

联系测量在地铁工程测量中的应用研究

万睿

中铁第六勘察设计院集团有限公司 天津 300000

摘要: 地铁工程测量是地铁建设的基础和关键环节,而联系测量则是地铁工程测量中不可或缺的一部分。基于此,本文简要介绍了地铁工程测量的重要性,分析了联系测量技术,并对联系测量在地铁工程测量中的应用进行了研究,以期地铁工程建设提供更好的支持和保障。

关键词: 联系测量; 地铁工程测量; 应用

随着城市交通拥堵问题的日益严重,地铁工程建设的需求不断增加,对工程测量的精度和效率也提出了更高的要求。为了满足这些要求,联系测量技术得到了广泛应用。联系测量是通过将地面控制测量和地下施工测量联系起来,确定地下空间信息的一种技术。它不仅可以提高工程测量的精度和效率,还可以为地铁工程建设提供更全面、准确的空间位置信息。因此,研究联系测量在地铁工程测量中的应用具有重要意义。

1 地铁工程测量的重要性

地铁工程测量是地铁建设的前提和基础,贯穿于整个地铁建设过程,从规划设计到施工运营,都离不开精确的测量工作。因此,地铁工程测量在地铁建设过程中具有非常重要的意义。①在地铁的规划设计阶段,工程测量为地铁线路的选线、车站和出入口位置的选择、竖井和斜井的位置确定等提供基础数据。通过测量数据,设计师可以更好地了解地形地貌、建筑物分布、地下管线等实际情况,从而进行合理的设计。此外,精确的测量数据还可以为可行性研究和初步设计提供依据,确保地铁工程的合理性和可行性。②在地铁的施工阶段,工程测量为施工放样、土方开挖、主体结构施工、防水层施工等提供准确的定位和指导。特别是在复杂的地形和环境中,精确的测量数据可以确保施工的准确性和安全性。此外,工程测量还可以为施工过程中的质量控制和验收提供依据,确保施工符合设计和规范要求。③在地铁的运营阶段,工程测量仍然发挥着重要的作用。地铁线路的维护、保养、维修等都需要精确的测量数据支持。例如,通过测量数据可以了解地铁隧道的变形和沉降情况,及时采取措施进行加固和维护,确保地铁运营的安全性。④除了以上几个方面,地铁工程测量还直接关系到地铁工程的投资和经济效益。精确的测量数据可以减少不必要的浪费和返工,降低建设成本,提高投资效益。同时,通过准确的测量数据,可以更好地进行运

营管理,提高运营效率和质量,为地铁工程带来更多的经济效益和社会效益。

2 联系测量技术

通过平峒、斜井及竖井将地面的平面坐标系统及高程系统传递到地下,使地面与地下建立统一的坐标系统,该项工作称为联系测量。联系测量分为高程联系测量和平面联系测量两部分。联系测量工作包括地面近井导线测量和近井水准测量、通过竖井的定向测量、传递高程测量以及地下近井导线测量和近井水准测量。地铁施工过程中的联系测量频率和作用确保地铁施工顺利进行的关键因素。在地铁施工过程中,联系测量的频率取决于施工进度和工程需要。通常,随着地铁工程的推进,联系测量的频率会逐渐提高,以确保隧道施工的准确性。

联系测量是地下隧道是地下隧道施工中的重要测量环节,为了满足施工要求,确保测量精度,《城市轨道交通工程测量规范》制定出联系测量技术要求,我们必须在工作中遵守:

- 1) 每次联系测量独立进行三次,取三次平均值作为定向成果,地下近井导线定向方位角中误差不应超过 $\pm 8''$,地下近井高程点中误差不应超过 $\pm 5\text{mm}$ 。
- 2) 定向测量的地下近井导线边应大于 120m ,且不少于2条,传递高程的地下近井高程点不少于2个。使用近井定向边和地下高程近井点前,应对地下近井定向边之间和高程点之间几何关系进行检核,其不符值应分别小于 $12''$ 和 2mm 。
- 3) 隧道贯通前的联系测量工作不应少于3次,宜在隧道掘进到 100m 、 300m 以及距贯通面 $100\text{m}\sim 200\text{m}$ 时分别进行一次。各次地下近井定向边方位角应小于 $16''$,地下高程点高程较差应小于 3mm ,符合要求时,可取各次测量成果的平均值作为后续测量的起算数据指导隧道贯通。
- 4) 当隧道单向贯通距离大于 1500m 时应采用高精度联系测量或增加联系测量次数等方法,提高定向测量精度。

2.1 高程联系测量

高程联系测量是联系测量技术中的重要组成部分之一, 高程联系测量的目的是将地面的高程系统传递到地下, 以便在地下工程中进行高程测量。与平面联系测量类似, 高程联系测量也需要选择合适的测量方法和仪器, 并对测量数据进行处理和分析。高程联系测量的方法有多种, 其中最常见的是水准测量和三角高程测量。水准测量是一种通过测量两点之间的高差来确定两点之间的高程关系的方法。它通常使用水准仪和水准尺等设备进行测量, 精度较高, 适用于长距离和高程测量^[1]。三角高程测量则是一种通过测量三角形各边的高差来确定点的高程的方法。它通常使用经纬仪和钢尺等设备进行测量, 适用于短距离和高程测量。在进行高程联系测量时, 需要注意以下几点: 1) 选择合适的测量方法和仪器, 确保测量的精度和可靠性; 2) 对测量数据进行处理和分析, 确保高程系统的正确性和精度; 3) 考虑地下工程的施工环境和条件, 选择合适的测量方案和技术手段; 4) 进行定期的复测和校核, 以确保测量结果的准确性和可靠性。

2.2 一井定向和两井定向

一井定向和两井定向都是地下工程中常用的联系测量方法, 它们通过竖井将地面的坐标系统传递到地下, 以建立地下与地面的统一坐标系统, 这两种方法在适用范围和实施细节上存在一些差异。一方面, 一井定向是一种通过一个竖井进行联系测量的方法。在竖井中, 测量人员悬挂重锤或使用其他设备, 将地面坐标系统中的方向传递到地下。一井定向的优点在于成本较低、操作简单, 适用于井筒深度较浅的情况。但是, 随着井筒深度的增加, 由于重锤或设备的重量增加, 可能会导致悬挂装置的变形或损坏, 从而影响定向精度。因此, 一井定向在深度较大的井筒中可能不太适用。另一方面, 两井定向是通过两个竖井进行联系测量的方法。与一井定向相比, 由于两根钢丝距离大大增加, 因而减少了投点误差引起的方向误差, 有利于提高地下导线精度。外业测量也比较简单, 占用竖井时间也比较短。在地下隧道中, 将已布设的地下导线与竖井中的钢丝联测, 即可将地面坐标系中的坐标与方向传递到地下去, 经计算求得地下导线各点的坐标与导线边的方位角。两井定向的优点在于定向精度较高, 适用于井筒深度较深或距离较近的情况。然而, 当井筒距离较远时, 需要使用更长的导线或光纤等设备, 增加了成本和操作难度。此外, 两井定向需要同时使用两个竖井, 因此对于只有一个竖井的工程来说可能不太适用。

2.3 陀螺经纬仪定向

陀螺经纬仪定向是一种利用陀螺仪和经纬仪联合进行联系测量的方法, 它具有较高的定向精度和可靠性, 因此在地下工程中得到了广泛的应用。陀螺经纬仪定向的基本原理是将陀螺仪放置在地下工程的井口或竖井内, 利用陀螺仪的定向功能, 确定一个与地面坐标系统一致的地下坐标系统。具体来说, 通过将陀螺仪放置在井口或竖井内, 可以确定一个与地面坐标系统一致的起始方向, 然后利用经纬仪进行角度和距离测量, 建立地下坐标系统。与传统的联系测量方法相比, 陀螺经纬仪定向具有较高的定向精度和可靠性。首先, 陀螺仪可以精确地测量方向和角度, 避免了传统联系测量方法中因悬挂装置变形或损坏而引起的误差。其次, 陀螺经纬仪定向不需要使用大量的钢尺、导线等设备, 减少了成本和操作难度。最后, 陀螺经纬仪定向可以建立与地面坐标系统一致的地下坐标系统, 提高了地下工程的安全性和可靠性。然而, 陀螺经纬仪定向也存在一些缺点和局限性。例如, 它需要使用昂贵的陀螺经纬仪设备, 增加了成本。同时, 由于地下环境的限制和干扰, 如温度、湿度、震动等, 可能会影响陀螺经纬仪的测量精度和可靠性。最后, 由于地下工程的施工环境和条件复杂多变, 因此需要针对具体情况选择合适的测量方案和技术手段。

2.4 无定向联系测量

除了以上三种方法外, 实际工作中还有无定向的方法。无定向联系测量是一种不通过竖井或导线等传统联系测量方法, 而是利用现代测量技术来获取地下目标的坐标信息。这种方法主要依赖于全球定位系统(GPS)或其它无线电定位技术, 通过接收卫星信号来确定地下目标的地理位置^[2]。无定向联系测量的优点在于其不需要进行繁琐的导线测量和陀螺定向等工作, 操作简便, 且可以快速获取地下目标的坐标信息。此外, 随着现代卫星定位技术的不断发展, 无定向联系测量的精度也在逐步提高。但是, 无定向联系测量也存在一些缺点和局限性。首先, 由于地下工程的施工环境和条件复杂多变, 可能会存在卫星信号遮挡或误差累积等问题, 导致无定向联系测量的精度下降。其次, 无定向联系测量需要使用昂贵的卫星定位设备, 增加了成本。最后, 由于地下工程的施工环境和条件不同, 无定向联系测量需要针对具体情况选择合适的测量方案和技术手段。

3 联系测量在地铁工程测量中的应用

3.1 建立地面与地下统一坐标系

在地铁工程的规划和设计中, 需要基于地面控制网进行线路设计、车站和出入口位置的选择等。然而, 这些设计需要在地下进行实施, 因此需要将地面的设计坐

标转化为地下空间的坐标。这就需要通过联系测量,建立地面与地下统一坐标系。(1)在联系测量中建立地面与地下统一坐标系的过程中,选择控制点是至关重要的。合适的地面和地下控制点应具备稳定性和可靠性,同时易于访问和测量。这些控制点将作为联系测量过程中的基准点,为坐标转换提供可靠的数据来源。(2)通过精确地测量地面和地下控制点,我们可以确定将地面坐标系转换为地下坐标系所需的参数。这些参数包括旋转角度、平移距离和缩放比例等。这些参数的确定需要基于严密的测量技术和方法,以确保转换的准确性和可靠性。(3)利用已经确定的转换参数,我们可以将地面的设计坐标转换为地下空间的坐标。这个过程可以通过计算机程序或手动计算来完成。坐标转换需要遵循相关的规定和标准,以确保转换的正确性和一致性。(4)为了确保转换后的坐标的准确性和可靠性,我们需要对转换后的坐标进行验证和调整。这可以通过对其他控制点进行测量和比较来实现。验证和调整的过程可以帮助我们发现并纠正可能存在的误差,从而提高测量数据的准确性和可靠性。

3.2 引导地下工程掘进方向

在地铁工程测量中,联系测量扮演着至关重要的角色,尤其在引导地下工程掘进方向方面。地铁工程作为一项复杂的地下工程,需要精确的测量工作来确保施工的准确性和安全性。首先,在地铁隧道的施工过程中,掘进方向是关键的因素之一。只有精确地确定掘进方向,才能确保隧道按照设计要求进行施工。联系测量通过将地面控制网的信息传递到地下工程,可以精确地确定隧道的掘进方向。在进行联系测量时,测量人员会使用高精度的测量设备,如全站仪、GPS接收机等,对地面控制点进行测量^[3]。这些控制点通常是预先设定的,具有较高的精度和可靠性。通过测量这些控制点,可以获得掘进方向的信息,从而引导隧道按照设计要求进行施工。其次,除了确定掘进方向外,联系测量还可以对地下工程的掘进位置进行实时监测。在地铁隧道的施工

过程中,掘进位置的准确性对于工程的顺利完成至关重要。如果掘进位置出现偏差,可能会导致后续施工出现问题,如隧道贯通误差超限、衬砌位置不正确等。联系测量通过对地下工程的掘进位置进行实时监测,可以及时发现和纠正位置偏差。测量人员会使用各种测量设备和技术,如水准仪、经纬仪、测距仪等,对隧道内的控制点进行测量。通过比较实际测量值与设计值之间的差异,可以判断出掘进位置的准确性,并及时采取措施进行纠正。最后,联系测量还可以通过测量地下控制网,获取掘进方向的信息,为施工方提供准确的引导^[4]。在地铁隧道的施工过程中,由于地质条件复杂多变,掘进方向可能会出现变化。为了确保隧道的顺利掘进,需要及时获取掘进方向的信息,以便调整施工方案。联系测量通过对地下控制网进行实时测量,获取掘进方向的信息,这些信息包括但不限于隧道内点的坐标、高程、方向等。施工方可以根据这些信息调整掘进方向,确保隧道的顺利施工。

结束语

总之,通过介绍联系测量的原理和方法,以及其在建立地面与地下统一坐标系、辅助地下工程防水施工等方面的应用,强调了联系测量在确保地铁工程的质量和效益、提高其安全性和可靠性方面的重要性。未来,我们将继续关注联系测量在地铁工程测量中的应用和发展,为地铁工程建设提供更加准确、可靠的支持和保障。

参考文献

- [1]韩兵.关于联系测量在地铁工程中的应用[J].建材与装饰,2020,(004):268-269.
- [2]宋达.联系测量在地铁工程中的应用探讨[J].建材与装饰,2020,No.607(10):237-238.
- [3]张献伟,刘卫军,杨晨,等.联系测量在地铁工程中的应用研究[J].测绘与空间地理信息,2021,44(3):76-78,82.
- [4]刘瑞敏,高帅,马全明.地铁小井口竖井后方交会和双联系三角形测量精度分析[J].城市勘测,2019,(6):163-166.