

钢结构变电站建筑物运营期间安全性与耐久性评估 指标体系研究及应用

沈珏旻 杨 忠 胡存龙 成加佳
上海新泰建筑工程有限公司 上海 200135

摘要: 自2010年以来钢结构变电站在电力建设工程中逐步推广,取得了良好的效果。但钢结构相对于混凝土结构整体偏柔性,因此容易出现整体失稳或局部失稳的问题,影响着建筑物的安全性。本文对钢结构变电站建筑物运营期间的安全性与耐久性评估指标体系进行了研究,重点探讨了结构及材料耐久性评估指标与维护与保养管理指标。通过对各项指标的综合分析,旨在建立一套科学、有效的评估体系,以提高钢结构变电站建筑物的安全性和耐久性。

关键词: 钢结构变电站; 建筑物; 运营期间; 安全性与耐久性评估

1 钢结构变电站建筑物的安全性与耐久性定义

钢结构变电站建筑物的安全性与耐久性是两个相互关联但又各有侧重的概念。安全性主要关注建筑物在正常运营过程中抵御外部作用力,保持结构完整和稳定的能力,防止出现破坏、倒塌或严重变形等情况。耐久性则更加关注建筑物在使用寿命内,能够抵御各种自然和人为因素对其结构、设备和材料的损害,保持正常运行和安全使用的能力。钢结构变电站建筑物的安全性涉及到结构、设备、电气等多个方面。在结构方面,安全性要求建筑物在承受各种可能的作用力时,能够保持稳定的结构状态,不发生破坏或过大的变形。这需要对钢结构的设计、施工和材料等方面进行严格的质量控制,保证其满足相关标准和规范的要求。在设备方面,安全性要求电气设备在正常工作状态下不发生故障,保证电力供应的稳定性。此外,还需考虑对人员安全的保护措施,如设置安全通道、防护栏杆等。

耐久性则是评估钢结构变电站建筑物在使用寿命内的持久性和可靠性的重要指标。耐久性受到多种因素的影响,包括材料的性能、环境条件、使用状况和维护状况等。在自然环境中,钢结构变电站建筑物需要抵御风雨、冰冻、高温、腐蚀等自然因素的侵蚀,这些因素可能对结构的长期性能和安全性造成影响。一些人为因素如设备维护不当、超载使用等也可能影响建筑物的耐久性。总的来说,钢结构变电站建筑物的安全性与耐久性是相辅相成的。安全性是建筑物在正常运营过程中的稳定性和可靠性的体现,而耐久性则体现了建筑物在使用寿命内的持久性和经济性^[1]。

2 钢结构变电站建筑物安全性与耐久性影响因素分析

钢结构变电站建筑物安全性与耐久性的影响因素众

多,主要涉及到结构、材料、环境和使用状况等方面。第一,结构因素是影响变电站建筑物安全性和耐久性的关键因素之一。结构设计不合理、构造措施不当、施工质量差等问题都可能引发结构安全问题。例如,节点连接不牢固、焊缝质量差等都可能降低结构的承载能力和稳定性。第二,材料因素也是影响钢结构变电站建筑物安全性和耐久性的一个重要因素。钢材的质量和性能对建筑物的安全性至关重要。如果材料存在缺陷或不符合相关标准,就会降低建筑物的安全性和耐久性。不同材料的耐久性也不同,一些材料在特定环境下容易腐蚀或老化。第三,环境因素是影响钢结构变电站建筑物耐久性的重要因素。环境中的温度、湿度、酸雨、紫外线和大气污染物等都可能对钢结构造成损害。例如,酸雨和紫外线可能引起钢材的腐蚀,而大气污染物则可能对钢结构造成表面污染和附着。第四,使用状况也是影响钢结构变电站建筑物安全性和耐久性的一个重要因素之一。变电站建筑物的使用状况包括负载情况、设备运行状况和人员活动情况等。过载使用或设备故障可能导致建筑物承载能力下降,从而引发安全问题。人员活动情况也可能对建筑物造成一定的影响,例如人员疏散和防灾措施是否得当等。

3 钢结构变电站建筑物运营期间安全性评估指标体系

3.1 结构安全性评估指标体系

结构安全性评估指标体系是评估钢结构变电站建筑物结构完整性和稳定性的关键指标体系。该体系主要关注以下几个方面:(1)强度:评估结构在正常运营过程中承受的静载和动载的能力,包括构件的强度、连接节点的强度等。(2)刚度:评估结构的变形能力,即结构在受到外力作用时抵抗变形的能力。过大的变形可能影

响结构的正常使用和安全性能。(3) 稳定性: 评估结构在各种工况下保持整体稳定性的能力, 防止失稳引起的结构破坏或倒塌^[2]。(4) 耐久性: 评估结构在不同环境因素(如温度、湿度、腐蚀等)作用下的耐久性和使用寿命, 考虑结构材料的性能退化和环境侵蚀的影响。除了结构安全性评估指标体系, 设备安全性评估指标体系也是钢结构变电站建筑物运营期间安全性评估的重要方面。该体系主要关注电气设备的安全性能, 包括设备的绝缘性能、接地性能、过载保护和误操作防护等方面的指标。这些设备安全性评估指标与结构安全性评估指标相互关联, 共同构成完整的钢结构变电站建筑物运营期间安全性评估指标体系。在运营期间, 定期进行钢结构变电站建筑物的安全性评估是非常重要的。通过对结构、设备和运营状况的综合分析和评估, 可以及时发现潜在的安全隐患, 采取相应的维护和加固措施, 确保钢结构变电站建筑物的安全性和可靠性, 为电力系统的稳定运行提供保障。

3.2 结构强度与稳定性指标

这些指标主要包括以下几个方面:(1) 材料强度: 评估所使用钢材的质量和性能, 确保其能够满足设计要求的强度和稳定性。对于关键部位, 如梁、柱等, 需要进行额外的强度测试和验证。(2) 焊缝质量: 焊缝作为钢结构的主要连接方式, 其质量直接影响到结构的强度与稳定性。评估焊缝的完整性、焊接工艺和无损检测结果等, 确保焊缝能够满足结构的受力要求。(3) 节点连接: 节点的设计、构造和连接方式对于结构的整体性能至关重要。评估节点的承载能力、转动能力和节点构造细节, 确保节点能够有效地传递并分散荷载。(4) 结构几何稳定性: 评估结构的几何形状和尺寸是否满足设计要求, 特别是对于细长结构和高耸结构, 需要特别关注其稳定性。此外, 还需考虑结构在不同荷载工况下的变形情况。(5) 整体稳定性: 除了局部的节点和连接外, 结构整体的稳定性也很重要。评估结构在各种外力作用下的响应, 如风载、地震等, 通过分析结构在不同工况下的稳定性来确定其安全性能。(6) 残余应力: 在制作和加工过程中, 钢结构可能产生残余应力。这些应力可能会降低结构的承载能力和稳定性。通过检测和分析残余应力分布, 确保其不会对结构的安全性造成影响。(7) 防腐与防锈: 钢材长期处于户外环境时, 可能会受到腐蚀和锈蚀的影响。评估钢结构的防腐和防锈措施的有效性, 确保结构在使用寿命内保持足够的强度和稳定性。综合运用这些结构强度与稳定性指标, 可以对钢结构变电站建筑物的安全性进行全面的评估。在运营期

间, 通过定期的检查、检测和维护, 可以及时发现潜在的问题和隐患, 采取有效的措施进行加固和维护, 确保钢结构变电站建筑物的安全性和稳定性^[3]。

3.3 防火安全性评估指标体系

为了确保钢结构变电站建筑物的防火安全性能, 需要从以下几个方面进行评估: 根据相关国家规范和标准, 对钢结构变电站建筑物的耐火等级进行评估。检查建筑物的结构材料、防火涂料等是否满足规定的耐火要求, 保证在火灾发生时结构能够维持一定的耐火时间。评估建筑物的防火分区设置是否合理, 防火分区的分隔措施是否完备。重点检查防火墙、防火门、防火窗等防火分隔设施的性能和完好情况, 确保火灾发生时能够有效地控制火势的蔓延。检查钢结构变电站建筑物内部的消防设施配备情况, 包括灭火器、消火栓、喷淋系统等。评估这些设施的性能、数量以及分布情况, 确保在火灾初期能够及时有效地控制火势。对钢结构变电站建筑物的电气线路、设备进行防火安全评估。重点检查电气设备、电缆的安装和使用情况, 评估是否存在电气火灾隐患。同时, 对电缆和电线的绝缘性能进行检测, 防止短路和过载引起的火灾。评估钢结构变电站建筑物的疏散通道、楼梯和出口是否畅通无阻, 是否满足相关消防规范要求。检查疏散指示标识的完备性和正确性, 确保在火灾发生时人员能够快速、安全地撤离。评估变电站运营方是否制定了科学合理的应急预案, 包括火灾报警、应急响应、疏散撤离等方面的内容。同时, 检查应急预案的演练情况, 以及相关人员的培训和熟悉程度, 确保在火灾发生时能够迅速有效地采取应对措施。对钢结构变电站建筑物的消防安全管理制度进行评估, 包括日常巡检、隐患排查、安全培训等方面的内容。检查消防安全管理工作的执行情况, 督促运营方加强消防安全管理和培训, 提高人员的消防意识和自救能力。

4 钢结构变电站建筑物运营期间耐久性评估指标体系

4.1 结构及材料耐久性评估指标体系

结构及材料耐久性评估是关键的组成部分。(1) 评估钢材在长期使用过程中, 由于环境因素(如温度、湿度、化学侵蚀等)的作用, 其力学性能和耐腐蚀性能的变化情况。关注材料的强度、韧性、塑性等关键性能指标的变化趋势, 以判断材料是否发生老化或性能退化。(2) 评估钢结构表面的锈蚀程度以及内部锈蚀的可能性。锈蚀会导致钢材截面减小、刚度下降, 严重时甚至可能导致结构失效。通过外观检查、无损检测等方法评估锈蚀状况, 并分析其对结构性能的影响。(3) 评估钢结构在往复荷载作用下的疲劳性能。钢结构变电站可

能受到循环变化的荷载作用,容易导致疲劳损伤。通过模拟实际荷载条件的疲劳试验或基于经验的疲劳寿命评估,判断结构的疲劳性能是否满足设计要求。(4)分析长期暴露于自然环境中的钢结构变电站,面临的各种环境因素(如紫外线照射、风雨侵蚀、冰雪荷载等)对结构耐久性的影响。这些因素可能导致材料老化、结构变形或局部损伤。评估这些影响程度,以及采取的防护措施的有效性。(5)检查钢结构变电站建筑物的结构完整性,关注结构关键部位的连接、节点构造和整体稳定性等方面。分析由于材料性能退化和环境影响所引起的结构变形、裂缝和损伤,评估其对结构安全性的影响。

(6)评估防腐涂层对钢结构耐久性的保护作用。防腐涂层能够减缓材料腐蚀过程,延长结构使用寿命。对涂层的完好程度进行检测,分析涂层失效的可能原因以及对结构耐久性的潜在影响^[4]。

综合运用这些结构及材料耐久性评估指标,可以对钢结构变电站建筑物的耐久性进行全面评价。在运营期间,通过定期的检查和检测,及时发现耐久性问题,采取适当的维护和加固措施,以延缓结构老化过程,确保结构的安全性和稳定性,延长建筑物的使用寿命。同时,持续的耐久性评估还可以为决策者提供依据,指导合理的维护和维修计划,以最大化地延长钢结构变电站建筑物的使用寿命和性能。

4.2 维护与保养管理指标体系

钢结构变电站建筑物运营期间的耐久性评估指标体系涵盖了多个方面,其中维护与保养管理指标体系是确保结构耐久性的重要环节。(1)维护计划与执行:评估运营方是否制定了详细的维护计划,包括定期检查、保养和维修的安排。检查维护计划的执行情况,关注实际维护工作的记录和效果,以评估维护工作的完整性和有效性。(2)防腐涂层保养:评估钢结构表面防腐涂层的保养状况。检查涂层是否完好,是否有剥落、损伤或老化现象。评估运营方对涂层的保养措施,包括定期涂装、修复和维护,以维持涂层的防腐性能。(3)结构检查与监测:评估运营方对钢结构变电站建筑物的结构检查和监测工作。检查是否定期进行结构健康监测,关注关键部位和连接点的检查,记录检查结果并分析结构状态的变化趋势。(4)维修记录与档案:评估运营方是否

建立完善的维修记录和档案管理制度。检查维修记录的完整性和准确性,关注维修工作的及时性、规范性和有效性。通过维修档案分析结构耐久性的发展趋势,为未来维护提供依据。(5)人员培训与能力:评估负责维护保养人员的培训和能力状况。了解人员是否经过专业培训,具备相应的技能和知识,以确保能够有效地执行维护和保养工作。(6)应急响应与预案:评估运营方对突发事件和紧急情况的应急响应能力。检查应急预案的制定和更新情况,评估人员对预案的熟悉程度,以及应急设备和资源的配备情况。(7)环境适应性措施:评估运营方为应对环境因素采取的适应性措施。关注气候变化、自然灾害等环境因素对钢结构变电站的影响,检查运营方采取的防护措施和适应性改造的实施情况。通过评估这些维护与保养管理指标,可以全面了解钢结构变电站建筑物在运营期间的维护状况,及时发现潜在问题并采取相应的改善措施。确保维护与保养工作得到充分重视和有效执行,从而提高结构的耐久性,延长建筑物的使用寿命,降低因维护不当造成的安全风险。同时,建立良好的维护与保养管理指标体系也有助于提高变电站的运行效率和可靠性,降低运营成本,为可持续发展的电力设施提供保障。

结束语

钢结构变电站建筑物的安全性和耐久性对于电力系统的稳定运行至关重要。通过建立和完善安全性与耐久性评估指标体系,可以更有效地监测和评估钢结构变电站建筑物的性能状况。我们希望通过这种研究为钢结构变电站建筑物的安全性与耐久性评估提供有益的参考,为电力设施的可持续发展做出贡献。

参考文献

- [1]于荣华.变电站土建设计中的结构安全性与耐久性分析[J].城市建设理论研究:电子版,2018(28):87.
- [2]刘正,罗焱杰.变电站土建设计中的结构安全性与耐久性分析[J].资源信息与工程,2018(4):129-130.
- [3]李长城.110kV变电站土建施工质量管理探讨[J].建材与装饰,2020(6):236-237.
- [4]王红宾,高纪云.变电站土建结构设计存在问题及处理对策[J].建筑技术开发,2021(6):7-8.