



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

住房和城乡建设部中等职业教育建筑施工与建筑装饰专业指导委员会规划推荐教材

建筑工程测量

JIANZHU GONGCHENG CELIANG

（建筑工程施工专业）

王雁荣 主 编

刘晓燕 刘兆煌 副主编

中国建筑工业出版社



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

住房和城乡建设部中等职业教育建筑施工与建筑装饰专业指导委员会规划推荐教材

建筑工程测量

(建筑工程施工专业)

王雁荣 主 编
刘晓燕 刘兆煌 副主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程测量 / 王雁荣主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2014. 12

“十二五”职业教育国家规划教材. 经全国职业教育教材审定委员会审定. 住房和城乡建设部中等职业教育建筑施工与建筑装饰专业指导委员会规划推荐教材(建筑工程施工专业)

ISBN 978-7-112-17583-3

I. ①建… II. ①王… III. ①建筑测量—中等专业学校—教材 IV. ①TU198

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第289808号

本书根据教育部2014年公布的《中等职业学校建筑工程施工专业教学标准(试行)》以及现行国家行业规范, 以项目教学法为主要思路编写。全书包括: 认识工程测量、高程控制测量、平面控制测量、竖直角及应用、地形图识读与应用、建筑施工测量、变形观测、道路工程测量等内容。

本书可作为中等职业学校建筑工程施工类专业的教材, 也可供建设行业从事工程测量工作的技术人员参考。

为了更好地支持本课程教学, 本书作者制作了精美的教学课件, 有需求的读者可以发送邮件至: 2917266507@qq.com 免费索取。

责任编辑: 陈桦 聂伟

书籍设计: 京点制版

责任校对: 李美娜 刘钰

“十二五”职业教育国家规划教材

经全国职业教育教材审定委员会审定

住房和城乡建设部中等职业教育建筑施工与建筑装饰专业指导委员会规划推荐教材

建筑工程测量

(建筑工程施工专业)

王雁荣 主编

刘晓燕 刘兆煌 副主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京京点图文设计有限公司制版

北京富生印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 17 字数: 391 千字

2015年8月第一版 2015年8月第一次印刷

定价: 46.00元(赠课件)

ISBN 978-7-112-17583-3

(26798)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本系列教材编委会

主任: 诸葛棠

副主任: (按姓氏笔画排序)

姚谨英 黄民权 廖春洪

秘书: 周学军

委员: (按姓氏笔画排序)

于明桂 王 萧 王永康 王守剑 王芷兰 王灵云
王昌辉 王政伟 王崇梅 王雁荣 付新建 白丽红
朱 平 任萍萍 庄琦怡 刘 英 刘 怡 刘兆煌
刘晓燕 孙 敏 严 敏 巫 涛 李 淮 李雪青
杨建华 何 方 张 强 张齐欣 欧阳丽晖 金 煜
郑庆波 赵崇晖 姚晓霞 聂 伟 钱正海 徐永迫
郭秋生 崔东方 彭江林 蒋 翔 韩 琳 景月玲
曾学真 谢 东 谢 洪 蔡胜红 黎 林

序言

Preface

住房和城乡建设部中等职业教育专业指导委员会是在全国住房和城乡建设职业教育教学指导委员会、住房和城乡建设部人事司的领导下，指导住房城乡建设类中等职业教育（包括普通中专、成人中专、职业高中、技工学校等）的专业建设和人才培养的专家机构。其主要任务是：研究建设类中等职业教育的专业发展方向、专业设置和教育教学改革；组织制定并及时修订专业培养目标、专业教育标准、专业培养方案、技能培养方案，组织编制有关课程和教学环节的教学大纲；研究制订教材建设规划，组织教材编写和评选工作，开展教材的评价和评优工作；研究制订专业教育评估标准、专业教育评估程序与办法，协调、配合专业教育评估工作的开展等。

本套教材是由住房和城乡建设部中等职业教育建筑施工与建筑装饰专业指导委员会（以下简称专指委）组织编写的。该套教材是根据教育部2014年7月公布的《中等职业学校建筑工程施工专业教学标准（试行）》、《中等职业学校建筑装饰专业教学标准（试行）》编写的。专指委的委员参与了专业教学标准和课程标准的制定，并将教学改革的理念融入教材的编写，使本套教材能体现最新的教学标准和课程标准的精神。教材编写体现了理论实践一体化教学和做中学、做中教的职业教育教学特色。教材中采用了最新的规范、标准、规程，体现了先进性、通用性、实用性的原则。本套教材中的大部分教材，经全国职业教育教材审定委员会的审定，被评为“十二五”职业教育国家规划教材。

教学改革是一个不断深化的过程，教材建设是一个不断推陈出新的过程，需要在教学实践中不断完善，希望本套教材能对进一步开展中等职业教育的教学改革发挥积极的推动作用。

住房和城乡建设部中等职业教育建筑施工与建筑装饰专业指导委员会

2015年6月

前言



Preface

本书是根据教育部 2014 年公布的《中等职业学校建筑工程施工专业教学标准（试行）》以及现行国家、行业规范，结合《建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准》JGJ/T 250-2011 规定的国家职业标准编写。编写本书的主要目的是满足中等职业教育建筑工程施工类专业教学改革的需要。

为方便学生和工程技术人员的使用，突出“以能力为本位”的指导思想，本书根据工程测量技术人员的岗位要求和职业标准，以工程项目为载体，以任务驱动为导向，突出工作任务的实施过程。

本书通过项目概述、学习目标、任务描述、学习支持、任务实施、知识拓展、能力拓展、能力测试、实践活动等教学环节，将任务实施的流程、要求层层分解，实现了教学过程与生产过程的对接，是中等职业教育建筑工程施工专业教学和课程改革的一次大胆尝试。

全书分为 8 个项目，包括：认识工程测量、高程控制测量、平面控制测量、竖直角及应用、地形图识读与应用、建筑施工测量、变形观测、道路工程测量等工程测量工作中的主要任务，其中道路工程测量为选修内容，可根据实际情况进行选择 and 安排教学。

本书由王雁荣统稿并担任主编，刘晓燕和刘兆煌任副主编。具体分工为：云南建设学校王雁荣编写项目 1、项目 8，云南建设学校陈超编写项目 2，浙江建设技师学院徐震编写项目 3，浙江建设技师学院张国华编写项目 4，成都市工业职业技术学校刘强编写项目 5，广州市建筑工程职业学校刘晓燕编写项目 6，广州市土地房产管理职业学校刘兆煌编写项目 7。

本书的编写得到了住房和城乡建设部人事教育司和编写者所在单位的大力支持，在此一并致谢。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免存在疏漏和欠妥之处，敬请读者批评指正。

目录

Contents

项目 1 认识工程测量	1
任务 1.1 认识测量工作.....	1
任务 1.2 认识测量仪器工具.....	8
任务 1.3 认识测量记录计算.....	16
项目 2 高程控制测量	27
任务 2.1 高程控制测量准备工作.....	27
任务 2.2 高程观测.....	32
任务 2.3 水准仪的检验与校正.....	40
任务 2.4 图根级水准测量.....	46
任务 2.5 三、四等水准测量.....	52
项目 3 平面控制测量	57
任务 3.1 平面控制测量准备工作.....	57
任务 3.2 水平角观测.....	65
任务 3.3 钢尺量距.....	75
任务 3.4 全站仪操作与使用.....	81
任务 3.5 直线定向.....	89
任务 3.6 图根级导线测量.....	95
任务 3.7 GNSS 平面控制测量	106
项目 4 竖直角及应用	110
任务 4.1 竖直角测量.....	111
任务 4.2 三角高程测量.....	117
任务 4.3 视距测量.....	122
任务 4.4 经纬仪的检验与校正.....	127

项目 5 地形图识读与应用	133
任务 5.1 地形图基本知识认知与地形图识读	134
任务 5.2 地形图测绘	145
任务 5.3 地形图应用	152
任务 5.4 数字地形图应用	156
项目 6 建筑施工测量	163
任务 6.1 建筑施工测量准备工作	164
任务 6.2 场地平整及土方量估算	172
任务 6.3 施工控制测量	178
任务 6.4 测设的基本工作	183
任务 6.5 测设平面点位	188
任务 6.6 建筑物的定位放线	192
任务 6.7 基础施工测量	195
任务 6.8 预制构件安装测量	199
任务 6.9 轴线投测	202
任务 6.10 高程传递	204
任务 6.11 激光测量仪器及其应用	207
任务 6.12 竣工总平面图的编绘	211
项目 7 变形观测	215
任务 7.1 变形观测准备工作	215
任务 7.2 沉降观测	218
任务 7.3 倾斜观测	226
任务 7.4 裂缝观测	230

项目 8 道路工程测量	233
任务 8.1 道路施工测量准备工作.....	234
任务 8.2 中线测量.....	239
任务 8.3 圆曲线测设.....	246
任务 8.4 路基边桩测设.....	254
任务 8.5 中线高程测设.....	258
参考文献	263

项目 1

认识工程测量

【项目概述】

测量学是一门研究地球表面的形状和大小，以及确定地面点位的科学。按照研究对象及采用的技术不同，又分为多个学科，如：大地测量学、普通测量学、摄影测量学、海洋测量学、工程测量学、地图制图学等。

工程测量是指各种工程在规划设计、施工建设和运营管理阶段所进行的测量工作。它的内容很广泛，包括：工业建设、城市建设、交通工程、水利电力工程、地下工程、管线工程、矿山工程等。

本项目将带领同学们走进建筑工程测量，认识工程测量的基础知识、常用测量仪器工具，以及建筑工程和线路工程建设各个阶段的测量工作。

【学习目标】

通过本项目的学习，你将能够：

- (1) 认知测量工作的基本内容 with 要求；
- (2) 认知工程测量的基本概念和知识；
- (3) 能识别常用测量仪器工具的外观和功能；
- (4) 认知测量记录计算的基本规则、常用表格和测量误差的基本知识。

任务 1.1 认识测量工作

【任务描述】

工程测量贯穿于工程规划设计、施工建设和运营管理全过程。工程测量工作对建设

工程的质量和进度有着重大影响,因此,必须熟悉工程测量的基本知识和基本技能,才能更好地完成工程测量任务。

通过学习本任务,认知工程测量的任务和内容,确定地面点位置的方法,以及工程测量的工作原则的安全要求,并完成能力测试。

【学习支持】

一、工程测量的任务和内容

(一) 工程测量的任务

1. 测定:也称为测绘或测图,是采用一定的测量方法,将地面的地物和地貌按比例缩绘成地形图,供科学研究、经济建设和国防建设使用。

2. 测设:也称为放样或放线,是将图纸上已设计好的建(构)筑物的平面位置和高程在地面上标定出来,作为施工的依据。

(二) 工程测量的内容

工程测量的主要内容有大比例尺地形图测绘、地形图应用、施工测量和变形观测等,其具体工作如下:

1. 大比例尺地形图测绘

运用各种测量仪器、工具和软件,通过实地测量与计算,把小范围内地面上的地物、地貌按一定的比例尺测绘成图。

2. 地形图应用

根据地形图、断面图等图面上的图式符号识别地面上的地物和地貌,并通过在图上测量,获取工程建设所需的各种技术资料,解决工程设计和施工中的有关问题。

3. 施工测量

施工测量是测图的逆过程,其主要内容包括:

(1) 施工前的测量工作:建立施工场地的施工控制网;建筑场地的平整测量;建(构)筑物的定位、放线测量等。

(2) 施工中的测量工作:基础工程的施工测量;主体工程的施工测量;构件安装时的定位测量和标高测量;轴线投测;高程传递等。

(3) 竣工后的测量工作:验收检查测量;竣工测量;编绘竣工总平面图等。

4. 变形观测

对一些重要的建(构)筑物,在施工和运营期间,定期对建(构)筑物的沉降、倾斜、裂缝和位移等变形进行监测,监视其安全性和稳定性,观测成果是验证设计理论和检验施工质量的重要资料。

二、确定地面点的位置

(一) 测量工作的实质

由几何学的原理可知,可以把要测定或测设的地物、地貌看成各种几何形状,它们

是由点、线、面组成的，其中点是最基本元素。测量工作就是把要测定或测设的地物或地貌归结为一些特征点，将这些特征点的位置测出或标定在地面上。所以点位关系是测量上要研究的基本关系，测量工作的实质就是确定地面点的位置。

(二) 确定地面点位的原理

在数学上，一个点的空间位置，通常用它在三维空间直角坐标系中的坐标 x 、 y 、 z 三个量来确定。如图 1-1 所示，测量上也采用类似的方法，确定地面点的位置，即将地面点沿铅垂线方向投影到一个代表地球表面形状的基准面（大地水准面或水平面）上，用地面点在基准面上的投影位置（平面位置，用坐标表示）和该点到水准面的垂直距离（高程）来确定的。

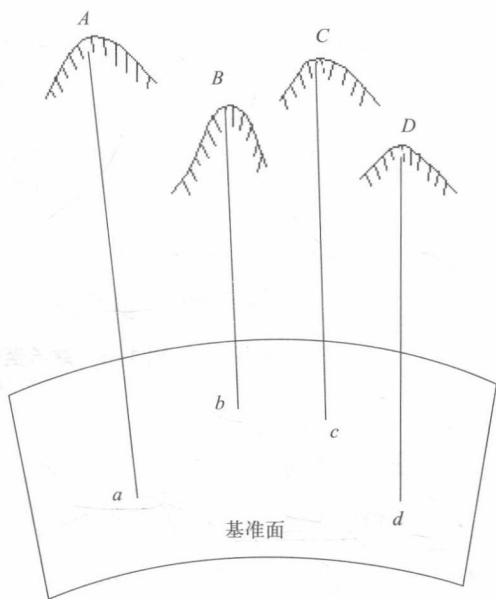


图 1-1 确定地面点位的原理

(三) 地面点的平面位置

地面点的平面位置通常用大地坐标系、高斯平面坐标系、假定平面直角坐标系或施工坐标系表示。工程测量中较常用的坐标系有假定平面直角坐标系和建筑坐标系两种。

1. 假定平面直角坐标系

当测区范围较小时（半径 10km 以内），可不考虑地球曲率的影响，直接用与测区中心点相切的水平面代替曲面，并在该平面上建立平面直角坐标系。地面点在大地水准面上的投影位置，就可用该平面直角坐标系中的坐标值 x 、 y 来确定，如图 1-2 所示。

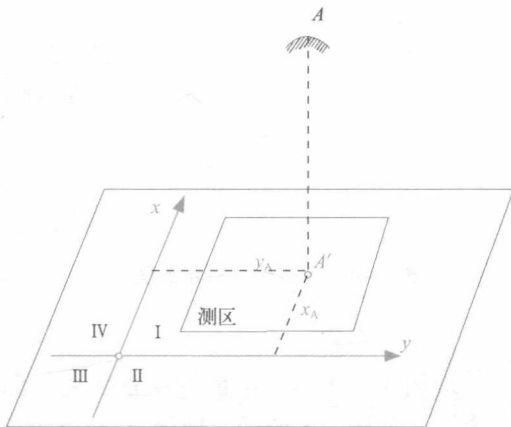


图 1-2 假定平面直角坐标系示意图

测量中使用的假定平面直角坐标系，规定南北方向为纵轴 x ，东西方向为横轴 y ； x 轴向北为正，向南为负， y 轴向东为正，向西为负。象限名称按顺时针方向排列，如图 1-2 所示。通常将原点选在测区的西南角之外，使整个测区各点的坐标不出现负值。

如图 1-3 所示，测量坐标系与数学坐标系有两点不同。一是坐标轴符号互换，测量中的纵轴为 x ，横轴为 y ，而数学中的纵轴为 y ，横轴为 x ；二是象限编号的方向相反，在测量中是顺时针方向编号的，而数学中是逆时针方向编号的。这种变动的目的是为了定向（测量上习惯以北方为起始方向），且将数学上的全部三角函数公式和符号规则直接应用到测量计算中，不需任何改变。

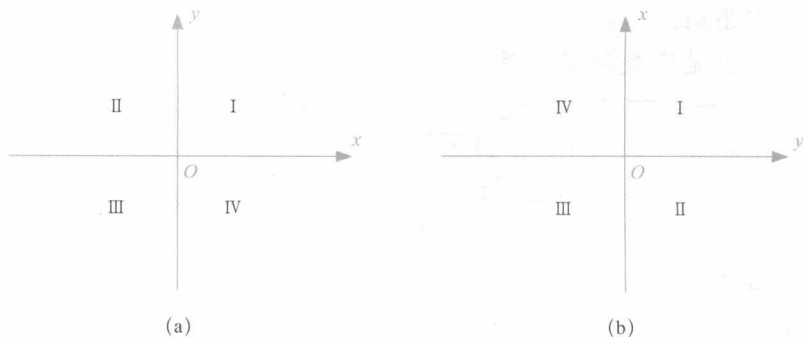


图 1-3 数学坐标系与测量坐标系的区别

(a) 数学坐标系；(b) 测量坐标系

2. 建筑坐标系

在建筑工程中，有时为了便于对建（构）筑物平面位置进行施工放样，常建立一个平面直角坐标系，称为建筑坐标系，如图 1-4 所示。

建筑坐标系将原点设在建（构）筑物两条主轴线（或某平行线）的交点上，以其中一条主轴线（或某平行线）作为纵轴，一般用 A 表示，顺时针旋转 90° 作为横轴，一般用 B 表示。

（四）地面点的高程

高程是地面点至高程基准面的垂直距离。高程基准面有大地水准面和水准面，所以高程分为绝对高程和相对高程。

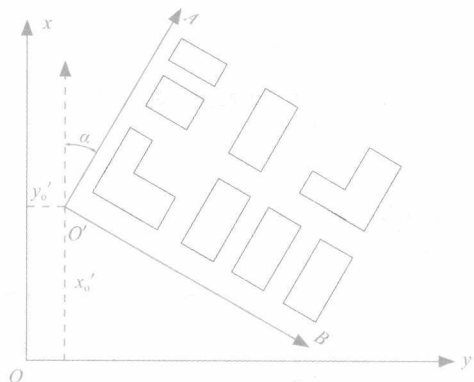


图 1-4 建筑坐标系示意图

1. 绝对高程

地面点到大地水准面的铅垂距离，称为该点的绝对高程或海拔，简称高程，一般用 H 表示。如图 1-5 所示，地面点 A 、 B 的绝对高程分别为 H_A 、 H_B 。

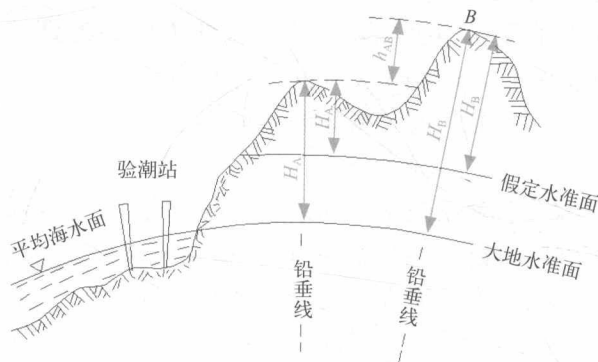


图 1-5 地面点的高程

我国采用青岛验潮站 1952 ~ 1979 年观测资料所计算确定的黄海平均海水面作为高程起算基准面,其绝对高程为零,称为“1985 年国家高程基准”。并在青岛建立了国家水准原点作为国家高程控制网的起算点,其高程为 72.260m。

2. 相对高程

地面点到任意水准面的铅垂距离称为相对高程,也称假定高程。一般用 H' 表示。在图 1-5 中,地面点 A 、 B 的相对高程分别为 H'_A 、 H'_B 。

在建筑设计中,一般以建筑物首层的室内设计地坪为高程零点 (± 0.000),建筑物各部位的高程均从 ± 0.000 起算,称为建筑标高。标高也属于相对高程。 ± 0.000 的绝对高程是施工放样时测设 ± 0.000 位置的依据。

3. 高差

在同一高程系统中,地面上两点的高程之差,称为高差,用 h 表示。高差有方向 and 正负。在图 1-5 中, $h_{AB} = H_B - H_A = H'_B - H'_A$, h_{AB} 表示 B 点对 A 点的高程差。当 h_{AB} 为正值时, B 点高于 A 点,当 h_{AB} 为负值时, B 点低于 A 点。高程的大小与高程起算面无关。

(五) 测量的基本工作

地面点的空间位置是以它在基准面上的坐标和高程来确定的,但在实际测量工作中,一般不是直接测定地面点的坐标和高程,而是通过测定点间的距离、角度和高差等几何关系,通过计算求得待定点的坐标和高程。

因此,地面点间的水平角、水平距离和高差是确定地面点位的三个基本要素。我们把水平角测量、水平距离测量和高程测量称为测量的三项基本工作。

三、测量工作的基本原则

1. “从整体到局部、由高级到低级、先控制后碎部”的原则

无论是测定还是测设,测量工作都必须遵循在布局上“从整体到局部”,在精度上“由高级到低级”,在程序上“先控制后碎部”的原则。

测绘地形图时,首先在测区内选定一些具有控制作用的点组成控制网,用较高精度测定各控制点的平面位置和高程,称为控制测量。再根据控制点测定其周围的地物、地貌特征点,称为碎部测量。施工放样也要遵循上述原则,首先在建筑施工场地建立施工控制网,进行施工控制测量,然后根据控制点进行施工放样。

遵循测量工作的原则,它可以减小测量误差的积累,保证全测区的整体精度,并且可同时在几个控制点上进行测量,加快测量工作进度。

2. “边工作边检核”的原则

在测量工作中,为防止出现错误,无论是观测计算还是绘图、放样,每一步工作都必须进行检核,上一步工作未检核不进行下一步工作。用检核的数据说明测量成果的合格和可靠,发现错误或达不到精度要求的成果,必须找出原因或返工重测,以保证测量工作各个环节的合格、可靠。

四、测量工作的安全要求

为了更好地防范测绘工作中发生涉及人身安全和健康的事故，2008年2月国家测绘局发布了《测绘作业人员安全规范》CH 1016-2008，规定了测绘生产中与人身安全相关的安全管理、安全防范及应急处理的要求。下面节选了部分与工程测量密切相关条款，要求同学们严格遵守相关要求，在测量工作过程中做好安全保护与防范，确保安全作业。

1. 作业人员（组）应遵守本单位的安全生产管理制度和操作细则，爱护和正确使用仪器、设备、工具及安全防护装备，服从安全管理，了解其作业场所、工作岗位存在的危险因素及防范措施；外业人员还应掌握必要的野外生存、避险和相关应急技能。

2. 所有作业人员都应该熟练使用通信、导航定位等安全保障设备，以及掌握利用地图或地物、地貌等判定方位的方法。

3. 进入单位、居民宅院进行测绘时，应先出示相关证件，说明情况再进行作业。

4. 遇雷电天气应立刻停止作业，选择安全地点躲避，禁止在山顶、开阔的斜坡上、大树下、河边等区域停留，避免遭受雷电袭击。

5. 在高压输电线路、电网等区域作业时，应采取安全防范措施，优先选用绝缘性能好的标尺等辅助测量设备，避免人员和标尺、测杆、棱镜支杆等测量设备靠近高压线路，防止触电。

6. 外业测绘必须遵守各地方、各部门相关的安全规定，如在铁路和公路区域应遵守交通管理部门的有关安全规定；进入草原、林区作业必须严格遵守《森林防火条例》、《草原防火条例》及当地的安全规定；下井作业前必须学习相关的安全规程，掌握井下工作的一般安全知识，了解工作地点的具体要求和安全保护规定。

7. 外业测绘严禁单人夜间行动。在发生人员失踪时必须立即寻找，并应尽快报告上级部门，同时与当地公安部门取得联系。

8. 在车流量大的街道上作业时，必须穿着色彩醒目的带有安全警示反光的马夹，并应设置安全警示标志牌（墩），必要时还应安排专人担任安全警戒员。迁站时要撤除安全警示标志牌（墩），应将器材纵向肩扛行进，防止发生意外。

【知识拓展】

一、地球的形状和大小

测量工作是在地球上进行的，确定地面点的空间位置，与地形的形状与大小有关，因此，必须了解地球形状与大小的基本概念。

地球的自然表面是极不规则的，有高山、丘陵、平原、盆地及海洋等。其中珠穆朗玛峰高出海水面 8844.43m，最低的太平洋西部马里亚纳海沟低于海水面 11022m。这种起伏，相对于半径为 6371km 的地球球体而言，还是微小的。由于地球表面海洋面积约占地球总面积的 71%，陆地面积只占地球总面积的 29%。因此，人们设想，将由静止的海水面延伸穿过陆地所形成的闭合曲面看作是地球总的形状。

自由静止的海水面称为水准面，水准面处处与铅垂线相垂直。过水准面上某点与水

准面相切的平面称为水平面。由于海水潮起潮落，所以水准面有无数个，其中通过平均海水面的水准面称为大地水准面。

如图 1-6 所示，大地水准面所围成的形体称为大地体。用大地体表示地球形体是恰当的，但由于地球内部质量分布不均匀，各处重力不相等，致使大地水准面成为一个有微水起伏的不规则曲面。为便于处理测量成果，测量上选用一个与大地水准面非常接近而又规则的旋转椭球体面代替大地水准面，这个旋转椭球体是由长半径为 a 、短半径为 b 的椭圆绕短轴旋转而成，其表面称为参考椭球面。由于地球的扁率很小，当测区面积不大时，可以把地球当作圆球，其半径为 6371km。

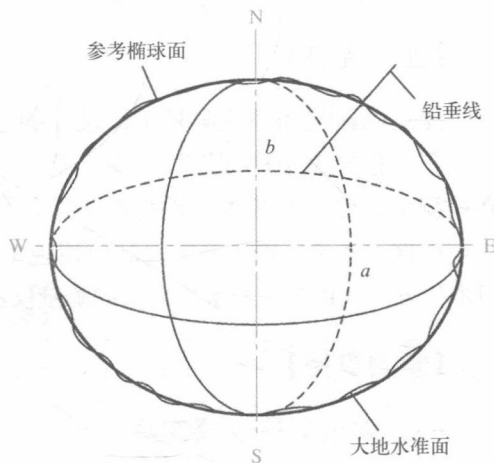


图 1-6 大地水准面与参考椭球

二、大地坐标系

大地坐标系分为参心坐标系和地心坐标系。参心坐标系是按参考椭球与局部地区的大地水准面最佳拟合的定位原则而建立的大地坐标系，其坐标系原点偏离地球质心，由天文大地点的坐标实现。地心坐标系原点位于地心，是用卫星大地测量技术建立的，由空间网的三维坐标和速度实现。

1984 年世界大地坐标系统 (WGS-84 坐标系) 是一种国际上采用的地心坐标系，GPS 广播星历就是以 WGS-84 坐标系为根据的。

我国采用过的 1954 北京坐标系和 1980 西安坐标系属于参心坐标系，精度较低，而且不均匀。新一代的 2000 中国大地坐标系 (CGCS2000) 属于地心坐标系，已经在全国正式启用，北斗卫星导航系统 (BDS) 采用的就是 CGCS2000 大地坐标系。

上述几种大地坐标系可以相互转换。

【能力测试】

1. 绘图说明测量中的平面直角坐标系与数学中的平面直角坐标系有何不同?
2. 已知 $H_A=147.315\text{m}$, $h_{AB}=-2.376\text{m}$, 求 H_B 。
3. 确定地面点位需要哪几个要素? 要做哪些测量的基本工作?

【实践活动】

1. 实训组织: 认识工程测量的工作内容和方法后, 自主完成能力测试。
2. 实训时间: 2 学时。
3. 实训工具: 计算器、铅笔、三角板。

任务 1.2 认识测量仪器工具

【任务描述】

测量仪器是为完成测量工作设计制造的数据采集、处理、输出等的仪器和装置。

在工程建设中规划设计、施工及经营管理阶段进行的水平角测量、水平距离测量和高程测量等测量的基本工作均需要借助测量仪器工具完成。

根据《测量仪器工具借领和使用规定》和教师安排，借领常用测量仪器工具，通过学习本任务，认识工程测量中常用的测量仪器和工具的外形、分类和功能，并完成能力测试。

【学习支持】

一、常用测量仪器工具

(一) 水准测量的仪器工具

水准测量是通过几何原理测定两点间的高差，进而求得待测点高程的高程测量方法，因其观测精度较高，是最常用的一种高程测量方法。

水准测量采用水准仪实施观测，水准仪按其精度分为 DS₀₅、DS₁、DS₃、DS₁₀、DS₂₀ 等几种等级。D、S 分别为“大地测量”和“水准仪”的汉语拼音首字母。其下标中的数字表示仪器能达到的观测精度，即每千米往返测量高差中数的中误差，单位为 mm。常用的水准测量仪器工具见表 1-1。

水准测量的仪器工具

表 1-1

仪器名称	仪器图片	功能和说明
微倾水准仪		<p>【功能】 高差测量。</p> <p>【说明】 微倾水准仪是借助于微倾螺旋和管水准器获得水平视线的普通光学水准仪</p>
自动安平水准仪		<p>【功能】 高差测量。</p> <p>【说明】 自动安平水准仪是指在一定的竖轴倾斜范围内，利用补偿器自动获得水平视线的光学水准仪。用自动安平补偿器代替管水准器，不需精平即可读数，可简化操作，提高作业速度</p>
精密水准仪		<p>【功能】 高差测量。</p> <p>【说明】 精密水准仪是配合因瓦水准尺和平行玻璃板测微器，观测精度可达 0.5 ~ 1mm，主要用于一、二等水准测量和精密工程测量</p>