

挂篮锚固系统常见失效形式及预防措施

杨元文

中交路建南方工程有限公司 北京 101121

【摘要】：挂篮锚固系统作为桥梁等大型工程中重要的支撑结构，其失效直接影响到施工的安全性和工程质量。常见的失效形式包括锚固力不足、材料疲劳、设计缺陷等问题。针对这些问题，通过优化设计方案、加强施工管理、提升材料质量以及实施有效的技术监控等预防措施，可以显著提高系统的稳定性与安全性。本研究探讨了挂篮锚固系统的主要失效形式，分析了其原因，并提出了相应的解决策略，以减少失效带来的风险，提高工程的可靠性和施工效率。

【关键词】：挂篮锚固系统；失效形式；预防措施；工程安全；稳定性

DOI:10.12417/2811-0528.26.08.018

挂篮锚固系统广泛应用于桥梁和大型建筑工程中，承担着重要的支撑与固定作用。随着施工技术的发展和工程规模的不断扩大，挂篮锚固系统的失效问题逐渐显现。这些失效不仅会延误施工进度，还可能对工程安全构成重大隐患。因此，探索挂篮锚固系统的失效形式及其预防措施，成为提高工程施工安全性和质量的关键。本研究通过系统分析常见的失效模式，结合实际案例提出相应的预防对策，旨在为挂篮锚固系统的优化设计和施工提供理论支持和技术指导。

1 挂篮锚固系统的失效形式分析

锚固力不足是挂篮锚固系统常见的失效形式之一，通常源于锚固体与结构物之间的连接不牢固，导致锚固力分布不均匀。当施加荷载时，某些区域可能出现过大的应力集中，进而导致锚固失效。这类问题多与设计阶段的疏忽、施工不当或者施工材料的质量问题相关。在实际应用中，特别是在复杂地质条件下，锚固系统可能无法提供足够的支撑力，从而导致整体结构的稳定性下降。另一种常见的失效形式是材料疲劳。挂篮锚固系统中的钢缆或其他承载材料在长期承受周期性荷载后，可能会产生疲劳裂纹，最终导致断裂或功能丧失。特别是在频繁受力、温差较大的环境条件下，材料的疲劳性能会显著下降。钢缆或其他连接部件在长期承受反复荷载后，容易发生结构性损伤，影响系统的整体承载能力。因此，材料的选择和质量控制是避免这种失效形式的关键。

设计缺陷也是导致挂篮锚固系统失效的一个重要因素。设计阶段若未充分考虑外部荷载变化、施工过程中的实际情况以及长期服役条件，可能会导致结构的承载能力不足^[1]。设计参数的误差或忽视某些环境因素，常常使得系统无法应对实际应用中的荷载需求，最终导致失效。设计人员应在设计时进行全面的计算和模拟，确保设计的可靠性和可行性。在实际操作中，施工不当也是挂篮锚固系统失效的一个重要原因。施工过程中锚固点的定位不准确、锚固件的安装不合规，或者施工质量的

管理不到位，都可能导致系统出现失效。这些问题可能是由于技术人员经验不足、施工工艺不完善或是管理不到位等因素引起的。挂篮锚固系统的失效形式多种多样，其中锚固力不足、材料疲劳、设计缺陷和施工不当是常见的失效原因。分析这些失效形式，有助于在实际工程中采取相应的预防措施，确保挂篮锚固系统的长期稳定性和安全性。

2 挂篮锚固系统失效原因及其影响

设计阶段的疏忽往往是导致系统失效的根本原因之一。锚固系统的设计参数如果未能准确考虑外部荷载、施工过程中可能遇到的特殊情况及地质条件的变化，系统的承载能力可能无法满足实际需求，尤其是在复杂的地形或气候条件下，失效的概率会增加。设计缺陷往往表现在未充分考虑到应力集中和荷载传递的不均匀，进而导致锚固力分布不均或系统在承载过程中出现应力过大，最终造成失效。

施工过程中，施工质量和工艺的管理同样影响挂篮锚固系统的稳定性。不规范的施工操作和材料安装不当是系统失效的重要因素。举例来说，锚固点未精确定位、施工过程中受力不均或锚固件连接不牢固都会使系统失去原本应有的支撑能力。施工中的质量问题，例如材料的选用不符合要求，或施工人员对施工细节处理不当，都会增加失效风险。长期处于恶劣环境条件下，诸如温差大、湿度高等因素，也会导致材料的老化和损坏，进而影响锚固系统的整体强度和耐久性。材料的质量控制尤为关键。若钢缆或其他高强度材料在生产过程中存在瑕疵，或在施工中未得到妥善处理，极易引发疲劳损伤^[2]。材料的疲劳性能随着时间的推移会不断下降，尤其是在频繁的荷载作用下，材料容易出现裂纹或断裂，直接影响锚固系统的可靠性。材料的腐蚀也是一个不可忽视的问题，特别是在湿气较重或腐蚀性环境较强的地区，锚固材料一旦受到腐蚀，便无法有效承担原设计的荷载，严重时会导致锚固系统整体失效。

外部环境对挂篮锚固系统的影响同样不容忽视。自然环境

的变化,诸如风力、雨雪、地震等外部因素,会直接影响系统的稳定性。当这些外部荷载超出设计承受能力时,锚固系统可能会出现损坏或失效。在极端天气条件下,系统的反应可能与预期不符,从而导致结构的破坏和风险的增加。因此,挂篮锚固系统失效的原因涉及多个方面,任何一个环节出现问题,都可能导致整个系统的稳定性受到威胁。各环节的失误相互叠加,最终可能引发系统的失效,对工程安全造成重大影响。

3 挂篮锚固系统失效预防与改进措施

挂篮锚固系统失效的预防与改进措施需要从设计、施工、材料选用以及监控管理等多方面入手,以确保系统的稳定性和长期可靠性。在设计阶段,合理的计算和模拟是预防失效的第一步。设计师应根据项目的具体要求,精确计算荷载分布、锚固力的分布和应力传递情况,避免出现应力集中和不均匀分布的情况。特别是在地质条件复杂或气候条件特殊的地区,设计时要特别考虑可能出现的极端情况,确保设计具有一定的冗余度,能够适应复杂环境的变化。

施工质量的控制直接影响挂篮锚固系统的性能。在施工过程中,严格执行工艺规范和质量标准至关重要。每个锚固点的定位、每个锚固件的安装,都需经过精确测量与严格检查,以确保它们完全符合设计要求。施工人员的专业素质和操作规范化也是避免失效的关键。针对不同类型的挂篮锚固系统,应选择合适的施工方法,减少人为操作失误,确保每一步都按照最佳工艺要求进行。材料的选择和管理是保证系统长期稳定运行的基础。选择具有较高强度、抗腐蚀性和疲劳性能的材料是预

防失效的关键。高强度钢缆和锚固件应经过严格的检测和质量控制,确保其在长期受力条件下能够保持稳定的性能^[3]。对于长期暴露在恶劣环境中的系统,应选用耐腐蚀材料,并在施工时采取防腐处理,减少环境因素对材料性能的影响。定期的检查与维护,及时发现并更换老化或损坏的部件,也能有效延长系统的使用寿命。

工程实施过程中,实时的监测和技术管理起着至关重要的作用。安装适当的监测系统,实时监测挂篮锚固系统的受力情况、位移变化以及材料的疲劳情况,可以帮助工程人员及时发现潜在问题。在施工阶段,应配备专业的技术团队进行现场监督,确保所有操作都符合设计标准。对于已经投入使用的挂篮锚固系统,定期执行维护检查能够有效地识别潜在的结构损伤或老化情况,并及时采取修复措施,防止系统在关键时期发生故障。通过在设计、施工、材料选用和监控管理等方面采取有效的预防与改进措施,挂篮锚固系统的稳定性可以大大提高,系统失效的风险将得到有效控制,确保工程的安全与可靠。

4 结语

挂篮锚固系统的失效形式、原因及预防措施的研究表明,系统的稳定性受设计、施工、材料及外部环境等多重因素影响。通过对常见失效形式的深入分析及针对性改进措施的提出,有效减少系统失效风险,提升工程的整体安全性与可靠性。持续跟踪挂篮锚固系统的技术进步与创新应用,有助于进一步优化设计与施工管理,保障工程高质量推进。

参考文献:

- [1] 杨得祺.大跨度连续梁桥挂篮系统优化设计与施工关键技术[J].建筑技术,2024,55(9):1078-1082.
- [2] 李振国.连续梁菱形挂篮桁架系统施工安全可靠分析[J].现代工程科技,2023,2(13):30-33.
- [3] 许先奖.三角桁架型挂篮在跨线桥梁悬臂施工中的应用探究[J].企业科技与发展,2020(5):139-140.