



全国煤炭高职高专“十一五”规划教材

生产矿井 测量

主编 孙金礼 冯大福

煤炭工业出版社

全国煤炭高职高专“十一五”规划教材

生产矿井测量

主 编 孙金礼 冯大福

副主编 孙 江

煤炭工业出版社

·北 京·

内 容 提 要

本书是全国煤炭高职高专工程测量技术专业“十一五”规划教材,共分十章。书中详细叙述了生产矿井测量的研究内容及任务;井下平面控制测量;井下高程测量;矿井联系测量;巷道及回采工作面测量;贯通测量;井下经纬仪导线测量的精度分析;贯通测量方案的选择与误差预计;生产矿井测量设计;矿图;煤矿测绘资料及管理。

本书是高职高专工程测量技术专业矿山测量方向的教学用书,也可作为中等职业技术教育及成人教育的教学用书,还可作为测绘工程和矿山测量技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

生产矿井测量/孙金礼,冯大福主编. —北京:煤炭工业出版社,2007.12

全国煤炭高职高专“十一五”规划教材

ISBN 978-7-5020-3079-7

I. 生… II. ①孙…②冯… III. 生产矿井测量—高等学校:技术学校—教材 IV. TD175

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 058497 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
网址:www.cciph.com.cn
北京京科印刷有限公司 印刷
新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm×1092mm¹/₁₆ 印张 15¹/₄
字数 367 千字 印数 1-6,000
2007 年 12 月第 1 版 2007 年 12 月第 1 次印刷
社内编号 5880 定价 28.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,本社负责调换

全国煤炭高职高专工程测量技术类“十一五”规划教材

编审委员会

主 任:纪奕君

副 主 任:薄志毅 李天和 索效荣 李战宏

秘 书 长:赵国忱

委 员 (以姓氏笔画为序):

邓传军 冯大福 孙 江 孙金礼

任建华 刘永清 刘俊荷 米志强

宋文斌 李世平 李孝文 杨 楠

苗福林 贺英魁 钟来星 高绍伟

燕志明 姬 婧 梁振华 董俊锋

温继满

前 言

为适应目前矿山测量专业高等职业教育的需要,中国煤炭教育协会和中国矿业大学(北京)教材编审室根据全国煤炭高等职业教育矿山测量技术专业的教学需求,共同组织编写了本书。

作者在编写过程中,根据煤炭高等职业教育矿山测量技术专业的教学大纲要求,围绕专业教育的培养目标及学生应具备的能力,结合多年的教学实践经验,注重教材的科学性、系统性和先进性,突出教材的实用性,使理论与实践有机地结合。为了便于学生自学和扩大知识面,本教材力求概念清晰、深入浅出、联系实际、突出实践,注重现代测绘新技术和新方法的介绍,基本上反映了目前矿山测量技术的现状和水平。

本教材由孙金礼、冯大福任主编,孙江任副主编。具体分工如下:绪论、第一、六章由孙金礼(山西大同大学工学院)编写;第七、九章由冯大福(重庆工程职业技术学院)编写;第四、五章由孙江(黑龙江科技学院)编写;第三、十章由陈步尚(内蒙古科技大学高等职业技术学院)编写;第二章由吴贵才(辽宁工程技术大学职业技术学院)编写;第八章由常巧梅(山西煤炭职业技术学院)编写。全书由孙金礼统稿定稿。中国矿业大学郭达志教授对本书进行了认真审阅,并提出了许多宝贵意见和建议,在此表示真诚的感谢。

在本书的编写过程中,参阅了大量的文献资料,引用了同类书刊中的部分内容,在此谨向有关作者表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在缺点、错误及疏漏,恳请读者批评指正。

编 者
2007年10月

目 录

绪论	(1)
第一章 井下平面控制测量	(5)
第一节 井下平面控制测量概述	(5)
第二节 井下经纬仪导线的角度测量	(8)
第三节 井下经纬仪导线的边长测量	(12)
第四节 井下经纬仪导线测量外业	(20)
第五节 井下经纬仪导线测量内业	(24)
本章小结	(30)
思考题与习题	(30)
第二章 井下高程测量	(32)
第一节 井下水准测量及三角高程测量	(32)
第二节 井下高程导线的平差	(37)
第三节 井下水准测量的误差	(38)
第四节 井下三角高程测量的误差	(42)
本章小结	(43)
思考题与习题	(43)
第三章 矿井联系测量	(44)
第一节 矿井联系测量的目的和任务	(44)
第二节 矿井定向的精度要求与种类	(45)
第三节 地面近井点和井口水准基点的测设	(47)
第四节 一井定向	(55)
第五节 两井定向	(65)
第六节 陀螺经纬仪定向	(71)
第七节 导入高程	(78)
本章小结	(80)
思考题与习题	(80)
第四章 巷道及回采工作面测量	(82)
第一节 概述	(82)
第二节 直线巷道中线的标定	(84)
第三节 曲线巷道中线的标定	(88)
第四节 巷道腰线的标定	(92)
第五节 激光指向仪及其应用	(98)

第六节 采区及回采工作面测量	(99)
本章小结	(107)
思考题与习题	(107)
第五章 贯通测量	(109)
第一节 概述	(109)
第二节 一井内巷道贯通测量	(112)
第三节 两井间的巷道贯通测量	(118)
第四节 立井贯通测量	(120)
第五节 贯通后实际偏差的测定及中腰线的调整	(122)
第六节 导线边归化到投影水准面和高斯投影面的改正问题	(123)
本章小结	(126)
思考题与习题	(126)
第六章 井下导线测量的精度分析	(128)
第一节 井下测量水平角的误差	(128)
第二节 井下测量垂直角的误差	(138)
第三节 井下钢尺量边的误差	(140)
第四节 光电测距仪的测边误差	(147)
第五节 经纬仪支导线的误差	(149)
第六节 方向附合导线的误差	(161)
本章小结	(164)
思考题与习题	(164)
第七章 贯通测量方案的选择与误差预计	(167)
第一节 概述	(167)
第二节 同一矿井内巷道贯通的误差预计	(169)
第三节 两井间巷道贯通的误差预计	(174)
第四节 立井贯通的误差预计	(183)
第五节 井下导线加测陀螺定向坚强边后巷道贯通测量的误差预计	(184)
第六节 贯通实测资料的精度分析与技术总结	(188)
本章小结	(190)
思考题与习题	(191)
第八章 生产矿井测量设计	(193)
第一节 确定矿井主要测量工作精度标准的依据	(193)
第二节 矿井测量工作必要精度的确定方法	(197)
本章小结	(202)
思考题与习题	(202)
第九章 矿图	(203)
第一节 概述	(203)
第二节 井田区域地形图与工业广场平面图	(205)
第三节 井底车场平面图与主要巷道平面图	(207)

第四节 采掘工程图	(208)
第五节 井上下对照图	(213)
第六节 其他矿图	(214)
第七节 矿图的绘制	(218)
本章小结	(223)
思考题与习题	(224)
第十章 煤矿测绘资料及管理	(225)
第一节 概述	(225)
第二节 煤矿测绘资料的内容及管理	(226)
第三节 地质测量信息系统	(229)
本章小结	(232)
思考题与习题	(233)
主要参考文献	(234)

绪 论

一、矿山测量学科的研究内容及任务

矿山测量学科是采矿科学的一个分支,是介于测量学和采矿学的边缘学科,它是综合运用测量、地质及采矿等多种学科的知识,来研究矿山勘探设计、矿区建设、矿物开采直至矿井报废整个过程中的矿山测量及矿图绘制的理论与方法、仪器设备的选型与检校、测绘工程的组织实施,以及测绘成果的验收、管理与应用;同时,还研究开采沉陷规律和采动损害的防治以及矿物的开采损失和储量动态的计算与管理。矿山测量学科的主要内容可用以下四个分支学科加以概括:

(1) 矿区控制测量 研究矿区平面和高程控制网的建立,包括坐标系统的选定、技术设计、施测和平差计算等内容,是与大地测量学联系极为紧密的矿山测量基础学科。

(2) 矿山测量学 包括矿区建设施工测量、生产矿井测量和露天矿测量三大部分。矿区建设施工测量主要研究矿区建设时期的工业与民用建筑物、铁路和管线等工程的施工测量,立井施工与设备的安装测量,以及井底车场、硐室和主要井巷施工测量等。生产矿井测量主要研究矿井开采时期的矿山测量工作,包括矿井的平面与高程控制测量、矿井联系测量、巷道施工测量与贯通测量、采掘工程的进度与验收测量,以及各种矿图的绘制和矿测资料的提供与管理等。露天矿测量主要研究露天矿剥离、日常生产测量以及边坡变形观测等问题。

(3) 矿山开采沉陷学 研究开采引起的围岩与地表移动变形规律以及采动损害及防治等矿山岩体力学与环境工程问题,是由采矿学科发展起来的矿山测量的一个重要分支学科。

(4) 矿体几何学 应用图解和数学模型研究矿体形态和矿产性质以及矿产资源保护与评价等问题,是矿图绘制、储量计算与管理的理论基础。矿体几何学也是由采矿学和地质学相交融而发展起来的矿山测量学科的重要分支。

矿山测量是矿产资源开发过程中不可缺少的一项重要的基础技术工作。在矿井勘察、设计、建设、生产各个阶段直到矿井报废都要进行矿山测量工作。

在矿床勘测阶段,要建立勘察区域的地面控制网,测绘 1:5 000 等比例尺的地形图,标定设计好的勘察工程,例如,钻孔、探槽及探井、探巷等,并将它们测绘到平面图上。还要与地质人员共同测绘、编制图纸和进行储量计算。

在矿山设计阶段,需要测绘比例尺为 1:1 000、1:2 000 的地形图,作为工业广场、建筑物、线路等设计的依据,还应进行土方量计算等工作。

在矿山建设阶段,要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,凿井开巷测量,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,以及露天矿边坡稳定性的观测与研究等。参与采矿计划编制和环境保护与土地复

垦的工作。

当矿山报废时,还须将全套矿山测绘图件、测量手簿及计算资料等转交给有关单位长期保存。

综上所述,矿山测量工作在矿山生产建设中承担的主要任务可归纳为以下几项:

- (1) 建立矿山地面和井下(露天矿)测量控制系统,绘制大比例尺地形图。
- (2) 各种矿山基本建设工程的施工测量。
- (3) 测绘各种采掘工程图、矿山专用图及矿体几何图。
- (4) 对资源利用及生产情况进行检查和监督。
- (5) 观测和研究由于开采所引起的地表与岩层移动及其基本规律,以及露天矿边坡的稳定性。组织开展“三下”(建筑物下、铁路下、水体下)采矿和矿柱留设的实施方案。
- (6) 进行矿区土地复垦及环境综合治理研究。
- (7) 进行矿区范围内的地籍测量。
- (8) 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。

二、矿山测量发展概括

矿山测量是一门工程技术型学科。它是从采矿实践中产生和发展起来的。我国春秋战国时代,随着矿业的发展而产生了原始的矿山测量技术。《周礼·地官》记载:“矿人掌金玉锡石之地……若以时取之,则物其地图而授之”。这说明那时已使用矿山测量图。到了近代,矿山测量技术有了长足发展,1899年,开滦矿区建设第一对矿井——唐山矿时,就设立了测量机构,测绘了井田地形图和采掘工程图。当时各矿均是采用以立井中心为坐标原点,以锁口盘平台为高程零点,以磁北为坐标纵轴的独立坐标系统。1908年,清政府颁布实施的《大清矿务章程》中已经有了矿图绘制程式要求。

在国外,公元前13世纪,埃及有了按比例缩小绘制的巷道图。公元前1世纪,希腊学者亚历山德里斯基已对地下测量和定向进行了叙述。在1556年出版的德国学者G.阿格里科拉的《论矿业和冶金》一书中,论叙了用罗盘仪进行井下巷道测量的方法和矿业开采中的某些问题。1742年,俄国学者罗蒙诺索夫M.B.在《冶金和采矿基础》一书中专门写了一章“矿山测量”,不仅介绍了各种测量仪器,而且还研究了诸如立井和平巷贯通等各种具体测量问题。19世纪中叶,开始由经纬仪取代挂罗盘进行井下测量和用误差理论处理测量数据及精度估计。

19世纪中叶到20世纪初,是矿山测量发展较快的时期,出现了许多优秀学者,如俄国的季梅、巴胡林等,对矿山测量的发展作出了突出贡献。1885年,德国建立了矿山测量师协会,并出版了世界上第一种矿山测量的定期刊物《矿山测量学通报》。1904年,俄国在托姆斯克工学院成立了世界上第一个培养矿山测量师的矿山测量专业。1921年,苏联召开全俄矿山测量员代表大会,大会决定在各采矿企业建立矿山测量机构。1932年成立中央矿山测量科学研究所,现为矿山地质力学和矿山测量科学研究所。1969年8月在捷克斯洛伐克的布拉格召开了第一届国际矿山测量学术会议。

中华人民共和国成立后我国矿山测量得到了迅速发展。根据采矿业发展的需要,1953年,北京矿业学院(现中国矿业大学)首先设置了矿山测量专业。1954年,燃料工业部全国煤矿管理总局成立测量处,之后合并为地质测量处。1956年,唐山煤炭科学研究院建立了中国第一个矿山测量研究机构——矿山测量研究室,即现在的煤炭科学研究总院唐山分院

矿山测量研究所。与此同时,各大中型矿山企业相继成立了矿山测量机构,对矿区地面控制网进行了全面的改建或重建,统一了矿区坐标系统。1981年,中国煤炭学会矿山测量专业委员会成立,召开了第一届矿山测量学术大会。

20世纪60年代以后,随着电子、激光等新技术的迅速发展,推动了矿山测量仪器设备的研发工作,陀螺经纬仪、光电测距仪、电子经纬(水准)仪、全站仪、GPS全球定位系统、遥感(RS)、地理信息系统(GIS)等新仪器、新技术,以及计算机技术等相继在矿山测量工作中得到应用,使传统的矿山测量学理论和技术方法发生巨大变革,并朝着数据采集、储存、计算和绘图数字化、自动化、可视化的方向发展。

三、矿山测量技术人员必须具备的专业理论和品格

为了出色地完成各项工作任务,发挥更大的作用,矿山测量技术人员不仅要有优良的政治素质和爱岗敬业的精神,还应具备坚实的理论知识。

第一,测量基本知识。包括地形图测绘、矿区控制测量及GPS卫星定位技术、测量误差及平差、矿山测量及矿图绘制、大地测量仪器及摄影测量等。

第二,地质方面的知识。必须掌握地质基本理论及矿井地质、矿体几何等知识,以便研究矿体的形状、性质及赋存规律和计算储量、损失及确定合理的回采率等。

第三,采矿知识。主要通过学习采矿方法来了解采矿的全过程,以便更好地参加采矿计划的编制,并进行监督检查和研究岩层与地表移动等问题。

第四,具备遥感(RS)与地理信息系统(GIS)和矿区土地复垦知识,以便对采矿引起的环境问题进行了监测,对开采沉陷造成的生态环境问题进行综合治理。

第五,掌握一些其他基础理论知识,如高等数学、力学、投影几何、计算机技术、外语及机械制图等。

由于矿山测量是一门边缘性应用学科,应承担的任务多样复杂,因而作为一个合格的矿山测量技术人员,不仅要具有较宽广的基础理论知识和坚实的专业知识与技能,还应当具备良好的职业品格:

(1) 矿山测量作为采矿工程的“先行”和“眼睛”,在测量工作中的任何差错都可能给矿山生产建设带来难以估量的损失,真可谓“差之毫厘,失之千里”,因此矿山测量技术人员必须具有强烈的事业心和责任感,养成严谨、求实和认真细致的工作作风。

(2) 矿山测量技术人员的工作条件比较艰苦,要经常携带仪器工具上山、下井从事大量的外业工作,还要从事大量的内业计算和绘图等工作,而且责任重大。因此矿山测量技术人员必须具有职业奉献精神和克服困难的毅力。

(3) 矿山测量的每一项工作都不是一个人所能完成的,而是诸多测量人员相互配合集体劳动的结果。因此矿山测量技术人员要有团结合作精神,以便顺利完成每一项测量任务。

四、生产矿井测量概述

生产矿井测量是矿山测量学的重要组成部分。生产矿井测量是指用井工方法开采地下矿物资源的矿井建成投产后的各项测量和计算绘图工作。在整个矿产资源开发过程中采矿工程是主体,延续的时间很长,生产矿井测量工作占有重要地位,因而也使生产矿井测量学成为矿山测量学科中最重要的主干课程之一。通常将矿山测量学分为生产矿井测量、矿山建设施工测量和露天矿测量三个部分内容,本教材所介绍的是其中的第一部分,即生产矿井测量。

在矿山开发建设过程中,首先需要进行地质勘探。在决定采取井巷开采方式之后,便可依据地质勘探资料进行矿井设计,再按设计进行建设。在矿井建设完毕,投入生产之后,便成为生产矿井。在生产矿井中进行的各项测量和计算绘图工作就是生产矿井测量。

生产矿井测量的对象是地下井巷(硐室)构成的空间体系。现代化大型矿井几乎都是多井口、多水平和多层次的开采,因而生产矿井测量面对的是多通道、多水平的空间问题。根据巷道的性质和形状不同,有水平和缓倾斜的巷道,也有急倾斜巷道和竖直的立井和暗井;有沿煤层开凿的直线或弯曲巷道,也有不沿煤层开凿的直线或曲线形巷道,整个矿井是由这些不同性质和形状的巷道构成的复杂空间体系。因此,生产矿井测量的主要工作就是标定巷道的实地位置,指示巷道的掘进方向,测设井巷的空间位置;然后根据所测资料及时地把新掘的巷道填绘在图纸上,并绘制各种矿图,以保证采矿工作安全合理进行。其次是矿体赋藏要素及其特征点的测定,包括矿体的走向、倾角、厚度、顶底板面、断层要素、取样地点及井下钻孔口位置等,并及时绘制到图上。这些资料是研究矿体形状、性质及绘制矿体几何图所必须的。

生产矿井测量和地面测量一样,其目的是测定点的空间位置,其基本任务是测设放样(标定)与测图,具体内容可分为平面控制测量和高程控制测量。通常生产矿井测量进行的顺序是,将地面控制点引测至井口进行联系测量,即通过井筒把地面的平面坐标及高程传递到井下,在井底车场建立起始点坐标、起始边方位和起始点高程,然后沿巷道进行平面和高程测量,以及进行各种碎部测量。

矿井生产测量应遵循下列基本原则:

(1) 测量顺序必须是高级控制低级。这样可以控制测量误差的积累从而提高测量的精度。

(2) 各项测量工作应与采矿所必需的精度相适应。精度过高是不必要的浪费,精度过低是不能允许的。一般可按有关规范执行,对某些特殊工程的必要精度,应进行专门的测量设计,并预计其精度能否满足该工程的要求。当满足要求时,则可按设计进行施测。

(3) 对每项测量工作的正确性必须进行检查。测量是一种细致而繁重的工作,任何一点微小差错,都有可能导致巨大的工程损失,甚至造成重大的安全事故。由于测量过程中包括大量的操作、记录和计算,有可能产生一些差错。因此,除要求测量人员严肃认真细心工作外,还应进行必要的检查以便及时发现错误,加以改正。对单个测量的要素,如角度、边长以及高差等,应在野外按规定的要求当场进行检核。对整项测量工作的质量,还须通过室内计算加以检查。例如导线测量,可用角度闭合差和坐标增量闭合差或两次测量较差来进行检查等。

本书介绍的主要内容是:生产矿井测量方法、生产矿井测量精度分析、贯通测量及误差预计和矿图知识等。学习本课程时,应充分利用已经学到的测绘知识,联系井下实际情况,掌握生产矿井测量、计算及绘图的基本知识和理论。同时要能较熟练地在现场掌握仪器操作等技能,达到理论与实践相结合。

第一章 井下平面控制测量

第一节 井下平面控制测量概述

一、井下平面控制测量的原则及特点

井下平面控制测量和地面控制测量一样,必须遵循“由高级到低级,先控制后碎部”的测量原则,合理地选择测量方案、测量方法,建立能够满足井下工程施工和测图精度要求的平面控制系统。

井下测量工作首先应保证采矿工程安全,由测量引起的误差或误差的累积不应超过一定的限度,即井下测量应具备一定的精度。这就要求测量工作在程序上必须是高级控制低级,以便于控制误差的累积并提高精度。其次,测量工作应与采矿工程所要求的精度相适应,既满足精度要求,又不追求过高的精度。还应指出,井下测量工作的正确性、可靠性有赖于必要的检核,以便及时发现错误,加以纠正。

井下测量不像地面测量那样是在一定的区域内进行。地面测量时,其测量范围开阔且测量对象是相对固定的,根据情况可以布设三角网、三边网、边角网和 GPS 网等网形来进行控制,特殊情况下可以采用精密导线的形式。井下控制测量则不然,由于受井下巷道条件的限制,只能沿巷道设点,开始只能是布设支导线形式,随着巷道的延伸和增多,可逐渐布设成闭(附)合导线、导线网等。井下平面控制测量的目的是建立井下平面控制,作为测绘和标定井下巷道、硐室、回采工作面等平面位置的基础,同时能满足一般贯通测量的要求。

二、井下平面控制测量的等级

根据《煤矿测量规程》(以下简称《规程》)的规定,井下平面控制分为基本控制和采区控制两类,见表 1-1。基本控制导线精度较高,是矿井的首级控制导线,其精度应能满足一般贯通工程的要求。

基本控制导线按照测角精度分为 $\pm 7''$ 和 $\pm 15''$ 两级,主要敷设在斜井或平硐,井底车场,水平运输巷道,矿井总回风道,暗斜井,集中上、下山,集中运输石门等主要巷道内。各矿可根据井田范围大小,选用其中一种作为本矿井的基本控制导线。

采区控制导线按照测角精度分为 $\pm 15''$ 和 $\pm 30''$ 两级,该精度较低,但应能满足施工测量及测图填图的要求。采区控制导线主要敷设在采区上、下山,中间巷道或片盘运输巷道以及其他次要巷道内。各矿可根据采掘工程的实际需要,选用其中一种作为本矿井的采区控制导线。

表 1-1 矿井控制导线的主要技术指标

	井田一翼长度 /km	测角中误差 /(")	边长 /m	导线全长相对闭合差	
				闭(附)合导线	复测支导线
基本控制	≥ 5	± 7	60~200	1/8 000	1/6 000
	< 5	± 15	40~140	1/6 000	1/4 000
采区控制	≥ 1	± 15	30~90	1/4 000	1/3 000
	< 1	± 30	—	1/3 000	1/2 000

三、井下导线的布设与形式

井下导线是随着井下巷道掘进而逐步敷设的。如在矿井主要运输大巷的掘进过程中,随着巷道的延伸先敷设低等级的 $\pm 15''$ 或 $\pm 30''$ 导线,控制巷道中线的标定和及时填绘矿图,巷道每掘进30 m~100 m延长一次导线。当巷道掘进到300 m~500 m时,再敷设 $\pm 7''$ 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。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。当巷道再掘进300 m~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1-1和图1-2所示。

由于井下巷道开拓方式不同,有时会形成一些特殊的导线形式。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,如图1-3(a)所示;又如在两个已知坐标的垂球线之间敷设的两井定向导线——坐标附和导线,如图1-3(b)所示;以及图1-3(c)所示的带陀螺定向边的方向附和导线等。

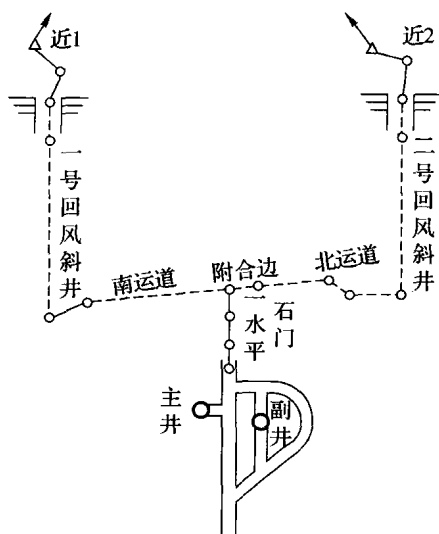


图 1-1 附和导线

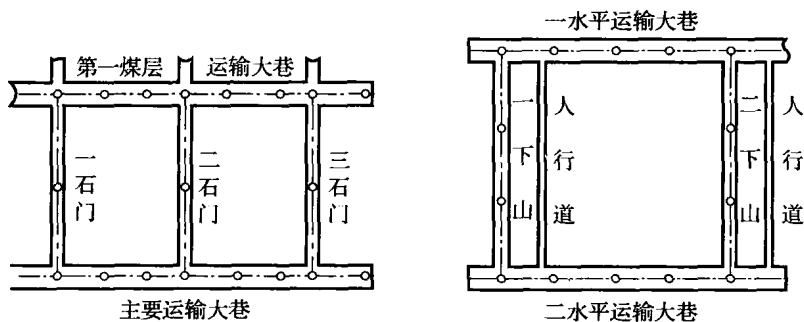


图 1-2 闭合导线和导线网

根据导线测量所用的仪器不同可分为:经纬仪—钢尺导线,即用经纬仪测角,钢尺量边;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

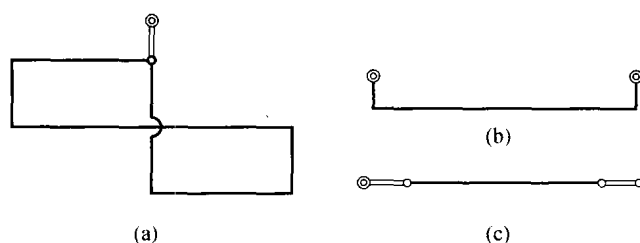


图 1-3 特殊导线形式

(或直接测定坐标)的导线;陀螺定向—光电测距导线,即用陀螺经纬仪测定加强边的方位角,用测距仪测量导线边长的导线等类型。

四、井下导线点的设置

井下导线点按照其使用时间长短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、通视良好且易于保存、便于安置仪器的地方。导线点之间的距离按相应等级导线的规定边长来确定。

临时导线点可设在巷道顶底板岩石中或牢固的棚梁上。图 1-4(a)所示是在巷道顶板岩石中打入木楔设置的临时点;图 1-4(b)所示是用水泥和水玻璃粘在顶板上的临时点。

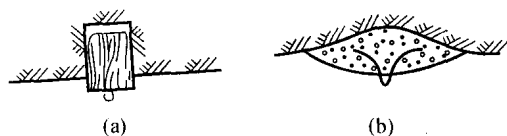


图 1-4 临时点构造图

永久导线点应埋设在主要巷道中,一般每隔 300 m~500 m 埋设一组,每组至少 3 个永久点。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 1-5(a)所示。设于巷道底板的永久点是将一段直径 25 mm 的钢筋用混凝土埋设于巷道底板中。如图 1-5(b)所示,钢筋的顶端磨成半球面,并钻一中心小孔作为测点中心。永久点要用水泥灌注,要在测量前一天埋好,使点凝固稳定。

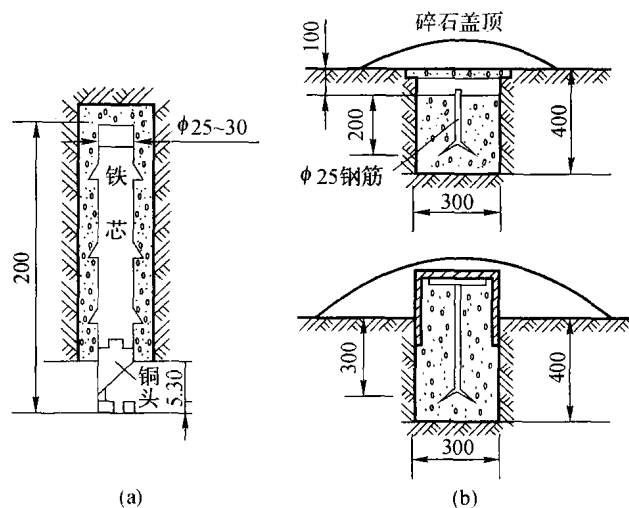


图 1-5 永久点构造图

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

第二节 井下经纬仪导线的角度测量

一、井下角度测量与地面测量的区别

(1) 由于井下导线点多布设在巷道顶板上,因此用经纬仪测角进行对中整平时和地面不同,要在测点下进行对中(图 1-6),所以对中器应该在仪器的上面,即经纬仪望远镜镜筒上应当刻有仪器中心,即镜上中心(图 1-7)。经纬仪在测点下对中时,要整平仪器,并使望远镜水平,从测点上悬挂下垂球,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 1-8)。如果井下巷道中风大,可加挡风布。

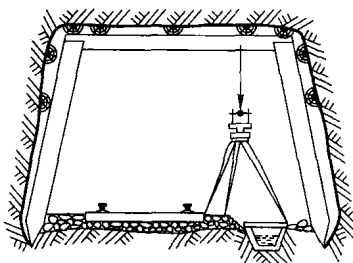


图 1-6 经纬仪对中

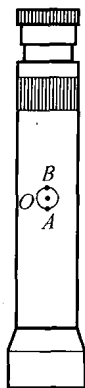


图 1-7 镜上中心

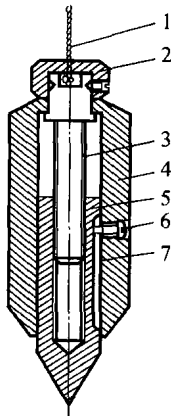


图 1-8 可伸缩垂球

1—线绳;2—垂球帽;3—螺杆;
4—垂球体;5—活动螺母杆;
6—螺钉销;7—滑槽

(2) 由于井下导线边较短,风流较大,必要时可将作觇标用的垂球加重,或加挡风布,以减少其对测角精度的不良影响。

(3) 在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,要求望远镜镜筒较短,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将随着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。

(4) 由于井下黑暗潮湿,还可能有瓦斯及煤尘,因此要求仪器有较好的密封性。经纬仪及觇标均需照明,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,而不能正面照着,这样会使成像不清;或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,成像清晰。

二、对经纬仪的检校与维护

目前大多数矿井采用 T_2 、 J_2 级经纬仪测量井下基本控制导线和进行其他精密测量,用 J_6

经纬仪测量采区控制导线及次要巷道、日常施工测量等。全站仪、电子经纬仪在井下也得到广泛的使用。表 1-2 是井下经纬仪导线水平角观测所采用的仪器和作业要求。

表 1-2 井下经纬仪导线水平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 m~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	J ₂	测回法	3	3	2	2	1	2
15"导线	J ₆	测回法或复测法	2	2	1	2	1	2
30"导线	J ₆	测回法或复测法	1	1	1	1	1	1

(一) 经纬仪的检校

按照《规程》要求,为了保证测量成果的质量,测量人员应对所使用的仪器定期地或工作前进行下列各项检验和校正。

1. 望远镜镜上中心与仪器竖轴重合的检校

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,仪器精确对中整平,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,否则需校正。

校正方法:由于望远镜镜上中心不在竖轴中心上,因此当照准部旋转 1 周时,垂球尖的投影轨迹将是一个小圆。如将照准部旋转 180°,则垂球尖的前后位置恰好为该圆的直径,平分直径,即为正确的镜上中心位置。将垂球尖重新对准在正确的镜上中心位置,重复上述步骤,直到没有明显偏差为止。最后重新刻出正确的镜上中心。

2. 照准部水准管轴垂直于仪器竖轴的检校

检验方法:将仪器大致整平,转动照准部,使水准管平行于一对脚螺旋的连线方向,利用这一对脚螺旋使气泡居中,然后将照准部旋转 180°,若气泡仍居中,则符合要求,否则应校正。

校正方法:拨动水准管的校正螺旋,使气泡移回偏离量的一半,另一半用脚螺旋调平。如此反复进行,直到气泡偏离量小于半格为止。利用已校正好了的水准管,拨动圆水准器的校正螺丝,使圆水准气泡居中。

3. 十字丝竖丝垂直于仪器横轴的检校

检验方法:在距仪器 10 m 左右的地方挂一根垂球线,整平仪器,瞄准此垂球线。如果十字丝的竖丝与垂球线重合,则符合要求,否则应校正。也可以用十字丝交点瞄准远处一清晰目标点,固定照准部,转动望远镜竖直微动螺旋。如果该目标点始终沿竖丝上下移动,则说明条件满足,否则应进行校正。

校正方法:旋下望远镜端十字丝分划板的护罩后,松开十字丝的压环螺丝,将十字丝分划板作微小转动,使所瞄目标点始终沿竖丝上下移动或竖丝与所挂垂球线相重合为止。

4. 视准轴垂直于仪器水平轴的检校

检验方法:安平仪器后,正镜瞄准远处大致与仪器同高的任一目标,读取水平读盘读数