

火电厂供配电系统中电线电缆的选择及敷设设计

郑滢

江苏中顺节能科技有限公司，江苏南京

摘要：本文旨在探讨火电厂供配电系统中电线电缆的选择及敷设设计，以确保电力系统的安全、高效运行。首先，概述电线电缆的基本参数，包括电压等级、电流载流量以及绝缘材料的耐热性等，这些因素对于电缆的选择至关重要。其次，分析电缆载流量的计算方法，并考虑环境温度和散热条件对载流量的影响，以确定合适的电缆截面积。接着，深入探讨电缆的敷设方式，包括直埋敷设、桥架敷设和电缆沟设计，同时提出防火、防爆与防腐蚀措施，以确保电缆的安全使用。最后，讨论敷设路径的选择与优化，以提高电力系统的可靠性和经济性。

关键词：火电厂；供配电系统；电线电缆；选择；敷设设计

Selection and Laying Design of Wire and Cable in the Power Supply and Distribution System of Thermal Power Plant

Ying Zheng

Jiangsu Zhongshun Energy Saving Technology Co., LTD, Nanjing, Jiangsu

Abstract: This paper aims to explore the selection and laying design of electric wires and cables in the power supply and distribution system of thermal power plants to ensure the safe and efficient operation of the power system. First of all, summarize the basic parameters of wire and cable, including voltage level, current load flow and heat resistance of insulation materials, etc., which are crucial for the selection of cables. Secondly, analyze the calculation method of the cable load flow, and consider the influence of the ambient temperature and heat dissipation conditions on the load flow, in order to determine the appropriate cable cross-sectional area. Then, deeply explore the cable laying methods, including direct buried laying, bridge laying and cable trench design, and at the same time, fire prevention, explosion proof and corrosion prevention measures are put forward to ensure the safe use of the cable. Finally, the selection and optimization of the laying path are discussed to improve the reliability and economy of the power system.

Keywords: Thermal power plant; Power supply and distribution system; Wire and cable; Selection; Laying design

1 前言

随着电力行业的快速发展，火电厂作为重要的能源转换设施，其供配电系统的安全稳定运行显得尤为重要。电线电缆作为电力传输的重要载体，

其选择与敷设设计直接关系到电力系统的整体性能和安全性。本文将从电线电缆的基本参数出发，详细探讨在火电厂供配电系统中如何合理选择电线电缆，并科学设计其敷设方式，以期电力行业的相关技术人员提供参考和借鉴。

2 电线电缆的基本参数与选择原则

2.1 电压等级与电流载流量

在火电厂供配电系统中，电线电缆的设计至关重要，其中电压等级与电流载流量是基础参数，它们直接决定了电缆的传输能力与系统的安全运行。电压等级的选择通常依据电力系统的整体规划，例如，主变压器的电压等级可能为110kV或220kV，而电缆内部的电压损失需保证在允许范围内，一般不超过5%的额定电压。

电流载流量则是电缆在正常工作条件下能够持续通过的最大电流，它与电缆的导体材料、截面积以及绝缘材料的热性能密切相关。例如，铜导体因其优良的导电性能而广泛使用，但其载流量会随着截面积的增大而增加，根据IEC标准，一根截面积为240mm²的铜导体在40℃环境温度下可能允许通过约400A的电流。

在实际设计中，工程师会使用像“安培-截面积”表格或计算软件来确定特定条件下的载流量。同时，还需要考虑环境温度的影响，如温度每增加10℃，载流量通常会减少约7%。此外，电缆的敷设方式也会影响其散热条件，从而影响载流量的计算。

2.2 绝缘材料与耐热性

在火电厂供配电系统中，电线电缆的选择至关重要，其中绝缘材料与耐热性是决定电缆安全性和使用寿命的关键因素。绝缘材料不仅需要提供电气隔离，防止电流泄漏，还必须具备良好的耐热性能，以应对火电厂中高温环境。例如，聚氯乙烯（PVC）适用于温度不超过70℃的场合，而聚乙烯（PE）则可承受90℃的高温。更高级别的应用可能需要使用氟塑料，如聚四氟乙烯（PTFE），其耐热温度可高达250℃，确保电缆在高温设备附近或高温管道中的长期稳定运行。

耐热性不仅与材料的耐温等级有关，还涉及到电缆在额定工作温度下长期运行的可靠性。根据IEC标准，电缆的设计寿命通常要求在额定温度下运行20,000小时或更长，期间绝缘性能不应显著下降。因此，设计人员需要通过热老化试验来评估不同材料在预期工作温度下的长期稳定性。

此外，耐热性还与电缆的热防护设计紧密相关，包括适当的热补偿、热隔离和通风冷却措施。通过综合考虑这些因素，可以优化电缆设计，提高整个供配电系统的可靠性，同时降低因电缆故障导致的非计划停机风险，从而保障火电厂的经济效益和电力供应稳定性。

2.3 环境因素对电缆类型的影响

在火电厂供配电系统电线电缆设计中，环境因素起着至关重要的作用，它们直接影响电缆的使用寿命和系统安全。例如，电缆可能需要承受高温环境，如发电机附近的高温区域，这就要求电缆具有良好的耐热性能，如采用耐热等级为A类或B类的绝缘材料。此外，沿海火电厂要考虑电缆的防腐蚀性，可能需要选择具有防腐蚀涂层的电缆，以抵抗氯化物和湿气的侵蚀。

在多雨或多湿气的地区，电缆的外护套材料应具有高度的防水性和耐候性，以防止水分渗透导致的绝缘性能下降。例如，南方一些火电厂在设计时，可能会选用聚氯乙烯（PVC）或交联聚乙烯（XLPE）等材料，这些材料在潮湿环境下的性能表现更优。同时，敷设在地下或电缆沟内的电缆，需要考虑土壤湿度、地下水位以及可能的化学物质泄漏，选择适合的防护等级和防腐蚀等级的电缆类型。

在火电厂的特定区域，如锅炉房或化学水处理车间，电缆可能面临火源或爆炸性气体的潜在风险。在这种情况下，应选择具有阻燃或防爆特性的电缆，如采用低烟无卤（LSZH）材料，以降低火灾蔓延的风险。此外，环境温度的变化也会影响电缆的载流量。因此，设计时需考虑夏季最高温度和冬季温度波动，确保电缆在各种工况下都能安全运行[1-3]。

总之，火电厂供配电系统电线电缆的设计必须充分考虑环境因素，通过选用适当的电缆类型、绝缘材料和防护措施，确保电缆在复杂工况下的可靠性和长期稳定性，同时兼顾经济性和维护便利性。

3 电线电缆的载流量计算与选型

3.1 载流量计算方法概述

载流量计算方法是电线电缆设计中的关键环

节，它涉及到电力系统的安全稳定运行。根据IEC标准，载流量通常是指在允许的最高工作温度下，电缆长期通过的最大电流，单位为安培(A)。计算载流量时，需要考虑电缆的导体材料、截面积、绝缘材料的热性能，以及环境温度、散热条件等多种因素。

例如，对于铜导体的电缆，其载流量会随着截面积的增大而增大。例如，一根截面积为16mm²的铜导体电缆，在30℃环境温度下，其载流量可能为220A。但当环境温度上升到40℃时，即使相同的截面积，载流量可能降至190A，因为高温会增加导体的热损耗。此外，散热条件对载流量的影响也不可忽视。在密集敷设或电缆沟内，由于散热条件较差，可能需要降低电缆的额定载流量。

3.2 环境温度与散热条件的影响

在电线电缆设计中，环境温度与散热条件是决定电缆载流量和选型的重要因素。根据IEC 60287标准，电缆的载流量会随着周围环境温度的升高而降低。例如，当环境温度从20℃增加到40℃时，相同规格的电缆载流量可能下降约20%。因此，在火电厂这种高温作业环境中，必须充分考虑设备运行产生的热量对电缆的影响。

在实际工程中，比如在发电机房或锅炉房附近敷设电缆，需要进行详细的热负荷计算，以确保电缆在长期运行中不会因过热而引发安全风险。此外，散热条件的改善，如采用适当的隔离材料、增加支架间距或使用散热片，都可以提高电缆的载流量。

在考虑环境温度与散热条件时，设计师应参考相关工程案例和经验数据，结合使用专业的电缆载流量计算软件进行模拟分析。这不仅能够确保电缆的安全运行，还能在满足性能要求的同时，实现设计的经济性和合理性。

3.3 电缆截面积的确定

在电线电缆设计中，电缆截面积的确定是至关重要的环节，它直接影响到电力系统的安全运行和经济性。根据IEC 60287标准，电缆的截面积应根据所承载的额定电流、预期的负载损耗以及允许的

温升来计算。例如，在380V的工业供电系统中，如果预计一个回路的最大负荷为500kW，考虑到电缆的热效应，通常会留有一定的安全裕度，假设为20%，则电缆应能承受的最大电流约为724A。通过计算电缆在额定电流下运行时的温升，确保在长期运行中，电缆表面温度不超过90℃，以保证绝缘材料的寿命和系统稳定性。

此外，电缆截面积的确定还需要考虑敷设环境的影响。在空间有限或散热条件较差的场合，可能需要增大电缆截面积以补偿环境对散热的不利影响。例如，位于室内电缆沟的电缆与直埋于土壤中的电缆相比，由于散热条件较差，可能需要选择更大截面积的电缆以保持相同的温升水平。

在实际工程应用中，设计人员会使用专门的电缆载流量计算软件或表格，结合电缆类型、敷设方式、敷设距离以及并行敷设的电缆数量等因素，进行综合计算。

4 电缆敷设方式与设计考虑

4.1 直埋敷设的注意事项

在火电厂供配电系统电线电缆设计中，直埋敷设是一种常见的敷设方式，但需特别注意以下几点。首先，电缆的绝缘层和护套应具有良好的耐腐蚀性，以应对地下水分和化学物质的侵蚀。例如，可选用聚乙烯或聚氯乙烯等材料，确保电缆的长期可靠性。其次，直埋敷设深度应符合相关规范，通常不小于0.7米，以防止机械损伤和地面活动的影响。此外，电缆的敷设路径应避开预期的挖掘区域和可能产生强烈热源的地方，确保电缆的安全运行。

在计算载流量时，直埋敷设的散热条件相对较差，因此需要考虑土壤热阻系数，以修正电缆的允许载流量。同时，直埋敷设的电缆应设置适当的间距，以利于热量的散发，间距通常为电缆直径的10倍以上。

直埋敷设中，防火措施同样重要。电缆应具备一定的阻燃性能，必要时可采用阻燃剂处理，以限制火势蔓延。此外，电缆应配备适当的保护装置，如金属套管，以防止因外部因素导致的破损。在设计阶段，可以利用电缆敷设设计软件进行路径优化

和安全分析,确保在满足功能需求的同时,达到最佳的经济效益和安全水平。

最后,直埋敷设的电缆应设置清晰、持久的标识,以便于未来的维护和检修工作。这些标识应包含电缆的电压等级、电流容量等关键信息,以便于操作人员快速识别和处理[4]。

4.2 桥架敷设与电缆沟设计

在火电厂供配电系统中,桥架敷设与电缆沟设计是至关重要的环节,它们直接影响到电缆的安全运行和系统的维护便利性。桥架敷设通常适用于室内或地面条件不允许直埋的情况,可以有效支撑和保护电缆,同时便于电缆的增减与检修。设计时,应考虑电缆的种类、数量以及预期的热负荷,确保桥架的承载能力和通风散热性能。

电缆沟设计则需兼顾排水、防火和防止地下水渗透。在设计沟深时,应考虑到敷设在沟内的电缆最小弯曲半径,通常为电缆外径的5倍至10倍。同时,电缆沟内应设置一定比例的支架,以便支撑电缆并防止电缆过热。在高火灾风险区域,电缆沟应采用耐火材料隔离,并设置自动喷水灭火系统。此外,合理的电缆沟布局可以减少电缆的交叉,便于后期的维护和故障排查,这在大型火电厂中尤为重要,因为错误的电缆布置可能导致高昂的维修成本和运行中断。

在实际工程中,可以采用计算机辅助设计(CAD)软件进行三维建模,模拟电缆沟内的电缆走向和热环境,以优化设计。例如,通过模拟分析,可能发现某处电缆密集度超出预期,此时可以调整电缆敷设顺序或增加额外的分支桥架,确保电缆间的安全间距。这种精细化设计方法不仅提高了设计质量,还能有效控制初期投资和长期运营成本。

4.3 防火、防爆与防腐蚀措施

在火电厂供配电系统中,防火、防爆与防腐蚀措施是确保电缆安全运行的关键环节。电缆的防火设计通常涉及选用阻燃或耐火材料,如采用低烟无卤的电缆绝缘和护套,以降低火灾发生时的烟雾毒性,减少火势蔓延速度。

防爆措施主要针对可能产生火花或电弧的区

域,如选择防爆型电气设备,并确保电缆接头的密封性,防止内部电弧引燃周围可燃气体。在易燃易爆区域的电缆敷设,应遵循相关防爆区域的划分标准,取相应的防爆隔离措施。

防腐蚀措施则关注电缆在潮湿、化学腐蚀环境中的保护。电缆可采用耐腐蚀的金属护套,或者使用防腐蚀涂层,同时,电缆接头和终端头的密封也必须考虑防腐蚀设计,防止水分或化学物质侵入导致电缆绝缘性能下降。

此外,合理的电缆敷设路径和间隔设计也是防止火源扩散和控制爆炸风险的重要方面。电缆应避免与热源、可燃物直接接触,保持适当的间距以利于散热和减少潜在的火源接触。在设计时,可以利用专业的电缆敷设模拟软件,分析不同敷设方案下的火灾和爆炸风险,从而优化设计决策。

4.4 敷设路径的选择与优化

在火电厂供配电系统中,电缆敷设路径的选择与优化是确保电力传输安全和系统运行效率的关键环节。敷设路径不仅需要考虑实际场地条件,如避开高温设备和管道,避免与工艺管道交叉,同时还需要结合电缆的载流量、散热条件以及防火、防爆要求。例如,敷设路径应尽量选择直线距离短、弯折少的路线,以减少电缆的热损耗和机械应力。在某些情况下,可能需要借助计算机辅助设计(CAD)软件进行三维建模,以精确评估不同敷设路径对电缆性能的影响。

在考虑敷设路径优化时,还需要充分考虑电缆的维护和更换需求。例如,敷设路径应确保在不破坏周围设施的前提下,能方便地进行定期检查和故障处理。此外,敷设路径的选择还应考虑到未来可能的系统扩展,预留足够的空间和接线盒位置,以降低未来改造的成本和复杂性。

在特定环境中,敷设路径的优化可能需要采取特殊措施。例如,在可能存在化学腐蚀的区域,电缆可能需要敷设在防护套管内,或者选择耐腐蚀的电缆材料。同时,敷设路径应避开易燃、易爆区域,以防止可能的火源风险[5]。

5 结语

在火电厂供配电系统中,电线电缆的选择及敷

设计是一个复杂而关键的过程。通过对电缆基本参数的了解、载流量的精确计算以及敷设方式的合理设计,可以确保电力系统的稳定运行,提高供电效率。本文探讨了电线电缆的选择原则、载流量计算方法以及敷设设计考虑,旨在为火电厂供配电系统的设计和优化提供参考。随着技术的不断进步和电力系统的发展,电线电缆的选择及敷设设计也将面临新的挑战 and 机遇。未来,我们需要继续关注电缆材料的创新、敷设技术的进步以及智能化管理系统的应用,以不断提升火电厂供配电系统的安全性和可靠性。

参考文献

- [1] 蒋宝军. 电线、电缆选择的原则、方法与技巧[J]. 产业创新研究, 2021(06):94-96.
- [2] 王召, 李涛. 电线电缆检测与质量控制要点浅析[J]. 中国品牌与防伪, 2024(12):50-51.
- [3] 李晓辉. 火电厂供配电系统设计与实践[J]. 电力自动化设备, 2022(03):65-68.
- [4] 张明. 电力系统电缆敷设技术及施工管理要点[J]. 科技创新与应用, 2023(09):27-30.
- [5] 赵志强. 电线电缆在复杂环境中的选型与应用[J]. 电气应用, 2020(11):120-123.

