

10kV 供配电系统设计中常见问题及解决措施

潘章满

深圳市楚电建设工程设计咨询有限公司, 广东 深圳 518001

摘要 : 在我国现行的电力供需体系中, 输电网络的构成具有显著特点。长距离输电线路通常采用35 kV 及以上的高压输电网络, 以确保电能的高效传输。而在供电终端的布局方面, 10 kV 输电系统占据主导地位, 成为配电网的核心组成部分。然而, 尽管10 kV 配电网在电力分配中扮演着关键角色, 其在实际运行过程中仍面临诸多挑战。在此背景下, 本文首先对10kV 供电系统的定义与特点进行分析, 并针对10kV 配电设计中常见问题进行概述, 提出10kV 供配电系统设计问题解决措施, 以期能够为相关研究提供借鉴。

关键词 : 10kV 电气安装; 供电系统; 技术问题

Common Problems and Solutions in 10kV Power Supply and Distribution System Design

Pan Zhangman

Shenzhen Chudian Construction Engineering Design & Consulting Co., LTD. Shenzhen, Guangdong 518001

Abstract : In the current power supply and demand system in our country, the transmission network has significant characteristics. Long-distance transmission lines usually use high-voltage transmission networks of 35 kV and above to ensure efficient transmission of electrical energy. In terms of the layout of the power supply terminal, the 10 kV transmission system occupies a dominant position and becomes the core component of the distribution network. However, although the 10 kV distribution network plays a key role in power distribution, it still faces many challenges in actual operation. In this context, this paper first analyzes the definition and characteristics of 10kV power supply system, summarizes the common problems in 10kV power distribution design, and proposes solutions to the design problems of 10kV power supply and distribution system, hoping to provide reference for related research.

Keywords : 10kV electrical installation; power supply system; technical problem

引言

随着工业化和城市化进程的加速, 电力供配电系统作为现代工业和民用建筑中不可或缺的基础设施, 其重要性日益凸显。特别是在10kV 供配电系统设计中, 存在一系列常见问题, 如电气设备选择、线路布置、系统可靠性等方面的挑战, 而研究10kV 供配电系统设计中的常见问题及解决措施, 对于提高电力系统设计水平, 降低事故风险, 保障供电可靠性, 具有重要的理论和实践意义。希望通过本研究能够为电力系统设计及运行领域的相关工作提供有益的参考和指导, 为电力行业的健康发展贡献力量。

一、10kV 电气安装概述

(一) 10kV 供电系统的定义与特点

10kV 供电系统以其高电压等级、适中的传输距离、设备复杂性、高安全性和可靠性要求为特点^[1]。其10千伏的电压等级赋予了传输高功率电能的能力, 使其成为需要大量电力场合的理想选择。同时, 在中距离电力传输中展现出良好的使用价值, 能够覆盖城市以及农村和郊区等地区。鉴于其设备结构的复杂性和高电压特性, 设计、安装和运行过程中必须严格遵守相关的安全规范, 以确保供电的安全稳定, 特别是在工业生产和医疗等对电力

需求较高的领域, 提供可靠的设备和系统支持显得尤为重要。^[1]

(二) 10kV 电气安装的组成

变电站亦称为配电站, 主要职责是将来自高压输电网的电能降压至10千伏, 以满足城市或区域的电力供应, 设施的核心组件包括变压器、开关设备以及保护设备等。其中, 配电变压器的作用尤为重要, 将10千伏的电压进一步降低至适合用户使用的低压电能, 例如380伏或220伏, 以供各类设备及终端用户使用。高压开关装置则负责对10千伏电网的线路进行调控, 确保电网的稳定与安全。电力电缆从变电站出发, 向各个用户或负载端输送电能, 电缆既有主干线, 也有分支线。为了保障整个系统的安全与

稳定,保护和控制系统配备了过载保护和短路保护功能。此外,接地系统的设计旨在保护设备及人员免受雷击,并确保系统具备良好的接地性能。^[2]

二、10kV 配电设计中常见问题

(一) 配电系统设备长期运行易造成耗损

在配电网设备的运行过程中,稳定性问题与检修维护的及时性不足已成为亟待解决的难题。长时间处于高压状态下的绝缘部件,其表面往往会积累大量污垢,这些污垢中含有盐分,在湿度较高的环境中极易引发污闪现象,且此类现象并非孤立发生,而是可能与其他不利因素同时并存。例如,外界环境的影响,如高温导致电阻值上升,或阴雨季接地电阻值增大等,均会显著增加配电设备的安全隐患。此外,机械损耗作为一种普遍现象,在设备表面尤为常见,不仅影响设备的正常运行,还可能进一步加剧设备的老化和故障风险。因此,针对配电网设备的运行不稳定、检修维护不及时以及机械损耗等问题,亟需采取更为有效的措施进行预防和应对,以确保配电网的稳定运行和延长设备的使用寿命。^[3]

(二) 未对电缆选择进行充分考虑

10 kV 配电线路的负载模式呈现出复杂多变的特性,因此需要在设计中采用多种规格和数量的电缆以适应不同的需求。然而,在统计和设计过程中,往往面临诸多挑战^[3]。若在设计初期未能妥善解决这些问题,很可能在后续的审核、审计及预算环节中被忽视,从而给企业带来潜在的经济损失。电缆的质量直接关系到整个配电网设备的稳定运行,因此在配电设计阶段,对电缆的选择必须给予充分的重视。在我国,户外电缆套管的选型通常采用镀锌钢管,但这种材料易受腐蚀,可能导致电缆受损,增加安全风险,因此,在工程施工中,应根据具体条件灵活选择 VV 型和 YJV 型电缆。^[4]

(三) 自动化装置使用存在问题

随着我国科技的飞速进步,自动化设备在变配电站的普及程度正逐渐加深。在变配电站领域,恰当地整合自动化装置与数字技术,不仅能大幅增强监测工作的力度与准确性,还能显著提升电网的安全运行水平。此外,通过合理部署自动化设备,电网的利用效率得以提升,各线路中存在的问题也能得到精准定位与解决,从而有效规避运行过程中的重大失误。然而,在自动化装置的实际应用过程中,仍然存在一系列亟待解决的问题。首先,部分自动化设备的技术成熟度不足,导致其在复杂环境下的稳定性和可靠性有待提升。其次,自动化装置的维护与管理体制尚不完善,缺乏专业技术人员的支撑,使得设备故障的及时排查与修复面临挑战。再者,自动化技术的更新迭代速度较快,而相关人员的培训与知识更新未能同步跟进,影响了自动化装置效能的充分发挥。^[5]

(四) 真空断路器过电压存在的不足

当前变配电站中,真空断路器以其高效的切换负载电流功能而备受青睐。在实际操作过程中,面对电路中涌现的巨大短路电流,真空断路器能够迅速响应,实现及时断路。相较于传统的油

断路器,真空断路器在防火性能上展现出更为显著的优势。在实际应用领域,真空断路器的最大亮点在于其迅捷的响应速度^[4]。无论是面对负载电流的波动还是过载电流的挑战,真空断路器均能在极短的时间内做出精准响应。因此,在配电变压器的设计环节,真空断路器往往成为首选。然而,真空断路器的应用并非毫无限制。由于其响应时间极为短暂,可能导致电流峰值的急剧上升。鉴于此,在选用真空断路器时,必须对其阻抗进行周密考量,以规避因快速反应而引发的电流过载问题。^[6]

(五) 设备布置存在不足

当前,国内大部分 10 kV 配电网布设方案存在诸多挑战,主要表现为高低压配电网布局与规划布局之间的不协调,以及已有通用图的不完备等问题。在住宅小区中,低压线路的复杂性对设计者提出了更高的要求,即在绘制图纸前,必须对设计单位提供的电气图纸进行细致的审查与理解。然而这一理解过程往往仅停留在设计者的脑海中,未形成书面记录,从而导致在后续工作中或检查阶段需重新审视电气设计图,增加了工作的重复性。更严重的是,在某些情况下,检查人员可能忽视设计者对电子建筑图的深入理解与认可,直接影响了设计图的质量。此外,项目设计阶段缺乏对各区域会审意见的统一管理,导致设计师间的沟通不畅,工作效率低下。设计师与建筑现场的联系不足,使得其难以全面理解自己设计的工程,对提升设计水平产生显著障碍。因此,为了提高设计质量和工作效率,有必要建立一套完善的图纸审查和记录机制,加强设计师与现场的沟通,并统一管理会审意见,以确保设计工作的顺利进行和设计质量的持续提升。^[7]

三、10kV 供配电系统设计问题解决措施

(一) 加强设备的检修维护

机械损耗作为常见现象,多发于设备表面,对设备的稳定运行构成潜在威胁。为确保配电网系统及设备的安全可靠运转,必须建立健全的巡视与维护机制,定期对员工进行培训与考核,确保其具备及时发现并处理问题的能力。在配电设计阶段,亦需综合考虑多方面因素。绝缘层材料的选取应严格把关,确保其性能稳定、耐久性强。同时,线路与热源之间的距离设置需合理,避免因过近导致的热损伤。此外,绝缘层周围应避免存在可能与其发生化学反应的材料,以防潜在的安全风险。^[8]

(二) 选择适合的电缆

1. 型号选择与电缆特性分析

在建筑工程行业,VV 型聚氯乙烯电缆和 YJV 型交联聚乙烯电缆是两种主流的电缆选项。尽管 YJV 型电缆的价格稍高于 VV 型电缆,却拥有诸多显著优点,包括较轻的重量、更长的使用寿命、较小的外径以及更大的容量。YJV 型电缆能够提供长达 40 年的使用寿命,相比之下, VV 型电缆的使用寿命则缩短至 20 年。鉴于这些重要的性能优势,工程设计时往往更偏好选择 YJV 型电缆,以此来保障工程的持久稳定运行^[9]。

2. 电缆选型中的其他关键要求

在电缆选型过程中,除了考虑电缆的基本性能外,还需关注

其防火性能及对特定环境的适应性。普通电缆应优先选择 ZR 防火型，而对于防火用电缆，则推荐采用 NH 防火型。鉴于矿物绝缘型电缆在施工难度、绝缘结构易损性及成本方面存在的局限性，应尽量避免选用此类电缆。此外，在面临白蚁危害的区域，建议选用 FY 型电缆，以有效防范白蚁对电缆的潜在损害。

（三）使用合理的自动化装置

在实际设计过程中，首要任务是深入考量自动控制单元的实际应用需求，并依据配电系统的特定条件，甄选出最为适宜的自动单元。在确定适宜的自动化设备后，需对变配电系统的设计细节展开更为深入的分析与探究，从宏观视角对其进行综合考量与细致剖析，以确保设计成果能够切实满足变配电系统的正常运行需求，并将后续可能出现的各类问题降至最低。同时，亦需对成本投入予以充分考量，力求在确保设计质量的前提下，实现经济效益的最大化。^[10]

（四）解决过压过载问题

在电力系统中，真空断路器因其卓越的反应速度被广泛应用，带来了高电压问题的频繁出现，对电力设备造成不可逆的损害。在选择电气设备时，首要考虑的因素应是其对设备容量的影响，并在确保经济性的前提下，优先选择那些具有较强耐受能力的电气设备。此外，加强对电气设备的维护工作同样至关重要，不仅能延长设备的使用寿命，还能确保其工作质量，提升工作效率。在电力系统的正常运行过程中，任何一处电源的超负荷都可能对整个电网造成严重损害。因此，在系统设计阶段，必须确保一旦某段线路超载，该段线路能够立即断电，从而实现整个过载区域的停电，以防止因单一线路故障导致整个电网无法正常运行。

（五）通过合理布局促进配电网安全运行

规划和建设 10kV 配电网是确保电力供应稳定和安全的核心环节。为了更好地满足公众对电力的需求，必须加强对新旧线路的维护工作，并优化线路的布局 and 施工过程。在设计 10kV 配电网时，需要特别注意以下几个方面：首先，所选用的设备和材料必须符合规定的质量标准，任何未经检测合格的设备都严禁投入使用。其次，对所有仪器的质量和性能进行细致的检查，并采用多种检测方法来确定其可靠性。再次，考虑线路周围的环境因素，根据具体的地形条件确定线路之间的安全距离。如图 1 所示，确保导线与地面、水面的最小距离符合安全要求。最后，从长远角度出发，预测未来的电力需求，以确保线路布局的合理性和前瞻性。

参考文献

- [1] 林林. 10kV 供电系统设计与对供电可靠性的影响研究 [J]. 电子元器件与信息技术, 2023(8):197-200.
- [2] 王清水. 电力工程中 10kV 供电设计常见的问题及对策分析 [J]. 电子乐园, 2022(09):000.
- [3] 蒋亚辉. 电力工程中 10kV 供电设计常见的问题及对策分析 [J]. 电脑采购, 2022(2):35-37.
- [4] 王凡. 10kV 供电系统设计与对供电可靠性的影响分析 [J]. 轻松学电脑, 2021, 000(004):P.1-1.
- [5] 李瑞杰; 赵建文. 浅谈高速公路建设所涉 10 千伏及以下电力线路迁改工作 [J]. 科技风, 2017 年 19 期.
- [6] 胡朝卫. 110kV 电力线路上跨高速铁路迁改施工技术 [J]. 中国高新科技, 2020 年 12 期.
- [7] 薛丙有. 关于 110kV 电力线路跨越客运专线的技术方案 [J]. 山西建筑, 2011 年 34 期.
- [8] 李立武. 110kV 电力线路上跨高速铁路迁改施工技术 [J]. 四川水泥, 2022 年 05 期.
- [9] 王云. 浅谈 10kV 变电所供电系统的设计要点 [J]. 农家参谋, 2020, No.657(11):155-155.
- [10] 辛召敏. 普速铁路 110kV 电力线路维修模式运用研究 [D]. 中国铁道科学研究院, 2023 年.

> 图 1 导线与地面或水面的最小距离 (M)

线路经过地区	线路电压	
	高压	低压
居民区	6.5	6
非居民区	5.5	5
不能通航也不能浮运的河、湖（至冬季冰间）	5	5
不能通航也不能浮运的河、湖（至 50 年一遇洪水位）	3	3
交通困难地区	4.5	4

四、10kV 配电设计的节能措施

（一）配电网线路选择

通过合理选择导线材料和截面积，减少线路损耗和电压降低。例如，采用低电阻、高导电性能的铜导线，或者使用铝合金导线来替代传统的铜导线，可以降低线路电阻，减少线路功耗。此外，还可以采用屏蔽绝缘电缆来减少电磁干扰和能量损失。

（二）变压器选择

在变压器的选型过程中，应考虑到负载率、转换效率以及空载损耗等因素。选择高效率的变压器，能够降低能耗和电力损失。同时，合理安排变压器的容量和数量，避免过度装机或低负载运行，也能够提高能源利用效率。

（三）应用无功补偿技术

使用无功补偿装置，如电容器组、静态无功补偿装置等，可以实时监测和调整系统的功率因数，使得系统中的无功功率接近零，从而减少能耗和电网负荷。此外，还可以采用无功优化控制策略，根据不同负载情况自动调整补偿装置的容量和投入时间，进一步提高能源利用效率。

五、结束语

综上所述，随着社会用电需求的持续攀升，电网的安全性与可靠性亦亟待强化。在此背景下，10 kV 配电网凭借其卓越性能，已广泛渗透至电力系统各环节。为确保电网稳定高效运行，亟需提升电网维护力度，并制定详尽的管理规范。唯有如此，方能保障电网顺畅运转，进而为社会提供优质电力服务，助力公司实现更为可观的经济效益。