

建设电气工程中高压配电系统的设计与技术难点分析

张 劲

中电建宁夏工程有限公司 宁夏 银川 750010

【摘要】：高压配电系统作为建设电气工程的核心组成部分，直接决定了建筑整体供电的安全性、稳定性与经济性。本文结合建设工程的实际需求，从设计原则、核心设计内容入手，深入剖析高压配电系统设计过程中的关键技术难点，并提出针对性的解决对策，为相关工程技术人员提供参考，助力提升高压配电系统设计质量与工程应用效果。

【关键词】：建设电气工程；高压配电系统；设计要点；技术难点；解决对策

DOI:10.12417/2811-0528.26.05.013

1 高压配电系统核心设计内容

表1 不同设备的选型要点

1.1 供电方案设计

供电方案设计需结合建设工程的负荷等级、用电容量与当地电网条件确定。首先需进行负荷计算，采用需要系数法、二项式法等精准核算总用电负荷，为电源接入、变压器选型提供依据。电源接入方式分为单电源与双电源，一级负荷建筑需采用双电源供电，且两个电源能够相互切换，确保其中一个电源故障时，另一个电源可立即投入使用；二级负荷建筑可根据实际情况采用双电源或单电源加备用电源的供电方式；三级负荷建筑采用单电源供电即可满足需求。

1.2 主接线设计

主接线是高压配电系统的核心架构，直接影响供电可靠性与运行灵活性。常见的主接线方式包括单母线接线、单母线分段接线、双母线接线等。单母线接线结构简单、投资成本低，适用于三级负荷建筑；单母线分段接线通过分段开关将母线分为两段，可实现分段供电，提高供电可靠性，适用于二级负荷建筑；双母线接线具有两组母线，可实现母线切换与设备检修不中断供电，适用于一级负荷建筑，但结构复杂、成本较高。设计时需根据建筑负荷等级与运行需求合理选择主接线方式。

1.3 设备选型设计

高压配电系统设备主要包括变压器、高压断路器、隔离开关、互感器等，设备选型需结合负荷特性、电压等级与运行环境。变压器选型需重点考虑容量、电压比与接线组别，确保容量能够满足负荷需求，同时具备一定的扩容空间；高压断路器需根据额定电压、额定电流、开断电流等参数选型，确保其能够可靠切断故障电流；互感器分为电流互感器与电压互感器，选型时需匹配准确度等级与额定负荷，保障计量与保护功能的精准性。不同设备的选型要点如下表所示。

设备类型	核心选型参数	选型注意事项
变压器	额定容量、额定电压比、接线组别、短路电压	预留 10%-20%扩容空间，结合负荷特性选择节能型产品
高压断路器	额定电压、额定电流、开断电流、额定动稳定电流	优先选择真空断路器或 SF6 断路器，适配系统短路电流水平
电流互感器	额定一次电流、准确度等级、额定负荷	计量用准确度等级不低于 0.5 级，保护用不低于 0.5S 级
隔离开关	额定电压、额定电流、额定动稳定电流、额定热稳定电流	确保断口绝缘强度，适配所在回路的电压与电流等级

1.4 保护系统设计

保护系统设计是保障高压配电系统安全运行的关键，需针对不同设备与回路设计相应的保护装置。变压器需配置瓦斯保护、纵差动保护、过电流保护，分别防范油箱内故障、绕组与引线故障、过载与外部短路故障；高压线路需配置电流速断保护、过电流保护与单相接地保护，确保线路故障时能够快速切断故障线路；母线需配置母线差动保护，防范母线短路故障。同时，需合理设定保护装置的动作参数，避免保护误动或拒动。

2 高压配电系统设计的核心技术难点

2.1 负荷计算精度把控难题

负荷计算是高压配电系统设计的基础，若计算结果偏差较大，会导致设备选型不合理。部分建设工程功能复杂，涉及多种类型的用电负荷，不同负荷的工作特性、启动方式存在差异，

如工业厂房中的大功率电机属于感性负荷,启动电流较大,而商业建筑中的照明、空调负荷属于阻性或感性负荷,工作电流相对稳定。传统的负荷计算方法难以精准适配复杂负荷场景,容易出现负荷计算值偏大或偏小的问题。计算值偏大会导致设备投资成本增加,造成资源浪费;计算值偏小则会导致设备过载运行,引发过热、损坏等故障,影响供电稳定性。

2.2 短路电流计算与限流设计难题

短路故障是高压配电系统中最常见的严重故障,短路电流会产生巨大的电力与热量,极易损坏设备、破坏供电系统稳定。短路电流计算需结合电网参数、设备阻抗与系统运行方式,然而实际设计中,电网参数可能存在不确定性,且建设工程的供电系统运行方式灵活多变,导致短路电流计算结果精度难以保障。同时,如何合理设计限流措施也是一大难点。

2.3 供电可靠性与经济性平衡难题

高压配电系统的供电可靠性与经济性之间存在一定的矛盾,如何实现两者的平衡是设计过程中的核心难题。为提升供电可靠性,通常需要采用双电源、冗余接线等方案,增加设备数量与线路铺设长度,这会直接提高工程投资成本与后期运维成本。反之,若过度追求经济性,简化供电方案与设备配置,会降低供电系统的冗余能力,一旦出现设备故障或电网停电,会导致供电中断,影响建筑的正常使用。

2.4 电磁兼容与防雷接地设计难题

高压配电系统运行过程中会产生电磁辐射,若电磁兼容设计不当,会对建筑内的精密设备、通信系统造成干扰,影响设备正常运行。同时,建设工程高压配电系统易受雷电冲击,若防雷接地设计不合理,雷电过电压会击穿设备绝缘,引发短路故障,甚至威胁人员安全。部分高层建筑、露天配电装置的防雷接地环境复杂,接地电阻难以控制在标准范围内,进一步增加了设计难度。

3 技术难点的解决对策

3.1 提升负荷计算精度

针对复杂负荷场景,采用多种负荷计算方法相结合的方式,提高计算精度。对于工业建筑中的大功率电机负荷,采用二项式法计算,充分考虑电机启动电流的影响;对于商业建

筑中的综合负荷,采用需要系数法,并结合同类建筑的实际运行数据修正需要系数。通过软件模拟计算提升结果的精准性。此外,设计过程中需预留一定的负荷余量,应对后期负荷增长需求。

3.2 优化短路电流计算与限流设计

加强与当地供电部门的沟通,获取精准的电网参数,为短路电流计算提供可靠依据。结合建设工程的供电系统架构,采用节点电压法、阻抗矩阵法等专业方法计算短路电流,并利用电气设计软件进行仿真验证,确保计算结果准确。限流设计方面,合理选择限流电抗器、熔断器等限流设备,根据短路电流计算结果确定设备参数,确保设备能够有效限制短路电流在允许范围内。同时,优化主接线设计,通过分段供电、设置备用回路等方式,降低短路故障的影响范围。

3.3 实现可靠性与经济性的动态平衡

结合建筑的负荷等级与功能需求,制定差异化的供电方案。对于一级负荷回路,采用双电源、双母线接线等高标准方案,保障供电可靠性;对于二级、三级负荷回路,在满足基本供电需求的前提下,简化设计方案,控制成本。采用全生命周期成本分析方法,综合考虑设备采购、施工、运维等全流程成本,选择性性价比最优的设计方案。

3.4 完善电磁兼容与防雷接地设计

电磁兼容设计方面,合理规划高压配电装置的布局,将高压设备与精密设备、通信系统保持足够的安全距离;采用屏蔽电缆、金属屏蔽罩等屏蔽措施,减少电磁辐射干扰;在设备选型时,优先选择符合电磁兼容标准的产品。防雷接地设计方面,根据建筑的高度、地理位置与配电系统架构,制定分层防雷方案,在配电系统入口处设置避雷器、浪涌保护器等防雷设备。

4 结论

建设电气工程中高压配电系统的设计是一项系统且复杂的工作,涉及供电方案、主接线、设备选型、保护系统等多个方面,同时面临着负荷计算、短路电流控制、可靠性与经济性平衡、电磁兼容与防雷接地等诸多技术难点。设计人员需严格遵循设计原则,结合建设工程的实际需求,精准把握核心设计内容,针对各类技术难点制定科学合理的解决对策。

参考文献:

- [1] 杜明兵.高压配电柜温度联合监测系统设计[J].中国高新科技,2025,(15):37-39.
- [2] 陈景轩.高压配电室应急照明系统的优化设计研究[J].中国照明电器,2025,(04):147-149.