

Reflections on the Technical Scheme and Project Reserve of One-Key Sequence Control Pilot Construction Project of 330kv and Above Substation in Qinghai Province of China

Yanan Zhang

Maintenance Company of State Grid Qinghai Electric Power Company, Xining, Qinghai, 810000, China

Abstract

The traditional switching operation mode can not meet the requirements of power grid development and operation and maintenance, one-key sequence control can realize automatic identification of equipment operation situation, intelligent check of anti misoperation interlocking, double confirmation judgment of operation results and one-key completion of operation steps, so as to improve the accuracy of substation electrical equipment operation. The paper introduces the composition, principle, debugging plan and subsequent project reserve thinking of the one-key sequence control system.

Keywords

one-key sequence control; double confirmation judgment; technical scheme

中国青海 330 千伏及以上变电站一键顺控试点建设项目技术方案及项目储备的思考

张亚楠

国网青海省电力公司检修公司, 中国·青海 西宁 810000

摘要

传统的倒闸操作方式已不能满足电网发展及运维要求, 一键顺控可实现设备运行状态自动判别、防误联锁智能校核、操作结果双确认判断和操作步骤一键式完成, 提高对变电站电气设备操作的准确性。论文介绍了一键顺控系统的构成、原理、调试方案及后续项目储备的思考。

关键词

一键顺控; 双确认判断; 技术方案

1 研究背景

1.1 一键顺控技术概述

一键顺控是中国国家电网公司试点建设的一种新型的倒闸操作模式, 在保障操作安全的前提下, 可减轻运维人员倒闸操作工作量, 提高工作效率, 降低经济损失和对生产生活造成的不便, 还能有效降低倒闸操作误操作的概率, 从而降低电网事故率, 防止大面积停电, 避免造成恶劣的社会负面效应。同时, 实现设备运行状态自动判别、防误联锁智能校核、操作结果双确认判断和操作步骤一键式完成^[1]。一键顺控具有高效、智能化的特点, 是在电力物联网的重要表现和实际应用。

1.2 中国国家电网公司相关技术标准

针对中国国网公司所辖变电站运维操作现状, 中国国家电网公司制定了《智能变电站顺序控制技术导则》《变电站一键顺控改造技术规范(试行)》《运维班主设备全面监视改造技术规范(试行)》, 规范要求变电站部署监控主机、独立智能防误主机, 独立智能防误主机与监控系统内置防误逻辑实现双套防误校核, 即要求防误系统实现顺控防误功能。

1.3 330kV 变电站一键顺控技术方案的提出

在认真解读《变电站一键顺控改造技术规范》的基础上, 结合其他网省公司在 一键顺控项目试点建设中的先进经验和典型做法, 提出青海南朔 330kV 变电站一键顺控技术实施方

案,该方案在变电站部署一键顺控主机、智能防误主机,智能防误主机与顺控主机内置防误逻辑实现双套防误校核,19台接收装置、86台姿态传感器及接口装置。断路器位置确认采用“位置遥信+电气量(无流无压)”判据、隔离开关姿态传感器位置记忆比对双确认方式。论文结合智能变电站和常规对一键顺控技术调试方案展开讨论,对今后一段时间青海省一键顺控项目工作的开展奠定坚实的基础^[1]。

2 一键顺控系统构成及原理

2.1 系统构成

在南朔330kV变电站部署一键顺控主机及软件、智能防误主机及软件,智能防误主机与顺控主机内置防误逻辑实现双套防误校核。因南朔330kV变电站运维人员办公驻地在西宁市,为满足运维班实现主设备远程监视功能和需求,特在变电站和运维班驻地各部署一台主设备监视工作站,站端工作站连接KVM设备,通过专用数据通道与运维班工作站连接,通道两端部署纵向加密装置,闭锁控制功能,在运维班驻地实现变电站信息远方监视。当一个运维班接入2座及以上变电站时,可在运维班增配事件集成主机。运维班接入1座变电站的系统架构如图1所示。

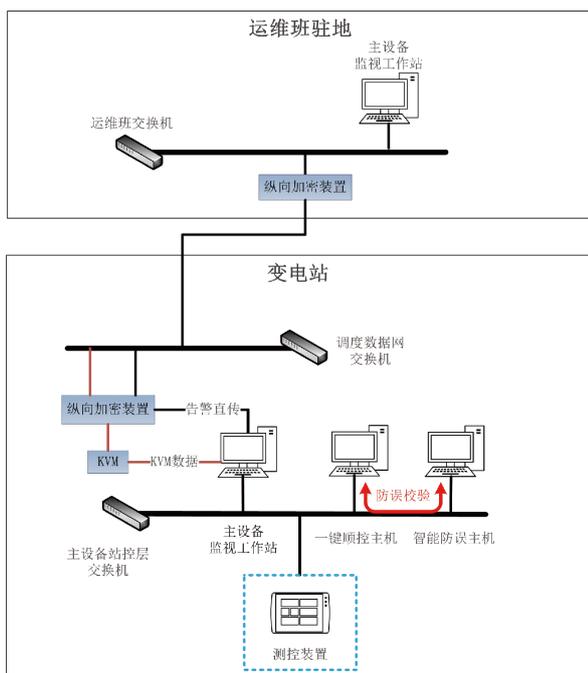


图1 一键顺控系统

2.1.1 通信协议

顺控主机宜采用DL/T 860标准通讯,通过站控层网络采集变电站实时数据,下发控制信息;监控主机与I区数据

通信网关机通信,传输一键顺控数据;监控主机与智能防误主机采用DL/T 634.5104规约通信,传输防误数据;监控主机与辅助设备监控系统采用UDP协议通信,传输一次设备状态、测量信息等数据。

刀闸位置确认是一键顺控的前提,姿态传感器检测分、合闸角度变化满足顺控第二判据要求。

2.1.2 “双确认”位置判断

姿态传感系统在隔离开关动作时应准确判别分合闸状态,并给出分闸到位、合闸到位、异常或合闸异常之一的遥信信号,信号准确率为100%。姿态传感器在隔离开关上安装后应进行标定,标定分闸到位为 0° ,操作隔离开关 n 次($n \geq 3$),测量分闸到位与合闸到位之间的角度值 θ_i ,求平均取得分合闸之间角度值,称为额定值 θ , $\theta = 1/n \sum \theta_i$,设置分闸到位判别阈值 α ,合闸到位判别阈值 β ,标定后,姿态传感器应进入正常工作状态,则姿态传感系统满足如下要求:

(1) 操作隔离开关分闸操作时,若分闸实际角度为 γ ,则无论何时,姿态传感系统应给出如下判别:

当: $-\alpha \leq \gamma \leq +\alpha$ 时,姿态传感系统应输出分闸到位信号。

当 $\gamma < -\alpha$ 或 $\gamma > +\alpha$ 时,姿态传感系统应可靠输出分闸异常信号。

(2) 操作隔离开关合闸操作时,若合闸实际角度为 γ ,则无论何时,姿态传感系统给出如下判别:

当: $\theta - \beta \leq \gamma \leq \theta + \beta$ 时,姿态传感系统输出分闸到位信号。

当 $\gamma < \theta - \beta$ 或 $\gamma > \theta + \beta$ 时,姿态传感系统输出合闸异常信号。

2.2 顺控系统工作原理

一键顺控系统工作原理如图2所示。

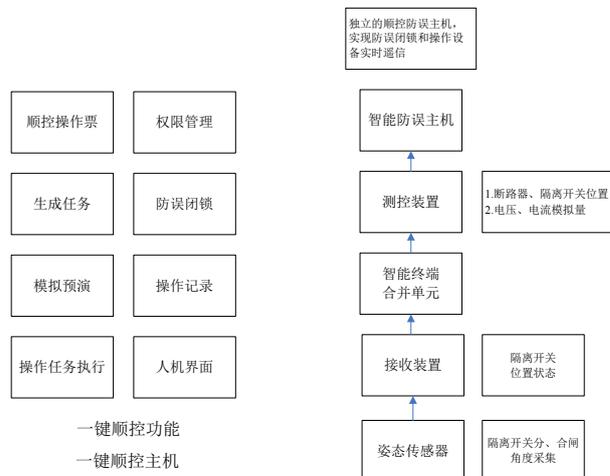


图2 一键顺控系统工作原理图

一键顺控操作指令由变电站顺控监控主机发起,和间隔层装置交互,如图3所示。

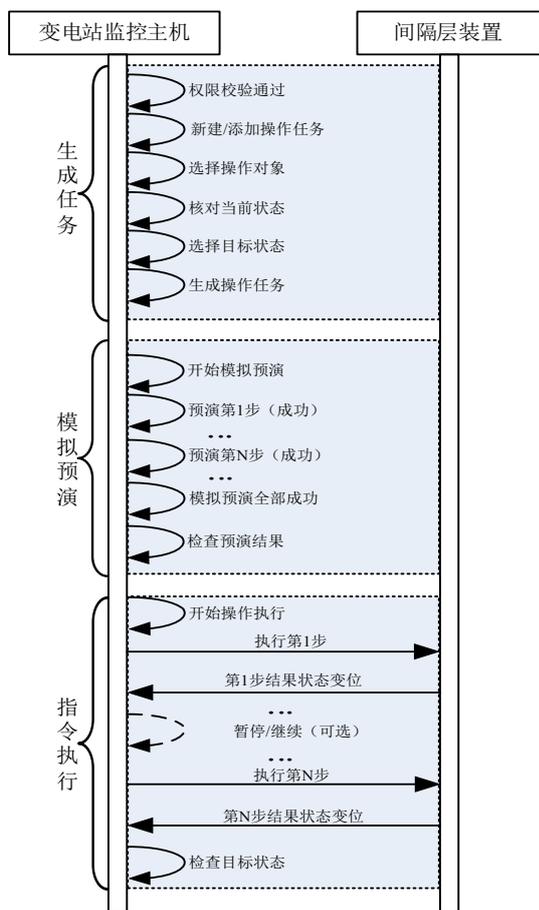


图3 监控主机与间隔层交互流程图

智能防误主机从监控主机获取全站设备状态,参与一键顺控操作过程中模拟预演及指令执行两个环节的防误校验功能,如图4所示。

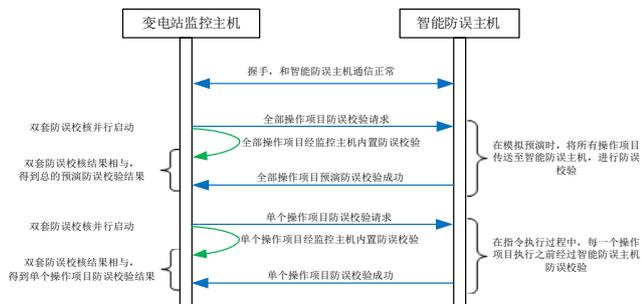


图4 监控主机与智能防误主机交互流程图

模拟预演和指令执行过程中采用双套防误机制校验的原则,一套为顺控主机内置的防误逻辑闭锁,另一套为独立智能防误主机的防误逻辑校验,以防止发生误操作。两套系统宜采用不同厂家配置。模拟预演和指令执行过程中双套防误

校验应并行进行,双套系统均校验通过才可继续执行;若校验不一致应终止操作,并提示详细错误信息,如图5所示。

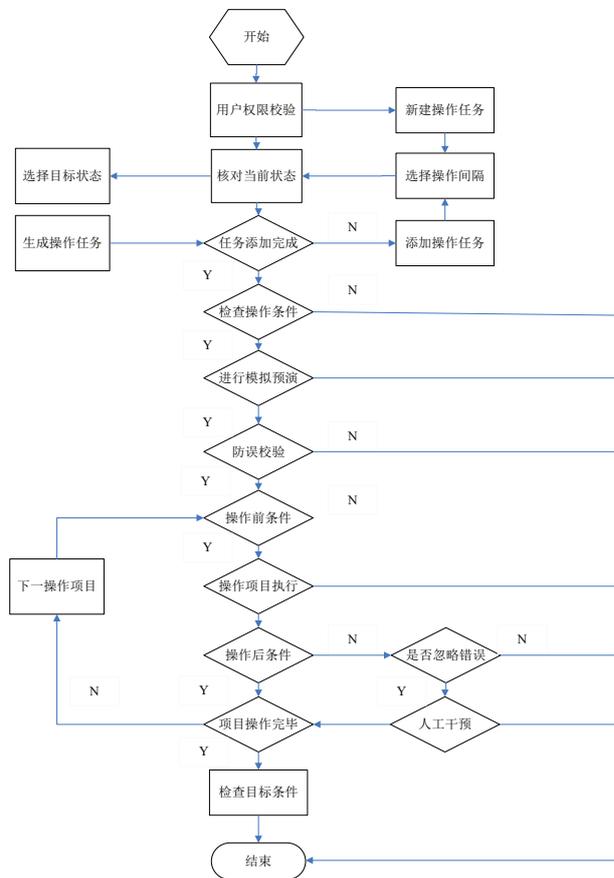


图5 一键顺控操作逻辑校验图

3 一键顺控项目停电调试验收实施方案

3.1 停电调试方案

由于青海电网的网架结构特点,在进行一键顺控停电调试期间是不具备变电站全停调试条件的。故采用间隔轮流停电的方式进行,即停电调试第一阶段为:330kV、110kV I III母及其所属间隔,第二阶段为330kV、110kV II IV母及其所属间隔。330kV、110kV均采用双母双分段接线方式,故停电调试的危险点是母联开关靠带电母线侧隔离开关不能调试,采取的预控措施是拉开该隔离开关操作电源及储能电源小开关^[2]。

3.2 停电调试验收步骤

- (1) 出线间隔(以330kV月朔I线为例)。
- (2) 母联/分段开关间隔(以3313开关为例)。
- (3) 验收内容。

验收内容见下表1。

表 1 验收内容

序号	验收项目		工厂验收	现场验收
1	结构和外观检查	外观结构检查	○	●
2		LED 指示灯检查	○	●
3		液晶和按键检查	○	●
4	功能验收	预制操作票库	●	●
5		生成任务	●	●
6		模拟预演	●	●
7		指令执行	●	●
8		操作记录	●	●
9		顺控主机内置防误闭锁校验	●	●
10		智能防误主机与顺控主机交互功能	●	●
11		辅控系统视频联动接口	●	●
12	界面验收	界面验收	●	●
13	性能验收	性能验收	●	○
14	稳定性验收	稳定性验收	●	○
15	操作票库验收	操作票库应根据变电站实际情况编制,并经过地市运检管理单位审批签字,所有一键顺控操作票应在一键顺控功能投运前应调试验证通过	○	●
16	顺控主机防误规则验收	顺控主机中的防误规则应根据变电站实际情况编制,并经过地市运检管理单位审批签字,所有防误规则应根据附录 E 配置,在一键顺控功能投运前应调试验证通过	○	●

4 关于后续一键顺控项目的思考

4.1 视频联动作为第二判据

4.1.1 视频监控功能检验

(1) 实时监控功能: 顺控视频站端系统是否具备同屏展示摄像机设备信息与视频图像组成的监视画面, 是否支持同屏任选监视多路 (1、4、9、16 路) 视频信息,^[9] 是否支持对图像信息进行随时切换, 检查是否具有选择单画面手动切换、单画面自动轮视、多画面手动切换和多画面自动轮视等多种方式。

(2) 录像回放功能: 检查系统是否支持在指定的时间范围内将指定的摄像头的录像信息以列表的方式进行展示, 是否能对指定的录像信息进行回放、快进、快退、暂停、停止等功能。

(3) 实时性功能: 检查视频监控画面与实际画面时间间隔是否小于 2s。

4.1.2 一次接线图检验

(1) 检查视频联动系统是否具备以矢量图的方式展示

变电站的一次接线图的功能, 一次接线图中应最少包含开关、隔离开关、母线、变压器等一次设备以及变电站内所有的间隔信息。

(2) 检查一次接线图中的不同等级区域是否具备颜色区分能力, 检查当双击有关联视频信息的一次设备时, 是否能同屏同时展示其所选择设备的多画面、多角度视频界面, 如果此设备为隔离开关设备, 则第一画面显示一次设备的标识牌场景监视视频, 待标识牌场景监视视频播放一段时间 (默认 10 秒) 后, 应能在第一画面自动播放此隔离开关设备的全景监视视频以及多画面的组合监视视频。

(3) 检查点击主接线图中一次设备的图标时, 系统是否具备联动对应设备的视频, 至少应可对变压器、开关、隔离开关联动视频监视, 联动的视频展示界面应有多画面、多角度同屏展示, 并在联动的视频界面左侧展示对应设备的树状目录^[4]。

4.1.3 视频联动功能检验

(1) 检查当站端监控系统控制隔离开关分合时, 站端系统是否能即时联动, 对相应设备隔离开关的所有场景 (即设备就近的多个摄像机视频及有关信息的多角度、多信息画面组合) 在同一画面上进行关联性显示。

(2) 检查系统能否在同一画面上显示对该设备的智能分析结果。

(3) 检查系统是否具备根据已经设置好的策略进行录像。

4.1.4 判别及状态显示功能检验

(1) 检查系统视频画面同步显示智能研判结果状态, 包括合闸到位、分闸到位、分合闸异常、分析失败等状态。显示状态着色情况如下表 2 所示。

表 2 显示状态着色定义

工况	红色	绿色	黄色
合闸到位	255	0	0
分闸到位	0	153	0
分合闸异常	255	255	0
分析失败	128	128	128

(2) 合闸判断: 将隔离开关合闸到位, 检查视频智能判断隔离开关状态是否准确, 在范围内连续调整摄像机角度 3 次, 检查系统判断隔离开关状态的准确性。

(3) 分闸判断: 将隔离开关分闸到位, 检查视频智能判断隔离开关状态是否准确, 在范围内连续调整摄像机角度

3次,检查系统判断隔离开关状态的准确性。

(4)异常判断:将隔离开关分合闸位置置于异常状态,检查系统在导电臂形成夹角分别为 170° 、 160° 、 150° 时,在范围内连续调整摄像机角度3次,系统判断隔离开关分合闸状态的准确性。

(5)隔离开关分合闸操作不小于5次,有一次判断错误即认为不合格。

4.2 一键顺控操作的局限性

4.2.1 仅能完成单一间隔由运行转冷备用的一次设备操作

(1)一键顺控完成二次设备操作的思考

①智能变电站在监控主机上实现压板状态的采集信息,可以与智能防误主机实现数据的交互,完成二次设备的顺控操作。

②常规变电站需要增加压板状态采集装置,将保护屏上的硬压板实现压板状态采集。对保护屏、测控装置、汇控柜的二次设备空开进行改造,在条件具备的情况下可实现远方遥控压板和拉合空开。

(2)一键顺控完成一次设备冷备用转检修操作的思考

变电站增加地线状态采集装置,在执行完间隔由运行转冷备用的顺控操作后,判断间隔所有开关、刀闸的位置状态,根据顺控票的操作内容进行任务下达、模拟预演和位置确认,完成间隔转检修的操作。在进行位置确认时GIS设备检查分合闸位置指示、带电显示装置无电的两个非同源或非同样原理的变化;敞开式设备检查实际位置。

4.2.2 仅能完成站端操作,在调度端无法实现远程一键顺控

(1)将运维班(变电站)的双确认位置采集上送至调度D5000的人机终端,同时增加一键顺控主机、监控防误主机、接收装置和纵向加密装置,在原理上和变电站一键顺控改造原理配置相同,完成在调度端一键顺控的操作。

(2)运维班一键顺控操作的实施。完成变电站主设备全面监视后,通过调度数据网D5000的延伸,在变电站及运维班完成授权后的一键顺控及主设备信息的实时监控和顺控操作。

5 结语

一键顺控技术改造需要解决当前调度端远程操作、二次设备操作的问题,突破这两点局限形问题以后,还需在操作质量等方面进行改进。总之,未来还有很长一段路要去逐步探索,希望论文围绕以上问题的探讨和建议能对现实工作有一定的借鉴意义,也期待同行纷纷参与探讨并给予宝贵的指导意见。

参考文献

- [1] 潘佳锋,朱和剑,高捷,等.防误操作平台在智能操作票系统中的研究及应用[J].电力系统保护与控制,2018(20):158-163.
- [2] 国家电网公司.变电站一键顺控改造技术规范(试行)[S].2018.
- [3] 国家电网公司.变电运维班主设备全面监视改造技术规范(试行)[S].2018.
- [4] 郑小革,高超,周凡,等.变电站一键顺控改造方案研究及实施[J].电网与清洁能源,2019(12):37-42.