

浅谈公路桥梁工程测量与测绘技术应用

张 杰

宁夏交通建设股份有限公司 宁夏 银川 750000

摘 要：公路桥梁工程对测量与测绘技术的要求极高，其精密度与准确性直接关系到工程质量和安全。施工放样技术确保设计图纸精确转化为现场实际，而变形监测则通过高精度设备实时捕捉结构变化，保障桥梁长期稳定运行。随着科技的发展，GPS、全站仪、无人机测绘等先进技术被广泛应用，不仅提高了测量效率，还增强了数据处理与分析能力，为公路桥梁工程的安全、高效建设提供了坚实支撑。

关键词：公路桥梁；工程测量；测绘技术应用

引言：公路桥梁工程作为社会基础设施建设的重要组成部分，其建设质量直接关系到人民生活的安全。在公路桥梁工程的实施过程中，测量与测绘技术作为关键技术环节，对于确保工程精度、优化设计方案、指导施工操作及保障运营安全具有不可替代的作用。随着科技的不断进步，现代测量与测绘技术日新月异，为公路桥梁工程的高效、精准建设提供了强有力的技术支持。本文旨在探讨公路桥梁工程测量与测绘技术的最新应用及其重要性。

1 测量与测绘技术在公路桥梁工程中的重要性

在公路桥梁工程中，测量与测绘技术不仅是项目启动的基石，更是贯穿整个建设周期、确保工程质量与安全的关键环节。第一，精确的测量是项目规划与设计的首要条件。通过测绘技术，能够全面、准确地获取地形地貌、水文地质等自然条件数据，为桥梁的选址、跨度设计、基础施工方案等提供科学依据。这些数据的精确性直接影响到设计方案的经济性、合理性和可行性，是避免“先天不足”的重要保障。第二，在施工过程中，测量与测绘技术发挥着实时监控与校正的作用。桥梁建设涉及复杂的空间结构，每一个施工阶段的定位、放样、标高控制等都离不开精准的测量^[1]。通过定期或不定期的复测，可以及时发现并纠正施工偏差，确保桥梁各部位按设计要求精确就位，从而保证桥梁的整体稳定性和安全性。第三，测量与测绘技术还促进了施工管理的智能化与精细化。随着GPS、无人机、激光扫描等现代测绘技术的应用，可以高效、快速地获取施工现场的三维数据，为施工管理提供直观的数字化模型。这不仅提高了管理效率，还使得问题发现与解决更加及时、精准，进一步提升了工程质量。

2 公路桥梁工程测量的关键技术

2.1 高精度控制测量技术

高精度控制测量技术主要依赖于先进的测量仪器和精确的测量方法。其中，GPS（全球定位系统）和全站仪是两种常用的高精度测量仪器。GPS技术以其远距离、实时、精确、三维、快速、全天候的特点，在桥梁施工控制网的建设中发挥着重要作用。通过GPS测量，可以建立高精度的平面控制网和高程控制网，为桥梁施工提供准确的基准点。同时，GPS技术还能实现数据的实时传输和处理，提高了测量效率和精度。全站仪则以其高精度、多功能、易操作的特点，在桥梁施工放样和细部测量中得到了广泛应用。全站仪能够同时测量水平角、竖直角和距离，通过坐标法、极坐标法等多种方法进行放样和测量，满足桥梁施工对高精度定位的需求。在高精度控制测量技术的应用过程中，还需要注意以下几个方面：一是选择合适的测量方法和仪器，根据工程实际情况和测量要求，选用最合适的测量方案；二是进行严格的测量控制，包括仪器检校、测量环境控制、测量数据处理等，确保测量结果的准确性和可靠性；三是加强测量人员的培训和管理，提高测量人员的专业技能和责任意识，确保测量工作的顺利进行。随着测量技术的不断发展，一些新的高精度控制测量技术也在不断涌现，如激光测距、三维激光扫描等。这些新技术为桥梁工程测量提供了更多的选择和可能，进一步提高了测量精度和效率。

2.2 自动化与智能化监测技术

在公路桥梁工程领域，自动化与智能化监测技术深度融合了高精度传感器、智能数据处理算法、远程通信技术以及自动化巡检系统，实现了对桥梁结构状态的全面、实时、精准监测。高精度传感器作为自动化监测的基础，被广泛应用于桥梁的关键部位，如支座、墩台、梁体等，实时监测其应力、振动、位移等关键参数。这些传感器不仅具备极高的测量精度，还能在复杂环境下

稳定运行,确保数据的连续性和可靠性。通过多传感器融合技术,将不同类型传感器的数据进行综合处理,进一步提高了监测系统的整体性能和准确性。另外,智能数据处理算法是自动化监测技术的核心。它利用大数据、云计算等先进技术,对传感器采集的海量数据进行快速处理、深度挖掘和智能分析。通过预设的阈值和智能算法,系统能够自动判断桥梁结构是否处于安全状态,一旦发现异常或潜在风险,立即触发预警机制,为管理人员提供及时的决策支持。这种智能分析不仅提高了监测效率,还增强了预警的准确性和可靠性。再者,远程通信技术使得监测数据能够实时传输至监控中心,实现远程监控和集中管理。管理人员无需亲临现场,即可通过监控平台查看桥梁的实时状态,进行远程操控和指挥。这不仅提高了工作效率,还降低了人力成本和安全风险。最后,自动化巡检系统作为智能化监测的补充手段,利用无人机、巡检机器人等设备对桥梁进行自动化巡检。这些设备能够高效、准确地完成巡检任务,特别是对于高墩、高塔等难以到达的部位,能够提供更为详尽的巡检数据和图像资料。通过结合自动化巡检数据和智能分析结果,可以更加全面地评估桥梁的结构状态和安全性能。

2.3 先进的数据处理与分析技术

在公路桥梁工程测量领域,先进的数据处理与分析技术涉及对海量测量数据的快速处理,还涵盖了数据的深度挖掘、智能分析以及可视化展示等多个方面,为工程实践提供了强有力的支持。大规模数据处理技术如分布式计算框架(如ApacheHadoop、ApacheSpark)和云计算平台被广泛应用于公路桥梁工程的数据处理中。这些技术能够高效处理数百万甚至数十亿条测量数据记录,通过并行计算和弹性扩展,极大地提升了数据处理的速度和效率。同时,数据仓库技术(如AmazonRedshift、GoogleBigQuery)也提供了高性能的数据存储和查询能力,确保数据的快速访问和实时分析。智能数据分析算法在数据处理中发挥着核心作用。机器学习、人工智能等先进技术被用于从海量数据中提取有价值的信息和模式^[2]。例如,通过训练神经网络模型,可以对桥梁的振动数据进行模式识别,从而判断桥梁结构的健康状况。除此之外,时间序列分析、聚类分析、关联规则挖掘等数据挖掘技术也被广泛应用于公路桥梁工程的数据分析中,帮助工程师发现数据中的隐藏规律和趋势。在数据可视化方面,先进的可视化工具(如Tableau、PowerBI)将复杂的测量数据转化为直观易懂的图表和图形。这些可视化展示不仅有助于工程师快速理解数据特征,还能

能够为决策者提供直观的决策依据。通过可视化分析,工程师可以更加清晰地看到桥梁结构在不同工况下的表现,以及不同因素对桥梁性能的影响。

3 公路桥梁工程测绘技术的具体应用

3.1 地形图测绘与三维建模

在公路桥梁工程中,地形图测绘与三维建模作为测绘技术的具体应用,对于确保工程设计的准确性和施工的高效性具有至关重要的作用。地形图测绘首先依赖于高精度的数据采集技术,如全站仪、GPS等。这些设备能够实时、准确地采集地形地貌、地质条件、地下管线等关键数据,为后续的桥梁设计提供坚实的数据基础。采集到的原始数据需要经过专业的处理和分析,以形成准确的地形图。这包括数据的坐标转换、高程修正、误差校正等步骤,确保地形图的精确性和可靠性。三维建模技术能够将地形图转化为三维空间模型,使工程师能够以更加直观的方式了解桥梁所处的地形环境。这种直观展示有助于工程师更好地理解地形特征,为桥梁设计提供更为准确的参考。通过三维建模,工程师可以对桥梁结构进行精确的模拟和仿真。这包括桥梁的几何形状、结构尺寸、材料属性等方面的模拟,以及在不同工况下的受力分析和变形预测。这种精确模拟有助于工程师在设计阶段发现并解决潜在问题,提高设计的合理性和安全性。三维建模技术还支持多专业、多团队的协同设计。不同专业的工程师可以在同一个三维模型上进行工作,实现设计信息的实时共享和交互。这有助于减少设计冲突和重复工作,提高设计效率和质量。以长江大桥为例,通过CATIA等三维设计软件,工程师可以基于地形图数据进行三维建模。在建模过程中,可以充分利用CATIA的参数化设计功能,实现桥梁结构的精确模拟和仿真。

3.2 地质勘察与灾害评估

在公路桥梁工程领域,地质勘察与灾害评估是测绘技术不可或缺的核心应用,其深度实践对于确保工程安全、提升设计精准度具有至关重要的作用。这一过程不仅涉及对地质环境的详细探查,还包含对潜在灾害风险的全面评估与预防策略的制定。地质勘察工作通过综合运用多种技术手段,如地质钻探、物探、原位测试及遥感技术等,深入剖析工程区域的地质构造、岩土性质、地下水文条件等关键因素。这些技术手段的精准应用,能够精确获取地下岩层的分布、厚度、物理力学性质等数据,为桥梁工程的基础设计、桩基选型及施工方法提供科学依据。同时,通过地质勘察,还能及时发现并评估地质灾害隐患,如滑坡、泥石流、地面沉降等,为工

程安全提供预警。在灾害评估环节，测绘技术同样发挥着重要作用。基于地质勘察数据，结合区域历史灾害记录、气象资料及现代数值模拟技术，对潜在灾害进行定量分析，评估其发生概率、影响范围及可能造成的后果。这一过程不仅要求数据的全面性和准确性，还需运用先进的评估模型和算法，确保评估结果的科学性和可靠性。通过灾害评估，可以为工程提供针对性的防灾减灾措施，如加强地质防护、优化工程布局、提高施工标准等，从而有效降低灾害风险，保障工程安全。随着科技的进步，测绘技术在地质勘察与灾害评估中的应用也在不断深化和创新。例如，无人机航拍、三维激光扫描等新技术的应用，不仅提高了数据采集的效率和精度，还使得地质环境的可视化程度更高，有助于工程师更直观地理解地质条件和灾害风险。

3.3 施工放样与变形监测

在公路桥梁工程中，测绘技术的具体应用不仅体现在前期的设计与规划阶段，更贯穿于施工放样与变形监测的全过程，确保工程实施的精确性与安全性。施工放样是测绘技术在公路桥梁工程施工阶段的核心应用之一，其目标是将设计图纸上的几何要素精确地放样到实地，以指导施工。这一过程主要包括以下几个关键步骤：中线放样：利用全站仪等高精度测量仪器，根据设计坐标进行导线点复测和中桩放样。通过导线点坐标复测，确保导线测量的准确性；中桩放样则是以导线点为基准，精确放出桥梁中线上的关键点位，如桥墩中心、桥面边缘等。这一过程需严格控制测量误差，确保放样精度满足设计要求。高程放样：在桥梁施工过程中，还需进行高程放样，即根据设计高程，利用水准仪等仪器将高程点放样到实地，以控制桥梁的竖向位置。高程放样的精度同样对桥梁的施工质量有着重要影响^[3]。另外，变形监测是公路桥梁工程运营阶段的重要工作，旨在及

时发现并处理桥梁结构的变形问题，确保桥梁的安全运行。测绘技术在变形监测中的应用主要体现在以下几个方面：高精度监测设备：利用GPS、测量机器人、微波测距仪等高精度监测设备，对桥梁的关键部位进行实时监测。这些设备能够自动采集数据，并通过无线传输技术将数据传输至监控中心，实现远程监控。静态与动态监测结合：根据桥梁的实际情况，采用静态监测与动态监测相结合的方式。静态监测主要用于定期检测桥梁的变形情况，如通过水准测量、全站仪测量等手段获取桥梁的变形数据；动态监测则利用测量机器人等自动化设备进行实时监测，及时发现并处理突发变形情况。数据分析与预警：对监测数据进行深入分析，建立桥梁变形预警系统。通过设定预警阈值，当监测数据超过阈值时，系统自动发出预警信号，提醒管理人员及时采取措施进行处理。

结语

综上所述，公路桥梁工程测量与测绘技术的应用，是保障工程质量、提升建设效率、确保运营安全的关键所在。随着科技的飞速发展，测绘技术不断创新与升级，为公路桥梁工程带来了前所未有的发展机遇。未来，我们应继续深化对测量与测绘技术的研究与应用，推动其与现代信息技术的深度融合，为构建更加安全、高效、智能的公路桥梁工程体系贡献力量。

参考文献

- [1]罗涛.测量及测绘新技术在桥梁工程测量中的应用[J].四川建材,2020,46(04):49+52.
- [2]陈震.工程地质测绘中的现代测绘技术应用分析[J].矿业装备,2022(02):78-79.
- [3]刘晓龙.关于测绘技术与测量技术在公路桥梁工程中应用的思考与研究[J].西部资源, 2020(3): 140-142.