

GEO-SPATIAL INFORMATION SCIENCE

● 高等学校测绘工程专业核心教材



普通高等教育“十五”国家级规划教材

测绘学概论

Introduction to Geomatics

宁津生 陈俊勇 李德仁 刘经南 张祖勋 等编著



全国优秀出版社
武汉大学出版社

高等学校测绘工程专业核心教材



普通高等教育“十五”国家级规划教材

测绘学概论

宁津生 主编

编委：宁津生 陈俊勇 李德仁 刘经南
张祖勋 陶本藻 祝国瑞 张正禄
龚健雅 何宗宜 李 明



全国优秀出版社
武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

测绘学概论/宁津生,陈俊勇,李德仁,刘经南,张祖勋等编著. —武汉:武汉大学出版社,2004.10

高等学校测绘工程专业核心教材

普通高等教育“十五”国家级规划教材

ISBN 7-307-04380-7

I. 测… II. ①宁… ②陈… ③李… ④刘… ⑤张…[等] III. 测绘学—高等学校—教材 IV. P2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 103039 号

责任编辑:任翔 责任校对:王建 版式设计:支笛

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:wdp4@whu.edu.cn 网址:www.wdp.whu.edu.cn)

印刷:武汉大学出版社印刷总厂

开本:787×1092 1/16 印张:18.75 字数:472千字 插页:1

版次:2004年10月第1版 2004年10月第1次印刷

ISBN 7-307-04380-7/P·84 定价:40.00元

版权所有,不得翻印;凡购我社的图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

内 容 提 要

本书在全国高等学校测绘学科教学指导委员会指导下,由武汉大学组织、5位该学科的院士领衔编写,是测绘工程专业的公共专业基础课的通用教材。该书简明介绍了当代测绘学的基本内容、基础理论和最新技术发展及其在国民经济发展和国防建设中的地位 and 作用。全书共分十一章,包含了大地测量、摄影测量、地图制图、工程测量、海洋测绘、空间定位与导航技术、遥感科学与技术、地理信息系统、测量平差与数据处理以及地球空间信息学与数字地球等内容。

本书可作为高等学校测绘工程专业及相关专业的教材,也可作为从事测绘工作的科技工作者和管理者学习专业知识的参考书。

前言

测绘学是一门古老的学科,有着悠久的历史。随着人类社会的进步、经济的发展和科技水平的提高,测绘学科的理论、技术、方法及其学科内涵也随之不断地发生变化。尤其是在当代,由于空间技术、计算机技术、通信技术和地理信息技术的发展,致使测绘学的理论基础、工程技术体系、研究领域和科学目标正在适应新形势的需要而发生深刻的变化。由“3S”技术(GPS,RS,GIS)支撑的测绘科学技术在信息采集、数据处理和成果应用等方面也正步入数字化、网络化、智能化、实时化和可视化的新阶段。测绘学已经成为研究对地球和其他实体的与空间分布有关的信息进行采集、量测、分析、显示、管理和利用的一门科学技术。测绘行业也逐渐成为信息行业中的一个重要组成部分。它的服务对象和范围已远远超出了传统测绘学比较狭窄的应用领域,扩大到国民经济和国防建设中与地理空间信息有关的各个领域。现代测绘学正向着当代刚刚兴起的一门新型学科——地球空间信息学(Geo-Spatial Information Science,简称,Geomatics)跨越和融合。

现代测绘学的上述发展和变化,也充分反映出学科的交叉和渗透。我国高等学校设置的测绘工程本科专业,是由传统测绘学中的几个分支学科专业综合而成的,体现了这种学科交叉和渗透。因此测绘工程专业的学科内容是丰富的,新技术的含量是很高的,在社会和经济发展中的地位是显明的。对于一个刚踏入高等学校大门的学生来说,他们最关心的莫过于他将要学习的是一个什么样的专业。我们之所以在测绘工程专业新学生中开设这样一门“测绘学概论”课程,其目的就是让他们在入学之始还未接受专业教育之前就先了解测绘工程专业有哪些主要内容,要学习哪些理论和技术,它有怎样的学科地位和社会作用,对测绘工程专业有个概括性的了解,树立学习这门专业的信心,培养他们的学习兴趣,为今后的专业学习从思想认识上打下较稳固的基础。鉴于此,全国高等学校测绘学科教学指导委员会在研讨测绘工程专业的教学体系时将“测绘学概论”作为公共专业基础课程之一。它既是一门课程,也是进行专业教育的教材。这门课程首先列入武汉大学(原武汉测绘科技大学)测绘工程专业的教学计划,并安排了五位两院院士和五位教授分别主讲相关学科领域的教学内容。考虑到新学生对测绘学的专业知识知之甚少,因此要求教师以通俗的语言和多媒体的教学方式向学生作科普性质的讲授,同时编写了相应的讲义。经过6年的教学,这门课程深受测绘工程专业新学生的欢迎,教学效果是好的。现在在武汉大学,不仅测绘工程专业,而且遥感科学与技术、地理信息系统、固体地球物理等专业也开设了此课程。为配合教学,

我们在6年教学实践的基础上,编著了这本教材,由武汉大学出版社公开出版。经全国高等学校测绘学科教学指导委员会申请,本教材被国家教育部正式批准为“十五”国家规划教材。编著者们考虑到这本教材除了用于测绘工程专业的教学之外,为了使其使用范围更广一些,教材内容较之教学大纲的规定有所拓展,以便能适用于科研、生产和管理部门从事测绘专业的科技工作者和管理者学习参考。

参加本书编撰工作的有:宁津生(编写第一章)、陈俊勇(编写第二章)、张祖勋(编写第三章)、祝国瑞、何宗宜(编写第四章)、张正禄(编写第五章)、李明(编写第六章)、刘经南(编写第七章)、李德仁(编写第八章和第十一章)、龚健雅(编写第九章)、陶本藻(编写第十章)。

限于时间和编著者的水平,书中难免有不足之处,欢迎读者不吝指正。

编著者

2004年9月于武汉大学

目 录

第1章 总 论	1
1.1 测绘学的基本概念与研究内容	1
1.1.1 测绘学的基本概念	1
1.1.2 研究内容	2
1.2 测绘学的历史发展	3
1.3 测绘学的学科分类	8
1.3.1 大地测量学	8
1.3.2 摄影测量学	10
1.3.3 地图制图学(地图学)	12
1.3.4 工程测量学	14
1.3.5 海洋测绘学	17
1.4 测绘学的现代发展	17
1.4.1 测绘学中的3S新技术	17
1.4.2 3S技术对测绘学科发展的影响	19
1.4.3 测绘学的现代概念和内涵	20
1.5 测绘学的科学地位和作用	21
1.5.1 在科学研究中的作用	21
1.5.2 在国民经济建设中的作用	21
1.5.3 在国防建设中的作用	21
1.5.4 在社会发展中的作用	21
第2章 大地测量学	23
2.1 概述	23
2.1.1 大地测量学的基本任务	23
2.1.2 大地测量学的作用与服务对象	24
2.1.3 大地测量学的现代发展	25
2.1.4 大地测量学的学科分类	25
2.2 大地测量系统与参考框架	26
2.2.1 大地测量坐标系统和大地测量常数	26
2.2.2 大地测量坐标框架	27
2.2.3 高程系统和高程框架	28
2.2.4 深度基准	28

2.2.5 重力系统和重力测量框架	29
2.3 实用大地测量学	29
2.3.1 实用大地测量学的任务与方法	29
2.3.2 国家平面控制网	30
2.3.3 国家高程控制网	33
2.3.4 国家重力控制网	34
2.4 椭球面大地测量学	35
2.4.1 椭球面大地测量学的基本任务	35
2.4.2 椭球面的大地线及其解算	35
2.4.3 高斯-克吕格投影与地形图分带	35
2.5 物理大地测量学	36
2.5.1 物理大地测量学的任务和作用	36
2.5.2 地球重力场	37
2.5.3 重力测量技术	38
2.6 卫星大地测量学	40
2.6.1 卫星大地测量学的内容、技术特点与作用	40
2.6.2 卫星激光测距技术	41
2.6.3 卫星测高技术	42
2.6.4 其他卫星大地测量技术	44
2.6.5 甚长基线干涉测量技术	44
2.7 我国近五十年大地测量的进展	45
2.7.1 20 世纪 50~70 年代	45
2.7.2 20 世纪 80 年代	47
2.7.3 20 世纪 90 年代	47
2.7.4 2000 年以来	48
第 3 章 摄影测量学	50
3.1 概述	50
3.1.1 什么是摄影测量学	50
3.1.2 摄影测量的分类	51
3.1.3 摄影测量的发展	54
3.2 摄影测量学的一些基本原理	55
3.2.1 摄影机的内方位元素	55
3.2.2 摄影机的外方位元素	56
3.2.3 共线方程	56
3.2.4 恢复(获得)外方位元素的方法	57
3.3 平面摄影测量与立体摄影测量	58
3.3.1 平面摄影测量	58
3.3.2 立体摄影测量	59
3.4 空中三角测量与数字地面模型	64

3.4.1	空中三角测量与区域网平差	64
3.4.2	数字高程模型与等高线测绘	66
3.5	数字摄影测量	68
3.5.1	摄影测量自动化发展与影像匹配原理	68
3.5.2	数字影像	69
3.5.3	数字影像匹配原理	69
3.5.4	内定向与相对定向自动化	70
3.5.5	核线与核线影像	71
3.5.6	DEM 的自动生成	71
3.5.7	数字纠正	73
3.5.8	三维景观影像图与数码城市	74
3.6	数字摄影测量与计算机视觉	76
3.7	数字摄影测量的发展	76
3.7.1	信息获取的种类与方法	77
3.7.2	数字摄影测量理论和实践的发展	77
第4章	地图制图学	78
4.1	地图的基本概念	78
4.1.1	地图的特性	78
4.1.2	地图的内容	78
4.1.3	地图的分类	79
4.2	地图的数学基础	80
4.2.1	地图投影	80
4.2.2	地图定向	82
4.2.3	地图比例尺	82
4.3	地图符号系统	83
4.3.1	地图符号	83
4.3.2	地图色彩	84
4.3.3	地图注记	84
4.4	普通地图编制	85
4.4.1	普通地图要素的表示	85
4.4.2	普通地图的制图综合	87
4.4.3	普通地图设计	89
4.4.4	普通地图编制过程	89
4.4.5	普通地图制图工艺流程	90
4.5	专题地图编制	90
4.5.1	专题地图的分类	91
4.5.2	专题地图的表示方法	91
4.5.3	专题地图的设计与编制	92
4.6	卫星影像地图编制	93

4.7	地图集编制	94
4.7.1	地图集的特点	94
4.7.2	地图集的分类	95
4.7.3	地图集的设计与编制	95
4.8	电子地图	95
4.8.1	电子地图的特点	96
4.8.2	电子地图的技术基础	97
4.8.3	电子地图种类	97
4.8.4	电子地图设计	98
4.9	空间信息可视化	99
4.9.1	地图可视化	99
4.9.2	多媒体地学信息可视化	100
4.9.3	三维仿真地图可视化	100
4.9.4	虚拟环境	100
4.10	地图的应用	101
4.10.1	常规地图的应用	101
4.10.2	电子地图的应用	101
4.11	地图制图学的发展趋势	102
4.11.1	数字地图制图技术的发展	102
4.11.2	地图学新理论的不断探索	103
4.11.3	自动地图制图综合的发展趋势	103
4.11.4	空间信息可视化的发展趋势	103
第5章	工程测量学	105
5.1	概述	105
5.1.1	工程测量学的含义	105
5.1.2	工程测量学的发展概况	105
5.2	工程建设各阶段的测量工作	106
5.2.1	规划设计阶段	106
5.2.2	施工建设阶段	107
5.2.3	运行管理阶段	108
5.2.4	典型的工程测量问题	109
5.3	工程测量的仪器和方法	109
5.3.1	工程测量的仪器	110
5.3.2	工程测量的方法	111
5.4	工程控制网的布设	114
5.4.1	控制网的坐标系	114
5.4.2	控制网的作用和分类	114
5.4.3	控制网的设计	116
5.4.4	控制网的数据处理	119

5.5 施工放样与设备安装测量	119
5.5.1 施工放样概述	119
5.5.2 施工放样方法	119
5.5.3 曲线测设	122
5.5.4 三维工业测量	123
5.5.5 竣工测量	123
5.6 工程变形监测分析与预报	124
5.6.1 变形监测的目的和内容	124
5.6.2 变形监测方案设计	125
5.6.3 变形观测数据处理	126
5.6.4 变形观测资料整理和成果表达	127
5.7 工程测量学的发展展望	127
第6章 海洋测绘	129
6.1 概述	129
6.1.1 海洋测绘概述	129
6.1.2 海洋测绘的特点及高新技术的运用	130
6.2 海洋测绘学科内容	131
6.2.1 海洋大地测量	131
6.2.2 海道测量	131
6.2.3 海洋重力测量	131
6.2.4 海洋磁力测量	132
6.2.5 海洋水文测量	132
6.2.6 海底地形测量	132
6.2.7 海洋工程测量	133
6.2.8 海图学	133
6.3 海洋测绘的主要手段	133
6.3.1 海洋重力测量	133
6.3.2 海洋磁力测量	134
6.3.3 海洋卫星测高	135
6.3.4 海洋控制测量	136
6.3.5 海洋定位测量	137
6.3.6 水深测量	140
6.3.7 海图制图	144
第7章 全球卫星定位导航技术	147
7.1 概述	147
7.1.1 定位与导航的概念	147
7.1.2 定位需求与技术的发展过程	147
7.1.3 绝对定位方式与相对定位方式	148

7.1.4	定位与导航的方法和技术	149
7.1.5	组合导航定位技术	151
7.1.6	区域导航定位技术	152
7.2	全球卫星定位系统的工作原理和使用方法	152
7.2.1	概述	152
7.2.2	GPS全球定位系统的概念	153
7.2.3	GLONASS全球定位系统的概念	154
7.2.4	伽利略(GALILEO)全球定位系统的概念	155
7.2.5	GNSS卫星定位的基本原理	155
7.2.6	GNSS卫星定位的主要误差来源	157
7.2.7	GNSS卫星相对定位原理和方法	158
7.2.8	GPS技术的最新进展	160
7.3	GPS卫星定位导航系统的应用	163
7.3.1	概述	163
7.3.2	GPS定位技术在科学研究中的应用	163
7.3.3	GPS定位技术在工程技术中的应用	165
7.3.4	在军事技术中的应用	168
7.3.5	在其他领域的应用	169
第8章	遥感科学与技术	172
8.1	遥感的概念	172
8.2	遥感的电磁波谱	173
8.3	遥感信息获取	176
8.3.1	遥感传感器	176
8.3.2	遥感平台	178
8.3.3	遥感数据的记录形式与特点	180
8.3.4	遥感对地观测的历史发展	181
8.3.5	主要的遥感对地观测卫星及遥感传感器的未来发展	183
8.4	遥感信息传输与预处理	187
8.4.1	遥感信息的传输	187
8.4.2	遥感信息的预处理	187
8.5	遥感图像数据处理	188
8.5.1	遥感图像数据处理概述	188
8.5.2	雷达干涉测量和差分雷达干涉测量	188
8.6	遥感技术的应用	192
8.6.1	在国家基础测绘和建立空间数据基础设施中的应用	192
8.6.2	在铁路、公路设计中的应用	193
8.6.3	在农业中的应用	193
8.6.4	在林业中的应用	193
8.6.5	在煤炭工业中的应用	193

8.6.6	在油气资源勘探中的应用	194
8.6.7	在地质矿产勘查中的应用	195
8.6.8	在水文学和水资源研究中的应用	195
8.6.9	在海洋研究中的应用	196
8.6.10	在环境监测中的应用	197
8.6.11	遥感与 GIS 在洪水灾害监测与评估中的应用	198
8.6.12	在地震灾害监测中的应用	198
8.7	我国航天航空遥感的主要成就	198
8.7.1	我国的航天遥感系统	199
8.7.2	我国的航空遥感技术	205
8.8	遥感对地观测的发展前景	205
8.8.1	航空航天遥感传感器数据获取技术趋向三多和三高	205
8.8.2	航空航天遥感对地定位趋向于不依赖地面控制	206
8.8.3	摄影测量与遥感数据的计算机处理更趋自动化和智能化	206
8.8.4	利用多时相影像数据自动发现地表覆盖的变化趋向实时化	207
8.8.5	航空与航天遥感在构建“数字地球”和“数字中国”中正在发挥 愈来愈大的作用	207
8.8.6	全量化遥感方法将走向实用	207
8.8.7	遥感传感器网络与全球信息网格走向集成	208
第 9 章	地理信息系统	209
9.1	地理信息系统的概念	209
9.1.1	地理现象及其抽象表达	209
9.1.2	地理信息系统的含义	211
9.1.3	地理空间对象的计算机表达	211
9.2	地理信息系统的硬件构成	212
9.2.1	单机模式	212
9.2.2	局域网模式	213
9.2.3	广域网模式	213
9.2.4	输入设备	215
9.2.5	输出设备	216
9.3	地理信息系统的软件构成	216
9.3.1	概述	216
9.3.2	数据输入子系统	217
9.3.3	图形及属性编辑子系统	217
9.3.4	空间数据库管理系统	220
9.3.5	空间查询与空间分析子系统	220
9.3.6	制图与输出子系统	221
9.4	地理信息系统的主要特性	223
9.4.1	GIS 与机助制图系统的区别与联系	223

9.4.2	GIS与数据库管理系统的区别与联系	224
9.4.3	GIS与CAD的区别与联系	224
9.4.4	GIS与遥感图像处理系统的区别与联系	224
9.5	地理信息系统的工程建设与应用	225
9.5.1	GIS的应用系统开发	225
9.5.2	GIS工程设计与建设	226
9.5.3	GIS的主要应用领域	227
9.6	地理信息系统的起因与发展	231
9.6.1	地理信息系统的发展过程	231
9.6.2	当代地理信息系统的进展	232
第10章	观测误差与测量平差	236
10.1	概述	236
10.1.1	观测(测量)	236
10.1.2	观测误差	236
10.1.3	测量平差	238
10.2	测量平差原则与精度指标	239
10.2.1	偶然误差的规律性	239
10.2.2	衡量精度的指标	242
10.2.3	不同精度观测的权	244
10.2.4	平差原则	245
10.3	误差传播律	247
10.3.1	什么是误差传播律	247
10.3.2	误差传播律	247
10.3.3	方差-协方差传播律	249
10.4	测量平差基本原理	250
10.4.1	平差问题的基本要求	250
10.4.2	同精度直接平差原理	251
10.4.3	间接平差原理	252
10.5	近代测量平差及其在测绘学中的作用	253
10.5.1	近代测量平差综述	253
10.5.2	测量平差在现代测绘中的作用	254
第11章	地球空间信息学与数字地球	256
11.1	什么是数字地球	256
11.1.1	资源经济、资本经济和知识经济	256
11.1.2	数字地球的提出	256
11.2	数字地球的技术支撑	259
11.2.1	信息高速公路和计算机宽带高速网	259
11.2.2	高分辨率卫星影像	259

11.2.3	空间信息技术与空间数据基础设施	259
11.2.4	大容量数据存储及元数据	260
11.2.5	科学计算	260
11.2.6	可视化和虚拟现实技术	260
11.3	作为数字地球基础的地球空间信息科学	261
11.3.1	地球空间信息科学的形成	262
11.3.2	地球空间信息科学的理论体系	262
11.3.3	地球空间信息学的技术体系	263
11.3.4	GPS、RS 与 GIS 的集成	264
11.4	数字地球的应用	270
11.4.1	数字地球对全球变化与社会可持续发展的作用	270
11.4.2	数字地球对社会经济和生活的影响	270
11.4.3	数字地球与精细农业	270
11.4.4	数字地球与智能化交通	272
11.4.5	数字地球与数码城市	273
11.4.6	数字地球为专家服务	273
11.4.7	数字地球与现代化战争	275
11.4.8	数字地球走进千家万户	275
11.5	发展与展望	276
11.5.1	时空信息获取的天地一体化和全球化	276
11.5.2	时空信息加工与处理的自动化、智能化与实时化	276
11.5.3	时空信息管理和分发的网格化	277
11.5.4	时空信息服务的大众化	277
参考文献		279

第1章 总 论

1.1 测绘学的基本概念与研究内容

1.1.1 测绘学的基本概念

测绘学起初的概念是以地球为研究对象,对它进行测定和描绘的科学。按照这样的概念,测绘就是利用测量仪器测定地球表面自然形态的地理要素和地表人工设施的形状、大小、空间位置及其属性等,然后根据观测到的这些数据通过地图制图的方法将地面的自然形态和人工设施等绘制成地图,如图 1-1 所示。图 1-1a 为利用小平板仪测绘地形图,图 1-1b 为实地和地形图的对应关系。一般情况下,这种概念的测绘工作限于较小区域的测量和制图,将地面当成平面,不考虑地球曲率的影响。但是地球表面并不是平面,测绘工作的范围也不限于较小的区域,尤其当代测绘科学技术的应用领域不断扩大,其工作范围不仅是大区域,例如一个国家,一个地区,有时甚至需要进行全球的测绘工作。在这种情况下,测绘工作和测绘学所要研究的问题就不是像上面所说的那样简单,而是变得复杂得多了。此时,测绘学不仅研究地球表面的自然形态和人工设施的几何信息的获取和表述问题,而且还要把地球作为一个整体,研究获取和表述其几何信息之外的物理信息,如地球重力场的信息以及这些信息随时间的变化。随着科学技术的发展和社会的进步,测绘学的研究对象不仅是地球,还需要将其研究范围扩大到地球外层空间的各种自然和人造实体。因此,测绘学的一个比较完整的基本概念应该是:研究对实体(包括地球整体、表面以及外层空间各种自然和人造的物体)中与地理空间分布有关的各种几何、物理、人文及其随时间变化的信息的采集、处理、管理、更新和利用的科学与技术。针对地球而言,测绘学就是研究测定和



图 1-1a 小平板仪测图

推算地面及其外层空间点的几何位置,确定地球形状和地球重力场,获取地球表面自然形态和人工设施的几何分布以及与其属性有关的信息,编制全球或局部地区的各种比例尺的普通地图和专题地图,建立各种地理信息系统,为国民经济发展和国防建设以及地学研究服务。随着科学技术的发展,现时又出现了许多现代测绘新技术,使得测绘的理论和方法及其应用范围发生了巨大的变化,与此相应地,测绘学又有了新的概念和含义,这在本章后面测绘学的现代发展中去阐述。从上面测绘学的基本概念中可以看出,测绘学主要研究地球的地理空间信息,同地球科学的研究有着密切的关系,因此测绘学可以说是地球科学的一个分支学科。

1.1.2 研究内容

从测绘学的基本概念可知,其研究内容是很的,涉及许多方面。现仅就测绘地球来阐述其主要内容:第一,在已知地球的形状、大小及其重力场的基础上建立一个统一的地球坐标系,用以表示地球表面及其外部空间任一点在这个地球坐标系中准确的几何位置。由于地球的外形接近一个椭球(称为地球椭球),所以地面上任一点的几何位置即用这一点在地球椭球面上的经纬度和其高程表示。这里要研究地球重力场理论、确定地球椭球参数、建立测绘基准和坐标系以及测定点的坐标的技术和方法。第二,有了大量的地面点的坐标和高程,就可以此为基础进行地表形态的测绘工作,其中包括地表的自然形态,如水系、地貌、土壤和植被的分布,也包括人类社会活动所产生的各种人工形态,如居民地、交通线和各种建筑物的位置。对于小面积的地表形态测绘工作可以利用普通的测量仪器,通过平面测量的方法直接测绘地形图;对于大面积地表形态的测绘工作,通常采用摄影方法,获得地表形态和人工设施空间分布的影像信息,根据摄影测量理论和方法,将地表形态和人工设施的影像信息用模拟的、解析的或数字的方式转变成各种比例尺的地形原图或形成地理数据库。第三,以上用测量仪器和测量方法所获得的自然界和人类社会现象的空间分布、相互联系及其动态变化信息,最终要以地图图形的形式反映和展示出来。为此要经过地图投影、综合、编制、整饰和制印,或者增加某些专门要素,才能形成各种比例尺的普通地图和专题地图。因此,传统地图学就是要研究地图制作的理论、技术和工艺。第四,各种经济建设和国防工程建设的规划、设计、施工和建筑物建成后的运营管理中,都需要进行相应的测绘工作,并利用测绘资料引导工程建设的实施,监视建筑物的形变。这些测绘工程往往要根据具体工程的要求,采取专门的测量方法。对于一些特殊的工程,还需要特定的高精度测量或使用特种测量仪器去完成相应的测量任务。第五,在海洋环境(包括江河湖泊)中进行测绘工作,同陆地测量有很大的区别。主要是测量内容综合性强,需多种仪器配合施测,同时完成多种观测项目,测区条件比较复杂,海

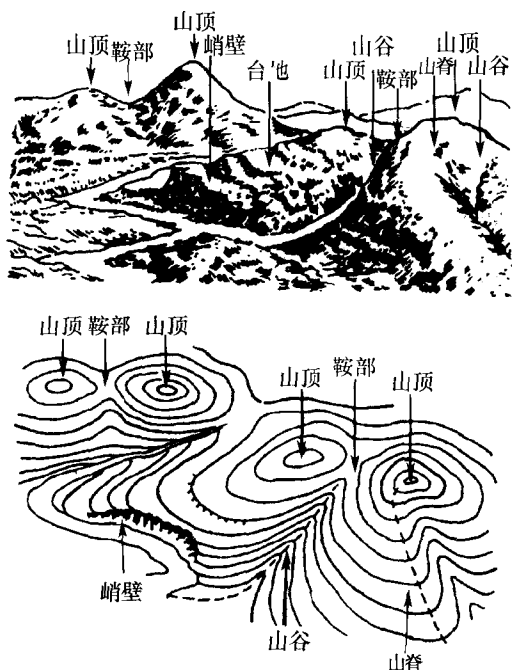


图 1-1b 实地和地形图的对应关系