

曲轴坐标系量化图形学

张军海 李仁杰 著
于化龙 傅学庆 岳丽燕



科学出版社
www.sciencep.com

内 容 简 介

本书从制图需要出发,研究建立了“曲轴坐标系”,为量化图形奠定了新的数学基础,突破了直轴坐标系的局限,拓展了量化图形制图空间,具有反映事物“大信息量、高表现力、多功能、可视性强”的特点。曲轴坐标系无论在形式上,还是在功能上都远远超过直轴坐标系图形。本书对于探索量化图形的科学体系、构图机理、丰富和发展量化图形学有重要的科学意义。全书共10章,全面介绍了曲轴坐标系的构成原理、变形规律、图形可视化变量分析、图形组合类型与造型、基础图形谱、复式图形谱和计算机制图方法等。

本书可供从事专题地图制图、统计制图,各规划、统计、地理信息服务部门的工作人员和高等院校地学、统计、测绘与经贸等专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

曲轴坐标系量化图形学/张军海等著. —北京:科学出版社,2010.5
ISBN 978-7-03-027255-3

I. ①曲… II. ①张… III. ①地图编绘 IV. ①P283

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 069859 号

责任编辑:杨 红 刘希胜 / 责任校对:张 琪

责任印制:张克忠 / 封面设计:陈 敬

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京市安泰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010年5月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2010年5月第一次印刷 印张:12

印数:1—2 000 字数:238 000

定价:36.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

本书是在“地学量化信息曲轴坐标系图形可视化研究”成果基础上撰写的一部著作。这项研究于 2003 年获河北省教育厅科研基金的资助,并于 2006 年获河北省自然科学基金的资助。该成果 2009 年初通过了专家鉴定,并发表了学术论文。由于这项研究属于应用基础研究,因此,本书设计理论图形 200 余幅,按实际统计数据绘制了 60 多幅实用图形,具备了理论与实践结合的完整内容。

这项研究是在谷宝庆先生的学术思想指导下开展的,是“斜角坐标系组合图形研究”的深入与拓展,主要目的是为完善和丰富专题地图的图形展现提供基础条件,而这项成果又可直接用来传递量化信息,也为发展统计制图学提供了图形与技术支持。本书是传承河北师范大学地图学与 GIS 教研室几十年来从事量化图形学研究的最新成果,其内容在继承的基础上,又有新理论的提出和新技术的应用,体现了本书的先进性与实用性。正当此书问世之际,恰逢恩师谷宝庆先生八十华诞,学生谨呈此著作向谷先生表示热烈的祝贺!

本书从制图需要出发,研究建立了“曲轴坐标系”,为量化图形奠定了新的数学基础,突破了直轴坐标系的局限,拓展了量化图形制图空间,具有反映事物“大信息量、高表现力、多功能、可视性强”的特点,曲轴坐标系无论在形式上,还是在功能上都远远超过直轴坐标系图形。本书对于探索量化图形的科学体系、构图机理、丰富和发展量化图形学有重要的科学意义。

本书以曲轴坐标系原理、图谱设计和计算机制图构建整体框架,以曲轴坐标系图形可视化为主线,力求文字简洁明了、重点突出、图文并茂、理论与实践紧密结合。书中曲轴坐标系原理部分侧重阐述了曲轴坐标系的概念、构成原理、分类体系、变形规律,曲轴坐标系量化图形可视化变量分析,曲轴坐标系图形组合类型与造型等;图谱设计部分按先理论论述、后实用图形绘制的体系,分直曲轴坐标系图形谱和全曲轴坐标系图形谱阐明;计算机制图部分论及软件设计的思想、原则、技术路线和主要功能,并就开发的实验软件绘制的部分图形进行了展示。

本书共 10 章 48 节,张军海确定了全书整体结构,由张军海、李仁杰、于化

龙、傅学庆、岳丽燕共同撰写。全书由张军海统稿定稿。

本书涉及的研究成果是在河北省自然科学基金委员会、河北省教育厅、河北师范大学科技处以及资源与环境科学学院等大力支持下完成的。

这项研究始终得到谷宝庆教授和胡文亮教授的关怀和指导；得到钟耳顺研究员、徐全洪研究员、傅华教授、毛志红教授级高级工程师和师云杰教授级高级工程师的大力支持和帮助，在此一并表示衷心的感谢。

参加这项研究工作的还有张义文、田冰、栗星洁、沈冬冬、仝春艳、田春红、成功等同志。

本书的出版得到河北省教育厅著作出版基金、河北省环境演变与生态建设实验室、河北省高校重点学科建设项目资助，在此表示感谢。

本书涉及的研究是一项探索性的尝试，推出的量化图形是一种新的图形，既缺乏参考，又限于条件和水平，书中错误与不当之处在所难免，恳请读者批评指正。

张军海

2010年3月20日于石家庄

目 录

前言

第1章 导论	(1)
1.1 量化图形的概念和特点	(1)
1.2 直轴坐标系和曲轴坐标系	(1)
1.2.1 直轴坐标系	(2)
1.2.2 曲轴坐标系	(3)
1.3 曲轴坐标系量化图形及其功用	(3)
1.4 曲轴坐标系量化图形的构成	(5)
1.4.1 数学基础	(5)
1.4.2 内容图形	(5)
1.4.3 辅助要素	(5)
1.5 曲轴坐标系量化图形的展现	(6)
1.5.1 数学基础的展现	(6)
1.5.2 内容图形的展现	(7)
1.5.3 辅助要素的展现	(9)
1.6 计算机制图	(10)
第2章 曲轴坐标系统	(11)
2.1 曲轴坐标系的构成原理与构成条件	(11)
2.1.1 曲轴坐标系的概念	(11)
2.1.2 曲轴坐标系的构成	(12)
2.1.3 曲轴坐标系的构成条件	(17)
2.1.4 曲轴坐标系的演化基础	(17)
2.2 曲轴坐标系的分类系统	(22)
2.2.1 分类标志	(22)
2.2.2 分类体系	(23)
2.3 曲轴坐标系的构成形式	(24)
2.3.1 直曲轴坐标系的各种坐标网形式	(24)
2.3.2 双曲轴坐标系的各种坐标网形式	(31)

第3章 曲轴坐标系的变形规律	(37)
3.1 直曲轴坐标系的变形分析	(38)
3.1.1 面积变形	(39)
3.1.2 角度变形	(39)
3.1.3 长度变形	(39)
3.1.4 形状变形	(39)
3.2 双曲轴坐标系的变形分析	(39)
3.2.1 面积变形	(40)
3.2.2 角度变形	(41)
3.2.3 长度变形	(41)
3.2.4 形状变形	(41)
3.3 曲轴坐标系的曲率选取原则与阈限	(43)
3.3.1 曲率对坐标系的影响	(43)
3.3.2 曲率选取的原则	(44)
3.3.3 曲率选取的阈限	(46)
第4章 曲轴坐标系量化图形可视化变量分析	(50)
4.1 数学基础可视化变量	(51)
4.1.1 直曲轴排列	(51)
4.1.2 坐标轴夹角	(51)
4.1.3 坐标轴向	(52)
4.1.4 曲率	(52)
4.1.5 坐标轴的凹凸情况	(53)
4.1.6 分划方式	(53)
4.1.7 坐标系结构	(54)
4.2 内容图形可视化变量	(54)
4.2.1 形状	(54)
4.2.2 颜色	(55)
4.2.3 纹理	(55)
4.2.4 尺寸	(55)
4.2.5 结构	(56)
第5章 曲轴坐标系图形组合类型与造型	(58)
5.1 图形组合条件	(58)
5.1.1 轴边组合	(58)
5.1.2 顶角组合	(59)
5.1.3 边角组合	(59)

5.2 图形组合要求	(60)
5.3 图形组合类型	(60)
5.3.1 双坐标系图形组合类型	(60)
5.3.2 多坐标系图形组合类型	(61)
5.4 图形组合功能	(62)
5.4.1 平列型	(62)
5.4.2 主辅型	(62)
5.4.3 混合型	(62)
5.5 曲轴坐标系的图形造型功能	(62)
5.5.1 单坐标系图形造型	(62)
5.5.2 双曲轴坐标系图形造型	(65)
5.5.3 多坐标系图形造型	(66)
第6章 曲轴坐标系基础图形谱	(69)
6.1 直曲轴坐标系构成形式	(69)
6.1.1 横直竖曲坐标系	(69)
6.1.2 横直斜曲坐标系	(69)
6.1.3 横曲竖坐标系	(70)
6.1.4 横曲斜坐标系	(70)
6.1.5 竖直斜曲坐标系	(71)
6.1.6 竖曲斜坐标系	(71)
6.1.7 斜直斜曲坐标系	(71)
6.2 直曲轴坐标系实用图形实例	(72)
6.3 全曲轴坐标系构成形式	(74)
6.4 全曲轴坐标系实用图形	(75)
第7章 曲轴坐标系复式图形谱	(78)
7.1 同类曲轴坐标系的组合图形	(78)
7.1.1 组合形式	(78)
7.1.2 实用图形	(84)
7.2 不同类曲轴坐标系的组合图形谱	(95)
7.2.1 双坐标系组合形式	(95)
7.2.2 多坐标系组合形式	(98)
7.2.3 三面体组合图形	(100)
7.2.4 实用图形	(101)
第8章 曲轴坐标绘图软件总体结构与数据交互	(109)
8.1 软件的总体结构	(109)

8.1.1	数据采集编辑功能	(109)
8.1.2	图形生成功能	(110)
8.1.3	图形变换功能	(110)
8.1.4	图形输出功能	(110)
8.2	程序编码与调试	(110)
8.2.1	编码原则	(110)
8.2.2	调试方法	(110)
8.3	软件的特点	(111)
8.4	数据文件获取	(111)
8.5	绘图数据选择	(114)
8.6	图形坐标变换	(116)
8.6.1	基本变换	(116)
8.6.2	曲轴统计图形的变换方法	(118)
8.7	图形缩放与移动	(119)
8.7.1	图形的刷新	(119)
8.7.2	鼠标单击事件	(121)
8.7.3	图形缩放与移动	(122)
8.8	图形保存	(122)
8.9	图形打印	(124)
第9章	曲轴坐标绘图软件图形生成与控制	(126)
9.1	图形生成过程及技术路线	(126)
9.1.1	前期准备	(126)
9.1.2	数学基础	(126)
9.1.3	算法总体设计思路	(128)
9.2	圆弧的生成	(129)
9.3	坐标网格生成	(132)
9.3.1	直曲轴坐标网格生成	(132)
9.3.2	全曲轴坐标网格生成	(136)
9.3.3	图形控制	(139)
9.4	填充柱图生成	(140)
9.4.1	直曲轴填充柱图算法	(140)
9.4.2	全曲轴填充柱图算法	(146)
9.5	组合图形生成	(151)
9.5.1	中心组合	(151)
9.5.2	轴边组合	(152)

9.5.3 阵列组合	(153)
第 10 章 曲轴坐标绘图软件制图示例	(156)
10.1 软件运行环境与要求	(156)
10.2 软件安装过程	(156)
10.3 软件的界面	(159)
10.4 数据获取	(161)
10.5 绘图功能的使用	(162)
10.5.1 图形分类轴的确定	(162)
10.5.2 绘图数据选取	(163)
10.5.3 图形形状控制	(163)
10.6 直曲轴图形绘制	(165)
10.6.1 直曲轴基本图形绘制	(165)
10.6.2 直曲轴中心组合图形绘制	(165)
10.6.3 直曲轴轴边组合图形绘制	(166)
10.6.4 直曲轴阵列组合图形绘制	(166)
10.7 全曲轴图形绘制	(168)
10.7.1 全曲轴基本图形绘制	(168)
10.7.2 全曲轴中心组合图形绘制	(168)
10.7.3 全曲轴轴边组合图形绘制	(168)
10.7.4 全曲轴阵列组合图形绘制	(170)
10.8 图形显示和输出	(170)
10.8.1 图形显示功能	(170)
10.8.2 图形打印	(172)
10.8.3 保存图形	(174)
10.9 输出图形样图	(175)
主要参考文献	(180)

第1章 导 论

人类是视觉动物，通过图形、图像比文字、数字更容易建立空间事物的表象，理解事物的结构。可视化的概念就是为了适应人脑的形象思维功能而提出的，通过对大量的地学统计数据进行可视化表达，使枯燥抽象的数据变得直观生动，并提供一种交互式工具，使人们能够通过简单操作，对地学属性信息进行图形表达和规律分析。

随着信息技术的发展，越来越多的可视化方法被提出，但大多是想如何把地理信息的空间特征通过计算机、地图等方法表示出来，地理信息的属性特征表达方法挖掘和研究不够，量化图形的概念正是基于这方面的研究而提出的。

1.1 量化图形的概念和特点

地理数据按表达形式划分为两个范畴，即空间数据和属性数据两大类。空间数据（定位数据）是由地图来展现的；而属性数据（非定位数据）是对空间数据的注释，它是由量化图形来展现的。属性数据在整个地理数据中占有绝对优势，因此，研究量化图形的展现及其深层次的分析与传输问题是十分必要的。

量化图形即指将各种数据经过处理之后所表示的图形，它是通过图形来反映数量指标的，包括各种统计图、观测图、量测图和相对位置图等。量化图形是一种高效率传递信息的方式，具有形象直观、一目了然的显著特点，它在很多方面优于自然语言的感受效果，有助于反映事物之间的内在联系，便于分析、揭示和研究问题。

自从17世纪法国数学家笛卡儿创立直角坐标系以来，量化图形的展现一直以简单的柱状图、曲线图和百分圆图形为主导，尽管后来引入了极坐标系，量化图形的种类也有所增加，但多是“就图论图”，所能展示的图形少，缺乏科学的图形分类，数学基础和构图原理研究薄弱，难以展现大信息量、多指标、不同计量单位和具有时空特征的地理数据，赋予图形的信息量小，自然感受力也有限。随着社会和经济的迅速发展，原有量化图形的理论、方法，远不能适应当今多图种、大信息量、多视角、强感受力的需要。为此，进行量化图形的系统研究具有重要的科学和现实意义。

1.2 直轴坐标系和曲轴坐标系

坐标系是量化图形绘制的数学基础，我们通过研究得出直轴坐标系和曲轴坐

标系是量化图形的主要数学基础。

1.2.1 直轴坐标系

直轴坐标系是指两个坐标轴为直线轴的坐标系,是传统平面坐标系中常用的一种形式。到目前为止至少提出了直角坐标系、斜角坐标系(图 1-1)、零角坐标系(图 1-2)、周角坐标系(图 1-3)、极坐标系(图 1-4)和透视坐标系(图 1-5)等多种形式,详见谷宝庆等著《斜角坐标系量化图形学》(科学出版社,2000)一书。由直轴坐标系构成的量化图形,均由平行于轴边的直线所构成,简便易行,已为大家所熟悉,也很容易被接受。

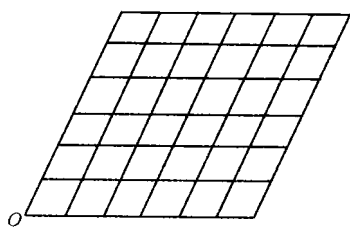


图 1-1 斜角坐标系

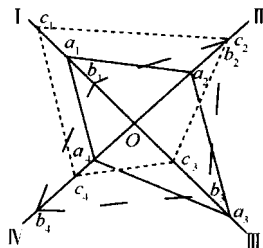


图 1-2 零角坐标系

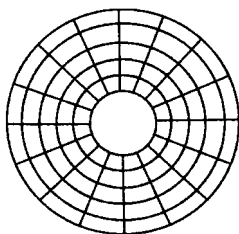


图 1-3 周角坐标系

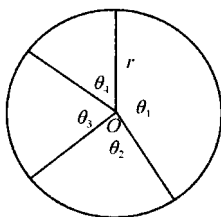


图 1-4 极坐标系

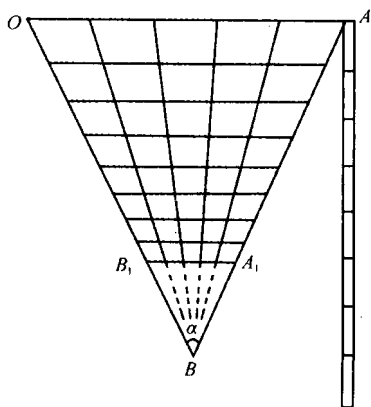


图 1-5 透视坐标系

1.2.2 曲轴坐标系

曲轴坐标系是由曲线轴构成的坐标系，这也是从制图的角度提出的。在研究直轴斜角坐标系时发现：坐标系的两轴交角、两轴的轴向和原点的位置都突破了笛卡儿直角坐标系的局限，但坐标轴的形状还是直线，那么笛卡儿直角坐标系的轴形能否用曲线轴来代替直线轴呢？经研究答案是肯定的。曲轴坐标系构成的量化图形别具一格，使图形更加生动活泼，更具表现力，还有一定的造型功能，如图1-6所示，图形排列犹如五角星。因此，曲轴坐标系成为量化图形继续发展的又一个重要途径。

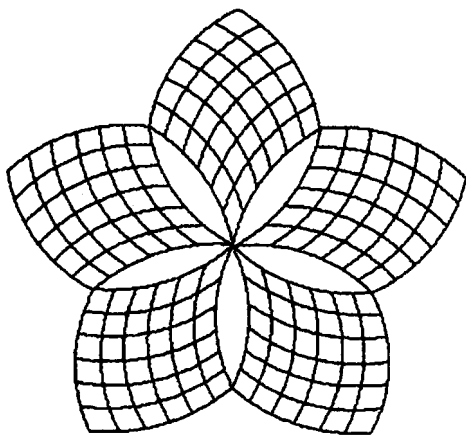


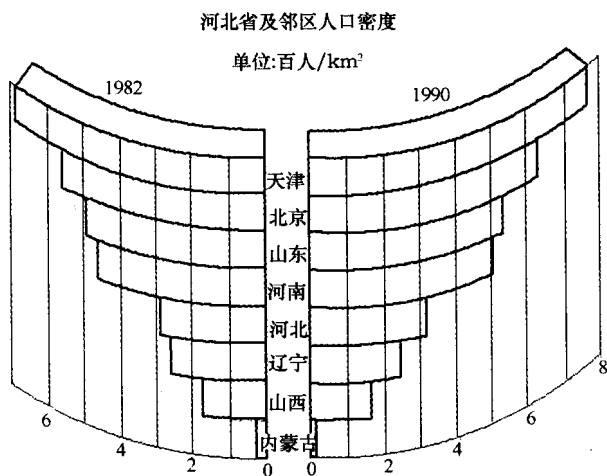
图 1-6 组合的曲轴坐标系

在研究过程中我们发现曲轴坐标系量化图形是一个庞大的系统，具有反映事物“大信息量、高表现力、多功能、可视性强”的特点。直轴坐标系是曲轴坐标系的一个特例，曲轴坐标系无论在形式上还是在功能上都远远超过直轴坐标系图形。不过曲轴坐标系要比直轴坐标系复杂得多，除了轴角、轴向和原点位置的变化外，还有轴边的凸向和曲率变化。从总体上看，由曲轴坐标系构成的量化图形要比直轴坐标系图形变形大，而且曲率越大时，变形也越大，所以绘图时曲轴的曲率不宜过大，或采用圆弧的半径不宜过小。由一个直线轴和一个曲线轴构成的直曲轴坐标系，作为一个过渡型坐标系，其变形比全曲轴坐标系要小，也比较容易接受。

1.3 曲轴坐标系量化图形及其功用

曲轴坐标系量化图形是建立在曲轴坐标系上的数量化图形（图1-7），它以计算机技术和地理信息系统（GIS）为依托，用图解的形式显示地理事物的数量特征与量变过程，揭示地理事物的发展状况和规律。曲轴坐标系量化图形属于空间

数量信息——“图形表达与高效传输”的研究领域，可以大幅度地提高量化图形传输地理信息的效果和效率，拓展地理信息系统应用功能。



河北省及邻区人口密度 (单位: 人/ km^2)								
年份	地区							
	北京	天津	河北	山西	内蒙古	辽宁	山东	河南
1982	549	687	282	162	16	245	486	446
1990	644	777	325	184	18	270	539	512

图 1-7 双曲轴坐标系量化图形

随着地理信息科学研究的深入，对量化信息图形可视化技术和质量的要求日趋提高，现有的直轴坐标系量化图形已不能很好地满足地理分析和可视化表达的全部需求。为此这里突破了直轴坐标系在轴形上的局限，应用了具有一定曲率和凹凸向的曲轴坐标系。曲轴不同于直轴的形式，并且比直轴坐标系多了一些变量，使得图形更为灵活。曲轴坐标系建立的意义如下：

(1) 拓展了制图空间，增加了一些新的图形类型和形式，增强了图形可视化的选择性。

(2) 图形表现功能进一步增强，同时曲线轴的存在使得图形具有一定的造型功能，大大丰富了量化图形的样式，增强了图形的可视化能力，曲轴坐标系的造型功能加强了图形的象形化，给人一种亲切感。

(3) 丰富了专题地图的表现形式，曲轴坐标系量化图形既可以作为主图符号，也可以作为副图。曲轴坐标系量化图形及其图谱的推出，将大大改变传统量化图形的形式，为专题地图和地理信息系统的图形绘制开辟了一片新的空间。

(4) 曲轴坐标系具有强大的图形组合功能，使得量化图形表现为多功能、大

信息量和高表现力。

随着研究的不断深入,曲轴坐标系量化图形的应用的范围将十分广泛,包括经济、科教、国防、管理以及各行各业。本书的主要服务对象包括地学、统计、测绘与经贸等专业人员。

1.4 曲轴坐标系量化图形的构成

曲轴坐标系量化图形不管其外在形式如何变化,概括起来说,它由数学基础、内容图形和辅助要素三部分构成(图1-7)。

1.4.1 数学基础

曲轴坐标系量化图形的数学基础是指曲轴坐标系,它是图形展现的数学依据,也是图形可度量的计量标准。数学基础直接影响各种数据的量化图形展现效果。数学基础包括直曲轴坐标系、全曲轴坐标系及由它们组合而成的复式坐标系。

坐标网是量化图形中的一部分,为与内容图形的线划区分开,通常采用较细的线划描绘,放在第二层平面上,坐标网线大部分采用单色与非彩色(灰或黑)等表示。制图中,在不影响内容图形显示的前提下,应该充分发挥坐标网的作用,使它与内容图形相互配合,产生良好效果,这也是实现量化图形多样化的途径之一。在组合图形中,坐标网起着独特的作用,它能使整个组合图形达到集中、有序、成形与易读的要求,因此,它的作用并不亚于内容图形。

1.4.2 内容图形

内容图形是构成量化图形的主体部分,用来反映客观事物和现象的数据内容,要突出的表示出来,放在第一层平面,使图形具有一目了然的效果。就图形形状而言,有条形图、柱状图、曲线图、点状图、放射图、塔形图、饼状图和象形图等;就制图视角而言,分二维图形(平面图)和三维图形(立体图)等。

在保证图形精度的前提下,突出显示图形的方法主要有:

(1) 应用色彩显示。使用色彩线划或普染图形是提高图形表现力的重要方法,既可以提高图形的显示力与分辨力,又可以强化图形的立体效果,应该广泛使用。

(2) 用较粗的线划描绘。用明显粗于坐标网线划的较粗线条描绘内容图形是常用的方法,不过,线划的粗细要根据图形的大小而定,以不影响图形的表示精度为宜。

1.4.3 辅助要素

辅助要素包括量化图形中的数字、文字、代码注记和图名、图例、数据表、

标志符号、文字说明等。它是构成量化图形必不可少的辅助说明部分。在图形展现中,辅助要素可繁可简,因图而异。

只有在全面、系统分析量化图形构成的基础上,才能深入了解量化图形各组成部分的主要功能及其对实施量化图形的技术要求,从而为量化图形的展现奠定基础。

1.5 曲轴坐标系量化图形的展现

1.5.1 数学基础的展现

数学基础的展现包括曲轴坐标系的全网展现、半网展现、局部网展现、组合网展现和立体展现五种形式。

1) 全网展现

全网是指由两坐标轴平行线相交所构成的网状图形。全网展现是把整个曲轴坐标网全部绘制出来(图1-6)。

2) 半网展现

半网是指曲轴坐标系中,只保留度量指示线,而不显示条件范围线的一种坐标系展现形式(图1-7)。

3) 局部网展现

局部网一般是指只在内容图形处设置度量指示线,大多数用于大小序列的条形或柱状图中,偶尔也用于自然序列和对称序列图。

4) 组合网展现

组合网是指由两个或两个以上坐标系按一定构图方式组合在一起的复式坐标网形式(图1-6)。组合网要求坐标系之间要构图成形、排列有序、对比方便、美观大方。

组合网是为了满足多项内容数据制图需要而设计的复式坐标网,其主要作用有三:一是借助坐标网构成各种图形,形成一个有机整体;二是借助坐标网所展现的图面效果分清主次;三是便于对比分析。

5) 坐标网的立体展现

坐标网的立体展现常常是配合内容图形的立体化,而将坐标网相应立体化,多在直角曲轴坐标网和斜角曲轴坐标网中采用。具有立体感的坐标网一般是在平面网的基础上,外加辅助线使每个坐标网均呈现适当厚度,产生一定的立体效果,有助于提高量化图形的表现力。另外,也有些普及宣传性的量化图形不设坐标网,而将数字直接注在图上。

总之,数学基础的展现是量化图形绘制的基础,主要以满足图形用途要求为出发点,以增强内容数据量化图形的图面效果为目的,来选用或设计合适的坐标网及其展现形式。

1.5.2 内容图形的展现

内容图形的展现包括点、线、带、面、体等几何图形的展现。

1) 点

点是各种几何面积符号的小型化(图 1-8)。多在双坐标轴的曲轴坐标网和三角形坐标系中显示。点有形状(如圆、三角形、四边形、多边形等)、大小和颜色之分。

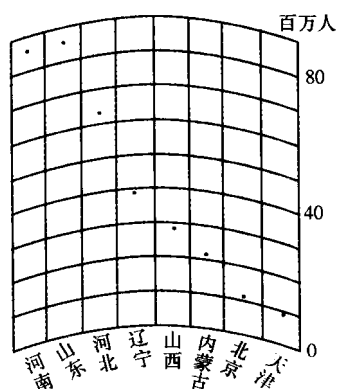


图 1-8 曲轴坐标系点状图形

2) 线

线是点的延伸和加工形式(图 1-9),多在双轴曲轴坐标系中显示。线有形状(如直线、折线、曲线、虚线、点线等)、粗细(线幅)和颜色之分。

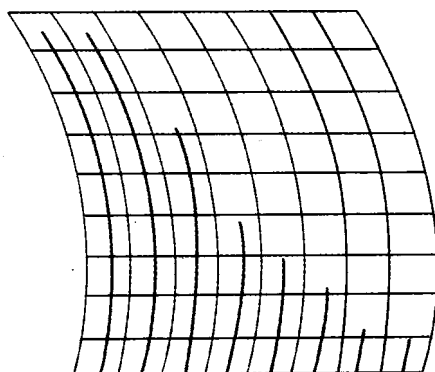


图 1-9 曲轴坐标系线状图形

3) 带(条形)

带是给定一定的宽度,但长度远大于宽的狭长几何图形,常用带状符号的长

短来显示数量指标（图 1-10）。带多在双轴曲轴坐标系中显示。带状图可按自然序列、大小序列和对称序列等进行图形排序。

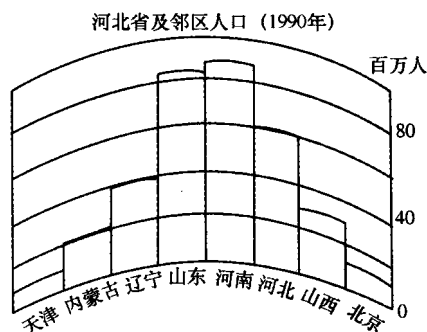


图 1-10 曲轴坐标系带状图形

4) 面

面是带（条形）的扩展，是以图形的面积大小来表示事物的数量指标。面有形状（如圆面、扇面、环面等）、颜色（或晕线）和大小之分。多在极坐标系中显示。

5) 体

体是带或面的立体加工形式，它区别于三维概念上的体积，只是一种将具有二维数据关系的平面图形加以立体化的表示（图 1-11）。多在直角曲轴坐标系、斜角曲轴坐标系和周角曲轴坐标系中采用。

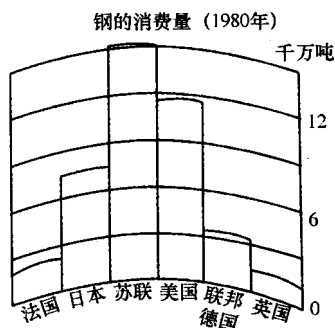


图 1-11 曲轴坐标系体状图形

以上扼要说明了数据量化在曲轴坐标系所展现的几种图形。在图形展现中，点是基础，线、带和体实质上是点位的拓展和加工形式，点位的精度是整个量化图形精度的关键。