

高山区高程控制测量应用分析

岁有中, 冯金武, 张新霞

(核工业航测遥感中心 河北 石家庄 050002)

摘要:以《张涿高速公路 1:2 000 数字地形图及数字高程模型项目》为例介绍了一种山地高程控制测量的方法,为带状地形测区提供了一种有效的高程控制测量方法。

关键词:高程控制测量;三角高程测量;水准测量

中图分类号:P224 文献标识码:B 文章编号:1672-5867(2011)05-0263-03

Analysis on Vertical Control Survey in Mountainous Area

SUI You-zhong, FENG Jin-wu, ZHANG Xin-xia

(Aerial Photogrammetry and Remote Sensing Center of Nuclear Industry, Shijiazhuang 050002, China)

Abstract: A method of vertical control surveying in mountainous area and relevant accuracy parameters will be introduced at the example of Zhangzhuo Highway 1:2 000 Digital Topographic Map and Digital Elevation Model Project, which can be applied to belt topographic map surveying.

Key words: vertical control survey; trigonometric leveling; leveling

0 引言

在高山区高程控制测量中难度比较大,特别是光学水准仪观测,存在一定的误差。如何在测量实施方案中减少人为因素,保证精度。本文以《张涿高速公路1:2 000数字地形图及数字高程模型项目》为例介绍一种山地高程控制测量方法,使其工程进度大大提高,而且避免许多问题存在。

1 工程测区地理情况

测区为山区和丘陵区,沟壑、河渠众多,地形复杂。测区最高处1 559 m,最低处40 m,高差达到1 519 m。测区内桑干河、拒马河,大秦铁路、沙蔚铁路、京原铁路、国道109、国道108、宝平公路穿过。测区高程系统采用1985国家高程基准。

2 高程控制测量

首级控制网为三等水准,山区为四等光电测距三角高程导线。

2.1 三等水准测量

三等水准测量主要规程如下:

- 1) 观测使用单路双转点,往返测的方法。
- 2) 每站观测结束,水准记录程序提示合格后方可

搬站。

3) 每个观测段结束后由水准记录程序计算双路较差,较差符合精度要求后开始下一段的观测。

4) 当结点网形成后及时计算两条水准路线的较差,符合精度要求后开始下一段的测量。

5) 在完成两个等级水准点的联测后即进行附和路线或结点网的平差,以便及时发现可能存在的问题。在测量过程中水准路线是由A到B(如图1所示),中间的GPS01, GPS02, GPS03必须要上水准,在测量中到G1处做固定点G1,是其行成A-G1, G1-GPS01, GPS01-GPS02, GPS02-G1, G1-GPS03之间都是一个闭合环。这样和以往的由A-GPS01-GPS02-GPS03-B,然后再由B-A比

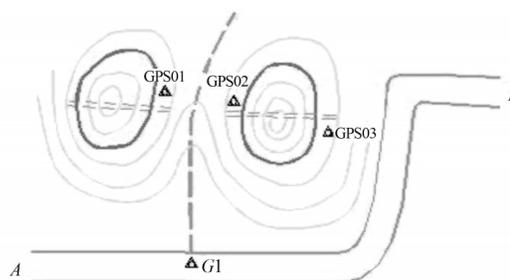


图1 行走水准路线示意图

Fig. 1 Leveling route diagram

收稿日期:2010-08-11

作者简介:岁有中(1983-)男,河南南阳人,助理工程师,主要从事测量及GIS的应用工作。

较的优越之处就在于能够及时发现测量中是否有, 随时发现随时解决, 不遗留问题。

6) 完成整个测区水准线路后, 全网统一平差。

三等水准测量的平差计算完成后对各主要精度指标进行统计与分析。

三等水准测量的技术要求应符合表 1 的规定。

三等水准测量的观测应符合以下规定, 见表 2。

表 1 三等水准测量指标差

Tab. 1 Index error of third order leveling

等级	附和路线 长度/km	检测已测测段 高差之差/mm	路线全长 高程闭合差/mm
三等	60	$\pm 20\sqrt{L}$	$\pm 15\sqrt{L}$

注: L 为路线长, 以 km 计。

表 2 三等水准测量的观测要求规范表

Tab. 2 Specification list of leveling observation requirements of third order leveling

等级	最大视线 长度/m	前后视 距差/m	前后视累计 差/m	视线高度 /m	红黑面读数 差/mm	红黑面高差 较差/mm	检测差 /mm
三等	≤ 75	≤ 2.0	≤ 5	0.3	2	3	5

2.2 四等光电测距三角高程测量

四等光电测距三角高程导线技术要求应符合表 3 的规定。

表 3 四等光电测距三角高程导线测量指标差

Tab. 3 Index error of fourth order trigonometric leveling

等级	附和路线 长度/km	检测已测测段 高差之差/mm	路线全长高程 闭合差/mm
四等	25	± 30	± 25

四等光电测距三角高程导线观测要求应符合表 4 的规定。

表 4 四等光电测距三角高程导线观测要求规范表

Tab. 4 Specification list of fourth order trigonometric leveling observation requirements

等级	测回数	各测回天顶距较差		最大倾角 /°	最大视线 长度/m
		同一方向指标差 较差/''			
四等	4	5		15	600

如图 2 所示, 设 A, B 为地面上高度不同的两点。已知 A 点高程 H_A , 只要知道 A 点对 B 点的高差 H_{AB} , 即可由 $H_B = H_A + H_{AB}$ 得到 B 点的高程 H_B 。

图中: D 为 A, B 两点间的水平距离; a 为在 A 点观测 B 点时的垂直角; i 为测站点的仪器高; L 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 ($V = D \tan a$)。

首先我们假设 A, B 两点相距不太远, 可以将水平面看成水准面, 也不考虑大气折光的影响。为了确定高差 h_{AB} , 可在 A 点架设全站仪, 在 B 点竖立跟踪杆, 观测垂直角 a , 并直接量取仪器高 i 和棱镜高 L , 若 A, B 两点间的水平距离为 D , 则 $h_{AB} = V + i - L$

$$\text{故: } H_B = H_A + D \tan a + i - L$$

这就是三角高程测量的基本公式, 但它是以水平面

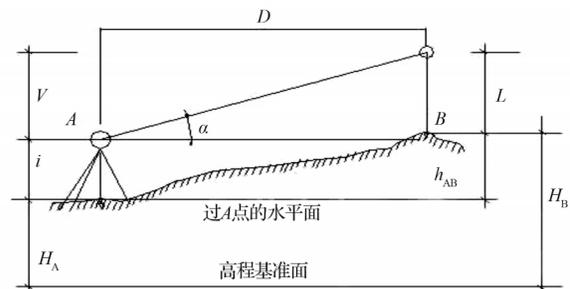


图 2 传统三角高程测量原理

Fig. 2 Method of traditional trigonometric leveling

为基准面和视线成直线为前提的。因此, 只有当 A, B 两点间的距离很短时, 才比较准确。当 A, B 两点距离较远时, 就必须考虑地球弯曲和大气折光的影响了。我们从三角高程测量方法中我们可以看出, 它具备以下两个特点:

- 1) 全站仪必须架设在已知高程点上;
- 2) 要测出待测点的高程, 必须量取仪器高和棱镜高。

四等光电测距三角高程导线测量注意事项:

- 1) 每站必须精确丈量仪器高、觇标高。量取两次, 较差不应大于 2 mm。
- 2) 直反觇高差不符值不应大于 $45\sqrt{L}$ mm (L 为边长)。
- 3) 完成整个测区四等光电测距高程导线后, 分段平差。
- 4) 平差计算完成后对各主要精度指标进行统计与分析。

2.3 精度指标分析

在整网统一平差后进行精度的统计与分析 (见表 5), 利用 GPS 高程和水准高程进行比较, 在 ($\Delta \Delta H$) 一列中看是否符合精度指标, 比单一纯粹水准测量的优越性在于把问题的范围降到最小, 很容易找到问题在哪一段。不至于大海捞针盲目返工, 大大缩短了工程时间, 减少了工程代价。GPS 高和水准高, 高差对照表见表 5。

表5 GPS高和水准高 高差对照表
Tab.5 The comparison among GPS height leveling height and height difference

点名	GPS高	ΔH	水准高	ΔH	$\Delta \Delta H$
C 021	1 061.108		1 072.650		
C 022	1 109.763	48.655	1 121.313	48.663	-0.008
C 023	929.146	-180.617	940.696	-180.617	0.000
GPS 009	503.077		517.218		
GPS 010	499.532	-3.545	513.682	-3.536	-0.009
GPS 011	506.622	7.090	520.769	7.087	0.003
GPS 012	512.734	6.112	526.883	6.114	-0.002
GPS 012-1	522.832	10.098	536.974	10.091	0.007
GPS 013	530.610	7.778	544.750	7.776	0.002

3 结束语

本文通过《张涿高速公路1:2 000数字地形图及数字高程模型项目》测区,系统介绍了一种山地高程控制测量方法及相应的指标差、规范。本方法适合长距离的带状测区,在以后的高速公路测量、铁路测量、电力水利的工程测量中都能得到广泛的应用。

参考文献:

- [1] 国家测绘局测绘标准化研究所. GB 12897-1991 国家一、二等水准测量规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 1992.
- [2] 孔祥元. 控制测量学[M]. 北京: 测绘出版社, 1991.
- [3] 葛吉琦. 测量学与地籍测量[M]. 西安: 西安地图出版社, 1999.

[责任编辑:王丽欣]

(上接第262页)

1) 极细线划处理

采用CTP发版时对线划粗细的要求是:单色的极细线只要大于0.05 mm便能满足后期印刷要求,而对于多色的极细线划将线划粗细控制在最低0.1 mm就可以满足后期套合印刷要求。在《中国荒漠化和沙化土地图集》中,由于在设计初期就严格把住了这一关口,因而就避免了极细线这一问题的出现。

2) 压印处理

决定是否需做压印处理的关键因素:要素线划的粗细、用色的深浅、单色要素背景色的色相。在《中国荒漠化和沙化土地图集》中,对于植被覆盖度这类专题图,由于面色中有着大面积的绿色相,如果将地理底图中的水系类做压印处理,水系类要素将会全部被淹没。因此,要结合图幅具体情况对个别并不需做压印处理的,也就是要反其道而行之了。

3) 中破处理

由于该专题地图集为锁线胶订方式且图幅内容多为展开页,为此中破也是必须做的,该图集中破要求在单个页面0.5 mm即可。

处理中破时对相关地图要素的要求是:当处理中破时,必须对中破外的注记及相关专题内容进行移动,以避免在后期装订时出现中缝专题内容被挤压或者半字的情况。

3.2.3 出数码样

数码样即为印刷前客户确认内容的依据,同时也为后期印刷时追色的依据。对于印前程序来讲,这是必不可少的一步。该项目的特点是专题类型色彩较为丰富,色相对图面效果的影响十分关键,数码样的意义也是十

分重要的。

3.3 印刷过程设计

在图集印刷过程中首先应该依据接色顺序设计好印刷时的顺序。如根据该图集折手顺序确定出印刷时先印刷正版,完成接色后再印刷反版。该项目根据其印张数多少也确定出应将7 正版定为印刷时第一版;其次再根据纸张厚度、印刷季节调控好所需的温湿度应该在60%左右为宜。而《中国荒漠化和沙化土地图集》印刷时期室外温度略有干燥,室内湿度并不符合要求。因此,要求印刷部门配合使用加湿器等辅助设备促使室内温、湿度良好,以确保印刷时套合精度。

4 结束语

《中国荒漠化和沙化土地图集》的制印工艺结合其自身数据的特点有着许多特别之处,正是其不纯粹地照本宣科去设计其制印工艺,才能最大程度地实现其制印的精美。

参考文献:

- [1] 高晓梅. 数字地图生产流程中质量的数据控制[J]. 地球信息科学, 2001, 3(4): 53-56.
- [2] 吴明光, 刘真. 地图制图出版系统的体系结构[J]. 测绘通报, 2004(7): 42-44.
- [3] 刘海砚. 地图制图与空间数据生产一体化理论和技术的研究[D]. 郑州: 中国人民解放军信息工程大学博士学位论文, 2002.

[编辑:胡雪]