

Research and Application of GPS-RTK Positioning and Surveying Construction Technology for Large Venues

Junhong Liu

Ningxia Construction Engineering Group Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 750000, China

Abstract

In the alien building construction layout through the full station (or theodolite) and BIM software coordinate auxiliary method, according to the original floor control point coordinates, find observable alien building edge measurement point, determine the arc plane position, establish the coordinate system, with the BIM technology, quickly mark the spatial coordinates of the control point, and then using RTK to quickly complete the alien building positioning layout quickly and accurately.

Keywords

engineering measurement; alien structure; control network; elevation

大型场馆 GPS-RTK 定位测量施工技术的应用

刘峻宏

宁夏建工集团有限公司, 中国·宁夏 银川 750000

摘要

在异形建筑物施工放线中通过采用全站仪(或经纬仪)和BIM软件坐标辅助法,根据地勘原始地坪控制点坐标,寻找可观测异形建筑边线的测量点,确定弧线平面位置,建立坐标系,借助BIM技术强大的运算功能,快速标出控制点的空间坐标,再采用RTK快速完成点定位,从而快速准确地完成异形建筑定位放线。

关键词

工程测量; 异形结构; 控制网; 高程

1 成果背景

当今建筑业科技发展日新月异,人们对建筑物的要求已经不仅仅局限于其坚固性、实用性和经济性,还将其作为一种建筑艺术,使其符合不同的美学要求。因此,在建筑工程施工中,我们经常会遇到一些平面、立面设计较为复杂的建筑物,如扇形、曲线、曲面等,其中曲线或曲面在大型公建的平面及立面中颇为常见。

2 大型场馆 GPS-RTK 定位测量工艺特点及适用范围

①根据地勘原始地坪控制点坐标,确定曲线平面位置,建立坐标系,借助 BIM 模型快速标出曲线轨迹上控制点的坐标,再采用 RTK 快速完成轴线点平面定位,并做好高程定位,从而降低了曲线放线的难度,提高了放线工作的速度和精准度^[1]。

②适用于解决大型场馆、公共建筑物的曲线或异形部

【作者简介】刘峻宏(1990-),男,中国陕西榆林人,本科,工程师,从事土木工程研究。

分测量定位。

3 大型场馆 GPS-RTK 定位测量工艺原理

使用 Revit 软件建立异形建筑模型,在待放样平面中采用折线成弧的方法定位弧线。通过贯穿弧线的定位轴线,截取与弧线相交的两点连线为基准线,并等分基准线,通过等分节点向弧线作垂线,将圆弧与垂线交点作为圆弧定位点。运用 Revit 标注命令,获得定位点空间坐标。现场测量时,通过将定位点空间坐标导入 GPS-RTK,根据仪器指令可准确定位弧线及定位点空间位置^[2]。

4 大型场馆 GPS-RTK 定位测量施工工艺流程及操作要点

4.1 工艺流程

施工准备→交接桩与校测→建立控制网→放样点导入 RTK→放样画线。

4.2 操作要点

4.2.1 施工准备

第一,建立模型:建立异型建筑模型,将 CAD 图纸导入 revit 中,利用各构件创建的拾取线功能画出图纸中的次

轴线及曲线形构件。

第二，建立测量数据表。

①打开管理标签中的坐标菜单点击在点上指定坐标。依据图纸中所提供的已知点，先进行手算复核，确保电子版准确性。后通过管理标签中的坐标菜单点击“在点上指定坐标”，在模型对应位置输入坐标值，建立与图纸相符的坐标系。

②设置基准线，通过贯穿弧线的定位轴线，截取与弧线相交的两点连线为基准线，并等分基准线（等分间距不大于4m），通过等分节点向弧线作垂线，将圆弧与垂线交点作为圆弧定位点。圆弧与基准线焦点及基准线中点作为内控点。

③建成后拾取圆弧定位点坐标，利用软件中的“高程坐标点”分别标注出各点的坐标值。

④将特征点按照顺序编写序号，按序列导出明细表格写明坐标值，供现场测量人员测设使用。

第三，现场平整。

现场的场地完成平整，临时水电管线尚未敷设，其场地测量允许误差为：平面位置50mm，高程 $\pm 50\text{mm}$ 。

4.2.2 交接桩与校测

接收规划部门提供的平面控制点及高程点，附有正规的拨地定桩书及点标记，对规划提供的首级GPS控制点及精密水准点进行复核，保证上述各控制点相邻点的精度分别小于 $\pm 10\text{mm}$ 和 $\pm 8\text{mm}$ 。

4.2.3 建立控制网

第一，首级控制网。

①根据总平面图结合现场情况选择合适的主控制点位，将控制点布设在土质稳固安全、易保护，高差相差不大的建筑物周围，相邻控制点间保证通视良好不受旁光折射影响，埋设地方应避开室外管线施工作业面。

②选择首级控制点位置时，除了考虑通视条件及稳定程度外，还应根据GB50026—2020《工程测量规范》中关于GPS观测的相关规定，考虑网型及边长。由业主提供的市政二级控制点（至少2个），根据设计院提供的坐标点与轴线的关系放轴线并设置相应控制点，并经二级控制点复核。其他主控轴及控制点依次形成。主控制桩按规定进行埋设并长期保存。由主控制桩放测各个控制点与主控制桩共形成主控轴。各条建筑轴线依据主控轴逐条放出（说明：该控制点为根据现场情况和总平面图布设的理想位置，施工时可根据甲方提供的拨地控制桩点结合施工现场的具体情况进行调整）^[3]。

③观测路线的选择，首级控制网采用GPS-RTK静态加密原有控制网。采用附和路线法从一个起算点通过一条由GPS导线推算另一个起算点的坐标，将此坐标与已知值比较，控制点相邻点的精度应 $\leq \pm 10\text{mm}$ 。

④首级网的观测：根据GPS作业调度表的安排进行观

测，采取静态相对定位，观测时用三台同步观测一个三角形，直至测完所有三角形。观测时清空内存，设置点号、时段、卫星高度角和采样间隔，开始测量。

⑤连接电脑传输数据处理：采用HDS2003软件进行基线处理，进行自由网平差，计算出各未知点的平面坐标。

第二，二级控制网的布设。

①二级网的设计：二级控制网即为轴线控制网，为保证建筑物的垂直度及坐标统一性，内控点要尽量布设在建筑物最底层。为保证控制点精度、方便检核，每施工段控制点不少于三个。为避免施工时结构柱绑扎钢筋对视线的阻挡，轴线控制桩点平行偏移出轴线4m的距离。

②二级网的测设：根据设计的二级网布设图，采用Revit提取内控点坐标，采用GPS-RTK定位出内控点位置，在地下结构顶板浇筑前，根据定出的点位，将预埋件固定在顶板的钢筋上浇筑混凝土。

第三，放样点导入RTK。

①数据格式转换。将Revit导出的测量数据表另存为RTK可读取的CSV格式。将数据线把刚才CSV文件导入到手薄软件的安装目录中，记住所在位置。

②求解参数。打开手薄软件Hi-RTK Road，选择测量放样点库，打开待导入文件，找到传到手薄中的CSV文件。出现自定义格式导入，将符号添加到导入内容框中依次填上Name、x、y、h。从而解算RTK中X平移、Y平移、旋转角和比例。

第四，放样画线。

①画线。根据投测小钉位置，再用石灰洒出圆滑曲线。各曲线间应相切，过渡顺滑。

②轴线及高程的竖向传递。采用全站仪天顶测距，标线仪引线的方法传递标高。将仪器架设在内控点上方，利用激光标线仪发射出一条水平激光射线，调整标线仪高度将水平线对准仪器中心。旋转标线仪将此条水平线投射到标有结构标高的墙面上，利用钢尺量取两条直线的高差，从而确定仪器高。

制作强制对中棱镜，安放在顶板预留洞，接收全站仪测距信号。采用全站仪照准天顶角，测量到顶部的强制对中棱镜的距离。引测上层标高控制线，根据测算出的棱镜板的高程引测本层结构50mm线^[4]。

5 质量控制

5.1 首级控制网观测控制措施

①GPS网中每个附和线路中的边数 ≤ 10 ，避免削弱影响整网的精度。

②关于各点观测次数的确定，通常应遵循“网中每点必须至少独立设站观测两次的基本原则。即网平差中跟一测点连接的独立基线至少要有两条，避免会形成孤点。

5.2 平面测量误差的控制措施

测量完成后利用钢尺及全站仪对施工层放样误差进行

测量,允许误差值见表1。

表1 施工层上放线测量的允许误差表

项目	允许误差 (mm)	
外廓主轴线长度 L (m)	L ≤ 30m	± 5
	30 < L ≤ 60	± 10
	60 < L ≤ 90	± 15
	90 < L	± 20
细部轴线	± 2	
承重墙、梁、柱边线	± 3	
非承重墙边线	± 3	
门窗洞口线	± 3	

5.3 竖向控制轴线的误差控制措施

5.3.1 轴线内控点的竖向传递

①在施工过程中,在每层的楼板与内控点相对应的位置预留 200×200 的预留孔。

②轴线的内控点利用激光铅垂仪通过预留孔向上传递。

③为提高点位精度,减少分阶段引测累计误差制作激光捕捉辅助工具。

5.3.2 轴线投测传递的允许误差表

轴线投测传递的允许误差表见表2。

表2 轴线投测传递的允许误差表

项目	允许误差 mm	企业标准
每层	± 3mm	± 2mm
总高 H	H ≤ 30m	± 5mm
	30m < H ≤ 60m	± 10mm

5.4 测量平差

每次放线结束后,在网格点上分别进行边角测量,角度和边长各测量3回,观测值用平差法进行平差,并在实地修正至设计位置。测所使用的仪器为全站仪(1", 1+1ppm),测距相对中误差小于1/30000,测角中误差小于2.5",精度符合规范要求。

5.5 桩点质量保证措施

①应加强每个定位桩点的保护,护坡及土方开挖转运及材料堆码过程中,务必让开所有测量控制桩点。并设置明显的标记和防护栏。

②根据建筑物的平面、立面结构情况,在建筑物零米结构施工完成后,上部结构施工采取激光铅垂仪竖向垂直控制,并结合建筑物外围控制网点进行检测。

6 安全措施

①不得使用无证人员放线,上岗前必须经过测量培训,并经考核合格取得上岗证。

②各种测量桩点均应布置在视野开阔、通视良好、土质坚实的地方,在确认其稳定、可靠后方可以进行测量作业。在作业时注意环境情况,采取针对性措施,戴好防护用品。

③在基坑边放样基础轴线时,确保架设的仪器稳定性,并随时检查有无塌方危险,若有须采取安全措施。

④防止雷电击伤和铝合金塔尺触电。在雷电天气野外

测量作业时,不得使用移动电话。

⑤使用钢尺测距须使尺带平坦,不能扭转折压,测量后应立即卷起,严防钢卷尺接触电线、电焊把线、以免损坏卷尺或触电。标尺、立花杆不得触及架空电线,更不得靠在电线上,不得用标尺、花杆抬物,也不得坐、靠在上面。钢尺使用后表面如有污垢要及时擦净,长期贮存时尺带涂防锈漆。

⑥在测量过程中有交通机械设备从旁边通过时,须通知司机减速行驶并有人在仪器旁边看护。

⑦前视测量人员打木桩时要确保锤头安装牢固,除掉锤头飞刺,锤把应用活腊木杆。打锤应注意前后人员和障碍物,被打的木桩或钢钉如有人扶持,打锤人与扶持人不准对面站立。禁止打飞锤。打锤时严禁戴手套。

⑧搬运仪器必须装箱上锁,并检查提环、背带背架及运输工具是否牢固,确实牢固方能搬运。搬运安在三脚架上的仪器时,严禁平杠横抱,行走要谨慎,严防仪器碰撞脚手架、钢丝绳以及建、构筑物等。

⑨仪器使用完毕后需立即入箱上锁,由专人负责保管,存放在通风干燥的室内。

7 结语

①经济效益:采用异形建筑GPS-RTK定位测量施工方法,相比较传统测量的数据提取与复核方式,利用先进的计算机软件高效准确完成数据提取与复核,减少技术人员的手工内业计算量,降低误差发生概率,大大提高工作效率与测量精度。

②社会效益:相较传统的测量方式,采用异形建筑GPS-RTK定位测量施工方法可以直接测算曲线上坐标点。缩短工期,优化施工,降低施工难度,提高建筑成型质量。通过计算机的模型模拟,推动施工的智能监控和信息化管理,提高数据资源利用水平和信息服务能力。增强企业信誉和核心竞争力。推广了新工艺、新技术在建筑业的发展,更有利于提高施工质量。

③环境效益:相较传统的测量方式,采用异形建筑GPS-RTK定位测量施工方法可以直接测算曲线上坐标点。减少了现场布点数量,节约了制桩材料。利用电脑信息技术预先模拟,避免现场多次返工造成的浪费,有较好环境效益。

参考文献

- [1] 王先法,刘庆宇,史阳,等.浅议异形结构房屋建筑测量放线的技巧[J].百科论坛电子杂志,2018(12):289-290.
- [2] 周育军.异形结构建筑施工测量定位控制技术的运用[J].广东土木与建筑,2020(5):92-94.
- [3] 李建平.用城市测量网坐标进行建筑施工放线[J].城市建设理论研究(电子版),2014(27):2.
- [4] 孙锡勇.浅谈土建工程测量的方法和应用[J].城市建设理论研究(电子版),2014(10):43.