

福建生态环境信息图谱数据库系统设计与实现

余明^{1,2}, 廖克¹, 李春华¹

(1 福建师范大学地理科学学院, 福州 350007; 2 武汉大学资源与环境学院, 武汉 430079)

摘要: 本文在福建省生态环境基础信息图谱, 各类型单元的归并与属性信息的提炼, 定量指标确定的基础上, 设计研制了福建生态环境综合信息图谱数据库系统。同时探讨了生态环境综合信息图谱和属性数据双向查询与检索, 以及在不同尺度下显示图谱空间格局与属性数据的关联查询。

关键词: 生态环境; 综合信息图谱; 数据库系统

中图分类号: P208

福建生态环境综合信息图谱数据库的建设是“福建省生态环境综合信息图谱研究”的子课题。深入研究图形和影像信息自动或交互式数字化生成图谱信息的方法、图谱数据库与双向检索模式建立、图谱信息的三维可视化表达与动态模拟, 以增强系统性和规律性为目标的图谱类型自动概括方法等前沿课题。福建省生态环境综合信息图谱数据库的建设及实现是本文的重点。

1 生态环境特征分析

生态环境综合信息图谱是在生态环境调查研究与动态监测基础上, 运用生态环境基础与动态数据库的大量数字信息, 经过图形思维与抽象概括, 并以计算机多维动态可视化技术, 显示生态环境及其各要素空间形态结构与时空变化规律的一种方法与手段^[1]。目前还没有建立全国生态环境的分类系统, 也没有省(区)的生态环境分类系统可供借鉴。我们就以地学、生物学和环境科学的有关理论为指导, 根据福建省生态环境的特点, 及制图比例尺与遥感影像分辨率, 在广泛收集与深入分析各种文献、数据、影像、地图资料的基础上, 制定出福建省生态环境初步分类方案, 并征求有关专家的意见进行修改, 再经野外考察验证, 方予确定。划分生态环境类型的基本原则是: 以构成生态环境的自然要素为主, 同时考虑人类活动对生态环境的影响。其中气候带是影响福建省生态环境的主要宏观自然因

素, 作为第一级(大类)划分的指标, 划分为中亚热带生态环境、南亚热带生态环境两大类, 人工建筑生态环境也作为一大类; 地貌是福建省生态环境的主导因素, 作为第二级划分指标, 划分为山地、丘陵、台地、山间盆地谷地、滨海平原、湿地等生态环境类型; 植被、土壤、土地利用等作为第三级划分的指标, 同时通过植被的覆盖程度、土壤侵蚀的强度、人工建筑类型、土地利用类型(如水田、旱作、果园茶园等)反映人类活动对生态环境的影响。最后确定的福建省生态环境类型共划分了三大类、13个中类和83个类型^[2]。

在上述分类的基础上建立了相应的编码体系。同时拟定了福建省地貌、植被、土壤和土地利用等分类方案和确定各要素的编码体系。在征求各有关专家意见的前提下, 我们拟定了福建省生态环境类型图及福建省地貌、植被、土壤和土地利用图等的图例。课题组在1:10万单元图基础上, 综合概括成1:25万生态环境单元图, 构建了以1:25万比例尺图为基础的生态环境及基本要素类型地图数据库, 并派生1:25万生态环境类型图、地貌图、土壤图、植被图、土地利用图。这些工作为图谱的分类和数据库建设奠定了基础。

2 生态环境图谱数据库系统设计与实现

生态环境综合信息图谱研究的首要任务是按

收稿日期: 2004-04-12; 修回日期: 2005-05-12.

资助项目: 国家自然科学基金资助项目(40371096); 福建省基金课题(D0540001)。

作者简介: 余明, 女, 福建人, 在职博士, 教授, 主要从事地球科学与GIS的教学与研究工作。E-mail: yumingfz@vip.sina.com

照自然界地表的真实情况,地域差异,阐明生态环境区域分异的空间格局。生态环境综合信息图谱的类型反映了这种区域的差异^[4],而类型的确定要由一系列反映生态环境区域特征的指标为依据。分类体系划分是否合理和规范,直接影响到图谱数据的组织以及它们之间的链接、传输和共享。因此,图谱的分类体系是系统设计和建立数据库前一项极为

重要的工作。

廖克教授根据他设计的福建生态环境类型,作了进一步的归并和概括。提出了生态环境综合信息图谱类型划分的两种方案(见表 1 和表 2)。其中方案一在 83 个类型的基础上概括为 7 大类 49 种类型;方案二更为概括,在 83 个类型基础上概括为 4 大类 22 个类型。

表 1 福建省生态环境综合信息图谱分类系统(方案一)

Tab.1 The project No.1 of classification system of environment synthetic information TuPu in Fujian province

7 大类	49 种类型
A 亚热带山地生态环境类型	1 山地草甸生态环境类型, 2 山地高覆盖轻侵蚀针叶林生态环境类型, 3 山地低覆盖中侵蚀针叶林生态环境类型, 4 山地针叶幼林生态环境类型, 5 山地针阔混交林生态环境类型, 6 山地高覆盖轻侵蚀常绿阔叶林生态环境类型, 7 山地高覆盖轻侵蚀常绿阔叶林(南亚热带雨林)生态环境类型, 8 山地竹林生态环境类型, 9 山地灌丛生态环境类型, 10 山地果园茶园生态环境类型, 11 山地水田生态环境类型, 12 山地旱作生态环境类型
B 亚热带丘陵生态环境类型	1 丘陵高覆盖轻侵蚀针叶林生态环境类型, 2 丘陵低覆盖中侵蚀针叶林生态环境类型, 3 丘陵针叶幼林生态环境类型, 4 丘陵高覆盖轻侵蚀常绿阔叶林生态环境类型, 5 丘陵高覆盖轻侵蚀常绿阔叶林(南亚热带雨林)生态环境类型, 6 丘陵竹林生态环境类型, 7 丘陵灌丛生态环境类型, 8 丘陵中侵蚀果园茶园生态环境类型, 9 丘陵强侵蚀果园茶园生态环境类型, 10 丘陵水田生态环境类型, 11 丘陵旱作生态环境类型
C 亚热带台地生态环境类型	1 台地低覆盖中侵蚀针阔混交林生态环境类型, 2 台地灌丛生态环境类型, 3 台地果园茶园生态环境类型, 4 台地旱水田生态环境类型, 5 台地旱作生态环境类型
D 亚热带山间盆地生态环境类型	1 山间季风常绿阔叶林(南亚热带雨林)生态环境类型, 2 山间盆地灌丛生态环境类型, 3 山间盆地果园茶园生态环境类型, 4 山间盆地浸水田生态环境类型, 5 山间盆地旱水田生态环境类型
E 亚热带滨海平原生态环境类型	1 滨海平原防护林生态环境类型, 2 滨海平原浸水田生态环境类型, 3 滨海平原沙地生态环境类型, 4 滨海旱地生态环境类型
F 亚热带湿地生态环境类型	1 河流生态环境类型, 2 湖泊水库塘生态环境类型, 3 滨海养殖滩涂生态环境类型, 4 滨海未养殖滩涂生态环境类型, 5 盐田生态环境类型, 6 红树林生态环境类型, 7 滨海滩涂大米草生态环境类型
G 人工建筑生态环境类型	1 城镇居民点生态环境类型, 2 农村居民点生态环境类型, 3 高侵蚀独立工矿生态环境类型, 4 轻污染独立工矿生态环境类型, 5 重污染独立工矿生态环境类型

表 2 福建省生态环境综合信息图谱分类系统(方案二)

Tab.2 The project No.2 of classification system of environment synthetic information TuPu in Fujian province

4 大类	A 亚热带山地丘陵台地生态环境类型	B 亚热带山间盆地生态环境类型	C 亚热带滨海与湿地生态环境类型	D 人工建筑生态环境类型
22 种类型	1 高覆盖轻侵蚀针叶林生态环境类型(代码 A1)	1 灌丛生态环境类型(代码 B1)	1 防护林生态环境类型(代码 C1)	1 城镇居民地生态环境类型(代码 D1)
	2 低覆盖中侵蚀针叶生态环境类型(代码 A2)	2 果、茶园生态环境类型(代码 B2)	2 浸水田生态环境类型(代码 C2)	2 农村居民点生态环境类型(代码 D2)
	3 针阔混交林生态环境类型(代码 A3)	3 水田生态环境类型(代码 B3)	3 沙地生态环境类型(代码 C3)	3 高侵蚀独立工矿生态环境类型(代码 D3)
	4 常绿阔叶林生态环境类型(代码 A4)		4 旱地生态环境类型(代码 C4)	4 轻污染独立工矿生态环境类型(代码 D4)
	5 竹林生态环境类型(代码 A5)		5 养殖滩涂生态环境类型(代码 C5)	5 重污染独立工矿生态环境类型(代码 D5)
	6 灌丛生态环境类型(代码 A6)		6 盐田生态环境类型(代码 C6)	
	7 果、茶园生态环境类型(代码 A7)			
	8 农田生态环境类型(代码 A8)			

2.1 生态环境综合信息图谱数据库系统结构

生态环境综合信息图谱是在生态环境数据库与综合系列地图基础上,经过信息挖掘、知识发现、抽象概况、模型分析形成综合性的图形谱系,是计算机化的地学图谱。图谱应能反映福建省生态环境的时空变化规律。生态环境综合信息图谱数据库是研究图谱特性的主要依据。

福建省生态环境类型的划分与功能分区指标的研究,在全省生态环境类型的基础上,根据生态环境综合信息图谱的要求,进行了类型归并与综合集成,生成生态环境综合信息图谱,所以福建生态环境综合信息图谱的数据库与一般 GIS 生态环境基础数据库有相同的地方,但也有明显不同之处,比较见表 3。

表 3 生态环境综合信息图谱数据库与一般 GIS 生态环境数据库比较
Tab.3 The comparisons between environment synthetic information TuPu and data of environments in GIS

生态环境综合信息图谱数据库		一般GIS生态环境基础数据库	
相同处	可体现空间数据（属性和位置）的特征		
不同处	图谱数据库中的图谱数据是生态环境空间特征的提炼和概括后归类的，只有一层	一般GIS生态环境基础数据库中的数据是生态环境要素分层（至少三层如：点、线、面）归类	
	图谱数据库中的图谱数据反映出的是生态环境要素的综合特征	一般GIS数据库的数据是由不同要素的图层构成的，要反映环境综合信息需靠图层数据叠加生成	
	图谱数据库中的信息量与比例尺关系密切，不同比例尺（如1：25万、1：10万、1：5万等）信息量悬殊很大	一般GIS数据库存储的信息与比例尺大小关系不大，而与数据库中存储信息量多还是少关系密切	

生态环境综合信息图谱不仅是生态环境数据库的基础资料,而且以可视化技术揭示生态环境的空间格局与时空变化规律,可为生态环境规划治理与决策咨询提供深层次的科学依据和具体方案。生态环境基础数据库由生态环境统计资料数据库、文本数据库、系列地图图形数据库、电子图集数据库、综合信息图谱数据库、遥感影像数据库等构成(图 1)。

本文的生态环境综合信息图谱数据建库则采纳上述提及的分类方案二。图谱数据组织分为关系型数据库和空间数据库两部分内容。关系数据库建库主要包括建立基表和确定基表之间的关联。经过编码和表的规范化处理后,基表可以由关系数据库管理系统的数据模型进行表的计算机实现,并在两个相关联的基表内通过特定的字段建立关系。空间数据包括图形数据和属性数据,具有空间、时间和属性三大特征。空间数据除了考虑规范和标准外,还要考虑不同比例尺的空间数据、坐标系的选择、投影的变换等。

对于空间数据库设计的一些具体工作如:空间数据需求分析,定义实体及其关系,实现空间类型的识别表达,选择适当的数据模型,组织空间数据集等本文不作详谈。在本文中,强调数据库是存储在计算机内的有结构的数据集合,生态环境图谱数

据库的建立拟采用支持管理决策过程的、面向特征的、集成的数据库技术。属性数据采用 Microsoft 的 Access 2000 关系数据库管理模式,空间数据为

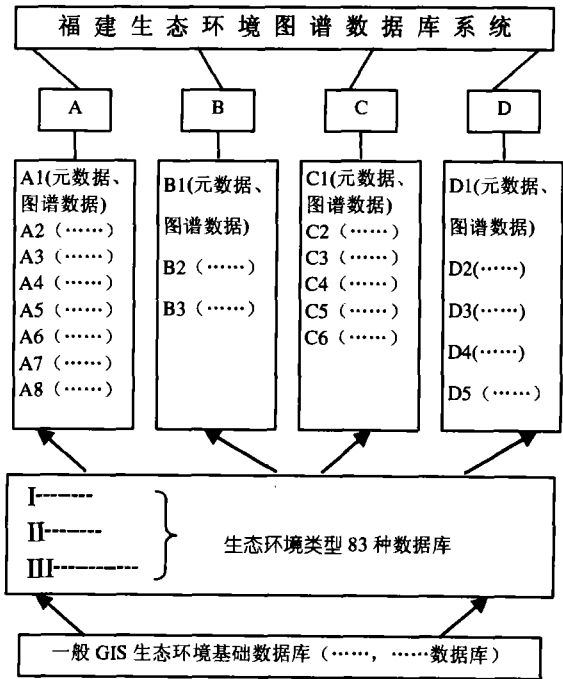


图 1 福建生态环境图谱数据组织
Fig.1 The data structure of environment synthetic information TUPU in Fujian province

shape 格式,在遵循数据的规范与标准前提下,构建了福建生态环境综合信息图谱数据库系统(见图2)。

2.2 软件平台及系统实现的主要功能

建立一个良好的数据组织结构和数据库,使整个系统能够迅速、方便、准确地调用和管理所需的数据,是系统开发的必然要求。我们在考虑数据结构的同时,对系统设计还要求遵循实用性、标准化、系统性以及安全性等原则^[2]。笔者曾利用地学图谱实验数据,比较了图谱与属性数据的双向检索与查询实现的几种方法^[3],为了使系统的功能更好地实现,本文在原先研究的基础上并参考相关文献^[4,7],选择基于 VB 等环境下的 GIS 组件 Mapobjects 模式作为开发平台,建立福建生态环境综合信息图谱数据库系统。

在 GIS 技术支持下,系统的数据流向主要分两大块:一是利用 Map objects 来显示图谱数据,并对图谱数据进行查询;二是利用 ADO 组件访问图谱

数据的元数据,这些元数据描述了图谱数据的分类信息以及图谱特征与指标,通过对元数据的查询可进一步细分查询类型。系统实现有 3 大功能,即:数据输入功能、查询和双向检索显示功能和输出功能。福建省生态环境综合信息图谱数据库系统界面及主要功能显示见图 2。

例如:若要查询 A4-(105)类型的图斑特征,只要点击该类型,屏幕上就可显示;要是点击图谱图斑(轮廓),屏幕上也可出现图谱类型以及显示该图斑的一系列定性定量指标(地形、气候、植被、土壤、土地利用、生态环境类型)。

3 结 语

在生态环境调查研究与动态监测基础上,进行生态环境综合信息图谱分类和数据库建设。生态环境综合信息图谱是按照一定指标递变规律或分类体系排列的一组能够反映地学空间信息规律的数字地图、图表、曲线或图像,是区域自然过程与社会

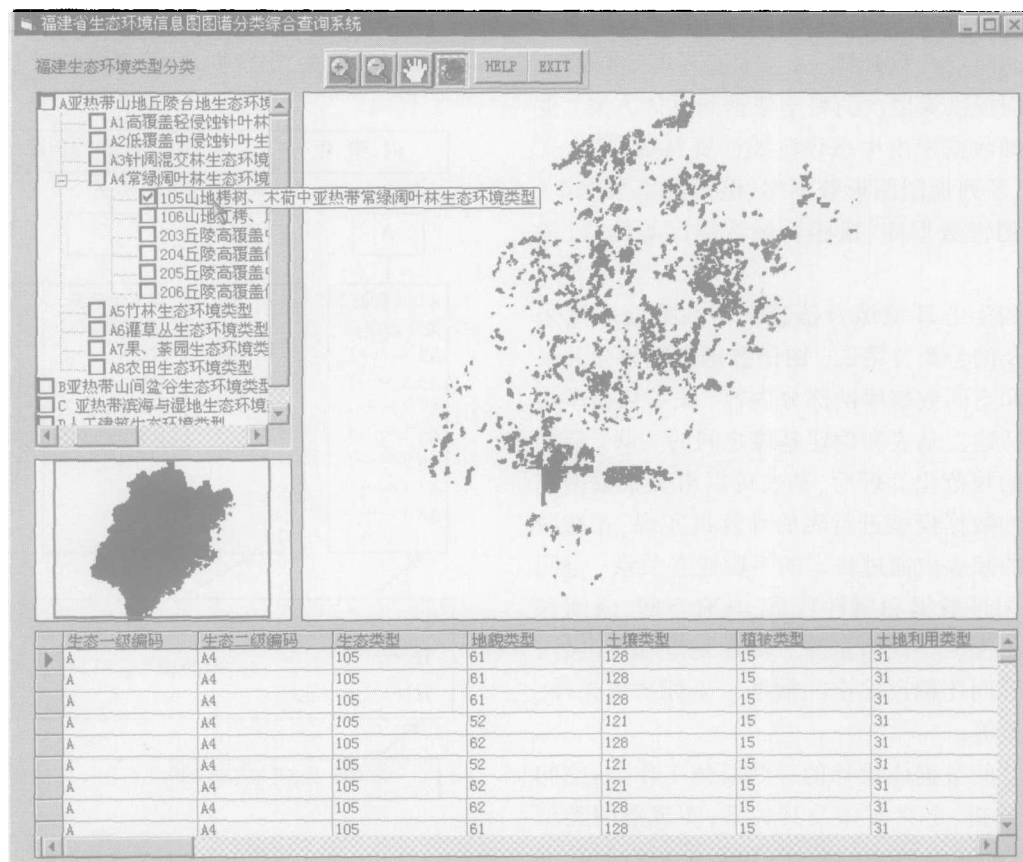


图 2 福建生态环境综合信息图谱数据库系统图示

Fig.2 The database system of environment synthetic information TUPU in Fujian province

经济可持续发展的时态演进与空间分异,即可再现历史又可虚拟未来,是研究区域自然环境与社会发展的一种现代化的科学方法和高新技术手段^[8]。

本文首先讨论了图谱的分类原则;接着讨论图谱数据库系统设计方案以及实现系统的主要功能,比较了生态环境综合信息图谱数据库系统与一般GIS生态环境数据库的区别与联系;最后,用图谱数据,选择在Mapobject+VB环境下开发系统,实现了图谱属性数据与图谱的双向检索与查询的功能。

通过对福建省生态环境综合信息图谱数据库的建设,可以从不同侧面研究生成一系列的图、表,构成生态环境空间格局信息图谱,利用图谱分析福建生态环境空间格局特点和变化规律。有助于今后建立时空模型,地理仿真动态模拟,进一步为实现福建生态环境信息图谱的可视化奠定基础。

参考文献

- [1] 廖 克. 地球信息图谱的探讨与展望. 地球信息科学, 2002(1):14~20.
- [2] 廖 克. 中国自然景观综合信息图谱的建立原则与方法. 地理学报, 2001 56(增):19~25.
- [3] 余 明, 祝国瑞, 李春华. 探讨地学信息图谱图形与属性信息的双向查询与检索的方法. 武汉大学学报, 2005, 30(4):348~350.
- [4] 廖 克, 郑达贤, 陈文惠, 沙晋明. 福建省生态环境动态监测与管理信息系统的设计. 地球信息科学, 2003(1):22~27.
- [5] 廖 克, 陈文惠. 生态环境动态监测与管理信息系统的设计与建设, “全国地图学与GIS学术会议论文集”, 2004:330~337.
- [6] 薛 伟. Mapobjects——地理信息系统程序设计. 北京:国防工业出版社, 2004.
- [7] 毛 锋, 程承旗 等编著. 地理信息系统建库技术及其应用. 北京:科学出版社, 1999.
- [8] 陈述彭, 岳天祥, 励惠国. 地学信息图谱研究及其应用. 地理研究 2000 19(4):337~343.
- [9] 廖 克. 生态环境遥感综合系列制图方法. 地理学报, 2005(3):479~486.

The Study of Database System Building and Realization on the Environmental Complex Information TUPU in Fujian Province

YU Ming^{1,2}, LIAO Ke¹, LI Chunhua¹

(1 College of Geographical Sciences, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China;

2 School of Resource and Environmental Science, Wuhan University, Wuhan 430079, China)

Abstract: The eco-environment is not only the substance base, which the human community depends on, but also a limiting factor that could not be ignored during economic construction and community development. The integrated information TUPU of eco-environment, basing on the investigation and dynamic scout, employs a great deal of digital information of the base of eco-environment and the dynamic database. It's a kind of method and artifice that use the computer technique of dynamic multi-dimension visualization to reveal the interspace configuration and space-time transformation rule of the eco-environment and its essentials, after the abstract of epitome of graphic thought. It is significative for the study of regional sustainable development. Sustained by GIS technique, using the basic information TUPU of eco-environment in Fujian province, this paper designs a database according to the characteristics of the integrated information TUPU of eco-environment and develops a database system of integrated information TUPU of eco-environment in Fujian province. All of that is on the basis of the merger of various units, the abstract of attribute information and the chosen of rational targets. At the same time, it emphasizes discussion of the mutual query and searches functions of the integrated information TUPU of eco-environment and attribute information, along with displaying the associated query of interspace structure and attribute information under different scales. This research has a guidance effect on the more extensive investigation of the integrated information TUPU of eco-environment in Fujian province.

Key words: environment; GIS; complex information TUPU; database system