

KUANG SHAN
CELIANG

矿山测量

高福聚 编著

冶金工业出版社

矿 山 测 量

高福聚 编著

北 京
冶金工业出版社

1996 年

图书在版编目 (CIP) 数据

矿山测量/高福聚编著. -北京: 冶金工业出版社,
1996. 4

ISBN 7-5024-1832-6

I. 矿… II. 高… III. 矿山测量 IV. TD17

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 02690 号

出版人 卿启云 (北京沙滩嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009)

北京社科印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

1996 年 4 月第 1 版, 1996 年 4 月第 1 次印刷

850mm×1168mm 1/32; 8,625 印张; 269 页 231 千字; 页: 1-1200 册

15.00 元

前 言

本书是根据采矿工程、矿山建设等专业的“矿山测量”教学大纲编写的。其主要内容是从我国冶金矿山的实际出发,论述了矿山测量的任务、性质;井下控制测量;矿井联系测量;井下采掘工程测量;矿井施工测量;露天矿山测量;矿山测量图;矿山岩层与地表移动;矿山环境治理与土地复垦等。在内容上本书侧重于实用方面,并论述了矿山测量的新技术、新理论、新仪器及新方法。

本书原稿曾在东北大学采矿工程、矿山建设等专业作为教材被讲授过多次,这次出书是作者在原稿基础上经修改、补充而成的。

在本书编写过程中,教研室的同志们提出了宝贵的修改意见,给予了帮助和支持。张玉富同志参与了部分内容与插图的编写。

由于作者水平所限,书中不足之处在所难免,希望读者提出批评、指正。

东北大学资源与土木工程学院

土木工程系 高福聚

1995年10月

目 录

第一章 绪论.....	1
第一节 矿山测量的性质与作用.....	1
第二节 矿山测量的任务.....	2
第三节 生产矿山的主要测量工作与特点.....	3
第二章 井下控制测量.....	6
第一节 井下经纬仪导线测量.....	6
第二节 井下经纬仪支导线的误差分析	12
第三节 井下高程控制测量	28
第四节 井下高程测量的误差分析	32
第三章 矿井联系测量	38
第一节 概述	38
第二节 一井定向	41
第三节 两井定向	53
第四节 陀螺经纬仪定向	56
第五节 导入标高	82
第四章 井下采掘工程测量	87
第一节 巷道掘进测量	87
第二节 采场测量	99
第三节 贯通测量.....	112
第五章 矿山测量图.....	123
第一节 概述.....	123
第二节 矿山测量图的投影原理.....	124
第三节 矿山测量图的绘制.....	127
第四节 矿山测量图的应用.....	136
第六章 矿井施工测量.....	141

第一节	标定工作的基本方法	141
第二节	井筒中心和十字中线的标定	145
第三节	竖井掘进测量	147
第四节	井底车场巷道的施工测量	150
第五节	提升设备的安装测量	155
第七章	露天矿山测量	159
第一节	概述	159
第二节	露天矿控制测量	160
第三节	露天矿生产测量	174
第四节	露天矿验收测量	183
第五节	露天矿山线路测量	205
第六节	露天矿山测量图	215
第八章	矿山岩层与地表移动	220
第一节	地下采矿所引起的岩层与地表移动 过程 and 特征	220
第二节	地表与岩层移动的影响因素	226
第三节	地表与岩层移动观测	228
第四节	建筑物保护矿柱设计	237
第五节	露天矿边坡移动监测	242
第九章	矿区环境治理与土地复垦	249
第一节	采矿塌陷引起的环境问题	249
第二节	采矿塌陷对环境的影响评价	253
第三节	露天开采土地复垦	264

第一章 绪 论

第一节 矿山测量的性质与作用

矿山测量学是采矿科学的一个分支学科，是采矿科学的重要组成部分。它是综合运用测量、地质及采矿等多种学科的知识，来研究和处理矿山地质勘探、建设和采矿过程中由矿体到围岩、从井下到地面在静态和动态下的各种空间几何问题。因此，它是一门边缘学科。它具有下述性质：

首先，矿山测量工作是为采矿生产服务的。因此，它在矿山是一个重要的技术辅助部门。其次，它是在矿山开发各阶段开始时就要进行的。因此，它具有先行性。再次是它的生产性。因为它本身就是生产的一个重要部门，而且有直接产品——各种图纸资料。矿山测量部门通过自己的工作在采矿企业中起下列主要作用：

第一，在均衡进行生产方面起保证作用。这主要是通过及时提供反映生产状况的各种图纸资料，准确掌握各种工业储量变动情况，参与采矿计划的编制和检查其执行情况来实现的。

现代化的矿山，具有开拓在不同深度和不同方向上的、复杂的井巷系统。而作为测量对象的这个系统，无论在时间上或空间上，又都是在不断地变化着。很明显，如果不能及时地、准确地将这个变化着的空间，以及由此暴露出来的各种地质现象及其他信息，加以记录或绘制成图，那就无法作出下阶段的采掘计划。实践证明，一旦矿山测量工作有误，或者提供资料、图纸不及时，就会造成采矿生产的盲目性及管理工作的混乱，从而给矿山生产造成不应有的损失。

第二、在安全生产方面起指导作用。矿山测量工作可以对危

险区域圈定警戒线,对处理各种工程事故和自然灾害(如地震)提供图纸资料,以协助进行有效的救援。

采矿工程是一个具有多个工作面的立体化生产体系。因此,矿山测量工作必须提供准确的井下巷道与采场的相互关系位置,防止在开采过程中,因穿透原有采空区、相邻巷道或透入含水层而造成安全事故。矿山工程要求矿山测量工作提供准确的井上、下对照平面图,以便预先进行合理的规划设计,划出保护区域。防止因井下采空而造成地壳移动,导致地面建筑物遭到破坏。

第三、在充分开采地下资源和保证采掘工程质量方面起监督作用。

矿山测量工作可以通过对矿石产量、矿产损失,以及贫化资料的统计,为研究和指导矿山均衡生产,降低损失和贫化,使之充分利用地下资源提出有效措施。通过对岩层和地表的移动观测,找出移动范围和规律,然后提出合理的保安设计,使资源减少损失,保证生产安全。

矿山测量可以通过施工放样、质量检查和工程验收等测量手段,保证各种采矿工程按设计要求进行施工。地下开采所形成的特殊空间,给施工、检查和验收工作带来了许多困难。例如,井巷之间的连接,本来是十分简单的几何关系。但是,由于互不通视、欲使巷道贯通,就要作大量的测量工作给予保证。

总之,矿山测量工作对采矿工程来说是十分重要的。通常人们把矿山测量誉为矿山的“眼睛”是有一定道理的。

第二节 矿山测量的任务

矿山测量是矿业开发、生产过程中不可缺少的一项重要的基础技术工作。

矿山测量一般包括以下内容:

在矿床的勘探、设计阶段,要建立矿区地面测量控制网,根据需要测绘不同比例尺的地形图;按照设计标定勘探工程,例如

钻孔、探槽及探井、探巷等，并把它们测绘到平面图上。与地质人员共同编绘图纸资料 and 进行储量计算。

在矿山建设阶段，主要是进行一系列施工测量。例如标设井筒或露天矿开挖沟道位置；工业与民用建（构）筑物放样；凿井井巷测量；设备安装测量及线路测量等。

在矿山生产阶段，需要进行巷道标定与测绘；储量管理；开采监督；岩层与地表移动观测与研究；露天矿边坡稳定性的观测与研究；参加采矿计划编制和环境保护工作等。

当矿山报废时，还要将全部矿山测量图纸、观测手簿及计算资料转交给有关单位长期保存。

综上所述，矿山测量的主要任务有：

- 1) 建立矿区测量控制网和测绘大比例尺（1：500～1：5000）地形图；
- 2) 进行矿区地面及井下各种工程的施工测量及验收测量；
- 3) 测绘和编制各种采掘工程图，矿山专用图及矿体几何图；
- 4) 参加采矿计划编制，并对资源利用及生产情况进行检查和监督；
- 5) 进行岩层与地表移动的观测与研究、露天矿边坡、尾矿坝、排土场等矿山工程变形监测工作，为留设保护矿柱和安全开采提供资料；
- 6) 组织开展矿区环境保护及造地复田实施方案的研究。

由此可见，矿山测量学所研究的对象与内容是很广泛的。鉴于有些内容与地形测量、控制测量相一致，因此，矿山测量学的内容通常只包括：建井测量；生产矿井测量；露天矿山测量；矿图与储量管理以及矿山岩层与地表移动观测等。

第三节 生产矿山的主要测量工作与特点

生产矿山测量是最经常、最大量、延时最长的一项测量工作。它包括从矿山建成投产，直到矿山报废过程中全部测量工作内容，

它与采矿的设计与生产密切相关。

生产矿山，根据开采方式不同，可分为井下和露天开采两种，与之相适应的测量工作也有所不同。

井下生产矿山的主要测量工作为：

1) 联系测量，即将地面的平面与高程系统导入井下，使井上、下建立统一的平面与高程系统；

2) 井下平面与高程控制测量；

3) 巷道施工测量；

4) 采场测量；

5) 井下各种矿山测量图的绘制。

露天生产矿山的主要测量工作为：

1) 露天矿山的平面与高程控制测量；

2) 露天矿山工程测量，例如、掘沟、爆破、道路等；

3) 露天矿山采掘验收测量；

4) 露天矿山测量图的绘制。

由于矿山测量研究的对象和任务是对矿山的井筒、巷道、采场、工作面、台阶、剖面等的定位与描绘，因此，它与地形测量相比，在测量对象、工作条件以及精度分布等方面都具有不同的特点：

1) 测量对象方面的不同。矿山测量的对象与地形测量的对象在实质上并无区别，因为都是解决点位的问题。但是，地形测量的对象具有一定的相对稳定性，而矿山测量的对象则在时间与空间上是不断变化的，测量工作必然受到时间与空间的限制。因此要求矿山测量工作必须跟随采矿工程的进展而进行。

2) 工作条件方面的不同。井下测量的空间是各种巷道与采场，由于巷道狭窄，加之各种管道、车辆乃至行人、风流等都在其中通过或活动，因此，必然对测量工作产生干扰或阻碍。此外井下照明条件差，通视困难，因此要求在井下测量时，应尽量避免行人、车辆和管道，采用专门的照明设备和特别的仪器工具，使之适应这样的工作条件。甚至需要暂时停产。

露天矿山虽然空间大，但由于采场中运输紧张、灰尘大，生产台阶高，不仅通视困难而且随着台阶的推移，控制点不断遭到破坏，所以测量方法也要与之相适应。

3) 测量精度分布方面的不同。地面测量，由于空间开阔，可以根据测量工作的原则，进行一次全面布设控制网并进行统一平差。这样，测区各控制点的精度是基本相同的，同一比例尺的图纸其精度分布也是均匀的。而井下测量，只能随着采掘工程的进展，从无到有，从少到多、逐渐延伸，所以测量精度的分布就不均匀。只有使用陀螺经纬仪加以控制时，情况才会有所改善。

第二章 井下控制测量

井下测量工作的任务在于：及时、准确、全面地测定井下各工程实体的空间位置，为采矿设计提供图纸资料，并根据设计资料进行采掘工程施工放样和测量检查。为满足采矿工程的要求，对井下测量工作要有一定的精度要求。因此，井下测量也要遵循“由整体到局部”原则，按照“先控制后碎部”和“由高级到低级”的测量顺序进行。即在井下也要建立平面和高程控制，然后在此基础上进行碎部测量和施工放样工作。

井下控制测量的方法、原理及所使用的仪器与地面测量基本相同，唯因在井下进行，所以有如下特点：

- 1) 由于井下的空间是逐渐延伸而形成的，因此井下的平面和高程控制测量就不能预先全面布设，而只能采取“先低后高、逐步扩展、以高控低、相互交错”的原则进行。
- 2) 由于井下巷道狭窄、运输繁忙、潮湿、黑暗等条件限制，因此井下控制点一般都设置在顶板上，进行观测时需要照明。
- 3) 在进行控制测量的同时，进行井下的碎部测量。

第一节 井下经纬仪导线测量

由于井下巷道条件限制，建立井下平面控制测量的唯一方法就是沿巷道敷设经纬仪导线，它是井下平面测量的基础。

根据巷道条件的不同，经纬仪导线可以敷设成支导线、附合导线和闭合导线的形式。有条件时，应尽可能使其附合或闭合，从而得到有效的检核。当采用支导线形式时，应进行往、返测量或同向两次（左、右角）测量。

井下经纬仪导线分为三个等级，其主要技术要求列于表 2-1。

表 2-1 井下导线主要技术要求

导线 等级	测角 中误差 "	边长 m	导线延伸最 大长度 km	导线相对闭合差	
				闭（附）合导线	复测支导线
10"	±10	40~140	2.5	1/4000	1/2500
20"	±20	30~90	1.0	1/2000	1/1500
40"	±40	20~50	0.5	1/1000	1/500

通常巷道在矿井一侧的长度大于 1500m 时，井下首级平面控制应选用 10"级经纬仪导线。当一侧的长度在 1000m 左右时，井下首级平面控制可选用 20"级经纬仪导线。导线从井底车场开始，随着主要巷道的掘进而分段敷设。每掘进 300~500m 时，设置一组永久性导线点，每组点不少于三个。永久性导线点可以作为永久性高程点，即水准点。

井下首级导线是井下平面控制的基础，用以检查和发展次级导线，所以又叫做基本控制导线。井下次级导线是直接用于控制巷道按设计方向掘进和测绘巷道图的依据，所以又叫做工作控制导线。

基本控制导线和工作控制导线的布设如图 2-1 所示。巷道每掘进 20~30m，布设一工作控制点，当掘进 300~500m 后，应从起始边布设基本控制导线，对工作控制导线进行检查和复核，并作为继续布设工作控制导线的基础。基本控制导线的边较长。其导线点可以新设或利用原有的工作控制导线点。当发现原有导线有误时，应按改正后的成果重新绘图。可见，工作控制导线虽然在基本控制导线之前布设，但是，它还是要受基本控制导线的控制。

工作控制导线是逐点建立，遍布于所有主、次要巷道之中，而基本控制导线是逐段建立，敷设于主要巷道之中。

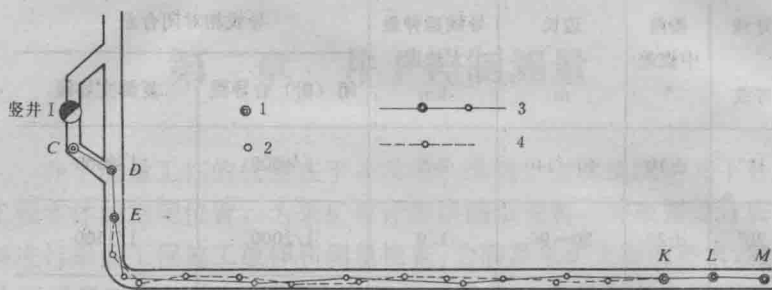


图 2-1 井下经纬仪导线敷设示意图

1—永久点；2—临时点；3—基本控制导线；4—工作控制导线

一、井下经纬仪导线测量外业

井下经纬仪导线测量与地面导线测量一样，其外业工作包括导线点的选择、埋设；水平角观测和边长丈量等。

1. 选点和设点

导线点应选在顶板岩石稳固、没有淋水、便于安置仪器且工作安全的地方：点间通视良好，便于测角和量边；导线边长应尽可能长些并大致相等，最短不小于 20m。考虑到今后导线的扩展，在巷道交叉口应设置导线点。

根据保存时间的长短，导线点分为永久点和临时点两种。导线点的式样和埋设，如图 2-2 所示。在巷道旋顶和岩石稳定的主要巷道的顶板上设置永久点时，可用水泥将点的标志直接固定于顶板上（图 2-2a）。当顶板岩石稳定性较差时，可先在顶板上打眼，然后用水泥灌注金属点位标志（图 2-2b）。临时点可用特制钉或钩形钉钉入棚梁或加入顶板岩石中的木桩上（图 2-2c）。

为了便于应用，导线点应进行统一编号，并在点旁标注，以便于寻找和使用。同一矿井中点号不许重复，以免用错，造成事故。

2. 水平角观测

井下经纬仪导线水平角观测所使用的经纬仪与地面测量相

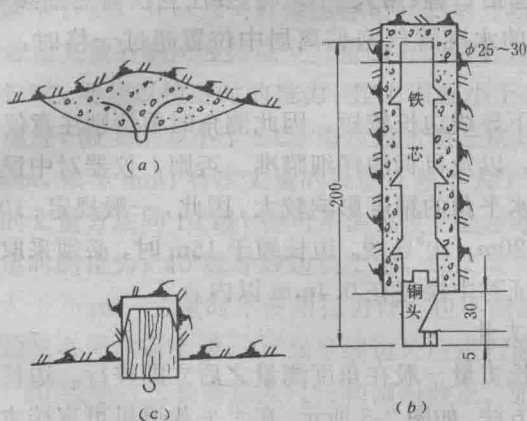


图 2-2 导线点构造图 单位: mm

同, 测角方法大多用测回法。但由于井下导线点大多位于巷道顶板上, 因此要求经纬仪有镜上中心, 以便点下对中。目前我国生产的矿用经纬仪都设有镜上中心, 这样不仅对中方便, 而且可提高对中精度。另外, 由于巷道内照明条件较差, 测角时, 必须用矿灯将目标照明。

井下导线水平角观测的技术要求如表 2-2 所列。

表 2-2 井下经纬仪导线水平角观测技术要求

导线等级	使用仪器	对中误差 mm	边 长						同一测回半测回互差 "	一次对中测回较差 "	两次对中测回较差 "
			20m 以下		20~30m		30m 以上				
			对中次数	每次对中测回数	对中次数	每次对中测回数	对中次数	每次对中测回数			
10"	J ₂	0.6			1	1	1	1	20	30	60
	J ₆				2	1	1	2	40		
20"	J ₆	1.0	2	2	1	1	1	1	40	30	60
40"	J ₆	1.2	1	1	1	1	1	1	80		
	J ₁₅										

当测角在倾角大于 30° 的斜巷（或井）中进行时，以上各项限差可增大 0.5 倍，当倾角大于 15° 时，要注意仪器竖轴倾斜的影响，当水平度盘的水准管气泡偏离居中位置超过一格时，应重新整平。

由于井下导线边长较短，因此测角时要特别注意仪器及觇标的精确对中，以及目标的仔细瞄准。否则，仪器对中误差和目标偏心误差对水平角的精度影响较大。因此，一般规定：10"导线，遇有边长短于 20m；20"导线，边长短于 15m 时，必须采取精密对中措施，以保证对中误差在 0.4mm 以内。

3. 边长丈量

导线边长丈量一般在角度测量之后立即进行。边长丈量采用悬空丈量的方法。如图 2-3 所示。在水平巷道里可直接丈量水平距

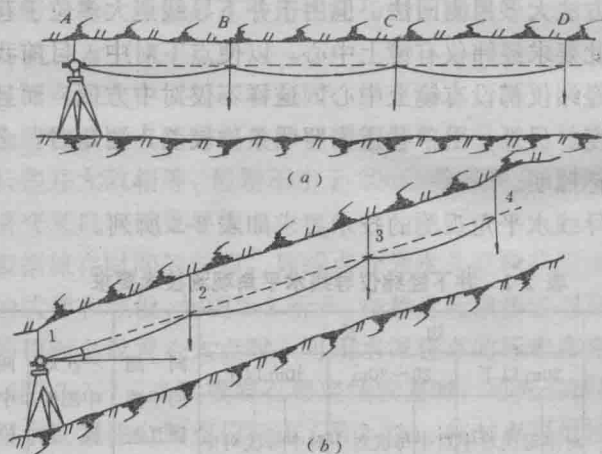


图 2-3 导线边丈量

离（图 2-3a），以经纬仪望远镜水平视线照准导线点所挂垂球线，然后用大头针在垂球线上标出水平视线位置，若所丈量距离大于整钢尺长，则还要在经纬仪望远镜视线上悬挂中间点垂球线，同样作出水平视线标记，然后分段丈量。在倾斜巷道里，可丈量其

倾斜距离，然后改算成水平距离。如图 2-36 所示，将望远镜调到一定倾角瞄准各点，并以大头针做出标记，然后分段丈量。

用于悬空丈量的钢尺应按悬空丈量的方法进行检定。10"级导线丈量边长时，要施以检定时的拉力，拉力误差小于 1.5kg；要测出丈量时温度，温度误差小于 2℃；每尺段丈量三次，每次将钢尺移动 2~3cm，读至 mm，各次丈量的长度互差不大于 3mm。20"级导线边长的丈量方法同 10"级，但可不测温度，拉力可凭经验大致相当于检定时的拉力；40"级导线边长丈量，每尺段丈量两次，长度互差不大于 5mm。丈量时不使用拉力计，也不测温度。

导线边长必须往返丈量。10"级导线边长应进行温度、尺长和倾斜改正；20"级导线边长需加入尺长和倾斜改正。加入改正后边长的相对精度：10"级导线应小于 1/4000；20"级应小于 1/2000；40"级应小于 1/1000。

温度、尺长和倾斜改正的计算与地面导线边长改正计算相同，这里不再赘述。

4. 碎部测量

碎部测量的目的在于获得填图资料。在井下工作导线测量的同时，除了丈量测站上下左右支距外，还必须测量巷道轮廓变化点、地质特征点、硐室大小、各位置等碎部点。碎部测量应绘草图（图 2-4）。井下碎部测量多采用垂线支距法。在丈量导线边

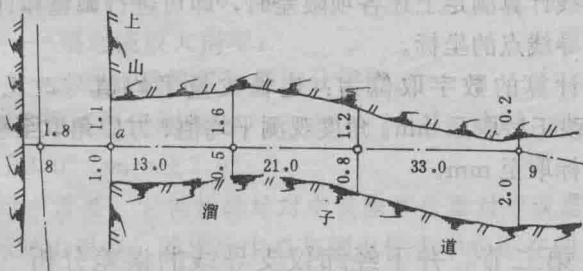


图 2-4 碎部测量草图