

边角网在煤矿井筒十字中线恢复中的实践与分析

朱俊峰^{1,2}, 韩红太¹, 宁卫远¹

(1. 河南省煤田地质局物探测量队, 河南 郑州 450009; 2. 武汉大学 测绘学院, 湖北 武汉 430079)

摘要:首先介绍了边角网在煤矿地面控制系统恢复中的应用,再利恢复后的控制成果对井筒十字中线基点精确放样,然后再次利用边角网对放样的基点进行检测。以吴桂桥煤矿为例,阐述边角网在煤矿井筒十字中线恢复中的应用。

关键词:边角网; 十字中线; 恢复; 精度

中图分类号: P224.2 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-5867(2011)04-0194-03

The Experiment and Analysis of Triangulation Network for Restoration of Cross Line through Shaft Center

ZHU Jun-feng^{1,2}, HAN Hong-tai¹, NING Wei-yuan¹

(1. Geophysical Prospecting and Surveying Team, Henan Coal Geological Exploration Bureau, Zhengzhou 450009, China;
2. Surveying and Mapping School, Wuhan University, Wuhan 430079, China)

Abstract: This paper firstly introduced the application of triangulation network for restoration of ground control system in coal mine. Then it implemented the accurately setting-out of cross line through shaft center using the restored control results. Furthermore, it testified the base points by the method of triangulation network. Taking Wuguiqiao coal mine as an example, it discussed the application of triangulation network for restoration of cross line through shaft center.

Key words: triangulation network; cross line through shaft center; restoration; accuracy

0 引言

边角网,即同时测角和测边的测量控制网。根据精度分析,测角网(三角网)有利于控制方位误差,即横向误差,而测边网有利于控制尺寸误差,即纵向误差。为了充分发挥测角网和测边网的这些特点,在建立控制网时布设边角网,以达到提高控制网精度的目的。而井筒十字中线对矿井建设与生产起着极其重要的作用,既是工业广场总平面设计和各种建筑物位置设计的基础,又是矿井改扩建和维修等工程设计和施工测量的依据。井架、天轮、绞车等提升设备的安装与检查都是根据井筒十字中线标定的,然而在矿山建设过程中,十字中线常遭破坏或受现场建筑物影响不通视,需要恢复和重建。但由于其要求精度高,加之受井筒提升设备影响,恢复难度很大。现以吴桂桥煤矿为例,介绍边角网在煤矿井筒十字中线恢复中的应用。

1 概况

吴桂桥煤矿还处于矿建阶段,副井已经安装完毕,主井建立了临时提升系统,承担矿建期间的提升任务。井筒已经建成,根据计划需要进行提升系统改造,然而在井筒建设期间,十字中线点被地面建筑物覆盖,遭到破坏。因此需要对主副井十字中线进行恢复与重建。控制资料有 5"点 PPB 及 D 级 GPS 控制点 A001, A002, A003。建井初期布设的十字线点所剩无几,所保存下来的点只有 FE3, FS3, FW1, ZS1, 且互不通视。在井底大巷施工前,已经进行井上、井下联系测量和陀螺定向。因此,为保证井上、井下提升系统坐标系统的严格统一,需利用原来起算数据重新测出井筒中心,并依据十字中线设计方位,重新测设十字中线。

收稿日期:2010-07-02

作者简介:朱俊峰(1982-)男,河南新蔡人,工程师,注册测绘师,武汉大学测绘工程专业硕士研究生,主要从事煤田物探测绘技术工作。

2 边角网在煤矿地面控制系统恢复中的应用

为了恢复井筒十字中线,需要先恢复建设该矿地面控制系统,以保持新老控制系统一致。

2.1 控制点布设

由于矿方提供的现有控制资料有限,无法准确确定起算数据的精度,所以只有经过观测后,再来确定从哪些已知数据起算。根据煤矿工业广场的建筑物布局及周围首级控制点的等级及分布,结合煤矿工业广场今后的发展规划特布设以下 10"级边角网。结合工业广场已有的 5"点 PPB 及 D 级 GPS 控制点 A001、A002,在主、副井附近布设 6 个 10"级控制点 B1、B2、B3、B4、B5、B6 组成边角网,如图 1 所示。

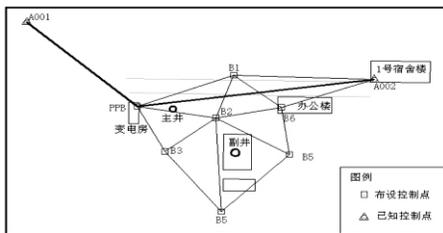


图 1 新旧控制点布设图

Fig. 1 The triangulation network of new and old control points

首级控制点采用临时标志,用直径 20 mm、长 600 mm 的螺纹钢打入地下,顶面做“十”字标记。

2.2 边角网观测与平差计算

边角网观测采用 2"级日本产拓扑康 GTS-102N 进行,观测前所有仪器进行严格的检验校正。角度观测采用一级技术要求,测两个测回,半测回归零差 8",一测回内 2C 互差 13",同一方向测回间互差 9";距离观测采用全站仪对向观测,每次两个测回,每测回 4 次读数。

计算前必须对外业记录进行检查,在确认无误的情况下用南方平差易 2005 进行边角网平差计算。平差方案:验前方向单位权中误差: 3.54;边长定权方式:等精度观测;平差方法:迭代平差,按距离定权,对向观测;角度闭合差限差倍数: 2 倍;大气折光系数: 0.16;平面网等级:城市一级;图形分析:最弱点 B5 (0.003 m),最弱边 B5-B6 (0.004 m);边长信息:总边长 1 852.16 m,平均边长 102.912 m,最短边长 76.890 m,最长边长 233.778 m;角度信息:最小角度 5°22'06",最大角度 278°14'34"。计算完成后要对各项数据进行检核,保证每项数据都符合规范规定。

2.3 精度分析

利用甲方提供的 A001、A002、A003、PPB 4 个已知点 (A001、A002、A003 互不通视) 对所测边角控制网进行平差计算,结果发现,现有已知点 PPB、A003 相对精度偏低,不能满足测量平差所需,后分析得出 A001 和 A002 相对精度

尚可,进而用其两点根据边角后方交会原理解算出新的 PPB 点坐标,这样就利用原有的 A001 和 A002 点坐标及新的 PPB 坐标对测量平面控制网进行平差计算。平差结果:最大点位误差 [A003] = 0.003 7 m;最小点位误差 [B3] = 0.002 0 m;平均点位误差 = 0.002 6 m;最大点间误差 = 0.003 6 m,最大边长比例误差 = 1:39 399,平面网验后单位权中误差 = 4.19 s。平差精度很好,所得成果精度能满足工程所需,以 A001、A002、新 PPB 平面坐标作为起算依据,解算出控制网中其他点平面坐标。点位精度见表 1。

表 1 控制点点位误差表

Tab. 1 The point location error of control points

点名	长轴/m	短轴/m	长轴方位/dms	点位中误差/m
B1	0.002	0.001	74°13'10"	0.002 1
B2	0.002	0.001	75°32'36"	0.002 1
B3	0.002	0.001	93°07'54"	0.002
B4	0.002	0.002	86°41'42"	0.002 9
B5	0.002	0.002	33°10'20"	0.003 1
B6	0.002	0.001	72°41'25"	0.002 3

由此看出,上文边角控制网布设方案合理,点位选址恰当,点位密度分布符合要求;观测记录认真,观测方法正确,观测精度可靠;图形结构坚强,平差计算正确,各项精度指标满足规范和技术设计的要求。能较好地满足井筒十字中线基点的放样和检测的需要。

3 边角网在煤矿井筒十字中线基点检测中的应用

结合现场情况及设计提升方位,根据确定的主副井井筒十字中线,利用 AutoCAD 软件在图上绘制十字中线基点位置坐标,并用全站仪放设到现场。测设的这些十字线点是否能满足要求(十字线垂直度不大于 ±10"),须根据现场实际情况建立边角网,联测分析后方能确定。

3.1 外业观测

水平角观测前,对棱镜对点器、全站仪对点器及全站仪有关项目进行检验。水平角观测限差及技术要求按《煤矿测量规程》执行,边长采用对向观测,各 2 个测回,每次读数 4 次,气象数据按规定读记,垂直角测回数 2 个。除此之外,为提高观测精度,还采用了其他措施:①选择有利的时间段进行观测;②在观测过程中,每站均提醒前、后视人员检查气泡及对中情况,以确保精密对中、整平;③根据情况,采用仰俯棱镜、严格瞄准等手段进行测边。

3.2 刻点与改线

恢复十字线是一项烦琐、复杂的精密测量工作,需要解算、纠偏、重新刻点,很难一次使十字中线垂直度达到要求。在此次恢复工作中,采取的方法是:对放样的十字中线桩按 5"级边角网进行联测,平差计算,平差后将各点

坐标展绘到 AutoCAD 十字中线桩设计图上,对偏差较大的点重新刻点测量,直到满足要求。

3.3 成果平差计算及精度分析

最终观测数据通过检查及内业处理,在确认无误的情况下,利用南方平差易 2005 进行边角网平差计算。平差方案:验前方向单位权中误差:3.54";边长定权方式:等精度观测;平差方法:迭代平差,按距离定权,对向观测;角度闭合差限差倍数:2 倍;大气折光系数:0.16;平面网等级:城市一级;图形分析:最弱点 ZW1(0.002 m),最弱边 ZW1-ZN2(0.002 m);边长信息:总边长 1 902.347 m,平均边长 47.558 7 m,最短边长 23.743 m,最大边长 106.439 m;角度信息:最小角度 4°45'30",最大角度 342°14'46"。平差结果显示各点的点位中误差最大为 1.7 mm,平均点位误差为 1.4 mm,最大点间误差为 2.2 mm,单位权中误差为 2.00",此几项误差远远小于规范要求,说明外业观测精度是较高的,同时也进一步说明把 A001, A002 作为已知数据是正确的。各点点位误差见表 2。

表 2 十字中线基点各点点位误差表

Tab.2 The point location error of base points of cross line through shaft center

点名	长轴/m	短轴/m	长轴方位/dms	点位中误差/m
FN2	0.001 3	0.000 8	35°24'48"	0.001 6
ZE3	0.001 3	0.001 0	151°37'47"	0.001 6
FN1	0.001 2	0.000 9	16°14'10"	0.001 5
ZE2	0.001 2	0.000 9	10°45'52"	0.001 5
FE1	0.000 9	0.000 3	114°41'14"	0.001 0
FE3	0.001 3	0.000 4	123°39'50"	0.001 3
FE2	0.001 1	0.000 3	117°11'19"	0.001 1
FS2	0.001 2	0.000 9	57°02'54"	0.001 5
FS1	0.000 9	0.000 9	131°13'60"	0.001 3
ZS2	0.001 1	0.000 8	161°13'44"	0.001 3
FW1	0.001 0	0.000 9	164°24'46"	0.001 4
FS3	0.001 2	0.000 7	104°40'24"	0.001 4
ZS3	0.001 1	0.000 7	139°04'13"	0.001 2
FW2	0.001 2	0.000 8	161°19'24"	0.001 4
ZS1	0.001 2	0.001 0	119°24'01"	0.001 6
ZW2	0.001 0	0.000 5	31°43'33"	0.001 1
ZW1	0.001 2	0.000 8	24°06'18"	0.001 4
ZN1	0.001 3	0.000 2	35°39'40"	0.001 3
ZN2	0.001 7	0.000 4	32°57'37"	0.001 7
ZW3	0.001 2	0.000 6	5°04'07"	0.001 3

4 井中心与十字线基点的方位及十字中线垂直度与重合度解算

在平差结果的基础上,利用各十字线基点的平差后坐标值进行点与井中、点与点之间的方位解算,结果见表 3;十字中线垂直度与重合度的解算,结果见表 4,从中可以看出各项指标均满足《煤矿测量规程》的要求。

表 3 井中与十字线基点的方位角

Tab.3 The azimuth angle of shaft center and base point of cross line

点名	方位角/dms	与设计差值/s
主井中-ZW1	299°59'44.66"	1.34"
主井中-ZW2	299°59'56.97"	3.03"
主井中-ZW3	299°59'58.96"	1.04"
主井中-ZN1	30°0'5.30"	5.30"
主井中-ZN2	29°59'58.12"	1.88"
主井中-ZE2	120°0'0.93"	0.93"
主井中-ZE3	119°59'58.96"	1.04"
主井中-ZS1	209°59'57.73"	2.27"
主井中-ZS2	210°0'0.56"	0.56"
主井中-ZS3	209°59'58.12"	1.88"
副井中-FW1	299°59'56.45"	3.55"
副井中-FW2	299°59'58.80"	1.20"
副井中-FN1	30°0'3.90"	3.90"
副井中-FN2	30°0'2.38"	2.38"
副井中-FE1	119°59'58.99"	1.01"
副井中-FE2	119°59'59.56"	0.44"
副井中-FE3	119°59'58.80"	1.20"
副井中-FS1	209°59'58.21"	1.79"
副井中-FS2	210°0'1.40"	1.40"
副井中-FS3	210°0'2.38"	2.38"

表 4 十字中线垂直度与重合度

Tab.4 The verticality and coincidence of cross line through shaft center

十字线	垂直度	重合度
主井	0.84"	2 mm
副井	3.58"	2 mm

5 结束语

由于边角网在井筒十字中线恢复中的运用,经平差的各控制点精度很好且精度统一,应用其对井筒十字中线基点进行放样和检测,满足《煤矿测量规程》的要求,大大提高了放样和检测精度。最终依靠这一技术,完成了吴桂桥煤矿井筒十字中线的恢复。

参考文献:

- [1] 北京市测绘设计研究院. CJJ 8-99 城市测量规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2002.
- [2] 中华人民共和国能源部. 煤矿测量规程[M]. 北京:煤炭工业出版社,1989.
- [3] 於宗俦. 测量平差基础[M]. 北京:测绘出版社,1984.
- [4] 李青岳. 工程测量学[M]. 北京:测绘出版社,1984.
- [5] 张国良. 矿山测量学[M]. 徐州:中国矿业大学出版社,2001.

[编辑:宋丽茹]