

35kV 变电所与场站负荷匹配运行问题及整改措施

李帅琦 史作训 蔡永根 周希骥 刘庆

国家管网集团西气东输公司苏北输气分公司

DOI:10.32629/etd.v7i6.21019

[摘要] 35kV变电所负荷匹配状况是决定场站电力系统运行好坏、经济效益的重要因素。工业场站用电负荷动态变化较大,传统的运行方式容易造成供电失衡、设备老化、资源浪费等种种问题,对场站的安全生产和节能运行造成很大的影响。优化变电所和场站负荷匹配运行模式,可以有效地规避电力运行的安全隐患,保证供电系统的正常运转,提高电力资源的配置和利用效率,完善电力运维管控体系,给工业场站安全化、精细化、绿色化运营提供重要的电力保障支撑。

[关键词] 35kV变电所; 场站负荷; 匹配运行; 整改优化

中图分类号: U224.3 **文献标识码:** A

Issues and corrective measures regarding the proper operation of the 35 kV substation in relation to the station's load requirements

Shuaiqi Li Zuoxun Shi Yonggen Cai Xiji Zhou Qing Liu

National Pipeline Network Group West-East Gas Transmission Company, Subei Gas Transmission Branch

[Abstract] The load matching configuration of 35 kV substations is a critical factor determining the performance and economic efficiency of power systems at industrial sites. Given the significant dynamic variations in electricity loads at these facilities, traditional operational approaches often lead to supply imbalances, equipment aging, resource waste, and other issues, significantly impacting safe production and energy-efficient operation. Optimizing the load-matching operational model for substations and industrial sites can effectively mitigate safety risks in power operations, ensure stable power supply system functionality, enhance the allocation and utilization efficiency of electrical resources, improve the power operation and maintenance management framework, and provide essential power support for achieving safer, more precise, and environmentally sustainable operations at industrial sites.

[Key words] 35 kV substation; station load; coordinated operation; improvement and optimization

引言

电力系统稳定高效运转是工业场站正常生产运营的根基。目前各类生产场站的用电工况随着生产节奏、季节更替而不断变化,负荷动态波动幅度越来越大,对35kV变电所供电适应性提出了更高的要求。传统的变电所运行调控模式存在着负荷供需失衡、设备匹配不够、调度管理粗放等种种不足,一直阻碍着供电安全和资源利用率的提高。围绕35kV变电所与场站负荷相适配的运行改善问题展开,对加强电力安全保障、推进节能减碳理念落实、提高场站电力运维专业水准有着十分重要的现实意义和应用价值。

1 35kV变电所与场站负荷匹配运行的研究意义

1.1 保障电力系统安全稳定运行

电力系统安全稳定是各种场站正常生产运行的保证^[1]。依据《电力需求侧管理办法(2023年版)》,电力供需动态平衡是保

障电力安全、提升能源利用效率的核心路径。35kV变电所担负着场站核心供电任务,设备工况同场站负荷的契合程度,直接影响到整个供电网络运行品质。场站用电负荷具有明显的动态波动性,负荷突然增大或者减小都会引起各种供电运行异常。长期负荷匹配失衡会造成各种核心电力设备损耗加快,设备老化加重,引发各种电力故障,严重影响场站正常生产秩序。优化变电所与场站负荷的匹配运行,可以保证各种电力设备处于正常的运行工况,避免各类供电安全隐患的发生,降低设备故障发生的几率,不断保障电力系统的稳定运行,给场站的正常生产提供可靠的电力保障。

1.2 提升场站电力资源利用效率

电力资源高效利用是场站降低生产成本、提高经济效益的主要因素,也是实现绿色经营的基本条件。目前大部分场站35kV变电所都存在着设计容量与实际负荷不匹配、运行调控跟不上

负荷变化的情况。优化变电所负荷匹配运行模式,根据场站实时用电情况动态调节供电参数和设备运行状态,准确满足实际用电需求,大幅削减各种电力能耗损耗,最大限度发挥设备的运行效率,达成电力资源合理分配,削减场站电力运营成本,符合行业节能降耗的发展趋向。《新形势下配电网高质量发展的指导意见》(发改能源〔2024〕187号)明确提出,坚持绿色发展、强化源网荷储协同,推动配电网智慧升级与能效提升。

2 35kV变电所与场站负荷匹配运行现存问题

2.1 负荷供需动态匹配精度不足

目前大多数场站的35kV变电所都采取传统的固定运行方式,缺少对场站负荷的实时监测和精确控制功能,负荷供需动态匹配精度不高,是影响供电质量提高的主要因素^[2]。场站用电负荷会随着生产班次、设备启停、季节变化而产生明显的波动,日间生产时段负荷量大且集中,夜间停运时段负荷量大幅降低,季节性生产场站的负荷波动差异更加明显。但是目前变电所运行调控大多依靠人工经验定时调整,不能实时获取负荷动态变化的数据,不能达到供电能力和用电负荷实时匹配的目的。用电高峰时期,变电所的供电能力不能满足瞬间负荷的需求,造成电压下降、供电功率不足等现象,影响用电设备正常工作。用电低谷时段,变电所依然维持着高容量的运行状况,设备长久处在轻载运转之中,从而产生大量的无用功耗能。

2.2 变电所设备运行适配性较差

35kV变电所核心设备的性能状态和配置模式,直接影响到负荷匹配运行的效果,大部分场站存在设备适配性不足的问题,不能满足场站动态负荷运行的需求。第一是变压器设备与电网不相匹配,部分场站变电所的变压器是早期固定选用的型号,只适用于初期小规模用电负荷,随着场站生产规模扩大,现有变压器的容量不能满足新增负荷的需求,一直处在过载运行的状态。另外一些老旧场站没有按照负荷缩减的情况来调整变压器的配置,大容量的变压器匹配小负荷的运行方式,造成空载损耗过大。其次就是供电线路和开关设备的匹配度不高,部分供电线路敷设时间过长,线路截面、传输容量不能满足目前负荷传输的要求,高负荷运行时线路发热严重、损耗增大。

2.3 负荷调度管理体系不完善

完善的调度管理体系是保证变电所和场站负荷精准匹配的重要保证,目前各个场站存在负荷调度管理机制不健全、管控流程不规范的现象^[3]。负荷监测管理比较粗放,大部分场站只对变电所整体负荷数据进行简单的记录,没有对分区负荷、瞬时负荷、设备专项负荷进行精细化的监测统计,不能准确把握场站用电负荷的分布特点和变化规律,造成负荷调控缺少精确的数据支撑。另一方面是调度运行制度不健全,没有形成统一的负荷调控程序,运维人员只把精力放在设备故障排查和基本维护上,没有把负荷动态匹配调控当作日常工作的内容。负荷调整大多是被动地对故障做出反应,缺少主动预见并提前调控的意识。

3 35kV变电所与场站负荷匹配运行整改优化措施

3.1 精准调控负荷动态供需匹配关系

为了克服负荷供需动态匹配精度低的缺点,需要建立一个动态的、准确的负荷调节系统,使变电所的供电能力同场站的用电负荷相适应。全域精细化动态负荷监测体系可以对用电的核心运行数据进行全方位的采集,大数据分析技术能从负荷变化的规律中得出结论,搭建起科学的预测模型来预估负荷的变化趋势,给供电调控提供数据支持。

场站实时用电有功负荷是负荷监测的核心指标,计算公式为:

$$(P = \sqrt{3}UI \cos \varphi)$$

式中: P——场站实时有功负荷, kW; U——35kV系统线电压, kV; I——线路实测线电流, A; $(\cos \varphi)$ ——用电负荷功率因数。

为量化负荷峰谷波动特征,引入负荷率指标分析负荷运行规律,公式如下:

$$(\beta = \frac{P_{avg}}{P_{max}} \times 100\%)$$

式中: (β) ——日/时段负荷率; (P_{avg}) ——统计周期内平均有功负荷, kW; (P_{max}) ——统计周期内最大有功负荷, kW。

依托历史监测数据构建短期负荷预测模型,采用时序外推基础公式预估负荷变化趋势:

电力运行模式可以依照实时负荷数据而作出相应的调整,根据用电的峰谷状况来改变设备的运行配置,并且改进突发负荷响应机制,从而提高整个负荷供需动态契合程度。

例如,利用智能化电力实训平台开展负荷动态匹配的实操训练,在创建模拟全域用电监测系统的时候,要求学员不断地采集日间、夜间、节假日等各种时段的用电运行核心数据。引导学员使用大数据分析工具来整理出负荷的周期性、突发性波动的规律,自己创建简单的负荷预测模型,准确地预估出各种情况下的负荷变化趋势。另外还设置用电高峰过载、低谷空载、突发负荷激增等模拟工况,使学员在实际操作过程中对电力运行模式进行调节,对设备的启动和停止以及运行参数进行合理选择,对突发负荷应急调控流程进行演练。经由系统的实训,使从业者很好地掌握动态调控的方法,对供需精准匹配的逻辑有深刻的认识,从而提高现场实际操作的调控水平,为现场精准运维打下能力基础,符合动态供需匹配调控工作流程。

3.2 升级改造变电所配套电力设备

为了改善变电所设备运行不适应的情况,可以对场站负荷特点进行设备更新及配置优化,使设备和负荷运行更加匹配^[4]。工作人员可以对场站的用电负荷进行全面的摸排,准确地计算出适应的容量,并且更换掉老旧的变压器,使用双设备协同运行的方式来适应动态的负荷需求。老旧供电线路和保护设备要进行更新换代,对设备运行参数进行科学的校准,提高负荷运行的安全系数。常态化的设备检修保养与更新工作,可以保证设备正常运转,给负荷的精准匹配提供硬件基础。

以电力设备运维实操教学为例,围绕变电所设备升级改造开展专项实训课程,创建起标准化的模拟场站运维场景,安排学员进行全流程负荷摸排实操训练。依据DL/T5725—2015《35kV及以下电力用户变电所建设规范》,用户变电所设备选型应与实际负荷特性、容量精准匹配,保障运行安全与经济。指导学员对场站各种用电设备运行情况进行系统采集,准确计算出用电适配容量,比较旧设备和现有负荷之间的适配差异,完成老旧变压器拆解、新设备安装调试工作,练习双设备协同运行的参数匹配和联动调试操作。同时设置老旧线路、保护设备更新换代实训项目,使学员正确调节设备运行参数,还能发现问题的适应性。通过常态化的设备检修、保养、更新模拟实训,使从业者熟练掌握设备优化配置技巧,树立常态化运维意识,夯实负荷精准匹配的硬件运维实操能力。依据GB20052-2024《电力变压器能效限定值及能效等级》,推进高耗能变压器淘汰与高效节能设备应用,是降低空载损耗、提升负荷匹配效率的重要举措。

3.3健全场站负荷调度管控体系

为了改善负荷调度管理体系建设,电力运维工作可以从制度、人员、考核等各方面建立起规范化的控制体系。对可以细分为行业的负荷运维标准化工作流程加以整理,把负荷匹配调控加入到常态化的运维范围当中来,使得电力运维工作由被动响应转变为主动控制。系统性专业培训可以全面提高运维人员操作技能和问题解决能力,分区管控模式可以改善局部负荷不均状况。标准化的考核巡检机制可以规范运维工作,保证场站负荷的高效匹配运行。

例如,电力调度管控系统化教学可以结合行业规范创建标准化实训体系,从负荷调度管控制度、工作流程、考核标准等各方面展开全方位的培训。把负荷精准匹配、动态调节、隐患排查等包含在内的内容加入到日常运维实训的主要模块当中,促使学员摆脱被动应对故障的状态,形成主动预估、主动调控的运维观念。开展分层分区负荷管控专项实训,模拟场站局部负荷过载、负荷分配不均等状况,培养学员分区调度、精确调控、均衡负荷的实操水平。建立实训考核巡检机制,按照行业标准化考核细则,对学员运维操作、调度处置、流程规范等各方面内容开展常态化考评,采用系统化培训加规范化考核的方式,全面提升运

维人员的专业素质,保证负荷调度管控体系高效落地,场站负荷调度管控体系建设内容明细如表1所示。

表1 场站负荷调度管控体系建设内容明细

建设维度	具体举措	实施作用
制度流程	细化负荷运维标准流程,纳入常态化调控	实现由被动处置转为主动管控
人员能力	开展专业实训、分区管控专项训练	提升实操、故障处置与负荷平衡能力
考核管理	落实标准化巡检与常态化考评机制	规范作业流程,保障负荷稳定运行

4 结语

35kV变电所和场站负荷的精准匹配,是现代工业电力运维的主要工作,也是保证供电安全、提高运行效益的重要手段。贴合场站动态用电需求优化负荷匹配模式,能较好地解决传统电力运行的各种问题,规避由于设备故障、供电不稳定、能耗浪费等原因造成的运行风险。不断改进动态调控机制、更新电力硬件设备、规范调度管控体系,可以全方位提高场站电力运维的精细化程度,保证电力系统的安全高效运转,促进场站安全生产、节能降本和可持续发展,为工业电力运维的规范化、智能化发展奠定基础。

[参考文献]

[1]蔡迪烽,郑挺.电源快速切换装置在散货码头35kV变电所的应用研究[J].办公自动化,2025,30(21):99-101.

[2]李茂清,马琪,余锐.城市轨道交通35kV变电所差动保护调试的技术分析与实践[J].中国高新科技,2025,(16):110-112.

[3]郭金学.城市轨道交通35kV变电所差动保护装置误动分析[J].人民公交,2025,(10):63-65.

[4]王超.油田35kV变电所单台主变压器特性及故障分析[J].电站系统工程,2024,40(06):59-61.

作者简介:

李帅琦(2001--),男,汉族,江苏省苏州市人,硕士,毕业于南洋理工大学,助理工程师,主要从事电气工程变电综保方面研究。