



人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐
冶金行业职业教育培训规划教材

矿山测量技术

KUANGSHAN CELIANG JISHU

陈步尚 陈国山 主编



冶金工业出版社

人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐
冶金行业职业教育培训规划教材

矿山测量技术

陈步尚 陈国山 主编

北 京
冶金工业出版社
2009

内 容 提 要

本书详细阐述了矿山测量技术的原理和方法,共分12章。主要内容有:测量基本知识、直线测量、水准测量、角度测量、地面局部控制测量、地形图、地质勘探工程测量、井筒控制测量、井下控制测量、巷道施工测量、贯通测量、露天开采测量等。本书在叙述上力求由浅入深、通俗易懂;在内容上力求资料准确详实,理论和实际相结合。

本书可供从事采矿工程、矿山安全工程、地质工程类专业以及测绘工程专业的工程技术人员学习及培训之用,也可供公路、铁路、水电、地下工程从事测量专业的技术人员学习和参考,还可供高校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

矿山测量技术/陈步尚,陈国山主编. —北京:冶金工业出版社,2009.8

冶金行业职业教育培训规划教材

ISBN 978-7-5024-4801-1

I. 矿… II. ①陈… ②陈… III. 矿山测量—技术培训—教材 IV. TD17

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第093740号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷39号,邮编100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 postmaster@cnmip.com.cn

责任编辑 杨 敏 宋 良 美术编辑 张媛媛 版式设计 张 青

责任校对 刘 倩 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-4801-1

北京兴华印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2009年8月第1版,2009年8月第1次印刷

787 mm × 1092 mm 1/16; 16.25印张; 425千字; 243页; 1-3000册

39.00元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街46号(100711) 电话:(010)65289081

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

冶金行业职业教育培训规划教材

编辑委员会

主任 张 海 中国钢协人力资源与劳动保障工作委员会教育培训研究会
主任，唐山钢铁集团公司副总经理

曹胜利 冶金工业出版社 社长

副主任 董兆伟 河北工业职业技术学院 院长

鲁启峰 中国职工教育和职业培训协会冶金分会秘书长

中国钢协职业培训中心 副主任

顾问

北京科技大学 曲 英 王筱留 蔡嗣经 杨 鹏 唐 荻 包燕平

东 北 大 学 翟玉春 陈宝智 王 青 魏德洲 沈峰满 张延安

委员

首钢集团总公司	王传雪	舒友珍	宝钢集团有限公司	杨敏宏
武汉钢铁集团公司	夏汉明	孙志桥	鞍山钢铁集团公司	尹旭光
唐山钢铁集团公司	罗家宝	武朝锁	本溪钢铁集团公司	刘恩泉
邯郸钢铁集团公司	尤善晓	石宝伟	江苏沙钢集团公司	巫振佳
太原钢铁集团公司	毋建贞	孟永刚	莱芜钢铁集团公司	刘祖法
包头钢铁集团公司	李金贵	张殿富	江西省冶金集团公司	张朝凌
攀枝花钢铁集团公司	张海威	许志军	韶关钢铁集团公司	李武强
马钢集团公司	唐叶来	王茂龙	宣化钢铁集团公司	尹振奎
济南钢铁集团总公司	李长青	曹 凯	柳州钢铁集团公司	刘红新
安阳钢铁集团公司	魏晓鹏	马学方	杭州钢铁集团公司	汪建辉
华菱湘潭钢铁集团公司	文吉平	李中柱	通化钢铁集团公司	荆鸿麟
涟源钢铁集团公司	毛宝粮	袁超纲	邢台钢铁公司	李同友
南京钢铁联合公司	包维义	陈龙宝	天津钢铁集团公司	张 莹
昆明钢铁集团公司	孔繁工	马淑萍	攀钢集团长城特钢公司	朱云剑
重庆钢铁集团公司	田永明	岳 庆	西林钢铁集团公司	夏宏钢
福建三钢集团公司	卫才清	颜觉民	南昌长力钢铁公司	胡建忠

委 员

萍乡钢铁公司	邓 玲	董智萍	江西新余钢铁公司	张 钧
武钢集团鄂城钢铁公司	袁立庆	汪中汝	江苏苏钢集团公司	李海宽
太钢集团临汾钢铁公司	雷振西	张继忠	邯鄹纵横钢铁集团公司	阚永梅
广州钢铁企业集团公司	张乔木	尹 伊	石家庄钢铁公司	金艳娟
承德钢铁集团公司	魏洪如	高 影	济源钢铁集团公司	李全国
首钢迁安钢铁公司	习 今	王 蕾	天津钢管集团公司	雷希梅
淮阴钢铁集团公司	刘 瑾	王灿秀	华菱衡阳钢管集团公司	王美明
中国黄金集团夹皮沟矿业公司		刘成库	港陆钢铁公司	曹立国
吉林昊融有色金属公司		赵 江	衡水薄板公司	魏虎平
河北工业职业技术学院	袁建路	李文兴	河北省冶金研究院	彭万树
昆明冶金高等专科学校	卢宇飞	周晓四	津西钢铁公司	王继宗
山西工程职业技术学院	王明海	史学红	鹿泉钢铁公司	社会武
吉林电子信息职技学院	张喜春	陈国山	中国钢协职业培训中心	梁妍琳
山东工业职业学院	王庆义	王庆春	有色金属工业人才中心	宋 凯
安徽冶金科技职技学院	郑新民	梁赤民	河北科技大学	冯 捷
中国中钢集团	刘增田	秦光华	冶金职业技能鉴定中心	张志刚

特邀委员

北京中智信达教育科技有限公司	董事长	王建敏
山东星科教育设备集团	董事长	王 继

秘 书

冶金工业出版社 宋 良 (010-64027900, 3bs@cnmip.com.cn)

序

吴溪淳

改革开放以来,我国经济和社会发展取得了辉煌成就,冶金工业实现了持续、快速、健康发展,钢产量已连续数年位居世界首位。这期间凝结着冶金行业广大职工的智慧 and 心血,包含着千千万万产业工人的汗水和辛劳。实践证明,人才是兴国之本、富民之基和发展之源,是科技创新、经济发展和社会进步的探索者、实践者和推动者。冶金行业中的高技能人才是推动技术创新、实现科技成果转化不可缺少的重要力量,其数量能否迅速增长、素质能否不断提高,关系到冶金行业核心竞争力的强弱。同时,冶金行业作为国家基础产业,拥有数百万从业人员,其综合素质关系到我国产业工人队伍整体素质,关系到工人阶级自身先进性在新的历史条件下的巩固和发展,直接关系到我国综合国力能否不断增强。

强化职业技能培训工作,提高企业核心竞争力,是国民经济可持续发展的重要保障,党中央和国务院给予了高度重视,明确提出人才立国的发展战略。结合《职业教育法》的颁布实施,职业教育工作已出现长期稳定发展的新局面。作为行业职业教育的基础,教材建设工作也应认真贯彻落实科学发展观,坚持职业教育面向人人、面向社会的发展方向和以服务为宗旨、以就业为导向的发展方针,适时扩大编者队伍,优化配置教材选题,不断提高编写质量,为冶金行业的现代化建设打下坚实的基础。

为了搞好冶金行业的职业技能培训工作,冶金工业出版社在人力资源和社会保障部职业能力建设司和中国钢铁工业协会组织人事部的指导下,同河北工业职业技术学院、昆明冶金高等专科学校、吉林电子信息职业技术学院、山西工程职业技术学院、山东工业职业学院、济钢集团总公司、中国职工教育和职业培训协会冶金分会、中国钢协职业培训中心等单位密切协作,联合有关冶金企业和职业技术学院,编写了这套冶金行业职业教育培训规划教材,并经人力资源和社会保障部职业培训教材工作委员会组织专家评审通过,由人力资源和社会保障部职业能力建设司给予推荐。有关学校、企业的各级领导和编写人员在时间紧、任务重的情况下,克服困难,辛勤工作,在相关科研院所的工程技

术人员的积极参与和大力支持下，出色地完成了前期工作，为冶金行业的职业技能培训工作的顺利进行，打下了坚实的基础。相信这套教材的出版，将为冶金企业生产一线人员理论水平、操作水平和管理水平的进一步提高，企业核心竞争力的不断增强，起到积极的推进作用。

随着近年来冶金行业的高速发展，职业技能培训也取得了巨大的成绩，绝大多数企业建立了完善的职工教育培训体系，职工素质不断提高，为我国冶金行业的发展提供了强大的人力资源支持。今后培训工作的重点，应继续注重职业技能培训工作者队伍的建设，丰富教材品种，加强对高技能人才的培养，进一步强化岗前培训，深化企业间、国际间的合作，开辟冶金行业职业培训工作的新局面。

展望未来，任重而道远。希望各冶金企业与相关院校、出版部门进一步开拓思路，加强合作，全面提升从业人员的素质，要在冶金企业的职工队伍中培养一批刻苦学习、岗位成才的带头人，培养一批推动技术创新、实现科技成果转化的带头人，培养一批提高生产效率、提升产品质量的带头人；不断创新，不断发展，力争使我国冶金行业职业技能培训工作跨上一个新台阶，为冶金行业持续、稳定、健康发展，做出新的贡献！

前 言

本书是按照人力资源和社会保障部的规划,受中国钢铁工业协会和冶金工业出版社的委托,参照冶金行业职业技能标准和职业技能鉴定规范,根据矿山企业的生产实际和岗位群的技能要求编写的,书稿经人力资源和社会保障部职业培训教材工作委员会办公室组织专家评审通过,由人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐作为矿山企业职业技能培训教材。

本书是在总结编者多年的教学经验,并在广泛征求同行专家意见以及深入厂矿收集资料的基础上编写的。同时也是为了能够较全面地体现测量学的本质和基本内容,反映新的科技成果要求,适应矿山企业新工艺、新设备的要求,更加紧密结合实际,特编写本书,以满足当前的行业培训需要。

本书把测量作为一门应用技术,在编写过程中,努力贯彻以基础理论和基本概念为重点,以基本技术和方法为主要内容,在内容上力求理论与实践相结合,内容详实丰富、完整、系统,既反映了学科的最新发展,又顾及了生产实际的需要;用现代测绘新技术逐步更新传统技术,叙述由浅入深,循序渐进。其内容主要有:测量学的基本知识,数据的采集方法,以测定和测设为主要内容的控制测量、地形图测绘和应用,地质勘探测量,建井时期和矿山生产时期的测量工作,露天开采测量等。

本书由内蒙古科技大学陈步尚、吉林电子信息职业技术学院陈国山主编,参加编写工作的还有白山市大栗子铁矿陈金奎、宋霁洪、王庆祥和苏生兵。其中陈步尚编写第1章~第7章、第11章;王庆祥、苏生兵编写第8章;陈国山编写第9章和第10章;陈金奎、宋霁洪编写第12章。

由于编者水平所限,书中不足之处,敬请读者批评指正。

编 者
2008年8月8日

目 录

1 测量基本知识	1
1.1 概述	1
1.2 地面点位的确定	1
1.2.1 地球的形状和大小	1
1.2.2 确定地面点位的方法	2
1.3 用水平面代替水准面	6
1.3.1 曲率对水平距离的影响	6
1.3.2 曲率对高程的影响	7
1.4 测量误差	8
1.4.1 测量误差的分类	8
1.4.2 算术平均值	10
1.4.3 评定精度的标准	10
复习思考题	13
2 直线测量	14
2.1 普通尺测量距离	14
2.1.1 量距工具	14
2.1.2 直线定线	14
2.1.3 一般量距方法	15
2.1.4 钢尺量距的精密方法	17
2.1.5 钢尺量距的误差分析	20
2.2 用光电仪器测距	21
2.2.1 视距测量	21
2.2.2 光电测距	24
2.3 直线定向	28
2.3.1 标准方向的种类	28
2.3.2 表示直线方向的方法	28
2.3.3 几种方位角之间的关系	29
2.3.4 正、反坐标方位角	30
2.3.5 坐标方位角与象限角的关系	31
2.3.6 坐标方位角的推算	31
复习思考题	32
3 水准测量	33

3.1 水准测量方法	33
3.1.1 水准测量原理	33
3.1.2 水准点	34
3.1.3 水准测量施测程序	34
3.1.4 水准测量检核	36
3.2 水准测量的成果计算	38
3.2.1 附和水准路线成果计算	38
3.2.2 闭合水准路线成果计算	39
3.3 水准测量的工具	39
3.3.1 DS ₃ 微倾式水准仪的构造	39
3.3.2 水准仪的使用	42
3.3.3 精密水准仪和水准尺	43
3.3.4 自动安平水准仪	45
3.3.5 电子水准仪	48
复习思考题	50
4 角度测量	51
4.1 水平角和竖直角测量原理	51
4.1.1 水平角测量原理	51
4.1.2 竖直角测量原理	51
4.2 角度的测量工具	52
4.2.1 光学经纬仪	52
4.2.2 电子经纬仪	57
4.3 经纬仪的使用	61
4.3.1 光学经纬仪的使用	61
4.3.2 电子经纬仪的使用	63
4.4 水平角和竖直角测量方法	64
4.4.1 水平角测量	64
4.4.2 竖直角测量	66
复习思考题	70
5 地面局部控制测量	71
5.1 控制测量概述	71
5.2 导线测量	74
5.2.1 导线测量概述	74
5.2.2 导线测量的外业工作	75
5.2.3 导线测量的内业计算	77
5.3 小三角测量简介	83
5.3.1 小三角网的布设形式与主要技术要求	83

5.3.2 小三角测量的外业工作	84
5.3.3 小三角测量的内业计算	84
复习思考题	89
6 地形图	90
6.1 地形图基础知识	90
6.1.1 地形图的比例尺	90
6.1.2 地形图的分幅和编号	91
6.1.3 地形图图外注记	94
6.2 地物地貌	96
6.2.1 地物符号	96
6.2.2 地貌符号	98
6.3 地籍图简介	104
6.3.1 地籍图基本知识	104
6.3.2 地籍图测量	109
6.4 地形图绘制准备	111
6.4.1 图纸的准备	111
6.4.2 绘制坐标格网	111
6.4.3 展绘控制点	112
6.5 地形图碎部测量	112
6.5.1 碎部点的选择	112
6.5.2 经纬仪测绘法	113
6.5.3 碎部测量注意事项	114
6.6 地形图的绘制方法	115
6.6.1 地物描绘	115
6.6.2 等高线勾绘	115
6.6.3 地形图的拼接、检查与整饰	116
6.7 地形图的识读	117
6.7.1 图外注记识读	117
6.7.2 地物和地貌的识读	117
6.8 地形图的应用	118
6.8.1 地形图应用的基本内容	118
6.8.2 按一定方向(设计线路)绘制纵断面图	120
6.8.3 在地形图上按限制坡度选定最短线路	121
6.8.4 在地形图上确定汇水面积	121
6.8.5 地形图在平整场地中的应用	122
复习思考题	126
7 地质勘探工程测量	127

7.1 地质填图及坑探测量	127
7.1.1 地质填图测量	127
7.1.2 坑探测量	128
7.2 钻探工程测量	129
7.2.1 初测	129
7.2.2 复测	130
7.2.3 定测	130
7.3 地质剖面测量	131
7.3.1 剖面线端点的测设	131
7.3.2 剖面控制点的测设	131
7.3.3 剖面测量方法	132
7.3.4 剖面图的绘制	132
复习思考题	133
8 井筒控制测量	134
8.1 近井控制测量	134
8.1.1 定向基点布设	134
8.1.2 矿井定向	135
8.1.3 地面近井点的设立	136
8.1.4 GPS 的应用	138
8.1.5 井筒中心与十字中线的标定	140
8.2 竖井施工测量	142
8.2.1 竖井掘进、砌壁和装备时的测量	142
8.2.2 井底车场掘进测量	145
8.3 平面联系测量	149
8.3.1 一井定向	149
8.3.2 两井定向	151
8.3.3 陀螺经纬仪定向	153
8.4 高程联系测量	154
8.4.1 导入高程的实质	154
8.4.2 钢尺导入高程	155
8.4.3 钢丝导入高程	155
8.4.4 光电测距仪导入标高	156
复习思考题	157
9 井下控制测量	158
9.1 巷道平面测量	158
9.1.1 概述	158
9.1.2 巷道平面测量的外业	159

9.1.3 巷道平面测量的内业	162
9.2 巷道高程测量	163
9.2.1 概述	163
9.2.2 井下水准测量	163
9.2.3 井下三角高程测量	164
9.3 罗盘仪在井下测量中的应用	165
9.3.1 罗盘仪的构造及用途	165
9.3.2 罗盘仪导线测量	166
复习思考题	167
10 巷道施工测量	168
10.1 直线巷道中线的标定	168
10.1.1 标定巷道开切地点和掘进方向	168
10.1.2 直线巷道中线的标定	170
10.1.3 巷道中线的延长与使用	170
10.1.4 巷道边线的标定	171
10.2 曲线巷道中线的标定	172
10.2.1 计算标定数据	172
10.2.2 井下标定	173
10.2.3 用图解法确定边距	173
10.3 巷道腰线的标定	174
10.3.1 用半圆仪标定腰线	174
10.3.2 用水准仪标定腰线	175
10.3.3 利用经纬仪标定腰线	175
10.3.4 平巷和斜巷连接处腰线的标定	177
10.4 硐岔及斜巷连接车场中、腰线的标定	178
10.4.1 掘进硐岔时中线的标定	178
10.4.2 掘进斜巷连接车场时中腰线的标定	179
10.5 巷道验收测量	182
10.5.1 巷道进尺验收测量	182
10.5.2 巷道水平截面验收测量	183
10.5.3 巷道纵断面验收测量	184
10.5.4 巷道横断面验收测量	186
10.6 激光在井下测量中的应用	188
10.6.1 激光指向仪的构造简介	188
10.6.2 激光指向仪的安装、使用和维护	189
复习思考题	189
11 贯通测量	190

11.1 概述	190
11.1.1 贯通和贯通测量的意义	190
11.1.2 贯通的分类和容许偏差	190
11.1.3 贯通测量的步骤	191
11.2 水平巷道的贯通测量	192
11.2.1 不沿导向层贯通水平巷道	192
11.2.2 沿导向层贯通水平巷道	193
11.3 倾斜巷道的贯通测量	194
11.3.1 不沿导向层贯通的倾斜巷道	194
11.3.2 沿导向层贯通的倾斜巷道	195
11.3.3 两井间的巷道贯通	196
11.4 竖直巷道的贯通测量	198
11.4.1 从地面与井下相向开凿的竖井贯通	198
11.4.2 不同水平盲竖井的相向贯通	199
11.4.3 竖井延深的贯通	200
11.5 巷道贯通实例	201
11.6 巷道贯通测量方案的选择与误差预计	204
11.6.1 概述	204
11.6.2 同一矿井内巷道贯通的误差预计	205
11.6.3 两井间巷道贯通的误差预计	209
11.6.4 两井间巷道贯通误差预计实例	212
11.6.5 竖井贯通的误差预计	217
11.7 贯通测量的施测与精度分析	219
11.7.1 贯通测量施测中应注意的问题	219
11.7.2 实测资料的精度分析	220
11.7.3 贯通工程中施工上采取的某些措施	223
11.8 贯通后实际偏差的测定	224
11.8.1 贯通后实际偏差的测定	224
11.8.2 中腰线的调整	225
复习思考题	225
 12 露天开采测量	 227
12.1 露天矿控制测量	227
12.1.1 基本控制	227
12.1.2 工作控制	231
12.2 露天矿工程测量	233
12.2.1 掘沟工程测量	233
12.2.2 爆破工程测量	235
12.2.3 排土场测量	238

12.2.4 境界线的标定	239
12.2.5 验收测量	239
复习思考题	242
参考文献	243

1 测量基本知识

1.1 概述

测量学是研究地球的形状和大小以及确定地球表面(包括空中、地表、地下和海洋)物体的空间位置,以及对于这些位置信息进行处理、储存、管理的科学。其主要任务和内容是测定和测设。测定是指使用测量仪器和工具,通过测量和计算,得到一系列测量数据,或把地球表面的地形缩绘成地形图,供经济建设、规划设计、科学研究和国防建设使用。测设是把图纸上规划设计好的建筑物、构筑物的位置在地面上标定出来,作为施工的依据。

测量学按其研究对象和应用范围的不同,产生了许多分支科学。

(1) 大地测量学。大地测量学是研究在广大地面上建立国家大地控制网,测定地球的形状、大小和研究地球重力场的理论、技术及方法的学科。由于人造地球卫星及遥感技术的发展,测量对象由地球表面扩展到空间,大地测量学又分为常规大地测量与卫星大地测量。

(2) 普通测量学。普通测量学是研究地球表面较小区域内测绘工作的基本理论、技术、方法和应用的学科(可以不考虑地球曲率的影响),它是测量学的基础。包括:图根控制网的建立,地形图的测绘以及一般的工程施工测量(具体工作:距离测量、角度测量、定向测量、高程测量及其观测数据处理和绘图)。

(3) 摄影测量学。利用摄影获得的像片来研究地表形状和大小的一门学科。它是应用摄影像片来进行分析和测量,测定物体的形状、大小和空间位置的工作。根据获得像片方法的不同,摄影测量学又可分为地面摄影测量学、航空摄影测量学、航天摄影测量学和水下摄影测量学。

(4) 工程测量学。工程测量学是研究工程勘察设计、施工和管理阶段所进行的各种测量工作的一门学科。

(5) 地图制图学。地图制图学是研究地图(包括地形图)制作的理论、投影原理、工艺技术和应用等方面的学科。

(6) 海洋测量学。海洋测量学是研究海洋和陆地水域所进行的测量和海图编制工作的理论和方法的一门学科。

矿山建设和生产时期的测量工作称为矿山测量。是根据矿山开发的需要,集地形测量和矿山工程测量的有关内容为一体,因此属于工程测量学的范畴。它是以测量、计算和绘图为手段,研究处理矿藏开发过程中的各种空间几何问题,为矿山建设和安全生产提供图纸、资料,指导采矿生产中的各项工程正确进行。因此,矿山测量是矿山建设和生产中的一项重要的技术基础工作,矿山测量人员具有技术管理和施工生产的双重职能。

1.2 地面点位的确定

1.2.1 地球的形状和大小

测量学的实质就是确定地面点的空间位置。而确定地面点的空间位置,则与地球的形状和大小密切相关,因此,要首先了解地球形状与大小的基本概念。

地球表面呈现高低起伏,有高山、深谷、丘陵、平原、江河、湖泊和海洋等。其中最高的是珠穆朗玛峰,最低的是马里亚纳海沟。但是这样的起伏变化相对地球来说还是很小的,可以忽略不计。

由于地球的自转运动,地球上任一点都受到离心力和地心引力的作用,这两个的合力称为重力。重力的作用线称为铅垂线,铅垂线是测量工作的基准线。

地球上自由静止的水面称为水准面,是一个处处与铅垂线正交连续曲面,并且是一个重力场的等位面。与水平面相切的平面称为水平面。水面可高可低,因此符合上述特点的水准面有无数个,其中与平均海水面相吻合的并向大陆、岛屿内延伸而形成的闭合曲面,称为大地水准面。大地水准面包围的形体称为大地体。为了确定地面点的位置,必须有一个参照基准面,在实际测量工作中,把大地水准面作为测量工作的基准面。

由于地球内部物质分布不均匀,引起铅垂线方向不规则变化,所以大地水准面实际上是一个复杂的不规则的曲面(图1-1a),因而无法在其上进行测量数据处理。为了使用方便起见,人们就用一个与大地水准面非常接近而又规则的地球椭球作为地球的参考形状和大小(图1-1b)。地球椭球是一个椭圆绕其短轴旋转而成的形体,故地球椭球又称旋转椭球。如图1-2所示,旋转椭球体由长半径 a (或短半径 b)和扁率 α 所决定。我国目前采用的旋转椭球体的元素值为:

$$\begin{aligned} \text{长半径} & a = 6378140 \text{ m} \\ \text{短半径} & b = 6356755 \text{ m} \\ \text{扁率} & \alpha = (a - b) / a = 1/298.257 \end{aligned}$$

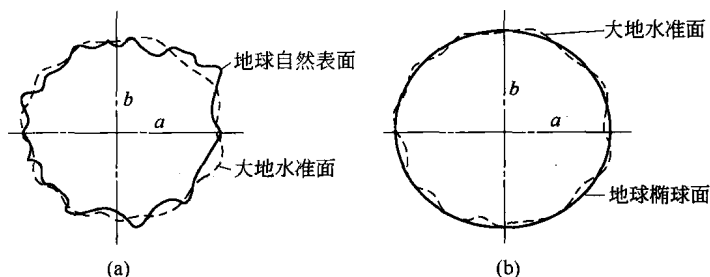


图 1-1 地球的形状

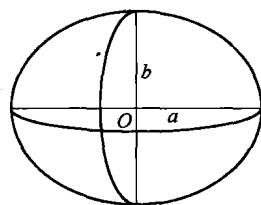


图 1-2 参考椭球

我国选择陕西泾阳县永乐镇某点为大地原点,进行了大地定位。由此而建立起了全国统一坐标系,这就是现在使用的“1980 年国家大地坐标系”。

由于椭球的扁率很小,当测区范围不大时,可近似地把地球椭球看做为圆球,其半径为:

$$R = (a + a + b) / 3 = 6371 \text{ km}$$

1.2.2 确定地面点位的方法

测量工作的基本任务是确定地面点的位置,确定地面点的空间位置需用三个量来确定。在测量工作中,这三个量就是地面点在投影面上的坐标和该点到大地水准面的垂直距离。如图1-3所示。

1.2.2.1 地面点的高程

地面点到大地水准面的铅垂距离,称为该点的绝对高程,或称海拔,简称高程,用 H 表示。图1-4中的 H_A 和 H_C 即为 A 点和 C 点的绝对高程。我国的高程是以青岛验潮站记录的黄海平