

水电站消防设计常见问题及对策探讨

佟丽鑫

国网甘肃刘家峡水电厂 甘肃 临夏 731600

摘要：水电站消防设计是确保水电站安全运行的关键环节。设计中常面临防火分区划分不明确、火灾危险性定性不全面及疏散通道设计不合理等问题，这些问题直接影响水电站的火灾防控能力。针对这些常见问题，本文提出了一系列对策，包括明确防火分区、全面评估火灾危险性、优化疏散通道设计及提升消防技术水平，旨在提高水电站消防设计的科学性和实用性，保障水电站的安全稳定运行。

关键词：水电站；消防设计；常见问题；对策

引言

水电站作为重要的能源设施，其消防设计对于保障设施安全、人员生命财产安全具有重要意义。然而，在实际设计中，常遇到一些关键问题亟待解决。防火分区划分不明确可能导致火灾蔓延难以控制，火灾危险性定性不全面则可能忽视潜在的安全隐患，而疏散通道设计不合理则直接影响人员逃生效率。因此，深入探讨水电站消防设计中的问题及对策，对于提升水电站整体安全水平具有重要意义。

1 水电站消防设计概述

水电站消防设计是一项至关重要的工程任务，旨在确保水电站的安全运行，防范和减少火灾风险。水电站因其特殊的工作环境，通常远离城镇，设备密集且含有大量易燃物质，如透平油和绝缘油，一旦发生火灾，后果将十分严重。水电站消防设计需结合工程实际，贯彻“预防为主，防消结合”的方针，采取多种技术手段，确保消防安全。在水电站消防设计中，防火间距的设定是首要考虑的因素，合理的防火间距能有效阻止火势蔓延，并为消防扑救提供空间。通过科学规划，确保厂房、开关站、变压器等关键设备之间的防火间距符合规范，同时设置消防车道，保证消防车辆能够迅速到达火灾现场。消防水系统是水电站消防设计的核心部分，它主要由消火栓灭火系统和主变水喷雾灭火系统组成。消火栓系统能够提供手动灭火的水源，确保在火灾初期能够迅速扑灭火源，而主变水喷雾灭火系统则针对变压器等关键设备，通过固定式水喷雾喷头，实现快速、高效的灭火。消防水池和水泵接合器的设置也是消防水系统的重要组成部分，它们为消防水系统提供稳定的水源和动力。除了消防水系统，水电站还需配置火灾自动报警系统、应急照明与疏散指示系统以及消防设备电源等。火灾自动报警系统能够实时监测火情，并在火灾发生时

迅速启动报警，为人员疏散和消防扑救提供宝贵时间。应急照明与疏散指示系统则确保在火灾发生时，人员能够迅速找到安全出口，有序疏散，消防设备电源则采用独立双回路供电，确保在火灾情况下消防设备能够正常工作。水电站消防设计需综合考虑多种因素，通过科学合理的规划和设计，确保水电站消防安全，为水电站的安全运行提供有力保障。

2 水电站消防设计常见问题

2.1 防火分区划分不明确

在水电站消防设计里，防火分区划分不明确是个较为突出的问题。水电站内部空间结构复杂，不同区域功能各异，存在多种火灾风险。若防火分区划分不清晰，一旦某个区域发生火灾，火焰和高温烟气就容易毫无阻碍地蔓延至其他区域。例如，在一些水电站中，电气设备集中区域与普通工作区域之间，没有设置有效的防火分隔设施。电气设备因过载、短路等原因起火后，由于缺乏明确的防火分区界限，火势会迅速通过电缆桥架、通风管道等蔓延至周边区域，使火灾规模迅速扩大，难以控制。防火分区划分不明确还会对消防设施的有效布置产生不利影响，消防设施如自动喷水灭火系统、火灾报警系统等，都是依据防火分区来进行合理规划和设置的。当分区不明确时，这些设施无法精准覆盖到相应区域，导致火灾发生时部分区域得不到及时的消防响应。例如，某个防火分区边界模糊，自动喷水灭火喷头可能无法按照设计要求在火灾初期迅速启动喷水灭火，延误灭火的最佳时机，给水电站的整体安全带来极大威胁。在进行火灾扑救和人员疏散时，明确的防火分区有助于消防人员清晰判断火势范围和制定合理的灭火及疏散策略，而分区不明确则会增加救援难度，影响救援效率^[1]。

2.2 火灾危险性定性不全面

水电站具有多种火灾风险源，火灾危险性定性不全

面是消防设计中不容忽视的问题。常见的电气设备故障是引发火灾的重要因素之一,如变压器、高压开关柜等设备,运行过程中可能因绝缘老化、接触不良等产生电弧、电火花,从而引燃周围的可燃物质,但在一些水电站消防设计中,只关注了电气设备本身的火灾风险,却忽略了与之相关联的电缆沟、电缆竖井等部位。这些部位通常布置有大量电缆,一旦电缆发生火灾,火势会沿着电缆迅速蔓延,波及整个水电站的电力供应系统。水电站内的油系统也是火灾危险性较大的区域,透平油、绝缘油等油品若发生泄漏,遇到明火或高温就极易燃烧。然而,部分设计在对油系统火灾危险性定性时,仅仅考虑了储油罐的防火措施,却未充分考虑油管道的敷设路径以及油品泄漏后的扩散范围。实际上,油管道在长期运行过程中可能因腐蚀、振动等原因出现泄漏,泄漏的油品会流淌到周边区域,扩大火灾危险范围,还有厂房内的通风系统,如果在设计时未充分考虑火灾发生时通风对火势蔓延的影响,火灾发生时,通风系统可能会加速空气流动,为燃烧提供充足的氧气,使火势迅速增强。

2.3 疏散通道设计不合理

疏散通道在水电站发生火灾等紧急情况时,承担着人员安全撤离的关键作用。疏散通道设计不合理是消防设计中常见的问题之一。一些水电站疏散通道的宽度不符合要求,在人员密集的区域,如中控室、配电室等,一旦发生火灾,大量人员需要同时疏散,如果通道过窄,人员疏散速度会受到严重影响,容易造成拥堵,甚至引发踩踏事故。例如,某水电站中控室在设计疏散通道时,未充分考虑室内工作人员数量及疏散需求,通道宽度仅能满足少量人员同时通过,火灾发生时,人员无法迅速疏散,增加了人员伤亡的风险。疏散通道的布局不合理也会带来诸多问题,有的疏散通道设置了过多的弯道、拐角,或者存在视线遮挡的情况,导致人员在疏散过程中无法快速找到安全出口。例如,在一些大型水电站厂房内,疏散通道的路线复杂,工作人员在紧急情况下难以迅速判断逃生方向,延误疏散时间。疏散通道的标识设置不清晰、不醒目也是常见问题,在火灾发生时,现场往往充满烟雾,若疏散通道标识不明显,人员很难在烟雾中准确找到疏散方向,可能会迷失在厂房内,无法及时逃离火灾现场,严重威胁人员生命安全^[2]。

3 水电站消防设计对策

3.1 明确防火分区划分

(1) 依据水电站的建筑布局与功能特性,科学合理地确定防火分区。对于厂房区域,需按照不同的生产流

程与设备分布,划分成独立的防火分区。例如,将水轮机层、发电机层等分别作为独立分区,利用防火墙、防火卷帘等设施进行有效分隔,阻止火灾蔓延。防火墙应具备足够的耐火极限,且保证从基础到屋顶的完整性,确保火灾发生时能有效阻挡火势与烟雾扩散。(2) 针对电气设备集中区域,像主变压器室、高压开关站等,设置专门的防火分区。这些区域因电气设备多、火灾风险高,要采用防火性能优良的建筑材料进行构建与分隔。例如,采用防火涂料对墙面和天花板进行涂刷,增强其防火能力。合理规划电缆敷设路径,避免不同防火分区的电缆相互穿越,减少火灾通过电缆蔓延的风险。(3) 在辅助生产区域,如仓库、检修车间等,也要明确划分防火分区。仓库内根据储存物品的火灾危险性分类,分区储存并设置相应的防火分隔。检修车间由于存在动火作业等潜在火源,需与其他区域严格分隔,设置防火间距,防止火灾波及其他重要部位。通过精准划分防火分区,能有效控制火灾范围,为灭火救援争取宝贵时间。

3.2 全面评估火灾危险性

(1) 对水电站内各类设备进行细致的火灾危险性分析。水轮发电机组作为水电站的核心设备,在运行时,其部分部件如定子绕组、转子、轴承以及电刷等,可能因长期的机械摩擦、电气过载或润滑不良等因素导致局部温度升高,从而存在潜在的火灾隐患。需综合评估这些部件在特定工况下产生火源的可能性,以及一旦火灾发生后的蔓延速度与影响范围。还需对这些易发热部件进行重点的温度监测与故障预警评估,以精准预测其故障引发火灾的概率。(2) 电气设备方面,主变压器、高压开关柜等在运行过程中可能因绝缘老化、短路等原因引发火灾。评估时要考虑设备的使用年限、运行环境等因素,确定其火灾危险性等级。对于老旧设备,其绝缘性能下降,火灾风险相对较高,需加强检测与维护。分析电气线路的敷设方式与负载情况,判断线路是否存在过载引发火灾的风险。(3) 考虑水电站内的可燃物质分布。例如,润滑油、绝缘油等储存区域,若发生泄漏且遇到火源,极易引发大规模火灾。评估时要明确这些可燃物质的储存量、储存方式以及泄漏风险,制定相应的防控措施。对厂房内的装修材料、电缆桥架等也需评估其燃烧性能,确保在火灾发生时不会加剧火势蔓延,通过全面评估火灾危险性,为制定针对性的消防措施提供有力依据^[3]。

3.3 优化疏散通道设计

(1) 合理规划疏散通道布局,是确保人员在火灾发生时能迅速、安全地撤离的关键所在。疏散通道设计应

遵循简洁高效原则,尽量保持直线布局,最大限度地减少不必要的转折与复杂弯道,以提升紧急疏散效率。在大型厂房结构中,应设置贯穿各楼层的封闭式或防烟型疏散楼梯,有效隔绝烟雾侵袭,确保疏散路径的安全畅通。疏散楼梯的宽度需依据厂房内实际人员密度进行科学计算与设定,确保在紧急情况下能够满足大规模人群快速撤离的需求。(2)在疏散通道上设置明显的指示标识。疏散指示标志应安装在醒目位置,如墙面、地面或顶棚,且间距符合相关标准要求,这些标识要采用发光材料制作,确保在火灾时断电的情况下仍能清晰可见,引导人员疏散。设置应急照明系统,保证疏散通道在火灾烟雾环境下有足够的亮度,便于人员通行,应急照明的照度、持续时间等参数需根据水电站的实际情况进行合理设计。(3)定期对疏散通道进行维护与管理。严禁在疏散通道上堆放杂物、设备等,确保通道畅通无阻。对疏散通道的门、窗等设施进行检查与维护,保证其开启灵活。例如,疏散门应向疏散方向开启,且不得采用卷帘门、转门等不利于人员疏散的形式。通过优化疏散通道设计与管理,为水电站人员在火灾紧急情况下的安全疏散提供可靠保障。

3.4 提升消防技术水平

(1)采用先进的火灾探测技术。例如,在水电站内安装智能型火灾探测器,它能够综合探测烟雾、温度、火焰等多种火灾参数,提高火灾探测的准确性与及时性。对于一些特殊区域,如电缆廊道、油库等,可采用线型感温火灾探测器,能沿着电缆、管道等精准探测温度变化,及时发现早期火灾隐患。将火灾探测系统与水电站的监控系统进行联动,一旦探测到火灾信号,能迅速发出警报并启动相应的灭火设备。(2)应用高效的灭火技术。对于电气设备火灾,采用二氧化碳灭火系统、七氟丙烷灭火系统等气体灭火系统。这些系统具有灭火

效率高、对设备无损害等优点,能快速扑灭电气火灾,减少损失。在厂房等大面积区域,可设置自动喷水灭火系统,通过喷头在火灾发生时自动喷水灭火,有效控制火势蔓延。针对油类火灾,配备泡沫灭火设备,利用泡沫覆盖油面,隔绝氧气灭火。(3)加强消防设备的智能化管理。通过物联网技术,将消防设备连接成一个智能网络,实现对消防设备的远程监控、故障诊断与维护管理。例如,实时监测灭火器的压力、消防泵的运行状态等参数,当设备出现异常时能及时发出警报并通知维护人员。利用大数据分析技术,对消防设备的运行数据进行分析,预测设备故障发生的可能性,提前进行维护,确保消防设备时刻处于良好的运行状态,提升水电站整体的消防技术水平^[4]。

结语

综上所述,水电站消防设计需综合考虑防火分区、火灾危险性评估、疏散通道设计及消防技术水平等多个方面。通过明确防火分区划分、全面评估火灾危险性、优化疏散通道设计及提升消防技术水平,可以有效提升水电站的火灾防控能力。未来,随着技术的不断进步和规范的日益完善,水电站消防设计将更加科学、合理,为水电站的安全稳定运行提供有力保障。

参考文献

- [1]张星光.水电站消防设计与咨询中常见问题[J].云南水力发电,2023,39(5):173-175.
- [2]计亚鹏.水电站消防设计及咨询过程中常见问题探讨[J].消防界,2024,10(11):126-128.
- [3]陈仲.中小型水电站消防设计相关问题的研究[J].建筑工程技术与设计,2020(12):3010.
- [4]陈丁力,冯正宇,刘麦桑,等.百万机组水电站厂房消防灭火系统设计实践[J].给水排水,2022,48(1):100-103.