

工程测量技术在地下工程中的应用

张献慧

泸州职业技术学院 四川 泸州 646000

摘要：工程测量技术在地下工程中发挥着关键作用，涵盖了地下空间探测、管线定位、坐标定位，从规划到运营阶段，这些技术为地下工程提供了精确的数据支持，确保了设计与施工的准确性和安全性。本文详细探讨了工程测量技术在地下工程中的关键技术、应用及质量控制措施，强调了测量仪器校准、数据验证分析及单位间交流合作的重要性，为地下工程的顺利进行提供了坚实保障。

关键词：工程测量技术；地下工程；应用

引言

地下工程作为现代城市建设的重要组成部分，其安全与效率直接关系到城市的可持续发展。工程测量技术作为地下工程领域的核心支撑，不仅提供了精确的地下空间信息，还确保了工程的准确施工与安全运营。本文旨在探讨工程测量技术在地下工程中的关键技术和应用，分析其在不同阶段的重要作用，并提出质量控制措施，以期为地下工程技术的进一步提升提供参考。

1 工程测量技术在地下工程中的关键技术

1.1 地下空间探测技术

工程测量技术在地下工程中发挥着举足轻重的作用，其中地下空间探测技术作为关键核心技术，对保障地下工程的安全高效推进具有极其重要的价值。这项技术融合了先进的雷达探测与激光扫描等高科技手段，能够深入探索并精确测量地下空间的复杂环境。雷达技术凭借其强大的穿透性和高分辨率，穿透地表土层，清晰揭示地下隐藏的各种障碍物、管线布局及地质结构变化，而激光扫描技术则通过发射并接收激光束反射信号，快速且精确地构建出地下空间的三维立体模型，这一过程非接触、无损伤，既保护了地表原有状态，又以其高效准确的数据采集能力，精准捕捉地下空间的每一个细节，无论是错综复杂的地下管道网络还是不易察觉的地质断层，都逃不过激光扫描。这些技术的应用，不仅提升了地下工程前期勘察的效率和准确性，为后续的设计和施工提供了坚实的数据支撑，还使得设计师们能够更科学合理地规划工程布局、优化施工方案，有效规避施工过程中的未知风险和潜在隐患。

1.2 地下管线定位技术

在传统的管线定位方法中，由于需要采用破坏性地面的方式来探寻管线位置，不仅效率低下，而且会对地面设施造成损害，进而增加工程成本和施工难度。然

而，随着科技的飞速进步，地下管线定位技术迎来了革新性的发展，地下雷达和电磁波测量技术已成为主流方法，它们以无损、高效、准确的特点，为地下工程的管线定位提供了全新的解决方案。地下雷达技术通过发射电磁波并接收反射信号，能够穿透土层，清晰地揭示出管线的存在、走向及位置信息，且对地面无任何破坏。而电磁波测量技术则利用电磁波在地下传播的特性，通过测量传播时间、幅度等参数，快速且精确地推算出管线的深度和位置。将这两种技术相结合，可以实现对地下管线的全方位、立体式定位，不仅能准确确定管线的走向和深度，还能探测到管线的材质、直径等详细信息，为地下工程的设计和施工提供了全面的数据支持^[1]。

1.3 地下坐标定位技术

在地下工程的施工中，无论是隧道的开挖、地铁站的建设，还是地下管线的铺设，都离不开精确的空间定位来确保工程的准确性和安全性，现代工程技术巧妙地融合了全球卫星定位系统（GPS）和激光测距仪等先进仪器，共同构建起一套高效的地下空间三维坐标测量体系。全球卫星定位系统，以其全天候、全球覆盖的优势，在地面或近地面位置提供高精度的空间坐标信息，为地下工程测量奠定了坚实的基准。而激光测距仪则利用激光束进行快速、非接触式的距离测量，通过计算激光束的传播时间，精准地确定地下空间的各点距离，结合多个测量数据，即可实现对地下空间的三维坐标精确测量。将GPS与激光测距仪相结合，不仅为地下工程提供了全面、准确的三维坐标信息，还实现了对地下工程变化和位移情况的实时监测，为工程的施工安全和质量提供了强有力的保障，同时这些技术的高精度和全天候特性，极大地提升了地下工程施工的准确性和效率，推动了地下工程技术的不断进步和发展。

1.4 地质勘察技术

在地下工程开工之前,详尽的地质勘察工作至关重要,工程师们能够深入探究地层的堆积状况,揭示不同地层的分布规律、厚度及它们之间的相互关系,同时准确把握岩土的类型、性质、结构及强度等关键参数,这些信息是评估地层稳定性和承载能力的基础。此外地质勘察还详细揭示了地下水的分布状况,包括地下水位、水流方向、水质及水量等,地下水作为地下工程中不可忽视的因素,其存在和运动状态直接影响工程的施工安全和稳定性。所以获取准确的地下水信息对于制定合理施工方案、采取有效防水和排水措施具有重要意义。在这个过程中,工程测量技术发挥着关键作用,地质勘探点的精确测量和标定为后续勘探工作提供了准确的定位基准,确保了勘探数据的准确性和可靠性。同时工程测量技术还广泛应用于地质剖面图的测绘,通过测量和绘制地质剖面图,直观地展示了地层的分布、岩土的特征及地下水的状况,为工程的设计和施工提供了有利依据。

2 工程测量技术在地下工程中的应用阶段

2.1 规划阶段

在地下工程的规划阶段,工程测量技术扮演着至关重要的角色,它是获取地下空间基础信息的核心手段,为工程的设计奠定了坚实的数据基础。工程师们会首先充分利用已有的各种大、中比例尺地形图,这些地形图富含丰富的地理信息,是规划地下工程不可或缺的宝贵资料。但是面对特定工程的详细设计需求,现有地形图有时可能无法完全满足,这时就需要开展专用的地形图测绘工作。测绘工作不仅需覆盖主体工程 and 附属工程的设计范围,还需充分考虑岩体掘空后可能引发的地面沉陷、岩体移动及地下水渗入等潜在影响,必须全面、细致地进行。为实现这一目标,工程师们会运用先进的测量技术和设备,对地下空间进行全方位、高精度的测绘,确保所获取数据的准确性和可靠性。

2.2 设计阶段

第一,通过工程测量技术获取的地下空间地质构造、岩层分布以及水文条件等数据,工程师可以深入分析地下工程的稳定性。他们能够评估岩体或土层的强度、变形特性以及潜在的滑动面或弱化带,判断设计方案在地下空间中的稳定性是否可靠。第二,测量数据还用于评估地下工程的承载能力。工程师们会根据测量结果,计算地下结构所承受的各种荷载,包括自重、土压力、水压力以及可能的动荷载等,通过这些计算可以确定设计方案是否能够满足承载要求,并在必要时进行调整以增强其承载能力。第二,施工难度也是设计阶段需要考虑的重要因素之一,工程测量技术可以提供关于地

下空间形态、障碍物位置以及施工通道等详细信息,帮助工程师评估施工过程中的潜在挑战和难度,这有助于他们在设计阶段就充分考虑施工可行性,制定更为合理和可行的施工方案^[2]。

2.3 施工阶段

(1)施工控制测量分为地面控制测量和地下控制测量两部分,地面控制测量通常采用导线、测角网、测边网或边角网等多种方法,确保地面控制点的精确位置和高程。而高程控制则多采用水准网或电磁波测距三角高程控制网,以保证高程数据的准确性。地下控制测量则更为复杂,需要从各洞口或井口引入控制点,并随坑道掘进而逐步延伸,最终形成一个具有统一坐标和高程系统的控制网,为地下施工提供准确的定位基准。(2)建(构)筑物的定线放样是施工阶段的另一关键环节。根据设计图纸和测量数据,工程师们会对地下建(构)筑物进行精确的定线放样工作。这一过程要求极高的精度和准确性,以确保施工能够严格按照设计要求进行,避免出现偏差或错误。(3)实时监测也是施工阶段不可或缺的一部分。利用先进的无线通信技术,工程师们可以实时监测和分析地下工程施工过程中的各项参数,通过实时监测,可以及时发现施工中的问题或异常情况,并迅速采取措施进行调整和纠正,从而确保施工的顺利进行和地下工程的安全稳定。

2.4 运营阶段

随着地下工程的长期使用,受到地质条件变化、外部环境影响以及自身材料老化等多种因素的共同作用,地下工程的结构可能会出现变形、沉降等问题,这些问题若及时发现和处理,很可能对地下工程的安全性构成严重威胁。一是在运营阶段,工程测量技术被广泛应用于对地下工程结构的健康监测和评估中。通过采用高精度的测量仪器和方法,工程师们可以对地下工程的变形、沉降等关键参数进行长期、连续的监测。这些监测数据不仅反映了地下工程结构在当前状态下的实际情况,还为工程师们提供了评估结构健康状态的重要依据。二是在监测过程中,一旦发现地下工程出现异常变形或沉降等情况,工程师们可以立即进行分析和判断,确定问题的性质和严重程度,他们可以根据监测数据和分析结果,制定相应的修复和维护方案,及时采取措施对地下工程进行修复和加固,防止问题进一步恶化,确保地下工程的安全运营。

3 工程测量技术在地下工程中的质量控制

3.1 测量仪器的校准和检验

在地下工程的测量过程中,对测量仪器进行定期的

校准和检验显得尤为关键,校准是通过一系列标准的操作和程序,调整测量仪器的参数,使其达到规定的精度要求;而检验则是对测量仪器的运行状态、精度指标等方面进行全面细致的检查,以验证其是否满足测量工作的实际需求。具体来说,这包括检查电子类测量仪器的电源系统、显示系统、数据传输系统是否正常运行,以及角度测量精度、距离测量精度等精度指标是否达标;同时对于机械类测量仪器,也需要检查其机械结构是否稳固可靠、刻度是否清晰可读、读数是否准确无误。测量仪器的校准和检验还应遵循严格的周期和程序,新购置的仪器在使用前需进行首次校准和检验,使用过程中应定期进行,以及时发现并处理仪器可能出现的问题,对于长期闲置或经历剧烈震动、摔打等情况的仪器,也应在使用前进行再次校准和检验,确保测量结果的准确性和可靠性。

3.2 测量数据的验证和分析

在地下工程的设计与施工过程中,精确可靠的测量数据是定位地下结构、确定标高以及进行施工变形监测等关键环节不可或缺的基础,所以要对测量数据进行严格的验证和分析,并且要确保数据的完整性,检查所有必要的测量数据是否均已完整记录,无任何遗漏,以避免后续设计偏差或施工误差,还要对数据的一致性进行仔细比对,因为同一测量点或参数可能由不同人员或方法多次测量,需确认各数据间无显著差异,否则需深入分析原因,判别是否为测量误差或其他因素所致。数据的准确性是验证的核心,需通过详细的数字处理和统计分析来评估数据是否达到规定的精度要求,对异常或偏离正常范围的数据要特别关注,必要时需重新测量以确认。验证和分析过程中还需全面排除仪器误差、人为误差、环境误差等各种可能的误差来源,只有经过这样的全面分析和校正,才能确保测量数据的可靠性,为地下工程的设计与施工提供坚实保障^[3]。

3.3 与其他测绘单位的交流与合作

在地下工程的测量工作中,为了确保整个测量过程

的顺利进行以及测量结果的准确性和可靠性,加强与其他测绘单位之间的交流与合作显得尤为关键,这种交流与合作是全方位、多层次的,首先体现在测量数据的共享上。各测绘单位在测量过程中会获取大量宝贵数据,这些数据对地下工程的整体测量和分析至关重要。通过共享这些数据,不仅能够有效避免重复测量,提高工作效率,还能促进各测绘单位之间相互验证测量结果,确保数据的准确性。同时交流测量经验也是合作中不可或缺的一环。不同测绘单位拥有各自独特的测量方法和技巧,通过经验交流,可以相互学习、取长补短,共同提升测量水平,这种经验的碰撞与融合,不仅能推动测量技术的进步,还能为地下工程的测量工作带来更多创新思路和解决方案。协调测量工作也是合作中的关键环节,各测绘单位需遵循统一的测量规范和标准,确保测量结果的一致性和可比性,而且各测绘单位之间要保持密切沟通和协调,明确各自职责和任务,确保测量工作有条不紊地进行,共同为地下工程的成功实施贡献力量。

结语

综上所述,工程测量技术在地下工程中扮演着至关重要的角色。从规划到运营,每一个环节都离不开精确可靠的测量数据支持。通过加强测量仪器的校准与检验、测量数据的验证与分析以及与其他测绘单位的交流与合作,可以确保地下工程的顺利进行和安全稳定。随着技术的不断进步和创新,工程测量技术将在地下工程中发挥更加重要的作用,为城市地下空间的开发和利用提供更加有力的支持。

参考文献

- [1]吴升.基坑监测技术在城市地下工程中的应用[J].建筑工程技术与设计,2024,12(5):13-15.
- [2]牛洪全.工程测量技术在地下工程中的应用与精度控制[J].工程与建设,2023,37(6):1702-1703.
- [3]李春生.工程测量技术在地下工程测量与精度控制中的应用[J].科学技术创新,2025(2):173-176.