

高职高专测绘类专业“十二五”规划教材·规范版

教育部测绘地理信息职业教育教学指导委员会组编

矿山测量

■ 主 编 冯大福

■ 副主编 杨 楠 陈 帅



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

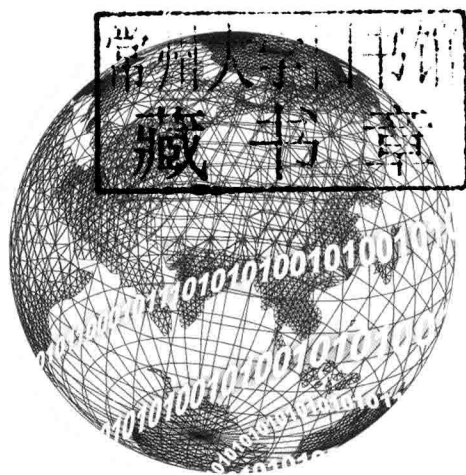
高职高专测绘类专业“十二五”规划教材·规范版

教育部测绘地理信息职业教育教学指导委员会组编

矿 山 测 量

主 编 冯大福

副主编 杨 楠 陈 帅



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

矿山测量/冯大福主编;杨楠,陈帅副主编. —武汉:武汉大学出版社, 2013. 2

高职高专测绘类专业“十二五”规划教材·规范版

ISBN 978-7-307-10407-5

I. 矿… II. ①冯… ②杨… ③陈… III. 矿山测量—高等职业教育—教材 IV. TD17

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 318711 号

责任编辑:谢文涛 责任校对:刘 欣 版式设计:马 佳

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:cbs22@whu.edu.cn 网址:www.wdp.whu.edu.cn)

印刷:荆州市鸿盛印务有限公司

开本:787×1092 1/16 印张:20.5 字数:482千字 插页:1

版次:2013年2月第1版 2013年2月第1次印刷

ISBN 978-7-307-10407-5/TD·1 定价:40.00元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

高职高专测绘类专业 “十二五” 规划教材·规范版

编审委员会

顾问

宁津生 教育部高等学校测绘学科教学指导委员会主任委员、中国工程院院士

主任委员

李赤一 教育部测绘地理信息职业教育教学指导委员会主任委员

副主任委员

赵文亮 教育部测绘地理信息职业教育教学指导委员会副主任委员

李生平 教育部测绘地理信息职业教育教学指导委员会副主任委员

李玉潮 教育部测绘地理信息职业教育教学指导委员会副主任委员

易树柏 教育部测绘地理信息职业教育教学指导委员会副主任委员

王久辉 教育部测绘地理信息职业教育教学指导委员会副主任委员

委员 (按姓氏笔画排序)

王 琴 黄河水利职业技术学院

王久辉 国家测绘地理信息局人事司

王正荣 云南能源职业技术学院

王金龙 武汉大学出版社

王金玲 湖北水利水电职业技术学院

冯大福 重庆工程职业技术学院

刘广社 黄河水利职业技术学院

刘仁钊 湖北国土资源职业学院

刘宗波 甘肃建筑职业技术学院

吕翠华 昆明冶金高等专科学校

张 凯 河南工业职业技术学院

张东明 昆明冶金高等专科学校

李天和 重庆工程职业技术学院

李玉潮 郑州测绘学校

李生平 河南工业职业技术学院

李赤一 国家测绘地理信息局人事司

李金生 沈阳农业大学高等职业学院

杜玉柱 山西水利职业技术学院

杨爱萍 江西应用技术职业学院

陈传胜 江西应用技术职业学院

明东权 江西应用技术职业学院

易树柏 国家测绘地理信息局职业技能鉴定指导中心

赵文亮 昆明冶金高等专科学校

赵淑湘 甘肃林业职业技术学院

高小六 辽宁省交通高等专科学校

高润喜 包头铁道职业技术学院

曾晨曦 国家测绘地理信息局职业技能鉴定指导中心

薛雁明 郑州测绘学校

序

武汉大学出版社根据高职高专测绘类专业人才培养工作的需要,于2011年和教育部高等教育高职高专测绘类专业教学指导委员会合作,组织了一批富有测绘教学经验的骨干教师,结合目前教育部高职高专测绘类专业教学指导委员会研制的“高职测绘类专业规范”对人才培养的要求及课程设置,编写了一套《高职高专测绘类专业“十二五”规划教材·规范版》。该套教材的出版,顺应了全国测绘类高职高专人才培养工作迅速发展的要求,更好地满足了测绘类高职高专人才培养的需求,支持了测绘类专业教学建设和改革。

当今时代,社会信息化的不断进步和发展,人们对地球空间位置及其属性信息的需求不断增加,社会经济、政治、文化、环境及军事等众多方面,要求提供精度满足需要,实时性更好、范围更大、形式更多、质量更好的测绘产品。而测绘技术、计算机信息技术和现代通信技术等多种技术集成,对地理空间位置及其属性信息的采集、处理、管理、更新、共享和应用等方面提供了更系统的技术,形成了现代信息化测绘技术。测绘科学技术的迅速发展,促使测绘生产流程发生了革命性的变化,多样化测绘成果和产品正不断努力满足多方面需求。特别是在保持传统成果和产品的特性的同时,伴随信息技术的发展,已经出现并逐步展开应用的虚拟可视化成果和产品又极好地扩大了应用面。提供对信息化测绘技术支持的测绘科学已逐渐发展成为地球空间信息学。

伴随着测绘科技的发展进步,测绘生产单位从内部管理机构、生产部门及岗位设置,进而相关的职责也发生着深刻变化。测绘从向专业部门的服务逐渐扩大到面对社会公众的服务,特别是个人社会测绘服务的需求使对测绘成果和产品的需求成为海量需求。面对这样的形势,需要培养数量充足,有足够的理论支持,系统掌握测绘生产、经营和管理能力的应用性高职人才。在这样的需求背景推动下,高等职业教育测绘类专业人才培养得到了蓬勃发展,成为了占据高等教育半壁江山的高等职业教育中一道亮丽的风景。

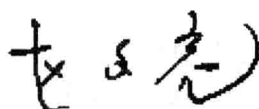
高职高专测绘类专业的广大教师积极努力,在高职高专测绘类人才培养探索中,不断推进专业教学改革和建设,办学规模和专业点的分布也得到了长足的发展。在人才培养过程中,结合测绘工程项目实际,加强测绘技能训练,突出测绘工作过程系统化,强化系统化测绘职业能力的构建,取得很多测绘类高职人才培养的经验。

测绘类专业人才培养的外在规模和内涵发展,要求提供更多更好的教学基础资源,教材是教学中的最基本的需要。因此面对“十二五”期间及今后一段时间的测绘类高职人才培养的需求,武汉大学出版社将继续组织好系列教材的编写和出版。教材编写中要不断将测绘新科技和高职人才培养的新成果融入教材,既要体现高职高专人才培养的类型层次特征,也要体现测绘类专业的特征,注意整体性和系统性,贯穿系统化知识,构建较好满

足现实要求的系统化职业能力及发展为目标；体现测绘学科和测绘技术的新发展、测绘管理与生产组织及相关岗位的新要求；体现职业性，突出系统工作过程，注意测绘项目工程和生产中与相关学科技术之间的交叉与融合；体现最新的教学思想和高职人才培养的特色，在传统的教材基础上勇于创新，按照课程改革建设的教学要求，让教材适应于按照“项目教学”及实训的教学组织，突出过程和能力培养，具有较好的创新意识。要让教材适合高职高专测绘类专业教学使用，也可提供给相关专业技术人员学习参考，在培养高端技能应用性测绘职业人才等方面发挥积极作用，为进一步推动高职高专测绘类专业的教学资源建设，作出新贡献。

按照教育部的统一部署，教育部高等教育高职高专测绘类专业教学指导委员会已经完成使命，停止工作，但测绘地理信息职业教育教学指导委员会将继续支持教材编写、出版和使用。

教育部测绘地理信息职业教育教学指导委员会副主任委员



二〇一三年一月十七日

前 言

为了适应矿山测量新技术的发展,满足高等职业教育人才培养新的需要,教育部高职高专测绘类专业教学指导委员会和武汉大学出版社共同组织编写了本系列教材。

在编写本书的作者中,有两位从事矿山测量工作十余年,有着非常丰富的生产实践经验。围绕培养技能型人才培养目标,共同充分讨论并最终定稿的教材编写大纲,体现了本书的系统性、先进性和实用性。

本书由冯大福任主编,杨楠、陈帅任副主编。具体编写分工是:绪论、第5章、第6章、第10章、第11章、第13章由冯大福(重庆工程职业技术学院)编写;第3章由杨楠(云南能源职业技术学院)编写;第2章由陈帅(山西水利职业技术学院)编写;第4章、第7章、第12章由邓军(重庆工程职业技术学院)编写;第8章、第9章由申浩(黄河水利职业技术学院)编写;第1章由朱红侠(重庆工程职业技术学院)编写。全书由冯大福统稿。

在本书的编写过程中,参阅了大量的文献,引用了同类书刊的部分资料,在此,谨向有关作者表示衷心的感谢!教育部测绘地理信息职业教育教学指导委员会副主任委员赵文亮教授、副秘书长张东明教授、委员李天和教授亲自组织审定了本教材的编写大纲,在此也深表谢意!

由于作者水平有限,书中难免存在缺点和疏漏,恳请广大读者朋友批评指正。

编 者

2012年8月

目 录

绪 论	1
0.1 矿山测量的研究内容和任务	1
0.2 矿山测量的发展概况	2
0.3 矿山测量人员必须具备的专业理论和品格	4
0.4 矿山测量的要求和特点	4
第1章 近井网测量	6
1.1 地面近井点和井口水准基点的选点、埋石及精度要求	6
1.2 近井点和井口水准基点的测量	8
第2章 矿井联系测量	14
2.1 矿井联系测量的任务及精度要求	14
2.2 一井定向	15
2.3 两井定向	23
2.4 陀螺定向	30
2.5 导入高程	41
第3章 井下平面控制测量	46
3.1 井下平面控制导线的布设	46
3.2 井下导线的角度测量	50
3.3 井下导线的边长测量	61
3.4 井下导线测量的外业	63
3.5 井下导线测量的内业	68
第4章 井下高程控制测量	74
4.1 井下高程测量概述	74
4.2 井下水准测量	75
4.3 井下三角高程测量	78
4.4 井下高程路线的平差	79

第5章 巷道及回采工作面测量	82
5.1 巷道及回采工作面测量的目的和任务	82
5.2 巷道中线的标定	82
5.3 巷道腰线的标定	95
5.4 激光指向仪及其应用	103
5.5 采区及回采工作面测量	105
第6章 贯通测量	115
6.1 贯通测量概述	115
6.2 一井内巷道贯通测量	119
6.3 两井间巷道贯通测量	125
6.4 立井贯通测量	128
6.5 贯通后实际偏差的测定及中腰线的调整	130
6.6 导线边归化到投影水平面和高斯投影面的改正问题	132
第7章 矿井定向的精度分析	135
7.1 一井定向的误差	135
7.2 两井定向的误差	142
7.3 陀螺定向的误差	147
第8章 井下导线测量的精度分析	155
8.1 井下测量水平角的误差	155
8.2 井下测量垂直角的误差	170
8.3 井下钢尺量边和光电测距的误差	172
8.4 井下支导线的误差	189
8.5 方向附合导线的误差	200
第9章 井下高程测量的误差	205
9.1 井下水准测量的误差	205
9.2 井下三角高程测量的误差	209
第10章 贯通测量方案的选择与误差预计	212
10.1 概述	212
10.2 同一矿井内巷道贯通的误差预计	215
10.3 两井间巷道贯通的误差预计	221
10.4 竖井贯通的误差预计	235
10.5 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	237
10.6 贯通实测资料的精度分析与技术总结	240

第 11 章 立井施工测量 245

 11.1 井筒中心、井筒十字中线的标定 245

 11.2 井筒施工测量 248

 11.3 立井提升设备施工测量 251

第 12 章 露天矿测量 262

 12.1 露天矿控制测量 262

 12.2 露天矿采剥场验收测量 269

 12.3 露天矿排土场测量 278

 12.4 露天矿边坡稳定性观测 280

第 13 章 矿图绘制与矿山测量信息系统 283

 13.1 概述 283

 13.2 煤矿基本矿图的种类及其绘制 289

 13.3 计算机辅助绘制矿图 306

 13.4 地质测量信息系统 308

附录 矿山测量生产实习指导书 313

参考文献 318

绪 论

【教学目标】

学习本章，要了解矿山测量的研究内容、矿山测量的主要任务、矿山测量的发展历程、矿山测量人员应掌握的专业理论知识、矿山测量人员应具有的品质，要知道矿山测量的基本原则以及矿山测量的特点，从而对矿山测量有一个轮廓性的了解。

0.1 矿山测量的研究内容和任务

0.1.1 矿山测量的研究内容

矿山测量学科是采矿科学的一个分支，是采矿科学的重要组成部分，也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等。

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。

0.1.2 矿山测量的任务

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。在矿井勘探、设计、建设、生产各个阶段直到矿井报废为止，都要进行矿山测量工作。

在矿床勘探阶段，要建立勘探区域的地面控制网，测绘 1:5000 比例尺的地形图，标定设计好的勘探工程，例如，钻孔、探槽及探井、探巷等，并将它们测绘到平面图上。同时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 1:1000, 1:2000 的地形图，作为工业广场、建(构)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。参加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，矿山测量在矿山生产建设中承担的主要任务可归纳为：

- (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。

0.2 矿山测量的发展概况

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。

我国是世界上采矿事业发展最早的国家，公元前两千多年的黄帝时代已经开始应用金属，如铜等。到了周代金属工具已普遍应用。说明此时的采矿业已经很发达。据《周礼》记载，在周代已经设立了专门的采矿部门，在开采时重视矿体形状，并使用矿产地质图以辨别矿产的分布。说明此时我国的矿山测量已经有相当的成就。到了近代，矿山测量技术有了长足发展，1879 年(光绪五年)，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。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。

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。

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。但是,矿山测量作为一门独立的学科始于德国、俄国等国家。在德国,1556 年出版了由格·阿格里柯拉著的《采矿与冶金》一书,其第五章专门论述采用罗盘测量井下巷道和解决采矿过程中的一些几何问题。16 世纪后半期,德国采矿业中出现了专门从事测量工作的人员,被称为矿山测量员。他们把为解决不同采矿主的开采边界及其地面界线等技术问题称为矿山测量术。在德文中,“矿山测量术”一词为 Markscheidekunst,该词原意是地界(Mark)划分(Scheide)术(Kunst)。这一技术传入俄国后,许多学者曾建议改为“矿山几何学”,但由于矿山测量术一词已叫成习惯,很难更改。我国在解放初期照搬苏联模式,所以仍袭用矿山测量一词至今。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》。

在俄国,矿山测量科技一直比较受重视,发展较快。1742 年,M. B. 罗蒙诺索夫著的《冶金与采矿的首要基础》一书中专有一章“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。1847 年,Л. А. 奥雷舍夫提出用经纬仪代替挂罗盘和半圆仪测量井下巷道。1904 年,在俄国的托姆斯克工学院成立了第一个矿山测量专业。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 年举行全苏联矿山测量代表大会,建立了“中央矿山测量科学研究所”,之后改建成“全苏矿山测量科学研究所(ВНИИ)”。

为了交流各国矿山测量的生产、教学及科研方面的经验,探讨矿山测量和采矿工业的发展,在国际采矿学会下设立了矿山测量分会。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会议(ISM)。会议决定每三年召开一次。我国的矿山测量科学家们从 1979 年的第四届大会开始参加 ISM 的国际活动。2004 年,国际矿山测量协会(ISM)第 12 届国际大会在我国辽宁阜新召开。这是 ISM 自 1969 年成立以来第一次在中国召开大会。

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、摄影测量、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。

0.3 矿山测量人员必须具备的专业理论和品格

0.3.1 矿山测量人员应掌握的专业理论知识

为了出色地完成上述各项任务，充分发挥应有的作用，矿山测量人员不仅要有高度的政治思想水平和爱岗敬业的精神，还应具备坚实的理论和实际经验，具体如下：

(1)测量方面的知识。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、大地测量仪器学等。

(2)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。

(3)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。

(4)具备摄影测量、遥感(RS)、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监测，对开采沉陷造成的生态环境问题进行综合治理。

(5)掌握一些其他基础理论知识，如高等数学、力学、工程制图、计算机技术及外语等。

0.3.2 矿山测量人员应具有品格

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“失之毫厘，谬以千里”，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、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。

0.4 矿山测量的要求和特点

通常矿山测量分为生产矿井测量、矿山建设施工测量和露天矿测量三个部分的内容，矿山测量的重点是生产矿井测量。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。

生产矿井测量的对象是采矿巷道。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。其次是矿体埋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。它们是研究矿体形状、性质及绘制矿体几何图所必需的。

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,其任务是放样与测图,其内容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,即通过平峒、斜井和竖井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,然后沿巷道进行井下平面和高程控制测量,最后进行各种碎部测量。除联系测量外,其他各项测量工作均与地面相似。

井下测量应遵循下列基本原则: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。

各项测量工作应与采矿所必需的精度相适应。精度过高会导致不必要的浪费,而过低则不能满足工程要求,一般可按有关规范执行(特别是《煤矿测量规程》)。对于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。只有满足要求时,才可按设计进行施测。

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、细心地工作外,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。

井下测量和地面测量相比,也有一些不同的地方。①井下测量的条件比地面差。井下黑暗、狭窄,行人和运输繁忙,给测量造成一定的困难。②井下测量的对象经常在变化,因此在采矿的全过程需要连续地进行测量。③井下测量为了解决某些重要的矿山几何问题,还必须专门设计并按设计进行高精度的测量。

◎ 复习思考题

1. 矿山测量的主要任务是什么?
2. 矿山测量人员应具有哪些基本知识?
3. 与普通的地面测量相比,矿山测量有什么特点?

第1章 近井网测量

【教学目标】

通过本章的学习，学生能够了解近井点和井口水准基点的选点埋设、测量方法和精度等方面的要求；能进行矿区地面近井点和水准基点的布设，能进行 GPS 近井网的网形设计；能正确地选择近井点和水准基点的测量方法。

1.1 地面近井点和井口水准基点的选点、埋石及精度要求

为了使井上、下保持同一坐标系统和高程系统，就必须进行联系测量，即将地面坐标系中的平面坐标、坐标方位角和高程系统传递到井下的起始点和起始边上去。联系测量时所用到的点主要有“连接点”、“近井点”和“井口水准基点”。

在进行联系测量前，在地面井口附近建立的用作定向时与垂球线连接的点，叫做“连接点”。“连接点”的坐标由“近井点”传递而来，所以还必须在工业广场附近或离井口较近的地方设立“近井点”。为了测量“近井点”所建立的控制网称为“近井网”。

同样，为了从地面向井下传递高程，还要在离井口一定距离的地方设立井口水准基点（近井点可以同时作为水准基点）。

1.1.1 地面近井点和井口水准基点选点埋石的基本要求

近井点和井口水准基点是井下各种测量工作的基准点，其精度直接关系到井下测量点位的精度，同时这些点还需要较长时期的保存，故所建立的近井点和井口水准基点，应满足下列要求：

(1) 尽可能将点埋设于便于观测、易于保存和不受开采影响的地方。当近井点须设置于井口附近工业厂房房顶上时，应保证观测时不受机械振动的影响和便于向井口布设导线。

(2) 每个井口附近应设置一个近井点和两个水准基点，近井点和连测导线点均可作为水准基点用。

(3) 近井点至井口的连测导线边数应不超过三条。

(4) 多井口矿井的近井点应统一规划、合理布置，尽可能使相邻井口的近井点构成控制网中的一条边，或力求间隔的边数最少。

(5) 近井点和井口水准基点的标石埋设深度，在无冻土地区应不小于 0.6m，在冻土地区盘石顶面与冻结线之间的高度应不小于 0.3m。标石的样式及埋设如图 1.1 所示。

(6) 为使近井点和井口水准基点免受损坏，在点的周围宜设置保护桩和栅栏或刺网。

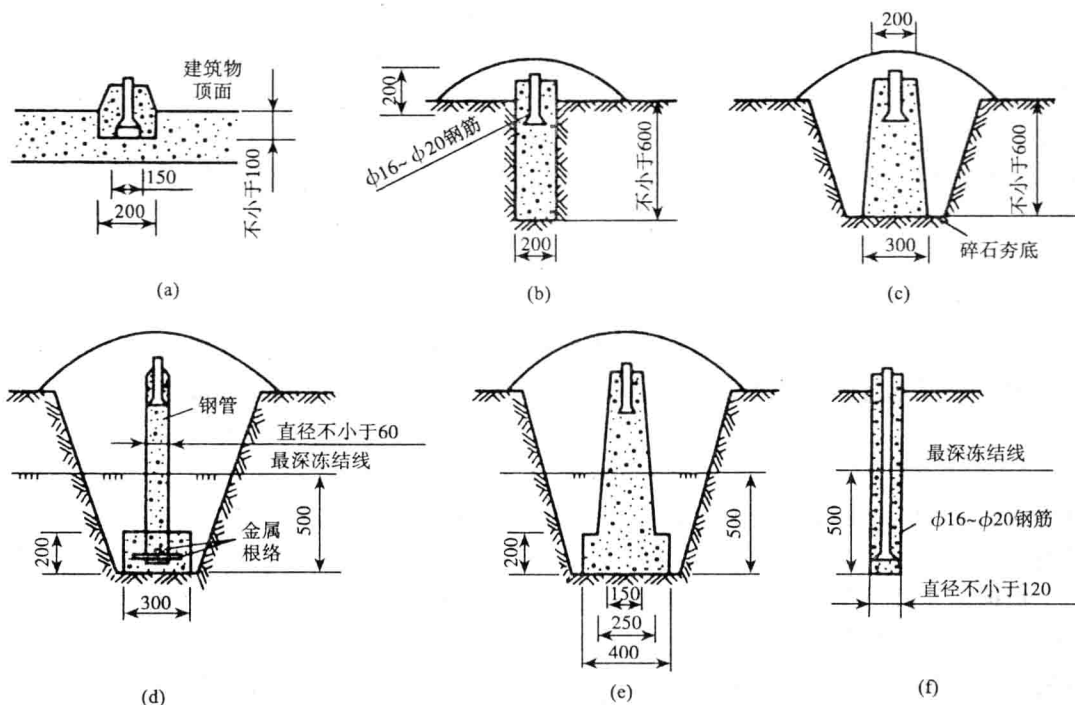


图 1.1 近井点样式及埋设

在标石上方宜堆放不小于 0.5m 的碎石。

(7)在近井点及与近井点直接构成控制网边的点上，宜建造永久标志。

1.1.2 地面近井点和井口水准基点测量的精度要求

近井点及井口水准基点测量的精度，必须要满足重要井巷工程测量的精度要求。因此，它应能满足相邻井口间利用两个近井点进行主要巷道贯通测量的精度要求。近井点的精度对贯通测量的影响表现在：两近井点的相对点位误差（即两近井点间坐标增量中误差的线量误差），以及两近井点后视边的坐标方位角相对误差（即两近井点后视边的坐标方位角之差的中误差）。井口水准基点的高程精度对贯通测量的影响表现为：两井口水准基点相对的高程误差（即两井口水准基点高差的中误差）。

1. 近井点的点位精度要求

两井口间进行主要巷道贯通时，在假定的 x 轴方向（贯通水平重要方向）的允许偏差 $m_{x允}$ 一般规定为 $\pm 0.5\text{m}$ ，则中误差取其一半，即 $m_x = \pm 0.25\text{m}$ 。利用两个近井点进行贯通测量时，一般要求两近井点相对的点位中误差引起贯通在假定的 x 轴方向偏差的中误差应不大于 $\frac{m_x}{3} = \pm 0.08\text{m}$ 。

现设两近井点相对的点位中误差引起贯通在假定的 y 轴方向的偏差与假定的 x 轴方向的偏差是相等的，则两近井点相对的点位中误差应不大于 $\pm 0.08\sqrt{2} = \pm 0.11\text{m}$ 。由于为设置