

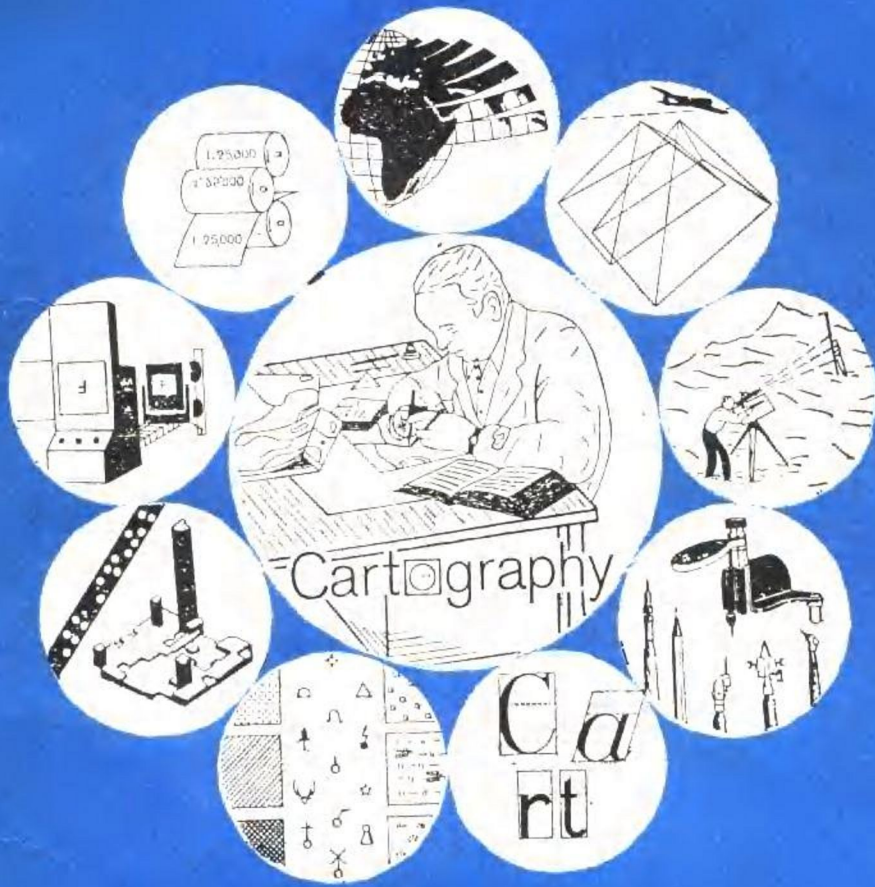


国际地图制图协会

基础地图学

(适用于学员和技术人员)

第一卷



测绘出版社

国际地图制图协会

基础地图学

(适用于学员和技术人员)

第一卷

王近仁 译

陆漱芬 校

测 绘 出 版 社

内 容 简 介

本书是国际地图制图协会组织国际地图学界知名人士编写，并向各会员国推荐的一本教材，它致力于地图学的基础教育，适用于学员和技术人员。书中文字相当简练，以图解为主，运用大量的图解说明叙述了：地图学的历史、地图学概论、数学制图学、地图的表示和设计的理论、地图绘制和注记的方法以及地图的复制技术等内容。涉及的内容比较全面，通俗易懂，便于掌握，是一本较好的地图学基础教科书。

本书为地图学系列教材的第一卷，国际地图协会将陆续出版第二卷及有关的配套教材，以满足广大读者的需求。

INTERNATIONAL CARTOGRAPHIC ASSOCIATION BASIC CARTOGRAPHY

1 9 8 4

基础地图学（第一卷）

国际地图制图协会

王近仁 译

*

测绘出版社出版·发行

北京怀柔王史山胶印厂印刷

新华书店总店科技发行所经销

*

开本 787×1092 1/16·印张 13.5·字数298千字

1991年8月第一版·1991年8月第一次印刷

印数0 001—1 000册·定价10.50元

ISBN 7-5030-0163-0/P·167

出 版 说 明

本书出版力求保持原书风貌，为了便于读者阅读，在编排上作了如下处理：

1. 将各章分散的目录编排为全书统一的目录，并删除了目录中章、节以下的小标题。
2. 为使图文结合得更紧密，在版面位置上有所变动。
3. 四、五两章的大部分图注内容改写在正文中，因而版式有较大的调整。

原 序

《基础地图学》是为学员和技术人员编写的指南，系1972年在蒙特利尔和渥太华举行的国际地图制图协会（ICA）第六次会议上，由地图教育委员会（主席是荷兰的C.科曼教授）的成员倡议的。

大家深感需要有一本文字相当简练的教科书，用许多解说和图表来阐明书中的观点，或者强调用图形的方法来说明问题。同时也曾考虑到使本书从文字和页次编排方面设法具有广泛的适用性，以便尽量易于用多种不同文字来表达它。当然，首先出版的是英文版。

本书原来准备出一卷本，但在编制过程中考虑到作者、编者和指导者的不同情况以及相距遥远等因素，因而在1982年进一步明确，为了加速出版并使价格降低，将它编制成两卷本较为适宜。第一卷包括地图学的历史和科学范畴；地图的数学基础；地图的表示和设计方法；地图绘制技术和注记方法以及地图复制。第二卷接着是作为世界基础系列图的地形制图，它也是用传统方法编制小比例尺地图和专题地图时作为编辑和制图综合的起点和资料的基础，或者接着是地形制图和专题制图中的计算机辅助制图。

在目录表上列有各章作者的姓名，在此向他们致以特别的谢意。除了他们之外，还有许多制图学者作出了贡献，我们也在此一并感谢他们的出色工作。我们从ICA的执行委员会得到了财力上的支持，从联合国教科文组织得到了补贴，还从许多组织和研究所连续几年免费地获得了技术上和编辑方面的帮助。现在这一卷即将付印，我们向同事们的贡献、友谊和热忱，向给我们无比帮助的公营和私营的个人、团体和组织，特别向科曼教授和他的助手的热情和慷慨的努力深表谢意。

最后，我们也向ICA出版委员会主席H.富拉德先生（英国）表示高度赞赏，因为是他于1980年接受了本书的出版工作并出色地完成了任务。

国际地图制图协会主席
F.J.奥美林

中文版序

《基础地图学》是国际地图制图协会（ICA）教育委员会与出版委员会组织国际地图学界知名学者合作编写的一本基础教材，专供地图学专业学生与技术人员学习之用。本书是为该系列教材的第一卷，第二卷将是机助制图方面的内容，此外，尚在编写中的还有地图学练习作业手册。

本书在国际上得到了广泛流传，被认为是一本良好的基本教材。两年前，本书曾由墨西哥的同行译成西班牙文出版。现在，本书中文译本的问世，使得更便于与中国地图工作者进行交流。为此，我代表国际地图制图协会执行委员会表示祝贺。本书中文译本的出版标志了中国地图学者日益增多地参与国际学术活动。作为全球事业的地图学只有在充分的国际合作中才能进一步地发展，以适应时代的要求。

祝愿中国地图学在她光辉的历史成就的基础上，在改革与开放的年代里取得更大的成就。

国际地图制图协会副主席

胡毓钜

目 录

原序	F. J. 奥美林 (I)
中文版序	胡毓钺 (II)
1 概述	(1)
1.1 地图学历史	[荷兰] C. 科曼 (1)
1.2 地图学概论	[德国] K. H. 曼纳 (16)
2 数学制图学	[英国] D. H. 马林 (35)
2.1 引言	(35)
2.2 描述地图数学网格的常用术语	(35)
2.3 地球的形状和大小	(40)
2.4 地理坐标	(44)
2.5 平面坐标系统	(46)
2.6 展绘地图几何网格的方法	(50)
2.7 量测和绘图误差的性质	(60)
2.8 直角坐标网或经纬网的计算	(64)
2.9 经纬网的清绘	(68)
2.10 地图投影理论概述	(70)
2.11 地图投影的基本性质	(74)
2.12 地图投影的外形	(76)
2.13 地图投影的特殊性质	(78)
2.14 地图投影的主要类别	(80)
3 地图的表示和设计的理论	[法国] B. 鲁洛 (91)
3.1 地图表示和地图阅读的目的	(91)
3.2 数据和文件编制: 数据处理	(95)
3.3 图形表示	(99)
3.4 地图语言的规则	(108)
3.5 地图表示的系统	(114)
4 地图绘制和注记的技术	[日本] 金泽敬 (121)
4.1 一般性介绍	(121)
4.2 仪器、工具和材料	(128)
4.3 清绘	(147)
4.4 刻图法	(159)
4.5 蒙片法和粘贴注记	(167)

4.6	罗马字母注记的特点	(170)
4.7	日文汉字注记的特点	(177)
5	地图制印技术..... [瑞典] C. 帕姆	(183)
5.1	基本材料概述	(183)
5.2	照相	(187)
5.3	复制	(190)
5.4	穿孔定位系统	(192)
5.5	最普通的印刷方法	(193)
5.6	印刷版	(194)
5.7	原图的裱版	(197)
5.8	丝网印刷	(198)
5.9	静电复印	(200)
5.10	裁切	(202)
5.11	折叠	(202)
5.12	裱图	(203)
	校订后记.....	陆漱芬 (205)

1 概 述

1.1 地图学历史

1.1.1 简介

有一位到地图编辑部参观的人对一位编辑说：“我想你是拿着照相机将所有的国家摄成象片来做你的地图的”。内行的制图者会取笑这种想法，不过绝大多数人对于如何做成各种地图确实一无所知。从另一方面说，外行人也都认识到地图并非是根据想象绘制出来的，这种看法是否也适用于早期的地图呢？一般来说是肯定的。从繁衍了几千年古文明时代的一些地图来看，可以表明当时人们对其周围环境还是了解得很清楚的，尽管好几千年以前的文明时期，曾有人可以凭记忆相当正确地画出在他周围的一些事物的相对位置，但是这些“凭记忆画出来”的地图并非是根据精确测量的结果。测量技术当时尚未发展到足以对广大区域作出精确的测量，人们只能凭经验知道地理事物的相对位置：按行程时间来估计距离；在白天也可以根据太阳的相对位置来决定方位。

在欧洲，公元1300年以前是不知道用罗盘测定方向的，但是太阳的位置在这里可作为定向标志。测量和航海技术的开端也就是制图史的开端，因为没有实地观测也谈不到制图。不过在某些时期，地图也曾根据想象绘制，人们认为世界的样子就象他们想象的那样：一个小的住着人的世界。正象公元前约600年的希腊哲学家们头脑里想象的，大西洋的西部约有1400个传说中的海岛。这些对世界或宇宙的形象性描述，并非是根据实际测量者推测的，而是由哲学家、神学家和理论家想象出来的。人们消除对于世界形象的错误概念应感谢天文学家、航海家和勇敢的探险家们。

和中国的科学史相比，欧洲的航行技术开始得相当迟。早在公元前1100年的中国在书中就提到了日晷、水平测量器和罗盘。西方的历史学家倾向于在西方的文艺复兴时期不能忽视来自非欧洲人地图方面的帮助，例如在1498年，V.达伽马(Vasco da Gama)——探索从海上去印度的葡萄牙探险者，曾雇佣了一名阿拉伯舵工，这位舵工就有一本舵工手册和一幅印度洋沿岸的航海图。约在1520年，西班牙的征服者们在科特支(Cortez)的率领下对墨西哥进行抢劫时，就是用了很可靠的阿兹台克(Aztec)地图作向导的，不幸的是西班牙以前的阿兹台克地图只保存下两幅复制品，西班牙的神父们故意地烧毁了所有异教徒的资料。在这个时期中，除了中国、日本、朝鲜和俄国之外，整个世界都在殖民主义控制下，由大地测量者和制图者测制成的地图，起初服务于开拓殖民地和开发其海外领地，但接着就变成了追求高额利润的手段。例如对于非洲、南美洲内陆的广大地域，由于统治者们认为无利可图，所以一直未进行测图，直至1950年，随着许多国家取得了独立或即将获得独立，才结束了这种局面。

• 此标题为编者加。——编者注

制图史方面的教材，从作者的角度来看，一般是用以反映该国在制图历史上的大量资料，不过在这本国际性教材中，地图学史这一章应写得通用些，因此本书试图用更一般的方式，勾绘出制图学家们专业活动的历史轮廓，对于古代文明的评述，也是超越国家界限的。

1.1.2 美索不达米亚和埃及

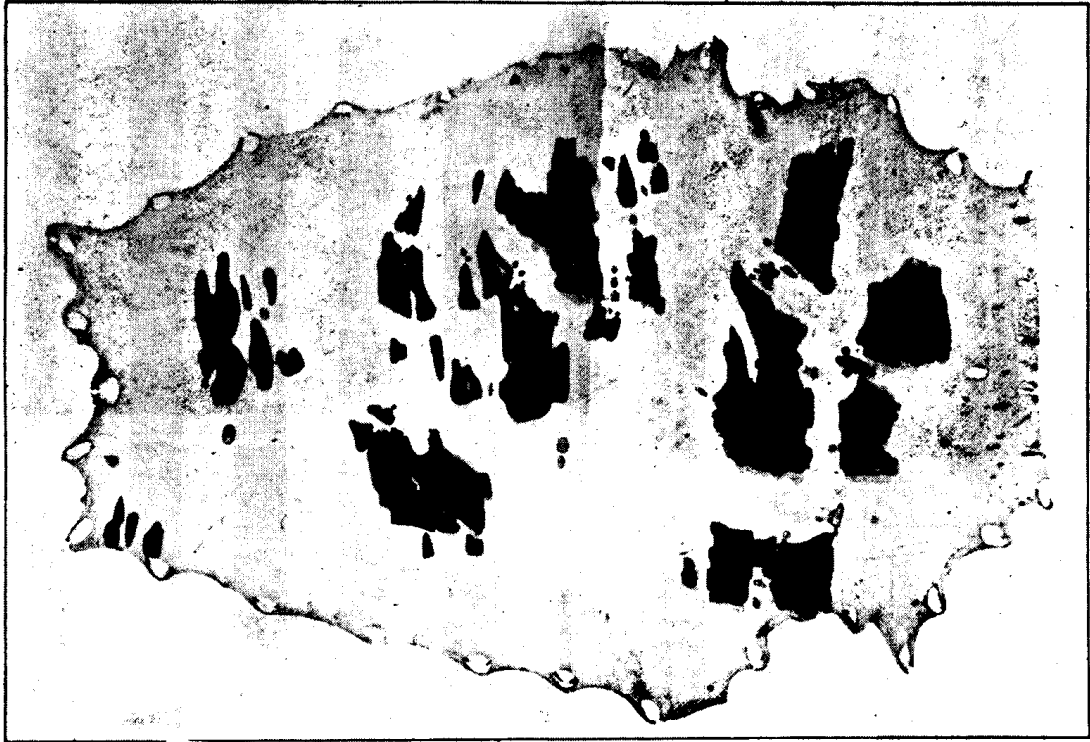
有关测量和制图的最古老的资料是从粘土片、莎草纸以及美索不达米亚和埃及的碑文中找到的，不幸的是除了一些碎片之外，地图并未保存下来。在伊拉克的努西（Nuzi）附近找到的一块约是公元前3800年的粘土片，是世界上最老的地图了，它显示的是美索不达米亚和幼发拉底河的北部，包括了扎格罗斯（Zagros）山以西和黎巴嫩山以东的区域。早在公元前5000~3000年中东的文明古国已经发展了当地的地籍制度，以便对一个农业社会进行行政管理，也许有人认为法国是第一个应用地籍制度的国家，但古代历史告诉我们的却并非如此。约在公元前2000年的美索不达米亚的粘土片和公元前1500年埃及土地测量员画出的莎草纸图，这些都足以证明了在高度发展的社会里，测量和制图的职能。从公元前1300年一张埃及的莎草纸上的努比亚（Nubian）金矿图可以证明当时工程人员已运用平面图进行建筑和勘察，这种图——保存在都灵（Turin）——也是这一时期唯一的制图代表。

1.1.3 中国和日本

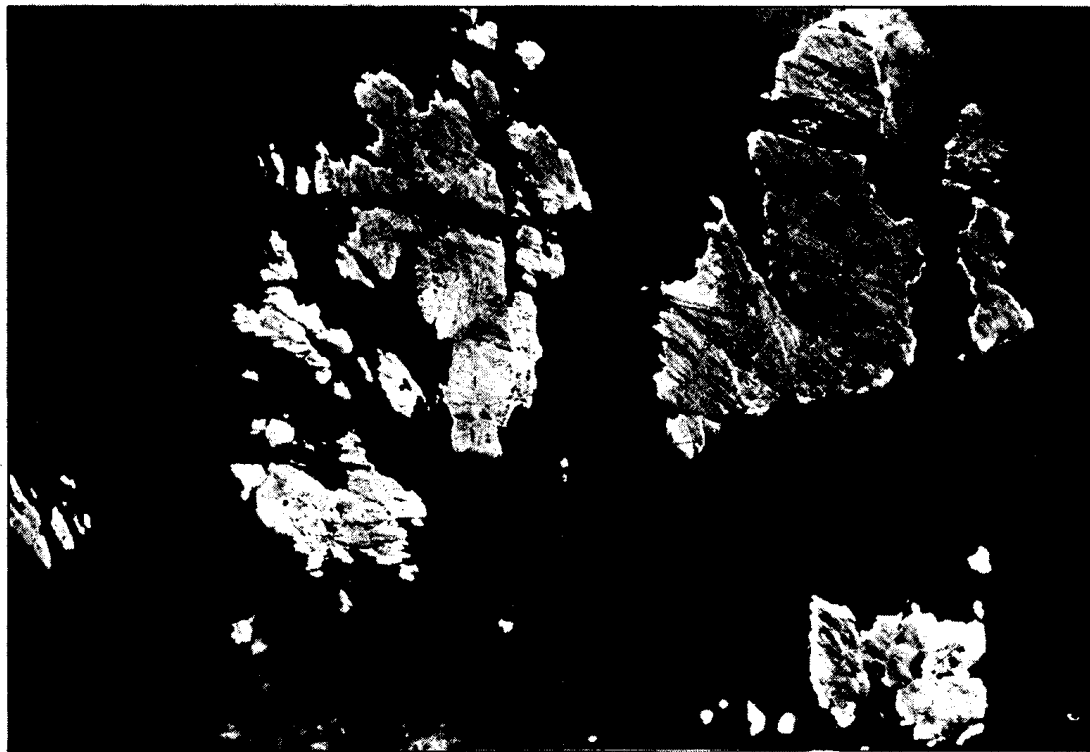
在中国西汉古墓中发掘出来的3幅约在公元前168年绘在丝帛上的地形图，图上用符号表示出河流、山脉、道路和居民地。一幅军用图的比例尺折算为1:90000，用彩色符号表示出军事设施，应当称之为专题地图。该图表示的地区，相当于现在湖南省的中南部。第三幅是专区一级的平面图。后来在内蒙古的汉墓中又进一步发掘出一些绘在墙壁上的城镇平面图，时间约为公元前2世纪。事实说明：中国西汉时期的制图技术已很发达，其工艺是超过了当时的其它文明国家的。

早期中国古文明的巨大成就之一就是有很高的技术水平，主要是早在公元前105年发明了造纸，这对于发展科学、技术和行政管理，都起到了巨大的作用。公元267年，任西晋尚书令的裴秀，写成了一部测量和制图的著作，并用它指导编制了一张中华帝国地图。该图分为18幅，以方格坐标系统为基础。后来的历代帝王，一直遵循方格坐标系统来生产和修订中国的地图。最著名的地图作品是在1311~1312年由朱思本编制的《舆地图》（Mongol Atlas），后由西方学者译出，在阿姆斯特丹作为第一本中国地图集出版（参考1.1.6）。中国在航海方面也久负盛名，中国的帆船曾航到了印度洋沿岸和阿拉伯海，从1416年起，中国就应用了印度洋水域最早的航海图。16世纪著名的中国古老的卷状航海图长达6m，一直沿用到18世纪。

对于住着人的世界形状的观念，中国人是依附于佛教徒的想法的，约在7世纪曾从印度输入中国的这种表达他们世界观念的地图，就是所谓的《5个印度岛图》，是由一个世界性的海洋包围着三角形的陆地，这种概念也传播到日本，迟至18世纪日本也制成了这种



a

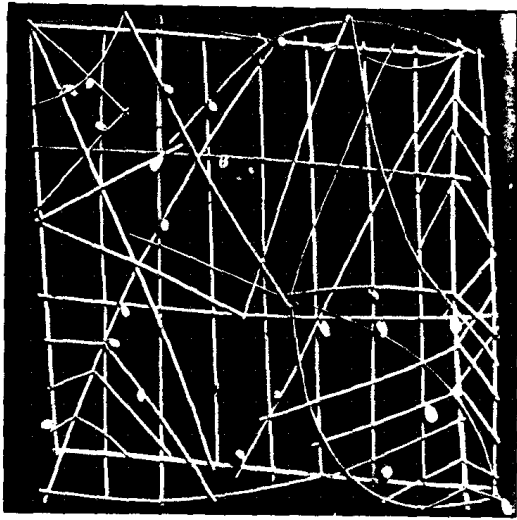


b

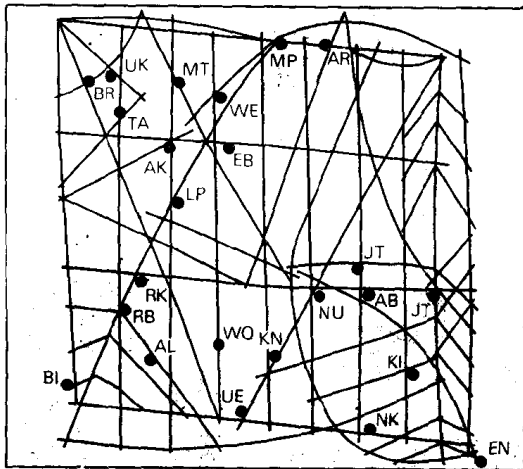
图 1-1

a 爱斯基摩人的地图，表示的是格陵兰靠近戈德港(Godhavn)的公主皇冠岛。由哥本哈根大地测量研究所供给。

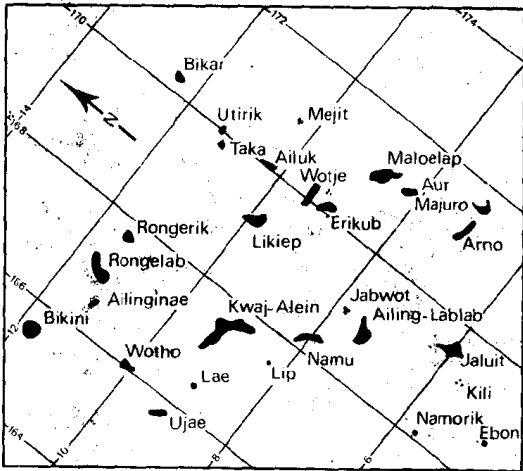
b 比例尺约为1:60000的公主皇冠岛的航空象片(和 a 比较)。由哥本哈根大地测量研究所供给



a



b



c

图 1-2

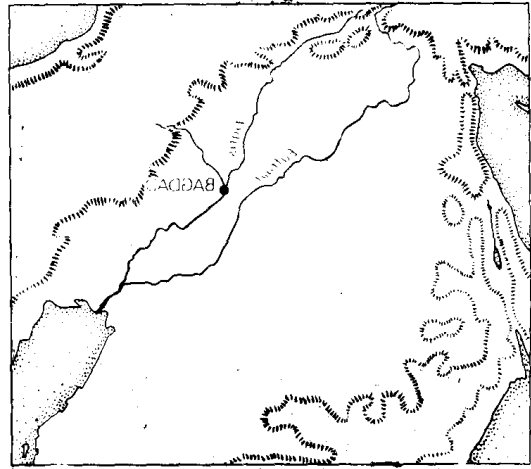
a 19世纪马绍尔群岛的航海图，用木杆和贝壳构成。可以从伦敦大不列颠博物馆中查到文献。

b 马绍尔群岛的复原图

c 马绍尔群岛的现代地图



a



b

图 1-3 a 公元前约3800年的粘土片地图，在靠近伊拉克的努西(Nuri)发现。由伦敦大不列颠博物馆提供。

b 现代地图所表示的与a相同地区的图形

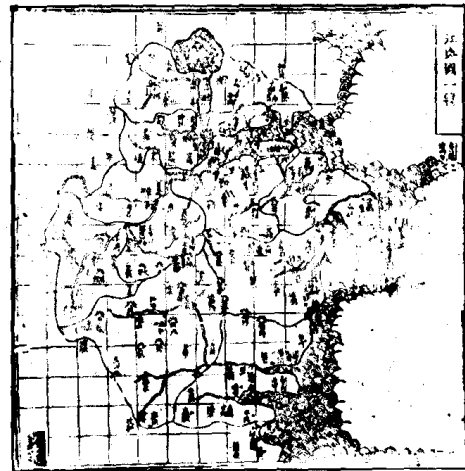


图 1-4 从朱思本(1273~1340)编制的《中国地图集》中取出的浙江省图，约在1555年木刻印出。由海牙博物馆提供。

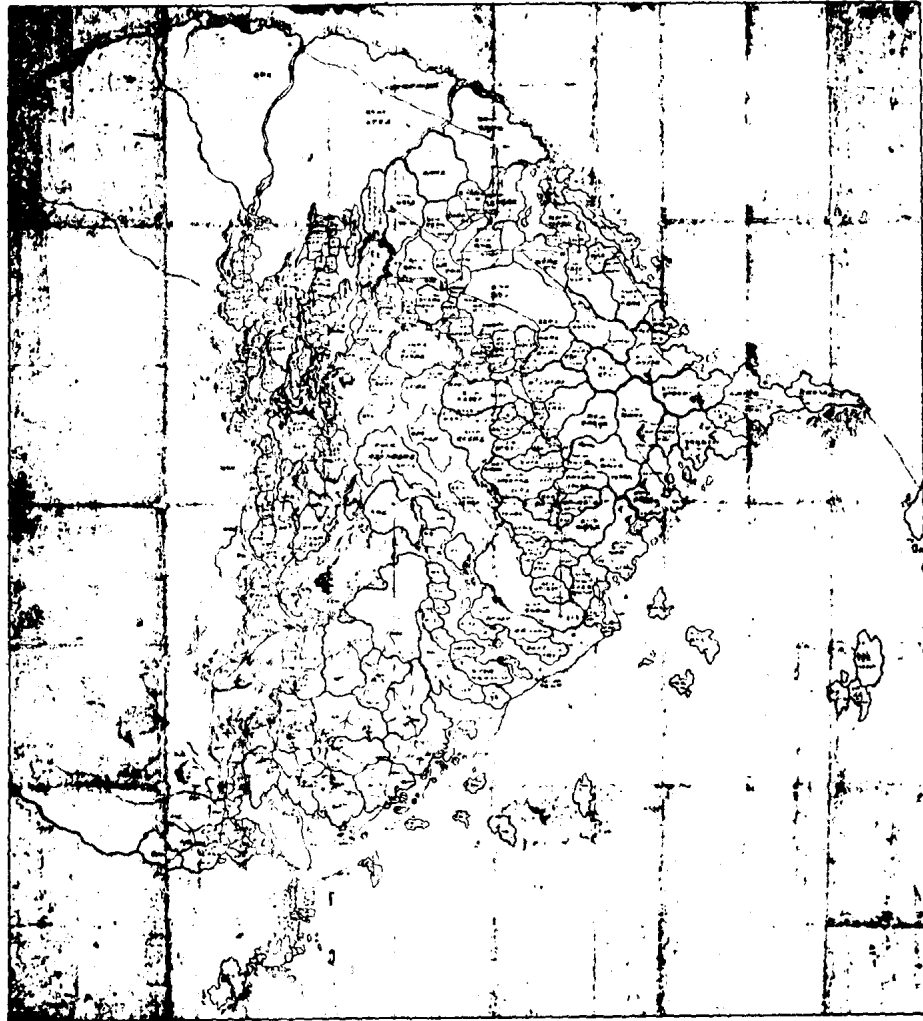


图 1-5 佛教的世界地图，即所谓琼布-德维帕 (Jambu-Dvipa) 地图 (5 个印度岛)，系于 17 世纪在日本绘出，幅面为 138 × 135 cm。由 N. 默罗加 (N. Muroga) 提供。

地图。实际上基本精确测量的佛教地图和日本人的地图，自公元 8 世纪起即已存在。最古老的日本地图是用于表示寺院地产的地籍图，制于公元 7 世纪中期，随后就是称之为渔业地图 (Gyoki-maps) 时期，它们将整个日本领土划分成圆形的若干“省”，存在很大的歪曲。在 17 世纪，才把日本复杂的轮廓加以正确显示。绘制在图卷上或屏幕上的优良地图，有时用图画的方式，有时则用“现代”的格式表现这个国家。约在 1810 年，由忠高伊能 (Ino Tadataka) 对日本大部国土进行了无与伦比的大规模测量，可作为发展史上的里程碑，这种优良的地图，直至 19 世纪下半叶，西方的现代技术传入日本，才有可能对它进行了修正。

1.1.4 希腊和罗马文明时代的地图知识

可以证明早在公元前 400 年，知识界已有制作地图的能力，这一时期的著作说明，希腊的制图学是哲学家的事，而土地测量者的作用，似乎不值一提。当时希腊人对于外部世界

已有一种完整概念，有关世界的知识，如地球的形状、大小可以从公元前278~195年埃拉托色尼（Eratosthenes）根据旅行者提供的资料制作的地图上看出来。公元87~160年亚历山大（Alexandria）的托勒玫（Claudius Ptolemaeus）又进一步充实了资料，制成了一张世界地图，表明了更好的世界知识，该图用上了经纬线表示的地理坐标系统，这在地图学史上还是第一次。托勒玫还将他所知道的所有地方都汇集在他的著作——《地理学指南》（《Geographia》）一书中，该书写于公元150年。在9世纪，该书由阿拉伯学者抄写了复本，可能影响了穆斯林的地理学的发展，不过其阿拉伯文本并未保存下来。

由拜占庭（Byzantine）作者复制出来的《地理学指南》（12世纪以来最老的手抄本）对于西方的地理学具有长期的影响，不过对于人们在12~15世纪手抄本中发现的27幅地图是由托勒玫亲自绘制，还是在12世纪由别人根据他的文字叙述绘制的问题，还是有争论的。

和希腊相比，罗马对于科学地图学的贡献就逊色多了，但也制作了实用性的地图：行政图、军事战略图和旅行图。不幸的是保存下来的仅是些大比例尺地籍图的石片和1世纪时的城市平面图。在羊皮纸上书写的罗马著作和罗马地图，只保存了中世纪的复制品，其中最著名的是16世纪以后的、被称为“Peutinger Table”的地图，实际上它是一卷长约6m（20ft）的罗马帝国道路图。

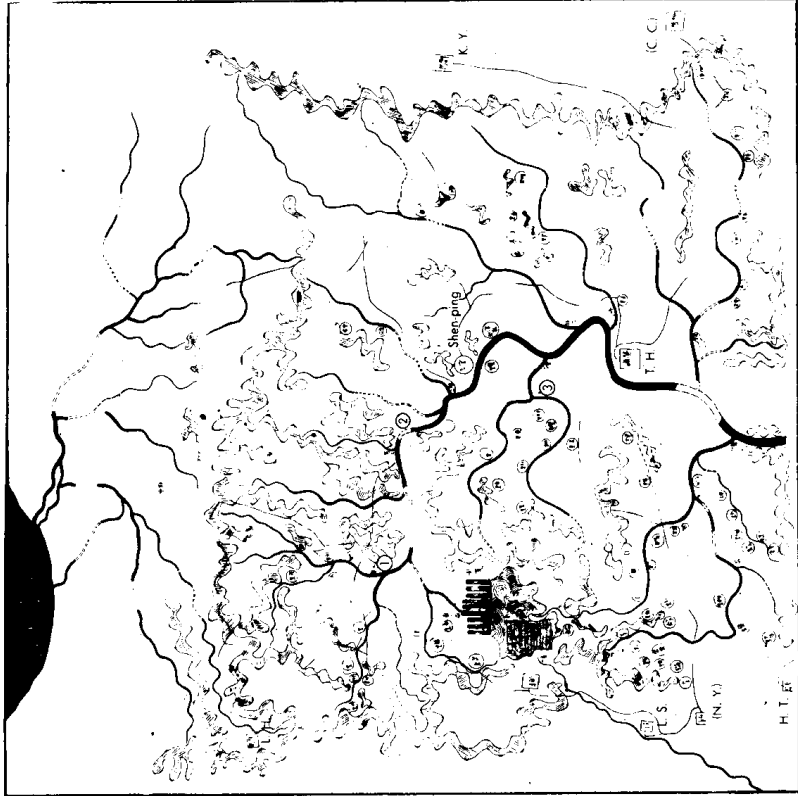
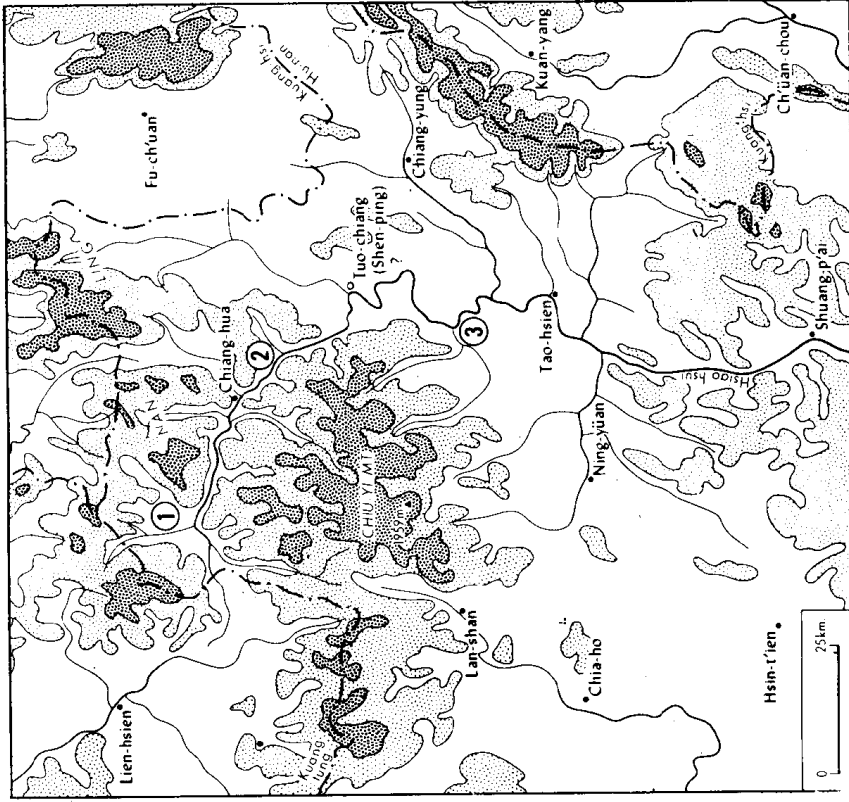
罗马帝国时期，通常将地图绘成很窄的长卷，对于携带是便利的，但对于表示地球或一个区域，就变得非常不正确了。

1.1.5 穆斯林的地图学

西方的技术进步应该归功于测量技术和伊斯兰在天文和航海科学方面的知识，这些知识是经由在西班牙的阿拉伯大学，传播到法国、意大利、奥地利和德国的。后来，在西欧的文艺复兴时期，穆斯林的科学与技术希腊和罗马的数学和技术结合了起来。约在16世纪以后，文明史的钟摆摆了回来，而且欧洲的侵略者在欧洲科学和技术的摇篮——亚洲，开始了压迫和殖民的时期。

以流动为特点的广大的阿拉伯帝国，需要可靠的地图，约在公元850年以后，不同的作者分别编制出交通路线的书籍和杰出的巡游路线图及地理图，将这些地图装订成书本的形式，称之为“伊斯兰地图集”，它包括有21幅地图。这种固定的格式，保持了300年之久。地图集内拥有地中海、阿拉伯湾、叙利亚、伊拉克、伊朗和黑海的地图。以后，约在1150年，当日耳曼人席卷欧洲之后，就和阿拉伯世界建立起文化的、商业的和政治的联系。在日耳曼国王罗杰二世（the Norman King Roger II）时，阿拉伯地理学家伊德利西（Idrisi）在西西里岛从事制图工作，将“伊斯兰地图集”中的地理知识结合日耳曼人的地理知识进行了加工和改进，在1150年绘制出一本地图集和一张世界图，有关地图的总结工作于1160年写就，其复本已保存下来。

阿拉伯人、土耳其人和日耳曼人都曾经主宰过航海事业，而且最老的航海图约于公元1250年出现在地中海沿岸各国，这些航海图的形式和风格很可能取自伊德利西时期已经应用的地图资料。

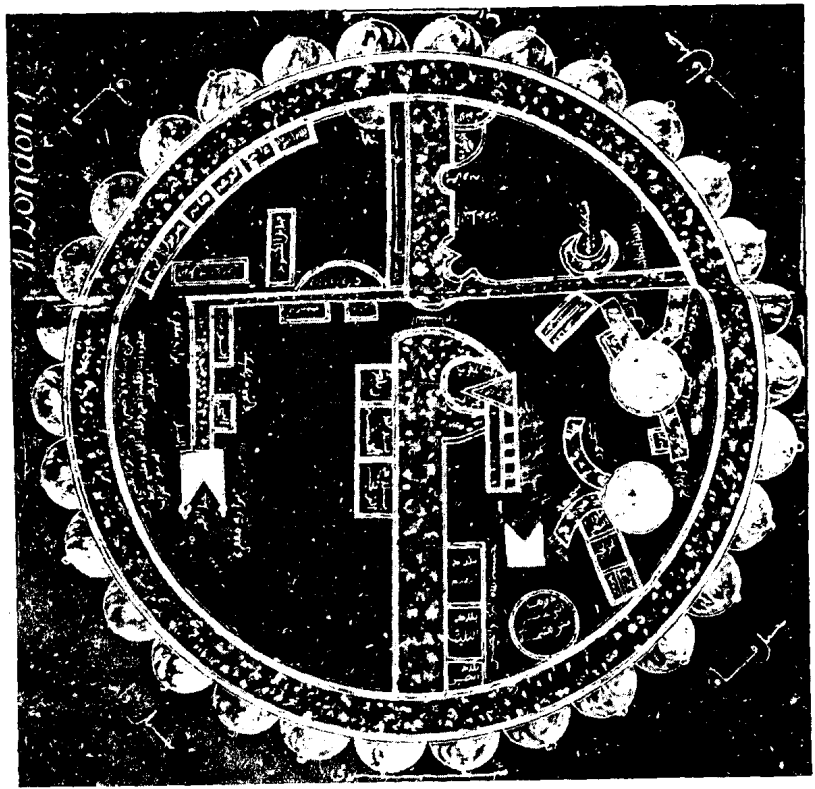
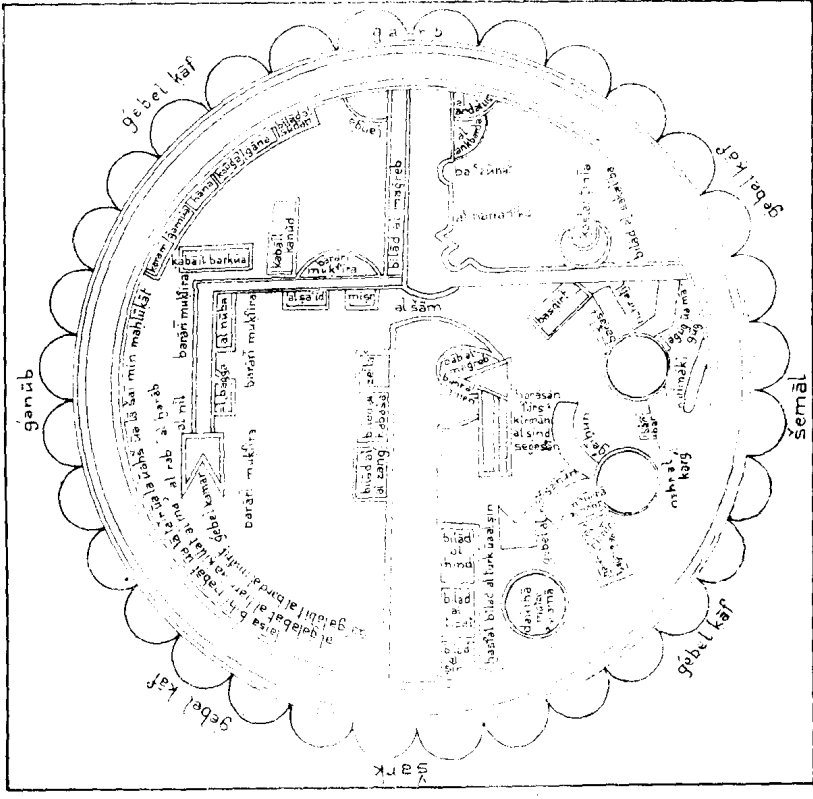


b

a

图 1-6

a 早在公元前 168 年绘于丝帛上的地形图，从中国西汉古墓中出土。
 b 现代地图的一部分，表示出与 a 相同的地区



a

b

图 1-7 a 伊布纳·弗地 (Ibn al Virdi 1292~1349) 制作的世界地图。
b a 的图形复原和复制品

1.1.6 地图制作的商品化

地图和所有的手工艺品一样，因商品化的动机而绘制，欧洲人的地图学特征就在于它具有明显的商业特色，显著的进展还是在欧洲引入了造纸术之后，应用木刻和铜版雕刻来制图，最后约在1450年发明了印刷技术。西方世界的地图制作不象9~15世纪穆斯林的文明时期，也不象19世纪以前的中国、日本和印度的文明时期那样的实用地图学，而是商品化动机超过了政治的动机。欧洲的专职航海制图者，象14世纪那样，仍由顾客来雇佣。我们知道公元1300年，在巴塞罗那（Barcelona）画的世界地图所签订的合同上，已提到在那些地图上要用米制来表示尺寸。

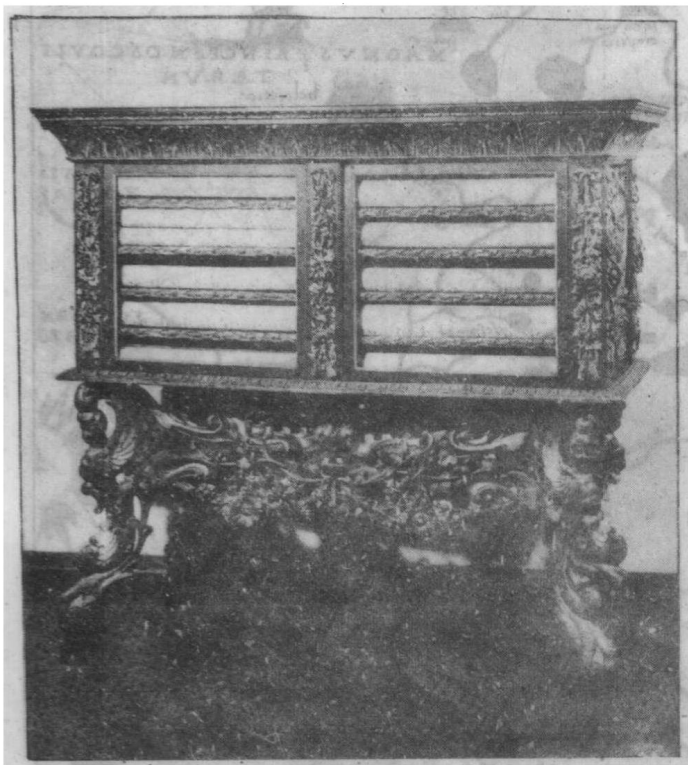


图 1-8 一个装着由J.布莱尤于1664年在阿姆斯特丹编成的“大地图集”的书柜，拥有人打开的十一卷，存于阿姆斯特丹大学图书馆。

作为追求向外扩张的必然结果，在13世纪之后，欧洲的历史特点是以获取欧洲国家以外的知识为目标，并迅速被作家、画家和出版商作了商业上的开发。在欧洲的地理发现和探险时代（约1450~1650），有利于在地图产品上增加大量的新的地理信息。各国的出版商和印刷商经常在剧烈地竞争，一版又一版的出版世界地图集。亚洲、美洲和非洲的新地图成了热门货。在所有国家之中，只有荷兰发展为17世纪最大的商品地图集的生产地，既有海洋和导航的地图集，也有世界地图集。

早在1570年在荷兰南部的城市安特卫普（Antwerp）编出了常规的世界地图集；到了1664年，又在阿姆斯特丹出版了从未有过的最大的世界地图集。

土耳其和阿拉伯世界的地图集可以追溯到10世纪，这些地图原稿并非是出于商业目的，而是奉命行事。他们绘出的世界地图和穆斯林地理学派的学者一样久负盛名。这些穆斯林国家地图，虽然比17世纪之前由欧洲制图者编制的东方地图好得多，但并没有对早期的西方地图学发生影响。

十分有趣的是中国地图学的历史以及西方地图面貌对中国的影响，在具有大约1000年编制中国地图的经验之后，朱思本编制的《舆地图》问世了。从1555年付印以来一直到18世纪由耶稣会传教士重新修订为止的不同版本中，只有第一个原稿才是标准的中国地图集。有一种拉丁化了的版本，其地图依欧洲风格重新绘过，系由耶稣会的教父M.马蒂尼