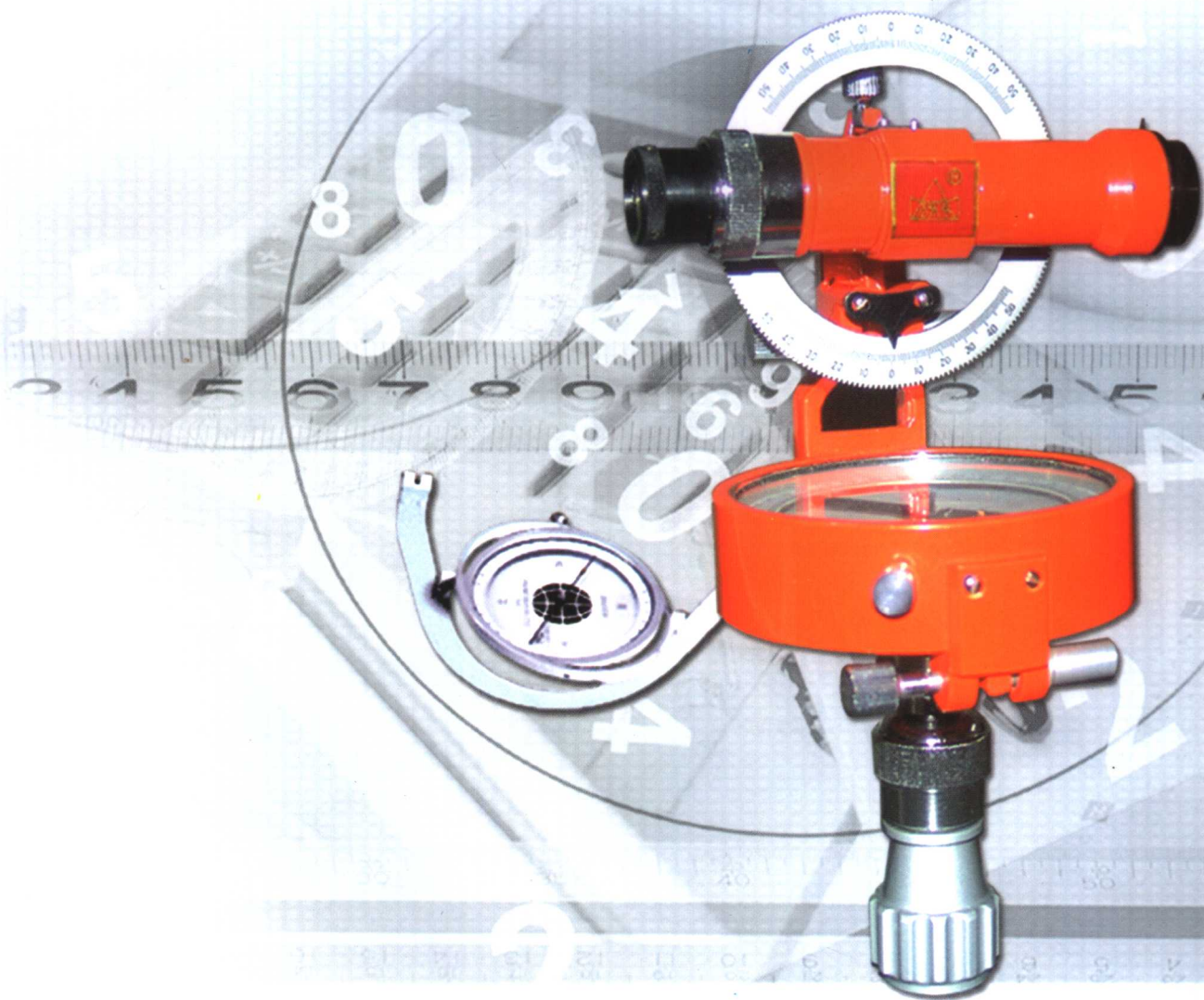


实用矿山测量

Shiyong Kuangshan Celiang

史铁生 孙江 主编



黑龙江科学技术出版社

实用矿山测量

史铁生 孙 江 主编

黑龙江科学技术出版社
中国·哈尔滨

图书在版编目(CIP)数据

实用矿山测量/史铁生,孙江主编. —哈尔滨:黑龙江
科学技术出版社,2006.7

ISBN 7-5388-5176-3

I. 实... II. ①史...②孙... III. 矿山测量
IV. TD17

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 083805 号

责任编辑 关士军

实用矿山测量

SHIYONG KUANGSHAN CELIANG

史铁生 孙 江 主编

出 版 黑龙江科学技术出版社

(150001 哈尔滨市南岗区建设街 41 号)

电话 (0451)53642106 电传 53642143(发行部)

印 刷 黑龙江省教育厅印刷厂

发 行 黑龙江科学技术出版社

开 本 787×1092 1/16

印 张 16

字 数 380 000

版 次 2006 年 7 月第 1 版·2006 年 7 月第 1 次印刷

印 数 1—3 000

书 号 ISBN 7-5388-5176-3/Z·591

定 价 30.00 元

前 言

本书是根据煤炭中等专业学校煤矿测量、地下采煤、矿井地质与煤田地质勘探等专业的测量教学大纲编写的,可作为煤矿测量专业的教材,也可作为其他专业人员的参考用书。

编写过程中,根据矿山测量的特点,在叙述基础理论和基本方法的同时,重视基本技能的培养,并力求做到叙述简明、文字精练、通俗易懂、图文并茂。在保持系统相对完整性的前提下,摒弃陈旧的教学内容,吸纳了较多的新仪器、新技术、新方法,以适应现代测绘教学与实践的需要。

本书由哈尔滨光学仪器厂的董事长史铁生和黑龙江科技学院教师孙江任主编。第一、二、三、四、五、六、七、八、九章由孙江编写;第十章由黑龙江科技学院教师杨承杰编写;第十一、十二章由黑龙江科技学院窦世卿教师编写;第十三章由哈尔滨光学仪器厂史铁生编写。

在编写过程中,得到了哈尔滨光学仪器厂的大力支持和帮助,为本书提供了部分资料;同时参阅了其他有关书刊,援引了其中的部分内容;黑龙江科技学院王凤霞博士在审阅过程中提出了宝贵意见,在此谨向有关书刊的作者及给予本书支持和帮助的所有同志表示衷心的感谢。

在编写过程中,尽管编者尽了最大努力,但由于各方面原因,错误与不当之处在所难免,恳切期望得到专家、学者和所有读者的批评指正。

编者

2006年3月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 矿山测量在煤矿开发中的作用和任务	(1)
第二节 矿山测量的原则和矿井测量工作的特点	(2)
第二章 井下平面控制测量	(4)
第一节 井下平面控制导线的布设与等级	(4)
第二节 井下经纬仪导线角度测量	(7)
第三节 井下经纬仪导线的边长测量	(14)
第四节 井下经纬仪导线测量外业	(21)
第五节 井下经纬仪导线测量内业	(24)
第六节 井下经纬仪导线测量的误差	(33)
第三章 矿井联系测量	(43)
第一节 矿井联系测量的目的与任务	(43)
第二节 矿井定向的种类与要求	(43)
第三节 地面近井点、井口水准基点及井下定向基点的测设	(45)
第四节 立井几何定向	(53)
第五节 陀螺经纬仪定向	(63)
第六节 导入高程	(83)
第四章 井下高程测量	(88)
第一节 概述	(88)
第二节 井下水准测量	(92)
第三节 井下三角高程测量	(95)
第四节 巷道纵断面图的测绘	(97)
第五节 井下高程测量的误差	(99)
第五章 巷道掘进测量	(104)
第一节 概述	(104)
第二节 直线巷道中线的标定	(107)
第三节 曲线巷道中线的标定	(111)
第四节 巷道腰线的标定	(115)
第五节 激光指向仪及其应用	(120)
第六章 采区测量	(125)
第一节 采区次要巷道测量	(125)
第二节 巷道碎部测量	(129)
第三节 回采工作面测量	(131)

第七章 贯通测量	(133)
第一节 概述.....	(133)
第二节 一井内巷道贯通测量工作.....	(137)
第三节 两井间的巷道贯通测量工作.....	(144)
第四节 立井贯通测量.....	(150)
第五节 贯通后实际偏差的测定及中腰线的调整.....	(152)
第六节 贯通时关于井下导线边长化归到投影水准面和高斯投影面的 改正问题.....	(154)
第八章 贯通测量方案的选择与误差预计	(157)
第一节 概述.....	(157)
第二节 一井内巷道贯通测量的误差预计.....	(159)
第三节 两井间巷道贯通测量的误差预计.....	(162)
第四节 立井贯通的误差预计.....	(173)
第五节 贯通实测资料的精度分析评定与技术总结.....	(175)
第九章 建井测量及地面建筑物施工测量	(179)
第一节 建井测量的任务和内容.....	(179)
第二节 标定工作的基本方法.....	(180)
第三节 井筒中心及井筒十字中线的标定.....	(183)
第四节 用竖井激光投点仪标定井筒中心线.....	(185)
第五节 地面建筑物施工测量.....	(187)
第十章 生产矿井储量管理	(192)
第一节 储量的分类级别与变动.....	(192)
第二节 储量的损失及损失率.....	(195)
第三节 储量计算的基本方法.....	(196)
第四节 矿井“三量”计算.....	(199)
第十一章 地质勘探工程测量	(202)
第一节 概述.....	(202)
第二节 地质填图测量.....	(202)
第三节 勘探工程测量.....	(203)
第四节 钻探工程测量.....	(206)
第五节 地质剖面测量.....	(207)
第十二章 煤矿测绘资料与地质测量信息系统	(210)
第一节 概述.....	(210)
第二节 煤矿基本矿图的种类及其应用.....	(212)
第三节 矿图的填绘与计算机辅助绘制矿图.....	(223)
第四节 矿井地质测量信息系统.....	(226)
第十三章 简易测量仪器介绍	(230)
参考文献	(248)

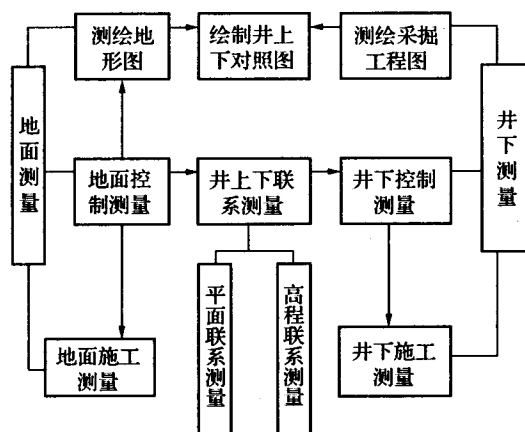
第一章 绪 论

第一节 矿山测量在煤矿开发中的作用和任务

一、矿山测量在煤矿开发中的作用

矿山测量学的内容,包括为矿山勘探、基建和生产各阶段及资源的保护与合理开采提供基础技术资料而进行的一切测量、计算和制图。煤矿测量的基本任务主要有两项:一项是测绘各种矿图,供煤矿生产建设使用;简称测图(或测定);一项是将图纸上设计好的工程位置标定于实地,作为施工的依据,简称测设(或放线)。

煤矿企业是由工作建(构)筑物、地下井巷和采掘工作面所组成的一个复杂而又紧密联系的有机整体。根据由整体到局部,高级控制低级的原则,一个矿区或井田范围的测量工作,主要包括地面测量、井上下联系测量和井下测量。它们的相互联系和工作顺序,可用下列形式表述。



由以上形式看出,地面测量是基础;联系测量是桥梁;井下测量是反映采掘平衡关系的主要依据,以其测量成果绘制的各种矿图,及时反映着煤矿的生产建设面貌及其位置关系。测量工作在大力开发煤炭资源中与地质工作紧密配合起先导作用;在均衡生产方面起保证作用;在工作质量及合理利用资源方面起监督作用;在安全生产方面起指导作用。可见,测量工作是煤矿开发中不可缺少的一项技术基础工作。

二、煤矿测量工作的主要任务

(1) 建立矿区地面和井下(露天采场)测量控制系统,为煤矿各项测量工作提供起算数据。

(2) 依据设计文件,进行采掘(剥)、土建、管线和机电安装等工程测量工作,并在煤矿基本建设和生产各个阶段,对采掘(剥)工程是否按设计施工进行检查和监督。

(3) 利用测绘资料,解决煤矿生产、建设和改造中提出的各种测绘问题,并为煤矿灾害的预防、救护提供有关的测绘资料。

(4) 测绘各种煤矿测量图,满足煤矿生产、建设和规划各阶段的需要。

(5) 定期进行矿井“三量”(开拓煤量、准备煤量和回采煤量)、露天矿“二量”(开拓煤量、回采煤量)和露天矿采剥量的统计分析;正确反映煤矿采掘(剥)关系现状。按《生产矿井储量管理规定》的要求,对煤矿各级储量动态及损失量进行统计和管理,对煤炭资源的合理开采进行业务监督。

(6) 建立地表、岩层和建(构)筑物变形观测站,开展矿区地表与岩石移动规律、采矿或非采矿沉陷综合治理以及环境保护工作的研究。

(7) 根据矿区地表与岩层移动变形参数,设计和修改各类保护煤柱。参与“三下”(铁路下、水体下、建筑物下)采煤和塌陷区综合治理以及土地征用和村庄搬迁的方案设计和实施。

(8) 进行矿区范围内的地籍测量。

(9) 参与本矿区(矿)月度、季度、年度生产计划和长远发展规划的编制工作。

第二节 矿山测量的原则和矿井测量工作的特点

矿山测量与地面测量一样,仍然依照高级控制低级、每项测量有检查、测量精度应满足工程要求这三项原则进行。一般来说,地面测量的仪器、方法及基本理论,均能用于矿井测量。但矿井测量也具有它自己的特点。

(1) 工作条件不同。在井下黑暗、潮湿、狭窄、行人和运输车辆较多等困难条件下测量,需要采用适宜的仪器和方法。

(2) 测量对象不同。井下测量的主要对象是各种巷道,因受条件限制,平面控制只能采用导线测量方法。

(3) 考虑精度的出发点不同。地面测图的精度,不同的比例尺要求不同,且整个图纸的精度比较均匀。而井下导线因边短和定向误差等影响,其误差由井田中央向边界迅速增大,图纸各处精度均不一致。故“煤矿测量规程”(以下简称“规程”)根据一般采矿工程对导线最远点的精度要求,来制定井下基本控制导线的施测规格。

(4) 测量程序上有所不同。地形测量是在整体控制的基础上进行的。而井下测量则必须适应采掘工程的特点,一般从高级点起,先设次一级支导线进行控制、给向和测图,再设基本控制导线实行检查,当巷道贯通后逐渐构成闭(附)合导线。这种分段控制、给向和测图的特点,要求测量必须及时、严谨和准确,否则出现差错很难弥补。

矿山测量的内容及学习方法：

矿山测量的内容，包括生产矿井测量、建井测量、铁路测量、地表移动观测及建筑物保护、“三量”计算等。凡属“地形测量”、“矿区控制测量”和“矿图绘制”学科的内容，本书基本不再重述。

矿山测量的理论与方法看起来多而复杂，实质上可归结为平面测量和高程测量、坐标的正算与反算等，研究的基本问题仍然是点的空间位置，解决测图与测设两项主要任务。要抓住这个根本，去学习基本理论与方法，在实习与生产中联系实际灵活地运用，培养熟练的操作技能和解决问题的本领。

当前，煤炭工业日新月异，煤矿已逐步实现标准化、现代化，传统的地测方法、程序、要求和标准已经不能与之相适应，因此地测工作必须进一步改革、完善和提高。

第二章 井下平面控制测量

由于受井下巷道条件的限制,井下平面控制均以导线的形式沿巷道布设,而不能像地面控制网那样可以有测角网、测边网、GPS网和交会法等多种可能方案。井下平面控制测量的目的是建立井下平面测量的控制,作为测绘和标定井下巷道 硐室、回采工作面等的平面位置的基础,也能满足一般贯通测量的要求。

第一节 井下平面控制导线的布设与等级

一、井下导线的等级

井下导线的布设,按照“高级控制低级”的原则进行。我国《煤矿测量规程》规定,井下平面控制分为基本控制(表2-1)和采区控制(表2-2)两类,这两类又都应敷设成闭(附)合导线或复测支导线。

表 2-1 基本控制导线的主要技术指标

井田一翼长度 /km	测角中误差 /″	一般边长 /m	导线全长相对闭合差	
			闭(附)合导线	复测支导线
≥5	±7	60~200	1/8 000	1/6 000
<5	±15	40~140	1/6 000	1/4 000

表 2-2 采区控制导线的主要技术指标

采区一翼长度/km	测角中误差 /″	一般边长 /m	导线全长相对闭合差	
			闭(附)合导线	复测支导线
≥1	±15	30~90	1/4 000	1/3 000
<1	±30	—	1/3 000	1/2 000

基本控制导线按照测角精度分为 $\pm 7''$ 和 $\pm 15''$ 两级,一般从井底车场的起始边开始,沿矿井主要巷道(井底车场,水平大巷,集中上、下山等)敷设,通常每隔1.5~2.0 km应加测陀螺定向边,以提供检核和方位平差条件。

采区控制导线也按测角精度分为 $\pm 15''$ 和 $\pm 30''$ 两级,沿采区上、下山、中间巷道或片盘运输巷道以及其他次要巷道敷设。

二、井下导线的发展与形式

井下导线往往不是一次全面布网，而是随井下巷道掘进而逐步敷设。如图 2-1。当由石门处拉门开始掘进主要运输大巷时，随巷道掘进而先敷设低等级的 $\pm 15''$ 或 $\pm 30''$ 导线（如图 2-1 中虚线所示），用以控制巷道中线的标定和及时填绘矿图，随巷道掘进每 30~100 m 延长一次。当巷道掘进到 300~500 m 时，再敷设 $\pm 7''$ 级或 $\pm 15''$ 级基本控制导线，用来检查前面已敷设的低等级采区控制导线是否正确，所以其起始边（点）和最终边（点）一般应与低等级控制导线边（点）相重合。当巷道继续向前掘进时，以基本控制导线所测设的最终边为基础，向前敷设低等级控制导线和给中线。当巷道又掘进 300~500 m 时，再延长基本控制导线。这样不断分段重复，直到形成闭（附）合导线和导线网，如图 2-2 和图 2-3 所示。

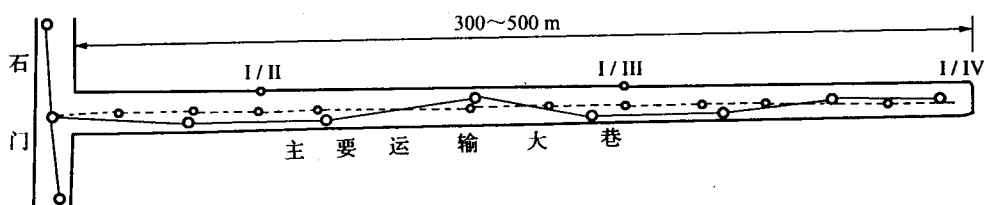


图 2-1 井下导线的发展

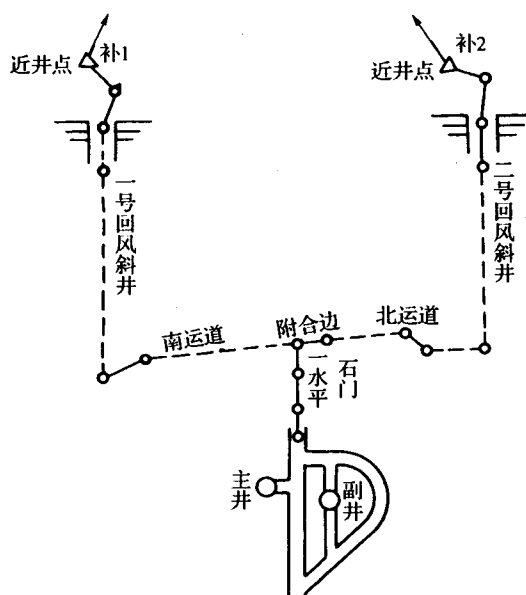


图 2-2 附和导线

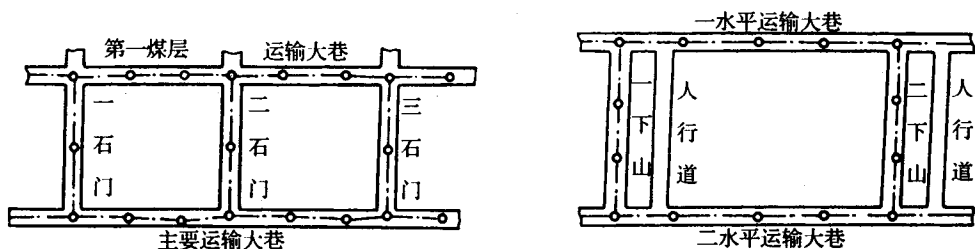


图 2-3 闭合导线和导线网

三、特殊形式的井下导线

由于井下测量的某些特点，有时会形成一些特殊的导线。如交叉闭合导线，即导线边的平面投影相交而实际上是空间交叉 [图 2-4 (a)]；坐标附和导线 [图 2-4 (b)]，例如在两个已知坐标的垂球线之间敷设的两井定向导线，也就是地面测量中的“无定向导线”；以及带陀螺定向边的方向附和导线 [图 2-4 (c)] 等。

四、按所使用的仪器来划分导线类型

以前井下导线多用经纬仪测角，钢尺量边，这种导线可称之为“经纬仪—钢尺导线”，随着测量仪器的不断发展完善，现在逐步有了“光电测距导线”，即用光电测距仪测量边长的导线；“全站仪导线”，即用全站仪测量角度与边长（或直接测定坐标）的导线；另外还有“陀螺定向—光电测距导线”，是指用陀螺经纬仪测定每条边的方位角，用测距仪测量导线边长的导线。

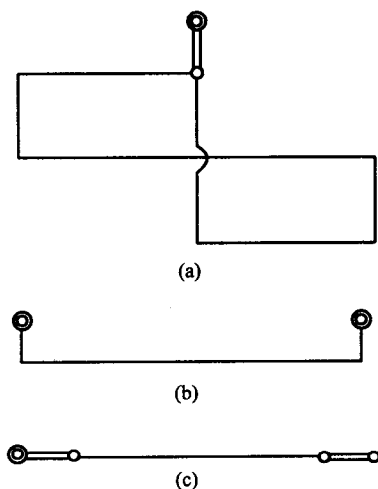


图 2-4 特殊形式的井下导线

五、井下导线点的设置

井下导线点按照其使用时间长短和重要性而分为永久点和临时点两种。导线点应当选择在巷道顶（底）板稳固、通视良好且易于安设仪器观测、尽量不受来往矿车影响的地方。导线点之间的距离按相应等级导线的规定边长（表 2-1 及表 2-2）来确定。

临时导线点可设在巷道顶底板岩石中或牢固的棚梁上。图 2-5 (a) 所示是钉入木棚梁的临时点；图 2-5 (b) 是在巷道顶板岩石中打入木楔再设置的临时点；图 2-5 (c) 是用混凝土或水玻璃粘在顶板上的临时点。

永久导线点应埋设在主要巷道中，一般每隔 300~500 m 埋设一组三个永久点，以便用测角来检查其是否移动。永久点的结构应以坚固耐用和使用方便为原则，用作顶板点标志的点芯铁最好焊上一段铜头，如图 2-6 (a) 所示。设于巷道底板的永久点是将

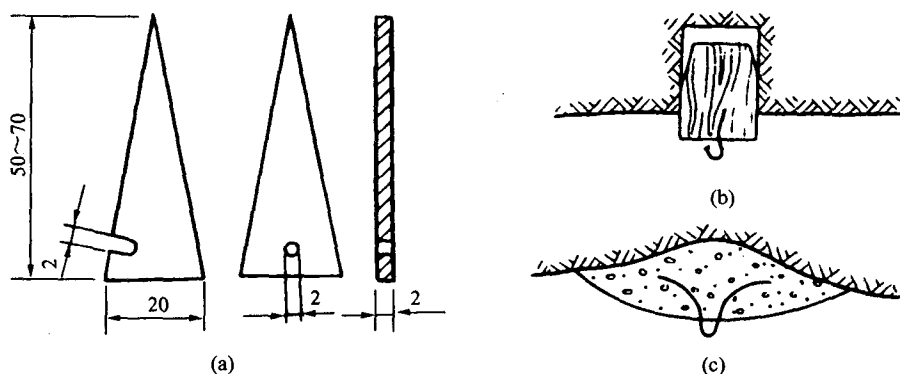


图 2-5 临时点构造图

一段直径 25mm 的钢筋用混凝土埋设于巷道底板 [如图 2-6 (b)], 钢筋的顶端磨成半球面, 并钻一中心小孔作为测点中心。

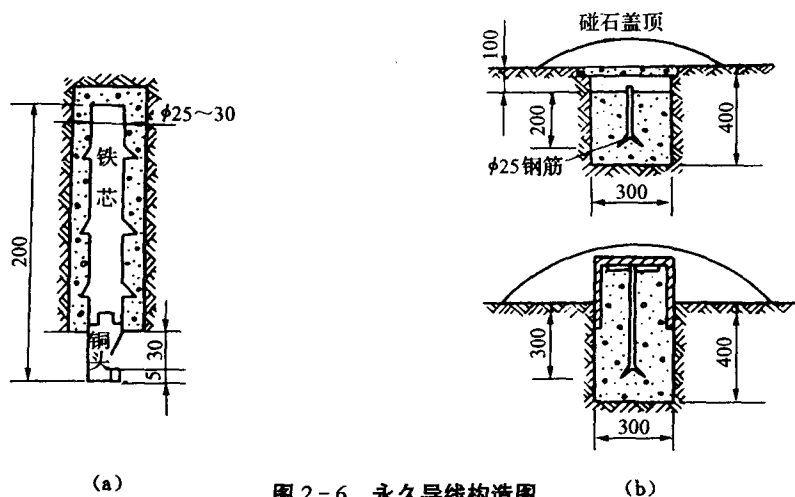


图 2-6 永久导线构造图

所有导线点均应做明显标志并统一编号, 用红漆或白漆将点位圈出来, 并将编号醒目地涂写在设点处的巷道帮上, 以便于寻找。

第二节 井下经纬仪导线角度测量

一、井下测角与地面测角的不同点

由于井下的特殊环境条件, 而使井下测角与地面测角具有以下不同点:

(1) 井下测点多设于巷道顶板上, 因此经纬仪要在测点下对中 (图 2-7), 经纬仪望远镜筒上应当刻有仪器中心, 即镜上中心 (图 2-10)。经纬仪在测点下对中时, 要整平仪器, 并令望远镜水平, 由测点上悬挂下垂球, 移动经纬仪使镜上中心对准垂球

尖。对中用的垂球尖最好是可伸缩的，以利于微调 [图 2-8 (a)]。如果井下巷道中风大，可将作觇标用的垂球加重，放入水桶中稳定，或加挡风布。为利于在顶板测点下对中，最好在望远镜筒上安装点下对中器 [图 2-9 (a)]，或利用专门的点下光学对中器，图 2-9 (b) 所示为煤炭科学研究总院唐山分院研制的 GC-2 型光学投点仪，可作上、下投点，但主要用于井下导线测量时使经纬仪和觇标在顶板测点下对中。由于井下导线边较短，风流较大，所以要十分注意经纬仪及觇标对中，以减少其对测角精度的不良影响。

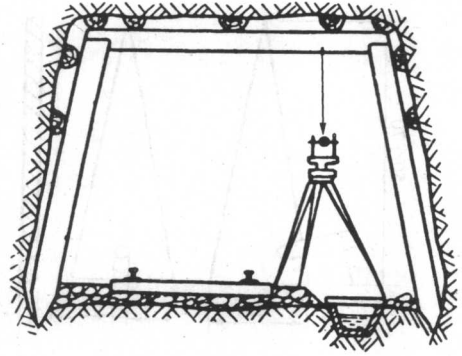
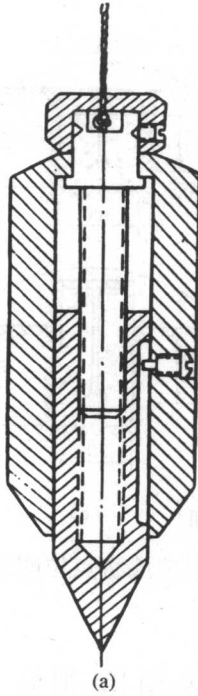
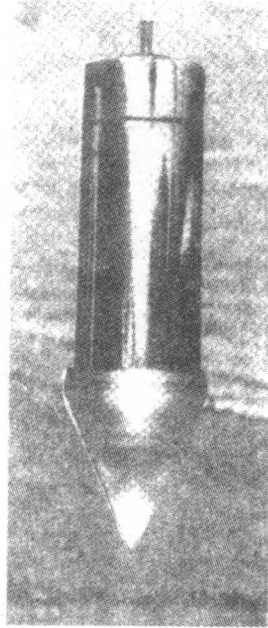


图 2-7 经纬仪在顶板测点下对中



(a)



(b)

图 2-8

(a) 活动垂球 (b) 发光垂球

(2) 在倾角很大的急倾斜巷道中测角时，望远镜视线有可能被水平度盘挡住，因此，要求望远镜筒要短，最好有目镜棱镜、弯管目镜或偏心望远镜。另外，仪器竖轴倾斜对水平角测量精度的影响随仪器视线倾角的增大而增大，所以在倾角较大的巷道中测角时，要注意严格整平经纬仪。

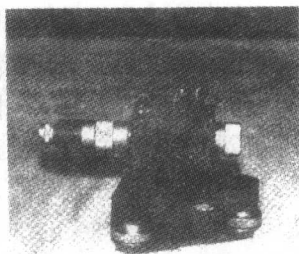
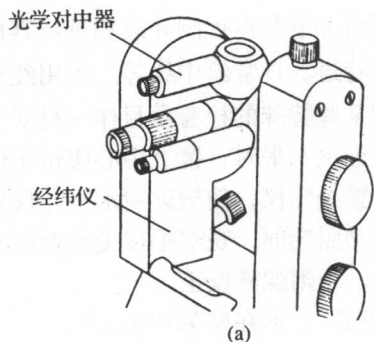


图 2-9 光学对中器及投点仪

(a) 望远镜上的点下光学对中器 (b) GC-2 光学投点仪

(3) 井下黑暗潮湿，并有瓦斯及煤尘，因此要求仪器有较好的密封性，经纬仪及展标均需照明，最好有防爆照明设备。如果用垂球线作为觇标时，可将矿灯置于垂球线的后侧面，并在矿灯上蒙一层白纸或毛面薄膜，使垂球线清晰地呈现在柔和的光亮背景上。原中南工业大学发明的发光垂球（图 2-8 (b)），内置电池和照明灯泡，并通过了防爆检验，可在有瓦斯的煤矿井下使用。

专用于井下的经纬仪有上海第三光学仪器厂生产的 DJK-6 和 DJK-30 型矿用经纬仪带有用于点下对中的向上光学对点器及防爆照明设备，用以照明读数窗及望远镜十字丝。对精度要求不高且工作条件十分困难的次要巷道测量，也可以用悬挂经纬仪进行测角，如上海第三光学仪器厂生产的 KJ-120 型经纬仪，其仪器头可以安装在吊架上，吊架固定在巷道支架的横梁或柱上。

二、矿用经纬仪的检验与维护

井下各级经纬仪导线水平角观测所采用的仪器和作业要求，见表 2-3。

表 2-3 井下各级经纬仪导线水平角观测所采用的仪器及作业要求

导线类别	使用仪器	观测方法	按导线边长分（水平边长）					
			15 m 以下		15~30 m		30 m 以上	
			对中次数	测回数	对中次数	测回数	对中次数	测回数
7" 导线	DJ ₂	测回法	3	3	2	2	1	2
15" 导线	DJ ₆	测回法或复测法	2	2	1	2	1	2
30" 导线	DJ ₅	测回法或复测法	1	1	1	1	1	1

注：1. 如不用表中所列的仪器，可根据仪器级别和测角精度要求适当增减测回数。

2. 由一个测回转到下一个测回观测前，应将度盘位置变换 $180^\circ/n$ (n 为测回数)。

3. 多次对中时，每次对中测一个测回。若用固定在基座上的光学对中器进行点上对中，每次对中应将基座旋转 $360^\circ/n$ 。

(一) 矿用经纬仪的检验

目前我国大多数矿井均采用 DJ₂ 型经纬仪测量井下基本控制导线和进行其他精密测量, 而用 DJ₆ 型经纬仪测量采区控制导线及次要巷道、日常给中线等。矿用经纬仪的检验与校正方法与一般经纬仪基本相同, 下面仅就某些特殊的检验项目作一简要介绍。

(1) 望远镜的镜上中心位置应正确, 即当望远镜水平时, 镜上中心应位于仪器竖轴上。检验方法: 在室内悬挂一垂球线, 在其下方安置经纬仪, 使望远镜水平, 仪器精确整平对中, 使镜上中心与垂球尖对准。然后徐徐转动照准部, 观察垂球尖是否离开镜上中心, 如果始终不离开, 则说明镜上中心位置正确, 否则就需校正。

校正方法: 如图 2-10 所示, 由于原镜上中心 A 不在竖轴中心 O 上, 因此当照准部旋转一周时, 垂球尖的投影轨迹将是一个小圆。设照准部旋转 180° 后垂球尖对在 B 点上, 则 A、B 连线的中点 O 便是正确的镜上中心位置。以 O 作为新的镜上中心重新精确整平对中经纬仪, 再重复上述检查, 直到没有偏差为止。最后重新刻出正确的镜上中心 O 以取代原来的 A。

(2) 光学对中器的视准轴应与竖轴重合。

检验方法: 分为以下三种情况: ①光学对中器安装在望远镜上 (图 2-9 (a)) 在室内天花板上贴一张白纸, 在其下方安置经纬仪并整平使望远镜水平, 将对中器的中心 A 投影于白纸上, 然后将照准部旋转 180°, 同法在白纸上投影出对中器中心 B。若 A 与 B 两点重合, 则说明光学对中器的视准轴与经纬仪的竖轴相重合, 无需校正。否则需校正。

②光学对中器安装在照准部上 (点上对中) 安平经纬仪, 在三脚架下方地面上平铺一张白纸, 将对中器的中心 A 在白纸上标出, 然后将照准部连同对中器旋转 180°, 同法在白纸上标出对中器中心 B。若 A 与 B 两点重合, 说明已满足要求, 不需校正, 否则需校正。

③光学对中器安装在经纬仪基座上 (点上对中) 将仪器头从三脚架上取下, 水平横卧在稳定的平台边缘, 固定照准部, 而使基座图 2-10 连同对中器绕竖轴旋转 (注意此时竖轴处于近似水平位置)。在距离基座 1~2 m 的墙上贴一张白纸, 将光学对中器的中心 A 投影于白纸上, 然后保持照准部不动, 将基座连同对中器绕竖轴旋转 180°, 同法在墙上的白纸上标出光学对中器中心 B。如果 A 与 B 重合, 不需正否则, 需要进行校正。

校正方法: 调整光学对中器的校正螺丝, 使光学对中器的中心对准 A、B 两点连线的中点。这项检验与校正应当变更经纬仪至投影白纸的距离后再进行一次, 直到 A、B 两点之间的距离小于 0.5 mm 为止。

采用上述 (2), (3) 两种光学对中器进行点上对中时, 正确的操作步骤应当是: 先利用旋转脚螺旋的方法对中, 再伸缩三脚架腿以整平, 最后松开三脚架头的中心螺旋精确对中和用脚螺旋精确整平。

(二) 矿用经纬仪的维护

经纬仪是精密贵重的测量仪器, 应当对其精心爱护。针对井下特殊的环境条件, 在安置仪器和进行观测时, 应当注意以下几点:

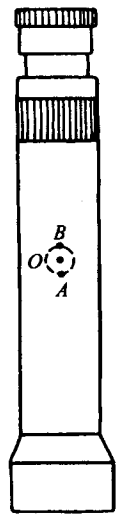


图 2-10

(1) 在井下安置仪器之前,应对巷道两帮及顶板进行仔细检查,即“敲帮问顶”,确认无浮石、无冒顶和片帮危险后,再安置仪器。

(2) 井下黑暗,巷道中过往矿车及行人很多,因此,在安置好经纬仪之后,必须有专人看护,不得离人。

(3) 由于井下潮湿,有的巷道有淋水,上井后必须擦干仪器,或将仪器置于通风处晾干后再装入仪器箱内。

(4) 仪器在下井、上井搬运时,要防止剧烈震动,必要时可把仪器抱在怀中,切忌坐着仪器箱乘坐罐笼或人车。

(5) 冬季地面与井下温度相差较大时,在由地面到达井下观测地点之后,要稍等片刻,待仪器温度与周围巷道内温度接近后再开箱。如有水珠凝结在仪器表面上,切忌用手或毛巾擦拭物镜和目镜,而应当用专门的擦镜头纸轻轻擦去水珠和水雾。

三、井下测角方法与限差规定

井下测角一般用测回法,如图 2-11,测量角度 $\beta = \angle ACB$ 时,在 C 点安置经纬仪,整平对中,在后视点 A 和前视点 B 悬挂垂球线作为觇标,并用矿灯蒙上白纸照明垂球线。瞄准时,应先用望远镜筒外的准星大致照准觇标处的灯光,再调焦对光,并用矿灯照明十字丝和读数窗,才能精确瞄准和读数。

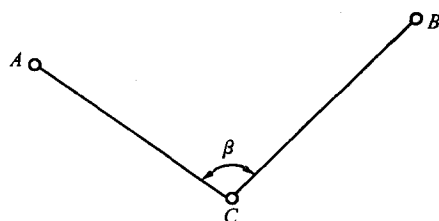


图 2-11

用测回法同时测量水平角和竖直角步骤如下:

(1) 正镜瞄准后视点 A,使水平度盘读数大致对于 0° 读取水平度盘读数 a_1 ,并使十字丝的水平中丝照准垂线,球线上的标志(通常是用图 2-11 大头针或小钉插入垂球线的适当位置作为测量竖直角及丈量觇标高的标志),使竖盘指标水准器的气泡居后,读取竖盘读数 L_A 。

(2) 正镜顺时针方向旋转照准部,照准前视点 B,读取水平度盘读数 b_1 和竖盘读数 L_B 。

(3) 倒镜后逆时针旋转照准部,照准前视点 B,读取水平度盘读数 b_2 和竖盘读数 R_B 。

(4) 倒镜逆时针旋转照准部,照准后视点 A,读取水平度盘读数 a_2 和竖盘读数 R_A 。

(5) 最后计算一测回所测水平角为:

$$\beta = \angle ACB = (b_1 - a_1 + b_2 - a_2)/2 \quad (2-1)$$

竖直角 δ 的计算公式随经纬仪竖盘刻划方法的不同而异。若竖盘以全圆顺时针方向注记,且当望远镜水平时竖盘读数为 900 (正镜) 和 2700 (倒镜),则竖直角 δ 的计算公式为:

$$\text{后视:} \quad \delta_A = (R_A - L_A - 180)/2 \quad (2-2)$$