

目 录

前言

地图制图学的现代发展及我国今后方向任务的探讨·····	吴忠性	(1)
百万分一地形图上表示海洋要素的几个问题·····	林晓慧	(15)
1:50万浙江省土地利用现状图的编制·····	俞康宰	(24)
《1:20万海滦河流域图》的编绘特点·····	水利部天津勘测设计院测量队	(30)
城市平面图的设计与编制·····	孙 达	(38)
省(区)地图集的回顾与展望·····	陆淑芬 张龙生 周维功	(47)
省(区)地图集分县图的编绘工序及评价·····	周维功	(55)
省(区)地图集中分县图的特点及编制方法·····	徐素兰	(61)
论编制以普通地图为主的省(区)地图集的设计问题·····	李承唐	(69)
关于旅游图编绘的若干问题·····	郝庆祥	(73)
关于编制小比例尺地质专业图的一些问题·····	谢良珍	(81)
国家性地貌图编制研究意义及成图工艺系列化·····	苏时雨	(90)
《中华人民共和国恶性肿瘤地图集》的设计与病情图的表示方法 ·····	刘振东 徐 琦 矫风健	(97)
关于历史地图几个理论问题的初步探讨·····	张林泉	(106)
地图图形符号的一种自动绘制方法·····	孙亚梅	(114)
沿地貌结构线数字化与自动绘图·····	周志坚 白锦铭	(123)
三点式求导分段三次多项式插值法——比例线段求导光滑插值··	杜道生 费立凡	(132)
六分扫描跟踪法——一种自动勾绘等值线的方法·····	王瑞林	(140)
分层曝光假彩色合成法·····	黄永砥	(148)
平坦地区1:10000影像地形图制印工艺·····	毛彩珍 施宝珍 王荣生	(150)
光面聚酯薄膜多色一次成图法·····	郭秉利	(156)
制作网线胶片的原理和方法·····	杜功顺	(169)
后记·····		(179)

地图制图学的现代发展及我国今后方向任务的探讨

吴 忠 性

近十几年来,由于电子学、计算技术和自动化渗透到各个学科,使自然科学发生了重大变化,特别是带有技术性的自然科学,变化更大。地图制图学正是如此。在技术方法上,它已由长期的全凭经验手工作业劳动阶段,逐渐走上了自动制图科学发展的道路;在理论上,也因科学之间互相渗透,出现了一些带有根本性的新的论点;地图的功能和作用,随着地图被广泛利用,也有很大的发展,地图已成为文字或其它表达方式所不能代替的具有特殊效用的重要工具。

当前国际上地图制图学的各个部分都有很大的发展,现就其中主要的提出来谈一谈。

一、地图制图学的理论问题

在这里主要说明两个问题:

(一) 对地图和地图制图学的涵义有了新的解释

关于地图和地图制图学的定义,现在有以下几种解释:①“地图不仅能反映客观事物的瞬间存在,而且能反映自然界的动态变化,不仅能反映某事物独立存在的属性,而且能反映诸事物之间的内在联系,因此,可将地图制图学视为反映和研究自然界和人类社会各种现象的空间分布、组合和相互联系及其在时间中变化的科学”。这种提法比过去说明的要全面得多,深刻得多,特别提到在时间中的变化,这就意味着地图不仅能反映客观实际,而且能超前反映客观实际,因此地图能起到预报作用,如地震预报图、气象预报图即是这样。②“地图是周围环境的图形表达”,“地图制图学是空间信息图形传递的科学”。这是把信息论引进地图制图学,是地图制图学在新的条件下的发展。地图图形是由空间信息经过编码(符号化)转变为图形信息的。从地图上可以获得地面信息,所以地图被称为信息载体,又是信息源。经过地图将这些信息传送给接受者(用图者)。所以地图又可以看作是传输信息的通道。现代地图能起到双重作用,既作为研究或使用的工具,又作为研究的对象(当直接研究这种客观对象不可能时,代替所研究的对象)。③“地图制图学既具有属于区域性的科学,又具有属于技术性的科学的性质”。这种提法是符合客观实际的,是具有实际意义的。因为它是具有区域性的科学,它的发展必然与地学特别是区域地理发生联系,随着地学和区域地理研究的深入发展,地图制图学用地图这个手段表示这些方面内容的广度和深度也会发生变化。又因为它是技术性的科学,它是能引进电子学、自动化、计算技术、遥感技术,改变它的技术落后状态,引起地图制图学的技术革命。还有其它一些解释,也是很新颖的,这里不再一一列举。

(二) 对地图制图学基本原理提出某些新的内容

一门学科的发展,在很大程度上取决于它的基本理论的发展。现代地图制图学的基本理论,根据国外一些学者的研究,认为在新的条件下,有地图信息理论、地图模式理论和

地图感受理论。

1. 地图信息理论

信息论是现代通讯技术和电子计算技术运用的概念和理论，这种概念和理论引进地图制图学所构成的地图信息论，就是关于地图图形信息的获得、传递、转换、储存和利用空间信息的理论。地图信息论是自动制图中图形产生的依据。制图自动化就是把地图上所有的点、线和各种符号以信息转换的方式统统变成 X 、 Y 坐标及其特征码输入电子计算机，经过加工整理输出图形产品。所以制图自动化过程就是地图信息输入、整理和输出的过程。

地图信息的传递可以这样来理解，信息发送者（制图者）把信息（制图者对空间关系的认识）编码（符号化），经过通道（地图）传递给接受者（用图者），接受者通过译码（符号判读）恢复原来的信息（构成用图者对空间关系的图像）。由此看来，地图生产和地图使用是通过地图信息而将他们联系起来的。这种理论有助于地图制图学体系的建立。

地图上单个信息可以看作是地图单个细胞，但一幅地图不能只理解为单个信息的数量之和，用图者读图分析所获得的信息往往超过地图工作者在制作地图时所利用的信息，这是地图信息论不同于数学信息论的地方。

在地图信息传递过程中，认识的作用是很重要的。制图者从一种复杂的未经组织的外部环境中选择、抽象和组织信息，转换为有组织的知识结构，并在地图上排列成相关形式，都是通过制图者对客观实际认识而得来的。有了这种认识才能对地图要素信息进行选择、分级和简化，最后将其表示在图上。

制图者从他的认识领域形成地图构思，并参与传递，其性质不是有一个表示一个，有一笔画一笔的过程，而必须经过上面所说的选择、分级和简化的过程，也就是制图综合的过程。制图综合不能简单地认为由于图形缩小而舍去细小的碎部制成新的图形，制图者必须从比较多的事物中产生一种新的事物，产生一种新的形态，使它作为自然形状的相等物而表达出来，成为更容易阅读、更恰当的目视图形。

2. 地图模式理论

由于地图是以公式化、符号化和抽象化反映客观实际的（客观实体），所以从地图上可以看到经过简化和概括了的再现客观实际的空间模型。地图模式论就是研究建立再现客观实际的地图模型，并经过地图图形模式化而建立地图数字模型和数学模型。它是实现模型自动处理的理论基础。地图数字模型就是把地图上或准备表示到地图上的所有要素，能换成点的坐标（ X 、 Y ）和特征（ Z ）的数值组成的地图空间模型。地图数学模型就是用数学方法（公式）表达经过抽象概括了的制图对象空间分布结构。

地图数学模型（模式）一般有以下几种类型：

（1）空间点位向平面转换的地图数学模式

地球表面上空间点位描绘在平面上，是通过地理坐标系向平面坐标系转换而实现的。研究这种转换的数学模式就是地图投影学的主要内容。从地图投影基本概念可知，地理坐标（ φ ， λ ）向平面直角坐标转换，其一般关系式为

$$Z = f_1(\varphi, \lambda) \quad Y = f_2(\varphi, \lambda)$$

所以上式就是空间点位向平面转换最一般的数学模式。在具体转换时，只要给出投影名

称、制图区域范围、投影网格间距所必须的参数，在电子计算机和自动绘图机上就能自动绘出经纬线网，建立所需要的地图数学基础。

当地图资料和新编地图所用的投影名称不同时，在电子计算机中实现两种投影的变换，有两种途径：一种是将地图资料原来投影平面坐标变换为地理坐标，再从地理坐标转换为编图投影的平面坐标，即实现

$[x, y] \rightarrow [\varphi, \lambda] \rightarrow [Z, Y]$ 的转换。

另一种是使用多项式逼近直接进行两种投影坐标的变换。通过建立二次、三次以至更多次的代数多项式来达到。

(2) 地图图形数学模式

地图上符号、文字、线划等图形的数学模式，可分为几种类型：一类是规则的几何图形，用数学公式来表达，是容易做到的。另一类是不规则的符号，包括多种地物符号、数字、文字等，难以用数学公式来表达，但是对每种符号的基本线段可以用坐标增量 (Δx , Δy) 加以记录，然后根据地图的要求，使用数学法则对其进行加工整理，其中包括比例缩放、整体旋转、左斜、右斜等等变换，达到自动绘制不同符号和图形的要求。再一类是不规则的曲线，如河流、道路、等高线、境界、类型界等。建立这种曲线的数学模式，由于地图上的曲线多半是大挠度多值函数，应对曲线实行分段处理，就是把平面上有 N 个节点的曲线，分别通过二个或二个以上的点建立函数表达式，在各个节点上实行光滑平滑。曲线函数的光滑描述在数学上有两种方法：一种是使用代数插值法，要求所建立的插值函数必须通过全部已知节点；另一种是曲线拟合技术，被确定的曲线原则上并不特别要求通过全部节点，而只要求该曲线尽可能地在全部节点附近逼近，最小二乘法就是这种方法之一。

(3) 地图要素分布特征的数学模式

研究地图要素空间分布特征规律和各要素之间的关系是编图的科学依据和客观标准。解决这一问题的途径是建立这种分布特征的地形表面的数学模式，有了这种地形表面的数学模式，通过自动制图，即可在地图上表示要素的分布特征。关于这种数学模式的建立，可通过使用规则的数学表面，如双曲面、抛物面、圆锥面等叠加进行拟合，也可用选择的函数进行逼近。但是使用数学表面拟合地形表面，必须满足下列要求。①所建立的函数必须能精确地拟合所有绘出的地形表面已知点的高程，②在数学表面边界之间必须保证能光滑地连接，③给出的函数能够有效地绘制等高线，反映地形特征。

另一类描述制图对象分布特征和相互关系的规律是采用数理统计分析方法。特别是使用多变量分析方法来研究各要素分布规律、分类、分级标准，以及各要素之间的关系。对于随机现象进行数理统计分析，将会大大提高地图的科学质量，为自动制图提供依据。趋势面分析、主因素和主成分分析、聚数分析等就是其中较为重要的方法。

(4) 制图过程（综合）的数学模式

建立制图过程（综合）的数学模式，主要是用来解决在信息处理过程中如何进行抽象和概括，能更好地反映客观实际。但制图综合本身除了保证制图综合的客观性和地理方向

性之外，多少带有制图人员思维创造性劳动过程，要考虑多种因素的影响，特别是与周围事物的关系，所以这种数学模式的建立是比较困难的。在国外对此研究也不多。不过对于线性地物制图综合的数学模式，可从以下三方面考虑：①任何曲线的平面位置可以用数学多项式来逼近，②任何曲线可以通过本身编码来表达它代表的地物数量和质量特征。③任何曲线可以分成基本线段单元，这个基本线段单元称为弯曲，通常采用两个曲率为零的点中间没有中断的曲线段为一个变曲。因此，在任何情况下，弯曲都可由两个拐点和三个曲率最大的点来规定。这样我们就完全可以用数学语言确切地表达一条曲线，对其细部的取舍就可以由曲线的基本线段——弯曲的数量特征来决定。目前为曲线自动综合而确定的弯曲特征有几种方法：一是通过计算各节点的角度来确定最大曲率点和零曲率点，采用三个最大曲率点组成的三角形底边大小和顶角平分线长度来确定弯曲的取舍。另一种可用曲线上相邻四个节点找出曲线的拐点来确定弯曲数量特征。

3. 地图感受理论

地图感受论是从地图使用者对地图图形的感受过程和感受特点出发，分析用图者对图像的心理物理特征和地图视觉效果，研究塑造什么样的地图图形能更好地发挥地图的各种功能和作用。例如，设计什么样的图型在使用上能达到加快研究速度，提高计算精度和简化分析过程的目的？什么样的图型能更好地提供各种地图信息，反映规律？地图感受论是研究地图符号系统的理论基础，亦即是研究地图整饰的理论基础。通过对地图符号图形和地图色彩感受特征的研究，可为地图整饰设计提供科学依据，能够改变目前地图整饰完全根据编图者的经验和样图的试验方法的状态。要想发挥地图多层平面的作用，能以阅读更多的地图内容和地图应具有一定艺术性，也要通过对地图感受的研究才能解决。

二、制图自动化问题

制图自动化的研究，在国外是从五十年代开始的，到了六十年代取得了一定的进展，从英国牛津自动制图系统开始，许多国家相继建立一个或几个制图自动化实验中心。到了七十年代取得更大的进展，不少国家已有各自的硬件和软件系统，并已由实验阶段进入了广泛试用和应用的阶段。在这二十多年时间里，它经历了理论探讨、设备研制、建立系统和应用研究四个发展阶段。其中进展较快的国家有美、法、加拿大、西德、荷兰、挪威、苏联、捷克斯洛伐克等国。到目前为止，有关统计地图、土地利用图、地质图、森林图、交通图、海图等，问题已基本解决，能够用于正常生产。地形图的自动绘制也已经解决。地形图的自动编绘基本上还处于实验阶段，但是自动制图的前景已显示出来，受到各国政府制图部门的重视。

进入七十年代以来，在地图制图学国际学术活动中，国际制图学会各届国际会议，制图自动化都是中心议题之一。国际制图协会设有制图自动化专门委员会(第三委员会)，从1973年起，连年召开学术会议，交流各国制图自动化进展情况，讨论制图自动化方面的学术问题。

制图自动化必须具备两个基本条件：一是电子计算机和半自动或自动制图设备（一般称之为硬件）。具体来说，要有变地图信息或地理信息为数字的数字化器，要有处理数字

信息的电子计算机，要有变数字信息为图形信息的自动绘图机这三种基本设备。这是实现制图自动化所应有的设备保证。二是建立电子计算机和自动制图设备条件下的各种程序系统（一般称之为软件）。这是如何使用上述设备来实现自动化制图的技术措施。

制图自动化是建立在数字化的基础上的，图像转换为数字，是实现自动制图的前提条件，只有实现了图像数字化，才能利用电子计算机自动加工处理，进而达到自动绘图的目的。在这一过程中还有一个重要的设备叫光笔显示器，它是一种人机联系设备，它能将电子计算机中的数据以及数字图形、文字、符号等以图像的形式显示给作业员，作业员可以根据荧光屏上的图像对数据、图形、文字和符号等提出修改意见，这个修改意见又可以通过光笔显示器传达给电子计算机，由电子计算机去执行，有了这种工具就可以使人和机器紧密地配合起来，从而能很好地自动绘成我们所需要的数字地图。从图像转换为数字，将这些数字在电子计算机中进行加工处理变为数字地图，两者之间的数字变换是通过编制电子计算机所需要的程序来实现的，而程序的建立是由一定的数学关系式编制出来的，所以求出地图内容各要素两者之间的数学关系式（即前面所说的数字模式）是实行这种变换的一个很重要前提，所谓软件系统即指这一部分。由数字地图转换为线划出版原图，实际上是展点连线，即将数字信息变为图形信息，制成人能阅读的地图。

制图自动化除了研究各个制图工序自动化所需要的自动化装置及其所需要的软件系统之外，为了进一步发展，还需要研究设计自动制图系统。对于这个问题，现在许多国家正在向这方面努力，一些先进国家，系统已基本建立起来。自动制图系统包括地图资料检索系统、地名检索系统、地图数据库、中央处理机、地图信息编辑系统和地图信息复制输出系统。这些系统建立起来之后，加上现有硬件和软件的进一步改进，制图自动化作业即可在全国范围内大规模开展。

三、遥感技术资料在制图中的应用问题

从七十年代起，由于航天技术的飞跃发展，逐渐形成一门新的技术，叫遥感技术。它在美国、苏联和其它一些国家已广泛应用到军事侦察、农业、林业、地质、地理、水文、海洋、测绘、环境保护等许多方面。

利用现代遥感技术所摄取的地面图像，地球上山脉、河流的分布，云层、海洋的动态，春夏秋冬景色的变化，都可以看得一清二楚。

遥感分航空遥感和航天遥感两种。航空遥感通常是从飞机上应用普通摄影技术摄取地面物体的影像。航天遥感是从人造地球卫星上应用遥感技术摄取地面物体的影像。航空遥感即人们常说的航空摄影。航天遥感——地球资源遥感，重点放在对地面进行电磁波谱的紫外、可见光、红外和微波的探测。这种遥感的整个遥感程序，依靠传感系统取得地面物体的信息，依靠先进的通讯系统传递这些信息，依靠电子计算机来存储、处理和分析这些资料，提交专业人员用来解决与地球资源和人类环境有关的各种问题。

遥感技术对编制地图来说，具有很大的优越性。

第一，可以获得很大范围同一时间内的影像或数据资料，借此进行分析对比，即可在较短时间内为编制中小比例尺地图提供可靠的有用资料；

第二，人造地球卫星可迅速对同一地区进行重复摄影，便于监视各种自然现象的变化，这对编制动态地图颇为有利。

第三，卫星遥感不受地理和气候条件的限制，对于人迹难到的深山、沙漠以及海域均能实施有效的摄影。

第四，由于卫星摄影的比例尺较小而范围较大，在编制中、小比例尺地图时，可以根据需要放大（或缩小）到所需比例尺直接编绘。这不仅缩短了成图周期，而且可避免因制图人员水平所限在多次综合概括时可能产生的对制图对象之图形的歪曲。

第五，卫星像片结像力较高，经过精加工处理，平面精度可达到一百米，在编制中小比例尺地图时，这种精度可以保证制图对象位置和轮廓界线的真实性和准确性。

由于卫星像片具有以上优点，从而为卫星像片的制图应用创造了有利的条件，引起国外制图界极大的重视。目前在编制地图中的应用主要有以下几方面：

（1）中小比例尺普通地图的更新

卫星像片上水系（包括河流、湖泊、水库等）和海岸线等要素反映非常清楚。如果卫星像片经过纠正并根据一定投影建立控制，则水系可以完全按卫星像片编绘。其它要素如沙漠、冰川、森林等也可以根据卫星像片勾绘轮廓界线。更新的方法有两种，一种是直接判读某种地物进行修编，这是当卫星像片质量一般，或只有少部分地图要素需要修改补充时采用的方法；另一种是采用同比例尺蒙版法，当卫星像片质量较高且为大部分修改时，可将卫星像片放大到所需要修改的地图的比例尺，将其蒙在原图上进行更新。

（2）编制中小比例尺影像地图

利用卫星像片编制影像地图，已受到各国的重视，现有不少国家都在制作这种地图。如美国利用 595 张精加工的资源卫星像片编制了全国普通影像地图，外业工作只花了两个月时间，内业工作只花了六个月时间就完成了。如果利用航空像片完成这次工作，则需要利用 150 万张像片，工作十年。苏联计划在三、五年内利用卫星像片编制整个领土的影像地形一览图。

（3）编制中小比例尺专题地图

利用遥感资料编制专题地图已成为编制专题地图的主要方法。它将如同利用航空像片测制地形图一样地得到普遍推广。利用多光谱摄影和红外摄影以及微波测定可以获得地质、地貌、植被、土壤、土地利用、地表和水面热量状况、云量、冰情等方面的可靠资料，结合一定野外实地调查验证和地图分析，即可直接编制海岸、浅海和大陆架地图。资源卫星像片的第 4 波段像片对于研究浅海海底地形有着很重要的意义，根据卫星像片可对大陆架浅海海底地带进行综合研究。

四、地形图的改进问题

地形图是一个国家的基本地图，用于解决国防和国民经济建设中许多问题。这种地图不仅要求经常保持它的现势性，而且要求不断改进它的内容和形式以及它的使用方法。

第二次世界大战以后，世界各国都在有计划有步骤地测制各种比例尺地形图。全球的成图面积有了显著的增长，质量也发生了不少变化，从这些变化中可以看出它们的某些共

同倾向：

第一，对各种比例尺地形图的重要意义重新作了评价。过去一向认为1:2.5万比例尺地形图是一种很重要的地形图，现在逐渐失去了它在军事上和经济上的意义。这是由于国防新技术的发展，部队技术装备的改善和军事动员范围的扩大，使用1:2.5万比例尺地形图解决许多战术问题已经感到不方便了，认为这种比例尺“太大了”。而对于发展国民经济、规划设计、研究土地利用情况以及作为编制大比例尺专题地图的底图，这种比例尺又嫌太小了。对于1:5万比例尺地形图，它的作用似乎比过去又增强了一些，特别是在军事上，北大西洋公约军事组织规定1:5万比例尺地形图为“基本战术地图”。一些发展中国家也广泛测制这种比例尺的地形图，用于满足发展国民经济和开发自然资源的需要。亚洲国家有50%地区，非洲有20%地区，欧洲有60%地区，都测制了这种比例尺的地形图。

第二，地形图的统一趋势已经显示出来。在国际范围内，这主要表现在地形图的数学基础和比例尺的系列。在全世界范围内，比例尺大于1:25的地形图，大都采用等角横圆柱投影，只有少数国家采用其它投影。地形图的比例尺，以前欧洲一些国家采用1:2万和1:4万比例尺，现已改用1:2.5万和1:5万比例尺。以前采用英制比例尺的国家，逐步改用米制比例尺。至于地形图内容、图式符号、线划和彩色整饰等方面的统一，主要是在各国国内进行，形成本国地形图体系。

第三，地形图分有不同的版本，是战后以来的新趋向。当前有不少国家已将地形图分为军用版和民用版两版。民用版也有再分化的趋势。例如，有些国家专门为国民经济测制了大比例尺地形图，如匈牙利测制1:1万和更大比例尺的国民经济地形图，捷克斯洛伐克的1:5千比例尺地图叫做“技术经济地图”，瑞典和挪威的大比例尺地形图（1:1万和1:5千）叫做“经济地图”。在出版地形图和平面图同时，还有一个倾向，这就是按照具体用图部门的要求，形成内容要素的不同组合形式，称作专业地图。有时将专业内容印在透明胶片上，与地形图图幅叠置使用，叫做叠置片地图。这种地图近年来国外发展较快。

第四，地形图更新是各国测绘部门的重要任务之一。一个国家完成第一代测图任务之后，接着就要考虑第二代和第三代的地图。只有这样才能保持地形图的现势性和其内容不断改进。但第二代、第三代地形图大都不是重新测制的，而是用更新的办法完成的。地形图更新采取连续更新法和定期更新法两种形式。连续更新法是随时（较短时期内）将实地发生的变化填绘到图版上，必要时将更新原图复制使用，经过一定时期改版重印。定期更新法是过若干年更新一次。更新的周期是根据居民人口和国民经济发展程度确定的。国民经济发展较快的地区更新周期短一些，国民经济发展较慢的地区更新周期长一些。并因比例尺的不同也有所不同。日本1:2.5万比例尺地形图更新周期按地区分为3年、5年和10年。苏联地形图更新周期是：人烟稠密地区为5—6年，人烟稀少地区为10—20年，高山和冻土地带为25—30年。美国在5至20年内变动。更新的技术方法，除了野外测图和航测测图之外，一般都是用简易的方法。如将航空像片放大，将可判读地面上发生的全部变化，转绘到地形图上，或将航空像片蓝晒到需要更新的线划地形图上，由此判读和修改地面上发生的变化。

第五，影像地图有发展成为地形图中一个图种的趋势。现代的影像地图，图面内容要

素主要由影像构成，并满足地形图的几何精度要求，有数学基础，有图廓整饰和线划要素。它的主要特征是具有比普通线划图多得多的信息量，因此，它不仅代替或补充地形图，而且在某种程度上可以当作专门地图使用，特别是彩色影像地图更具有专业判读的价值。另一个突出特点是成图周期短、出图快、能满足用图急需。当前，世界上许多国家都在创作这种地图，如日本、加拿大、比利时、美国都对此比较重视。

五、专题地图的发展问题

专题地图是按地图内容区分表示一个专题（或主题）的地图。专题地图发展最早的是地质图，至今已有一百多年的历史。二十世纪以来，气候、水文、地貌、土壤、森林、植被、土地利用等专题地图相继出现。近十多年来，新型专题地图又迅速兴起，如环境地图、海洋地图、城市地图等。由于专题地图服务的范围很广，且为地理学研究的重要手段，近年来专题地图发展极为迅速。世界各国都在大量编制和出版这种地图。国际制图协会每届学术会议，都把专题地图列为中心议题之一，并为此设置了第五委员会。从1962年起每年在布达佩斯举行的国际性地图展览和学术交流会议，也大都围绕专题地图一年一个主题。从当前专题地图发展情况来看，主要有以下几个特点。

1. 新型专题制图迅速兴起

近年来由于新兴科学技术不断出现，服务于这种科学技术的专题制图也迅速兴起。如上面所说的环境地图、海洋地图和城市地图都是在这种情况下产生的。

环境地图大致包括：环境污染地图、自然资源评价和保护更新地图、环境医学地图等。这些地图有不少国家都在编制出版。

海洋地图，除了传统的海图之外，现又有海洋水文、气候、地磁、重力、地质、地貌、生物以及海水盐分、海面波浪等各种海洋专题地图。这些地图各国也在编制出版。

城市地图，除大比例尺地形图、城市平面图、工程技术平面图外，近十多年发展起来的有城市结构、城市发展规划、城市居民、城市经济、城市交通、城市服务业、城市旅游、城市职能、城市污染和环境保护、城郊土地利用等专题地图。这些地图在一些大的城市（如巴黎、纽约、柏林等）都已编制出版。

2. 全球性专题制图，要求向标准化规范化方向发展

近十多年来，在国际上通过各种形式的国际合作，编制世界范围的专题地图。如国际地质联合会组织编制了成套欧洲地质图和世界大地构造图；欧洲一些国家合作编制了1:250万欧洲成套地图，包括大地构造图、煤田图、第四纪地质图、铁矿床图、金属矿床图、地貌图等。还有国际百万分之一人口图和土地利用图，1:500万世界植被图和1:500万世界土壤图，在国际合作下正在编制。

关于标准化规范化问题，地质图已基本实现，地貌、植被、气候等图也取得了一定的进展，国际制图协会专题地图委员会已把研究和解决专题地图标准化、规范化问题列为该委员会的基本任务之一。

3. 专题地图向综合、成套和图集的方向发展

当前地理学正在向综合研究的深度发展，地图制图学为了适应地理学的要求，必然要

反映地理环境各要素的质量、数量特征和动态变化，要反映地理环境各要素的相互联系和制约关系，要反映人类和自然环境的相互作用和影响，也就是说要向综合方向发展。从图型和制图方法来说，由一幅图上表示某种要素或现象单一的质量特征或数量指标，逐步发展到在一幅图上同时表示各种要素或现象多方面质量特征、数量指标及其相互联系的综合地图。近十年又由单幅综合地图发展为成套地图和综合地图集。这从国外一些论文和专著中可以看出这个发展方向。

4. 专题地图表示数量和动态的内容有所加强

当前地学、生物学的研究发展到强调定量分析，因此，专题地图也开始注意在反映质量特征的同时，加强了数量指标的反映。特别是电子计算机技术的引进，为加速分析处理制图资料、编制各种反映数量指标的地图提供了有利条件。近年来专题地图内容更进一步注意和加强制图对象动态的反映，如火山流动、湖泊沼泽化、河床演变、三角洲伸展、海岸线变化、洪水范围、冰川雪被消长、沙丘移动以及水面的污染等等。反映动态变化的地图是预报预测的基础，在此基础上可以进一步编制预报预测地图。

六、地图制印技术问题

地图制印新技术，当前在国外普遍应用或具有发展前途的有下面一些问题。

1. 聚酯片绘图与刻图

由于聚酯片具有尺寸稳定、机械强度大、便于保存和运输等特点，因而在国外地图制印生产中得到广泛的应用。它可逐步取代绘图纸、透明玻璃和金属板。为了在聚酯片上绘图，国外研制了多种黑色和彩色绘图墨水，且已商品化。透明注记和符号一般采用压敏转印法，操作方便，利于修改。

刻图法的研究，国外大都采用预涂的塑料刻图膜，品种繁多，应用面广。有些国家在刻图膜上涂布重氮感光层，便于制作刻图底图。刻图工具已配套定型，一般采用分版正阳像刻图法，为了保证各要素的准确套合，采用打孔定位套合系统。

2. 无银感光材料的应用

无银感光材料品种很多，在地图制印中已获得应用的有静电复制技术、重氮复制技术和自由基摄影。

①静电复制技术。以光敏半导体的光电效应为基本原理的静电复制技术是地图制印的一项新技术，在国外已得到普遍推广和应用。它的研究内容包括两个方面：静电复印机和静电复印材料。静电复印机的品种很多，按使用感光材料来分，有氧化锌静电复印机、硒静电复印机、磁化镉静电复印机等；按复印方法来分，有直接式复印机和间接式复印机等。国外通用的静电感光材料有氧化锌、硒、磁化镉。

②重氮感光材料的应用。重氮感光材料在地图制印中的应用，将部分地取代银盐感光材料，使照相制版技术产生一次新的飞跃。重氮复印按其显影方式可分为干法重氮复印和半干法重氮复印。此外，还有热法重氮复印技术。

③自由基摄影。自由基摄影是指在电磁辐射和高能粒子辐射作用下，照相乳剂产生自由基，在自由基作用下产生色泽变化的照相过程。自由基摄影在测绘生产中可用于：i) 制

作航空像片和卫星像片的烤贝片。该片的最大优点是失真小、层次丢失小。具有高结像力，高反差及较高感光度等特点。ii)用于缩微和复印。iii)用于彩色地图的复制。

3. 地图印制新技术

地图印刷新技术目前可有以下几种：

①喷射印刷，又称非接触印刷。它的实质在于：由电子计算机实现程序控制，喷射器内的油墨在压力作用下，沿毛细管喷到图纸上呈现彩色印刷图形。喷射印刷不需要制作原因、样图、照相版和印刷版。所有图形信息都存在于电子计算机中，根据相应程序将信息传递给喷射装置。喷射形成的图形与印刷图相似。喷射印刷正在推广并开始用于地图印刷。近年来美国和瑞典都在研究此项技术。

②无水胶印印刷。无水胶印印刷的实质是：用清漆膜或重氮化合物在金属表面建立印刷要素，用表面能量低的抗粘附物质建立空白要素（如硅酮橡胶等）。经过热处理的硅酮橡胶具有憎油和保护空白要素不被油污的性质。无水胶印优点很多，如在印机运转过程中不需对油水作平衡调整，没有油墨结膜和脏版现象，印压力小，便于多色地图的准确套合，从而可提高地图印刷质量。

③克劳马林法。近年来，美国研制成功一种新的彩色印刷和校样方法，叫克劳马林法。它适用于地图校样、少量复制和地图修测。该方法的基础是克劳马林片，由三种不同膜层组成：用聚丙烯制成的底基（约0.006毫米厚），透明的摄影聚合膜和约0.002毫米厚的聚酯树脂保护层。摄影聚合膜只对紫外线有感光作用，所以无须暗室。经验证明：采用这种方法制得的印张线条边缘清晰，色调均匀，质量较好。晒印一张四开的彩色校样约用四十分钟时间，如果采用穿化孔套合系统，时间还可以缩短。

4. 缩微摄影技术

缩微摄影技术可以用缩微胶片制作缩微地图。这样不但解决了地图的保存问题，而且也解决了地图使用问题。因为缩微地图可用缩微地图阅读器阅读，如果利用放映显示系统，还可以将缩微地图放大显示以及用于远距离传输显示等。缩微摄影技术目前已研制成功并用于制图目的有：地图缩微摄影机、缩微地图阅读器、缩微地图放大复印机和缩微放映显示装置。全套设备的分辨率、边缘清晰度、线划光学密度和均匀性均能满足缩微复制地形图的要求。

七、对我国地图制图学今后发展方向的一些看法

以上介绍的都是国外的情况，现在再来看一看我国现在的水平，今后的发展方向是什么。这只作抛砖引玉，供讨论参考。

建国近三十年来，我国制图科学技术，在党和政府关怀重视下，有了很大的发展，取得了不小的成绩。这主要表现在以下几个方面：①按照现代测图制图水平的要求，我国第一代航测成图在全国范围内已基本完成，现正在开展第二代地图的更新和测制更大比例尺的地图。这就为我国国防、国民经济建设和科学文化教育事业作出了可靠保证和提供了有利的条件。②代表国家的大型制图作品，已编制出版了一部分，有的还接近世界先进水平，如国家大地图集的《自然地图集》即是这样。国家大地图集的《普通地图集》虽未最

后完成，但为此而编制的《中华人民共和国分省地图集》也达到了一定的水平。毛主席生前嘱咐编制的中国历史地图集，也已编制完成，陆续出版。这对了解我国各个朝代历史疆域沿革，有很大好处。在国家大地图集的带动下，有十几个省（区）编制出版了省（区）普通地图集和综合地图集。近几年有的省又重编再版，还有几个省编制出版了省（区）经济地图集。在省（区）地图集中具有代表性的是《江苏省地图集》，它能打破框框，敢于创新。通过这些图集的编制，不仅为规划设计和生产部门、军事和科研教学单位提供了比较系统的参考资料，而且也积累了编制国家和省（区）地图集的经验。③为了表示各个专业的研究成果和利用地图作为研究手段，先后编有地质、地貌、气象、水文、土壤、生物、海洋等各部门专题地图。特别值得提出的是地质图发展更快，在完成了全国百万分一地质图和部分地区二十万分一地质图之后，又出版了1:400万全国地质图、构造体系图和中华人民共和国地质图集，这些地图都具有一定的水平。在农业地图方面，过去编有农业区划图，农田样版图和县农业地图，近几年一些单位又编制了一些县、社农业规划图，受到各级领导和农业部门的欢迎。④在制图技术方面，有不少单位已将刻图法正式用之于生产，化学涂层聚酯绘图片、快速转印符号法、重氮感光材料、静电复印技术正在试验和部分应用，也取得了一些成绩。⑤在制图自动化方面，有不少硬件已研制成功，并已进行少量生产，如手扶跟踪数字仪器、自动扫描数字化器、数控绘图机以及其它自动化硬件，都已有了我国自己的产品。至于软件，大家正在着手努力，有的已有了初步成效，例如：自动绘制曲线方法问题，对许多方法进行了比较；有关地图投影的变换，适应制图自动化的要求，也作了一些试验；地形图图廓整饰自动化也取得了初步成果。但总的说来，制图自动化软件方面，需要解决的问题还很多，这就要求我们广大地图工作者都为此而努力，促使这些技术难关能早日攻破。⑥理论研究方面已受到注意，制图著作正在逐步增多。如地图投影用表集已出版了几本，地图投影教科书和参考书也即将出版，地图编辑设计已有了初稿，自动化制图方面也即将出书。有关制图综合的研究已由经验阶段上升到理论阶段，开始用数学公式寻求选取指标，并对理论制图学也作了初步的探讨。但总的说来，我国地图制图学理论的研究还是很薄弱的，特别是前面提到的一些基本理论的研究，还相差得很远。理论来源于实践而又指导实践。因此，我们一方面要从实践中来总结经验，上升到理论，另一方面也要运用已有理论来指导实践。只有这样，才能更快地促进制图科学技术的发展。

从以上看来，我国地图制图学经过二十多年的实践和研究，是有一定基础的。但是近十年受林彪、“四人帮”的严重干扰和破坏，停顿了一个很长时期，致使与世界先进水平相比本来已经缩小的差距现在又拉大了。现在党中央号召我们，要将林彪、“四人帮”造成损失的时间夺回来，要在本世纪内在我国实现四个现代化。科学技术现代化，是其它现代化的基础，我国制图科学技术现代、今后的方向是什么，近年来有不少同志已提出过这个问题，我没有更多新的意见，现在只不过再强调一下罢了。

1. 大力加强地图制图学理论的研究

对于这个问题，我的看法是：首先要重视地图制图学理论的研究。

地图投影学的理论研究任务，在于：建立合理的地图投影命名系统，研究地图投影标准化原则，编辑地图投影集；解决用航空摄影测制地图的地图投影问题以及其它星球测图

的投影问题；处理在制图自动化过程中有关地图投影的变换问题；探索新的地图投影以及研究和完善地图图形的纠正方法。

制图综合的理论研究任务，在于：要尽可能地改变用文字叙述说明制图综合的原理和方法，多用数学公式表达制图综合的规律及其计算方法，以便适应制图自动化对制图综合的要求；不能只是单要素的研究，而要研究各要素之间制图综合的互相影响和互相制约的关系；且从制图对象的定量、定性、定位一起入手研究。

地图信息论的理论研究任务，在于：研究地图信息的特点，地图信息的积累、传递和转换形式的规律，地图信息的数量和质量评价的原则和标准，为地图信息的自动处理和制图提供理论依据。

地图模式论的理论研究任务，在于：将各种不同地图内容各用什么数学公式来表达，以便能建立各种不同地图数学模型，有利于这些内容的自动处理。因此，它要研究：空间点位向平面转换的数学模式，地图图形的数学模式，地图要素分布特征的数学模式，制图过程（综合）的数学模式。这实际上是研究制图自动化软件的任务。

地图感受论的理论研究任务，在于：研究地图感受的过程和特点以及不同类型地图用图者的感受差异，进而研究地图整饰的原则，研究新型地图图型的表示方法和图型设计；研究三维地图的制作原理和方法；研究普通地图、专题地图图例符号的标准化和规范化；研究适应制图自动化的地图符号系统、图型改造和新图型设计等。

专题制图和综合制图的理论研究任务，在于：研究各部门专题地图的编制原理和方法，研究地理环境各要素分布特点和规律及其在地图上的反映（质量和数量特征、空间和时间中的动态变化）；研究综合反映各自然要素以及人类和自然环境之间的相互联系、作用原理和方法；研究综合地图、合成地图、评价地图、动态变化地图、预测预报地图的编制原理和方法等。

2. 积极开展制图自动化和遥感资料制图技术的研究

制图自动化是制图作业的一次技术革命，也是制图科学技术现代化的主要标志之一。实现了制图自动化即能多快好省地编制出版各种地图，以适应各个用图部门的需要。所以此项研究工作非常迫切和重要。遥感资料的判读和制图技术处理是更新地图和编制专题地图的重要研究课题，也应积极开展起来。这两项任务按照我国现有情况，似应着重解决以下一些问题。

（1）进一步改进制图自动化装置，使其定型化和系列化

我国制图自动化装置的研究，现已取得了不小的进展。有的已研制成功，有的正在研制之中，但大都尚未正式投入使用。应对其加以使用和鉴定，使其能确定下来。合格的、性能较好的可组织工厂批量生产，而加以推广应用。并针对不同专业的要求，最后达到既有高精度、高速度的大型装置系列，又有能普及和使用方便的小型装置系列，到了那时，制图自动化在我国既有实验中心，各种不同部门实验室也建立有这种设备，这样，制图自动化的作业在我国就能得到普遍应用和推广。

（2）大力加强制图自动化软件系统的研究

制图自动化软件系统的建立，在现阶段从某种意义上来说，比硬件更为迫切和重要，

且要繁杂得多。因此，如何建立地图内容各要素的数学模式，并将其编为某种型号电子计算机所需要的程序，这是当前制图自动化的一项关键课题。这个问题必须从本国的实际出发，由我国制图工作者自己去研究。

(3) 建立地图资料数据库和它的检索系统

实现制图自动化从根本上和长远考虑，必须建立地图资料数据库，有了地图数据库，使用时即可随时提取，从而加快制图自动化的成图速度。但建立数据库（哪怕是某一部门的数据库）需要花费相当大的人力、物力和时间，如不及早着手，是会影响制图自动化作业的普遍应用和推广的。另一方面地图资料数据库本身还要建立一套地图信息自动检索系统，这样才便于提取。为此，必须有成熟的方案和全盘计划，逐步加以实现。如再考虑到数据库的通用性，还必须解决地图标准化、规范化和软件的通用性。这项工作不是研究单位所能单独完成的，必须由事业单位进行这方面的准备工作。

(4) 地图图像数字化和地图图形识别的改造的研究

目前手扶跟踪数字化器对地图资料数字化花费时间较多，一幅中等复杂程度的地形图数字化需要200小时以上，而且劳动强度没有根本改善。自动跟踪仪的设计还有一些技术问题没有完全解决，如跟踪闭合曲线时交叉线如何自动处理，如何避免重复跟踪等。扫描数字化器对地图和像片资料数字化速度较快（一幅地图不论复杂程度如何、一般需10—20分钟），但处理数字化资料比较复杂，需要高速度、大容量内存和外存的计算机，特别是解决内容取舍和概括的软件相当复杂，目前尚未完全解决，有待进一步研究改进。为适应机器自动读取和识别地图图形信息并变为离散数字形式的要求，是否可以在改进现有传统地图图型的基础上建立标准化新型地图图型。但在目前情况下，对地图上某些不适宜于制图自动化的符号和表示方法应加以改变，还是有必要的，这是比较容易解决的问题，应该着手去做。

(5) 遥感资料制图技术的研究

这里有卫星像片几何纠正和投影变换，各类自然要素判读的标志，像片的影像综合方法，卫星像片影像地图的编制方法，利用卫星像片编制各种专题地图和普通地图更新方法，卫星像片自动识别自动成图方法的研究等等。

3. 采取有效措施，保证新编的国家大地图集和百万分一地图能具有更高的科学水平

国家大地图集代表国家的大型制图作品，反映某一个时期我国地图科学水平，它不同于一般制图作品。不能简单从事。应将它作为一项科研任务，组成编委会先进行编辑设计和试验，充分应用卫星像片和航空像片，采用自动化制图技术，提出一些实验样图和设计书，召开编委会加以评选确定，这样既可以提高国家大地图集的科学质量，又可以避免大量人力物力的浪费。特别是要注意到编图资料的基础和使用的效益。例如，普通地图集的编制必须考虑与新编全国百万分一地图的协调与继承性，世界地图集必须充分利用全球范围的大地和海洋等卫星像片资料，农业地图集须同时是一个及时为农业规划和生产管理服务的自动化制图系统。总之，要求具有鲜明的时代特色，体现八十年代的国际先进水平。

正在着手编制的百万分一地形图是国家系列比例尺地形图中很重要的一种，这次重编应能反映我国当前的制图技术水平，成为有代表性的新的地图作品。还有全国百万分一土

地利用图、土地类型图和地貌图的编制也是很重要的项目。它们是整套百万分一自然条件和资源专题地图的组成部分，这三种地图的编制，应以卫星像片影像地图作为基础，利用已有各种资料结合室内分析判读和野外调查验证来完成。

4. 加强常规制图工艺的实验研究和技术革新

在我国实现制图自动化当然是人们迫切的要求和希望，但它毕竟不是短时间内能在广大制图生产部门应用和推广的。在今后一段时间内，传统的常规制图工艺和方法还是主要的。因此，对于目前生产中量大面广，行之有效的刻图法、重氮法、聚酯薄膜绘图、透明注记等常规手段，还须大力宣传，继续开展群众性的技术革新，并使其逐步制度化、规范化。还有绘图专用塑料片基，国外早就有多种型号商品供应，我国也应安排工厂试制供应。对地图制印中新工艺、新方法、新材料、新理论的实验研究也是很重要的。如快速打样技术方法、无网制印技术、静电照相制版、重氮复印材料和技术、预制干版、各种网线菲林片和接触网目屏的制作等等，都是当前和今后需要进一步实验研究和推广的项目。

需要探讨和应采取的措施促其实现的问题还很多，但最主要的和最迫切的大概就是这些。

主要参考文献

- [1] 廖克：现代地图学的发展特点和趋势及对我国地图学今后发展的一些看法。第三届全国地图学术会议论文选集(上)，测绘出版社，1980。
- [2] 张清浦：国内外地图制图学的现状与发展趋势。
- [3] 陆权：现代理论制图学的发展和我国制图理论研究的任务。第三届全国地图学术会议论文选集(上)，测绘出版社，1980。
- [4] 国家测绘总局测绘科学研究所：现代专题地图的发展特点和趋势。
- [5] 廖克：现代专题地图的发展特点和趋势。《测绘通报》1979年第5期。
- [6] 中国科学院地理研究所地图室：制图自动化的进展和实验研究。
- [7] 国家测绘总局测绘科学研究所：国外影像地图发展概况。
- [8] 南大地理系地理科技资料：遥感和制图自动化专辑。

百万分一地形图上表示海洋要素的几个问题

林 晓 慧

(黑龙江省测绘局)

百万分一地形图是我国基本比例尺地形图系列中的最小比例尺地图，为了满足各部门在政治、经济和军事上的需要，地图内容应完整、统一并详细反映自然和社会经济条件，提供共同需要的地理基础。

我国的海域辽阔，在邻接大陆的东面和南面，自北向南有渤海、黄海、东海和南海，长期以来与我国人民的生活早已有着极为密切的联系。

但是在我国过去出版的图上，具有重要意义的海洋要素并没有得到足够的重视。如1959年第一版的百万分一地形图上，以南海海域为例，在广阔的海域中，只是简略的表示一些较大的岛屿，对为数众多的大小珊瑚礁、滩却没有表示，海底地形等深线表示多为拟构，水深点的数量极为稀少，与图内陆地要素相比，其详细性与完备性则相差甚远（图1）。

图2为近年出版的海底地形图，与图1系同一海区，图中所表示的等深线、水深点的数量、岛、礁、滩等海底地形要比图1详细，完备。

目前作为我国经济和国防建设所急需的新一代百万分一地形图正在编制，在表示内容上已做了更为详细和丰富的规定。特别是已重视了海洋要素在图上的表示。其中除要求详细表示各种不同类型的海岸、干出滩、岛屿与礁石外，还要求详细表示浅海与深海中的各类海底地形等等。

在百万分一地形图上如此详细表示海洋要素，在当前的编绘实践中尚属首次。随着对海洋要素的认识逐步加深，我们在作业中普遍感到有不少问题急需研究解决。首先，为什么在百万分一地形图上要详细表示这些海洋要素？表示内容的详细程度和精度

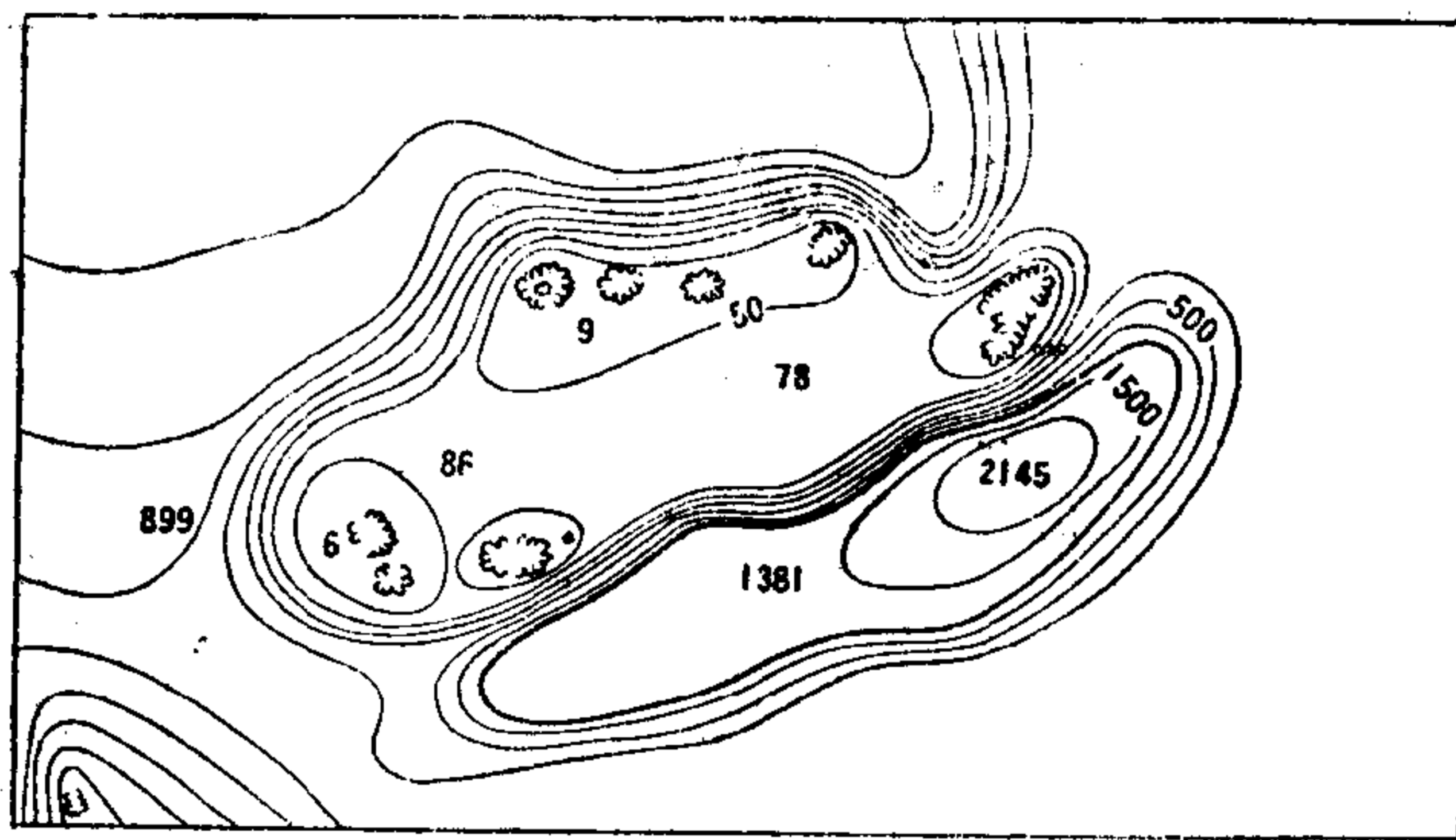


图 1 1959年版1:100万地形图

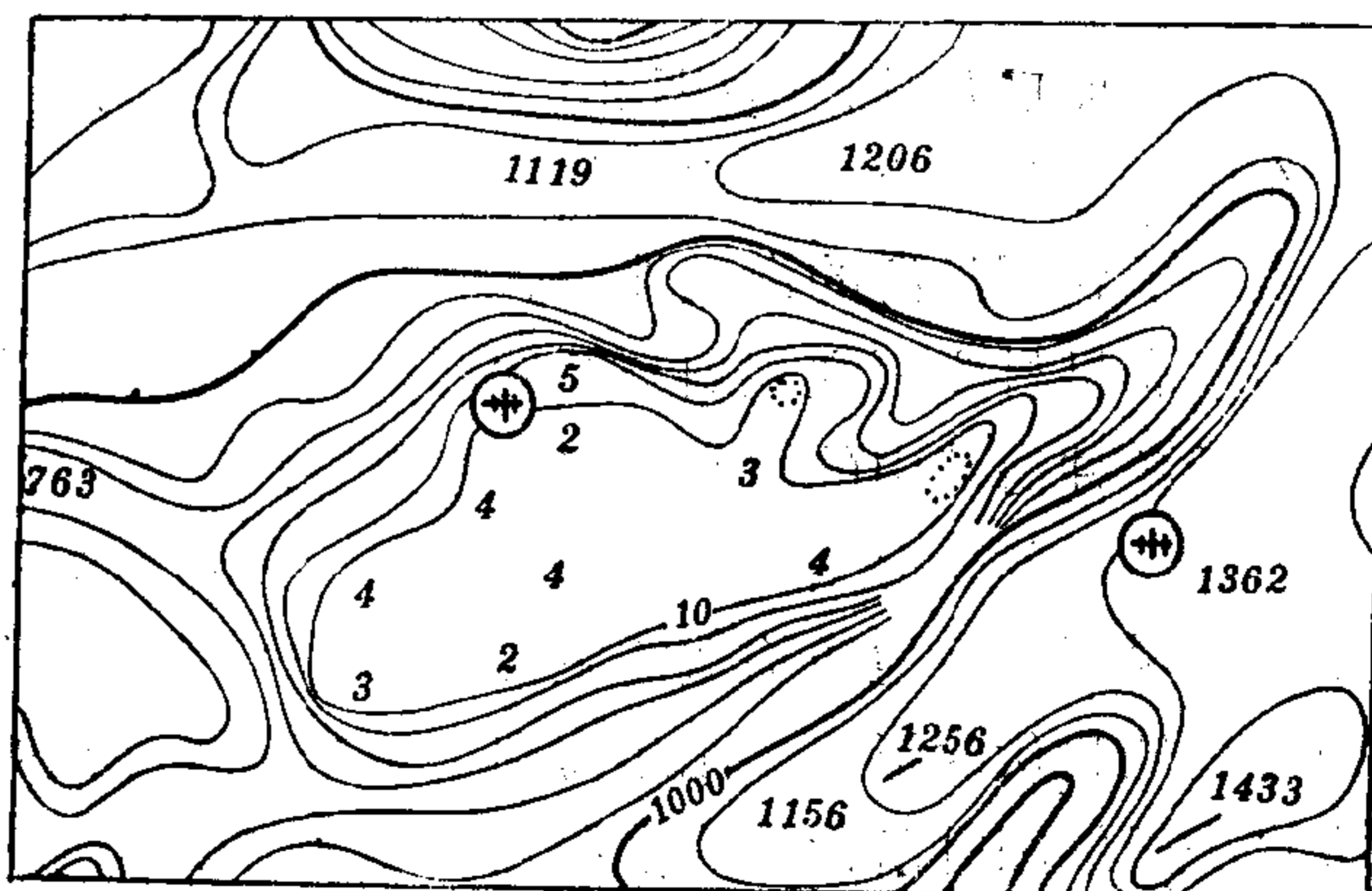


图 2 海底地形图

要达到什么要求，特别是显示内容又与航海用图有何差别？其次，由于海洋要素与陆地要素相比有其不同的特点，作业时又如何处理与运用资料？如何正确的掌握与运用制图综合理论等。

由于我们在编制新的百万分一地形图中，有机会接触到关于海洋要素的表示，并结合以往一些小比例尺地图上编绘的实践，现仅就上面所提出的几个问题，谈谈个人的一些粗浅看法，以便今后对此类问题能总结出一个较为完整的作业理论依据。

一、百万分一地形图上表示海洋要素的要求与方法

1. 在地图上表示海洋要素的内容可随着不同的用途而不同

航海用图（以下简称海图）从其航行的目的出发，图上的内容主要是要表示出海洋中任一位置的水深和对航行具有特别危险的物体，并有选择的表示出对航行具有影响的几条特定的等深线。因此，在海图上主要是表示出水深点和航行障碍物。为了精确地确定一个对航行有危险的物体位置往往要注出许多水深点（图3），而这些通过测量所取得的水深点数值，其精度和质量一般都较高。等深线只是用以反映近海的地形概况，它只起辅助表示地形的作用。

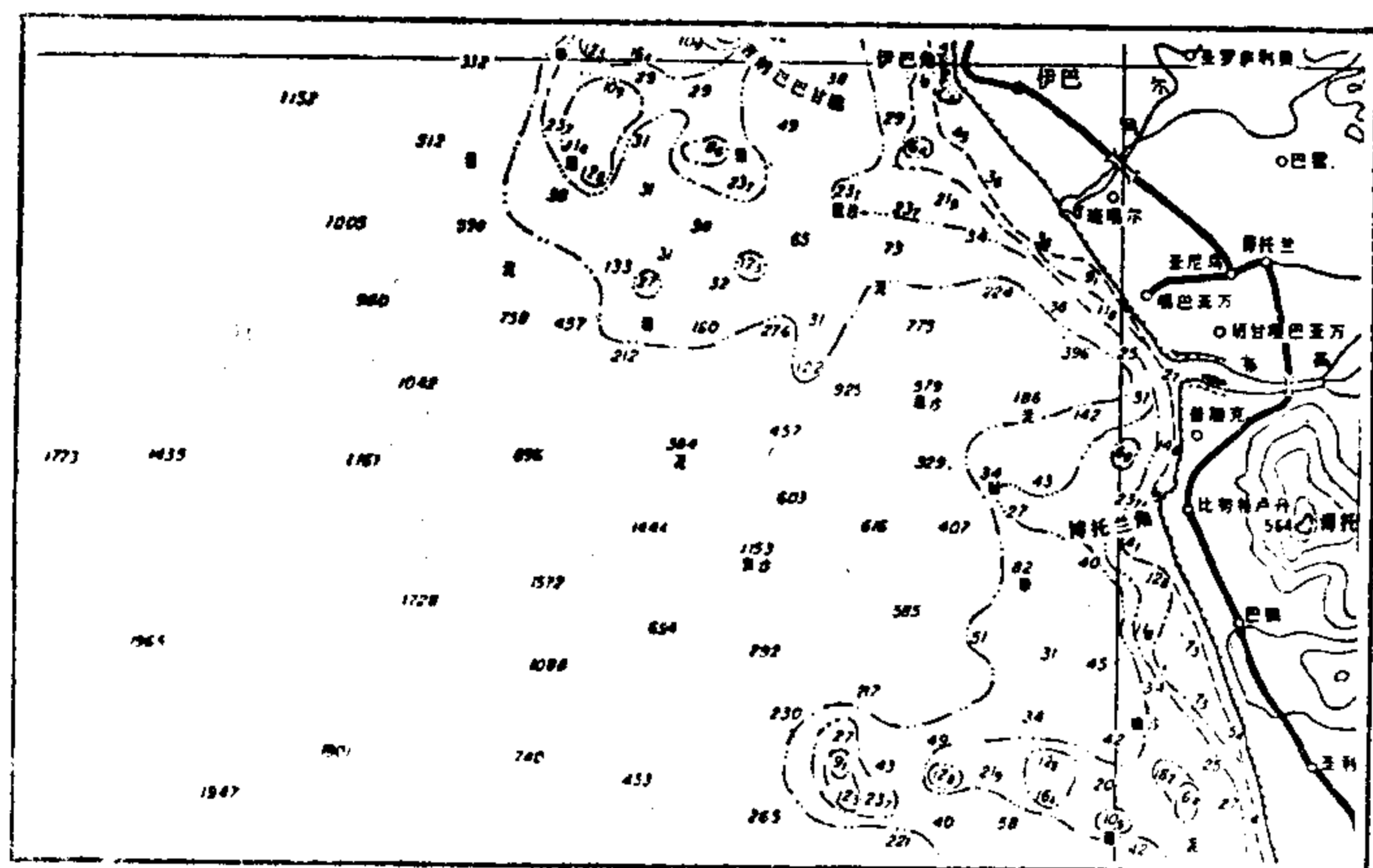


图 3 航海用图

但是当前随着人类在海区活动的范围不断扩大，海图也在向前发展。国外正大量编制出版一种不以航海为目的海底地形图，这类地形图与海图不同，它主要是提供学术研究、海洋调查、沿岸防灾、海上工程以及开发渔业和矿物资源等活动的需要。这类图的制作要求主要是根据海图资料经过编辑，在保持其原有的精确可靠性之下选择表示适量的水深点，而着重以等深线来详细

地反映海底地形及其构造（图2）。

在国内近年来也相继出版了一些类似的海底地形图，在图内就是以水深点加等深线的方法表示了我国沿海的海底地貌。

为了满足科学研究规划与开发海洋资源勘探设计的需要，当前在国内已进一步要求详细表示各种海域中的海底地形。这与陆地一样，通过对海底地形的各种形态，如海中山脊、海丘、峡谷、海槽、海沟等的表示，可以说明海底地貌的不同类型及其成因，而海底地貌又是说明海底地质构造的主要标志。采用等深线的表示法来显示这些不同的地貌类型和地形高低起伏的形势，比起海图上单采用水深点的方法要优越与直观。等深线的精确程度将取决于编图时所使用的深度点的数量与质量。当深度点的数量愈多、精度愈高时，所反映的海底地形也就愈详细、愈可靠。