

发电厂低压电气供配电及设备安全低压电气研究

刘世明

国能神皖马鞍山发电有限责任公司

DOI: 10.12238/jpm.v6i1.7608

[摘要] 发电厂低压供配电系统在运行中面临漏电故障、短路故障、负荷过大及接触电阻过大等问题，这些隐患直接影响系统的运行安全性和稳定性。同时，设备质量问题、安全防护措施不完善以及接地保护不到位等管理短板进一步加剧了潜在风险。为此，需采取优化供电体系、安全设置低压设备、提高安全管理意识及完善安全管理体系等措施，全面提升供配电系统的可靠性与安全性。

[关键词] 发电厂，低压供配电系统，安全管理，故障防护

Power plant low voltage electrical power supply and distribution and equipment safety low-voltage electrical research

Liu Shiming

State energy Shenwan Ma'Anshan power Generation Co., LTD

[Abstract] The low-voltage power supply and distribution system of the power plant is faced with the problems such as leakage fault, short circuit fault, excessive load and excessive contact resistance, and these hidden dangers directly affect the operation safety and stability of the system. At the same time, equipment quality problems, imperfect safety protection measures and grounding protection is not in place and other management shortcomings further aggravate the potential risks. Therefore, it is necessary to optimize the power supply system, safely set up low-voltage equipment, improve the safety management awareness and improve the safety management system and measures to comprehensively improve the reliability and safety of the power supply and distribution system.

[Key words] power plant, low-voltage power supply and distribution system, safety management, fault protection

1 发电厂低压电气供配电设备组成

发电厂低压电气供配电系统是实现电能分配、负荷控制及设备保护的重要部分，其设备组成包括低压配电盘、配电柜、开关设备、变压器、断路器、保护装置以及电缆系统等。低压配电盘和配电柜是系统的核心，用于电能分配及设备运行状态的控制；其中开关设备（如空气断路器和刀闸开关）用于电路的切换与隔离，确保在设备检修或故障时快速断电。变压器负责将高电压电能转换为适合使用的低电压，为低压设备供电。断路器和熔断器是关键的保护装置，用于防止过载、短路等电气故障对系统造成损害。电缆系统作为电能传输的载体，其敷设方式和绝缘性能直接关系到系统运行的可靠性。此外，现代发电厂还广泛应用了智能化保护装置和监测系统，例如电气火灾监控探测器和智能漏电保护器，以实现设备状态的实时监控和远程管理。低压供配电设备的高效协作是保障发电厂安全稳定供电的基础，其性能和配置对发电厂整体运行效率和安全性有直接影响。

2. 发电厂低压电气供配电设备安装原则

2.1 合理布局

合理的设备布局是发电厂低压电气供配电设备安装的首要原则。布局设计应综合考虑设备的功能要求、运行环境及操作便捷性，以确保系统运行的高效性和维护的可操作性。设备间的间距应满足相关标准，以便于散热、检修和安全操作。例如，配电柜的安装位置应尽量远离易燃易爆区域，并保证通风良好；主干线路与支路应布局清晰，以便快速查找故障点。此外，还应根据实际负荷分布情况优化设备摆放，减少线缆敷设长度，降低线路损耗和成本。在大型发电厂中，可采用分区分层的布局方式，将重要设备集中布置在易于管理的核心区域，而非关键设备布置在外围区域，以提高供配电系统的可靠性和管理效率。

2.2 规范化操作

设备安装的规范化操作是确保低压供配电系统安全运行的基本要求。安装过程中，应严格遵循国家和行业标准，确保

各类设备的电气参数、安装方式及连接工艺符合设计规范。例如，断路器的安装需确保动作灵敏性及导电性能，电缆敷设需符合安全距离及机械保护要求。所有电气接头的处理应使用专业工具，避免因接触不良导致发热或漏电。安装过程中还需做好设备标识和编号，以便后续维护和故障排查。特别是在复杂的供配电系统中，规范化操作能够显著减少因施工失误导致的隐患。此外，操作人员应持证上岗，熟悉设备性能和技术要求，避免因操作不当导致系统故障或安全事故。

2.3 防雷保护

防雷保护是发电厂低压供配电设备安装中的重要环节，特别是在雷雨频发的地区。雷击可能导致设备损坏、供电中断甚至引发火灾事故。为此，设备安装时需配置完善的防雷设施，包括避雷针、避雷带及接地装置。避雷针应设置在建筑物或设备的最高处，以便将雷电流导入大地，防止对低压设备的直击击打；避雷带和接地装置则用于分流雷电流，降低雷电流对设备的冲击。此外，低压设备的电气回路中还应安装浪涌保护器，用于吸收雷电产生的过电压，保护设备的电气元件免受损害。在施工和运行中，应定期检测防雷装置的性能，确保其接地电阻符合规范要求，从而有效降低雷电灾害对供配电系统的威胁。

2.4 定期巡检

定期巡检是确保低压供配电设备长期稳定运行的重要手段。巡检内容应涵盖设备的外观、运行状态及电气参数，包括检查电缆连接的牢固性、设备表面是否存在过热痕迹、保护装置是否动作正常等。针对高负荷运行的设备，需重点检测其温升和绝缘性能，以防止因老化或过载引发故障。此外，巡检过程中应使用专业检测工具，如红外热成像仪用于检测设备的温升异常，接地电阻测试仪用于测量接地装置的性能。在巡检中发现的问题应及时记录并整改，避免隐患积累导致重大事故。通过建立设备巡检档案，可以形成完整的设备运行历史数据，为后续的维护和改造提供参考依据，进一步提升系统的运行可靠性和安全性。

3 发电厂低压供配电系统安全管理现状

3.1 漏电故障

发电厂低压供配电系统中，漏电故障是较为常见的安全隐患之一。漏电通常由设备绝缘老化、潮湿环境下的绝缘破损或导体间电场分布异常引起，可能导致电流通过非正常路径流向大地或其他导体。漏电问题的存在不仅会影响设备的正常运行，还可能威胁到操作人员的生命安全。此外，漏电电流的持续存在可能加剧局部热效应，从而进一步恶化绝缘材料，形成恶性循环。

3.2 短路故障

短路故障是低压供配电系统中最为严重的电气故障类型之一，其特征为相线与相线、相线与零线或相线与地线之间出现低阻抗直接连接，导致电流骤然升高。短路故障可能由线路

老化、设备损坏、外力作用或施工不当引起，其后果包括设备损毁、火灾风险增加以及供电中断等。发电厂对短路故障的管理主要依赖于精准的故障检测和快速的保护动作，例如采用分断能力强的断路器，配合智能监测系统实现快速隔离故障点。

3.3 线路负荷过大

线路负荷过大是低压供配电系统中一个较为隐蔽但危害较大的问题。长期过载运行会导致导线温度升高，引起绝缘老化、线缆变形甚至烧毁，严重时可能引发火灾事故。过载的产生多与供电设计不合理、负载配置变化或用户私接负荷有关。为保障线路负荷的安全管理，发电厂通常采用在线监测系统对电流和温度进行实时监控，及时发现和处理异常负载。

3.4 线路接触电阻过大

线路接触电阻过大通常是由于接头工艺不良、导体氧化或机械应力作用下接触面松动造成的。过大的接触电阻会导致局部发热，可能引发接触点烧蚀甚至熔断的严重后果。发电厂在实际运行中，会对接线端子、母排连接处及开关触点等关键部位进行定期检查和维修，确保接触点的机械强度和电气性能好。采用高质量的接线材料和科学的连接工艺，例如压接、焊接或螺栓紧固，可以显著降低接触电阻。

4 发电厂低压电气供配电及设备安全低压电气原因

4.1 设备质量问题

发电厂低压电气供配电系统的设备质量问题是引发安全隐患的主要原因之一。设备质量问题包括元器件性能不达标、材料不符合设计规范、加工工艺粗糙以及老化问题等。低质量设备在运行中易发生故障，例如过热、漏电或绝缘失效，从而引发设备损坏甚至人员伤亡。特别是在高湿度、高粉尘或高温环境中，劣质设备更容易出现失效。设备质量问题往往与采购管理不严格、验收标准不严密有关。

4.2 安全防护措施不够完善

发电厂低压供配电系统的安全防护措施不够完善是影响系统安全性的重要因素之一。一些发电厂在设计和运行中，可能因成本或技术水平的限制，未能设置完善的安全防护设施，如漏电保护装置、过载保护和短路保护设备。安全防护措施的缺失或失效可能导致故障未能及时发现和切断，增加事故发生的可能性。

4.3 接地保护不到位

接地保护是低压供配电系统中最基础且最重要的安全措施之一，其主要功能是防止电击事故、限制故障电压、提高设备的抗干扰能力。然而，接地保护不到位是发电厂低压电气系统中常见的管理问题，表现为接地电阻超标、接地网腐蚀或接地连接松动等现象。接地不良可能导致故障电流不能有效导入大地，使得设备外壳带电，增加触电风险。

5 发电厂低压电气供配电及设备安全低压电气管理措施

5.1 优化供电体系

优化供电体系是提高发电厂低压电气系统运行效率和安全性的重要途径。传统供电体系中，供电可靠性和负荷均衡性较低，容易因线路设计不合理或负载分配不均引发供电中断或设备故障。优化供电体系需要从设计、运行及维护三个方面入手。在设计阶段，应充分考虑负荷性质及变化趋势，科学划分供电区域，优化电缆路径和设备布局，确保电力分配的合理性和冗余性；同时引入双电源供电或环网供电设计，提高系统的抗故障能力。在运行阶段，可通过智能监控平台实时监测负载状态和电压电流参数，实现动态调整和负荷优化分配。在维护阶段，定期开展线路清扫、老化检测及设备校验，及时更换或加固可能影响供电稳定性的薄弱环节。通过优化供电体系，不仅能够提高发电厂的运行效率，还可以显著降低设备故障和供电事故的发生概率。

5.2 安全设置低压设备

在设备选型时，应严格遵循国家和行业标准，选用具有可靠性能和高质量的低压电气设备，例如带有过载保护、短路保护及漏电保护功能的断路器和开关柜。在安装阶段，需确保设备的接线正确、安装牢固，并根据设备运行环境选用合适的防护等级，例如防尘、防潮或防爆类型设备。在调试阶段，应对所有设备进行全面测试，确保其各项保护功能的灵敏度及可靠性符合设计要求。在运行中，需通过智能化监测手段对低压设备的工作状态进行实时跟踪，及时发现异常情况并采取相应措施。此外，还应定期对设备进行定期清洁和维护，排除因灰尘积累、连接松动或元件老化引起的安全隐患，从而延长设备的使用寿命并提升系统的整体安全性。

5.3 提高安全管理意识

在一些发电厂，操作人员对安全管理的重视程度不足，缺乏系统化的安全培训和实践，导致安全隐患难以被及时识别和消除。为此，应通过多种途径强化安全管理意识。一方面，需加强安全教育和培训，组织技术人员定期参加专业课程和技能竞赛，提高其对低压供配电系统安全风险的认识及应对能力；另一方面，应通过设置明确的奖惩机制，激励员工主动发现和报告安全隐患。此外，还可以通过案例分析、模拟演练和事故复盘等方式，让员工深刻认识到安全管理的重要性。管理层应以身作则，树立安全管理标杆，同时完善沟通机制，确保全体员工对安全管理目标形成共识。

5.4 低压电气供配电系统的安全防护

首先，应全面配备高灵敏度的漏电保护装置，并确保其动作时间及灵敏度符合规范要求，以有效防止电击事故和漏电火灾。其次，在各级配电设备中，应合理配置过载保护和短路保护装置，确保其能够根据负载特性及线路参数灵活调整动作范围，避免因误动作导致系统停运。此外，发电厂应建立全面的防护设施，如设置防火墙、防雷接地装置及绝缘监控设备，以应对突发事件。同时，定期开展安全巡检和隐患排查，结合先进的在线监测技术及时发现和解决潜在问题。

5.5 加快安全管理体系的建设

建立完善的安全管理体系是发电厂低压供配电系统实现长效管理的必由之路。一个科学高效的安全管理体系应涵盖制度建设、风险评估、应急预案及信息化管理等多方面内容。在制度建设方面，应根据相关法规和技术标准，制定涵盖设备运行、维护及检修的管理制度，并明确各级人员的职责分工。在风险评估方面，可引入先进的风险评估工具和方法，定期对低压供配电系统进行安全诊断，针对关键设备和薄弱环节制定针对性措施。在应急预案方面，应根据可能出现的突发事件，例如短路、过载或雷击故障，编制详细的应急响应方案并定期组织演练。此外，应充分利用现代信息技术手段，例如构建智能化的安全管理平台，实现对供配电系统运行状态的实时监控和远程调控。

5.6 强化故障诊断与应急响应能力

故障诊断与应急响应是发电厂低压电气供配电系统安全管理的重要组成部分。发电厂需建立完善的故障检测与诊断机制，及时识别系统故障的根本原因，以减少事故对设备及人员的损害。首先，依托智能化监控系统，发电厂可以对低压供配电系统进行全方位的实时监控。通过数据采集与分析，系统能够自动识别出电气设备的异常状态，如电流波动、电压偏差、过载、温度升高等，这为及时采取故障处理措施提供了可靠依据。此外，利用先进的故障诊断算法，结合历史数据和设备运行特性，可以对潜在的故障进行预判，提前采取措施，避免事故发生。在故障发生时，快速响应和处理至关重要。发电厂应依据设备的关键性和故障的严重程度，制定详细的应急响应方案。方案应涵盖故障排查、设备隔离、供电恢复等各个环节，确保应急响应过程高效有序。在应急响应过程中，操作人员应通过系统支持的智能指引和自动化手段，快速定位故障点，并通过远程操作或现场处置快速恢复系统运行。同时，定期开展应急演练，通过模拟各种可能的故障情景，检验操作人员在应急情况下的反应能力和协作水平。演练不仅能提高人员的应急处置能力，还能够发现应急响应中的薄弱环节，为后续改进提供参考依据。

6 结语

发电厂低压供配电系统的安全管理是一项系统性、长期性工程，既需要技术手段的支持，也需要管理措施的完善。通过优化供电体系、强化设备安全配置及提升人员的安全管理意识，可以有效降低系统运行中的风险因素。此外，加快建立科学化、信息化的安全管理体系，将进一步提高安全管控效率，为发电厂低压供配电系统的可持续、安全运行提供保障。

[参考文献]

- [1]刘增军.火力发电厂低压电气供配电和设备安全运行分析[J].科技风, 2019, (22): 179.
- [2]王森.火力发电厂低压电气供配电和设备安全运行分析[J].科技创新导报, 2019, 16(21): 194-195.
- [3]梁创宇.火力发电厂低压电气供配电和设备安全运行研究[J].科技创新导报, 2019, 16(02): 22-23.