

小空间始发超长盾构隧道联系测量方法

陈小浩

华设计集团股份有限公司 江苏 南京 210000

摘要: 通过探讨小空间始发超长盾构隧道联系测量的方法。针对小空间始发条件下盾构隧道施工的特殊性,提出一种结合高精度测量仪器与先进测量技术的联系测量方案。该方法通过合理布设测量控制点,采用多次独立观测与数据处理技术,确保测量精度,为盾构隧道的精确掘进和贯通提供有力保障。本文还分析测量误差来源,并提出相应的控制措施,为类似工程提供参考。

关键词: 铁路隧道; 超长单向盾构掘进; 小空间始发; 联系测量

引言: 随着城市化进程的加速,小空间始发超长盾构隧道施工逐渐成为城市地下空间开发的重要形式。小空间始发条件给隧道施工测量带来诸多挑战。为了确保盾构隧道的精确掘进和贯通,必须采用高精度、高效率的联系测量方法。本文旨在探讨一种适用于小空间始发超长盾构隧道的联系测量方法,为类似工程的施工测量提供借鉴和指导。

1 小空间始发超长盾构隧道的特点与测量难点

1.1 小空间始发的特点

小空间始发是盾构隧道施工中一种具有挑战性的工况。其主要特点体现在几个方面:第一、小空间始发通常意味着盾构机始发井的空间狭小,这使得施工过程中的设备布置、材料运输以及人员作业都受到极大的限制。在这种环境下,施工效率会受到一定影响,同时施工难度和安全风险也会相应增加。第二、由于始发井空间有限,盾构机在始发后往往需要进行长距离的独头掘进。这不仅对盾构机的性能和稳定性提出了更高的要求,同时也增加了施工过程中的测量和控制难度。第三、小空间始发需要更高的技术水平和更精细的施工控制。在狭小的空间内,施工人员需要更加谨慎地操作设备,确保施工质量和安全,由于施工环境的限制,可能需要采用更先进的施工技术和设备来提高施工效率。

1.2 超长盾构隧道的测量难点

超长盾构隧道在测量方面面临着诸多挑战,盾构法施工隧道一次成型的特点使得测量精度对工程整体质量影响极大。在超长盾构隧道中,由于掘进距离长、地质条件复杂以及施工扰动等因素,测量精度更容易受到影响。在超长盾构隧道中,由于掘进距离长、空间狭小以及施工过程中的各种干扰因素,控制测量变得更加困难。这要求测量人员具备更高的专业技能和更丰富的经验,以应对各种复杂的测量情况^[1]。贯通测量是超长盾

构隧道施工中的关键环节之一,由于掘进距离长、地质条件复杂以及测量精度要求高等因素,贯通测量面临着极大的风险。如果贯通测量出现偏差或错误,将对整个工程的安全和质量造成严重影响。在超长盾构隧道施工中,地面与地下测量需要紧密协调。由于施工环境的限制和测量精度的要求,地面与地下测量之间的协调变得更加困难。

2 小空间始发超长盾构隧道联系测量方法设计

2.1 测量原理与依据

小空间始发超长盾构隧道的联系测量是一项复杂且精确的工作,其原理与依据主要基于空间几何测量、控制测量和精密工程测量理论。联系测量的目的是确保地面控制点与地下施工点之间的精确联系,以便在盾构掘进过程中实时监控和调整施工方向,确保隧道的准确贯通。测量原理主要依赖于三角测量、导线测量和水准测量等方法。三角测量通过测量角度和边长来确定点的位置,导线测量则通过连续测量一系列点的位置来建立控制网。水准测量则用于确定各点的高程,以确保隧道的纵向坡度符合设计要求。测量依据主要包括国家测绘标准和规范、隧道施工设计文件以及工程实际情况。国家测绘标准和规范为测量工作提供了基本的技术要求和操作指南,隧道施工设计文件则明确了隧道的几何尺寸、贯通精度要求等关键参数,而工程实际情况则需要测量人员根据实际情况灵活调整测量方案。

2.2 测量设备与仪器

进行小空间始发超长盾构隧道的联系测量,需要使用一系列高精度的测量设备和仪器。这些设备包括全站仪、水准仪、陀螺经纬仪、激光测距仪等。全站仪是一种集测距、测角于一体的多功能测量仪器,具有高精度、自动化程度高等优点,适用于各种复杂环境下的测量工作。水准仪则用于高程测量,能够精确测定各点的

高程差。陀螺经纬仪则利用陀螺仪的定向原理,快速准确地确定方位角,适用于长距离、复杂地形下的测量工作。激光测距仪则用于快速测量两点之间的距离,具有测量速度快、精度高等特点。还需要配备钢尺、测绳、标杆等辅助测量工具,以及数据处理软件、计算机等设备,以便对测量数据进行处理和分析。

2.3 测量方案设计

小空间始发超长盾构隧道的联系测量方案设计需要考虑多个因素,包括隧道的几何尺寸、贯通精度要求、地质条件、施工环境等。以下是一个典型的测量方案设计:(1)地面控制测量;地面控制测量是联系测量的基础,其目的是建立稳定的地面控制网,为地下测量提供起算数据。地面控制网应选用高精度全站仪进行测量,测量精度应不低于国家四等三角网测量的技术指标及精度要求。应根据隧道的贯通长度、地质条件等因素,合理确定地面控制网的点位和密度。(2)联系测量;联系测量包括导线点入井和水准点入井测量。导线点入井测量应利用全站仪进行,通过测量井上、井下联系三角形的边长和角度,确定地下导线点的位置。水准点入井测量则应采用水准仪进行,通过测量井上、井下高程控制点的高差,确定地下高程控制点的位置。在联系测量过程中,应严格控制测量误差,确保测量结果的准确性^[2]。

(3)地下施工测量;地下施工测量包括盾构掘进过程中的测量、隧道沉降测量、联络通道的施工测量等。在盾构掘进过程中,应利用洞内导线点测定盾构机的位置和推进方向,通过调整盾构机的掘进参数来确保盾构按照设计轴线推进,还应定期对隧道进行沉降测量和变形监测,及时发现并处理异常情况。(4)数据处理与分析;测量完成后,应对测量数据进行处理和分析。数据处理主要包括数据平差、误差分析等工作,以确保测量结果的准确性和可靠性。数据分析则应根据测量数据对隧道的几何尺寸、贯通精度等进行评估,为施工调整和质量控制提供依据。数据示例:地面控制网测量精度:每边测距中误差 $M_s \leq \pm 6\text{mm}$,测距相对中误差 $\leq \pm 1/60000$,测角中误差 $M_\beta \leq \pm 2.5''$,方位角闭合差 $M_\omega \leq \pm 5''$ 。地下导线测量精度:每测回独立测量3次,每次测量往返读数3次,各测回较差小于 0.5mm (地上)或 1.0mm (地下),测角中误差在 $\pm 4''$ 之内。高程测量精度:采用三等精密水准测量方法,每千米高差中数中误差 $\leq \pm 3\text{mm}$ (平地)或 $\pm 6\text{mm}$ (山地)。

3 小空间始发超长盾构隧道联系测量方法的实施

3.1 地面控制测量

地面控制测量是小空间始发超长盾构隧道联系测量

的基础环节,其主要目的是建立稳定、可靠的地面控制网,为后续地下测量提供准确的起算数据。在实施地面控制测量时,首先需要根据隧道的设计要求和实际情况,合理布设地面控制点。这些控制点应选在稳定、易于保存且便于观测的位置,如岩石露头、坚固建筑物等,为了确保控制网的精度和可靠性,控制点之间应形成闭合或附合图形,且应尽可能均匀分布。测量过程中,应使用高精度的全站仪进行测距和测角。测距时,应确保仪器处于稳定状态,且测量光线应避免障碍物和反射面,以减少误差。测角时,应严格按照仪器操作规程进行,确保每次测量都进行多次独立观测,并取平均值作为最终结果。数据处理阶段,应采用专业的测量软件进行平差计算,以消除测量误差,提高控制网的精度。平差计算后,应检查控制网的闭合差和附合差,确保它们满足设计要求和精度标准。数据示例:地面控制网的测距中误差应不大于 $\pm 5\text{mm}$,测角中误差应不大于 $\pm 2.5''$,方位角闭合差应不大于 $\pm 10''$ 。

3.2 地下导线测量

在进行地下导线测量时,首先需要根据地面控制点的位置和地下隧道的布局,合理布设地下导线点。这些导线点应选在易于观测、便于保存且不影响施工的位置,如隧道壁、衬砌结构等。测量过程中,同样应使用高精度的全站仪进行测距和测角。由于地下环境复杂,光线较弱,因此应特别注意仪器的稳定和观测的准确性。为了减小误差,应尽可能采用多次独立观测和读数的方法。数据处理阶段,同样应采用专业的测量软件进行平差计算,以消除测量误差,提高导线网的精度。平差计算后,应检查导线网的闭合差和附合差,确保它们满足设计要求和精度标准。地下导线网的测距中误差应不大于 $\pm 10\text{mm}$,测角中误差应不大于 $\pm 5''$,导线闭合差应不大于 $\pm 20''$ 。

3.3 竖井联系测量

竖井联系测量是将地面控制点与地下导线点联系起来的关键环节,其目的是确保地面与地下测量数据的一致性。在进行竖井联系测量时,首先需要在竖井内布设联系点,这些联系点应选在竖井壁的稳定位置,且应便于观测和保存。然后,利用全站仪或激光测距仪等高精度测量仪器,通过测量竖井内联系点与地面控制点之间的边长和角度,确定它们之间的相对位置关系^[3]。为了确保测量精度,应严格控制测量误差。例如,在测量边长时,应确保仪器处于稳定状态,且测量光线应避免障碍物和反射面;在测量角度时,应严格按照仪器操作规程进行,确保每次测量都进行多次独立观测,并取平均

值作为最终结果。数据处理阶段,应采用专业的测量软件进行平差计算,以消除测量误差,提高联系测量的精度。平差计算后,应检查联系测量的闭合差和附和差,确保它们满足设计要求和精度标准。竖井联系测量的测距中误差应不大于 $\pm 15\text{mm}$,测角中误差应不大于 $\pm 7.5''$,联系测量闭合差应不大于 $\pm 30''$ 。

3.4 盾构机姿态测量与调整

在进行盾构机姿态测量时,需要在盾构机上布设姿态测量点,这些测量点应选在盾构机的关键部位,如刀盘、盾尾等。利用全站仪或激光测距仪等高精度测量仪器,通过测量盾构机姿态测量点与地下导线点之间的边长和角度,确定盾构机的姿态参数,包括水平偏角、垂直偏角和倾斜角等。根据测量结果,可以及时发现盾构机在掘进过程中的偏差,并采取相应的调整措施。为了确保盾构机姿态测量的精度和可靠性,应定期对测量仪器进行校准和维护,并加强对测量人员的培训和管理。在掘进过程中,应实时监测盾构机的姿态参数,并根据实际情况进行动态调整和优化。盾构机姿态测量的测角中误差应不大于 $\pm 3''$,测距中误差应不大于 $\pm 5\text{mm}$ 。当盾构机水平偏角或垂直偏角超出 $\pm 20''$ 时,应及时进行调整;当盾构机倾斜角超出 $\pm 1^\circ$ 时,应采取相应措施保持其稳定性。

4 小空间始发超长盾构隧道联系测量的精度控制与质量保证

小空间始发超长盾构隧道的联系测量工作,其精度控制与质量保证是确保工程顺利进行和隧道精确贯通的关键。首先,在测量设备的选择上,应优先选用高精度、稳定性好的全站仪、水准仪等测量仪器,并定期对测量仪器进行检定和校准,以确保其测量精度满足工程要求。在测量过程中,应严格按照测量规范和操作规程进行操作,避免因操作不当而引起的误差^[4]。其次,在测量方案的制定上,应根据隧道的实际情况和设计要求,合理布设测量控制点,形成稳定、可靠的测量控制网。测量控制点的布设应考虑到隧道的长度、形状、地质条件以及施工环境等因素,确保测量控制网的精度和稳定性。在测量过程中,应采用多次独立观测、多次读数等

方法来减小测量误差,提高测量精度。另外,在数据处理和分析阶段,应采用专业的测量软件进行平差计算,以消除测量误差,提高测量结果的准确性。平差计算过程中,应严格按照测量平差原理和方法进行,确保平差结果的可靠性和准确性。应对测量数据进行严格的检查和审核,及时发现和处理异常情况,确保测量数据的真实性和可靠性。最后,在质量控制方面,应建立完善的测量质量控制体系,明确测量人员的职责和权限,加强对测量过程的监督和检查。同时应定期对测量成果进行质量评定和验收,确保测量成果满足设计要求和工程需要。对于不符合要求的测量成果,应及时进行整改和纠正,以确保整个测量过程的精度控制和质量保证。

结束语

本文深入探讨了小空间始发超长盾构隧道联系测量方法的各个方面,从测量设备的选择、测量方案的制定到数据处理与质量控制,都进行详细的阐述。通过本文的研究,得出适用于小空间始发超长盾构隧道的联系测量方法,为类似工程的施工测量提供了重要的参考和借鉴。未来,将继续关注盾构隧道施工测量领域的发展动态,不断完善和优化测量方法,为城市地下空间开发贡献更多的智慧和力量。

参考文献

- [1]杨定强,许锋,孙明峰.区间投点约束法在地铁隧道联系测量中的应用[J].天津建设科技.2021,31(6).DOI:10.3969/j.issn.1008-3197.2021.06.008.
- [2]田正华,叶满珠,刘军峰.双联系三角形法在中长距离隧道联系测量中的应用[J].河南科技.2020,(2).DOI:10.3969/j.issn.1003-5168.2020.02.042.
- [3]刘肇仁,李旺民.地铁隧道施工中平面联系测量方法实践与结果分析[J].城市勘测.2019,(2).DOI:10.3969/j.issn.1672-8262.2019.02.044.
- [4]王永.小空间始发超长盾构隧道联系测量方法[J].铁道建筑技术,2024(4):43-45,92.DOI:10.3969/j.issn.1009-4539.2024.04.011.