



地图学

实习指导

颀耀文 焦继宗 王晓云 著



兰州大学出版社
LANZHOU UNIVERSITY PRESS



地图学

实习指导



颀耀文 焦继宗 玉晓云 著



兰州大学出版社
LANZHOU UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

地图学实习指导 / 颀耀文, 焦继宗, 王晓云著. --
兰州: 兰州大学出版社, 2018.1
ISBN 978-7-311-05327-7

I. ①地… II. ①颀… ②焦… ③王… III. ①地图学
—高等学校—教学参考资料 IV. ①P28

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第028098号

策划编辑 陈红升
责任编辑 王颖瑾
封面设计 郇海

书 名 地图学实习指导
作 者 颀耀文 焦继宗 王晓云 著
出版发行 兰州大学出版社 (地址:兰州市天水南路222号 730000)
电 话 0931-8912613(总编办公室) 0931-8617156(营销中心)
0931-8914298(读者服务部)
网 址 <http://press.lzu.edu.cn>
电子信箱 press@lzu.edu.cn
印 刷 虎彩印艺股份有限公司
开 本 787 mm×1092 mm 1/16
印 张 9(插页2)
字 数 189千
版 次 2018年3月第1版
印 次 2018年3月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-311-05327-7
定 价 25.00元

(图书若有破损、缺页、掉页可随时与本社联系)

前 言

地图既是地学研究不可或缺的重要手段，也是成果表达的重要方式。地图学是我国高等院校地理学各专业的基础课，具有很强的技术性、实践性和应用性。地图学实习是学生理解、掌握和巩固课堂理论教学效果，提高识图、用图、制图技能以及创新实践能力的重要环节，在地图学教学中占有举足轻重的地位。目前，大部分地图学实习教材比较偏重于传统方法，内容较为陈旧。随着现代信息技术在地图学领域应用的不断深化，地图学实习内容也需要相应地做出一些调整，具体体现在对实习内容、实习材料、实习条件、实习结果的电子化和数字化等方面。

根据大多数院校地图学课程采用“54（或72）+18”（课堂讲授+室内实习）的学时设置的情况，本教材从现实的可操作性出发，将18个实习学时划分为6次，每次3个学时。这样既保证了每个实习对时间分配的合理性和每次实习分量的适宜性，又兼顾了对教材内容的涵盖性和实习组织的便利性。6个实习内容中，实习1是对地图的认识和制图软件的介绍，实习2是地图投影的手工绘制与变形观察，实习3是地图数字化与投影变换，实习4是地图符号的设计与开发，实习5是机助专题制图与地图概括，实习6是地形图阅读与量算。对每一个实习，我们都分别从“说明”“目的和要求”“实习步骤”等方面进行了详细编写，以便于学生直接对照教材进行练习或操作。

为了进一步强化学生综合运用地图的能力，本教材还同时设置了两个野外实习。其中的“地形图野外读图和定向越野实习”让学生通过对大比例尺地形图地图与实地的对照，建立起地图图形与实地地物的对应关系，强化学生对比例尺、地图符号、地图概括等的直观认识，锻炼地形图阅读能力和空间思维能力；“榆中盆地土地利用现状调查与制图实习”把遥感资料的准备、野外调绘、计算机制图、地图量算与分析、调查报告的编写等过程有机地贯穿起来，使学生对从资料搜集、数据采集、地图编制到分析统计的



全过程受到系统训练。

本教材的编写具有如下特点：一是与课堂教学内容的紧密衔接性。所有实习都与课堂教学的进度相适应，便于学生及时理解、掌握课堂教学内容。第一次实习可以从开学期的第三周开始，然后每隔两周开展一次，这样每一个实习的内容都能与课堂教学的进度紧密衔接，便于学生加深对课堂内容的理解，及时将课堂上讲授的方法转化为具体的技能。二是内容设计对地图学基本知识体系的覆盖性。实习内容对地图学理论、地图制图学和应用地图学都有所涉及，特别是注重对地图学最基础的方面——数学基础、地图符号、地图概括的重点练习。三是实习内容之间的联系性和衔接性。前边的实习是后面实习的基础，例如，地图数字化所产生的结果既是地图投影变换的数据源，也是机助专题制图的基础数据等。四是对地图学现代特征的良好体现性。本教材在传统地图学实习内容基础上，加强了对地图学电子化、数字化和信息化方面内容的练习，同时注重在现代条件下对地图的应用，突出了现代地图学的时代性特点。五是室内实习和室外实习的结合性。六个室内实习与两个野外实习，各有侧重，相辅相成，能够起到巩固课堂知识、自主开展地图设计以及在实践中灵活应用地图的目的。

本教材由颀耀文负责总体设计和统稿工作，焦继宗负责各章节的组稿、审稿和校对工作，王晓云负责基础材料的收集工作。兰州大学地图学与地理信息系统专业前后有数届硕士和博士研究生参加过部分内容的编写工作，尤其是鲁晖、姜转芳、吕利利、刘晓君、张文培、李虹、魏宝成、张自强、韩孟飞、张玲玲、穆亚超、梁东旭、卫姣姣、张娟、翟世常、郝媛媛、赵虹、姜海兰、陈云海、石峰、刘欣、汪桂生等在资料的收集与整理、实习步骤的编写、插图的绘制等方面做了大量工作。兰州大学出版社的陈红升老师在策划方面，王颖瑾编辑在文字校对、编辑出版方面做了大量工作。对以上人员的辛勤劳动，在此一并表示感谢。

作者

2018年2月

目 录

第一部分 室内实习

实习1 地图认知与制图软件介绍	001
1.1 说明	001
1.2 实习目的	003
1.3 实习内容	004
1.4 现代地图的认识及阅读	016
1.5 ArcMap的基本操作	020
实习2 地图投影的手工绘制与变形观察	028
2.1 说明	028
2.2 目的要求	028
2.3 实习步骤	028
实习3 地图数字化与投影变换	035
3.1 说明	035
3.2 实习目的和内容	035
3.3 实习步骤	036
实习4 地图符号的设计与开发	049
4.1 说明	049
4.2 实习数据	049



4.3 实习目的和内容	049
4.4 实习步骤	050
实习5 机助专题制图与地图概括	065
5.1 说明	065
5.2 实习目的	065
5.3 实习内容	066
5.4 实习步骤	066
实习6 地形图阅读与量算	088
6.1 说明	088
6.2 目的要求	088
6.3 实习步骤	089
6.4 利用计算机进行地图量算(以 ArcGIS 为例)	100

第二部分 野外实习

实习7 野外定向行进与地形图阅读	105
7.1 实习目的及要求	105
7.2 实习步骤	105
7.3 实习考查	106
7.4 注意事项	106
实习8 土地利用现状调查与制图	108
8.1 实习目的	108
8.2 实习任务	108
8.3 外业调绘的基本方法	110
8.4 外业调查基本要求及注意事项	111
8.5 内业转绘、图件编制及土地利用现状分析	112

附 录

附录1 ArcGIS 软件简介	115
------------------------------	------------



1.1	ArcGIS软件的发展历程	115
1.2	ArcGIS软件结构	116
1.3	ArcGIS桌面产品(Desktop GIS)	117
1.4	嵌入式GIS(Embedded GIS)	122
1.5	服务器GIS(Server GIS)	122
1.6	移动GIS(Mobile GIS)	124
附录2	Avenza地图制作插件简介	125
2.1	Adobe Illustrator和Adobe Photoshop简介	125
2.2	MAPublisher地图制作插件介绍	126
2.3	Avenza Geographic Imager地理成像仪插件介绍	128
附录3	土地利用现状分类体系	131



第一部分 室内实习

实习1 地图认知与制图软件介绍

1.1 说明

地图的产生时间不亚于文字。地图经过长期的历史演变，已经从古地图、传统地图发展到现代地图的新阶段。在认识地图之前，首先需要回顾一下地图的基本概念、基本特性、构成要素、基本功能和分类。同时，为了利用计算机软件开展地图学实习，还需要对常用的制图软件加以介绍。

1.1.1 关于地图

地图是按照严密的数学法则，用特定的符号系统，将地球或其他星球的空间事象以二维或多维、静态或动态可视化形式，通过综合概括、模型模拟等手段缩小表示在一定载体上，科学地分析认知与交流传输事象的时空分布、质量与数量特征及相互关系等多方面信息的一种图形与图像。

地图的基本特性：(1) 严密的数学法则；(2) 特定的符号系统；(3) 科学的地图概括。

地图的构成要素：(1) 数学要素——用来确定地学要素的空间相关位置，起“骨架”作用的要素，如椭球体、坐标系、控制点、比例尺、经纬网和公里网等；(2) 地学要素——根据制图的要求所表达的内容，又称为内容要素，如水系、地形地貌、土质植被、城市、村镇、交通线、境界线等；(3) 辅助要素——对地图阅读起辅助作用的要素，包括图名、图号、图例、附图、图表等。

地图的基本功能：(1) 信息载负与存储功能；(2) 信息传输与交流功能；(3) 地图模拟与模型功能；(4) 地图认知与感受功能。

1.1.2 地图的分类

1.1.2.1 传统常用分类

(1) 按地图内容划分：普通地图和专题地图。其中，普通地图包括地形图与地理图，专题地图包括自然地图和人文社会经济地图。

(2) 按比例尺划分：大比例尺地图（大于1：100 000）、中比例尺地图（1：100 000～1：1 000 000）和小比例尺地图（小于1：1 000 000）。

(3) 按制图区域划分：全球地图、半球地图、大洲地图、大洋地图、自然区域地图和世界地图、国家地图、省（区）地图、县地图等。

(4) 按功能作用划分：通用地图、专用地图和特种地图。

1.1.2.2 现代新分类

(1) 按数模性质划分：模拟地图（实物图、电子模拟图）和数字地图（矢量和栅格图）。

(2) 按虚实状况划分：实地图（实物地图和电子地图）和虚地图（数字地图和心象地图）。

(3) 按时间状态划分：静态地图和动态地图（动画图、交互图、多维动态地图和虚拟现实环境等）。

(4) 按数据维数划分：二维平面地图、三维立体地图、多维动态地图、地学信息图解和地学信息图谱。

(5) 按出版形式划分：印刷版地图、光盘电子版地图和网络版地图。

1.1.3 常用制图软件

计算机地图制图是研究地图空间信息的获取、变换、存贮、处理、识别、分析和图形输出的理论方法和技术工艺手段。与传统地图制图相比，其制图环境发生了根本性的变化。过去，制图人员面对的始终是有形的纸质地图，编图工作是在一种现实的可视（可以触摸）环境中进行的。现在，制图者主要面对的是数据，所有制图资料变成计算机可以接受的数字形式，制图过程实际上就是对数据的编辑处理、管理维护和可视化再现的过程。数据联结着各个制图环节，因此计算机地图制图也称为“数字制图”。

常用的计算机制图软件有两类，即公用制图软件类、专业地图制图软件类。前者如

Adobe Photoshop、CorelDRAW、Adobe Illustrator等，后者如AutoCAD、ArcGIS、3D Studio Max、Avenza MAPublisher、Avenza Geographic Imager等。

Adobe Photoshop是最常见的公用制图软件，它是一种图像处理软件，以处理像素所构成的数字图像为主。该软件拥有众多的编修与绘图工具，使用方便、功能强大，可以高效地进行图片处理工作。CorelDRAW是一款以处理矢量文件为主的绘图与排版软件，主要用于商标设计、标志制作、模型绘制、插图描画、排版及分色输出等诸多领域，在美术设计和商业设计领域十分受欢迎。Adobe Illustrator与CorelDRAW类似，也是一款用于处理矢量插画的软件。但不同的是，Adobe Illustrator广泛应用于印刷出版、海报书籍排版等，适合各种出版物插图的处理。附录2中有Illustrator和Photoshop的简介，读者可自行参阅。

AutoCAD是一款计算机辅助设计软件，可以用于绘制二维制图和基本三维设计。该软件主要用于土木建筑、装饰装潢、工业制图、工程制图、电子工业等工程领域，可谓是工程制图的不二之选。ArcGIS是一款地理信息系统软件，可用于地理数据的存储、显示、制图、分析等，在绘图领域主要用于各种地图的绘制以及与地图有关的内容的绘制。3D Studio Max是一款基于PC系统的三维动画渲染和制作软件，拥有强大的三维制作能力，主要用于三维场景、图片的制作。

当前，许多GIS软件主要设计用于处理地理信息，在生产高品质出版地图方面显得能力不足，于是人们经常借助平面图形设计软件来生产地图，但难以满足对精确地理坐标、严密比例尺的要求和对属性数据编辑的要求。在这种情况下，近年来，加拿大Avenza Systems公司为Adobe公司的产品开发了很多插件，其中Avenza MAPublisher是一款专为Adobe Illustrator用户打造的地图设计制作与出版插件，软件内置了丰富的工具，可以一键无缝集合到Illustrator环境中使用，支持ESRI、MapInfo、MicroStation、AutoCAD等软件所保存的文件格式，并拥有支持批处理生成、制图速度快的特点。

同时，Avenza Systems公司还开发了另一个制图插件——Avenza Geographic Imager® for Adobe Photoshop。该软件增强了Photoshop功能，使其具有空间图像快速、高效地工作的能力。它增加了工具来导入、编辑、处理和输出地理空间图像，如航空和卫星图像，使用者可以使用Photoshop的原有功能，同时保持了对空间的引用。关于Avenza MAPublisher和Geographic Imager比较详细的介绍请参见附录2。

本教材是以ArcGIS软件为制图工具开展实习，因此需要同学们对该软件有一个基本的认识 and 了解，同时还要学会一些基本的操作。关于ArcGIS软件的介绍，请同学们自行参阅后面的附录1。关于ArcGIS软件的基本操作，请同学们按照指导教师的示范进行练习。

1.2 实习目的

本次实习将通过对地图的观察和阅读，达到以下目的：

- (1) 见识各种古老地图、传统地图和现代地图，了解地图的发展过程；
- (2) 认识和体会地图的概念、基本特性、构成要素、地图功能、地图分类；
- (3) 练习一般性阅读地图的能力；

- (4) 了解计算机制图软件的种类;
- (5) 掌握 ArcMAP 软件的基本操作。

1.3 实习内容

以班级为单位, 根据人数分成若干组, 每组不超过4人, 每组下发已打印好的各种地图一套, 实现对不同种类地图的阅读、认识和理解。条件不具备时, 指导教师可利用投影仪播放, 学生在指导教师的引导和启发下进行阅读和鉴赏。

1.3.1 认识古地图

(1) 最古老的西方文明地图

2005年, 比利时考古学家展示了在意大利南部出土的公元前500年的一块陶器残片, 其上所描画的该国南部普利亚地区的地图, 被认为是迄今发现的西方文明最早的地图(见图1-1)。这块陶片的大小相当于一枚邮票, 上面的图案为高脚靴形状的亚平宁半岛的“鞋跟”部分。与现代地图一样, 这块陶片地图上不同方位的地名前使用圆点标注。地名标注使用的都是古希腊字母。这块陶片地图上一共标明了13座城镇, 其中有些地名保留至今。半岛两边刻上的波浪状线条, 分别表示半岛西面的爱奥尼亚海与东面的亚得里亚海。

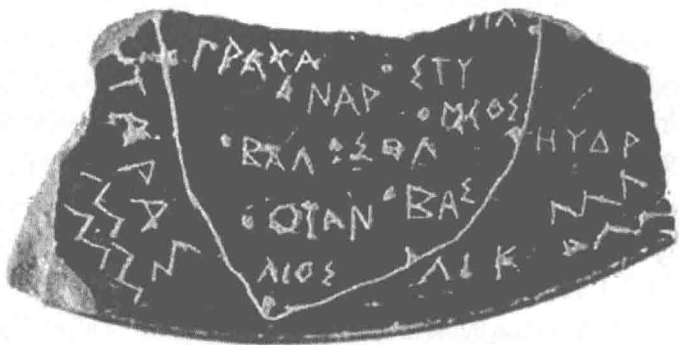


图 1-1 迄今发现的最古老的西方文明地图

(资料来源: http://www.360doc.com/content/11/0821/00/3866689_142058749.shtml)

(2) 九州山川实证总图

该地图选自我国《禹贡山川地理图》一书, 图中主要表示了山、河、湖、海及冀、兖、青、徐、豫、荆、雍、梁九州界域及内容, 并采用古代地图传统形象绘画法, 以文字注记区别古今内容——九州用阴文, 宋代建置用阳文, 地名套以黑圈, 山河名加方框, 河道变迁处辅以文字说明。该图刻工精细、印制清晰, 是我国现存最早的雕版墨印地图实物(见图1-2), 现藏于北京图书馆。

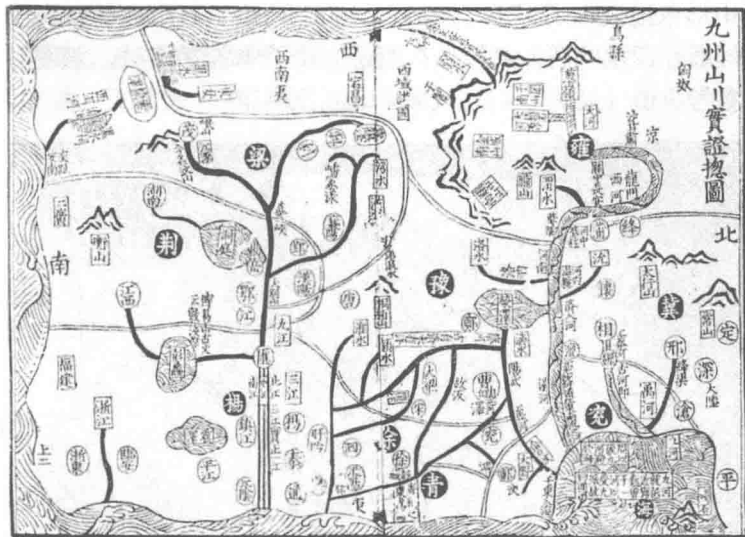


图 1-2 九州山川实证总图(南宋淳熙四年,1177年)

(3) 华夷图

该图为南宗绍兴六年(1136年)石刻,较详细地表示了中国东部的山川、州、府,突出地绘制了黄河、长江、珠江、辽河、红河以及太湖、洞庭湖、鄱阳湖、巢湖、青海湖、居延海等水系要素,表示了400多个州府居民地及注记,长城以城墙象形符号绘出。本图内容表示全面、详细,是我国唐宋地图的精品(见图1-3),现藏于陕西省碑林博物馆。

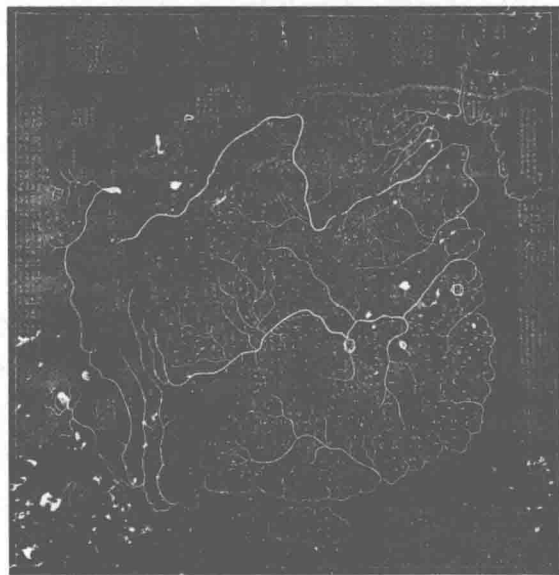


图 1-3 华夷图

(4) 汉西域诸国图

南宋景定年间(1260—1264年)雕版墨印本图,主要反映了汉代西域诸国分布以及

交通路线。图中形象地表示了天山、葱岭、北山、南山、石山和积石山及其名称，并清晰地绘出了中国通往西域的两条路线，全图还标注了地名70多处。该图对研究西域地理沿革有一定的参考价值（见图1-4），现藏于北京图书馆。

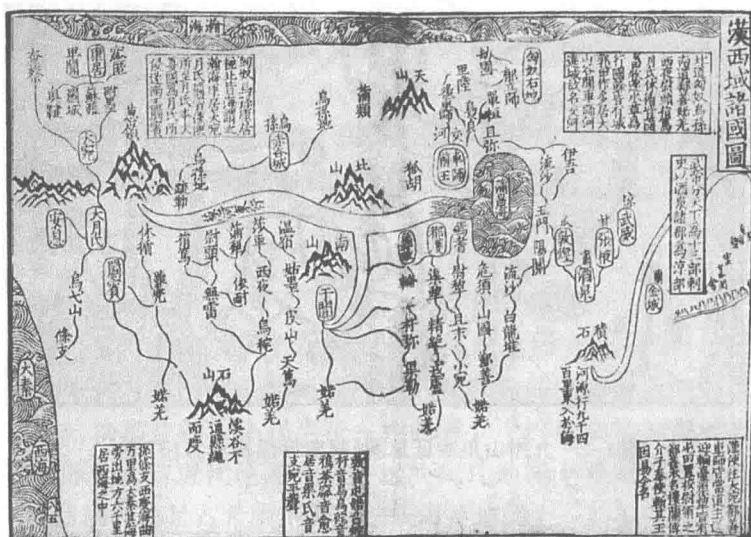


图1-4 汉西域诸国图

(5) 饶州府城图

本图以形象化手法主要表示山岭、河流、湖泊等自然地理要素及寺庙、居民地等建筑，还有名称注释（见图1-5）。该图是反映江西省地理概貌的艺术珍品之一，对研究中国古代地图及明代江西历史地理等有一定价值。该图为28 cm×26.5 cm 绢底彩图本，现藏于北京图书馆。



图1-5 饶州府城图

(资料来源：图1-2~图1-5 http://blog.sina.com.cn/s/blog_67545dc20101a9f5.html)

(6) 古罗马学者旁波尼乌斯·梅拉绘制的地中海地图

公元43年绘制，由于梅拉出生于西班牙，所以此图从直布罗陀海峡开始画，对地中海的描绘较为准确。下图为1898年重绘版本。

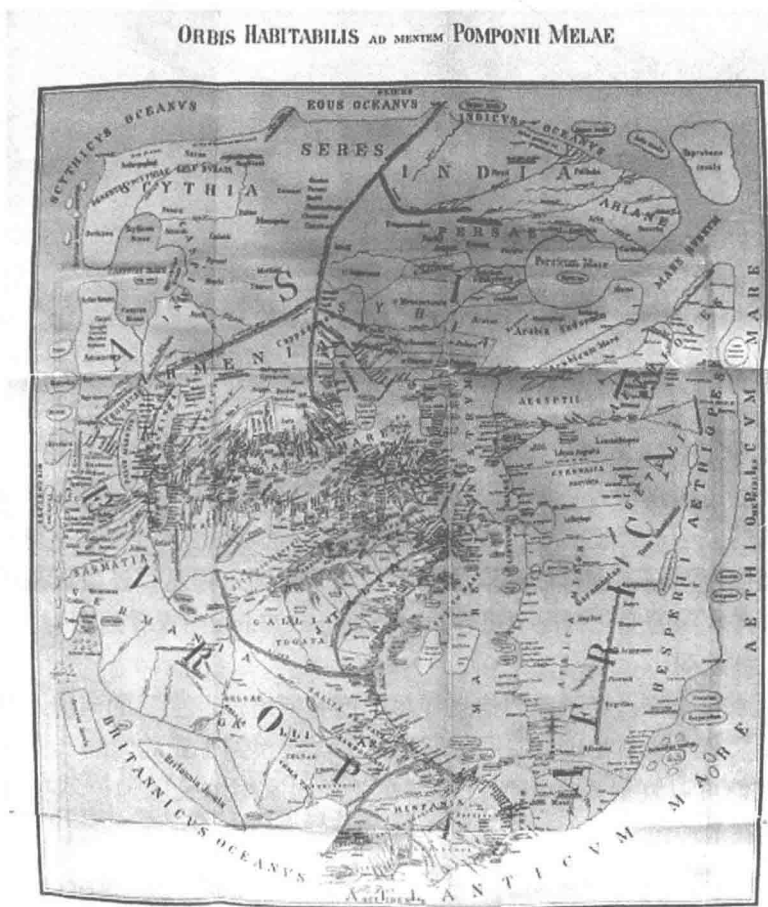


图1-6 公元43年由旁波尼乌斯·梅拉绘制的地中海地图

(资料来源：http://blog.sina.com.cn/s/blog_517eed9f0102vx2n.html)

通过以上古代地图示例可以看出，古代地图的发展是一个从原始到逐渐精确的循序渐进的发展过程。利用现代地图的概念来考察，有些地图虽然算不上严格意义上的地图，最突出的表现就是缺乏严密的数学法则，更具有示意图的性质，但它们的确在当时传递空间信息方面起到了不可替代的作用。

1.3.2 认识传统地图

(1) 世界地图

世界地图表达的信息较为宏观，主要信息为各个国家和地区在地球上的空间格局，通过地图阅读可以直观地了解各个国家的空间分布以及诸多国家和地区与中国的相对位置（见图1-7）。

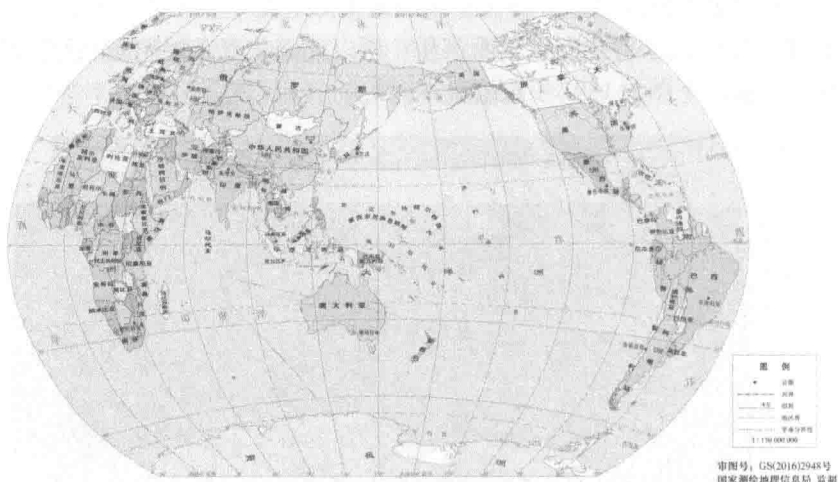


图 1-7 世界地图

(2) 太平洋地图

与世界地图相比，太平洋地图的制图范围显然小了许多，但是太平洋地区的信息比世界地图的信息更加详细，在世界地图中很多没有显示的小岛，在这里都得到了放大显示。通过阅读地图，不仅可以获取和太平洋毗邻的国家信息，还可以从蓝色的深浅粗略地了解太平洋水深的变化情况（可在 <http://map.ps123.net/> 中查看地图）。

(3) 亚洲地图

与世界地图相比，亚洲地图信息详尽程度有所增加，主要的河流水系和交通干线有所凸显；和太平洋地图相比，制图区域由太平洋转换到了亚洲大陆（见图 1-8）。通过地图阅读，我们可以直观地认识到，中国在亚洲国家中的大国地位不仅体现在国土面积上，更体现在地理位置上。

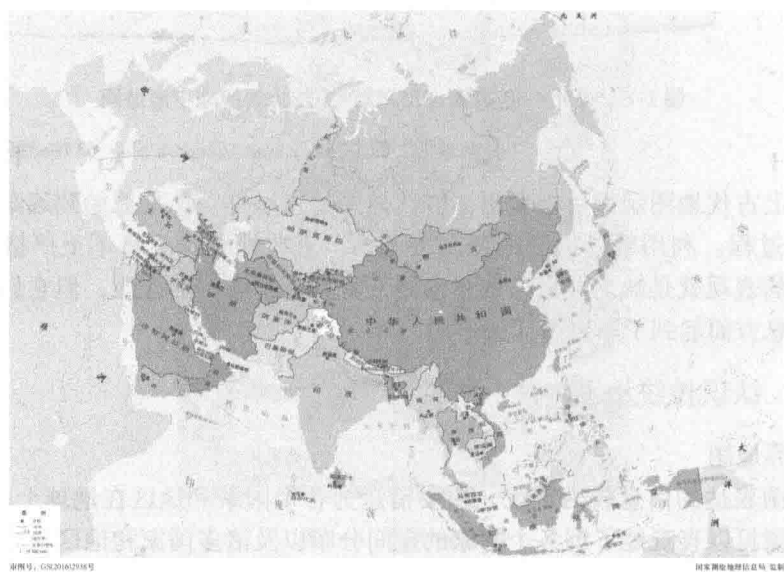


图 1-8 亚洲地图

(4) 中国地图

中国地图是我们最熟悉的地图，通过阅读地图我们可以直观地获取中国省级行政单元的构成、首都及各省会城市的分布位置、与中国毗邻的国家和地区（见图1-9）。

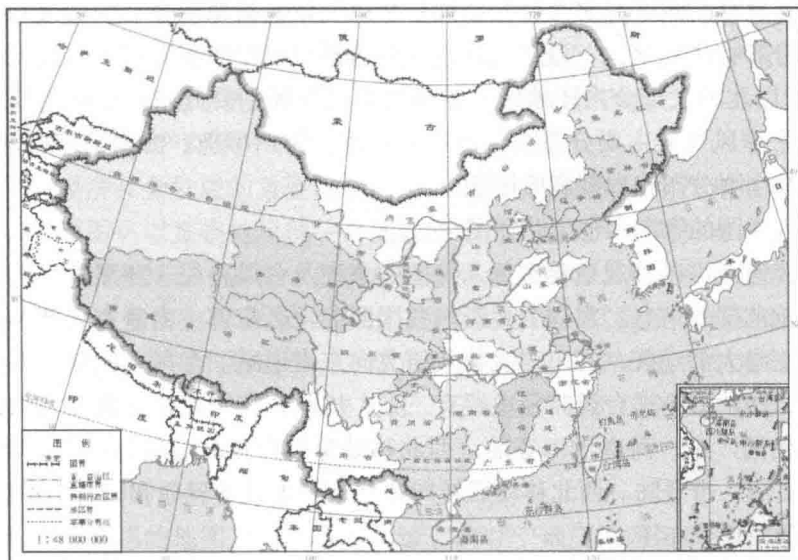


图1-9 中国地图

(5) 中国地势图

通过阅读地图，可以看到青藏高原、塔里木盆地、华北平原、东南丘陵等大型地理单元的空间位置（见图1-10）。兰州大学的多个重要建筑物都是以中国西北著名的大山命名的，这些名山在中国地势图上都可以找到，如祁连山、昆仑山、天山、贺兰山等。



图1-10 中国地势图