

高强度螺栓抗滑移系数检测 影响因素及精准测定方法研究

吴文波

(北京恒建通达检测服务有限公司, 北京 100043)

摘要 高强度螺栓凭借卓越连接性能, 在大型钢结构工程中应用广泛。其中, 抗滑移系数是评价其连接可靠性与安全性的关键指标。但当前检测过程受螺栓表面处理工艺、预紧力控制精度、连接构件材料性能等多种因素影响, 检测结果易出现不一致或偏差较大的情况。基于此, 本文系统梳理了影响抗滑移系数检测的主要因素, 以实际工程需求为指引, 提出精准测定方法, 涵盖优化表面处理流程、强化安装工艺管控、完善检测规程等方面。经理论分析与可行性研究, 采用标准化、流程化检测并消除误差, 可有效提升测定的稳定性与精度, 为高强度螺栓连接可靠性评估及工程应用提供理论参考, 助力保障结构安全与标准完善。

关键词 高强度螺栓; 抗滑移系数; 材料性能参数; 表面处理工序; 连接可靠性

中图分类号: TU39

文献标志码: A

DOI:10.3969/j.issn.2097-3365.2026.09.039

0 引言

随着国家基础建设与大型钢铁构造工程加速推进, 高强度螺栓凭借优良力学与连接稳固特性, 成为钢铁构造连接的主要零件。依据《钢结构通用规范》及相关工程数据, 螺栓连接方式占比不断提高。在钢铁构造安全评价中, 抗滑移系数是衡量高强度螺栓连接表面防滑能力的核心指标, 其检测精度直接影响构造安全与使用年限。但现行检测方法易受螺栓表面处理、预紧力控制、连接材料性能等因素影响, 导致测量偏差, 增加安全隐患。尽管学者已开展诸多优化研究, 可实际施工中仍面临技术难题, 不同地区和单位差异大, 干扰检测结果。故需深入总结关键因素, 制定标准化测算方案, 为行业技术进步提供支撑。

1 高强度螺栓连接的工程应用及意义

1.1 高强度螺栓在钢结构中的应用场景

高强度螺栓是钢结构工程中的关键连接件, 承担着十分重要的作用^[1]。使用范围涵盖大型桥梁、高层建筑以及工业厂房等, 这些建筑对于连接件牢固程度、耐久程度以及可靠性要求特别高。高强度螺栓能够承受巨大拉力以及剪力, 确保建筑面对复杂荷载加上恶劣环境时候保持稳定。尤其在桥梁建造过程中, 高强度螺栓连接各种钢构件, 抵御风力荷载以及车辆流动

产生影响。在超高层建筑中, 保证各个构件遇到极大风速加上地震影响时候仍可牢固连接。工业厂房需要支持超重设备并且抵抗机器振动, 对连接件防止滑动能力提出严格要求。高强度螺栓提供充分技术保障, 满足了严格并且多样的工程需求。

1.2 连接性能对结构安全的重要影响

高强度螺栓作为连接件, 其性能直观影响到钢结构的全局安全性。在钢结构工程中, 高强度螺栓的抗滑移能力为保障连接可靠性的核心。未经改良的连接性能易引发结构运用过程中产生滑移, 不但削弱了连接强度, 而且容易造成结构变形乃至失效^[2]。高强度螺栓的正确应用可确保钢结构抵抗动载荷和静载荷时的稳定性, 维护全局结构免于外力干扰并高效抗御各种外部因素隐性威胁。研究如何提升螺栓连接性能是维护大型钢结构依照预定功能运作的任务。研究连接性能的优化及标准化, 能够为工程实践提供实用的技术指导。

2 抗滑移系数的影响因素

2.1 螺栓及连接件表面处理工艺

螺栓连接件表面加工方式直接改变螺栓连接件之间摩擦能力, 进而决定整体连接抗滑移能力。常见加工方式包括机械抛光、化学镀层、热处理等, 这些方式能够提高材料表面平整程度、硬度程度和接触面性

作者简介: 吴文波(1998-), 男, 本科, 助理工程师, 研究方向: 建筑材料检测。

能^[3]。表面粗糙度大小、镀层厚度以及均匀程度等参数选择不当很容易引起摩擦系数出现变化,造成测试数据产生波动。加工方式稳定程度以及重复程度同样成为测定系数准确程度关键条件。合理挑选并且严格控制表面加工方式,可以显著降低测试偏差,提高高强度螺栓连接可靠程度以及安全程度。

2.2 螺栓预紧力控制与安装工艺

螺栓预紧力控制准确程度决定连接部件牢固水平以及抗滑移性能优劣。在实际操作中,预紧力设置太大或者太小都会造成螺栓连接性能明显降低。采用扭矩以及张力控制设备能够保证预紧力精确程度,同时使连接稳定性变得更强^[4]。安装过程中各种细节处理,如螺栓孔加工精确程度,安装时候对齐到位程度,都会改变抗滑移系数最终结果。安装过程需要准确按照标准操作步骤执行,这样能够降低因为人为错误产生多种偏差以及差异现象。持续改进预紧力控制技术以及安装过程步骤,成为实现更精确抗滑移系数测量的重要途径。认真研究并深入分析这个环节,可以显著提高螺栓连接整体可靠水平以及使用安全水平,确保工程质量达到更高标准。

2.3 连接构件的材料性能参数

连接构件材料性能参数明显影响高强度螺栓抗滑移系数检测(见表1)。材料强度刚性、表面粗糙度属性决定连接构件受力时的滑移表现。材料强度增加,抗滑移能力增强;而刚性不同容易导致连接件螺栓之间出现相对移动。表面粗糙度决定摩擦系数,与抗滑移系数关系非常密切。准确评估材料性能参数成为确保抗滑移系数检测精确程度的重要步骤。优秀材料性能数据可帮助完善连接设计,提高施工质量水平。

3 检测流程的优化措施

3.1 表面处理工序的标准化

对表面处理步骤进行统一管理,是提高高强度螺栓抗滑移系数测量准确性的关键环节^[5]。螺栓与连接

板表面处理方式直接决定接触面产生摩擦性能,进而显著改变滑移系数数值。因此,需要把表面处理过程全部实行严格统一管理,确保每个环节都能做到准确控制。采用相同表面粗糙程度加上涂层厚度大小,可以有效减少因为处理方式不同导致检测数据出现差异。选择已经验证合格的表面处理材料与具体操作方法,能够保持接触面质量稳定不变,可以保证抗滑移系数测量结果保持稳定可靠。通过统一管理表面处理步骤,能够降低操作人员带来误差,为后续连接强度安全评估提供可靠依据^[6]。统一管理处理过程既能提升抗滑移系数测量准确程度与可靠程度,又能为高强度螺栓用于钢结构工程安全使用提供保障。

3.2 预紧力管控技术的提升

预紧力管控技术的进步成为保证高强度螺栓连接稳定性的重要因素。提高预紧力控制准确度需要采用先进扭矩管理设备,用数控扭矩工具完全代替传统手动操作方式,从而确保预紧力分布均匀并且保持稳定。高精度传感器加上智能监测系统能够实时查看螺栓安装时的预紧力具体情况,发现异常立即调整,可大幅减少人为失误带来的负面后果。针对各种规格螺栓和连接件都要制定对应专用预紧力数值标准,这样才能适应各种工程需求。组织操作人员接受系统专业培训,让操作人员熟练掌握精密设备使用方法完成预紧力控制工作,最终提高螺栓连接整体可靠性以及抗滑移能力。

3.3 输送与装配环节精细化把控

输送与装配环节在高强度螺栓抗滑移系数检测中担当着重要角色,其细节把控直接决定检测结果的精确性^[7]。该环节的精细化管理需贯穿“输送—存储—装配”全链条,既要保障螺栓及连接件的物理性能与表面状态不受影响,也要通过标准化操作还原真实工程应用场景,为检测数据的有效性筑牢基础。保证整个过程的精准性:

一是需优化输送与存储条件,采用专用防护工装

表1 高强度螺栓抗滑移系数影响因素分析表

影响因素类别	关键参数	影响表现
螺栓及连接件表面处理工艺	表面加工方式(机械抛光、化学镀层等)、表面粗糙度、镀层厚度及均匀度、加工方式稳定性与重复性	改变摩擦力,影响抗滑移能力;参数不当致数据波动;合理控制降偏差,提可靠与安全性
螺栓预紧力控制与安装工艺	预紧力控制准确度、扭矩及张力控制设备使用、螺栓孔加工精确度、安装对齐程度	决定牢固与抗滑移性能;预紧力不当降性能;精准控制与规范安装降偏差,提可靠与安全性
连接构件的材料性能参数	材料强度、刚性、表面粗糙度	决定受力滑移;强度增抗滑移强;刚性异致相对动;粗糙度影响摩擦系数,评估准助设计与提质量

分隔装载螺栓及连接件,避免运输途中的碰撞、摩擦导致表面涂层破损,同时存储环境需保持干燥洁净,严防油污、灰尘等污染物附着,防止污染和磨损妨碍表面处理效果,确保螺栓摩擦面的原始性能不受破坏。

二是装配环节需实施严谨的工艺流程,装配前需对螺栓、螺母及垫圈的摩擦面进行专项清洁,去除残留杂质。

4 精准测定技术与流程

4.1 标准流程的制定

建立规范流程是提升高强度螺栓抗滑移系数测量精确水平的重要环节。需清晰说明测量全部环节以及相关技术参数,保证每个环节全部受到严格管理。例如:测量以前将螺栓和连接件表面全部彻底清洁,清除表面差别给测量结果带来干扰。明确规定仪器选择和调整标准,保证数据真实可信^[8]。全部工作人员都要接受专业训练,熟练掌握规范流程和仪器使用方式,降低人为因素造成偏差。完整记录每次测量数值以及现场环境状况,提高测量结果可追溯性和统一性。依靠认真完善文件和标准操作流程制定,满足规定标准,为高强度螺栓连接可靠性提供准确数据支撑。

4.2 检测规程与设备选型

在检测高强度螺栓的抗滑移系数时,科学合理的检测规程和设备选型至关重要。检测规程应以国内外相关标准为基础,结合实际工程需求,明确各检测环节的具体步骤和要求。选择先进的检测设备能够提升测定的准确性与效率。使用电子扭矩扳手控制预紧力,有助于减少人为误差。表面轮廓仪对于评估表面处理质量起到关键作用。电子式滑移检测装置则可实时监测滑移情况,确保检测结果的可靠性。结合精准的设备选型和科学的检测规程,能够有效提升高强度螺栓抗滑移系数测定的精度,为工程应用提供坚实的数据支持。

4.3 误差消减与结果校准机制

误差降低和结果调整方法是高强度螺栓抗滑移系数检测的关键环节。为了提高测量准确程度,需要使用科学方法减少仪器设备以及操作过程中的系统误差,如选用高精度仪器并且认真执行检测流程。环境条件对检测结果产生不利影响需得到良好控制,如温度变化和湿度变化对材料性能造成干扰,可以依靠实验室环境标准化来完成调节。采用相同数据处理方法成为保持结果一致性基本保证,利用统计学方法对检测数

据实施分析,从而剔除异常数据。建立标准数据模型,确保检测结果能够准确反映螺栓真实抗滑移性能。

5 结束语

本文深入剖析了影响高强度螺栓抗滑移系数检测结果的关键因素,从理论到工艺改进实践,揭示了表面处理、预紧力控制、连接部件材料性能等环节对检测精度和一致性的决定性作用,并提出优化流程、强化工艺控制、完善标准等可靠测量方法。结果显示,标准化、流程化检测可显著提升测量准确性与工程应用价值,保障钢结构安全管理与连接性能评估质量。但当前工程现场测量仍受环境与制造差异制约,存在偏差,需深入定量分析。检测设备自动化、智能化水平亟待提升。未来研究应聚焦环境因素影响规律、新型材料与处理技术机理及数字化智能化检测设备研发。

参考文献:

- [1] 邓宗梁. 钢结构高强度螺栓连接摩擦面抗滑移系数试验方法探讨[J]. 福建建材, 2025(09):33-37.
- [2] 卢林枫, 聂少锋, 丁松林, 等. 钢结构用高强度螺栓摩擦型连接抗剪性能的腐蚀退化[J]. 交通运输工程学报, 2025,25(02):218-234.
- [3] 兰涛, 李泽旭, 张博雅, 等. 腐蚀后摩擦型耐候高强度螺栓连接抗滑移系数试验研究[J]. 工业建筑, 2023,53(09):95-103.
- [4] 刘荣阳, 张威, 曲慧, 等. 不同螺栓孔型下高强度螺栓连接抗剪试验及有限元分析[J/OL]. 工业建筑, 1-10[2023-09-06][2026-01-23]. https://kns.cnki.net/kcms2/article/abstract?v=MXvIvFkaDQyq-bpgvx2X2nIiZyWgmWa8oHSy2WrGqOaf_OT1S-8LFB4dCsLSquXGg4f8IzBzt_KgF6I0PqLkVeNoE3V74qYLu4YggHfXx3AglPNDk62ZZmJbK3R-04ymL6zZ4uM_lQMinuUOXt5SFaPmQH4TqT0lNkN4xgilbarsJJeRMlAMg==&uniplatform=NZKPT&language=CHS.
- [5] 毛坤宇, 杜叶挺, 王海荣, 等. 抗滑移系数自动检测系统研究[J]. 机械工程与自动化, 2023(02):99-101.
- [6] 宁浩杰. 高强度螺栓抗滑移系数及抗剪承载力分析[J]. 江西建材, 2023(03):37-39.
- [7] 卓凡. 高强度螺栓连接摩擦面抗滑移系数试验的影响因素[J]. 江西建材, 2023(01):92-93, 96.
- [8] 傅椒春, 杨开怀, 程艳, 等. 钢结构用高强度螺栓连接副的试验方法[J]. 福建冶金, 2022,51(04):64-66.