

# 试论地图制图学的理论体系

张克权 祝国瑞

## 摘 要

本文针对当前国内外有关地图制图学理论问题的阐述,提出地图投影、制图综合和地图符号系统是地图制图学的基础理论;而信息理论等新兴学科的应用是地图制图学的应用理论。在此基础上提出了地图制图学分支学科的划分问题。

**【关键词】** 地图制图学基础理论; 地图制图学应用理论; 地图投影; 制图综合; 地图符号系统

随着适应各种需要的地图制作和使用,在制图实践的基础上逐步形成了地图制图学的理论。长期以来,地图投影和制图综合影响着地图制图学的发展。已有不少的研究成果,指导地图制图的实践。近年来,信息科学、模式理论、系统理论、感受理论等新兴学科的发展及其向地图制图学科的渗透,成为不少国内外学者关心的问题。提出了有关地图制图学理论的众多论述,从而促进了地图制图学理论的发展。但是,这些发展也导致了对地图制图学理论体系认识上的分歧。总的看来,存在以下几个值得进一步探讨与商榷的问题:什么是地图制图学所特有的基础理论;什么是应用其它新理论来研究地图制图问题而产生的应用理论;地图制图学的分支学科结构应如何划分。本文试就这些问题提出了一些看法,可以供大家共同探讨。

## 1 地图制图学的基础理论

作为一门独立学科的基础理论,应是建立和发展该学科独特(与其它学科的区别)的和始终存在(反映学科本质)的根本。地图作为空间信息的载体,表现了一些基本特性,譬如:不规则的球体表面与二维平面的关系;众多形态复杂的客观物体与图面表示选择性、概括性;三维特征的信息与二维表示的关系;表示定位信息之外还要反映性质特征;各种各样表示物体的符号系统。因此,否定地图制图学具有独特的基础理论是荒谬的。整个地图制图学的研究领域,大致可分为两个阶段:①由制图资料编制成地图;②使用地图获得所需的信

收稿日期:1989-05-13

息。这是归纳或分析认识问题的两个方面，其涉及的基础理论是类似的。

### 1.1 球体表面与二维平面地图的转换关系

球体表面（地球或其它星球）与二维平面（或任何载体）地图的转换关系，是地图投影研究的问题，主要包括地理坐标与直角坐标的转换关系或两种不同性质的投影间转换的问题。

### 1.2 制图对象的选择性处理

制图对象即客观存在的物体与有目的、有选择地地图表示之间的处理，主要反映在三个方面：①对物体定位分布信息进行选取和形状概括；②有选择地表示物体性质的特征信息；③显示要素或现象之间的相互联系及内在规律。因此，在地图上表示的内容，不仅要研究各要素本身的分布和性质，还要研究同一地图上或相关地图上所表示要素相互之间的分布关系。例如，普通地理要素相互之间的关系，它们作为底图要素与专题要素之间的相互关系，专题要素相互之间的关系等。以往有的学者把正确处理这些关系的理论分别称之为制图综合和统一协调，实质上它是同一个问题的不同方面。统一协调是目的，制图综合是达到此目的的基本方法，可以统称之为制图综合。

### 1.3 制图物体、地图表示方法和符号系统之间的转换

由于地图并不是客观现象直接缩小的象片，而是有目的的、有选择的、经转换处理后的信息图象。为了主题明确且易于使用，必须通过由各种形状、结构、颜色、尺寸构成的符号及由内容分类构成的符号系统来表示地图内容。这种转换包括三个方面：①对选择的内容进行逻辑分类；②为了表示所设计的内容，选择和设计正确的表示方法；③选择和设计合理的符号和符号系统（包括色彩和注记）。为此需要研究地图内容的分类、表示方法的基本体系与功能、符号系统与感受效果等，这些与前一个问题是密切相关的。内容的确定要考虑表示的可能性，优良的表示方法和符号系统可以增强地图内容的显示

以上是编制地图必不可少的三个方面的基本理论问题。地图复制是印刷技术研究的领域，并不是地图制图学的独特范畴，在此不予详细讨论。

地图作为信息的载体，它的基本职能是把客观世界的物体作为制图信息以地图的形式传递给读者，这个过程是制图对象——制图者——地图——读图者——获取信息。因此，研究地图的使用（包括地图分析、评价和应用）也是地图制图学的十分重要的研究方向。地图使用主要包括三个方面：①地图分析与评价的方法论研究，主要研究为了某种目的来分析评价地图的方法；②地图内容分析与评价的认识论研究，主要研究通过地图要素的分析来认识地图本身的精度、真实性，制图现象的分布规律和相互关系；③为了合理地安排生产计划和提高选题的有效性，了解消费者的需求和心理状态，正确地组织制图产品的推广和销售，需要组织对地图用户的调查，研究调查的目的、内容和方法。至于各种地图、特别是专题地图在实际工作中的应用，还更多地涉及各有关专业的知识。地图分析与评价的研究，涉及到地图制图学的三个基础理论问题和一般的方法论与认识论的基本理论以及有关专业内容的分析。

地图量算作为地图使用的一种方法，同其它方法相比有其特殊性，它既用于地图的编制阶段，又用于地图的使用阶段。地图量算的研究内容主要包括两个方面：一是根据地图量测

物体的位置和大小特征；另一是形态量测，即用相对指标和非比例系数来描述物体的形状和结构。同时，还研究量测的设备、方法和指标体系的问题。这实际上也是一个同地图投影、制图综合、符号的设计和阅读密切结合的问题。

综上所述，地图制图学作为一门综合性的应用学科，虽然涉及面很广，究其本身独特的基础理论范畴只有前述三个方面，即地图投影理论、制图综合理论和地图符号理论。

## 2 现代科学新理论的发展对地图制图学的渗透

地图制图学的基础理论是研究任何地图所必须包括的区域，但是每种理论的科学发展水平，都是随着整个科学水平的发展而更新前进的。例如，从现代地图制图学的观点来看，古代地图不一定有精确的数学模式的投影，但还是从球面表示为平面；没有严格的选取标准和要素之间的关系。但还是有目的地、有选择地表示主要内容；缺乏科学的符号系统，但还是用一些象形、写景的方法表示要素；这些都是和各历史时期的科学发展相适应的。地图投影是运用数学原理解决投影问题的发展最早的学科；关于地图内容制图综合的系统理论研究，到本世纪30~40年代开始利用数理统计方法研究后日趋成熟。比较完整叙述地图符号系统的著作，在六十年代才问世，这说明了其它学科的发展影响着地图制图学基础理论的研究方法和水平。这种学科之间的渗透现象，至六十年代蓬勃发展，并开始出现理论制图学的提法，逐渐形成了一些新的研究方法。科学技术的迅猛发展，各学科的互相渗透使传统的地图制图学理论研究发生更大的变化，电子技术、系统工程和信息科学等在地图制图学中逐步得到应用。提出了地图信息论、地图模型论、地图感受论、地图符号论等，并对地图制图学的结构和体系提出了新的见解，产生了理论制图学和实用制图学的领域划分。无疑，这些新理论的出现，使得原有的地图制图学理论已不足以完善地解释这些新的现象，而且又没有形成新的学科规范。地图制图学已处于一个“科学变革”的新阶段。从这个观点出发，出现各种不同的认识是正常的，积极参与这些讨论是我国地图制图工作者的历史责任。从近年来国内外发表的一些论点来看，我们认为以下几个方面的论点（或趋向）是值得商榷的：

（1）把传统的地图制图学的基础理论及其应用问题作为实用制图学，而把一些新理论的制图应用作为理论制图学的范畴。

（2）地图制图学研究领域的分类愈来愈复杂；

（3）把地图制图学研究的理论和应用这两个范畴与该学科的各分支学科、甚至学校教学中的课程混为一谈。

一些新的理论在地图制图学中加以应用，或者用某种理论来解释地图制图学中的某些现象或过程。例如制图综合是地图制图学的重要基础理论之一，在现代研究中要应用到信息论、模式理论、感受理论等。而同时，这些新理论既可应用于制图综合中信息处理的研究，又涉及到地图符号系统与地图使用中信息传递的研究，它们各自有完整的体系，与地图制图学传统的基础理论之间又是相互交叉渗透的，因此不能简单地把新理论的应用来代替地图制图学的基础理论。

为了进一步阐明这些问题，我们不妨回顾一下在地图制图学理论研究中出现的新问题。当今地图制图学的发展中，最广泛而较有成效的新理论有地图信息论、地图模型论、地图感受论和地图符号论\*。另外，还涉及到系统论、控制论和哲学方法论等许多的现代科学理

论。当然，它们在地图制图学中应用的深度、广度各不相同。

## 2.1 地图信息论

研究制图信息及其性质、量度、变换、表达和利用的理论，着重研究地图图形的显示、转换、传递、存贮、处理和利用等方面的原理与技术方法。其中，信息传递问题又构成一个单独的分支，称为地图传递论，它是研究地图信息传递过程的原理和方法，其基本过程是客观事物——制图者——地图——用图者——客观事物的新概念。实质上是通过人的能动作用产生了两个飞跃，前一个飞跃就是按照地图编制的目的、用途，根据资料来源，应用制图综合等基础理论，编制符合要求的地图；后一个飞跃就是运用用图者的知识，根据一定的分析能力和技术方法，从地图上获得所需要的信息。地图信息传递理论反映了地图编制和使用的整个过程所研究的问题，但仍然是信息传递的基本理论在地图制图学中的应用，并非地图制图学本身所特有的。写文章、绘图画都具有信息传递的特点，而地图的信息传递只是相对比较复杂而已。

地图信息量度是研究信息传递过程中输入和输出信息的量度原理和方法，不仅要研究量度地图信息数量所采用的仪器和数学方法，而且也要研究定性信息的分布规律。探讨地图信息的特点，还要研究在信息输入（编制地图）和输出（使用地图）过程中，损失了哪些信息，获得哪些新信息，以及它们的性质和数量。

## 2.2 地图模型论

自从英国学者Board把地图作为模型来研究的思想提出以后，地图模型理论得到广泛的重视。一般认为，地图既是物质模型——空间的、数学的，又是概念模型——形象的、符号的。地图本身是一种空间的分布模型，它在二维的平面上反映制图物体的时空差异和变化。它又是数学模型，这不仅是地图具有严密的数学基础，还在于可以用数学模式来研究地图上各要素分布的空间关系——欧氏和拓扑几何关系，研究地图编制和地图分析应用中描述客观现象分布的数学表达式及其解算方法。作为形象模型，是因为编制地图时要运用思维能力对客观存在进行选择 and 概括，从而抽象出事物的基本规律和本质的特征。由于地图需要借助专门的符号和图形，按一定的层次组合起来描述客观存在，所以它又是符号模型。模型理论阐明了地图作为人对环境认识的工具和成果，并且在地图模型化的过程中又可以获取新的知识。但是，最终还只能是用模型理论来解释已经存在的制图现象，因而也不宜把它作为地图制图学的基础理论。

## 2.3 地图感受论

研究地图视觉感受的基本过程和特点，分析用图者对图象感受的心理物理因素和地图感受的效果，视觉感受一般需经历物理刺激、生理变化和心理认识三个过程。感受不仅受到客观条件的制约，而且很大程度上受到读图者主观素质的影响，例如读图者年龄、职业、知识水平等的不同，对同一幅地图的感受效果有差别。对感受论的研究，能给地图编制提供依据。

## 2.4 地图符号论

这是应用图形符号理论研究作为地图语言的地图符号系统及其特性，主要研究内容是：

\*是否能成为独立的“地图××论”暂不在此讨论。

地图符号关系，即地图符号的结构及其形成系统的规律和特性，研究符号与符号之间的联系和差别的关系；地图符号语义，即是地图符号和制图对象之间的相互关系；地图符号的效用，即研究符号与使用者之间关系的理论。这三方面可概括为地图符号学的语法、语义和语用。

综上所述，这些新的理论具有两个重要特点：①都是把其它一些新发展的理论应用于地图制图学的研究，使这门古老的学科具有新的生命力，但它们不是地图制图学特有的理论；②这些新理论都是综合性地丰富和发展了地图制图学的基础理论，使之研究得更深入，更具有现代科学的依据，它们是相互联系、相互促进的关系。必须特别强调指出，地图制图本身，不管是它的含义、过程和形式，都没有因为这些新理论的引用而产生实质性的改变，而且它们是先于这些新理论而客观存在的。

### 3 地图制图学分支学科的划分

在明确了地图制图学的基础理论和新理论的应用之后，需要讨论地图制图学的分支学科如何划分的问题。我们认为地图制图学作为一个体系，它的分支学科应该是各个独立的组成部分，各自具有它们本身的特性，即相对完整的研究目的、对象和内容，据此可划分为：地图投影，地图编制（包括地图复制和符号系统设计等）与地图使（应）用（包括地图量算与分析、评价等）三大部分。这些分支学科都包括有理论部分和技术方法部分，理论部分又可分为基础理论和应用理论（新理论的应用）。地图制图学作为一门科学学科，固然应强调有本身的理论基础，但它毕竟是一门应用学科，不宜划分为理论制图学和实用制图学，所涉及的理论问题，都是为了制图实践的目的，不存在所谓的单纯理论问题。

有的把地图学（地图制图学）划分为：理论地图学、地图制图学和应用地图学。这种分法的名称本身从逻辑上就有矛盾，按其进一步细分来看，把该综合性的应用学科分得既重复且又分离，并且人为地把有些既有理论又有实践的不可分割部分划分为理论地图学，而把有些部分又划分为地图制图学或应用地图学。

综上所述，我们的看法是如果按照综合性分支学科的分法，应分为：地图投影学，地图编制学和地图应用学；进一步则可把地图编制学划分为普通地图编制和专题地图编制，专题地图编制可再细分为：地貌图编制，地质图编制，人口图编制，经济图编制等。再一个体系是按照理论和技术方法来划分，则理论部分分为基础理论和应用理论。如前所述，基础理论分为：地图投影理论，制图综合理论，地图符号系统理论；应用理论则分为：地图信息理论，地图模型理论，地图感受理论等。地图制图技术方法可包括：地图投影选择与设计，地图编绘技术，地图复制，地图分析评价，地图量算等。新技术的应用，如遥感技术和机助制图，都可属于技术方法的范畴。这种划分方法适应性较强，随着科学技术的不断发展，基础理论是逐步发展的，技术方法也是逐步改造的，可以在体系不变的条件下派生出许多新的分支学科。

## 4 结 论

（1）地图制图学是一门应用学科，是几千年来作为一门独立学科存在与发展的，既不

能否定它的理论基础（包括基础理论和应用理论），也不应人为地夸大其理论体系，而建立所谓的“理论制图学”。

（2）要明确各种理论在该学科中的作用，只有独特的、支配着学科长期发展的理论，才是该学科的基础理论；而随着其它学科不断发展而影响、渗透、丰富该学科的一些理论，是综合性的应用理论。

（3）一个学科的基础理论应该是立足于实在的科学内容，用一般性的泛义理论来解释地图制图中的现象或过程，不能构成该学科的独特的基础理论，因此地图传递论等在暂时没有具体的充实内容时，就很难作为基础理论来体现。

## On the Theoretical System of Cartography

Zhang Kequan      Zhu Guorui

### Abstract

In view of the elaboration on theoretical issues of cartography put forward at home and abroad, this paper proposes that map projection, cartographic generalization and cartographic symbolic system could be the basic theories of cartography, while the application of some newly developed subjects are to be applied theories of it. Based on this cognition, the authors suggest a division of branches of cartography.

**[Key words]** basic theory of cartography, applied theory of cartography, map projection, map generalization, map symbolic system