

两井几何定向在矿山测量中的应用

杨泽彬 王新亮

陕西省煤田物探测绘有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v7i4.1757

[摘要] 几何定向是在立井中悬挂钢丝垂线由地面向井下传递平面坐标和方向的测量工作。本文以榆林市某煤矿两井几何定向为例,前期根据使用的仪器、采用的观测方法及导线布设方案做好对地面近井控制、井上、井下布设的导线误差分析,同时做好本次两井几何定向误差预计,在满足规范/规程要求后通过设备安装、投点、连接测量后进行两井几何定向。本文利用两次独立定向并通过内外业操作及图表相结合的方式着重介绍两井几何定向在矿山测量中的应用。

[关键词] 投点; 连接测量; 两井几何定向

中图分类号: P128.11 文献标识码: A

Application of two-well geometric orientation in mine surveying

Zebin Yang Xinliang Wang

Shaanxi Coalfield Physical Exploration and Mapping Co.,Ltd

[Abstract] Geometric orientation is in the vertical shaft suspended wire plumb line from the ground to the underground transmission of plane coordinates and direction of the measurement work. In this paper, a coal mine in Yulin City, two wells geometric orientation as an example, according to the use of instruments, observation methods and wire layout program to do a good job on the ground near the well control, wells, wells laid wire error analysis, at the same time do the two wells geometric orientation error is expected to meet the specifications/procedures after the installation of equipment, casting points, connecting the measurement of two wells after geometric orientation. This paper utilizes two independent orientations and combines internal and external operations and charts to highlight the application of two-well geometric orientation in mine surveying.

[Key words] drop point; connection measurement; geometric orientation of two Wells

引言

平面联系测量的任务就是将地面的平面坐标系和方位角传递到井下导线的起始点和起始边上,使井上下采用同一坐标系。

1 设备安装

两井定向设备主要有:绞车、钢丝、钢尺、导向滑轮、小垂球、重锤、大油桶。(详见附图1)。

钢丝和重锤: 采用直径为1.6mm的高强度优质长钢丝,钢丝上悬挂的重锤重量应为钢丝极限强度的60%~70%,本次采用单片10kg重的配重片逐步加载(代替重锤),直至钢丝稳定。

绞车: 绞车的作用是缠绕钢丝和钢尺,各部件必须能承受投点时所承受荷重的三倍,需用铁丝缠绕或临时焊接在井孔盖板进行固定,确保稳定。

导向滑轮: 利用滑轮顺利下放和提升钢丝和钢尺。

小垂球: 在下放和提升钢丝和钢尺时用。

大油桶: 采用大油桶,桶中装废机油,用以稳定重锤。

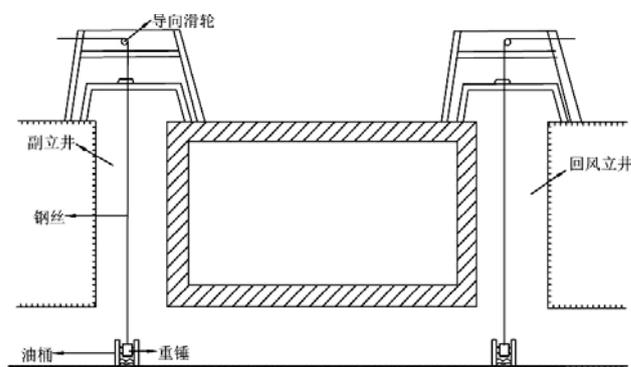


图1 两井几何定向设备安装图

2 投点

立井投点是立井几何定向的关键,井上下作业人员必须高度协作,步调一致。当垂球到达定向水平位置后,停止下放并闸

住绞车。然后取下小垂球, 钢丝挂上投点重锤。重锤浸入油桶内, 待钢丝稳定后, 通过信号圈法检查钢丝是否自由悬挂。最后, 井上下同时在钢丝适合的高度位置安装测量反光片, 待钢丝再次稳定(一般摆幅不超过0.4mm)后同时进行地面和井下连接测量。

3 连接测量

副立井连接测量利用地面导线点J03、J04为起算点, 采用2" 全站仪(水平角4测回)观测方法施测连接导线点L1, 将平面坐标引测至副立井的井口点L1。两井几何定向施工示意图(详见附图2)。

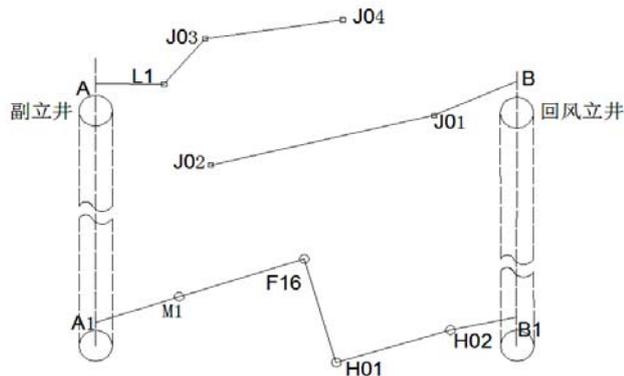


图2 两井定向施工示意图

待钢丝稳定后, 地面采用2" 级全站仪在L1点架设仪器, 前视钢丝上的反光片A点, 后视J03点, 测量水平角、垂直角、斜距。井下采用2" 级全站仪在M1点架设仪器, 后视F16点, 前视钢丝上的反光片A1点, 测量水平角、垂直角、斜距。井上、下连接导线均按5" 导线的要求进行4测回施测。

回风立井投点测量采用与副立井相同的方法。钢丝稳定后, 地面采用2" 级全站仪在J01点架设仪器, 前视钢丝上的反光片B点, 后视J02点, 测量水平角、垂直角、斜距。井下采用2" 级全站仪在H02点架设仪器, 后视H01, 前视钢丝上的反光片B1点, 测量水平角、垂直角、斜距^[1]。井上、下连接导线均按5" 导线的要求进行4测回施测。

两井连接测量完成后将井下连接导线完成测设。至此, 一次完整的两井几何立体定向完成。根据《煤矿测量规程》规定两井定向应独立进行两次定向, 所以按照上述方法再重复一次定向测量^[2]。

4 两井几何定向内业计算

由于两井定向在一个井筒内仅投一个点, 不能直接计算井下导线边的坐标和方位角, 需要在井下采用假定坐标系的方法, 并经过换算, 才能获取与地面坐标系一致的方位角^[3]。

4.1 计算两根钢丝在地面坐标系的坐标方位角与距离

根据地面连接导线计算出钢丝上A、B点的坐标, 用坐标反算

公式计算出两根钢丝的连线AB在地面坐标系中的方位角 α_{AB}

和边长 S_{AB} 。

$$\alpha_{AB} = \arctan \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A}$$

$$S_{AB} = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2}$$

4.2 建立井下假定坐标系

通过建立井下假定坐标系, 计算在定向水平上两根钢丝连线的假定坐标方位角和边长, 假定坐标系(详见附图3)。

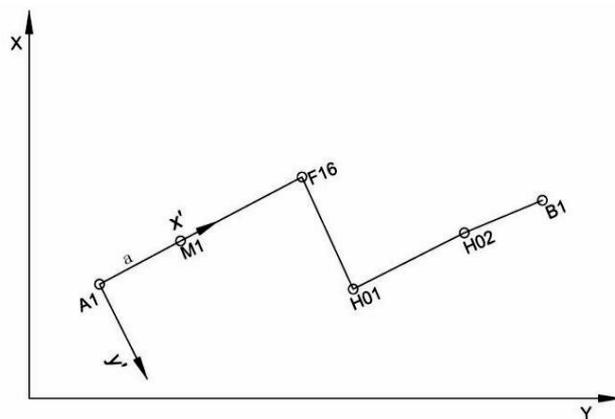


图3 井下假定坐标系

为了计算简便, 假定A1-M1边为井下假定坐标系的X(X') 轴方向, 与A1-M1边垂直的方向为井下假定坐标系的Y(Y') 轴方向, A1为井下假定坐标系的坐标原点。从而计算井下连接导线各点在井下假定坐标系的假定坐标, 再经过坐标正反算计算出假定坐标系A1-B1的方位角和边长。

地面A-B方位角及距离(第一次定向)

点名	坐标方位角	坐标方位角'	距离(m)	坐标增量		坐标	
				$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	X(m)	Y(m)
A	103° 45' 59"	103.7663	144.187	-34.311	+140.045	18243.236	6584.852
B						18208.925	6724.897

井下假定方位角计算连接导线(第一次定向)

点名	观测角			改正后 角度(°)	坐标方位角	坐标方位角'	距离(m)	坐标增量		坐标	
	°	'	"					$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	X(m)	Y(m)
A1										18243.236	6584.852
M1	180	21	29	180.358056	180.358056		0° 00' 00"	0.0000	29.225	+29.225	0.000
F16	271	50	30	271.841667	271.841667		0° 21' 29"	0.3881	43.680	+43.679	+0.273
H01	89	04	18	89.071667	89.071667		92° 11' 59"	92.1997	38.486	-1.477	+38.458
H02	184	05	18	184.088333	184.088333		1° 16' 17"	1.2714	39.658	+39.648	+0.880
B1							5° 21' 35"	5.3597	26.957	+26.839	+2.518
										18381.150	6626.981

井下假定坐标系A1-B1方位角及距离(第一次定向)

点名	坐标方位角	坐标方位角'	距离(m)	坐标增量		坐标	
				$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	X(m)	Y(m)
A1						18243.236	6584.852
B1	16° 59' 11"	16.9865	144.205	+137.914	+42.129	18381.150	6626.981

注: $\alpha_{AB} = 103^\circ 45' 59''$; $\alpha'_{A1B1} = 16^\circ 59' 11''$;

$\Delta\alpha = 86^\circ 46' 48''$ 。

根据 S_{A1B1} 在井下假定坐标系的长度与井上 S_{AB} 比较, 若较差在规范允许的限差内, 再按照地面坐标系重新计算井下导线点坐标。

按地面坐标系计算井下连接导线坐标(第一次定向)

点名	观测角			改正后 角度(°)	坐标方位角	坐标方位角'	距离(m)	坐标增量		坐标	
	°	'	''					$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	X(m)	Y(m)
A1										18243.236	6584.852
M1	180	21	29	180.358056	86° 46' 48"	86.780000	29.225	+1.642	+29.179	18244.878	6614.031
F16	271	50	30	271.841667	87° 8' 17"	87.138056	43.680	+2.181	+43.626	18247.068	6657.656
H01	89	04	18	89.071667	178° 58' 47"	178.979722	38.486	-38.480	+0.686	18208.579	6658.342
H02	184	05	18	184.088333	88° 3' 5"	88.061389	39.658	+1.348	+39.635	18209.927	6697.977
B1					92° 8' 23"	92.139722	26.957	-1.006	+26.938	18208.921	6724.915
					Σ		178.006	-34.315	+140.063		

注: $f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{(-4)^2 + (18)^2} = 18.4$;

$$P = 178006; \frac{f}{P} = \frac{18.4}{178006} = \frac{1}{9674} < \frac{1}{6000}$$

通过计算B点和B1点坐标的差值得到fx和fy。全长相对闭合差不大于1/6000时, 按边长比例反向分配坐标闭合差, 得到第一次定向测量井下导线点的坐标。

井下导线点坐标不符值分配(第一次定向)

点名	观测角			距离(m)	坐标增量		坐标			
	°	'	''		$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	X(m)	Y(m)		
A1							18243.236	6584.852		
M1	180	21	29	180.358056	29.225	+1.642 +0.001	+29.179	-0.003	18244.879	6614.028
F16	271	50	30	271.841667	43.680	+2.181 +0.001	+43.626	-0.006	18247.061	6657.648
H01	89	04	18	89.071667	38.486	-38.480 +0.001	+0.685	-0.002	18208.582	6658.331
H02	184	05	18	184.088333	39.658	+1.348 +0.001	+39.635	-0.004	18209.931	6697.962
B1					26.957	-1.006 0.000	+26.938	-0.003	18208.925	6724.897

待第一次定向完成后, 重新固定绞车、投点、连接测量及内业计算, 各项限差满足《煤矿测量规程》规定, 最终得到第二次定向成果。

井下导线点坐标不符值分配(第二次定向)

点名	观测角			距离(m)	坐标增量		坐标			
	°	'	''		$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	X(m)	Y(m)		
A1							18243.236	6584.852		
M1	180	25	24	180.423333	29.005	+1.662 0.000	+28.957	0.000	18244.886	6614.019
F16	271	50	30	271.841667	43.680	+2.181 0.000	+43.625	-0.001	18247.067	6657.643
H01	89	04	18	89.071667	38.486	-38.480 0.000	+0.686	0.000	18208.588	6658.329
H02	184	19	18	184.321667	39.658	+1.349 0.000	+39.635	0.000	18209.936	6697.964
B1					26.999	-1.118 0.000	+26.976	0.000	18208.819	6724.940

一次联系测量最终成果为两次定向成果的均值。

联系测量(两独立次定向)井下平面坐标成果

点名	第一次定向井下成果		第二次定向井下成果		两次定向均值		两次之差	
	X(m)	Y(m)	X(m)	Y(m)	X(m)	Y(m)	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$
M1	18244.879	6614.028	18244.886	6614.019	18244.883	6614.024	+0.007	-0.009
F16	18247.061	6657.648	18247.067	6657.643	18247.064	6657.646	+0.006	-0.005
H01	18208.582	6658.331	18208.588	6658.329	18208.585	6658.330	+0.006	-0.002
H02	18209.931	6697.962	18209.936	6697.964	18209.934	6697.963	+0.005	+0.002

由上表成果计算可以得出第一次定向F16-H01的坐标方位角 $178^\circ 58' 59''$; 第二次定向F16-H01的坐标方位角 $178^\circ 58' 43''$, 两次互差为 $+16''$, 满足《煤矿测量规程》规定两井定向应独立进行两次, 且求得的井下起始方位角之差不得大于 $\pm 1'$ 。井下联系测量的最终成果取两次独立定向成果的均值。

5 结束语

两井几何定向需要一个矿井有两个立井, 且在定向水平有巷道相通, 由于两井定向时两垂球间的距离大大增加, 因而由投点误差引起的投向误差也大大减少, 与一井定向相比极大地提高了定向精度。煤矿生产建设过程中, 往往在前期两井贯通后, 为提高井下起算数据精度, 通过两井几何定向联系测量为矿井安全生产提供可靠的井下测绘起算数据。

【参考文献】

- [1]张国良, 朱家钰, 顾和和. 矿山测量学[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2017.
- [2]张正禄. 工程测量学[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2005
- [3]王洪杰, 王家胜. 陀螺经纬仪定向在矿井贯通联系测量中的实际应用[J]. 北京测绘, 2015(03): 136-138+146.

作者简介:

杨泽彬(1984--), 男, 汉族, 陕西横山人, 测量工程师, 就职于陕西省煤田物探测绘有限公司, 从事工程测量及相关工作。