

179
[苏]K.A. 萨里谢夫 著

李道义 王兆彬 译

廖 克 校

地图制图学概论

测绘出版社

地图制图学概论

[苏] K. A. 萨里谢夫著
李道义 王兆彬译
廖克校

测绘出版社

内 容 简 介

本书概略地阐述了地图制图学的基本内容：关于地图制图学的研究对象、方法和地图（用地图制图的方法模拟客观实际）的理论，包括地图的数学基础、制图综合原理和地图表示法（地图符号系统），以及地图的分类和分析问题；地图资料和地图资料的系统分析与评价，地图资料的科学管理和检索方法的理论问题；地图利用的理论和方法（包括地图研究法）；地图制图学的发展现状和前景。

原书经苏联高等与中等专业教育部审定，为大学地图制图专业的教科书。

本书可供高等院校地理、测绘等有关专业的师生参考，也可供从事地图制图研究和生产的有关人员参考。

К. А. Салищев

КАТОВЕДЕНИЕ

Издательство Московского университета

地 图 制 图 学 概 论

[苏] К. А. 萨里谢夫著

李 道 义 王 兆 彬译

廖

克校

*

测绘出版社出版

测绘出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16·印张 16³/₄·插页 3·字数 387 千字

1982 年 9 月第一版·1982 年 9 月第一次印刷

印数 1—4,500 册·定价 1.85 元

统一书号：15039·新 186

原 序

地图制图学概论，是地图制图学专业学生的导论课程，它论述地图制图学的理论基础，包括对重要的地图和地图集作品的评价。在这些地图作品里集中地反映了用地图制图学的方法和手段所获得的关于世界的知识。在这门课程中还要介绍地图制图学和地图生产的历史，以便理解地图制图学的现状和发展前景。

本书是按照莫斯科大学的教学大纲作为教科书编写的。地图制图学概论在教学计划中所占的地位，决定着讲授这些材料的某些特点。对地形图进行详细分析，属于地形测量学课程的任务，地图投影是数学制图学课程的对象，但是在地图制图学概论中初步地进行一些阐述，对于完整地阐明地图的特点也是必要的。同样理由，编写“地图研究法”一章时，考虑到设置有专门课程，叙述力求简要。

地图制图学史安排在本教科书的末尾。

作者根据以前编写教科书的经验，尽量将世界地图制图学的现代成就概括在这部《地图制图学概论》中。全部章节都做了重大修改，对于许多问题进行了新的阐述，有些问题是新提出的。

书中增加了一些必要的插图，还有许多地方援引了苏联的和外国的地图和地图集，这些地图作品可在讲课时展示，或由学生在实验室里独立地进行分析研究，重要的是要顺利地学好这一门课程。

作者向在编写本书过程中给予帮助的 A.B. 沃斯托柯娃、B.B. 麦涅尔和 A.П. 吉申柯致以谢意。

目 录

原 序

第一章 地图和地图制图学.....(1)

- § 1-1 地图制图学概论及其内容 地图的基本性质和定义
 地图是空间模型.....(1)
- § 1-2 地图的科学意义和实践意义.....(4)
- § 1-3 地图其他表示形式.....(5)
- § 1-4 地图制图学的定义.....(7)
- § 1-5 地图制图学的结构及其组成学科 地图制图学的分支.....(9)
- § 1-6 地图制图学与其他科学的联系.....(10)
- § 1-7 地图制图学与艺术的关系.....(11)
- § 1-8 地图内容要素.....(12)

第二章 地图的数学基础.....(14)

- § 2-1 地图投影的概念 地图投影按变形性质分类.....(14)
- § 2-2 地图投影按标准格网经纬线的形状分类.....(15)
- § 2-3 地图投影的变形及其分布 地图上变形大小的确定.....(23)
- § 2-4 地图投影的基本公式.....(26)
- § 2-5 地图投影的选择 世界地图、半球地图、洲地图和苏联地图
 常用的一些地图投影 地形图的投影.....(30)
- § 2-6 地图投影公式推导示例.....(36)
- § 2-7 坐标格网.....(38)
- § 2-8 比例尺.....(39)
- § 2-9 多幅地图的分幅 图面配置 地图格网的方位.....(42)
- § 2-10 多幅地图的编号.....(45)

第三章 地图符号和地图表示法.....(47)

- § 3-1 地图符号及其应用和分类.....(47)
- § 3-2 个体符号法.....(51)
- § 3-3 线状符号法.....(58)
- § 3-4 等值线法 伪等值线.....(60)
- § 3-5 质底法.....(64)
- § 3-6 定点统计图法.....(67)
- § 3-7 点描法.....(69)
- § 3-8 范围法.....(72)
- § 3-9 运动符号法.....(74)

§ 3-10 分区统计图法	(77)
§ 3-11 分区分级统计图法	(82)
§ 3-12 梯尺的选择	(86)
§ 3-13 各种表示法的综合利用 符号系统及符号标准化	(90)
第四章 地貌表示法	(94)
§ 4-1 问题的实质 地貌的透视图形	(94)
§ 4-2 按垂直照射和倾斜照射的原理表示地貌 晕渲法 晕渲法	(97)
§ 4-3 高程注记 用数字注记表示地貌	(103)
§ 4-4 等高线法	(105)
§ 4-5 等高线不能表示之地貌要素的表达	(108)
§ 4-6 等高线的整饰 提高等高线直观性的方法 地貌分层设色	(110)
§ 4-7 各种地貌表示法的综合应用	(113)
§ 4-8 地貌立体表示法 互补色法	(114)
§ 4-9 立体地形模型	(115)
§ 4-10 块状图	(116)
第五章 地图注记	(120)
§ 5-1 注记类型	(120)
§ 5-2 注记字体	(121)
§ 5-3 注记配置	(123)
§ 5-4 地图制图地名学 地名的选择和表示	(124)
§ 5-5 地名索引	(126)
第六章 地图的制图综合	(129)
§ 6-1 制图综合的实质和因素 制图综合的历史发展	(129)
§ 6-2 制图综合的种类	(130)
§ 6-3 地图符号对制图综合的影响	(134)
§ 6-4 定点分布现象的制图综合	(136)
§ 6-5 线状分布现象的制图综合	(137)
§ 6-6 连续面状分布和固定面状分布现象的制图综合	(140)
§ 6-7 离散分布现象的制图综合	(145)
§ 6-8 运动和联系指标的制图综合	(147)
§ 6-9 注记的取舍	(147)
§ 6-10 制图综合对于选择表示方法的影响	(149)
§ 6-11 制图综合的数学基础	(150)
第七章 地图和地图集的分类、品种和类型	(154)
§ 7-1 地图分类的原则	(154)
§ 7-2 地图按比例尺和制图区域分类	(155)
§ 7-3 地图按主题分类	(155)

§ 7-4 地图按用途分类 分类方法的综合应用	(158)
§ 7-5 地图类型	(160)
§ 7-6 地图集及其定义和分类	(162)
§ 7-7 作为完整地图作品之地图集的特点	(164)
第八章 基本编图资料	(166)
§ 8-1 编图资料的概念	(166)
§ 8-2 苏联的地形图 苏联的其他普通地理图	(167)
§ 8-3 外国地形图	(170)
§ 8-4 全球地形图成图概况	(172)
§ 8-5 海图	(176)
§ 8-6 1:1000 000 和 1:2 500 000 比例尺世界地图 世界地图集	(179)
§ 8-7 苏联的专题制图	(182)
§ 8-8 综合制图 苏联综合地图集	(186)
§ 8-9 外国的专题地图和专题地图集 国际专题地图	(189)
§ 8-10 外国出版的世界、国家、区域和城市综合地图集	(190)
§ 8-11 地图和地图集的文字说明	(193)
第九章 关于地图资料和地图制图学文献的情报	(197)
§ 9-1 地图制图学的科学情报	(197)
§ 9-2 地图管理学及其形式	(197)
§ 9-3 苏联的地图管理学	(199)
§ 9-4 国外的地图管理学	(200)
§ 9-5 地图制图学文献目录刊物	(202)
§ 9-6 地图制图学情报系统	(203)
§ 9-7 地图库和地图资料部门	(206)
第十章 地图和地图集的分析与评价	(208)
§ 10-1 地图的分析和评价	(208)
§ 10-2 地图数学基础的分析	(209)
§ 10-3 地图内容完整性的分析 地图信息量的评价	(213)
§ 10-4 地图与客观实际相应性的分析	(215)
§ 10-5 地图几何精度的分析	(216)
§ 10-6 地图现势性的分析	(217)
§ 10-7 地图整饰质量的评价	(219)
§ 10-8 地图科学性和思想性的分析	(221)
§ 10-9 地图分析和评价的方法	(222)
§ 10-10 地图集的分析与评价	(224)
第十一章 地图研究法	(227)
§ 11-1 问题的实质 利用地图的基本方面 地图研究法的概念	(227)

§ 11-2	地图研究法中采用的主要分析方法·····	(229)
§ 11-3	地图研究法中地图的综合利用和加工处理·····	(234)
§ 11-4	根据地图进行定量分析的精度和可靠性·····	(237)
§ 11-5	实际工作和科学研究中使用地图的特点 根据地图研究各种现象 分布的规律 区域规划·····	(242)
§ 11-6	根据地图研究各种现象的相互联系和制约关系·····	(244)
§ 11-7	根据地图研究各种现象的动态·····	(249)
§ 11-8	利用地图进行预测预报·····	(251)
第十二章	地图制图学领域的国际联系和协作 地图制图学的发展前景·····	(254)
§ 12-1	地图制图学领域的国际联系和协作·····	(254)
§ 12-2	地图制图学的发展前景·····	(254)
译后记	·····	(259)

第一章 地图和地图制图学

§ 1-1 地图制图学概论及其内容 地图的基本性质和定义 地图是空间模型

地图不但能展示人类居住的整个地球,而且能呈现地球各部分的详细图景,表达自然、人口、经济和文化的特征。地图无疑是人类智慧的伟大创造。社会实践产生的、又以自身的不断发展而服务于社会实践的地图,成为认识客观世界的重要工具。

地图制图学概论,它将地图和其他地图图形作为表达客观实际的特殊方法,作为包含数量特征和质量特征的客观现象的空间模型,对其进行研究。地图制图学概论是地图制图学的一部分,作为一门教学课程,它研究地图图形的性质和类型,包括对重要的地图资料进行系统的分析和评价,探讨科学研究和生产实践中分析和使用地图的方法。最后,地图制图学概论还研究地图制图学史,即研究地图制图学和制图生产的主要发展阶段和规律。地图制图学概论在其他地图制图学课程之前讲授,因此需要从地图、其他地图图形以及地图制图学的定义讲起。

在外文里,地图一词起源于希腊文 Chartes,它的词义是烟草纸。很早以前,认为地图是地球表面在平面上的缩小图形。但是,这个定义既不确切又不全面。首先,这个定义既适用于地球表面的任何照片,也适用于风景画——用艺术造型方法表示地面景物,其次,它使地图的任务局限于表示地球表面,而现代地图的内容包括各种自然现象和社会经济现象(例如,气温和气压,人口的民族组成等)。诚然,地图所表示的内容要素总是与地球表面发生关系的。

因此,在定义中必须反映地图区别于地面其他图形的本质特性,而且要使定义适用于各种类型的地图。地图特性取决于下述三个特点:① 由数学决定的结构;② 利用特殊符号系统(地图符号);③ 所表示现象的取舍和概括。下面分析一下地图的这些特点。

由数学决定的地图结构 必须确定地球表面各点的地理坐标(或其他坐标)与这些点在平面上的直角坐标(或其他坐标)之间的严格函数关系。因此,可以根据地图来研究它所表示的地物的空间关系和形状。这样的结构,即由地球自然表面转到其在平面上的表象,是分两步实现的。第一步将具有复杂地貌的地球表面以及制图现象和客体投影到一个数学地球表面上,这个表面是假定大洋表面向大陆延伸所形成的球体表面。采用正射投影,即沿着垂直于数学地球表面的铅垂线进行投影,结果地面物体就具有了平面位置轮廓。其复杂性在于,在地图制图学中还要用在形状上更接近的旋转椭球(即地球绕其短半径旋转所得出的椭球)表面,或者不精确地用球面取代数学地球表面。第二步是将椭球或球(更确切地说,是缩小到成图比例尺的模型)的表面表示到平面上。无折绉、无断裂地(或者说无压缩、无拉伸地)将椭球面(或球面)展到平面上是不可能的。换言之,没有几何变形或称之为误差而保持地物的真实的水平轮廓表示到平面上是不可能的。因此,将

椭球（或球）表面转到平面上，所利用的这种或那种数学表达方法，叫做**地图投影**，它决定椭球和地图上各点坐标之间的一定的函数关系。知道了这种函数关系，就可以计算平面上的图形变形，从而可根据地图以必要的精度确定实际距离、面积和角度。换句话说，应用地图投影可根据地图获得所表示地物的位置、平面尺寸和形状的正确数据。

地图不是用照片或绘画来表达各种现象，而是借助于**地图符号**，即专用的图解符号，采用便于空间定位的形式表示各种现象及其性质和相互关系。这些符号用于记录、转换和传递各种自然和社会现象的知识，在地图上构成客观实际的空间形象。将地图与同一地区的航空照片进行对比（参见图 1-1），就可以理解应用地图符号的意义。最初的印象可能对

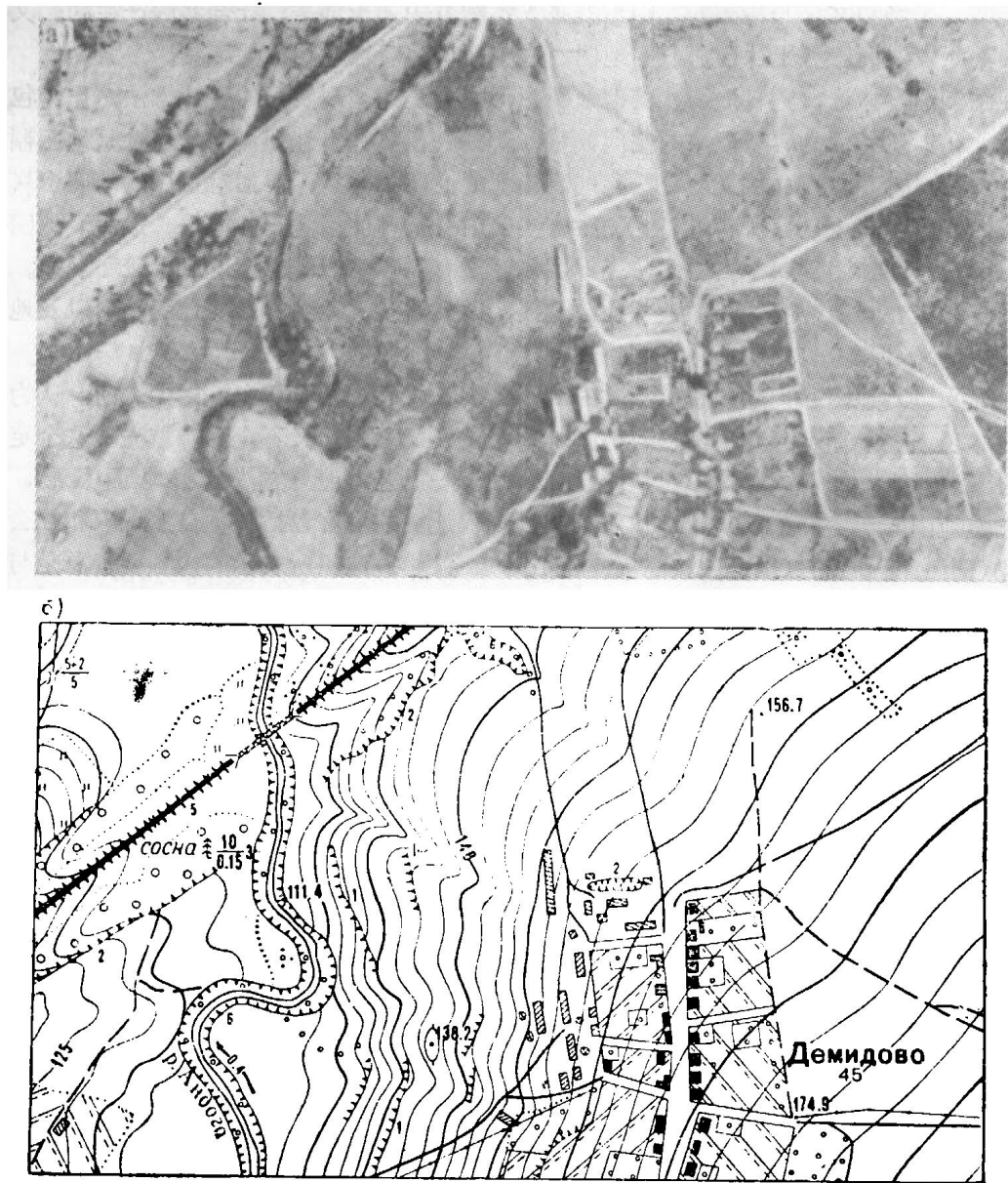


图 1-1 地球表面局部地区的图形 a) 垂直摄影航空照片; б) 地图

地图不利。航空照片是从飞行高度上观察地球表面的真实景象，而在地图上代之以地图图形。地图符号好象抹去了地物的许多特征，从而使图面上的图形显得很贫乏。这样取代的意义何在呢？

利用地图符号能够：

(1) 可以将地球表面的图形高倍率缩小，以便能一眼看到所要看的地区，甚至整个地球表面，并且在地图上还要表示出由于缩小而不能按比例尺表示出的、但按其意义又应该表示出的一些地物；在航空照片上，随着比例尺的缩小地面上的细部变得很难辨认，比例尺小于 1:60 000 和 1:70 000 时，实际上靠肉眼是不能看清楚；

(2) 能在地图上表示地球表面的地势起伏(例如借助等高线)，也就是说可以用平面图形表示地面的起伏不平；

(3) 在地图上不仅能表示对象(或现象)的外貌(表面)，而且能表示其内在的根本性质(例如海图表示海底地形、海底土质、海水的温度和含盐量，以及其他许多性质，而航空照片在最好的情况下只能提供区别表面水的一些情况和分出浅海区；)

(4) 可以表示肉眼观察不到的一些现象的分布(例如磁偏、重力异常等)，并且使不能直接感知的事物的联系和制约关系成为可见的(例如原材料及其加工工业之间的联系)；

(5) 舍掉单个地物(现象)所具有的不重要方面、部分和细部，突出表示其共同的本质特征(例如，根据居民人口数和行政意义表示居民地的特征，而不是表示其平面位置轮廓)，也就是说进行抽象概括。

通常称之为**制图综合**的，对制图现象进行取舍和概括的过程是非常重要的。比较同一地区的各种不同比例尺的地图时，制图综合的效果是显而易见的(图 1-2)。随着比例尺的缩小，地图所表示的地面图形变得更小，因此难于阅读。为了保持图形的直观醒目，必须舍掉一些次要的地物，而且要进行概括，以便清楚地表示其基本典型特征和特点。制图综合在很大程度上取决于地图比例尺。例如，实地上 1 平方公里在 1:1 000 比例尺地图上为一平方米，在 1:10 000 比例尺地图上为 1 平方分米，在 1:100 000 比例尺地图上为 1 平方厘米，而在 1:1 000 000 比例尺地图上仅为 1 平方毫米。显然要在所有这些种比例尺地图上以同等详细程度和饱和度表示地物是不可能的。

然而，制图综合的产生不仅是因为图面的局限性和图解的可能性。制图综合的方向和程度是由地图用途所决定的，地图的主题、所表示的现象及其相对意义和详细程度，以及应采用的地图符号系统等，都应根据地图用途来确定。如果考虑到地图比例尺本身首先是由地图用途决定的，那么地图的用途就是制图综合的主导因素*。制图综合的其他因素将在 § 6-1 中叙述。

因此，制图综合是为了在地图上只保持实际上或理论上的重要现象，集中注意力于较重要的有决定意义的特点和典型特征的表达，以便能在地图上区别主次，找出同一类地物的共性等，也就是说制图综合是抽象和认识的工具。制图综合能赋予地图以新的质量。

* 地面的其他图形(如像片和绘画等)也具有综合的性质，但那是依据其他理论实现的。例如，决定绘画综合程度的诸因素中，具有重大意义的是对象距观察者的距离。同样一些对象，视其处于哪一个平面内(近或远)，其获得的概括程度不同，并且不同程度地损失其清晰性、醒目性和详细程度。

考虑到地图的上述性质，可以把地图称做由数学所确定的、经过概括并用形象符号在平面上表示的地球表面的图形。

这一定义适用于表示地球面貌的地图，亦即表示地面、地面形态以及地面上分布的地物(水系、植被和土质、居民地、交通网、国界和行政区划界等)。这类地图通常称之为**普通地理图**，其中包括**地形图**。地形图是地面的详细大比例尺图形表示。

与普通地理图并存的还有许多其他种地图，它们详细而客观地表示普通地理图内容所包括的某种要素(或某些要素)，例如植被；或表示普通地理图上所没有的各种自然现象或社会现象(例如地壳的地质构造、气候、人口密度等)。这类地图叫做**专题地图**。地图也可以表示地表面以上的现象(例如4公里高度上的风)或地壳内部的现象(地震震中，海洋深部温度)，通常表示其相对于地球表面的位置。这些现象表示的详细程度和范围取决于该地图的用途。例如小学教学用苏联政区地图，只表示加盟共和国和自治区，而中学高年级用的这种地图，则进一步表示出边区和省的行政分区。

因此，由数学所确定的经过概括并用形象符号表示的地球表面在平面上的图形，用其表示各种自然现象和社会现象的分布、状况和联系，根据每种地图的具体用途对所表示现象进行选择 and 概括，结果得到的图形叫做**地图**。

为了理解地图(及其他地图图形)的实质和意义，也可以将其视为所表示现象的模型，即用简化或概括的可视形式表示客观实际某些方面的结构。地图属于空间形象符号模型，它们利用符号语言，并给出所表示现象的空间形态。还可以将地图归于思维模型，因为它需要利用符号或者说必须理解符号，建立起地图上所表示的客观实际的思维空间形象。在地图上通常用选取和概括的手段来体现模型特征。地图内容仅限于表示一定的现象，只表达其某些性质和联系，并广泛利用简化和整理特征的方法。与其他模型一样，地图所表达的对象可以是各种现象，包括具体的(例如居民地)、抽象的(如人口密度)、现实的(如河网)和预期的(如规划的灌溉网)。

特别重要的是，地图可以表示现象的发生发展过程——现象的迁移及其空间变化，而且可以在一定程度上表达时间上的发展。表示现象迁移的地图有海流图、旅游路线图、货流图等。表示现象的时间变迁的例子，可以列举地形图上表示时令河和时令湖、极冰的夏季和冬季界线等。表示现象的发展是许多种地图的任务，例如教育发展普及(如中学)图、城市发展图等。原先在文献中有一种提法，好象地图是统计资料，这是不切合实际的。

§ 1-2 地图的科学意义和实践意义

地图可以获得任何范围——从小块地区到整个地球表面的同时间的空间表象。它们建立起地物形状、尺寸和相对位置的视觉形象，从而可得出其空间尺度：坐标、长度、面积、高度和体积。地图包含着这些地物的必要的数量特征和质量特征，最后还要表示出这些地物之间存在的联系，包括空间联系和某些其他方面的联系(地物的隶属关系，例如行政区划)。地图的这些性质，表明地图对于实践的意义和价值。

在陆地上和海洋中，部队运动、旅行游览、航空和航海以及拟定行军路线，都需要利

用地图。地图是可靠的指南。

在军事上，地图是地区情报的主要来源，是指挥部队和组织诸兵种联合作战必不可少的工具。

在工业、能源和交通运输业的建设中，地图是工程项目勘测、设计和放样的基础。目前，铁路、公路和管线的最佳选线方案，不是在野外实地勘测，而是在设计部门的办公室里在地形图上标定。

在农业中，进行土地整理、灌溉、改良土壤和水土保持时，以及进行一般计算和正确有效利用全部土地资源时，都广泛利用地图。

地图是学校教育和校外教育不能取代的参考书。地图不仅是所积累起来的地理知识的宝库，而且是传播地理知识、提高一般文化水平、使广大居民熟悉自己的祖国和世界各国的工具。可以毫不夸张地说，在人类活动的所有领域内都不同程度地使用地图。

在社会主义社会条件下，地图具有特别重大的作用。为了国民经济的需要，正确评价地理条件、调查研究、合理利用和更新自然资源、制订改造和改善自然环境的计划、生产力合理布局、经济区的综合发展等，所有这些以及其他国民经济任务，都要求及时测制高质量的地图，特别是区域规划各阶段广泛利用的地图。

地图的巨大意义在于，它是科学研究特别是地理学研究的工具。俄罗斯地理学家 Д·Н·阿奴钦写道：“对一个国家地理认识的程度，取决于该国已有地图的完善程度”。每一项这样的或那样的地理研究，都开始于对现有地图的研究，并为地图的补充和修改提供资料。

地图记录着具体地物（或现象）的位置、距离和空间联系，不仅能经济而直观地提供各种现象分布的知识，还能从中找出这种分布的规律性。对于某些学科来说，地图是基本的研究工具。例如地质学的研究，地质图是其最重要的研究成果，图上不仅反映有关地质构造的全部知识，而且能揭示和阐明矿藏分布的规律。将地图作为科学研究工具而利用的领域，随着科学进步速度的总增长而迅速扩大。其中信息论和模式论研究的成就促进了这一发展（参阅 § 1-6）。

信息论研究的是搜集、储存和传递信息的一般问题，它可以更充分地评价地图的价值，地图是处理、提供和分析空间信息的一种特殊形式。如上所述，地图的这种价值和优点在于它能同时而完整地提供地图图形，能直观地看到地区的差异性，便于分析现象的空间组合、相互联系及其规律性。

广泛应用于现代科学的模拟方法在地图制图学中的应用揭示了地图的实际力量，因为地图是客观世界的经过概括和简化的形象，即客观世界的模型，它反映对于具体研究目的非常重要的客观实际的一些方面、性质和过程。根据地图可以取得新的知识，研究许多现象的发展过程，并能预报许多现象的发生发展。把地图作为一种研究手段，研究地图的使用方法是现代地图制图学的主要任务之一（参阅第十一章）。

§ 1-3 地图其他表示形式

除地图本身外，属于地图表示形式的还有月球图、行星图、星空图、立体地图、地球

仪和块状图。

同地图一样，**月球图**和**行星图**也是表示其星球表面、地势起伏，有时还表示其他自然性质，也是按照地图投影构成，并利用地图符号和制图综合方法。坐标系统与天体的旋转轴和赤道平面联结。随着人类进入宇宙空间，制作了许多月球图，其中有的是很详尽的。将自动观测站发射到其他星球上去，开辟了深入研究这些星球的途径，并首次将其绘制成图。

星图，是作为可视天体的星空在平面上的图形。星图上的投影格网用于按黄道系统确定天体的天文坐标(倾斜和直接符合)。星图的比例尺用度制表示(例如，倾斜方向的比例尺为 $1^{\circ}=1.5$ 毫米)。根据星的亮度用图例符号将其表示在图纸上。还制作了影像“星图”，这是按制图格网将天体各部分的像片镶嵌在一起，不表示星和星座的名称，也不表示星的图例符号，但是如果按§1-1中所述的概念，认为地球、月球和其他星球像片的镶嵌是相似的，那就不正确了。星图早已被用于认识星空，认识星体，根据天体坐标寻找各种天体。现在星图又有了新用途，解决宇宙大地测量学、摄影测量学和宇航任务时星图用作定向工具。

立体地图，用三维的即立体的形式表示地球表面的起伏。立体地图是根据普通地图(例如地形图)制作的，保持其投影、图式符号系统和内容，但是将垂直比例尺比水平比例尺夸大十倍(参阅§4-9)。

地球仪(拉丁文为 globus)，是地球的模型，上面表示地球表面的地图图形。与地图相似，地球仪上也采用图式符号和制图综合手段，但是它是将地球表面正射投影到球体上，从而保持了比例尺不变，保持了轮廓的面积关系和几何相似性。因此用其确定地球表面各点之间的最短距离是很方便的，可以进行面积的目视对比，可以一目了然地看到地球各大洲的相互位置。与地图相似，地球仪也分为普通地球仪和专题地球仪，例如表示地球新构造体系的地球仪(图1-3)、表示各洲景观的地球仪、表示世界政治区划的地球仪等。地球仪的比例尺通常是很小的，如 $1:30\,000\,000$ —— $1:80\,000\,000$ 。在个别情况下(例如博物馆中的地球仪)比例尺可大于 $1:10\,000\,000$ 。这样的地球仪是很大的。有时还制成立体地球仪，表示地球表面的起伏，但是表示起伏的比例尺要比地球仪本身的比例尺大得多*。

除地球仪外，还制作有月球仪和其他行星仪，以及将较亮星按黄道坐标网表示在天球上的天体仪。

块状图(Блок-диаграмм)，按照倾斜视线用地图符号表示地球表面的图形，是地表垂直切割的一块(剖面)，将于§4-10中叙述。

由此可见，地球表面的上述地图表象，在利用地图符号系统和制图综合方面是与地图相近的，但是在数学关系方面却与地图有所不同：立体地图是三维的，在地球仪上没有地球数学表面向平面的转换；块状图是地球实际表面一小块地区的倾斜透视图形(不要归算到地球数学表面)。这种块状图是由地理图派生出来的，它利用地理图作为编图资料。

* 喜马拉雅山脉最高峰珠穆朗玛峰在 $1:18\,000\,000$ 比例尺新构造地球仪上高出球面约0.5毫米，由此可见已将地球仪的垂直比例尺放大到 $1:1\,000\,000$ 。



图 1-3 表示地壳最新构造的地球仪
水平比例尺为实际的 1:18 000 000, 垂直比例尺 1:1 000 000,
照片缩小到七分之一 (莫斯科大学大地博物馆)

§ 1-4 地图制图学的定义

地图制图学的定义,在地图制图学的发展过程中不断变化。地图制图学实质和任务的较早定义,是古希腊罗马科学家柯拉弗吉·托勒密(公元二世纪)给出的,他预见到地理学的任务在于地球的地图制图。

稍后,在中世纪,地理学巨著同样将地图和文字结合在一起,但是其发展是不平衡的。由于地理的伟大发现,地理学范畴扩大了,这在地理学著作的文字部分中得到了反映,但是这只是实际资料的积累和订正。在地图上就不限于新发现的统计了。这就要求有新型地图,新的地图投影,将数学手段用于地图编制,系统地进行大面积地区的测图,并且与土地测量建立密切联系。随着地图制图任务的复杂化,地理学与地图制图学的发展关系更加密切了。

十八世纪后半叶,特别是十九世纪,产生了对于广大地区精确大比例尺地图的尖锐的需求。为了测制这样的地图,需要确定整个地球的形状和大小,并详细研究地球各部分的几何关系。数学被应用于地图制图工作,促进了制图工作的不断改进。从那时起,对地球

表面所进行的几何研究，成为大地测量学这门特殊学科的任务。测图即对地形进行几何研究，是为了直接获得详细地图，因此又分离出一门地形测量学，它是大地测量学的特殊部分。根据实测图再编出派生地图，系指展绘经纬网，在其间填绘缩小的地物图形，因而成为现象的简单几何记录。结果使地图制图学或者成为大地测量学的一部分，或者使其局限于研究地图投影——具体的较狭窄的数学问题。

随着时间的推移，这种观点妨碍了地图制图学的发展。由于实践的需要，产生了各种各样的专题地图，例如地质图、土壤图、气候图、经济地图等。制图方法也变得更复杂更完善了。本世纪二十年代初，苏联组织了高等制图教育，开始培养制图工程师。这时，将地图制图学理解为一门**技术科学，它研究地图编绘与制印的科学技术方法和过程**。

这一定义把地图制图学的重要任务之一提到了首位，比以前将地图制图学纯粹视为几何表示大大地前进了。在加强对制图方法进行研究的同时，已经开始对地图实质进行研究，这对于制作新型地图是重要的——制订编图大纲，以及收集、分析和评价编图资料时所进行的研究。二十世纪末，苏联制图学开始转向编制大型地图作品。为了满足实际的需要，出现了地图制图学概论的研究，它是地图制图学的一部分，其内容起初包括地图分析、地图制图学史和地图资料。最初出现在列宁格勒大学和莫斯科大学的地理系，在那里于1929—1930年形成了地理学的第二分支——地图制图学教育。这时，**地图制图学开始被认为是研究地图及其编绘与制印的方法和过程的科学**。

这一定义将地图科学引向研究培养职业地图工作者的一些重要问题，但是这时还没有顾及地图使用者的利益。地图制图学应向地图使用者提供合理利用地图的方法。大学的地图制图工作者特别感到这一问题的重要性，因为地理工作者通常是广泛接触地图的，他们将地图视为进行科学研究和实践的重要工具。所有上述情况为扩大地图制图学的定义提供了依据，并认为地图制图学是研究地图——一种**反映客观实际的特殊方法**的科学，其任务除了包括全面研究地图外，还要研究地图编制和利用的方法和过程。这样的或与之相近的定义形式得到了广泛传播，并写进了苏联的许多教科书和大百科全书。国外的地图制图学的现代定义也具有这样的或近似的含义。共同的基本特点可以叙述为：**地图制图学是关于地图以及地图编制和利用方法的科学**。

但是科学的进步，又唤起人们注意地图制图学的定义。地图制图学的活动领域空前地扩大了，出现了为宇航服务的地图，制作了月球详图，并且产生了其他行星制图的任务。尽管在将来地球以外的地图也只占全部地图作品的一小部分，但是地球的地图已失去其独有性了。科学模式理论的研究进一步取得成就（在§ 1-1中已指出）使我们能够看到、意识到和评价出地图是作为反映客观实际某些方面的思维空间形象符号模型的特殊形式。虽然上述定义简单易懂，但是它并没有以明确的形式指出科学的对象和方法。根据这些思想可以采用地图制图学的较广义的定义：**地图制图学是借助特殊的形象符号模型——地图图形来表示和研究自然和社会现象的空间分布、组合和相互联系（及其随时间的变化）**。

这一定义将天体图和星空图，以及地球仪、立体地图和用地图符号表示的其他空间模型包括在地图制图学研究的领域之内；它是“空间”科学研究的对象，即研究具体现象的位置、空间形式和关系（及其随时间变化）；作为制图方式，这是模式的特殊形式。

对地图制图学研究对象的这种理解,将地图制图学的重心移向了自然科学领域。

§ 1-5 地图制图学的结构及其组成学科 地图制图学的分支

每一学科都可以分为:理论基础——思想(它决定对客观实际认识的目的和方式),概念(一系列观点和验证),理论(概括科学知识,以反映所研究现象的规律性)等等;研究方法和技术手段;该学科获得的具体知识。

地图制图学的理论基础包括地图制图学的对象和方法的概念,主要的是用地图反映客观实际的学说(或者说关于地图的学问)。后者属于地图投影、制图综合和地图表示方法(地图符号系统),其中还包括地图的种类、类型和分类,也还包括地图分析。

在地图制图学中,研究的**方法和技术手段**分为两大重要分支:①地图的设计和编制工艺;②在科研和实践中使用地图的方法。显而易见,这样划分是有其理论依据的,因此更确切地说应该是:前者是研究地图设计和编制的理论和工艺,后者是研究地图利用的理论和方法。

地图图形本身是由地图制图学获得的关于客观世界丰富具体知识的宝库。根据不完全统计,每年新出版的地图达到40—50万幅。由此可见,将地图资料的知识系统化具有很大的实践意义,这是**地图资料学**的目的,其任务包括系统地分析地图资料,研究与地图制图学有关的信息问题(参阅§ 1-6)。

最后,地图制图学的一个特殊部分是**地图制图学史**,即地图科学和制图生产的历史。它要研究地图制图学方法论的发展及其思想、概念和理论,即这一学科本身的理论方面。对地图生产历史所进行的研究,对于理解制图生产的现状和发展前景颇属重要,而且对于正确评价地图资料也是很重要的。由此可见,地图学史的研究具有明显的实践意义。

地图制图学的上述各分支,是在不同时期产生的,并且处于不同的发展和成熟阶段,这一点在地图制图学的学科体系和教学科目中得到了反映。**地图投影学理论**(或称数学制图学)作为一个特殊学科早已确定下来。**量图学**已经具有很久的历史。量图学是根据地图量测和计算坐标、距离、长度、高程、面积等的学问。显然,它只是地图利用方法之一,但是经常有其“独立性”,这是由于对其研究较早较多的缘故。

地图原图设计和编绘的理论和工艺获得了蓬勃的发展。这一学科较多地称之为**地图编辑与编制**。有时还分出一个特殊学科叫做**地图整饰**,它研究地图符号设计的理论问题和地图原图的线画整饰方法。此时必须考虑到地图的用途和内容,以及经济、工艺和技术上的要求。地图整饰广泛地利用色彩学、工程心理学和符号学的知识。

特别是形成了**地图制图学概论**,它通常作为教学课程的导论,包括地图、地图资料、地图制图学史以及地图使用法等。然而,对于地图制图学也有另外一种理解,即仅限于研究地图资料的内容,有时还补充以关于制图活动的评介。当地图制图学史受到重视时,可以作为独立的课程。随着对地图在科研和实践中使用方法研究的开展,地图制图学的这一分支,应该具有基础地图制图学课程的意义,成为地图制图学的科目和重要的组成部分。

培养制图人员的专业课程还应包括两个科目:**地图制印**,即研究和制定地图的复制方法;**制图生产的经济和组织**。但是前者是建立在物理化学和技术科学的基础之上,并且属