

Discussion on the Selection of Distribution Transformers and Load Matching Strategies

Qingyu Wang

Beijing Haiwang Hydrogen Energy Technology Co., Ltd., Beijing, 102200, China

Abstract

This paper focuses on the selection and load matching strategies of traditional distribution transformers in the petrochemical industry. Firstly, analyze the research background and purpose, and then elaborate on the theoretical basis for selection, covering the principles and key points of capacity, quantity, and model. Subsequently, the selection strategy for distribution transformers in this industry will be discussed, including considering the nature and scale of the load, adapting to environmental temperatures, and meeting electricity demand. Afterwards, the load matching strategy will be discussed, involving the selection of protection configuration methods and the setting of main wiring. Finally, summarize the research conclusions and look forward to the future, such as optimizing selection methods, researching matching strategies, applying new technologies, improving environmental performance, and deepening intelligent monitoring and fault diagnosis technologies.

Keywords

distribution transformer; load matching; petrochemical industry

配电变压器的选择与负荷匹配策略研究

王庆宇

北京海望氢能科技有限公司, 中国·北京 102200

摘要

论文聚焦石油化工行业传统配电变压器的选择与负荷匹配策略, 先分析其研究背景与目的, 接着阐述选择的理论基础, 涵盖容量、台数和型号的原则要点。随后探讨该行业配电变压器选择策略, 包括考虑负荷性质规模、适应环境温度及满足用电需求等。之后论述负荷匹配策略, 涉及保护配置方式选择及主接线设置。最后总结研究结论并展望未来, 如优化选型方法、研究匹配策略、应用新型技术、提高环保性能及深化智能监控与故障诊断技术。

关键词

配电变压器; 负荷匹配; 石油化工

1 概述

1.1 研究背景

传统配电变压器在石油化工行业作用关键。石油化工企业生产依赖大量电力, 配电变压器性能与可靠性直接影响企业生产效率和安全生产。它需满足高负荷、连续运行要求, 还得适应恶劣环境与复杂电气系统。然而, 当前研究多聚焦技术性能和故障诊断, 对与负荷特性匹配策略研究不足。随着行业发展, 对电力供应可靠性和稳定性要求提升, 保护配置和负荷匹配策略亟待优化改进。例如, 石油企业常用多种保护配置方式, 虽各有优缺点, 但实际应用中存在易致事故、对轻微相间短路故障动作时间长等问题。

1.2 研究目的

论文旨在探讨传统配电变压器在石油化工行业的选择与负荷匹配策略。一是分析负荷特性确定选型参数, 对容量 $\geq 800\text{kVA}$ 的油浸和干式变压器采用合适保护配置方案。二是研究匹配策略提高运行效率, 如负荷开关加熔断器组合电器保护方案既经济又实用。三是为企业提供科学合理方案, 降低电力损耗, 提高生产效率和竞争力, 促进可持续发展, 同时为相关行业提供参考, 推动技术进步。

2 传统配电变压器选择的理论基础

2.1 配电变压器容量选择原则

在石油化工行业, 配电变压器容量选择要综合多因素。最佳负载系数法常用, 可依生产季节性负荷特点调整容量或设专用变压器, 所带负荷以额定容量75%~85%左右为宜。综合费用分析法也是关键, 需考虑购置、运行及损耗费用, 选低损耗变压器降成本。如降低铁芯损耗潜力大, 应综合两种方法, 结合实际负荷与发展需求, 提高运行效率、降低电

【作者简介】王庆宇(1986-), 男, 中国河北邯郸人, 本科, 工程师, 从事电气配电设计研究。

能损耗,实现经济运行,满足石油化工企业负荷需求。

2.2 配电变压器台数选择依据

需考虑负荷特点和供电方式等因素。

2.2.1 单相变压器应用场景

单相变压器结构简单、体积小、损耗低,适宜在负荷密度小的低压配电网中应用。如家庭中可将市电高电压转换为家用设备所需低电压,装修时可调整电压保证安全稳定。在变电站可转化高低压电能,用于自动化和控制系统。工业生产中可满足低电压设备需求,企业还可多个单相变压器进行三相电压控制。商业建筑中可转换高压电能供低电压设备,保证用电安全、降低能源成本^[1]。

2.2.2 母子变压器供电优势

以工矿企业为例,母子变压器可提高利用率、降低损耗。母变压器按最大负荷配置,子变压器按低负荷选择,提高配电变压器利用率,降低空载损耗。变电所或用电负荷大的工矿企业适用,负荷变化大时根据电能损耗最低原则投入不同容量变压器,生产高峰期母变压器运行,低负荷时期子变压器运行,实现节能降耗,降低企业用电成本。

2.3 配电变压器型号选择要点

对石油化工行业电力供应至关重要。

2.3.1 低损耗产品特性

S9系列电力变压器具有低损耗优势,空载损耗比S7低30%,耐雷电冲击抗短路能力强,节能效果明显,设计结构紧凑,采用全充油密封型、无储油柜,由油箱弹性调节油体变化,采用真空注油工艺,隔绝油与空气接触,提高电网运行安全性和可靠性,具有可靠的长期使用寿命,体积小、外形美观,还具有免吊洗和免维护性特点,且节能、省材、超低噪声。

2.3.2 新型变压器选择原则

选择新型变压器应坚持科学、合理、实用原则。首先,要考虑石油化工行业负荷特性和环境要求,企业生产高负荷、连续运行,要求变压器可靠性和稳定性高,且工作环境恶劣,需有良好的防火、防爆性能。其次,结合配电线路数据选择,根据负荷大小、电压等级、短路容量等参数选合适容量和阻抗。最后,还应考虑节能和环保性能,选择低损耗、高效率变压器可提高能源利用效率,环保型变压器符合可持续发展要求。

3 石油化工行业配电变压器的选择策略

3.1 考虑负荷性质与规模

结合行业负荷特点选合适容量变压器。

3.1.1 一级及二级负荷需求

石油化工企业中,一级和二级负荷对电力可靠性要求高。有大量一、二级负荷时宜装两台及以上变压器,任一台中断,其余能满足用电需求。一、二级负荷应集中,以便故障时快速切换备用变压器保证生产连续。例如,两路电源进线、分段母母线接线总变电所应设两台主变压器;双母线接

线、主变压器容量 $40\text{MV}\cdot\text{A}$ 及以下时也宜按两台设置,且每台应满足全部一、二级负荷连续运转。

3.1.2 季节性负荷的应对

行业存在季节性负荷,如空调冷冻机、采暖电热负荷等。季节性负荷大时宜装专用变压器,非季节性可减少空载损耗,提高能源效率。如某石油化工企业夏季空调冷冻机负荷增加时设专用变压器,冬季采暖电热负荷增加也启用专用变压器确保电力稳定。某农药厂生产季节性强,需根据季节性负荷特点合理确定变压器容量以降低用电成本^[2]。

3.2 适应环境与温度要求

3.2.1 正常介质条件下的选择

正常介质条件下,油浸式和干式变压器在石油化工行业各有适用性。油浸式变压器性能优良、价格低廉,多数以变压器油为绝缘和冷却介质,非封闭型、封闭型、密封型产品各有适用场所。干式变压器适用于高温、潮湿、易燃或易爆、恶劣和安静环境,因其绕组和铁芯采用绝缘材料隔离,可在较高温度下运行,潮湿环境无泄漏风险,易燃或易爆环境具阻燃性能,恶劣环境能抵御不良条件,运行安静适用于低噪音环境。

3.2.2 温度环境下的考量

不同温度环境影响变压器选择。油浸式变压器绝缘耐热A级,长期工作温度 105°C ,高温下需考虑散热。其采用全充油密封型和波纹油箱壳体可适应温度变化。干式变压器高温下也能运行,但温度过高需散热措施,低温下要考虑绝缘材料性能,极端低温可能需要特殊防护。石油化工行业环境复杂、温度变化大,需根据实际选择合适变压器类型和散热方式,并定期维护检查以延长寿命和提高电力供应可靠性。

3.3 符合用电负荷需求

依据行业用电负荷特点确定变压器容量和台数。

3.3.1 计算负荷的确定

准确确定计算负荷很重要,应综合考虑各种用电设备设施容量,一般不计消防负荷。通过分析设备功率、运行时间、同时使用系数等得出准确计算负荷,如生产设备、照明、通风等纳入范围。可按相关导则及计算负荷确定配电变压器容量,采用需要系数法、二项式法等计算。

3.3.2 负荷率的控制

石油化工行业配电变压器负荷率在75%~85%左右较合理,此时变压器能高效运行,接近满载损耗增加,低负荷率空载损耗大。例如,某企业调整负荷率后提高运行效率、降低用电成本。实际中要根据具体情况调整,如有大量一、二级负荷或负荷波动大需调整运行方式以保证负荷率合理。

4 石油化工行业配电变压器的负荷匹配策略

4.1 保护配置方式的选择

4.1.1 熔断器保护

熔断器在石油化工行业配电变压器中有广泛应用,是常见短路故障保护设备。一般配电变压器容量在 400kVA 以

下时采用,高压侧用跌落式熔断器作短路保护,低压侧用熔断器作过负荷保护。确定跌落式熔断器容量时,要考虑上限开断容量与安装地最大短路电流匹配,下限开断容量与最小短路电流的关系。户外跌落式熔断器有50A、100A、200A三种型号,200A的开断容量上限为200MVA,下限是20MVA。选择按额定电压和额定电流进行,额定电压与被保护变压器匹配,额定电流大于或等于熔体额定电流,可选为额定负荷电流的1.5~2倍。还需按被保护系统三相短路容量校验,保证被保护设备三相短路容量小于熔断器额定开断容量上限且大于下限。但实际应用中,若熔断器额定开断容量过大或未经过短路容量校验,可能导致被保护变压器三相短路时熔断器难以灭弧,引起容管烧毁、爆炸及主线路跳闸事故^[1]。

4.1.2 负荷开关加熔断器组合

在石油化工行业,负荷开关加熔断器组合电器用于配电变压器保护具经济实用优势。可开断31.5kA短路电流,靠熔断器熔断触发撞针使负荷开关动作。配电变压器短路时,一相熔断后负荷开关三相联动,防止缺相运行,先熔丝熔断后断负荷开关。广泛用于1000kVA以下配电变压器,熔断器额定电流通常为负荷电流2~3倍,设计人员可直接选用成套设备。然而,该保护配置有局限性,开断短路电流以牺牲熔断器为代价,动作电流和时间无法人为控制,对轻微相间短路故障动作时间长。大用户或专线用户变压器台数多、容量大时,若用负荷开关作进线开关,无法作母线短路保护及出线组合电器后备保护,易因保护不配合致上级开关动作,影响供电可靠性。

4.1.3 断路器加继电保护装置

在石油化工行业,断路器开断容量大、分断次数多且具备操作功能,配合继电保护装置作为大容量配电变压器主要短路保护开关应用广泛,但价格相对较高。《继电保护和自动装置技术规程》规定,容量等于或大于800kVA的油浸变压器应配置瓦斯继电器,选用继电保护装置与断路器相配合的保护方案。干式配电变压器应配置温度跳闸保护,也采用该保护配置方案。对于Yyno、Dyno接线形式的配电变压器,高低压侧三相四线均采用断路器控制,可选用两相或三相过电流保护,继电器为反时限型。部分单位对Yyno接线的配电变压器低压侧中性线配置零序电流保护认识不足,但对于Dyno接线的配电变压器,低压侧发生单相接地或短路故障时,高压侧三相式过电流保护灵敏度不一定满足要求。

4.2 主接线设置与负荷匹配

4.2.1 供电规模与对象的考虑

石油化工企业,生产加工步骤多,设置较多变配电所。总变电所为企业正常生产运行基础,需独立设置且各级母线不可对外供电。主接线设置应考虑供电规模和对象,对于化工企业,因用电负荷大,需采用可靠性高、容量大的主接线方式,如分段单母线或双母线接线,提高供电可靠性和灵活性,并根据不同生产装置和辅助设施用电需求合理分配电力资源。

4.2.2 负荷状况与性质的分析

石油化工类企业生产装置的用电负荷按供电可靠性和连续性分为一级负荷、一级负荷内部负荷和二级负荷。一级负荷及其内部负荷应设两个电源供电且有应急电源,禁止其余负荷接入。主接线设置要满足不同负荷等级需求,如采用双电源进线、分段单母线接线,一个电源故障时另一个能迅速切换保证一级负荷供电,同时合理设计主接线实现二级负荷与一级负荷协调供电,提高电力资源利用效率^[1]。

4.2.3 短路电流的考虑

在石油化工企业电气系统中,短路电流是关键考量因素。其大小影响电气设备选择与保护装置设置。首先,采用标么值法或有名值法准确计算短路电流,确定不同位置水平。主接线设置要根据短路电流大小选择合适电气设备,如断路器开断能力须大于最大短路电流,确保故障时迅速切断故障电流,保障设备与系统安全。可通过限流电抗器、分裂变压器等设备,合理设计主接线来限制短路电流,减少对设备冲击。同时,考虑短路电流对保护装置的影响,合理设置动作定值,确保故障时准确迅速动作切除故障。主接线设置应充分考虑短路电流,通过准确计算、合理选择设备及优化设计,确保系统在短路故障下安全可靠运行。

5 结论与展望

5.1 研究结论总结

论文研究传统配电变压器在石油化工行业的选择与负荷匹配策略。选择上综合考虑容量、台数和型号,容量结合方法确定,台数依负荷特点和供电方式选择,型号关注低损耗产品并坚持科学原则兼顾行业特性与节能环保。选择策略要考虑负荷性质与规模,一、二级负荷高的企业宜多台变压器,季节性负荷大设专用变压器;适应环境与温度要求,按需选择油浸式或干式变压器并考虑散热和绝缘性能;符合用电负荷需求,准确确定计算负荷、控制负荷率在85%左右并优化。负荷匹配策略可多种保护配置方式,主接线设置综合多因素实现负荷合理分配转移。对提高企业电力供应可靠性、稳定性,降低成本和保障安全意义重大。

5.2 未来研究方向展望

未来可优化选型方法和参数,结合新技术如智能电网研究智能变压器应用提高可靠性。深入研究负荷匹配策略,使用人工智能算法精准控制管理负荷提高效率节能。加强新型变压器技术研究应用,确保安全稳定。关注环保要求,提高变压器环保性能实现绿色发展。加强国际合作交流,借鉴经验推动中国进步,参与标准制定提高话语权影响力。

参考文献

- [1] 蒋奕奕,丁毅,焦系泽,等.配电变压器容量选择方法研究[J].湖北电力,2019,43(6):7.
- [2] 高国防,杨勇伟,王立,等.综合能效费用法选择配电变压器[J].河南建材,2016(3):214-215.
- [3] 张仁平.石油企业常用配电变压器保护配置方式的合理选择[J].中国新技术新产品,2011(20):84.