

城市轨道交通工程施工测量技术与方法

李永杰¹ 王欣² 董光芝³

1. 山东九强集团有限公司 山东 淄博 255000

2. 山东振业建设项目管理有限公司 山东 淄博 255000

3. 山东高速岩土工程有限公司 山东 淄博 255000

[摘要] 社会经济的发展使得城市建设的速度越来越快,城市轨道交通工程建设项目也越来越多,建设条件越来越复杂,为保障城市轨道交通工程建设的质量,需要做好城市轨道交通工程的施工测量工作。本文在概述工程测量的基础上,探讨了城市轨道交通工程施工测量技术与方法,然后对城市轨道交通建设中确保施工测量质量的措施进行了研究。

[关键词] 城市轨道交通工程; 施工测量; 技术; 方法; 措施

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.12.1892

随着我国城市化进程的加快,城市人口密度的增加以及过去不科学的城市规划因素的影响,我国城市地表空间日益拥挤,增加了地表交通的拥堵和交通事故的发生概率。所以在城市各地区建设交通线网是有效解决我国地上空间拥挤和道路堵塞的有效解决方法。在城市轨道交通工程建设中,测量水平的高低直接决定路线质量的好坏,其能够增强城市轨道交通工程建设的整体质量,减少不必要的返工,从而提升整体经济效益、社会效益。

1 工程测量概述

工程测量的目的是根据设计图纸中交通或构筑物的设计数据,尽可能高精度地在实际施工区域内进行放样,为工程施工提供数据,通常又被叫作“施工放样”。在实际施工过程中,由于各种建、构筑物的分布区域较广,并且施工顺序有先后之分,所以为了保证各建、构筑物在平面位置和高程上都能整体合乎设计要求,工程测量应遵循“由整体到局部”和“先控制后细部”的原则。在交通工程的施工过程中,进行工程测量的主要目的是提供施工过程中所需的数据,是保证该工程由设计图纸转变为实体的第一步。近年来,随着科学技术的不断发展,工程测量技术也有了实质性的进步,但是由于交通工程所固有的地形复杂、涉及范围较广、施工工艺难度大等问题,使得前期的工程测量工作相对于其他轨道交通而言具有较大的困难。但是不论是对于保障生产生活还是促进经济社会发展来说,交通工程的建设都起到了十分重要的意义,因此为了保证交通工程的顺利高效施工,必须实施好前期的工程测量工序,并保证工程测量工序的准确无误。

2 城市轨道交通工程施工测量技术与方法

2.1 地面控制测量

城市轨道交通工程施工测量中,地面控制测量主要包含平面控制测量和高程控制测量。平面控制测量分为三级:首级平面控制网一般是为整个轨道交通线网布设的平面控制网,是整个城市轨道交通工程平面控制骨架,一般采用GNSS网;次级平面控制网是在整个平面控制网的基础上,针对某条城市轨道交通工程线路布设的线状平面控制网,是整条城市轨道交通工程线路平面控制测量骨架,一般也采用GNSS网;三级平面控制网又称为精密导线网,是在首级或次级平面控制网的基础上进行的加密控制网,主要采用附和导线、闭合导线或节点网的形式,附和点、闭合点及起算依据均为首级或次级控制网点。平面控制测量的基本任务就是根据城

市轨道交通工程的特点和需要,在地面布设一定形状的控制网,并精密测定其地面位置。其目的是为施工测量、地下控制测量传递地面坐标、方位,建立整体的控制基础。城市轨道交通工程高程控制测量分两个等级布设:一等高程控制测量、二等高程控制测量。一等高程控制是某个城市轨道交通工程线网的高程控制网,二等高程控制测量是针对于城市轨道交通工程线网中某条线路的高程控制网。一等控制网应一次全面布设,它是二等高程控制网和施工水准网的基础和起算依据;二等高程控制网是在一等高程控制网基础上进行加密,可以根据需要分期布设。

2.2 竖井联系测量

竖井联系测量主要包含了定向测量、定向连接测量和导入高程测量。一井定向、多点后方交会测量方式适用于井口较小、埋深较深、俯仰角大于 30° 的条件,在竖井内测量的耗时长、测量工作量与强度大;如果采用导线直传法,需借助于带双轴补偿功能的全站仪来完成定向工作,且俯仰角在 30° 以内,这一测量方法适用于基坑井口大、埋深浅的测量条件;两井定向钻孔投点法的应用优势较为突出,定向精度高、操作相对简单、占用井口的时间大大缩短、测量工作量较小,如果在城市轨道交通工程隧道工程建设时采用的是矿山法施工作业,可以采用这种测量方法,地面钻孔作业的实施使得施工成本相对较高;铅锤仪、陀螺全站仪联合定向法具有广泛的适用性,在各种平面联系测量中都能够取得良好的测量效果。

2.3 地下控制测量

由于地下平面控制测量任务复杂,作为地下平面控制测量的支导线并不可能一次布设完成。导线测量时,如果要保障测量精度,需选用不低于II级以上的全站仪施测,在测量时,左右角均需要各观测两测回。在左右角观测的过程中,在两个不同的盘位要变动方向。边长同样需要往返观测两测回,往返平均值较差应小于 4mm 。如果在城市轨道交通工程隧道施工的过程中,隧道掘进到了全长的 $1/3$ 处、 $2/3$ 处,或者是距贯通面的距离在 $150\sim 200\text{m}$ 时,测量人员需对地下控制点全面复测,以保障测量结果的可靠性。

2.4 地下施工测量

地下施工测量同样包含多个测量内容:由于城市轨道交通工程工程中的地下隧道等工程作业都为线性工程,可以通过地下施工测量进行开挖位置、中线平面位置与高程的标定,从而保障隧道开挖作业的顺利开展;标定地下洞室的空

间位置、形状和大小，保障隧道、峒室衬砌位置放样的精确性。

2.5 隧道贯通误差及测定

2.5.1 贯通误差及精度指标

由于地面控制测量、联系测量、地下控制测量的过程中，存在测量误差，在隧道掘进完成后，贯通面不能正确地衔接，而存在错开的现象，这种现象就是贯通误差。贯通误差在中线方向上的投影长度也就是纵向贯通误差，而在垂线方向上的投影长度为竖向贯通误差，垂直于中线方向上的水平投影长度也就是横向贯通误差，比如，纵向贯通误差与竖向贯通误差分别影响的是隧道中线长度、隧道坡度。

2.5.2 贯通误差的测定与调整

在贯通误差的测量方面，需要严格根据以下流程来进行：（1）精密导线测量时，需在贯通面附近某一位置设置临时点，从检测的两个方向精确确定这一临时点的坐标，将最终所获得的闭合差分别投影到贯通面及其垂直方向上，获得横向贯通误差与纵向贯通误差，随后求得该临时点的方位角贯通误差。（2）中线法下，需由测量的相向两方向分别向贯通面延伸，取得一临时点，获得两点的横向与纵向距离，得到实际的贯通误差。（3）水准路线从两端向洞内进测，分别测到贯通面附近的同一水准点或者中线点上，所获得的高程差值也就是最终的高程贯通误差。

如果要使隧道贯通作业能够顺利进行，还需要对贯通误差进行相应的调整：（1）直线隧道中线的调整，调整可以在未衬砌地段上进行，采用折线法，如果中线折角在 $5'$ 以内，调整时按照直线线路；而如果中线折角处于 $5\sim 25'$ ，不加设曲线，在调整时，需要以相应的顶点内移量来考虑衬砌与线路位置；当中线折角在 $25'$ 以上时，需用圆曲线加设反向曲线的方式来加以调整。（2）曲线隧道贯通误差的调整方面，如果需要调整的路段全部位于圆曲线上，在调整的过程中，可以采用从曲线两端向中部按照特定长度调整的中线的方式，也可以采用偏角调整的方式。

3 城市轨道交通中确保施工测量质量的措施

3.1 科学规范地进行施工测量工作

在铺轨施工的过程中，测量工作对轨道铺设工作具有重要意义，测量的精准度将直接影响铺设过程的质量以及整个工程的建设质量。因此，在进行轨道的铺设工程中，要切实加强相关的测量技术投入，不断提高相关技术人员的技术水平，整个工作流程要按照相关的规定进行，确保工程中的每个流程的实施。除加强科学技术人才的投入外，还要不断更新相关测量设备，提高测量设备的精准度，以保证整个测量工作的准确性，确保整个工程的顺利实施。

3.2 进行严格的数据测量

在测量过程中，会用到大量繁而复杂的数据。因此，在进行数据的记录和采集过程中，要严格检查并记录每组测量数据，确保数据记录的真实性。进行数据记录时，一定要确保数据的实时性，切不可先进行数据的测量、再对数据随意记录。此外，由于数据不合格而需要更改的数据，切不可凭靠记忆和感觉进行修改，一定要进行多次的重新测量，确保数据的可靠性，保证铺轨施工建设的精确度。

3.3 建立完善的监督机制

在进行测量工作时，难免会产生各种各样的问题。因

此，引入监督机制对整个测量工作具有重要意义，在进行测量工作进行时，要确保对整个测量工作有很好的监督机制，监管测量工作的开展是否严格按照程序步骤展开，测量数据的精确度是否符合有关规定，以确保测量工作的准确性。另外，一些基标的测设工作，可以通过复核联测的方式对数据进行检查，进而保证整个铺轨施工的准确性。

3.4 做好测量准备工作

测量开始时，需要全面、完整的准备。准备工作直接影响测量的全过程和测量结果的准确性，必须引起测量施工人员的重视。准备工作主要包括全站仪设置和棱镜检查。

3.4.1 全站仪设置

首先需要当前测量环境的海拔、温度等信息进行全面、准确的了解，并据此对全站仪的测量参数进行调整和修正。在此基础上，利用三脚架稳固固定全站仪设备并旋紧中心螺旋，接着旋转3个脚螺旋，使调平指示器上的气泡位于中心位置，以保障全站仪处于水平位置。

3.4.2 棱镜检查

主要针对棱镜的竖直度与棱镜高度进行检查。首先利用卷尺精确测量棱镜高度并输入全站仪中，接着将棱镜竖直固定在前/后视点，每次观测前，均需用全站仪观测棱镜觇标的水平三角标识的连线与全站仪十字丝的水平丝的高度重合，据此不断调整全站仪的十字丝清晰度，直至消除视觉差。

4 结束语

由于城市轨道交通工程建设环境的复杂性，只有保障了施工测量的精度，才能实现设计意图，确保城市轨道交通工程相关构筑物定位准确，否则，一旦测量结果与实际的偏差较大，则可能会导致城市轨道交通工程面临着严重的质量与安全问题。因此，在城市轨道交通工程建设中，需按相关标准，做好施工测量工作，保障城市轨道交通工程建设的顺利进行。

参考文献

- [1] 蔡磊磊. BIM放样机器人技术在地铁施工测量中的应用[J]. 城市勘测, 2018, 0(5): 125-128.
- [2] 卢其栋. 城市轨道交通工程测量内外业一体化的思考与实践[J]. 河南科技, 2021, 40(36): 90-93.
- [3] 许海啸. 轨道交通工程车辆段断面法测量施工技术[J]. 建材与装饰, 2017(12): 265-267.
- [4] 周纪鹏. 城市轨道交通工程铺轨施工测量技术与方法探析[J]. IT经理世界, 2016(12): 107-109.
- [5] 段淑清. 地铁控制测量检测技术方法探讨[J]. 价值工程, 2020, 39(21): 156-158.
- [6] 李胜昌. 无定向导线在城市地铁施工测量中的应用及测量精度分析[J]. 建材与装饰, 2019(29): 266-267.
- [7] 胡庆章. 城市地铁施工测量技术与方法探讨[J]. 建材与装饰, 2019(22): 265-266.
- [8] 李康情. 刍议高铁项目施工测量技术及管理关键点[J]. 建材与装饰, 2018(42): 264-265.
- [9] 高成雷. 浅析地铁施工测量技术与方法[J]. 民营科技, 2017(08): 179-179.
- [10] 王锡和. 高速铁路精密控制测量技术[J]. 地理空间信息, 2019, (01): 127-130.