

地学的探索

第二卷

地图学

陈述彭 著



科学出版社

地 学 的 探 索

第 二 卷

地 图 学

陈述彭 著

科 学 出 版 社

1 9 9 0

内 容 提 要

本卷选辑作者有关地图学的论著 23 篇, 反映作者自 50 年代以来在地图学发展领域中所作的多方面探索。内容包括: ①有关中国地图学史的论著, 弘扬民族文化、开拓现代地图学新领域的独到见识; ②从事地图编绘、制图综合以及地形表示、模型塑造、鸟瞰地图制作的理论和工艺研讨; ③关于国家大地图集设计与编制工作的记实; ④倡导开展我国地图制图自动化的实践和论述。

本书可作为从事地图测绘与地图编制的科研和技术工作者, 以及有关大专院校师生的参考书。

地 学 的 探 索

第 二 卷

地 图 学

陈述彭 著

责任编辑 姚岁寒 励惠国

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100707

上海中华印刷厂印刷

*

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经销

1990 年 7 月 第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1990 年 7 月第一次印刷 印张: 21.5

印数: 0001-2,000 字数: 517,100

ISBN 7-03-001978-4/P·379

定价: 12.00 元

自序

从地球科学的时间和空间尺度来看,一个人的生命活动几乎是可以忽略不计的。人类认识自己居住的星球,经历过一代又一代的努力,前仆后继,正在加速地前进之中。我们的祖先大致搞清楚海陆的轮廓,花费了1,000多年;地理探险和地形测量覆盖大陆面积的30%,大约又花费了300年。航空摄影测绘陆地面积的70%,只用了50年左右。而现在,遥感卫星每天都在采集全球的图像和数据。古代地理探险家奉献出他们的一生,无非是记述未经发现的一片又一片的处女地,减少地球科学上的一些空白。当代地球科学研究的目标,则致力于探索这个星球的奥秘和规律。沧海桑田,人生蜉游,“大作小观小亦大,无为有处有还无”。学海无涯,300年来人类对自然的理解本来就不过沧海一粟;几十年的岁月,个人所涉猎的学问就更加微不足道了。

不过,雪泥鸿爪,留下的究竟是历史的踪迹。好心的图书馆员,曾经把缩微的书本封存在地下室的钢球里,想把文化遗留给后人;多情的宇航专家,用磁带记录人类的语言和歌声,去沟通外星文明。他们所企望和梦想的,无非是想超越时间和空间的局限,着眼于未来的交流。地学工作者们,从观察一堆砾石的擦痕和磨圆度,可以探讨河流发育或冰川活动;从分析一组树木的年轮,可以追溯古气候的旱涝和变迁。从时代看人生,从人生度时势。尽管记录的只是个人学习、成长和工作的平凡过程,其中多少隐含着历史继承与发展的烙印;反映出时代进步的轨迹。作为地学研究队伍中行伍出身的普通一兵,在坎坷崎岖的科学生涯中,酸甜苦辣,成败得失,对于年轻的读者,也许是耐人寻味的故事,对于未来的同行也许在觉得幼稚可笑之后,还能从中窥见半个世纪以来我国地球科学发展的一斑。

我早年从事科学的探索,不能说是“历史的误会”,也不是意外的机遇。原不曾有过可以自豪的远大抱负,也没有什么值得沾沾自喜的业绩。从小兴趣泛滥,好奇争胜。也许只是在报考湖南省立长沙高级中学的时候,无意中全部用地图应答的那份地理考卷,再加上一年级刊登在校刊上的那篇《南岳记游》,受到过校长的青睐,就成了引导我献身地学的第一个无声的信号。

“问渠那得清如许,为有源头活水来。”注定命运的关键时刻,则是抗战时期的流亡大学。1937年我以同等学历考进浙江大学。竺可桢先生任校长,地学方面的教授阵营盛极一时。教授们系统地讲授地学基础知识,严格地给予

野外基本功训练，把我们一大批同学引到了地球科学的殿堂。当时，我们就象闯进了广西、贵州的那些喀斯特洞穴，感到光怪陆离，目不暇接。同学们毕业之后，分道扬镳，多有建树；我则被留在学校，当了八年助教和研究生，在老师们的指引和督促下，蹒跚学步，从此开始了探索地学的生涯。

新中国诞生不久，成立中国科学院，筹建地理研究所，我不仅有幸继续接受竺可桢、黄秉维教授的教诲，还得到曾世英、方俊先生的指导，作为他们的助手，参加全国自然区划、黄河流域规划，开展地图学的研究，编制国家大地图集。十年浩劫之后，面对又被拉大了的我国与世界先进水平的差距，深感地球科学要想奋起直追，亟须引进现代科学方法和技术手段。在院所领导下，得到一批又一批有志青年同志的支持，先后筹建航空像片综合利用研究室，组织研制自动化制图系列设备，引进美国陆地卫星遥感图像，分设地理研究所二部，组建遥感应用研究所，成立资源与环境信息系统国家重点实验室。这些科学组织工作的目的，主要是致力于提高地学研究中定位、定量、定性的精度和系统分析的能力，探索地学走向现代化的道路。

四卷文集的选择，大体上是按学科划分的，保持了各学科的独特体系，同时也基本上反映了个人从事地球科学探索的不同历史阶段，反映了时代背景的差别。

30至40年代，是我接受地学启蒙教育的时期。在抗日战争的烽火岁月里，过着流亡大学的艰苦生活。但是，学术空气却是那么浓郁！教授们执着地讲授他们的经典的地学知识，学生则如饥似渴地接受观察自然的基本功的训练。涂长望教授的大气物理、气象观测和天气预报；叶良辅教授的历史地质和岩石矿物分析；任美锬教授的地形发育旋回和经济地理区位理论；谭其骧教授的沿革地理；张其昀教授的地缘政治；……，五彩缤纷，绚丽夺目，从天上到地下，从自然到人文，古往今来，南北东西，向我们展示出地球科学的大千世界，诱导我们专心致志去钻研，忘我地去探索，“天高任鸟飞，海阔凭鱼跃”，从而树立起地球科学大有可为的信念。

50至60年代，新中国社会主义建设的需求，让我有机会参加国家科技规划中的一些重大项目，工作中有幸与地学界与生物学界的许多耆硕、前辈经常接触，有时还和苏联专家一起考察和讨论，他们实事求是的科学态度和一丝不苟的治学方法，使我获益不浅！特别是看到了打破学科之间的门户偏见，克服固步自封的技术观点的好处。认识到以地图作为许多学科共同的信息载体，很可能有助于地学研究中定位、量化的加强和综合分析能力的提高；从而致力于景观地图的研究与综合地图集的设计，探索普通地理图的综合指标与模拟方法，努力开拓地图学的研究领域和服务范围。即使在十年浩劫、万马齐喑

的年月里,地图仍然显示它顽强的生命力,并逐步成为喜闻乐见的地球科学成果的表达方式。

70至80年代,地球科学面临航空与航天技术发达的新时代。早在60年代初,我国已经着手开展航空像片的综合利用与系列制图,探索手扶跟踪与光机扫描应用于地图量测的可行性,起步略先于国际同行。1972年,中国科学院五所两厂联合研制自动化制图系列设备,自力更生,揭开我国电脑制图的序幕;1975年,地理研究所率先引进美国资源卫星影像;1972、1977年先后组团考察墨西哥和英国、瑞典的遥感进展。1978年起,中国科学院先后组织哈密、腾冲、天津、二滩等航空遥感试验,并组建遥感应用研究所。地学、生物学界的许多中青年科学家,热情地加入探索遥感技术与应用的行列,并以他们的专业知识和科学储备,大大丰富和提高了遥感技术和应用的水平,加速了地学的技术革新与进步,把我国遥感技术和应用,一步一步地推向高潮。

90年代的地球科学,面临信息时代的机遇和挑战。卫星遥感提供了全球监测的动态信息,为研究人口、资源、环境的全球变化,创造了空前的有利条件,有了把地球作为一个行星系统来研究的可能。由于电脑和数据库的引入,对于地球非常复杂的多圈层的结构和它的物质、能量与信息的转化和内部、外部的循环,也有可能进行动力学的分析和数据模拟。无论城市发展、资源开发还是环境保护问题的宏观对策与工程规划,无不需空间型的(地理)信息系统和智能化的专家系统来支持。为此,资源与环境信息系统国家重点实验室应运而生,开展探索全球数据库的设计,国家资源与环境信息系统的规范化和标准化研究,探索地理信息系统在水土流失、生态环境、城镇体系与江河灾情……等各方面应用的可行性。地理信息系统方兴未艾,来日方长。对于地学研究引进系统论、信息论与控制论的科学思维方法,对于提高地学工程的社会效益和经济效益,必将产生极其深远而积极的影响。

海滩总是这样壮丽,每个细心的人都可以撷掇到几枚心爱的贝壳;山路总是如此坎坷,每攀登上一步台阶又可以领略更加开豁的视野。自然界是无比慷慨的,人民给予我的机遇也是千载难逢的。然而,由于知识的局限,主观的失误,自己对于地学的收获和奉献却是如此之少,心里总是感到惭愧和不安。在50年的地学生涯中,虽然偶尔也分享到一些表扬或奖励的喜悦,但受到批评或批判的痛苦的时候要得多得多,这是符合实际的,心安理得的。“不要人夸赤色好,只留清气满乾坤”。所以仍然百折不回,坚持不懈,兢兢业业地继续在探索地学的现代化的道路上。

科学事业的梯队象一支永远前进的雁阵。或许是出于信念和本能,或许是一种职业习惯或默契。前辈师友曾经带领我们学会飞翔,呕尽他们的心血,分享他们的余荫,自己也就感受到了历史的使命,勇敢地去探索,最大限度地

减少对年轻一代的压力和阻力。直到自己精疲力竭,再退到阵列的后面,尾随着大伙儿继续前进。“春蚕到死丝方尽,蜡炬成灰泪始干”,光明和希望寄托于青年和未来。

我非常感谢科学出版社从我的400多篇论述中,选辑《地学的探索》这部四卷文集:第一卷地理学;第二卷地图学;第三卷遥感应用;第四卷地理信息系统。姚岁寒、励惠国同志花费了许多宝贵的时间,协同我的弟弟述武和子侄们整理旧稿,校勘图文,尽量把一些能够反映当时研究计划、实验工程或专著作品的原始设计思想或科学结论的篇章挑选出来,其中大约三分之一是未曾问世的手稿。真实地保存初稿的原貌,也没有必要重复专著内容或地图作品的全部。“纸上得来终觉浅,绝知此事要躬行”。其中的一些观点,想法是否切合实际,真讲道理,正反两方面教训如何适应时代,摒弃糟粕。年逾古稀,逾越代沟已是力不从心,只能期待历史无情的检验,读者公正的裁决。三人行必有吾师焉,朝闻道,夕死可矣!衷心欢迎对文集的批评和指教。抛砖引玉,竭诚欢迎我的老师和地学界的前辈继续指教,特别是要向中青年的同志学习。争取自己知识老化和记忆衰退的速度稍为减缓一点,能够继续尾随在梯队的后面,翱翔得更高一些,更远一些,欣赏那地球在不息地自转和公转着。

陈述武

1989年9月于北京

目 录

自序.....	(i)
我国古代科学家在测绘史上的历史荣誉.....	(1)
地图学发展的历史过程.....	(5)
地图学的若干现代特征与生长点.....	(38)
地图学研究方向和任务的商榷.....	(55)
地形模型的塑造方法.....	(63)
地图上常用的符号.....	(69)
中小比例尺地图中地形表示的方法问题.....	(74)
剖面图的结构和作用.....	(85)
论地图晕渲.....	(91)
明暗等高线地势图编制实验.....	(98)
《中国地形鸟瞰图集》的编制.....	(119)
设计《中华人民共和国大地图集》的初步意见.....	(131)
《中华人民共和国普通地图集》技术总设计书.....	(161)
中国小比例尺地势图制图综合区域指标的初步研究.....	(198)
应用卫星像片编制地理基础地图的初步探讨.....	(224)
《中华人民共和国自然地图集》总设计书(草案).....	(228)
我国综合自然地图集的编制基础和特点.....	(278)
《中华人民共和国自然地图集》编制纪要.....	(291)
综合地图集的设计与区域特征的反映.....	(300)
发展我国水文地质制图的几点意见.....	(314)
开展制图自动化设备研制任务的初步意见.....	(323)
制图自动化调研小组补充汇报.....	(327)
地图学的展望.....	(330)

我国古代科学家 在测绘史上的历史荣誉*

一

地图的测绘利用,是人类最古老的科学之一。

远在奴隶社会的年代里,中国就和其他古老的东方国家一样,具有比较特殊的生产方式——利用季节性泛滥的冲积平原,发展农业。国家掌握着土地,兴办大型水利工程。因此,在那些被淹没过的大平原上,测绘出原有的疆界和堤岸,很早就是一种经常的必需的生产技术了。

“自从开始以来,科学的兴起与发展,都决定于生产。”(恩格斯)我国古代奴隶社会的生产方式,不同于希腊,地图测绘技术的发展,也沿着自己独特的方向,土地图的测绘,成为最主要的内容;而希腊却偏重于航海地图的测绘,彼此显然有些不同。

在我国古代封建社会初期的上升阶段里,土地图籍的数量不断增加。从周秦开始,中央都设置了专门的官吏来管理。在累积了丰富的实践经验的基础上,公元第三世纪中叶,我国伟大的制图学家裴秀和他的助手们,就科学地总结了前人的制图方法,拟定了汇编小比例尺地图的工作规范,称为“制图六体”。无疑的,这是世界史上最早的制图方法论的提纲。

中国的裴秀,和希腊的托勒密(公元 99—168 年),从地图测绘的发展史上来看,就好像是两颗灿烂的明星,东西辉映。他们标志着古代地图测绘科学的最高成就。他们的余辉,长久地照耀着黑暗的封建时代,延续了好几个世纪。

三千多年的封建社会制度,使得中国的经济、政治、文化都长期陷在发展迟缓甚至停滞的状态之中。但是每当政治比较开明,经济比较繁荣的阶段,仍然可以找到一些科学的进步史迹。例如公元 724 年,唐太史监南宫说根据前人的建议,在河南一带平地,用水准绳墨测量距离,从黄河北岸滑州到豫州,并测定开封等四个地点的纬度。结果测出纬距每度之长为 351 里 80 步,这是世界上第一次的子午线测量,比阿尔曼孟在美索不达米亚的测量早 90 年。

到元朝,郭守敬发起了测量全国纬度的伟大计划,测定了纬度 27 点。

我们祖先地图测绘方面的光辉成就,在世界科学发展史上,占了非常重要的一页。上面所提,只是其中比较重要的例子。这些重大的历史性贡献,都值得深入研究、专文阐述。

科学的发展不是孤立的,从我国古代文化史上就可以看到。一方面,地图测绘的需要和实践促进了科学的创造发明;另一方面,其他的许多科学创造和发明,对于地图测绘科

* 本文刊载于《测绘通报》第 2 期,1955 年。

学的发展,也曾有过巨大的推动力。这些作用也许是间接的,但是历史的意义却非常重大。

这方面的历史材料,还没有进行过全面的系统的整理。本文也只能提供几个比较明显的例子,尝试阐明它们在发展史上的关联性。毫无疑问,事实和分析都是很难全面的。希望读者批评指教。

大家都知道罗盘、规矩、纸张和印版四种工具,都是我国古代劳动人民对于世界文化的卓越贡献。它们的历史的影响,不仅是在地图测绘方面;只是地图测绘受其影响,特别直接而显著。这些工具,基本上至今还继续使用在地图测绘的工作当中,只是有的现在已经改造、装配成为完美而又复杂的仪器,使我们不识庐山真面目罢了。

1. 罗盘

公元前4世纪,我国就利用“慈石”(磁石),制成了世界最早的指南工具,称为“司南”。为了解决司南避震而又保持水平的技术问题,沈括(公元1030—1094年)在《梦溪笔谈》里记述了四种指南针的装置方法:浮在水面上、悬在丝线上、搁在碗沿上或指甲上。这就指出了罗盘仪构造的基本原理。此外,他的书中还说明了当时磁针的方向,实际上是南微偏东的,并非正南,发现了地磁的偏差现象,并且建议把方位划为24至。

航海罗盘仪在公元1180年左右,经阿拉伯人传到欧洲,欧洲人把磁针改装在可以随意倾侧的圆盘上,称为棱针罗盘仪,就成为地图测绘最重要的一种仪器。公元15世纪应用于意大利;16世纪英国用于进行小区域的三角测量。当时其他各国的精密测量,除天文点外,也都使用罗盘仪。大量采用罗盘仪测量的结果,使欧洲原有地图上方向的错误,有了很大的纠正。

17世纪以后,罗盘仪上装备了望远镜和水准器等精密的附件,继续用来进行地形测量和探险勘测工作。

2. 规矩

规,就是圆规;矩,就是三角板,这些在我国也很早就发明了。考古学家在安阳发掘出来的殷代的车轴上,就看到画着五边形、九边形的几何图形的装饰。如果古代没有一定的仪器和几何知识,显然这是画不出来的。孟子说过:“不以规矩,不能成方圆。”周代其他著作中,也很广泛地提到它们。

汉代武梁祠(山东嘉祥)石室造像中,保存着伏羲拿矩、女娲拿规的蛇身人面像。《史记》里也有夏禹用准绳和规矩来治水的传说。似乎规矩的发明,原来就是由于测绘工作的需要。

有了规矩,才可以设计“指南车”(公元110年)和“记里鼓车”(公元400年左右)的齿轮,这两种车当时就是用来确定方位和测量距离的。欧洲方面直到公元1528年间,才第一次利用车轮测量距离。

3. 纸张

地图的测绘远比纸的发明要早。秦末蒙恬(公元220年)发明了毛笔,不久又采用了石墨,并且用松烟桐煤作原料,制成了人造墨(至今各国清绘地图,多采用中国墨),才开始

用缣帛写字绘图,裴秀利用的一幅《天下旧图》,就是用缣帛 80 疋绘成的。

汉代 400 年间,我国劳动人民不断尝试造纸代帛。1942 年,考古学家在额尔齐斯河旁发现了一片公元 98 年以前的旧纸,比蔡伦造纸的历史还早几年。

公元 751 年,唐朝与阿拉伯帝国交战。阿拉伯人利用战俘在撒马尔罕和新都报达先后设立造纸厂。第 10 世纪,造纸技术又传到了伊比利亚半岛上的哥尔德华。后来逐渐普及于欧洲各地。

4. 印版

在敦煌石窟中,曾找到了世界保存最古的雕版书籍,系公元 868 年的古物。西安碑林中,至今保存着著名的《华夷图》和《禹迹图》的石版(公元 1137 年),都是印版的历史珍品,后者更是地图的最早的拓本来源。

套色版的印刷,以元朝(公元 1340 年)的佛经为最早。不久,历史沿革地图也用朱、墨二色套印。最初只刻一版,分别填色;后来才发明“恒版”套色,分色刻版。可见,我国很早就掌握了分色套印的原理和方法。至今,地图套色印刷,基本上还是应用这种方法的原理。

我国的雕版印刷,12 世纪传到埃及,14 世纪传到欧洲,15 世纪欧洲才先后有了木刻印刷与雕刻铜版的印刷。

纸张和印刷的发明,对于地图测绘的实际贡献,无庸赘述。更重要的,是它们传到欧洲以后,对于促成欧洲文艺复兴,推进地图测绘科学的发展,具有非常巨大的历史意义。恩格斯认为文艺复兴的动力,固然主要是由于当时欧洲生产的发展和商业航海的兴盛;另一方面,也和大量的发明,以及东方文明的输入有关。恩格斯指出:“它们不仅使希腊文学的输入与传播、海上探险、市民宗教改革首先成为可能,并且使它们的活动进程完全不同和更加迅速。”事实很清楚,托勒密的地图和地理学(经纬度记录),在第 15 世纪就翻印了七种版本之多。加特兰等地中海城市也都成了航海地图的编绘中心。再加上航海罗盘仪的利用,就为“地理大发现”提供了有利的技术条件。而“地理大发现”的成就,又使地图的测绘推进到一个新的发展阶段,奠定了近代测量学与制图学的科学基础。

二

其次,我们要谈到“勾股弦定理”与有关“圆”的几种运算常数的发现。因为这两项数学方面的成就,是从古代水利工程与土地测量的劳动实践中总结出来的,它们是地图测绘方面数学研究的起点;也标志着我国古代地图测绘的理论水平。

《周髀算经》记载着商高和周公旦(约公元前 1000 年)“勾广三,股修四,弦隔五”的对话,又描述陈子告诉荣方测算太阳高度的方法,其中有应用“勾股各自乘,并开方而除之,得弦”的定理。这一定理,与希腊毕达哥拉斯在公元前 540 年的发现是一致的,而在时间上要早许多年。

根据中算家赵君卿的注解,这一定理,据说在夏禹时代已经用来“测望山川,定高低形势。”可见很早就已经从劳动人民的测绘经验中提炼出来了。

汉代的算学家刘徽(公元 263 年左右),总结古代立杆测影的方法,著《重差术》。书中

包括九个典型的测量问题,大部利用相似三角形的比例,来测量山高、水深,以及河涧、城垣的长广。凡测高都立两杆;测深则用两矩。活用书中几个例题的原则,就可以解决方田、少广、商功、勾股许多实际的测绘问题。假如说《重差术》是平面三角学与普通测量学的先导,似乎并不为过。

《周髀算经》中,还提到了“圆径一而周三”的粗约比例。后来刘歆、张衡、王蕃相继精益求精,有所改进。刘徽更进一步发表了《割圆术》的理论,认为“割之弥细,失之弥少;割之又割,以至不可割,则与圆周合体而无所失矣!”他不但指出了圆周率的计算方法,求得圆周率等于3.14,而且预示着积分计算长度和面积的可能,可以说是一种渐近值理论的萌芽。

祖冲之(公元429—500年)著《缀术》,求得圆周率在3.1415926与3.1415927之间,以及密率355:113,约率22:7等常数。这样精密的运算,比欧洲要早过1000年。他的儿子又著《开立圆术》,用几何方法求得球体积的计算公式。

当然,我国古代天才科学家们的创造性成就,还有许多,例如天文观测与授时,差数法与级数数论方面,对于大地测量与数理制图的研究,都有密切的关系。以上所举的,只是其中比较浅显的直接例子。

三

狄更生在其《地理学史》写着:“印度和远东各国,他们的文化,在史前时期虽然已经很发达,但对于这门科学的成就,却很少有人提到,而且也并没有显著地影响到西方各国。所以中国人虽已普遍地认为古代已有利用指南针以帮助陆上旅行的知识,对于这种以及其他类似问题的研究,亦还不是我们分内的事。”的确是这样,他们所谓“分内的事”,原来就是污蔑东方文化,以便把血腥的殖民主义者打扮成为向落后的(?)东方传播文明的天使。

应该彻底清除这一类错误思想的残余影响!中国古代人民在科学方面的历史荣誉是值得引以为自豪的。我们不但要以正确的历史发展的观点来估计祖国的文化遗产,还要认真学习,继续努力,发扬固有的优秀科学文化传统。从上面的一些事例中,就可以看到我国古代的科学成就是多方面的;而且,理论与实际紧密结合,为解决生产问题而创造工具,从劳动实践中总结方法而提高理论水平。因而,虽然在非常保守落后的封建社会制度之下,我国古代科学也还能够站立在当时世界科学的前列。今天,在新中国的优越社会制度下,继承这些优秀的科学传统,祖国固有的光辉历史的荣誉,不但可以迅速恢复,而且可以发扬光大。

地图学发展的历史过程*

一、地图的起源(公元前)

地图是一门很古老的学问,几乎和世界最早的文化同样悠久。刻画在陶片上的巴比伦地图,大约是 4500 年前的遗物(图 1),我国历史记载中铸造在九鼎上的和传说中的《山海图》,距今也有 2500 多年的历史了。

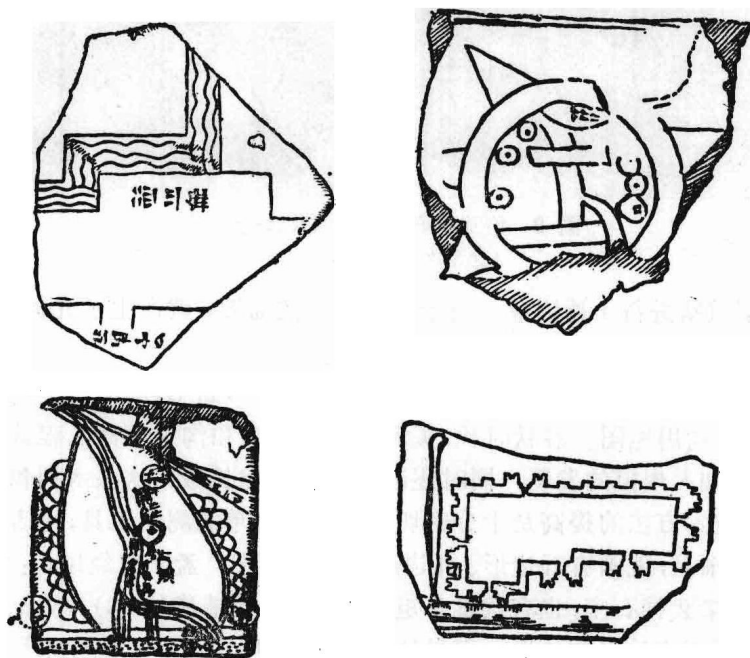


图 1 刻在陶片上的一些城市平面图
(公元前 2250 年)

原始公社时代,人们的生产活动虽然简单,但已经看到地图的萌芽。从埃及人在苇草上画金矿图(图 2);从现代太平洋塔喜坦岛上土拉雅人的木椿海岛模型,马绍尔群岛上居民用椰枝贝壳缀成的海图;从北美爱斯基摩人的海图,还可以推想古代渔猎、采挖生产中,已经有了对地图的需要。

但是,只有当古代东方的大河流域诞生了农业的时候,地图的学问,才有了比较明显的发展。埃及尼罗河的季节泛滥,淹没了冲积平原上的农田,破坏了田垅和地界,每次泛

*《地图学的发展》一文是在 1962 年配合科学规划工作的需要,陆续写成的。原文共分为历史过程、现代特征及其生长点三节。意图概略地阐明地图学发展的历史轮廓和现代规模,并就发展我国地图学所必须着重研究的一些问题,提出初浅的看法。本文系《地图学的发展》的第一节。曾经侯仁之、高泳源同志审阅;第二、三节曾经提请地图专业委员会年会讨论,得到了许多有益的意见,谨此志谢。水平所限,谬误仍多。兹将原稿汇编整理,欢迎指正。

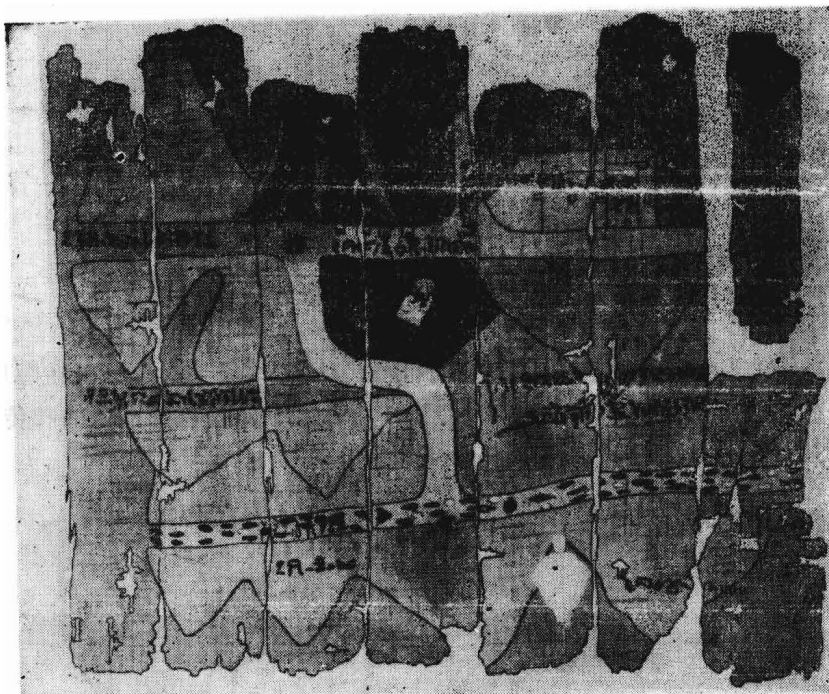


图 2 绘制在苇草上的埃及金矿地图
(世界最古老的地图之一)

滥之后，不得不重新进行土地测量。由于这种实际的需要，就产生了几何学的幼苗。“几何学”的原义；就是“大地测量学”的意思。¹⁾

黄河中下游的冲积平原，也是我国古文化的摇篮。《尚书》洛诰所记周公卜建洛阳城的故事中，就提到利用地图。春秋时代，黄河流域的堤防和沟渠灌溉工程就陆续兴建起来了，战国时代更加大规模的发展，同时逐渐加固和扩建长城。这些水利和军事工程的进步，与地图测绘技术方法的提高是十分密切的。一些简单的测绘工具，很早已经发明，安阳出土的殷代车轴上，就画有五边形、九边形等几何图案。孟子曾经说过：“不以规矩，不能成方圆”；汉代梁武祠石室，也有伏羲拿矩，女娲拿规的造像(图 3)。史记也记载着夏禹曾经利用准绳、规矩来治水的传说。可见这些测绘工具，西汉时代已经很早就被普遍利用在农田、水利方面了。

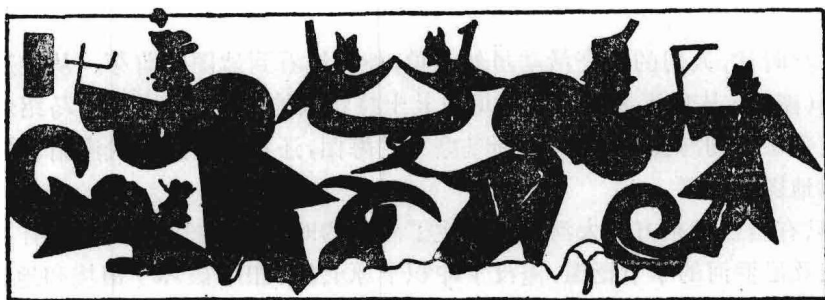


图 3 伏羲拿矩女娲拿规的造像
(汉代武梁祠的砖刻)

1) “几何”二字原是拉丁文的音译。原义却是大地-测量。徐光启借用几何这个词的音译作为数学上专门名词。

同时,农田水利和军事工程的需要,也促进了数学的发展。例如,总结农田测绘的几何学知识,商高的勾股定理也在商代就提出来了。数学理论和计算方法的进步,又为地图测绘技术的提高打下了必要的基础。

我国春秋战国以前的地图作品没有保存下来,但根据历史文献,不难推想当时已有相当大的数量。在《论语》乡党篇里,孔子对“负版者”表示尊敬。负版者就是从事国家土地测绘和户口统计的基层工作人员。孔子的尊敬,不仅是由于他们的辛勤劳动,也许主要是由于他们对于封建统治的贡献。《战国策》记载着荆柯为刺秦王而献督亢地图的故事,因为地图象征国家主权和土地人民。献地图就能接近秦王,可见封建统治者对地图的重视了。《管子》地图篇记述:当时的地图,已经可以告诉人们道路的泥泞崎岖,名山大川的位置,森林草场的分布,距离的远近,城市的大小,村镇的兴废,地形的出入。因此他肯定地写着:“凡主兵者必先审知地图。”由此看来,秦汉以前,从中央到地方;从土地行政管理到战争活动,地图已经开始多方面地为封建统治阶级服务了。

建筑在土地剥削和军事镇压基础上的封建帝国,对地图就更加重视了。不过,重视的结果,却是很早就把地图控制在封建统治者的手里。《周礼》是一部有关封建制度的经典著作,对于地图的使用和保管,设想颇为完备,还建议设置专门的官员,分别管理各种不同用途的地图。其中有地籍图、行政图、军事交通图、国际形势以及矿山、墓地分布图等等,这样的分门可以说是提出了最早的一套地图分类的概念。

事实上,经过春秋战国这个生产发达、学术昌盛的时代,积累的地图的确不少。刘邦灭秦,肖何先入咸阳,他把大量的官家图籍接收过来,后来肖何专门建造一个坚固的石渠阁,来保存这些地图。这不仅说明我国历史上很早就有了规模可观的地图馆,而且当时的地图的种类和数量已经不少。

同样是从农田测量发展起来的西方地图科学,从希腊、罗马时代开始,就逐步与东方的趋向有所不同了。对于希腊的奴隶主来说,种植场狭小而分散,农业的经营管理、解决土地问题显得比较次要。手工业作坊比较发达,100多个奴隶摇桨的大船在地中海进行贸易和战争。地图用于航海就成为当时最迫切的任务。奴隶主学习了埃及的几何学和地理学知识之后,主要着重于测量经纬度,研究地图投影,编制小比例尺的航海地图和已知世界的地图。

在当时比较幼稚的阶段,科学无所不包,哲学见解、宇宙概念和地理知识混杂在一起,科学分工和分类尚不明显。许多希腊学者都曾进行过一些地图测绘工作。塔雷士(公元前640—546年)曾把东方发明的圭表和几何学介绍给希腊人,应用于测量高度和距离,并编制了“大地诸河万海全图”。他的学生德摩克里都士(公元前450—360年),也编制了反映当时的地中海东部的世界地图,亚里斯多德(公元前384—322年)、德卡尔乔士(公元前326—796年)、伊罗多斯逊尼士(公元前276—196年)都曾推算过地球的圆周。他们创立了赤道和地球经纬度的原始概念,把地图测绘和天文观测联系在一起。把地图测绘建立在天文大地测量的基础上,这是对地图科学发展一个很重要的历史贡献,也为满足当时航海需要找到了正确的发展道路。

二、古代地图科学的先驱(公元1—3世纪)

在世界地图科学史上,希腊的托勒密(公元90年左右—168年)和中国的裴秀(公元224—273年),好象两颗灿烂的明星,东西辉映。他们的著作,标志着上古时代地图学的总结性成就,反映了东方和西方不同的发展特点,奠定了地图学的最初的基石,对于后来的地图制作,产生过长期的、深远的影响。

1. 托勒密

托勒密是一位伟大的自然科学家,从公元120年起,他就居住在埃及的亚历山大城,那儿是希腊时代重要的学术中心。亚历山大图书馆馆长埃拉托色尼(公元前275—195年),就是一位著名的地理学家、天文学家和几何学家。他第一次用地理学这一名称来表示“科学地描述地球”的概念,并测量了黄道的倾角,推求地球圆周的大小,编制了一幅当时所知世界的地图。他认为环绕已知世界周围的空间,是无边的海洋。

托勒密在前人科学成就的基础上,完成了著名的天文学著作,他在另一名著《地理学指南》中,给地理学下了这样一个定义:“地理学是对地球的整个已知部分及一切与它(已知部分)有关的事物进行线的描绘(即地图学)。”主张把详细地描述一个地方的地方志与地理学分开,地理学的主要任务是提供:“在一幅地图上观察整个地球”的可能性。可见他的理解,实际上只是地图学或数理地理学的领域。他的巨著《地理学指南》,事实上就是一部关于数学制图方法和测绘资料的汇编。其中除前面两卷导言之外,其余六卷包括了8000个地点的经纬度记载,其中350—500个曾利用日晷测定,也可以说是一份标出地理坐标的城市和地方一览表。他的地图,采用了希巴尔乔士把赤道按角度划分为 360° 的概念。赤道线上每度经度采用80公里而不是以前的96公里,又把马陵尼牛士假定的幸福岛作为标准经线,这样,他就提出了新的经纬网格的概念。

托勒密进一步考虑了地图投影问题。提出了两种世界地图投影方法。一种是简单的圆锥投影,具有从一点辐射出来的直的经线和弧形纬线。另一种是球面投影,只有相当于半球 90° 的经线是直的,其余经线都是曲线。为了描绘局部的地区,托勒密也采用过圆柱投影。

《地理学指南》附有27幅地图,在某些古文原稿中甚至还附有64幅地图。因此,在16世纪以前,托勒密的名字,就成了“地图集”的代名词¹⁾。

托勒密的地图,是西方古代地图史上划时代的作品(图4),直到15世纪还有着无比的权威。当海船得到中国西传的新的技术装备,开始离开直布罗陀海峡进入大西洋活动的时候,人们很自然会想到托勒密的世界地图。公元1475年,《地理学指南》从阿拉伯文献中发现出来,各国先后出版了7种不同的版本,到1740年刊印了50版之多。地图上的一些概念,甚至在1538年墨卡托的第一幅世界地图上,也还没有摆脱他的影响。直到地理大发现以后,才彻底证明了在地球上占优势的是海洋而不是大陆。但是关于广阔的南方大陆的印象,依然延续到19世纪探险家的心目中。直到南极大陆的发现,才算真象大

1) 关于64幅附图,有人认为是5世纪时亚历山大城亚加福德孟根据托勒密的《地理学指南》编制。后来讨论中多数的看法是托勒密本人的作品,只有那幅命名为托勒密的世界地图是亚加福德孟增订的。

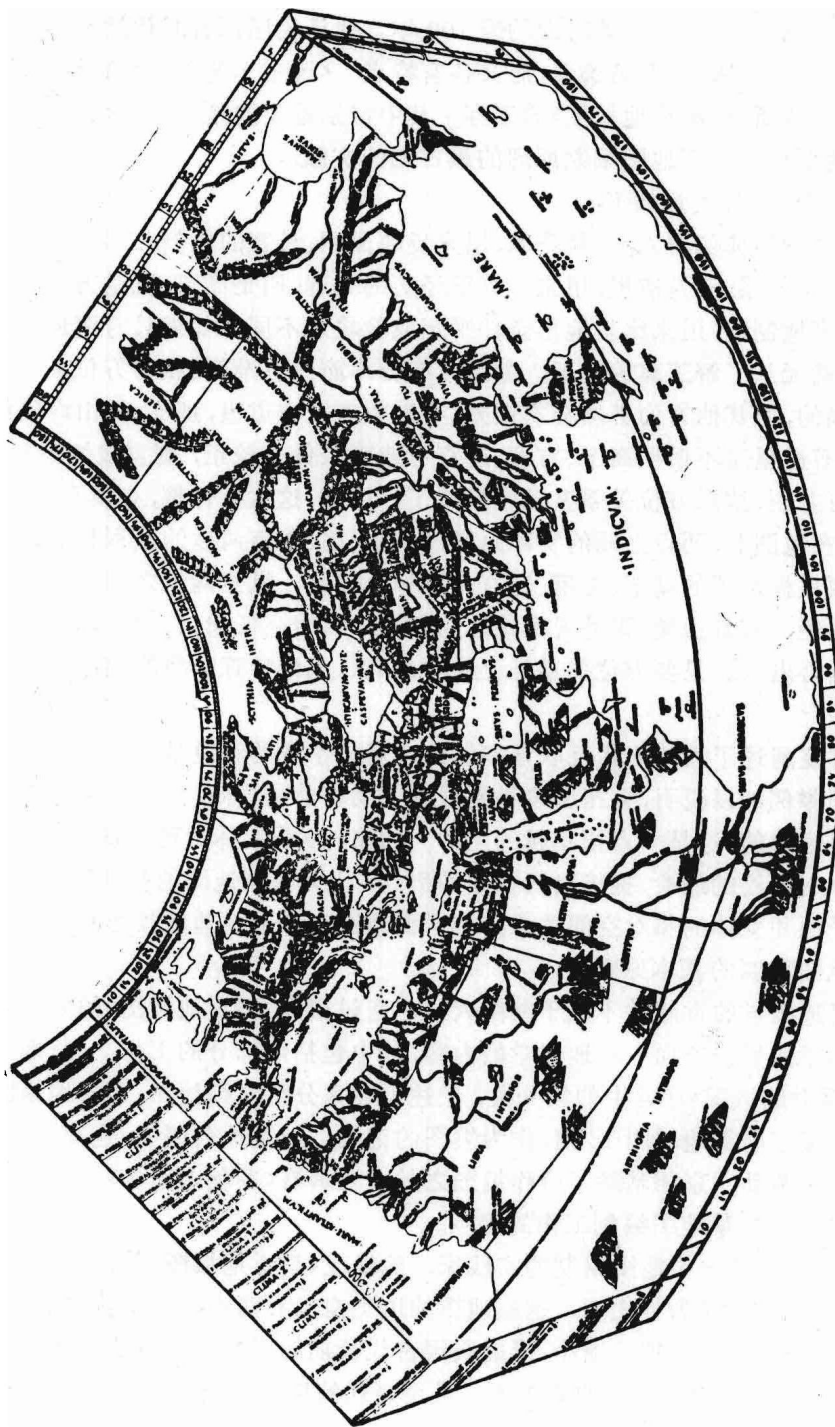


图 4 托勒密的世界地图之一
(1490年翻印的《地理学指南》的插图)