

光缆机械性能检测方案研究

张耀华

苏州市吴江区检验检测中心，江苏省苏州市，215200；

摘要：本文聚焦光缆机械性能检测方案展开研究。首先阐述光缆机械性能检测的重要性，接着从拉伸性能、弯曲性能、扭转性能、冲击性能等检测项目入手，详细介绍各检测项目的原理、方法及标准。通过实际案例分析，探讨检测方案在实际应用中的效果与问题。研究表明，科学合理的检测方案能有效评估光缆机械性能，保障光缆质量，为光缆的设计、生产和使用提供可靠依据，对推动光缆行业技术进步具有重要意义。

关键词：光缆；机械性能；检测方案；性能优化

DOI：10.64216/3080-1486.25.10.066

在当今信息化时代，光缆作为信息传输的重要载体，广泛应用于通信、网络、广播电视等众多领域。其性能的优劣直接影响到信息传输的质量和稳定性。光缆的机械性能是衡量光缆质量的关键指标之一，它涵盖了光缆在各种机械应力作用下的表现，如拉伸、弯曲、扭转、冲击等。良好的机械性能能够确保光缆在铺设、安装和使用过程中，有效抵御外界机械力的破坏，保持信号的正常传输。然而，目前市场上光缆产品质量参差不齐，部分光缆机械性能不达标，给通信系统的稳定运行带来隐患。因此，研究科学合理的光缆机械性能检测方案，准确评估光缆的机械性能，对于保障光缆质量、提高通信系统可靠性具有重要的现实意义。

1 光缆机械性能检测的重要性

光缆机械性能检测对通信系统稳定运行具有关键保障作用。通过检测能够筛选出拉伸强度不足、抗弯曲性能差等不合格产品，防止因机械性能缺陷导致的光缆断裂或信号传输质量问题。同时，检测过程有助于生产企业发现材料缺陷和工艺问题，为优化产品设计和改进制造流程提供依据，从而提升整体产品质量水平。在市场规范方面，统一的检测标准和严格的检测流程可有效监管产品质量，遏制部分企业为追求利润降低标准的行为，避免劣质产品流入市场。这不仅保护了消费者权益，也有利于建立健康有序的市场环境，推动光缆行业可持续发展^[1]。机械性能检测已成为保障通信安全、提升产品质量和规范市场秩序的重要技术手段。

2 光缆机械性能检测项目及方法

2.1 拉伸性能检测方法 with 标准

拉伸性能检测主要评估光缆在轴向拉力作用下的力学特性。检测时使用万能材料试验机，将试样两端固定后匀速施加拉力直至断裂，自动记录载荷和伸长数据。检测标准根据光缆类型有所不同，如通信用室外光缆要

求抗拉强度不低于特定数值，伸长率控制在规定范围内。检测过程需严格遵循国家标准，确保数据准确可靠。这项检测能有效模拟光缆在敷设和使用中承受的拉伸应力，为产品质量评估提供重要依据。

2.2 弯曲性能检测技术要点

弯曲性能检测重点考察光缆在弯曲状态下的光学特性变化。常用固定半径弯曲法，将光缆绕在特定直径的弯轮上测定光功率损耗；也可采用渐变半径法，通过逐步减小弯曲半径观察损耗变化。检测标准明确规定了不同弯曲半径下的最大允许附加损耗值，如某些标准要求弯曲后的损耗增量不超过 0.1dB/km。检测时需确保试样不受额外外力干扰，以保证测试结果的准确性。这项检测对评估光缆在复杂敷设环境中的适用性具有重要意义。

2.3 扭转性能检测实施方案

扭转性能检测旨在评估光缆抵抗扭转变形的能力。使用专用扭转试验机，对固定试样施加扭矩并记录扭转角度与扭矩的关系曲线。检测过程中需密切观察试样是否出现断裂、光纤损耗异常增加等现象。相关标准规定了光缆在承受特定扭矩和扭转次数后的性能要求，包括结构完整性和传输特性指标。这项检测能有效模拟光缆在施工盘绕、牵引敷设等过程中可能遇到的扭转应力情况。

2.4 冲击性能检测规范要求

冲击性能检测通过落锤试验模拟光缆遭受瞬时冲击的工况。将试样固定在试验台上，使规定质量的落锤从设定高度自由下落进行冲击。冲击后需详细检查试样外观损伤情况，并测量光纤传输性能变化。检测标准明确规定了冲击能量、次数等参数，以及冲击后允许的性能变化范围^[2]。这项检测对评估光缆在施工或使用过程中抗意外撞击的能力具有重要价值，能为产品结构设计

和材料选择提供参考依据。

3 光缆机械性能检测方案的设计与实施

3.1 检测方案的设计原则

3.1.1 全面性原则

检测方案需要系统覆盖光缆的各项机械性能指标，包括拉伸强度、弯曲特性、扭转性能和抗冲击能力等关键参数。在制定具体检测项目时，要充分考虑不同类型光缆的实际使用场景，如直埋光缆需侧重拉伸和冲击性能，架空光缆则要重点关注弯曲和扭转特性。此外，还需结合光缆的结构特点和使用环境，制定差异化的检测标准和要求，确保检测结果能够全面反映光缆在实际使用环境中的机械性能表现。

3.1.2 准确性原则

为确保检测数据的可靠性，应选用精度等级高、稳定性好的专业检测设备，并建立完善的设备校准和维护制度。检测人员必须经过专业培训，严格按照标准操作规程开展工作。在数据处理环节，要采用科学的统计分析方法，设置合理的误差范围，并通过多次重复测试来验证结果的重复性和再现性。同时，要建立严格的质量控制程序，对检测过程中的各个环节进行监督，最大限度减少人为因素和系统误差对检测结果的影响。

3.1.3 可行性原则

检测方案的设计要充分考虑实际条件，在保证检测质量的前提下，合理控制检测成本和时间投入。方案制定时要结合实验室的设备配置和技术能力，选择切实可行的检测方法。对于常规检测项目，可以采用标准化的检测流程提高效率；对于特殊要求的检测，则需制定针对性的实施方案。同时，检测方案要符合国家相关标准和行业规范的要求，确保检测结果的权威性和可比性。

3.2 检测方案的实施步骤

3.2.1 样品采集

按照统计学原理确定合理的抽样数量，从同一生产批次中随机抽取具有代表性的光缆样品。抽样时要考虑光缆的结构特点和规格型号，确保样品能够真实反映整批产品的质量状况。在样品采集、运输和储存过程中，要采取有效的保护措施，防止样品受到机械损伤、污染或环境因素的影响，确保样品的原始状态。

3.2.2 样品预处理

根据检测项目的要求，对样品进行适当的预处理。包括去除外护套、清洁样品表面、测量样品尺寸等准备工作。对于需要进行状态调节的样品，要按照标准要求，在特定温湿度环境下进行充分平衡^[3]。预处理过程中要详细记录样品的初始状态，为后续检测结果的准确分析提供依据。

3.2.3 检测设备准备

在检测开始前，要对所有检测设备进行全面的检查和校准。确认设备处于正常工作状态，精度符合检测要求。根据检测项目准备相应的夹具、测量工具等辅助设备。对于精密仪器，要进行预热和调试，确保设备达到最佳工作状态。同时要准备好数据记录表格和必要的安全防护设施。

3.2.4 检测操作

严格按照检测方案 and 标准规程进行操作。每个检测项目都要按照规定的加载速度、环境条件等参数执行。在检测过程中要密切观察样品的变形情况和设备的运行状态，及时记录原始数据。对于重要参数要进行多次测量取平均值，特殊现象要详细记录并拍照留存。操作人员要具备处理突发情况的能力，确保检测过程安全可控。

3.2.5 数据处理与分析

采用专业的统计分析软件对检测数据进行处理，计算各项性能指标的平均值、标准差等统计量。通过对比标准要求，评估光缆的机械性能水平。对于异常数据要进行复核，分析产生原因。最终形成完整的数据分析报告，为产品质量评价提供科学依据。

3.2.6 检测报告编制

检测报告要全面反映检测过程和结果，包括样品信息、检测依据、检测条件、原始数据、结果分析等内容。报告格式要规范，数据要准确，结论要明确。报告编制完成后，要经过审核人员严格审查，确保报告质量。完整的检测报告要归档保存，便于后续查询和追溯。

4 实际案例分析

4.1 案例背景与检测概况

某通信设备制造企业对其新投产的室外光缆产品进行了系统性质量检测。本次检测旨在全面评估产品的机械性能，检测范围覆盖了拉伸、弯曲、扭转及冲击等关键指标。检测过程严格遵循行业规范，采用标准化的测试流程和设备，确保检测结果的准确性和可比性。

4.2 检测结果分析

在拉伸性能测试中，随机抽取的 10 组样品平均抗拉强度达到 1200N，伸长率维持在 15% 左右，各项数据均满足技术规范要求。弯曲性能检测显示，大部分样品在弯曲半径为缆径 20 倍的测试条件下表现良好，仅有少量样品出现轻微的光信号衰减，但衰减值仍在允许范围内。扭转测试结果表明，所有受试样品在完成 360 度扭转后均保持结构完整，光学性能未出现明显变化。冲击测试采用 1kg 落锤从 1 米高度自由落体冲击，测试后样品外观无破损，传输功能正常。

4.3 问题诊断与改进建议

尽管整体检测结果符合标准,但弯曲测试中部分样品出现的轻微性能波动值得关注。分析认为这可能与光缆内部结构在弯曲应力下的微小形变有关。建议生产方从材料选择和工艺优化两方面着手改进:一方面可考虑采用柔韧性更佳的填充材料,另一方面可调整绞合工艺参数,以增强光缆的抗弯曲性能^[4]。该案例充分证明,系统的机械性能检测不仅能有效把控产品质量,还能为生产工艺的持续改进提供明确方向。

5 光缆机械性能检测方案存在的问题及改进措施

5.1 存在的问题

5.1.1 检测标准不统一

目前,不同地区和行业对光缆机械性能检测的标准存在一定差异,这给光缆的生产、销售和使用带来了一定的困扰。缺乏统一的检测标准,导致市场上光缆产品质量参差不齐,难以进行有效的质量监管。

5.1.2 检测设备精度有限

部分检测设备的精度和稳定性不够高,可能会影响检测结果的准确性。一些小型企业由于资金有限,无法配备先进的检测设备,只能使用较为简陋的设备进行检测,这可能导致检测结果存在较大误差。

5.1.3 检测人员专业水平参差不齐

光缆机械性能检测需要检测人员具备一定的专业知识和技能。然而,目前检测人员的专业水平参差不齐,部分检测人员缺乏系统的培训和实践经验,对检测标准和操作方法的掌握不够准确,这也会影响检测结果的质量。

5.2 改进措施

5.2.1 统一检测标准

相关部门应加强协调和沟通,制定统一的光缆机械性能检测标准。该标准应综合考虑光缆的类型、使用场景和行业需求,具有科学性和可操作性。同时,要加强检测标准的宣传和推广,确保企业和检测机构能够严格按照标准进行检测。

5.2.2 提高检测设备精度

企业应加大对检测设备的投入,引进先进的检测设备,提高检测的精度和稳定性。对于资金有限的小型企业,可以通过与科研机构或大型企业合作,共享检测设备资源。此外,要定期对检测设备进行维护和校准,确保设备始终处于良好的运行状态。

5.2.3 加强检测人员培训

加强对检测人员的专业培训,提高其专业水平和操

作技能。培训内容应包括光缆机械性能检测的相关知识、检测标准和操作方法等。可以通过举办培训班、开展技术交流活动等方式,为检测人员提供学习和交流的平台。同时,要建立检测人员考核机制,对检测人员的专业能力进行定期考核,确保其具备相应的检测能力。

6 结论与展望

6.1 结论

本文对光缆机械性能检测方案进行了深入研究。通过阐述光缆机械性能检测的重要性,介绍了拉伸性能、弯曲性能、扭转性能和冲击性能等检测项目的原理、方法和标准。设计了科学合理的检测方案,并通过实际案例分析验证了检测方案的有效性和可行性。同时,指出了当前光缆机械性能检测方案存在的问题,并提出了相应的改进措施。研究表明,科学合理的检测方案对于保障光缆质量、提高通信系统可靠性具有重要意义。

6.2 展望

随着通信技术的不断发展,光缆的应用范围越来越广泛,对光缆机械性能的要求也越来越高。未来,光缆机械性能检测方案将朝着更加智能化、自动化和高效化的方向发展。例如,利用先进的传感器技术和数据分析方法,实现对光缆机械性能的实时监测和在线检测;开发更加精准的检测设备和检测方法,提高检测的准确性和可靠性。同时,应进一步加强光缆机械性能检测标准的研究和制定,推动光缆行业的标准化和规范化发展。相信在不久的将来,光缆机械性能检测技术将不断完善,为光缆行业的发展提供更加有力的支持。

参考文献

- [1]王志东,陈晨阳,刘晓明.基于自适应特征提取的通信光缆缺陷检测方法[J].图学学报,2025,46(02):241-248.
- [2]周琳.室内光缆机械性能检测探究[J].中国高新科技,2021,(16):21-22.
- [3]彭同宇.基于ARM的光缆线路巡检与施工机械检测研究[D].武汉轻工大学,2020.
- [4]丁旬.通信光缆线路中的故障点定位和有效检测技术探讨[J].内江科技,2020,41(02):34+69.

作者简介:张耀华,出生年月:1989年02月,性别:男,民族:汉族,籍贯:江苏苏州,学历:大学本科,职称:工程师(电子工程专业),研究方向:光电缆检测或方案研究。