

# 地图设计与生产

【英】J.S.基茨 著

测绘出版社

# 地图设计与生产

〔英〕J.S.基茨 著

林言成 等 译

陆权、喻沧 校

测绘出版社

## 内 容 简 介

本书包括地图制图的图形法则、基础工艺和地图生产三部分，前两部分属基础理论问题，后一部分为它们在地图生产中的应用。本书系统地叙述了地图图像的转换和表达，以及地图制作的基本工艺和生产问题，内容比较全面，叙述简明扼要，可供大专院校地图制图专业及其他有关专业的师生参考，也可供地图生产、科研和管理人员参考。

J.S. Keates

Cartographic design and production

Longman, 1976

地图设计与生产

〔英〕J.S.基茨 著

林言成等 译

测绘出版社出版

一二〇二工厂印刷

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15<sup>1</sup>/<sub>4</sub>·字数380千字

1983年7月第一版·1983年7月第一次印刷

印数1—6,000册·定价1.60元

统一书号：15039·新290

## 译 序

本书是根据英国格拉斯哥大学地理系高级讲师 J.S. Keates 的著作 *«Cartographic design and production»* 一书 (1976年, 纸皮本) 译出的。全书包括地图制图图解基础、地图制图技术基础、地图生产等三部分, 前两部分侧重技术理论基础, 后一部分侧重生产实践。第一部分从视觉、色彩理论出发, 阐述了地图符号、地图设计和表示方法的基础; 第二部分从图像及其成像理论出发, 阐述了地图复制和制版印刷的基础; 第三部分阐述了地图生产的全过程, 并介绍了制图生产组织和地图更新。除常规地图制图理论、技术外, 该书还引入了信息转换、缩微、无银复印和地图制图自动化等新的概念。本书内容比较全面, 叙述简明扼要, 可作为我国大专院校有关专业的学生学习地图制图课程的参考读物, 也可供从事地图制图的生产、教学、科研人员和管理干部参考。原著系1976年出版, 在内容上难免与现今国际制图学水平有一些差距, 而且对各个内容的论述也比较概略, 在深度上似嫌不足, 但就我国目前的现实情况来说, 它仍不失为一本较好的参考资料。

译校过程中尽可能做到忠实原文。为了适应单色印刷, 将原文中某些两色套印的插图改为单色, 虽然做了相应的技术处理, 但在形象化效果上难免有些损失。再者, 本书第八章“地名表示法”和“第二十一章“注记”, 由于中外文字的差别, 与我国情况不同, 只能作一般性参考。

参加本书翻译的还有张慕东 (译第一章)、陈李艮 (译第三、四、五章)、陆权 (译第二、十六、十九章) 同志。由于译校者水平有限, 错误和不足之处, 欢迎读者批评指正。

陆权 喻沧

1982年10月于北京

## 原 序

制图学的定义\*为“……制作地图的艺术、科学和工艺学，……涉及用各种形式的基本数据生产新地图或修订地图文件所需要的评价、编纂、设计和绘图各工序。它也包括地图复制的各阶段”。

这个定义反映了英国人的观点，制图是关系设计和数据的表达，而不是它的收集工作，因此制图明显地与测量和摄影测量有区别。这样的说法是合乎实际的，因为，虽然制图学的范围常常被扩大到包括制作地图的各项活动，但制图员的工作（与测量员有区别）已由上述定义得到最好的表达。

许多制图学教科书倾向于以叙述名词、说明当前的应用来讨论主题。这就导致原理与应用之间缺乏区别，并导致从个别类型地图的观点来研究主题的倾向。在这些英语教科书里，所叙述的地形图与航图以及地理学者主要感兴趣的专题地图之间有明显的区别。这种看法——甚至占有若干篇幅从形式上区分“地形制图学”——不利于主题的发展。这种狭隘的看法已从仅仅“训练”制图员去完成某一任务而没有任何基本原理的教学方法中表现出来。其结果是把制图学只看作是“技术”系列而不作为一个连贯的整体。

本书的目的是试图系统地论述主题并提供一种分析，作为进一步研究的基础。本书是为那些想成为地图制图工作者（想扩充地图制图学知识）或者是活动领域与地图制图学有直接关系而希望研究地图制图学的人们而写的。

制图学三个主要方面是量测、图解和工艺。因为地图主要是与定位有关，按比例地和有系统地表达地球表面的一部分或全部，这是任何地图的基本要求。它只能通过量测和计算的方法才能完成。由于这方面的内容已有详尽的分析，并且已有许多专门的著作讲到了它们，这里就不作叙述了。

地图是一种图解图像，借助于图形符号转换信息，并为使用者所理解，因此本书第一部分论述地图制图学的图解基础。主要目的是论述地图图像是如何转换为信息，并且阐明应该通过图解语言的系统应用才能实现。虽然它被看作是地图制图学的“艺术”，但它的原理应该学习，就象其它任何艺术的原理一样，通过学习和应用是能够掌握的。

第二部分论述地图制作的基本工艺，主要涉及地图制图图像的构成、复制、修正和多份复印。虽然值得地图制图员关注的题材是众所周知的，但遗憾的是很少把它们作为自己职责范围内的问题来对待。地图制图学的发展仍然在很大程度上依赖于工艺技术（很清楚，因为地图是制作的真正对象），了解与地图制图要求有关的工艺操作的作用是必要的。在这方面最近技术的发展，如地图制图过程的自动化，被看作是地图制图学全面发展的一部分，而不应从地图制图学中分离出来。

最后一部分详述地图生产，诸如作业序列和一系列生产组织问题。这是地图制图学的“实用”部分，它与“理论”部分有区别。不论地图是简单的黑白插图还是复杂的多色图系列，生产应用的原则是相同的。认为最后产品在功能和外观方面有很大不同就是不同地图制

\* 制图技术术语词汇表，皇家学会，伦敦，1966年。

图学“种类”的结果，这种设想是不正确的。

把地图制图学应用于不同类型地图的问题不包括在本书范围之内，虽然有些需要，但对于地形图和航图、专题地图等专门问题将在以后几卷里论及。

本书对地图制图学的探讨是在多年教学中发展起来的。它是格拉斯哥（Glasgow）大学地形科学综合发展的一部分，并且我认为应该归功于现在和过去的同事们。我特别要感谢 Gordon Petrie 给予的忠告和帮助，没有他们不倦的关心和诚恳的批评，这本书是写不出来的。

# 目 录

|                     |       |
|---------------------|-------|
| 原 序                 | (V)   |
| 第一部分 制图的图解基础        | (1)   |
| 第 一 章 视觉和感觉         | (1)   |
| 第 二 章 制图符号          | (11)  |
| 第 三 章 地图设计          | (27)  |
| 第 四 章 地貌的表示         | (33)  |
| 第 五 章 自然地物的表示       | (46)  |
| 第 六 章 人工地物的表示       | (53)  |
| 第 七 章 专用地图及专题地图的表示法 | (59)  |
| 第 八 章 地名的表示         | (67)  |
| 第二部分 制图的技术基础        | (73)  |
| 第 九 章 图解图像的物理结构     | (73)  |
| 第 十 章 片基材料          | (83)  |
| 第 十 一 章 制版照相        | (88)  |
| 第 十 二 章 非照相系统       | (112) |
| 第 十 三 章 多份复印方法      | (123) |
| 第 十 四 章 印刷纸张和印刷油墨   | (134) |
| 第 十 五 章 校样方法        | (139) |
| 第 十 六 章 图像构成的自动化    | (143) |
| 第三部分 地图生产           | (151) |
| 第 十 七 章 生产规划        | (151) |
| 第 十 八 章 编绘          | (165) |
| 第 十 九 章 地图编绘自动化     | (183) |
| 第 二 十 章 线划图像的制作     | (196) |
| 第 二 十 一 章 注记        | (202) |
| 第 二 十 二 章 色层与色调     | (214) |
| 第 二 十 三 章 生产组织      | (221) |
| 第 二 十 四 章 地图更新      | (227) |
| 参考文献                | (233) |

# 第一部分 制图的图解基础

## 第一章 视觉和感觉

### 视觉和感觉

地图的使用是视觉传输的过程。视觉是一个感觉过程，它依视感及其对大脑刺激的反应的联合活动而定。整个感觉系统必须具有刺激因素、接收器和应答。从地图上来的光（刺激因素）进入眼睛（接收器），并通过脑子（应答）转变为含义<sup>[1]</sup>。既然制图学主要是与建立视觉刺激因素有关，就应该做到尽可能地了解接收器和应答的基础，包括懂得与构成地图的视觉图像类型有关的视觉极限（其中许多是物理上的极限），并提出明确的规则。弄懂在大脑中的应答是比较复杂的，而且传输过程中的这一部分决不是完全被充分理解的。因为只有通过对应答的检验才能测定在视觉感官的反应中的哪些能被确定。这一过程的两个部分是不可分割的。大脑中的反应是心理上的，论及到感官的这种研究通称为感觉心理学。

### 视觉图像

视觉图像是在视网膜上形成的图形，它由视野内物体的反射光或透射光产生的要素组成。就地图和绝大多数图解图像而论，视野是二维空间平面。图解图像内的视觉要素可以有四方面的变化：视野内的位置、形状、二维空间和颜色。如果图解图像是静态的，第四维空间——时间将不包含在内。

图解图像中要素是以单独的图解符号形式配置的。这些配置是以点、沿线、或遍及面的形式出现的。它们的组分是按照上述的因素而变化的，但是对于这三种类型变化是不同一的。理论上的点既没有大小，也没有形状，只有位置；线条在一个方向上延伸并有形状；面积在二维空间中扩展，既有形状又有大小。事实上，为了能使人觉察，图解图像的任何组分必须是可见的，而且有某种最小尺寸和形状。此外，所有这些要素能够有颜色变化，但是对于颜色的不同特性的关系是复杂的。所以在进行任何与地图符号设计有关的尝试以前，必须研究视觉和感觉的原理，以便了解何种资料数据能用于指导地图符号的建立。

### 眼睛

眼睛包含一个光学系统和一个接收器系统（图1）。光学系统由可以变化形状使图像聚焦的水晶体和圆形光孔（瞳孔）及起光阑作用的虹膜组成。接收器系统由视网膜形成，它含有

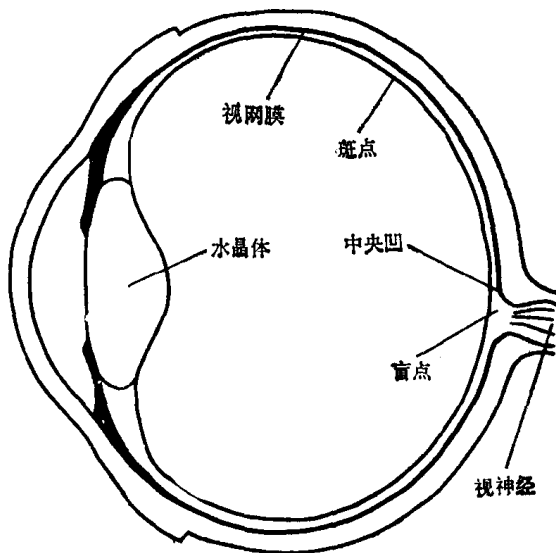


图1 人眼的横剖面

棒形和锥形两种类型的小细胞，通过视神经与大脑连结。棒形细胞是钝状细胞，大量聚集在视网膜边缘，它对微量的光非常敏感，但对颜色没有感觉。锥形细胞比较大，大量集中在视网膜中心的小范围内，这一范围中心的一点是中央凹，只有锥形细胞。锥形细胞对大量的光和颜色敏感。盲点是视神经的进入点，它没有接收能力。

视网膜的中心光点称为斑点，由棕或黄的色素组成。它的作用如同通过眼睛和视网膜中心部分的光的分色滤光镜。它在不同人身上是有差异的，因为它强烈地影响颜色视觉，所有的人对颜色的视觉应答都稍有不同。

对于视觉图像的感觉最重要的问题是正常视觉的分辨能力和颜色的应答。

#### 视觉的分辨能力

物体要能被看见，必须在视网膜上形成某种最小尺寸的图像。它首先要求有足够的光量，因为光量低于某一标准，就全然不能形成清晰的图像。在低能量照明下形成的图像都没有任何颜色的感觉，在较高亮度的照明下能够觉察到颜色的差别。可觉察的物体的最小尺寸通常用它所对视网膜的角度来表达。因此它既随大小而又随距离而定。普遍认为，在正常的照明条件下对视力正常的人来说这个角度是一弧分。阅读距离为30厘米时，尺寸为0.09毫米。这对于在不同的观察距离的不同类型的图像提供了最低要求的某种尺度。然而，地图图像包含形状、大小和颜色都不同的复杂排列的物体，必须把它们区别清楚。应用最小尺寸这一简单的规则还不能解决图像的区分问题，颜色对它的影响很大。

#### 光

光是由可见部分的电磁波组成，波长范围约为400~700毫微米(nm)。当一束白光通过棱镜时，可以分成一系列不同色相的光，从而能看到不同颜色(图2)。所以白光包含可见光谱段全部波长的辐射线。当光只包含光谱的有限部分时则产生特殊的颜色。利用棱镜或滤光镜，便能产生光谱上“纯”的颜色，即这些颜色被局限在光谱的一个非常窄的波段上而不含有其它波长。许多自然物体反射的颜色是不纯的，应该加以鉴别，虽然它们表现的色相是由一个或两个主波长决定的，但也有带色物体反射出来的其它波长的光。

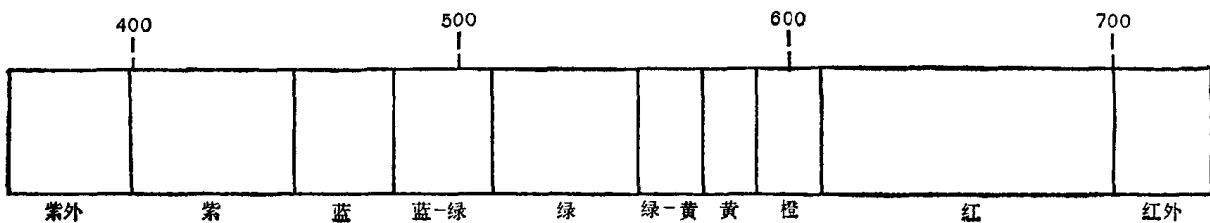


图2 可见光谱

#### 色温

光源的特性随光源的种类而异。白光，看来似乎包含所有的光谱波长，它是由发光体太阳发出的，而且，在可见光范围内，也能由加热到放出辐射能的一定物体发射出来。再者，多个光源的这种差异，是由对一个理论上的完全黑体进行加热使之发出与光源相同的光所需的温度来确定的，用绝对温度( $^{\circ}\text{K}$ )来表达。其含义是：不同的色温，光线的光谱分布是不同的。例如，2800 $^{\circ}\text{K}$ 是钨丝灯的色温，它的射线中光谱的红色多于蓝色，因而光线稍带黄色〔2〕。有些人造光源不发射连续的光谱，只有光谱上某点或某段的光。这些光源不用于平常的照明，但在一些复制作业中是重要的。

当光从印刷图像反射出来时，首先取决于入射光或照明。由此可见，如果不规定光源的特性而要对图像状态做任何量测是不可能的。在对颜色的分析中，通常的做法是采用标准光源。国际照明委员会（CIE）规定：A表示白炽灯泡，色温为2854°K；B表示正午的太阳光，色温为5000°K；C表示阴天时的平均日光，色温为6800°K（图3）。

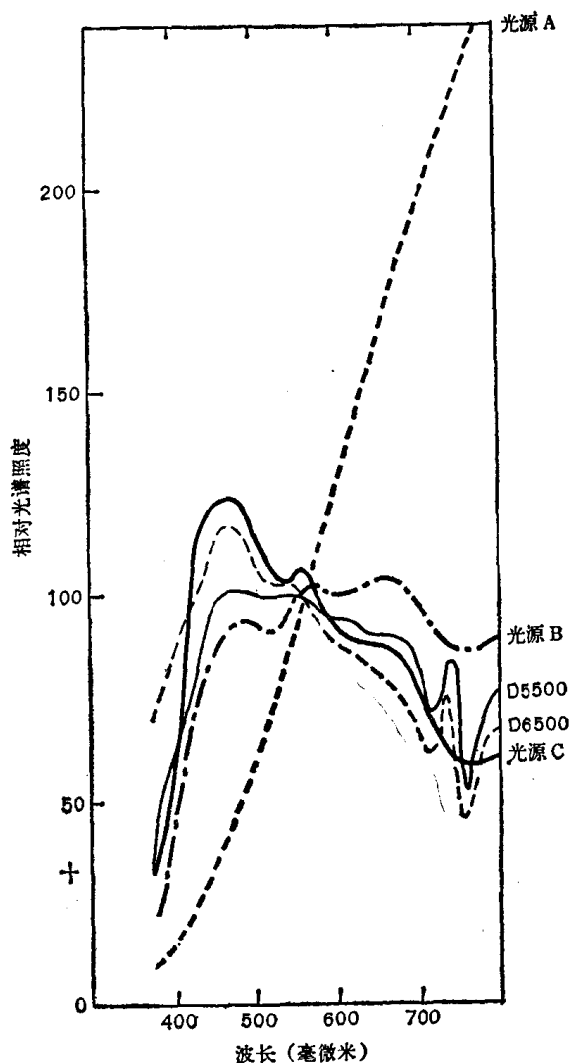


图3 相对强度的光谱，国际照明委员会的标准照明物A、B、C与5500°K和6500°K的日光比较

### 反射

当由一个物体反射的光形成图像时，反射光的特性也将影响感觉到的图像。入射光可能被反射、吸收或透射。一个不透明的白色表面，譬如纸，能反射大部分入射光。透明印刷油墨将透射某些波长的入射光，随后，透射光又被白纸反射出来，同时，其它的入射光被吸收。不透明的印刷油墨将按照它的光谱组成反射入射光。

反射可以是单向反射或漫射（图4）。在理想的镜面上，全部入射光以一个角度反射，而且反射角等于入射角。有光泽的表面，包括某些类型的纸张，主要是以这种方式反射入射光的。另一方面，无光泽的表面，它的特征是有轻微的粗糙或不平，是漫反射，即以各种不同的角度散射光线。用于印刷地图的大多数纸张具有两种类型的反射，它取决于纸面的光泽程度。

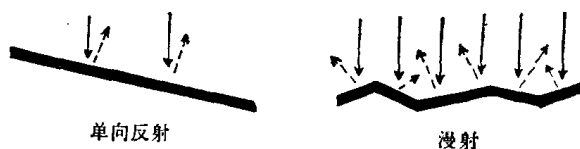


图4 单向反射和漫射

### 颜色的特性

虽然在光谱里能够找到大量的可感觉到的不同颜色，但任何特定的颜色都能通过红、蓝、绿光的不同混合而相配出来。从这种意义上说，颜色是三维的。假如这些波长的光束集聚在一起，结果就是白光。所以红、蓝、绿是加色法三原色，其总能量等于三原色的混合。

在印出来的图像上或任何别的有颜色的表面上所看见的是从表面反射来的光。假定入射光和纸的表面都是白的，彩色颜料的作用是减少入射光中的某些部分，并只反射某种波长的光。减色法原色是青、品红和黄，在它们中间，至少能够近似地产生任何特定的颜色。假如三种色全部混合，于是在理论上就减去全部入射光而出现黑色。所以，青等于白减红，品红

等于白减绿，黄等于白减蓝。实际上作用没有这样有效。这个问题在印刷中进行彩色复制时要考虑。用作油墨颜料的材料在光谱上是“不纯”的，虽然它的色相由主波长所控制，但在不同程度上存在别的波长。

根据三原色混合来测定颜色，提供了颜色分析的方法。在进行这项工作之前，需要从不同的方面去考虑颜色的特征。

#### 色相、亮度和饱和度

着色表面的主波长仅仅是其外观特征之一。除此之外，还可以按照它的亮度和饱和度分类。亮度决定入射光反射或透射的程度，并随不同的色相而变化。例如黄色和浅绿色比棕色或紫色反射较多的光。这一性质有时称为明度 (brightness) 或色值 (value)，但是称为亮度 (lightness) 较好。

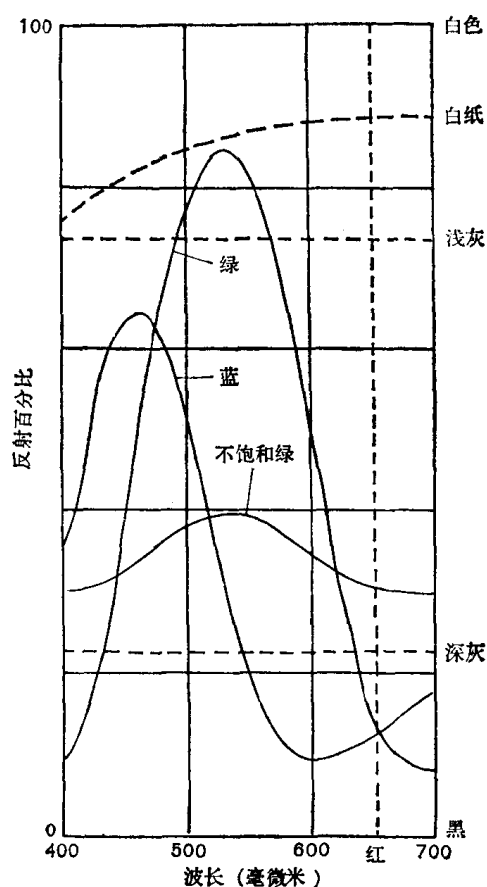


图5 分光光度曲线

颜色的亮度，亮的颜色其主波长有较高的反射度，深色的或暗淡的颜色只有一小部分入射光被反射。所以两个饱和程度相同的颜色的曲线可能出现在不同的水平上，显示出亮度方面的差别。同样，两个亮度相同的主波长颜色可能会显示出极不相同的饱和曲线。

#### 色层和阴影

用通常的印刷方法产生彩色图像时，用平色印的油墨具有最大的饱和度，它决定于个别油墨的特性。只要油墨以平色印刷，不论饱和度还是亮度就都不能改变了。所以蓝色油墨印出个别蓝色的线条，无论线条在哪里出现，它们都是相同的。为了使用更宽的颜色波段，常

颜色的饱和度与该颜色偏离中性色（如灰色）的程度有关，通常也称它为色泽 (colourfulness)。例如全饱和的红色将反射光谱上的红波段部分的光，而其它波长的光很少反射。光谱纯的颜色是全饱和的。然而，假如颜色被许多其它波长的色冲淡了，颜色就不是确切的红色了。例如粉红色是不饱和的红色，因为红色的特征不占优势。

研究分光光度曲线最能表明这些关系。分光光度计是测定由彩色表面或彩色物质以不同的波长反射入射光量的仪器。该曲线是按可见光谱波长的反射百分比绘制的(图5)，所以：理论上的白色出现于100%的水平线，是因为光全部被反射；黑色就出现在0%的水平线上，是因为没有光被反射；理想的中性灰色是在两者之间某处的水平线条上，是因为所有波长的光都被等量反射，没有占优势的。假如在图上绘出特定的色彩，那么就会出现一条在光谱的某个点上占显著优势的曲线，但它还包含百分比比较小的其它波长。曲线越陡，颜色越饱和。假如曲线相对地平缓，它就接近灰色，不易感觉有单独色彩的存在。曲线的垂直程度显示颜色

常需要使用各种蓝色。为达到此目的，或者用几种不同的蓝色油墨印刷来满足颜色要求，或者用减轻蓝色的方法使整个面积反射出较多的白色。这可以通过使用半色调色层 (half-tone tints) 来达到。半色调色层由蓝色油墨的非常小的圆点或线条组成，其间有相等的小空白区域，白纸就可以露出来了。通常网点的精细度能使看到的图像外貌呈连续的颜色，然而图像本身是由不连续的点组成的(图6)。



图6 平色、点色层和线色层

以这种方式制作的色层，效果是双重的。由于增加了从露出的白纸上来的反射，颜色的饱和度下降了，因为除主波长外，所有其它波长增加了。此外，因为白色比任何减色反射更多的射线，总的效果也是增加了颜色的亮度。所以色层是减少饱和度和增加亮度。

与这种方法相反的是在着色面积上加上灰色。这种方法不能通过纸张的直接影响来实现，它要求加上黑色的半色调色层(图7\*)。因灰色也包含着所有波长的射线，所以加上灰色也减少了饱和度。但是灰色比白色反射的总射线要少，因而也起减少亮度的作用。因此阴影着色能减少饱和度和减少亮度。

在制图学中使用色层特别重要。因为大多数线划图像是由细线组成的，为了鉴别色相必须用全饱和的颜色。如果这种颜色用于大面积平色印刷，是会显得非常沉重的。为了使表面保持较高的反射程度，避免图像阴沉或阴暗，在面积上尽可能减少油墨的效果是合乎需要的。可以充分利用色层来达到这一点，色层兼备外观色的变化和亮度的增加。

#### 色度坐标和CIE系统

由于调配任一颜色最多要求混合三个原色，使用三角形来表达这一关系的想法早已建立了。三角形形状简单，用角分别表示红、蓝和绿(图8)。实际上，这是不充分的，因为表示光谱颜色的点的轨迹不完全在三角形上，而是部分位于三角形外面，而且还能产生不由这些原色确定的某些颜色。

在CIE系统<sup>[2]</sup>中光谱的红、蓝和绿由三维的三个刺激值代替，规定为 $X$ (=红)， $Y$ (=绿)， $Z$ (=蓝)。这些值都落在光谱轨迹的外面，因而所有能配制的和看得到的颜色都可用正值描述。因为图表是二维的，三维刺激值 $X$ 、 $Y$ 和 $Z$ 用比 $X/(X+Y+Z)$ 和 $Y/(X+Y+Z)$ 来代替。当 $X$ 、 $Y$ 、 $Z$ 等于1时，辨认一个颜色只要求三个值中的两个， $Z$ 值可以忽略。

此外，该系统是这样安排的： $Y$ 是绿原色，并示出所有的照度；对于不透明表面来说，这是照明的反射。所以色度坐标 $x$ 和 $y$ 能够用来阐明任何颜色。并且亮度值(照明反射)也用颜色在 $y$ 轴上的位置来表示。在色度图(图8)中能够看到纯绿的亮度值最高，相反纯的蓝紫色的亮度值很低。轨迹中央的固定点代表照明光源，通常是标准光源A、B或C确定的。这表明此点没有色彩的感觉，是消色的。由此可见，任何颜色的饱和度取决于它在光源和代表光谱纯色相的外部线条之间的位置，越接近光谱轨迹，颜色越纯。

\* 译略。

此图显示了可觉察的颜色差别，其表达是不相等的。在相应的绿色区域里，图上有间隔一定距离的两个绿颜色，在视觉上辨别它们要比在图上由同样距离分隔的两个蓝色或两个红色困难得多。这在确定适当的地图颜色色层方面是一个重要因素。亮度值越高，通过改变亮度和饱和度来制作可觉察的反差就越困难，例如要制作四种容易辨认的蓝色色层是容易的，但制作同样数目的可觉察的不同黄色就比较困难。

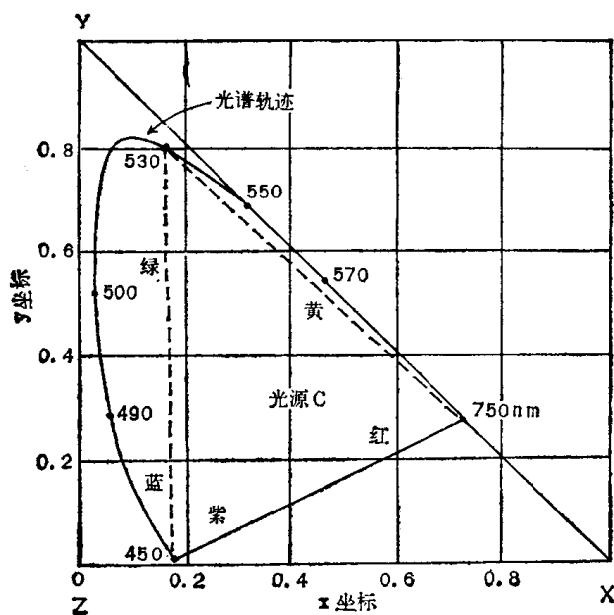


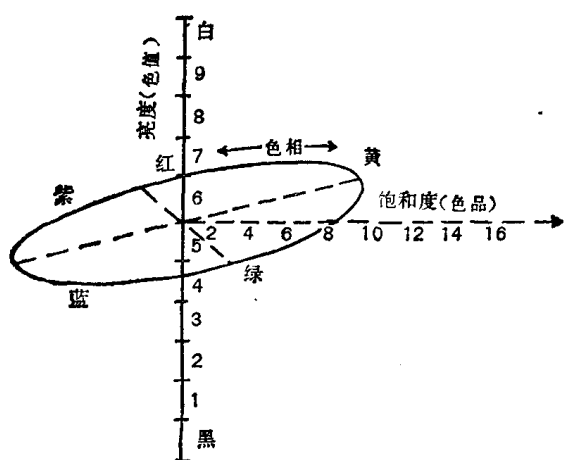
图 8 CIE 色度坐标

#### 表色系统 (colour appearance systems)

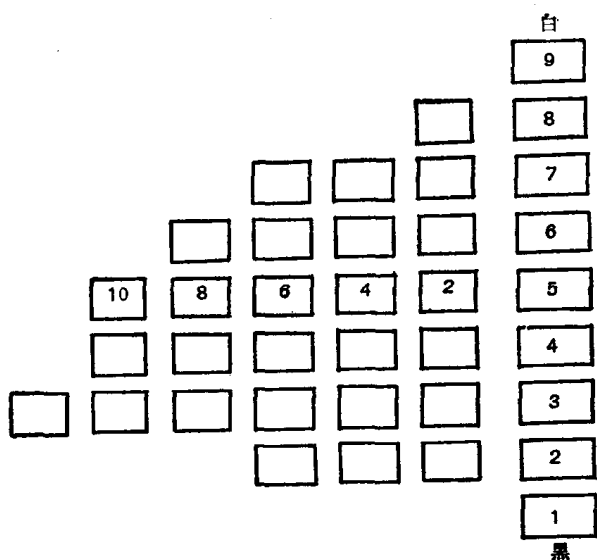
除了分光光度曲线和色度坐标外，还有用颜色视觉指数来指示色相、亮度和饱和度的整个变化范围的系统。这些系统用图表示是重要的，因为很多观察者依靠它们寻找等感觉差，所以它们是与人们对着色表面的反应密切相关的。这些系统中最著名的是孟塞尔(Munsell)系统，该系统对色相、亮度(孟氏称其为色值)和饱和度(称色品)的判断是在刚觉察差别的基础上组织的。它是三维立体排列，垂直轴是亮度，水平轴是饱和度，色相成辐射状沿圆周排列(图 9)。这个系统的最普通的形式是有 100 个等间隔的色相，从黑到白有 10 个亮度间隔，饱和等级数目是变化的。这个立体是不对称的，因为色相在亮度轴的刻度上有不同的位置，并且在任意一种亮度级上可能的饱和度是个变化的数目。

这样一种系统的意义是：参考一张目视着色图像能够确定一个给定的色彩，并用色相、亮度和饱和度表示。通常将 100 个色相分成 10 组，用字母表示：R——红，YR——黄红，Y——黄，GY——绿黄，G——绿，BG——蓝绿，B——蓝，PB——紫蓝，P——紫，RP——红紫。每组的色相从 1 到 10 编号。系统表示的次序是色相、色值(亮度)、色品(饱和度)，所以 5B8/4 是表示纯蓝、亮、低饱和度。更精确的定义由刻度上的全部分划表示，例如 7.5B8.5/8。

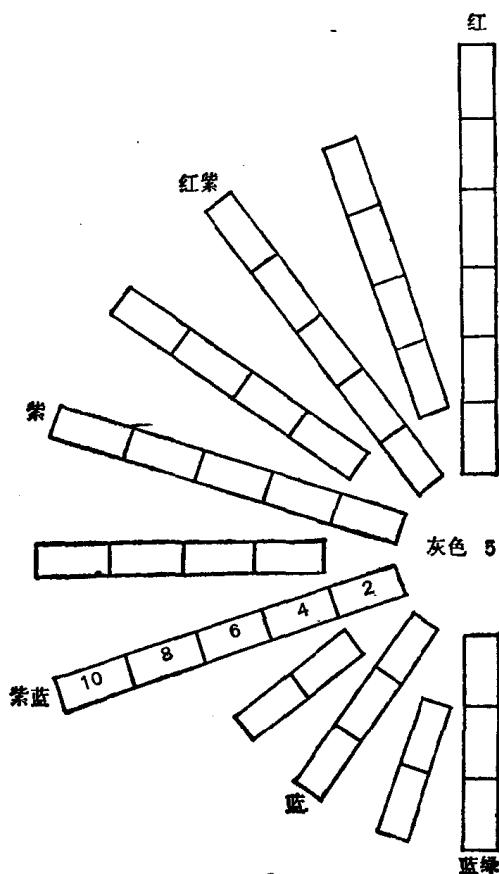
CIE 系统和孟塞尔系统之间的关系已经研究了。孟塞尔颜色用 Y(亮度)、x(色相)、y(饱和度和)来确定的。已经设计了修正过的孟塞尔表示法，它是在上述孟塞尔系统的基础上的扩



(a) 孟塞尔系统



(c) 通过紫蓝的垂直截面



(b) 亮度值为 5 的水平面的半边

图 9

展和改进的[2]。

### 颜色的描述

在讨论颜色时常遇到的困难是缺乏一致的术语。口语中颜色 (colour) 和色相 (hue) 是同义词，同时用混淆的和矛盾的术语介绍亮度和饱和度。为了努力澄清科学和工业方面的这种情况，美国颜色委员会协会 (Inter-Society Color Council of The United States) 和国家标准局 (The National Bureau of Standards) 拟定了一个系统的术语表，称为 ISCC-NBS 系统。除了用一系列术语表示色彩外，还包含限定术语或区分亮度和饱和度变化的修饰语。下表列出了它的色彩术语。

## ISCC-NBS系统中色相名称的缩写

|     |    |      |    |     |      |       |      |
|-----|----|------|----|-----|------|-------|------|
| 红   | R  | 绿    | G  | 紫 红 | pR   | 黄 棕   | yBr  |
| 红 橙 | rO | 蓝 绿  | bG | 紫 粉 | pPk  | 橄榄棕   | OlBr |
| 橙   | O  | 绿 蓝  | gB | 粉 红 | Pk   | 橄 榄 色 | Ol   |
| 橙 黄 | OY | 蓝    | B  | 黄 粉 | yPk  | 橄榄绿   | OlG  |
| 黄   | Y  | 紫 蓝  | pB | 棕 粉 | brPk |       |      |
| 绿 黄 | gY | 紫罗兰色 | V  | 棕 橙 | brO  |       |      |
| 黄 绿 | YG | 紫    | P  | 红 棕 | rBr  |       |      |
| 浅黄绿 | yG | 红 紫  | rP | 棕   | Br   |       |      |

### 颜色的其它性质

除了上述三种基本属性外，颜色外观的其它方面是能够确定的，其中有温度、透明度和纹理等。严格地说，温度（不要与色温相混淆）是指一个颜色在感情上的效果，有些颜色被称为“暖色”，另一些称为“冷色”，还有一些称为“中性色”。这是在颜色联想中的一个因素，由此把感觉和体验同颜色联系在一起。这一感觉意义上的“温度”是心理反应，因为它是感觉过程中的一个要素，在构成任何图形时都必须考虑，不能忽略。透明度是指颜色的表面状况。这是彩色印刷中的一个问题，若要避免阴沉和没有活力的印迹，颜色必须是透明的。由于这一理由，多于两个颜色的叠印是不可取的，因为最终会减少透明度，由此整个图像的亮度也要降低。

纹理也是从另一个不同的方面来指颜色的表面外观。任何表面外观的不规则性，假如能够加以确定，并构成一种图案，这就是纹理的变化。这样的图案实际上是在点上或沿线的有规则的变化。地图上最常见的例子是：面积设色不是由连续的颜色薄膜构成，而是由给定色相的线或点的致密图案构成。尽管它给出了全面的色相视觉印象，但同时因为有不同的纹理或表面外观，能够从同一色相的面积上区分出来。

### 印刷颜色和地图

在彩色印刷中主要研究了减色原色（青、品红和黄）及黑色的使用，它适合复制彩色图片的需要。这样的图片可能是油画，也可能是书籍插图或广告等艺术复制品。其中的大多数是使用连续色调的，即任何颜色都可以任何饱和度出现在任意一点上。因而，三色或四色系统的目的是要能够利用减色三原色，通常加上黑色而复制出的任何组合的颜色。

实际上，地图上颜色的使用十分不同。印刷颜色是事先专门选择的，地图设计时要考虑颜色组成。多数颜色的挑选应该满足线划图像的要求，一种或两种颜色可用于满足面积着色的要求。所以，黑、深蓝、红、棕和黄等色经常用于多色作品，因为能够由蓝色和黄色的混合而组成绿色（用于面积），由红色和黄色的混合而组成橙色（用于面积），由红色和蓝色的混合而组成紫色（用于面积）。此外，能够用黑色的半色调层制作出灰色（用于面积）。细线条不能叠印，例如红色和蓝色不能复制出紫色线条，这是为什么优先满足线条图像的要求的另一个理由。附加的颜色，诸如浅蓝、深绿、浅绿、灰色等等，可以根据要求添加，但是，使用的印刷颜色越多，制作原图和印刷地图的费用越高。

所以应该了解到，虽然大多数彩色复制文献都注重多色原图的分色问题，但使用颜色印刷地图图像的问题是十分独特的。

三原色套印色标也用于地图制图，主要用于彩色面积占优势的专题地图。

### 图解符号和感觉的局限性

虽然，如孟塞尔系统，当其应用于显示为视觉排列的面积设色时，感觉差别的利用是简单的，但应用于地图上图解符号的感觉差别的设计，则复杂得多了。这主要有两个原因：首先，许多符号，特别是线条和点，尺寸很小(小的目标区域)，这使得它们很难识别；其次，地图是由不同地域的各种颜色组成的，在颜色环境中其效果会发生变化。

易读性是符号设计的主要目标。易读性的基本尺度是：无论出现在哪里，所有符号都应该能识别，没有任何曲解或二重性。但除了满足依赖于控制对比度这一条件外，它还需要感觉出两个符号是相似的，仅稍有不同。因此这种关系的表达要求有对比度，但也要求连续性。

#### 识别

为了对地图符号产生反应，观察地图图像的用图者必须能容易地辨别每个符号。这部分地取决于这个符号与所有其它符号的差别，并部分地取决于用图者能记住符号的特点。就此而论，非常复杂的符号因之识别较快但比之简单的符号难以记住。照明量将影响从地图表面甚至是从最小符号反射而来的光，提供可见图像的照明量必须充足。由于锥形细胞比棒形细胞需要更大的刺激量，因此，察觉色相要比察觉形状需要更多的照明。假定阅读地图时的条件能为读图提供足够的照明，细致的图形和颜色就可以不受限制地应用。当图像的对比度取决于色调时，假定入射光是白色的，其波长组成将不受限制。但有些环境必须考虑，特别是与使用海图有关的环境，那里的照明可能是有限的。

#### 分辨力

对图像之间的分辨能力取决于对比和联系的感觉。正若要察觉两个图像是不同的，必须尽可能地区别识别这一图像一样地去识别另一个图像。

尺寸和颜色的感觉差异受相对位置的影响。符号紧挨在一起，则加强了它们之间的对比度，这是通常所说的联立对比度或对比度增强。例如，假设两条线在尺度上只有稍许不同，当线条接近时比它们远离时更容易觉察它们的不同。同样的规律适用于色层和阴影。如用那些点状符号的可比性系列来表示容积或其它尺度，它们经常要引起问题。在符号说明表中，所有不同的符号是紧挨着的，尺寸上的稍微不同能被感觉到。但是这两个大小稍有不同的相似符号在地图上可能相隔很远，在这种情况下，要确定它们是相同的或不同的都很困难。因此规则是：分辨力必须充分适用于整个图面，而不是简单地适用于符号聚集在一起的情况。检验符号尺寸和形状适合性的唯一可靠方法是把符号加到地图上去，而不是简单地作技术说明。

符号的尺寸也会导致人们对颜色的感觉差异。一块面积很小的已知色层显得比大块面积的饱和度要低，并且看上去是不同的色层(图10)。一块小面积的已知色彩显得比大面积的亮度较低，饱和度也较小。所以，区分两个不同的面积符号时，它们之间的间距必须足以保持小面积色层之间的区分。在水域面积上使用蓝色色层是最为明显的例子。虽然海洋和大湖将清楚地看出是浅蓝色，并能从别的蓝色中区分出来，但是小湖泊可能看起来几乎是无色的。

颜色环境很不同的地方，分辨力的复杂性最为明显。假如已知色块出现在深色背景和浅色背景上，则两个色块会有明显的不同(图11)。同样，假如把已知色块放到不同色相的背景

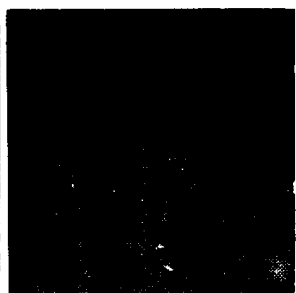
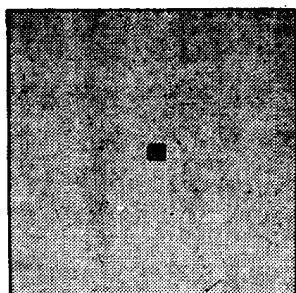


图 10 低饱和度的小面积和大面积

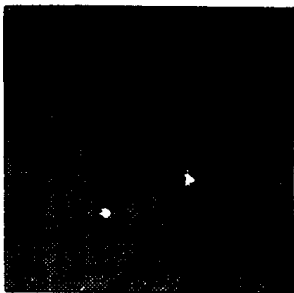
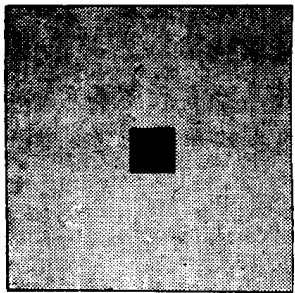


图 11 浅底色和深底色的颜色环境

上去看，两个色块也有明显的不同。

图形中全饱和色占优势的色相，其亮度较小，而叠印的色相则比较亮，饱和度比较低。深蓝线条出现在黄或浅绿色的背景上将是很清楚的，不过它显现的色相可能有些偏绿。饱和度和亮度相同的色相之间，如红和蓝绿，或棕和紫之间常常出现对立。所以在主要由黑、红、蓝和棕等色彩组成的线条图形占优势的地方，浅黄或黄绿的背景是最令人满意的。饱和度大的背景总是使叠印线条和点遇到困难，因为它们强烈地影响其它颜色的饱和度、亮度和色相等全部要素(图12)。重要的规则是使加到大面积上的颜色要尽可能亮，饱和度尽可能低，这样使它与点、线图形的反差不会丢失。就此而论，颜色要按地图内容中包括的实际面积来决定，而不只是同规范中使用的匀称方块有关。

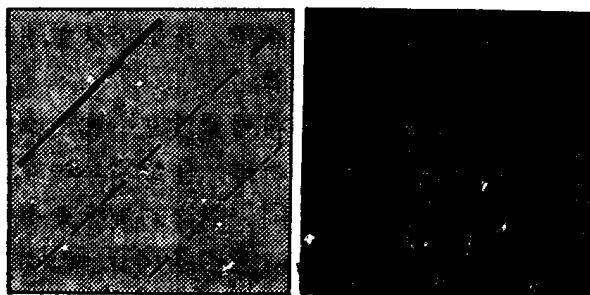


图 12 亮底色和暗底色上的线条

还必须注意，在许多情况下通过颜色设计的较小的变化能够改善分辨力。假如有一个专门符号不能令人满意，在许多情况下可以通过稍微改变饱和度和亮度来补救这一情况。为了吸取这些经验，重要的是制图员应该研究许多地图设计，不仅要用一般的说明性术语，而且要尽可能精确地用系统语汇分析颜色。

#### 认识

实际上，地图使用者不是简单地识别和分辨符号，而是要熟悉一套符号，达到认识它们的目的。认识是指在一组已知的符号中认出符号(或把含义附加于符号)，或者是依据早已了解和熟悉并在记忆中识别的图形来与符号匹配。这是通过经验获得的，并取决于用图者而不取决于刺激。由此可见，虽然阅读地图的实践导致认识符号，并因此而可能发展为一种熟悉符号的趋势，但是认识不是图解形式本身的一种属性〔4〕。