

新仪器、新方法在工程放样中的应用

马书英, 刘晓宁

(河南工业职业技术学院, 河南 南阳 473009)

[摘要] 针对传统工程放样方法繁琐且精度不高的现实问题, 介绍了几种新仪器在工程放样中的应用。具体阐述了使用全站仪放样坐标的方法和使用 RTK-GPS 进行工程放样的具体步骤, 并详细讲述了三角高程测量代替几何水准测量的新方法即新三角高程测量, 以及新三角高程测量在工程放样中的应用。

[关键词] 放样; 全站仪; RTK-GPS; 新三角高程测量

[中图分类号] P258

[文献标识码] B

[文章编号] 1007-3000(2008)02-4

工程放样工作大体可归结为放样点的平面坐标放样和点的高程测设两个问题。点的平面坐标放样大致分为三个阶段, 即: 传统的光学经纬仪配合大钢尺放样阶段、全站仪坐标放样阶段、GPS-RTK 空间定位放样阶段。高程测设的方法主要是几何水准测量和普通三角高程测量, 但经过论证, 新三角高程测量完全可以将这两种普通测量方法所替代。

1 传统方法的工程放样

在传统的工程放样方法中, 必须由测量人员解算出设计图中的放样点或放样线相对于建筑控制网或原有建筑的相互关系, 即求出其相互间的角度、距离和高程, 这些数据统称为放样数据。然后按照放样数据利用传统光学经纬仪、水准仪、皮尺、钢尺等工具测设出设计点点位和设计高程。通常测设点位和高程是分开进行的, 测设点位的常用方法有: 极坐标法、直角坐标法、距离交会法和角度交会法等等。高程放样最常用的方法是几何水准测量, 对于工程精度要求较低的, 可用三角高程测量的方法代替几何水准测量。

在传统的工程放样中, 圆曲线和缓和曲线的放样最为繁杂, 我国多采用螺旋线作为缓和曲线, 测设方法多采用切线支距法和偏角法等。这些方法很容易产生累计误差, 为了消除这些误差, 往往需要多次测量对误差进行分配, 不但精度不高, 而且还增加了测量人员的劳动强度, 浪费了工时, 提高了工程成本。

2 坐标放样法

随着光电测距仪的快速发展, 出现了“半站仪”, 也就是将测距仪直接安置到传统的光学经纬仪上面, 从而实现了同时完成测角和量距的任务, 再结合计算器就可以即时计算出所测设点的坐标, 坐标放样法出现了。坐标放样法克服了传统放样方法中解算求取放样数据的麻烦工序, 直接获取放样点的坐标就可以放样出设计点位。

在计算机发展和普及的同时, 电子经纬仪、全站仪(Total Station)迅速发展取代了传统的光学经纬仪。计算机的普及使用尤其是 AutoCAD 的普遍应用为放样数据的解算精度和解算工序、解算速度作出了极大的贡献。全站仪则在具体的放样工作中简化了放样工作程序, 大大提高了放样精度。现在各国仪器生产商生产的全站仪如宾德、徕卡、索佳、拓普康、南方等都配备有施工放样模式, 使用方法简单易懂, 且多为中文版。下面简述拓普康 GTS-600 型全站仪的放样步骤:

(1) 安置仪器, 新建工程项目, 录入放样数据文件;

(2) 设置测站点;

(3) 设置后视点、确定方位角;

(4) 选择工程放样模式(可以按坐标放样也可以按距离、方位角放样);

(5) 输入所需的放样坐标, 开始放样(通过点名调用内存中的坐标值或直接键入坐标值);

(6) 指挥棱镜前后左右移动放样出准确位置。

[收稿日期] 07-12-20

[作者简介] 马书英(1977-), 女, 河北邢台人, 助教, 现从事高校测绘教学工作。

3 RTK 技术在工程放样中的应用

工程放样由传统的放样方法发展到坐标放样方法,放样工序简化了,精度大大提高了,但是由于施工现场环境复杂不能通视,地面起伏太大,附近没有或只有一个控制点时,就需要建立施工控制网。建网程序繁琐,且速度较慢,放样一个设计点往往需要来回移动目标,要 2 至 3 人同时相互配合,大大降低了劳动效率。

RTK(Real Time Kinematic)技术是实时处理两个测站载波相位观测的差分方法,即是将基准站采集的载波相位传给用户接收机进行求差解算坐标。RTK 技术的出现使施工放样有了突破性发展,不但克服了传统放样法和坐标放样法的缺点,而且具有观测时间短,精度高、无须通视、现场给出精确坐标等优点,经工作实践,在距离基准站约 5 公里处,平面定位误差小于 20mm,高程误差小于 30mm。GPS 接收机只要 1-2 分钟就能进入 RTK 工作状态,在此状态下 1 分钟内即可得到厘米级的点位精度。RTK 技术特别适合道路等大批量设计点位的放样工作,尤其是道路边桩、征地范围线等放样。不需沿途布设图根控制点,从而减少了施工控制网的布设密度,节约经费,节省时间提高了工作效率。由于其无需通视等优点完全实现了单人作业,更显示出其方便快捷的优越性。下面以南方测绘公司生产的灵锐 S82 型 RTK-GPS 为例,简单介绍 RTK 放样作业流程:

(1)设置基准站:在已知控制点上架设接收机和天线,打开接收机,将 PC 卡上室内设置的参数(坐标系)读入 GPS 接收机,建立(或选择)配置集,输入基准站点的准确的坐标和天线高,将坐标系设置为北京 -54 坐标,中央子午线精度为 112 度 30 分(南阳市的中央子午线精度),GPS 将自动进行数据转换,同时连续接收所有可视 GPS 卫星信号(至少四颗卫星信号),并通过数据发射电台将其测站坐标、观测值、卫星跟踪状态及接收机工作状态发射出去,待电台指示灯(TX 灯)显示发出通讯信号后流动站即可开展工作。

(2)流动站工作:打开接收机,新建(或打开)工作项目,建立(或选择)配置集(要求与基准站相匹配)。流动站接收机在跟踪 GPS 卫星信号的同时也接收来自基准站的数据,进行处理获得流动站的三维坐标,并实时显示在流动站的电子手

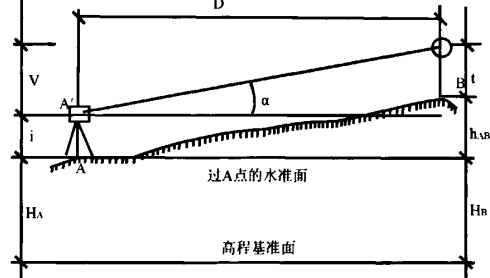
簿上,接收机可将实时位置的坐标与设计值相比较,指导放样的正确位置。

4 新三角高程测量在工程施工放样中的应用

在工程的施工放样过程中,高程测量是非常关键的步骤。传统的高程测量方法是几何水准测量和三角高程测量。两种测量方法虽然各具特色,但都存在着不足。几何水准测量是一种直接测高法,测定高差的精度是较高的,但水准测量受地形起伏的限制,外业工作量非常大,施测速度较慢。三角高程测量是一种间接测高法,它不受地形起伏的限制,且施测速度较快,广泛应用于线型工程、管网工程等,但其测量精度较低,且每次测量都要量取仪器高,棱镜高,繁琐且增加了误差来源。随着全站仪的广泛使用,使用固定棱镜杆配合全站仪测量高程的方法越来越普及,成为一种新的三角高程测量方法。这种方法既结合了水准测量的任意置站的特点,又减少了三角高程的误差来源,同时每次测量时还不必量取仪器高、棱镜高。使三角高程测量精度进一步提高,施测速度更快,大大提高了工作效率,这就是所谓的新三角高程测量。下面具体阐述一下新三角高程测量的测量方法及其理论分析:

我们将全站仪像水准仪一样任意置站,而不是将它置在已知高程点上,同时又在量取仪器高和棱镜高的情况下,利用三角高程测量原理测出待测点的高程,那么施测的速度将更快。如图一,假设 A 点的高程已知, B 点的高程为未知,这里要通过全站仪测定其它待测点的高程。首先由 $H_B = H_A + D \tan \alpha + i - t$ (普通三角高程测量公式)可知:

$$H_A = H_B - (D \tan \alpha + i - t) \quad (1)$$



图一

D 为 A、B 两点间的水平距离;

α 为在 A 点观测 B 点时的垂直角;

i 为测站点的仪器高;

t 为棱镜高;

H_A 为 A 点高程;

H_B 为 B 点高程;

V 为全站仪望远镜和棱镜之间的高差 ($V=D\tan a$);

上式除了 $D\tan a$ 即 V 的值可以用仪器直接测出外, i, t 都是未知的。但有一点可以确定: 即仪器一旦置好, i 值也将随之不变, 同时选取固定棱镜杆作为反射棱镜, 则 t 值也固定不变。从①可知:

$$K = H_A + i - t = H_B - D\tan a \quad (2)$$

由②可知, 基于上面的假设, $H_A + i - t$ 在任一测站上是固定不变的, 而且可以计算出它的值 K 。

这一新方法的操作过程如下:

1、仪器任一置站, 但所选点位要求能和已知高程点通视;

2、用仪器照准已知高程点, 测出 V 的值, 并算出 K 的值(此时与仪器高程测定有关的常数如测站点高程, 仪器高, 棱镜高均为任一值。施测前不必设定);

3、将仪器测站点高程重新设定为 K , 仪器高和棱镜高设为 0 即可;

4、照准待测点测出其高程。

下面从理论上分析一下这种方法是否正确, 结合 $H_B = H_A + D\tan a + i - t$ 和 $K = H_A + i - t = H_B - D\tan a$ 可以得出:

$$H_B' = K + D' \tan a' \quad (3)$$

H_B' 为待测点的高程;

K 为测站中设定的测站点高程;

D' 为测站点到待测点的水平距离;

a' 为测站点到待测点的观测垂直角;

从③可知, 不同待测点的高程随着测站点到其的水平距离或观测垂直角的变化而改变。

将②代入③可知:

$$H_B' = H_A + i - t + D' \tan a' \quad (4)$$

按三角高程测量原理可知

$$H_B' = K + D' \tan a' + i' - t' \quad (5)$$

将②代入⑤可知:

$$H_B' = H_A + i - t + D' \tan a' + i' - t' \quad (6)$$

这里 i', t' 为 0, 所以:

$$H_B' = H_A + i - t + D' \tan a' \quad (7)$$

由④、⑦可知, 两种方法测出的待测点高程在理论上是一致的。也就是说我们采取这种方法进行三角高程测量是正确的。测出的结果从理论上

分析比传统的三角高程测量精度更高, 因为它减少了误差来源, 整个过程不使用钢尺量取仪器高、棱镜高, 也就消除了量高误差。同时需要指出的是, 在实际测量中, 棱镜高还可以根据实际情况改变, 只要记录下相对于初值 t 增大或减小的数值, 就可在测量的基础上计算出待测点的实际高程。

由武汉大学和铁道第四勘察设计院共同完成的“精密三角高程测量方法研究”项目, 日前在武汉通过国家测绘局主持的成果鉴定。鉴定委员会由宁津生院士、刘经南院士、许厚泽院士、国家测绘局李维森副局长等共 11 位专家组成, 该成果由测量工程研究所徐亚明教授、潘正风教授等主持完成。成果采用精密三角高程测量方法, 通过利用两台高精度自动目标识别全站仪, 经过加装改进, 实现了同时对向观测, 削减了大气垂直折光的影响。通过对测段按偶数边进行观测, 无需量取仪器高和觇标高, 有效避免了由此带来的测量误差。采用该方法可达到二等水准测量精度, 与几何水准测量相比, 大大降低了作业条件限制, 显著提高了作业效率。该方法现已成功应用于国家大型工程“武广铁路客运专线”的施工测量中, 开创了国内外大范围、长距离精密三角高程测量代替二等水准测量的先例。在南阳市电厂外引水项目中, 也成功地采用新三角高程测量的方法对全线(四公里)高程控制点进行测设, 经过检核完全满足施工精度要求。

5 结束语

技术的进步、仪器的更新和改进, 使得施工放样工作越来越简化, 精度也越来越高。人们可以根据需要采用不同的放样方式。对一些放样点数少, 又有相关地物点能保证精度的情况, 可采用传统的方法。对于精度要求高的情况, 如隧道贯通工程、桥梁工程等需要采用全站仪结合水准仪进行坐标放样和高程放样。GPS-RTK在线型工程施工、管网工程施工等方面突显其优势, 一套基准站可配多套流动站同时作业, 几种方法亦可以相互结合使用, 但 GPS-RTK 在施工放样中的精度问题还需积累经验 and 探讨, 有待进一步提高。

参考文献

- [1] 覃昌佩. RTK-GPS 在高速公路工程放样的应用[J]. 广西测绘, 2004, (2)
- [2] 武汉测绘科技大学《测量学》编写组. 测量学[M]. 北京: 测绘出版社, 1991. (下转第 66 页)

总院的机器拥有各分院的密钥,那么质检可以正常对分院的数据进行审核检查。如果发现有问题的数据则不经过修改直接发给该分院完善。如果质检通过则把该数据用总院密钥加密提交给资料室归档,这时分院没经过允许是不能打开总院资料室

归档的数据。

参考文献

- [1] 《中华人民共和国保守国家秘密法实施办法》(1990年5月25日国家保密局令第1号发布)

Survey and Mapping System Solution On Confidentiality

WANG Liang-min¹, YIN Wen-guang², HU Ke³, ZHOU Kui³

1. Wuhan University, Wuhan, Hubei, 430070; 2. The Beijing hao Yu World Surveying Instrument Ltd.Co., Beijing, 100039;
3. The City of Tianjin Surveys and Draws Yard, Tianjin, 300381

Abstract: Considering the outcome of the current system of surveying and mapping, this paper presents how to ensure the confidentiality among the Institute, Branch, the association unit, information centre, quality inspection, and others in the production of mapping and the mapping distribution and proposes a more detailed system solution for this method.

Key words: Mapping Results; Confidentiality; Security; Decryption Dogs; Automatic Destruction

(上接第 37 页)

The Application of New Apparatus and New Method in Engineering Setting Out

MA Shu-ying, LIU Xiao-ning

Henan Polytechnic Institute, Nanyang, Henan, 473009

Abstract: Aiming at the complication and low precision problem of the traditional engineering setting out methods, the paper introduces some apparatuses in engineering setting out, presents the steps of using total station and RTK-GPS to set out and proposes new triangle altitude surveying instead of geometry leveling and its application in engineering setting out.

Key words: Setting Out; Total Station; RTK-GPS; New Triangle Altitude Surveying

(上接第 63 页)

Technology and Methods on Application of MapGIS in the Construction of Land Use Database of JiangXi Province

RUAN Jian, LIU Bo, ZOU Shi-lin

Geosciences and Surveying and Mapping Institute of East China Institute of Technology, Fuzhou Jiangxi, 344000

Abstract: By analysis of the functions of MapGIS, this paper describes the application in land use database establishment of Jiangxi province based on MapGIS, and introduces mainly technological process and the method of the land use database establishment with the land use current data of Jiangxi.

Key words: MapGIS; Land Use Database; Attribute Data