

Construction Technology of High-precision Assembling and Rapid Surveying for Special-shaped Structure of Assembled Subway Station

Chaolin Yang Haiyang Guo Naiguang Hu Xiangsong Meng Haibo Luo

China Construction Third Bureau Group Co., Ltd., Changchun, Jilin, 130000, China

Abstract

The assembly type subway station abnormal structure high accuracy assembly fast survey has the high efficiency and the high accuracy characteristic, is advantageous to the subway station survey, compared with the traditional open-cut and cast-in-place station structure of the layered measurement is very convenient and accurate advantages, but also greatly reduce the risk of survey workers in the process of measurement. However, in the actual work, we need to pay more attention to the application of the corresponding technology and means, and in the process of measurement, we need to analyze different data information to improve the utilization rate of data, improving the efficiency and scientificity of engineering survey. This paper analyzes and discusses the application of high-precision assembling and rapid measurement of assembled station irregular structure in metro related fields.

Keywords

fabricated station; assembling; high precision and rapid measurement technology

装配式地铁车站异型结构高精度拼装快速测量施工技术

杨超林 郭海洋 胡乃光 孟祥松 罗海波

中建三局集团有限公司, 中国 · 吉林 长春 130000

摘 要

装配式地铁车站异型结构高精度拼装快速测量具有高效率和高精度的特点, 有利于地铁车站的测量, 相比传统明挖现浇车站结构的分层测量具有十分便捷和精确的优越性, 也大大降低测量工作人员在测量过程中的危险性。但是, 在实际的工作中, 需要对相应的技术和手段的应用加强重视, 在测量的过程中需要对不同的数据信息进行分析, 提升数据的利用率, 提升工程测量的高效性和科学性。论文对装配式车站异型结构高精度拼装快速测量在地铁相关领域的应用进行分析探讨。

关键词

装配式车站; 拼装; 高精度快速测量技术

1 引言

随着预制装配式施工技术的发展, 中国越来越多地铁车站的建设过程中运用到了预制装配式施工技术^[1,2], 装配式高精度拼装快速测量由也就具有了优越的空间位置功能、超高精度以及超高的应用效率, 加上简便的操作方式和成本合理, 使装配式车站高精度拼装快速测量在地铁工程领域广泛应用^[3]。

2 工艺原理

2.1 高精度测量仪器选择

预制装配式地铁车站测量精度要求非常高, 我们选择全国顶尖测量仪器品牌莱卡经销商提供的全站仪和水准仪

作为技术支撑, 全站仪选择莱卡 TS30 全自动全站仪, 该全站仪角度测量精度 0.5", 距离测量精度 0.6mm+1ppm, 能自动搜索棱镜, 具有智能自主式目标自动识别和跟踪功能, 避免了普通全站仪人工操作产生的测量误差, 而且带有红外线激光束, 无论白天还是黑夜都能实现目标的自动识别、照准与跟踪, 还具有免棱镜自主测量功能, 这就给装配式拼装空间立体三维测量带来了方便。水准仪选择莱卡 LS15 精密电子水准仪, 安平精度 0.3", 每公里往返标准差 0.2mm, 配套钢瓦尺精度 0.3mm, 自动对焦, 免去人工瞄准对焦, 节省了测量时间, 使拼装速度更快。

2.2 装配式拼装空间立体三维高程 H 的测量定位

装配式拼装高程 H 用精平条带控制, 精平条带是混凝土垫层平整度控制的一种方法, 其方法是采用人工辅助挖掘机找平并清底, 然后测量量放样, 采用电锤在基底放样点位打孔预埋钢筋, 用精密水平仪控制高程, 调整高程并在抹带

【作者简介】杨超林 (1985-), 男, 中国吉林长春人, 本科, 工程师, 从事施工测量研究。

和后浇带间焊接角钢，最后浇筑混凝土，采用铝合金刮尺初平，初凝前采用滚轴压实后再用电抹子精平。对预制装配式地铁车站施工过程中，利用简易工具实现了垫层平整度的高精度控制，而且操作起来简单、精准、快速，达到了高质量、高效果的测量。

2.3 装配式拼装空间立体三维平面坐标 (X,Y) 的测量定位

装配式拼装平面坐标采用多基站多方位测量定位，由于整个衬砌拼装环由 7 块拼装块组成每个拼装块质量较大，拼装时测量控制非常困难，我们采用多基站多方位测量方法控制整环的三维平面坐标位置，根据现场实际情况选取通视较好的位置架设全站仪，分别定位 A、B、C、D、E 7 块拼装块，成环后用全站仪的免棱镜自动测量功能，测量整环的大里程立面位置坐标，通过隧道精灵测量软件算出测量的数据，与设计坐标位置进行对比分析，使整环的空间平面位置满足设计规范要求（见图 1）。

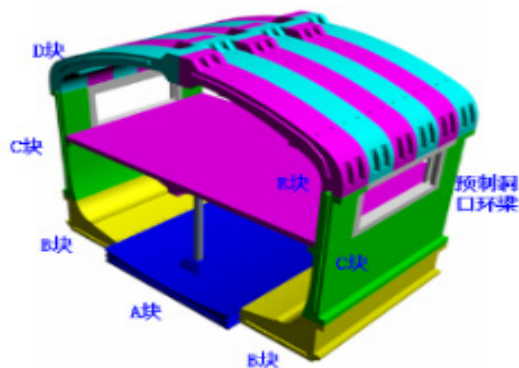


图 1 成环拼装块示意图

3 装配式车站拼装测量工艺流程

测量控制点的传递→反力架基础及预埋件测量→精平条带测量→预制构件拼装测量→成品衬砌拼装环测量复核。

3.1 测量控制点的传递

3.1.1 平面控制点的传递

在车站现浇段完成的底板上布设平面和高程控制点，地下车站左右线各布设 1 个平面控制点兼做高程控制点（中线点），利用交桩的控制点从基坑边向基坑内采用导线测量的方法进行定向；定向测量拟利用有双轴补偿的全站仪，要求其垂直角小于 30° ，导线定向的距离必须进行对向观测，定向边中误差应在 $\pm 2.5''$ 之内，并一定要保证车站定向边尽量拉长。水平角观测时，左右角分别观测三测回，共六测回；距离观测时每条边均往返观测，各测两测回，每测回读数两次，并测定温度和气压，现场输入全站仪进行气象改正，仪器的加乘常数也同时自动改正，随着拼装施工进度，每延伸 60~70m 增加一对控制点。

3.1.2 高程控制点的传递

车站高程传递采用钢尺悬垂法，地铁工程建设周期比

较长，作为高程传递的水准仪，在稳定的地方设定两个高程控制点且能相互校核。在高程传递前，对施工场地内的加密高程点进行复测，确定无误后，进行高程传递。

①观测工作：

在基坑上、基坑下分别安置水准仪，在 A、B 两点读数 a、b。

基坑上、基坑下水准仪同时在钢尺上读数 m、n，此外还需测定基坑上、下的温度 t_1 、 t_2 取其平均值作为测量时的温度。钢尺需是鉴定过的。

②加改正后成果计算精度可达 $1 / 10000$ 以上。

尺长改正方程式为：

$$l_t = l_0 + \Delta l + \alpha l_0 (t - t_0)$$

式中： l_t ——钢尺在温度 $t^\circ\text{C}$ 时的长度；

l_0 ——钢尺的名义长度；

Δl ——尺长改正数；

α ——钢尺的线膨胀系数，一般为 $0.0000125 / 1^\circ\text{C}$ ；

t ——丈量时的尺温；

t_0 ——鉴定钢尺时的温度，一般换算 20°C 。

$$h = (m - n) + (b - a) + \sum \Delta l$$

3.2 反力架基础及预埋件测量

①首环的精确定位是预制构件拼装轴线位置的基准，首环端头设置反力架，反力架下设基础地梁；

②施工流程：基础土方开挖→钢筋绑扎→预埋件安装→混凝土浇筑→反力架制作及安装；

③首环定位精确及安装牢固是本拼装方案的关键，首环与 15 轴围护桩之间设置反力架，反力架基础尺寸为 $22.5\text{m} \times 2.5\text{m} \times 1\text{m}$ ，钢板预埋件尺寸为 $1200\text{mm} \times 500\text{mm} \times 20\text{mm}$ 。

④反力架安装测量，首环反力架由 A 块反力架、B 块反力架及 C 块反力架组成，反力架采用工厂加工现场安装的方式，每块反力架上设置两处吊钩。反力架与预制块预留 5mm 可调间隙，测量人员在预埋件上放样并弹上墨线，复核无误后再采用反力架的安装。

3.3 精平条带测量

精平条带沿基坑横向设置 5 道，每道带宽 1.2m，2 条角钢组成。条带高程通过预埋角钢控制，由于角钢需要现场焊接固定，并且角钢高程设计要求控制在 $\pm 2\text{mm}$ 之内，用高精密度电子水准仪每隔 1m 在角钢上布设一个测量点，条带间填充混凝土面比条带标高低 10mm。

3.4 预制构件拼装测量

3.4.1 底板 A 块拼装测量

①底板由 1 块 A 与 2 块 B 组成，拼装采用龙门吊然后人工辅助，先拼装 A 块再拼装 B 块；

②首环 A 块测量拼装流程：测量放样→吊装就位→测量微调→调到设计轴线位置，其他环 A 块拼装测量流程：吊装就位并与上一环初步合拢→与上一环测量定位标识对中→张拉锁定（每 5 环用全站仪校核衬砌环设计位置）。

3.4.2 底板 B 块拼装测量

①首环 B 块测量拼装流程: 全站仪快速定位出 B 块轴线标记点→吊装就位→用全站仪复核轴线标记位置直至满足设计要求→张拉锁定;

②其他环 B 块拼装测量流程: 吊装就位并与上一环 A、B 块初步合拢→沿环向顶进至 A、B 块合拢并达到设计要求→合拢过程中随时调整姿态保证定位标识对中→穿纵向精轧螺纹钢张拉锁定并达到设计要求。

3.4.3 台车拼装测量

底板 A、B 块连续拼装测量至少 6 环, 在 B 块预留平台上铺设台车行走轨道、架设并调试模板台车, 用全站仪定位台车中线使其与轴线平行。

3.4.4 侧墙 C 块拼装测量

①侧墙由对称 2 块 C 组成, C 块安装的垂直度、平整度及内宽的精度直接影响顶板 D、E 的安装, 在安装之前复核 B 块上高程及平整度;

②首环 C 块测量拼装流程: 用电子水准仪复核 B 块顶高程→吊装就位并与 B 块初步合拢→微调至与 B 块定位标识对中并固定→利用台车校正 C 块姿态→用全站仪测量 C 块垂直度→张拉锁定; 其他环 C 块测量拼装和首环拼装测量相同。

3.4.5 顶板 D、E 块拼装测量

测量拼装流程: 选取通视良好位置用全站仪测量 D、E 块的轴线坐标, D、E 块合拢过程中随时调整与 C 块的对中姿态→直至将 D、E 块调到设计位置停止测量。

3.5 成品衬砌拼装环测量复核

7 块衬砌拼装块成环后, 每环都要进行测量复核。在车站挡墙旁通视较好位置利用设计院交接的控制点自由建站, 用全站仪免棱镜功能测量整环立面位置, 测量数据自动储存在全站仪内存卡上, 测量完毕用隧道精灵软件, 用测量坐标与设计坐标做数据对比分析, 使整环的空间平面位置满足设计规范要求。

4 质量控制

4.1 测量内业质量控制

①由于装配式地铁车站要求测量精度控制在 2mm 之内, 使得测量工作不允许出现测量误差超出限差的情况, 在施工中, 必须高度重视测量工作, 加强施工测量检核。

②施工放样前将施工测量方案报监理审批, 内容包括施测方法、操作规程、观测仪器设备的配置和测量专业人员的配备等; 建立测量复核制度, 按“三级复核制”的原则进行施测。

4.2 测量外业质量控制

①外业前, 测量人员对内业资料进行检查, 所采用的

测量方法、测量所用桩点以及测量要达到的目的向测量辅助工进行交底; 外业中, 平面和高程测量要形成检核条件, 满足检核条件要求的测量成果才能使用, 否则返工重测, 经常复核有变形地方附近的导线点、水准点, 随时掌握控制点的变形情况。在测量精平条带和拼装块工作中, 及时发现点位变化, 随时进行测量改正, 严格遵守各项测量工作制度和程序, 确保测量结果的准确性。

②外业后, 应检查外业记录的结果是否齐全、清晰、正确, 由另一人复核无误后, 向工区技术主管交底(见表 1)。

表 1 预制衬砌整环拼装允许偏差

序号	项目	允许偏差	备注
1	相邻环的环缝间隙	6~7mm	
2	纵缝相邻块间隙	3~4mm	
3	环向、纵向预紧装置锁紧轴线定位偏差	± 5mm	
4	衬砌环整体外皮宽度	20.5m	
5	外皮高度	17.45m	
6	相邻环竖向高差	± 2mm	
7	相邻环水平向偏差	± 2mm	
8	衬砌环相对车站中心线偏差	± 2mm	

5 预制拼装高进度快速测量中应注意的问题

作为一个新鲜的技术, 难免会有些待改进及提升的地方, 我们如何让广大的工程测量人员运用起来得心应手, 这也是论文重点阐述的问题:

①预制构件在装配过程中对精确度要求非常高, 即使存在很小的误差, 随着过程进度的不断进展, 误差也会逐渐积累, 最后导致项目施工难以进行, 因此在施工中必须严格控制拼装精度, 在第一时间纠正偏差。

②装配施工前在现浇段底板上做一对底板控制点用于指导施工, 现场用高精度全站仪建站进行施测, 按《城市轨道交通工程测量规范》要求对拼装块进行调整, 精确就位, 保证工程施工质量。

6 结语

综上所述, 装配式地铁车站异型结构高精度拼装快速测量施工技术已经深入到中国社会、基础建设、经济发展的多个领域中, 不仅提高了测量工作的效率, 还推动了测绘工作的长足发展, 为中国的工程建设事业作出了应有的贡献。

参考文献

[1] 罗贞发. 预制装配式地铁车站施工技术研究[J]. 城市建设理论研究, 2017(10):122.
[2] 张中勇, 王永吉. 预制装配式技术在地铁工程中的应用[J]. 建筑技术, 2017, 48(8):812-815.
[3] 董嘉莲. 装配式地铁车站预制构件拼装方案研究[J]. 建筑技术开发, 2017, 44(18):74-75.