

大型贯通测量技术与实践

汪兵兵

铜陵有色金属集团铜冠矿山建设股份有限公司, 安徽 铜陵 244000

[摘要] 文章以赞比亚谦比西东南矿体副井与南风井井深 800m 中段为例, 叙述了在深井淋水大、风流大的情况下, 通过一井联系测量将地面三维坐标系统传递至井下中段, 并在合适位置测定陀螺定向边, 并修正方位角, 以提高井下起始边的平面坐标精度和导线边的方位角精度, 从而实现大型巷道的对接贯通。

[关键词] 一井几何定向; 导入高程; 陀螺定向; 贯通测量

DOI: 10.33142/ec.v2i5.359 中图分类号: TD175 文献标识码: A

Technology and Practice of Large-scale Penetration Measurement

WANG Bingbing

Tongling Nonferrous Metals Group Copper Crown Mine Construction Co., Ltd., Anhui Tongling, China 244000

Abstract: In this paper, the three-dimensional coordinate system of the ground is transferred to the middle section of the underground by one-well contact measurement, and the directional edge of the gyroscope is measured in the proper position, taking the middle section of the sub-well of the south-east orebody in the southeast of Zambia and the deep 800m of the south-wind well. And the azimuth angle is corrected so as to improve the plane coordinate precision of the starting edge and the azimuth precision of the wire edge so as to realize the butt joint penetration of the large-scale roadway.

Keywords: One-well geometric orientation; Import elevation; Gyro orientation; Through-measurement

引言

2016 年赞比亚谦比西东南矿体副井与南与南风井井深 800m 有轨运输巷道(全长为 2103m)实现了精准贯通, 为该矿的投产奠定了雄厚的基础, 同时赢得了业主单位和监理部门的一致好评。

1 两井贯通测量方案

1.1 地面近井点的建立

两条深竖井联系测量前, 业主提供的两个控制点与工程开工前不一致, 而南风井和副井井口场地均只保留了一个近井点。这就要求地面必须进行连测, 并建立各自的近井点和形成各自的近井边。

地面连测采用徕卡 TS02 plus2" R500 全站仪[2" 棱镜测距精度 ($1+1.5\times 10^{-6}\times D_{\text{mm}}$)]全站仪为主测设 7" 级导线, 导线测量采用三架法施测, 水平角一次对中两个测回, 水平距离和三角高差正倒镜位且往返测定, 每次测量 3 个读数, 仪器高及觇标高用 5m 小钢尺丈量, 精确至 mm 级; 导线连测独立施测 2 次。测量时仪器的对中整平及各项限差均符合相应规范要求。

1.2 深竖井联系测量

两条深竖井的联系测量采用双点投点联合陀螺定向测量技术, 将地面的控制测量系统传递至井深 800m 中段。

1.2.1 副井和南风井联系测量

副井和南风井的联系测量^[2]均采用两根碳素弹簧钢丝($\phi 1.4\text{mm}$)投点、2 台徕卡 TS02 全站仪和 1000m 长钢尺进行联系测量。双根钢丝通过一定方式投放至定向水平后, 在钢丝下端各悬挂 100kg 砝码式重陀, 并将重陀浸入盛满稳定液(水)的大桶内, 通过信号圈法和比距法检查以确保钢丝自由悬挂, 定向示意图见图 1。

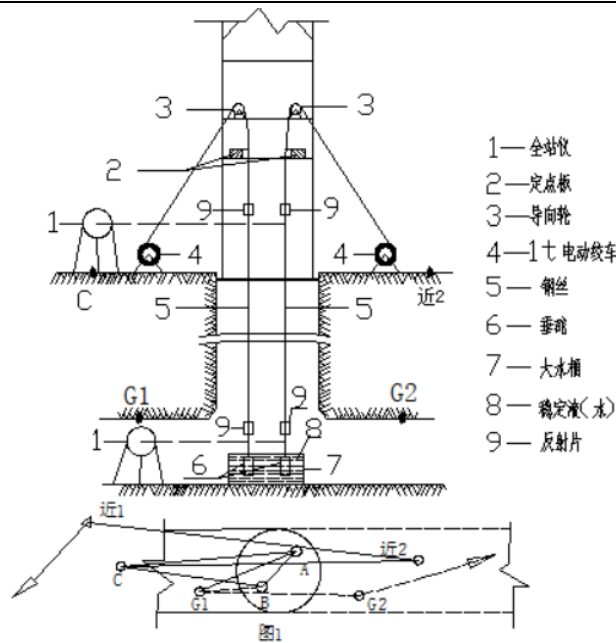


图1 定向示意图

(1) 地面井口和井下均选用徕卡 TS02 无棱镜全站仪。采用全圆方向观测法，三次对中、三个测回；由于井筒深，井筒内淋水大，井下环境条件恶劣，不可能将钢丝稳至静止状态，在观察钢丝时，采用跟踪法（即对钢丝摆动的最大、最小位置进行观察）连续读取 10 个数据，倒镜后也连续读取 10 个，其均值较差不大于 $20''$ ，取其均值作为观察成果。操作时严格按规范要求进行。

(2) 距离测量。先将反射片用回形针或用胶布固定在钢丝上，用徕卡 TS02 全站仪对钢丝进行距离测量，测三测回，每测回连续测 10 个数据，其均值互差不大于 3mm，倒镜后同样三测回各 10 个。正倒镜的均值较差不大于 2mm。至于固定的导线点，将反射片穿插在卡线中，等卡线处于静止不动时，对其进行正倒镜距离测量，各 4 个读数，均值较差不大于 1mm。

1.2.2 陀螺经纬仪定向^[1]

在平面定向测量用全站仪测角量距的同时，将陀螺经纬仪架于要定向的水平迎头处，对近井边点测定陀螺方位。

(1) 陀螺定向前测量准备工作

定向前在贯通井选择测定仪器常数的地面已知坐标方位角的边，同时在贯通井井下长距离待贯通平巷已施工的马头门联络巷内布设定向边、点。要求已知边坐标方位角的中误差不得超过 $\pm 10''$ ，马头门联络巷内布设的定向导线点必须埋设牢固，无淋水、风流小且便于观测，定向边的长度尽可能不小于 50m。

(2) 陀螺定向测量工作

① 分别在贯通井地面已知边上用三测回独立测量陀螺方位角，求得三个仪器常数。

② 分别在贯通井长距离平巷马头门联络巷的定向边上用三测回独立测量陀螺方位角，并尽可能在定向边的两端点上各测一个测回。

③ 返回贯通井地面后，在原已知边上再用三测回独立测量陀螺方位角，求得三个仪器常数。

通过测定陀螺方位角，可以修正几何定向时的方位角，同时检核双根钢丝投点的点位误差，以提高井下定向点的平面坐标精度和方位角的精度。

1.2.3 副井和南风井导入高程测量

目前立井导入高程方法有长钢尺导入高程方法简单、易于掌握、投资小，应用广泛。根据井深我们可以选择 500m、800m、1000m 等几种长钢尺。因为钢尺较长自重较重，所以我们在测量过程中要视情况考虑加入比长、温度、拉力和自重等四项改正。本次采用 1000m 特制钢尺一次下放井底，钢尺通过井盖放入井下，到达吊盘后，挂上一个垂球，以拉直钢尺，使之居于自由悬挂位置。垂球不宜太重，一般以 10k 为宜，井上、井下同时水准观测，将地面高程传递到井下，见图 2。

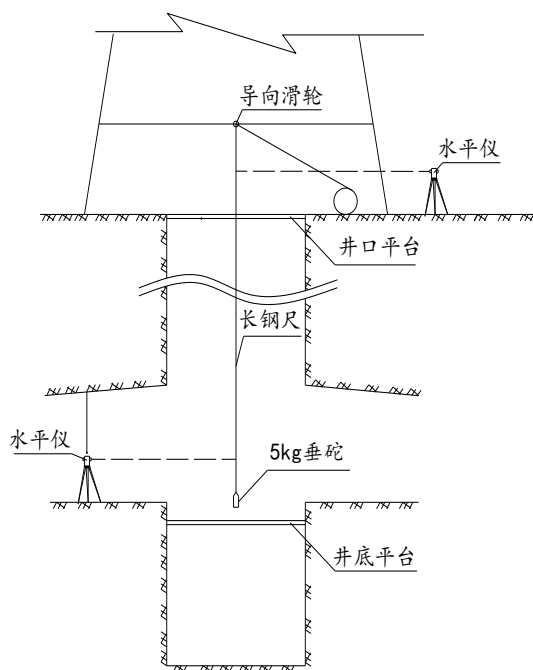


图2 高程导入示意图

井上井下通过信号联系,同时读取钢尺尺面读数。地面钢尺读数 738.527m,温度为 18℃,井下钢尺读数 0.411m,温度为 22℃。变动钢尺位置再进行一次,地面钢尺读数 738.816m,温度为 18℃,井下钢尺读数 0.699m,温度为 22℃。

(1) 导入高程应进行两次,两次互差不大于尺长数的 1/8000。

(2) 尺长数应进行比长、温度、拉力和钢尺自重改正。比长、温度改正见检定书,实测温度取井上、井下温度的平均值。

① 钢尺自重改正^[1]:

$$\Delta L = \frac{\gamma}{2E} (m-n)^2$$

式中: γ : 钢尺的相对密度: 7.8g/cm³

E: 钢尺的弹性系数: 2×10⁶kg/cm²

m-n: 井上、井下两视线间的钢尺长度

② 钢尺的比长检定是计量检定机构在标准拉力 p₀ 和标准温度 t₀ 时的真实长度 L₀ 与尺面的名义长度 L_M 之差即为整钢尺长的比长改正数。则用此钢尺去丈量某一条边长 L, 得此边长 L 的比长改正数为:

$$\Delta L_k = \frac{\Delta_k}{L_M} L = \frac{L_0 - L_M}{L_M} L$$

③ 所量边长 L 的温度改正数为:

$$\Delta L_t = L\alpha(t - t_0)$$

式中 α 为钢的线膨胀系数,即温度变化1℃时,1m长度钢尺的变化量, $\alpha = 0.0000115\text{m/m}^\circ\text{C}$; t_0 为钢尺比长时标准温度; t 为丈量边长 L 时的标准温度,应取井上下温度的平均值,即 $t = \frac{t_1 + t_2}{2}$ 。

④ 拉力改正

导入高程时,若以拉力计对钢尺施加在比长时的标准拉力 P₀,则不必加入拉力改正。若所加拉力 P 不等于 P₀ 时,则需加入拉力改正:

$$\Delta L_p = \frac{L}{EF} (p - p_0)$$

式中, E 为钢尺的弹性系数, 1.96×10⁷N/cm²; F 为钢尺的横断面积,以 cm² 为单位。

1.3 贯通测量

井深 800m 中段在两井贯通尚差 100m 时必须完成导线的复测工作。选用徕卡 TS02 全站仪三架法进行,一次对中两

个测回测定水平角，水平距离和三角高差正倒镜位且往返测量，仪器高及觇标高用 5m 小钢尺丈量。对于短边导线，必须进行三次对中测定。在导线的测量过程中应采取防风挡风措施，以提高导线的测量精度。

2. 贯通精度及闭合差

2.1. 贯通实际偏差

该巷道贯通后，其实际偏差值见表 3

类别	实际偏差 (m)	预计偏差 (m)	限差 (m)
平面	0.068	0.150	0.300
高程	0.032	0.091	0.200

表 3 贯通实际偏差

2.2 贯通导线的闭合差

$$f_x=0.035\text{m}, f_y=0.058\text{m}, f_s=0.068\text{m}, f_h=0.032\text{m}$$

$$f_s/[s]=1/41800<1/6000$$

贯通偏差能满足巷道的正常使用，达到了预期的目的。在铺设轨道之前，调整好整个巷道的中腰线，铺设轨结束后电机车的平衡运行。

结束语

该工程的顺利贯通，为我们提供了许多值得借鉴的经验。

- (1) 在复杂条件下的大型贯通测量，应有准确并优化了的贯通误差预计，使误差控制在容许范围内。
- (2) 测量人员必须认真负责贯通测量中的各项工作，增加检核条件，避免粗差，保证测量成果的精度和可靠性。
- (3) 井筒条件恶劣时，应在定向水平进行陀螺定向，修正几何定向时的方位角偏差，提高贯通测量精度。
- (4) 联系测量时，创新性地利用了全站仪的无棱镜功能，测定井下近井点与钢丝间的水平距离，比用钢尺丈量节省了测量人员占用井筒的时间，提高了测量精度。

【参考文献】

- [1] 张国良. 矿山测量学[D]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2017.
 - [2] 胡彦华. 千米深井矿床开拓测量技术的研究与实践[D]. 长沙: 中南大学, 2002.
 - [3] 孙金皆. 深井矿山大型贯通测量[J]. 西部探矿工程, 乌鲁木齐西部探矿工程杂志社, 2005(08): 69-70.
- 作者简介: 汪兵兵, 男, 1990 年 4 月生, 民族: 汉, 籍贯: 安徽, 铜陵市。2014 年 6 月毕业于合肥工业大学测绘工程专业, 本科学历, 助理工程师。毕业至今一直从事矿建施工技术和管理工作的。