

创新思维改变地图学

王家耀, 孙力楠, 成毅

(解放军信息工程大学 测绘学院, 河南 郑州 450052)



摘要:随着社会发展和技术进步, 地图学经历了并正在继续经历着巨大的变化, 这应当是人类创新思维的推动。从8个方面论述了改变地图学的创新思维, 正是这些创新思维使地图学这门具有悠久历史的传统学科生机勃勃、充满活力, 如今传统地图学(地图制图学)已发展成为地图制图学与地理信息工程(地理信息系统)学科, 传统地图学已经被数字化地图学所取代, 正向以地理空间信息综合服务为核心的信息化地图学转变。地图学发展的历史表明, 创新思维是必不可少的。

关键词: 创新思维; 地图; 地图学

中图分类号: P28

文献标志码: B

文章编号: 1672-4623 (2011) 02-0001-05

地图学是描述和表达地(星)球空间数据场和信息流的科学, 是地球空间信息的抽象、概括、表达和传输的科学, 兼有认识论和方法论特色^[1]。地图学既是一门有着几乎和世界文化同样悠久历史的古老科学, 又是一门永远充满生机与活力的科学^[2]。在地图学发展漫长的历史长河中, 有哪些值得追溯的对地图学发展有重要影响的创新思维呢? 这不仅需要总结地图学的过去, 同时也指导地图学的现在和未来。

1 地图学为何能获得迅速发展和巨变

地图学在经历漫长而曲折的发展后步入信息社会, 与之相关的几乎所有科学技术都在发生着日新月异的变化, 地图学也在日新月异的变化中前行, 特别是近、现代以来, 地图学可以说发生了巨变。那么是哪些创新思维推动了这一变化呢?

1.1 地图—表达复杂地理世界的最伟大的创新思维

之所以说地图是表达复杂世界的最伟大的创新思维, 从本质上讲是因为地图作为一门科学语言, 能跨越自然语言和文化而被广泛接受。地图的统一比例尺保证地理空间可以同等对待(空间客观性), 地图采用经过抽象的符号系统和简化的形式(信息等级层次)重构复杂的地理世界具有抽象思维的战略效用, 具有投影系统的地图符号的精确性和地名标注的正确性保证可量算性和客观性。正因为如此, 地图才具备了科学表达非线性复杂世界的空间结构与空间关系的本质功能, 与线性的文字表达方式相比具有无比的优越性, 于是有人说“地图的最初使用必然会在思想领域引起一场革命”^[3-6]。

一幅地图表达复杂地理世界的广度和深度都是有限的, 地图集就不一样了。地图集是地图的“综合”和

“深化”, 即地图集是依据统一的设计书和编图大纲进行设计和编绘的多个图组、多幅(系列)地图的系统汇编, 各图组、图幅在内容上互相联系、形式上规格统一、按照完整的结构体系和一定的逻辑关系把图组、图幅组织在一起, 综合反映复杂地理综合体或其某个领域的空间结构、空间关系、时空变化及质量与数量特征等的客观规律。无论是从“综合”的角度还是从“深化”的角度, 一部地图集可以说就是一部以图形符号系统(地图语言)表达的复杂地理世界综合体的“科学著作”或“百科全书”, 也是一个时代人类文明的传媒, 这正是地图集的魅力、生命力之所在^[7]。

地图对人类社会的重要性, 正如有人说的“一个时代和一种文化没有任何形式的地图是难以想象的”, 有人质疑地问到“我们能够想象一个没有地图的世界吗?”^[6]可以说, 今天地图已经成为人们工作、学习、生活不可缺少的科学工具^[8]。地图(集)作为表达复杂世界综合体的创新思维对推动地图学发展有着极为重要的作用。

1.2 由传统地图学的“封闭体系”到现代地图学的“开放体系”

建立在近代地图测绘基础上, 经过两次世界大战, 于20世纪50年代形成的地图学, 称之为“传统地图学”, 是地图生产之本, 长期以来成功地指导了地图生产。然而, 当我们反思作为传统地图学的理论基础和进一步发展时, 就不能不感到忧虑了。很明显, 传统地图学是一个封闭体系, 主要表现在: 以经验总结为主, 忽视基本理论的研究与建设; 以联系对本学科存在直接关系的学科为主, 忽视同更高层次学科之间的联系; 以地图制作为主, 忽视地图应用的研究, 尤其忽视地图制图者自身认识论和使用者认识活动规律的

收稿日期: 2010-03-20

研究。在这种情况下,传统地图学要获得实质性的进展是困难的,甚至是不可能的。而这一切正好发生在 20 世纪 50 年代信息论、控制论和系统论三大科学理论问世,继相对论和量子力学之后又一次“彻底改变了世界科学图景和当代科学家的思维方式”,无疑也为地图学的发展指明了前进的方向。主要标志是地图信息传输理论和模式的提出,其中最有代表性的是捷克人柯拉斯尼(A Kolacny),他于 1969 年提出了第一个地图信息传输的模式,并引起了国际制图学界对这一问题的普遍关注,先后提出了一系列地图传输模式,我国学者至今还在进行深入研究。这些模式虽各不相同,但都可以这样来理解:制图者(信息发送者)把对客观世界(制图对象)的认识加以选择、分类、简化等信息加工并经过符号化(编码),通过地图(信息通道)传递给使用者(信息接收者),用图者经过符号识别(译码),并通过对地图的分析和解释形成对客观世界(制图对象)的认识。很显然,基于地图传输观点的地图学是一个开放的系统。

地图信息传输作为实现由传统地图学的“封闭体系”到现代地图学的“开放体系”的创新思维,其意义是重大的。主要表现在:一是反映了地图学作为一个“系统”的一切特征—完整性、目的性、人类认识活动基本过程、可控性等^[9];二是贯穿着地图学的全部研究领域(地图学各个领域的研究最终目的是为了信息的有效传输);三是,为地图学的理论和实践开拓了更加广阔的研究领域(具有交叉科学的特征);四是带来了地图科技工作者观念的转变与更新,使地图科技工作者深刻的认识到地图学是一个地图信息传输系统,要用信息论、控制论和系统论指导地图学的研究、地图的设计和制作。地图信息传输的观点,是对地图学本质特征的揭示,对今天已经步入信息时代的地图学(信息化地图学)在理论、方法、技术的深化发展方面都具有深远的意义。

1.3 由经验地图制图到更加严密的理论模型制图研究

把地图作为模型是英国学者 C. Board 于 1967 年在《作为模型的地图》一文中提出的。他的这一见解使地图学术界把地图视为一种模型的思想前进了一大步,并使模型理论与技术在地图制图中得到普遍运用,使地图进入更加严密的理论模型研究阶段,对促进地图学的现代化进程起到了重要作用。

地图作为模型,具有抽象模型中的概念模型、模拟模型和数学模型的特点。从系统论的观点来看,人们既可以直接研究系统的原型,又可以从研究系统的模型着手,而将研究结论推广到原型。通过模型来研

究系统,是系统论观点的一种重要方法。把地图作为模型可以使我们对地图学有更深刻的理解与更深入的研究。地图学系统模型,长期以来一直推动着地图学的发展。

我们可以把地图视为地理环境的空间结构模型,其构建过程本质上是模型变换的过程或数据处理的过程,可以表述为 $M_{k1} \xrightarrow{G} M_{k2}$ 。其中, G 为模型变换算子, M_{k1} 为算子作用之前的模型, M_{k2} 为算子作用之后的模型^[10]。对于不同类型的地图(如普通地图和专题地图), G 、 M_{k1} 、 M_{k2} 有不同的含义。对于普通地图(如地形图),不同尺度模型之间变换的核心是制图综合, G 为制图综合算子, M_{k1} 为制图综合算子作用之前的大比例尺地图模型, M_{k2} 为制图综合算子作用之后的较小比例尺地图模型^[11,12];对于专题地图,模型变换的核心是专题数据处理和地理底图要素数据处理, G 相应地为专题数据处理的数学模型和地理底图要素数据处理的制图综合算子, M_{k1} 为模型变换之前的专题数据和地理底图要素数据, M_{k2} 为模型变换之后的专题地图模型^[13]。

把地图作为模型对于深化地图学理论、方法与技术的研究具有十分重要的作用和意义。地图作为现实世界抽象化和概括化的模型,具有解释地理世界空间结构和空间关系的功能,成为一切与空间位置有关的自然和社会经济现象定位的依据,为模拟地图向数字地图转换奠定了逻辑数学基础,为地理信息系统(GIS)中描述点、线、面单元的空间关系提供了理论依据,使地图学的功能在 GIS 环境下得到充分的扩展和延伸,为实现全数字地图制图和空数据多尺度表达提供理论和方法支撑。半个多世纪以来,正是地图作为模型的思维创新推动了地图学的发展,而且这些领域探索的空间还很大。

1.4 由手工地图制图到电子计算机地图制图再到数字地图制图与出版一体化

传统地图制图技术经历过用绘图工具在图纸上绘图到用刻图工具在薄膜(涂布刻图膜上刻图的技术变革,也某种程度地改变了地图制图与出版工艺,缩短了地图生产周期,提高了地图质量,但这些都只是工艺的改变,并未摆脱手工制图的状态。

电子计算机在制图上的应用,最早是在工程机械绘图方面。这就给人们以启发:能不能利用电子计算机绘制地图呢?科学源于问题,正是在这种思维的驱动下,在 20 世纪 70 年代,计算机地图制图专业在我国就建立起来了。

要从真正意义上实现计算机地图制图,首先要实现制图资料的数字化,并进一步建立地图数据库,这就推动了 20 世纪 80 年代中期开始的各类地图数据库

的建设。在以大比例尺地图数据库作为基础利用计算机制作较小比例尺地图时,要解决制图综合这一国际性难题,这就首先引发了人在制图综合过程中的思维方式(抽象思维、视觉思维和灵感思维)以及自动制图综合过程控制及质量评估模型的研究,极大地推动了数字地图自动制图综合模型、算法和知识(智能化)的深入研究,取得了一系列达到国际先进水平甚至具有国际领先水平的科学成果,同时引发了多尺度地图数据库一体化更新的研究^[14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21];地图制图的数字化,导致了地图出版的数字化,出现了地图印前编辑系统、数字直接制版甚至直接印刷系统等软硬件,如今地图制图与地图出版的全数字化与一体化、智能化已成为学界和业界的共同目标。目前,国内外的地图制图与出版生产,已实现了由传统手工地图制图出版到现代计算机数字地图制图与出版的历史性跨越,打破了长期以来制图与出版之间的分工界线。所以地图制图出版技术上的革命首先得益于思维创新,思维创新引发了理论上的突破,并对地图制图与出版技术上的革命起先导作用。

2 地图学的应用已向更广的领域延伸

2.1 从地理信息系统到地理信息服务

GIS中的“S”,可以是“System”(系统),也可以是“Science”(科学),还可以是“Service”(服务)。

地理信息系统(Geographic Information System),首先由加拿大测量学家 R. F. Tomlinson 于 1965 年提出并建成了世界上第一个地理信息系统 CGIS。它脱胎于地图、脱胎于机助地图制图系统、从地图数据库脱胎出来。40 余年来伴随着计算机软硬件技术、通信网络技术和遥感(RS)及卫星导航定位系统(GNSS)的快速发展,地理信息系统的数据源已不再局限于地图数据,还包括遥感图像数据、全球卫星导航定位数据、物联网感知数据和各种社会经济统计数据,信息的实时性和动态性不断增强,同传统地图一旦制成其表示内容就被“固化”了相比,地理信息查询、分析和可视化表达功能更加强大。地理信息系统体系结构和软件开发模式都发生了很大变化^[22]。

地理信息科学(Geographic Information Science)由 Michael GoodChild 于 1992 年提出,从科学层面研究了地理信息特别是三维分析建模、整体地球(由地心到地面及其上一定空间)的格网剖分、空间关系及其推理、多元异构地理空间数据集成、融合与同化等^[23, 24, 25, 26, 27, 28]。

地理信息服务(Geographic Information Service),

体现一切都是服务的新思维,必然导致从面向数据到面向服务,从面向数据重用到面向功能重用、从面向数据格式转换标准到面向服务接口标准、从面向专业用户到面向大众用户的转变,这正是目前研究与推行的网络服务(Web Service)模式和网格服务(新一代网络, Grid Service)模式,其基本特点是:数据、功能、计算资源、知识资源、卫星传感器网、物联网和云计算平台等都是分布式位于网络/网格节点上,实现资源共享与协同工作,利用面向应用的服务聚合方式为各类用户提供个性化的服务,彻底改变一个用户一个系统的传统服务理念,是一种新的地理信息服务生成模式^[29, 30, 31]。

地理信息系统及其先进技术支撑地理信息科学研究,地理信息科学以先进理论引导地理信息系统技术发展,地理信息服务对地理信息科学和技术不断提出新的要求,三者相互促进、相互支撑、共同发展。这正是创新思维所要达到的目的。

2.2 从地图可视化到空间信息可视化再到虚拟地理环境

可视化对地图学并不陌生,地图本身就是可视化的。不过相对于地图可视化主要研究传统符号化、视觉变量及视觉感受效果而言,空间信息可视化则着重探索在动态、时空变换、多维条件下的视觉效果和增强视觉工具的功能,重点是将那些通常很难设想和接近的地理环境,以动态直观的方式表现出来,其目的是提高对空间数据复杂过程分析的洞察能力,提高多维和多时相空间数据和过程的显示能力,改善地理空间信息的传输效果,增强理解、发现自然界存在的地理现象的相互关系和启发创新思维的能力^[32, 33],给地球科学研究带来了根本性变革,加深了对地理数据的理解,加强了地理学分析的直观性,可借以观测到诸如海洋环流、大气湍流、地壳运动等地质过程;利用空间信息可视化技术模拟热带气旋的移动、火山灰云的活动、海洋风暴潮及其对城市海水入侵过程,从而做出预警,使社会和公众避免或减小损失。

在空间信息可视化基础上发展起来的虚拟地理环境(Virtual Geographic Environments, VGE)是虚拟现实(Virtual Reality, VR)技术在地理环境模拟中的应用,是一种由计算机生成的高级人机交互系统,构成一个以视觉感受为主,也包括听觉、触觉、嗅觉的可感知地理环境,通过头盔式的三维立体显示器、数据手套及立体声耳机等,使人完全沉浸在计算机创建的可视化地理环境里,人们可以通过这些专门设备在这个地理环境中实现观察、触摸、操作、检测等试验,有身临其境之感。在卫星传感器网和物联网实时/准实时

传输现场动态数据的情况下,可以构成与现场变化同步/准同步的虚拟地理环境,作为灾害防范和抢险救灾的地理环境工作平台或作战指挥控制和训练战场环境平台,决策者(指挥员)在可“进入”的地理环境中进行交互式操作并做出决策。正因为如此,这些年来虚拟地理环境的研究格外受到重视,取得了许多成果^[34,35,36,37]。

作为地理信息表达的创新思维的空间信息可视化与虚拟地理环境,是信息时代地图学的一个新的生长点,对于拓宽学科领域和促进地图学理论、方法与技术的深化发展必将产生深远的影响。

2.3 从地图分析到 GIS 空间分析再到空间数据挖掘与知识发现

地图分析与应用^[38],这是一个最基础的问题,在传统纸质地图上利用简单的工具和图廓外辅助工具进行量算,基本上是手工操作,不仅费时、不便而且量算分析的精度和深度都很差,许多深层次的分析与应用甚至无法实现。

而地理信息系统就不一样了,由于地理信息是数字化的(数字地图),采用数据库系统管理数据,GIS 软件有很强的自动信息查询、检索、量算和空间分析功能(模型和算法),很容易获得地面任意点的位置(坐标)、高程、方位、面积、坡度、坡向、两(多)点间的距离、两(多)点间的断面,方便地进行各要素的叠置分析、缓冲区分析和最优路径分析,相对传统纸质地图而言,GIS 空间分析不仅速度快、精度高,而且许多在传统地图上很难进行甚至不可能进行的分析,在 GIS 环境下都能很容易的实现。所以,GIS 空间分析模型、算法成为研究的重点,取得了许多颇有应用价值的成果^[39,40,41,42,43]。

全球卫星导航定位系统(GNSS)和遥感(RS),特别是卫星传感器网和物联网技术的发展和运用,地理信息源的获取突破了时间和空间的限制,形成数据量极其巨大的数据场和信息流。在这种情况下,GIS 的一般空间分析就显得不够了^[44],地图学完全有必要而且也有可能把着重点放在地理信息的深加工方面^[45]。一方面,要促进地学空间分析的深化与实用化,即结合领域应用研究有针对性的地学空间分析模型、算法;另一方面,由于当前 GIS 中的空间分析仍主要以图形操作为主,而隐藏在海量空间数据中的许多知识和有用信息的提取和发现方面的功能仍相对薄弱,而这些知识和有用信息对决策者来说又是必不可少的,所以更要特别重视空间数据挖掘与知识发现的智能化和实用化研究,即针对领域应用研究 SDMCD 的模型和算法,并开发各种专用的高级知识发现工具,以便从海

量空间数据集中识别或提取出有效的、新颖的、潜在有用的、最终可理解的模式和规律,更直接面向国民经济和国防建设的主战场,为宏观决策和工程规划设计、作战指挥提供更高效、深层次、浓缩的地理信息深加工产品。目前,不仅出版了一些有影响的 SDKMD 著作,而且也出现了一些有实用价值的 SDKMD 工具包。^[46,47,48,49,50,51,52]

从地图分析到 GIS 空间分析再到空间数据挖掘与知识发现,这是由数据到信息再到知识的思维创新过程,反映了人们分析和利用地理空间信息的思维方式的演进。

2.4 从地图空间认知到基于思维科学的多模式时空综合认知

空间认知(Spatial Cognition)是认知科学的一个重要研究领域。同认知科学相比较,思维科学不仅是一个学科群,而且是一个与自然科学和社会科学平行的科学技术大门类,涉及到抽象思维、形象思维和灵感思维^[53,54]。

地图空间认知主要研究人如何利用地图获取空间信息,对信息的认识和记忆,利用信息制定决策和指导行动,包括地图空间认知的表象过程、记忆过程和思维过程,其中思维是核心。这方面已经有许多研究^[55-58]。

多模式时空综合认知强调的是“多模式”、“时空”与“综合认知”。在这里,“多模式”不仅仅指的是地图,还有地理信息系统和虚拟地理环境,尽管基于地图的空间认知是基础,但是基于地理信息系统和虚拟地理环境的空间认知也是很重要的,因为它们拓展、延伸和深化了地图功能,这对提高空间认知能力和水平是非常有效的;“时空”指我们认知的对象是多维的、具有空间位置或空间分布特征的、随时间变化的,即它们存在于时空之中;“综合认知”指的是多模式空间认知的综合与集成,即综合集成地图、地理信息系统、虚拟地理环境等多模式各自空间认知的特征,获得更全面、更系统、更深刻、更科学的地理环境认知,帮助决策者更科学地做出决策并指导行动。

由地图空间认知到地理信息系统、虚拟地理环境的多模式空间认知,这是一个进步,可以在更高水平上促进思维科学在地图学中的应用。该领域的研究还有很长的路要走。

3 结 语

本文从思维辨析的角度,从地图作为表达复杂地理世界的最伟大的创新思维、由传统地图学的“封闭体系”到现代地图学的“开放体系”、由经验地图制图

到更加严密的理论模型研究、从手工地图制图到电子计算机地图制图再到数字地图制图与出版一体化、从地理信息系统到地理信息服务、从地图可视化到空间信息可视化再到虚拟地理环境、从地图分析到GIS空间分析再到空间数据挖掘与知识发现、从地图空间认知到基于思维科学的多模式时空综合认知等八个方面,论述了它们是如何促进地图学发展的,更多地着眼思维方式而不是拘泥于技术,这可能有助于思考问题,理论创新、技术创新首先是思维创新。

参考文献

- [1] 王家耀. 关于信息化地图学的特征和理论与技术体系的构想, 信息化测绘论文集[M]. 北京: 测绘出版社, 2008
- [2] 王家耀, 陈毓芬. 理论地图学[M]. 北京: 解放军出版社, 2000
- [3] 王家耀. 地图编制[M]. 郑州: 解放军测绘学院, 1984
- [4] 王家耀. 普通地图制图综合原理[M]. 北京: 测绘出版社, 1992
- [5] 吴忠性, 杨启和. 数字制图学原理[M]. 北京: 测绘出版社, 1989
- [6] [美] 苏珊·汉森. 改变世界的十大地理思想[M]. 北京: 商务印书馆, 2009
- [7] 王家耀. 国家地图集的现代特征及其发展, 中国地图学年鉴[M]. 北京: 测绘出版社, 1992
- [8] 黄万华等主编. 地图应用学原理[M]. 西安: 西安地图出版社, 1999
- [9] 王家耀. 试论地图信息传输的可控性[J]. 军事测绘专辑, 1989(26): 12-14
- [10] 王家耀. 地图学与地理信息工程研究[M]. 北京: 科学出版社, 2005
- [11] 武芳. 空间数据的多尺度表达与自动综合[M]. 北京: 解放军出版社, 2003
- [12] 王家耀, 武芳. 数字地图自动综合原理与方法[M]. 北京: 解放军出版社, 1998
- [13] 王家耀, 邹建华. 地图制图数据处理的模型方法[M]. 北京: 解放军出版社, 1992
- [14] 王家耀. 关于数字地图制图综合中的人机协同问题[J]. 解放军测绘学院学报, 1999, 16(2): 121-125
- [15] 钱海忠. 自动制图综合及过程控制的智能化研究[D]. 郑州: 解放军信息工程大学, 2006
- [16] 邓红艳. 基于保质设计的自动制图综合研究[D]. 郑州: 解放军信息工程大学, 2006
- [17] 毋河海. 地图综合基础理论与技术方法研究[M]. 北京: 测绘出版社, 2004
- [18] 武芳, 钱海忠, 邓红艳, 等. 面向地图自动综合的空间信息智能处理[M]. 北京: 科学出版社, 2009
- [19] 武芳, 邓红艳, 钱海忠, 等. 地图自动综合质量评估模型[M]. 北京: 科学出版社, 2009
- [20] 闫浩文, 王家耀. 地图群(组)目标描述与自动综合[M]. 北京: 科学出版社, 2009
- [21] 王家耀, 李志林, 武芳. 自动制图综合在中国的进展[M]. 北京: 科学出版社, 2011
- [22] 王家耀. 地理信息系统的发展与发展中的地理信息系统[J]. 中国工程科学, 2009, 11(2): 10-16
- [23] 史文中, 吴立新, 李清泉, 等. 三维空间信息系统模型与算法[M]. 北京: 电子工业出版社, 2007
- [24] 吴立新. GIS从区域到全球再到地球系统. 在4th全国GIS博士生论坛的报告, 2010
- [25] Robert B. Memaster, E. Lynn Usersy. A Research Agenda for Geographic Information Science. CRC PRESS, 2004
- [26] 王净. 空间方向关系深度细节描述与组合推理研究[D]. 郑州: 解放军信息工程大学, 2009
- [27] Sanjay Rana. Topological Data Structures for Surfaces- An Introduction to Geographical Information Science. WILEY, 2004
- [28] 韦玉春, 陈锁忠. 地理建模原理与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2005
- [29] 崔铁军. 地理信息服务导论[M]. 北京: 科学出版社, 2009
- [30] 吴明光. 网络空间信息工作流模型研究[D]. 郑州: 解放军信息工程大学, 2007
- [31] 王强. 空间信息服务聚合关键技术研究[D]. 郑州: 解放军信息工程大学, 2010
- [32] Pearson Education. Cartography: Visualization of Geospatial Data. Prentice Hall, 2003(Second Edition)
- [33] 王英杰, 袁堪省, 余卓渊. 多维动态地学信息可视化[M]. 北京: 科学出版社, 2003
- [34] 张茂军. 虚拟现实系统[M]. 北京: 科学出版社, 2001
- [35] 高俊, 夏运钧, 游雄, 等. 虚拟现实在地形环境仿真中的应用[M]. 北京: 解放军出版社, 1999
- [36] 刘晓艳, 林晖, 张宏. 虚拟城市建设原理与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2003
- [37] Lin Hua, Michael Batty. Virtual Geographic Environments [M]. Science Press, 2009
- [38] 祝国瑞, 张根寿. 地图分析[M]. 北京: 测绘出版社, 1994
- [39] 朱长青, 史文中. 空间分析建模与原理[M]. 北京: 科学出版社, 2006
- [40] 刘相南, 黄方, 王平, 等. GIS空间分析原理与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2005
- [41] 汤国安, 刘学军, 闫国年. 数字高程模型及地学分析的原理与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2005
- [42] 周启鸣, 彭学军. 数字地形分析[M]. 北京: 科学出版社, 2006
- [43] 王家耀. 空间信息系统原理[M]. 北京: 科学出版社, 2001
- [44] Tang Xinming, Liu Yaolin, Zhang Jixian and et al. Advances in Spatio-Temporal analysis[M]. Taylor & Francis, 2008
- [45] 王家耀. 地图制图学与地理信息工程学科发展趋势[J]. 测绘学报, 2010, 39(2): 115-119
- [46] John F. Roddier, Kathleen Hornsby. Temporal, Spatial and Spatio-Temporal Data Mining[M]. 2004
- [47] Harvey J. Miller, Han Jiawei. Geographic Data Mining and Knowledge Discovery[M]. 2001
- [48] Margaret H. Dunham. Data Mining Introduction and Advanced Topics[M]. 2001
- [49] Usama Fayyad, Geogrges C. Grinstein, Andreas Wierse. Information Visualization in Data Mining and Knowledge Discovery [M]. Morgan Kaufmann Publishers, 2002
- [50] Tom Soukup Lan Davidson. Visual Data Mining: Techniques and Tools for Data Visualization and Mining[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004
- [51] 李德仁, 王树良, 李德毅. 空间数据挖掘理论与应用[M]. 北京: 科学出版社, 2006
- [52] 邱凯昌. 空间数据挖掘与知识发现[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2001

(下转第80页)

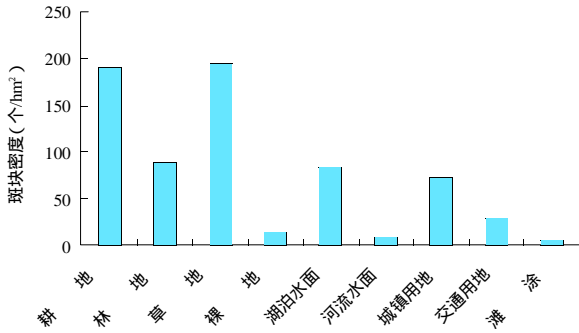


图 4 斑块密度

从最大斑块占景观面积比来看，林地景观的优势度是该区最高的。从图 5 中可以看出研究区域的斑块平均规模最大的是林地，其次为河流水面、城镇用地、草地、滩涂、耕地、湖泊水面、交通用地、裸地，这也说明了梅州城市规划区的林地分布比较集中，受人类活动的干扰比较少，破碎度比较低。

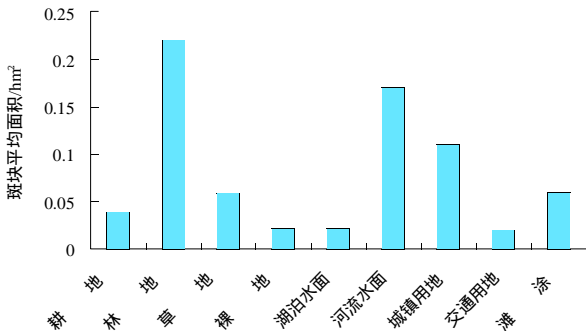


图 5 平均斑块面积

香农多样性指数 SHDI 反映景观要素的多少及各景观要素所占比例的变化。当景观由单要素构成时，景观是均质的，其多样性指数为 0；当景观类型增加或者不同景观类型所占面积比例趋于相似时，多样性指数随之上升，当各景观类型所占面积比例相等时，其景观多样性最高。本文的香农多样性指数 SHDI 为 1.709，说明本研究区的景观要素多样性比较高。

4 结果与讨论

结果表明，研究区内的不同景观类型所占比例差

异较大，林地景观因近年来土地整理的实施和地形的影响，以大面积且形状较规则的斑块广泛地分布，成为优势景观类型；耕地和草地的景观破碎度最高，受人为干扰和破坏最为严重；城镇用地及公路用地景观的斑块几何形状简单且规则，但受人为干扰程度大。由于缺少其他时相的高分辨率遥感影像数据，不能从时间尺度上看该区各个景观的变迁情况，这是本文的一个遗憾，期望以后能收集更多不同时段的数据，进一步完善该研究。

针对该研究区的景观现状，在以后的土地开发与利用方面应合理规划，加大土地的有效利用，杜绝耕地的无序开发利用；实施退耕还林、还草，特别是在坡度较大的地区，降低境内的水土流失；加大对乡村居民点和城镇的规划力度。城区空地少，绿地条件差，需要充分利用沿道路两旁的空地，设置行道树和绿化带，将各公园专用绿地结合起来，使之形成网络，必将有效地提高绿地覆盖率，改善本区的生态环境，让梅州城市规划区成为一个更加宜居的城区。

参考文献

- [1] 浦瑞良, 宫鹏高. 高光谱遥感及其应用[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000
- [2] 刘瑞芳. 基于 3S 技术的平顶山市土地利用景观格局分析[J]. 平顶山工学院学报, 2007, 16(1):1-3
- [3] R. D. Stedman . Applying Ecological Models to Altered Landscapes: Scenario-testing with GIS [J]. Landscape and Urban Planning, 1998 41 3-18
- [4] Hanes Paling . Landscape Diversity Changes in Estonia [J]. Landscape and Urban Planning, 1998,41:163-169
- [5] 陈文波, 肖笃宁, 李秀珍. 景观指数分类、应用及构建研究[J]. 应用生态学报, 2002, 13(1): 121- 125
- [6] 刘延国, 彭培好, 冯山, 等. 基于 GIS 的九寨沟自然保护区景观格局分析[J]. 西北林学院学报, 2010, 25(1): 162-165
- [7] 马琳, 陆玉麒. 南京市主城区公园绿地景观格局分析[J]. 地域研究与开发, 2010, 29(3): 73-76

第一作者简介：陈志云，硕士，主要研究自然资源开发利用和 3S 技术应用。

(上接第 5 页)

- [53] 钱学森致戴汝为 (1986.5.28, 1987.8.3, 1988.1.1, 1993.1.25, 1993.4.10, 1994.9.18, 1995.2.15, 1995.2.20, 1995.3.16). 钱学森书信(第 3、4、7、8、9 卷). 北京: 国防工业出版社, 2007
- [54] 钱学森致杨春鼎(1981.4.22, 1981.6.21, 1981.7.13, 1981.8.17, 1981.11.23, 1981.12.15, 1982.3.10, 1982.4.5, 1982.5.31, 1982.6.14, 1982.8.13, 1982.10.27, 1982.10.29, 1982.11.3, 1982.11.19, 1984.3.15, 1984.4.3, 1984.10.24, 1985.2.4, 1985.4.25, 1985.7.1, 1986.11.28, 1995.2.4, 1995.7.20, 1995.8.27). 钱学森书信(第 1、2、3、9 卷). 北京: 国防工业出版社, 2007
- [55] 高俊. 地图的空间认知与认知地图学, 中国地图学年鉴[M].

北京 测绘出版社, 1991

- [56] 高俊. 作战空间认知的新手段--“虚拟现实”与测绘保障[J]. 军事测绘, 1994(14)
- [57] 陈毓芬, 叶向平. 地图--空间认知的重要工具[J]. 军事测绘, 1996(1)
- [58] Wang Jiayao, Wu Fang, Zhou Haiyan. Research on Process of Geographic Spatial Cognition [J]. The 20th International Cartographic Conference, 2001

第一作者简介：王家耀，教授，中国工程院院士，从事地图学与地理信息工程学科的教学与科研。

Innovative Thinking Change Cartography by WANG Jiayao

Abstract With the development of society and technology, the cartography has undergone dramatic changes and now it is continuing, and this should be the promotion of human innovative thinking. This article discussed the innovative thinking of changing cartography from eight aspects, and it was this innovative thinking make the cartography, a traditional discipline which had a long history, remain vibrancy, and the traditional cartographic techniques had been replaced by the digital cartographic technology, and now it was transforming to the information cartography which based on the integrated service of geospatial information. The development history of cartography showed that the Innovative thinking is essential.

Key words Innovative thinking, Map, Cartography (Page:1)

Study on HBCORS Operation Management Mechanism by HE Baoguo

Abstract Continuously operating reference station (CORS) is a GNSS based realtime kinematic, high precision positioning, Hubei Continuously operating reference station (HBCORS) were design and construct by Hubei institute of surveying and mapping, the system provides a new method for modern positioning applications. HBCORS supports multiple broadcasting formats which are used for different areas of applications, such as urban design, land management, environmental monitoring, disaster management and traffic management. This article introduced HBCORS daily maintenance issues, to provides professional suggestions.

Key words CORS operation management mechanism, geomatic surveying coordinate system (Page:6)

Discussion of Digital City Construction Modes by WANG Hua

Abstract Digital City Construction is a huge investment, long-term, complex system engineering. Without scientific planning, Digital City construction mode will lead to enormous waste of resources, lack of stamina, and other development issues, resulting in irreparable losses. According to the current construction situation of Digital City at home and abroad, this paper discussed several construction modes of Digital City from both theoretical and practical aspects in-depth, and focused on the specific content, theoretical scientificness and practical feasibility in of the mode based on Digital City Geospatial Framework.

Key words Digital City construction modes, Digital City Geospatial Framework (Page:9)

Inquiring and Distributing the Archives of Surveying and Mapping Based on WebGIS by LI li

Abstract The management model of archives for surveying and mapping is synchronously constructing with the surveying and mapping informatization system. The quantity of archives for surveying and mapping is massive. Going on this premise to insure the security of these data, we had built the integrated system to inquire and distribute the archives for surveying and mapping. This system would satisfy the concurrent queries to the multi-user. This system was based on the WebGIS, and had some function such as online integrated inquire, online application, online authorization, online distribution to the data, browsing the map and operation to the map. Our aim is what anyone in the production department can download the archives' data at any time. This system had promoted the service efficiency, improved the service abilities, and increased the service level.

Key words WebGIS, GIS, archives of surveying and mapping, service, inquiry, distribution (Page:13)

Research on Virtual Destuffing Based on OGRE Rendering Engine by HU Shengwu

Abstract The system provided a rendering engine based on OGRE virtual dismantling of the method and implementation of three-dimensional virtual simulation. Three-dimensional model of virtual assembly software used MFC, ActiveX components to achieve three-dimensional rendering. Interface was responsible for assembling three-dimensional model of software configuration files needed, the model name of the file passed to the three-dimensional model assembly software, 3D model display assembly software responsible for loading the software. Loaded in its three-dimensional model, the interface could access the 3D rendering capabilities, access to its internal data. At the same time three-dimensional space could operate any component of a model. Finally, modify the frame of the model components for each key position and rotation information, automatically generate the transition frame animation, to achieve the final animation recording and playback functions.

Key words Virtual disassembly, OGRE rendering engine, three-dimensional model (Page:16)

Application of the High-resolution Satellite Images in the West-east Coal Conveyance Project by YAN Haiying

Abstract Focus on the difficulties of the aerial photography in Xinjiang autonomous regions border special area, this article firstly briefly introduced the using of the high-resolution GeoEye-1 satellite image's character, then a technology implementation program which using a minimum control points as well as meeting the basic mapping requirements was proposed.

Key words high-resolution satellite images, GeoEye-1, west-east coal conveyance, implementation program (Page:19)

Data Processing and Precision Analysis of the Second Grade Level Net in Nanning by ZENG Xiangxin

Abstracts The Second Grade Level Net in Nanning were described in this article. The precision results of the Second Grade level better met regulatory requirements through the data processing and precision analysis. It not only provided the basis for a variety of vertical control survey in the city, and can be used to determine the regional centimeter geoid.

Key words control datum, level network, layout, implementation (Page:21)

Fuzzy Comprehensive Evaluation of Underground Gas Pipeline Risk Based on 3DGIS by LIU Xingquan

Abstract The evaluation of the risk of underground gas pipeline can provide effective decision support aid. It is crucial to the establishment of a comprehensive safety evaluation and management system for the urban underground gas pipeline. This paper present a method of GIS-based fuzzy comprehensive evaluation on underground gas pipeline risk and elaborates the flow of fuzzy risk evaluation in detail. Meanwhile, a fuzzy comprehensive evaluation model was built herein by analyzing the pipeline risk factor weight by means of analytic hierarchy process according to the fuzzy evaluation matrix for relative single-factor membership. Finally, a fuzzy comprehensive evaluation with test data was made on the failure to research the regional gas pipeline issue, the relative risk value of the pipelines in the area was calculated and visualization was made in 3DGIS scene.

Key words 3DGIS, underground gas pipeline, fuzzy comprehensive evaluation (Page:23)

Design and Realization of Plug-in GIS Application Framework by CHEN Honghua

Abstract Application framework has been a kind of very practical programming specification and design framework on the development of software. Through comparing the advantages and disadvantages of existing three kinds of plug-in exploitation methods, this article used the plug-in application development based on C#, utilized ArcGIS Engine to provide a set of complete embedded GIS component library and tool library, and completed the design and realization of the core of plug-in GIS frame, various functions and platform. The paper implemented GIS integration by utilizing the development advantages of dynamic plug-in loading configuration and the visualization component coordination modeling to construct GIS application fast. The platform is suitable for any GIS application integration and basic development platform related to GIS application (ESRI).

Key words plug-in, ArcGIS Engine, GIS application framework (Page:26)

Quality Inspection and Assessment of DEM Based on 1:10 000 Scale DLG by CHEN Yanli

Abstract According to the new quality inspection and assessment standard for digital surveying and mapping, the methods for process quality control and production quality inspection and assessment for producing 1:10 000 scale digital elevation model based on 1:10 000 scale digital line graphs were been introduced in the article. It was used to the Guangdong East DEM renew project. The quality inspection contents were across-the-board and the methods are maneuverability and there are propitious to advance quality efficiency and production quality.

Key words digital terrain model, quality inspection, quality assessment (Page:29)

Research on Efficiency Improving for Spatial Data Service by WANG Lianbei

Abstract Based on the present situation and characteristic of spatial data service technologies, technological approaches for efficiency improving were discussed in this paper. The efficiency improving strategy was presented based on Grid FTP Services. A load balancing algorithms which distributed data block onto nodes in data service cluster according to their current performance was designed and applied on spatial data service experiment. The result demonstrated that the efficiency improving strategy presented in this paper can improve the efficiency of data distributing.

Key words spatial data, data service, distributing efficiency, load balancing, Grid FTP (Page:32)

Application of GPS Fitting Height to 1:10 000 Control Measurement in Mountain by FANG Yunnong