

工程测量技术在地下工程中的应用

徐国强

广西自然资源勘测设计有限公司 广西 南宁 536000

摘要: 在城市建设迈向纵深发展的当下, 地下工程规模与日俱增, 成为拓展城市空间、完善城市功能的重要途径。本文着重探讨工程测量技术在地下工程中的应用。先阐述了工程测量技术对地下工程的重要性, 接着详细介绍了全站仪、GPS、激光扫描、陀螺全站仪等常用测量技术。而后分别从地铁工程、地下隧道工程、地下管线工程等方面, 分析了测量技术在施工控制、变形监测、贯通测量等具体环节的应用。最后对工程测量技术在地下工程的发展趋势进行了展望, 包括智能化自动化、与新兴技术融合以及绿色测量技术的发展等方面, 为地下工程中工程测量技术的应用提供参考。

关键词: 工程测量技术; 地下工程; 应用

引言: 随着城市的不断发展, 地下工程如地铁、地下隧道、地下管线等日益增多。地下工程由于其施工环境复杂、隐蔽性强等特点, 对测量精度和可靠性要求极高。工程测量技术作为地下工程建设中的关键环节, 能够为工程的规划、设计、施工和运营提供准确的测量数据和技术支持。合理应用工程测量技术, 有助于提高地下工程的质量和安全性, 保障工程顺利进行。因此, 深入研究工程测量技术在地下工程中的应用具有重要的现实意义。

1 工程测量技术在地下工程中的重要性

在地下工程领域, 工程测量技术发挥着不可替代的关键作用, 是确保工程顺利推进、质量达标的核心要素。从规划设计阶段来看, 精确的测量数据是项目规划的基石。通过对地下空间进行详细测绘, 工程师能够获得地质状况、地形地貌等一手信息, 从而为工程选址、路线规划提供科学依据, 避免因规划失误导致的施工风险与资源浪费。进入施工阶段, 测量技术更是保障工程质量的利器。在地下隧道、地铁等项目中, 施工的每一个环节都依赖精准的测量数据来控制施工精度, 防止出现超挖、欠挖现象, 保证隧道走向与设计方案高度契合, 提升施工安全性, 降低坍塌等事故的发生概率。而在运营维护阶段, 测量技术能够实时监测地下工程结构的变形情况。一旦出现异常, 便可及时预警, 为维护决策提供依据, 防止安全隐患扩大, 从而延长地下工程的使用寿命, 降低维护成本^[1]。

2 地下工程中常用的工程测量技术

2.1 全站仪测量技术

全站仪是一种集测角、测距、测高差功能于一体的测量仪器, 在地下工程测量中应用广泛。全站仪的测量

原理基于光电测距和电子测角, 它通过发射调制光波并接收反射光波, 精确计算距离, 同时运用编码度盘或光栅度盘来获取角度数据。在地下工程的施工控制测量环节, 全站仪凭借高精度的测角与测距功能, 为工程建立精确的平面与高程控制网。在隧道施工过程中, 利用全站仪可以对隧道的开挖轮廓进行测量, 与设计轮廓进行对比, 有效指导施工人员进行精准开挖, 避免超挖或欠挖情况。而且, 在变形监测方面, 全站仪可定期对地下工程结构的关键部位进行测量, 通过分析测量数据来判断结构是否发生变形。

2.2 GPS 测量技术

GPS 测量技术通过接收卫星信号来确定测量点的三维坐标, 具有全天候、高精度、测站间无需通视等优势。在地下工程中, GPS 技术通常用于地面控制测量, 借助卫星信号可快速、准确地获取控制点的坐标, 为地下工程提供统一的坐标基准。在地铁工程的规划设计阶段, 利用 GPS 测量技术可对大面积区域进行快速测绘, 获取地形地貌信息, 为线路规划提供依据。在地下隧道洞口及竖井测量时, 通过在地面设置 GPS 控制点, 能够将地面坐标系统传递到地下, 保障地下工程与地面工程的衔接精度。然而, 由于 GPS 信号难以穿透地下障碍物, 在地下工程内部, GPS 测量技术的应用存在局限性。为克服这一缺点, 通常将 GPS 技术与其他测量技术相结合, 形成优势互补, 以满足地下工程测量的多样化需求。

2.3 激光扫描测量技术

激光扫描测量技术能够快速获取物体表面的三维空间信息, 形成点云数据, 为地下工程测量提供了全面、高效的解决方案。其工作原理是通过发射激光束, 并接收反射激光束的时间差或相位差, 精确计算测量点到仪

器的距离,同时结合仪器的角度测量信息,确定测量点的空间坐标。在地下隧道工程中,激光扫描技术可对隧道的开挖面进行快速扫描,及时发现潜在的安全隐患,如围岩松动、裂缝等。在隧道衬砌施工完成后,通过激光扫描测量,能够对衬砌的厚度和表面平整度进行检测,确保施工质量符合设计要求。此外,在地下管线探测中,激光扫描技术可快速获取管线的空间分布信息,为管线的规划、施工和维护提供准确的数据支持。

2.4 陀螺全站仪测量技术

陀螺全站仪是将陀螺仪和全站仪相结合的测量仪器,利用陀螺仪的定向原理确定真北方向,再结合全站仪的测角和测距功能,实现对地下工程的精确测量。在地下隧道贯通测量中,陀螺全站仪发挥着重要作用。由于地下隧道施工过程中,传统的测量方法容易受到地下环境的影响,导致测量误差积累。而陀螺全站仪可以在任意位置确定真北方向,为隧道的掘进提供准确的方向指引,有效控制隧道的贯通误差。在地铁区间隧道测量中,陀螺全站仪可用于检测隧道的轴线偏差,保障地铁轨道的铺设精度^[2]。

3 工程测量技术在地下工程中的具体应用

3.1 地铁工程测量

3.1.1 施工控制测量

施工控制测量是地铁工程建设的基础。在地铁建设初期,测量人员会借助全站仪和GPS测量技术,在地面构建高精度的平面和高程控制网。全站仪通过精确的测角与测距,在通视条件良好区域确定控制点的准确位置;GPS则利用卫星信号,快速完成大面积控制点的定位,为地铁工程提供统一的坐标基准。将地面控制网延伸至地下时,通过竖井投点和联系测量,把地面的坐标、方位和高程传递到地下,建立地下施工控制网。这些精确的控制网,能够保障地铁各站点、区间隧道在施工过程中的位置精度,避免因控制点误差导致的工程偏差,确保地铁各部分精准衔接。

3.1.2 隧道施工测量

隧道施工测量对保障隧道按设计要求掘进至关重要。在隧道开挖阶段,全站仪用于实时测量隧道的开挖轮廓,与设计轮廓进行比对,指导施工人员进行精准开挖,防止超挖或欠挖,有效控制施工成本与时间。激光导向系统能为盾构机提供准确的掘进方向,确保盾构机沿预定路线推进。在衬砌施工环节,通过测量确定衬砌的位置和尺寸,保障衬砌符合设计要求,避免出现衬砌厚度不足或位置偏差等质量问题。同时,测量技术还能实时监测隧道内的临时支撑结构,及时发现潜在安全隐

患,为隧道施工安全提供有力保障。

3.1.3 变形监测

变形监测是保障地铁工程安全运营的重要手段。在地铁建设和运营过程中,采用全站仪、水准仪等测量仪器,对地铁结构的关键部位,如隧道拱顶、侧墙、道床,以及周边建筑物和地表进行定期监测。通过测量不同时间段的变形数据,绘制变形曲线,分析地铁结构的变形趋势。一旦变形超过预警值,可及时采取加固措施,防止变形进一步发展,避免因结构变形导致的地铁运营事故。此外,借助自动化监测系统,能够实现对地铁结构的实时监测,快速反馈变形信息,大大提高监测效率与准确性,保障地铁的安全稳定运营。

3.2 地下隧道工程测量

3.2.1 洞口及竖井测量

洞口及竖井测量是地下隧道工程的首要环节,对后续施工的准确性有着决定性影响。在洞口测量中,测量人员运用全站仪进行实地放样,确定隧道洞口的开挖轮廓,保证洞口位置与设计图纸精准相符。同时,借助GPS定位技术获取控制点坐标,为洞口建立可靠的测量基准。针对竖井测量,通过悬挂钢丝等联系测量手段,将地面坐标、高程和方位传递至竖井底部,建立竖井内的测量控制网。这不仅为竖井开挖提供精确的导向,防止竖井偏斜,而且保障了后续洞内施工与地面测量系统的一致性,降低因测量误差造成的施工风险,为隧道的顺利掘进筑牢根基。

3.2.2 洞内控制测量

洞内控制测量是确保隧道施工按预定方向和精度推进的关键。由于隧道内环境复杂,通视条件受限,通常采用导线测量的方式建立洞内平面控制网。测量人员使用全站仪依次测量导线点的角度和距离,通过严密的平差计算,确定各导线点的坐标。高程控制则利用水准仪,按照水准测量的规范要求,沿隧道中线敷设水准路线,获取各控制点的高程。随着隧道的不断延伸,定期对洞内控制网进行复测和优化,及时修正测量误差,保证隧道施工的连续性和准确性,为隧道衬砌、设备安装等后续工序提供可靠的测量依据。

3.2.3 贯通测量

贯通测量是地下隧道工程的关键环节,其精度直接关系到隧道能否顺利贯通。在贯通测量前,测量人员需制定详细的测量方案,综合运用地面和洞内的测量数据,对隧道贯通误差进行预计分析。在隧道掘进过程中,通过加强对测量仪器的校准和测量数据的检核,确保测量结果的可靠性。当隧道两端相向掘进接近贯通面

时,增加测量频率,实时掌握隧道的掘进进度和方向偏差。一旦发现偏差超出允许范围,及时调整掘进方向。成功贯通后,对贯通误差进行精确测定,分析误差来源,为后续隧道工程的优化提供宝贵经验,保障隧道顺利衔接,满足工程设计要求。

3.3 地下管线工程测量

3.3.1 管线探测

管线探测作为地下管线工程测量的首要步骤,旨在精确定位地下既有管线的位置、走向及埋深。探测过程中,电磁法凭借其高效、便捷的特性成为常用手段,通过发射和接收电磁场信号,确定金属管线的分布。对于非金属管线,探地雷达则发挥关键作用,利用电磁波反射获取管线信息。在复杂城区,多种探测技术需综合运用,并结合现场调研和查阅资料,以提高探测精度。此外,对探测数据的记录和整理也至关重要,这为后续施工设计提供了可靠的基础数据,避免施工过程中对既有管线造成破坏。

3.3.2 施工测量

施工测量在地下管线敷设过程中,为管线的准确铺设提供保障。借助全站仪和水准仪,测量人员首先根据设计图纸进行管线中线和检查井的放样,确定管线的平面位置和高程。在管线敷设过程中,实时监测管线的铺设位置和坡度,确保符合设计要求。遇到障碍物时,需灵活调整测量方案,重新定位管线走向。同时,对施工过程中的控制点进行定期复测,防止因施工扰动导致控制点位移,影响测量精度。施工测量的精准性,不仅能提高施工效率,减少返工,还能保障地下管线系统的正常运行。

3.3.3 竣工测量

竣工测量是地下管线工程的收官环节,通过全面、准确地测量已建管线的实际位置和属性信息,为工程验收和后期维护提供依据。利用全站仪、GPS等测量设备,对管线的起点、终点、转折点以及检查井等进行详细测量,获取其平面坐标和高程。同时,记录管线的材质、管径、埋设时间等属性信息,并绘制详细的竣工图。竣工测量数据的准确性和完整性,有助于构建地下管线信息管理系统,为城市地下空间的规划、管理和维护提供可靠的数字化支持,实现对地下管线全生命周期的高效管理^[3]。

4 工程测量技术在地下工程中的发展趋势

4.1 智能化与自动化发展趋势

在地下工程领域,工程测量技术正加速向智能化与

自动化迈进。智能全站仪、自动化监测系统等设备,借助传感器与计算机技术,能够自动采集、分析测量数据,极大减少人工干预,降低人为误差。在地铁隧道施工中,自动化测量机器人可实时监测隧道变形,一旦数据超出预设范围,系统便会自动报警,为工程安全提供全天候保障。同时,无人机搭载的激光扫描设备能快速获取地下空间的三维数据,提升测量效率。

4.2 与新兴技术的融合趋势

工程测量技术与大数据、云计算、物联网等新兴技术的融合愈发紧密。通过大数据技术,测量人员可以对海量的测量数据进行挖掘与分析,从而预测地下工程的变形趋势。云计算则为数据存储和处理提供了强大的计算能力,打破数据处理的时间和空间限制。物联网技术将各类测量设备连接成网,实现数据的实时传输与共享。

4.3 绿色测量技术的发展

随着环保意识的提升,绿色测量技术在地下工程中的应用愈发重要。一方面,研究人员正致力于研发低能耗、高性能的测量设备,降低设备运行过程中的能源消耗与环境污染。另一方面,优化测量方法,减少测量过程中的资源浪费。例如,采用三维激光扫描技术代替传统的人工测绘,不仅能够减少人力投入,还能降低因测量活动对地下生态环境的破坏。

结束语

工程测量技术作为地下工程建设的核心支撑,从规划到竣工,再到后期运维,贯穿于项目全生命周期。从全站仪、GPS等常规测量技术,到智能化、自动化与新兴技术融合的前沿手段,工程测量技术不断革新,有力推动地下工程建设迈向高质量发展阶段。未来,随着技术的持续进步,工程测量技术将在提升测量精度与效率的同时,更好地兼顾绿色环保要求,进一步挖掘地下空间资源的潜力,为城市的现代化建设持续贡献力量。

参考文献

- [1] 虞道祥.现代工程测量技术在水利工程中的应用探析[J].水利科学与寒区工程,2021,4(4):129-131.
- [2] 温涛.工程测量与测绘技术在工程中的应用研究[J].工程建设与设计,2021(7):171-179.
- [3] 黎方益,肖剑宇.北京CBD地下综合管廊工程绿色施工[J].建设科技,2021(15):191-192.