

# 根据测量控制理论对长距离腰线放样方法的改进

辛珂 (晋能控股煤峪口矿地测科, 山西 大同 037003)

**摘要:** 以基本控制导线为基础, 通过测点间高程的计算来确定各腰线中间点的高程, 从而克服传统腰线标定时误差累积的问题。

**关键词:** 基本控制; 腰线标定; 长距离标定

根据设计院设计, 我矿石炭系延深巷道布置有皮带、行人两条暗斜井, 两条斜井长度分别为 640m、360m。巷道施工期间, 中腰线使用激光指向仪定向施工。到位及贯通后通过实测, 导线闭合差为 +73", 1/17230, -0.054, 符合《煤矿测量规程》规定。绘制纵断面图, 发现巷道成型除局部小范围规格偏差 (已处理), 整体成型满足设计要求。

应施工方要求, 需要在两条斜井分别布置强力皮带运输机和猴车行人运输装置, 以及施工台阶、底板硬化等工程。斜井施工时的真倾斜 (激光指向) 腰线无法满足使用, 须在作业现场重新布设腰线。根据《煤矿测量规程》规定, 倾斜巷道应用经纬仪标定腰线。

## 1 腰线标定方法

经纬仪标定腰线有真倾斜法 (激光指向中线兼做腰线) 和伪倾斜法, 真倾斜法由于上述原因无法使用, 故本工程使用伪倾斜法标定腰线, 原理如图 1 所示:

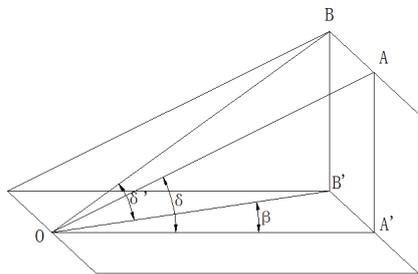


图 1

伪倾斜计算公式:

$$\delta' = \arctan(\tan \delta \times \cos \beta)$$

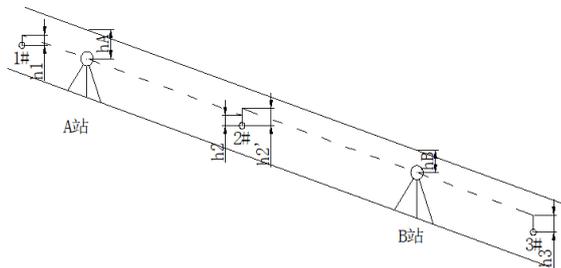


图 2

### 1.1 传统标定方法如下, 如图 2 所示

在 A 站架设仪器, 后视 B 测站归零, 利用上面公式, 标定 1# 腰线, 取值特征点腰上下数据 h1 作为施工依据, 然后依次放样腰线点直至 2# 点, 取值 h2, h2 和 h1 应为等值。

在 B 站架设仪器, 后视 A 测站归零, 从 2# 腰线点取值 h2', h2' 与 h2 为不等值, 每变化一次测站均需对同一点重新取值。然后重复 A 站步骤放样至腰线点 3#, 取值 h3。

随后测站以此类推, 每变化一次测站均需要将前一测站腰线点取值, 所以, 测站点误差将逐站累积。

根据和、差线性函数误差传播特性, 上图中传统腰线标定方法各测站中误差用下列公式进行计算:

A 测站中误差:

$$m_a = \pm \sqrt{mh_1^2 + mh_2^2}$$

B 测站中误差:

$$m_b = \pm \sqrt{mh_1^2 + mh_2^2 + mh_2'^2 + mh_3^2}$$

……

随着观测站数的增多, 最后一站的误差都将包含之前所有测站的误差, 也就是说用此方法观测站数越多、路线越长最后的误差累积越大。

### 1.2 新的腰线标定方法, 同样如图 2 所示

对该条导线进行闭合或者附和计算, 求得角度、坐标、相对闭合差后对该导线进行平差 (构成闭、附和导线后, 该工作已经完成)。

在 A 测站架设仪器, 后视 B 测站归零, 量取点高 HA, 量取点高 HB, 利用三角高程检查高差是否在限差之内, 如超出限差, 重新量取点高并计算, 如在限差内, 则正常标定腰线 1# 直至 2# 点 (由于导线点坐标和高程已进行过平差处理, 所以正常情况下不会出现超限的情况)。

在测站 B 架设仪器, 重复第二步骤后, 进行计算, 公式如下:

$$HB_{\text{视}} = HA - (\tan \alpha \times HD_{AB}) - hB$$

$$HB_{\text{视}'} = HA - hA - (\tan \alpha \times HD_{AB})$$

$$\text{后视取值} = HB_{\text{视}} - HB_{\text{视}'}$$

### 1.3 精度分析

由于基本控制点 A、B……已经过平差处理, 该控制点的三维数据可视最或是值, 那么误差的主要来源就是量取测站点高误差、放样点时量取高度误差。用公式表示如下:

A 测站中误差:

$$m_a = \pm \sqrt{mh_A^2 + mh_2^2}$$

B 测站中误差:

$$m_b = \pm \sqrt{mh_B^2 + mh_3^2}$$

……

在标定的同时, 前后测站就已经进行检验, 而传统标定方法还需重复测量进行检验。

测量仪器方面, 传统标定方式只可以用半测回观测, 如果仪器轴系误差较大, 对测量结果有相当大的影响却又难以发现; 而新标定方法基本控制点使用完整测回测量, 有些高等级控制系统甚至采用 2 测回、3 测回, 可以有效抵消仪器本身的 2C、i 角、竖盘指标差等 (下转第 232 页)

### 3 灵石肥煤的质量稳定性

检验部门对每列进厂的灵石肥煤进行检测化验，部分结果见表4。从表4可以看出，灵石肥煤的煤质特性相对稳定，灰分、挥发份、硫分波动很小，Y值、G值略有波动，说明灵石肥煤的质量稳定性好，用其配煤炼焦有利于焦炭质量的稳定。

表4 灵石肥煤来煤检测化验结果

Table4 Test results of Lingshi Rich Coal

发货时间	炼焦煤名称	组别	车数	重量/t	工业分析			粘结性	
					Ad	Vdaf	St.d	Y值	G值
20190119	灵石肥煤	高硫肥煤	50	3300.38	9.08	32.76	1.49	27.5	95
20190310	灵石肥煤	高硫肥煤	55	3637.68	8.85	32.86	1.44	23	92
20190405	灵石肥煤	高硫肥煤	52	3389.96	9.27	31.89	1.43	28	90
20190513	灵石肥煤	高硫肥煤	48	3173.4	9.36	33.30	1.45	23	93
20190605	灵石肥煤	高硫肥煤	55	3742.94	9.31	31.75	1.49	23	94
20190707	灵石肥煤	高硫肥煤	48	3282.98	9.24	33.76	1.47	29.5	97
20190802	灵石肥煤	高硫肥煤	52	3430.2	9.53	33.43	1.41	24.5	91
20190910	灵石肥煤	高硫肥煤	55	3770.04	9.62	32.03	1.54	28	94
20191204	灵石肥煤	高硫肥煤	54	3571.34	9.45	30.55	1.49	23.5	93
20191102	灵石肥煤	高硫肥煤	55	3630.96	9.69	32.24	1.48	26.5	92

### 4 灵石肥煤替代林盛肥煤的炼焦试验

由于灵石肥煤与林盛肥煤指标接近，且价格比林盛肥煤低很多（灵石肥煤价格1380.45元/t，林盛肥煤价格1430.66元/t），灵石肥煤性价比高，所以焦化厂对当期焦炉使用的林盛肥煤配煤方案和灵石肥煤替代方案进行40kg试验焦炉配煤炼焦试验。配煤方案对比、配合煤质量、焦炭质量情况见表5、表6、表7。

由试验结果看出，两套方案的焦炭冷态强度和热强度以及筛分组成相近，方案二配煤成本比方案一降低8.57元/t，只是硫分和灰分略有上升，综合考虑灵石肥煤可以替代林盛肥煤组织炼焦生产。

（上接第230页）系统误差。

### 2 结语

该方法可广泛应用于长距离腰线放样的工程当中，我矿使用伪倾斜法标定腰线的两部斜井，均采用此方法。而且，由于工期紧张，皮带暗斜井架设强力皮带时间由原来的1个月缩短到现在的15天；行人暗斜井猴车钢梁架设工期也要求提前。用新方法可以分段标定，两个以上测量队同时施工，不需要像以前传统的标定方法只能自上而下或者自下而上标定，如果分段标定则腰线数据也无法达到统一。

这种施工方法在国内外是否使用不得而知，但在集团公司范围是内首次提出、论证、并使用。我矿曾经在900大巷更换轨道要求用放样腰线，用传统方法标定1200m，腰线由开始的腰下到轨面1.8m，变成了腰下到轨面0.9m，

表5 配煤方案对比

Table5 Comparison of coal blending schemes

名称	进口主焦煤	焦煤四组	高硫焦煤	1/3焦	瘦煤	林盛肥煤	灵石肥煤	合计	配煤成本(元/t)
方案一	20	11	28	14	14	13		100	1276.00
方案二	20	11	27	11	15		16	100	1267.43

表6 配合煤质量

Table6 Quality of blended coal

名称	工业分析			粘结性				岩相分析	
	Ad	Vdaf	St.d	X值	Y值	G值	b值	Rmax 平均值	标准方差
方案一	9.82	24.06	1	26	19	83	23	1.336	0.238
方案二	10.05	23.55	0.99	23	22	82	18	1.44	0.222

表7 焦炭质量

Table7 Coke quality

名称	工业分析			冷态强度		热强度		筛分组成					
	Ad	Vdaf	St.d	M40	M10	CRI	CSR	> 80	80-60	60-40	40-20	20-10	< 10
方案一	12.27	1.15	0.83	88	7.2	27.54	55.96	48.39	36.54	10.56	2.01	0.64	1.85
方案二	12.58	1.04	0.86	89.2	7.6	28.05	55.97	47.82	33.75	13.54	1.92	0.64	2.32

### 5 结论

①灵石肥煤低灰、高硫，按我国烟煤分类标准(GB5751-86)，属于肥煤FM36编码；

②灵石肥煤的质量稳定性好，用其配煤炼焦有利于焦炭质量的稳定；

③灵石肥煤的结焦性能与林盛肥煤相近，是一种性价比高的高硫肥煤；

④灵石肥煤可以替代林盛肥煤组织炼焦生产，配煤成本降低。

### 参考文献：

- [1] 王庆. 肥煤的主要特征和用途 [J]. 西部资源, 2013(03):206-209.
- [2] 叶天泉, 孙杰, 王岳人等. 城市供热辞典 [M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2005

偏差近1m。而采用新腰线标定方法在皮带暗斜井斜井底腰线误差0.12m，在行人暗斜井标定闭合差仅为0.054m，精度有质的提高。该标定方法可广泛推广使用，无论从精度方面还是施工速度方面相比于传统方法都有质的提高，但是唯一的缺点就是计算相对复杂，实际施工时最好两人对算。总体来说，这种方法有很好的可行性，应该大范围推广使用。

### 参考文献：

- [1] 黄红龙. 数字化测量技术在煤矿测绘中的研究与应用 [J]. 当代化工研究, 2020(18):56-57.
- [2] 柳锦. 煤矿测绘的薄弱环节分析及强化措施 [J]. 石化技术, 2020,27(03):78-79.
- [3] 陈永青. 煤矿测绘中提高测绘精度的措施分析 [J]. 石化技术, 2019,26(12):350-351.