

矿井贯通测量方案的设计及误差控制技术研究

崔凯旋*

(晋能控股装备制造集团赵庄煤业, 山西 长治 046000)

摘要:针对晋能控股装备制造集团某矿回采巷道贯通测量工程存在误差较大的问题,介绍了贯通测量工程概况,为该回采巷道设计了贯通测量方案,分析了贯通测量装置与具体作业规程,探讨了贯通测量误差影响因素,总结了一些减小贯通测量误差的策略,并进行了工程应用,应用结果表明:应用该贯通测量方案与误差控制措施后,该巷道贯通测量工作在水平方向上产生的闭合误差值减小为0.163m,在垂直方向上产生的闭合误差值为-0.114m,达到了误差允许范围之内,取得了较好的误差控制效果。

关键词:贯通测量方案;误差;影响因素;控制措施

中图分类号:D26 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-5716(2024)01-0129-04

1 实例概况

晋能装备制造集团某矿规模较大,预期每年能够开采 $90\times 10^4\text{t}$,井田占地约为 8.27km^2 ,其中南北总长为3km,东西倾斜宽为3.9km。将G2105作为试点进行试运转,按设计要求,该采场位于510井段的西边,G8105的南边,其工作平面由顺风槽、切眼巷、副输送顺槽组成,在切眼巷道上实现了辅助顺槽和回风顺槽的汇合,两顺槽贯通。根据矿井的测量规范,必须保证在矿井的掘进方向和掘进的安全通道之间的横向偏差不能超过250mm,而矿井的掘进只能沿着煤体的底部进行,所以在高程精度方面的要求较低。

2 贯通测量方案及误差预计

2.1 设计贯通测量方案

该矿井下巷道贯通工程为一井贯通,在巷道开采过程中,巷道的开采应与煤层底板的走向保持一致,通过采集现场数据,以17"级导线精度作为基准,以8"级控制网为参考,经过周密的计算后,实现现场精确的控制测量和系统的架构铺设。在辅运巷道的西侧,可以通往G2105回风通道和G2105辅助输送槽,然后从该通道进入工作面的切眼。通过预测贯通的方法,可以估算出隧道M在切眼巷道上,该巷道距G2105辅助运输顺槽120m。然后,就是在G2105和G2105的辅助输送槽上,安装17"的导线控制点,防爆全站仪的型号为CANON-332。

为了提升测量的准确性和效率,采用三联脚架法(参见图1)与省点法,以17"级导线的测量精度的要求为依据,在测量时需保证现场有两名观测人员,分别独立进行观测,并将两次观测的平均作为最终的观测值,再用平均值进行平差处理^[1]。在测量短边时,要多次观察,然后再计算出它的平均值,同时,在试验中,角的回差必须小于13",这样,一次测得的边长必须小于10mm,而单程测得的偏差应该小于14mm,而返测和往测的横向距离的误差应该小于1/60000。

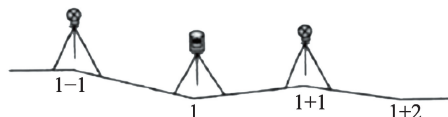


图1 三联脚架法

2.2 贯通测量装置

经分析,本贯通工程是由煤层底板开挖,可以不考虑竖向误差造成的影响,仅注意横向偏差,规定横向偏差不大于0.5m,长导线之间的封闭误差小于1/5000。以下是贯穿全过程所需要的贯穿测量设备。

(1)在贯通测量中,全站仪的应用较为广泛,主要功能是标称精度,其在测量过程中的可测角度误差在 $\pm 2''$ 。

(2)在四等水准测量中,水准仪的应用较为广泛,

* 收稿日期:2022-12-11

作者简介:崔凯旋(1987-),男(汉族),山西长子人,助理工程师,现从事煤矿地质测量工作。

主要功能是观测水平角,测量过程中的误差范围为±2mm/km。

(3)在前视测量中,对点器的应用较为广泛,首先要求地面的平整度满足要求,同时还需要棱镜与脚架的联合使用,要求在测试过程中,观测仪器的水平平整度需要满足要求,对中误差不得大于1mm。

2.3 作业规程

2.3.1 首次导入高程

(1)首先,就是要根据考核的要求,对人员的职责和仪器设备进行分配。

(2)在井台上设置长钢尺引导带轮,要求匀速、缓慢地将长钢尺放下,并在下降时在长钢尺处挂上特殊的条形码,在此期间要保证井上和井下的工作人员维持通讯畅通。在下沉到井底附近的时候,工人必须随时报告下面的位置和坐标,通过实时通讯,确保定位准确,特殊砝码必须浸泡在稳定液中,使砝码处于自由悬挂状态。

(3)水平尺应分别置于地面井口及井底水平基准位置,并将水平仪安装在水平尺与竖向悬挂的长钢尺之间。

(4)在钢尺稳定的情况下,必须在井下和井上同时把测量仪置于指定的水平面上,再分别在后视水准和前视长钢尺上进行读数,以上的两次读数应及时在特定的表格中进行记录^[2]。在做记录时,必须有一个记录者的纪录,同时指认员对水准尺上的数据进行读取,操作员对读取和记录的数据进行审核,最终再由三个操作工人共同对记录的数据进行确认,才能够完成读数过程。

(5)仪器高程升降的过程中,需要保证矿井上下动作的一致性,单次升降的幅值不得低于10cm,不断重复升降过程,进行多次测量。

2.3.2 第二次导入高程

正式测试之前,需要对钢尺的平面位置进行调整,在合适的时机,按照第一次导入高程的程序再次进行高程导入,高程导入的距离为长钢尺与地面之间的间距,高程导入完成后,需要将长钢尺提升。

2.4 贯通误差预计

在正式测试之前,为了准确地进行贯通点的定位和误差分析,需要建立一个假想的坐标系,以切眼的方向作为X轴,以与切眼垂直的方向作为Y轴,在坐标系内进行误差估计,表1列举了各贯通点的估计系数。

表1 贯通点M在x轴上的测角偏差计算结果

点标号	R _{yi}	R _{yi2}	点标号	R _{yi}	R _{yi2}
M1	0	0	M11	1028.257	1096821.651
M2	2075.772	4260963.542	M12	854.159	767512.6594
M3	2029.335	4167856.924	M13	629.147	432159.8362
M4	2017.83	4053478.315	M14	321.058	125698.2301
M5	1985.73	3912573.265	M15	186.275	64523.8456
M6	1921.112	3695283.25	M16	0	0
M7	1853.254	3386349.361	M17	2057.327	4079162.284
M8	1759.354	3158369.256	M18	1942.853	3801693.861
M9	1689.158	2871273.499	M19	1863.219	3356943.543
M10	1649.158	2671491.476	M20	2065.819	4359732.852

对G2105工作面进行分析发现,贯通误差的主要来源为M水平方向上的误差。从误差扩散原理可知,在贯通点处横向的偏差主要是由于导线的距离和角度的偏差。表2是设计误差的参数,通过计算可知,在横向x轴上,贯通点M的误差是:

$$M_{xM}=\pm\sqrt{\left(\pm\frac{m_{\beta}}{\rho}\sqrt{\sum R_y^2}\right)^2+\sum m_1^2\cos^2\alpha'}$$

(1)

=±0.080m

式中:α——各导线分别与x轴的夹角;

M_{β} ——导线角度的测量误差;
 m_1 ——导线长度的测量误差;
 R_y ——导线点与贯通点M之间的连线在y轴上的投影距离。

通过式(1),可以计算得到在水平方向上的贯通误差结果:

$$M_{xM}=2M_{xM}=\pm0.160m$$

(2)

以上述的误差统计预计为参考,可以得出贯通点在M点在水平方向上的误差在允许的范围,允许值

表2 误差参数

导线测角中误差	全站仪测距标称精度	全站仪测角中误差
$M_{\beta}=\pm 17''$	$m_l=\pm(3\text{mm}+2\times 10^{-6}\times 1)\text{mm}$	$m'_{\beta}=\pm 17''$

为0.3m,实际误差为0.16m,表明该测量方案的应用效果较好。另外,对通点M误差的计算结果进行了分析,得出了由于水平角观测而产生的横向偏差会导致贯通点误差,因此,在实际贯通测量中,需要尽可能减少水平误差,避免误差累计。其次,还发现了影响隧道贯通精度的关键因素之一是测站数目,在满足实际的允许条件下,应尽量增加其边长,减少站点数目,从而达到了提高贯通精度的目标。

3 误差控制策略及结果验证

3.1 操作施工方向

在进行测量时,必须成立一个专门的贯通测量小组,对该贯通项目的整个测量和控制工作进行全面的监控,并对施工单位按照上述的贯通测量和误差控制标准进行施工和放线,还要对实测资料进行及时的观测,并对其进行及时的分析、检验,以确定其是否满足误差控制的要求,并从整体的观察结果中,判断其可信度和准确性。另外,徕卡公司、尼康公司的防爆全站仪也要采购,以备以后的贯通测量,并按设备的要求进行测量前后的检测,并定期进行维修和校对。

3.2 巷道贯通测量环境对测量精度的影响

在进行巷道测量时,应先对所处的环境进行检测,并对所处的环境因素进行分析,以确定其对测量结果的影响。由于对测量结果造成影响的因素较多,所以,在进行测试之前,必须首先对哪些因素的作用最大进行判断。主要的环境影响因素有:矿井温度变化、采煤过程中粉尘量的大小、风速值、采掘工作面的损害现状等。

3.3 误差控制策略

在8"级控制网中,分别选择GH6和GH7作为误差控制计算起点,然后以贯通点M为基准点进行控制点的铺设,在误差计算中,导线点之间的距离被限定在70~150m之间,表3和表4显示了测量的误差结果。

表3 贯通测量时导线的限差

导线类别	观测方法	17~32m	32m以上
17"	测回法	对中2次,2个测回	对中1次,2个测回

贯穿测量常常要面对许多复杂的环境问题,例如工作面高低不平,并伴随着隧道内的巷道风和低温的

表4 贯通测量时所用仪器的限差

仪器型号	同一测回中 半测回互差	两测回间误差	2次对中测 回间误差
DJ2	22"	15"	32"

影响。这就要求采用各种防范手段,以确保检测的准确性,并防止出现较大的错误。保护措施主要有以下几种:

(1)测量开始之前需要做好相应的准备工作,在温度变化较大的情况下,需要等待一段时间,确保仪器工作在稳定的温度范围内。

(2)在全站仪的使用过程中,必须保障设备的稳定,所以应该加装防风装置,从而保证设备的对中性能,增加垂球质量也是提升稳定性的有效措施。

(3)对设备,在进行试验之前,要将其调整到最佳的校准精度,并在进行试验时,确保设备的平整度。每隔一段时间要进行一次检验和试验,并对其精度进行评估。

总之,在观察的时候,我们要做好充分的调查和定量的研究,尽可能地减少巷道中可能存在的各种环境问题(比如温度极低、风速大、巷道开采的波动),为了减少环境影响的影响,采用多种技术联合方法,对原有的方案进行了优化,以确保试验的准确性。在环境温度发生变化的情况下,为了修正温度造成的干扰,必须对仪器进行重新校正,首先将设备归零,然后在当前的工作温度下进行设备的校正,待校准工作完成后,才可以继续进行测试。为了减少风对防范措施的影响,可以采取多种措施,例如增加防风装置、增加垂球重量、提升对中次数。同时也可以及时地更新高性能的设备,仪器的测试精度提升对贯通工作的实施有显著的影响。特别要留意的是,在观察之前必须按照作业规范对设备进行平整,每次在矿井中开挖一段长的距离都要按时检查,并进行测量,并进行误差估计和记录。

3.4 结果验证

在完成测量方案和误差控制方案的优化后,将优化的方案应用在晋能控股装备制造集团某矿的贯通工程中,经现场实践验证发现,在贯通点位置处,横坐标和纵坐标两个方向的误差分别为0.163m、-0.114m,误差结果均与误差的允许值间存在较大差距。测试结果表明本文提出的误差控制方案的有效性,达到了预期的目标,同时也对贯通工程进行了有效的控制^[3]。

(下转第134页)