

地图制图学 译文集

1

DITUZHITUXUE
YIWENJI

中国地图出版社

地图制图学

论文集

1

INTERNATIONAL
SYMPOSIUM

中国地图出版社

地图制图学译文集 (1)

中国地图出版社编辑出版

*

通县鑫欣印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092 $\frac{1}{16}$ 9.5印张

1987年12月第1版北京第1次印刷

印数: 0001—3000

ISBN: 7-5031-0120-2/Z·3 定价: 2.30元

出版说明

这本译文集收入十七篇译文，都是从近年英、美、法、苏等国地图制图学专刊中选译的。内容涉及较广，从对地图制图学今后发展的预测，到地图制印中具体工艺的选择和技术处理，从对一般的地图设计的探讨，到具体的地图符号设计的研究，从地图制图教育到地图信息传输，等等。我们编辑这本集子是想为地图制图工作者提供有关国外地图制图学发展的一些信息，作为他们从事地图制图生产，科研和教学工作的参考。

由于我们水平有限，译文难免有不少错误，望读者不吝指出。

目 录

1950—2000年的地图制图学	(1)
一篇关于中小学生对教学地图字体的感受力和理解力的国际考察报告	(14)
世界旅游地图概况	(22)
一项地图制图实验报告：旅游地图的设计与使用	(26)
地图上的城镇	(41)
专题地图自然形态图例的设计	(51)
地图制图教育中地图符号设计的系统法	(60)
地图制图教育的新展望	(72)
以奥斯瓦尔德彩色系统为基础的 I T C 新色标	(81)
I T C 新色标	(93)
等反差灰阶	(96)
技术札记——预先确定网目片角度的简便方法（摘译）	(104)
地图打样与制图员	(106)
生产彩色专题地图所用各种工艺的成本和效果的分析	(120)
一种研究地图设计和生产的综合方法	(129)
地图制图学与人的智力	(141)
地图制图和缩微摄影	(146)

1950—2000年的地图制图学

[美] Arthur H. Robinson, Joel L. Morrison, Phillip C. Muehrcke

【内容提要】 作者回顾了1950年以来地图制图学领域所发生的变化,并不揣冒昧地就今后地图制图学的发展作了一番猜测。作者认为这些正在发生的变化首先是由摄影测量学和塑料片方面的技术革新引起的,其次则主要是第二次世界大战使人们对地图制图学的兴趣骤增的结果。

到1976年,地图制图学所处的状况与五十年前相比,已大不相同;这时,它已成为一个初具规模的学术与科学领域。它已表明是一个公认的人所必需的科学领域,并已拥有最新的工艺技术和丰富的学术文献。随着地图制图学的发展,也产生了关于这一领域基本特征的辩论:即它是科学,还是艺术,或者它既是科学又是艺术。1950年以来,专题制图学已有发展。而且,由于对用图者的关心,地图设计和该领域理论方面的研究已不断得到加强。

1950年以来工艺技术已有革命性的发展;计算机、电子设备和复杂的宇宙飞船等的不断革新,正在产生深远的影响。地图制图学的许多费时的工作现在已能用电脑绘图机迅速地加以完成。资料数据获取方法的发展,已大大增加了可供利用的信息量。地图制图人员现在已经与整个工艺过程密切地联系在一起。遥感技术的应用看来很有可能获得新的影像地图。而且,由于数据库和人机对话的建立,新鲜事物似将层出不穷。

1950年以来,地图制图学在机构方面也有很大的增长。已有近三十个学会、四十多种刊物,其中大部分都是1950年以后问世的。地图制图学已在各级水准上成为公认的学科。

回顾过去,预测未来,总该是一种有益的活动,而这正像锻炼身体一样,其主要优点是使人们经常处于自如的状态。因此,若要具备良好的专业素质,就要对历年来所发生的各种变化的背景增进了解。自从第二次世界大战以来,地图制图学领域经历了不断而迅速的变革。这种变革更加促使这一领域日益专门化。因此专家们愈来愈难于理解他们所从事的活动从哪方面去适应这门较大学科的需要,特别是他们身临其境的这场变化。

本文试图客观地回顾一下约自1950年以来所发生的一系列变化。由于对变化模式的观察往往引起对未来的推测,所以我们不揣冒昧地就1975年至2000年地图制图学的发展姑且作一番猜测。由于回顾任何事物只是一种个人的思考过程,因此我们完全意识到我们的估计必定是不完全的,而且可能失之偏颇。再者,对人类的事情作出预言,众所周知,往往是极不可靠的,况且我们预言的这些见解并无神明的指导。的确,这些预言非常可能是错误的,因为地图制图学是一个具有不寻常的创造性的领域,地图制图工作很可能由于一些未能预测到的发展而被搅乱。例如,即使像赖特这样一位敏锐的学者仅在三十余年以前(1942年)就曾宣称:“地图是人而不是机器绘制的……”。对于这样的断言当然也是应该谅解的,因为在1942年用笔和墨水绘制地图是标准的工艺程序,而在当时计算机自动制图还闻所未闻呢。

简单回顾一下到1950年为止的地图制图学的发展情况是有益的,这样可以为观察这一学科自那时以来的发展特点提供背景材料。从工艺上来说,这一时期出现了三项主要的革新,导致地图制图的能力和任务发生了深刻的变化。它们是:塑料片用作版材,摄影测量时代的到来,以及照相制版和胶印的臻于完善。塑料片彻底改革了对版,并使刻图成为可能;摄影

测量使人们在室内就可以看到地球的表面情况,同时为后来的遥感技术在地图制图中的应用铺平了道路;照相制版,特别是照相制版胶印术,使地图制图工作者摆脱了早期的复制作业的束缚,以致到1950年地图制图人员所能提供的任何产品都可以复制出来(鲁宾逊,1975年)。再者,第二次世界大战引起了对地图的空前需求。因而新的地图制图机构相继建立,有成千上万的人已成为‘速成地图制图员’。此外,在战争时期无数军人和公务人员学会了使用地图,因而普遍对地图形成了前所未有的兴趣。总的经验表明,地图是十分必需的,也是非常复杂的东西。

于是,到1950年就已出现对地图的需求,随之也产生了能使地图制图工作者满足这种需求的地图制图工艺技术。本文将着重就三方面的变化,即地图制图学概念的变化、工艺技术的变化和组织机构的变化,回顾并预测1950年至2000年这一时期地图制图学的发展。

地图制图学概念的发展

客观上的需要加上可行的工艺技术,是任何科学领域发展的基础。一旦出现这种情况,所需专业人员的数量势必增长,以致必须要有一批教员以保持一支稳定的作业队伍。此外,还必须有一批实验人员,以便通过观察或加强研究使技术不断更新。教员和实验人员都需要受教育,而教育工作本身还需要学者、教师和完善的课程计划。学者们须一直不懈地努力发展他们这一个领域的基础理论结构,并使这些理论能够得到阐明和验证。同时,概念和工艺技术方面也在不断发展。当所有这些条件都具备时,就可以说一个初具规模的科学领域便已出现。

第二次世界大战结束以来,地图制图学已经取得上述这些进展,并可望得到进一步的发展和完善。在第二次世界大战结束时,不仅存在着对地图广泛的客观需求,而且为满足这种需求的大量新技术在四十年代这十年中也已经得到了发展。可以有把握地说,到1950年美国 and 英国已具有发展地图制图学这一科学领域所必需的基础。正如上面粗略谈到的例子表明,需要地图,就需要有一批教员和工艺实验人员,而这又需要有培训他们的教师。因此,在1950年前后有关基础地图制图学的书籍相继问世,也就不足为怪了。欧文·雷兹的《普通地图制图学》于1938年首先问世,这是第一本为高等院校编写的地图制图学教程。由于该书概括出了地图制图学的特征,因而为该学科未来的发展打下了基础。雷兹在其1938年著作的序言中宣称:地图制图学是一个广阔的领域。虽然它与诸如历史、教学和艺术等各种学科有着明显的联系,但其本身就是一门内涵周密的学科,它既没有侵入地学的其它分支,又没有收入测量学的内容。我国高等院校的各个地理系都应设置专门的地图制图学课程,还应配置足够的对师生都适用的有关文献资料。

战后,雷兹于1948年在该书第二版的序言中写道:普通地图制图学初版问世以来,发生了一系列震撼世界的事件。……随着地图需求量的增长,一个新的地图制图学学派正在发展,有关工艺技术的复兴大有希望。

1952年,蒙克豪斯和威尔金森显然是为满足教学人员和工艺实验员对参考资料的需要,首先出版了《地图和图表》一书。该书共分三部分,论及的问题有:〈1〉如何掌握制图资料,〈2〉地图制图的基本原理和工艺,〈3〉如何绘图。1953年鲁宾逊出版了《地图制图学原理》,他在该书中指出:地图制图学做为一个专业和学科,在近几十年以来一直在发展壮大,第二次世界大战使人们对它的兴趣达到了顶点。这种稳步增长的兴趣,一方面导致了許多新

工艺技术的产生，另一方面使得人们更加了解地图制图学在高等院校课程中的地位，……这种趋势有助于地图制图学成为一种智力艺术和一门科学，而不是一个以地图编绘和清绘为主的科目。

因此，约在廿五年以前，我们也许就已初步具有使地图制图学发展成为一个初具规模的领域所必须的坚实基础，它们是：〈1〉普遍的客观需求，〈2〉满足这种需求的现有最新工艺技术，〈3〉初步提出了一批论述地图制图学主题的学术文献。自1953年以来，雷兹又出版了一部《地图制图学原理》（1962年），鲁宾逊出版了《地图制图学基础》一书的第一、二两个新版本（1953年，1962年）。蒙克豪斯和威尔金森合著的《地图和图表》的二、三版（1963年，1971年）也在这一时期先后问世。此外，涉及这一领域各方面的许多著作也相继问世。所有这些书籍都共同贯穿着一条主线：论述适用于地图制图学的工艺技术的日新月异的变化，人们对地图制图学的兴趣迅速增长和地图制图专业人员有关这一学科观点最近的变化。有关深入探讨地图制图学各项专题的著作可望在今后廿五年内出现。而这类著作现在确已出现了（如迪金森，1969年；鲁宾逊和佩切尼克，1976年；凯茨，1973年）。

在过去的廿五年中，关于地图制图学基本性质的分析和讨论在不断发展和深入。1950年，人们虽曾把地图制图学看作是一门艺术，一门科学，或一种工艺技术，但是这三种观点都缺乏有力的论据。现行的国际地图制图学协会关于地图制图学的定义代表本专业六十年代的一致意见，这个定义将地图制图学定义为上述三者之总和。然而，目前说英语的国家正在进行着也许是第一次激烈的学术争论。有人认为，地图制图学首先是一门科学，而不是一种艺术或工艺技术（莫里森，1974、1976年）。随着这种辩论的发展，有些地图制图学家现在认为，许多原属地图制图学的问题，实际上并非地理学方面的问题，同时地图制图学领域已远远超越测量员比较狭小的、大比例尺的作业范围。一个明显的初具规模的领域无疑正在形成。毫无疑问，地图制图学这门学科的科学根据，今后一定会受到重视。这种情况在欧洲和苏联已经出现（迈因，1974年；拉塔伊斯基，1973年）。今后也许会为地图制图学提出两个或两个以上不同的科学根据，并就此进行辩论。但是到2000年国际上是否能对此取得完全一致的意见，人们表示怀疑（萨里谢夫，1973年）。

在最近廿五年中，人们对于专题地图制图学的兴趣和重视程度已明显地增加。这在许多方面已是显而易见的了。如国家、地区和乡土地图集的迅速增加便是；而所有各类人员，从设计人员到分析人员和普通个人都对从海洋学到社会现象等大量学科的地理特征日益发生兴趣。而学科的种类是无限的。一些重要的参考著作已相继问世（阿恩贝格，1966年；威特，1970年），同时一部专题地图制图学百科全书也正在编纂中。伴随着这种对专题地图制图学兴趣增长的，是普通地图制图学，尤其是地形图和导航图制图有了相应发展。对专题地图制图兴趣的增长之所以比较明显，多半是由于1950年时专题地图制图学的基础还比较薄弱。这种增长趋势无疑将继续发展。由于地图制图人员有设计和制作各种产品的能力，可为地图使用者“特制”各种地图，因而专用地图将成为普通的东西。专题地图的发展将不会超出派生地图的范畴。这种派生地图是在标准底图上套印由用图者选定的专题要素而成。而普通地图制图学将会保持其目前的水平。当前工艺技术的发展会使普通地图制图业能够更加容易、快速和精确地制作出各种产品。一般说来，普通地图制图学的发展速度大概将不会像专题地图制图学那样惊人。

在过去的廿五年中，人们对地图读者或使用者的关注也在不断增长。1950年，“地图制

作者”和“地图制图员”还是两个同意词，可以相互通用。而到1975年两者就有所区别了。1950年，地图制图的目标仅仅是制作地图而已。而到了1975年，从理论上说，地图制作者则是制作地图制图员创作的地图，而地图制图人员应当是善于揣测用图者读图能力的人。这种观点必然降低地图作为三维坐标数据存储载体的意义，而提高了地图作为信息传输手段的重要性。在某些场合，用数字或模拟方法储存三维坐标信息的数据库是比地图更为有效的存储载体。在地图信息传输中，地图制图员设计的机动性范围，应根据地图读者的心理状态加以规定。对于这种范围的探索已经为地图制图员开创一个全新的、可能研究的领域。而且，可以预料，用图者将会变得更加富有经验，因而对地图要求也会更多。这些要求有时可能表现为希望提高精度，有时则企求更好的视觉效果，也许只需要简易的表示方法，而无需很高的精度。此外，新的工艺技术使地图制图员能够达到过去意想不到的位置清晰度和‘精确度’。同时，出于对用户、对临时性地图的应用和地图制作方法已更加简便的考虑，现在要求的往往是一种精度较低的地图。一种地图可能只用来为少数特定的用户传递一种单一的信息，而在地理位置等方面的精度则可能考虑不多，因此我们已经推断出这样一种局面：地图制图员宁可采用剔除精确数据的方法，也不愿采用获取较精确的原始数据的方法。

这种把用图者的意愿更多地引入地图制作过程的趋势是不可阻挡的。到本世纪末，凡忽视用图者意愿的地图制图员或地图制作者将不被雇用。地图制图员不仅要对地图读者的需要，同时还要对其使用地图的能力和色彩的爱好表示关心，甚至对读者本人适应地图和使用地图的各种标准也要关心。

地图制图学领域中一些概念的变化，向地图制图员展现了需要探索的广阔天地。到目前为止，为用图者着想新开辟的课题可能是为数最多的。颜色的偏爱、符号的效果、眼球跳动的方式和用图培训等，都被视为对用图者应有的关心而列入研究范围。有关地图制图学这一领域的哲学基础的争论已使得各种理论得到充分的阐述，很明显，目前这门学科已出现一场有益的论争。

这种趋势在今后廿五年里无疑会继续发展。的确，随着对地图制图学本身特性的研究和改善其产品的探求，这种趋势发展的速度还会大大加快。

地图制图学的工艺技术发展

在二十世纪的第三个廿五年中工艺技术在数据获取、处理和表示方面的进展已对地图制图学产生深远的影响。由于许多领域的技术发展，特别是由于采用大批量生产的计算机、电子设备、塑料片和尖端航天器技术，地图制图学已直接或间接地获得效益。地图制图学中已经发生的变化，还远没有被人们完全认识，然而一种令人鼓午的新的地图形式，即影象地图已经问世，同时动态地图、动画地图也已相继应用。由于时间这一量度明显地介入地图制图过程，长期以来建立的地图制图学的研究方法即将经历一场非常剧烈的变化。在地图使用方面正在发生的其它一些更加微细的、但是极其重要的变化是全部人机对话式的地图的设计，即地图分析和解译将很快成为现实。虽然工艺技术的进步使地图制图工作者过去面临的许多问题已经过时，但同时又提出了更多的今后急需注意和研究的问题。

资料获取和处理

第二次世界大战以后，在获取制图资料的手段方面已发生重大的变化（鲁柴特和安德雷格，1971年）。光学和电子学的发展大大改变了基本的地面测量程序。由于应用计算机和电

磁与光学测距仪器，传统的大地测量方法已得到改进，从而大大提高了测量的精度，并缩短了全部资料的获取时间。此外，新的工艺技术能更精密和更精确地测定海平面、高程和大陆运动，等等。的确，现代测量技术已经相当灵敏，以致目前可作为监测以前难以察觉的断层带位移的手段，这有助于今后有效地预测地震。现代观测技术已经揭示出原来建立的各种大地坐标系存在着种种矛盾，在通过现代观测技术取得数据的基础上正在进行或提出新的重新平差。

通过采用电子仪器和激光器，测图员传递信息的能力也已相应地提高，从而可利用大地控制资料和运载测距信号，并可从其它用原有方法不能施测的遥远地区发射测距信号。主要由于启用直升机，人和仪器在地球上任何地区的接触和运送都有了可能；这样，地理位置的可达到性也起了性质上的变化。在最边远的地区，这种直升机本身就可作为测量控制点，因为它能够在某一地点上空悬停，而从其它测量点则无法对此进行观测。在地面汽车和直升机里的惯性测量系统很可能将各种测量结合起来进行。

野外数据处理也由于采用了微型电子计算机而发生了根本的变化。这种电子计算机非常轻便和牢固，即使在野外通常不良的条件下使用，仍能正常工作。如果再配备主要计算装置，那就可从测站向大型集中数据处理设施直接发送数据，或至少可用计算机配套的形式（穿孔卡片、穿孔纸带或磁带），把数据记录下来，以便日后对数据作间接处理。

尽管二十世纪中叶前期原始数据主要是取自地面测量和常规的航空摄影（即低空飞机摄取的黑白象片），但在1950—1975年的这一时期中，环境监测已迅速扩展到应用电磁波谱中可见光以外的部分。该项工作是通过在常规照相机中安置专门研制的胶片和滤光片，以及使用特种电子摄影扫描装置来完成的。遥感这个术语指的便是这种扩大了获取资料的能力；除了采用高空飞机作为传感设备运载工具外，很快便已采用火箭和卫星（里夫斯，1976年）。

随着对各种物体特有的光谱特征的认识不断增进（这种认识仍然远非是完整的），有朝一日有可能利用胶片或滤光片的波长系数将各种环境特征有效地区分开来，这已是很明显的了。虽然要求在光谱的数个部分同时独立传感，然而多波段传感设备早已问世，或在技术上已具备生产条件。于是，制图工作者除获得全天候、昼夜的制图能力外，还可能面临大量以前尚未制图的数据必须处理，其中大部分是存储在磁带上的相当奇特的电子能读数。

今后廿五年，在地图制图学中遥感技术的应用在以下两个领域将大大发展。传感器解密在军事方面的不断发展，将为遥感在环境科学方面的应用提供令人鼓舞的新机会。同时，只要使用者掌握了所需的图象判读、分析和解译的技巧，就可将遥感图象直接作为影象地图，这样做是会有极大好处的。当使用者已熟练到在图象形成以前就能主动确定所需图象的特征时，这一工艺过程将大大简化，因为这会省去目前伴随相对被动式遥感活动而来的许多价高、费力的图象后处理工作。

在使用第二手资料，如现有的一般象片和线划图等编图时，开发新技术的价值是不可限量的。这时图象可简单地调整（扩大或缩小），并用光学机械法，特别是采用新制印材料将图象从一种片基转换到另一种片基上（如下所述），或者也可以先将图象转换成数字形式，以便在实际建立新的地图图象之前，进行各种数理统计的处理。为此已经设计出一种能将几何图形资料迅速地转变成数字的专门机械。这些通常称作数字化器的装置，按其复杂程度和工作速度来说，有比较简易的人工操作的描图或绘图仪和相当复杂的半自动化线划跟踪装置以及全自动化光学机械扫描装置。虽然存储大量环境数据的巨型多路存取数据库今后将成为

主要的数据源，但是，由于机构内部数字化的不断需要，上述这些装置在一段时期内很可能广泛使用。如果资料缩微存储的形式，象美国国家地图资料中心这种当代信息库所指出的那样，已成为处理资料的标准方式，那么，上文提出的一些装置仍需继续使用就毋庸置疑了。

过去，地图制作者对那些渴望了解多种环境变量同步关系的用图者，几乎没有给予什么帮助。但是近年来由于利用大型计算机处理数据，定量技术已有发展。这种计算机能有效地将多变量数据压缩成为一个简单的编码或说明主要分布变量的几个因数。由于用图者处理其基本（独立的）主题已富有经验，同时主要是由于多变量分类功能的单变量制图为目标提供了用其它方法难以理解的条件，因而对这种制图的需求必将增加。然而，用图者必须先学会阅读现代直观地图的一整套复杂的读图技巧，多变量制图才能取得圆满成功。

当前，数据获取的一个共同特点是，数据量常常大得惊人。这些大量数据的存储和随后的处理问题是现行的地图制图方法难以解决的。幸而，数据处理方法也正在迅速发展提高。1950年，数据结构并非地图制图学的主要问题，但是现在它已成为地图制作与生产中影响成本的一个主要因素（波伊克尔和克里斯曼，1975年）。对于各种地图制图工艺技术的最佳数据结构的研究，不仅需要进行，而且在最近的将来势在必行。随着私营制图公司对计算机制图法的采用，这一趋势尤为明显。

即使在处理数据结构问题后，如何在地图制图方面处理现有大量数据的问题也仍然存在。相对于原始数据而言的预处理数据的转换显然已越来越受到重视，这是今后廿五年中的主要趋向。如果要想找到一个满意的解决办法，无疑就必须利用基于计算机兼容数据和计算机处理系统的灵活性和速度。

通过程序控制传感器以计算机兼容形式将数据直接返回（情况基本已是如此），同时通过广泛采用辅助源数字化设备（无论对主机提供外操作或内操作），上述任务就成为一个数字数据空间格式处理过程。虽然用于图象数据压缩、模式识别和图象处理的计算机定向程序的新发展仍然是简单的，但却是令人鼓舞的，并且对于这些领域今后的重大发展，即使没有奠定基础，也很有希望会起到激励作用。目前这种情况与遥感领域中存在的情况相似，现有的或仅按照需要发展的工艺技术，可能在概念和理论方面已远远超出了对未来的发展有着重要指导意义的相应水平。

现代出版的地图，其图形质量在某种程度上的改进，反映出过去廿五年来制图新材料和有关新工艺一系列的发展。塑料片的采用及其随后在这方面取得的迅速发展，起了极为重要的作用。其理由如下：塑料片基材料不大受温度和湿度变化的影响，因而为保持地图大面积的套合精度提供了一种尺寸稳定的版材。而且，在这种稳定的塑料片基上，易于涂布一层柔软、不透明的光化薄膜层，用精密的刻图工具就将其轻易除去（穆尔，1970年）。这种刻图工艺可直接按比例尺刻绘出高质量的阴象，因而省去了地图制作过程中传统的照象工序。改进套合精度和采用刻图工艺的综合效果，在各主要国家大比例尺普通地形图系列中最为明显。

地图质量通过采用本单位的各种非印刷的打样方法已有稍许提高。由于制图实验室经济的全彩色打样方法能提供方便的控制条件，这已使复杂的多色地图的设计工作受益不浅。由于采用这种打样方法，人员的培训和地图生产确已更为简便了。其结果是大部原属于印刷者在制图中的检查工作现在已移交给地图制作者。对于地图制作者来说，这并非新问题，因为他们自己原来就是用手工分色的，但是从地图制作过程日趋专业化的情况来看，给地图制作

者增加检查决断的机会也许是更有意义的。

然而，日新月异的材料工艺可能在无形中对制图产生了巨大的影响。生产成本得到了控制，同时由于各种工艺基础等综合因素，有时甚至在绝对数值方面还有降低。新的绘图材料和复制材料的应用，在某些情况下，已可将制图过程中的一些传统方法彻底免除。由于大量利用便于影象转换的预感光或实验室（本单位的）的感光方法，过去为取得同样效果而添置并维修那些昂贵的设备所需的大批费用已可免除。总之，预制材料和透明注记的应用，使技术水平较低的作业人员能够生产出在图形质量方面较传统作业方法更高的地图。所有这些因素的综合，可使地图制图节省工时，因而也就是节省了费用。

本世纪今后廿五年中，这些领域无疑将继续取得进步，但改革的速度很可能会减慢。首先，在过去廿五年中研制出的一些材料，将要适于计算机控制的机器使用。这种适应过程的本身势必延缓革新的进展。预计真正获得改进的将是照相技术。作业简便将是推动今后技术革新的主要方向。今后使用不受白昼光照影响的预感光材料进行打样的方法可能就是一种常用的方法。在常规照相中所需的复杂化学药品，甚至会更加简化。手工刻图肯定会为机械刻图所取代。在显象管硬拷贝输出显示（分辨率高，还可能是彩色的）方面，今后要取得进一步发展是不太困难的。

新技术对制图的较大影响表现在地图本身概念的变化（维尔，1976年）。在过去十年中出现了一种全新的地图形式。虽然就其现状而言，它是标准象片与常规的地图图形结合成一体，但它本来就是为提高其易读性而加绘线划图形的象片。现在一项技术上的突破是：摄影仪器和作业方法已发展到能将倾斜摄影影象转换为真正的平面图象，这种转换过程要求消除象片的倾斜位移和投影差。影象质量便可易于用常规的制图方法，即直接晒印的方法加以提高。总之，这种新的地图形式通常称为正射影象地图（思罗尔和詹森，1976年）。

制作正射影象地图的工时和费用，比常规制图方法要少；然而更为重要的是，这是一种完全不同的地图图形。由于正射影象地图利用象片作底图，它与常规的线划地图相比，能显示更丰富的信息。有人会提出，这种信息是不足取的，因为按标准地图制图作业程序规定，须特意将这类信息删除。但是由于现行的成图方法，而不是地图制图理论，无法表示出这类信息，所以实际情况可能是这种信息从未取得过。至于象片，由于倾斜变形的存在，尽管这仍然是一个有关规定的问题，它们会使地图制图工作者的感受力受到干扰。由此可见，随意利用一些规定把诸如此类武断的限制强加于一个领域的这种危险显然存在；地图制图学若要跟上工艺技术的发展步伐，这种现象就必须排除。

完全可以断言，某种形式的影象地图将成为未来的标准普通地图。这种情况有如下一些理由可资佐证：高空飞行器和人造地球卫星今后仍将是获取基本资料的主要来源，并将形成大量适合于影象地图成图的象片资料。实际上，影象地图是未来合理利用这种资料的唯一途径。通过利用遥感过程中获取的各种控制点，人们可将影象地图底图按要求设计，其内容可供选取和易于识别，以满足许多传统地图制图人员的要求。他们主张底图必须简明，这一要求是至关重要的。最后，地图制图人员可在某种程度上突出或捨去象片上的或普通线划要素中的某些要素，以形成所需的视觉效果。总之，影象地图成图的速度和适应性以及成图的性质，都保证了它在未来制图活动中的重要地位，尽管这个事实传统的地图制图人员可能到最终才认识清楚。

地图的物理性质也正在经历着重大的变化。普通油墨印刷的纸质地图和硬拷贝地图，在

今后若干年内无疑仍将是重要的形式，因为它们适于各种不同的设计，比较便于储存和使用，且生产费用较低，特别是需要量大时更是如此。至于其他形式的地图，即使有所不足，仍将足以满足各种用途的需要。在今后廿五年中，油墨印刷的纸质地图，其成本增长速度将比其它各种地图要快的多。显而易见，到2000年，纸张印刷的地图在地图总数中的比例必将急剧下降。

由于当今的工艺技术可以把地图储存在磁盘或磁带上，这样，在某些情况下，这种地图就具有“临时性”的形式，而不是传统的硬拷贝地图形式。这种“临时性”地图是指可以在显象管或电荧光屏，或热色屏幕上，或用户使用的类似在直视电子显示装置上显示一段时间的一种地图。凭借这种电子成象技术，地图制图人员具有在瞬息之间迅速提供大量数据资料的能力；屏幕地图观察完毕后，图象自然消失，如有必要，还可简便地将其转印成硬拷贝。这种硬拷贝转印装置，包括从粗制的计算机行式打印机，到较准确的线划绘图机（墨汁白纸绘图，或胶片光学绘图，或刻图绘图等方法），再发展到速度惊人的静电复印机和高精度的照相复印机和缩微复印机。这一领域设备的技术性能预计将有飞速发展。

的确，缩微印刷是制图上大有希望的一项新技术。目前常规的地图图形已在用缩微形式储存。一些现代化的导航显示系统都把录制在盒式磁带上的成套缩微地图作为基础。一向被赞许为使用方便的纸质地图，也可能为缩微地图所取代，以满足多种用途的需要。这种缩微地图可以是彩色的，制作费用最低，所需存放空间极小，且搬运简便；由于片基收缩和膨胀幅度不大，精度损失甚微。结果是，为特种用途和有颜色偏爱的特殊用户制作专用地图的能力将得到提高（迈尔，布鲁姆，施魏策尔，1975年）。到2000年用图者可能不愿花钱去购买纸质地图。生产纸质地图或塑料地图不仅在生态学方面可能被认为是一种浪费，而且用图者简直就不愿把地图存放在手边。

由于技术不断进步，地图应用的理论和实践的关系越来越密切。理想的情况是，随着用图者在了解自然环境的过程中往返于地图设计、地图分析和地图判读之间，地图表示的全部潜力可能会得到了解。这种理想的情况，从前各种环境学科的专家们在为适应他们各自的需要而编制他们自己的地图时，就在某种程度上已经实现。但是，这种地图表示方法所取得的适应性，往往在制图效果方面（工时和费用）受到限制。随着专业化的增长和技术进步，用图者对地图表示方法最终大都无法掌握，而不得不将就使用那些不尽符合特定需要的地图。

然而，现代技术正在迅速地使用图者能在各个环境学科中实现有效的地图传输。利用数据库、计算机程序和电子显示装置进行人机对话地图设计和地图分析的可能性现在已经具备，预计在今后几十年内，这种操作将成为常规的方法。随着按用户要求制作地图逐步成为事实并达到普及程度，地图判读员又将进入地图制图过程。由于许多“专门设计”，这类问题随着用图者变成地图制作者（如原有情况那样），地图制图员已无法掌握，所以地图判读员重新进入地图制图过程又将根据制图现象不同的分布（空间的）状况，重新将地图制图活动集中在制图基本方法特性的研究和生产考虑上。由于研究人员通过试验创作地图可增加对地图的选择，因而地图设计本身将作为良好的成果而获得改进。

一些用于地图分析的技术手段也将使用图者受益。用于图象处理和分析的数理统计模式与光学方法，其潜力目前正在发掘。按理说来，这种潜力是巨大的。未来的用图者想必能享用一大批可供反馈各种分布参数的装置，这些参数又能接受人类信息处理的直觉性和创造性的全面审查。

用图者不应把新的地图形式看成是对正统地图制图学的离经叛道而加以抵制，而必须学会一整套不同的判读技巧，以使不断变化的地图得到充分利用。地图的表现形式也正在发生变化，特别是由于这些表现形式采用了图象，因而能形成自动制图的能力。各种题材的动画地图已经相继问世。可以预料，这种地图在今后将会更加普及。但是，无论哪一种新的地图形式，都需要掌握一套新的读图技巧。

现实生活的时间维和地图制图学之间未来的关系很可能导致对本学科方法论的一次重大冲击，这种关系，当前日新月异的工艺技术正在使之形成；而且也是用图者目前所要求的。常规测图概念的特征和性质，以及地图制图学在环境科学方面的地位和涉及的范围，即将经历一场前所未有的变化。这一变化的起因，除三维空间外，明显的是引入时间维这一概念，而这一点由于技术不断发展正受到推广。

人们已不再在定义上把地图看作是瞬时的图象，或是静态的时间片，但必须把时间作为一个基本因素引入地图学。数据自动化采集和制图组合系统，可按前所未有的时间范围显示信息。这样就可以把那些与制图过程相比本来就是短暂的现象纳入地图制图工作中。只要地图想在急剧变化的环境中保持适用，那么，连续性的制图构想，即便现在还未实现，今后也一定要成为现实。由于静态地图这一形式无疑将继续存在，时间维的变化在很大程度上将反映在用图者的思维中。但是，即使是这种变化也会对地图判读产生深远的影响，这自然是整个地图传输过程顺理成章的结局。

地图制图学组织机构的发展

根据普赖斯（1963年）和克兰（1972年）的假说，沃尔特（1975年）断言，1975年地图制图学是一门在概念上有识别特征的独立学科，它有自己的工具，技术工艺，研究方法和思考方向（撒克里和默顿，1972年）。沃尔特还认为，这一学科的专业特点，通过发展本学科的教育与培训工作正在形成。他指出，象其他许多事物一样，地图制图学似乎也是循着图1所示的S形曲线或逻辑曲线发展的。据克兰认为，一个科学领域的发展可划分如下阶段：1. 文献增长绝对值很小的初级发展时期；2. 文献指数增长时期，这时有关出版物的数量定期成倍增长；3. 文献增长率开始下降的时期，但其年增长率仍保持不变；4. 文献增长率最后接近于零的时期。一个学术领域的每一发展阶段的特征可以简要地表述如下（沃尔特，1975年）：第一阶段，极少或无社会性组织；第二阶段，协作团体和‘无形学会’的存在；第三阶段，专业化程度提高和争论增加；第四阶段，协作团体和‘无形学会’的成员数减少。

当前地图制图学组织机构的特征和第二次世界大战以来地图制图学的发展状况，表明该学科处于第二阶段，并接近第三阶段。这一看法是有充分证据的，如：自1950年以来组织机构、文献著作和地图教育已有显著发展；技术开发已产生深远影响；正在成长的地图制图员正进行重大的自我考核。

1950年以前几乎没有地图制图专业学会。自十九世纪初以来，地图制图学经常在地理学会的刊物上开展学术交流。这些学术团体的集会有时也安排一些地图制图学会议。然而，尽管当时地理学者对地图制图学也‘感学趣’，但他们往往把地图制图学仅仅看作是博大地理学领域中一个知识不多的部分。确实，一些地理学刊物当时实际上给地图制图学稿件的篇幅规定了限额。随着地图制图学在第二次世界大战期间和以后的发展，地图制图人员对其本身仅仅是地理学的一个‘实用’附属品已日益不满，并感到有必要建立自己的学会，这是不足为奇的。于是各地地图制图学会如雨后春笋，应运而生。

图2表明,目前已有二十七个地图制图学会,其中至少有80%是1950年以来成立的。其中欧洲有十个,亚洲五个,南美二个,北美二个,澳大利亚和新西兰各一个。所有这些学会都很有生命力。各学会的主要宗旨是,办一个学报,以传播研究成果和交流学术观点。地图制图学会也遵循这一惯例。沃尔特对二十世纪第三个廿五年作了如下概括:

在过去三十多年中创办的地图制图学刊物的指数增长率与整个科技刊物指数增长大体相同。地图制图学刊

物的发展速度大约十四年翻了一番;而科技刊物的增长速度则是十五年翻一番。饶有趣味的是,1951年至1966年就有三十三种制图刊物问世。实际上全部地图制图刊物中大约百分之七十五是在1951年(民主德国的《制图学报》)至1974年(《美洲制图员》)的廿三年中创刊的。

正如各国的地图制图工作者联合起来组成本国的学会一样,国际性的地图制图学会,从某种意义上来说,也是以同样方式建立起来的。虽然国际地理学联合会(I.G.U.)一开始就带有浓厚的地图制图学的气氛,但它终究难以满足日益增长的现代地图制图学的专业志趣。于是1956年在斯德哥尔摩地图制图会议期间便提出了建立国际地图制图学会的主张,并于1961年成立了国际地图制图学协会(I.C.A.)。现在该协会已有五十多个会员国。看来其成员数量还将稳步增长。国际地图制图学协会成立之后,即赞同与国际地理学联合会密切合作,并成为国际地理学联合会的一个分支机构。国际地图制图学协会在成立后的最初十六年中建立了一系列工作委员会。这些委员会一直在积极准备地图制图资料的出版,并注视包括地图制图教育、制图自动化和制图传输等各种技术问题的的发展。截至1972年,国际地图制图学协会的有关出版物已有约八百五十种(迈南,1975年)。看来国际地图制图学协会的活动无疑是会增加的,组织也将继续扩大。

1975年,国际性的地图制图学机构出现了一个新的发展,这可能仅仅是一系列发展的开端。由于联合国的赞助,非洲地图制图学协会宣告成立,并与各国的测量组织建立了联系。由于地图制图的课题与任务已超越国界的限制,完全有理由可以预期类似上述区域性、国际性的合作组织亦将出现。

1950年以来地图制图学在高等学府中的地位也有相当大的提高。在第二次世界大战以前,高等学府开设地图制图普通课程的,相对来说是很少的,而设置这一课程的,又大都将其作为地理专业学生的“技能课”或“实用课”对待。第二次世界大战以后,美国开设地图制图课和有关科目的高等院校,从1948-1949年的廿九所已增至1972-1973年的二百六十四所。

同一时期内,讲授这一课程的班次,由不到四十五个已增加到四百五十个以上(沃尔特,1975年)。注册学生由1948-1949年的不到四千人已增至1972-1973年的一万一千五百人以上。图3表示了自1950年以来开设地图制图学课程的院校和班次以及被授予地图制图学高级

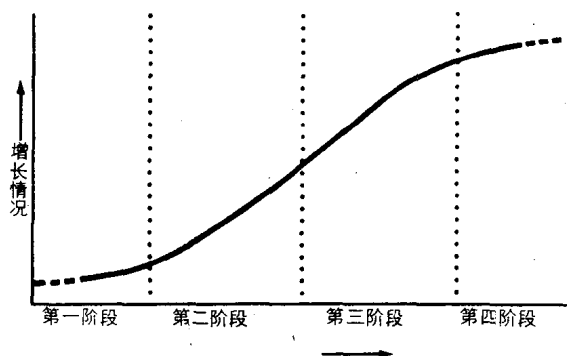


图1. 地图制图学各发展阶段逻辑曲线(美国威斯康辛大学地图制图实验室。根据沃尔特提供的资料绘制,1975年)

学位人数的稳步增长情况。

除了上述数字表示的地图制图学教学方面的增长情况以外，地图制图教育已经发生了明显的变化，大大不同于过去仅作为地理学学位课程一部分的辅助课程。这种趋势在许多国家已经或正在发生。可以预言，只要地图制图学在概念上有发展，这种趋势必将继续下去。1950年以来（以前还没有），攻读地图制图学硕士学位的一些课程已经在美国获得批准。英国格拉斯哥大学和斯旺西大学都制定了正式的地图制图学教学大纲。许多高等院校正在迅速地把原属选修课的遥感地图制图学列为地理学的学位课程。威斯康辛—麦迪逊大学地理系不仅对地理学而且对地图制图学也单独设有学士和硕士学位，同时把地图制图学列为攻读博士学位的主攻方向。

目前无任何迹象表明，地图制图专业入学人数稳步增长的趋势将会减弱。与此相反，种种迹象恰恰表明，这一趋势将不断加强。随着对资源需求的压力加剧和人们对环境管理的关注日益增长，各种地图和有关资料的需求量将不断增加。这是发达国家的共同特征。如果我们将上述情况连同发展中国家可能出现的庞大的地图需求量一并考虑进去，那么一切迹象都表明，地图制图专业人数将继续增长。

地图制图学下一个廿五年的前景既明朗又有些使人迷惑。到2000年，地图制图学在其学科的发展方面可能日趋成熟。学会的数量可能会有增加，但增加的速度将比较缓慢。随着地图制图专业的发展，学会会员人数必将稳步增长，一部分原因是相当数量的各类专业人员会把他们自己称为地图制图员。象地理学一样，地图制图学是一个涉及面极广的学术领域。仅仅是在最近，“地图制图员”这个词才开始将各行各业人员包括在内。随着地图制图领域在概念上的继续发展，这一领域的整个广度将会日益明显，其自身的特性也必将揭示出来。

国际地图制图学协会将进一步发展并扩大其活动范围它可能继续保持与国际地理联合会的联系。但是由于国际地图制图学协会在寻求其与国际摄影测量学会等其他团体的合作，所以国际地图制图学协会与国际地理联合会都将采取更加独立的方针。毫无疑问，国际地图制图学协会的活动范围一定会扩大。它与联合国的合作也将增加，更为直接。重要的国际合作，将由国际地图制图学协会按一些世界性的地图制图学问题明确分工设置的各委员会负责进行。

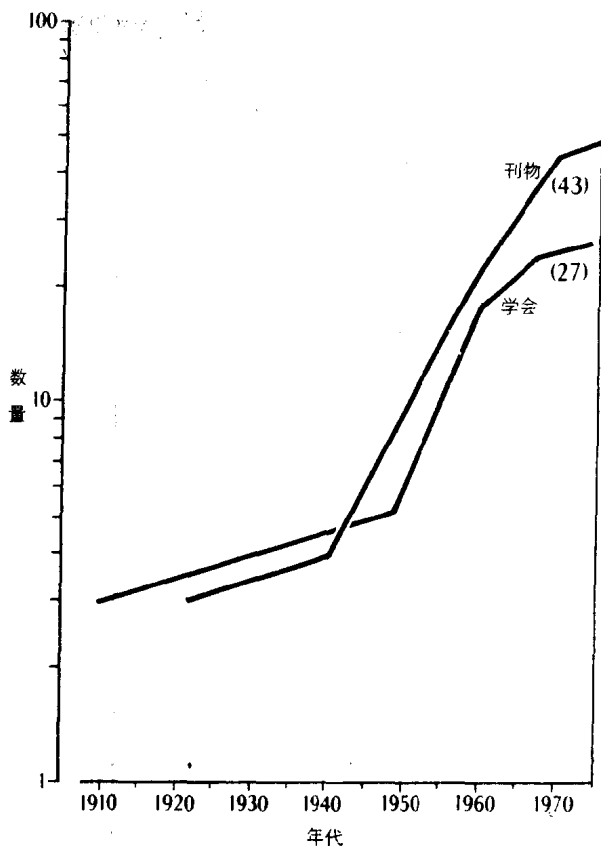


图2. 地图制图学会和制图刊物的累积数字（美国威斯康辛大学地图制图实验室。根据沃尔特提供的资料绘制，1975年）

地图制图学教育仍将继续发展，这一方面是由于本专业的重大变革所带来的影响，另一方面则是由于人们对这一领域的整个深度有了认识。可以说，人们过去在大的制图单位可以通过努力工作取得业务上的步步提高，或是人们虽有不同的业务基础知识，但通过‘培训班’的训练仍可造就为称职的地图制图员。今后由于该行业的专业化程度和复杂程度日益增加，这种培训班就不那么适用了。目前，地图制图专业的学士学位或研究生学位已日益被看作是谋求该行业职位必须具备的资格。有朝一日，这种资格很可能成为必要的条件。一些专门从事地图制图教育的机构，如荷兰的国际航测与地学学院和美国的一些高等院校，它们的办学经验就是一种日益增长的压力。由于1975—2000年这一期间不仅需要地图制图人员进行更为全面的培训，而且还要对现有的制图人员再培训，因此这种压力会继续存在。一般来说，一个人的工作生涯远远不止廿五年，一个在1976年完成其业务培训的人，如不继续接受业务再培训，就不能指望其应付2000年的地图制图学任务。

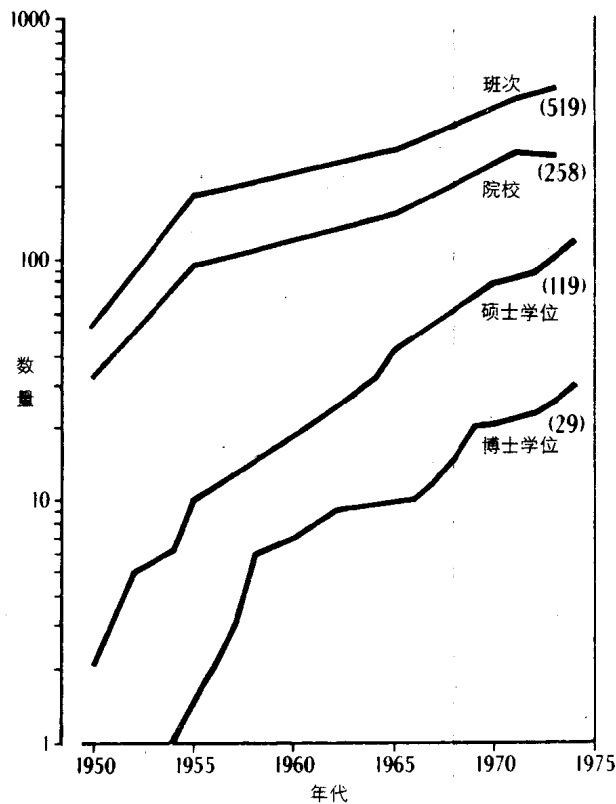


图3. 1950—1973年美国开设地图制图学课程的高等院校和班次以及被授予硕士和博士学位的人数（美国威斯康辛大学地图制图实验室。根据沃尔特提供的资料绘制，1975年）