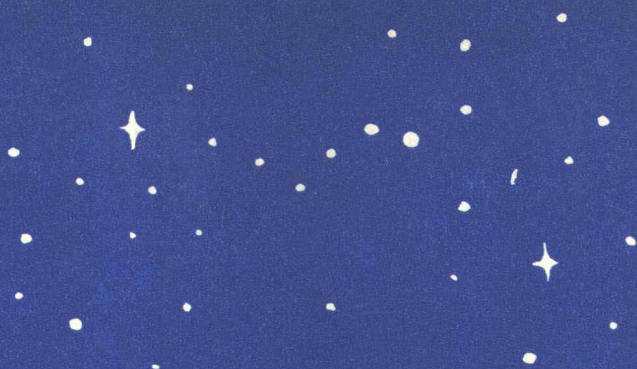
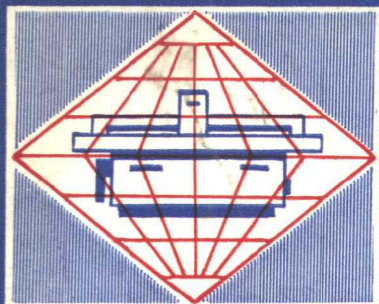




地图制图自动化译文专辑

(第一集)

测绘出版社

地图制图自动化译文专辑

(第一集)

中国科学院地理研究所等 译

测绘出版社

内 容 简 介

本书包括十八篇译文和报告,介绍了国外地图制图自动化的发展特点、理论与方法、软硬设备以及应用实例等,反映了七十年代国外地图制图自动化发展的基本情况。

本书可供地图制图、地理、遥感等方面的科研、生产人员以及高等院校有关专业的师生参考。

地图制图自动化译文专辑

(第一集)

中国科学院地理研究所等 译

*

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·各地新华书店经售

*

开本 787×1092 $1/16$ ·印张 11 $1/8$ ·字数 247 千字

1981 年 1 月第一版·1981 年 1 月第一次印刷

印数 1—1,850 册·定价 1.20 元

统一书号: 15039·新 150

前 言

随着电子计算机、信息论和自动化技术的迅猛发展，地图制图学在理论上和技术方法上正在发生革命性的深刻变化，出现了以电子计算机为中心设备的自动化制图技术和自动制图学这一新的分支学科。六十年代以来，许多技术先进的国家大体经历了理论探索、设备研制，应用实验和形成系统等阶段，并紧密结合遥感科学的进步，使地图制图自动化迅速地发展起来，建立了许多具有不同特色的自动制图系统，广泛应用于科学研究和制图生产的实践中，取得了明显的效果。我国制图工作者十分注意国际上制图自动化的新趋向，七十年代开始大力发展我国的自动制图系统，开展实验研究，现已获得了可喜的成果。

为便于我国广大制图工作者和其他有关人员了解国际上制图自动化的发展状况，吸取国外先进经验，比较不同系统和各种技术途径的优劣，促进我国制图自动化的发展，我们选译了一些比较有代表性的论文和报告，另外加上我们自己编写的三篇文章，汇编成《地图制图自动化译文专辑》第一集，以供参考。

本书由中国科学院地理研究所、遥感应用研究所和南京大学地理系的部分同志翻译，何建邦同志编辑整理。

由于我们水平所限，缺点错误在所难免，敬希读者批评指正。

译 者

1979年12月

1590/05

目 录

美国的专题制图·····	(1)
组合符号制图系统 (Symap) : 它的应用和滥用·····	(11)
英国 ECU 自动制图系统述评 ·····	(23)
遥感图像处理系统在专题制图中的应用·····	(41)
制图自动化的发展概况及特点·····	(52)
制图自动化中的硬设备·····	(64)
墨水喷射式绘图机·····	(79)
应用于制图的声音数据输入系统·····	(84)
HRD-1 激光显示在自动制图中的应用 ·····	(96)
自动制图综合体系的研制经验·····	(105)
软设备和系统·····	(110)
英国军事测量局 1:25 000派生数字地图的研究·····	(116)
制图编辑系统在荷兰土壤图编制中的应用·····	(126)
用连续点法制作地图的新方法·····	(138)
天气图的自动化生产·····	(145)
制图综合的自动化·····	(153)
多光谱数据分类在地质应用中的数字分析方法的比较·····	(158)
多光谱图像的数字处理·····	(164)

美国的专题制图

Jean-Claude Muller

美国的专题制图和地理学的其它分支学科一样，在人们通常称之为“数量革命”的推动下发生了根本性的变化。数学化不仅仅是引进较多的数字和增添科学严谨性，而且也改变了地图学家的看法。在传统上来讲，地图学家是侧重规格化制图和完美的制图产品。从前，绝大部分的有关地图的研究工作都是集中在地图的制作上，其中包括资料收集的技术方法、地图的编绘和制印。近年来，对诸如地图学的理论和哲学基础、制图方法和制图的科学培养等也进行了大量研究。一些新的概念，如“瞬时”地图、“随机”地图、地图模式、“智力”地图和地图的感应等也愈来愈多的在美国杂志上出现了。由于工艺学的发展，美国的地图学家们都在试图冠予地图科学以“艺术”的含义。

根据米埃尔克 (Muehrcke) 的意见，产生这种新的情况有下面三种原因：

1) 地理学各分支学科理论的发展。今后，人们为了研究空间的分布，再也不满足对地图只作主观的分析了。地理学家现在正引用统计学，因而迫使地图学家们也不得不修改他们的工作方法和不断去检验地图的可靠性。

2) 信息理论的推广。信息理论的影响是相当明显的，因为一张地图首先应是一种图形传输工具。地图研究已大量采用信息学的术语：信号、粗加工、编码、信息传输和信息源等。这些术语已成为年轻的地图学家所必要掌握的语言！这些理论的最重要的发现是把资料收集和处理与制图处理联系起来的系统的概念（或称反作用概念）。这个相互依存的概念打破了“完善的地图作品”这个传统的概念，后者目前已被暂时的和偶然的地图概念所取代。

3) 自动化。有了自动化就可自动处理资料；借助遥感、机械或光学数字化、印刷器和阴极射线管萤光屏，编图工艺过程已经可以自动化。除此之外，计算机迫使地图工作者重新考虑他们的工作方法。自动化就必须编程序，地图工作者应当放弃纯属直观的规范和方法。利用程序化制图，所得的地图就更加客观和可以提供预见性。最后，计算机还使美国的地图学家把地图的概念扩大到“非可见的”地图成果，例如地理数据的磁带、缩微胶片、全息底片和穿孔卡片。这些“非地图”成品或数字地图是以矩阵形式储存起来的，或以 $z = F(x, y)$ 的数学函数——由两个坐标确定地点的值——来简单地确定，这类地图随时都可使用，而且可随时显示在阴极射线管萤光屏上。这种新的地图概念现正引起许多争论。

1. 地图信息传输

地图学的语言研究已进入到结构（符号和标志）、语义学（符号与一定地物之间的联系）和应用（地图的阅读）阶段。美国地图学家们对地图的语义学和应用学特别感兴趣。

他们的研究是从信息理论的传统模型中（图1）受到启发的。地图是借助符号把原始资料（制图时的可变数）传递给接收者（读者）。原始资料与接收者之间的通讯是通过编码和译码两道手续建立起来的。出于各种原因，信息的传递目前还是不完善的。制图学家的任务在于减少在编码中的“噪音”（统计误差、综合）和译码中的“噪音”（图解表达不一致和阅读困难）。

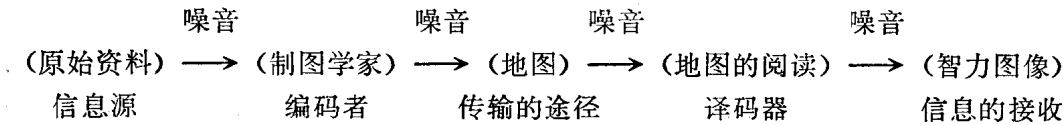


图1 地图学中信息传输的模型

1. 地图的精度

一张统计地图的任务并不是再现实际的真实的形式，因为这样的一张地图对实际应用显得过于真实了。关键的问题是，一张地图在损害其它要素的情况下把这个真实性分解成比较简单的可辨别的一些要素，把主要要素提出来并形成必要的对比。用 x 和 y 表示的绝对位置在专题制图中只能属于次要的资料，还必须精确地辨别相对位置和这些点上专题可变数的 z 值。

美国人对使用近似分区和等居民密度线技术所提出的统计问题特别感兴趣。近似分区（分区表达）表达方式要求对 z 表示的数据有一个预先分类。有了预先分类就能把原始资料分成等级，因而可把统计的面积缩小到几个常用值。詹克斯和卡斯帕尔对解决数据区分的问题提出反复解决的方案。利用他们的算法可以确定级数，同时可使原始数据和表现在图上的顺序值之间的统计偏差（方差）尽量减小。托布勒最近提出一项不太符合常规的解决方案，采用这个方案可以回避分类的问题。在计算机的帮助下，就可建立连续的灰色*。因此我们可以建立不分级的近似分区图，其灰色的密度与原始资料值有一种比例完全准确的关系。从统计的角度来看，这种非综合性的地图是最为详尽的；但是它又是比较复杂的，它对于目视判读还造成一些问题，而且不便于地图的对比，也不能在地图上读出原始值，甚至是近似值。

等居民密度线法（等曲线图）目前已成为许多研究的对象。可惜的是，许多美国地图学家还局限在个人奋斗和经验主义上。等居民密度线面积的形状和可靠性主要取决于三个变数：观测的密度、观测的分布和所用内插的模型。内插法特别引人注目，而且所提出的解决方案是很多的。实际上，尽管对这三个变数中每个变数的作用都是相当清楚的，但对它们的混合作用还是比较难以确定。在这些统计方法中，还必须补充一些难以回避而又可以预料到的一些情况，例如待制图现象空间特征的预先辨认问题。由于没有可靠的鉴定手段，我们不能判断等居民密度线所取得的进展。

在统计制图领域中，与中心图解法（centrographie）有关的研究都消失了。看来有用的一些空间测量，例如中心测量、方差测量、人口分布形式测量也从未得到充分发展。这种形式的地理统计仍然纯属描述性质，而且同推理统计和理论统计格格不入。

* 指图上由晕线、虚线所形成的灰色。——译者注

2. 地图图像的感应

美国地图学家们很早就对地图传输感兴趣,从这一点来看,他们比欧洲的同行较先进。一种科学态度逐渐代替了传统地图学家们的任意性,因为他们选择符号是以主观标准为原则。地图的制作者应当遵循视觉的基本原则。一张专题地图并不是一张待译码的卡片。它应当是一张让人阅读的地图,因而它应当能很快地把地图作者的信息(message)传递出来。我们已对专门应用于地图阅读的目视方法进行了系统研究。

在研究视觉和视觉艺术的心理学家和心理物理学家们的著作的帮助下,地图学家们可进行如下三个方面的研究:①对个体符号的识别和估计;②地图要素的集合感应;③几种地图之间的视觉对比。

现在可以证实,人的视觉在阅读个体地图符号时并不是直线形的(图2)。读图者对面积符号(圆形、正方形)往往估计过低,特别是对体积符号(球体、立方体)更是如此。弗兰纳里(Flannery)和其合作者确立了符号真正尺寸和视觉大小之间的关系,并制作了换算表,从而可以获得符号的视觉尺寸与符号数据真正大小相应关系。同样,对灰色的感应也不是直线形的,因为读者对中等值或高等值的灰色分辨不清,而对微小数值的差异又往往有些夸大。利用威廉尺度,可按着实际感应到的数值选择灰色值。对于不连续符号(用点子表示的地图)的密度和三维地形(地质地貌块状图)研究方面也取得了类似的结果。关于彩色感应的研究目前正在进行之中。所有这些研究有一个共同的不足之处,那就是甚至在同一张图上忽视了符号要素可能出现的相互影响。一个符号从来不是孤立的,对符号的估计准确与否取决于其它地图要素的视觉作用,其中包括标题、图例的位置和大小、地图上所表示的地区与底色之间的对比性等。因此,还必须研究在真正的地图上把地图各要素归纳为一个整体感应过程。

有些地图学家依据形态理论(Gestalttheorie)把对地图图形的认识归结到图形与底色(地理空间与地图的周围要素)之间的视觉关系。为了强调这种联系和确定便于读图的感应场、对比性、等级和均衡性,可以把一张地图的各种要素(物体、标题、图例和比例尺等)配置起来。读图过程的试验性研究是与这些心理学理论背道而驰的。一个人在读图时一个眼睛的运动可以拍摄下来并记录在磁带上。这些运动可以组成一个带方向性的图形,而通过数学分析就可以看出一张地图上各要素相对感应的重要性。利用这些符号就可以更有效地改变和组织专题符号。

通过对一系列地图的对比,可以看出地图研究中一个最为复杂和最为棘手的问题。

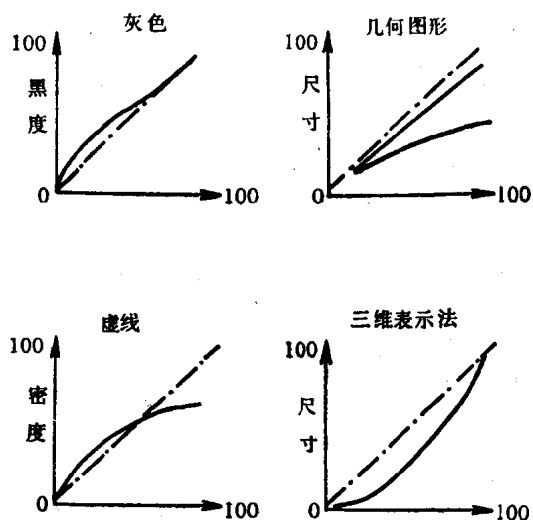


图2 地图学中的非直线感应。符号大小(横坐标)和感应大小(纵坐标)之间的关系(据米埃尔克)

原则上讲,一个研究人员,通过对地图的对比可以区分出地理变量间的空间联系。但是,对地图进行的感应对比乃是一项变化多端的过程,它牵涉到与地图学有关系的许多方面。空间自动相关(图像的多余信息)对辨认相关或结合的感应影响往往会导致不同的统计判读,这就大大的限制了这个方法的科学价值。

为了简化对地图的对比起见,蒙莫尼埃(Monmonier)曾建议把许多地图的对比缩小为对几个有代表性的要素的对比。按主要要素,采用对一系列变数的分析就可重新组合。每一组都用一张新图表示,而一个新的图像系列代表原始系列中的主要信息。这样折中的解决方案导致数学处理的客观性,同时可以部分地减少研究人员任意选择的自由。

最后还必须提一下供盲人用图的制图问题和制作可触摸的地图问题。华盛顿大学的一组研究人员与某些地图学家的研究不同,后者是用二维通讯造成视觉感应,而前者系统地探讨了利用触觉传递图像信息的可能性。某些采用立体符号的塑料专题地图目前正在试验中。我们可以预期会有新的发展,例如采用手操纵的阅读器,它可以将一般视觉图像在振动中变化,从而使盲人可以判别出来。

2. 地图的变换

把曲率的地球空间转到一个平面空间的数学投影是长期以来为地图学家所熟悉的一个课题。这种投影方法也可应用到其它空间,譬如社会-经济空间、文化空间或智力空间,但它们只能表达一种地图变换的特殊类型。

目前有两种变换形式值得注意:一是与比例尺改变和与选取样图有关的变换,二是非欧几里得空间制图。

1. 比例尺和选取样图的问题

空间变换有三个方面的:①局部的或偶然的(噪音)空间变化;②地区性的变化;③全球性的变化(趋向)(图3)。比例尺的选择决定了所要制图的变化的特性。这是属于统计学性质的问题。依据选取样图的定理,变化期间比资料收集镂空纸板尺寸小 $\frac{1}{2}$ 倍的空间图像(均匀的选取样图),在地图上仍然还是看不见的(图4)。传输的理论家们认为,

地图是有限的条带,就是说,地图是在忽略了属于其它比例尺信息的情况下,把具有特定比例尺的事实反映出来。如果地理信息不是以系统方式收集,而是按行政单位收集的话,则又提出另一个比例尺问题。与这种选取样图有偏差的地理面积要同时以三个因素来确定:单位大小(资料按市、区、省分级)、单位的地志学(毗连的特点)及其几何学(形状)。托布勒最近又提出一个数学解决方案,采

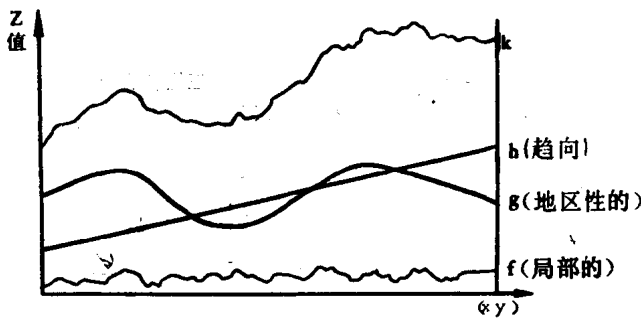


图3 所表示的空间变化属于三种类型的混合:①局部的或偶然的;②区域性变化;③全球性变化或趋向性变化。图中 $k(x,y)=h(x,y)+g(x,y)+f(x,y)$

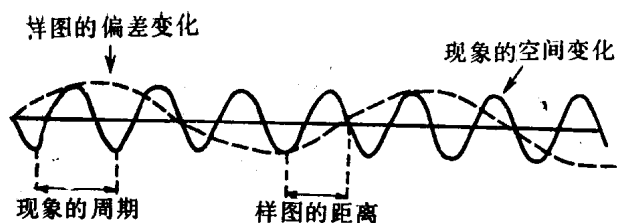


图4 选取样图的基本理论

用这个方案可以改正在收集的资料中由于聚集和不规则性所造成的差错,而且还可弥补由于信息综合而造成的真正空间图像的损失。空间大小的变化小于选样点之间距离两倍的,在地图上表示不出来。

2. 非欧几里得空间制图

长时期以来,欧几里得几何学一直作为地图表达的数学基础。尽管利用欧几里得几何学对绝大多数自然现象来讲是合理的,但是它与来自社会或文化空间实际的联系则比较少。下面举一个简单的距离概念示例。在大多数情况下,两个城市之间的天然距离比按经济标准(如价格距离或时间距离)量算的距离远得多。甚至如下列类型的同质测量也是这样:

$$d_{ij} = \left[\sum_{a=1}^m |x_{ia} - x_{ja}|^{2p} \right]^{1/2p} \quad (1)$$

式中 d_{ij} 是 m 维空间内 x_i 点、 x_j 点之间的距离, p 为常数(在欧几里得公式中等于 1),这两项在地理上来讲往往是没有现实性的。地理空间很少都是相似的。可达性与真正距离相矛盾;运输的费用、城市中心和商业资本的吸引力并不能随距离的不同而直线式的减少。此外也不容易确定在什么条件下地理空间是真正可量算的。例如,价格-距离往往取决于方向;

$$d(a,b) \neq d(b,a) \quad (2)$$

式中 $d(a,b)$ 为 a 和 b 之间的距离, a 和 b 起初并非一定等于 0:

$$d(a,a) \neq 0 \quad (3)$$

而这一点是与某些基本测量公理不相符的。所以要表示这样的空间就比较复杂。美国地图学家只是开始接触到这个问题。

在这里我们应提一下托布勒(Tobler)和瓦恩茨(Warntz)的著作。托布勒继里格施特兰得之后,探讨了以对数型或指数型非直线函数确定的距离变化的表达问题。他还分析了地图的误差和密度变换而产生的拓扑结果。这些物体的变形图像(anamorphoses)在地理手册中都很清楚地谈到了。密度变换的另一种类型是反映在势面(位差面)的地图上,瓦恩茨就是这种类型的创始者之一。这些地图依据下列模型确定地理的可接近性。

$$\text{在不连续的情况下,点的可接近性} = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{r_{ij}} = \int \frac{1}{r} D dA \quad (4)$$

式中: P_i —— i 空间的统计人口, D ——无限小空间 A 的密度, r_{ij} —— i 和 j 之间的欧几里得距离。依据一系列 j 点可接近性的数值,我们采用归纳推理和内插法确定等居民密度线的面积。两点之间最短的路线可用靠近两点的比较大的斜率线求之(图 5)。

非欧几里得制图最可取的地方在于能把存在于人头脑里的空间图像表达出来。因而人们就有可能与感觉到的外部环境而不是象其实际存在的外部环境相适应。所有这些都说明,感觉到的空间与自然空间不尽相同。例如我们发现,对于一定的长度来讲,当远离观测器时,智力距离和真正距离之间的比例是以非直线方式缩小的。此外,随着与观测器距离的

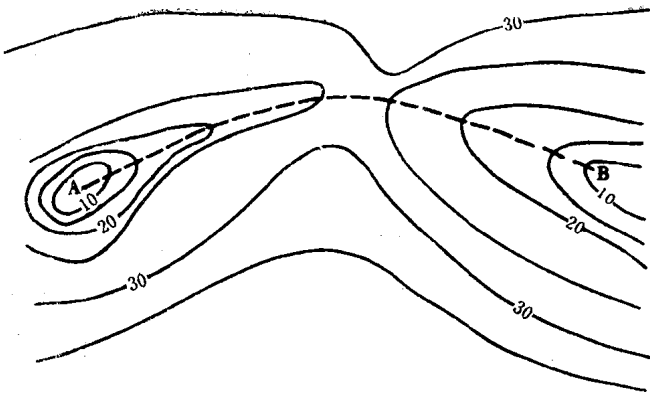


图5 两个城市之间最经济的路线。这个路线是与运输费用（用等值线表示）图上连接 A 和 B 点最大斜率的线相一致。这些费用是依据 A 和 B 两个中心点计算出来的
明某些空间变化，例如休假性质的迁移。

增大，计算的误差也要增加，而空间也会变得更加不清楚。如果我们要想理解和划定地球上可居住部分(akoumème)的有效空间，就必须对这个智力空间进行制图。心理学家所进行的多维分析乃是制作智力图的可贵方法。依据等级距资料（比j感觉远的i型的）或地理的毗邻性，就能恢复以x和y表示的位置，并能制出一张地图出来。有了这样的一张地图就可分析出或然误差和说

3. 图像的处理

其内容包括对地图图像的分析、计算和提取。大多数的处理都是以一个连续面积为前提，或者是从一个非连续的面积过渡到一个连续面积。我们从而可以获得派生的面积，在这里可以使用连续数学。有两种处理方式：一是数学处理，另一个是模拟处理。

1. 数学处理

我们拥有有效的分析手段可供论述地图图像之用：矩阵模拟，自协方差和空间自相关，幂级数或多项式，两维的傅里叶变换，光谱分析。在许多情况下，为了解决专业性的地理问题，美国的地图学家就借用自然地理学家采用的方法。

①矩阵模拟

这是一些简单的数字地图，可供把资料储存在磁带上使用，也可供矩阵计算使用。在增加初始矩阵的同时可用线性算子或“核心”算子完成比例尺的变换、地图综合和图像倒转。即依据线性方程式采用可变平均数方法获得光滑（lissage）。

$$Z_i^* = \frac{\sum_{m=-k}^{m=k} W_m \cdot Z_{m+i}}{\sum_{m=-k}^{m=k} W_m} \quad (5)$$

式中： Z_i^* ——以 i 表示的光滑值，W——平衡因子。如果 $k=1$ ， $W=1$ ，则 $Z_i^* = Z \cdot S$ ，式中的 Z 为向量（ $1 \times n$ ），S 为光滑矩阵（ $n \times n$ ）。我们可用下列方法获得连续的光滑：

$$\text{第二级光滑} = Z^{**} \cdot S$$

$$\text{一般 } Z^M = Z \cdot S^M \quad (6)$$

如果有反矩阵 S^{-1} 存在，我们还可以对地图进行《反综合》：

$$Z^* \longrightarrow (Z^*)^{-1} \quad (7)$$

②自协方差和自相关

自协方差和自相关原来是经济计量学家为了研究一系列彩色线性变化而发展起来的。后来这些概念被地理学家所采纳，它适合于二维空间作背景。为了描述一张地图的结构

等级、从属性和内部复杂性程度，地图学家们也使用了自协方差和自相关。实际上，地理空间是自相关的，因为空间上一点 i 的数值 Z_i 取决于另一点 j 上的 Z_j 值。这种相关关系乃是距离函数。若各点为无限远的话，它接近于 0。利用自相关系数就可以预测地图综合对近似分区图和等居民密度线图复杂性的影响。

③幂级数是与光滑典型模型相一致的。

在美国，空间级数一般都写成 $Z = F(x, y)$ ，这个公式可以下列方式求解。

$$Z = f_1(x, y) + f_2(x, y) + \cdots + f_k(x, y) + \varepsilon(x, y) \quad (8)$$

式中： f_k ——趋向（分量 k ）、 $\varepsilon(x, y)$ ——余数， Z ——随机变量（以 x, y 表示）。

为了使一个点的数值减小到最低限度，即等于一个决定的数值加偶然误差，美国人也使用最小二乘法；法国的模型（Krigage）表明，一个点上的数值等于一个偶然函数点上的数值。还要对这些方法进行对比研究。利用 krigage 所制做的等居民密度线图，一般来讲花钱是较多的，但是对计算所要表达的各种现象的面积所得的结果比较好。然而，有些美国研究人员则不同意这种说法。

④傅里叶级数

为了描述一个空间现象，应该是依据地理学理论观点选择模型，而不是从数学观点选择。例如我们以一张从一个中心分发报纸的地图来说吧。分散的面积不大可能与下列类型的一个算数多项式相似：

$$Z = a_{00} + a_{10}x + a_{01}y + a_{11}xy + a_{20}x^2 + a_{21}x^2y + \cdots + a_{jk}x^jy^k + \varepsilon \quad (9)$$

与其相反，我们可以制作一个与重力模型一致的一个地区模型，这里扩散与距离成反比。

$$Z = a_1e^{-b_1r_1} + a_2e^{-b_2r_2} + \cdots + a_ke^{-b_kr_k} + \varepsilon \quad (10)$$

式中： $r_k = ((x_k - x)^2 + (y_k - y)^2)^{1/2}$ ，而 Z 表示一个点 (x, y) 在地图上扩散的区。一个周期性的空间，可以同样的方法用一张与一个三角测量多项式模型不同的地图很好地表达出来。

$$Z = \sum_{j=-p}^p \sum_{k=-q}^q A_{jk} e^{i(x_j + y_k)} + \varepsilon_{jk} \quad (11)$$

这是与二维傅里叶级数前几项相一致的。地图的剖面是以大量周期性曲线的傅里叶概论模拟出来的，而周期性曲线的频率、幅度和相又是不同的（图 6）。这些曲线表示百年不遇的趋向或总体的趋向，把它加起来就可恢复原来的空间级数。在空间级数中可以使用高频率的滤光镜以提高详细率。在使用低频率滤光镜的情况下，只有地图最重要的要素（区域性的或总体的趋向）才能出现。可惜的是，应用傅里叶的变化得假设一些严格的周期性级数，而这些严格的周期级数是与绝大多数的社会-经济资料空间情况不一致的。许多美国地图学家已转向对光谱和横光谱（transpectrales）方法的研究。

⑤光谱分析

我们撇开周期性概念不谈。如果我们采用稳定性（stationnarité）作为假设的话，那么任何一个空间级数都可分解成许多要素，而它们的变数反映在频率带上。从计算的角度出发，主要的差别是尽量以一定阶段的结局平均相关代替原始资料，所谓一定阶段是与另

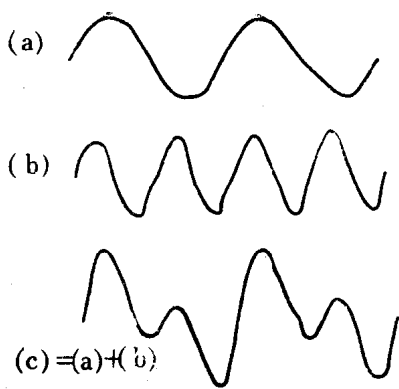


图6 周期曲线(c)可分解为两个谐函数(a)和(b)。正弦曲线(a)和(b)幅度相同,而频率不同

光学为我们提供一种精确的手段,可用它在地图图像上进行线性作业(计算)。当均匀的光线(激光)穿过一张专题地图的透明版时,我们就可制成衍射图像(二维的傅里叶变换),这可以反映出空间方向性频率的分布,这种频率是与地图上的各要素混在一起的。傅里叶变换的光学过程是把地图上的每个点的x和y的坐标改变为极坐标图。它根据各要素从中心变化的角度和这些要素沿着光源成比例距离的间隔就可指示它们的方向。

不同比例尺地图上各要素的尺寸、间隔、方向,可通过分析和对比相应不同比例尺图像的二维衍射加以研究。采用光学处理还可进行空间过滤。还可以改变一定频率范围的原

一阶段结局相比(资料的自相关)而定的。对这些新资料进行傅里叶变换可使光谱密度产生连续函数。

横向光谱分析可以用比皮尔逊校正系数严谨得多的方法求出两张专题地图之间的联系。观测单元的 shape 和尺寸对谐波起一种“过滤器”作用,而谐波可以决定地理分布特点。与常用的统计相反,采用横向光谱分析可以揭示严谨相关观测的内部次序,并强调谐波成分间的联系。

2. 模拟处理

目前我们只能考虑光学处理在专题制图中未来的作用问题。如果说这种处理与计算机的数字处理相结合的话,采用光学处理对于自动识别一个简单类型的复杂空间分布的主要特点看来特别有用。我们还可以揭示植被或土壤图的地形的内部构造、地质露头,并可制作其它类型的简单分布的综合地图。光学处理的另一个应用范围是遥感。有一些地图学家对地球景观(工业中心或城市中心、农业空间,植物系统)空间特征及其变换的光谱特征之间的相关关系作了系统研究。有了这类相关关系就能自动识别卫星图像并使据此探测出来的数据的专题制图成为可能。

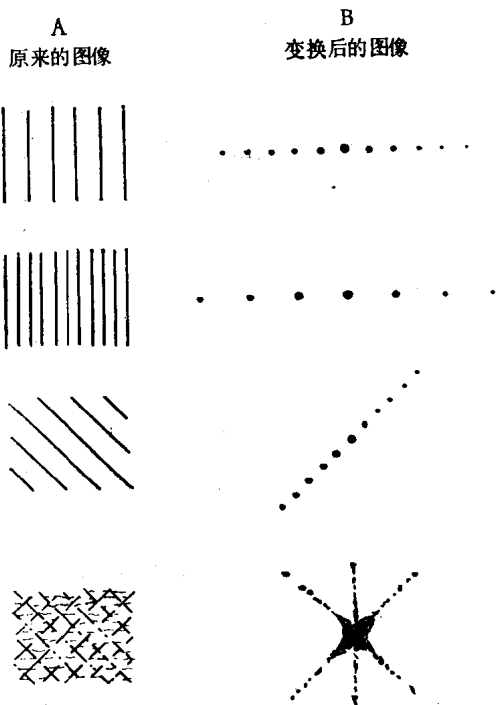


图7 一些地图图形的光学变换
(据J.戴维斯和M.麦卡拉)

4. 自动制图

美国的地图学家是最大的信息用户。在美国,几乎所有大学都在进行计算机制图的教育。自动制图的广泛应用自然需要许多新手,对这

些人来讲，绘图桌已成为古董。但是供直接出版的地图所能使用的程序和自动技术是不多的。用计算机所制作的地图几乎只能作为工作用图。

他们拥有下列三种技术：①打印机，它生产的地图质量很一般，因为字母-数字符号分辨率低（每英寸 8—10 个字符），色调不均匀；②滚筒式或台式绘图机，描绘图像的分辨率特别高，每英寸达 100—10000 网格不等，所做地图的质量比较高；③阴极射线管萤光屏，地图学家们对此项设备还没有充分利用。

阴极显像与电视不同，与计算机连接的阴极射线管（CRT）按向量进行工作，而不是按光栅（raster）系统作业。它的分辨率是很高的（每英寸 100 个点），所用装置为快速曝光的。使用者可借助磁带直接或间接地把数据显示到荧光屏上。我们可以取得暂时图像或永久性图像。在后一情况下，复制装置是与阴极射线管（硬拷贝装置）结合起来使用，可惜的是黑白拷贝质量一般。

大家熟知的专题制图的各种系统按其重要性排列如下：①哈佛大学的 SYMAP、SYM-VU 和 CALFORM。SYMAP 系统使用印刷器，制作等居民密度线图、近似分区图和等值线图（*dasymétrique*）。CALFORM 系统用描绘器制做符号和灰色。SYM-VU 系统是 SYMAP 系统的地图的三维表达法。②华盛顿哥伦比亚特区的中央情报局的 AUTOMAP 系统，它是供测量陆地空间面积用的，采用编码方式可以对独立的整体，如海岸线、水文地理网、城市区等进行选择和制图。它有 20 多种不同投影可供使用，因而在空间的任意一点上都可以随意地选定中心。AUTOMAP 系统使用第二资料库，库中储存着 20 多万条数据。③堪萨斯大学的 SURFACE I 系统。它使用绘图机。这个系统原来是为制作地形图而发展起来的，其程序极其灵活，它包含许多数学处理和统计处理，它的 Krigeage 是全能型的。对面积和地图变换进行理论研究，采用这个程序特别有效。以垂直和水平比例尺变换来讲，随着角度的旋转、采用三维表达也是可能的。

信息技术为动态制图开辟了新的前景，这种制图不同于过去的静止制图。流动的动力现象，如运输在传统制图上是以带箭头的线形符号表示，而现在是模拟在制图底片上。贝尔电话公司的实验室在这方面起了开路先锋的作用。在没有计算机的情况下，为制作地图底片所用的费用，是相当高的（从所绘制的大量图像中就可以想象）。与其相反，最近发展起来的外围设备，如数字化器、微型计算机、阴极射线管萤光屏和绘图机可以在有限的时间内制作出生动的地图。图像可按频率编成程序，并储存在磁带上，然后在阴极射线管萤光屏上再现出来，再用照相机拍摄下来。因而就为坐标 x 、 y 和 z 值增加了第四维（时间）。这在时间上和教学上都有明显的好处。托布勒曾描绘了底特律在 1910 和 2000 年间的人口增长、人口密度以 0.05 年长度间隔制成的地图。该图是从地理角度采用人口增长理论公式（人口模型）编制的。

华盛顿（哥伦比亚特区）的户口调查局指出有这样的益处，即我们可在自动制图和传统制图之间采取有效的结合。有关社会-经济资料的一些地图可借助计算机（计算机—输出一缩微胶片）自动制作。利用这个过程可在阴极射线管萤光屏上阅读和修改地图。阴极映像可用 35 毫米的照相机拍摄下来。这样一来，我们可以获得一系列负片，它们与摄影方式放大和重叠的连续版相一致，利用这类负片为制作彩色版提供要素。

最后,我们还应指出自动制图所特有的领域——瞬时数据的显示。由于成图速度快,可以及时地掌握变化特别快的短暂现象,如一个城市区的空气污染或公路流量密度等,以便进行研究。

5. 结 论

是不是说已经形成了美国的制图学派呢?从美国人并没有研究出与其欧洲同行有所不同的具有自己独特的地图学理论来看,这样说是令人怀疑的。但是美国的专题制图也确实具有自己独特的研究领域。对地图传输的研究、对智力地图的兴趣、对地图与空间分析的密切联系和对欧几里得公式的重新应用,这些都是美国人所特有的。他们最近的一些研究几乎使人感到是一种空想主义,譬如在一些随机的地图上,信心的程度与一张地图上这种或那种现象或个体要素的特殊量测结合起来了。某些人为了以等高线表示地图位置的标准误差甚至建议制作“模糊”线地图。把数学化超限,就经常遭到不可抗拒的失败。一张地图信息内容的量测问题,至少是信息内容的评价问题,可以举例说明。在这个范围内,直接利用信息理论可能导至荒唐的结果:一张地图与工程师所用代码信息转换几乎完全不同,而信息的位数(bits)是没有任何制图意义的。工程师使用的是一系列的字、数量和符号,而地图学家使用的是概念、符号和图形结构。

然而,美国人对这些边缘科学所表示出来的兴趣,显示出美国地图学研究的勇气和健康。各学科间的接触促进了不寻常的发展,并开辟了新的研究途径。除了几个最出名的中心(威斯康辛大学、华盛顿大学、堪萨斯大学、密执安大学)之外,其它学校(如波士顿大学、加利福尼亚大学、克拉克大学、乔治大学和费城大学)在年轻一代地图学家领导之下也进行了这些研究。一些变化和规划设想,似乎往往都预先在地图上反映出来。可以预期,在未来的年代里还要扩大到其它方面。美国的一些大学继其欧洲同行之后已着手更新地图学科的基础。随着时间的推移,在美国“地图的制作者”将越来越少,而“地图学家”则越来越多。这种明显的变化是很有意义的。

明世乾 译自法国《L'espace géographique》, 1978, No. 2

梁文跃 校

组合符号制图系统(Symap):它的应用和滥用

Elri Liebenberg

组合符号制图系统(Synagraphic Mapping System)* 确实是被广泛地使用着,并且是目前所用的最好的专题制图程序。因为在这类程序中它是首先研制的,在许多方法中它是其它类似程序的前驱,其中有些程序也是用组合符号制图系统作为预处理的。因此,组合符号制图系统已被发展成为自动绘制专题地图的技术。然而,它会帮助纠正正常出现的错误概念,这个错误概念就是:认为统计地图是他们所描述的理论表面的精确表象;在提高地图精度方面,自动化已给制图者很大的帮助。当然,二者的观点都是错误的。因为任何人口等密度线或分区统计图的面是一个模型表面,从这个意义上讲,完整的人口统计是不可能知道的。因此,地图是不可能超过它所表示的一个近似真实的主题面;另一方面,计算机制图也决不会超过资料的精度、制图者主观判断的正确性和采用计算方法的合理性。虽然计算机制图比常规方法制图既快而且便宜,计算机能使统计原理和制图方法结合起来,从这个意义上讲,自动制图是比较确当的,但是,精度难以达到。这些事实不是常被人们所重视的。在制图精度和科学价值方面,专题计算机制图有时可认为是一种新成就。制图和读图的过程中,二者的主观性没有考虑;因缺乏了解基本的制图原理,组件程序和成果图被误用,甚至完全是滥用。

事实上象所有的插值计算方法一样,它们广泛地应用在学术界和非学术界,组合符号制图系统不仅显示出处理特殊类型的能力,而且也得到了应用。因此,这篇论文的意图是要说明一些组合符号制图的可能性和局限性,也即指出那些程序能做什么和不能做什么。

组合符号制图系统是由美国哈佛大学计算机制图和空间分析研究室在1963年到1967年期间发展起来的。设计这种系统,基本上为了在标准的行式打印机上制作空间分布资料的地图。它能制作等值线图、分区统计图和概略地图,只要具有使用各种计算机和制图方面的经验,就能比较容易地来使用这种方法。对一幅地图作品的主要输入由坐标组成,即按组件分组的坐标,逐一记录地图的轮廓线、轮廓线以内的数据点的位置和属于这些点的数值以及图例、标题等定性资料的内容和位置。必须遵循的组件有F地图组件,它是用户以37种选择来控制每幅输出地图的特征。所有这些过程还有欠缺。制图者在这个阶段所作出的决定将严重地影响着最后成图的外貌和判读。然而,他们决不是只包含一个方面的主观估计,在轮廓线以内的资料和数据点的组件也都受到用户的主观计算的影响,这就使他认为,这个计算好象对他的问题都可解决。

* Symap一词是由Synagraphic Mapping System中的前二个词的前半部构成的。Synagraphic是由Syna和Graphic构成的,Syn是英语的词头,有“共,合,同”等意,Graphic是图形的意思,用Symap系统制成的地图图形,实际上是根据程序,利用电子计算机上已有的符号打印组合而成的。Synagraphic其意可理解为符号组合成的图形。因此,Symap可译为组合符号制图系统,——译者注

从总的程序来考虑,影响组合符号制图系统成图的精度、可靠性、易读性的因素可以概括如下:

- (1) 基本底图的比例尺和投影;
- (2) 统计数据的性质和统计面概念的采用;
- (3) 数据资料的可靠性;
- (4) 数据点的位置;
- (5) 单位区域的形状和大小;
- (6) 数据点的数量和分布;
- (7) 分级间隔的选择;
- (8) 符号。

有一些(不是全部的)是制图学家所关心的实际制图问题,它们属于一般的制图方法,计算机制图的技术改革非常需要解决这些问题,而不是仅仅提出这些问题。因此,问题就产生了:用户将如何着手生产效果最好的组合符号地图?或者换一种说法:对组合符号制图系统的探讨如何同用户自己的主观要求结合起来,以便适应他的目的,生产最合适的地图?

1. 基本底图的比例尺和投影

用组合符号制作地图,开始时所有的资料必须以坐标的形式输入到计算机。程序需要一幅原图,该原图可以是任何大小,任何比例尺和投影。这意味着,不管地图的类型和数据的性质,基本底图所固有的投影特征都被自动地转到输出的地图上。事实上,计算机制图的重要性不在于它的平面精度,而在于它的快速生产、便于操作和直观明了,这就使地图投影类型的问题成为次要的问题。

组合符号制图系统完全和比例尺无关,从这种意义上讲,那就是基本地图的比例尺不影响输出地图的比例尺。比例尺的变化和平面精度之间是有密切的关系的。当采用行式打印机时,打印单元的尺寸则是关键。正如下一节所解释的,建立在地图上的网格已被电子计算机所利用。在电子计算机的行式打印机中,这些格网是由单元组成的,该单元的形状和大小具有单独打印的特点,每个单元通常具有2.5—4.2mm的大小。关于组合符号制图的最重要的一点是比例尺的不同所得到的各单元的面积大小也就不同,换句话说,原图的缩小或放大使得包含在内的每个单元按比例地增大或减小。离开原图比例尺越大,地图就变得越不精确。

2. 统计数据的性质和统计面概念的采用

一个理论上的统计面的概念,在罗宾逊(Robinson)、琼克斯(Jenks)、匹克尔(Peucker)和施米特(Schmid)、麦克开纳(McCanned)的著作中已进行了充分地讨论(图1)。这种思想基本上是从这样的事实得来的,即统计地图是把一种三维的空间分布表示在一个二维的平面上,在地图上的全部数值点基本上可以用相对于已知原点的 x 、 y 坐标来识别,在那些特殊点上,还具有面的高程或 z 的坐标值。实际上,可以假定这个面能用密集的和均匀的离散分布来表示。然而,在数据点之间,制图者假定的这种形式或者统计面的“形