

成果与方法

平度市大庄子两竖井三角形联系测量精度分析

杜圣芳,刘涛,邢宝石

(山东省第四地质矿产勘查院,山东 潍坊 261021)

摘要:三角形联系测量是地面控制点数据引入井下、指导井下开矿的重要手段。鑫汇金矿、金兴金矿已于建矿时进行联系测量,现已开矿 10 余年。2005 年 5 月,利用 54 北京坐标系、56 黄海高程系建立地面控制网,分别对两竖井进行三角形联系测量及巷道导线测量。对两矿巷道顶板导线点起到检核作用,为处理井下越界开采提供法律依据。

关键词:三角形联系测量;精度分析;矿井;平度市大庄子

中图分类号:P221+.1 **文献标识码:**A

鑫汇金矿(市矿)、金兴金矿(村矿)位于平度市大庄子村界内,近年来,两矿因井下越界开采纠纷不断。平度市国土资源局委托山东省第四地质矿产勘查院对两矿竖井分别进行“三角形联系测量”,把地面坐标、高程数据引入井下并对部分开采巷道进行测量,提供越界开采证据。

1 作业方法

1.1 地面控制测量

1.1.1 平面控制测量

使用 GPS(RTK 1+1)作业,设主机于已知点,严密对中整平,天线丈量至毫米,读 2 次数取中值。输入已知点坐标、高程,经检查另已知点坐标 $x = -0.021\text{m}$, $y = +0.008\text{m}$,高程 $h = +0.041\text{m}$,证明 2 已知点数据可靠,开始施测布设 6 个 GPS E 级控制点。利用三脚架固定活动杆,水平气泡严格居中,接受卫星 5~6 颗的情况下读数 4 次,坐标、高程取中值,用 SETZ_{2D}索佳全站仪直返视测边检查相对边中误差,最弱边中误差为 1/25600 (< 1/20000)。高程与三角高程路线成果比较,最大差 +0.025 m。

1.1.2 三角高程路线测量

使用 SETZ_{2D}索佳全站仪,以已知高程点作闭合三角高程路线,同一边往返测斜距,垂直角各一测

回,最大往返较差 - 0.019 m,路线长 5.02 km,闭合差 +35 mm,符合四等闭合差 $\pm 20 \sqrt{L}$ (L 以千米为单位)要求。

1.1.3 近井点与高程基点测量

使用 SETZ_{2D}索佳全站仪作支导线法,水平角左右角各观测一测回,测站圆周角为 +2, -4 (允许值 ± 10),往返高差和边长测量 h 较差均为 -3 mm,距离较差均为 +2 mm,均小于限差。

1.2 三角形联系测量

1.2.1 三角形连接法

鑫汇金矿井上、井下三角形图形:两垂线间距离为 2.0646 m,井上三角形的锐角 $\angle 13554 (< 2^\circ)$, a/c 比值为 1.66 倍,三角形各边丈量结果,解算得 c 边长度与实际丈量结果 $c_{\text{计}} - c_{\text{丈量}} = 0.4 \text{ mm} (< 2 \text{ mm})$ 。井下三角形的锐角为 $19132 (< 2^\circ)$, a/c 比值为 1.33 倍,三角形各边丈量结果 c_1 边长度与实际丈量结果 $c_{1\text{计}} - c_{1\text{丈量}} = 1.8 \text{ mm} (< 4 \text{ mm})$ 。

金兴金矿井上、井下三角形图形:两垂线间距离为 1.8044 m,井上三角形的锐角 $\angle 19100$, a/c 比值为 2.21 倍,三角形各边丈量结果 c 边长度与实际丈量结果,解算得 c 边长度与实际丈量可得 $c_{\text{计}} - c_{\text{丈量}} = 0.0 \text{ mm} (< 2 \text{ mm})$ 。井下三角形的锐角为 $0^\circ 5733 (< 2^\circ)$, a/c 比值为 2.79 倍,三角形各边丈量结果,解算得 c_1 边长度与实际丈量结果 $c_{1\text{计}} - c_{1\text{丈量}}$

* 收稿日期:2007-05-10;修订日期:2007-06-21;编辑:曹丽丽
作者简介:杜圣芳(1966-),男,山东郯城人,工程师,主要从事测绘工作。

= - 0.7 mm (< 4 mm)。

1.2.2 井上、井下连接测量

采取上、下两个组同时进行连接测量,使用 SETZ_{2D}和 GTS-211 全站仪,钢丝摆幅井上较小直接观测垂线的方法。由于多方面因素影响,井下采用全站仪摆动法直接观测垂线,读垂线左右最大摆幅取中数,读 12 次取中数。

1.2.3 导入高程测量

在井上、井下两组设站观测钢丝三角形的同时,用 6~7 盘 50 m 钢尺连接一起放入井下(与钢丝挂法一样),加适当重砣稳定钢尺,上、下用全站仪设置 90°00'00",各读取钢尺数两测回取中数,钢尺总长 + 连接数 - 上、下读钢尺数 - 井上站仪器高 + 井下站仪器高 = 井口至井下巷道设站点高程。

1.3 井下导线控制测量

主巷道导线使用 GTS-211 全站仪水平角左右角各观测一测回,测站圆周角 < 10°,半测回较差及一测回归零差 < 12",距离和高差往返直读平距、高差。在测设导线过程中尽量使用两矿巷道顶板原设标志(表 1)。

表 1 鑫汇金矿与金兴金矿导线点坐标比较

金矿	本次测量点名	原点名	X 较差 (m)	Y 较差 (m)
鑫汇金矿	A ₁	- 2303	- 0.133	+ 0.167
	A ₅	- 2308	- 0.148	+ 0.194
	A ₆	- 2801	- 0.071	+ 0.135
	A ₁₇	- 2835	- 0.431	- 0.025
金兴金矿	B ₂₅	II17	+ 0.309	- 0.170
	B ₁₉	II7	+ 0.244	- 0.225
	B ₂₆	II21	+ 0.405	+ 0.067
	B ₉	II4	+ 0.237	- 0.231

两矿提供的 8 个导线点离竖井口均比较近,金兴提供 4 点均在 - 290 m 平面上,B₂₅,B₁₉在附合导线上,B₉离竖井较近,较差较小,B₂₆不在附合导线上且离竖井较远,较差少大;鑫汇提供 4 点中 A₆,A₁₇在 - 280 m 平面(从 - 230 m 平面穿过斜井到 - 280 m 平面),A₆为近斜井点,A₅,A₁离竖井较近,较差较小,A₁₇远离竖井水平距离为 250 m,较差少大,远离竖井 1 km 外的导线点可能存在较大偏差。

2 平差精度分析

2.1 两井间附合导线平差^[1,2]

结合两次成果,以鑫汇金矿井下近井点 A_下,A₁和金兴金矿井下近井点 B_下,B₇作起算点构成附和导线,用清华“NASEW-平差 95”软件进行平差,结果见表 2。

表 2 两井间附合导线平差精度

种类	级别	附合导线		观测值中 误差(m)	点位中 误差(m)	高程闭 合差(m)
		全长相对 闭合差	角度闭 合差(°)			
本次平 差结果		1/22905	15.52	0.00423	0.0398	0.46
地面附合 导线限差	10	1/10000	±24√N		0.22	
贯通导线 限差	20	1/2000	±200 +40√N		0.5	0.5

注:N 为转折角

2.2 平面精度分析

附合导线平面精度较高,达到地面 10 附合导线各项精度要求,远高于 20 贯通导线精度。分析原因是:定向投点采用直径 1 mm 高强度钢丝,悬挂内装 4 kg/个铁球 9~10 个的铁笼,重砣用水做稳定剂,保证重砣相对稳定,钢丝摆动较小;水平角左右各观测一测回,仪器严格对中整平,巷道地面的过度点用牙签定向,也减少了观测误差。

2.3 高程精度分析

三角高程闭合差较大。原因在于:此导线两端点水平直线距离长 235 m,而连接平距和为 818 m,有 27 个导线点组成,高差由鑫汇金矿井下 - 230 m 平面至金兴金矿 - 290 m 平面 60 m 起伏,井下空气潮湿,对照准棱镜测高差有很大影响,再加上丈量仪器高及觇标高的误差;从地面用钢尺导入高程后,未加钢尺改正数。

参考文献:

[1] GB50026-93. 工程测量规范[S].
[2] GB50308-1999. 地下铁道,轻轨交通工程测量规范[S].

(下转第 26 页)

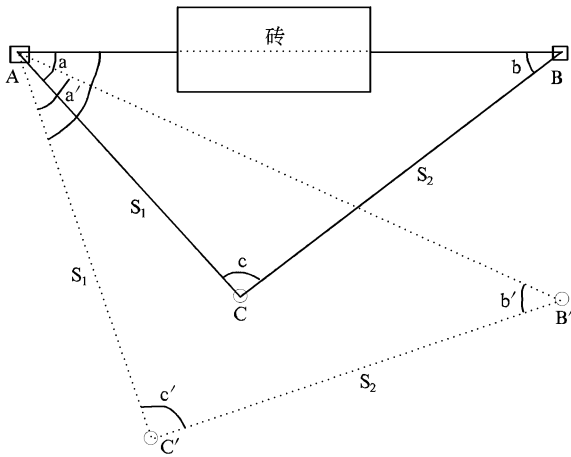


图 2 利用相似三角形原理求参数示意图

在求得 A, B 后,已经具备了附和导线的计算条件,可以按附和线路计算。

3 注意事项

(1) 设站时,水平角 C 和距离 S_1, S_2 观测要力求精确,必要时可多次观测求平均值。

(2) 在实际工作中,如果三角形角度闭合差 W 很小,或者距离 S_{AB} 与 $S_{A'B'}$ 的差值 S 很小,可以直接按支点计算。

(3) 如果在两个不通视的导线点 A, B 之间,找不到一个能同时看到 A, B 2 点位置,则可以选择 2 个或多个未知点,按无定向导线观测和计算。

参考文献:

- [1] CJJ8 - 99,城市测量规范[S].
- [2] 测量平差基础[M].北京:测绘出版社,1996.

Application of Arranging Spots Freely in City Surveying and Mapping

CHAI Chun - qiu

(Zaozhuang Institute of City Planning and Designing, Shandong Zaozhuang 277100, China)

Abstract :In factual surveying and mapping , controlling spots and no sighting condition will always happen. The method of arranging spots freely in city surveying and mapping is introduced in this paper. It is proved that this method is very easy and has reliable precision which can meet the precision demand in engineering surveying.

Key words :No sighting between controlling spots ; city surveying ; arranging spots freely ; precision

(上接第 24 页)

Precision Analysis of Contact Triangle to Two Siloes in Dazhuangzi of Pingdu City

DU Sheng - fang, LIU Tao, XING Bao - shi

(No.4 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Weifang 261021, China)

Abstract :Contact triangle measuring is the important method in introducing datas of ground controlling spot datas to well in order to guide underground mining. Contact triangle measuring was used in Xinhui and Jinxing gold mines when they were built 10 years ago. In May 2005, by using 54 coordinates and elevation 56 Yellow Sea Establishment of the ground control network, triangular shaft contact measurement and roadway traversing are carried out in two siloes seperately. It will help check breaks traverse points for two mines and provide a legal basis for dealing with cross - border underground mining.

Key words :Contact triangle measurement ; precision analysis ; wells ; Dazhuangzi in Pingdu city