

发电厂低压电气供配电及设备安全低压电气研究

黄俊龙

国家电投集团贵州金元威宁能源股份有限公司, 贵州 威宁 553100

摘 要： 本文针对发电厂低压电气供配电及设备安全问题, 从低压电气系统的基本原理、设备选型、安全防护措施等方面进行探讨, 提高发电厂低压电气系统的安全性能, 为我国电力行业的发展提供参考。

关 键 词： 低压电气系统; 设备选型与配置; 安全防护措施

Power Plant Low Voltage Electrical Power Supply and Distribution and Equipment Safety Low-Voltage Electrical Research

Huang Junlong

State Power Investment Group Guizhou Jinyuan Weining Energy Co., LTD. Weining, Guizhou 553100

Abstract： This paper aims at the problems of low-voltage electrical power supply and distribution and equipment safety in power plants, and discusses the basic principles of low-voltage electrical system, equipment selection, safety protection measures, etc., to improve the safety performance of low-voltage electrical system in power plants, and provide reference for the development of China's power industry.

Keywords： low-voltage electrical system; equipment selection and configuration; safety protection measures

一、低压电气设备选型及配置

(一) 低压配电柜的选型及配置

低压配电柜作为电力系统的核心组件之一, 其作用是分配电能、控制电路以及保护线路和设备。选型时需考虑以下几个关键因素:

(1) 额定电流与电压: 根据系统需求确定配电柜的额定电流和电压等级, 确保设备能在额定条件下稳定运行。

(2) 结构形式: 常见的有固定式、抽出式(抽屉式)等, 抽屉式便于维护和更换, 适用于需要频繁操作的场合。

(3) 防护等级: 根据安装环境选择合适的 IP 防护等级, 如 IP30 适用于一般室内环境, IP54 则适用于潮湿或有尘埃的环境。

(4) 功能需求: 包括测量、计量、保护、控制及信号指示等功能, 根据具体需求配置相应的功能模块。

(5) 品牌与质量: 选择有良好市场口碑、技术成熟、售后服务完善的品牌, 确保设备质量和长期运行可靠性。^[1]

配置时还需注意主母线与分支母线, 根据负载电流大小选择合适的母线截面, 保证载流量满足需求; 断路器与熔断器, 合理配置断路器或熔断器作为短路和过载保护, 确保故障时迅速切断电路; 接地系统, 建立完善的接地系统, 确保设备安全及人员触电防护。^[2]

(二) 低压断路器的选型及配置

低压断路器是电力系统中最重要的保护电器之一, 用于在电路发生过载、短路等故障时自动切断电路, 防止故障扩大。选型时需考虑:

(1) 额定电流与分断能力: 根据线路负载电流及预期短路电流选择, 确保断路器能在故障时有效分断。

(2) 脱扣特性: 包括热磁式、电子式等, 根据保护对象选择合适的脱扣曲线, 如 B、C、D 型曲线分别适用于不同的负载类型。^[3]

(3) 辅助功能: 如欠电压保护、辅助触点、报警触点等, 根据实际需求配置。

(4) 通信接口: 对于智能电网或需要远程监控系统, 选择带通信接口的断路器, 便于集成至自动化系统中。

配置时应确保断路器之间的选择性配合, 即上一级断路器应在下一级断路器动作之前不动作, 以避免不必要的停电范围扩大。

(三) 低压电缆的选型及敷设

低压电缆作为电能传输的媒介, 其选型直接影响系统的安全性和效率。

(1) 导体材料: 通常为铜或铝, 铜导体导电性好、耐腐蚀, 但成本较高; 铝导体成本较低, 但导电性和耐腐蚀性稍逊。

(2) 绝缘材料: 根据使用环境和电压等级选择, 如 PVC、XLPE(交联聚乙烯)等。^[4]

(3) 护套材料: 提供额外的机械保护和防潮功能, 常见的有 PVC、PE 等。

(4) 额定电压与电流: 确保电缆的额定电压不低于系统电压, 载流量满足负载需求。

敷设时路径选择尽量避开热源、潮湿区域及易受机械损伤的地方, 保持电缆路径最短; 支撑与固定采用合适的电缆桥架、电

缆沟或直埋方式，确保电缆固定可靠，避免过度弯曲；防火与阻燃在特定区域使用防火电缆或采取防火措施，如设置防火隔板、涂刷防火涂料等。接地与屏蔽根据需要设置接地线，对于易受干扰的信号电缆，采用屏蔽层提高抗干扰能力。^[5]

（四）低压保护电器的选型及配置

低压保护电器包括剩余电流保护器（RCD）、过载继电器、欠电压保护器等，用于防止电击事故、保护线路和设备免受损坏。

（1）保护类型与等级：根据应用场景选择合适的保护类型，如 RCD 用于防止电击，过载继电器用于过载保护。

（2）动作特性：如 RCD 的动作电流和动作时间，应满足国家标准及具体使用要求。

（3）协调性：保护电器之间应有良好的协调性，避免误动作或拒动作。

（4）环境适应性：考虑环境温度、湿度、污染等级等因素，选择适应性强、可靠性高的产品。^[6]

配置时需确保各级保护电器之间的选择性，避免因上一级保护电器动作导致过大的停电范围。定期进行保护电器的校验和维护，确保其性能可靠。

二、低压电气系统安全防护措施

（一）防触电措施

触电事故是电气系统中最常见的安全事故之一，其后果往往十分严重。采取有效的防触电措施至关重要。绝缘措施是防止电流直接通过人体或设备外壳流向大地的关键手段。所有带电部件都应有良好的绝缘层，且绝缘材料的性能应符合相关标准。在潮湿、腐蚀等恶劣环境下，应选用加强型绝缘材料。定期对绝缘材料进行检查和测试，确保其性能良好。接地措施是将电气设备的金属外壳或其他导电部分与大地连接，以形成电气通路，从而防止触电和电气火灾。接地系统应设计合理，接地电阻应符合规定值。对于重要设备，还应设置双重接地或等电位联结，以提高接地可靠性。接地线应选用耐腐蚀、导电性能好的材料，并定期检查和维修。防护罩及安全警示标志，对于裸露的带电部件，应安装防护罩或遮栏，以防止人员直接接触。在电气设备的醒目位置设置安全警示标志，提醒人员注意电气安全。这些标志应清晰、易懂，并符合国家标准。^[7]

（二）防短路措施

短路是电气系统中常见的故障之一，它会导致电流急剧增大，可能引发火灾或设备损坏。因此采取有效的防短路措施至关重要。短路电流计算，在设计电气系统时，应根据系统的结构、参数及运行环境，进行短路电流计算。这有助于确定短路保护装置的动作电流和动作时间，从而确保在短路故障发生时，保护装置能够迅速、准确地切断电路。

短路保护装置的配置是防止短路故障扩大的重要设备。它应根据系统的实际情况进行配置，包括熔断器、断路器等。这些保护装置的动作电流和动作时间应经过精确计算，以确保在短路故障

发生时，能够迅速切断电路，防止故障扩大。定期对保护装置进行检查和测试，确保其性能良好。^[8]

（三）防过电压措施

过电压是指电气系统中出现的超过额定电压的电压值，它可能由雷电、操作过电压等因素引起。过电压会对电气设备造成损坏，甚至引发火灾。过电压保护设备的选择是防止过电压对电气设备造成损坏的关键设备。它应根据系统的实际情况进行选择，包括避雷器、过电压抑制器等。这些保护设备应具有良好的过电压吸收能力和耐受能力，以确保在过电压故障发生时，能够迅速、有效地保护电气设备。避雷器的配置是防止雷电过电压对电气设备造成损坏的重要设备。它应根据系统的实际情况进行配置，包括安装在架空线路、变压器、开关设备等关键部位的避雷器。这些避雷器应具有良好的防雷性能，能够迅速、有效地吸收雷电过电压，保护电气设备免受损坏。定期对避雷器进行检查和测试，确保其性能良好。

（四）防火灾措施

电气火灾是电气系统中常见的安全事故之一，它可能由短路、过载、接触不良等因素引起。电缆敷设及防火隔离是电气系统中传输电能的重要部件。在电缆敷设时，应遵循相关规范，确保电缆的弯曲半径、敷设间距等符合规定。在电缆通道、电缆井等关键部位设置防火隔离措施，如防火隔板、防火涂料等，以阻止火灾蔓延。定期对电缆进行检查和维护，确保其处于良好状态。火灾自动报警系统的设置是及时发现和扑灭火灾的重要设备。它应根据系统的实际情况进行设置，包括探测器、报警控制器、灭火装置等。这些设备应具有良好的灵敏度和可靠性，能够迅速、准确地发现火灾并启动灭火装置。定期对火灾自动报警系统进行检查和测试，确保其性能良好。除了采取上述技术措施外，还应加强人员培训和管理。定期对电气系统操作人员进行安全教育和技能培训，提高他们的安全意识和操作技能。建立健全的安全管理制度和操作规程，确保电气系统的安全运行。^[9]

三、低压电气设备维护与管理

（一）设备日常巡检与维护

日常巡检与维护是预防设备故障、保持设备良好状态的基础工作。

巡检内容标准化，制定详细的巡检计划，明确巡检项目、周期和方法。巡检内容应涵盖设备外观、运行状态、运行环境等多个方面，如检查设备是否有异常声响、振动，接线是否松动，绝缘是否完好，以及运行环境是否整洁、温湿度是否适宜等。巡检记录与分析，每次巡检后，应详细记录巡检结果，包括发现的问题、处理措施及效果等。通过定期分析巡检记录，可以及时发现设备性能变化的趋势，为预防性维护提供依据。预防性维护，根据设备的使用情况、制造商建议及行业标准，制定预防性维护计划。维护内容可能包括清洁、紧固、润滑、调试等，消除潜在故障隐患，保持设备处于最佳工作状态。专业培训，对巡检人员进行定期培训，提升其专业技能和巡检效率。培训内容应涵盖设备

原理、操作规范、安全知识及故障诊断方法等。

（二）设备故障处理与应急预案

设备故障处理及时有效，能最大限度地减少故障对生产的影响。

故障快速响应机制，建立故障报告与响应流程，确保故障信息能够迅速传递至相关部门和人员。设立24小时值班制度，确保任何时间都能对故障进行及时响应。故障诊断与排除，依托专业技术人员，利用专业工具和设备，对故障进行准确诊断。根据诊断结果，制定并实施故障修复方案，确保故障得到彻底排除。故障分析与预防，故障修复后，应组织相关人员对故障原因进行深入分析，总结经验教训，提出改进措施。将故障案例纳入培训材料，提升全员故障预防意识。应急预案制定与演练，针对可能发生的重大设备故障，制定详细的应急预案。预案应明确应急组织架构、职责分工、应急资源及处置流程。定期组织应急预案演练，检验预案的有效性和可操作性，提高应急响应能力。^[10]

（三）设备更新改造及淘汰制度

随着技术的不断进步，适时更新改造或淘汰老旧设备，对于提升生产效率、保障安全具有重要意义。设备评估与规划，定期对设备进行性能评估，结合生产需求、技术进步及成本效益分析，制定设备更新改造或淘汰的长期规划。更新改造策略，对于技术落后、能耗高、维护成本高的设备，优先考虑进行技术改造或升级。改造内容可能包括提升自动化水平、优化控制逻辑、更

换高效节能部件等。确保改造后的设备符合现行安全标准和环保要求。淘汰机制，对于无法通过改造达到安全、环保或能效标准的设备，应制定明确的淘汰计划。淘汰过程中，应妥善处理废旧设备，避免造成环境污染。做好新设备的选型与采购工作，确保新旧设备无缝衔接。技术档案管理，建立完善的设备技术档案，记录设备的购置、安装、调试、运行、维护、改造及淘汰的全过程信息。这有助于跟踪设备性能变化，为未来的设备选型与管理提供数据支持。

四、结论

合理的低压电气设备选型及配置对于保障发电厂低压电气系统的安全运行至关重要。通过精确计算和精心设计，成功确保了低压配电柜、断路器、电缆和保护电器的性能满足系统需求。有效的安全防护措施大大降低了发电厂低压电气系统的事故风险，为电力生产提供了稳定的环境。加强低压电气设备的维护与管理，有助于延长设备使用寿命，降低故障率，从而提高发电厂的整体运营效率。本文的研究成果为发电厂低压电气系统的优化提供了理论依据和实践指导，对于推动我国电力行业的技术进步和安全发展具有重要意义。未来还需不断探索新技术、新方法，以进一步提升发电厂低压电气系统的安全性能和运行水平。

参考文献

- [1] 张静, 陆通通. 火力发电厂低压电气配电及设备安全运行措施 [J]. 科技创新与应用, 2023, 13(35): 137-140.
- [2] 陈冬平. 低压电气配电与设备的安全管理探讨 [J]. 中国高新技术企业, 2016(19): 187-188.
- [3] 张玉, 梁妍. 低压电气配电设备运行故障及维护措施的研究 [J]. 现代工业经济和信息化, 2023, 13(03): 280-282.
- [4] 王森. 火力发电厂低压电气配电和设备安全运行分析 [J]. 科技创新导报, 2019, 16(21): 194-195.
- [5] 赵丽芳. 低压电气配电及其设备安全管理 [J]. 中国设备工程, 2020(19): 63-64.
- [6] 杨东华. 低压电气配电与设备的安全管理探讨 [J]. 中国高新技术企业, 2015(18): 136-137.
- [7] 郑立彬. 发电厂低压电气配电系统的运行管理 [J]. 集成电路应用, 2022, 39(5): 164-165.
- [8] 岳恒. 低压电气配电及设备安全管理技术方法研究 [J]. 石河子科技, 2022(4): 26-27.
- [9] 胡健. 低压电气配电及设备安全低压电气研究 [J]. 电子制作, 2014(13): 239-240.
- [10] 周艺. 浅谈火力发电厂电气设计中低压配电接线安全性 [J]. 城市建设理论 (电子版), 2022(33): 10-12.