电池中,可有效地解决常规电网不能覆盖的偏远地区及旅游地区的生活和工业用电,不产生环境污染。逆变器应具备优秀的MPPT性能,确保在不同光照条件下都能实现最佳发电量。第三,还需要选择具有良好通信功能的逆变器,能够实现对系统的远程监控、故障诊断和数据采集,提高运维效率。第四,还考虑逆变器的工作环境,选择具有良好环境适应性的产品,能够在恶劣的环境条件下稳定运行^[2]。综合考虑以上因素,选择适合项目需求的逆变器是分布式光伏电站电气设计中至关重要的一环,能够保证系统的高效、稳定运行,最大限度地发挥光伏发电系统的效益。

6.3 光伏模块布局设计

倾斜和方位角设计太阳能电池场的方位角和倾斜角是光伏系统的重要条件因素。方位角是指东、西、南、北方向的分量方向角。通用光伏系统方位角的合理设计,可以最大化发电。一般来说,当地纬度是安装太阳能电池组件的最佳倾角。但在设计中,构件是建在山脚缓坡上的,构件与地面的倾角要相应减小。利用PVsyst软件进行仿真,通过调整倾角,系统损耗为0%,确定光伏组件最佳倾角。

此外,还需要重视光伏组件阵列间距的设计与优化,在山地太阳能光伏电站的设计中,由于地形条件的影响,光伏组件的布置也是设计的重点之一。布置不当会在模块上造成阴影,从而影响电站的发电能力,降低系统效率。为了避免上述情况,间距的合理计算方法尤为重要。

6.4 光伏串设计

为了提高逆变器转换效率的最大化,光伏组件必须根据逆变器的参数进行串联和并联。对于每个并联支路中串联的光伏组件数量,需要结合逆变器功率跟踪最大电压的进行衡量,为了找准光伏组件的最佳工作点,需要将其控制在电压应在逆变器功率跟踪最大电压范围内。为了确保阵列布局和污水池上方施工的便利性,需要将每22个元件设计为一个串联电路,部分地方根据实际情况调整为20或21块串联。

6.5 重视并网保护

在分布式光伏电站的电气设计中,并网保护设计是至关重要的,它可以确保光伏系统与电网安全稳定地运行,并防止因故障导致的损坏。以下是在并网保护设计中需要考虑的几个关键因素:第一,针对电网或光伏系统产生的过电压情况,应设置过电压保护装置,如避雷器、过压保护器等,以防止设备损坏和人身安全受到威胁;第二,当电网出现欠电压情况时,应设置欠电压保护装置,确保系统正常运行,避免影响发电效率和设备寿命;第三,要设计适当的过流保护装置,以防止系统因过大电流而损坏,同时确保系统与电网之间的电流匹配;第四,光伏系统应具备频率保护功能,当电网频率异常时能够及时切除并网,避免对电网造成影响^[3]。综合考虑以上因素,在分布式光伏电站的电气设计中,合理设计并网保护系统,确保系统在并网运行过程中能够安全稳定地运行,最大限度地发挥光伏发电系统的效益。

6.6 合理进行监控系统设计

在分布式光伏电站的电气设计中,监控系统可以帮助实时监测系统运行状态、诊断故障、提高光伏发电系统的运行效率和可靠性,要求相关人员通过以下手段进行落实:一是要设计合适的数据采集系统,实时监测光伏电站各个部件的运行数据,如光伏组件发电量、逆变器输出功率、电池状态等,并确保数据能够及时传输到监控中心;二是要实现对光伏电站的远程监控功能,通过互联网等方式实时监测系统运行情况,及时发现并解决问题,提高系统的可靠性和运行效率;三是要设置故障诊断功能,对系统异常进行自动识别并发出报警提示,帮助运维人员快速定位问题并采取相应措施。此外,还需要加强监控系统的安全性设计,采取合适的加密、权限管理措施,确保数据的安全性和隐私性^[4]。通过综合考虑以上因素,在分布式光伏电站的电气设计中,合理设计监控系统可以有效提高系统的运行效率、可靠性和安全性,为光伏发电系统的长期稳定运行提供有力支持。

7 结语

新时期发展环节,分布式光伏电站逐渐成为电力行业发展的关键,而在光伏电站作业环节,电气设计直接影响电站的质量,就要求相关人员结合分布式电站的实际需要加强对电气设计的重视,并且通过监控系统设计、并网保护、电缆敷设以及阵列设计等手段,保证电气设计的落实,推动分布式光伏电站的发展。

参考文献

- [1] 丁鹏飞,董恩丞,姜军,等.分布式光伏电站电气设备的选型和设计[J].光源与照明,2023(3):106-108.
- [2] 俞炜.分布式光伏电站设计中的电气设计技术探讨[J].科技创新导报,2018,15(23):90-92.
- [3] 郭桂兰.分布式光伏发电系统的电气设计与分析[J].化工管理,2018(18):25-26.
- [4] 郭强.分布式光伏电站设计中几项关键电气设计技术[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2017(10):160-161.

Application Research of Mechatronics Technology in Intelligent Manufacturing

Lei Yang

Qinhuangdao Drainage Co., Ltd., Qinhuangdao, Hebei, 066000, China

Abstract

With the proposal of the concept of Industry 4.0 and the promotion of intelligent manufacturing industry, the application of mechatronics technology in the manufacturing industry is becoming more and more important. Based on mechatronics technology, this paper discusses its realization and key technology in intelligent manufacturing. Mainly studied the application of mechatronics in production line design, production process control, equipment maintenance, etc. Through the introduction of advanced sensors, actuators, and intelligent control technology, build a complete intelligent production system. The results show that through mechatronics technology, the product quality of intelligent manufacturing can be improved, the production efficiency is significantly increased, and the damage prediction, self-repair and maintenance of equipment are also greatly superior to traditional manufacturing methods.

Keywords

mechatronics technology; intelligent manufacturing; production process control; equipment maintenance; transformation and upgrading of manufacturing industry

机电一体化技术在智能制造中的应用研究

杨磊

秦皇岛排水有限责任公司，中国·河北 秦皇岛 066000

摘要

随着工业4.0概念的提出和智能制造的推进行业，机电一体化技术在制造业中的应用越来越显其重要性。论文基于机电一体化技术，探讨其在智能制造中的实现方式和关键技术。主要研究了机电一体化在生产线设计、生产过程控制、设备维护等方面的应用，通过引入先进的传感器、执行器，以及智能化的控制技术等，构筑完整的智能化生产体系。结果表明，通过机电一体化技术，智能制造的产品质量得以提升，生产效率显著增加，而且在设备的损坏预测、自我检修和维护方面也大大优于传统的制造方法。

关键词

机电一体化技术；智能制造；生产过程控制；设备维护；制造业转型升级

1 引言

在工业4.0的浪潮之下，智能制造被誉为制造业的一次重大革新。而在众多技术中，机电一体化技术的重要性日益凸显。机电一体化技术，是将机械制造技术与电子信息技术深度融合的一门新兴技术。它以信息化为支撑，整合和优化资源，提高生产系统智能程度和自动化程度，显著提高生产效率和产品质量。在现代制造业中，对于如何有效地应用机电一体化技术进行智能制造，一直是研究和实践的重点。历史上，许多研究已经对机电一体化技术在智能制造中的应用进行了广泛探索，其在生产线设计、生产过程控制、设备维护等多个方面都有着显著的应用价值。然而，随着技术的进步，如何结合先进的传感器、执行器和智能化的控制技术，

更深入地实现机电一体化技术在智能制造中的应用，便成了沉重的课题。考虑到这一点，论文主要关注机电一体化技术在智能制造中的实际应用，探讨的核心问题包括设备的损坏预测、自我检修和维护等方面的问题，并在此基础上提出创新性的解决策略。我们希望，通过这个研究，能为将机电一体化技术更好地应用在智能制造中提供有力的理论支撑和实践指导。

2 机电一体化技术及其在智能制造中的重要性

2.1 机电一体化技术的定义与特点

机电一体化技术是指将机械、电气和电子等多种技术融合在一起，实现机械和电子设备的互联互通，并通过智能化控制系统进行集成管理的技术^[1]。其特点主要包括以下几个方面：

机电一体化技术具有高度的集成性。通过将机械、电气和电子等多种技术融合在一起，实现设备之间的互联互通

【作者简介】杨磊（1988-），男，中国河北秦皇岛人，本科，工程师，从事机电研究。

和数据交互,实现不同设备之间的统一管理和协同工作。

机电一体化技术具有高度的自动化和智能化水平。通过电子控制系统和人机交互界面,实现设备的自动化控制和智能化管理,提高生产效率和产品质量。

机电一体化技术具有高度的灵活性和可扩展性。通过可编程控制系统和模块化设计,可以方便地对设备进行调整和改进,适应不同生产需求和工艺变化。

机电一体化技术具有高度的可靠性和安全性。通过实时监测和故障诊断技术,可以及时发现并修复设备故障,保障生产的连续性和稳定性。

2.2 工业 4.0 与智能制造的关联

机电一体化技术与工业 4.0 和智能制造密切相关^[2]。工业 4.0 倡导利用信息和通信技术对制造业进行全面升级和转型,实现智能化、网络化和数字化的生产模式。而机电一体化技术作为工业 4.0 实现智能制造的重要手段之一,对于推动工业 4.0 的发展具有重要意义。

机电一体化技术在智能制造中的应用主要体现在以下几个方面:

机电一体化技术使传统制造设备实现智能化和自动化。通过将传感器、执行器和控制器等技术应用于机械和电子设备中,实现设备的自动化控制和智能化管理,提高设备的生产效率和生产质量。

机电一体化技术实现了制造工艺的柔性化和可定制化。通过模块化设计和软件编程技术,可以方便地对制造工艺进行调整和改进,适应不同产品的生产需求,提高生产的灵活性和适应性。

机电一体化技术实现了制造过程的可视化和优化管理。通过数据采集和监测技术,实时获取设备和生产过程的状态信息,并通过分析和优化算法进行智能调度和决策,提高生产过程的效率和质量。

机电一体化技术实现了制造企业的数字化和网络化。通过互联网和云计算技术,实现设备和生产线的远程监控和管理,实时获取生产数据和信息,推动企业的数字化转型和业务协同。

2.3 机电一体化技术在智能制造中的应用概述

机电一体化技术在智能制造中的应用非常广泛。从产品设计到生产过程的控制,再到设备的维护和保养,都离不开机电一体化技术的支持。

在产品设计方面,机电一体化技术可以帮助设计师更加准确地模拟和验证产品的功能和性能,提高产品设计的效率和质量。机电一体化技术也可以用于产品的可制造性分析和优化,提前发现和解决设计上的问题。

在生产过程控制方面,机电一体化技术可以实现设备的自动化控制和智能化调度,提高生产过程的稳定性和一致性。通过实时监测和故障诊断技术,可以及时发现和解决设备故障,减少生产中断时间。

在设备维护方面,机电一体化技术可以实现设备的远程监控和预测性维护,提高设备的可靠性和使用寿命。通过设备状态的实时监测和分析,可以根据设备的运行情况制定维护计划,并及时进行维护和保养。

机电一体化技术在智能制造中的应用为机械制造企业提供了新的发展机遇和竞争优势。通过推动机电一体化技术的研究和应用,可以实现生产效率的提升、产品质量的提高以及制造业转型升级的推动,对未来制造业的发展具有巨大的潜力和前景。

3 机电一体化技术在智能制造各环节的应用分析

3.1 在生产设计中的应用

机电一体化技术在智能制造生产线设计中发挥着重要作用。在生产线的布局设计中,机电一体化技术能够优化生产线的结构,使各个环节之间的联系更加紧密,提高生产效率。在生产设备的选择与配置方面,机电一体化技术能够根据生产工艺需求和自动化程度的要求,选择适合的机电设备,实现生产线的智能化升级。机电一体化技术还能够进行生产线的模拟与仿真,通过精准地计算与分析,优化生产线的工作流程,提高生产效率和质量。

3.2 在生产过程控制中的应用

在智能制造过程中,机电一体化技术在生产过程控制方面也发挥着重要作用。机电一体化技术通过连接各个生产设备与传感器,实现对生产过程的实时监测与控制。通过采集和分析生产数据,机电一体化技术能够及时发现潜在的生产问题,并通过自动化调整和控制,实现生产过程的稳定和优化。机电一体化技术还能够实现生产过程的可视化管理,通过界面显示实时数据以及生产指标,方便管理人员进行监督和决策,从而提高生产过程的效率和质量。

3.3 在设备维护中的应用

在智能制造中,机电一体化技术在设备维护方面也发挥着重要的作用。机电一体化技术通过与设备的联网和数据交换,能够实时监测设备的状态和性能,提供设备的故障预警和诊断。通过分析设备的数据和运行情况,机电一体化技术能够优化设备的维护计划,实现定期维护和预防性维护,降低设备故障率和停机时间,提高设备的使用效率和寿命。机电一体化技术还能够提供线上的远程维修和故障排除,减少维修人员的现场出勤,提高设备维护的效率和成本控制。

通过以上对机电一体化技术在智能制造各环节的应用分析可以看出,机电一体化技术在智能制造中起到了至关重要的作用。它不仅能够优化生产线的设计和布局,在生产过程中实现智能化的控制和调整,还能够提升设备的维护效率和可靠性^[3]。进一步推广和应用机电一体化技术,将促进智能制造的发展,提高生产效率和产品质量,也对未来制造业的转型升级起到了至关重要的推动作用。

4 机电一体化技术在智能制造中的价值及前景

4.1 提升产品质量和生产效率

机电一体化技术将机械设备、电子设备、计算机科学、控制科学等融为一体，为制造业提供了增强协调性，提升各项性能的可能。在智能制造环境下，通过实现对生产资料的精确掌控，不仅极大地提升了生产过程的精度，亦有效避免了传统生产方式中的浪费，从而显著提高生产效率。

复杂化生产线的自动化能力，以及每个环节的精确控制，无疑有助于提高产品质量。机电一体化技术可以实时监测装配线上的质量问题，并立即采取纠正措施，极大减少了人为误差和不良品产出。

4.2 降低生产成本，提升企业竞争力

机电一体化技术以其独特的强大功能，在智能制造中发挥着重要作用。尤其是在生产过程的各个环节，机电一体化技术通过提高生产效率、优化生产流程、降低生产成本，有效地提升企业的竞争力。

从成本角度讲，机电一体化技术在智能制造中的应用可以从两个方面降低生产成本。通过实时监测和控制生产过程，可减少无用工作，有效降低浪费，进一步降低生产成本。通过机电一体化技术，生产设备在遇到问题时可以立即进行故障预警，便于及时处理，防止故障扩大，减少维修成本和停工损失。

在效率提升方面，机电一体化技术的应用使得智能制造过程时间精度得到极大提高，从而提升了整体效率，使得生产变得更为快捷、精准。不仅如此，机电一体化技术还可以提供深度定制化生产线方案，使得生产更为灵活、个性化，满足市场多样化需求，进一步提升企业竞争力。

在企业竞争力提升方面，机电一体化技术在智能制造中的应用不仅直接降低了生产成本，提升了生产效率，还凭借先进的设备状态预测和维护，使得企业能够获得持续、稳定的生产效益。也为企业参与市场竞争提供了新的利器，使得企业更有可能在激烈的市场竞争中脱颖而出。

这样来看，机电一体化技术在智能制造中的应用不仅可以提高产品质量，提升生产效率，还可以有效降低生产成本，从而使企业在市场竞争中立于不败之地，这无疑给企业带来了极大的价值。而随着科技进步，机电一体化技术将会在智能制造中的应用得到进一步推广，它的潜力将进一步释放，对于提升企业竞争力、驱动制造业转型升级将起到更为

重要的作用。

4.3 促进制造业转型升级，对未来制造业的深远影响

机电一体化技术的引入，使得智能制造成为制造业未来发展的重要趋势。智能制造强调的是制造过程的自主性和智慧性，这对于制造业的转型升级来说无疑是一次质的飞跃。

在未来的制造业中，机电一体化技术不仅将推动制造业的进步，更将打破传统的生产模式，推动制造业向智能化、网络化和绿色环保的方向发展。换言之，机电一体化技术的广泛应用必定会对未来制造业造成深远影响。

从生产效率到生产成本，从产品质量到企业竞争力，再到制造业的未来发展趋势，每一项都充分证明了机电一体化技术在智能制造中的巨大价值和广阔前景。在面对快速变化的市场环境和日益严峻的全球竞争的背景下，积极甄别并掌握这些技术的核心要素将成为制造业持久发展的关键。

5 结语

论文以机电一体化技术在智能制造中的应用研究为主题，系统探讨了机电一体化技术在智能制造中的实现方式和关键技术。通过对生产线设计、生产过程控制、设备维护等方面的深入研究，我们发现机电一体化技术可以有效提升智能制造的产品质量，显著提高生产效率，对设备的损坏预测、自我检修和维护有显著优势。并且，该技术还有助于降低生产成本，提升企业竞争力。尽管本研究取得了积极的成果，但机电一体化技术在实际应用中仍有一些挑战和问题需要进一步解决。例如，如何根据具体情况定制化实施机电一体化技术，如何进一步优化和完善相关的技术标准体系等问题，这些都是未来研究的重要方向。在未来，我们将继续深化对机电一体化技术的研究，解决上述问题，不断推动制造业的转型升级，实现智能制造，促进制造业的持续和健康发展。我们坚信，机电一体化技术对未来制造业的发展将产生深远的影响。

参考文献

- [1] 万灵,李璐.智能制造中机电一体化技术应用研究[J].中国宽带, 2019(2).
- [2] 万成,孙二亮.智能制造中机电一体化技术的应用[J].科学咨询, 2021(22).
- [3] 鲁康宁.机电一体化技术在智能制造中应用[J].中国科技期刊数据库工业A,2023(7).

Application of Remote Power Stop and Transmission Device for Low Voltage Drawer Switch Cabinet in Halagou Coal Preparation Plant

Genggen Bai

Shendong Coal Group Washing Center Halagou Coal Preparation Plant, Yulin, Shaanxi, 719315, China

Abstract

In order to address the issues of equipment loss, manual operation risks, and low efficiency caused by frequent power shutdowns during coal preparation plant construction, a specialized remote power shutdown device and method for low voltage drawer switchgear in the field of coal mine electrical and mechanical engineering have been proposed. By integrating auxiliary components, electric actuators, detection and monitoring systems, as well as control systems, this device enables remote control and real-time online monitoring of low-voltage drawer switchgear. It significantly enhances the efficiency and safety of power shutdown operations while extending the service life of both the switchgear and its associated equipment. The remote power supply device and method for low-voltage drawer type switch cabinets not only actively respond to policy guidance within the coal preparation industry regarding “reducing staff, increasing safety, and improving efficiency”, but also promote intelligent upgrades within the field of coal preparation mechanical and electrical engineering through scientific technological empowerment.

Keywords

remote power shutdown; electric actuator; detection and monitoring system; control system

低压抽屉式开关柜远程停送电装置在哈拉沟选煤厂的应用

白耿耿

神东煤炭集团洗选中心哈拉沟选煤厂，中国·陕西 榆林 719315

摘 要

为解决选煤厂建设过程中频繁停送电操作引发的设备损耗、人工操作风险、效率低下问题，提出了一种专为煤矿机电领域设计的低压抽屉式开关柜远程停送电装置及方法。该装置通过集成辅助元件、电动执行机构、检测监控系统 and 控制系统，实现对低压抽屉式开关柜的远程操控与实时在线监控，显著提升了停送电操作的效率和安全性，延长了开关柜及其关联设备的使用寿命。此低压抽屉式开关柜远程停送电装置及方法不仅积极响应了选煤行业“减员、增安、提效”的政策导向，更以科技赋能推动了选煤机电领域的智能化升级。

关键词

远程停送电；电动执行机构；检测监控系统；控制系统

1 引言

随着中国工业化进程的加速，特别是煤矿行业的智能化转型，低压抽屉式开关柜在煤矿机电领域的应用越来越广泛。它作为配电系统的核心设备，对于保障煤矿生产的稳定运行起着至关重要的作用^[1]。然而，现行停送电操作主要依赖电工现场手动操作，这一方式在实际应用中存在一些问题^[2]。一方面，由于设备频繁的抽拉动作，插件容易出现松动，操作机构也容易受到损坏。这些问题不仅影响了设备的正常使用寿命，而且可能导致生产过程中出现故障，影响整个生产系统的稳定运行。另一方面，现场手动操作还存在

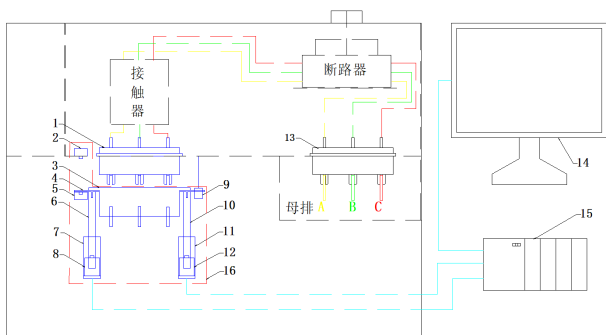
一定的“炸抽屉”安全隐患，这对电气操作人员的人身安全构成威胁。同时为了确保电力系统的正常运行，减少因操作失误引发的事故，中国选煤行业停送电管理严格执行《选煤厂安全规程》^[3]。然而，随着中国选煤厂选煤系统智能化升级规模的不断扩大，供配电系统不断增加，电工人员短缺的问题日益凸显，以及技能水平参差不齐等问题日益突出。为了解决这些问题，提出了一种低压抽屉式开关柜远程操控隔离装置的设计方案。这种装置可以实现全自动化停送电，消除人工操作的风险。通过远程操控，可以提高操作效率，减少人力资源的消耗，还可以降低设备的损耗，延长设备的使用寿命。

【作者简介】白耿耿（1986-），男，中国陕西榆林人，本科，助理工程师，从事选煤厂智能化建设研究。

2 方案设计

严格执行《选煤厂安全规程》远程停送电步骤及状态检测,据此研发了低压抽屉式开关柜远程操控隔离装置,针对电工人员短缺及技能方面影响造成的停送电误操作出现的人员、机电事故,设计了一种可远程操作产生明显断开点的装置,该装置主要包括辅助元件、电动执行机构、检测系统、控制系统四个主要组成部分,它们相互协作,共同完成生产过程中的各项任务,最终实现了停送电远程操作的目的。这款低压抽屉式开关柜远程操控隔离装置具有以下几个显著优点:

①该装置实现了对停送电过程及状态的实时在线监控。通过远程操控,可以实时掌握电力系统的运行状态,及时发现并处理问题,降低了事故发生的风险。②该装置解决了由原来的电工双人作业变为无人作业的问题。在无人作业的情况下,可以大大降低人力成本,提高工作效率。③该装置有效解决了电工短缺及电工技能方面影响造成的停送电不及时问题。通过远程操控,可以减轻电工的劳动强度,提高停送电的及时性。④该装置提高了操作电工停送电的效率,同时降低了人员的劳动强度。这有助于提高选煤厂供配电系统的运行效率,适应中国电力行业的发展需求。⑤该装置解决了操作电工误操作人员的安全问题。通过实时监控和远程操控,可以有效防止操作失误,保障选煤行业电力系统运行的安全性。⑥该装置解决了动力电路负荷侧、电源侧插件的及控制插件的频繁动作问题。这有助于延长设备使用寿命,降低设备故障率。⑦该装置适应当前国家和公司的减员、增安、提效的政策。在保证选煤行业电力系统安全运行的前提下,通过远程操控减少现场操作人员,降低安全事故;降低人力成本,提高工作效率,符合中国选煤行业的发展方向。装置结构图如图1所示。



1—动力电路负荷侧动插件; 2—插件闭合限位;
3—动力电路负荷侧静插件; 4—连接片; 5—插件断开限位;
6、10—电动执行机构推杆; 7、11—电动执行机构缸体;
8、12—电动机; 9—激光位移传感器; 13—电源动插件;
14—上位机; 15—PLC; 16—电动执行机构

图1 装置结构示意图

2.1 辅助元件

在远程停送电装置中,辅助元件的作用至关重要,它

们主要是用于对设备进行固定以及装置之间的相互连接。辅助元件的种类繁多,包括各种螺栓、螺母、垫圈、可调节支架等。这些元件保证了装置的稳定性和安全性,确保设备在运行过程中不会发生意外。在实际应用中,选择辅助元件时需要充分考虑装置的安装位置、固定方式、工作环境等因素,以确保其能够满足生产需求,提高工作效率。

2.2 电动执行机构

电动执行机构是远程停送电装置的核心部分,它主要负责接收和执行控制系统发出的指令。电动执行机构将电能转化为机械能,实现配电抽屉柜与负载之间的明显断开点,以满足选煤厂检修停送电制度的要求。此外,电动执行机构还具有高效、准确、可靠的优点,大大提高了生产效率。

2.3 检测系统

检测系统在远程停送电装置中扮演着监测和控制的角色,主要用于监控电动执行机构的工作过程和位置状态。检测系统主要由位移传感器和辅助触头组成,它们可以实时地将执行机构的工作状态反馈给控制系统,便于调整和优化执行过程。检测系统的应用,使得生产过程更加智能化、自动化,降低了人工干预的必要性。

2.4 控制系统

控制系统是远程停送电装置的指挥中心,它主要负责向执行机构发送输出命令并在线监控操作过程及位置状态。控制系统由计算机、控制器、控制网络、编程软件等组成,具有较高的运算速度和精度。通过对生产过程的实时监控,控制系统能够及时发现异常情况,并采取相应措施,确保生产的顺利进行。控制系统为实现选煤厂供配电系统远程停送电提供了强大的技术支持,提高了企业智能化竞争力。

总之,辅助元件、电动执行机构、检测系统和控制系统这四个组成部分共同构成了低压抽屉式开关柜远程停送电装置。在实际应用中,根据生产需求利用该装置对配电柜进行合理改造后,有助于提高停送电效率,降低安全事故。

3 工作原理及操作流程

3.1 工作原理

在所有的低压抽屉式开关柜上,安装我们的远程操控装置。该装置通过接收远程发送的命令,驱动PLC(可编程逻辑控制器)执行内部程序,进而实现低压停送的远程操作。

3.2 停电过程及操作流程

结合图1,在控制系统中,通过上位机(14)发送命令给PLC(15)进行程序自检,PLC(15)内部程序确认接触器运行信号为断开时,断开断路器;PLC(15)内部程序确认接触器运行信号及断路器断开信号为断开时,则电动执行机构(16)开始带动动力电路负荷侧静插件(3)移动到断开位置并通过插件断开限位(5)终止运行;检测系统,通过激光位移传感器(9)对动力电路负荷侧静插件(3)断开移动过程及断开距离进行监控,通过插件断开限位(5)对动力电路负荷侧静插件(3)位置进行检测。

停电流程:

①远程发送断开命令: 操作人员通过远程客户端发送断开命令给 PLC。

② PLC 执行内部程序: PLC 接收到断开命令后, 内部程序开始运行。

③判断断路器及接触器状态: PLC 内部程序自检, 判断断路器及接触器状态是否为断开。

④执行断开命令: 当断路器及接触器状态为断开时, PLC 发送指令给装置, 装置执行断开命令。

⑤隔离动力电路: 装置开始工作, 移动动力电路负荷侧静插件, 实现动力电路的隔离。

⑥实时显示状态: 过程及状态实时显示在远程客户端, 以便操作人员实时监控。

3.3 送电过程及操作流程

结合图 1, 在控制系统中, 通过上位机 (14) 发送命令给 PLC (15) 进行程序自检, PLC (15) 内部程序确认断路器及接触器状态均为断开时, 则电动执行机构 (16) 开始带动力电路负荷侧静插件 (3) 移动到闭合位置并通过插件闭合限位 (2) 终止运行; 检测系统, 通过激光位移传感器 (9) 对动力电路负荷侧静插件 (3) 闭合移动过程进行监控, 通过插件闭合限位 (5) 对动力电路负荷侧静插件 (3) 位置进行检测, PLC (15) 内部程序确认接触器运行信号为断开、远程隔离装置为闭合位置时, 闭合断路器。

送电流程:

①远程发送闭合命令: 操作人员通过远程客户端发送闭合命令给 PLC。

② PLC 执行内部程序: PLC 接收到闭合命令后, 内部程序开始运行。

③判断断路器及接触器状态: PLC 内部程序自检, 判断断路器及接触器无运行信号。

④执行闭合命令: 当断路器及接触器无运行信号时, PLC 发送指令给装置, 装置执行闭合命令。

⑤移动静插件: 装置开始工作, 将动力电路负荷侧静插件移动至闭合位置。

⑥远程闭合断路器: 操作人员通过远程客户端闭合断路器。

4 装置应用效果的分析与讨论

装置及其停送电方法在实际应用中展现出诸多显著优点和积极效果。以下几点进行详细阐述:

①高效操作: 装置的停送电全过程仅需 1 分钟, 相较于传统人工操作, 大幅缩短了操作时间, 提高了操作效率。这在很大程度上得益于装置的高度集成化和智能化, 使得停送电过程可以快速、准确地完成。

②事故率降低: 通过实时监测和远程操作, 降低了因误操作导致的事故发生率。

③运维成本下降: 采用远程操控隔离装置后, 现场运维人员数量减少, 降低了运维成本。

④无人化操作: 装置实现了完全取代人工停送电, 降低了对电工的依赖, 显著减轻了电工的劳动强度。这一特点在大型电力设施、高危环境等领域具有重要意义, 不仅提高了安全性, 还降低了人力成本。

⑤提高安全性: 装置有效避免因操作人员技能水平差异导致的误操作, 降低了人员、机电事故的风险。这一点在关键设施和重要电力系统中尤为重要, 有助于确保电力供应的稳定性和安全性。

⑥延长设备寿命: 通过减少动力电路负荷侧、电源侧动插件及控制插件的频繁动作, 装置降低了设备损耗, 延长了设备使用寿命。这对于降低设备维修成本、确保设备高效运行具有显著优势。

⑦符合减员增效政策: 装置的无人化操作响应了国家和企业减员增效的政策号召, 实现了停送电无人化操作, 提高了企业运营效率。这对于推动电力行业转型升级、提高企业竞争力具有重要意义。

综上所述, 低压抽屉式开关柜远程操控隔离装置在选煤厂中的应用, 不仅提高了安全生产水平, 还降低了运维成本, 为选煤厂的稳定运行提供了有力保障。其停送电方法在操作效率、安全性、设备寿命等方面具有显著优势, 符合中国政策导向, 具有广泛的应用前景。在未来的发展中, 我们将继续优化远程操控隔离装置, 以满足不断变化的安全生产需求, 为选煤行业智能化建设贡献力量。

5 结论

本研究聚焦于煤矿机电行业中, 针对传统停送电操作存在的诸多痛点问题, 精心设计并创新性地研发出一种低压抽屉式开关柜远程停送电装置及配套方法。该装置凭借其先进的设计理念和技术手段, 在实际应用中, 成功将停送电操作从传统的现场手动模式升级为远程智能操控模式, 实现了停送电作业的远程控制、实时监控以及全程自动化, 为智能化选煤厂的配电系统管理提供了高效、安全、可靠的解决方案, 有力助推了煤矿行业的数字化、智能化转型升级。首先, 该装置通过远程控制技术, 使得停送电操作不再受限于现场环境, 降低了操作风险, 提高了工作效率。其次, 实时监控功能的引入, 使得运维人员能够及时掌握设备运行状态, 提前发现并防范潜在的安全隐患。最后, 全自动化操作简化了停送电流程, 降低了人为误操作的可能性, 进一步保障了电力系统的安全稳定运行。

参考文献

- [1] 李晓宇. 抽屉式低压开关柜隐患改造实例[J]. 现代工业经济和信
息化, 2022, 12(7): 311-313+315.
- [2] 张威. 设备远程停送电技术方案设计[J]. 电气技术与经济, 2023
(8): 113-116.
- [3] GB 43203—2023 选煤厂安全规程[S].

Research on Domestic Photovoltaic Application Market in China

Zhenhai Zhu Xuhan Liu Hu Wang

CGN New Energy Investment (Shenzhen) Co., Ltd., Jinchang, Gansu, 737100, China

Abstract

As a clean and renewable form of energy, photovoltaic power generation is gradually becoming an important direction of global energy development. As the world's largest photovoltaic market, the development of its domestic application market has an important impact on China and even the global photovoltaic industry. The paper aims to deeply explore the current situation, development trends, and challenges faced by the domestic application market of photovoltaics in China. By analyzing the principles of photovoltaic power generation technology, the position and role of photovoltaic power generation in the energy structure are analyzed. Combined with the latest data, the development of the photovoltaic market is elaborated in detail, and the future development trends of the market are looked forward to, providing useful references for the development of China's photovoltaic industry.

Keywords

photovoltaic application; domestic market; development prospects

中国光伏国内应用市场研究

朱振海 刘旭汉 王虎

中广核新能源投资（深圳）有限公司甘肃分公司，中国·甘肃 金昌 737100

摘要

光伏发电作为一种清洁、可再生的能源形式，正逐渐成为全球能源发展的重要方向。中国作为全球最大的光伏市场，其应用市场的发展状况对中国乃至全球光伏产业具有重要影响。论文旨在深入探讨中国光伏国内应用市场的现状、发展趋势以及面临的挑战，通过对光伏发电技术原理的解析，分析光伏发电在能源结构中的地位和作用，并结合最新数据，详细阐述光伏市场的发展情况，展望未来市场的发展趋势，为中国光伏产业的发展提供有益的参考。

关键词

光伏应用；国内市场；发展前景

1 引言

随着全球能源结构的转型和环保意识的提高，光伏发电作为一种清洁、可再生的能源形式，正逐渐成为全球能源发展的重要方向。中国作为全球最大的光伏市场，其应用市场的发展状况对全球光伏产业具有重要影响。因此，研究中国光伏国内应用市场的现状和未来发展趋势，对于推动光伏产业的健康发展具有重要意义。

2 光伏发电技术原理及优势

光伏发电的技术原理基于半导体材料的光电效应。具体来说，当太阳光照射到光伏电池上时，光子会与电池内部的硅材料相互作用。这些光子将硅原子中的电子从价带激发到导带，从而在材料内部产生自由电子和空穴。这些自由电子和空穴在电池内部的内建电场作用下分离，形成光生电动

势。通过连接光伏电池的正负极，就能形成闭合电路，使电子流动，从而产生电能。光伏发电技术利用这一原理，将太阳能直接转换为电能，实现了清洁能源的高效利用^[1]。

光伏发电作为一种清洁、可再生的能源形式，具有如下显著优势：①光伏发电清洁环保，几乎不产生任何污染物。相比传统燃煤发电，光伏发电过程中不产生二氧化碳、硫氧化物和氮氧化物等温室气体和有害气体，对环境的负面影响极小，有助于改善空气质量和缓解全球气候变化。②光伏发电是一种可再生的能源形式。太阳能作为地球上最丰富的能源之一，几乎无穷无尽。通过光伏发电技术，可以将太阳能转化为电能，实现能源的可持续利用，摆脱对有限化石燃料的依赖。③光伏发电具有运行稳定、维护成本低的特点。光伏电池组件一旦安装完毕，就可以长期稳定地运行，几乎不需要额外的燃料和维护费用，降低了发电成本，提高经济效益。④光伏发电具有广泛的应用前景。随着技术的进步和成本的降低，光伏发电不仅可以应用于大型电站和电网系统，还可以用于分布式发电、建筑一体化等领域，更广泛地服务

【作者简介】朱振海（1986-），男，中国甘肃酒泉人，硕士，工程师，从事新能源市场发展研究。

于社会各个领域,满足多样化的能源需求。⑤光伏发电具有促进经济发展的潜力。光伏产业的快速发展可以带动相关产业链的发展,创造就业机会,推动经济增长。此外,光伏发电技术的推广和应用还可以提升国家在全球能源领域的竞争力和影响力。

3 中国光伏国内应用市场现状

截至2023年底,中国的光伏市场展现出了蓬勃的发展势头,光伏产业的发展表现在多个方面。

3.1 制造端

2023年,中国光伏制造业产值超过了1.75万亿元,增长了17.1%。在产量方面,多晶硅的产量达到了143万吨,增长了66.9%;硅片的产量为622GW,增长了67.5%;电池产量为545GW,增长了64.9%;组件产量为499GW,增长了69.3%。这些数据表明,国内光伏制造业在2023年取得了显著的增长。

3.2 新增装机量

2023年,国内光伏新增装机量达到了216.88GW,这一数字非常引人注目,因为它几乎等同于前四年装机量的总和。特别是在2023年12月,单月新增装机量高达53GW,创下了历史新高,甚至相当于2017年全年装机量。累计光伏装机容量排名前十的省份分别为山东、河北、江苏、浙江等。这些省份在光伏产业的发展中,充分利用地域优势、政策支持和市场需求,实现了光伏装机容量的快速增长^[2]。

3.3 市场结构

在新增装机的市场结构上,集中式光伏新增装机超过了110GW,占比超过50%;分布式光伏新增装机接近100GW,其中工商业光伏新增超过50GW,户用光伏新增超过40GW。这表明集中式和分布式光伏市场都在快速发展,尤其是分布式光伏在家庭和企业层面的应用越来越广泛。

4 中国光伏国内应用市场发展趋势

随着政策的进一步推动和市场需求的不断扩大,中国光伏国内应用市场未来将呈现以下发展趋势。

4.1 技术创新加速

技术创新是光伏产业发展的核心动力。随着科技的不断进步,光伏电池的光电转换效率得到了显著提升,这意味着同样的光照条件下,能够产生更多的电能。新型光伏材料的研发和应用,进一步提高了光伏电池的稳定性和寿命,降低了运维成本。

光伏系统的智能化和集成化是技术创新的重要方向。通过引入先进的控制技术和数据分析方法,光伏系统能够实现更高效的管理和更精准的故障诊断,提高了整个系统的运行效率和可靠性。加之,光伏与储能、氢能等技术的结合,为光伏应用领域的拓展提供了更多的可能性。

技术创新加速体现在光伏产业链的各个环节。从上游的原材料制备到中游的电池制造,再到下游的系统集成和应用,每一个环节都有大量的创新活动在进行。这些创新不仅

提高了生产效率,降低了成本,也为光伏产业的可持续发展提供了源源不断的动力。

总的来说,技术创新加速是中国光伏国内应用市场发展的重要趋势之一。它不仅推动了光伏技术的进步和产业升级,也为中国在全球光伏产业中的领先地位提供了有力保障。未来,随着科技的不断进步和市场的不断扩大,相信中国光伏产业的技术创新将会更加活跃和深入。

4.2 应用领域拓展

随着光伏技术的不断进步和成本的逐渐降低,光伏发电已经不仅仅局限于电力领域,而是逐渐渗透到社会生活的各个角落。

光伏在建筑领域的应用越来越广泛。光伏建筑一体化成为新的发展趋势,光伏瓦、光伏幕墙等新型建筑材料的应用,不仅美化了建筑外观,还能实现自发自用、余电上网的功能,为节能减排作出了贡献。此外,光伏还与绿色建筑、智能建筑等理念相结合,推动了建筑行业的可持续发展。

光伏在交通领域的应用也逐渐普及。光伏充电站、光伏路灯等新型交通设施的建设,不仅为新能源汽车提供了便捷的充电服务,也提高了道路照明的能效和可靠性。随着智能交通系统的发展,光伏技术将在交通领域发挥更大的作用。

光伏在农业、通信、军事等领域得到了广泛应用。光伏农业大棚、光伏水泵等应用,实现了农业生产与光伏发电的有机结合;光伏通信基站、光伏边防哨所等应用,为偏远地区的通信和军事活动提供了可靠的电力保障。

总的来说,应用领域的拓展是中国光伏国内应用市场发展的重要趋势之一。随着技术的不断进步和市场的不断扩大,相信光伏将在更多领域得到应用,为中国的能源转型和可持续发展作出更大的贡献。

4.3 分布式光伏发展

分布式光伏,即在用户侧或靠近用户侧安装的光伏发电系统,其快速发展不仅推动了光伏产业的普及,也为能源结构的优化和环保事业的推进注入了新的活力^[3]。

分布式光伏的发展得益于政策的大力推动。近年来,中国政府出台了一系列支持分布式光伏发展的政策措施,如补贴政策、税收优惠等,为分布式光伏的快速发展提供了有力保障。这些政策不仅降低了分布式光伏的安装成本,也提高了用户的积极性,推动了分布式光伏市场的快速扩张。

分布式光伏具有诸多优势,如自发自用、余电上网、就近消纳等,使其在市场上具有很强的竞争力。分布式光伏系统可以安装在屋顶、墙面等位置,不占用土地资源,且运行维护相对简单。同时,分布式光伏还可以与储能系统相结合,实现电力的稳定供应和调峰填谷,提高电力系统的运行效率。

随着光伏技术的不断进步和成本的逐渐降低,分布式光伏的性价比越来越高,越来越多的用户开始选择安装分布式光伏系统。无论是居民家庭、商业建筑还是工业企业,都可以通过安装分布式光伏系统实现节能减排、降低电费支出等目标。

总的来说,分布式光伏发展是中国光伏国内应用市场

的重要趋势之一。随着政策的持续推动和市场的不断扩大,相信分布式光伏将在未来发挥更大的作用,为中国能源结构的转型和环保事业的发展作出更大的贡献。

5 中国光伏面临的挑战与应对策略

尽管中国光伏国内应用市场发展前景广阔,但仍面临诸多挑战,如市场竞争激烈、补贴政策退坡、融资难等。为此,可采取以下策略。

5.1 加强政策引导和支持

加强政策引导和支持是至关重要的应对措施,为了有效推动光伏产业的健康发展,需要从多个方面加强政策引导和支持^[4]。

政府应明确光伏产业的发展战略和目标,通过制定长远规划,为产业发展提供清晰的指导。这包括确定光伏产业的重点发展领域、技术创新方向以及市场推广策略等,为企业提供明确的投资和发展方向。

加大对光伏产业的财政支持力度。通过设立专项资金、提供税收减免和优惠贷款等措施,降低企业的投资成本和运营风险,激发企业的创新活力。同时,政府还可以引导社会资本进入光伏产业,形成多元化的投融资体系,为产业发展提供充足的资金支持。

加强光伏产业的监管和协调。建立健全光伏产业的监管机制,加强对产品质量、安全环保等方面的监管力度,确保产业的健康发展。加强政府部门之间的协调与配合,形成政策合力,避免政策之间的冲突和重复。

加强国际合作与交流。政府应推动光伏产业与国际市场的接轨,加强与国外企业的合作与交流,学习借鉴先进的经验和技术,推动中国光伏产业走向世界舞台。

综上所述,加强政策引导和支持需要从多个方面入手,包括明确发展战略、加大财政支持、加强监管协调、加强国际合作与交流等。通过这些措施的实施,可以有效推动中国光伏产业的健康发展,为能源结构的转型和可持续发展作出重要贡献。

5.2 推动产业协同发展

推动产业协同发展是应对这些挑战的关键措施之一,为了有效推动光伏产业的协同发展,需要从多个方面入手。

建立产业链上下游企业之间的紧密合作关系。政府可以通过搭建平台、组织对接活动等方式,促进产业链各环节企业之间的交流与合作。鼓励企业间建立长期稳定的合作关系,形成产业联盟或产业集群,共同推动技术创新和产业升级。

加强产学研合作。政府应支持高校、科研机构与光伏企业之间的合作,共同开展技术研发、人才培养和成果转化等工作。通过产学研深度融合,可以加速光伏技术的创新和应用,提升产业的整体竞争力。

优化产业布局和资源配置。政府应根据地区资源禀赋、市场需求等因素,合理规划光伏产业的发展布局。加强区域间的合作与协调,实现资源的共享和优化配置,避免过度竞争和浪费。

完善政策体系。政府应制定一系列支持光伏产业协同发展的政策措施,包括财政补贴、税收优惠、融资支持等,为企业合作提供政策保障。加强对政策执行情况的监督和评估,确保政策的有效实施。

总之,推动光伏产业的协同发展需要从多个方面入手,包括建立紧密合作关系、加强产学研合作、优化产业布局和资源配置、完善政策体系等。通过这些措施的实施,可以有效推动光伏产业的协同发展,提升整个产业链的竞争力和可持续发展能力。

5.3 加强技术研发与创新

加强技术研发与创新是应对这些挑战的关键措施之一,为了有效推动光伏产业的技术进步与创新,需要从多个方面入手。

加大对光伏技术研发的投入力度。政府应设立专项资金,支持光伏企业、高校和科研机构开展关键技术研发,特别是在高效光伏材料、光伏电池及组件、储能系统、智能运维等领域,力求取得重大突破。鼓励企业加大研发投入,提升自身创新能力。

完善知识产权保护体系。政府应加大对光伏领域知识产权的保护力度,严厉打击侵权行为,维护创新者的合法权益。通过完善知识产权制度,激发创新活力,推动光伏产业健康发展。

培养光伏产业创新人才。政府应加大对光伏产业人才的培养力度,支持高校开设光伏相关专业,培养具备创新精神和专业技能的人才。鼓励企业加强员工培训,提升员工技能水平,为产业发展提供有力的人才保障。

综上所述,强化光伏产业的技术研发与创新需要从加大投入、建设完善知识产权保护体系以及培养创新人才等多个方面入手。通过这些措施的实施,可以有效推动光伏产业的技术进步与创新,提升产业的核心竞争力。

6 结论

中国光伏国内应用市场在近年来取得了显著的发展成果,但仍需面对诸多挑战。通过加强政策引导、推动产业协同发展和加强技术研发与创新等措施,有信心推动中国光伏产业实现更高质量的发展,为全球能源结构的转型和环保事业的发展作出更大贡献。

参考文献

- [1] Qian E.光伏组件在多样化新应用场景下的挑战及解决方案[C]//第十九届中国太阳级硅及光伏发电研讨会(19th CSPV)论文集,2023.
- [2] 邓洲.国内光伏应用市场存在的问题、障碍和发展前景[J].中国能源,2013,35(1):12-16+23.
- [3] “十三五”期间中国光伏应用市场稳步增长[J].中国环境监察,2020(12):4.
- [4] 唐冀淳.基于模型预测控制的电网侧储能电站多应用场景日前-日内运行方法研究[D].重庆:重庆大学,2022.

Technical Transformation and Application of Electrical Automation Equipment in Alumina Plant

Gangyong Huang

Guangxi Baise Baijin Mining Investment Group Co., Ltd., Baise, Guangxi, 533000, China

Abstract

With the increasing perfect development of industrial automation, the electrical automation equipment of alumina plant has gradually become an indispensable and important part of the production. However, there are some problems in the electrical automation equipment of alumina plant, such as aging, low efficiency, and technical transformation is urgently needed. Through the technical transformation of the electrical automation equipment, the stability and safety of the equipment can be enhanced, the failure rate can be reduced, the possibility of accidents can be reduced, and the production safety and employee health can be guaranteed. The paper focuses on the problems of electrical automation equipment in alumina plants, designs corresponding renovation plans, and implements and applies them, improving production efficiency, reducing energy consumption, improving product quality, and ensuring production safety.

Keywords

alumina plant; electrical automation equipment; technical transformation; application

氧化铝厂电气自动化设备技术改造及应用

黄刚勇

广西百色百金矿业投资集团有限公司，中国·广西 百色 533000

摘要

随着工业自动化发展的日益完善，氧化铝厂电气自动化设备也逐渐成为生产中不可或缺的重要组成部分。然而，目前氧化铝厂电气自动化设备存在着一些问题，如老化、效率低下等，亟须进行技术改造。通过对电气自动化设备进行技术改造，可以增强设备的稳定性和安全性，降低故障率，减少事故发生的可能性，保障生产安全和员工健康。论文针对氧化铝厂电气自动化设备的问题，设计了相应的改造方案，并进行了实施与应用，提高了生产效率、降低了能耗、提升了产品质量和保障了生产安全。

关键词

氧化铝厂；电气自动化设备；技术改造；应用

1 引言

氧化铝是广泛应用于建筑、航空航天等领域的重要材料，其生产过程中电气自动化设备的作用至关重要。然而，由于氧化铝厂电气自动化设备存在一些问题，如老化、安全隐患等，已不足以满足生产需求。因此，对氧化铝厂电气自动化设备进行技术改造势在必行。

2 氧化铝厂电气自动化设备存在的问题

2.1 设备老化严重，易发生故障

氧化铝厂的电气自动化设备普遍存在着设备老化严重和故障频发的问题。首先，由于装备服役年限的增加，其零件及零件会产生磨损、老化等问题，从而影响装备的正常工

作，甚至失效。其次，厂商不能再制造零件，也不能进行技术升级，造成了修理和替换零件的难度。最后，该设备是高度自动化的，如果出现故障，就会影响到整条生产线的正常运转，造成巨大的经济损失。

2.2 效率低下，能耗高

氧化铝厂的电气自动化设备普遍存在着效率低、能量消耗大等问题。一方面，随着科学技术的进步，电气自动化设备中出现了许多新的自动控制设备，而原有的一些设备已不能满足生产要求，从而造成了电力系统的低效、高能源消耗。另一方面，也有可能是由于设备的不适当或使用不当所致。有些电力自动化设备的结构不合理、功能单一等问题，造成工作效率较低，另外，若操作人员未经专业训练，可能会出现误操作或使用不当，从而使能耗增大。除此之外，还有一种情况，就是由于不及时或不完全而引起的设备故障。在用的设备，若不对其进行常规的维修与维护，就会产生一

【作者简介】黄刚勇（1978-），男，壮族，中国广西平果人，本科，工程师，从事电气工程、自动化研究。

些故障或老化的问题,从而降低了设备的工作效率,增大了能源消耗。

2.3 安全隐患多,存在一定风险

氧化铝厂的电气自动化设备中,存在着一些安全问题。一是由于设备的老化,在长期的使用中,可能会产生老化、损坏等现象,从而使其工作状态不稳定,并有可能出现故障。二是维修不力,因为维修时间长,容易造成设备失效,甚至失效。三是由于人的过失,可能是由于操作人员的疏忽或操作不当而引起的设备故障,从而引起了安全事故。四是安全意识淡薄,职工没有充分的安全意识,没有充分认识到设备的重要性,有可能出现违反规定的行为,加大了安全隐患。

3 氧化铝厂电气自动化设备改造方案设计

3.1 电气设备升级与优化

对氧化铝厂电气自动化设备进行改造,对其进行改造和优化,是一项非常重要的工作。通过对已有电气设备的综合评价与分析,发现其存在的问题与瓶颈,制定出有针对性的改善措施,从而有效地提高企业的生产效率,减少企业的能源消耗^[1]。首先,对老化的电气进行改造,如更换老化的断路器、接触器等,以保证设备的稳定与安全。在此基础上,利用先进的电控、传感等手段,对生产过程进行远程监测、智能控制,以提高生产的自动化水平。其次,对电力设施的布置与连接进行了优化,减小了线路长度,降低了传输损耗,从而提高了电力系统的运行效率与可靠性。对于各种控制方法,如集中控制和分布式控制,应结合实际情况选择最佳方案。最后,还可以在某些关键用电设备上增设后备设备,以达到双备的目的,避免了单点失效给生产带来的冲击。制定合理的设备维修、维修方案,对出现问题的设备进行及时的维修、更换,保证了生产设备的长周期稳定运转。

3.2 自动化控制系统设计与选型

在氧化铝厂电气自动化设备改造方案设计中,为了实现工艺的优化,提高生产效率,必须设计一套先进、稳定、高效的控制系统^[2]。在选择时应注意如下问题:第一,控制系统的稳定性。选用稳定性好,可长期稳定工作的控制器,以保证连续稳定的生产。第二,对系统的反应速率进行调节。为了适应高速变化的氧化铝生产要求,必须选用具有快速反应能力的控制系统,才能保证工艺的灵活高效。第三,对系统的可靠度进行了分析。采用高可靠、耐用的控制系统,降低了由于设备出现故障而导致的生产停顿,从而提高了生产的效率,增强了生产线的可靠性。第四是实现控制系统的通用化。选择具有较高通用性的控制系统,以便于今后对系统的升级与扩充,以满足今后的生产需要。综合考虑以上因素,将提出一个全面的自动化控制系统设计方案,选择合适的控制设备,从而保证氧化铝厂电气自动化设备的改造工作能够顺利进行,达到预期目标。

3.3 安全防护与节能措施

为保证氧化铝厂电气自动化设备的安全与节能措施,

应加强对电气设备的检查与维修,以保证设备的安全、可靠地工作^[3]。为保证电气设备的正常运行,在电气设备室安装过载、短路等保护措施,对线路的异常情况进行及时的处理,以防止发生安全事故。在重要部位设立保护护栏,设立警告标志,提醒工作人员注意。对本单位的电气设备进行合理的使用,并按规定进行操作,保证员工的人身安全。在节能手段上,对设备的操作方式、控制策略进行了优化,以提高能量的利用效率。采用高效能的电气及元件,降低能耗。定期对设备进行能源效率评价,找出能源消耗高的环节并加以改善。引进一套智能化的监测系统,对设备的工作状态进行了实时的监控,并进行相应的调整,达到节能降耗的目的。通过以上安全防护和节能措施的实施,可以提高氧化铝厂电气自动化设备改造的安全性和效率,实现可持续发展目标。

4 氧化铝厂电气自动化设备改造方案实施

4.1 设备安装、调试

为了实现氧化铝厂电气自动化设备的改造,必须先完成设备的安装与调试。在安装过程中,要注意设备的安装位置、安装方法和接线是否满足设计的要求,并且要确保设备的连接牢固、可靠^[4]。接下来就是设备的电气调试,主要是对设备的电气连接,控制逻辑,参数设定等方面的调试,保证设备能够正常工作,达到自动控制的目的。在系统的调试中,要对系统的安全、稳定等方面给予足够的重视,对出现的问题进行及时的检测和处理,保证了系统的稳定运行,从而提高了生产效率。最后对整个设备进行了一次综合试验,以保证该设备的改造效果达到预期目标。

4.2 设备运行状况监测

为了保证氧化铝厂电气自动化设备的改造计划能够成功地进行,对其进行状态监控十分重要。通过对设备的运行状态进行实时监控,能够对设备出现的故障及异常情况进行及时的预警,从而减少了设备的故障率,改善设备运行的可靠性及稳定性^[5]。对设备的工作状态进行监控,采用先进的传感技术及数据采集设备对其工作状态进行实时监控,在此基础上,采用数据分析和处理的方法,对设备的运行状况进行建模,并对其进行趋势分析,从而发现异常情况。发现可能存在的设备失效危险,并对其提出警告,并对其进行维修。另外,为便于对设备的工作状态进行远程监测与管理,设计了一套智能化的监测系统。操作员可以在任何时间、任何地点对设备进行监控,实现对设备的远程监控,从而大大提高了工作的效率和便利性。采用科学的监控与管理方法,使设备智能化、自动化操作,提高设备的生产率与可靠性,促进行业的升级与发展。

4.3 调整系统参数,提高生产效率

为提高氧化铝厂的生产效率,电气自动化设备改造方案需要对系统参数进行调整。首先,可以对生产线的运行速度进行优化,通过调整传感器的灵敏度和控制器的响应速度,实现更精准的控制。其次,可以对设备的节能模式进行

优化,调整设备的工作模式和运行时间,减少能耗,提高生产效率。最后,可以优化设备的故障诊断系统,及时发现并处理设备故障,减少停机时间,提高生产效率。通过对系统参数的调整,可以有效提高氧化铝厂的生产效率,降低成本,提升竞争力。

4.4 设备改造后投资回报率分析

对于氧化铝厂电气自动化设备改造项目,投资回报率可以通过比较改造前后的成本节约和产出增加来计算。首先,改造项目的成本主要包括设备购置费用、安装费用、系统集成费用等。这些成本投入将带来一定的效益,包括生产效率提升、能源消耗减少、人工成本降低等。通过设备改造后的效益增加与成本投入进行对比,可以得出投资回报率。通过对改造前后的生产效率、能耗、人力成本等方面进行比较,可以综合评估改造带来的经济效益。具体而言,在设备改造后,一方面可以提高生产效率,减少生产成本,从而降低单位产品的制造成本;另一方面,改造后的设备能够更好地适应市场需求,提高产品质量和市场竞争能力,也能够增加销售收入。同时,设备自动化也能够减少人力成本,提高生产效率。综合考虑改造前后的投资成本和产出效益,通过计算投资回报率可以评估这项改造方案的经济效益。若投资回报率较高,表明改造方案是一个值得投资的项目,有望带来丰厚的经济回报;反之,若投资回报率较低,则可能需要重新评估改造方案的可行性。

5 氧化铝厂电气自动化设备改造方案应用价值

5.1 技术改造对生产效率的影响

该技术改造对氧化铝厂的电气自动化设备产生了很大的作用。引进了各种先进的自动设备与工艺,使生产率得到了极大的提高。一方面,该设备能够对装备进行智能控制与监测,降低人工作业费用与人工误差,提升其自动化水平与稳定度。另一方面,利用数据采集与分析技术,实现了对工艺过程的实时监控与分析,并对出现的问题做出迅速的解决,提高企业的管理能力,提高企业的效益。同时,通过对设备进行技术改造,使其运行可靠、稳定运行,降低了维修费用。所以,对电力自动化设备进行技术改造,能有效地提高氧化铝厂的产能,增强其在市场中的地位。

5.2 技术改造对节能减排的贡献

通过对其进行技术改造,可使其达到智能控制与最优调节的目的,从而提高其运行效率与稳定性,降低能耗与污

染物排放。一方面,对电力自动化设备进行改造,可以实现对设备的智能控制,提高生产效率,提高生产精度。采用先进的控制与传感技术,对设备进行智能化监控与调控,可有效降低能耗与污染物排放。另一方面,对设备的工作参数及操作模式进行优化调节,可提升设备的效能与稳定度,达到节能减排的目的。电力自动化装备的改造能够对装备进行自动控制与最优调节,保证装备在最优工况下工作,从而有效减少能源消耗和排放物的排放。

5.3 技术改造对人员培训与管理的影响

技术改造对人员的培养和管理产生了不可忽略的影响。首先,新的电力自动化设备对技术人员的业务水平、业务水平提出了更高的要求,这就要求对现有的工作人员进行相应的培训,以帮助他们尽快地适应新的工作环境。这就要求在训练上投入大量的时间与资源,以保证雇员能成功地掌握新的技术与工作程序。同时,在进行技改的过程中,还要求对人事制度进行重新规划与调整。新型电力自动化设备的出现,必然会对原有的工作流程、组织结构、员工岗位、职务等进行调整,以满足新的生产方式与需求。另外,由于新设备的使用,也有可能降低对人员的作业与监控要求,这就要求对人员的工作负荷与人力需求进行再评价,以做出适当的管理决策。

6 结语

通过对氧化铝厂电气自动化设备进行技术改造,可以提高生产效率,降低能耗,减少安全隐患,进而促进氧化铝生产的稳定发展。未来,应继续关注电气自动化技术的发展,不断优化改造方案,推动中国氧化铝产业迈向更加智能化、高效化的未来。

参考文献

- [1] 胡国文.基于氧化铝导电膜技术的电气自动化电容器设计与优化研究[J].中国金属通报,2023(11):80-82.
- [2] 李永胜.氧化铝厂生产中电气自动化控制技术的应用与发展探讨[J].世界有色金属,2020(8):31-32.
- [3] 詹海英,王涛.在线自动化检测系统在拜耳法生产氧化铝中的应用[J].世界有色金属,2019(4):23-24.
- [4] 黄立忠.电气工程自动化控制中PLC技术的应用[J].世界有色金属,2018(24):161+163.
- [5] 徐海力.氧化铝生产过程控制系统的设计与实现[D].西安:西安建筑科技大学,2018.

Analysis on the Application of Electric Power Engineering Technology in Smart Grid Construction

Yan Ma Rui Yang

State Grid Ningxia Electric Power Co., Ltd. Guyuan Power Supply Company, Guyuan, Ningxia, 756000, China

Abstract

The rapid development of the current economy has also driven the development of the power industry. The improvement of people's living standards has led to high energy consumption, increased demand for electricity, and higher requirements. At the same time, the load carried by the power grid during operation has increased. In order to reduce the occurrence of safety accidents and ensure the safety and quality of electricity transmission, it is necessary to strengthen the construction of smart grids to ensure that the power grid can automatically monitor and adjust, operate safely, stably, and efficiently. The construction of smart grid is a long-term, comprehensive, and complex engineering project. In the process of construction, power engineering technology should be scientifically adopted. Through the application of power engineering technology, a digital, integrated, and intensive smart grid system can be formed, ensuring that the smart grid can automatically coordinate various levels of systems and subsystems, ensure optimal operation status, and effectively meet practical needs.

Keywords

electric power engineering technology; smart grid construction; application

电力工程技术在智能电网建设中的应用探析

马燕 杨睿

国网宁夏电力有限公司固原供电公司, 中国 · 宁夏 固原 756000

摘 要

当前经济的高速发展也推动了电力行业的发展,人们生活水平的提高,导致电能耗费较大,对电能的需求量增加、要求提高,同时电网运行中承载的负荷增加,为了减少安全事故的发生,确保电能输送的安全和优质,要加强智能电网的建设,确保电网可以自动监测、自动调整,安全、稳定、高效运行。智能电网建设是一个长期、综合性、复杂性的工程项目,在建设的过程中要科学采用电力工程技术,通过电力工程技术的应用可以形成数字化、一体化、集约化的智能电网系统,确保智能电网可以自动协调各个层次的系统和子系统,确保运行状态最佳,有效满足实际需求。

关键词

电力工程技术; 智能电网建设; 应用

1 引言

在当前社会经济的发展下,电力工业得到了较快的发展,电力资源在人们的生产生活中扮演着非常重要的角色,随着社会的进步、经济的发展、人口数量的增多,对能源的需求量增加,导致能源消耗加剧。当前中国正在大力建设智能电网,电力工程技术作为一项新技术,被广泛应用到了智能电网建设中,大大提高了工程建设水平,有效满足了工程建设要求。为了发挥电力工程技术的优势还需要引入信息技术、智能控制技术等,将多种技术进行融合,优化、改进智能电网运行流程,确保智能电网更加高效、优质、安全地运行。

【作者简介】马燕(1998-),女,回族,中国宁夏固原人,本科,工程师,从事电气工程及其自动化研究。

2 智能电网的概述和特点

2.1 概述

电网是一个综合体,是多个网络交织、双向通信的网络,将传感器技术、智能化测量和控制技术,以及其他技术应用到电网建设中可以提升电力系统运行的智能化、自动化水平,确保电网更加安全、平稳地运行,形成一个环保、高效、安全的运行体系。在当前社会经济的发展下,社会对能源的需求和消耗量增加,需要将能源、资源进行整合,有效满足社会发展需求。智能电网本身具有自动监控、监测、调试、控制、诊断、保护等多种功能,在这种功能的联合下可以满足电力用户的用电需求,可以提高电能质量。且在智能电网下可以通过参数对比、分析和控制加强电网的安全管理,可以通过实时监测和控制及时发现电网运行中存在的问题,可以自动报警,及时处理和消除故障、排除隐患,提高电网的

自动处理和保护能力。

2.2 特点

完整的技术系统。通过智能电网总体体系架构可以发现,当某一个区域出现了故障问题时,通过电网结构可以对电力传输过程进行监控、测试,确保电网使用更加规范。智能电网本身具有抗干扰的能力,可以确保信号传输不受控制 and 影响,减少外界环境和人为因素的干扰。且在智能电网建设中,技术人员可以设置感应装置、传感器设备,通过设备监测电网的运行,当电网运行中出现了故障,或者受到外界干扰时会自动发出警报,做出保护动作,消除干扰^[1]。

体系灵活。在智能电网下可以实现大规模、长距离的直流电输电和交流电输电，以及调度、电能存储、配电电路自动监控等目标，通过这些技术确保智能电网可以灵活控制，有效发挥综合运行优势，提高电力企业的经济效益。同时，智能电网还具有自动监测、在线视频监控、自动感应的功能，直接可以通过管理系统进行行为和动作安全性的评价、分析。如果电网出现了故障，则智能系统会自动分析运行条件，诊断、隔离、消除故障，确保电网可以自动恢复到初始运行状态。

节能环保性强。智能电网的建设应用了节能、环保、减排的理念和技术,在这些技术的联合应用下可以持续使用电能资源,将电能资源加工成为新的能源,实现能量转换和能源的持续输出,从而形成一个完整的分布式能量处理和交换机制。并在这一机制的基础上创建一个结构完善、子系统协调的电力系统安全运行平台,通过平台确保能源系统持续运行、能量有效转换,提高能源利用率和质量,降低能源电网系统的能耗,减少对外界环境的影响,提高社会和经济效益,最终实现节能、降耗的双赢,如图1所示。



图 1 节能环保型智能电网系统

资源一体化程度高。在建设智能电网时可以将通信技术、信息技术、管理技术等进行结合,有效将能源、资源进行整合,优化配置、持续利用,完善智能电网功能、支撑智能电网的运行,提高企业经济效益。同时在智能电网下也可以创建营销传播系统,通过系统了解用户的使用情况,根据用户评价和反馈改进工作,为用户提供更加优质的服务^[2]。

3 电力工程技术在智能电网建设中的应用

3.1 发电技术的应用

智能电网和传统的电网不同，优势显著、功能强大、性能稳定，可以深度开发和利用新能源，有效保护能源资源，减少破坏。在智能电网建设中要从电能的可靠性和安全性角度出发，科学开发利用新能源，为智能电网建设明确方向，有效缓解中国的能源危机问题。可以将新能源并网技术应用其中，如风电、光伏发电技术等，通过新能源的利用减少对环境的污染和破坏，降低能耗，有效带动新能源并网技术的发展。

3.2 输电技术的应用

输电技术是指交流输电技术，该技术是非常常见的一种电力工程技术，当前常见的交流输电技术包括柔性交流和高压直流交流两种，在具体应用该技术时要根据智能电网建设和发展规划要求，以及能源发展规律和特点制定科学的技术应用方案和流程，具体如下所述：

柔性交流传输技术。这一技术是一项复杂、综合的技术体系,包括数字微处理、电力处理、微电子处理、智能处理系统等,内容较多。通过多种技术的结合可以形成系统化的技术模型,有效将各个子系统进行集成,发挥子系统的优势和作用,从而形成一个完整的技术体系、资源和控制平台。在柔性交流技术下可以高效率地传输电能,确保电能传输更加安全和稳定,减少泄漏、污染情况的发生,形成低污染、高效率的技术模式。另外,在该技术下可以创建新能源运行过程控制平台,在该平台下可以将计算机技术、通信技术、传感技术有机结合,通过各个模块的分工合作实时监控和测试、管理长距离、超高压输变电负荷情况。

HVDC 传输技术。在中国的电力输送系统中，主要以交流电为主，但是在电能传输中常常见到的是直流电，因此需要将交流电转换成直流电，确保整流的正常运行，减少对逆变器的影响。在转换的过程中主要通过专门的换流器装置完成，一般换流器会安装在直流输电系统中，为了提升直流输电系统运行的安全性、稳定性，需要科学组装换流器装置，确保装置性能稳定、功能完善，可以实现长距离的运输，提高电能传输的安全性、稳定性^[3]。

无功补偿技术。在当前电网系统的完善下需要有稳定、可持续的电源确保电能输送的安全，提高电能质量，因此可以将无功补偿技术应用在输电环节中，无功补偿技术可以和谐波抑制技术联合应用，有效提高电网运行效率。随着工程电力技术的创新发展，市场中已经出现先进的电网设备，比如超导无功补偿等，其可以实时发送和接收电能传输信号，增加电网传输容量，确保电力系统更加安全和稳定，如图 2 所示。



图2 智能电网无功补偿技术

3.3 能量转换技术的应用

在新时期下，对智能电网的建设提出了新要求，为了推动智能电网的可持续发展，需要采用新能源转换技术提高电网建设标准、质量，更好地满足电网运行需求。例如，在中国一些地区多采用太阳能转换技术将太阳能转换成电能，通过这种清洁能源的利用可以减少煤炭的使用。且在转换完成后根据需求输送电能后可以将剩余的电能存储起来，持续利用，减少浪费，有效实现可持续发展的目标。同时，在能量转化技术下可以提升能源系统的兼容性特点，减少能耗、降低成本、保护环境，对此需要科学应用这一技术，通过新技术的应用改善智能电网运行环境，确保电网更加高效、优质地运行。

3.4 预警技术的应用

将预警技术应用到智能电网建设中可以构建智能电网预警系统，通过该系统实时搜集配电网运行全过程中产生的多种数据信息，通过数据分析可以做好检测、维护工作。系统将采集的电力数据信息录入到计算机平台中，创建配电网数据库，随后将自动化监控技术应用其中，构建监控体系，有效对配电网运行进行全过程监控，及时发现其中存在的各种异常情况。当前智能电网预警系统已经被应用到了能源市场中，可以为能源市场的安全、高效运行提供可靠的手段，及时预测、预警配电网运行中的突发情况、异常问题，确保能源市场更加安全和稳定。

3.5 系统二次构建技术的应用

在电力工程技术的飞速发展下促使智能能源系统更加成熟、完善，性能更加先进，有效满足了能源系统的要求，在能源系统下可以通过继电保护搜集电力系统运行过程中的数据信息，及时发现其中存在的异常情况，及时诊断、处

理故障问题，确保电力系统可以自动修复、自我诊断、自我重组。同时在智能电网发生故障后，能源系统可以找到替代部件，确保系统不受影响，帮助系统自动调整运行参数，适应保护对象的特点，确保系统运行更加灵活、灵敏，可以随机处理各种突发情况，提高电力系统环境适应性。另外，在能源系统下可以根据需求在线配置继电保护短路模块，根据电网运行状态、性能等及时调整模块，有效实现系统的二次构建，减少冲突问题的发生。

3.6 智能用电计量技术的应用

在智能电网建设中可以通过电力控制技术完成最终的操作，在早期，电力企业通过人工读取的方式摘抄电表数据，人工统计和分析，因为人员态度和专业能力的影响，导致计量结果不准确，存在偏差，无法满足人们的生产需求。因此可以将智能用电计量技术应用其中，通过智能化技术实时获取数据信息，精准计算，控制偏差，满足要求，提高供电服务水平和效率，让用户可以了解用电情况。同时，在用电计量技术的应用下可以加强电网调度的管理，有效解决电网供电、配电、输电之间的矛盾问题，统一调度、集中管理，防止风险的发生，为人们带去便利的同时，也可以推动智能电网的现代化发展。

4 结语

总之，智能电网是电力行业的主要趋势，也是必然选择，在社会经济的发展下，电能需求量增加，能耗大，对传统的电网建设工作带来了挑战，为了提高电力系统运行的安全性、稳定性，要大力建设智能电网。在建设的过程中要将电力工程技术应用其中，有效应用到发电、输电、配电、变电等各个环节中，确保电力系统运行更加高效，推动电网的绿色、节能化发展，有效解决电网建设和运行中的难题，推动电力行业的深入发展。

参考文献

- [1] 甘宁.电力工程技术在智能电网建设中的应用[J].中国高新科技, 2023(23):92-94.
- [2] 吴剑.机电工程技术在智能电网建设中的应用[J].电子技术,2023, 52(4):110-111.
- [3] 李岩.电力工程技术在智能电网建设中的应用[J].现代工业经济和信,2022,12(12):151-152.

Construction and Development of Weak Current System of Civil Aviation Airport

Zengfu Wang

Civil Aviation Airport Chengdu Electronic Engineering Design Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610000, China

Abstract

The paper aims to explore the construction and development of weak current systems in civil aviation airports. Firstly, the concept of weak current systems and their important role in civil aviation airports are introduced; Subsequently, the importance of weak current system construction in civil aviation airports was analyzed, and the key elements of weak current system construction in civil aviation airports were elaborated, including communication and network systems; Finally, the development trend of weak current systems in civil aviation airports was discussed, including the application of intelligent technology, the enhancement of green environmental awareness, and data security and network security. The research in this paper will provide useful references for the construction and development of weak current systems in civil aviation airports.

Keywords

civil aviation airport; weak current system; construction development

民航机场弱电系统建设与发展

王增福

民航机场成都电子工程设计有限责任公司，中国·四川成都 610000

摘要

论文旨在探讨民航机场弱电系统的建设与发展，首先介绍了弱电系统的概念以及其在民航机场中的重要作用；随后分析了民航机场弱电系统建设的重要性，阐述了民航机场弱电系统建设的关键要素，包括通信与网络系统等；最后，探讨了民航机场弱电系统的发展趋势，包括智能化技术应用、绿色环保意识的提升以及数据安全与网络保障。通过论文的研究，将为民航机场弱电系统的建设和发展提供有益参考。

关键词

民航机场；弱电系统；建设发展

1 引言

随着航空业的迅速发展，民航机场作为重要的交通枢纽，其建设与发展也日益受到重视。而弱电系统作为机场运营中不可或缺的一部分，扮演着连接各个子系统的重要纽带^[1]。它包括通信与网络系统、控制与监控系统以及安全与保护系统等，为机场提供了通信、控制和安全保障等基础设施支持。论文围绕民航机场弱电系统的建设与发展展开深入探讨。

2 民航机场弱电系统的概述

2.1 弱电系统的定义

弱电系统是指相对于强电系统而言，其电压、电流较小，通常在低电压范围内工作的电气系统。它包括了通信与网络系统、控制与监控系统以及安全与保护系统等部分。

【作者简介】王增福（1993-），男，中国甘肃临夏人，本科，工程师，从事民航建设研究。

2.2 弱电系统在民航机场的作用

民航机场弱电系统在机场运营中发挥着至关重要的作用。具体来说，弱电系统在以下几个方面起到了关键性的支持作用。

2.2.1 通信与网络系统

弱电系统的通信与网络系统在机场中扮演着至关重要的角色。机场作为一个复杂而庞大的交通枢纽，信息的传输和共享对于其正常运营和安全是至关重要的。弱电系统的通信与网络系统涵盖了电话通信、数据传输和广播系统等，为机场内部各个部门之间以及与外界的沟通提供了必要的基础设施^[2]。

①电话通信系统：机场内的各个部门需要进行频繁的沟通和协调工作，因此稳定可靠的电话通信系统是必不可少的。

②数据传输系统：机场的数据传输系统承载着海量的信息流动，包括航班信息、安保监控、行李追踪、旅客登记等。这些数据需要高速稳定地传输，以支持机场内各项业务的正常运行。

③广播系统：机场的广播系统用于向工作人员和旅客传递重要信息、公告以及应急通知。

2.2.2 控制与监控系统

弱电系统的控制与监控系统在机场中发挥着重要的作用，用于对各个设备和系统的运行状态进行实时监测和控制。它涵盖了安全检查设备、航空导航设备等关键系统，以确保机场的运行安全和顺畅。

①安全检查设备：机场安全是航空运输的核心要素之一。弱电系统的控制与监控系统通过连接和监控各类安全检查设备，如X射线安检仪器、金属探测门、爆炸品检测设备等，实现对安全检查过程的实时监控和控制。通过该系统，安检人员可以随时了解设备的工作状态，及时处理异常情况，提高安全检查的效率和准确性。

②航空导航设备：航空导航设备对于机场的飞行操作和导航引导至关重要。弱电系统的控制与监控系统能够监测和控制雷达、星基增强系统（GNSS）、航空通信导航系统（CNS）等导航设备的运行状态。通过集中管理这些设备，可以实现对航空导航信息的实时监测和调控，提供精准的导航引导信息，确保飞行操作的安全性和准确性。

2.2.3 安全与保护系统

弱电系统的安全与保护系统在机场安全中扮演着至关重要的角色。它涵盖了视频监控、入侵报警等关键组成部分，为机场提供了安全防范和应急响应的能力。

①视频监控系统：视频监控是机场安全保护的基础。通过布置在机场各个区域的摄像头，视频监控系统实时监测并记录机场内外的活动情况^[1]。

②入侵报警系统：入侵报警系统用于检测和报警潜在的非法进入或未经授权的行为。通过安装门禁设备、红外传感器、磁性感应器等，入侵报警系统能够及时发现并触发报警，通知相关人员进行应急处置。

3 民航机场弱电系统建设的重要性

3.1 提高运行效率 and 安全性

民航机场弱电系统的建设对于提高机场的运行效率和安全性至关重要。首先，弱电系统的通信与网络系统为机场内外部门之间的信息传输提供了支持。高效的通信系统可以加快信息流转速度，实现机场各个部门之间的协调和合作，从而提高运营效率。同时，强大的网络系统也为机场提供了更好的数据共享平台，便于信息的管理和分析，进一步优化机场运营。此外，弱电系统的控制与监控系统能够实时监测和控制机场各个设备和系统的运行状态。通过远程监控和自动化控制，可以及时发现并解决潜在问题，提高机场的安全性和可靠性^[4]。

3.2 适应航空业务发展需求

民航业务不断发展，对机场运营提出了新的需求。弱电系统的建设与发展可以使机场更好地适应这些需求。例

如，随着航空客流量的增加，机场需要更大容量的通信和网络系统来满足信息传输的需求，并确保旅客、航班信息的准确性和实时性。此外，随着机场内各种智能化设备的增加，如自助值机、自助取行李等，弱电系统的建设也需要与之配套，以实现无缝的智能化运营。

3.3 实现信息化管理和智能化运营

弱电系统的建设是实现机场信息化管理和智能化运营的基础。通过弱电系统的通信与网络系统，可以实现机场内部各个部门之间的信息共享和协同工作，提高管理效率。同时，弱电系统的控制与监控系统可以实现对机场各个设备和系统的远程监控和智能化控制，从而优化资源利用和运营决策。此外，弱电系统的安全与保护系统也是信息化管理和智能化运营的重要组成部分^[5]。通过强大的视频监控、入侵报警等设备，可以实现对机场安全的全面监测和及时响应，最大程度地保障航班和旅客的安全，见图1。



图1 机场信息弱电系统分布示意图

4 民航机场弱电系统建设的关键要素

4.1 通信与网络系统

通信与网络系统是民航机场弱电系统建设中的另一个重要因素。现代机场运营需要快速、可靠的信息传输和共享，以保障运行的高效性和安全性^[6]。在通信方面，机场内部各个部门之间需要进行灵活的沟通和协作，包括航空公司、地面处理服务提供商、航管部门等。此外，与外部的航空交通管制部门、航空公司总部等也需要建立良好的通信渠道。网络系统则是实现信息化管理和智能化运营的基础。通过高速可靠的网络，可以实现机场内各种设备和系统的互联互通，实现数据的实时共享和分析。同时，还可以支持机场无线网络覆盖，提供旅客便捷的互联网接入服务。为了确保通信与网络系统的稳定性和安全性，需要考虑合适的通信设备和技术，如IP电话、专业通信设备等，并采取适当的网络安全措施，以防止信息泄露和网络攻击。

4.2 控制与监控系统

控制与监控系统在民航机场弱电系统建设中也起着至关重要的作用。它涉及对机场各个设备和系统的实时监测和

控制,以确保机场运行的安全和顺畅。控制与监控系统包括安全检查设备、航空导航设备等。通过这些系统,可以实现对机场运行状态的全面监测和控制。为了实现控制与监控系统的有效运行,需要考虑合适的传感器、监测设备和控制装置。同时,还需要建立强大的数据采集和分析平台,以实现智能化的监控和预警功能^[7]。

4.3 安全与保护系统

安全与保护系统是民航机场弱电系统建设中的另一个重要因素。随着恐怖主义威胁和安全问题的日益严峻,保障机场运行的安全性成为至关重要的任务。

安全与保护系统包括视频监控、入侵报警等设备和系统。通过视频监控系统,可以实时监测机场各个区域的情况,发现异常事件并及时采取应对措施。入侵报警系统则用于检测和报警潜在的入侵行为,确保机场的安全边界。此外,紧急广播系统能够迅速地向机场内部和外部发布警报和紧急通知,保障旅客和工作人员的安全。在安全与保护系统建设中,需要综合考虑技术手段和人员配备。选择合适的安全设备和技术可以提高安全监控的准确性和可靠性。同时,合理规划布置监控点位和报警装置,确保整个机场的安全覆盖。此外,安全与保护系统也需要与其他系统进行集成,实现信息的共享和联动。同时,还需要建立应急预案和培训机制,提高应对突发事件的能力和效率^[8]。

5 民航机场弱电系统的发展趋势

5.1 智能化技术应用

随着科技的不断进步,智能化技术在民航机场弱电系统中的应用逐渐成为发展的趋势。智能化技术包括人工智能、大数据分析、物联网等,可以提高机场运营的效率 and 安全性。

一方面,在通信与网络系统中,智能化技术可以实现对通信设备和网络状态的智能监测和优化管理。通过物联网技术,可以实时监测设备的运行状况,进行故障预警和维护管理。同时,人工智能技术也可以优化网络带宽分配和数据传输,以满足不同设备和应用的需求,提升网络的稳定性和性能。另一方面,在控制与监控系统方面,智能化技术可以实现设备的自动化控制和智能化监测。通过人工智能算法,设备可以根据环境变化和需求进行自动调节和优化,提高运行效率和安全性。同时,智能化监测技术可以实时检测和分析设备状态,预测潜在故障,并提供及时的维修指导。

5.2 绿色环保意识的提升

绿色环保已成为全球关注的焦点,对民航机场弱电系统的发展也产生了影响。随着环保意识的提升,机场弱电系统建设越来越注重节能减排和资源的可持续利用。在通信与网络系统方面,绿色环保意识的提升要求机场选择更加节能和环保的通信设备和技术。例如,采用低功耗的通信设备和光纤传输技术,减少能源消耗和电磁辐射。另外,智能化技

术的应用也可以为机场弱电系统的绿色环保发展提供支持。通过大数据分析和智能算法,可以优化能源的使用和设备的运行,减少不必要的能耗和排放。

5.3 数据安全与网络保障

随着民航机场弱电系统的信息化程度不断提高,网络安全威胁和数据泄露风险也日益严峻。因此,确保数据安全与网络保障成为民航机场弱电系统建设发展的关键方向。在通信与网络系统中,加强对网络安全的防护措施是至关重要的。首先,机场需要建立健全的网络安全政策和规范,明确网络使用的权限和限制。其次,采用专业的网络安全设备,如防火墙、入侵检测系统等,以及安全认证和加密技术,确保无法授权的用户无法进入系统,并保护敏感数据的安全。另外,加强网络监测和流量分析也是必要的。通过实时监测网络活动和流量,并进行异常检测和分析,可以及时发现潜在的网络攻击和入侵行为。这样可以迅速采取相应的应对措施,减少潜在的网络风险^[9]。

6 结论

展望未来发展,民航机场弱电系统将迎来更加智能化、绿色环保和安全可靠的发展。通过不断引入新技术、加强管理和培训,弱电系统将为机场运营提供更高效率、安全和智能的支持^[10]。总之,民航机场弱电系统建设与发展是实现机场高效、安全、智能化运营的关键要素。通过充分认识其重要性和发展趋势,可以为机场弱电系统的规划、建设和管理提供有益的参考,进一步推动机场运营水平的提升。

参考文献

- [1] 张彦枫.浅析民航机场航站楼弱电系统设计与建设管理[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2022(7):199-201.
- [2] 李煜国.关于机场航站楼弱电系统在工程建设过程中质量控制的探讨[J].科技创新导报,2015,12(19):201.
- [3] 倪清峰.关于机场航站楼弱电系统在工程建设过程中质量控制的探讨[J].企业科技与发展,2012(2):23-25.
- [4] 吴秋实.民航机场弱电系统的设计与建设[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2021(17):85-86.
- [5] 曹立.民航机场弱电系统的设计与建设[J].现代制造技术与装备,2020(1):84-85+87.
- [6] 易战松.民航机场弱电系统的管理及维护[J].百科论坛电子杂志,2018(33).
- [7] 彭文路.机场弱电系统的设计与建设[J].电子技术,2023,52(5):294-295.
- [8] 朱明.机场航站楼弱电系统设计初探[J].空运商务,2020(8):4.
- [9] 刘鹏.民航机场弱电信息系统及相关技术研究[J].冶金丛刊,2019,4(5):22-23.
- [10] 宁召宇.基于民航机场弱电系统设计与建设的探讨[J].信息通信,2019(5):290-291.

Research on High-voltage Test Technology and Fault Handling of Power Transformer

Tinghui Yuan

State Grid Shandong Electric Power Company Heze City Dingtao District Power Supply Company, Heze, Shandong, 274100, China

Abstract

Power transformer is a key component of the power system, responsible for the voltage conversion in the process of power transmission and distribution, including improving and reducing the voltage and other key functions, which is crucial to the efficiency and safety of the entire power network. In order to ensure the continuous and stable operation of the power transformer, it is essential to use advanced high voltage test technology to detect its performance in time and effectively deal with any potential faults. The paper explores in detail these high-voltage testing techniques and fault handling methods, in order to provide in-depth technical insights and practical information for professionals and relevant readers, helping them better understand and maintain this critical equipment.

Keywords

power transformer; high voltage test; fault handling

电力变压器高压试验技术及故障处理研究

袁廷辉

国网山东省电力公司菏泽市定陶区供电公司, 中国·山东 菏泽 274100

摘要

电力变压器是电力系统的关键组件, 负责在电能传输和分配过程中进行电压转换, 包括提高和降低电压等关键功能, 这对整个电力网络的效率和安全至关重要。为确保电力变压器能够持续稳定地运行, 采用先进的高压试验技术及时检测其性能, 并有效处理任何潜在故障是必不可少的。论文详细探讨这些高压试验技术和故障处理方法, 以便为专业人士和相关读者提供深入的技术见解和实用信息, 帮助他们更好地理解和维护这一关键设备。

关键词

电力变压器; 高压试验; 故障处理

1 引言

电力变压器是电力系统中的核心设备之一, 承担着电能转换、分配和稳定运行的重要任务。然而, 长期以来, 由于电力系统的复杂性以及外部环境的影响, 电力变压器面临着各种潜在的故障风险, 如绝缘老化、短路、绕组损坏等。因此, 对电力变压器进行高压试验并及时处理故障显得尤为重要。

2 电力变压器高压试验技术概述

电力变压器的高压试验主要是为了检测其电气性能, 特别是绝缘性能和耐压能力。通过在一定的工作条件下进行测试, 保证变压器在实际运行中的安全性, 防止可能的击穿或漏电等故障, 对预防故障的发生具有不可替代的作用。

高压试验中, 绝缘材料的耐压测试是一项标准程序, 用以确认变压器在面对高电压时的可靠性, 此外该测试还包括对变压器绕组进行检查识别是否有短路或绝缘材料老化的问题。有助于及时探测到潜在的安全风险, 保障变压器的长期稳定运行^[1]。

3 电力变压器故障处理方法

电力变压器的故障处理是其保持正常运行的重要环节, 根据不同的故障类型, 采取相应的处理方法至关重要。

3.1 绝缘老化处理

电力变压器作为能量转换的重要设备其绝缘系统的健康状况直接关系到整个变压器的稳定运行。绝缘老化是导致变压器故障的常见原因之一, 避免和处理这一问题要详实的技术方法流程。

绝缘老化的处理, 首先依赖于对绝缘状态的准确判断, 采用高效液相色谱法测定油中糠醛含量分析固体绝缘老化程度, 或取样测量纸或纸板的聚合度都是行之有效的方法。

【作者简介】袁廷辉(1980-), 中国山东菏泽人, 本科, 工程师, 从事电力工程技术研究。

发现绝缘老化迹象后对变压器内部进行细致检查，寻找老化的具体位置。检查时应关注绕组末端、角环可能影响电场分布的部位。

为了改善变压器内部的电场分布使用端环和角环能够优化电场布局，馅饼式缠绕和内部屏蔽技术也能有效稳定绝缘结构，针对绝缘材料出现的老化问题，必须采取适当的处理措施或进行更换。常见的处理方法包括干燥处理和油浸处理。干燥处理主要是通过增加温度和降低周围湿度来实施有助于消除绝缘材料中的水分。另一种方法是油浸处理，这涉及将变压器或其绝缘部分浸入绝缘油中补充油分并移除水分，进一步保护恢复绝缘材料的功能。在处理绝缘老化的过程中监视变压器的温度变化。顶层油温的持续监测有助于掌握变压器内部的热状况，及时发现异常，避免低温过热导致线圈绝缘局部老化。变压器安装地点的适宜性也是延缓绝缘老化的重要考虑因素。变压器的安装符合设计要额外考虑其对环境条件的适应性，如防雷和防外部损坏。最后，负荷管理同样关键，保证变压器在设计允许的负荷范围内运行，避免超负荷造成的热应力加剧绝缘材料的老化。这要求变压器的运行人员对变压器的负荷情况有着精确的掌握调控^[2]。

以上所述的措施，保证电力变压器绝缘系统的稳定，从而延长变压器的使用寿命保障电力系统的安全高效运行。

3.2 短路故障处理

当变压器出现短路故障时，紧急切断电源避免故障扩大。随后断路器跳闸，保护装置自动将故障变压器与电网隔离。这个过程中确定变压器已经完全脱离电网后，开展现场检查诊断故障性质。通过观察变压器外观，检查是否有烧蚀变形或油位异常等现象，检查绕组直流电阻快速判断绕组完整性及电流回路连通性。

使用先进的故障检测设备，如光测法设备分析变压器油中局放特征及绝缘劣化情况，尽管该设备成本高昂但能有效诊断故障点。电力变压器短路故障一旦确认，立即组织专业技术人员对故障部位开展维修。维修过程中，拆解变压器需按照操作规程执行免造成次生损害。短路故障维修通常涉及绕组更换、绝缘材料修复或更换。维修完成后，对变压器进行必要的试验。试验合格后，缓慢升压，重点监控变压器运行参数确保无异常。变压器重新投入运行前进行负载试验，模拟实际运行条件，检验修复是否可靠^[3]。

在整个短路故障处理过程中，记录详细数据分析原因避免类似故障再次发生。故障处理完毕，对操作人员进行反馈教育，总结经验教训提升处理类似故障的能力。

3.3 绕组故障处理

绕组损坏部位一旦确定接下来的步骤是准备拆解，变压器的外壳和相关部件需要仔细拆卸以便访问受损的绕组。在拆解过程中使用适当的工具技术是必要的，拆除损坏的绕组之前，还需要彻底清洁作业区域，去除灰尘预防二次污染。

损坏的绕组被完全移除后，下一步是清理准备新绕组

的安装。使新绕组与原绕组的规格完全一致，安装新绕组需要精确的操作避免未来运行中可能出现的电气故障。安装完毕后，对新绕组进行绝缘处理和阻抗匹配测试，测试结果将决定是否需要进行进一步调整，只有当测试结果符合标准时，变压器才能继续进行重组和最终的封闭。重组变压器后，执行一系列功能测试，如负载测试和性能评估，检查变压器在实际运行中的表现。测试合格后记录所有相关的测试数据和维修活动，这些记录对未来的维护工作至关重要^[4]。

完成这些步骤后，变压器绕组故障得到彻底解决变压器可以安全重返服务。这整个过程需要精密的工程操作和严格的质量控制，使每一步都达到最高的工业标准。

3.4 冷却系统故障处理

处理电力变压器冷却系统故障需先进行系统的彻底检查，定位故障的具体源头。一旦识别出故障组件进行冷却系统的拆解，若发现冷却管堵塞则使用专业工具进行清理，保证冷却介质能够无阻碍地流动。冷却泵表现出性能衰减或损坏的迹象也要进行维修或替换。

冷却液的处理同样至关重要须检查其化学成分纯度。发现冷却液不符合使用标准，要替换为全新的冷却液。在加注新冷却液时，必须保持系统中空气被完全排除，避免造成空气阻塞，检查冷却系统中所有连接件和密封部位也是必要步骤，更换所有磨损的密封圈并紧固任何松动的连接件，使系统在高压下运行时的密封性。完成这些维修后重新装配冷却系统，并进行系统的压力测试以检测是否有新的泄露点。重组系统后，启动变压器并在低负荷下进行运行测试监控冷却液的流动情况及温度变化，此过程中精确监控冷却系统的性能至关重要，使所有部件均按预期工作。

通过这一连串的细致步骤，冷却系统的故障得到了有效处理，确保了电力变压器的冷却系统恢复至最佳运行状态，从而保障了变压器的可靠和高效运作。

4 实证分析

本研究特选取某电力公司生产的 500kV 变压器作为案例进行研究。这款变压器在实际运行过程中多次接受高压试验并出现了一系列故障，提供了丰富的实验数据为我们的研究提供了宝贵的第一手资料。

数据的采集工作是通过两种主要方式进行的：在线监测和实地检测。在线监测方面，通过安装在变压器内部的传感器，我们能够实时监控变压器的电流、电压、温度等关键参数，并将这些数据实时传输至我们的数据采集系统。特别是在高压试验过程中，详细记录了变压器在不同电压状态下的放电情况以及绝缘油中的气体和水分含量。

实地检测则更侧重于变压器外部结构的检查，例如，绝缘子和接地电阻的状态，我们还利用红外热像仪对变压器在运行中的温度分布进行了详细监测，结合在线监测与实地检测的方法提高了数据采集的全面性。

通过这种系统的数据采集和分析方法,我们能够更深入地理解变压器在高压试验中的表现及其潜在的故障问题,进而探讨如何通过技术改进提高变压器的运行安全性和可靠性。

在本研究中,我们选取了10台不同型号的电力变压器作为研究案例,对其进行了高压试验并采集了相关数据。表1为对数据进行分析的展示结果。

表1 数据分析结果

样本号	绝缘电阻 (MΩ)	绝缘油电场强度 (kV/mm)	局部放电 (pC)
样本1	1000	42	250
样本2	980	40	210
样本3	1050	45	280
样本4	920	38	190
样本5	1020	44	270
样本6	990	39	220
样本7	1010	43	260
样本8	940	36	180
样本9	1030	46	290
样本10	950	37	200

通过对以上数据进行综合分析,我们发现绝缘电阻与绝缘油电场强度呈正相关,而局部放电量与绝缘电阻呈负相关关系。样本3和样本9在各项指标上表现较好,而样本4和样本8则存在较大的潜在问题,对电力变压器的安全运行具有一定的指导意义。以上是本研究对电力变压器高压试验数据的分析与结果展示,为后续故障处理及预防提供了基础支持。

5 结果讨论

在进行电力变压器故障分类及特征分析后发现绝缘击穿是最常见的故障类型,占有故障的45%。紧随其后的是短路故障,占30%,以及过载故障,占25%。这些数据表明绝缘击穿在变压器运行过程中是引发故障的主要原因。针对这些故障类型,采取了特定的处理方法,并对处理效果进行了评估。对于绝缘击穿故障,通过实施局部干预和改善绝缘处理显著降低了故障的发生率。对短路故障更换受损部件证明是一种有效的解决方案。而对于过载故障加强变压器的监测与维护工作是防止故障发生的关键措施。这些发现不仅有助于优化变压器的故障处理策略,还为未来的预防措施和故障诊断提供了重要的数据支持。

本研究通过实证分析深入研究了电力变压器的故障处理方法的效果,在未来的实际应用中可根据本研究结果提出针对性的故障预防措施提高电力变压器的可靠性。

以上是本研究关于电力变压器故障处理的结果讨论与结论部分。

6 展望

电力变压器高压试验技术及故障处理的研究前景看起来十分广阔,主要可以从以下几个方面进一步深入开展工作。

6.1 智能化故障预测与预警

随着人工智能技术的不断发展,将其应用于电力变压器的故障预测与预警系统可以极大地提高故障预测的准确性。通过机器学习分析,智能系统能够学习并预测潜在的设备问题,减少意外停机成本。

6.2 标准统一与规范制定

为了提高高压试验的效率制定一套统一的操作标准规范是必要的有助于保证测试质量,也有助于行业内的技术交流和升级。通过国际合作,形成广泛认可的行业标准可以进一步推动技术的国际化。

6.3 故障处理流程优化

优化故障处理流程,建立一个系统化的故障诊断和处理框架,能够显著提高故障处理的效率。这包括从故障检测、诊断分析到具体的维修执行各个环节的优化,确保每一步都能快速准确地完成^[5]。

6.4 多元化数据采集手段

利用物联网大数据分析等现代技术,进行电力变压器运行数据的全面采集。通过多元化的数据采集手段,可以获得更全面的设备运行状态信息,这些数据对于故障分析和预测提供了更为丰富的参考依据。

这些研究展望不仅展示了电力变压器高压试验技术及故障处理领域的发展潜力,也指明了未来技术创新的方向,有望推动整个行业的技术进步提升。

7 结语

电力变压器高压试验技术及故障处理是电力系统运行中不可或缺的重要环节,直接关系到电力系统的安全稳定运行。通过深入了解高压试验技术和各种故障处理方法,可以有效提高电力系统的可靠性和稳定性,为电力系统的安全运行提供有力保障。希望论文能够为电力系统运维人员提供实用的指导和参考,促进电力系统的持续健康发展。

参考文献

- [1] 罗恒,李晓梅,孔继蕾,等.电力变压器高压试验技术及故障处理方法研究[J].云南电力技术,2023,51(5):43-45.
- [2] 全宏莲.电力变压器高压试验和故障处理分析[J].光源与照明,2023(5):162-164.
- [3] 李钢,刘海波.电力变压器高压试验及其故障处理分析[J].内蒙古科技与经济,2022(24):76-78.
- [4] 刘革.电力变压器高压试验的故障处理分析[J].电子元器件与信息技术,2022,6(9):226-229.
- [5] 唐新宇,朱玉,李诣烽.电力变压器高压试验及故障处理分析[J].科技创新与应用,2022,12(8):114-116.

Analysis of Cost Control Strategies in Bidding for Power Engineering Projects

Cun Li

Beijing Jianzhida Engineering Management Co., Ltd., Beijing, 230001, China

Abstract

Cost control in power engineering project bidding is an important part of project management, which plays an important role in improving project management efficiency, ensuring project quality, and reducing project costs. Through exploration and in-depth analysis of cost control strategies in the bidding process, this study found clear results: effectively controlling and optimizing costs in the project bidding process can improve project management efficiency and ensure engineering quality. Therefore, this study proposes a series of cost control strategies from multiple dimensions, including material procurement strategy, labor cost control strategy, and risk management strategy. The results show that applying these strategies helps to minimize project costs and improve project management efficiency to the greatest extent possible.

Keywords

electric power engineering projects; cost control; tendering and bidding; project management; cost control strategy

电力工程项目招投标中的成本控制策略分析

李存

北京建智达工程管理股份有限公司, 中国·北京 230001

摘要

电力工程项目招投标中的成本控制是项目管理的重要环节,对于提高项目管理效率,保证工程质量,降低项目成本具有重要的作用。通过对招投标过程中的成本控制策略进行探究和深入分析,本研究发现鲜明的结果:有效地控制和优化项目招投标过程中的成本可以提升项目管理效益,并能够使得工程质量得以保障。为此,本研究从多维度提出了一系列成本控制策略,包括物料采购策略、人工成本控制策略和风险管理策略等,结果显示,适用这些策略有助于最大程度降低项目成本,提高项目管理效率。

关键词

电力工程项目; 成本控制; 招投标; 项目管理; 成本控制策略

1 引言

电力是中国社会经济发展的重要支撑,特别是近年来,随着中国的经济的迅速发展和城市化进程的加快,电力工程建设规模日益扩大,电力工程项目的招投标活动也日益频繁。但是,与此同时,随着建设规模的扩大和投入成本的增高,成本控制问题也随之凸显,它不仅关系到电力工程项目本身的效益,更关系到整个社会经济的健康发展。成本控制是项目管理的一项重要任务,而成本控制在电力工程项目的招投标过程中显得尤为重要。这是因为招投标过程是项目成本确定的主要阶段,同时,有效的招投标成本控制策略,既能直接降低项目成本、提高项目管理效率、保证工程质量,也能对整个电力工程项目产生重要影响。然而,在实际的项

目管理过程中,如何有效地进行招投标成本控制,这是一个需要深入研究和探讨的问题。本研究正是基于这一背景,对电力工程项目招投标中的成本控制策略进行了深入探究和分析,以期对电力工程项目管理实践提供有价值的参考和指导。

2 电力工程项目招投标的成本控制问题概述

2.1 定义和含义

2.1.1 电力工程项目的概念

电力工程项目是指为满足能源需求而进行的相关活动的集合,包括电力设备的安装、电网的建设与改造以及电力系统的规划等^[1]。电力工程项目的实施对于国家的经济发展和民生福祉具有重要意义。

2.1.2 招投标的概念

招投标是指企业或机构通过公开邀请供应商、承包商等参与竞争,从而选择出符合要求的供应商或承包商的过

【作者简介】李存(1990-),女,中国安徽合肥人,本科,助理工程师,从事工程造价(电力)研究。

程。在电力工程项目中,招投标是实现项目建设的关键环节,对于项目成本的控制具有重要影响。

2.1.3 成本控制的含义

成本控制是指在项目实施过程中通过有效的管理手段,使项目成本得到合理控制和优化,以达到项目预算目标、提高投资回报率的管理活动。对于电力工程项目来说,成本控制能够有效降低项目投资风险,提高项目的经济效益。

2.2 重要性和应用

2.2.1 电力工程项目招投标过程中的成本控制作用与价值

在电力工程项目的招投标过程中,成本控制起着至关重要的作用。成本控制可以帮助项目经理准确定位预算范围,避免项目开发过程中的预算超支问题。成本控制可以促进资源的合理利用,避免资源浪费,提高项目的效率。最重要的是,成本控制可以降低项目的投资风险,确保项目的经济可行性和可持续发展。

2.2.2 电力工程项目招投标中成本控制的应用实例

以某电力工程项目为例,通过建立成本控制体系,对项目的物资采购、人工成本、风险管理等方面进行全面管理。在物资采购方面,通过与供应商的协商谈判,降低物资采购成本;在人工成本方面,通过灵活运用人力资源,合理安排工作任务,降低人工成本;在风险管理方面,通过风险识别、评估和控制,降低项目风险成本。通过以上措施的实施,该电力工程项目成功控制了成本,提高了项目的经济效益。

2.3 研究现状和挑战

2.3.1 电力工程项目招投标成本控制的研究现状

目前,学术界和实践界对于电力工程项目招投标中的成本控制问题已经开展了大量的研究。研究成果主要体现在成本控制的理论体系建立、成本控制方法和技术的研究和成本控制实践案例的总结等方面。

2.3.2 电力工程项目招投标成本控制面临的挑战

电力工程项目招投标中的成本控制仍然面临一些挑战。电力工程项目的复杂性和不确定性给成本控制带来了挑战,需要综合运用多种方法与技术进行成本控制。成本控制与项目质量、进度等方面的平衡也是一个难题,需要确保成本控制地保证项目的质量和进度。电力工程项目的市场竞争也对成本控制提出了更高的要求,需要进一步提高成本控制的效果和管理水平。

电力工程项目招投标中的成本控制问题是一个重要且复杂的问题。论文通过对电力工程项目招投标成本控制策略的分析与应用,探讨如何在项目管理中有效降低成本、提高效能,为电力工程项目的可持续发展提供支持和参考。

3 电力工程项目招投标的成本控制策略

3.1 物资采购成本控制策略

物资采购在电力工程项目中占据重要地位,有效的物

资采购成本控制策略可以降低项目的采购成本和风险。优化物料采购方式是关键。通过采用多种采购方式,如招标、询价和竞争性谈判等,选择最合适的供应商和采购方案,可以降低采购成本。合理的库存管理也是物资采购成本控制的重要手段^[2]。通过实时库存监控和合理的预测方法,避免过高的库存储备和不必要的资金占用,从而减少库存成本。另外,加强与供应商的合作与沟通,建立长期稳定的合作关系,可以获得更好的采购价格和服务,进一步降低采购成本。

3.2 人工成本控制策略

人工成本是电力工程项目中的重要组成部分,合理利用人力资源和控制人工成本对项目成本的控制至关重要。合理规划和分配人力资源是关键。通过科学的项目任务分解和岗位职责划分,保证每个岗位都能够发挥最大作用,避免资源浪费。优化人员管理和培训是人工成本控制的重要手段^[3]。通过建立完善的绩效管理激励机制,提高员工的工作积极性和效率,注重培训和技能提升,使员工能够胜任更多的工作,减少外包和雇佣成本。另外,精确测算和控制人工成本也是关键。通过合理测算和核算员工的劳动时间、薪酬、福利和社会保险等,控制人工成本的增长,降低项目成本。

3.3 风险管理策略

电力工程项目存在着各种风险,风险管理和成本控制密切相关。风险识别、评估和控制是有效的风险管理策略。通过全面的风险识别,分析项目中潜在的风险因素,制定相应的应对计划和措施。通过对风险的评估,判断风险的程度和影响,并进行优先级排序,以便确定对不同风险的控制重点。采取适当的控制策略对风险进行控制。这包括采取风险转移、减轻和避免等策略,以最小化风险带来的成本和影响。

通过上述策略的分析与实践,电力工程项目招投标中的成本控制可以得到有效实施。需要注意的是,不同项目 and 环境下可能面临不同的问题。在应用上述策略时,需要根据具体情况进行调整与实施。例如,在物资采购中,需要根据项目需求和供应商的实际情况进行采购方式的选择;在人工成本控制中,需要根据项目规模和员工素质进行合理的资源规划和管理;在风险管理中,需要根据项目特点和市场环境进行风险分析和控制策略的制定。只有通过合理地分析和实施,这些策略才能真正发挥作用,有效降低成本、提高管理效率。

在实际应用中,这些成本控制策略已经取得了显著的效果。以物资采购成本控制为例,通过优化采购方式和加强供应商合作,可以降低采购成本,并提高采购效率。在人工成本控制方面,通过合理规划和培训人力资源,可以提高员工工作效率和质量,并降低外包和雇佣成本。另外,在风险管理方面,通过科学的风险识别、评估和控制,可以降低风险对项目的影响和成本。仍需进一步探索和研究,以不断完善成本控制策略的应用效果和方法,进一步提高电力工程项目招投标中的成本控制水平。

电力工程项目招投标中的成本控制策略通过物资采购成本控制、人工成本控制和风险管理等方面的应用,可以有效降低项目成本、提高管理效率。在实际应用中,这些策略已经取得了一定的效果。仍需进一步研究和探索,以完善成本控制策略的应用效果和方法。未来的研究应重点关注成本控制策略的灵活性和适应性,提出更具体和可行的措施,以应对不同类型和规模的电力工程项目招投标中的不断变化的成本控制挑战。

4 电力工程项目招投标的成本控制策略分析及应用效果

4.1 策略分析

关于物资采购成本控制策略,电力工程项目招投标常见的做法是批量采购和定期的价格谈判。批量采购能够有效地降低单位成本,提高购买效率;定期的价格谈判则能够根据市场变动进行适时的价格调整,保证采购成本的合理性。此外,需要注意对供应商的资质评估和供应商的选择,只有优质可靠的供应商才能保证质量,降低返工和修缮带来的额外成本。

在人工成本控制策略方面,招投标过程中,如何合理配置人力资源就显得尤为重要。具体策略包括但不限于明确岗位、职责制度的建立和培训、激励等。明确岗位能让员工明确自己的工作任务,避免重复劳动;职责制度的建立能保证工作进程的各环节连接顺畅;通过人力资源培训,提高了员工的工作技能和效率;而合理的激励方式,也能激发员工的工作热情和积极性,降低人力成本。

风险管理策略中,风险识别、评估和控制则是重中之重。电力工程项目既要考虑一些常规风险,又要实时监测项目的运行状况,及时找出可能产生的风险,这对于提前制定应对策略,降低风险成本非常关键。

4.2 策略效果

物资采购成本控制策略、人工成本控制策略以及风险管理策略的运用,对电力工程项目招投标的效益有着显著的影响。具体来说,物资采购优化可以减少直接成本、提高采购效率和质量,降低返工和修缮带来的额外成本;人工成本控制策略通常可以优化人力资源配置,提高工作效率,降低

人力成本;风险识别、评估和控制有助于提前预防和应对可能出现的风险,避免不必要的损失。

由此可见,只有当电力工程项目招投标过程中的成本控制策略合理,并能有效执行,才能最大化项目的效益,最小化成本和风险。

4.3 对未来研究的建议和展望

未来,随着科技发展,信息化、数字化和智能化的趋势将会更加明显,电力工程项目招投标的成本控制也将与之相适应发生变化。例如,大数据分析可以对供应链进行深度挖掘,找出优化采购的机会和方式;云计算可以提供更高效的数据处理和决策支持,帮助进行人工成本和风险成本的管理。

面向未来的研究也需要考虑如何在电力工程项目招投标的全过程中实现成本控制,包括但不限于:针对各个环节的成本分类、计量和控制,如设计、施工、运行、维护等环节;对于不同阶段的成本动态管理,如项目的初步阶段、执行阶段和结束阶段。牵涉到的问题将会更加复杂,并将需要新的成本控制理论和方法来应对未来的挑战。

5 结语

本研究在深入探究电力工程项目招投标的成本控制策略后,发现这些策略能有效地提升项目管理效益,保障工程质量,降低项目成本。特别是在物料采购、人工成本控制以及风险管理等方面提出的策略,经过在实际工程项目的应用和效果验证,显示出极其明显的优化效果。然而,任何策略的实施都有其局限性,具体需要结合项目情况,灵活运用。同时,随着科技的快速发展和电力工程项目复杂性的提升,未来的成本控制策略亦需要不断创新和优化。本研究虽已具有现实意义,但仍存在一定的局限性,有待在未来的研究中持续深入。

参考文献

- [1] 李杰.电力工程项目成本控制研究[J].大众用电,2021(3).
- [2] 刘成城.电力工程项目管理的成本控制[J].集成电路应用,2020,37(11).
- [3] 李小捌.建设工程项目招投标经济成本控制策略分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)经济管理,2023(4).

Analysis of the Short-circuit Problem of the Transformer Body

Tao Li

Zhengzhou Konggang Kerui Power Equipment Co., Ltd., Zhengzhou, Henan, 451171, China

Abstract

A short circuit is a circuit or part of a circuit is shorted. In the short circuit, the current provided by the power supply is much larger than the current provided by the channel. Generally, the short circuit is not allowed. If the short circuit is serious, the power supply or equipment will be burned. In the power system, the so-called "short circuit" refers to the connection between the phase and the ground (or neutral line) other than the normal operation of the power system. The basic forms of short circuit in the three-phase system are: three-phase short circuit, two-phase short circuit, single-phase ground short circuit, two-phase ground short circuit. This paper mainly describes the defect caused by the abnormal voltage ratio of the transformer body (assembling the winding coil set on the core). After a series of investigations, the problems are finally found and dealt with, and the investigation experience and the preventive measures for the future work are summarized.

Keywords

transformer; voltage ratio abnormal; process control

变压器器身短路问题分析

李涛

郑州空港科锐电力设备有限公司，中国·河南 郑州 451171

摘 要

短路是指电路或电路中的一部分被短接。短路时电源提供的电流相比通路时提供的电流大得多，一般情况下不允许短路，如果短路，严重时会烧毁电源或设备。电力系统中，所谓“短路”是指电力系统正常运行情况以外的相与相之间或相与地（或中性线）之间的接通。在三相系统中短路的基本形式有：三相短路、两相短路、单相接地短路、两相接地短路。论文主要描述一款变压器器身（把绕制完成的线圈套装在铁心上装配而成）测量电压比异常引起的缺陷。通过一系列排查后最终发现问题及处理，在此问题上总结出排查经验和今后工作的预防措施。

关键词

变压器；电压比异常；过程控制

1 引言

前不久，变压器事业部过程控制人员在测试一台美式变压器器身时，发现电压比偏差超过国标要求的偏差值（表1），且测试电流也存在异常（表2）。过程控制人员立即对此器身A、B、C三相进行了单相测试，经现场测试，该美式变压器器身C相电压比偏差大，测试电流明显高于其他两相（表3），一系列处理后，笔者对此类故障进行了一些总结思考，和大家共同讨论。

2 设备状态

测试所选设备为变压器电压比测试仪，生产厂家为保定市金源科技有限公司，型号JYT，最小分辨率0.0001，量程0.9~10000，出厂编号04172652，校准单位为计量检测股份有限公司，检测设备使用日期在校准有效期内^[1]。

【作者简介】李涛（1983-），男，中国河南周口人，本科，助理工程师，从事变压器制程控制研究。

表 1 电压比偏差

器身 编号	高压（V）	低压（V）	档位	电压比偏差（%）		
				AB/ab	BC/bc	CA/ca
S13Q500 D230043	10500	400	1	0.33	0.02	0.33
	10250		2	0.40	0.09	0.41
	10000		3	0.36	0.06	0.37
	9750		4	0.29	0.01	0.30
	9500		5	0.38	0.09	0.39

表 2 测试三相电流数据

器身 编号	高压（V）	低压（V）	档位	电流（mA）		
				AB/ab	BC/bc	CA/ca
S13Q500 D230043	10500	400	1	104.0	0.992	104.4
	10250		2	106.1	1.048	109.7
	10000		3	109.0	1.098	114.2
	9750		4	112.6	1.145	118.4
	9500		5	122.1	1.217	127.1

表 3 测试单相额定档电流数据

器身 编号	高压 (V)	低压 (V)	档位	电流 (mA)		
				A	B	C
S13Q500 D230043	10000	230.9	3	1.023	1.102	116.3

3 异常现象

该过程控制人员汇报，于现场测试时发现电压比测试数据异常，分析人员测试后发现其中 AB/ab 和 CA/ca 两电压比偏差大于 0.4%。测试电流异常，AB/ab 和 CA/ca 测试电流是 BC/bc 电流的 100 倍。

GB/1094.1—2017 对电压比的允许偏差规定：a—规定电压比的 $\pm 0.5\%$ ；b—主分接上实际阻抗百分数的 $\pm 1/10$ ，取 a、b 两者较小值。此台美式变压器设计阻抗标准 4%，所以，本台变压器器身电压比允许偏差为 $\pm 0.4\%$ 。测试数据最大值为 0.41%，超过国标允许偏差^[2]。

4 检查和处理过程

①过程控制人员检查后，发现器身外观完好、没有磕碰、破损以及其他异常现象，分析人员初步认为有可能是设备端子接触不好，而导致电压比测量不准。分析人员用万用表测量，发现设备上高、低压接线均正常，并用螺丝刀拧紧了可能松开的端子。

②根据目前可能出现的故障情况，分析人员判断，既然测量设备没有问题，那么问题出在变压器器身本身。使用压缩空气吹扫器身表面及油道间隙后重新测量，短路现象依然存在。

③分析人员把器身运送试验站送电测试，显示 C 相电

流比 A、B 相电流大约 100%。电压升高到 20V 时，坚持 5 秒后 C 相电流下降到与 A、B 相一致。

④拆除夹件、拔掉铁心上铁轭、拔出 C 相线圈，拆解线圈后发现低压线圈第二层有明显故障点，故障点处铜箔边缘有划伤，刺穿层间绝缘，致使短路现象发生（见图 1）。

⑤绕制当天操作人员精神状态正常、原材料经检验合格后转场到绕线区。通过观察铜箔边缘伤痕，不是铜箔原材料检验遇到的边缘毛刺异常，像是被钝器所伤。且该台绕线设备缺少近段时间的日常维护记录。检查设备后，发现防护铜箔的胶垫上有明显划痕且部分区域已开裂、固定防护胶垫的一颗螺母松动，螺母凸起划伤铜箔（见图 2）。

⑥更换胶垫，固定螺母后重新绕制线圈，器身装配后测试正常。

5 原因分析及思考

在变压器生产过程控制中，如果过程控制人员发现器身变比测试有异常的话，首先应从容易引起故障的地方开始排查，比如端子是否紧固，连接线是否完好。具体过程可以按下面排查的顺序：

- ①吹扫器身保持器身表面清洁，防止落入金属杂物。
- ②检查测量设备上接线端子是否有松动现象。
- ③检查一下高压连接线是否断裂，高压分接引线焊接是否良好。
- ④检查低压首尾导电排紧固是否到位。
- ⑤如果前面四项都正常，则可转运试验站测试。变压器试验站空载试验后，显示短路异常，可直接判断此器身短路。如果试验站测试无异常，可能是器身测试电阻时有剩磁存在，造成电压比数据异常，此种情况可在试验后复测电压比数据，根据测试结果再分析判断。



图 1 低压线圈故障点



图 2 螺母松动故障

6 今后工作的预防

变压器生产过程短路问题涉及的因素比较多，因此变压器器身短路出现问题后影响面比较大，比如原材料采购、检验规范、操作人员状态、生产工艺调整、现场管理水平、设备日常维护、对供应商的考核监督及验厂、技术方案更改等等。由此可见，预防变压器过程短路问题是十分有必要的，根据笔者近年来的经验：

①在进行变压器前期设计的时候，一定使用质量信得过的原材料。原材料的好坏决定了使用的可靠性，以及使用年限。在设计、采购阶段就要把好关，禁止采购质量差的产品。

②原材料检验人员严格执行检验规范，尽量做到全检，对发现漆瘤、漆疤、划伤、磕碰或者毛刺等不符合检验规范要求的情况，及时沟通采购协调处理。

③高、低压线圈绕制人员要做好绕制过程中铜箔、铜线的自检，因为原材料来料检验只是检查每轴铜箔或铜线的最外层，内层的异常仅靠检验是发现不了的。这就需要操作人员按照操作规范通过看、摸等发现原材料使用过程中存在

的异常。

④低压线圈绕制人员焊接铜箔时做好防护措施，防止焊渣落入层间，焊接后要打磨处理确保焊缝饱满光滑无凹坑。高压人员焊接铜线时要做好相应的绝缘措施，做好记录。

⑤线圈压装人员在固化线圈时要检查线圈上下表面有无异物，并做好压装托盘的清扫确保其清洁干净。

⑥设备日常维护要到位，并填写维护记录，以便检查；操作人员开机前要认真检查设备是否存在隐患；按照相关要求感受设备运转是否正常、有无异常响声并做好相应的清扫工作。

⑦设备方面的原因和人的因素共同造成的这起质量事故，操作人员越粗心大意越容易出现此问题。

⑧生产过程的每个环节都要监督检查到位，产品的质量才有保证。

以上是笔者在处理变压器过程缺陷中的一些经验和总结，希望对读者有所帮助。

参考文献

- [1] 胡启凡.变压器试验技术[M].北京:中国电力出版社,2010.
- [2] GB 1094.1—2013 电力变压器 第1部分: 总则(2013版)[S].

Research on the Stability Analysis and Optimization Control Technology of Electric Power System

Ru Meng

State Grid Shandong Electric Power Company Heze City Dingtao District Power Supply Company, Heze, Shandong, 274100, China

Abstract

This paper studies the stability analysis and optimization control technology of power system. First of all, the paper systematically combs the basic theory and stability analysis method of power system stability, including stability definition, classification, dynamic model, simulation technology, evaluation method and influencing factors. On this basis, the paper further discusses the application of optimal control theory in power system, and analyzes the optimization control technology of power generation, transmission, distribution and microgrid and distributed generation system. In order to improve the stability of power system, this paper also studies the application of advanced optimization control algorithm in power system, including genetic algorithm, particle swarm optimization algorithm and deep learning, etc., and evaluates and compares the application effect of these algorithms.

Keywords

power system; optimization control technology; stability analysis

电力系统稳定性分析与优化控制技术研究

孟茹

国网山东省电力公司菏泽市定陶区供电公司, 中国·山东 菏泽 274100

摘要

论文深入研究了电力系统稳定性分析与优化控制技术。首先, 论文对电力系统稳定性的基础理论和稳定性分析方法进行了系统的梳理, 包括稳定性定义、分类、动态模型、仿真技术、评估方法以及影响因素等。在此基础上, 论文进一步探讨了优化控制理论在电力系统中的应用, 并详细分析了发电、输电、配电以及微电网与分布式发电系统的优化控制技术。为提升电力系统的稳定性, 论文还研究了先进优化控制算法在电力系统中的应用, 包括遗传算法、粒子群优化算法以及深度学习等, 并对这些算法的应用效果进行了评估与比较。

关键词

电力系统; 优化控制技术; 稳定性分析

1 引言

随着电力工业的快速发展和电网规模的不断扩大, 电力系统的稳定性问题日益凸显, 成为影响电能质量和电力系统安全运行的关键因素。稳定性分析作为评估电力系统运行状态的重要手段, 对于预防系统崩溃、保障供电可靠性具有至关重要的意义。同时, 随着信息技术的飞速发展和智能化水平的提高, 优化控制技术在电力系统中的应用也日益广泛, 为电力系统的稳定运行和能效提升提供了新的解决方案。

电力系统稳定性是指系统在受到扰动后能够保持正常运行状态或恢复到正常运行状态的能力。它涉及发电、输电、配电等多个环节, 是电力系统安全、经济、高效运行的重要保障。然而, 由于电力系统的复杂性和不确定性, 稳定性问

题一直是电力领域的研究热点和难点。

2 电力系统稳定性基础理论

电力系统稳定性, 作为电力系统运行的重要评价指标, 是确保电能连续、可靠供应的关键所在。其基础理论涉及电力系统的动态行为、故障响应以及恢复能力等多个方面, 对于电力系统的规划、设计、运行和维护都具有指导意义。

电力系统稳定性主要指的是在遭受各种扰动后, 系统能够保持或迅速恢复到正常运行状态的能力。这种扰动可能来自内部, 如设备故障、负荷变化等, 也可能来自外部, 如自然灾害、人为操作失误等。

在电力系统稳定性的基础理论中, 动态模型是分析的基础。这些模型描述了电力系统各元件(如发电机、变压器、线路等)的数学关系, 以及它们之间的相互作用。通过建立这些模型, 我们可以对电力系统的动态行为进行仿真和分

【作者简介】孟茹(1986-), 中国山东菏泽人, 本科, 工程师, 从事电力系统及其自动化研究。

析,从而预测系统在各种扰动下的响应。

稳定性评估方法也是稳定性基础理论的重要组成部分。这些方法通常基于数学分析和仿真技术,通过计算电力系统的特征量(如阻尼比、振荡频率等)来评估系统的稳定性。常用的评估方法包括时域仿真法、频域分析法以及能量函数法等。这些方法各有优缺点,适用于不同的分析场景和需求。

此外,稳定性基础理论还涉及稳定性的分类问题。根据扰动的性质和系统的响应特点,电力系统稳定性可以分为静态稳定性和动态稳定性两大类。静态稳定性主要关注系统在平衡点附近的稳定性,而动态稳定性则关注系统在遭受大扰动后的暂态过程。

在电力系统的实际运行中,稳定性还受到多种因素的影响,如负荷变化、电源出力调整、网络结构变化等。

3 电力系统稳定性分析方法

电力系统稳定性分析是评估系统在受到各种扰动后能否维持或迅速恢复到正常运行状态的关键过程。为了确保电力系统的安全、可靠运行,需要采用一系列科学有效的方法来深入分析其稳定性^[1]。

时域仿真法是电力系统稳定性分析的基础方法之一。该方法通过建立电力系统的动态模型,利用计算机仿真技术模拟系统在特定扰动下的暂态过程。通过观察仿真结果中的电压、电流、功率等关键参数的变化,可以判断系统是否具备足够的稳定性。时域仿真法具有直观、准确的优点,能够模拟各种复杂场景,因此在电力系统稳定性分析中得到了广泛应用。

频域分析法也是常用的电力系统稳定性分析方法之一。该方法基于系统的传递函数或频响函数,通过分析系统在不同频率下的响应特性来评估其稳定性。频域分析法能够揭示系统的振荡模式和阻尼特性,有助于深入理解系统的动态行为。然而,该方法通常需要对系统进行线性化处理,因此在处理非线性或时变系统时可能存在一定的局限性。

能量函数法为电力系统稳定性分析提供了另一种思路。该方法通过构造一个与系统状态相关的能量函数,利用能量守恒原理来分析系统的稳定性。当系统受到扰动时,能量函数的变化可以反映系统稳定性的变化。能量函数法具有物理意义明确、计算简便的优点,特别适用于大型电力系统的稳定性分析。

近年来,随着人工智能技术的快速发展,机器学习和深度学习等方法也逐渐被引入到电力系统稳定性分析中。这些方法通过大量的数据学习和训练,能够自动识别和预测系统的稳定性状态,为电力系统的实时监测和预警提供了有力支持。然而,这些方法的应用仍处于探索阶段,需要进一步研究和完善。

4 电力系统优化控制理论基础

电力系统优化控制理论基础是确保电网安全、稳定和

经济运行的关键所在。它结合了现代控制理论、优化算法和电力系统的实际运行特性,旨在通过合理的控制策略来提升系统的整体性能。

优化控制理论的核心在于建立一个合适的数学模型来描述电力系统的动态行为,并基于该模型设计控制策略,使得系统在某些性能指标上达到最优。这些性能指标可以是电能质量、经济性、环保性或者是系统稳定性等。通过选择合适的优化算法,如线性规划、动态规划、遗传算法等,我们可以在满足系统约束条件的前提下,找到最优的控制策略。

在电力系统优化控制中,状态估计和预测是至关重要的环节。通过对系统状态的实时估计和预测,我们可以及时获取系统的运行信息,为优化控制策略的制定提供数据支持。同时,优化控制还需要考虑系统的不确定性因素,如负荷波动、设备故障等,以确保控制策略在实际运行中的鲁棒性和可靠性。

此外,电力系统优化控制还需要关注系统的分层和协调控制。由于电力系统是一个复杂的网络结构,包含发电、输电、配电等多个环节,因此优化控制策略需要考虑到不同层级之间的相互影响和协调。通过分层控制,我们可以将复杂的优化问题分解为多个相对简单的子问题,降低求解难度。而协调控制则能够确保不同层级之间的控制策略相互补充、相互支持,实现整体性能的最优。

5 基于优化控制的电力系统稳定性提升技术

随着电力工业的快速发展和电网规模的不断扩大,电力系统的稳定性问题日益凸显。为了提升电力系统的稳定性,基于优化控制的稳定性提升技术应运而生,成为当前研究的热点和关键技术之一。

优化控制技术在电力系统稳定性提升中的应用主要体现在发电、输电、配电等各个环节。在发电环节,通过优化发电机的控制策略,可以有效地改善电力系统的动态响应特性,提高系统的稳定性。例如,采用先进的控制算法对发电机进行励磁控制,可以快速调整发电机的输出电压和功率,以应对负荷变化和故障扰动,从而保持系统的稳定运行。

在输电环节,优化控制技术同样发挥着重要作用。通过优化输电线路的控制参数和策略,可以减少线路上的功率损耗和电压波动,提高输电系统的稳定性。

在配电环节,优化控制技术也展现出了巨大的潜力。通过优化配电网络的拓扑结构和运行方式,可以减少网络中的功率不平衡和电压波动,提高配电系统的稳定性。同时,还可以利用智能配电管理系统对配电网络进行实时监测和优化控制,实现电能的合理分配和高效利用。

除了在各个环节单独应用优化控制技术外,还可以采用协同优化的方法,将发电、输电、配电等环节的控制策略进行集成和协调,实现整个电力系统的优化运行。通过综合考虑各个环节的相互影响和约束条件,可以制定出更加合理

和有效的控制策略,进一步提升电力系统的稳定性。

此外,随着人工智能技术的快速发展,深度学习、强化学习等先进算法也被引入到电力系统稳定性提升中。这些算法能够处理大量的数据和信息,自动学习和优化控制策略,为电力系统的稳定运行提供了更加智能和高效的解决方案^[2]。

6 先进优化控制算法在电力系统中的应用

随着科技的不断进步,先进优化控制算法在电力系统中的应用日益广泛,为电力系统的稳定运行和性能提升提供了强大的技术支持。这些算法通过精确的数学模型和高效的计算技术,实现对电力系统运行状态的实时监测和优化控制,从而确保电能的可可靠供应和系统的安全稳定。

在电力系统调度方面,先进优化控制算法发挥着至关重要的作用。通过构建复杂的数学模型,这些算法能够综合考虑多种因素,如电源出力、负荷需求、网络约束等,制定出最优的调度计划。这不仅可以降低运行成本,提高经济效益,还能有效减少因调度不当而引发的系统风险。

在电力系统故障处理方面,先进优化控制算法同样展现出强大的能力。通过实时监测系统的运行状态,这些算法能够迅速识别故障并采取相应的控制措施。例如,在发生线路故障时,算法可以自动调整潮流分布,避免故障扩散,同时确保重要负荷的供电不受影响。

此外,在电力系统的经济运行方面,先进优化控制算法也发挥着不可替代的作用。通过对系统的运行数据进行深度挖掘和分析,算法能够找到影响经济运行的关键因素,并提出针对性的优化建议。这有助于降低系统的能耗和排放,提高能源利用效率,实现电力系统的绿色可持续发展。

值得一提的是,随着人工智能技术的不断发展,越来越多的先进优化控制算法被引入到电力系统中。这些算法通过机器学习、深度学习等技术,实现对电力系统运行状态的智能预测和控制。它们能够自动适应系统的变化,不断优化控制策略,为电力系统的稳定运行提供更加智能和高效的解决方案。

7 电力系统稳定性优化控制的实践与挑战

在电力工业发展的长河中,电力系统的稳定性优化控制一直是核心议题。随着技术的进步和需求的增长,稳定性的优化控制实践取得了显著的成果,但同时也面临着诸多挑战。

在实践方面,电力系统稳定性优化控制取得了长足的进步。一方面,通过引入先进的控制算法和优化技术,如线性规划、动态规划、遗传算法等,电力系统在遭受各种扰动

时能够更快速地恢复稳定状态。另一方面,随着智能电网的建设和可再生能源的接入,电力系统的运行更加灵活和智能,为优化控制提供了更多的可能性和手段^[3]。

在实践的同时,我们也面临着诸多挑战。首先,电力系统的复杂性给优化控制带来了极大的难度。电力系统是一个庞大的网络结构,包含发电、输电、配电等多个环节,各环节之间相互影响、相互制约,因此在进行优化控制时需要综合考虑多个因素,制定出合理的控制策略。

可再生能源的接入使得电力系统的运行特性变得更加复杂和多变。可再生能源如风能、太阳能等具有间歇性和随机性,其接入电力系统后会对系统的稳定性和可靠性产生影响。因此,如何在保证可再生能源充分利用的同时,确保电力系统的稳定运行,是优化控制面临的重要挑战。

随着电力市场的逐步开放和竞争的加剧,电力系统的经济性也成为优化控制需要考虑的重要因素。如何在满足系统稳定性要求的前提下,降低运行成本、提高经济效益,是优化控制实践中需要解决的问题。

数据安全和隐私保护也是电力系统稳定性优化控制面临的挑战之一。在智能电网建设中,大量的数据和信息需要在各个环节之间进行传输和共享,如何确保数据的安全性和隐私性,防止数据泄露和滥用,是优化控制实践中需要重视的问题。

8 结论

电力系统稳定性优化控制作为电力工业发展的核心技术之一,已经取得了显著的实践成果。通过引入先进的控制算法和优化技术,电力系统的稳定性得到了有效提升,能够更好地应对各种扰动和故障。同时,智能电网的建设和可再生能源的接入为电力系统稳定性优化控制提供了更多的机遇和挑战。在实践中,我们不断探索新的控制策略和优化方法,提高了电力系统的运行效率和可靠性。

然而,我们也必须清醒地认识到,电力系统稳定性优化控制仍面临着诸多挑战。电力系统的复杂性、可再生能源的接入、电力市场的竞争以及数据安全和隐私保护等问题都需要我们进一步研究和解决。

参考文献

- [1] 丁刚.电力系统安全自动控制与继电保护研究[J].电气技术与经济,2024(1):146-148.
- [2] 刘佳,朱兴江,朱珂弘.重庆电网的新型电力系统稳定性探讨研究[J].产业创新研究,2023(24):66-68.
- [3] 唐艳.电力系统供电负荷稳定性优化控制分析[J].光源与照明,2023(8):201-203.

Performance Optimization and Application Prospects of Plate Fin Heat Exchangers in the Field of New Energy

Xuefeng Xu

Wuxi Mashan Yonghong Heat Exchanger Co., Ltd., Wuxi, Jiangsu, 214092, China

Abstract

The paper provides a detailed introduction to the structure and working principle of plate fin heat exchangers, and then optimizes the performance of plate fin heat exchangers based on different parameters, such as changing the shape, spacing, and material of the plates and fins. Research has found that after optimization, plate fin heat exchangers significantly increase their heat exchange efficiency and energy efficiency ratio while occupying less space and weight. Afterwards, the paper discussed the application prospects of plate fin heat exchangers in the field of new energy, such as using plate fin heat exchangers to reduce the heat consumption of wind turbines, improve photovoltaic power generation efficiency, and provide energy for new energy vehicles. Research has shown that plate fin heat exchangers have high application potential and huge market prospects, playing a key role in the development of the new energy field.

Keywords

plate fin heat exchanger; performance optimization; new energy; numerical simulation; application prospects

板翅式换热器在新能源领域中的性能优化及应用前景研究

许雪峰

无锡马山永红换热器有限公司, 中国·江苏 无锡 214092

摘 要

论文详细介绍了板翅式换热器的结构和工作原理, 然后针对不同参数对板翅式换热器的性能进行优化, 如改变板翅的形状、间距、材料等。研究发现, 经过优化后, 板翅式换热器在只占用更少的空间和重量情况下, 交换热量效果明显增大, 能效比显著提高。之后, 论文讨论了板翅式换热器在新能源领域的应用前景, 如利用板翅式换热器减小风力发电机的热耗, 提升光伏发电效率, 为新能源汽车供能等。研究表明, 板翅式换热器具有很高的应用潜力和巨大的市场前景, 对新能源领域的发展起到关键作用。

关键词

板翅式换热器; 性能优化; 新能源; 数值模拟; 应用前景

1 引言

随着资源限制和环境压力日益增大, 新能源取得了飞跃性的进步, 越来越多地被人们所认可和接受。不过, 新能源技术的高效应用则离不开优质的热管理系统, 换热器作为其中的关键设备之一, 其性能直接影响到新能源技术的运行效率和系统性能。目前, 产业界对于换热器的重视程度日益提高, 尤其在新能源领域, 对换热器的性能要求更为苛刻和细致。然而, 目前的换热器在新能源领域的应用还面临众多问题, 如体积大、重量重、热交换效率不高等, 这严重限制了新能源技术的进一步优化和应用。板翅式换热器因其具有结构紧凑、重量轻、热交换效率高等优点, 逐渐受到了科研

界和工业界的广泛关注。因此, 论文结合数值模拟的方法从多方面对板翅式换热器的性能及新能源领域的应用前景进行深入研究, 希望通过提升板翅式换热器的性能, 推动新能源领域的持续发展和进步。

2 板翅式换热器基础研究

2.1 板翅式换热器的结构及工作原理介绍

板翅式换热器是一种广泛应用的换热设备, 其原理主要基于冷热流体之间的热量交换^[1]。据悉, 板翅式换热器的主要构造包括翅片、热板、集流器以及外壳等, 其中, 翅片及热板为换热器的主要换热元件。通常情况下, 板翅式换热器的翅片以及热板通常由高导热性能的材料如铜或铝等制成。

翅片是板翅式换热器的核心部分, 它在增加换热面积的也有助于提高流体之间的紊流度, 从而提高换热器的热效率。特别是对于强制对流换热情况, 增加翅片可以显著改善

【作者简介】许雪峰(1978-), 男, 中国江苏无锡人, 本科, 高级经济师、工程师, 从事铝制板翅式换热器在新能源中的优化应用研究。

换热性能。至于热板，它的主要功能是支撑翅片及作为流道，将热流体指引至各翅片之间，从而达到有效的热量分配。

再者，板翅式换热器通常采用交叉流或逆流的工作方式。在交叉流方式中，热流体与冷流体在垂直两个方向上流动，这样翅片可以在两侧接触到冷、热流体；在逆流方式中，冷、热流体在相同方向流动，同一片翅片上冷热流体接触的区域呈递减趋势，从而使得冷却液在流经翅片后，获得更高的出口温度^[2]。

在这种设计下，如采用逆流方式，板翅式换热器的热效率较高，可达到理论最大值，故逆流方式常用于对换热效果高性能要求的场合，而交叉流的方式由于其结构简单、制造容易，也广受工业领域的欢迎。值得一提的是，无论哪种方式，板翅式换热器的工作性能都离不开翅片的数量、形状、间距及材料等因素。

除此之外，板翅式换热器的集流器主要用于分配、集合流体，对于保持换热器的工作平稳起重要作用。而外壳则主要承担保护和封闭的角色，防止环境对内部元件的影响。值得注意的是，由于集流器和外壳的设计几乎不影响换热器的热性能，在性能优化中通常不单独讨论。

2.2 板翅式换热器的操作趋势与技术挑战

随着科技的不断创新，板翅式换热器的操作发展也正在朝着自动化、智能化的方向发展，这无疑对换热器的控制系统、热管理系统以及智能化技术提出了更高的要求。在目前的应用中，板翅式换热器仍面临着一些关键的技术挑战。

板翅式换热器热传导过程中存在的阻力因素。通常，这种阻力由于板翅之间距离的变化、腔体内部流体的流动模式、阴阳面压力分布的不均匀等原因产生。有效降低这种阻力，无疑可提升换热器的效能及热交换效率。

另外，板翅式换热器的制造材质也是影响其性能的关键因素。原材料的选择将直接影响到换热器的综合性能，包括耐腐蚀性、热传导性、强度等。

2.3 板翅式换热器的目前国内外研究现状

德国、美国、日本等先进工业国家在板翅式换热器的研究方面一直处于领先地位。这些国家花费大量的资金和人力，对板翅式换热器的性能进行深入研究，开发出了一系列高效、稳定性好的板翅式换热器产品。

随着科研技术的进步，中国在板翅式换热器的研究与应用上也取得了长足进步。一些优秀的企业和科研机构，如哈尔滨工程大学、上海交通大学、江苏清能环保股份有限公司等勇于创新，不断优化板翅式换热器的设计和制造技术，已经在一些细分领域形成了相应的技术优势。

中国在板翅式换热器领域的整体研究与发展水平相较于发达国家尚有一定差距。项目开发周期长、技术研发投入大、产业化难度大是中国目前板翅式换热器研发面临的主要问题。不过，随着中国新能源研发投入的持续增加和国际技术交流的加强，这些问题有望在未来得到解决。

3 板翅式换热器的性能优化研究

3.1 基于数值模拟的板翅式换热器性能优化方法

为了实现板翅式换热器的性能优化，数值模拟成为一种有效的研究手段。借助计算流体力学（CFD）方法，可以对板翅式换热器进行流动和换热的模拟，并对其性能评估与优化。

通过建立合适的数学模型，可以对流体在换热器内的流动进行数值模拟。通过求解连续方程、动量方程和能量方程等来描述流体的运动和传热过程^[3]。这样可以得到流体的速度场、压力场和温度场等重要参数。利用数值模拟的方法，可以对不同板翅间距、形状和材料等参数的影响进行研究，从而找到最佳的换热性能。

通过数值模拟的结果，可以对板翅式换热器的换热效率进行评估和优化。例如，可以分析不同板翅形状对换热效率的影响。研究表明，改变板翅的形状可以改善流体与板翅的传热和流动特性，从而提高换热效率。还可以对板翅材料的热导率、热容和导热性能进行优化，以提高换热器的整体效率。

通过数值模拟的结果，在优化后的板翅式换热器中进行实验验证。这样可以确保数值模拟的准确性和可靠性，并进一步优化换热器的性能。实验结果可以与数值模拟结果进行对比，从而验证数值模拟的准确性，并提供更准确的性能优化方案。

3.2 改变板翅的形状、间距、材料对其效率的影响

在板翅式换热器的性能优化中，改变板翅的形状、间距和材料等参数对其效率有着重要的影响。

改变板翅的形状可以改善流体与板翅的接触和传热特性。研究表明，采用蜂窝状的板翅形状可以增加板翅的表面积，从而增强传热效果。采用波纹状的板翅形状可以增加流体与板翅的接触面积，并减小流体的流动阻力，从而提高换热效率。

改变板翅的间距可以调节流体的流动特性和传热性能。较小的板翅间距可以增加流体与板翅的接触面积，从而提高传热效率。过小的板翅间距会增加流体的流动阻力，影响整体换热效果。在性能优化的过程中，需要寻找最佳的板翅间距，以达到最高的换热效率。

改变板翅的材料可以调节其传热性能和耐腐蚀性能。不同材料的热导率和热容等参数不同，可以影响热量的传递和储存。在性能优化中，选择具有较高热导率和热容的材料，可以提高换热效率。还需要考虑板翅材料的耐腐蚀性能，以确保长期稳定地运行。

3.3 优化后的板翅式换热器性能表现和能效比提升

经过性能优化的板翅式换热器在实际应用中表现出更好的性能和效率。

优化后的板翅式换热器具有更高的换热效率。通过改变板翅的形状、间距和材料等参数，可以增强板翅与流体的

接触和传热,在相同的换热面积下实现更好的换热效果。这可以提高换热器的热传导和换热效率,降低能量损失。

优化后的板翅式换热器具有更高的能效比。通过降低流体的流动阻力和提高传热效率,可以减少能量消耗和系统的运行成本。采用优化后的材料可以减少能量损失和热量的传递带来的损耗,提高系统的能效比。

经过性能优化的板翅式换热器可以在各种新能源应用中得到更广泛地应用。例如,在风力发电和光伏发电领域,优化后的板翅式换热器可以提高风力涡轮机和光伏组件的温度控制效果,提高系统的稳定性和发电效率。作为新能源汽车供能方案的一部分,板翅式换热器可以提高电池组的散热效果,提高整车的续航里程和安全性能。

基于数值模拟的性能优化方法可以提高板翅式换热器的换热效率和能效比,为其在新能源领域的应用提供了技术支持和实践基础。还需要进一步的研究和实验验证,以提高性能优化的可靠性和应用范围。

4 板翅式换热器在新能源领域的应用前景分析

4.1 板翅式换热器在风力发电、光伏发电领域的应用实例分析

随着可再生能源利用规模的扩大,板翅式换热器在风力发电和光伏发电领域的应用在国内外得到了有效推广和验证。风力发电机组的运行需要冷却系统对其进行温度控制,板翅式换热器就是发电机组冷却系统的重要设备。在风力发电装置内部,由于机器运转产生热量,板翅式换热器通过增大散热面积,通过更高效的热量传输,提供稳定的冷却效果。

在光伏发电领域,板翅式换热器也发挥着不可或缺的作用。光伏发电是一种清洁的能源形式,但其产生的电力伴有大量的热量释放。为了提高光伏发电系统的运行稳定性和延长服务寿命,需要对光伏组件进行有效的冷却,以降低其工作温度,这就需要用到板翅式换热器。

4.2 板翅式换热器作为新能源汽车供能方案的可行性分析

随着新能源汽车市场的发展,需求日益增大,涉及新能源汽车供能技术也日趋突出。针对新能源汽车的高压电池进行冷却,是新能源汽车关键技术之一。高压电池在使用过

程中,会产生大量热量,如不及时散热,将会对电池的性能和寿命产生严重影响。

板翅式换热器作为一种高效、紧凑的换热设备,有很大可能成为解决该问题的一种方案。板翅式换热器的设计利用其物理性质,将电池产生的热量快速传导到冷却介质,逐步降低电池的工作温度,极大地提升了电池使用效率和寿命。板翅式换热器的应用,在很大程度上,可提供新能源汽车在高效能使用地实现其较长的使用寿命,为新能源汽车的进一步推广打下了良好的基础。

板翅式换热器在风力和光伏发电以及新能源汽车领域的成功应用,标志着其在新能源领域扮演着重要的角色。板翅式换热器有望在新能源领域发挥越来越大的作用,为新能源的发展提供更加强大的技术支持。

5 结语

在本研究中,我们通过数值模拟方法分析了板翅式换热器的性能优化以及它在新能源领域的应用前景。研究发现,通过调整板翅的形状、间距和材料等参数,可以使板翅式换热器的热量交换效果显著增大,能效比大幅提高,且仅需更少的空间和重量。研究还发现,板翅式换热器在新能源领域有广泛的应用前景。例如,它可以减小风力发电机的热耗,提升光伏发电效率,为新能源汽车供能等。鉴于此,可以肯定的是,板翅式换热器具有巨大的市场前景和应用潜力,能在新能源领域起到关键作用。然而,本研究仍存在局限性。如何在不同操作环境中保持板翅式换热器的最佳性能,如何在减轻设备重量和空间压力的同时保证换热效果,这些都是后续研究需要进一步解决的问题。展望未来,我们将继续深化对板翅式换热器在新能源领域应用的研究,探索更多性能优化技术,以满足日益增长的换热需求。希望本研究的发现能为新能源领域的热管理和性能优化提供有益的参考,推动新能源领域的更快更好地发展。

参考文献

- [1] 韩飞腾燕.板翅式换热器数值模拟及实验研究[J].机械设计与制造工程,2019,48(6).
- [2] 文键,王春龙,刘华清,等.板翅式换热器波纹翅片性能数值模拟及其优化[J].高校化学工程学报,2020,34(2).
- [3] 曹学文,石倩,彭文山.板翅式换热器结构优化及其性能数值模拟[J].油气储运,2019,38(9).

Power Flow Calculation Analysis and Modeling with TCSC

Changge Wang

Chongqing University, Chongqing, 400044, China

Abstract

Thyristor controlled series capacitor (TCSC) is a kind of capacitor which is used to control the active power flow of transmission line in power system to keep a certain value. In this paper, TCSC is modeled as newton-raphson power flow algorithm to reduce the complexity of the original power flow algorithm and enhance its availability. In this paper, the influence of TCSC is considered as two injected loads on the sending bus and the auxiliary bus. The reactive load is updated during the iteration until it converges. The parameters of TCSC are calculated according to the voltage of connecting bus and the specified active power. The model addresses the issue of selecting appropriate initial values for TCSC control parameters and verified in IEEE 118 system.

Keywords

power flow calculation; newton-raphson power flow algorithm; FACTS; TCSC; modeling

计及 TCSC 的电力系统潮流计算分析与建模

王长歌

重庆大学, 中国 · 重庆 400044

摘 要

晶闸管控制串联电容器 (TCSC) 是一种用于控制电力系统输电线路有功潮流保持某一特定值的电容器。论文考虑了 TCSC 的加入对潮流计算的影响, 将 TCSC 简单建模为牛顿拉夫逊潮流算法, 以降低原潮流算法的复杂度, 增强其可用性。论文将 TCSC 的影响考虑为发送总线和辅助总线上的两个注入负载, 在迭代过程中对无功负载进行更新, 直到收敛。TCSC 参数是根据连接母线的电压和指定有功功率计算出来的, 该模型解决了选择合适的 TCSC 控制参数初值的问题。本文最后采用 IEEE 118 总线标准测试系统验证了所提出的 TCSC 模型。

关键词

潮流计算; 牛顿拉夫逊潮流算法; FACTS; TCSC; 建模

1 引言

柔性交流输电系统 (FACTS) 器件被广泛应用于电力系统中, 以控制系统参数, 如潮流、传输线阻抗、母线电压幅值及相位角。因此, 嵌入 FACTS 可以用来改善电压剖面, 最小化有功和无功损耗, 增加系统的负载能力, 提高电力系统的安全性和稳定性^[1,2]。FACTS 可分为串联、并联和串—并联组合设备。常用的并联设备是静态无功补偿器 (SVC) 和静态同步补偿器 (STATCOM)。而串—并联组合设备有统一潮流控制器 (UPFC)、线间潮流控制器 (IPFC) 和广义统一潮流控制器 (GUPFC)^[3]。除此之外, FACTS 也可以根据它们所使用的电力电子设备进行分类, 如可变阻抗控制器设备和电压源转换器 (VSC) 设备。

通常, 将 FACTS 控制器加入现有的潮流算法中, 如牛顿拉夫逊潮流算法, 会增加编程代码的复杂性^[4], 原因如下:

首先, 将 FACTS 纳入电力系统需要增加新的线路和参考总线。其次, FACTS 的串联或并联阻抗必须添加到原始导纳矩阵。再次, 必须将 FACTS 所贡献的电能纳入电力系统潮流计算。最后, 需要新的代码来计算与 FACTS 相关的雅可比子矩阵。

因此, 基本的潮流计算方法应该改变。在这方面, 针对不同类型的 FACTS 设备 (如 IPFC^[5]、UPFC^[6,7]、GUPFC^[8] 和 SSSC^[9]) 的建模进行了一些研究。TCSC 可用于控制沿指定路径的潮流, 因此, 该装置可以提高系统的暂态和动态稳定性, 提高系统的功率传递能力, 缓解次同步谐振^[10,11]。

为了揭示 TCSC 装置在电力系统中的优势, 简化 TCSC 装置建模的潮流解决方案是至关重要的。因此, 在 [4] 中提出了一个全面的 TCSC 模型。在该模型中, TCSC 的电抗表示为自变量, 可以在每次迭代中计算。此外, 应扩展雅可比矩阵的大小, 以包含 TCSC 的状态变量。这里需要指出的是, TCSC 状态变量的初始值的选取对于快速收敛是非常关键的。为此, 提出了基于发射角的 TCSC 模型来计算 [12] 中 TCSC 的参数。

【作者简介】王长歌 (2000–), 男, 中国山东泰安人, 硕士, 从事电气工程研究。

论文提出将简单高效的 TCSC 建模引入 NR 潮流算法,以降低复杂度,避免雅可比矩阵的修改,增强原潮流代码的实用性。与传统模型相比,该模型迭代次数少,计算时间短。同时,保留了原有的导纳和雅可比矩阵的结构和对称性,并易于应用稀疏性技术。该模型解决了选择合适的 TCSC 控制参数初值的问题。迭代过程中可以检查 TCSC 参数是否在限定范围内,收敛后更新最终值。采用 IEEE 118 总线标准测试系统对所提出的 TCSC 模型进行了测试。

2 TCSC 简介

TCSC (Thyristor-Controlled Series Capacitor) 是一种用于电力系统中的灵活交流输电装置,它通过控制串联电容器的电抗来调节电力系统中的电压和潮流。TCSC 对电力系统潮流计算有一定的影响,下面列出了几个主要方面:

- ①电压调节: TCSC 能够根据电力系统的负荷和运行条件来调节串联电容器的电抗,从而实现对电压的调节。
- ②潮流方向: TCSC 的调节可以改变电力系统中的潮流方向。
- ③潮流大小: TCSC 的调节还可以影响潮流的大小。
- ④耦合效应: 在电力系统中,各个元件(例如输电线路、变压器等)之间存在耦合效应,即彼此之间的相互影响。

综上所述,TCSC 作为一种灵活的电力系统控制装置,可以对电力系统的潮流计算产生重要影响。因此,在引入 TCSC 后,需要进行充分的系统分析和潮流计算,以确保其在电力系统中发挥积极作用。

3 TCSC 简要模型

所提出的 TCSC 模型是基于功率注入的方法,系统总线数根据 TCSC 数量增加,其中,每个增加一个 TCSC 应增加一个参考总线。

图 1 给出了发送总线 S 和接收总线 R 之间的 TCSC 实现,其中 A 总线为辅助总线(参考总线),这个装置是用来调整发送和接收总线之间的有功功率等于指定的值 P^{SP} 。同时,该设备可以简单地建模为两个注入在发送总线和辅助总线的负载,如图 2 所示。这些负荷的有功功率固定在给定的 P^{SP} 值,而无功功率则是通过应用基尔霍夫电流定律(KCL)计算出的。

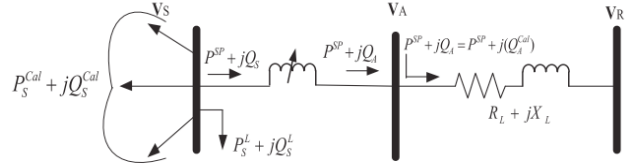


图 1 总线 S 和总线 R 之间的 TCSC 实现

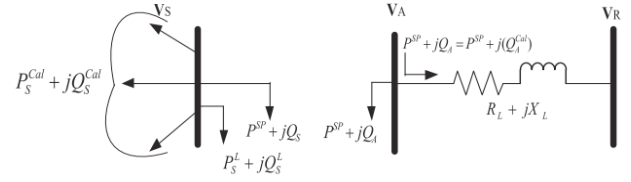


图 2 简单的 TCSC 模型

潮流算法收敛后,利用式(1)可以得到 TCSC 的最终电抗。

$$X_{TCSC} = \frac{V_S \times V_A \times \sin(\delta_S - \delta_A)}{P^{SP}} \quad (1)$$

每次迭代利用潮流计算更新在发送和辅助总线上注入的无功功率,将开发的 TCSC 模型实现为 NR 潮流算法的求解过程如图 3 所示。

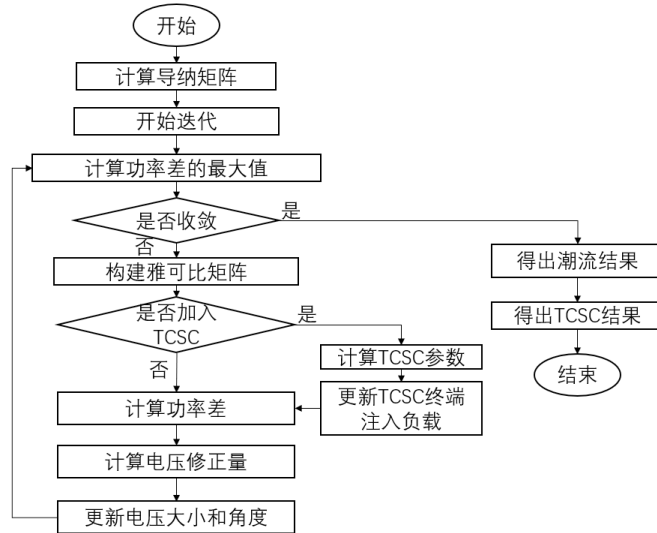


图 3 含 TCSC 模型的 NR 潮流流程图

4 算例与结果

论文提出的 TCSC 模型使用 IEEE 118 总线系统进行了测试。所选的收敛公差取 10^{-6} ，系统基准 MVA 为 100。两个 TCSC 放置在总线 23-32 和总线 65-38 之间。表 1 和表 2 给出了不同指定潮流下 TCSC 对发送母线、辅助母线和接收

母线电压的影响。在表 1 中，23-32 总线选择不同的指定功率（110、120、125MW），当 $X_{TCSC}=0.01678\text{p.u}$ 时，发送总线 23 的电压幅值由 0.9997p.u 提高到 1.00048p.u，而接收母线 32 电压幅值保持在 0.964p.u。

表 1 总线间连接 TCSC 的 IEEE 118 总线系统结果（23–32）

p ^{SP}	X _{TCSC} (p.u)	Voltage					
		Send Bus		Auxiliary Bus		Receive Bus	
		Mag. (p.u)	Angle (deg.)	Mag. (p.u)	Angle (deg.)	Mag. (p.u)	Angle (deg.)
Without TCSC		0.99971	0.37090	1.08706	−0.14598	0.964	0.26278
110	0.0409687	1.000444	0.25378	0.99894	0.20863	0.964	0.07876
120	0.0294171	1.000404	0.24367	0.99953	0.209879	0.964	0.07431
125	0.01678	1.00048	0.24010	1.00012	0.22005	0.964	0.078901

表 2 总线间连接 TCSC 的 IEEE 118 总线系统结果（65–38）

p ^{SP}	X _{TCSC} (p.u)	Voltage					
		Send Bus		Auxiliary Bus		Receive Bus	
		Mag. (p.u)	Angle (deg.)	Mag. (p.u)	Angle (deg.)	Mag. (p.u)	Angle (deg.)
Without TCSC		1.0050	1.005	–	–	0.96204	0.29858
190	0.165807	1.0050	0.44858	0.98678	0.124269	0.9574	−0.0730
200	0.1297881	1.0050	0.44633	0.989108	0.1740751	0.95700	−0.03873
205	0.117854	1.0050	0.44549	0.990066	0.1178544	0.95685	−0.02628

5 结论

论文提出了牛顿拉夫逊潮流算法中加入 TCSC 的一种建模方法。在该模型中，TCSC 总线由两个负载总线（发送总线和辅助总线）表示。在基于系统的迭代过程中，两母线注入的有功功率等于给定的有功功率，而无功功率则通过计算得出。收敛完成后，根据 TCSC 母线电压幅值和指定有功潮流，计算收敛后 TCSC 的最终参数。该模型具有较好的减少迭代次数和计算时间的能力，通过 IEEE 118 总线系统验证了所提出的 TCSC 模型在潮流算法中的应用。

参考文献

[1] Mahapatra S, Malik N, Raj S, et al. Constrained optimal power flow and optimal TCSC allocation using hybrid cuckoo search and ant lion optimizer[J]. Int J Syst Assur Eng Manag, 2022(13): 721-734.

[2] 周双. 含FACTS装置的结构保持电力系统协调控制方法与应用[D]. 上海: 上海交通大学, 2019.

[3] Zhang X P, Rehtanz C, Pal B. Flexible AC transmission systems: modelling and control[J]. Springer Science & Business Media, 2012.

[4] Mohamed Ebeed, Ashraf Mostafa, Mohamed M. Aly, Francisco Jurado, Salah Kamel, Stochastic optimal power flow analysis of power systems with wind/PV/ TCSC using a developed Runge Kutta optimizer[J]. International Journal of Electrical Power &

Energy Systems, 2023, 152: 142-615.

[5] 李娟, 孙欣. 计及风电不确定性和 TCSC 功率调节作用的最优潮流研究[J]. 电气自动化, 2019, 41(6): 21-24.

[6] 黄梦喜, 李啸骢, 田友飞, 等. 含 TCSC 的电力系统潮流计算研究[J]. 电气开关, 2012, 50(1): 25-29.

[7] Kamel S, Jurado F, Lopes J P. Comparison of various UPFC models for power flow control[J]. Electr Power Syst Res, 2015, 121: 243-251.

[8] Kamel S, Jurado F, Chen Z, et al. Developed generalized unified power flow controller model in the Newton-Raphson power-flow analysis using combined mismatches method[J]. IET Gener Transm Distrib, 2016, 10(9): 2177-2184.

[9] Kamel S, Jurado F, Chen Z. Power flow control for transmission networks with implicit modeling of static synchronous series compensator[J]. Int J Electr Power Energy Syst, 2015(64): 11-20.

[10] 付超楠, 郭昆丽, 杨帆. 应用 TCSC 抑制电力系统次同步谐振的研究[J]. 电气工程学报, 2018, 13(1): 23-29.

[11] 朱玮珂. TCSC 减弱次同步谐振能力的仿真分析[J]. 电工电气, 2017(11): 25-29.

[12] Mahapatra Sheila, Malik Nitin, Raj Saurav, et al. Constrained optimal power flow and optimal TCSC allocation using hybrid cuckoo search and ant lion optimizer[J]. International Journal of System Assurance Engineering and Management, 2021(13): 721-734.

Research on the Impact of Meteorological Factors on Short Term Load Forecasting of Power Systems

Jinlong Peng

Liaoning University of Engineering and Technology, Huludao, Liaoning, 125105, China

Abstract

This study analyzes the meteorological data and power load data of a certain area in a specific period, aiming to explore the influence of meteorological factors such as temperature, humidity and rainfall on short-term power load prediction. By constructing and comparing multiple regression models such as linear regression, decision tree, and random forest, the applicability and accuracy of each model in actual power load forecasting were evaluated. The results show that the random forest model showed high prediction accuracy and stability while considering complex meteorological factors, providing an effective method for power load prediction. This study not only provides scientific decision support for power dispatching and management, but also provides new perspectives and methods for the research direction of future power system load prediction.

Keywords

power load; regression prediction; power system management; meteorological impact

气象因素对电力系统短期负荷预测的影响研究

彭金龙

辽宁工程技术大学, 中国 · 辽宁 葫芦岛 125105

摘 要

本研究针对某地区在特定时期的气象数据与电力负荷数据进行分析,旨在探讨气象因素如温度、湿度及降雨量对短期电力负荷预测的影响。通过构建并比较线性回归、决策树和随机森林等多种回归模型,评估了各模型在实际电力负荷预测中的适用性和准确性。研究结果显示,随机森林模型在考虑复杂气象因素的情况下,表现出较高的预测精度和稳定性,提供了有效的电力负荷预测方法。本研究不仅为电力调度和管理提供了科学的决策支持,同时也为未来电力系统负荷预测的研究方向提供了新的视角和方法。

关键词

电力负荷; 回归预测; 电力系统管理; 气象影响

1 引言

在现代电力系统运营中,短期电力负荷预测^[1]扮演着极为关键的角色。准确的负荷预测不仅直接影响到电力系统的经济调度和安全运行^[2],而且对于优化机组组合、维护电网稳定性及降低运营成本具有不可或缺的重要性。随着社会经济的发展 and 人们生活水平的提高,电力需求呈现多样化和复杂化趋势,使得电力负荷的波动性和不确定性显著增加。尤其是空调、电热水器等受气象条件显著影响的用电设备的普及,使得气象因素对电力负荷的影响愈发明显。因此,精准预测电力负荷变得尤为迫切和挑战性^[3]。

我们根据已有的数据对气象因素和电力负荷进行了灰色关联度分析,结果表明各气象条件对电力负荷的影响都很

大,不可忽略。表 1 为分析的结果。

表 1 气象因素对电力负荷的灰色关联度分析结果

评价项	关联度
相对湿度(平均)	0.973
平均温度℃	0.966
最低温度℃	0.959
最高温度℃	0.959
降雨量(mm)	0.832

本研究旨在通过集成多种回归模型,探讨在短期电力负荷预测中如何有效融合气象数据,并评估这些模型在实际应用中的表现和适用性。通过对比线性回归、决策树和随机森林等多种机器学习技术,我们旨在找到一种更为准确和稳健的预测模型,为电力系统的调度提供科学的决策支持^[4]。

2 方法论

本研究的目的是通过对比多种机器学习模型,评估在

【作者简介】彭金龙(2003-),男,中国湖南湘潭市人,在读本科生,从事电气工程及其自动化研究。

融合气象因素的情况下对电力负荷的预测准确性。本节详细介绍了数据收集、预处理、模型选择和评估标准。

2.1 数据收集与预处理

我们提取了2016年电工杯A题中1地区的相关数据,研究数据包括了一个月(2012年3月)的日电力负荷数据以及相应的气象数据(最高温度、最低温度、平均温度、相对湿度和降雨量),这些数据均来源于某地区的官方气象和电力部门。对于4月份的数据,由于缺失实际的电力负荷量,研究将其用于模型的最终验证。

在预处理阶段,首先将Excel中的日期格式转换为更适用于分析的日期时间格式。针对缺失的电力负荷数据,由于其为预测目标,因此不进行填充,而是将其作为模型测试集。对于其他可能的异常值和缺失数据,采用适当的统计方法进行处理,确保数据的完整性和一致性。图1为该地区2012年3月份每天的电力负荷变化情况,整体数据较为平整。

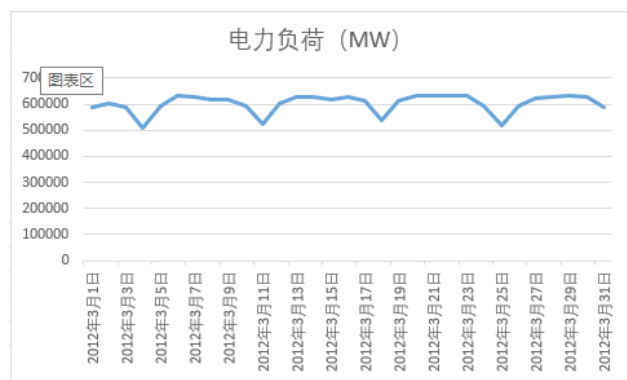


图1 电力负荷日变化情况图

2.2 模型选择

本研究选择以下三种模型进行电力负荷预测的性能对比:

线性回归: 基于最小二乘法的传统回归模型, 适用于预测变量与响应变量之间存在线性关系的情况。

决策树回归: 通过构建决策树来模拟决策过程, 能够捕捉数据中的非线性关系, 并提供直观的决策规则。

随机森林回归: 作为一种集成学习方法, 它构建多个决策树并融合它们的预测结果, 通常能提供更高的预测精度和稳定性, 尤其适合处理具有高维度特征的数据集。

2.3 训练与测试

所有模型均使用2012年3月的数据进行训练。训练过程中, 特征包括所有可用的气象数据, 目标变量为同日的电力负荷量。模型的训练采用80%的数据, 余下20%的数据用于交叉验证, 以评估模型的泛化能力。

2.4 模型评估

模型的性能将通过以下几种指标进行评估:

均方误差 (MSE): 衡量预测值与实际值差异的平方的平均值, 值越小表示误差越低。

决定系数 (R^2): 反映模型解释的变异比例, 值越接近1表示模型预测能力越强。

此外, 也将考虑模型的训练时间和复杂度, 以确保模型不仅准确而且实用。

通过以上方法论框架, 本研究旨在探索和验证在电力负荷预测中, 不同机器学习模型结合气象因素的效果和适用性。

3 结果

在本研究中, 我们采用了线性回归、决策树回归和随机森林回归三种模型来预测电力负荷, 并使用了2012年3月的气象数据和电力负荷数据作为训练集, 以及4月份的气象数据来进行预测测试。以下是各模型的性能评估结果及其分析。

3.1 模型性能评估

3.1.1 线性回归

线性回归模型展现出较低的拟合度, 决定系数仅为0.08, 说明模型对数据的解释能力较弱。这可能是由于电力负荷与气象因素之间存在非线性关系, 而线性模型无法有效捕捉这种关系。

3.1.2 决策树回归

决策树回归在训练集上的表现看似完美, 但实际上这很可能是过拟合的表现, 即模型过度学习了训练数据的细节而失去了泛化能力。这种情况在实际应用中可能导致对新数据的预测性能下降。

3.1.3 随机森林回归

随机森林回归表现出最佳的性能, 具有相对较低的均方误差和较高的决定系数。这表明随机森林能够有效地融合多个决策树的预测, 提高了模型的准确性和稳定性, 较好地避免了过拟合。图2为三个模型的均方误差和决定系数的对比图。

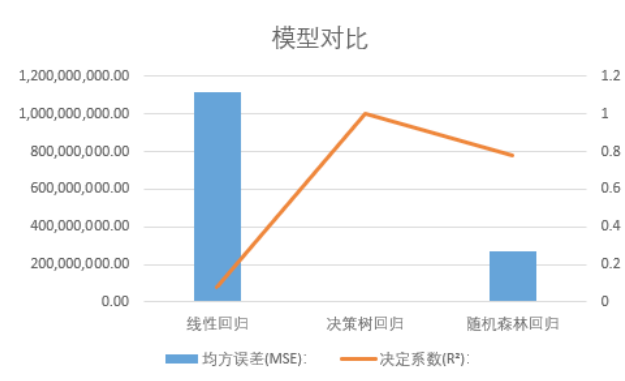


图2 模型对比图

3.2 月份电力负荷预测

使用表现最佳的随机森林模型, 我们对2012年4月前七天的电力负荷进行了预测。预测结果如表2所示。

表 2 随机森林回归预测的结果

日期	电力负荷 (MW)
2012-04-01	531634.2769
2012-04-02	589411.4063
2012-04-03	577347.4988
2012-04-04	376542.1786
2012-04-05	546152.3307
2012-04-06	615605.2408
2012-04-07	601500.6012

我们通过将预测的结果与实际结果对比发现，通过本模型预测的电力负荷十分符合实际情况。这些预测结果为电力调度和管理提供了重要的参考信息，可以帮助调度中心更有效地规划和调配资源，以应对实际负荷的变化。

3.3 分析

本研究的结果突显了机器学习模型在短期电力负荷预测中的潜力，特别是随机森林模型在处理大量和复杂数据时的优势。此外，模型比较揭示了不同模型适应不同数据特征的能力，为未来的模型选择和优化提供了有价值的指导。

4 结论

通过详细分析三种不同的预测模型^[5]（线性回归、决策树回归和随机森林回归）在融入气象数据后对电力负荷的预测能力，本研究表明随机森林回归模型在预测准确性和稳

定性方面表现最佳。这一发现支持了在短期电力负荷预测中采用基于机器学习的方法，并强调了在模型选择时需要综合考虑模型的准确性、复杂度和实用性^[6]。

本研究的成果为电力系统的运行和管理提供了有价值的决策支持，尤其是在电力需求高度依赖气象条件变化的情况下。未来的研究可以探索更多的数据源和先进的算法，以进一步优化电力负荷的预测精度，为电力系统的可持续运行和发展提供科学的数据支撑。

参考文献

[1] 康重庆,夏清,张伯明.电力系统负荷预测研究综述与发展方向的探讨[J].电力系统自动化,2004(17):1-11.

[2] 廖旋焕,胡智宏,马莹莹,等.电力系统短期负荷预测方法综述[J].电力系统保护与控制,2011,39(1):147-152.

[3] 陈振宇,刘金波,李晨,等.基于LSTM与XGBoost组合模型的超短期电力负荷预测[J].电网技术,2020,44(2):614-620.

[4] Alfares H K, Nazeeruddin M. Electric load forecasting: literature survey and classification of methods[J]. International Journal of Systems Science, 2002,33(1):23-34.

[5] Fan S, Hyndman R J. Short-term load forecasting based on a semi-parametric additive model[J]. IEEE Transactions on Power Systems, 2012,27(1):134-141.

[6] 陈卓,孙龙祥.基于深度学习LSTM网络的短期电力负荷预测方法[J].电子技术,2018,47(1):39-41.

Research on the Thermal Balance Control Strategy and Engineering Application of HVAC System

Tong Wang

Datang Jilin Power Generation Co., Ltd., Changchun, Jilin, 130000, China

Abstract

The thermal balance control strategy of HVAC systems is of great significance for improving system efficiency, energy conservation, and emission reduction. The study proposed specific optimization measures through the analysis of existing HVAC system control strategies, and verified the effectiveness of these strategies through simulation models. In engineering practice, the improved thermal balance control strategy was applied, and the energy-saving effects before and after application were compared and analyzed, demonstrating the practical application value and future development potential of the optimization strategy. The study focuses on analyzing the principles and applications of thermal balance control strategies in HVAC systems. Through a combination of theoretical analysis and simulation experiments, the effectiveness and application effects of different control strategies are explored, aiming to provide scientific reference and support for engineering practice.

Keywords

HVAC system; thermal balance control; strategy optimization; simulation analysis

暖通系统热力平衡控制策略与工程应用研究

王彤

大唐吉林发电有限公司热力分公司, 中国·吉林 长春 130000

摘要

暖通系统的热力平衡控制策略对于提高系统效率、节能减排具有重要意义。研究通过对现有暖通系统控制策略的分析提出了具体的优化措施,并通过仿真模型验证了这些策略的有效性。在工程实践中,应用改进后的热力平衡控制策略,对比分析了应用前后的节能效果,展示了优化策略的实际应用价值和未来发展潜力。研究着重分析了暖通系统中热力平衡控制策略的原理和应用,通过理论分析与仿真实验相结合的方法,探讨了不同控制策略的效能和应用效果,旨在为工程实践提供科学的参考和支持。

关键词

暖通系统; 热力平衡控制; 策略优化; 仿真分析

1 引言

随着能源危机和环境保护问题的日益突出,建筑暖通系统的能效问题也引起了广泛的关注。热力平衡控制策略作为提高系统能效的关键技术,可以有效降低能源消耗和运行成本。

2 暖通系统热力平衡控制策略

2.1 控制策略概述

暖通系统的热力平衡控制策略关键点在于不仅可以优化能量分配和减少能源浪费,还可以确保系统在维持室内环境舒适度的同时能效最大化。同时还可以通过精确控制供热和制冷设备运行状态,并根据室内外环境变化动态调整系统

参数,实现能量流动的有效调节。该策略依靠温度传感器、流量计、压力传感器等实时采集数据,中央控制单元处理数据后自动调节能量输出,保持热平衡。例如,若室内某区域热量升高系统会适当减少供热或增加供冷量,保证环境稳定。同时,控制策略也注重系统的节能效果与经济性,选择高能源利用率的设备和技术,并考虑建筑特性以实现最佳匹配^[1]。

2.2 常见热力平衡控制策略

在暖通系统中热力平衡的实现依赖于多种控制策略的有效运用,其中包括比例控制、积分控制、微分控制(PID控制)以及现代智能控制策略如模糊逻辑控制和神经网络控制。常见的热力平衡控制策略主要针对调节系统中的水流量和风量,通过调整供热与供冷的动态平衡来响应室内外温差变化。例如在变风量空调系统中,通过调节风机速度来控制送风量以适应不同区域或不同时间段的冷热需求。此外,

【作者简介】王彤(2000-),男,中国吉林白城人,本科,从事热力暖通研究。

利用变频泵在水系统中根据实际负载自动调节水流速可以显著提高能效和舒适度。通过在系统中安装温度、湿度和压力传感器可以实时监控系统状态和环境变化，数据通过控制器分析处理后调整各执行元件，如电动调节阀、风机和泵的操作状态，从而可以实现精准控制。这种基于传感器反馈的动态调节策略不仅优化了能源分配，减少了不必要的能耗，同时还可以根据预设的舒适参数保持室内环境的稳定。随着技术的不断发展，更多先进的算法和模型也被引入到控制系统中，例如采用模糊逻辑控制可以处理模糊不清的输入信息，使系统在面对复杂多变的实际环境时也更加稳定和有效。

2.3 控制策略优化方法

有效的优化手段其中就包括实施先进的控制算法、增强系统的自适应能力以及集成新兴技术以提升总体性能。例如，模型预测控制（MPC）技术能够基于预测模型，提前对系统输出进行计算与调整，优化控制过程中的能源分配和设备操作，以期达到更为精细的温度与湿度控制。此外，实施自适应控制系统，可根据环境变化和系统性能实时调整控制参数从而适应外部条件的波动，确保系统在不同运行条件下都能保持最佳效率。随着物联网技术的应用，通过云计算平台进行数据分析和处理，可以实现系统的远程监控和故障诊断，更能强化系统的智能化管理。其通过对系统运行数据的深入分析，可以识别潜在的能效改进点，制定针对性的节能措施，从而助力实现能源的最优配置。

3 暖通系统热力平衡控制策略仿真

3.1 仿真模型建立

在构建仿真模型时通常采用基于物理法则的方法来模拟热传递和流体动力学过程，确保模型可以精确地反映实际

系统的动态行为。具体来说这一过程就包括对暖通系统的各个组成部分，如热交换器、风机、管道和控制阀等进行详细建模，并整合环境影响因素，如室外温度变化、日照强度和内部热负荷等（如图 1 所示）。

通过使用计算流体动力学（CFD）和热力学模拟软件，如 ANSYS 或 SIMULINK，模型可以在不同操作条件下进行仿真，以预测系统在不同负荷和环境设置下的响应。此外高级仿真还包括对控制策略如 PID、模糊逻辑或基于 AI 的控制算法的实现，评估其对系统效能的影响。这种综合仿真不仅帮助优化系统设计、减少能耗，还能在系统设计初期阶段发现潜在的问题为系统的优化调整和能效提升提供科学依据^[2]。

3.2 仿真结果分析

仿真结果分析主要侧重于评估各种控制策略对系统能效和热力平衡的影响。主要通过比较不同控制策略下的系统运行参数，如温度、压力和流量等，可以明确各策略的优劣为系统优化提供数据支持。特别是在考虑环境温度变化、用户热负荷需求变动等实际操作条件下，仿真结果能够直观展示控制策略调整前后的性能变化。仿真优化策略则基于以上分析结果，对控制系统进行参数调整和算法优化来提高系统的热效率和响应速度。例如，通过调整 PID 控制器的参数可以减少系统的超调和稳态误差，提高控制精度。采用先进的控制算法如模糊控制或神经网络控制，能够在处理复杂系统和多变量控制中展现更好的性能。为更直观地说明仿真过程中各项参数的变化及其对系统性能的影响，如表 1 所示，在不同控制策略下主要运行参数的对比结果，可以看出采用模糊控制策略明显提高了温度调整的精度和系统的响应速度，同时还能降低能耗，也证明了优化控制策略的有效性和仿真模型的应用价值。

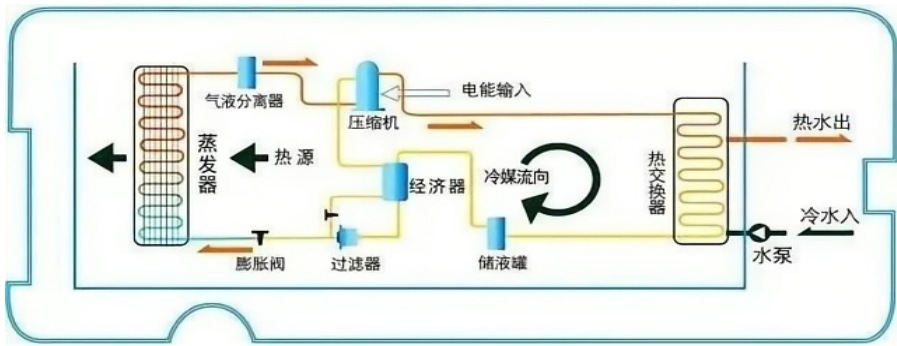


图 1 暖通系统——“两联供”工作原理图

表 1 不同控制策略下暖通系统主要运行参数对比

控制策略	温度调整精度	响应时间	能耗
基线控制策略	$\pm 1.0^{\circ}\text{C}$	15 min	100%
PID 控制优化	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$	10 min	95%
模糊控制应用	$\pm 0.3^{\circ}\text{C}$	5 min	90%

3.3 仿真优化策略

在进行仿真优化时涉及的关键技术包括控制算法的选择、参数的精确调整及其对环境变化的适应性分析。通过采用多目标优化技术不仅可以实现温度、湿度等环境因素的精确控制，还能在保证系统响应速度的前提下最大限度地减少能源消耗和操作成本。此外，还应该要考虑到暖通系统的复杂性和多变性，需要采用智能算法如遗传算法、粒子群优化等进行系统参数的全局优化，成为提升系统稳定性和效率的有效途径。优化过程中应该重点关注系统的稳态行为和动态响应，确保在各种工作条件下系统都能维持最优的热力平衡状态。通过对控制策略进行仿真验证可以准确预测系统在实际运行中可能遇到的问题，并提前制定相应的解决方案，这对于系统的实际应用和长期运行起着至关重要的作用^[3]。

4 暖通系统热力平衡控制策略工程应用

4.1 工程案例介绍

在暖通系统热力平衡控制策略的实际工程应用中，具体的案例是一座大型办公建筑的暖通系统，该系统设计时采用了先进的热力平衡控制策略，目标就是实现能效最大化同时保持室内环境的舒适度。在此工程中设计团队首先对建筑的热负荷进行了详细分析，包括热损失、人员活动产生的热量、设备运行时的热输出等多个因素。基于这些数据应用了一种综合控制策略，该策略综合使用了温度传感器、湿度传感器以及 CO₂ 传感器，通过实时数据监控确保系统精准响应室内外的温度变化。控制系统利用模糊逻辑控制器对各种输入进行处理，智能调节空调系统的制冷和供热量，以响应快速变化的室内热负荷。此外，通过与建筑物管理系统的集成，该暖通系统能够进行高效的能源管理，实现能源使用的优化并减少浪费。系统实施后的数据显示与传统暖通控制系统相比，新系统在保持室内温度和湿度在预定范围内的同时节能效果显著，能耗降低了约 30%。

4.2 工程应用效果分析

在暖通系统热力平衡控制策略工程应用的效果分析中，通过对比实施新策略前后的能耗数据，凸显了控制策略的有效性。数据收集涵盖了全年运行期间的详细能耗记录，其中包括温度、湿度、CO₂ 浓度以及能耗总量。分析结果表明采用热力平衡控制策略后，系统能够有效降低能耗并改善室内环境质量。系统通过实时数据反馈调整供热和制冷输出，以适应内外环境变化，从而减少能量浪费。此外，控制系统的优化使能耗在最低负荷时期自动降低，反映出高效的能源管理和调度能力。如图 2 所示，实施热力平衡控制策略后，供暖和空调系统的能耗均显著下降，总能耗节约达 30%。这

一显著的能效提升归功于系统对各种环境参数进行精确控制和对运行状态的实时调整。此外通过对供暖和空调系统独立控制后，也实现了更为精细的能源管理，同时也避免了不必要的能耗，进一步提升了系统的运行效率。

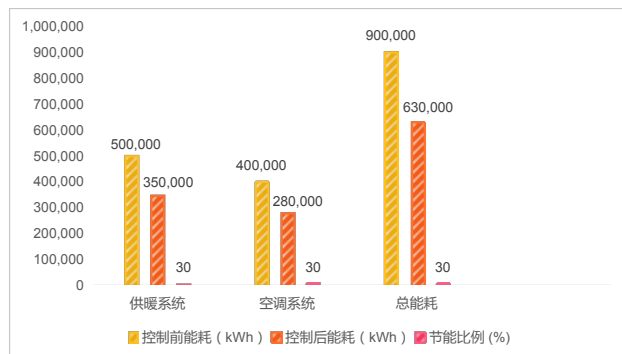


图 2 暖通系统控制策略实施前后能耗对比

4.3 工程应用前景展望

随着技术的进步和对建筑可持续性需求的增加，集成更高级的控制算法和数据分析技术将是趋势。通过利用人工智能和机器学习技术可以进一步优化暖通系统的响应速度和精度，可以实现更高效的能源利用和成本效益。此外，也可以结合可再生能源技术和创新材料，如相变材料的应用，将能够有效提升系统的环境适应能力和能源自给自足率。这些进步更是预示着暖通系统热力平衡控制策略将在实现建筑业可持续发展目标中扮演更加关键的角色。

5 结语

暖通系统热力平衡控制策略的有效性已在实践中得到验证，其对能效的显著提升和环境质量的改善展示了该策略的重要性。通过集成先进的控制技术和智能算法，系统可以更精确地响应环境变化，实现能源的最优化管理。未来随着技术的进一步发展和新材料的应用，预计这些控制策略将更广泛地应用于建筑行业，不仅可以推动建筑能效向更高标准迈进，同时为建筑行业的可持续发展做出巨大的实质性贡献。

参考文献

- [1] 方新民.智能技术在暖通系统效能与能源控制中的应用[J].集成电路应用,2024,41(2):234-235.
- [2] 施向阳.可持续能源在建筑暖通系统中的应用研究[J].房地产世界,2024(1):167-169.
- [3] 张国强.新形势下有色金属业暖通设计和供热系统及供热分析[J].世界有色金属,2021(12):184-185.

Analysis of the Clean-energy And Low-vacuum Heating Scheme in Qi County, China

Hailiang Cong¹ Yipeng Li¹ Yang Jiao²

1. First Branch of Beijing Capital Environmental Technology Co., Ltd., Beijing, 100000, China

2. Beijing Capital Environmental Investment Co., Ltd., Beijing, 100000, China

Abstract

In order to address the environmental degradation caused by heating, the paper proposes an integrated heating system for household waste incineration power generation and biomass straw power generation. Taking Qi County as an example, the heat load indicators for heating and industrial steam are first determined through theoretical calculations, and economic analysis is conducted based on the heating scheme. The results indicate that the coordinated heating scheme of biomass incineration power generation and waste incineration power generation can meet the heating demand of Qi County for 120 days. In addition, economic analysis shows that after the heating renovation, the annual increase in revenue is 7.1 million yuan, and the cost can be recovered in the second year of operation. This heating scheme can provide reference and inspiration for promoting clean energy heating and circular economy development.

Keywords

district heating scheme; biomass straw power generation; waste incineration for power generation; clean energy

中国杞县清洁能源低真空供热方案分析

丛海亮¹ 李宜鹏¹ 焦阳²

1. 北京首创环境科技有限公司第一分公司, 中国·北京 100000

2. 北京首创环境投资有限公司, 中国·北京 100000

摘要

为了应对供暖带来的环境恶化问题, 论文提出了生活垃圾焚烧发电及生物质秸秆发电一体化供热系统, 以杞县为例, 首先通过理论计算确定采暖和工业用汽的热负荷指标, 并根据供热方案进行经济性分析。结果表明, 生物质焚烧发电及垃圾焚烧发电相协调的供热方案可以满足杞县120天的供暖需求。此外, 经济性分析表明, 供热改造后, 年多增加收入为710万元, 且运行第二年可收回成本。这一供热方案可以为推动清洁能源供热和循环经济发展提供参考和借鉴。

关键词

区域供热方案; 生物质秸秆发电; 垃圾焚烧发电; 清洁能源

1 引言

在当前全球能源结构调整和环境保护的背景下, 清洁能源和可再生能源成为供热领域的重要选择。生物质能源作为一种环保、可再生的能源形式, 具有巨大的潜力^[1,2], 其中生物质秸秆和生活垃圾是重要的生物质资源。秸秆是农业生产的副产品, 其大量废弃不仅占用土地资源, 还会造成环境污染^[3]; 而生活垃圾则是城市生活中产生的大量有机废弃物, 若不能有效处理, 也会对环境造成严重影响。

论文以杞县的生活垃圾焚烧发电及生物质秸秆发电一体化项目为基础, 介绍一体化项目的工程设置, 阐述生物质秸秆焚烧发电和垃圾焚烧发电一体化系统用于区域供热的热负荷指标, 探讨杞县采暖背景下的低真空供热技术实施方案, 并进行经济性分析, 以论证该方案的可行性及有效性。

2 项目概述

2.1 工程设置概况

本项目为生物质秸秆焚烧发电及垃圾焚烧发电一体化项目, 垃圾焚烧发电设有1×600t/d机械炉排炉, 配置1×12MW凝汽式汽轮发电机组。生物质秸秆焚烧发电设有一台130t/h生物质锅炉及1套30MW抽凝式汽轮发电机组。

2.2 项目现状

生活垃圾焚烧发电项目于2021年12月4日并网发电, 生物质秸秆焚烧发电项目2021年11月16日并网发电。由于杞县尚未实施集中供暖, 因此两台机组均未供热, 但两台机组均为杞县热电联产规划中热源。

【作者简介】丛海亮(1988-), 男, 中国黑龙江哈尔滨人, 本科, 工程师, 从事环保能源研究。

3 热负荷

3.1 供热区域

根据《杞县产业集聚区热电联产规划（2017—2030）》和《杞县供热收购及续建项目可行性研究报告》供暖区域近期为整个杞县规划城区。工业用汽负荷主要为杞县产业集聚区内各个企业的用户。

3.2 采暖热指标及热负荷

3.2.1 采暖热指标

根据供热区域内各种建筑物围护结构实际情况及室外气象条件,结合CJJ34—2022《城镇供热管网设计标准》和《杞县产业集聚区热电联产规划（2017—2030）》,确定供热区域采暖综合热指标取40W/m²。

3.2.2 采暖设计热负荷

根据《杞县供热收购及续建项目可行性研究报告》,新建设计供暖面积210万平方米。根据综合热指标,可计算采暖设计热负荷。

3.2.3 年耗热量及年采暖热负荷

GB50736—2012《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》中相关气象参数如表1所示。

表1 参数表

供暖期平均温度（≤+8℃期间）	2.8℃
冬季供暖室外计算温度	-3.9℃
供暖期天数	120天

3.3 工业用汽热负荷

根据《杞县供热收购及续建项目可行性研究报告》,杞县产业集聚区内各个企业用汽量均不大,其中最大热用户蒜片加工企业,最大用汽量13.9t/h,但其为季节性用汽,仅5、6、7月用汽。经整理后,折算到汽轮机出口参数为1.1MPa、310℃,近期最大设计热负荷为21.1t/h。采暖期平均热负荷9.1t/h,非采暖期平均热负荷12.17t/h。

4 技术方案

4.1 非采暖季工况

根据工业用汽热负荷,非采暖期平均热负荷为12.17t/h,最大热负荷21.1t/h,生物质秸秆焚烧电厂汽轮机额定抽汽量为30t/h,能满足工业用汽要求。根据汽轮机厂提供的热力平衡图,汽轮机进汽量130t/h,抽汽量为12.17t/h时,汽轮机发电机组电负荷为28350kW。垃圾电厂锅炉额定出力为54t/h,汽轮机最小进汽量为16t/h,因此垃圾电厂可作为生物质电厂供汽的备用热源以满足工业用汽安全性。

4.2 采暖季工况

4.2.1 低真空供暖技术介绍

汽轮机低真空供暖是在不增加主要设备的情况下,通过降低凝汽器排汽真空度,以提高排汽背压和温度,充分利用排汽潜热,以凝汽器作为表面式换热器,将循环水加热后对外供热技术。汽轮机低真空运行,利用循环水供热,其系

统热效率可达到85%左右,经济效率显著,技术成熟,目前已得到广泛应用。

4.2.2 供热参数确定

本工程采暖期汽机低真空运行,提高机组排汽压力,利用通过凝汽器的循环水向外部用户供暖。

非采暖期,汽轮机纯凝工况运行,排汽压力为0.007MPa,凝汽器循环水利用冷却塔散热;采暖期,降低凝汽器排汽真空度,提高汽轮机排汽温度,此时凝汽器循环水管路从冷却塔切换至循环水供热管路,向采暖用户供热。

根据汽机厂提供的生物质汽轮机热力系统平衡图,当排汽压力提高到0.02MPa,排气温度为60℃,循环水供水温度为55℃,最大抽汽量20t/h;当排汽压力提高到0.025MPa,排气温度为65℃,循环水供水温度为60℃,最大抽汽量10t/h。

综合考虑现有热源厂实际运行供回水温度及汽机运行安全性等因素,本方案按冷凝器循环水进出水温度为45℃/60℃考虑。根据3.3节,采暖季平均热负荷为9.1t/h,生物质汽轮机抽汽10t/h能满足工业用气需求。

4.3 汽机低真空运行供热量及冷凝器循环水流量

汽机低真空运行,排汽压力0.025MPa,排气温度65℃,生物质部分汽机最大排汽流量为87.8t/h,排汽焓2508kJ/kg,凝结水焓271.7kJ/kg,凝汽器换热效率0.98。垃圾部分汽机最大排汽流量为50.28t/h,排汽焓2529kJ/kg,凝结水焓271.7kJ/kg,凝汽器换热效率0.98。冷凝器循环水进出水温度为45℃/60℃。

经计算,生物质部分汽机低真空运行时,凝汽器所能提供的最大热负荷为Q=53.45MW,对应循环水量G=3070t/h。垃圾部分汽机低真空运行时,凝汽器所能提供的最大热负荷为Q=30.8MW,对应循环水量G=1770t/h。整个电厂所能提供最大热负荷为Q=84.25MW,对应循环水量为G=4840t/h。

4.4 管网水力计算

本方案水力计算流量按4840t/h考虑,输送距离为电厂至杞县热用户最远换热站,管线总长约10km。

电厂换热首站阻力:汽机凝汽器5mH₂O,其他设备10mH₂O,合计15mH₂O。

4.5 汽机运行方案

4.5.1 采暖初、末期运行模式

杞县当地供暖期120天,采暖室外计算温度-3.9℃,采暖期室外平均温度2.8℃。在供暖初期和末期,室外温度远远未达到计算温度,因而热负荷也未达到设计值。当室外温度不低于3℃时,采暖热负荷不超过53.4MW。在此供暖期,生物质部分汽轮机低真空运行,垃圾部分汽轮机纯凝运行。

汽轮机低真空运行时,热网循环水经凝汽器换热带走汽轮机排汽余热,因此,汽轮机组的电负荷受制于热网的热负荷。在采暖初末期,热网的热负荷低于3.3节计算的热负荷,为了同时满足热网热负荷和机组安全运行要求,建议此

阶段热网采用“质调节”模式,即不改变热网循环水流量,仅改变热网循环水供水温度。此模式下供暖期约47天。

4.5.2 采暖中期运行模式

在采暖中期,一般12月至次年2月间,室外温度较低,用户所需热负荷也随之增大,生物质部分汽轮机低真空运行已不能满足热负荷需求。此供暖期内,垃圾部分汽轮机投入低真空运行,通过增加热网循环水量补充热量。电厂运行模式为:两台汽轮机均处于低真空运行工况(生物质部分带9.1t/h抽汽量)。

此运行模式下,两台机组同时低真空运行最大供热量可达84.25MW,完全可以满足210万平方米采暖需求。建议此阶段热网采用“量调节”模式,即改变热网循环水流量,不改变热网循环水供水温度。此模式下供暖期约73天。

4.6 主要设备配置

4.6.1 供热首站

①循环水泵:4台, $Q=1650\text{m}^3/\text{h}$, $H=122\text{mH}_2\text{O}$, $N=800\text{kW}$ 。

②补水泵:2台, $Q=48\text{m}^3/\text{h}$, $H=25\text{mH}_2\text{O}$, $N=3\text{kW}$ 。

4.6.2 运行方式

采暖初末期时,仅有生物质部分汽轮机低真空运行,供热首站循环水泵运行两台;在采暖中期时,生物质部分汽轮机和垃圾部分汽轮机均低真空运行,供热首站循环水泵运行3台。

5 技术经济性

本工程需要改造的部分为生物质部分汽轮机、垃圾部分汽轮机,需要新增的部分为供热首站、外供蒸汽管道以及配套的设施。为了方便计算,特假定计算条件:①生物质秸秆低位发热量为 2500kcal/kg ;②生物质部分汽轮机在采暖季初末期以变电负荷方式运行来满足外界热负荷;③垃圾部分汽轮机进汽量在采暖季和非采暖季均进汽量为 54t/h ;④年运行小时数8000h。

根据汽轮机厂提供的热力平衡图,生物质部分汽轮机纯凝运行,进汽量为 116t/h 时,发电量为 30000kW ,厂用电率为9%;垃圾部分汽轮机纯凝运行,进汽量为 54t/h 时,发电量为 11800kW ,厂用电率15%。

5.1 非采暖季工况

在非采暖季,仅生物质部分汽轮机抽汽运行。根据汽轮机厂提供的热力平衡图,汽轮机进汽量 130t/h ,抽汽量为 12.17t/h 时,汽轮机发电机组电负荷为 28350kW 。垃圾部分汽轮机纯凝运行。

整个非采暖季,供汽量为6.23万t;生物质汽轮机发电量 $1.45\times 10^8\text{kWh}$,供电量 $1.32\times 10^8\text{kWh}$;垃圾部分发电量 $0.6\times 10^8\text{kWh}$,供电量 $0.51\times 10^8\text{kWh}$;总发电量 $2.05\times 10^8\text{kWh}$,总供电量 $1.83\times 10^8\text{kWh}$ 。

5.2 采暖季工况

在采暖季,生物质部分汽轮机和垃圾部分汽轮机均低

真空运行。根据上一章运行模式以及当地负荷延续曲线,电厂采用“质—量”调节方式,整个采暖季平均供暖热负荷为 58.3MW 。整个采暖季,总的供暖量为 $61.48\times 10^4\text{GJ}$ 。

生物质部分汽轮机采暖季抽汽低真空运行时,最大供暖量时发电功率为 27960kW ,抽汽量 9.1t/h ,垃圾部分汽轮机最大供暖量时发电功率为 11050kW 。

采暖初末期时,仅生物质部分汽轮机低真空运行,垃圾部分汽轮机纯凝运行,约47天。这一阶段,生物质部分汽轮机电负荷随外界热负荷的增高而降低,根据负荷延续曲线,这一阶段生物质部分汽轮机平均热负荷为 45.8MW ,汽轮机组发电功率为 25400kW ,由于新增了热网循环水泵,生物质部分厂用电率增加到18%,供电功率为 20828kW 。采暖中期时,生物质部分汽轮机低真空最大负荷运行,垃圾部分汽轮机随外界热负荷增加而逐渐投入低真空运行。

5.3 汇总及结论

按照机组运行现状,生物质电厂电价0.75元/kWh,垃圾电厂电价0.65元/kWh。供暖出厂价格25元/GJ,供汽出厂价格190元/t,生物质燃料价格285元/t。以下收入均为不含税收入(改造前后垃圾量未变,以下收入为计入垃圾处理费用):

改造前,电厂供电量为 $2.98\times 10^8\text{kWh}$,总供电收入:1.741亿元。

改造后,电厂供电量为 $2.738\times 10^8\text{kWh}$,总供电收入:1.566亿元;电厂总供暖量为 $61.48\times 10^4\text{GJ}$,总供暖收入:1410万元;电厂总供汽量为 $8.85\times 10^4\text{t}$,总供汽收入:1436万元;电厂总收入:1.877亿元。

改造后生物质电厂在采暖中期及非采暖季比改造前汽轮机进汽量多了 14t/h ,年主蒸汽增加量为9.62万吨,折算燃料量为2.45万吨。改造后,燃料费用增加值为641万元。

改造后需新增一座供热首站,根据以往类似项目,首站暂定尺寸为 $30\text{m}\times 9\text{m}$,整个工程总投资为996万元。

综合上述计算,经过供热改造后,年多增加收入为710万元,运行第二年可收回投入成本。本方案是基于供热面积为210万平方米计算的,若供热面积能达到300万平方米以上时,两台汽轮机可以均以低真空运行方式带热网基本热负荷,电厂收益会更好。

6 结论

论文提出了基于生物质秸秆焚烧发电和垃圾焚烧发电一体化项目的低真空供热技术方案,通过对生物质秸秆和生活垃圾的焚烧发电技术进行整合,利用其产生的热能为区域供热提供稳定可靠的热源。首先考虑到生物质秸秆焚烧发电和垃圾焚烧发电的工程设置,作为设计供热系统的运行方案的基础,并且综合考虑气候条件、居民用热及企业用热要求等因素,对区域供热需求进行了科学合理的评估计算。以此实现采暖初末期生物质发电系统供热、采暖中期生物质发电

系统及垃圾焚烧发电系统耦合供热的技术方案。最后,对基于生物质秸秆焚烧发电和垃圾焚烧发电一体化系统的区域供热方案的技术经济性分析显示,该方案在经济效益等方面具有良好的表现,具有较高的推广应用价值和社会效益。因此,该低真空供热技术方案具有重要的理论和实践意义,为推动清洁能源供热提供了有效途径和参考模型。

参考文献

- [1] 闫丰哲,张帅.双碳背景下生物质能源转化技术的研究进展[J].中国资源综合利用,2024,42(2):112-114.
- [2] 贾和峰,隋先鹏,杨迪,等.“双碳”背景下生物质能源的发展现状与建议[J].能源与节能,2023(12):33-35+79.
- [3] 刘桐利,赵立欣,孟海波,等.秸秆能源化利用技术评价方法探究与优化[J].环境工程,2020,38(8):195-200.

Discussion on the Energy Safety Management in the Steel Industry

Liang Zhang

Carbon Neutrality Office of Xinjiang Bayi Iron and Steel Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830022, China

Abstract

The iron and steel industry is an important pillar industry of the national economy, but also a large energy consumer. Energy security management is very important for the sustainable development of iron and steel enterprises. Starting from the connotation of the energy security management, this paper analyzes the current situation and existing problems of the energy security management in the iron and steel industry, and puts forward the countermeasures and suggestions to strengthen the energy security management. Through establishing and perfecting the energy security management system, strengthen energy measurement and statistics, improve the efficiency of energy utilization, promote energy saving technology, optimize the energy structure, improve the emergency plan measures, improve the energy security management level of iron and steel enterprises, safe, economic, clean and efficient energy use, promote the development of iron and steel industry high quality.

Keywords

steel industry; energy security; management system; energy conservation and emission reduction

浅谈钢铁行业能源安全管理

张亮

新疆八一钢铁股份有限公司碳中和办公室，中国·新疆 乌鲁木齐 830022

摘要

钢铁行业是国民经济的重要支柱产业，也是能源消耗大户。能源安全管理对于钢铁企业的可持续发展至关重要。论文从能源安全管理的内涵出发，分析了钢铁行业能源安全管理的现状和存在的问题，提出了加强能源安全管理的对策建议。通过建立健全能源安全管理体系，加强能源计量和统计，提高能源利用效率，推广节能新技术，优化能源结构，完善应急预案等措施，提升钢铁企业能源安全管理水平，实现安全、经济、清洁、高效用能，推动钢铁行业高质量发展。

关键词

钢铁行业；能源安全；管理体系；节能减排

1 引言

钢铁行业是国民经济的重要基础材料产业，在国家现代化建设中发挥着不可替代的作用。然而，钢铁生产是一个高耗能过程，能源消耗在钢铁企业生产成本中占比很高。随着国内外能源形势日趋严峻，能源价格不断攀升，钢铁行业面临着巨大的能源成本压力。同时，钢铁生产能耗及其环境影响日益受到社会各界关注。在“双碳”目标的大背景下，节能减排、绿色发展已成为钢铁行业转型升级的重要方向。

2 能源安全管理的内涵

能源安全管理是指在确保能源稳定供应、提高能源利用效率、降低能源成本、减少能源消耗带来的环境影响的基础上，运用科学的管理方法，对企业的能源获取、储运、加

工转换、输送分配和终端利用等全过程实施有效管控，最终实现企业安全、经济、清洁、高效用能的一系列管理活动。其核心是平衡能源供需，提高能效，降低能耗，减少污染，确保能源系统安全稳定运行。能源安全管理涉及的主要内容包括：制定能源规划和能源预算，建立能源计量和统计体系，开展能源审计和能效对标，实施节能技术改造，优化用能方式和能源结构，加强节能宣传培训，做好能源应急预案等。通过能源全过程的精细化管理，实现能源“五定”，即定位置、定流向、定存量、定消耗、定效率，从而达到降本增效的目的^[1]。

3 钢铁行业能源安全管理现状

近年来，国家出台了一系列政策法规，大力推进钢铁行业的节能减排。在各方共同努力下，钢铁行业能源管理工作取得明显进展，能源利用效率显著提高，吨钢综合能耗持续下降，为完成国家下达的节能减排目标任务作出了积极贡献。

【作者简介】张亮（1986-），男，中国江苏连云港人，本科，工程师，从事低碳冶金碳中和研究。

3.1 能源计量和统计体系日趋完善

大多数钢铁企业建立了能源管理机构,配备了专职能源管理人员,编制了能源管理制度和操作规程,逐步实现了能源计量的自动化和信息化。通过能耗在线监测系统,企业能源消耗情况一目了然,为加强能源管控、开展节能挖潜奠定了基础。

3.2 节能技术不断进步

钢铁企业通过实施节能技术改造,淘汰落后高耗能工艺设备,引进先进适用技术,能源利用效率明显提升。干熄焦、高炉煤气、转炉煤气等副产资源得到了高效利用,焦炉、高炉等关键工序能效水平明显提高,部分企业能耗指标已接近或达到国际先进水平。

3.3 能源管理模式创新发展

传统的能源管理以事后统计、被动应对为主,存在管理滞后、激励不足等问题。为提高管理效率,一些企业积极探索集中管控、市场化运作的新模式。以宝武钢铁集团为例,通过组建能源科技公司,实行能源专业化管理和产供销一体化运作,有效整合内部资源,发挥规模效应,节能减排成效显著。

4 钢铁行业能源安全管理存在的问题

4.1 能源消费总量仍然较大

中国钢铁行业能源消费总量占全国能源消费总量的15%左右,是仅次于化工、建材的第三大用能行业。2021年,全国粗钢产量10.33亿吨,比上年增长1.8%,能源消费总量继续保持高位。随着“十四五”期间钢铁产能的进一步释放,预计到2025年,粗钢产量将突破11亿吨,能源消费总量还将进一步增加。这将给钢铁行业能源保供和节能减排带来严峻挑战。控制能源消费总量,减少二氧化碳排放,既是国家赋予钢铁行业的重大责任,也是企业转型发展的内在要求,成为摆在钢铁行业面前的一项紧迫任务。

4.2 能源计量还不够精准

能源计量是实施能源管控的基础,关系到能源平衡、节能潜力分析等一系列重要工作。由于钢铁生产工艺的特殊性和现场条件的复杂性,能源计量的全面性和精确性还有待提高。当前,多数钢铁企业二次能源难以实现精确计量,如焦炉煤气、高炉煤气、转炉煤气等,由于介质复杂多变,热值不稳定,计量难度大,导致实际能耗与统计能耗存在一定差异,个别指标相差甚至达30%以上。能源计量不准确,直接影响了能源平衡测算的科学性和节能潜力分析的准确性。解决这一难题,迫切需要加强能源计量设施建设,提高能源计量的自动化、信息化水平。

4.3 节能技术应用有待深化

近年来,在国家产业政策引导下,钢铁行业节能技术取得长足进步,高炉煤气余压发电、干熄焦余热利用、转炉煤气回收等一大批重大节能工程建成投运,有力推动了行业

能效水平提升。但从总体上看,节能技术与钢铁生产工艺的融合还不够紧密,节能项目实施的系统性、配套性有待加强,部分企业重投资、轻管理,重建设、轻运行,致使一些节能项目没有充分发挥效益。针对性选择节能技术、科学评估节能效果,是钢铁企业需要研究解决的重要课题。当前,高效电机、变频调速、能量系统优化等先进节能技术亟须在钢铁行业推广应用,广度和深度还需进一步拓展。

4.4 能源管理基础相对薄弱

能源管理基础薄弱,制约了钢铁企业能源管理水平的整体提升。一方面,能源管理部门普遍存在定位不高、人员配备不足的问题,难以满足新形势下能源管理工作需要。部分企业能源管理人员兼职较多,专业化程度不高。另一方面,能源管理手段相对粗放,信息化、智能化水平亟待提升。能耗在线监测系统建设滞后,能源计量数据采集传输和综合分析利用还不够完善,能源管控的精细化水平偏低。同时,节能考核激励机制还不够健全,一些企业重生产、轻节能的思想还较为普遍,节能工作的推进力度有所欠缺。节能工作开展还存在阶段性、运动式的现象,能源管理的系统性和持续性有待加强。

5 加强钢铁行业能源安全管理的对策建议

5.1 树立能源安全发展理念

钢铁企业要从战略和全局的高度,充分认识能源安全的极端重要性,将其作为企业生存发展的头等大事,纳入公司“十四五”发展规划和年度重点工作,明确目标,细化措施,层层分解,压实责任,确保各项任务落到实处。在制定能源发展战略时,要立足国情,放眼世界,借鉴先进理念和实践经验,探索符合企业实际的能源发展道路。要处理好能源安全与企业安全生产、环境保护、经济效益的关系,在保障能源安全供应的同时,严守安全生产底线,坚持绿色发展理念,实现能源利用和经济社会发展的协调统一。要将能源管理作为企业管理的重中之重,纳入公司管理体系,与安全管理、环保管理、质量管理等工作有机结合、同步推进,统筹兼顾、整体施策,形成一盘棋的工作格局。要建立健全能源管理组织体系,加强能源管理队伍建设,完善能源管理制度流程,为做好能源管理工作提供坚实保障。只有树立“能源就是生命线”的发展理念,才能真正将能源安全管理的各项工作抓紧抓实、抓出成效^[2]。

5.2 建立健全能源管理体系

钢铁企业要成立由主要负责人任组长的能源管理领导机构,配备专职能源管理人员,明确各层级、各部门在能源管理中的职责分工,建立横向到边、纵向到底的能源管理组织体系。要全面梳理能源管理制度,补充完善能源计划管理、能源统计管理、节能考核管理等基础性制度,健全能源采购、储存、输送、使用等关键环节的管理制度,促进能源管理制度化、标准化。要理顺能源计量、能源统计、能源利

用、能源考核等工作流程,实现流程的优化再造。要大力推进能源管理信息系统建设,利用大数据、物联网、云计算等新一代信息技术手段,加快能源管理数字化转型,实现能源管控的实时化、可视化、智能化。要强化能源计量基础能力建设,加大能源计量器具配备,提高能源计量自动化水平,确保能源数据真实准确。要加强能源统计,准确掌握能源供需平衡状况,科学编制能源收支平衡表,为能源决策和节能管理提供数据支撑。要积极开展能源审计、能效对标等工作,查找管理短板和节能潜力,对标行业先进,持续优化改进。只有不断健全完善能源管理体系,才能为钢铁企业实现科学用能、节约用能奠定坚实基础,见图1。



图1 能源管理体系的建立

5.3 大力推广节能新技术

钢铁企业要成立由主要负责人任组长的能源管理领导机构,配备专职能源管理人员,明确各层级、各部门在能源管理中的职责分工,建立横向到边、纵向到底的能源管理组织体系。要全面梳理能源管理制度,补充完善能源计划管理、能源统计管理、节能考核管理等基础性制度,健全能源采购、储存、输送、使用等关键环节的管理制度,促进能源管理制度化、标准化。要理顺能源计量、能源统计、能源利用、能源考核等工作流程,实现流程的优化再造。要大力推进能源管理信息系统建设,利用大数据、物联网、云计算等新一代信息技术手段,加快能源管理数字化转型,实现能源管控的实时化、可视化、智能化。要强化能源计量基础能力建设,加大能源计量器具配备,提高能源计量自动化水平,确保能源数据真实准确。要加强能源统计,准确掌握能源供需平衡状况,科学编制能源收支平衡表,为能源决策和节能管理提供数据支撑。要积极开展能源审计、能效对标等工作,查找管理短板和节能潜力,对标行业先进,持续优化改进。

只有不断健全完善能源管理体系,才能为钢铁企业实现科学用能、节约用能奠定坚实基础。

5.4 强化能源管理队伍建设

钢铁企业要高度重视能源管理队伍建设,将其作为一项重要而紧迫的任务切实抓紧抓好。要有计划、分层次地开展能源管理人员培训,针对不同岗位、不同专业制定培训计划,采取集中培训与网络培训相结合、理论学习与实践锻炼相结合的方式,突出实用性和针对性,切实提高能源管理人员的业务能力和管理水平。要采取科学的选人用人机制,大力选拔懂技术、善管理的复合型人才充实到能源管理岗位,制定专项政策,鼓励专业技术人员从事能源管理工作,最大限度发挥各类人才在能源管理中的专业特长。要加强能源管理人才队伍建设统筹规划,建立健全能源管理人才信息库,加大人才引进和培养力度,优化人才成长环境,搭建多层次、多渠道的能源管理人才成长平台。要完善能源管理绩效考核体系,建立健全能源计量、考核、奖惩等配套制度,将节能降耗目标完成情况作为部门和个人绩效考核的重要内容,并与评先评优、职务晋升、绩效工资分配直接挂钩,形成能者上、平者让、庸者下的正向激励机制,充分调动广大能源管理人员的工作积极性^[3]。

6 结语

面对新形势新任务,钢铁行业必须把能源安全管理摆在更加突出的位置,坚持创新驱动、绿色引领,加快转变发展方式,实现减量化、再利用、资源化,走出一条内涵集约、循环高效的能源发展新路子。只有从观念、制度、技术、队伍、保障等方面持续发力,系统施策,才能不断提高钢铁行业能源利用效率,实现能源消费总量和强度“双控”,推动行业高质量发展,为建设美丽中国、实现碳达峰碳中和目标作出新的更大贡献。

参考文献

- [1] 孟凡君.加速形成新质生产力钢铁行业减碳进行时[N].中国工业报,2024-04-12(008).
- [2] 李梅广,孔红杰.钢铁行业中长期发展趋势浅析[J].冶金管理,2024(2):31-39.
- [3] 朱亮.电气节能技术在钢铁行业中的应用初探[J].冶金与材料,2024,44(2):10-12.

Practice of Embedded Electric Bag Dust Collector in Lime Rotary Kiln

Jie Chen

Shougang Changzhi Iron & Steel Co., Ltd., Changzhi, Shanxi, 046031, China

Abstract

Under the situation that the state pays more and more attention to the environmental protection work, the lime rotary kiln should carry out energy-saving transformation in the operation to achieve the relevant environmental protection standards. At present, in the production, the 600t/d lime rotary kiln adopts electrostatic precipitator, and the particles, NO_x and SO_2 after dust removal are far from the national ultra-low emission standards of environmental protection. Through the innovative application of technology, the combination of electric dust removal and bag dust collector in production and operation can give full play to their respective dust removal advantages, making the emission of particulate matter in the flue gas of the lime rotary kiln reach the national ultra-low emission standard, and greatly extend the service life of the bag and the life of the kiln body. In this paper, the application and practical measures of embedded bag dust collector in lime rotary kiln are analyzed in detail for reference.

Keywords

embedded bag dust collector; standpipe cooler; clean air chamber; filter bag

嵌入式电袋除尘器在石灰回转窑的实践

陈洁

首钢长治钢铁有限公司, 中国·山西 长治 046031

摘要

在国家对环境保护工作日渐重视的形势下,石灰回转窑运行中要进行节能改造,以达到相关环保标准。目前在生产中,600t/d的石灰回转窑,采用静电除尘器,除尘后颗粒物、 NO_x 、 SO_2 均远远达不到国家环保超低排放的标准。通过技术的创新应用,生产运行中采用电除尘与布袋除尘器的结合,可以充分发挥各自除尘优势,使得石灰回转窑窑尾烟气中颗粒物排放达到国家超低排放的标准,同时大大延长了布袋的使用寿命,与窑本体耐材寿命。论文对嵌入式电袋除尘器在石灰回转窑的具体应用实践措施进行了详细分析,以供参考。

关键词

嵌入式电袋除尘器;竖管冷却器;净气室;滤袋

1 引言

设计生产能力为600t/d的石灰回转窑,使用焦、转炉煤气混合进行煅烧,煅烧产生的窑尾烟气为 $800^{\circ}\text{C}\sim 1000^{\circ}\text{C}$,经过预热器预热石灰石烟气为 300°C 进入除尘器中且排出,窑尾烟气温度高。使用XWD120X3 $\times$ 5.8型三电场静电除尘器,除尘后颗粒物为 $70\sim 80\text{mg}/\text{m}^3$,且 NO_x 、 SO_2 均远远达不到国家环保超低排放的标准。

2 除尘器类型改善

2.1 嵌入式电袋除尘器

将XWD120X3 $\times$ 5.8型三电场静电除尘器,改为电除

尘器与布袋除尘器的结合——嵌入式电袋除尘器。

在打破COHPAC电袋复合型除尘器的基础上进行改造:改造电袋混合除尘器为嵌入式电袋除尘器。在原有的占地空间上,保持一电场结构不变,二、三电场内嵌入布袋,有机地将电除尘器与布袋除尘器的优点集中在了一个电场区域中,实现了阳极板与布袋以交错布置的最佳结合^[1]。高温烟气进入前级电除尘区,烟尘在电场电晕电流作用下荷电,大部分被电场收集下来,少量已荷电未被捕集粉尘随烟气均匀缓慢进入后级电袋除尘区,细微颗粒的烟尘被电极和滤袋交错排列的复合结构收集和过滤,从而烟气净化。这种新型高效嵌入式电袋除尘器可以收集高比电阻的粉尘,颗粒极细的粉尘,极大地提高收尘效率。

【作者简介】陈洁(1989—),女,中国山西长治人,本科,助理工程师,从事机械设备点检、石灰煅烧、机械设备改造及工程改造研究。

2.2 优点

2.2.1 占地面积小

在原有的占地空间上,保持一电场结构不变,二、三电场内嵌入布袋,增加 3600m^2 布袋除尘面积,达到超低排放标准,占地面积比其他单独除尘器小 20%~30%。

2.2.2 除尘效率高

利用电除尘器与布袋除尘器的相互补充,除尘效率达到 99.99% 以上,出口排放浓度小于 $10\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。嵌入式电袋除尘有机的结合电袋除尘和布袋除尘的特点,充分发挥电除尘器和布袋除尘器各自的除尘优势,收集高比电阻、颗粒极细的粉尘,极大提高收尘效率。

2.2.3 阻力小

嵌入式电袋除尘器在收尘原理上有突破,布袋清理下的粉尘会再被收尘极板捕集,附着布袋上粉尘电荷粉尘以带负电荷为主,相互排斥,形成絮状粉尘,增大了透气率,所以阻力降低,一般运行阻力在 600Pa ,实现原有配套风机电机不用更换可以满足电袋使用要求。

2.3 内部结构

2.3.1 壳体

壳体是除尘器设备实现气尘分离的空间,是除尘设备的基本框架和主要的承载部件。要求本体漏风率 $\leq 2\%$ 。顶部采用内、外顶双层结构,中间保温,不但保温效果好,而且屋顶密封性较优,保证不会渗水;同时保证了设备的漏风率。

2.3.2 净气室

位于壳体花板面之上,是含尘气体经过过滤袋过滤粉尘后干净气体的通道。净气室的净高度的设计满足可以将滤袋、袋笼方便地取出和装入,便于随时进行检修维护。

2.3.3 阳极系统

阳极板又称收尘极板或沉积板。其作用是捕集荷电粉尘,冲击振打时,极板表面附着使得粉尘成片状或团状脱离板面,落入下部灰斗,达到除尘的目的^[2]。

本次选择 480mm 的 C 型极板,其材质为 SPCC,厚度为 1.5mm 。垂直度误差 $< 10\text{mm}$,同极距误差 $< 10\text{mm}$ 。阳极板采用自由悬挂型的吊挂方式,这种吊挂方式的清灰效果较好,且更适用于高温烟气的场合。每排由 8 块收尘板组成,有效长度达 4.0m 。上部采用 H 型悬挂梁,两端增加垂直调心装置,保证极板铅垂于电场内;下部与撞击杆采用凸凹套固接形式,保证撞击杆的直线度和抗振打能力,振打砧和撞击杆的连接采用预制铆接,保证振打砧不松动,不掉砧,振打效果好。为保证每排板的平面度,撞击杆下面有限位板,以保证极间距。

2.3.4 阴极系统

阴极系统是静电除尘的核心部件之一,是电晕放电的部件,因此称为电晕级或放电极,有因其呈阴极负电极,俗称阴极。

阴极线采用 BS 改进型芒刺线,能在较低电压下起晕放电,这样可大大提高电源运行的工作范围;为解决普通 RS 芒刺线与 480C 型极板匹配时存在板电流密度为零的电晕死区,影响收尘的问题,BS 改进型芒刺线采用四个齿的芒刺片,在两个主放电齿旁边各增加一个辅助放电芒刺,不但消除电晕死区,而且使板电流密度比较均匀,可有效的抑制反电晕现象,增加阳极板的有效利用率,提高除尘效率。实验室试验表明,在同极间距 400mm 时,在相同的试验条件下 RS 线的 $\sigma_i=0.516$,星形线的 $\sigma_i=0.473$,而 BS 系列新型管状芒刺线的平均 $\sigma_i=0.245$,可见 BS 新型管状芒刺线的电流密度的均匀性不仅大大优于 RS 线,而且也明显地优于以电流密度均匀著称的星形线。第一电场粉尘浓度较高,粉尘粒度较粗,所以芒刺线选用 BS-04 线,它不但起晕电压低,且放电方位多,芒刺尖端电场强烈,可避免电晕封闭问题,在高浓度的条件下使粉尘快速的充分荷电。第二、三电场粉尘浓度略低,粉尘粒度略细,比电阻较高,所以芒刺线选用 BS-02 线。这点对粘性较大细粉尘清灰特别重要。同时采用此方式更有效地降低运行电流,有利于实现电除尘器的节能。更可提高阳极板的利用率,有效的提高除尘效率。

2.3.5 振打系统

①阳极振打系统。电极清洁直接影响电除尘器的除尘效率,通过振打装置使捕集的灰尘落入灰斗并及时排出,保证电除尘器的有效工作。本次改造根据粉尘的性质,阳极振打采用单室底部振打技术,每个电场收尘极下部设有一套振打机构,采用侧部挠臂锤振打。同时根据振打试验选择振打锤的重量,提高了振打加速度,使阳极板上部的粉尘获得足够的振打加速度,有利于阳极板振打清灰。振打周期可以通过 PLC 调节。

②阴极振打系统。本次改造的每个电场采用顶部挠臂锤振打,为防止掉锤,锤头和锤柄间采用铆接,为使振打机构安全可靠,设有安全保护销。瓷轴箱内为防止结露,每个瓷轴箱内设一套电加热装置和温控装置。振打轴采用同收尘极振打轴相同的防窜轴、卡轴的措施。

除尘器烟气温度变化复杂,当温度超过一定温度时,阳极板受热伸长,阳极振打无法打到阳极振打杆中心位置,振打力减小,积灰无法清除。根据温度和热膨胀量的计算值,振打锤头的中心与振打杆的中心错开一定的高度差,在安装及空载运行时,振打锤头中心打在振打杆的中心偏下位置,当通烟气运行温度变化后,阳极板受热伸长,使振打锤打在振打杆的中心偏上位置。保证振打力达到设计要求的数值及克服高温变形打不到位的问题,提高振打清灰效果^[3]。

2.3.6 气流分布板

气流分布板采取阻流加导流型的进口气流分布板,保证了气流分布的均匀性:气流分布的均匀程度,是提高除尘效率的先决条件,特别是除尘效率要求高的条件,气流分布的均匀性程度尤为重要。为了使流入电场的含尘气体均匀经

过电场,在电场入口前装有进口气流分布板,常规设计采用的为纯阻流型气流分布板,这种气流分布板在调整时,需通过开孔或补孔,调整困难,且流体阻力较大,磨损严重,气流分布均匀性往往达不到设计要求,阻流加导流型的气流分布装置,该装置由多孔板和导流叶片组成,多孔板开孔直径为 $\phi 60\text{mm}$,开孔率根据模拟实验确定,使孔不容易堵,流体阻力大大减小。多孔板旁边的两个折边大大增强了本身的刚性,即使在相当强的涡流作用下,也不会变形,烟气在导流板的导引下能更均匀的进入电场,有效的消除气流沿分布板面不垂直的漫流现象。该气流分布装置的现场调整也很方便,只需改变导流叶片的悬挂位置就可达到目的。

2.3.7 二层迷宫式槽型板

出口喇叭内设置二层迷宫式槽型板,此种结构可组成一个附加的电场,以收集从未级电场“溜”出来的残余灰尘,增加对细粉尘的捕集,实现再次收尘作用。

2.3.8 旁路阻气板

进入电除尘器电场内的烟气应均匀通过电场内,并通过荷电吸附在阳极板,但仍有少部分烟尘未荷电而从最外侧阳极板与立柱间的空隙通过电场,导致烟气旁路,影响除尘效果,因此在每电场前后最外侧一块阳极板与立柱空隙间设置内部阻气板,阻止烟气旁路,使烟气全部有效进入收尘区,提高收尘效率^[4]。

3 长寿命滤袋的设置

3.1 增加竖管冷却器

在预热器之后,电袋除尘器之前增设竖管冷却器,竖管冷却器包含374根管,10台轴流风机。

①为考虑高温烟气为 300°C 进入除尘器后会损坏除尘本体设备及布袋,增加维护成本费用。在预热器之后,增设竖管冷却器,降低进入电袋除尘的高温烟气温度,使得高温烟气温度控制在 $150^{\circ}\text{C}\sim 160^{\circ}\text{C}$,降低布袋的成本及维修费用。

②竖管冷却器下增加卸灰装置,使得高温烟气中大颗粒物通过竖管冷却器就可排除,大大的减轻了除尘器的工作负荷。由竖管冷却器下排出的大颗粒物占整体高温烟气粉尘的30%~35%。

③竖管冷却器排出的大颗粒物增设罗茨风机输送至成品储灰仓内,降低生产成本^[5]。

3.2 更换滤袋材质

采用优质的布袋材质,减少运行阻力,延长布袋使用寿命。

3.2.1 袋笼

首先袋笼使用20#碳钢,采用耐高温有机硅静电喷涂,涂层厚度为 $\leq 50\mu\text{m}$ 。袋笼三节连接,保证在6000Pa负压下运行1小时变形小于3mm。竖筋不小于16根,直径不小于4mm,之间间距不大于30mm,圆环间隔不大于200mm。袋笼联接有防脱落措施。

3.2.2 滤袋

初次的改造是在2015年,颗粒物排放要求 $30\text{mg}/\text{m}^3$,采用滤袋的材质为50%PPS+50%PTFE材质混纺针刺毡表面微孔涂层,改造后一个月后,达产由第三方检测,颗粒物排放浓度为 $9.5\text{mg}/\text{m}^3$,运行四年后再经第三方检测的大气排放监测数据显示实际运行颗粒物排放浓度为 $10\sim 22\text{mg}/\text{m}^3$,且此间没有更换布袋^[6]。

2019年,其次滤袋材料的选择考虑到耐温、耐酸碱、耐氧化、粉尘颗粒大小、气布比、粉尘磨损性、清灰方式、抗水解性、安装方式等因素,根据除尘器运行环境和介质情况选用优质材料,选择氟美斯符合覆膜针刺毡滤袋,滤料成份为无机纤维+机纤维/玻纤。滤袋克重为 $950\sim 1000\text{g}/\text{m}^2$,厚度为 $1.8\sim 2.0\text{mm}$,滤袋设计温度连续 $260^{\circ}\text{C}\sim 280^{\circ}\text{C}$,瞬间温度 300°C ,透气量 $7\sim 13\text{cm}^3/\text{cm}^2/\text{S}$,处理方式PTFE浸渍、PTFE膜。布袋底部采用三层包边缝制,无毛边裸露,底部采用加强环布,滤袋合理剪裁,尽量减少拼缝。拼接处,重叠搭接宽度不小于10mm,提高袋底强度和抗冲刷能力。这种布袋为超细纤维滤料,其具有的孔隙及材料特性,在保证现有除尘器正常运行同时,确保达到超低排放标准。经除尘器提标升级改造后,达产由第三方检测,颗粒物排放浓度为 $7.4\text{mg}/\text{m}^3$,满足冶金业关于颗粒物排放的超低排放 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 的要求,并在运行1年后在线监测颗粒物排放为 $3\sim 5\text{mg}/\text{m}^3$ 。袋笼与滤袋的装配间隙直径间隙 $4\sim 6\text{mm}$,底部间隙 $15\sim 120\text{mm}$,布袋同排间距为 $220\pm 2\text{mm}$;异排间距为 $240\pm 2\text{mm}$;滤袋采用规格 $\phi 130\times 8000\text{mm}$;滤袋数量1092个。

4 其他

阻尼开关:在电袋除尘器下方灰斗上安装阻尼开关,自动控制。做到上方不会造成满灰顶坏极板,下方放料不会使整个除尘系统透风漏气的作用。下方增设机械双重检测低料位球阀,做到职工日常检测,防止存在漏风。

5 结语

在石灰回转窑运行中,创新采用电除尘与布袋除尘器的结合的嵌入式电袋除尘器,高效除尘处理方式,使得石灰回转窑窑尾烟气中颗粒物排放达到国家超低排放的标准,同时大大延长了布袋的使用寿命,与窑本体耐材寿命。

参考文献

- [1] 周兴求.环保设备设计手册——大气污染控制设备[J].时代启,2004(6).
- [2] 唐敬麟,张禄虎.除尘装置系统及设备设计选用手册[Z].2004.
- [3] 杨建勋.袋式除尘器设计指南[M].北京:机械工业出版社,2012.
- [4] 祁君田.现代烟气除尘技术[M].北京:化学工业出版社,2008.
- [5] 王洪礼.最新电除尘器的选型安装和运行及其技术应用实用手册[M].北京:中国机械工业出版社,2006.
- [6] 黎在时.电除尘器的选型安装[M].北京:中国电力出版社,2009.

Research on Power Transmission Line Construction of Electric Power Engineering

Meng Tian

Beijing Electric Power Company Maintenance Branch, Beijing, 100021, China

Abstract

This paper deeply studies the key problems, construction technology and methods, key technologies and challenges, quality and efficiency management, environmental protection and sustainable development of transmission line construction in power engineering. Through the comprehensive analysis of the existing technology and experience, a series of solutions and optimization strategies are proposed to improve the construction efficiency, optimize the construction technology, ensure the construction quality, and promote environmental protection and sustainable development. The research results of this paper will provide comprehensive technical and management guidance for the construction of power engineering transmission lines, promote the power industry towards a more healthy and sustainable direction, and help the development and progress of the energy field.

Keywords

power engineering; transmission line; construction technology; key technology; quality management

电力工程输电线路施工研究

田萌

国网北京市电力公司检修分公司, 中国·北京 100021

摘要

论文对电力工程中输电线路建设的关键问题、施工工艺与方法、关键技术与挑战、质量与效率管理以及环境保护与可持续发展等方面进行了深入研究。通过对现有技术和经验的综合分析,提出了一系列解决方案和优化策略,旨在提高施工效率、优化施工工艺,保证施工质量,促进环境保护和可持续发展。论文的研究成果将为电力工程输电线路建设提供全面的技术和管理指导,推动电力行业朝着更加健康、可持续的方向迈进,助力能源领域的发展和进步。

关键词

电力工程; 输电线路; 施工工艺; 关键技术; 质量管理

1 引言

随着电力项目快速推进,输电线路建设成为促进能源工业发展的重要保障,但在输电线路建设过程中,面临的挑战和问题往往来自土建施工、设备安装和质量管理。因此,提高电力工程建设的质量、效益和可持续发展,对于深入研究输电线路建设,探索有效的施工工艺和管理方法,具有十分重要的意义。

2 输电线路施工工艺及方法

2.1 输电线路施工工艺概述

在电力工程领域,保证线路安全稳定运行,关键环节就是输电线路建设过程。输电线路施工工艺主要包括线路勘测、基础施工、塔架运输安装、导线架设、紧接挂线、附件安装、线路试验验收等步骤,如图1所示,输电线路施工工

艺主要包括线路勘测、基础施工、塔架。第一步是线路勘测,这一阶段利用地理信息系统(GIS)和全球定位系统(GPS)技术,考虑地形地貌、环境影响和城市规划等因素,综合考虑确定最优路径,对线路路径进行精确测量。随后,根据测量结果,进行包括土石方开挖、混凝土浇筑、钢筋笼扎等在内的基础施工,以稳固支撑输电塔架。第二步是实施塔架运输安装,采用起重机械分段运送塔架进场,按设计图组织塔架。杆塔安装完成后,进行导线架设工作,将导线由一基杆塔向另一基延伸,采用张力式放线或人力牵拉的方式,保证导线张力式、弧垂式达到设计要求。第三步是对导线和挂线进行作业,保证导线在风力作用下不会产生太大的摆动,通过对紧线机或紧线器的调整,使导线达到规定的紧度。第四步是进行配件安装,包括对保证线路绝缘性能和运行稳定性至关重要的绝缘子、金具、防震装置等^[1]。第五步是进行确保线路施工质量符合国家标准和规范要求的绝缘电阻试验、耐压试验、导线连接可靠性检查等线路试验和验收工作。

【作者简介】田萌(1988-),女,中国北京人,本科,工程师,从事输电研究。

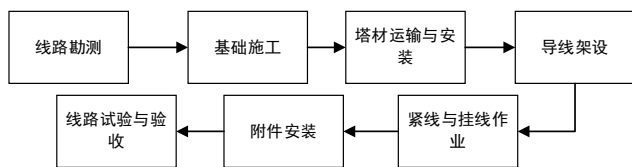


图1 输电线路施工工艺流程

2.2 输电线路施工方法介绍

在电力工程领域，根据地形地貌、环境条件、线路跨度和技术水平等因素，可以采用以下几种施工方法：

①张力放线法，适用于通过张力机施加张力，使导线在杆塔之间按预定张力设置并按弧垂架设置，长距离、大跨度的输电线路施工。这种方法可以有效降低电线受力的程度，使线路稳定性得到提高。

②人力牵引放线法，在地形复杂或机械难以到达的地区，适用于小规模或临时线路施工时，对导线的牵引和放线，可能需要依靠人力或简易机械。

③直升机放线法，可采用直升机引线展开，这种方法施工速度快，但造价较高。

④可跨越复杂地形，提高施工安全性的无人机放线法，主要用于导引绳的展放。

⑤抱杆法利用抱杆吊装、拼装塔材，在塔架较高或建筑空间受限的条件下在城市或狭小空间内，适用于建筑环境。

⑥特高压输电线路铁塔组立适用的内悬浮抱杆法可提高安全和施工效率。

⑦灌注桩基础，在软地基基础上，为了保证铁塔的稳定和承载能力，采用灌注桩技术作为铁塔的基础。

⑧岩石基础，在岩石地带，利用岩石锚固技术，减少开挖工作量，保护环境，将杆塔通过锚杆固定在岩石上。

2.3 施工工艺的选择与优化策略

在输电线路施工中，施工工艺的选择应基于地形地貌、环境条件、技术要求和经济效益等因素综合考量。如在地形复杂的山区可能采用直升机或无人机辅助放线，而开阔平原地区可采用传统的张力放线法等与地形地貌环境条件相适应的技术措施来保证施工的顺利进行。

施工优化策略主要包括：①以先进的施工设备如张力机牵引机等为手段，对建设过程进行改进；②在运用信息化管理手段的同时，以地理信息系统为基础，对施工过程进行优化；③以实时数据分析为基础，对施工方案进行动态调整；④以可持续发展理念为基础，在建设过程中充分考虑环保问题，采用低影响建设技术来减少施工对生态环境的冲击。

3 输电线路施工过程中的关键技术与挑战

3.1 土建施工技术

在输电线路建设过程中，整个工程的稳定性、耐久性都直接受到土建施工质量的影响。土建施工主要是开挖塔基，进行浇筑、维修等工作。在开挖过程中，需要对塔基位

置进行精确测量和确定，设计出灌注桩、岩石锚固或直接地基等合适的基础形式，兼顾地质条件和承载力。浇筑时对混凝土的配比、浇筑质量等进行严格控制，保证其符合设计要求的强度和耐久性。与整个塔基的机械性能和抗弯能力有关，钢筋笼的绑扎和安装精度同样至关重要。在建设过程中，还需要采用全站仪、GPS等现代测量技术，以保证准确的塔基位置。同时应用BIM技术进行施工仿真及碰撞检测，使施工方案更加优化，施工中的误差和返工现象得以减少。

3.2 铁塔安装与调试技术

输电线路建设中关键环节是铁塔安装调试技术，铁塔安装前需对塔材进行包括塔材尺寸、平整度、防腐涂层等方面的严格质量检测，确保材料达到设计要求。安装时采用全站仪等高精度测量工具进行塔位定位、垂直校正，确保铁塔精确对齐、垂直负荷工程技术规范。杆塔构件通常采用螺栓连接或焊接的方式进行组装，其中螺栓连接需要保证扭矩达到规定值，避免杆塔结构因连接不牢固而出现松动的情况^[2]。而焊接操作则需要有经验的焊工来进行，焊缝的质量需要达到无瑕疵的标准，并且在质量检验上要经过非破坏性的检测技术。铁塔调试技术则包括为了消除安装时产生的应力和偏差，在自重和外力作用下保证铁塔的稳定，对铁塔各部分进行微调。在调试过程中，直到铁塔达到设计要求的平衡状态，才可能需要使用临时支架或拉索进行辅助调节。

3.3 输电线路设备安装与测试技术

在设备安装阶段，需要精确定位固定绝缘子串、金具、导线等配件，这一过程需要依靠起重、紧固装置来保证装置的精密牢固性。安装时应严格按照设计规范逐步检查和调整设备，使之与电气、机械的不同负荷相适应。随后进行包括绝缘电阻试验、耐压试验、电线连接可靠性检查等在内的线路测试技术。绝缘电阻试验用于检测绝缘子串的绝缘性能，而耐压试验则模拟运行中线路可能遇到的过电压状况，从而达到测试线路的目的。对导线连接进行可靠性检查，通过机械、电气检测，确保连接点的稳固，保证良好的导电性能^[3]。

4 输电线路施工质量与效率管理

4.1 施工质量管理体系建立

在输电线路建设中，建设质量管理体系主要包括：制定详细的质量计划、明确工程质量目标、标准和验收要求、各建设阶段质量控制点等几个核心组成部分。从选材、施工工艺到设备安装，每一个环节都需要严格按照既定的质量标准来把关，全面落实质量控制措施。建立质量监督机制，定期对建设过程进行检查和评价，通过第三方质量监督或内部质量审计等手段，确保建设质量达到设计要求和规范要求。同时，引入质量信息系统，对施工过程中出现的质量问题，运用信息化手段进行记录、分析、反馈，实现质量信息透明化、可追溯。通过定期培训，提高施工人员对质量标准和操作规程的理解和掌握，施工人员的业务培训和技能提升也是

质量管理体系的重要内容^[4]。建立质量激励和责任追究机制,对施工过程中表现突出的,给予奖励,对质量问题严肃处理,形成质量文化,全员参与,精益求精。

4.2 施工效率提升策略与措施

采用机械化作业代替人工作业等先进的施工工艺和设备,提高作业速度,减少人力需求,以提高输电线路的施工效率。实施精细化施工方案管理,通过施工进度方案和甘特图等工具确保各工序无缝衔接,不浪费时间,不闲置资源,详细规划、调度施工活动。加强现场管理,通过5S(整理、整顿、清扫、保洁、素养)管理,减少施工中的混乱和事故,营造施工现场的有序环境。同时通过建设管理软件、手机应用等信息化手段,实现对建设过程的实时监控、快速反应,提高决策时效。强调精益求精、不断创新,鼓励建设队伍为适应不断变化的建设环境和建设要求,不断探索新的建设方法和管理策略。

4.3 施工过程中的质量与进度监控

建设过程中的质量和进度监测,需要建立包括关键建设节点设置、进度数据实时采集,定期实施质量检查等在内的一套完整的监测体系。建筑进度和质量信息的实时更新和共事是利用现代信息技术,如建筑信息模型(BIM)、建筑管理软件和移动通讯工具等。并对基础浇筑、杆塔组立、导线架设等施工过程中的关键工序实行重点监控,确保严格按照施工规范和设计要求,对这些工序实施全程监控。通过混凝土强度检测、导线张力检测、绝缘性能检测等常规质量检测和性能检测,使质量问题得到及时发现和解决。进度监测不能只盯着眼前的状态,对未来可能出现的延误和风险,也要通过预测和模拟技术进行预判,做到未雨绸缪^[5]。对发现的进度偏差,迅速采取增加资源投入、优化施工流程或对工作任务重新下达等调整措施。

5 环境保护与可持续发展

5.1 施工过程中的环境影响评估与管理

建设输电线路前,必须进行环境影响评价,对施工活动造成的当地生态系统水文地质和空气质量等方面的影响进行识别和分析,并据此制定出详细的环境管理方案,以包括野生动植物保护措施土壤侵蚀的控制噪音和粉尘污染控制策略等内容,在建设过程中采取低影响的施工技术,如限制施工区域减少地表扰动采用可持续材料和循环利用施工废料,同时实施严格的环境监测定期对施工活动是否按照环境管理计划执行进行跟踪检查确保施工对环境的影响最小

化,以配合当地环保部门共同遵守相关环保法规及时响应环境问题采取相应纠正措施等,以保护当地生态环境。

5.2 输电线路施工与生态保护

在输电线路建设中,为了减少对自然环境的干扰和破坏,生态保护要求在建设活动中采取一系列的措施。为减少地表扰动,利用地下电缆穿越敏感生态区,使用无人机和直升机进行导线展放。在建设过程中,实施严格的生态保护计划,如建设前的野生动植物考察、建设中避免繁殖期的干扰、建设后的重新种草、植树等生态修复工作。施工方案应采用适当的排水系统设计和植被覆盖措施,兼顾水土保持和土壤侵蚀控制。

5.3 推动可持续发展的施工技术创新

施工技术创新主要包括采用节能高效的机械设备,开发低环境影响的建筑材料,实施减少废弃物和排放的工艺流程等,以促进可持续发展的建筑技术创新。如减少化石燃料消耗和温室气体排放的建筑车辆,采用电动或混合动力。在建筑材料上,在施工过程中优先选用可循环或降解的材料,以降低对环境的污染。技术创新还涉及施工方法的改进,如减少土地挖掘的精确数字放线技术的采用,提高施工的安全性和效率的线路巡检和监控使用无人机等。

6 结语

输电线路施工是电力工程中至关重要的环节,施工质量和效率直接影响着电网运行的安全稳定和经济性。论文系统地探讨了输电线路施工的工艺、方法以及关键技术与挑战,提出了施工质量与效率管理的策略,并强调了环境保护和可持续发展在施工过程中的重要性。未来,应不断加强施工技术的研究与创新,提升施工质量和效率,同时积极应对环境保护的挑战,促进输电线路施工工作朝着更加安全、高效、环保、可持续的方向发展。

参考文献

- [1] 鲍馨宇.电力工程中的输电线路施工技术研究[J].光源与照明,2023(12):153-155.
- [2] 唐麒.新形势下电力工程输电线路设计及施工技术[J].自动化应用,2023,64(S2):133-135.
- [3] 张伟,韩旭.电力工程中高压输电线路施工技术与检修研究[J].大众标准化,2024(5):52-54.
- [4] 王润琪,张心语,高超,等.架空输电线路工程的质量控制要点与对策分析[J].农村电气化,2023(11):1-2+64.
- [5] 廖鼎.10kV电力工程输电线路施工管理[J].电器工业,2023(8):56-58+66.

Research on the Impact of Renewable Energy Access to the Power Grid on the Stability of the Power System

Lu Wang

Xinjiang Xinneng Power Grid Construction Service Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract

With the rapid development of China's social economy, new energy power generation technology has also been vigorously developed. Among the new energy power generation technologies, wind power generation and photovoltaic power generation are developing very fast, and the promotion and application of these new energy power generation technologies have an increasing impact on the stability of the power system. This paper firstly introduces the basic contents of new energy types, access methods, technical characteristics, etc., and then takes the practical application of new energy in the power system as an example, introduces the principle of the adverse impact of new energy access to the power grid on the stability of the power system, and based on this, some countermeasures are proposed, hoping to provide some valuable references for the construction of new energy power system in China.

Keywords

new energy; access to the power grid; power systems; stability; impact studies

新能源接入电网对电力系统稳定性的影响研究

王璐

新疆新能电网建设服务有限公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830000

摘要

随着中国社会经济的快速发展, 新能源发电技术也得到了大力的发展。在新能源发电技术中, 风力发电与光伏发电的发展速度非常快, 而这些新能源发电技术的推广应用对电力系统稳定性的影响也越来越大。论文首先介绍了新能源的种类、接入方式、技术特点等基本内容, 其次以新能源在电力系统中的应用为例, 介绍了新能源接入电网对电力系统稳定性造成不利影响的原理, 并基于此, 提出了一些应对措施, 希望能为中国新能源电力系统建设提供一些有价值的参考。

关键词

新能源; 接入电网; 电力系统; 稳定性; 影响研究

1 引言

新能源接入电网, 不仅可以改善电力系统的稳定性, 还可以促进新能源的发展。随着社会的进步和经济的发展, 中国电力行业得到了快速的发展, 同时也带动了新能源产业的不断发展。新能源产业的快速发展, 促进了新能源接入电网对电力系统稳定性的影响, 基于此, 论文对新能源接入电网对电力系统稳定性的影响进行了研究, 以期为中国电力行业提供一定的参考。

2 新能源的基本内容

2.1 新能源种类

新能源, 泛指那些能够独立于传统能源之外持续存在并不断发展的能源形式。这类能源包括但不限于风能、太阳能, 以及诸如地热能、海洋能和生物质能等多种可再生资源。

这些新技术或新兴的能量来源有望为我们提供更清洁、更经济、更安全的能源解决方案。随着科技进步和环保意识的提高, 新能源正逐渐成为全球能源转型中不可或缺的重要组成部分。随着社会经济的发展和科学技术的进步, 新能源已成为了重要的能源之一。由于新能源的应用是一个漫长且复杂的过程, 而且还会受到很多因素的影响, 因此在开发和利用新能源时必须谨慎。

2.2 接入方式

可再生能源的利用正逐渐成为全球能源转型和可持续发展战略中不可或缺的一部分。然而, 由于其发电过程所固有的随机性和波动性, 这些能量并不能像传统电源那样稳定地融入现有的电网系统中。电网运营商面临着如何有效接纳可再生能源的挑战。这种情况下, 直接将可再生能源并入传统电网无法实现。为了解决这一难题, 目前主要有两种并网方式被采用: 一是通过在分布式发电系统中进行接入, 比如风光互补供电系统, 这类系统能够将风能和太阳能等可再生能源与传统电力资源相结合, 以提高整个供电系统的灵活性

【作者简介】王璐 (1986-), 男, 中国新疆乌鲁木齐人, 本科, 工程师, 从事电网建设、电网规划、电力工程研究。

和可靠性。另一种方式则是让可再生能源独立运作，作为一个备用电源或调峰电源来使用。这样，当传统电源因需求高峰而出现供应紧张时，可再生能源可以作为补充力量参与电网的平衡调节，从而确保电力系统的稳定性和经济性。此外，随着技术的进步和成本的降低，越来越多的国家和地区正在考虑和实施更多创新的并网模式，以期更好地应对可再生能源发电的间歇性问题，并最大限度地发挥其在电网中的潜力。这种综合性的方法不仅有助于提升电网的能效，还能促进可再生能源产业的进一步发展，推动绿色低碳生活方式的普及。

2.3 技术特点

①新能源技术拥有一系列显著的技术特点，这些特征包括但不限于：它们的能量密度极高，意味着单位体积或重量中所包含的能量更多；功率密度也非常高，即在相同时间内能够产生的电能相对于传统能源更为集中；此外，新能源的使用寿命通常较长。

②相较于传统能源，新能源在环境保护方面具有显著优势。其生产和使用过程对环境的负面影响较小，减少了温室气体排放、空气污染以及其他生态破坏问题。

③新能源系统展现出了卓越的可控性和灵活性。这意味着它们可以根据需要进行调整以适应不同的应用场景，同时保持高效运行。

④新能源技术并不面临资源枯竭的威胁。随着技术的不断进步和创新，新能源可以通过多种方式持续供应，为未来的能源需求提供持久支持。

⑤新能源技术已经在全球范围内得到了广泛的推广和应用。无论是在工业领域还是民用市场，新能源都已成为一股不可忽视的力量，推动着经济的发展和社会的进步。

⑥新能源作为一种清洁能源，其生产过程完全避免了对人体健康造成潜在危害的物质产生。这种环境友好型能源的出现，对于改善人类居住环境、保障人体健康具有重要意义。

3 新能源接入电网对电力系统稳定性影响的解决策略

3.1 加强电网规划，降低新能源接入规模

电网在发展过程中，需要根据地区的实际情况和未来发展需求，合理规划电网结构。中国地域辽阔，不同区域的经济发展水平以及环境保护需求存在差异，这就要求我们在电网规划过程中充分考虑到各地区的特点，尤其是对新能源资源丰富的地区，要进行科学规划，采用合适的接入方式将新能源接入到电力系统当中，尽可能降低新能源接入的规模，避免对电力系统稳定性造成不良影响^[1]。

①提高电网电压等级，建立智能电网。为有效降低弃风、弃光现象发生的概率，电网企业要积极提高电网电压等级，完善配电网。一方面可以增加变电站数量，另一方面可以

提升电网输电能力，增强电能传输稳定性。此外，还可以通过安装智能化设备来实现负荷平衡，当出现用电高峰期时，可以自动切断一部分负载，从而缓解用电紧张问题；当用电低谷期到来时，又可以开启另一部分的负载，以此确保用电高峰期的供电安全稳定。

②完善相关法律法规，明确电力市场主体地位。随着新能源技术的不断成熟，风电、光伏发电等新能源产业开始逐渐壮大，而电力体制改革也进入了关键时期，目前各地电力交易中心正在逐步组建中。因此，电力市场需要建立和完善相应的法律法规，明确电力市场主体地位，保证新能源产业健康有序地发展，为新能源接入电网奠定坚实基础。

3.2 完善新能源调度控制系统

在当今这个日益发展的能源市场中，对新能源发电功率的监测显得尤为重要。随着可再生能源发电技术的不断进步和普及，这些绿色电力已经逐渐成为电网稳定运行的关键力量。然而，由于新能源发电厂通常不会满负荷运作，它们的发电量往往呈现出明显的间歇性与波动性特征。这就要求我们必须采用高度精确的监控手段来实时跟踪电力负荷，以确保电网能够应对这种不连续的能源供给模式。目前，为了更好地管理和利用这些新能源，国家已经着手建立起一套全国性的电力负荷预测系统。该系统依托于庞大而复杂的数据分析能力，通过对全国各省份的用电量统计数据进行深入分析，结合气候变化、经济增长、产业结构调整等多种因素，它能够对未来一段时间内的用电需求进行精准的预测。更进一步，预测系统还可以考虑纳入一些企业的具体生产情况，通过这种方式将企业生产的动态变化有效融入预测模型，从而使预测结果更加贴近实际需求，为电力系统的优化调度提供科学依据。

为了确保电网稳定运行，应该提前做好充足的准备工作，在必要的时候启动备用电源，从而提高电网的稳定性。另外还可以借助智能优化调度的方法，保证电力供需之间保持平衡状态，从而降低新能源发电功率波动给电网带来的影响。除了对电力需求的实时跟踪之外，电能质量的检测同样不可或缺。现代化的电能质量测量装置，能够及时捕捉到电网中潜在的故障信号，并据此迅速采取措施以保证电网的安全稳定运行。这种设备能够测量电压、电流、频率等多个参数，帮助工程师们快速定位问题所在，并采取相应的修复或预防措施。这样一来，即便是在新能源出力波动较大的情况下，也能保持电网的稳定性和可靠性，保障电力供应的连续性和安全性。综上所述，随着新能源的广泛应用，对电网的新能源发电功率进行监测和调控变得日益迫切。通过建立先进完善的电力负荷预测系统，以及引进高精度的电能质量测量装置，我们可以更好地对电力系统进行优化和维护，确保电网在面对各种挑战时，都能保持高效、可靠和环保^[2]。

3.3 建设新能源辅助调峰设施

新能源作为未来可持续能源体系的重要组成部分，其

在电力系统中扮演着举足轻重的角色。在负荷高峰时期与低谷时段，风电和光伏发电量往往呈现出较大的盈余状态，这一现象对电网的调峰调频能力提出了更高的要求。为了确保电网能够应对这种周期性变化带来的电量波动，避免弃风弃光等现象的频繁发生，需要电网拥有强大的调节能力。这样的电网不仅要能够迅速响应新能源发电的变化，而且还要能够在确保不造成额外成本的前提下，实现新能源资源的有效转移和优化配置。通过将过剩的风电或光伏等电力输送到需求旺盛的地区，可以显著减少这些地区因电能过剩而导致的浪费，同时也有助于提高整个电力系统的运行效率和稳定性。这种跨区域、灵活高效的电力调度，是构建绿色、智能电网不可或缺的关键环节，对于推动新能源产业的健康发展以及保障电网安全稳定运行具有重要意义。目前中国大部分地方还没有建设专门用于辅助调峰的设施，比如抽水蓄能电站，因此当出现短时强降雨天气时，只能通过扩大火电厂的生产规模来满足用电需求，导致煤耗激增，从而引发一系列环境问题。如果能建设新能源调峰设施，将多余的新能源存储起来，等到用电高峰再释放出来，不仅可以缓解供需矛盾，还可以提高供电的可靠性，实现可再生能源的高效利用。

3.4 改善电源结构

在当前的能源转型背景下，新能源发电如风能和太阳能的迅猛发展带来了显著的发电波动性，这对电力系统的稳定性构成了严峻挑战。为了应对这种波动，有必要通过调整和优化电源结构来增强整个电力系统的韧性和可靠性。以下是一些具体的措施，可以有效地改善这一状况：首先，构建一个全面的火电机组与风电出力之间的联动模型至关重要。通过深入分析两者之间的关系，我们可以开发出一套科学合理的调度策略。该模型能够预测在不同风力条件下火电的最优响应时刻，从而使得系统中的其他发电机组能更好地适应风电的不确定性。通过这样的科学调度，可以将风电出力波动的影响降至最低，保证电网的稳定运行。其次，引入灵活性较高的电源，比如热电联产机组和抽水蓄能电站，对于提升电力系统的稳定性具有重要意义。这些电源在需求高峰时期能够提供额外的电力供应，同时也能在低谷时段进行储存和释放能量，实现供需平衡。通过利用这些灵活性电源参与电网的调节，可以显著提高系统的稳定性和负荷管理能力。最后，鉴于风力发电本身的随机性，还需要建立一个更为精

细的风机群出力预报模型。这个模型能够提供更为准确的风电出力预测，帮助调度员做出更为精确的调度决策。它不仅能够优化风电场的运行模式，还能为电网运营商提供决策支持，使得风电场更加高效、可靠地融入电力系统之中。通过上述几种措施的实施，我们可以有效提升新能源发电场与传统电源之间的协调性，进而提高电力系统的稳定性和可靠性^[1]。

3.5 优化电网结构

电网，作为连接电力供应源、传输网络以及最终用户的核心纽带，其稳定性对整个电力系统的运行至关重要。在当今能源转型和新能源日益增长的背景下，传统发电机组在处理新能源发电时存在一定的局限性。由于风能、太阳能等新能源的发电特性呈现出极大的随机性，这就要求电网必须具备更高的灵活性与适应性，以应对可能出现的各种波动。若将这些具有高度不确定性的新能源并入传统的电网系统，就可能导致资源的不合理分配，进而影响电网的整体性能和稳定性。为了解决这一问题，有必要采取有效措施优化电网结构，降低系统中的电源容量，同时提高系统的可靠性和经济性。此外，加大对电能输送过程中损耗能的控制力度，不仅可以延长设备使用寿命，还能降低运维成本。综合上述措施，我们不仅可以应对新能源发电带来的稳定性挑战，还可以不断提升电力系统的运行稳定性，确保电网能够持续稳定地为社会经济发展提供强大的动力支持。

4 结语

中国新能源的接入电网在近几年发展迅速，目前，新能源已经成为电力系统的重要组成部分。但是，新能源接入电网在给电力系统带来便利的同时，也给电力系统带来了诸多问题，如新能源在接入电网后将会对电力系统的稳定性造成不利影响。希望论文能为后续相关工作提供参考，促进中国新能源事业健康、快速发展。

参考文献

- [1] 袁润娇.新能源高渗透区域风光储参与电网紧急控制策略研究[D].北京:北方工业大学,2023.
- [2] 刘泊静.提升高比例新能源电力系统的可持续发展能力[N].中国电力报,2022-07-01(002).
- [3] 曹成强.电网规划中新能源电力接入存在的问题及优化措施[J].光源与照明,2021(12):76-77.

Research on the Intelligent Diagnosis System for the Safe State of Nuclear Power Plant Operation

Kaijin Wan

Daya Bay Nuclear Power Operation Management Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518124, China

Abstract

As a key part of clean energy, the maintenance of the safe state of nuclear power plant is crucial. In order to solve the problem of monitoring and diagnosis, an intelligent diagnosis system is constructed, and the research status of operation safety status is deeply analyzed. The efficient system architecture is designed, which still faces challenges such as parameter monitoring and feature extraction. Solution strategies are proposed, including parameter monitoring, feature extraction, and logical model building. The application of intelligent technology is discussed to provide theoretical and technical support for the intelligent diagnosis system of nuclear power plant.

Keywords

nuclear power plant; intelligent diagnosis system; safety state; feature extraction; logical model

核电厂运行安全状态的智能诊断系统的研究

万凯进

大亚湾核电运营管理有限责任公司, 中国·广东 深圳 518124

摘 要

核电厂作为清洁能源的关键组成部分, 安全状态的维护至关重要。为解决监测与诊断难题, 本研究构建了智能诊断系统, 深入分析了运行安全状态研究现状和相关技术。设计了高效系统架构, 仍面临参数监测、特征提取等挑战。提出了解决策略, 包括参数监测、特征提取和逻辑模型建立。讨论了智能技术应用, 为核电厂智能诊断系统提供理论和技术支持。

关键词

核电厂; 智能诊断系统; 安全状态; 特征提取; 逻辑模型

1 引言

核电厂作为清洁、高效的能源生产方式, 对社会经济发展起到了积极作用。然而, 随着核电技术的不断发展, 核电厂运行安全状态的监测与维护变得尤为重要。传统的安全状态监测方法往往依赖于经验与人工判断, 存在局限性。为了提高核电厂运行安全状态监测的准确性和效率, 智能诊断系统的引入成为一种切实可行的解决方案。

2 核电厂与智能诊断系统

核电厂作为现代清洁能源的关键组成部分, 其运行安全状态的研究现状对于确保其可靠、高效运行至关重要。随着社会对清洁能源的需求不断增长, 核电厂的安全性和稳定性成为能源行业和公众关注的焦点。在当前的研究背景下, 对核电厂运行安全状态的深入研究是为了更好地理解 and 解决可能出现的运行风险, 提高核电厂的整体性能。

【作者简介】万凯进(1979-), 男, 中国江苏泰州人, 本科, 工程师, 从事核电运行培训研究。

2.1 核电厂运行安全状态的研究现状

对核电厂运行安全状态的研究主要聚焦于多方面因素, 包括核反应堆的控制、冷却系统的稳定性、辐射监测等。通过对先前事故和经验的总结, 研究者们致力于识别可能导致事故的关键因素, 并提出相应的监测和预警策略。然而, 传统的方法往往依赖于人工干预和手动监测, 难以实现对大规模数据的实时分析和细致观察。

2.2 智能诊断系统在核电领域的应用

为了克服传统方法的局限性, 智能诊断系统在核电领域得到了广泛应用。这些系统基于先进的人工智能技术, 如机器学习和深度学习, 通过对庞大的实时数据进行分析, 能够更准确地检测潜在问题并进行预测。智能诊断系统的引入使得核电厂能够更好地应对复杂的运行环境和各种潜在风险, 提高事故预防和应急响应的效率。

2.3 相关技术和方法的概述

在智能诊断系统的应用中, 涉及一系列相关技术和方法, 包括但不限于数据挖掘、模式识别、信号处理等。数据挖掘技术用于从大量数据中提取潜在的关联规律, 模式识别技术则帮助系统识别异常行为和预测可能的故障。信号处理

技术用于处理核电厂各个系统产生的复杂信号，从而更准确地反映其运行状态。这些技术的综合应用为智能诊断系统提供了强大的分析和预测能力，使其成为提高核电厂安全性和运行效率的重要工具。

3 系统架构设计

在核电厂运行安全状态的智能诊断系统中，系统架构的设计是确保系统高效运行和准确诊断的关键。这一设计涵盖了核电厂安全状态构建、安全状态特征的确定与提取、逻辑联系的建立以及智能技术的选择与应用，旨在建立一个全面而高效的系统。

3.1 核电厂安全状态构建

核电厂安全状态构建是系统设计的基础，其目标是综合考虑核电厂各个系统的运行状况，包括反应堆、冷却系统、辐射监测等，以形成一个全面的安全状态图。这一构建需要充分考虑不同系统之间的相互影响和关联，确保整个系统具有完备而准确的状态信息，为后续的诊断和预测提供坚实的基础。

3.2 安全状态特征的确定与提取

确定和提取核电厂安全状态的特征是智能诊断系统的核心任务之一。这涉及对大量实时数据的分析，以识别与安全状态相关的关键特征。这些特征可能包括温度、压力、辐射水平等多个方面，通过高效的算法和数据处理技术，系统能够准确提取这些特征，为后续的智能诊断奠定基础。

3.3 逻辑联系的建立

建立安全状态之间的逻辑联系是确保系统准确性和可靠性的关键步骤。这一过程涉及对不同安全状态之间的关系进行深入分析，以建立逻辑模型。这种模型可以捕捉到各种可能的状态转换和相互作用，为系统的实时监测和预测提供理论依据。

3.4 智能技术的选择与应用

在系统架构中，智能技术的选择是决定系统性能的重要因素。这包括对机器学习、深度学习等先进技术的灵活运用，以便系统能够不断学习和优化。选择合适的算法和模型，结合实际应用场景，使系统能够迅速而准确地响应核电厂运行中的各种变化，提高诊断效率和系统的整体性能。通过精心设计的系统架构，我们可以期望在核电厂运行安全状态监测领域实现更为准确、智能的诊断系统，为核能行业的可持续发展提供有力的支持。

4 关键挑战与难点

在构建核电厂运行安全状态的智能诊断系统过程中，我们面临着一系列关键挑战与难点。这些挑战直接影响系统的性能和准确性，因此需要深入研究和创新解决方案。

4.1 构建核电厂安全状态的难点

4.1.1 参数收集与监测

参数收集与监测作为构建核电厂安全状态的首要难点，面临着复杂而严峻的任务。核电厂包括众多系统和设备，需

要实时获取大量参数数据，如温度、压力、辐射水平等。确保这些数据的准确性、完整性和实时性涉及先进的传感器技术和数据采集系统的设计。针对参数分布广泛、变化迅速的情况，需要精心设计传感器布局和数据采样频率，以确保获取的信息对核电厂安全状态的全面监测具有高度敏感性。

4.1.2 安全状态的定义与界定

安全状态的定义与界定是构建过程中的另一挑战。由于不同核电厂存在着工程和设备配置的差异，安全状态的范围和定义需要根据具体情况进行定制。这要求对核电厂运行过程中潜在风险和异常事件有全面了解，以确保安全状态的定义既全面又准确。在面对多样化的核电厂设置时，制定灵活而全面的安全状态定义方案是确保系统适应性和准确性的关键。

4.2 特征确定与提取

4.2.1 代表核电厂安全状态的特征

确定代表核电厂安全状态的特征是智能诊断系统设计的关键任务。在多元、动态的运行环境下，需要深入挖掘最能反映核电厂整体安全状态的特征。这可能包括对不同系统之间的相互作用、变量之间的相关性等复杂关系的深入分析。通过引入先进的特征提取算法和数据分析方法，系统能够更准确地捕捉核电厂运行状态的变化，从而提高智能诊断的精度。

4.2.2 特征选择的依据与方法

特征选择是提高系统效率和准确性的关键步骤。在面对大规模数据集时，科学的特征选择依据和方法是确保选取的特征具有代表性和信息量的关键。通过综合考虑特征之间的相关性、方差阈值等因素，系统能够有效降低数据维度，减少冗余信息，从而提高特征选择的效率。

4.3 逻辑联系的建立

4.3.1 安全状态与关键功能的关联

建立安全状态与核电厂关键功能之间的关联是确保系统智能诊断准确性的核心因素。深入理解核电厂各个系统的功能和相互关系，建立安全状态与关键功能之间的明确联系，有助于系统更全面地理解核电厂运行状况。通过利用系统工程和因果推理等方法，能够有效建立安全状态与关键功能之间的关系图谱，从而为系统的智能诊断提供更为丰富的信息。

4.3.2 逻辑模型的构建

构建逻辑模型涉及对大量数据进行抽象和建模，以形成能够捕捉系统动态特性的模型。在面对多元系统之间复杂的逻辑关系时，需要运用先进的建模技术，如图论和系统动力学。通过建立综合的逻辑模型，系统能够更全面而准确地反映核电厂的运行状态，从而提高智能诊断系统的预测和分析能力。

5 智能诊断系统策略

在构建智能诊断系统以提升核电厂运行安全状态监测的过程中，制定合理的系统策略至关重要。这一策略的设计

涵盖了参数监测与数据采集、特征提取与选择,以及逻辑模型的建立,旨在确保系统在实际运行中能够高效而准确地诊断核电厂的安全状态。

5.1 参数监测与数据采集

5.1.1 传感器布置与数据采样

确保系统获取准确、全面数据是参数监测与数据采集的首要任务。传感器布置需综合考虑核电厂各系统关键点,以全面反映运行状态。数据采样频率需根据参数变化速率调整,确保系统获取实时、高频数据。传感器布置应覆盖关键系统,如反应堆压力、冷却剂温度,以及安全系统状态等。实现全面监测涉及传感器网络的优化设计,确保数据覆盖全系统。

5.1.2 数据预处理

获得原始数据后,数据预处理确保数据质量和系统性能。去除噪声、填补缺失值、标准化等步骤,保障后续特征提取和模型建立在高质量数据基础上进行。采用信号处理技术、插值方法等,确保数据质量。标准化数据范围,消除度量单位不同的影响,为后续分析提供一致的数据基础^[1]。

5.2 特征提取与选择

5.2.1 特征提取方法

特征提取从庞大数据集中抽取最具代表性信息,用于后续分析和建模。采用主成分分析(PCA)、小波变换等方法,降低数据维度、保留关键信息。选择适用于核电厂复杂环境的特征提取方法,以提高系统对关键特征的把握。

5.2.2 特征选择算法

特征选择算法进一步筛选重要特征,避免过度拟合,提高系统泛化能力。方差阈值法、互信息法等常用特征选择算法应根据实际应用场景选择。透过特征选择,系统更聚焦于关键信息,提高对核电厂安全状态的准确度。

5.3 逻辑模型的建立

5.3.1 安全状态与关键功能的关系

建立安全状态与核电厂关键功能的关系是智能诊断系统的核心。深入理解核电厂各系统的关键功能,关联其与安全状态,系统更全面理解核电厂运行状况。通过系统工程方法,将关键功能映射至安全状态,建立更精确的关系。

5.3.2 系统参数之间的逻辑联系

构建系统参数之间的逻辑联系是确保智能诊断系统准确性的关键步骤。使用图论、因果推理等方法,建立系统参数之间的关系图谱,确保逻辑模型能够全面而精确地捕捉核电厂运行状态的变化。通过制定并执行这一系统策略,智能诊断系统可以更为精准地监测核电厂的安全状态,提高对潜在风险的预测和诊断能力,为核电行业的安全性和可持续发展提供了有力支持^[2]。

6 智能技术的应用

在核电厂运行安全状态的智能诊断系统中,智能技术的应用是确保系统高效运行和及时响应的核心。这包括安全状态的诊断方法、实时报警与响应,以及基于模型的预测和

操作员界面设计。

6.1 安全状态的诊断方法

安全状态的诊断方法是智能诊断系统的核心功能之一。通过利用机器学习和模式识别等先进技术,系统可以自动分析大量的实时数据,识别潜在的安全隐患和异常状态。采用分类算法、聚类分析等方法,系统能够高效而准确地对核电厂的安全状态进行实时诊断,为运营人员提供及时的决策支持。

6.2 实时报警与响应

实时报警与响应是保障核电厂运行安全性的重要环节。基于智能技术,系统能够在检测到异常或潜在风险时迅速生成实时报警。这包括对特定安全状态的异常、关键参数的偏离等情况进行监测,以及及时向运营人员发出警报。智能诊断系统通过预设的规则和模型,能够实现高度敏感的实时监测,确保对潜在问题的及时响应。

6.2.1 基于模型的预测

利用基于模型的预测是提高系统预警性能的重要手段。系统可以建立针对不同安全状态的预测模型,通过分析历史数据和实时输入,预测未来可能出现的状态变化和风险。这使得系统不仅能够实时诊断当前状态,还能够提前预测潜在问题,帮助运营人员采取预防性的措施,最大程度地减少潜在风险。

6.2.2 操作员界面设计

设计直观而高效的操作员界面对于智能诊断系统的成功应用至关重要。系统需要提供清晰的可视化信息,以便运营人员迅速了解核电厂的安全状态。合理设计的界面不仅包括实时监测数据和报警信息,还应该考虑人机交互的友好性,以便操作员能够迅速作出决策。通过结合可视化技术、图表展示等手段,操作员能够直观地理解系统输出的信息,更好地应对突发状况和安全风险。通过综合利用这些智能技术应用,核电厂的智能诊断系统能够提高对安全状态的准确监测和预测能力,为核能行业的可持续发展提供了切实可行的技术支持^[3]。

7 结语

本研究为核电厂运行安全状态的智能诊断系统提供了全面的设计框架和解决方案,强调了智能技术在提高核电厂运行安全性方面的关键作用。未来的研究可以在实际核电厂中进行系统的实施和优化,以验证该框架的实用性和可行性,为核电行业的安全管理和可持续发展提供更为深入的支持。

参考文献

- [1] 梁杰恒.基于深度学习的核电厂运行状态智能诊断及预测方法研究[D].广州:华南理工大学,2022.
- [2] 王海洋,荣健.碳达峰、碳中和目标下中国核能发展路径分析[J].中国电力,2021,54(6):86-94.
- [3] 李小斌,张红娜,曲凯阳,等.核能集中供热系统优越性分析[J].华电技术,2020,42(11):69-82.

Research on Power System Optimization Based on Automatic Control

Ye Li

Shanghai University of Electric Power, Shanghai, 200090, China

Abstract

With the continuous progress of science and technology, automatic control technology has been widely used in power system. This paper discusses the optimization method of power system based on automatic control, in order to improve the stability, security and economy of power system. This paper first introduces the application background and significance of automation control technology in power system, and then analyzes the application of automation control technology in power system optimization in detail, including intelligent scheduling, adaptive protection, reactive power compensation and so on. Then, the effectiveness of the proposed optimization method is verified by simulation experiments, and the performance of the system before and after optimization is compared. Finally, the important role of automation control technology in power system optimization is summarized, and the future research direction is prospected.

Keywords

automatic control; electric power system; optimization; intelligent scheduling; reactive power compensation

基于自动化控制的电力系统优化研究

李叶

上海电力大学, 中国·上海 200090

摘要

随着科技的不断进步, 自动化控制技术在电力系统中得到了广泛应用。论文旨在探讨基于自动化控制的电力系统优化方法, 以提高电力系统的稳定性、安全性和经济性。文章首先介绍了自动化控制技术在电力系统中的应用背景和意义, 然后详细分析了自动化控制技术在电力系统优化中的具体应用, 包括智能调度、自适应保护、无功补偿等方面。接着, 论文通过仿真实验验证了所提优化方法的有效性, 并对比了优化前后的系统性能。最后, 总结了自动化控制技术在电力系统优化中的重要作用, 并展望了未来的研究方向。

关键词

自动化控制; 电力系统; 优化; 智能调度; 无功补偿

1 引言

电力系统是国家经济发展的重要基础设施, 其稳定运行对于社会经济的持续发展具有重要意义。然而, 随着电力需求的不断增长, 电力系统的复杂性也在逐渐增加, 这给电力系统的稳定运行带来了新的挑战。为了提高电力系统的稳定性、经济性和安全性, 需要对电力系统进行优化。自动化控制技术作为一种有效的手段, 已经在电力系统中得到了广泛应用。论文将对基于自动化控制的电力系统优化进行深入研究。

2 自动化控制技术在电力系统中的应用

自动化控制系统是一种通过自动化技术和控制理论,

对生产过程进行自动控制的系统。在电力行业中, 自动化控制系统主要应用于发电、输电和配电等环节。

2.1 发电环节的应用

在发电环节, 自动化控制系统的作用至关重要。传统的发电站操作往往需要大量的人工干预, 但随着技术的发展, 自动化控制系统已经能够实现发电机组的自动启停。这一功能不仅减少了人工操作的复杂性, 还提高了发电机组的响应速度和运行效率。

此外, 自动化控制系统还能实现负荷分配和并网控制。负荷分配是指根据电网的实时需求和发电机组的运行状态, 自动调整各机组的出力, 以达到最优的负荷分配。而并网控制则是确保发电机组能够安全、稳定地并入电网, 避免因操作不当而导致的电网波动或故障^[1]。

2.2 输电环节的应用

在输电环节, 自动化控制系统的主要任务是确保电能的高效、安全传输。系统能够实现对输电线路的自动监测,

【作者简介】李叶(2004-), 男, 中国江苏宿迁人, 在读本科生, 从事自动化研究。

通过实时采集线路上的电压、电流等关键参数，及时发现潜在的故障或异常。

更为重要的是，自动化控制系统还具备故障定位和隔离功能。一旦输电线路发生故障，系统能够迅速定位故障点，并自动隔离故障区域，确保其他正常区域的电能传输不受影响。这一功能极大地提高了电网的稳定性和可靠性。

2.3 配电环节的应用

在配电环节，自动化控制系统的应用同样广泛。系统能够实现对配电设备的自动监测，及时发现设备的异常情况，如温度过高、电压不稳等。

此外，自动化控制系统还能对配电设备进行远程控制。例如，在用电高峰时段，系统可以自动调整变压器的分接开关，以确保电压的稳定；在设备发生故障时，系统可以远程切断故障设备的电源，防止故障扩大。

总的来说，自动化控制系统在电力行业中的应用已经深入到各个环节，极大地提高了电力系统的运行效率和安全性。随着技术的不断进步，我们有理由相信，自动化控制系统将在未来发挥更加重要的作用。

3 电力系统优化的需求和措施

随着电力需求的不断增长和电力资源的日益紧缺，电力系统优化显得尤为重要。电力系统优化的主要需求包括提高电力系统的稳定性、降低运行成本、提高能源利用效率、减少环境污染等方面。具体来说，电力系统优化的目标可以归纳为以下几点。

3.1 提高电力系统的稳定性

电力系统的稳定性是确保电力持续、安全供应的基石。为了增强电力系统的稳定性，可以从优化电力系统的结构和参数入手，进而减少系统故障的发生概率，并提升系统的抗干扰能力和恢复能力。

具体措施：第一，强化网架结构即通过增加输电线路、变电站等基础设施，构建一个更为坚强和灵活的电网，以提高电能传输的效率和可靠性。以及分布式电源接入即合理规划分布式电源的接入点和容量，以减少对主网的冲击，同时提高电力系统的供电多样性。第二，调整保护定值即根据电力系统的实际运行情况，合理设置和调整保护装置的定值，以确保在故障发生时能够及时、准确地切断故障部分，防止事故扩大。第三，定期进行设备检修与维护：对电力设备进行定期的检查、试验和维修，确保其处于良好的工作状态，减少因设备故障导致的系统不稳定^[2]。

3.2 降低运行成本

降低电力系统的运行成本是提高企业经济效益的重要手段。通过优化电力系统的调度策略和设备配置，可以实现成本的有效控制。

以下是一些具体的优化措施：第一，引入先进的调度算法和人工智能技术，根据实时的电力需求和资源情况，智

能分配发电机组的出力。这不仅可以保障电力供应的稳定性，还可以最大限度地降低运行成本。通过实施峰谷分时电价、需求响应等策略，引导用户在电力需求低谷时段用电，从而平衡电网负荷，减少发电机组的启停次数和燃料消耗。

第二，在选购电力设备时，优先选择能效高、维护成本低的设备。例如，选择高效节能的变压器、发电机等，以降低设备在运行过程中的能耗和维护费用。对于老旧、低效的设备，及时进行更新或升级，以提高设备的运行效率和可靠性，从而减少维修和更换的频率，降低维护成本。

3.3 提高能源利用效率

通过优化电力系统的能源配置和利用方式，提高可再生能源的利用率，减少化石能源的消耗。

以下是一些具体的优化措施：第一，通过引入智能电网技术，实时监测和调整电力系统的运行状态，确保能源在最需要的时间和地点得到高效利用。同时，利用电池等储能设备，将多余的电能储存起来，在需求高峰时释放，从而提高电力系统的稳定性和能源利用效率。第二，积极开发和利用太阳能、风能、水能等可再生能源，减少对化石能源的依赖。根据相关数据，可再生能源具有取之不尽、用之不竭的特点，且对环境影响较小。鼓励和推广使用高效节能的电力设备，如高效电机、节能灯具等，降低设备运行过程中的能源消耗。

3.4 减少环境污染

通过优化电力系统的能源结构和运行方式，降低污染物的排放，保护环境。

以下是一些具体的措施和建议：第一，大力发展风能、太阳能、水能等清洁能源，逐步替代传统的化石能源。根据相关研究，清洁能源的使用可以显著降低二氧化碳和其他温室气体的排放。第二，大力发展风能、太阳能、水能等清洁能源，逐步替代传统的化石能源。根据相关研究，清洁能源的使用可以显著降低二氧化碳和其他温室气体的排放。

4 自动化控制技术在电力系统优化中的具体应用

4.1 智能调度技术

智能调度技术是自动化控制技术在电力系统优化中的关键技术之一，它通过集成先进的计算机技术、智能化管理系统以及传感器技术，为电力系统的稳定运行和高效管理提供了强有力的支持。

以下是关于智能调度技术的详细介绍：第一，实时监测：通过安装在关键节点的传感器，智能调度系统能够实时监测电力系统的电压、电流、功率因数等关键参数，确保系统的稳定运行。第二，预测与分析：利用大数据分析和机器学习算法，智能调度系统可以对电力需求进行精准预测，并根据历史数据和实时数据对电力系统的运行状态进行分析评估。第三，提高稳定性和可靠性：通过实时监测和自动控

制,智能调度技术能够迅速响应电力系统中的异常情况,减少故障的发生,提高电力系统的稳定性和供电的可靠性^[9]。

4.2 智能电网技术

智能电网技术是电力系统优化的关键技术,它通过集成自动化控制、信息技术和现代通信技术,实现了电力系统的智能化管理和控制。

以下是智能电网技术的主要特点和应用效果:

第一,实时监测与分析:智能电网技术能够实时监测电力系统的运行状态,包括电压、电流、功率等关键参数。通过大数据分析,系统可以迅速识别异常情况和潜在问题,从而及时采取相应的应对措施。第二,自适应控制:智能电网具备自适应控制能力,可以根据电力系统的实时状态和需求进行自动调整。例如,在电力需求高峰时段,智能电网可以自动调整发电机组的出力,以确保电力供应的稳定性。第三,提高供电可靠性:智能电网技术可以预测和预防潜在的故障,从而减少停电事件的发生。

4.3 储能技术的应用

储能技术是近年来自动化控制技术在电力系统优化中的一项新兴且关键的应用。通过储能技术,电力系统能够实现更高效、更稳定的运行,特别是在电力负荷的削峰填谷方面发挥着重要作用。

具体表现为:第一,削峰填谷:储能技术的核心应用之一就是实现电力负荷的削峰填谷。具体来说,在电力负荷处于低谷时段,储能系统会将多余的电能储存起来;而在电力负荷高峰时段,储能系统则释放之前储存的电能,以此来平衡电力负荷的波动。第二,提高供电可靠性:储能技术的应用还能够显著提高供电的可靠性。

5 优化效果及未来研究方向

基于自动化控制的电力系统优化研究已经取得了显著的成果。通过智能调度技术、智能电网技术和储能技术的应用,电力系统的稳定性、经济性和安全性得到了显著提升。具体来说,电力系统的故障率降低了,运行成本减少了,能源利用效率提高了,环境污染也减少了。

然而,基于自动化控制的电力系统优化研究仍然面临

一些挑战和问题。一方面,研发和应用成本:自动化控制技术的研发和应用是一项资源密集型活动,需要投入大量的人力、物力和财力。从研发阶段的算法设计、系统测试到实际应用中的硬件部署、软件维护,每一个环节都需要专业的团队和持续的资源投入。另一方面,技术集成复杂性:自动化控制技术并非孤立存在,而是需要与其他技术(如传感器技术、通信技术、数据分析技术等)相互配合,才能实现最佳效果。这种技术集成的复杂性不仅增加了研发难度,也可能导致系统在实际应用中出现兼容性问题或性能瓶颈。

未来研究方向可以包括以下几个方面:第一,深入研究自动化控制技术在电力系统优化中的更多应用场景,即随着分布式能源和微电网的兴起,研究自动化控制技术在这些新兴领域的应用将具有重要意义。第二,探索自动化控制技术与其他技术的融合方式以实现更好的优化效果,即结合人工智能(AI)技术,如深度学习、强化学习等,可以进一步提升自动化控制技术的智能水平和优化能力。例如,利用AI技术对电力系统进行精准预测和控制,实现更加高效的能源管理。第三,加强数据安全性和隐私保护方面的研究以确保自动化控制技术的可持续发展,即研究先进的加密技术和访问控制机制,确保自动化控制系统中的数据在传输、存储和处理过程中的安全性。

6 结语

基于自动化控制的电力系统优化研究是电力行业发展的重要方向之一。通过智能调度技术、智能电网技术和储能技术的应用等具体手段可以实现对电力系统的全面优化和提升。未来随着科技的不断进步和创新发展相信基于自动化控制的电力系统优化将会取得更加显著的成果并为电力行业的可持续发展做出重要贡献。

参考文献

- [1] 刘华.电力系统故障暂态稳定性分析和方法研究[J].电力系统及其自动化学报,2023(4):49-51.
- [2] 王志刚,李丽丽.基于优化算法的电力系统调度研究综述[J].电力系统自动化,2022(11):46-47.
- [3] 高翔.电力系统安全稳定优化控制策略研究进展[J].电力系统保护与自动化设备,2021(6):6.

Quality Control and Safety Management of Electrical Engineering and Its Automation

Xin Shi Mingru Ji

Shaanxi Coal Group Yulin Chemical Co., Ltd., Yulin, Shaanxi, 719000, China

Abstract

With the rapid development of science and technology, the application of electrical engineering and its automation is more and more extensive. This paper puts forward a systematic, standardized and refined quality management method through the accurate quantification and specification acceptance of electrical engineering materials, as well as the real-time monitoring and timely rectification of the construction site. Secondly, we focus on the safety of electrical automation equipment in the operation process, carry out the operation status monitoring, fault prediction and hazard elimination of electrical equipment, and put forward a comprehensive safety management strategy. Finally, the evaluation of the actual effects of quality control and safety management shows that the strict implementation of these measures can improve the quality standards and safety standards of electrical engineering and its automation projects, so as to better meet the needs of social reproduction. Therefore, quality control and safety management have an important role in the field of electrical engineering and its automation, and this result will have a positive impact on improving the practical operation of electrical engineering and electrical automation equipment.

Keywords

electrical engineering; automation; quality control; safety management; project implementation

电气工程及其自动化的质量控制与安全管理

石鑫 纪明茹

陕煤集团榆林化学有限责任公司, 中国·陕西 榆林 719000

摘要

随着科技的飞速发展, 电气工程及其自动化的应用越来越广泛。论文通过对电气工程物料的准确定量、规格验收、对施工现场进行实时监控和及时整改提出了系统化、标准化和精细化的质量管理方法。其次, 我们重点关注了电气自动化设备在运行过程中的安全性, 进行了电气设备的运行状态监控、故障预测和危险源消除, 提出了全面的安全管理策略。最后, 通过对质量控制和安全管理实际效果进行评估表明, 严格执行这些措施, 可以提高电气工程及其自动化项目的质量标准和他安全标准, 从而更好地满足社会再生产的需求。因此, 质量控制和安全管理在电气工程及其自动化领域有着重要作用, 这一结果将对改进电气工程和电气自动化设备的实际操作产生积极影响。

关键词

电气工程; 自动化; 质量控制; 安全管理; 项目实施

1 引言

科技的快速发展和社会的持续进步, 使得电气工程及其自动化技术的应用得到了广泛的推广和使用。在工程实施过程中, 质量与安全是两个不可忽视的因素。质量控制与安全管理成为电气工程以及自动化的重要议题。在电气工程领域, 技术与设备的不断更新换代, 对质量标准和他安全标准的要求也越来越高。本研究以电气工程及其自动化的项目实施阶段为切入点, 深入探讨了质量控制与安全管理的重要性以及具体的操作方式, 积极推动该领域的理论研究与实践操作的碰撞交汇, 力求提供更为深入、实用的理论指引与安全管理手段。

希望通过此次研究, 能够为电气工程与电气自动化设备的实际操作提供有力的理论支撑, 并产生积极的现实影响。

2 电气工程及其自动化项目的概述

对于现代社会来说, 能源供应和管理已成为国家稳定与发展的重要前提条件^[1]。检测和处理电力设备和网络, 在很大程度上, 不仅决定了能源是否能有效供应各行各业, 也间接影响到整个国家的经济稳定与稳健发展。而电气工程及其自动化技术作为能源供应和适配的一项基础技术, 则在其中展示出了其无可替代的重要地位。

电气工程, 是针对电气设备运行、操作来进行电气能的获取、转化、适配和控制的一门科学。这个领域涵盖了大规模的电力设施, 如电厂、变电站等, 也包括了小规模的设计

【作者简介】纪明茹(1986-), 女, 中国陕西大荔人, 本科, 工程师, 从事电气研究。

备,如电动机、电子器件及整套自动控制设备等。电气工程的应用非常广泛,既可以用于提供生产力,也可以用于提供生活便利。如公共供电系统、通讯网络、交通运输等均离不开电气工程的支持^[2]。

随着科技的快速发展,电气工程也在逐步实现自动化,可以根据预设的程序和参数自行工作,从而大大提高了工作效率并降低了人工成本。电气自动化设备则是一种可以按照预先设定的计划和程序自行进行运行和控制的设备。根据要求,电气自动化设备可以实现对电压、电流、频率等链路参数的准确控制,并预测和处理可能出现的故障,以提高整体设备的工作质量和安全性。电气自动化设备的应用领域同样非常广泛,如智慧城市、现代农业、智能制造等等。

在社会生产过程中,电气工程及其自动化设备无处不在。它们保证了电力的供给,支持了各式各样的工业生产。而且随着科技的发展,电气工程与自动化的结合不仅会提供更高效、更为安全的电力供应方式,更将为社会生产带来全新的革命性变革。可以说,电气工程及其自动化是社会生产中必不可少的关键支持之一。

3 电气工程及其自动化项目的质量控制

在电气工程及自动化项目中,质量控制不只是为了满足规格要求及其设备的正常运行,更关乎整个项目的进程管控,用户满意度和企业的长期发展。

①将从电气工程的质量管理方法的角度进行深入讨论。电气工程的质量管理方法一般可分为前期预防和后期治理两个阶段。前期预防主要是通过严格的设计审查,强化零部件的选拔,确保在设计阶段就充分考虑到项目实施过程中可能出现的各种情况。而后期治理主要是通过深入的故障分析,寻找存在的问题,并针对性地制定改进措施,从而使产品的质量得到进一步的提高。应结合各类质量管理工具,如六西格玛、PDCA 循环以及 5S 管理等,将质量管理深入到电气工程的每一个环节^[3]。

②将探讨电气自动化设备的规格验收流程。在设备落地前,需要对其进行预验收,确认设备规格参数与合同规定一致,保证设备质量与其要求对应。是设备到位验收,确认设备与设计图纸、设备手册相符合,无损伤、变形等异常情况。是设备运行验收,确保设备在实际运行环境中能稳定运行,达到预期的使用效果。这一过程涉及多个部门,必须严格按照规定程序进行,以免影响设备的正常使用。

③主要从实施质量控制的效果评价角度进行探讨^[4]。实施质量控制的目的是确保产品质量满足用户需求,从而提高用户满意度,在一定程度上推动企业的发展。在评价质量控制效果时,不仅要关注产品质量的提高,还要注意质量改进的持续性和系统性,保证质量控制效果的可持续改进。公司应定期对质量控制效果进行评估,获取第一手的质量数据,通过数据分析,找出质量改进的瓶颈和新的改进方向,

推动质量控制工作的持续进行。

电气工程及其自动化项目的质量控制是一项系统性的工作,需要从项目的开始到结束贯穿整个过程。而实施质量控制不是企业一家的事情,而是企业、用户、供应商等各方的共同责任。只有各方共同努力,才能真正实现电气工程及其自动化项目的质量控制,保证其稳定、高效地运行,提高经济效益和社会效益。

4 电气工程及其自动化项目的安全管理

电气自动化设备和系统在各类工程项目中发挥着重要作用,其在运行中的稳定性和安全性直接关乎生产和生命安全。有效地安全管理非常必要。

4.1 电气自动化设备的安全性问题及其重要性

电气设备的安全问题主要集中在电气设备的使用、管理和维护等方面。若管理措施不当或操作不规范,极易引发火灾等安全事故。电气设备的安全性及其管理问题对于实现工程质量和安全的双重目标具有关乎生产工作畅通和避免经济损失的重要意义。

得益于科技的进步,电气自动化设备日益智能化、网络化,提高了工作效率和生产质量,但也带来了新的挑战。如:设备的软硬件故障、网络攻击以及数据安全性等问题。其中,电气设备的运营过程中可能会出现过载、短路、地面漏电等现象,这些都会对设备本身和周围环境产生威胁,可能造成人员伤亡或财物损失。如何有效管理和控制这些风险是工程安全管理的重要任务。

4.2 电气设备运行状态监控的具体策略

工程项目需设立专门的电气设备管理和运行监控团队,并对团队成员进行定期专业培训,提高其电气设备安全知识和故障处理能力。管理团队需定期对电气设备进行检查和维护,并将电气设备运行状态进行记录和报告^[5]。

推动电气设备运行状态的实时在线监测作为一种主动防护措施实施。电气设备运行状态的在线监测可实时反映出设备运行状态、功耗和耗电量等数据信息,对于预防设备故障和保障设备安全运行具有重要措施。

从源头进行管理,即在选购电气设备时选择高品质,合乎国家和行业标准的设备,从而最大程度地降低因设备质量问题导致的电气安全风险。

4.3 实施安全管理的效果评价和改进措施

对于任何安全管理措施,需要定期进行评价,以确保措施的有效性。这包括评估设备的故障率、安全事故的发生频次,以及工程项目的安全环境等。基于评价结果,需要对安全管理措施进行调整和改进,以适应不断变化的设备环境和技术条件。

不断吸收和引入国内外先进的电气设备安全管理理念和经验,改进和完善已有的电气设备运行状态监控策略,提升电气设备安全管理的科学化、系统化和规范化程度。

在安全管理中,人为因素的作用不容忽视。加强职工的电气安全教育和培训,增强其安全意识和规范操作技能,是提升电气自动化设备安全管理水平的基石。面对未来,需要不断提升电气设备的安全管理技术和管理效能,为实现全面和可持续的安全管理打下坚实的基础。

5 未来研究和改进方向

随着电气工程及其自动化技术的不断发展和进步,质量控制和安全管理机制也需要不断对新的挑战与问题进行深入研究和改进,以适应工程建设和运行的需求。

5.1 质量控制的未来研究方向

一方面,要向电气设施设备制造、运行及维修质量控制的智能化、精细化、普遍化方向发展。电气设施设备制造、运行及维修质量控制智能化,即通过人工智能和大数据技术,实现设备状态的实时监控,了解设备运行状态和健康程度,对设备可能出现的故障进行预测和预防。电气设施设备制造、运行及维修质量控制精细化,即依托先进的测量技术和系统,对设备质量进行全面、精确、细致地检查,提高设备质量及其稳定性。电气设施设备制造、运行及维修质量控制普遍化,即将质量控制理念和方法普及到每一个环节,每一个参与者,形成全员、全过程、全方位的质量控制体系。

另一方面,未来的质量控制研究也应当致力于开发出适应不同电气设备、不同应用环境的定制化质量控制方案。这样既可以提高质量控制的针对性和实效性,也有利于对不同电气设备、不同应用环境下出现的特定问题进行有针对性的解决。

5.2 安全管理的未来研究方向

在安全管理方面,需要加强电气设备的设计安全性研究,例如,应采取更加人性化的设计,旨在降低错误操作带来的危害。还需深化对电气系统完整性、可靠性以及复杂性的理解,并转化为具体有效的安全管理措施。例如,可以通过系统工程理论,建立和完善电气设备的互联网接入安全防护体系。

还需要将网络安全引入电气设备的生命周期,包括设计、生产、安装、使用和报废等阶段,建立全生命周期的电气设备网络安全管理体系。这就需要利用信息技术和物联网

技术,构建电气设备安全管理的信息化平台,实现电气设备和网络的深度融合和智能化管理。

在现代化社会,电力设施安全及质量管理将愈来愈重要,它们不仅是电力设施安全稳定运行的保障,也直接关系到整个社会的稳定和安全。电气工程及其自动化的质量控制与安全管理领域的研究与改进将是一个长期、系统和重要的任务。

6 结语

通过论文的研究,我们发现质量控制和安全管理在电气工程及其自动化领域的应用是必不可少的。我们提出的系统化、标准化和精细化的质量管理方法,以及电气设备运行状态的监控、故障预测和危险源消除等安全管理策略,都在实践中被证明是行之有效的,它们对于提高电气工程及其自动化项目的质量标准和安全标准,满足社会再生产的需求起到了重要作用。然而,我们的研究还存在一些局限性。首先,由于时间和资源的限制,我们进行的实验还不能涵盖所有的电气工程及其自动化项目。此外,我们的研究还主要集中在电气设备的质量控制和安全管理,对于电气系统的控制策略以及相关的软件问题,尚需进一步研究。未来的研究方向,我们将更深入地研究电气工程及其自动化的质量控制与安全管理,以期在这一领域取得更多的突破,为社会再生产提供更有价值的参考和指导。同时,我们也将努力发展更有效的质量控制和安全管理策略,以更好地满足日益复杂的电气工程需求。

参考文献

- [1] 吴宁.电气工程及其自动化的质量控制与安全管理[J].装备维修技术,2021(11).
- [2] 赵俊逸.电气工程及其自动化质量控制与安全管理[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2021(3).
- [3] 杜朋.电气工程及其自动化质量控制与安全管理[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2021(12).
- [4] 刘皓.浅析电气工程及其自动化质量控制与安全管理[J].中国科技期刊数据库工业A,2022(2).
- [5] 李波.电气工程及其自动化质量控制与安全管理研究[J].进展:科学视界,2022(5).

Application of Fine Management in Power Plant Safety Management

Bendong Wang

Jiangsu Guoxin Binhai Port Liquefied Natural Gas Co., Ltd., Yancheng, Jiangsu, 224050, China

Abstract

Power plant safety production directly affects the economic benefits and sustainable development of enterprises, but also involves the security of power grid and social stability. In recent years, thermal power plants in the production process, by the management concept, management mode, personnel factors and other aspects of the impact, unsafe incidents occur, to the enterprise safety production caused a great impact. In the new era of rapid development, power plants should conform to the development trend of The Times, actively grasp the opportunities for social development, on the basis of meeting their own development needs, combined with the actual situation of production to explore refined management methods, optimize the safety management mode, refine the safety management process, improve the efficiency of safety management, and reduce various safety risks.

Keywords

fine management; power plant; safety management; apply

精细化管理在电厂安全管理中的应用

王本东

江苏国信滨海港液化天然气有限公司, 中国·江苏 盐城 224050

摘要

电厂安全生产直接影响企业经济效益和可持续发展,同时涉及电网的安全性和社会稳定。近年来,火电厂在生产过程中,受到管理理念、管理模式、人员因素等方面的影响,不安全事件时有发生,给企业的安全生产造成了很大影响。在高速发展的新时代,电厂应当顺应时代发展趋势,积极把握社会发展机遇,在满足自身发展需求的基础上,结合生产实际情况探索精细化管理方法,优化安全管理模式,细化安全管理流程,提高安全管理效率,降低各种安全风险。

关键词

精细化管理; 电厂; 安全管理; 应用

1 引言

电厂安全生产运行,为社会提供源源不断的电力,也保障了企业的经济效益。但是,受到各种因素的影响,电厂在生产各个环节容易产生风险隐患,导致设备损坏或停产,打乱企业正常生产秩序,给企业造成了一定的损失。因此,电厂应当在生产过程中积极落实安全精细化管理理念,切实提升企业本质安全管理水平,有效预防和减少生产安全事故。

2 电厂安全管理工作现存问题

2.1 安全管理制度不完善

由于部分管理人员缺乏安全管理责任意识,以至于在

电厂实际生产管理中,未能建立科学化的安全管理制度。安全管理制度是开展生产管理工作的首要保障,应当适应电厂生产发展现状,因此管理人员应当掌握安全管理制度建立要点,立足于电力生产行为调查研究,遵循理论与实践相结合的管理原则,避免发生安全管理制度与生产实际相脱离的问题。传统安全管理工作存在“重在事后预防”的缺点,工作人员未能在科学导向下开展工作,各项安全管理工作无法充分落实,大大降低企业安全管理效率,采用安全制度的精细化管理,有利于提高电厂安全管理的水平

2.2 缺乏有效奖惩机制

员工是电厂生产运行全过程的关键要素,基于这一生产管理要求,电厂需要促使员工严格执行工作标准,增强岗位责任意识。但是在现实工作中,部分员工安全意识差,违章违规工作。电厂未能建立完善的奖惩机制,导致各个岗位员工生产操作存在盲目性问题。建立科学化的奖惩机制,是激发员工工作热情,严格执行操作规程的动力因素,电厂要得到稳定有序的发展,需要提高员工的参与度,利用奖惩机

【作者简介】王本东(1981-),男,中国江苏盐城人,本科,工程师,注册安全工程师(化工、其他安全),从事火电厂生产管理、汽轮机技术管理、液化天然气接收站技术研究。

制真正约束员工日常工作中的各种行为,纠正其不良操作习惯,降低不安全事件发生。

2.3 监督管理工作不到位

电厂建立完善科学的生产管理制度,最终需要员工积极落实,否则制度便难以发挥其指导性优势。部分电厂安全监督管理工作趋于形式化。监督管理人员未能在各个生产环节强化管理成效,与电厂实际生产需求脱离,难以提高其专业化管理水平和安全责任意识。与此同时,员工岗位职责模糊,监管工作流于表面,使得安全管理制度在具体执行过程中,缺乏严格的监管,威胁电厂生产安全。

3 电厂安全精细化管理应用

3.1 安全管理制度精细化

电厂要落实安全精细化管理,应当建立科学化规章制度,进一步增强制度的严密性、规范性和强制性,从制度上控制风险,阻断面上的纰漏,为安全生产管理工作提供科学指导。电厂在生产过程中推动制度精细化管理,一方面应当综合分析企业在各个阶段的生产发展条件,在此基础上优化规章制度内容,同时制定严格的安全生产岗位责任制,准确定位各部门和各级负责人以及各岗位的安全生产责任,层层签订责任书,将安全责任落实到每个人身上,形成全方位管理、全过程控制、全员参与的安全管理格局。另一方面,电厂生产技术不断拓展,各项新技术、新工艺应用等,决定了规章制度应当遵循与时俱进的发展原则,与实际生产流程深度融合,相关管理人员需要推陈出新,促使规章制度与电厂生产模式相契合,实现传统粗放式制度向规范化、现代化、精细化方向发展,为电厂安全生产提供根本保障。

3.2 宣传教育精细化

安全的基础在于员工安全意识的提升,而安全意识的提升在于卓有成效的安全教育宣传工作。在电厂生产过程中,管理人员需推动安全宣传教育的精细化管理。在传统安全管理模式下,电厂采取的宣传教育方式单一,难以应对各层级人员的需求,员工参与教育培训的积极性弱化,安全教育培训趋于形式化。因此,电厂需要以现代化发展眼光看待问题,为安全管理的宣传教育注入灵活性,利用网络视频、现场演示、代入式、情景式等综合性的教育方式,全面提高宣传教育的总体效率,提高员工安全生产素质。在安全宣传教育中,还应当遵循因材施教的原则,针对不同员工的不同情况,采取有针对性的精细化教育培训,全面提升员工的安全意识,培养员工专业操作技能。从宣传教育内容方面来看,电厂安全宣传教育需要提高培训内容的精细化,以电厂运行规程、检修规程、电力安全规程、反事故措施、事故案例等为依据,相关管理人员要以年、月、周计划为目标,遵循循序渐进的发展原则,逐步转变员工“要我安全”变为“我要安全”的思想认识,不断提高全员安全素质(见图1)。



图1 电厂宣传教育

3.3 违反规章制度的精细化

违反规章制度的精细化管理,旨在减少员工违反规章制度的不良行为,增强安全责任意识。根据电厂事故调查分析结果,员工违反规章制度是导致生产事故的主要原因,因此管理人员需要将违反规章制度的行为作为安全管理重点和难点,积极落实精细化管理。违反规章制度的精细化管理,安全管理人员需要深入到生产管理的各个环节,以电厂内部不同班组、岗位违章行为的具体特点为依据,全面分析不同岗位和班组违章事例,宏观掌握员工在不同生产环节的专业技能水平,查找不同类型违规行为的原因,制定针对性的事故防范措施,从根本上杜绝违规行为的发生,最大化降低安全事故发生概率。同时还要做好检查工作,发现违章行为应立即阻止和纠正,防止事故扩大,事后还要组织员工进行分析总结,举一反三,从根本上全力消除违章行为,保障安全生产。

3.4 危险点分析预控精细化

电厂危险点分析预控工作着眼于宏观管理,着手于微观控制。实施危险点分析预控的精细化管理,管理人员应当从电厂环境、机械设备、作业人员等方面,利用现代化科学技术,提高事故类别辨识能力,明确潜在危险点的类别,减少危险点识别偏差。对于难以借助工作经验评估的危险点,相关人员可以全面分析同行在同类作业中的安全事故案例,采取归纳总结数据信息的方式查找危险点。工作人员在明确危险点类型的基础上,应当进一步明确风险等级,深入剖析不同作业项目中危险点出现频次,以及产生的危害程度,做好分级管理和控制,建立危险点风险等级控制表,制定行之有效的风险防范措施,实现危险点分析预控的全过程精细化管理。

3.5 设备管理的精细化

设备管理是电厂安全管理的重要环节。电厂的设备是电力生产的基础,因此必须进行精细化管理。电厂要对所有设备设施建立管理台账、技术档案和备品配件管理制度,要逐步实现设备台账的信息化管理。要以落实设备设施“零缺陷”和“零故障”为目标,制定设备维护计划,定期对设备

进行检修和保养,确保设备的正常运行。日常要加强设备监测、巡检,通过监测、巡查设备运行状态,发现并排除潜在故障,发现设备故障要及时处理和修理。要主动应用新技术、新装备、新工艺,提高设备设施的安全性能,最大限度减少因设备运行引发的生产安全事故。

3.6 工作票和操作票的精细化管理

两票管理是电厂安全管理工作中的根本,两票执行过程中常常存在安措填写不符合要求、危险点分析和预控措施不全面、操作内容不符合实际等“小而不严”的问题,因此对两票实施精细化管理,有利于提高电厂安全管理水平。一方面,管理人员应当以相关标准为依据制定管理细则,深入分析工作票、操作票的种类、格式和应用范围,结合电厂作业项目实际内容,建立标准工作票库,依托信息化管理平台提高票面创建便捷度和标准性,在工作中进一步优化票面办理流程,降低工作人员产生误差的概率。另一方面,由于两票执行过程中具有一系列不确定因素,两票的精细化管理应当关注执行全过程的动态控制,在票面审核、流程审批、安全措施执行、危险点分析、安全交底等环节,抓小、抓细、抓实,全面消除安全风险。要定期总结分析两票工作执行现状,从不同角度和层面洞察执行工作中潜在的漏洞,提高两票的精细化管理水平。

3.7 安全检查的精细化

安全检查是电厂开展安全管理工作过程中不可或缺的一环,是消除隐患防止事故发生,改善劳动条件的重要手段。生产管理人员进一步加大安全检查精细化管理力度,动态化监督控制生产流程,有助于及时洞察安全生产管理漏洞,制定行之有效的安全隐患控制措施,抓好安全生产的关键环节。为做到安全无事故,必须认真贯彻落实安全生产检查制

度,结合生产情况分析现阶段安全生产管理形势,保障有计划、有针对性有目的的开展检查。检查时要从从严从细入手,深挖细查,不留死角,避免走马观花。以“宁可信其有,不可信其无”的原则,严查安全隐患,对于可查可不查的坚决要查,对查出的安全隐患与事故苗头要做到跟踪整改。通过每日现场巡查、每周重点抽查、每月定期检查,及时发现和制止违章现象,排除生产过程中不安全因素,消除事故隐患。通过专业管理人员、领导干部组织的专项检查、专项治理行动等各项活动,查找生产管理中存在的薄弱环节,及时分析和解决生产过程中出现的问题,真正实现群防群治的监管局面。

4 结语

电厂安全生产管理工作涉及内容纷繁复杂,安全无小事,细节决定安危,安全更需要精细化管理。实施安全精细化管理,必须强化认真做事、精益求精的工作理念,要求每一位安全管理者以高度负责的态度将工作做细、做精,逐步推动电厂安全管理工作由粗放式向精细化方向转变,深入挖掘安全精细化管理价值,推动电厂安全生产管理水平不断提升,保障企业高质量安全发展。

参考文献

- [1] 刘建魂.电厂安全管理精细化策略研究[J].山东工业技术,2019(10):181.
- [2] 鄢来辉.精细化管理在火电厂建设工程管理中的应用[J].管理学家,2023(17):81-83.
- [3] 王东华.试论电厂的安全管理精细化[J].河南科技,2013,32(2):222.
- [4] 贾维斌.电厂安全管理中的精细化管理尝试[J].科学技术创新,2018(4):68-69.

Analysis of the Application Strategy of Power Intelligent Technology in Power System Automation

Xiaojing Yue

State Grid Shaanxi Electric Power Co., Ltd. Shangluo Power Supply Company, Shangluo, Shaanxi, 726000, China

Abstract

The reasonable application of power intelligence technology in power system automation can effectively improve the ability to discover, predict, process, and solve problems, thereby better ensuring the stability and reliability of power system operation, and providing assistance for the development of various production activities. The paper mainly analyzes from multiple dimensions such as fuzzy control, expert system, neural network control, and linear optimal control, discussing the application strategies of power intelligence technology in power system automation. It is hoped that through the exploration and analysis of this paper, more references and references can be provided for relevant units to better leverage the technical advantages of power intelligence technology and improve the level of power system automation.

Keywords

intelligent technology; power system; automation; application

电力智能技术在电力系统自动化中的应用策略分析

岳小京

国网陕西省电力有限公司商洛供电公司, 中国·陕西 商洛 726000

摘要

电力智能技术在电力系统自动化中合理应用,可以有效提高问题发现、预测、处理和解决能力,进而更好地保障电力系统运转的稳定性、可靠性,为各项生产活动的开展提供助力。论文主要从模糊控制、专家系统、神经网络控制、线性最优控制等多个维度展开分析,讨论电力智能技术在电力系统自动化中的应用策略,希望通过论文的探讨和分析可以为相关单位提供更多的参考与借鉴,更好地发挥电力智能技术的技术优势,提高电力系统自动化水平。

关键词

智能技术; 电力系统; 自动化; 应用

1 引言

经济社会的迅速发展让现阶段越来越多的电力设备走进了人们的生产生活当中,为人们提供了更多的便捷和帮助,而保障电力系统运转的稳定性和可靠性则是电器设备正常运转的基础和前提,但是在电力系统运转的过程中影响其稳定性和可靠性的因素相对较多,这时合理应用电力智能技术则显得十分必要,以下也就几种较为常见且应用效果相对较好的电力智能技术展开分析,讨论电力系统自动化建设路径和电力智能技术的应用方案。

2 模糊控制

模糊控制技术是利用模糊数学理论对控制方法做出有效优化和调整,达到精确控制的效果,模糊控制实质上属于

一种非线性智能控制,可以通过语言变量和近似推理的方式来实现电力系统的自动化控制,通过模糊化、模糊推理、模糊判决来对电力系统运行过程中各种不确定性、不精确性问题进行判定分析。

就现阶段来看模糊控制理论的应用范围是相对较广的。例如在我们日常生活中的电热炉、电风扇等相应电器控制过程中都会引入模糊逻辑控制器。以电热炉为例,如果采用恒温器来控制电热炉的温度,根据电器使用需求可以将其温度数值确定为 60℃、80℃、100℃和 140℃四个档位,现有的恒温器灵敏度会随着温度变化出现较大的浮动变化,如果将温度控制在 100℃,恒温器控制下电气设备的温度数值会在固定挡位基础之上 $\pm 7^{\circ}\text{C}$,而如果超过 100℃,其灵敏度将会降为 $\pm 15^{\circ}\text{C}$,这就意味着在电器运行的过程中会出现以下几个问题。

首先,如果电器是冷态启动,这时在其运行的过程中则很有可能会出现恒温值跃升问题。其次,在电器恒温的过

【作者简介】岳小京(1991-),男,中国陕西大荔人,硕士,工程师,从事电力系统及其自动化研究。

程中可能会围绕着固定档位出现较大的温度摆动振荡,无法精准控制温度。而采用模糊控制器则可以较好地解决这一问题,在模糊控制器应用的过程中可以将温度和温度变化两个语言变量作为输入量,用 5 组语言变量互相跨越来进行描述,输出量可以用一张二维的查询表来表示,即 $5 \times 5 = 25$ 条规则,每条规则为一个输出量即控制量,这样温度跃升问题则可以得到很好解决,围绕固定阈值出现温度较大摆动问题也得到了解决。这不仅可以更好地保障电器运行的稳定性,甚至也可以起到节约能耗的效果。

在热态控制温度在 100°C 以内时,若将检测时间控制在 30 分钟,采用恒温器进行温度控制时,电器的电能损耗为 $0.1530\text{kW}\cdot\text{h}$,但是如果采用模糊逻辑控制器进行温度控制,电能损耗约为 $0.1285\text{kW}\cdot\text{h}$,节省了 16.3% 左右的电量。而在冷态加热的过程中如果采用恒温器进行控制,电器达到 100°C 时所需电量耗能情况为 $0.2144\text{kW}\cdot\text{h}$,如果采用模糊控制器所需电量为 $0.2425\text{kW}\cdot\text{h}$,虽然耗能有所提升,但是如果采用恒温器则很容易会出现温度波动问题,这时所需要消耗的电能为 $0.1719\text{kW}\cdot\text{h}$,而采用模糊控制器则可以较好地解决这一问题,尽管略有摆动,但稳定在 100°C 时所需耗电值为 $0.083\text{kW}\cdot\text{h}$,因此相较于恒温器,模糊控制器的应用可以更好地节约电量。

模糊理论在电力系统自动化控制过程中应用也存在着一定的局限性,即该理论虽然可以通过模糊模型的建立来快速完成计算并得出可靠且准确的结果。但如果更适用于一些简单数据的处理,如果涉及多重输出系统处理时,其所处理的信息准确性往往无法得到保障,甚至可能无法正常使用,因此针对该方面问题还需要进行深入的研究和分析,不断做出优化和调整^[1]。

3 神经网络控制

人工神经网络最早出现于 1943 年,随着时间的推移、科技研究的不断发展,现阶段神经网络控制技术已经得到了较好的发展,并且也推广应用于电力系统自动化控制当中取得了较好的应用效果,可以通过神经网络控制技术将信息隐含于连接权值上,并通过算法调整实现权值控制,进而模拟人工处理和传递信息,实现电力系统的自动化控制,如图 1 所示为基于神经网络控制技术的自适应 PID 控制系统。

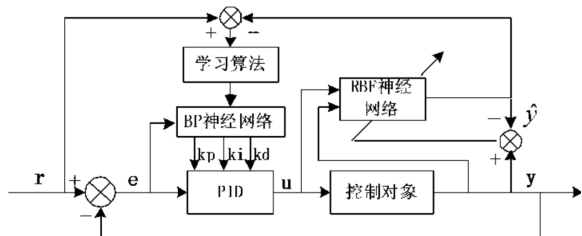


图 1 基于神经网络控制技术的自适应 PID 控制系统

神经网络同样具有非线性控制特征,其信息处理能力

相对较强,而在电力系统自动化建设的过程中可以以神经网络控制技术为核心技术构建人工智能系统或数学系统实现自动化控制。例如可以通过神经网络控制对数据库中的数据信息进行处理整合和分析,更好地明确和了解电力系统各组成部分的能耗以及总体能耗,进而及时发现电力系统运行过程中存在的问题和不足,找到相应的解决对策和处理方案,减少人工操作存在的误差和问题解决所需要消耗的时间成本。甚至可以通过神经网络控制技术的合理应用实现故障的自动化检测,进一步提高电力系统运行故障的预见能力、响应能力、分析能力和解决能力^[2]。

4 专家系统控制

专家系统也是电力系统中应用范围相对较广且应用效果相对较好的一项技术,如图 2 所示,其应用方向主要包含状态警告、风险辨识、紧急处理、系统恢复、无功控制、故障点隔离、电力系统短期负荷预报、安全分析等相关方面。

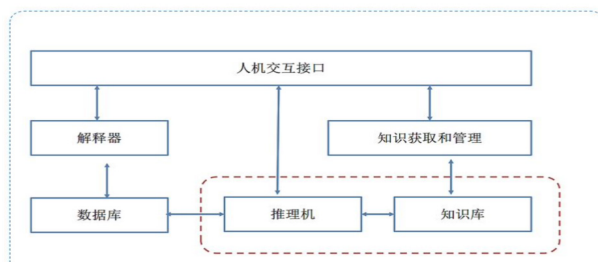


图 2 专家系统控制结构

专家系统在电力系统中应用可以及时发现电力系统运行过程中出现的问题,并及时发送警告信息到相关工作人员手中。此外,专家系统不仅具备报警能力,可以提高问题想问速度,也可以为问题解决提供更多助力,这就需要与数据库相互配合,在系统接收故障信息后,专家系统可以自动完成故障信息分析,匹配对接数据库信息,明确问题构成的原因及所带来的影响,这可以让工作人员做出更准确的判断,甚至专家系统可以通过指令发送的方式自动解决一些基础问题,快速恢复系统正常运转,进一步提高电力系统的自动化水平,实现自动化、智能化控制和管理。

但是专家系统在实际应用的过程中也存在着一定的局限性,具体体现为以下几点:首先,如果电力系统规模相对较大、构成相对而言较为复杂时,意味着在电力系统运行的过程中存在的规则相对较多,这时专家控制系统在指令推理、数据推理的过程中其推理速度是相对较慢的,因此其实是控制能力还有较高的可发展空间^[3]。其次,时代是在不断发展的,在电力系统自动化建设及运行的过程中很有可能会遇到新的问题、新的困境。但是现阶段在电力系统自动化中应用的专家系统往往缺乏有效的学习能力,这就意味着在新问题解决、处理、预测上会存在着较多的欠缺和不足,很有可能会无法计算准确的结果或给出错误的结果,影响问题判定和问题解决效率。最后,专家系统的构建周期相对较长,

且会涉及知识获取、校核等相应的问题,依赖于较为完善的知识库,这就意味着在专家系统构建过程中需要投入大量的成本,且在后期维护上难度相对较高。因此在专家系统建造应用的过程中,必须充分考量专家系统应用的局限性,对其做出有效优化和调整。必要的情况下可以通过专家系统与模糊控制系统等相应其他电力智能技术的混合应用来达到较好的应用效果^[4]。

5 线性最优控制

线性最优控制技术也是现阶段较为常见的一种电力系统自动化控制技术,且随着时间的推移,现阶段线性最优控制技术发展是相对而言较为成熟的。尤其是在大型机组中管理中可以通过线性最优控制技术中的最优励磁控制来有效代替古典励磁方式达到更好的控制效果。通过励磁控制器来更好地对比分析电器系统中发电机电压和额定电压和标准电压之间的偏差,确定控制电压,进而保障输出电压的稳定性和可靠性。

此外,线性最优控制在电力系统自动化建设中应用尤其是在远距离输电过程中应用可以更好地降低输电损失,进而保障电力输送的品质,但是需要注意的则是线性最优控制技术在实践应用的过程中往往更为适用于局部的线性化模型而非整体电力系统。同时,在线性最优控制技术应用的过程中也需要充分考虑客观环境特点对于技术应用效果产生的影响,确保线性最优控制技术的应用能够取得较好的成效^[5]。

6 综合智能控制

综合智能控制技术是智能控制和现代控制方法的结合体,可以通过多种方式交叉结合更好的提高电力系统的自动化水平。例如可以将模糊控制、自适应和自组织模糊控制、神经网络控制等相应智能控制方法融入其中,进而更好地发挥智能系统的作用和影响,提高其应用效果。而就现阶段来看,在电力系统自动化控制当中神经网络与专家系统结合或专家系统与模糊控制结合都会取得较好的应用效果。因为神

经网络技术可以更好地处理各类非结构化信息,而模糊理论则可以对结构化信息进行有效整合,两者结合可以从不同角度、不同维度来更好地保障电力系统运行的稳定性和可靠性。此外,人工神经网络技术可以应用于低层的计算上,而模糊逻辑则可以对不确定性问题或非统计性问题进行处理,属于一种高层次的语言层次的逻辑推理,两者也可以起到互补作用。因此,在综合智能控制技术应用的过程中需要结合不同智能控制技术的特长及不足来分析如何更好的匹配技术,进而实现技术互补、功能互补的目标,为电力系统的自动化控制、管理提供更多的助力和便捷,更好地发挥各类智能技术的技术优势,提高应用效果和应用水平^[6]。

7 结语

电力智能技术在电力系统自动化中有效应用可以更好地保障电力系统运转的稳定性和可靠性,提高各类风险问题的预测、分析、响应和处理能力。需要引起关注和重视,相关单位可以从神经网络控制技术、专家系统、线性最优控制技术、综合智能控制技术等相应典型智能控制技术的技术优势来展开分析,根据电力系统自动化运转需求来科学选择电力智能技术,保障电力智能技术应用的科学性、有效性和针对性。

参考文献

- [1] 王鑫琪.智能技术在电力系统自动化控制中的应用[J].现代工业经济和信息化,2023,13(9):155-157.
- [2] 闫承山,张立军,郭琦,等.智能技术在电力系统自动化中的应用[J].电子技术,2023,52(7):274-275.
- [3] 陈相宇,杨胜蓝.电力自动化系统中的智能技术应用[J].集成电路应用,2023,40(6):214-215.
- [4] 崔明亮,徐新森.电力自动化系统中智能技术应用[J].集成电路应用,2023,40(6):218-219.
- [5] 丁超,陈奕.智能技术在电力系统自动化中的应用[J].集成电路应用,2023,40(5):248-249.
- [6] 吴玲瑶,潘聿文.智能技术在电力系统自动化中的应用[J].集成电路应用,2023,40(5):352-353.

Research on High Voltage Test Method and Fault Handling Countermeasure of Power Transformer

Xiafeng Li

Tonglu Electric Power Development Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 311500, China

Abstract

In the context of modern economic development, people's daily production and life in the increase of electricity consumption, promote the national grid coverage area gradually expanded. In order to realize the safe and stable operation of the power system, it is necessary to do a good job in the high voltage test of the power transformer, and make a comprehensive analysis of the possible faults in the test, and put forward targeted troubleshooting countermeasures to ensure the smooth conduct of the high voltage test of the transformer and ensure the normal operation of the power transformer. This paper mainly analyzes the high-voltage test method of power transformer, explores the fault analysis during the test, and puts forward targeted treatment countermeasures, so as to ensure the orderly development of the high-voltage test work of power transformer, ensure the accuracy of the test results, and lay a good foundation for the safe operation of power transformer.

Keywords

power transformer; high voltage test method; fault treatment countermeasure

电力变压器高压试验方法及故障处理对策研究

李夏峰

桐庐电力开发有限公司，中国·浙江 杭州 311500

摘 要

在现代化经济发展背景下，人们日常生产生活中的用电量加大，推动了国家电网覆盖区的逐渐拓展。为了实现电力系统的安全稳定运行，需要做好电力变压器的高压试验，并对试验中可能出现的故障问题进行综合分析，提出针对性的故障处理对策，保障变压器高压试验的顺利进行，确保电力变压器的正常运行。论文主要对电力变压器高压试验方法进行分析，并对试验过程中故障分析进行探究，提出针对性的处理对策，从而保障电力变压器高压试验工作的有序开展，确保试验结果准确性，为电力变压器安全运行奠定良好基础。

关键词

电力变压器；高压试验方法；故障处理对策

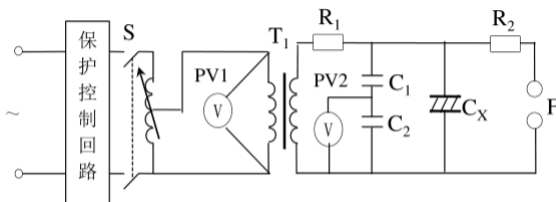
1 引言

随着社会经济的发展，电网覆盖范围逐渐拓展，同时电力变压器数量越来越多，电压变压器可以对高压电线与低压电线进行连接，并对电压进行转化，确保用户能够正常用电。为了实现整体电力系统的可靠性运行，需要开展科学合理的电力变压器高压试验工作，并对试验故障进行分析，优化故障处理，保障电力变压器的健康运行，有效降低电力系统运行成本，保障电力企业经济效益的增加。

2 电力变压器高压试验类型

电力变压器高压试验主要检测变压器的运行状态，如变压器绝缘性能等，及时发现潜在的故障问题，明确故障位

置，并提出针对性的故障处理措施。在试验过程中要保障变压器非测量线圈接地，并对试验环境温度进行严格控制，保障试验结果准确性。其中，变压器高压试验类型包含绝缘电阻试验、空载变压试验、直流电阻试验、变压器介损试验、交流耐压试验（如图 1 所示）等，在试验前，要检测试验环境温度、湿度，保障变压器正常运行，避免周边环境出现杂质^[1]。



T₁—试验变压器；T₂—调压器；R、R₂—保护电阻器；F—球隙；S—开关；C_x—被试品；C、C₂—分压电容器

图 1 交流耐压试验原理接线图

【作者简介】李夏峰（1990—），中国福建福州人，本科，工程师，从事电气试验研究。

3 电力变压器高压试验方法

3.1 试验原理

高压试验就是针对电力变压器运行状态进行检测,及时发现潜在的缺陷问题,并提出针对性的应对措施,保障电力变压器的安全运行。在试验过程中,需要进行局部试验、局部放电工作,接通电源后均匀升压,并关注仪表走动情况,完成试验后,解开所有连线。

3.2 试验条件

电力变压器高压试验条件为:要对实验室温度和湿度进行严格控制,一般情况下,温度为 $25^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$,湿度控制在85%左右,只有这样才能保障试验结果的准确性和可靠性;要确保试验环境的整洁性,彻底清洁试验室内的灰尘、污垢等,避免试验空间内出现粉尘、油污、化学气体等现象,避免出现试验短路现象,减少试验结果的干扰;要选择使用阻垢电阻器,方便散热,避免电阻器温度过高引起短路问题;要严格控制变压器电压、额定容量等,从而实现散热效果,防止影响设备正常运行^[2]。

3.3 试验保障

为了确保电力变压器高压试验的有序开展,需要结合电力系统的实际情况,明确试验目标,并按照相关技术规范要求,提出可行性、标准化的试验要求,确保操作人员能够对试验内容、试验流程进行详细掌握。要加大人员管理力度,完善试验管理制度,对试验人员的工作行为进行严格约束和规范,从而实现高压试验的标准化操作,促进试验结果的准确性。要强化操作人员的专业培训,使其具有良好的理论知识体系和较高的专业操作技能,同时具有丰富的实践工作经验,定期组织开展学术交流活动,实现试验经验的有效交流,强化工作能力的提升,保障试验操作的顺利进行。在试验作业中,要对设备变化状态进行实时观察,电源指示灯亮后才能开启启动键,当红色指示灯亮起后才能停止操作。在装置升压过程中,要利用顺时针旋转方式,对控制箱调压器进行适时性调整,确保装置的匀速性、稳定性升压。在升压过程中,要对仪表压力状态进行分析,一旦发生异常情况,需要第一时间切断电源,对故障问题进行有效控制和处理。

3.4 试验目的

变压器高压实验的开展,能够及时发现变压器的潜在的故障隐患,并提出针对性的应对措施,减少故障问题的出现几率,保障变压器的安全运行。在具体的实验作业中,需要向交流耐压持续性施压,并全方位分析变压器内部电压影响因素,以便对电力变压器功能状态进行精准校验^[3]。随着社会经济的发展,电网覆盖范围越来越广,且利用高压电线进行远距离传输,由此可见,高压电是实现稳定供电的重要保障,但是在高压电线运行中存在一定的危险性,因此,要对变压器开展高压试验工作,并确保变压器具有良好的绝缘、耐压性能,并及时发现局部放电、漏电问题,采取合理的应对措施,保障电力系统的正常、持续供电,维护人们正

常生活。

3.5 试验方法

在电力变压器高压试验中,要对线路原理图进行详细检查和研究,以此为依据开展接地可靠性检测,以便实现变压器与控制箱的可靠性连接。此外,还对不同部位接线状态开展全面性检查,防止出现接触不良等现象;要检测仪器仪表接地情况,实现接地引下线、接地线的规范性连接;要检测仪表指示转盘的指针、旋钮等,确保试验接线保持良好的绝缘状态,防止发生断线问题。在变压器通电升压过程中,要时刻观察仪表示数的动态变化情况,完成试验操作后,要第一时间降压,并断开电源,松开连接引线,之后才能开展放电工作。

4 电力变压器高压试验故障处理方法

4.1 内部声音异常

当电力变压器内部声音异常,会致使电磁交流声忽高忽低的现象,因此这一故障问题的原因主要有过载运行、内部零件松动、硅钢片未紧贴、电压过高、线路短路等^[4]。针对该类故障问题,需要利用耳朵感受内部声音异常情况,明确声音异常位置,并第一时间切断电源,对电力变压器性能进行检查,提出针对性的解决措施。

4.2 自动跳闸

引起电力变压器高压试验跳闸问题的原因主要是因为人为操作失误、内部结构故障问题等原因。针对该类故障问题,需要做好电力变压器内外部观察和彻底检查工作,方便变压器运行过程中出现火灾事故。当变压器周边出现火灾时,需要启动自动保护动作,切断短路线,必要时手动切断短路线,对火情范围进行有效控制。

4.3 油位异常

在电力变压器运行过程中,需要确保油位始终处于合理区间,并结合设备运行状态,灵活性调整油位。当变压器油位异常时,要及时开展全面检查作业,提出针对性的应对措施^[5]。若油位以降低,要检查是否存在漏油问题;若油位升高过快,需要检查周边环境温度,并排查变压器油标管、呼吸管等,精准定位油位异常原因,提出针对性的应对措施,促进电力变压器高压试验正常开展。

4.4 人为因素影响

人员操作不当是引起变压器高压试验故障的重要因素,基于此,要提出针对性的预防措施,在试验现场设置醒目的标识牌,并安排专业人员不定期巡视,严禁随意出入试验现场,保障试验安全。要提前连接各个线路,并重复性检查,进一步强化高压试验效果。要提升从业人员的理论知识和技能水平,丰富工作经验,开展学习交流,强化个人能力,并完善奖惩机制和用人制度,激发内在工作积极性,保障试验效率的提升^[6]。

4.5 检查控制回路

控制回路的正常运行,才能保障电压的准确输入/出。

当控制回路正常升压状态下,要利用欧姆表对导线连接状态进行检测,当连接效果良好时,表明变压器运行正常,且可以排除接线故障;在此基础上排查变压器内部结构,包含仪表、线圈等。当两个线圈都运行正常时,要对仪器线圈进行重点检查,当发现专用线出现过热现象时,则判断仪表线圈被烧毁。

4.6 处理瓦斯保护故障

引起电力变压器瓦斯保护故障问题的原因有:内部故障问题、保护装置二次回路故障、油位迅速下降等。为了对该类故障进行有效性解决,要提前检查变压器的相关部位,并排查故障原因,提出针对性的维修处理方法,确保设备合格后才能启用^[7]。

4.7 绕组故障处理

变压器内部线圈较多,因此引起电力变压器绕组故障的原因较为复杂,如某些线路短路等。因此,在进行高压试验前,需要对变压器内部的电路短路、接地问题开展逐一排查工作,及时发现潜在故障隐患,并分析原因,提出针对性的解决措施,减少绕组故障发生概率,保障高压试验的正常开展。如果在试验过程中变压器绕组失效,要第一时间切断设备电源,并检测接线、接地情况,分析绕组原因,进行有效解决。

5 注意事项

随着科学技术的发展,越来越多的新型技术在电力变压器高压试验及故障处理中得到广泛应用,尤其是人工智能、大数据分析技术的应用,能够构建故障预测模型,实时监控和预警变压器状态,高效解决潜在故障,保障高压试验准确性,实现变压器的安全运行^[8]。其中图2为变压器绕组变形测试原理。如可以对超声波检测法进行应用,通过专业的超声波传感器实现变压器内部的全方位扫描,及时发现内部结构异常情况,并提出针对性的修复措施,减少安全隐患的出现。还可以利用高频电流传感器、高速数据采集系统,对变压器在高压下的布局放电信号进行动态监测,优化信号处理分析,保障检测结果的准确性和灵敏性,提出可行性的预防性维护措施。此外,还可以利用电气试验、油色谱分析、

红外热像仪等先进技术对短路故障、绝缘故障进行高效化检测分析。

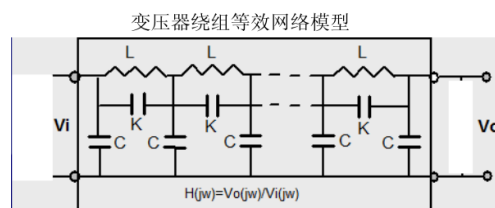


图2 变压器绕组变形测试原理

6 结语

综上所述,变压器是电力系统的重要组成部分,直接关系到电力系统传输质量。在变压器高压试验工作中,需要明确试验目标,优化试验条件,同时对试验过程中可能出现的故障问题进行全面分析,提出针对性的解决措施,促进变压器高压试验的顺利进行,提升试验结果准确性,为变压器的可靠运行创建良好基础,为中国电力事业的可持续发展奠定良好基础。

参考文献

- [1] 罗恒,李晓梅,孔继蕾,等.电力变压器高压试验技术及故障处理方法研究[J].云南电力技术,2023,51(5):43-45.
- [2] 柯锦新.电力变压器高压试验及其结果缺陷故障分析[J].电气开关,2023,61(4):79-82.
- [3] 全宏莲.电力变压器高压试验和故障处理分析[J].光源与照明,2023(5):162-164.
- [4] 张彪.高压试验中变压器试验常见问题及故障解决[J].电气技术与经济,2023(1):159-161.
- [5] 韩西坪.探究电力变压器高压试验技术及故障处理[J].电气开关,2022,60(1):99-101+105.
- [6] 周洁.电力变压器高压试验方法及故障处理[J].科技创新导报,2018,15(23):29+31.
- [7] 尹建波.电力变压器高压试验方法及故障处理[J].电子技术与软件工程,2018(4):229.
- [8] 杨春飞.电力变压器高压试验方法及故障处理[J].电子测试,2016(18):151-152.

Research on Transmission Line Construction Management Measures in Power Engineering Construction

Bin Yan

Tonglu Electric Power Development Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 311500, China

Abstract

With the rapid development of society and the increasing improvement of people's living standards, electricity as the blood of modern society, its supply stability, safety and efficiency is particularly important. In this context, power engineering construction has become the top priority of national infrastructure construction, and transmission lines as the main channel of power transmission, its construction quality and efficiency are directly related to the overall performance of the power system. This not only involves safety management, schedule management, cost management, quality management and other aspects, but also is affected by many factors such as natural environment, policy changes, and technological updates. Therefore, how to formulate reasonable construction management measures to ensure the quality, progress and safety of transmission line construction is an urgent problem in the field of power engineering construction.

Keywords

power engineering construction; transmission lines; construction management; effective measure

电力工程建设中输电线路施工管理措施研究

颜彬

桐庐电力开发有限公司，中国·浙江 杭州 311500

摘要

随着社会的快速发展和人民生活水平的日益提高，电力作为现代社会运转的血液，其供应的稳定性、安全性和高效性显得尤为重要。在这一背景下，电力工程建设成为国家基础设施建设的重中之重，而输电线路作为电力传输的主要通道，其建设质量与效率直接关系到电力系统的整体性能。这不仅涉及安全管理、进度管理、成本管理、质量管理等多个方面，还受到自然环境、政策变化、技术更新等多种因素的影响。因此，如何制定合理的施工管理措施，确保输电线路施工的质量、进度和安全，是当前电力工程建设领域亟待解决的问题。

关键词

电力工程建设；输电线路；施工管理；有效措施

1 引言

近年来，随着科技的不断进步和管理理念的创新，电力工程建设中的输电线路施工管理也取得了一定的成果。然而，仍存在许多挑战和不足，如施工过程中的资源浪费、安全事故频发、质量不稳定等问题。这些问题不仅影响了电力工程建设的整体效益，也制约了中国电力事业的可持续发展。

2 电力工程建设中进行输电线路施工管理的意义

2.1 保障施工安全

确保施工安全是施工管理的核心目标。电力行业涉及

高压电流和复杂的操作环节，任何疏忽都可能导致严重的人员伤亡和财产损失。通过严格的施工管理，可以制定标准作业程序、加强安全培训、监督劳动保护措施落实，从而最大限度地降低安全风险，保障施工人员的生命安全。同时，施工管理还能够规避质量隐患，确保输电线路的可靠性和稳定性，避免因线路故障而引发大面积停电，影响社会生产生活秩序^[1]。

2.2 展示人力资源优势

高效的施工管理有助于充分发挥人力资源优势。电力工程建设涉及多个专业领域，需要大量高素质的技术人员参与。科学的施工管理能够合理调配人力资源，将合适的人员安排到最需要的岗位上，发挥每个人的专业特长。同时，施工管理还包括对员工的培训和指导，提高整体队伍的综合素质，增强团队协作能力，从而提高工作效率，缩短工期，降低人力成本。

【作者简介】颜彬（1986-），男，中国江西萍乡人，本科，工程师，从事输变电线路研究。

2.3 满足电力供应需求

电力工程建设的目的是满足社会不断增长的用电需求。随着经济发展和人口增长,用电量持续攀升,电网建设任务量剧增。输电线路作为电力系统的关键组成部分,其建设质量和输电能力直接决定了供电的可靠性和充足性。有效的施工管理能够确保输电线路按期按质完工,保证新增输电能力及时释放,满足新增用电需求,支撑经济社会发展。

2.4 提升输电整体质量

严格的施工管理是提升输电线路整体质量的根本保证。输电线路的质量不仅取决于使用的材料和设备,更多地依赖于施工工艺和管理水平。施工管理贯穿于线路建设的全过程,涉及勘察、设计、材料采购、施工作业、检验检测等多个环节。科学的管理能够规范每一个细节,从设计源头把控质量,严格把关材料和设备,监督施工操作规范,保证验收检测到位,最终交付一条质量过硬、运行可靠的输电线路工程。

3 电力工程建设中输电线路施工管理有效措施

3.1 加强施工安全管理

首先,制定科学的安全计划是施工安全管理的基础。安全计划应当在施工组织设计阶段就予以重点考虑,对可能存在的各类安全风险进行全面评估,并提出针对性的防控措施^[2]。在制定安全计划时,需要充分考虑工程特点、环境条件、作业流程等多方面因素,对潜在的安全隐患进行识别,并制定应对预案。同时,还需根据不同施工阶段的特点,分别制定相应的安全管理措施,做到重点突出、分类指导。

其次,加强安全培训与监督是保障施工安全的关键。安全培训不仅要面向一线作业人员,更要覆盖管理人员和其他相关人员,努力增强全员的安全意识和应急处置能力。培训内容应当包括安全法规政策、操作规程、应急救援等,理论与实操相结合,注重培训效果。除了培训外,还需加大安全检查力度,对违章行为严肃处理,坚决杜绝侥幸心理。可以通过日常巡视、旁站监理等方式,对施工现场实施全过程监控,发现问题及时整改。同时,还应当建立安全隐患排查制度,定期组织专项检查,消除一切不安全因素。

最后,推行安全文化建设是夯实施工安全管理的重要基础。安全文化建设旨在营造浓厚的安全氛围,使安全理念深入人心,成为自觉遵循的行为准则。具体可以从以下几个方面着手:一是加大宣传教育力度,利用多种形式传播安全知识,强化安全意识;二是完善安全激励机制,对在安全管理中作出贡献的个人和集体给予表彰奖励;三是加强制度建设,将安全生产纳入企业文化,形成长效机制;四是营造良好的安全环境,为安全生产创造有利条件。只有将安全文化建设长期坚持下去,才能真正使安全理念内化于心、外化于行,为施工安全护航。

3.2 加强施工进度管理

首先,制定合理的施工计划是进度管理的前提和基础。

施工计划不仅需要全面考虑工程量、资源配置、环境条件等因素,合理安排施工进度,而且还需要科学编排施工顺序,合理安排工序交叉,做到各个环节衔接紧凑、无缝对接,避免前后工序的等待浪费。同时,施工计划还应当具有一定的弹性,预留必要的时间储备,以应对可能出现的各种不确定因素,确保总进度不受影响。此外,施工计划制定后还需要分解落实,将总进度分解为具体的节点目标,明确各个环节的责任人和时间节点,为进度管控奠定基础。

其次,引入先进的信息化管理系统是加强进度管理的重要手段。传统的进度管理方式存在人工作业量大、效率低下、实时性差等问题,已无法满足现代化施工的需求^[3]。利用先进的信息化管理系统,可以实现对施工全过程的实时监控,动态掌握各个工序的实际进展情况,及时发现偏差并分析原因,为决策调整提供依据。同时,信息化管理系统还可以实现施工资源的自动调配,确保人力物力及时到位,为按期完工提供保障。例如,基于BIM、GIS等技术的可视化模拟系统,能够直观展示施工进度,为协调管理提供有力支撑。

最后,加强施工现场的协调与沟通是保证进度管理落实的重要举措。输电线路施工涉及多个专业领域,不同工序之间存在诸多交叉,如果缺乏协调沟通,极易出现推诿扯皮、相互等待的情况,严重影响施工进度。因此,必须加强现场协调,明确各方的职责分工,统一指挥调度,确保各项工作有序开展。同时,还要加强沟通,建立畅通的信息交流机制,定期召开协调会,及时解决现场问题,确保工序衔接顺畅。

输电线路施工进度管理示意图见图1。

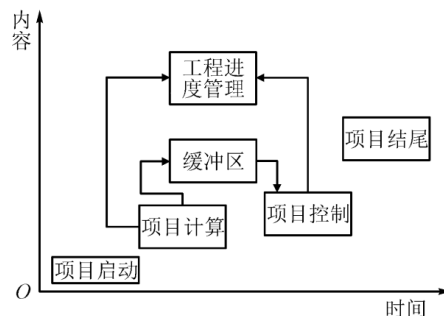


图1 输电线路施工进度管理示意图

3.3 加强施工成本管理

首先,提高成本管理人员的专业素养是基础。成本管理工作专业性强、涉及面广,需要管理人员具备扎实的理论功底和丰富的实践经验。因此,企业应当注重成本管理团队建设,通过多种方式提升人员的专业水平^[4]。一方面,可以加大培训力度,组织开展成本管理理论、操作技能、案例分析等系统培训,夯实知识基础。另一方面,也可以引进行业内资深专家进行指导,提高实战能力。同时,还应当完善职业发展通道,为成本管理人员创造良好的职业发展环境,调动工作积极性。

其次,引入现代化的物资采购管理也是降低成本的重

要着力点。物资采购成本在整个工程成本中占比很高，管理得当可以产生很大的经济效益。现代物资采购管理模式可以实现对采购全过程的精细化控制，做到保质保量、货比三家、阳光操作，避免采购环节的浪费和腐败。一方面，可以建立集中采购制度，设立专业采购部门，统一负责物资采购工作。另一方面，还可以引入电子招投标系统，实现公开透明的竞争性采购。同时，还应当加强供应商管理，对供应商的资质、履约能力等进行审核，并建立动态管理机制，及时调整供应商名录。

最后，加强施工过程监控和控制也是控制成本的重要手段。施工过程中存在诸多不确定因素，如果缺乏监控，极易导致成本超支。因此，应当建立健全的施工监控制度，通过旁站监理、视频监控、实时上报等方式，对施工全过程进行严格把关。一旦发现问题或偏差，要及时分析原因，制定纠正措施，将损失降到最低。同时，还需要加强施工质量管理，避免因质量问题而导致的返工、修补等增加成本。此外，也可以引入先进的信息化管理系统，实现对施工数据的自动采集和分析，为成本控制提供决策支持。

3.4 加强施工质量管理

在电力工程建设中，输电线路的施工质量直接关系到电网的安全稳定运行，影响着千家万户的用电可靠性。因此，加强施工质量管理是输电线路施工管理的重中之重，必须制定严格的施工质量标准、加强施工过程监督和检查、引入现代化施工技术与设备，从制度、技术、监管等多个层面着手，严把质量关，确保交付的工程质量过硬，为电网的安全高效运行奠定坚实基础。

首先，制定严格的施工质量标准是质量管理的前提和基础。施工质量标准应当全面覆盖各个工序环节，对原材料、施工工艺、检测检验等方面作出明确规定，确保质量要求落到实处。在制定质量标准时，既要参考国家现行的法律法规和技术规范，又要结合工程的实际特点，对一些关键环节提出更高的质量要求。同时，质量标准还应当具有一定的前瞻性，及时吸收行业内的先进理念和做法，与时俱进。此外，质量标准制定后还需要通过培训宣贯等方式，确保各级人员熟知并严格执行。

其次，加强施工过程监督和检查是质量管理的关键。应当建立完善的质量监督体系，从施工准备、施工作业、检测检验等各个环节入手，实施全过程质量控制。在施工准备阶段，需要严格审核原材料、机具设备是否符合要求；在施工作业阶段，需要安排专职质量监理人员，对每一道工序的操作流程进行现场监督，及时发现并整改质量问题；在检测检验阶段，需要严格执行验收标准，对不合格工程坚决

返工整改。此外，还应当建立质量问题责任追究制度，对质量事故进行调查分析，追究相关人员责任，以儆效尤。

最后，引入现代化施工技术与设备也是提升施工质量的关键举措。传统的施工工艺和设备已无法满足高质量施工的需求，必须与时俱进，充分运用新技术、新工艺、新设备，提高施工精度和效率。例如，可以引入无人机航测、全站仪测量等新型测绘技术，提高测量精度；可以采用智能化机械化施工设备，减少人为操作失误；可以应用 BIM 技术，实现施工过程的数字化模拟，优化施工方案。同时，还需加强新技术新工艺的培训，确保一线作业人员熟练掌握，发挥新技术新设备的优势。输配电线路工程质量管理方法如图 2 所示。

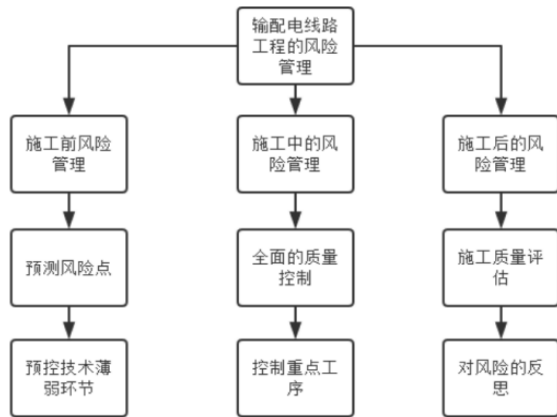


图 2 输配电线路工程质量管理方法

4 结语

综上所述，对电力工程建设中输电线路施工管理措施的研究与实践，对于保障工程质量、安全和效益具有重要意义。应全面加强施工管理工作，不断提升施工水平和能力，为电力事业的可持续发展作出积极贡献。

参考文献

- [1] 姜维.电力工程建设中输电线路施工质量的技术控制[J].通讯世界,2024,31(2):133-135.
- [2] 张伟,韩旭.电力工程中高压输电线路施工技术与检修研究[J].大众标准化,2024(5):52-54.
- [3] 罗海波,张国栋,梅法文.电力工程建设中输电线路施工管理策略思考[J].包装世界,2023(5):100-102.
- [4] 王艳康.简谈电力工程建设中输电线路施工质量的技术控制[J].中国科技期刊数据库工业A,2023(5):25-28.
- [5] 董伟.配电网电力工程施工安全管理措施研究[J].电力设备管理,2023(17):134-136.

Effectively Improve the Production of Electric Power Equipment Planning and Control Strategy Analysis

Ling Li

State Grid Shandong Electric Power Company Heze Dingtao District Power Supply Company, Heze, Shandong, 274100, China

Abstract

Electric power enterprise in the process of development, for the control function of power supply line network mainly focus on the control of power line route loss, only control line loss can guarantee the security and stability of power network operation, under the basis of this background for the people to provide more high quality power service. This paper mainly analyzes the current Chinese electric power enterprise in electric power materials production plan and the main problems existing in the management process, and the electric power enterprise in electric power materials production plan and control process of effective countermeasures are discussed, hope to be able to improve the electric power enterprise material production plan management level to provide reference.

Keywords

electric power enterprise; material production; planning; control; effective countermeasures

有效提高电力设备生产计划和控制的策略解析

李玲

国网山东省电力公司菏泽市定陶区供电公司, 中国 · 山东 菏泽 274100

摘 要

电力企业在发展过程中, 对于供电线路网络的控制功能主要集中在对于供电线路线损的控制方面, 只有控制线损才能够保障电力网络运行的安全性以及稳定性, 在这样的基础背景下为广大人民群众提供更加高质量的电力服务。论文主要分析了目前中国电力企业在电力物资生产计划以及管理过程中存在的主要问题, 并且就中国电力企业在电力物资生产计划以及控制过程中采取的有效对策进行了探讨, 希望能够为不断提升电力企业的物资生产计划管理水平提供参考意见。

关键词

电力企业; 物资生产; 计划; 控制; 有效对策

1 引言

电力能源是推动社会生产和发展以及支持人们日常生活不可或缺的重要动力性能源, 在现代社会前行过程中所扮演的角色是十分重要的。目前, 中国对于电力事业的发展十分重视, 这也让电力行业的发展规模持续地扩大, 也能够更好地满足人们在日常生产生活中对于电力能源的实际需求。2020 年, 中国电网装机的总容量相比过去翻了一倍, 而达成这样的电力行业发展规模, 就离不开电力物资以及管理体系的支持。但考虑到过去很多电力企业在发展过程中, 管理的重点集中在经济效益的提升方面。以电力网络线路铺设工程为例, 在电网建设过程中管理的重点就集中在线索管理方面, 希望能够通过成本的控制达到节约经济资源的目标。但长期以来在注重经济效益的短期管理模式下, 对于物资生产

的计划和管理工作重视程度远远不足, 这也导致中国一直以来电力物资的生产管理水平相对较为滞后。因此, 如何能够在电力行业管理过程中提升物资生产计划以及控制的水平, 更成为了行业管理者所关注的重要话题^[1]。

在社会经济不断前行和发展的过程中, 电力能源所扮演的角色更是无可取代。无论是人们的日常生活还是工厂的生产, 都需要电力能源作为支撑。这也意味着, 目前电力企业的物资管理体系是极为庞大的, 所涉及的业务量不可估量, 需要在电力企业物资生产计划控制与管理的过程中, 逐步适应目前电力企业发展的规模, 才能更好地为提升电力企业的管理水平做出贡献。尤其是考虑到目前现代信息技术以及通信技术的迅猛发展, 前沿科学技术在电力企业管理工作中的实践融入, 也让电力企业的物资生产计划以及控制工作得到了新的技术支持。这对于电力企业未来的稳定发展和长远经济效益的获取都具有重要的意义和价值。

【作者简介】李玲（1989—），中国山东菏泽人，本科，工程师，从事工业工程技术生产计划与控制研究。

2 电力设备生产计划与控制的问题

2.1 电力企业的重视程度不够

确保电力供应是电力公司的核心职责，同时他们也有义务履行这一任务。为了保障电网系统的稳定运作不受外部环境的影响，电力公司应严密监控其业务流程并保持高度负责的态度。在中国，电力公司主要是从事电力产品的买卖活动，因此它们需要提供高质量的售前及售后服务，以提升自身的公众形象并保护公司的权益。然而，过于关注利润可能使得一些电力公司忽略了电力设备制造的重要性和对其生产的规划管理。这种做法可能会导致他们在发展中产生误导或遇到困难，从而阻碍中国电力行业的发展进程。因此，当前最紧迫的问题在于高度重视电力设备的生产规划与管控，强化对此类活动的监管力度，进而优化此项工作的执行效果，推动电力公司朝着稳定的、协调的方向前进。

2.2 缺少科学有效的管理流程

由于缺乏科学管理的工作流程，电力企业的电力设备制造规划及管控能力受到了极大限制。传统上，许多电力公司把电力设备管理任务分配给独立部分并对其进行职责分割，同时各个阶段如原料购买、设备应用等方面也各自承担责任。这种分工明确且专一的方法适用于常规的电力设备管理。然而，它存在一定缺陷：当涉及交付期限紧迫或大量需求的项目时，此种策略并不适用；该管理体系易受内部其他行政部门的影响。尽管电力设备制造需要遵循相关部门的规定，但在实际操作过程中并没有一套标准化的实施规则来指导。这可能导致各部门间的协作不足，决策冲突等问题，从而干扰了电力设备制造规划与管控的有效运作^[2]。

2.3 电力企业管理者缺乏专业的经验

作为电力公司的主要负责人，他们的决定对公司发展具有指导意义，并直接关联到其财务状况。每个业务流程的顺畅运作均依赖于有效地管理调配。因此，电力公司的主管应具备前瞻思维、勇敢果断，且最重要的是需具备高级别专业技能及执行力。然而，目前许多电力公司正面临此类问题，即他们的高级职位上的人才并未展现出卓越的管理才能和个人素质，两者之间的差距较大。尤其是在电力设备制造规划与管控方面，因管理层未达到相应的资质，导致无法充分发挥领导职能，使该项任务失去明确的目标，从而阻碍了工作的进展。另外一些领导尽管具备专业的知识，但他们在管理方面的不足也同样制约了整个团队的表现。

3 有效的方法可以提升电力设备的生产计划和控制水平

作为现代社会中各个领域的重要能量来源，电力的需求已经成为必需品并对人们的生活与工商业运作产生深远影响。同时，它也一直是政府重点关注的核心行业。尽管中国已经在体制建设及发展体量方面取得显著进展，但在发电设施规划管理方面的提升仍有待加强。因此当前阶段，增强

电气装置制造方案制定及其管控能力已然成为中国供电机构亟需关注的主要任务。

3.1 创造有利的电力物资采购环境

电力的物料购买任务是电气装置制造流程的关键步骤之一，同时也是必须的前期预备阶段。电力公司的购置程序至关重要，因为其所涉及的物质数量庞大且价格昂贵，例如某些大型电力公司的一次性买入费用可能高达数亿人民币，这远超过了常规企业的购买支出。为了提高电力设备生产的计划和管理能力，我们需要首先关注并掌控好这个关键环节，把控风险是非常必要的一环。在物品购买过程中，利用操作流程的管理方式可以降低电力材料的购买开销，控制财务负担，这样电力公司就能获得更好的经济收益。然而，要在电力物料购买环节实现有效地控制，减低资源消耗，首要的前提便是创建稳定可靠的物资购买环境。通常而言，这种环境可分为两类：一类是内部分配的环境，另一类则是外部的分配环境。其中，前者指的是电力机构内的环境，它对于机构的发展具有极大的影响力，后者则是指电力产品的公众评价、品牌信誉等因素均与其相关联。因此，优化内部环境十分重要，应构建适当的内部监管体系，并对购货策略的制定进程实施严密监控，招聘有经验的专业人员进行系统的合理的策划，使得购货策略更为完善。对于内部分配的环境构建来说，我们必须注重对购买人员选择与培训的重要性，提升其基本素质，并树立他们的低价购入观念^[3]。此外，外部的采购环境通常指的是购买工作所处的市场环境。当前的社会制造能力足以应付电力的需要，因此供给和需求之间的关系较为均衡。然而，由于电力公司的使用量是固定的，而供应商数量却相对较少，有时甚至会出现供应大于需求的情况，这便引发了激烈的市场竞争。在此情况下，电力公司需以理智的方式应对，做足充分准备，调整好采购策略，确保采购过程的顺畅。通过内外兼顾的方法，电力物资的采购流程才能得以顺利执行。

3.2 完善电力设备规划与管理的相关体系

为了实现电力设备生产的目标，必须提高管理水平。电力设备生产需要大量的物资和人员，只有保证这两个工作环节正常运行，才能实现生产计划目标，企业才能正常经营，取得利润。建立相关管控制度是提高生产计划与控制水平的前提，对每个环节都要严格要求，做好物资供应和制定生产计划，使之科学合理，为后续审核工作做好准备。

3.3 企业负责人要引起足够的重视

现在社会上有很多的培训机构，开设了很多培训企业高层管理者的课程，电力企业的负责人可以合理规划自己的时间，参加相应的课程，更好地理解电力设备生产计划和控制的意义和推进方法。企业的负责人要引起足够的重视，认识到做好电力设备生产计划对于企业向覆盖区内的客户提供电网服务的重要性。只有在思想上重视，才能够做好电力企业带头人的工作，有效促进电力设备生产计划和控制

工作。

3.4 提高管理者素质，加强需求分析

为了解决电力公司内负责制造和管控电力设备的人才水平不足的问题，我们建议在招募人才时适当地提升入职标准，以吸引更多具备专业技术且具有强大执行力的优秀人才加入。同时，可以在组织内部建立由经验丰富的前辈带领新手及技能娴熟的技术专家指导普通成员的工作团队，以此来逐步增强领导人员的能力和素养。此外，还可以通过定期的训练课程，强化他们对设备制造和管理的理解 and 操作技巧。与此同时，应在制订设备生产方案前进一步深化需求研究，这有助于降低公司的开支并尽可能地增加其经济效益^[4]。

应当做好对于项目的了解，在项目前期调查过程中，了解此次项目的物资生产量、物资规格等相关的参数。这不仅要求电力企业的物资管理人员具备相当的工作经验，同时还需要管理人员能够掌握一些现代化的管理技术，利用大数据资源实现对这些物资信息和规格的分析，从而形成一份内容详细的报告。除此之外，电力物资的需求计划以及物资的综合计划和财务计划也需要协同进行，在物资采购过程中，不仅仅要考量到所涉及的物资类型以及规格，更要符合目前的财务预算，并且，针对物资获取后的用途分配、物资运输过程中的物流属性等多个方面进行考量，构建起多体系分类化的管理机制。比如，在运输过程中，需要考虑运输的流速、运输流量、不同区域的需求程度、满足需求的响应时间、需要提前采购的时间等等。在生产计划控制的过程中，做好对于相应需求的预测以及计量工作，并且分配好电力物资的用途方向和前往不同用途场景需要的时间以及空间属性，这样才能够构建起相对完善和健全的预测模型，让电力物资的生产计划管理和控制工作有据可循。

概括而言，当前中国社会的经济增长离不开电力的贡

献，它不仅决定了民众生活用能的需求能否被满足，还直接或间接地影响到了各行各业的运营状况，可视作国民经济的基础部分。为了确保电力公司的稳健且可持续地发展，应高度重视其制造设施的管理规划及管控工作。公司领导层需要意识到存在于发展的诸多问题，例如：缺乏对制造设施管理规划及管控工作的关注度；没有制定有效的约束机制来规范这些管理工作；管理人员的专业素养不足等。所以，我们要高度警惕并完善电力设备的计划和管控体系，营造良好的购买条件，提升管理人员的能力，并且深入研究市场需求^[5]。

4 结语

综上所述，电力行业的发展是推动国家经济建设的重要支柱性行业，为了确保电力线路的稳定运行，为人们提供更加高质量的电力服务，就必须在物资生产计划以及控制的过程中，不断地贴合电力和行业的现代化发展趋势。通过创造强有力的电力物资采购环境、完善电力设备的计划以及控制管理机制、加强管理人员的计划重视程度、提升管理者的综合素养等多措并举的方式，不断地提升电力企业在发展过程中的物资生产以及管理水平。

参考文献

- [1] 王熹瞳.探讨电力设备运维管理及安全运行[J].中国设备工程,2023(24):58-60.
- [2] 安昱泓.大数据视域下的智能化电力生产安全管控系统研究[J].现代工业经济和信息化,2023,13(10):119-121.
- [3] 李智.提高电力设备生产计划和控制的策略探讨[J].科技创新导报,2019,16(33):22+24.
- [4] 马鑫.发电设备制造企业的主生产计划方法与动态调整研究[D].上海:上海交通大学,2016.
- [5] 张镇.电力设备制造定制化供应链管理战略[D].上海:上海交通大学,2015.

Simulation and Optimization of Electric Power System

Liang Tian Pengfei Zheng

State Grid Hanzhong Power Supply Company, Hanzhong, Shaanxi, 723000, China

Abstract

This paper discusses the key technologies and optimization methods for the construction of a new power system. In the background of the expanding scale of new energy grid connection, the traditional optimization method based on physical model is difficult to meet the demand of real-time and rapid solution. Therefore, we introduce deep reinforcement learning (DRL) as a data-driven method that can adaptively learn scheduling strategies and make decisions in real time. We analyze the advantages and disadvantages of various DRL algorithms in the new power system dispatching decision problem, and look into the future research direction. Power system is the blood of economic and social development, and the construction of new energy power system is crucial to promoting the revolution of energy production and consumption.

Keywords

new power system; power system simulation; deep reinforcement learning; new energy power generation

电力系统仿真与优化

田良 郑鹏飞

国网汉中供电公司, 中国·陕西 汉中 723000

摘要

论文探讨了构建新型电力系统的关键技术和优化方法。在新能源并网规模不断扩大的背景下, 传统基于物理模型的优化方法难以满足实时快速求解的需求。因此, 我们介绍了深度强化学习 (DRL) 作为一种数据驱动的方法, 可以自适应地学习调度策略并实时决策。我们分析了各类DRL算法在新型电力系统调度决策问题中的优势与劣势, 并展望了未来的研究方向。电力系统是经济社会发展的血脉, 而新能源电力系统的建设对于推动能源生产和消费革命至关重要。

关键词

新型电力系统; 电力系统仿真; 深度强化学习; 新能源发电

1 引言

在“双碳”目标的背景下, 构建新型电力系统成为一项复杂而艰巨的任务。论文将探讨如何科学合理地设计新型电力系统建设路径, 降低传统能源比重, 以实现清洁低碳、安全充裕、经济高效的目标。

2 电力系统仿真

电力系统仿真在理解、分析和优化电力系统行为方面起着至关重要的作用。它涉及创建数学模型, 以代表电网的物理组件, 并使用这些模型在不同条件下模拟系统的响应。在本章中, 将深入探讨电力系统仿真的概念、其重要性以及成功实施所需的技术要求。

2.1 电力系统仿真是通过计算模型模拟电力系统的运行行为

2.1.1 利用虚拟现实技术进行仿真

虚拟现实 (VR) 技术在电力系统仿真中发挥着重要作用。

通过 VR, 工程师可以在三维环境中可视化电力系统, 更直观地理解其复杂性。例如, VR 可以展示电力在输电线路中的流动、节点电压的分布以及扰动对系统稳定性的影响。通过沉浸式的虚拟环境, VR 增强了用户对电力系统动态特性的理解。

2.1.2 实时仿真与实际系统响应速度相同

实时仿真是电力系统分析的关键环节。与离线仿真使用历史数据不同, 实时仿真与实际系统同步运行。仿真时间步骤与系统响应时间相匹配, 使工程师能够观察瞬态现象、故障事件和控制动作。为了实现实时仿真, 需要使用高性能计算平台, 如多核 CPU 或 FPGA。

2.2 技术要求

在电力系统仿真中, 技术要求对于准确模拟和分析系统行为至关重要。以下是关于电力系统仿真技术要求的详细讨论。

2.2.1 数字仿真模型响应速度

仿真模型的响应速度对于实时仿真和准确性至关重要。以下是一些关键方面:

【作者简介】田良 (1990-), 男, 中国陕西汉中, 本科, 工程师, 从事供电企业、电力安全生产研究。

①模型复杂性：仿真模型应该足够详细，以捕捉电力系统各个组件的动态特性。然而，过于复杂的模型可能导致计算时间过长，不适用于实时仿真。因此，需要权衡模型的复杂性和响应速度。②数值方法：选择合适的数值方法对于模型的响应速度至关重要。例如，隐式数值方法可以提高稳定性，但可能导致计算时间增加。工程师需要根据具体情况选择合适的数值方法。③并行计算：利用多核 CPU 或 FPGA 等硬件资源进行并行计算可以显著提高仿真模型的响应速度。并行计算技术允许同时处理多个计算任务，从而加速仿真过程。

2.2.2 多核 CPU 或 FPGA 硬件运算

①多核 CPU：多核 CPU 具有多个处理单元，可以同时执行多个任务。在电力系统仿真中，使用多核 CPU 可以加速计算过程，特别是在处理大规模系统模型时。② FPGA：FPGA（现场可编程门阵列）是一种可编程硬件，可以根据需要重新配置。在电力系统仿真中，FPGA 可以用于加速特定计算任务，例如数字保护算法或实时控制。

选择适当的硬件资源对于实现高效的电力系统仿真至关重要。工程师需要根据仿真模型的复杂性、实时性要求和可用的资源来权衡这些技术要求。数字仿真模型的响应速度和硬件运算能力是电力系统仿真成功的关键因素，对于优化电网性能和应对不确定性具有重要意义。

2.3 软件应用

在电力系统仿真与优化领域，有几款强大的软件工具可供使用，让我们深入了解这些应用程序。

2.3.1 Digsilent

Digsilent 是一款广泛应用于电力系统仿真的软件。它在以下方面表现出色：

①微电网仿真：微电网是一个小型电力系统，通常包括分布式能源资源（如太阳能电池板、风力涡轮机）以及储能设备。Digsilent 可用于模拟微电网的运行和性能。工程师可以创建发电机、变压器和负荷的详细模型，同时考虑稳态和动态行为。通过微电网仿真，我们可以评估微电网的稳定性、可靠性和性能。②新能源发电：随着可再生能源的快速发展，电力系统中的新能源发电成为一个关键领域。Digsilent 可用于建立太阳能、风能、水能等新能源发电设备的模型，并模拟其与传统电力系统的交互。这有助于优化新能源的集成和系统运行。③配电网可靠性：配电网是将电力从输电网传送到终端用户的关键环节。Digsilent 可用于模拟配电网的运行和可靠性。工程师可以分析不同故障情况下的电力分布、电压稳定性和负荷响应。

2.3.2 ETAP

ETAP 是一款全面的电气仿真软件，具有以下特点：

①电气模拟仿真：ETAP 可用于模拟电力系统的各个方面，包括潮流分析、短路计算、稳态和暂态稳定性评估。工程师可以使用 ETAP 创建复杂的电力系统模型，并分析其性

能。②电力系统在线监测：ETAP 支持与实际电力系统的实时数据交换。它可以与现场设备（如保护继电器、自动化装置）通信，实时监测系统状态并进行故障诊断。

2.3.3 SimuNPS

SimuNPS 是一款专注于新型电力系统建模和仿真的软件。以下是它的特点：新型电力系统建模：SimuNPS 可用于创建新一代电力系统的详细模型。它支持包括风力涡轮机、光伏板、储能系统和电动汽车在内的新能源设备的建模。通过 SimuNPS，工程师可以研究新型电力系统的动态特性和稳定性。

3 电力系统优化

3.1 人工智能技术的应用

人工智能技术在新型电力系统的优化运行和控制中发挥着关键作用。通过利用新一代人工智能和信息通信技术，我们可以提供决策支持，实现电力系统各要素之间的协同控制和优化配置。智慧电力的建设可以通过智能化的调度和优化算法，实现电力资源的最优配置和调度，从而提高能源利用效率。这些技术将推动电力系统向更智能、更高效的方向发展。

3.2 研究内容与方法

电力系统优化的研究领域涵盖了广泛的内容，旨在提高电力系统的效率、可靠性和经济性。以下是一些关键的研究内容和方法。

3.2.1 并网型微电网光储协同优化调度

①微电网：微电网是一个小型电力系统，通常由分布式能源资源（如太阳能电池板、风力涡轮机）、储能设备和负荷组成。优化微电网的运行和调度是一个关键问题。研究人员可以探讨如何协调不同能源之间的互动，以最大化系统的可靠性和经济性。②光储协同优化：光伏发电和储能系统的协同优化是另一个重要的研究方向。如何在不同天气条件下最优地利用太阳能发电和储能设备，以满足负荷需求，是一个具有挑战性的问题。

3.2.2 多目标粒子群算法的电力系统分布式电源选址定容

①多目标优化：电力系统的优化通常涉及多个目标，如最小化成本、最大化可靠性和最小化环境影响。多目标粒子群算法是一种有效的优化方法，可以帮助工程师在不同目标之间找到平衡。②分布式电源选址定容：分布式电源的选址和容量规划对于电力系统的可靠性和经济性至关重要。研究人员可以使用优化算法，如粒子群算法，来确定最佳的分布式电源位置和容量。

3.2.3 电力系统自动化技术的安全管理策略

网络信息安全：电力系统的数字化和智能化使其更容易受到网络攻击。研究人员可以探讨如何设计有效的网络信息安全策略，以保护电力系统免受潜在的威胁。

3.3 效率和成本

电力系统效率低的原因之一是设备容量利用率低，需要提高设备容量利用率和配置高效设备。此外通过实时监测和数据分析，电网管理平台有助于快速发现和解决问题，避免电力系统的故障和停电，提高供电效率和可靠性。

3.4 政策和规划

在构建新型电力系统的过程中，政策和规划起着至关重要的作用。国家能源局发布的《新型电力系统发展蓝皮书》详细阐述了新型电力系统的发展理念、特征和制定的发展路径。同时，我们也面临一些新问题和关键技术挑战，这些都需要得到有效的政策支持和科学规划。新型电力系统的发展理念是实现清洁低碳的能源生产和消费。这意味着我们需要减少对传统化石能源的依赖，大力发展可再生能源，如太阳能、风能和水能。新型电力系统应该具备智能化的特征，包括智能调度、智能监测和智能控制。通过数据分析和人工智能技术，我们可以更好地管理电力系统，提高效率和可靠性。

3.5 灵活性与可持续能源整合

电力系统的灵活性和可持续能源整合是实现清洁、高效、可靠电力供应的关键。在新能源不断涌入电网的背景下，我们需要采取措施来提高电力系统的运行灵活性，同时有效地整合可再生能源。

3.5.1 提高电力系统的运行灵活性

①负荷预测与响应：准确的负荷预测是提高电力系统灵活性的基础。通过数据分析和人工智能技术，我们可以预测负荷需求的变化，从而灵活地调整发电机出力 and 输电线路的负荷分配。

②灵活的发电机调度：电力系统的发电机调度需要根据实时需求和可再生能源的波动进行灵活调整。这包括发电机出力的调整、启停操作和备用发电机的准备。

3.5.2 整合可再生能源

①智能电网规划：合理规划和布局可再生能源设备对于整合可再生能源至关重要。我们需要考虑太阳能电池板、风力涡轮机等设备的位置和容量，以最大程度地利用可再生能源。

②储能系统的应用：储能系统是整合可再生能源的关键环节。通过储能系统，我们可以将多余的可再生能源存储起来，以应对不稳定的天气条件。这有助于提高电力系统的可靠性和灵活性。

3.5.3 智能电力系统的未来

①数字化和智能化：未来电力系统将更加数字化和智能化。通过智能传感器、数据分析和自动化技术，我们可以实现电力系统的自动监测、故障诊断和优化调度。

②市场化发展：电力市场化发展将推动可再生能源的整合。通过建立合理的市场机制，鼓励清洁能源的发展，我们可以实现可持续能源的目标。

4 技术挑战与发展

电力系统的优化和发展面临着许多技术挑战和未来的发展趋势。在这一章节中，我们将探讨这些挑战和趋势，以便更好地理解电力系统的未来发展方向。

4.1 技术挑战

4.1.1 新型电力系统仿真需求多样化

随着电力系统的不断演进，仿真需求变得越来越多样化。以下是一些相关的挑战：

微电网仿真：微电网是一个小型电力系统，通常包括分布式能源资源、储能设备和负荷。如何准确地模拟微电网的运行和性能，以满足不同场景下的需求，是一个挑战。

分布式能源集成：新能源发电设备（如太阳能电池板和风力涡轮机）的快速发展使得电力系统中的分布式能源集成成为一个关键领域。如何有效地模拟这些分布式能源的运行和相互作用，以优化系统性能，是一个挑战。

4.1.2 网络信息安全

随着电力系统数字化的推进，网络信息安全变得越来越重要。如何保护电力系统免受网络攻击，确保数据的完整性和机密性，是一个挑战。

智能技术培育：智能技术（如人工智能、大数据分析和物联网）在电力系统中的应用越来越广泛。如何培养专业人才，使其具备智能技术的应用能力，是一个挑战。

4.2 发展趋势

4.2.1 数字模型代替物理模型的新型仿真系统

随着计算能力的提高，数字模型在电力系统仿真中的应用将变得更加普遍。传统的物理模型需要复杂的数学建模和求解过程，而数字模型可以更快速地开展仿真。这将有助于提高仿真的精度和效率。

4.2.2 高精度仿真助推新型电力系统构建

高精度仿真将有助于优化电力系统的设计和运行。例如，通过精确模拟新能源发电设备的动态特性，我们可以更好地理解其对电力系统的影响。这将有助于推动新型电力系统的构建，实现可持续发展和智能电网的目标。

新型电力系统的建设需要政策引导、技术创新和产学研深度融合。我们应该积极推动能源电力全产业链的融通发展，共同构建更加环保、可靠的电力系统。

参考文献

- [1] 王程,付智鑫,陈振勇,等.基于模拟仿真技术的新型电力系统性能评估与优化分析[J].集成电路应用,2024,41(1):298-299.
- [2] 崔晓丹,吴家龙,许剑冰,等.新能源高占比电力系统电磁暂态并行仿真的优化分网方法[J].电力自动化设备,2023,43(11):174-180+224.
- [3] 何芳,王文锋.仿真软件辅助优化电力系统实验教学的探讨[J].工业控制计算机,2022,35(4):158-160.

Use Security Intelligent Terminal to Improve Team Security Management

Cheng Zhang Xinying Yang

State Power Investment Group Xiexin Binhai Power Generation Co., Ltd., Yancheng, Jiangsu, 224500, China

Abstract

In recent years, the problems in the field of safety production have become increasingly prominent, and it is urgent to improve the intelligent analysis and decision-making ability of enterprise safety risks and the level of safety protection. Team safety management is the foundation of safety management in power generation enterprises. By utilizing advanced information technology to manage team production behavior, risks can be controlled before potential hazards occur. This paper introduces the application of information technology platforms in team safety management, aiming to improve the level of safety protection and effectively curb accidents.

Keywords

smart terminal; security management; information platform

运用安全智慧终端 提升班组安全管理

张成 杨欣莹

国家电投集团协鑫滨海发电有限公司, 中国 · 江苏 盐城 224500

摘 要

近年来安全生产领域的问题日益突出, 提高企业安全风险智能分析决策能力和安全防护水平迫在眉睫。班组安全管理是发电企业安全管理的基础, 借助先进的信息化手段来管理班组生产行为, 实现把风险控制在隐患形成之前。论文结合信息化平台在班组安全管理中应用情况进行介绍, 旨在提高安全防护水平, 有效遏制事故发生。

关键词

智慧终端; 安全管理; 信息化平台

1 引言

近年来发生的重特重大事故暴露出当前安全生产领域存在“认不清、想不到”的问题。为实现关口前移、预防为主, 各行业积极改变过去被动处理事故和应急处置的方式, 致力于双重预防机制建设。然而, 由于信息化和标准化等相关问题未得到有效解决, 安全风险和隐患治理的信息化滞后, 双重预防机制建设效果尚不明显。论文运用了生产智慧监控系统、ERP、人员定位系统、VR 技术平台、安防综合管理系统等五个信息化平台, 对发电企业安全管理信息系统进行了全面分析。通过安全智慧终端实时检查车间、班组的安全信息变化情况, 以及各级上报数据的跟踪, 实现安全生产动态管理。安全检查结果和事故隐患整改信息随时报送, 提高事故应急响应、救援指挥决策的效率, 缩短响应时间。充分应用信息技术和移动互联网技术, 建立一个统一、集中、规范、可控的安全生产管理信息化系统。

【作者简介】张成(1988-), 男, 中国江苏盐城人, 本科, 工程师, 从事热工自动化研究。

2 全流程溯源体系, 严把安全生产质量关

安全智慧终端科学利用各项系统通过权限细分责任, 设计权限与职能角色划分体系, 严格落实安全责任。责任分明, 权限明确, 具体安全工作落实到人, 杜绝员工推脱责任, 消除信息不对称现象。领导能够随时掌握本单位安全生产现状、控制事故风险, 提高执行效率。安监部通过系统查阅本单位的安全生产管理内容和流程管理, 确保责任落实到位, 有据可查。班组通过规范有效的安全生业务流, 将相关信息上传网络。

3 以隐患排查治理为基础, 加强风险管控

班组充分利用智慧系统中的设备诊疗养功能, 从多个维度收集设备各项信息, 包括设备安装基本情况、备件信息、主要备件寿命以及每次维护的时间和发现的问题等。这些信息的收集有助于班组对设备的全面监控和管理, 从而确保设备的有效运行和延长设备的使用寿命。根据系统提供的备件信息和寿命预测功能, 班组及时进行备件的采购和更换, 有效地避免了因备件损坏而导致的生产中断。同时, 班组还建立了设备维护的定期计划, 根据每次维护的记录和问题发现

情况,及时调整维护策略,确保设备处于最佳状态,进一步提高了设备的可靠性和稳定性。系统对隐患按照上报、整改、复查、奖惩进行流程化闭环式管理,明确的责任划分和清晰的历史记录保证系统记录有据可查;具有班组车间隐患报送功能,其中对“整改措施、责任人、时限”落实情况加以严格把控,对发现的隐患实行班组、车间、厂部三级联动监管。班组、车间的隐患上报都可以畅通无阻地直接反馈到管理层,便于及时发现问题、督促事故隐患整改。制定安全生产信息化岗考核办法,实现细化评分,集中显示考评成绩,引入激励机制。

4 危险源辨识强化,确保检修作业安全

安全智慧终端利用专业评价模型为安全管理人员提供风险辨识指导,帮助他们辨识风险,使职工了解相关风险。采用可视化辨识指导打分法,对上报的危险源进行逐个分析、评价和划分等级,并制定相应的预防和控制措施,系统自动统计汇总各级危险源。班组引入生产实时智慧系统,该系统由安健环管理、两票管理、检修管理、班组管理、设备诊疗养等多个板块组成。该系统能够实时捕捉并分析生产现场的各类数据,为班组提供了一个全面的数据视图。班组通过实施安健环管理板块内的“四卡”系统——预警指标卡、员工 HSE 自我评估卡、安全观察卡和任务观察卡,来进行细致的现场工作数据收集和分析。每种卡片聚焦于不同的安全和工作维度,使得数据的收集更加全面和系统。例如,预警指标卡用于监控关键安全指标,而员工 HSE 自我评估卡则用于评估员工的安全意识和行为。收集到的数据被用于生成详细的报告和分析,帮助班组识别潜在的风险点和改进领域,以及对安全和生产效率进行持续的优化。这种系统化的数据收集和分析方法,有效提升了班组在安全管理和生产效率方面的认识和反应能力,为安全生产提供了坚实的数据支撑。

5 定期提示系统运用,确保定期工作无遗漏

专业运用 vika 维格云润搭建一套能实时预警提醒的数据自动驾驶系统,解决了定期安全管理工作流于形式,与实际工作严重脱节。可以有效地防止定期工作周期时间长,自动提醒通知责任人,能够有效防止定期工作遗漏。例如现场表计的定期校验台账 Excel 表格,填写好前一次校验日期和期满时间,新建一个维格列,用它来计算表计到期剩余时间,在日期函数里选择一个函数,自动算出每一块表计的校验到期剩余时间,还可以使用软件中的可视化功能,将所有表计状态清晰区分,待时间即将到期后,可以直接通过 APP 关联到企业微信提醒人员处理待办,简单一个函数就能实现自动化警戒提示。通过 Vika 维格云润搭建的系统,可以实现多种数据源整合、可视化监控、自动化工作流程等功能,该系统可以更好地实现对安全管理工作的全面智能化监控和管理,从而更好地解决定期安全管理工作流于形

式、与实际工作脱节的问题,提高安全管理工作的效率和准确性。

6 技能培训强化,提升全员工作能力

科学运用安全智慧终端,通过生产智慧实时监控技术平台,采用“事故预想”“现场考问”“技术讲课”“技术问答”等形式不断提升技能水平,克服心理压力,提高技术熟练程度,增强快速反应能力,扎实细致地开展各项安全生产工作,全面提升公司生产管理水平。在过去的技术培训中,常见的模式是一名员工提前做好课件,然后通过传统的投影方式进行讲授,而其他班组成员则坐在一旁听讲。然而,这种传统的培训方式存在着一定的局限性,无法高效地满足不同员工的学习需求,更不能有效地应对日常值班消缺工作的技术挑战。班组将采取创新的方式和内容。我们将将成熟的经验固化为标准、规程等,并开展具有创新性的培训方式。通过借鉴头脑风暴法的经验,我们将对培训进行改革。具体而言,我们将由一名员工提前收集培训课题相关的现场照片、视频、异常分析以及往年相关的缺陷实例。然后,由缺陷或事件处理的当事人或知情人分享当时的分析过程和处理过程,有经验的员工将延伸案例进行讲解。最后,通过面对面的交流,将现场工作中实际出现的问题搬到课堂上,让班组成员深入了解课题相关现象过程以及前因后果。这种技术交流培训课实实在在地贴近实际工作,真正让员工切身学到了精髓,旨在通过创新的培训方式和内容,结合头脑风暴法等经验,将实际工作问题融入培训课程中,深入员工实际工作经验,提高解决问题的能力,激发员工的学习积极性和参与热情。项目特色在于将实践与培训相结合,使员工能够在实践中学习和提升。项目的实施将激发企业班组的活力,促进员工的学习和成长。通过创新的培训方式和内容,员工将更加积极地参与培训活动,增强技能和解决问题的能力。建立共享网盘平台也将为员工提供便捷的资料查阅和学习交流平台,进一步促进员工之间的沟通与合作,形成良好的学习氛围和团队合作精神。

7 人员精确定位,助力高效智能管理

安全智慧终端运用新一代物联网定位技术,全面实现人员安全风险管控。当人员携带定位器进入定位信号覆盖范围,实现虚拟电子围栏,根据警告和不安全行为记录,分析人员在岗情况和脱岗记录,实现履职监管自动化。班组使用智慧电厂安监平台进行日常巡检、作业过程安全监护相关工作。系统通过统一接入规范并统一数据服务提供规范,借助前置任务实现的 5G 专网覆盖以及三区数据融合区,为上层智慧应用的落地提供数据基础。同时通过 AR 眼镜、智慧安全帽、无线摄像头、应急传感器作为终端,解决电厂对“人、事、物”的统一且高效的管理需求。热控人员在巡检过程中佩戴专用 AR 眼镜,可以实时显示对应设备详细信息、运行状态等多项参数;无线摄像头识别到作业人员时,通过 AI+

3D 骨骼图像,智能分析作业人员精神状态,有异常时及时向作业人员及班组管理人员发出预警信息;同时通过人员定位系统与 ERP 系统相结合,系统能智能分析工作区域,当工作区域与工作票申请工作位置不符时,立即发出报警,确保工作人员在授权区域内进行作业。5G 智慧电厂数据孪生系统能够实现虚拟化巡检、人员作业状态监测、电子围栏等多项功能,全面保障现场作业安全。将人员位置信息与作业管理相结合,提升危化企业对动火、受限空间、盲板抽堵、登高等特殊作业的现场感知与管理能力。将人员位置信息与巡检相结合,实现巡检路线规划、巡检数据可视化、巡检过程中人员安全、巡检、漏检超时报警等全方位管理,实现智能化巡检。通过三维可视化技术,以倾斜摄影三维地图为系统 GIS 底座,实现安全生产各类业务数据的图上标注和直观的展现界面,满足企业安全态势整体管理需要。

8 ERP 系统工作票与门禁系统联动创新思维应用实践

基于现有 ERP 平台、门禁系统,实现跨平台对接,实现 ERP 系统工作票与门禁系统联动:工作负责人办理工作票后,其门禁卡实现对应区域门禁的自动授权。实现人员安全风险管控。在何处放行某些人,拒绝某些人,何时要发出警报,记忆出入的过程,以达到安全的目的。

构建“管控+ERP”为核心的信息系统架构,支撑决策分析、经营管理、综合管理与专业生产管理需求,为企业提供信息技术支撑与保障的信息化发展方向。管控支持系统面向管理决策层,重点支持目标管理、分析考核与执行监控,ERP 类系统面向生产运营层,实现跨系统联动。系统间的联动,信息传递的准确性非常重要,关系到公司的生产经营及安全管理。人员在 ERP 系统上办理完工作票后,工作票被允许后,工作票上的工作负责人的门禁卡自动被门禁系统授予工票内容相关区域门禁点授权,准确无误,且授权时间为工作票的票面时间,一旦结票或工作票超期,工作负责人的相关门禁点授权会被立刻收回,工作票工作负责人变更,门禁系统同样做到人员授权的变更,逻辑设计严格按照集团公司工作票管理规定设计,成功从根源上解决了人工登记借用卡的种种弊端及不安全因素,加强了重点区域的安全管理,能够做到事故追溯到人、防止走错间隔。

9 创建动态风险管控系统,实现风险可视化

通过智能手机 APP 技术,系统可以向风险管控责任人发送提醒,并在其确认后,对现场工作进行全程监控。责任人在发现现场信息不正确或系统发生变化时,可以及时发出增加安全措施或停止操作的建议。采用信息化管理手段开展现场安全风险管控工作是最有效的管控措施,能够做到作业现场“危险可见、风险量化”,有效预防和遏制事故的发生。

创新安全管控模式:公司构建安全管控中心,由安全生产管理部门统一监督、跟踪、反馈安全管理核心业务,实现“整体把控、集中监管”的安全管理模式。不仅可以实时监测检修的安全情况,还可以提前预警潜在的安全风险,并及时采取措施进行防范和应对。同时,通过数据分析和统计,可以及时总结经验教训,不断优化安全管理措施,提高安全管理水平。

应用创新:以安全生产标准化建设为指导,将电力工程建设项目全过程纳入范围,以安全生产为首要目标,通过信息化和 IT 技术构建安全标准化管理系统,有机结合项目管理和安全管理,拓展了电力工程检修项目管理先进理念,是安全管理理论在安全施工实际应用上的创新。

安全管控手段创新:将移动互联网技术和信息技术融入传统的电力检修安全管理过程中,进行动态监控和集中监测。这种创新手段充分发挥了系统对电力建设项目全面、高效、动态智能管控的需求,保证了项目安全生产目标的实现,为安全生产主体落实安全职责、为项目安全管理提供手段、为领导决策提供依据,提高了安全管理效率。

通过信息化平台,可以弥补人工模式的不足,将安全管理工作渗透到生产的各个细节。建立安全基础信息的共享机制,对人的行为、物的状态、环境的条件等不安全因素进行有效监控和及时决策,从根本上保证生产平稳有序进行。

参考文献

- [1] 黄典剑.安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制建设探讨[J].中国安全生产,2017,12(7):36-38.
- [2] 孙立华.双重预防体系建设中出现的问题及对策研究[J].山东煤炭科技,2018(6).

The Coordinated Development of Wind Farm Relay Protection and Smart Grid

Meng Li

Yunnan Huaning Huote New Energy Development Co., Ltd., Yuxi, Yunnan, 652800, China

Abstract

Wind power, as an important part of renewable energy, has been widely concerned and applied worldwide. However, the integration of wind power and the power grid poses new challenges to the stability of the power grid system. In this regard, this paper puts forward the necessity of the coordinated development of wind farm relay protection and smart grid, and discusses the key technology of wind farm relay protection and the development dynamics of smart grid. The research shows that by replacing the new relay protection equipment and optimizing the dispatching strategy, the wind farm can effectively improve the support for the stability of the power grid system. At the same time, with the construction of the smart grid, the energy saving and emission reduction effect and operation efficiency of the power grid can be further improved. New distribution network automation, demand response, energy storage and other technologies also provide new possibilities for the optimal operation of wind farms. Therefore, the coordinated development of wind farm relay protection and smart grid is not only of great significance to promote the greening and intelligence of China's power system, but also provides a new way to solve the stability of the power grid.

Keywords

wind farm; relay protection; smart grid; grid stability; green power system

风电场继电保护与智能电网的协同发展

李梦

云南华宁火特新能源开发有限公司, 中国 · 云南 玉溪 652800

摘 要

风电作为可再生能源的重要组成部分在全球范围内得到了广泛的关注和应用。然而, 风电与电网的融合给电网体系稳定性提出了新的挑战。就此, 论文提出了风电场继电保护与智能电网协同发展的必要性, 探讨了风电场继电保护的关键技术和智能电网的发展动态。研究显示, 通过更换新型继电保护设备和优化调度策略, 可以有效地提高风电场对电网系统稳定的支持, 同时, 配合智能电网的建设, 进一步提高电网节能减排效果及运行效率。新型的配网自动化, 需求响应, 能源储存等技术也为风电场的优化运行提供了新的可能。因此, 风电场继电保护与智能电网的协同发展, 不仅对推动中国电力系统的绿色化和智能化具有重要意义, 同时也提供了解决电网稳定性问题的新思路。

关键词

风电场; 继电保护; 智能电网; 电网稳定性; 绿色电力系统

1 引言

在新能源发展的大背景下, 风电作为重要的可再生能源之一, 在全球范围内都已经得到了广泛的应用和发展。然而, 在众多的利好因素面前, 风电对电力系统稳定性的影响问题也日渐凸显, 逐渐受到了业界的广泛关注。随之而来的是, 传统的电力系统防护设备和调度策略在新形势下面临着巨大的挑战。在风电场的运营过程中, 如何有效地解决继电保护问题, 如何实现与电网的有效对接, 以及如何提高电网的运行效率, 这些都是我们需要深入研究和探讨的问题。幸运的是, 随着科技进步, 一些新的技术手段和设备已经为

我们开启了新思路。其中, 智能电网的出现, 使得风电与电网的融合度得到大幅度地提升。在未来的研究中, 我们将进一步探讨风电场继电保护的各項关键技术, 同时重点考察智能电网的发展动态和影响, 以期能为中国电力系统的绿色化和智能化, 以及电网稳定性问题的解决提供理论支持和实务借鉴。

2 风电场与电网系统的稳定性

2.1 风电场的发展现状及挑战

随着可再生能源的重要性日益凸显, 风电场作为一种主要的清洁能源形式受到了广泛关注^[1]。风电场的发展迅速, 其装机容量和数量不断增加。风电场的发展也面临着一些挑战。风电场的分布较为广泛, 往往远离负荷中心, 这给电网

【作者简介】李梦 (1990-), 男, 中国云南玉溪人, 本科, 助理工程师, 从事电力企业档案创新管理研究。

的运行和管理带来了一定的困难^[2]。风电场的功率输出存在一定的不稳定性,受到气象条件的影响较大。风电场的技术和设备更新换代周期较短,需要不断引进和应用新技术。

2.2 风电场对电网系统稳定性的影响

风电场的接入对电网系统的稳定性产生了显著影响。风电场的不可控性使得电网的负荷平衡更加复杂。风电场的功率输出随着风速的变化而变化,这对电网的调度和运行提出了更高的要求。风电场的接入对电网的电压和频率稳定性产生了影响。风电场的大规模接入可能导致电网的电压和频率波动,甚至引发电网的振荡。如何有效控制风电场的接入,保证电网的稳定运行,是当前亟待解决的问题。

2.3 继电保护在风电场运行中的角色和必要性

继电保护在风电场运行中发挥着关键作用,并具有重要的必要性。继电保护可以及时检测和切除风电场内部发生的故障,保护风电设备的安全运行。对于风电场而言,继电保护可防止发电机、变压器以及其他电气设备在故障时受到损坏,并确保人身安全。继电保护可以帮助风电场与电网之间实现有效的故障隔离。当电网发生故障时,继电保护可以迅速切除故障区域与风电场之间的连接,避免故障扩散,减少对风电场的影响。继电保护还可以对风电场进行监测和控制,提高其运行的可靠性和稳定性。

风电场的发展和接入给电网系统的稳定性带来了一定的挑战。继电保护作为一项关键技术,扮演着风电场安全运行和电网稳定性的重要角色。研究和应用继电保护技术,并将其与智能电网相结合,是促进风电场与电网系统协同发展的关键之一。

3 继电保护技术在风电场的应用

3.1 新型继电保护设备的发展和应用

随着科技的进步,继电保护设备不断得到创新和智能化的发展,其在风电场的应用也愈发广泛。新型继电保护设备通常采用先进的微处理器,具备高速测试、故障识别和参数调整等一系列功能。区别于传统保护设备,新型继电保护设备的应用极大地提高了风电场的运行可靠性。

在众多新型继电保护设备中,数模混合微机继电保护设备、光纤通信继电保护设备以及智能化趋势下的 IOT 继电保护设备,都已在风电场中得到了广泛应用,其在风电场的保护系统沟通、过载保护以及配电自动化等方面起着难以估量的作用。

3.2 风电场继电保护的优化调度策略

在风力发电场的运行中,继电保护的作用是至关重要的,它不仅关系到电力设备的安全运行,更影响电网的稳定性。电力系统中的风电场继电保护优化调度策略显得尤为重要。

风电场属于分布式发电资源,其功率损耗的问题在电网运行中显得尤为突出。风电场经常出现功率波动大,电网功率平衡难以达到理想状态,这对电网稳定性提出了严峻的

挑战。针对这些问题,电力行业在继电保护优化调度方面进行了深入研究。

实现优化调度,首要考量的就是实时数据获取与处理,包括风电场的各项工况参数,如功率、温度,以及风速、风向等。电力系统的功率负荷、网损等因素也要考虑进去。优化调度策略需要集中控制并批量处理这些实时数据,支持特殊运行模式的决策。

在风电场继电保护设备的设计和运行中,一种被广泛采用的优化调度策略是模糊控制策略。模糊控制策略借助于模糊逻辑的理论,对风电场各方面复杂的变化情况进行处理分析,进而实现风电场继电保护设备的有效调度。

为了提高风电场的调度精准度,一种更为先进的优化调度策略是应用人工智能技术进行精准调度。采用神经网络等机器学习方法,根据历史数据和实时数据,对风电场的运行状态进行精准预测,进而做出及时的调度决策。

在保证风电场继电保护设备安全可靠运行的优化的调度策略也需要考虑经济效益。如何在确保电网稳定性的前提下,通过优化设备操作模式,从而实现设备运行效率的最大化,这也是风电场继电保护优化调度策略面临的重要命题。

为了满足风电场与电网的协同发展,风电场的继电保护设备也需要有远程通信和控制的能力。构建以通讯网络为基础的风电场继电保护优化调度系统也成为当下的研究热点。

可以预见,随着风电场规模的不断扩大,风电场继电保护优化调度策略的研究和实践将会成为电力系统运维中的核心环节。

3.3 风电场继电保护对电网稳定性的提升

风电场继电保护系统在提升电网稳定性方面扮演着重要的角色。在风电场中,继电保护设备能够有效地阻止电流的瞬时大幅度变动,为电力系统稳定运作提供了重要保障。

通过有效的继电保护策略,可以在电网中实现对电力的高效传输,无论是在正常运行状态,还是在电网故障发生时,都能尽可能地降低电网系统的损耗,避免电网系统出现严重故障或频繁的短周期振荡。

继电保护设备在风电场中应用,可以根据风电场运行环境实时调整系统参数,实现对电网的动态监控,在可能出现故障的初期,及时进行操控干预,以减少或避免低概率高后果事件的发生,保证电力系统的稳定、安全运行。

风电场继电保护系统的智能化和优化策略的实施,以及新型继电保护设备的广泛应用,不仅提升了电网的稳定性,也成了风电场和整个智能电网发展的重要推动力。当风电场继电保护技术不断进步时,也将为风电场与智能电网的协同发展提供更为坚实和深远的基础。

4 风电场与智能电网的协同发展

4.1 智能电网的发展动态与影响

智能电网是当今电力系统发展的重要方向之一,其以

信息、通信和计算技术为基础,实现了电力系统的高效、安全、可靠和可持续运行。智能电网的发展带来了以下几个动态和影响:

智能电网推动了电网技术的更新与升级。传统的电网系统面临着能源效率低、供需不平衡、储能不足等问题,智能电网通过引入先进的监控、控制和通信技术,提高了电网系统的自动化程度和可靠性,实现了能源的高效利用。

智能电网推动了能源转型与清洁能源的应用。随着能源需求的增加和环境污染问题的日益突出,智能电网积极推动了清洁能源的应用,如风电、太阳能等。风电场作为一种清洁能源的重要形式,与智能电网的协同发展具有重要意义^[3]。

智能电网促进了能源的灵活调度与交易。智能电网通过准确获取能源供需信息和用户需求,实现了能源的灵活调度和优化配置,提高了能源利用率。智能电网还推动了能源市场的自由化和电力交易的创新,为电网运营和用户提供了更多的选择和灵活性。

4.2 风电场与智能电网的发展同步策略

风电场与智能电网的协同发展需要制定相应的策略与措施,以促进它们的共同进步和融合发展。

加强信息通信技术在风电场中的应用。智能电网的核心是信息通信技术的应用,风电场需要引入先进的信息采集、传输和处理技术,实现与智能电网的紧密连接。通过实时监测和远程控制,提高风电场运行的可靠性和安全性。

优化风电场的运行管理与调度策略。智能电网提供了多种能源调度策略和优化算法,风电场可以借鉴这些方法,优化其运行管理和调度策略,提高发电效率和供电可靠性。风电场还需要结合智能电网的需求和电网规模,制定合理的运行计划和调度策略。

加强风电场与智能电网的协同运行机制。风电场作为分布式电源的重要组成部分,需要与智能电网形成紧密的协同运行机制。这包括与智能电网数据互联、能源交易、故障处理等方面的协同操作,以实现电网系统的整体性能优化。

4.3 风电场继电保护与智能电网的协同发展对电力系统的影响

风电场继电保护与智能电网的协同发展对电力系统具有重要的影响和意义。

风电场继电保护的升级将提高电力系统的安全性和可靠性。随着风电场的规模和数量的增加,对其继电保护系统的要求也越来越高。通过引入智能电网的技术和理念,风电场继电保护系统可以实现更快速、更准确的故障检测和切

除,有效保护电力系统的安全运行。

风电场继电保护与智能电网的协同发展将提高电力系统的响应速度和灵活性。智能电网提供了更加灵活和智能的电力系统调度和控制方式,与风电场继电保护系统的协同发展可以实现对电力系统的实时监测和控制。这将有助于电力系统实现更快速、更准确的故障处理和恢复,提高系统的响应速度和灵活性。

风电场继电保护与智能电网的协同发展将促进可再生能源的大规模接入和利用。风电场作为可再生能源的重要形式,通过与智能电网的协同发展,可以更好地实现风电的调度和控制,提高其发电效率和供电可靠性。这将有助于促进可再生能源的大规模接入和利用,推动电力系统向清洁、可持续发展的方向发展。

总体而言,风电场与智能电网的协同发展将推动电力系统的高效、安全、可靠和可持续运行。通过加强信息通信技术的应用、优化运行管理与调度策略以及加强协同运行机制,风电场继电保护与智能电网的协同发展必将对电力系统产生重要的影响和积极作用。

5 结语

以上的一系列研究揭示了风电场继电保护与智能电网协同发展的重要性。目前中国风电市场发展迅速,风电作为绿色可再生能源的其中一种,对于中国电力市场有重大的作用,并提出了新的挑战。论文研究表明,新型继电保护设备的引入以及优化的调度策略,可以大幅提升风电场对电力系统稳定性的贡献。同时,论文研究还表明,智能电网的建设和发展,将会进一步提升电网的运作效率以及对于风电场的处理能力,比如配网自动化,需求响应,能源储存等新兴技术的应用。这些不仅为中国推动绿色能源,提升能源使用效率,提供了新的可能性;同时对于处理电网稳定性问题,也提供了新的解决思路。但是,应当注意的是,关于风电场继电保护的具体工作以及如何与智能电网更优地融合,还有许多问题有待进一步研究。就其本身而言,风电领域尚存在的技术难题,仍需科研工作者深入研究。随着科技的日新月异,相信不久的将来,我们可以看到一个更高效,更环保的电力系统的出现。

参考文献

- [1] 王鹏.智能电网对电力系统稳定性的影响[J].大陆桥视野,2015(22).
- [2] 董雪,周璇.智能电网环境下电力系统继电保护[J].大科技,2015(29).
- [3] 蔡凯.风电场对电力系统稳定性的影响[D].南京:江苏大学,2008(16).

Exploration on Management Measures for Status Maintenance of Substation Relay Protection Equipment

Bo Wang

China Energy Construction Group Northwest Electric Power Construction Gansu Engineering Co., Ltd., Lanzhou, Gansu, 730070, China

Abstract

With the development of the power system, as a key part of the power network, the stable and safe operation of its relay protection equipment is crucial to the overall stability of the power network. In order to ensure that the power system can operate stably and safely, it is recommended to regularly the necessary inspection and maintenance to ensure its stable operation. However, the traditional equipment maintenance means have many problems, such as the excessive use or excessive maintenance of the equipment. Therefore, it is increasingly important to carry out the state maintenance and overhaul of substation relay protection equipment. This paper studies the relay protection equipment of substation and discusses its core role and importance in the whole power system. Then, starting from the current situation of power transmission and transformation maintenance, this paper points out the deficiencies in the current maintenance mode.

Keywords

substation; relay protection; condition maintenance; management measures

探讨变电站继电保护设备状态检修的管理措施

王勃

中国能源建设集团西北电力建设甘肃工程有限公司，中国·甘肃 兰州 730070

摘要

随着电力系统的发展，变电站作为电力网络的关键组成部分，其继电保护设备的稳健且安全的运行对电力网络的全面稳定至关重要。为了确保电力系统能够稳定并安全地工作，建议定时对其执行必要的检查和维护，以确保其稳定运作。然而，传统的设备维护手段存在多种问题，如设备的过度使用或者过度的维护等。因此，进行变电继电保护设备的状态维护和检修显得日益重要。论文对变电站的继电保护设备进行了研究，深入讨论其在整个电力系统内的核心作用和重要性。然后，从当前输变电检修的状况出发，指出了现行检修模式中存在的不足。

关键词

变电站；继电保护；状态检修；管理措施

1 引言

在现代电力网络中，变电站在连接发电站和用电终端之间起到了关键作用，它主要负责电力的流通和分配任务。因此，变电站的正常操作，在电力系统中扮演着极为关键的角色。继电保护设备作为变电站不可或缺的组成部分，其主要职责在于当电力系统发生故障时，能够迅速且精确地定位并排除故障区，确保整个电力网络能够安全且稳定地运作。因此，对变电继电保护进行常规的检查 and 保养成为非常关键的。但是，由于电力消费不断增长和电力系统越发错综复杂，传统的周期性检修方法已无法满足当前变电站继电保护设备的持续维护需求。因此，有必要采纳一种创新的维修方式，

对变电站进行定期的评估、修复以及替换。

在线监测的智能变电站见图1。



图1 在线监测的智能变电站

2 状态检修理论基础

2.1 状态检修的关键技术

故障检测手段包括对已搜集到的数据的深度解析，其

【作者简介】王勃（1996-），男，中国甘肃天水人，本科，助理工程师，从事电力系统及其自动化研究。

核心目标是为了识别设备的异常状态和可能出现的故障点。为了更精确地掌握设备的操作状况并据此及时作出反应,需要利用数据挖掘技术来挖掘这些数据。通过对经过分析的数据集中的数据,有能力识别出那些能体现设备当前状态的核心特点。通过特征抽取技术,能识别设备内的缺点或潜在的故障情况。利用统计学与机器学习这些技术工具,可以将所提取的数据特性与已知的故障模型进行高效对比,从而准确判断故障的类型^[1]。基于这一初步,利用了专家系统技术来构建故障检测系统,并通过知识库来收集专家的专业知识,基于这些知识推导出适当的判定准则,最终呈现修复计划和相应建议。依据诊断得到的资讯,给维修策略提供了有力的科学依据。在仔细研究各种故障特征提取策略之后,提出了一种基于统计模型的故障判断算法,并通过具体案例来验证了此方法的实用性。伴随故障诊断的技术持续发展,其不只是提升了对故障的检测准确性和反应时间,同时还为修复决策流程带来了不可或缺的支持。在进行状态检修的整个过程当中,风险评估被认为是一步极其关键的环节。因而,完成风险评估既复杂又极为关键^[2]。此流程涉及评定设备故障的可能概率与潜在后果,从而明确了维护活动的优先级。通过构建数学模型,来研究故障的发生规律以及不同场景下故障的严重程度。进行风险评估时,通常会依赖设备使用的历史和监测数据,以此来预测可能的故障发生率。通过观察设备在各种环境下可能的状态变化,来计算不同情况所需的时长及因此而产生的损失。

智能变电站变电设备状态监测见图 2。

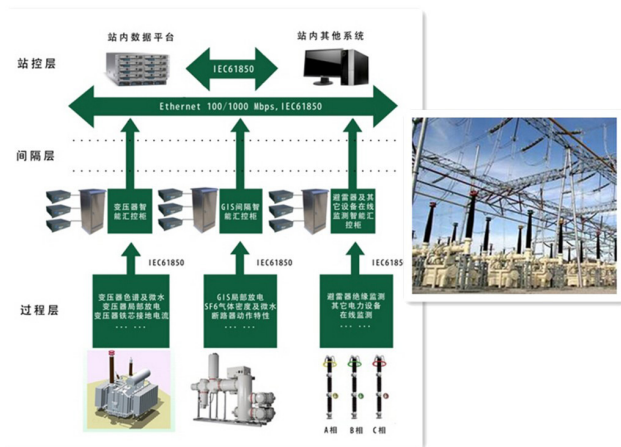


图 2 qh-scm 智能变电站变电设备状态监测

2.2 状态检修与传统周期性检修的比较

周期性的维护和检查任务一般都是根据一个设定的时间周期来进行,同时设备状况检修的决定也是基于该设备即时状态的变化来决定何时应当进行。经过模型的构建,将定期检查与状态检查紧密结合,从而设计了一套基于故障树解析的定期检查手段。此种基于现时状态来确定检修时间的方法,有利于规避不必要的检修工作,进一步提高检修工作的

效率和准确性。周期性维修通常是在固定或不规则的周期内进行的。而状态检修基于前一个周期的运行数据,同时结合设备的当前状态来制定预防性检修措施。定期的设备维护检查常常集中于对各类设备的整体审查和定期维护,其中状态检修主要是针对所观察到的问题来进行的。在进行了定时或不规律的预防性检修之后,需要根据具体的故障位置采取有针对性的检修方案。此种目标明确的修复手法能够按照设备的当前状态灵活调节修复策略,展现出出色的调整适应性。因此,进行状态检修相比定期检修在经济性上具有显著的优势。鉴于状态检修带有清晰的目的和预测力量,它能更高效地分配检修所需资源,进而防止冗余检修任务的发生。中国的电力系统目前已经启动了状态检修的模式,并在实际操作中获得了良好的反馈。检修效率的进步不仅从检修活动的数目上反映了其价值,而且在检修的质量上也取得了明显的成果。随着电网的规模逐步扩大,对于电力供应的可靠性有了更高的期望,这使得传统的定时检修已经不能满足其要求。经过状态检修,能够缩短由故障引起的停机时间,减少维修成本,进一步提高检修的经济效能。如何在干扰日常生产流程的情况下,减少因工作故障导致的经济损耗,是一个关键的议题。这种经济效益的提高不仅在直接的修理费用上展现出来,同时也体现在由此故障导致的间接经济损耗上。由于状态检修有助于显著降低因停电产生的经济损耗,它因此得到了电网的广泛应用。通过采用预防性的保养策略,增强了设备的运作稳定性和整体系统的稳定性,这在很大程度上得益于状态检修工作。并且,随着电网的不断扩张以及电力设备日益复杂,电力系统的稳定和可靠性逐渐显现出其不可或缺的价值。这种对于可靠性的提升不仅仅体现在设备的运作稳定同时也反映在完整的电力系统的稳定性上,为电力系统的稳定和安全稳定提供了强大的基础支持。因此,在电力生成流程中,状态的检查和检修工作应受到足够的关注。当进行状态检修的时候,必须对设备的持续监控数据、问题的诊断以及风险的全面评定进行深入的考虑,这样才能确保制定出具有科学性的检修策略。从电力系统的诊断角度开始,该论文对影响电网稳定运营的关键风险指标进行了深入分析,并制定了一种多目标规划为基础的电网维护计划编排方法^[1]。在制订此类检修策略时,不仅要深入考量设备历史的运行记录、所监测的数据信息、或许遭遇的故障模式及风险水平等多个关键元素,还要确保检修用资源得到最合适的配置。

3 变电站继电保护设备状态检修管理措施

3.1 设备状态监测系统的建立

建立状态监测系统是进行状态维护工作的关键。针对现有电力变压器故障诊断技巧的不尽如人意之处,引入了一种依赖于物联网的智能变电站全面状态监控技术。该系统具备实时搜集与分析设备主要运行参数的能力,进而能为评估

设备健康状态提供直观可靠的数字支撑。为了增强其性能,收集到的数据应被及时地传输到控制中心以实现其有效性。选择合适的传感器进行设备核心参数的监测和控制。在前述前提下,能够通过特定的技巧来计算并展示设备的各项关键参数。为保持数据的连贯性和完整性,该系统需要表现出极高的稳固性和可信度。构建了一套通信网络系统,以确保将搜集到的资讯有效传输到中心监管体系。中央检测系统通过网络技术与所有节点实现联接,并负责对这些节点的管理和控制。虽然这一网络可以有有线模式或无线模式,但保障数据传输的绝对安全性和及时性显得尤为关键。研究通过在采集现场部署传感设备以获取关键的参数,如温度和压力,再使用这些收集到的数据进行分析,最终得出相关的结论。设计了一个专门用于数据分析和保存的工具。这套系统的职责是收集各种数据,随后将这些数据保存于存储设备里,并为用户提供了一个便捷且简洁的连接方式进行查找。此系统的主要功能是对收集到的初始数值进行处理,从中筛选出有益的数据,并对这些建议进行存储,以便未来更好地进行数据分析和使用。

3.2 设备状态评估方法

为了准确地识别出这一系列的特征参数,采纳了基于贝叶斯理论设计的支持向量机算法来进行处理。这些建议可能包括设备操作规范和性能准则等多方面的内容。经过深入研究采集到的众多历史资料,得到了若干宝贵的信息。利用统计学、机器学习等多种技术手段,成功地将抽取的特点与目前存在的状态模式对比,以更精确地判断设备的实时状态。在对各种设备进行故障检测的过程中,首先应识别出哪些技术是完全可诊断的,然后才能选用与这些设备最匹配的检测和维护方法。利用基于状态分析的评价数据,能够预测出设备可能会面临的各种问题。在选择检修的时刻与内容时,这个程序起到了关键的决定性影响。

3.3 检修决策模型的构建

在状态检修阶段要深入研究和探讨多种类型事故及其可能引发的后果。对设备、系统以及可能对社会带来的故障影响进行了深入评价。此步骤可通过运算来获取相关的风险指数,进而决定是否需要进行维护或者更换。在采纳此步骤的时候,需要细致考虑可能由故障产生的各种后果,包括对直接经济的伤害和对社会的间接影响。此阶段的主要目的是判断是否需要进行维修或检查。对所需要的维修开支进行了全面评估。当出现故障时,这次的问题涉及是否可以重新进入生产环节。在执行此类流程时,维护的直接开销,如人工、

原材料等都应该被纳入考虑,而其他一些费用,比如停机所需时长,也应当纳入考量。同时,也需要考虑到故障可能对其他器械带来的损失或者可能引发的负面效应。当进行风险的评价时,必须全面地思考故障的可能性、可能发生的后果以及进行修理的相关费用。基于这些,为各个检修方案的经济性和安全性进行了排名,从而确定最适合的检修策略。这一步骤的目标是强调维修的至关重要性,并对所需的维护资源做更为恰当的分配。

3.4 检修计划的制定与优化

为检修工作制定及改进计划在其执行过程中是至关重要的一个环节。在维修的流程当中,为确保安全操作和经济高效地完成维修工作,需要制定出一整套既科学又高效的维修策略。该技术系统根据检修决策模型产生的数据来制定了详细的检修策略,并考虑设备的波动和资源的可访问性,对这个策略进行了细致的完善。对现有的维护资源进行全面评估,不仅限于人工、材料和各种工具。通过重新配置这些资源来实现其最优效能^[4]。在实施此步骤时,应平衡资源的可利用程度和相应的费用。在此研究的基础之上,建构了最优维修方案的模型。需要挑选出最为适宜的维修时间范围。在执行设备的修复之前,首先需要对该设备状况进行详细的评估,然后进一步决定是否执行维修操作。在实施此步骤过程中,必须深入思考设备现状、系统的操作需求以及所需资源的可访问特性。确立最合适的维护策略。根据设备状态的评价数据,已经明确了需要进行维修操作的细节。通过研究系统在正常运作时可能出现的各种事件及其对其造成的影响,从而确定了维修的计划。

4 结语

综上所述,论文提出了一种新颖的检修状态方式,该方式依赖于人工智能理论和大数据技术分析,未来针对更高级的监测技术、故障侦测工具及风险评价模型,旨在增强状态检修任务的精准性和实用度。

参考文献

- [1] 冯晓兵.变电站继电保护设备的检修对策分析[J].数码设计(下),2020(3):92-93.
- [2] 李俊洲.继电保护设备状态检修研究[J].黑龙江科技信息,2017(16):11.
- [3] 毛伟.变电站继电保护设备状态检修探讨[J].消费导刊,2018(41):271.
- [4] 周洪胜.变电站继电保护设备状态检修问题浅析[J].工业C,2016(6):248.

Research on the Design and Application of Switching Power Supply in Intelligent Power Internet of Things Products

Xiuhua Yuan Fangtao Yuan Xiuze Yuan Rui Fang

Shenzhen Tongxingyuan Electronic Technology Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

Abstract

In the intelligent power Internet equipment, the design and practical application of switching power supply are discussed. In the field of intelligent power Internet of Things, switching elements are applied in both single phase live wire and zero phase live wire; accordingly, the single phase live wire and zero phase live wire dedicated switches are used as terminal devices of the Internet of Things control link. In smart grid IoT devices, the control circuit, power supply path and RF unit at the research and application level; it is not directly connected to the load of external lighting facilities, so the design is not complicated. However, given the use of its switching function, it is necessary to ensure its excellent performance in terms of safety, stability function, reliability, and low energy consumption.

Keywords

intelligent power Internet of Things products; switching power supply design; application; research

智能电力物联网产品中的开关电源设计与应用研究

袁修华 袁方韬 袁修泽 方锐

深圳同星源电子科技有限公司，中国·广东 深圳 518000

摘 要

在智慧型电力互联网设备中，对于开关电源的设计及其实际应用进行探讨。在智慧电力物联网领域，开关元件在单相火线与零相火线两种情形下都有了应用；相应地，单相火线专用的开关和零相火线专用的开关被作为端部设备，完成物联网控制链路的终端接入。智能电网物联网设备中，切换电源模块在研究和应用层面聚焦于掌控电路、供电路径及无线射频单元的构建；其不直接串连至外部照明设施的负载，设计上并不复杂。然而，鉴于其开关功能的用途，必须确保其在安全性、稳定功能、可靠度以及低能耗方面的优异表现。

关键词

智能电力物联网产品；开关电源设计；应用；研究

1 智能电力物联网产品中的开关电源设计概述

将 220V 的交流电源转化为低压直流电共有两条途径：首先是运用变压器把 220V 交流电降低至 12V 或者其他低电压等级，随后通过整流和滤波技术获得所需的直流低压电；其次，利用模块化或数码技术手段在相线和中性线之间进行降压、整流以及电压稳定，以达到从交流到直流的转化过程，在此之后还需对直流电进行进一步的降压操作。采用的第一类方法在重型家电领域较为普遍，具有持久的运行性能，确保了使用的安全性，且具备出色的承载力。其缺陷在于，供电电路必须搭配体积庞大、线圈粗壮的 AC 变压器。方法二通常见于微型家用电器及智能设备当中，它代表了一种常规的应用途径。

在设计提电电路时对技术水平有较高的要求，其驱动

力和安全系数不如首种方法，然而，由于该方法具备体积紧凑、稳定性强和低能耗的特点，因此被普遍采纳。在智能住宅管理系统内，由于开关线盒尺寸的限制，而且考虑到其作为低能耗应用的代表，智能电力互联网装置中的开关通常倾向于采纳第二类设计方案。

智慧电力互联网中的无线开关设备所采用的供电电路因设计方案的差异而存在多种不同的实施途径，通常来说常见方式主要分为两类：一是采用电阻电容降压技术；二是利用电阻电容电感组合的开关电源方式。

2 RC 组容降压电路

通过采用 CBB 电容或法拉电容充当减压电容，可以完成交流电的减压与低电压负荷的流量控制，其中 R1 担任流量调节电阻，R2 则是敏电阻^[1]，用以避免因过高电压而发生电气穿透。

当电源接通之际，电容器的端电压并不会骤然改变，此刻端电压为零伏特，电容进入了蓄电阶段。其储能能力决

【作者简介】袁修华（1972-），男，中国湖北阳新人，工程师，从事国家电网配网用电计量仪表开关电源研究。

定了蓄电的速度，由于存在限流电阻 $R1$ ，使得电路初始上电并不会导致过大电流冲击至电容 $C1$ 。在交流电供电的正半波期间，电容被充能；进入负半波时，电容则存有一定量的电荷，并有着一定的电压水平。在这个时段，通过与电容并联的 $R3$ 放电电阻发生释电作用，使得电容 $C1$ 上储存的电荷被消散，端电压随之降低。在交流电的循环正负半周期中，这一充放电过程不断重复。电荷积累速度由 $C1$ 电容的容量及 $R1$ 限流电阻值共同决定，而电容 $C1$ 的体积大小直接影响了其储存电荷的极限，进而决定电容将电荷转化为电压后的输出能力，这也就意味着对随后电路的激励效果。电阻 $R3$ 的数值设定影响电容 $C1$ 的放电时间定数，因此需要恰当选择，旨在保证其能够在一个半波交流周期中有效地放电。

让电容器 $C1$ 中的电量释出。通常情况下，可按照标准选取减压电容器 $C1$ 与配套的漏电阻 $R3$ 的规格。

在正半周期的通电阶段，电容器 $C1$ 进行充电作业；而在负半周期期间，则通过堆 BD 的整流作用，将其转换为直流低电压。之后，依靠 $12V$ 的稳压二极管 $D1$ 进行稳定电压，加上 $C3_2$ 电容器的滤波储能功能，获得持续稳定的直流 $12V$ 电压，以供应后续各种电路操作需求，包括直流升压电路、继电器激励电路及控制用集成电路等。通过直流升降压芯片处理， $12V$ 的电压转换成了所需的较低工作电压。电解电容器安置于两端用以进行滤波作用，而表面贴装的陶瓷电容器则旨在抑制高频噪声^[2]。

在本电路构建时应仔细考量，电容器的规格选型需以低电压负载为依据，一般来说，用于降压的电容 $C1$ 的电容量 C 与所承担的负载电流 I_0 成正比，其关系可以估算为： $C=14.5I_0$ ，这里电容 C 的计量单位为微法拉（ μF ），而 I_0 的单位为安培（ A ）。选择放电用的电阻时，通常需要重视其承受电压能力，因此本例中挑选的是额定功率不低于 $1/4$ 瓦特的碳素膜电阻。

承受电压高达 $500V$ 。此电流系统的主要优势体现在生产层面上，因为其零件成本经济，且电路构造简洁，便于大

规模生产应用。然而，此电路存在较为显著的弊端，在面对大电力输出与动态负荷环境时显得不甚适用，对于电容及电感型负荷同样不合适。其负载承载能力受限于双向及单向可控硅这几种组件，易于造成稳定性问题。此外，采用阻容降压的提电方法并不具备隔离功能，一旦外露便有碰触导致触电的风险，安全系数不佳。电源控制系统硬件架构见图 1。

3 RCC 开关电源电路

这个电路设计采取的是先对电流进行整流再进行降压处理，其中 $R6$ 扮演着限制电流的角色，具有熔断器的功能。通过使用 NTC 热敏电阻或线绕电阻，能够有效地控制开机时产生的高脉冲电流。在电路正常运转的时候，正负半周期的输入交流电通过全波整流和 $LCC\pi$ 型滤波的处理转换成大约 270 伏特的稳定直流高压，这个高压直流供应给高频变压器 $T1$ 用于能量储存，同时也作为电源芯片 $U4$ 的操作电压。光电隔离器 $U3$ 构建了反馈路径，而 $U5$ 连同其相连的阻容元件共同构成了出口端电压的调控回路。另外， $D5$ 型二极管搭配 $Cp7$ 型电解电容器组成了低电压直流电源的输出接口， $C0$ 则是 Y 类电容器。

电子回路的稳定运作及其负载承受力取决于高频变压器特性的重要性。关于一次级绕组的导线直径与绕组数目、支架以及磁性材料、电感值等方面。电感值增加能够增强能量存储量，然而，当 $U4$ 打开时，一级线圈会产生较高的逆向感应电动势，这有烧坏 $U4$ 的风险。为了应对该问题，一种可行的方案是在一级线圈的两端并联一个 RCD 吸收电路，用以抑制这种感应电动势。若电感值偏低，则能量积累不充分，在实践使用时应依照用电器具来定夺高频变压器的规格参数，比如通常电感值设为 $3mH$ ，导线直径分别为 $0.35mm$ 与 $0.12mm$ 。 $U4$ 扮演了电源管理的集成电路角色，执行电压的对比工作同时控制变压器绕组电路的接通与关闭。 $U3$ 扮演着光电隔离的角色，如 $PC817$ 这类元件，它主要用于实现反馈功能。采用 $C0$ 电容器并联连接于初级与次级的两端，可以显著降低共模干扰的影响。

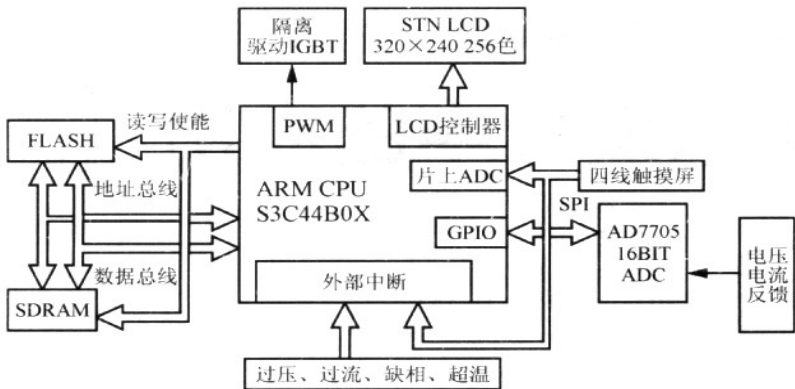


图 1 电源控制系统硬件架构

该线路构造较为烦琐,重要性能指标众多,易受元件品质及操作环境所干扰,对设计师的技术水平要求较为严格,同时相比于 RC 并联降压电路,其成本也偏高。然而,该电路具备强大并且可调节的驱动力,并对负载的要求不高,它能实现小巧的体积,具有较高的稳定性和电能利用效率,同时拥有较低的能耗,且能够充分实现高低电压的隔离,确保使用上的安全性及稳定性。

4 继电器驱动电路

在智能家庭应用领域,选取智能电网互联设备中的开关模块时,多以承担高电流、尺寸紧凑以及低能耗为标准。六脚或五脚的 C 型继电器是常用之选,这种继电器拥有较强的电流通过能力,可高达 10A;尽管体积稍显庞大,但有着广阔的触电区域和延长的使用寿命。还有一款是四足 A 形继电器,其尺寸相对较小,并且承载力不及 C 形继电器,通常额定为 5A,而使用年限相对较久。在确定继电器型号时,需重点关注以下几个要点

尺寸要求:挑选合适尺寸的设备,在大多数情况下, A 型继电器的工作场所需要其空间尺寸不超过 19mm×111mm×16mm。

承载容量:继电器为了确保稳定运转并延长其使用期限,其最高切断电流的选择需恰当,比如选择 8A 或 5A。实际上评价继电器负荷承载性的方法有两条,分别是 70% 评级制度和 50% 评级制度。在智能家庭系统中,通常采用 70% 的评级规则为主。因此,在实际操作中,标注为 8A 转换电流的继电器其负荷能力不应超过 6A。

能耗:常规值包括 0.2W、0.36W、0.45W 及 0.8W。

待考虑到节能的需求后,选择了耗电量较小的继电器,因此在智慧型电力物联网设备的开关元件中,0.2W 的型号得到了普遍应用。

在大多数情况下,根据设计的具体要求,继电器的工作电压是可以调整的。以 12V 的情况为例,其激磁回路使用 12V 的电源来提供能量,同时,电阻 R11 作为晶体管的集电极阻抗元件,其作用是对电流进行约束,以此来降低晶体管 Q2 的功耗。Q2 承担着控制职责。

选择开关时,通常优先考虑具有断电器-集电极击穿电压 (VCBO) 和集电极-发射极直流耐压 (VCEO) 均高于 24V 的类型,并挑选其直流电流增益 (β) 值在 120~240 范围内的产品,例如 S8050 型号。在缺失正向偏压的环境下,电阻 R1_2 与 R1_3 的职能是确保基极电位维持在零电压,进而避免三极管由外界干扰导致不当导通,并且确保晶体管 Q2 能够稳定地关闭。电阻的大小可以调节,但选择时应恰到好处,既确保基极电流维持在安全区域,也要使得三极管得以充分饱和。逆向流通的二极管 D1-1 能在继电器接通那一刻抑制线圈产生的逆向激励电流,通常会选择高频切换用

途的二极管,例如型号为 1N4148 的器件。

在制定继电器电路图时,必须顾及相连电路的实际工作电压,并常常会将其设置为继电器标称工作电压的 86%。确保所需动力不变的前提下,着力降低继电器的触发电流,在确保其工作电压正常的区间内,选用相对较高的激活电压。

5 智能电力物联网产品中的开关的应用

在既包含单火线又包含零火线的场合中,针对各自情形应用单火线开关与零火线开关作为前置装置,完成物联网管理的控制终端的构建。

5.1 智能开关应用领域:消防领域

在火灾预防领域针对电力系统的升级改进作业期间,鉴于现行电力监控方式大量依赖人力、智能化水平不足,以及电力安全隐患悄然积累的特性,人工巡查难以实现快速且精确的监控。因此,在推动消防智能化变革的进程中,纳入智慧型开关设备,作为电力监控环节的重要进步。智慧型开关具备实时跟踪电线路超载、高压、漏电情况的功能,能够迅速侦测由不正确使用电器、电路私自擅改或电线老旧等因素所致的电力回路风险事件。智能开关对连接的电路进行用电安全监测,若检测到线路中可能诱发电气火灾的威胁,该开关会上传的信息会即刻被系统识别,并触发警报,引导安全专员迅速进行排查与消除安全隐患。

5.2 智能开关应用领域:企业管理

在商业运营尤其是制造业领域内,节能管理成为一项至关重要的职责,因为能源消耗在企业运营费用中占据着显著的比重,其中电力消费更是主要开支之一。众多公司运作呈现出时段性特征,其工作时间分为明确的开闭市区间。然而,在过往的电力使用监管过程里,常有离开后灯仍亮、仪器保持工作状态等情形发生,此类状况造成了大量资源的无谓耗费。智控开关具备的一种现代化特点是能实现计时控制,允许用户在系统界面上对开启或关闭的具体时刻进行精准设定,进而能够针对不同用电线路进行 24 小时全天候调节,例如企业的对外宣传灯饰,或是调整为 8 小时制,以适应办公区的工作和休息模式。这样既能有效监测潜在的电气安全风险,又能有效节约电力资源,避免不必要的消耗。

6 结语

论文重点探讨了智能电力物联网产品中的开关电源设计与应用研究,希望能给相关人员提供参考及借鉴的意义

参考文献

- [1] 袁群义.基于物联网技术的电力设备数据智能采集方法设计[J].中国新技术新产品,2022(19).
- [2] 李敬义,袁琳.蜂窝物联网在电力通信系统中的应用[J].通信电源技术,2020(11).

Research and Application of Hydraulic Balance Adjustment Technology for Heating Pipe Network

Weixiao Wang

Huadian Longkou Power Generation Co., Ltd., Longkou, Shandong, 265702, China

Abstract

In recent years, China's urban heating industry has developed rapidly, and more and more cities have begun to use central heating, which has greatly increased the heat supply of heating companies. However, due to the long distance between the heat source and the heat user, the pipeline line is long, etc., resulting in a lot of hydraulic imbalance in the pipe network system, which affects the normal operation of the entire heating system. This paper first expounds the importance of the implementation of hydraulic balance regulation technology in heating pipe network, then analyzes the existing problems of hydraulic balance regulation technology in heating pipe network, and finally puts forward the implementation strategy of hydraulic balance regulation technology in heating pipe network, which can effectively solve the problem of hydraulic imbalance in heating pipe network and promote the healthy and sustainable development of heating industry.

Keywords

heating pipe network; hydraulic balancing; conditioning techniques

供热管网水力平衡调节技术研究及应用

王维潇

华电龙口发电有限公司, 中国·山东 龙口 265702

摘要

近年来, 中国城市供热事业得到了快速发展, 越来越多的城市开始使用集中供暖, 这使得热力公司的供热量也大幅度增加。但是由于热源与热用户之间距离较远、管线较长等原因, 导致管网系统中出现很多水力失调现象, 影响到整个供热系统的正常运行。论文首先阐述了供热管网水力平衡调节技术实施的重要性, 然后分析供热管网水力平衡调节技术的现存问题, 最后提出了供热管网水力平衡调节技术的实施策略, 这些策略可以有效的解决供热管网水力不平衡问题, 以推动供热事业的健康持续发展。

关键词

供热管网; 水力平衡; 调节技术

1 引言

供热管网的水力平衡是保证供热质量和实现节能的重要前提, 而目前中国供热管网中普遍存在着水力失调问题。基于此背景, 论文首先阐述了供热管网水力平衡调节技术实施的重要性, 其次对当前中国供热管网存在的主要问题进行了分析, 最后给出了具体应用建议, 从而确保整个供热系统处于良好的水力工况下运行, 提高供热质量。

2 供热管网水力平衡调节技术实施的重要性

2.1 减少供热系统的能源浪费

在现代的城市供热系统之中, 管网的水力工况成为了一个至关重要的要素。它不仅直接关系到供热系统的稳定运

行、能效提升以及经济效率的高低, 而且还与人们日常生活中的舒适体验紧密相连。供热管网的水力平衡是一项复杂而又细致的工作, 它涉及管网内水流速度、压力分布等多个方面的精确控制, 目的在于通过优化这些参数来确保供热效果达到最佳状态。实现水力平衡工作意味着要对整个供热管网进行全面的监控和调整。这包括但不限于: 对管道的材质选择、连接方式, 以及管径大小的精确计算; 对水力失调的原因分析, 并采取相应的措施进行修正; 以及对热源和用户端设备的匹配协调, 以保证热量能够顺畅地从热源传递至每个用户。这样的努力旨在构建一个高效、节能的供热体系, 减少能源的消耗同时提高服务质量。通过严格执行水力平衡调节策略, 可以显著降低能耗, 节约运营成本。例如, 当管道布局不当或者是因为阀门调整不及时导致的流量失衡时, 系统就会产生不必要的能量损失。相反, 通过有效的水力平衡调节, 我们能够确保每一股热水都能被正确分配到需要的地

【作者简介】王维潇(1976-), 男, 中国山东龙口人, 从事供热工程研究。

方,从而避免资源的浪费,并最大化地发挥供热系统的潜能。这种技术上的精益求精,不仅体现了对环境保护的重视,也为社会的可持续发展贡献了力量。

2.2 延长热系统的使用寿命

热网的水力平衡运行不仅是对供热系统稳定性的一种保障,它更是一项至关重要的技术革新。通过优化管网设计,可以确保供热站内各类设备的运作环境得到显著改善。在这种良好的工作环境下,设备不易受到水力失调问题的干扰,因而管道阀门的开关频率得以降低。频繁的阀门开启与关闭会导致能量损耗和机械磨损,这些都直接影响到供热设备的寿命。相反地,水力平衡使设备运行更加稳定,减少故障发生,从而有效延长了设备的服务寿命,同时也提升了其工作效率。更进一步,实现供热管网的水力平衡运行还能带来诸多好处。这一过程通过科学管理水流,使管网内部的水流均匀分布,避免了局部过热或过冷的现象。热量的均匀传递减少了因冷热不均而产生的热能损失,进而保证了供热系统的整体效率和经济性。这样的优化措施不仅提高了能源利用的效率,而且对于节能减排、促进可持续发展具有积极意义。

2.3 对热源进行合理的调配

在构建和运行供热系统时,精确地选择并设置热源至关重要。当系统中仅依赖单一热源进行供热时,可能会出现供大于求的情况,导致无法充分满足所有居住者的需求。此外,不同热源之间的协作不当也可能引发资源配置的严重不平衡,从而造成不必要的能源浪费。因此,为了确保高效且节能的供热效果,对供热系统的热源实行精细的调节显得尤为重要。借助先进的供热管网水力平衡调节技术,可以实现多个热源间负荷的合理分配。这种技术能够根据用户需求的变化动态调整各热源的负荷比例,使其趋于均匀分布。这样不仅能提高供热效率,还能减少因冷热不均而引起的能源消耗不均。更进一步,通过精确控制供热管道的长度和供回水温度,系统能够进一步优化供热过程,确保在提供温暖的同时,也尽可能降低能耗。

3 供热管网水力平衡调节技术的现存问题

3.1 供热管网规模较大

城市供热管网的规模很大,供热系统是一个庞大的系统。在运行过程中会产生大量的热量损失,因此需要进行科学有效地调节,以保证热能利用率达到最佳状态,满足用户需求。由于热网规模较大,管网复杂,供热系统与建筑结构以及设备设施之间存在着错综复杂、相互制约的关系,其运行特点是“小流量、长距离”。水力失调是热网运行中常见的问题,主要表现为:一是局部不平衡;二是水流速缓慢;三是供回水温差变化较大;四是循环量不稳定等。因此,热网水力平衡调整工作是十分必要的。

3.2 缺乏供热管网的信息数据平台

在当前的供热管网运行中,供热单位只有一些简单的

数据记录,没有可以用来进行分析和判断的数据库。随着时间推移,这些原始数据已经变得非常模糊,无法满足系统的需要。但是很多企业并不重视数据信息平台的建立,因此,缺乏对管网运行状态的信息管理与控制。一旦出现问题,就很难找到问题发生的原因,更谈不上及时有效地解决问题了。因此,有关部门应该加强对这一问题的关注,尽快制定出相关措施,建立起完善的信息数据平台,以便于能够为供热管网的运行提供更加准确、科学的依据^[1]。

3.3 水力平衡调节设备较多,维护工作量大

根据相关数据显示,在中国的供热管网中,大部分都应用了水力平衡调节设备。在实际运行过程中发现,目前,很多企业都存在着一个问题:使用了水力平衡调节设备后,工作人员为了提高其调节速度,会增加设备的数量。这样一来,不仅导致设备的维护工作量增大,而且也不利于系统的长期稳定运行。除此之外,还可能出现一系列安全隐患。因此,供热单位需要在此基础上,做好以下两点:①完善管理制度,为工作人员提供严格的监督;②加强对工作人员的培训,使其掌握水力平衡调节的基本知识和操作技能,进而提升其工作效率。

3.4 供热管网建设投资和运行费用较高

在中国,供热管网的投资建设和运行费用都比较高。从某种意义上讲,这种高投入是中国发展供热事业的瓶颈所在。一方面,中国的建筑市场缺乏良好的诚信机制,一些施工单位和项目业主为了追求自身利益最大化,往往通过偷工减料、以次充好等方式来降低成本。另一方面,中国政府对于供热管网的建设投资支持力度不够,管网的投资来源主要靠各单位自筹资金。所以,多数城市的供热主管网均由当地政府投资建设,管网的维护费用也主要依赖于用户缴纳的热费。因此,加大政府的财政投入,完善管网的投融资体制,才能促进中国供热行业健康、稳定地发展。

3.5 缺乏对热力企业的有效监督管理

在中国庞大的供热系统网络之中,热力企业扮演着至关重要的角色。它们不仅是提供热能服务的主体,而且对确保供热安全和提高供热效率具有不可忽视的影响。然而,当前中国对热力企业的监管存在明显的不足,这导致了許多热力公司在供热管网水力计算方面的重视程度不够。有的公司甚至忽略了这一关键环节,没有投入足够的精力去进行精确的计算和规划,这样做直接妨碍了供热系统的整体水力平衡,从而降低了整个供热网络的可靠性和稳定性。这种情况严重影响了供热质量,因为不合理的管网布局和运行方式会导致供热效率低下,居民的居住舒适度受到影响。为了改善这一状况,必须采取切实措施来强化对热力企业的监督与管理。相关部门应当加大力度,通过制定更加严格的监督标准和实施更为有效的管理措施,确保热力企业能够依照行业标准和规范,认真负责地完成管网设计、设备采购与安装、技术维护等一系列关键环节。只有这样,才能从根本上提升水

力调节技术的科学性和有效性,确保每一个环节都能精准无误地运行,保障整个供热系统平稳高效地运作,让广大市民享受到既经济又舒适的供热服务^[2]。

4 供热管网水力平衡调节技术的实施策略

4.1 选择合适的调节设备

在确保供热管网系统稳定、高效运行的过程中,必须充分考虑水力平衡这一关键因素。为此,精心挑选和配置恰当的设备至关重要。在实际操作中,常用的水力控制阀可以精确地控制水流的流向,防止系统中出现不平衡现象;而过滤器则是过滤掉杂质,保证系统内部清洁,避免堵塞问题发生;自动排气阀的作用在于及时排除管道内的气体,保持气密性,防止气体积聚导致压力波动。当供热系统需要调整时,工程师们会根据具体情况来选择最合适的调节工具。例如,在住宅区内,由于供热管道较为复杂且数量众多,一般采用电动蝶阀或电动调节阀来实现局部流量的精准控制。这些阀门通过电动机驱动,能够迅速响应并执行关闭或开启动作,从而满足用户需求,同时减少人力成本。而对于那些流量较大的供热管道系统,如城市主干网或大型企业园区,往往需要更为复杂和自动化程度高的水力平衡调节装置。这种装置通常包含多个控制点和传感器,能够实时监控管网的流量变化,并据此进行精确的数据分析和处理。通过智能化的算法和先进的控制逻辑,该设备能有效平衡整个管网的水流,确保每个区域都能获得均衡的供热温度,同时也大大降低了运行维护的难度和成本。

4.2 安装管网平衡器

为了有效实现管网平衡,可以采用安装管网平衡器的方式。管网平衡器能够对管网进行自动调节,根据不同地区的供水压力和供回水温差变化,灵活改变阀门开度,从而保证供热管网处于一个良好的运行状态。在实际工作中,可利用管网平衡器对热水循环泵组进行控制,并通过传感器检测到的数据信息,及时向用户反馈,以便于用户及时调整室内温度。此外,还可以利用管网平衡器来监测管网流量、水压以及温度等参数,以便于供热单位及时发现问题所在,采取针对性措施解决。因此,采用这种方式来实现管网水力平衡是十分可行的,也符合现代社会发展要求^[3]。

4.3 加强对运行工况的调节

供热企业的热网是一个庞大而复杂的系统,其运行状况需要进行动态的调节。在具体实施过程中,首先要对供热管网的运行工况进行合理的调节,保证各部分管网能够按照既定的比例进行工作,实现整体热负荷的均衡分布。通过对热源、换热站等环节进行细致的分析,可以发现各个环节都

会有一定的工况变化,在这种情况下,可以利用热网平衡法对各环节的水力工况进行调节。当整个区域出现了突发事件时,也可以采取紧急措施,将热能输送到指定的区域,并重新对热源和管网进行优化调整。

4.4 安装自动化控制系统

供热管网的水力调节是一个复杂的系统,受到多种因素影响。在实际操作过程中,需要借助于计算机技术、控制技术、数据处理技术等完成整个供热系统的自动化控制工作。例如,利用计算机技术可以建立一个水力计算模型,并通过该模型实现对管网水力参数进行准确分析,进而指导管网设计工作;利用控制技术和数据处理技术则可以将水力计算结果加以数字化处理,从而为后期的水力调试提供数据支持^[4]。

4.5 合理控制供回水温度

在供热管网的实际运行过程中,管网中的供回水温度会不断地发生变化。当供热系统中出现水力失调的现象时,如果不能及时调节管网中供回水温度,就会使水力失调的情况变得更加严重。因此,必须合理控制管网中的供回水温度,保证管网中水流的合理分布。可以通过对管网进行分区来实现温度控制,将一个区域中的所有用户划分为几个独立的热网区域,然后再根据每个热网区域中的用户数量以及用户的热负荷大小来确定其供热参数,最后再按照上述步骤依次完成各个分区中的各个用户的热量分配。这种方法能够很好地实现供热参数与用户用热量之间的匹配,提高了供热管网的运行效率。

5 结语

在中国采用集中供暖系统的区域越来越多。但是,由于管网设计和运行不合理,导致热损耗增加,供热效果差,并且还容易出现能源浪费现象,严重影响了居民的正常生活。所以,有必要对供热管网水力平衡调节技术进行深入研究,以实现节能、环保等目标。论文分析了供热管网水力平衡调节中存在问题,并给出了建议,以上为相关人员提供参考。

参考文献

- [1] 唐志炳,陆王琳,王次成,等.供热管网水力平衡调节技术综述[J].上海节能,2021(10):1128-1133.
- [2] 苗高扬.供热管网水力分区及平均温度调节法的研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2015.
- [3] 翟率名.集中供热管网节能技术研究[D].石家庄:石家庄铁道大学,2015.
- [4] 冯淑路.供热管网水力平衡调节与控制研究[D].成都:西南石油大学,2014.

Research on the Reliability of Relay Protection in High-voltage Power Grids

Liang Qi¹ Yapeng Zhang² Fan Ding² Enyang Wang³

1. Electric Power Research Institute of State Grid Ningxia Electric Power Co., Ltd, Yinchuan, Ningxia, 750011, China

2. Economic and Technological Research Institute of State Grid Ningxia Electric Power Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 750011, China

3. Hohai University, Changzhou, Jiangsu, 213022, China

Abstract

The reliability and safety of the power system occupies a pivotal role in the national economy. In recent years, with the rapid development of China's economy and power system, computer technology, communication technology, automatic control technology, relay protection technology are constantly developing, so that the power system has a new characteristics. Networking, intelligence, security, control and data communication have become the development trend of the future. As relay technology continues to evolve, in-depth research on its reliability is required. To this end, this paper analyzes the reliability of relay protection in high-voltage transmission lines, which provides a certain reference for future work.

Keywords

relay protection; reliability; high-voltage power grid

高电压电网继电保护可靠性研究

元亮¹ 张亚鹏² 丁帆² 王恩阳³

1. 国网宁夏电力有限公司电力科学研究院, 中国·宁夏 银川 750011

2. 国网宁夏电力有限公司经济技术研究院, 中国·宁夏 银川 750011

3. 河海大学, 中国·江苏 常州 213022

摘 要

电力系统的可靠性和安全性问题在国民经济中占有举足轻重的地位。近年来, 随着中国经济的和电力系统的迅速发展, 计算机技术、通信技术、自动控制技术、继电保护技术都在不断地发展, 使电力系统具有了崭新的特点。网络、智能、安全、控制和数据通讯, 成为今后的发展趋势。随着继电技术的不断发展, 需要对其可靠性进行深入的研究。为此, 论文对高压输电线路中的继电保护进行了可靠性分析, 为今后从事本专业工作的人员提供了一定的借鉴。

关键词

继电保护; 可靠性; 高压电网

1 引言

近年来, 自动化技术在电力系统中的发展速度最快, 而与之配套的设备配件数量不断增多, 使整个系统的结构更为复杂, 不仅提高了设备的性能, 而且还提高了供电的危险性。当出现故障和危险时, 继电保护系统可以在最短的时间和最小的范围内, 将故障设备从系统中拉出来, 或者通知工作人员。

2 中国继电保护系统的发展现状

由于中国的工业起步比较晚, 在发展的进程中始终处

于比较滞后的地位。继电保护是继电保护的重要组成部分。

20 世纪 40 年代, 中国建立了电力安全与保护专业, 并组建了一支专门从事电力保护的技术队伍。20 世纪 50 年代初, 60 年代和 80 年代, 晶体管的功率保护技术得到了广泛的应用。20 世纪 70 年代中期开始, 集成式运放的集成电路保护问题得到了广泛的重视。90 年代, 继电保护技术在计算机技术的飞速发展下, 逐步进入了计算机保障的时代。随着计算机、通信技术的飞速发展, 电力系统的智能化、自动化、网络化是继电保护技术发展的必然趋势^[1]。

3 高压电网继电保护基本原理

在高压电网中, 继电保护是一种有效的方法, 它可以区分出被保护元件的状态, 并且可以判断出其失效和失效的部位。在高压电网失效的情况下, 电网的工频电气量将会发

【作者简介】元亮(1988-), 男, 中国山东莱芜人, 硕士, 工程师, 从事高电压技术、电力系统稳定分析研究。

生巨大的改变,如电网的电流会大幅增加,网络中的各个节点电压会急剧下降,电压和电流的相角也会随之增大,测量的电阻也会随之改变。高压电力系统中的继电器主要由测量、比较、逻辑、执行、输出等组成。测试和比较部分是通过对被保护部件的各种物理参数进行测量,并将其与已知的数值进行比较,从而产生对应的逻辑信号,从而判断是否需要触发保护设备;而逻辑部件则可以通过一定的逻辑关系来判断故障,然后根据判断的结果来决定下一步的行动,而相关的命令也会在这个过程中传递到执行机构;执行输出部根据所收到的指示,完成诸如跳闸、报警等保护设备的工作。为了保证高压继电器的正常工作,除了要有相应的继电器,还要有合适的线路,以保证安全运行。它的工作电路主要是对一次设备所具有的电流、电压进行变换,从而得到二次装置能够正常工作的电流和电压。该系统的主要工作是:当出现故障时,迅速、有选择地将故障部件从电网中分离出来,避免对其他部件造成影响。同时,它还能及时地反映电器的工作状况,根据运行和维修的实际情况,通过对信号的控制,或者通过相应的设备来进行自动调节,避免因暂时性的波动而造成设备的误动。该继电器与其他自动设备共同工作,以确保高压电网的可靠运行,并能实现对高压电网的远程监控和自动化管理^[2]。

4 继电保护系统的可靠性分析

4.1 继电保护系统的可靠性分析

在电力系统中,保护是继电保护的重要内容。当发生电力系统突发故障时,继电器会稳定地运行,并进行相应的隔离故障动作,以避免发生事故时对运行的影响。因此,在继电保护中,最主要的问题是有关的继电器设备的可靠度。可以通过一个具体的数字来表示可靠性。为了适应当前电网的某些复杂情况,采用微型计算机继电器保护设备,能适应当前电网的需求。微机继电器与现代计算机的结合,在一定程度上对继电器的可靠性、可靠性产生了一定的影响。为了保证计算机传输系统的平稳运转,必须防止和控制内部的干扰^[3]。

4.2 基于故障树法分析继电保护系统的可靠性

故障树分析方法是美国贝尔电报公司于1962年提出的。系统、精确、计算的安全系统工程是论文研究的重点。保护系统中的主要硬件设备包括变压器,继电保护,电力通信设备等。由于设备和系统数量众多,采用故障树的方式进行分层分析,从而能更好地检测出继电保护系统的故障。从图1可以看出,该系统的硬件系统分为两个部分:继电器保障老化和阻塞故障,A说明了保证的正确性,B说明了截断器的正确性,那么,继电保护系统的硬件故障由 $AB+AB=AB+B$ 表示。通过对继电器的精确测量,可以明确地认识到其硬件组成的概率和重要性。

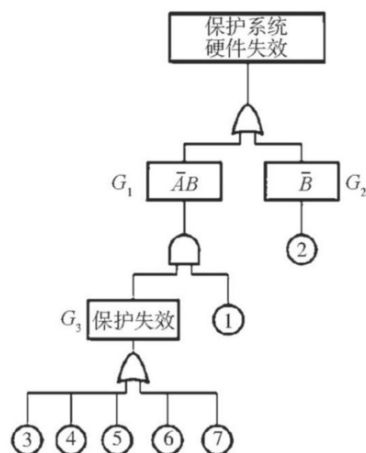


图1 故障树分析方法

5 继电保护系统在高压电网中的应用案例

5.1 继电保护的配置

在操作条件下,继电保护可分为两种情况:稳定工作和非正常工作。例外的行为包含了一个错误的动作和一个拒绝动作。当电网出现故障时,相关的继电保护系统会向失效部件发出断开命令,并对其进行处理,以保证其正常工作,提高其在运行中的稳定性,从而提高其运行的安全性和稳定性。其中,继电器的配置有以下几种:第一,线路继电保护。论文以该中性点接地系统为实例,论文对110kV高压电网的保护设备进行了详细的阐述。在系统连接线、发电站接入线、短线和光纤通道中,通过光纤的纵向插值确保整个线路的高速运行。第二,接地网的继电器。在高压输电网建设中,以110kV母线和双母线为主要母线,必须采用相应的安全防护措施。若母线发生故障,则要迅速拆除与该设备连接的母线。为母线提供继电保护,除了母线的保护外,还可以作为变压器,以提高母线以上部件的安全性能。第三,作为电网中变压器的主要组成部分,它将对电网的安全产生一定的影响。目前,电力系统中的变压器多用于电网内插、快速关断、零序保护等方面。第四,联结(桥)。在变电站采用双母线布线、单母线断线、桥布线等布线方式时,必须对母线(桥段)进行保护。该方法的关键在于母线在充电过程中发生故障时,能够以最快的速度将母线从故障中分离出来。种种原因。通常情况下,都会有自动充电和短暂的过流保护^[4]。

5.2 配高压电网可靠性指标

一般情况下,SAIGI、CAIGI和ASAI都可以对继电保护系统的可靠性状态做出足够的判断,SAIGI是指用户在供电期间发生的断电次数,而CAIGI则是指每年发生在供电期间发生的断电事件的总数。电力供给的平均可用度指数称为ASAI,它指的是总的供电时间和所规定的总供电时间的比率。利用网络等方法对高压电网进行可靠性分析:①向上等式,也就是基本使用前一条输电线路的等值节点单元来反映前一条输电线路的影响;②向下等效处理,其基本思路是

在下行输电线路的后端设置一个等值节点,用来反映上行线路对下行线路的影响。

6 提升高压电网继电保护系统运行可靠性的策略

6.1 制约继电保护系统可靠性的几个方面

6.1.1 硬件系统装置方面

电力系统的核心部件包括信道、保护系统、设备通信系统和辅助电路。它们的可靠性不仅关系到保护的可靠性,也关系到整个电网运行的安全和可靠性。只要有一个关键的零件出了问题,就会导致电力系统的崩溃。例如,继电保护设备会因为触电而断裂或者松动,继电器在负荷变换时会发生严重的故障。这些故障都是由于继电器不合适而引起的,会对整个电网产生很大的影响。

6.1.2 软件系统方面

若相关的软件系统发生故障,将会在一定程度上影响到保护系统。若软件发生故障,容易发生继电器故障或故障。比如,如果系统的软件崩溃,那么继电器的逻辑就会被破坏,导致指令混乱,信任度大打折扣,对电网的安全造成极大的影响。为保证高压输电网络可靠运行,保证传输系统安全,对年度检查、软件更新理论等进行检查,并对其进行完善、管理和维护。要知道,保护是电力系统的核心部件,必须严格执行保护程序和逻辑,以防止黑客和病毒的侵入,破坏高压电网^[9]。

6.1.3 技术操作方面

除了硬件和软件方面的原因外,有关人员的技术操作水平也会在一定程度上影响到继电器的安全。目前,中国在电网中采取了许多措施,以避免由于人为失误而引起的继电保护事故。然而,也有可能发生电路失灵、误锁等意外情况,这主要是因为电网的每个阶段都会涉及输电线路的施工,施工中若不按规范进行操作,发生二次接线故障和装置故障,将会对继电器的可靠性产生不利的影响,进而导致继电器的安全事故。所以,必须从整个高压输变电网络的施工全过程中进行操作保障。

6.2 提升高压电网继电保护系统运行可靠性的策略

6.2.1 全面提升微机化与信息化水准

随着社会的飞速发展,许多新技术应运而生。其中,由于信息技术的迅速发展,中国的微机保护技术已成为当今世界上最重要的技术之一。继电保护设备的主要作用是对故障元件进行故障诊断,从而使其无法满足电网的需求。为保证电网安全可靠地工作,必须充分发挥微机联网的作用,以保证电网安全可靠地工作。

6.2.2 提升继电保护系统的智能化

近年来,中国在电力系统中已得到了广泛的应用。继电保护技术逐步向网络化、一体化发展。将智能技术应用于继电保护系统,不仅可以方便地进行继电操作,而且可以有效地改善保护系统的运行可靠性。而要使继电保护系统智能化水平得到更大的提升,就必须加强整个电网的智能化水平,使其更好地发挥人工智能的功能。应用智能技术可以方便地对高压电网的故障处理进行研究,从而进一步提高设备运行的安全性和可靠性。为了提高电力系统的工作可靠性,必须综合考虑多种因素,提出准确的解决办法,以保证电网的运行经济性。因此,加强对继电保护技术的研究,提高其智能化程度是十分必要的。

6.2.3 加大对高压电网继电保护的投入,更新保护装置设备

在高压电力系统中,各类继电器设备是继电保护的核心。在网络继电保护方面,应加强各类防护设备的配置,提高其工作可靠性,加大对高压电网继电保护的投入力度,淘汰现有的各类老旧设备,加强对各类新式继电保护的应用,增强对高压电网运行中各种异常状况的敏感性,以达到更好的保护目的。继电器与输出电压之间有某种正相关关系,因为高电压网络继电器设备的操作效率还依赖于效率的精确度,所以为了保证保护设备的正常工作,必须进行必要的防护,以保证每个继电器的安全。该设备在运行中表现良好。在高压电网中,有足够的防护时间,能够准确、完整地监控高压电网的异常状况,保证电网的安全、稳定。

7 结语

论文重点对保护装置的可靠性进行了研究,并对其在电网中的应用进行了探索,以防止各类事故的发生,降低事故造成的各类经济损失。因此,必须加强对继电保护的可靠性研究,并对其进行可靠性评价,以使其持续地提高电网运行的效能。

参考文献

- [1] 陈金林,陈平耕.基于高电压电网继电保护可靠性的研究[J].通信电源技术,2019,36(11):208-209+211.
- [2] 周泰源.高压电网继电保护及安全自动装置的可靠性研究[J].通信电源技术,2019,36(10):59-60.
- [3] 蒲文旭.基于高电压电网继电保护可靠性研究[J].电脑迷,2018(12):243.
- [4] 刘旭.基于智能电网的变电站继电保护可靠性研究[J].计算机产品与流通,2018(3):71.
- [5] 唐瑾璟.微电网继电保护的研究与应用[J].山东工业技术,2017(21):181.

Application and Practice of Relay Protection Technology under the New Power Grid

Qiushi Yan Zhenmou Zhao

State Grid Jingzhou City Power Supply Company, Jingzhou, Hubei, 434000, China

Abstract

The rapid development of new power grid and its complexity pose new challenges to relay protection technology. This paper mainly discusses the application and practice of relay protection technology in the new power grid environment. First, we analyze the characteristics of new power grids, such as the topological changes of the power grid brought by distributed resource access, the fluctuation of renewable energy generation and the wide use of power electronic equipment, on relay protection. Next, we introduce the key technologies of relay protection under the new power grid, such as differential protection, distance protection and fault location judgment algorithm. At the same time, we also show some specific application examples for the new power grid environment, such as synchronous motor protection, photovoltaic power station protection, etc., which effectively solve the relay protection problem in the new power grid environment. The research results and analysis of this paper are of great reference value for improving the power system protection under the new power grid environment and improving the operation efficiency and safety of the relay protection equipment.

Keywords

relay protection technology; new power grid; differential protection; photovoltaic power station protection; big data; AI

继电保护技术在新型电网下的应用与实践

颜秋实 赵贞鳌

国网荆州市供电公司, 中国·湖北 荆州 434000

摘要

新型电网的快速发展及其带来的复杂性,对继电保护技术提出了新的挑战。论文主要探讨了新型电网环境下继电保护技术的应用和实践。分析了新型电网特点,如分布式资源接入带来的电网拓扑变化,可再生能源发电波动和电力电子设备的广泛使用等,给继电保护带来的影响。介绍了新型电网下继电保护的关键技术,如差动保护,距离保护以及故障位置的判决算法等。同时,还展示了一些针对新型电网环境下采用的具体应用实例,如同步电机保护、光伏电站保护等,有效解决了新型电网环境下的继电保护问题。论文的研究结果和分析,对于完善新型电网环境下的电力系统保护,提高继电保护设备的运行效率和安全性,有着重要的参考价值。

关键词

继电保护技术; 新型电网; 差动保护; 光伏电站保护; 大数据; 人工智能

1 引言

随着现阶段新型电网的快速发展以及复杂度的日益增加,一种名为继电保护的技术提出了新的挑战并采取了一系列有效的应对措施。继电保护技术是电力系统安全运行的重要保障,主要是开关设备和自动设备的保护,同时也是电力系统控制的重要组成部分。新型电网的特点,如分布式资源接入带来的电网拓扑变化,可再生能源发电波动和电力电子设备的广泛使用等,对于继电保护技术带来了新的挑战。因此,论文先行分析阐述新型电网给继电保护带来的影响,接着将对现阶段以及未来的关键技术进行深度探讨,最后将

介绍一些具体的应用实例,以期通过理论研究和实践经验,加深理解并完善新型电网环境下的电力系统保护,提升继电保护设备的性能和安全性,从而加深人们对于这一主题的理解。

2 新型电网下的继电保护技术挑战

2.1 新型电网的特点与继电保护的影响

新型电网以大规模并网运行的异步发电机和电力电子设备为主要特征^[1]。异步发电机有低惯性、弱勢供电特性,而电力电子设备则有非线性、较高开关频率等特性。这些特点对于继电保护的速度、灵敏度、选择性和动态性有着直接的影响。由于发电机的低惯性特性,电网故障时出现的频率、电压变化速度大大加快,对继电保护动作速度提出了更高的

【作者简介】颜秋实(1993-),男,中国湖北荆州人,本科,工程师,从事继电保护研究。

要求。电力电子设备的高开关频率及非线性后果使得继电保护面临更复杂的工作环境,对继电保护的灵敏度和特性分析能力也提出了更高的要求。

2.2 分布式资源接入对继电保护的影响

随着新能源技术的快速发展和分布式能源资源的接入,新型电网环境下的继电保护技术面临着新的挑战。分布式能源资源包括风力发电、太阳能发电、储能系统等,其接入对传统的继电保护系统产生了深远的影响。

分布式资源的接入改变了电力系统的结构和运行方式。较传统的集中式发电方式,分布式能源资源的接入使得电力系统趋向于多样化和动态化,大规模的分布式资源点被引入电网中,电力流动和故障条件也发生了较大变化。这为传统的继电保护系统带来了新的挑战。

分布式资源接入导致电网的动态性增强。由于分布式能源资源的随机性和波动性,电力系统中的电压和频率等参数发生了较大的变化。这对传统的静态继电保护系统产生了影响,使得继电保护系统对各种故障情况的响应能力下降,容易造成误动作或漏保护的情况发生。

另外,分布式资源接入增加了继电保护系统的复杂性。由于分布式资源点分布广泛且数量庞大,涉及的继电保护设备和接线较多,继电保护系统的规模和复杂度大大增加。传统的继电保护系统难以适应这种复杂环境下的运行和管理需求,如何实现可靠的保护和控制在成了一个重要的问题^[2]。

2.3 可再生能源发电波动和电力电子设备对继电保护的影响

可再生能源发电波动性强、输电过程中存在大量的交流/直流电力电子设备,给继电保护技术带来了挑战。由于风能和太阳能的周期性及不可预知性,可再生能源的发电量波动性大,这断然会影响到电压、电流等参数的稳定性,进而影响继电保护设备的动作特性。再者,交流/直流电力电子设备的广泛使用,使电网中的谐波、电阻等非线性因素急剧增多,对继电保护的选择性、灵敏度等方面提出了新的要求。

至此,对于新型电网下的继电保护面临的主要挑战和影响因素的分析可以在一定程度上为后续的继电保护关键技术以及未来发展趋势的研究提供理论基础。在此基础上,更完善的继电保护技术策略和应对措施需要进一步的深入探讨和研究。

3 新型电网环境下的继电保护关键技术

3.1 差动保护技术的应用

在新型电网环境下,传统的差动保护技术面临着一些挑战,如电力系统的高频振荡、电流互感器非线性等问题。针对新型电网的特点,差动保护技术需要进行改进和优化。

针对电力系统高频振荡问题,差动保护技术的应用需要考虑对高频干扰的抑制和滤波。这可以通过引入新的滤波

器和调整差动保护装置的参数来实现。结合数字信号处理技术,可以对差动保护装置进行频率分析和滤波,从而减少高频噪声对差动保护的干扰。

在新型电网环境下,差动保护技术还需要考虑到分布式资源的接入。由于分布式资源的数量庞大且分布广泛,传统的差动保护方案可能无法满足要求。可以采用基于通信网络的差动保护技术,实现分布式资源的远程差动保护。该技术可以通过通信网络将分布式资源与差动保护装置连接起来,并实时获取分布式资源的运行状态,从而实现远程差动保护的功能。

3.2 距离保护和故障位置判决算法的运用

距离保护是电力系统中常用的一种保护方式,其主要作用是判断电力系统中故障点与保护装置之间的距离,从而实现故障定位和保护动作^[3]。

在新型电网环境下,由于电力系统的复杂性和不确定性增加,传统的距离保护技术面临着一些问题。电力系统中的非线性负荷和可再生能源的接入会导致电流和电压波形的畸变,从而影响距离保护的准确性。电力系统中的短路电流和故障电流的分布不均匀,使得传统的距离保护算法难以适应。

3.3 同步电机和光伏电站保护

新型电网中,同步电机和光伏电站的接入规模持续增长,这对继电保护提出了新的挑战。

对于同步电机保护,传统的继电保护方案通常基于断路器状态和差动电流等信息进行保护。在新型电网环境下,由于同步电机的驱动方式、运行模式和负载特性发生了变化,传统的保护方案可能无法满足要求。可以采用基于模糊逻辑和人工神经网络等人工智能技术来实现同步电机的智能保护^[4]。这些技术可以通过学习和适应能力,实时调整保护算法的参数,从而提高同步电机的保护性能和可靠性。

光伏电站保护是新型电网中的另一个重要问题。由于光伏电站的特性复杂多变,传统的继电保护方案可能有一定的局限性。为了解决这一问题,可以采用基于模糊逻辑和人工神经网络等人工智能技术,对光伏电站进行智能保护。这些技术可以通过学习和适应能力,根据光伏电站的运行状态和故障特征,实时调整保护算法的参数,从而提高光伏电站的保护性能和可靠性。

4 新型电网环境下继电保护的未来发展趋势

4.1 互联网技术在继电保护上的应用

随着互联网技术的飞速发展,其在新型电网环境下的继电保护中的应用越来越广泛。以物联网为代表的互联网技术,能有效地监视电网的运行状态,确保电网的安全稳定。通过部署传感器、智能仪表等设备,进行实时的电力数据采集,再通过无线或有线网络,迅速将相关数据传输至控制中心进行处理。由此,继电保护系统可以迅速反应并进行故障

切除,保证了电网的稳定和可靠。

4.2 大数据和人工智能对继电保护的影响与前景

随着新型电网的不断发展和智能化进程的加速推进,大数据和人工智能技术在继电保护领域的应用日益广泛^[5]。这两种技术的引入,为继电保护系统的运行和管理提供了更多的可能性和灵活性。本章将深入探讨大数据和人工智能对继电保护的影响与前景。

4.2.1 大数据对继电保护的影响

大数据技术的运用可以实现对电网中各类数据的全面分析和挖掘,从而识别潜在的故障特征和异常情况。通过分析大量历史数据,可以构建起完备可靠的继电保护模型,为系统故障预警和故障诊断提供准确的判断依据。大数据技术的应用还可以实现对系统设备状态的实时监测和评估,及时发现并解决潜在的安全隐患。

借助于大数据技术,继电保护系统能够实现对电网负荷和电力流量的准确预测与优化调度。通过对历史数据的深度分析,可以建立起高精度的负荷预测模型,并结合实时数据进行智能调度,以实现电网负荷的精确控制和优化分配。利用大数据技术还可以对电网的稳定性和可靠性进行评估,提前预警潜在的故障风险并采取相应措施。

4.2.2 人工智能对继电保护的影响

人工智能技术的应用可以实现对电网状态的智能感知。通过建立起复杂的电网模型和学习算法,人工智能系统可以准确地感知电网中各个节点的状态,并实时监测电网的运行情况。通过对实时数据和历史数据的综合分析,人工智能系统能够及时发现潜在的故障点和异常情况,并采取相应措施进行保护和调整。人工智能技术还可以自动学习和适应电网的变化,提高继电保护系统对电网状态的准确识别能力。

人工智能技术的应用可以实现对电网故障的智能决策和优化。通过对历史数据的学习和分析,人工智能系统可以建立起复杂的故障识别和故障判定模型,从而实现对电网故障的自动识别和判定。人工智能系统还可以根据电网的实时情况和未来预测,自动调整继电保护的参数和策略,优化继电保护的性能和效果。

人工智能技术的应用为继电保护系统的智能化和自动化提供了新的思路和方法,使继电保护系统能够更加智能地感知、决策和控制,进一步提升电网的安全性和运行效率。

4.2.3 大数据和人工智能在继电保护领域的前景

大数据和人工智能技术的应用还将推动继电保护系统与其他智能电网设备的集成和协同。通过云计算、物联网等技术手段,继电保护系统可以与其他设备进行数据交互和信

息共享,实现对电网的全面监控和管理。这将为电力系统的运行和管理提供更大的灵活性和智能化水平。

4.3 提高继电保护设备的运行效率和安全性的探讨

在新型电网环境下,继电保护设备的运行效率和安全性是决定电网运行状态的重要因素。优化设备设计,提高设备性能,是提高运行效率的有效途径。例如,应用新型材料,改进设备的耐热性和抗干扰能力,都可以延长设备的寿命,提高设备的使用效率。

而提升设备安全性,则需要从设备设计、使用和维护等方面进行全方位优化。例如,设备设计时应充分考虑设备的安全运行环境,使用时要严格执行操作规程、维护保养时要定期进行设备的安全检查,以此确保设备的安全稳定运行。

总的来说,新型电网环境下的继电保护技术,必须秉持创新和进步的理念,与时俱进,积极拥抱新的技术、新的理念,只有这样才能保障电网的安全稳定,满足人类对电力的日益增长的需求。

5 结语

本研究通过全面深入地研究新型电网环境下的继电保护技术,旨在解决新型电网环境下的继电保护问题。我们分析了新型电网特点对继电保护带来的影响,以及继电保护的关键技术,并给出了一些具体的应用实例。本研究结果对于新型电网环境下的电力系统保护和提高继电保护设备的运行效率 and 安全性有着重要的参考价值。尽管如此,仍然存在一些值得进一步研究的问题和挑战,如如何利用互联网技术、大数据和人工智能等新技术进一步提高继电保护的性

参考文献

- [1] 程伟,罗小平,李鹏旭,等.新型电力系统保护元件及其应用[J].电力建设,2020,41(7):56-60.
- [2] 王强,付鹏,侯玉燕.电力系统分布式网管技术与应用现状[J].电网与清洁能源,2019,35(2):47-54.
- [3] 张勇,李鹏,李晓鸿.大规模可再生能源并网对电力系统保护的影响研究[J].电力系统保护与控制,2013,41(17):49-55.
- [4] 孙鑫,马自强,王志.互联网、大数据等技术对电力系统保护影响研究[J].电网技术,2018,42(1):8-16.
- [5] 杨伟,邓坤,李占政.新型电力系统故障位置判决算法研究[J].电测与仪表,2017,54(21):19-25.