

精密工程测量技术在工程测量中的运用

肖体昌

四川省第十一建筑有限公司

DOI:10.12238/btr.v7i4.4477

[摘要] 伴随现代工程建设的规模以及复杂性持续增大,对于测量精度与准确性的诉求也在日渐提升。精密工程测量技术作为一种高精度、高效率的测量方式,于工程测量里起着极为关键的作用。本文深入研讨它在工程测量领域的具体应用,旨在给相关研究与实践给予有价值的参考。

[关键词] 精密工程测量; 工程测量; 精度; 应用

中图分类号: TB22 **文献标识码:** A

The application of precision engineering measurement technology in engineering measurement

Tichang Xiao

Sichuan Eleventh Construction Co., LTD

[Abstract] As the scale and complexity of modern engineering construction continue to increase, the demand for measurement accuracy and accuracy is also increasing. As a high precision and high efficiency measurement method, precision engineering measurement technology plays a very key role in engineering measurement. This paper discusses its application in the field of engineering measurement, in order to provide a valuable reference for related research and practice.

[Key words] precision engineering measurement; Engineering survey; Precision; Apply

在当代工程建设的广阔天地中,高精度的测量技术占据着保障工程质量与安全的核心地位。随之兴起的精密工程测量技术,已稳固地融入工程测量体系,不仅跨越了传统测量手段的限制,更为多元化、高难度的工程项目提供了坚实的数据基石,其应用领域因此展现出了极为广泛的拓展潜力。

1 精密工程测量技术的特点

精密工程测量相较于传统模式,展现出诸多鲜明特性。

(1) 精度高。以大型桥梁建设为例,桥墩定位之精确需达毫米级乃至更细微层面,以确保结构稳固与安全。此高精度标准不仅考验测量仪器的尖端性,还涵盖测量方法的科学性、数据处理的无误性以及从业人员的专业深度。

(2) 可靠性强。常关联于关键基础设施或高价值生产活动,测量结果的准确无误成为基石。任何细微偏差均可能引发连锁反应,包括工程质量风险、成本攀升乃至项目失败。为确保高可靠性,测量流程须经严格质控,采用多元化测量方法相互印证,数据历经多轮复核,并构建全面的误差分析与应对机制。

(3) 多学科交叉融合。不仅根植于测绘科学,更广泛吸纳物理学、计算机科学、数学、地质学等多元知识体系。例如,卫星定位技术依托于电磁波传播理论;数据处理与分析则仰仗数学中的统计方法与算法智慧;面对复杂地质条件,地质学知识成为

不可或缺的支持。此多学科交织,赋予精密工程测量应对复杂工程挑战之能力。

(4) 复杂程度大。作业环境可能极端恶劣,如极端温度、高湿度、强磁场或震动等,这些因素均可能对测量设备性能及结果造成干扰。因此,实施精密测量时,需全面评估环境因素,采取针对性防护措施与误差校正策略,以保障测量结果的精确与可靠。

2 精密工程测量的主要技术手段

2.1 全球导航卫星系统(GNSS)

全球导航卫星系统(GNSS)在精密工程测量领域内占据着举足轻重的地位,其作为卫星基础的导航与定位平台,能够精准地为用户提供位置、速度及时间信息。其运作核心在于捕捉多颗卫星播发的信号,并依据三角测量法则精确计算出接收机所处的空间坐标。在精密工程测量的语境下,GNSS技术展现出了多重显著优势。一方面,该技术实现了跨越时空界限的全天候、全球覆盖测量能力,解除了地域与时段的约束,使得偏远地域及恶劣气候条件下的测量作业得以实现。另一方面,GNSS以其卓越的精度著称,借助差分技术及精密星历等策略,能够达成厘米级乃至毫米级的精准定位,充分契合了精密工程对测量精度的严苛需求。然而,GNSS测量亦非全然无虞,其在特定环境下遭遇的挑战

亦不容忽视。诸如城市峡谷内高楼密集区、茂密森林等场所, 卫星信号可能遭受遮挡或干扰, 进而影响定位精度乃至造成定位失败。同时, 电离层延迟、对流层延迟等自然因素亦会引入误差, 需采取相应措施进行校正。为应对上述局限, 业界常将GNSS与其他高精度测量技术(诸如全站仪测量、惯性导航系统)相融合, 通过技术手段互补, 提升测量的整体可靠性与精确度, 确保精密工程测量任务的圆满完成。

2.2 全站仪测量

全站仪作为高度集成的光学、机械与电子技术的精密测量设备, 在精密工程测量领域内应用广泛且深入。该仪器能够同步执行角度(涵盖水平角与垂直角)与距离的测量任务, 并依托其内置的微处理器, 高效计算出测点的三维坐标与高程信息。全站仪测量技术以其高精度、高效率及操作便捷性而著称。例如, 其角度测量精度往往能达到秒级标准, 而距离测量则能精确至毫米级别。在实际操作场景中, 仅需将全站仪安置于已知控制点上, 经过精确对中整平后, 即可迅速瞄准目标点, 自动完成测量流程。此外, 全站仪还融入了自动追踪与智能识别目标等先进技术, 极大地提升了测量作业的自动化水平与数据准确性。在建筑工程实践中, 全站仪被广泛应用于施工放样环节, 确保设计图纸上的点位能够准确无误地转移至实际施工场地。在隧道工程建设中, 可以保障隧道施工严格遵循设计蓝图进行。而在变形监测领域, 通过对特定监测点的周期性精确观测, 全站仪能够捕捉并记录下位移变化数据, 为工程项目的安全评估与风险管理提供坚实的数据支撑。

2.3 激光测量

激光测量技术依托激光的卓越方向性、高度单色性及亮度特性, 实现了高效且精确的测量过程。在激光测量的技术范畴内, 激光测距与激光扫描为两大核心应用。激光测距技术, 通过精确计算激光脉冲在空气中的传播时间来确定距离, 其特点在于测量迅速且精确度高, 广泛适用于建筑物高度测定、大型结构体变形监测、地形测绘等多个工程测量领域。以高层建筑变形监测为例, 通过在建筑表面布置反射标记点, 激光测距仪能定期监测这些点与测量基准站间的距离变动, 进而深入分析建筑物的倾斜与沉降状况。另一方面, 激光扫描技术以其高效采集物体表面三维点云数据的能力, 构建了详尽准确的三维模型, 极大地推动了文物保护、工业制造、建筑数字化等领域的发展。在文物保护领域, 激光扫描技术能够精确捕捉古建筑的外形轮廓与结构细节, 为文物的修复与保护工作提供了宝贵的数字化资料。而在工业制造领域, 该技术则用于零部件的快速检测, 确保产品尺寸与形状精准符合设计规格, 促进了生产质量与效率的双重提升。

2.4 摄影测量与遥感

摄影测量与遥感技术依托固有几何与物理属性, 经由立体像对的解析算法处理, 得以精确解算出地面点的三维空间坐标。近景摄影测量凭借其小范围作业与高精度特性, 成为建筑物立面精细测绘、文物数字化建模等任务的理想选择。而无人机摄

影测量, 则因其灵活性、高效性及成本效益, 在快速捕获大范围地形地貌与地物信息方面展现出显著优势。另一方面, 遥感技术通过卫星、航空器等平台搭载的传感器系统, 实现对广阔地域内地面影像与光谱数据的广泛采集。在工程测量领域内, 遥感技术被广泛应用于土地利用现状调查、地质灾害预警监测、环境质量评估等多个方面。

2.5 三维激光扫描

三维激光扫描装置运作时, 向目标物体投射激光束, 并捕获反射回的激光信号, 据此计算出激光束的往返时间与角度参数, 进而精确测定物体表面各点的三维空间坐标。三维激光扫描技术广泛应用于建筑竣工验收、形变监测及古建筑保护等场景。通过对建筑物实施全面扫描, 可高效构建其精确的三维数字模型, 随后与设计蓝图进行比对分析, 以评估施工质量。在形变监测环节, 定期对建筑物执行扫描作业, 并利用点云数据的差异分析技术, 能够精准捕捉并量化建筑物的形变状态。针对古建筑, 三维激光扫描技术实现了非接触式的高精度信息采集, 为古建筑的结构解析、保护规划及修复工作提供了坚实的数据基础。在工业制造领域, 三维激光扫描亦展现出重要价值, 涵盖模具制造、零部件质量检验及逆向工程等多个方面。以模具制造为例, 该技术能够详尽检测模具的尺寸精确度与表面质量状况, 助力及时发现并调整潜在问题。而在逆向工程实践中, 通过扫描既有产品以获取其详尽的三维数据, 为后续的设计重构与生产制造流程提供了宝贵的数字资产。

3 精密工程测量技术在工程测量中的应用领域

3.1 大型建筑工程测量

高精度的全球导航卫星系统(GNSS)技术结合全站仪测量技术被应用于构建首级控制网络, 为后续详尽的测量作业奠定了坚实的基准基础。同时, 摄影测量与遥感技术的融入, 使得工程区域的地形地貌信息得以精准获取, 为设计团队在场地规划与建筑布局方面的决策提供有力支持。全站仪以其卓越的测量精度, 确保了桩位放样的准确无误, 并对基础的开挖深度与边界实施了严格把控, 从而保障了基础结构的稳固性与承载能力。主体结构施工阶段, 对建筑物轴线、垂直度及标高的精准控制成为重中之重。此阶段, 激光铅直仪与全站仪协同作业, 执行竖向传递测量任务, 确保各楼层结构间的精准对接。此外, 三维激光扫描技术被引入施工现场, 实现对施工过程中的结构形态进行实时、非接触式的监测, 便于及时发现并纠正任何潜在的偏差。

3.2 隧道与地下工程测量

在隧道工程的勘察与设计筹备阶段, 精密测量技术被应用于获取隧道路径沿线的地形地貌与地质构造信息, 为线路的最优选择与科学设计奠定坚实基础。此过程中, GNSS技术与全站仪协同作业, 构建起高精度的控制网络, 精确锁定隧道进出口位置及关键控制点的空间坐标。隧道施工阶段, 精确测量隧道掘进的方向与坡度成为关键任务。通过部署全站仪、激光指向仪等先进设备, 实现对隧道开挖轮廓与衬砌安装位置的实时监测, 确保施工活动严格遵循设计蓝图进行。同时, 依托测量数据开展隧道

形变监测工作,及时发现并有效应对潜在的安全风险。对于地铁站、地下停车场等地下工程项目,精密测量技术同样扮演着至关重要的角色。该技术被用于精确标定地下结构体的位置界限,严格监控施工期间的沉降与位移状况,以保障工程结构的稳定性与安全性。在涉及交叉通道、换乘节点等复杂构造的施工中,三维激光扫描技术凭借其高效获取详尽空间信息的能力,为施工方案的制定与优化提供了有力支持。

3.3 精密工业测量

在航空航天领域,三维激光扫描技术可以实现对零部件的精细测量与检测,确保其与设计规格严丝合缝。而在飞机总装阶段,摄影测量与全站仪测量技术携手并进,共同对飞机的外部轮廓与内部结构进行精确检测与调整,从而保障飞机的卓越飞行性能与安全标准。在汽车工业,发动机、变速器等核心部件的制造同样离不开高精度的测量保障。三坐标测量机与激光测量技术作为得力工具,被广泛应用于零部件的尺寸、形状及位置精度的严格检测中,有效把控生产过程中的质量关。在整车装配线上,激光跟踪仪与视觉测量系统更是发挥了实时监控车身装配精度的关键作用,促进了生产效率与产品质量的双重飞跃。电子设备制造领域中,集成电路、平板显示器等高科技产品的制造对精度提出了更为严苛的挑战。精密测量技术能对芯片的微细版图、线路板的精密布线等进行深入检测与分析,确保产品性能卓越且可靠性高。

3.4 能源工程测量

大坝、厂房、引水隧洞等关键构筑物均需精确测量,GNSS技术与全站仪协同作业,构建起高精度的控制网络,为施工放样作业及后续变形监测奠定坚实基础。大坝施工阶段,通过细致测量混凝土浇筑层的厚度与表面平整度,有效保障了大坝的整体质量。此外,对水库库容及水位的持续监测,为水资源的科学调度与高效利用提供了数据支撑。风电场的建设中,全站仪与激光测量技术的融合应用,确保了风机安装的精确性与运行过程中的稳定性。同时,风电场地形地貌的详尽测量,为风机布局的优化设计提供了科学依据。石油化工设施的安装与检测环节中,精密测量技术同样发挥着不可替代的作用。三维激光扫描技术被用于精确检测储罐的几何形态与尺寸规格,以保障其密封性能与运行安全。针对管道系统,通过测量其走向、坡度等参数,确保了油气输送过程的顺畅无阻。

3.5 交通工程测量

高速铁路作为现代交通体系的重要组成部分,其轨道的平顺度与精度标准极为严苛。为此,需借助高精度的GNSS系统、全站仪以及轨道几何状态测量仪等先进设备,对线路的中线位置、高程参数及轨距宽度等实施精确测量与细致调整,以确保列车能够以高速、稳定的状态安全行驶。在高速公路施工过程中,路基、路面及桥梁等关键部位均需经历严格的测量流程。通过精准测定控制桩的空间位置与高程信息,可有效保障道路的线性连贯与坡度适宜性,满足设计规范要求。同时,针对桥梁结构,还需持续监测墩台位置的稳定性及梁体的变形情况,以确保桥梁的整体质量与运行安全。港口码头工程方面,针对码头前沿线、泊位布局及堆场区域等,采用全站仪、水准仪及水深测量仪等专业工具,对码头的施工精度进行严格控制,并对水域的水深条件进行精准测量,以满足船舶安全停靠与高效装卸的作业需求。交通工程的养护与维修阶段,定期测量道路与桥梁的变形量、沉降趋势等关键参数成为不可或缺的一环,可以及时发现潜在问题,并据此采取针对性的维护措施,从而有效延长工程设施的使用寿命,保障交通网络的持续畅通与安全运行。

4 结束语

综上所述,精密工程测量技术在工程测绘领域的应用成效显著,其不仅显著提高了测量的精确性与效率,而且为工程项目的顺利推进与质量保障构筑了坚实的支撑体系。未来需不断探索创新,对既有技术进行深度优化与升级,以更加卓越地适应日益复杂化、多样化的工程测量需求,进而为工程建设的蓬勃发展注入更为强劲的动力与贡献。

[参考文献]

- [1]陈晓鹏.无人机航空摄影测量技术在农村地籍变更中的应用分析[J].测绘与空间地理信息,2024,47(S1):345-346+349.
- [2]张李平.基于无人机遥感技术的土地利用面积精准测量研究[J].河北北方学院学报(自然科学版),2024,40(1):14-18+23.
- [3]蒋小亮.三维激光扫描技术在工程测量中的应用[J].中国高新科技,2023(22):147-148+160.

作者简介:

肖体昌(1969--),男,汉族,资中人,大专,职称:高工,研究方向:建筑施工技术。