

文章编号:1005-8451 2005 03-0007-04

建立工程数据库的实用方法研究

薛晓滨

(铁道第二勘察设计院 电子计算机应用技术研究所 成都 610031)

摘要:对工程实际应用中各种数据的特点以及近年来空间数据技术发展的成果进行了分析,结合工程实际,提出用空间数据技术的基本思想和方法建立工程数据库的思路,并初步探索在工程勘察设计中建立数据库的方法。

关键词:工程数据库;空间数据技术;实用方法;研究

中图分类号:U2 TP392 **文献标识码:**A

Study on practical method in building engineering database

XUE Xiao-bin

(Computer Application Department of Railway Second Survey and Design Institute, Chengdu 610031, China)

Abstract: It was analyzed the characteristics of all kinds of data in engineering and results of special data technology recently. Combining with the practical engineering, it was proposed the method to build the engineering database by spatial data technology, discussed a new method of building database in engineering survey and design.

Key words: engineering database; spatial data technology; practical method; study

在现代信息社会中,工程应用领域(如城市规划、市政建设、交通基础设施建设、土地管理和国防建设等)中许多信息的处理与工程数据库技术密切相关,而这些数据都具有空间数据的特性。关系数据库的形成是数据库技术走向成熟的重要标志。然而,关系数据库的机理是面向“简单对象”,侧重于表达各数据模型的结构层次,且遵循一阶逻辑理论。这一理论的局限性使得关系数据库缺乏直接处理“复杂对象”的能力。工程应用数据往往具有复杂的结构和内涵,难以用规范关系和一阶公式所直接表达。空间数据技术的发展和成熟为工程应用中“复杂对象”的模拟、处理、存储提供了理论基础和技术手段,必将成为建立工程数据库的一种新方法。

1 工程数据特征

1.1 数据源

在工程应用中,特别是在地理信息系统(GIS)应用中,用于数据库存储、管理和共享的数据来源如下:

1) 来自于卫星拍照、航空摄影和航空遥感等方面的图像照片;

收稿日期:2004-11-16

作者简介:薛晓滨,高级工程师。

2) 通过各种传统测量方式勘察的原始数据,如,各种地形图(含地形、地貌和地面结构物等);
3) 通过勘探获取的地下数据信息。如,地层分布、地层岩土属性、地下矿物分布及属性、地层资源状态和地下暗河等;
4) 地面现有各种自然资源信息。如,建筑和交通分布信息,动植物分布和其属性信息等;
5) 各种人文信息等。

1.2 数据模型

在工程应用中,工程数据种类和数量繁多,数据相互之间关系并非简单的“一对一”或“一对多”。因此,在建立工程数据库时,要求对数据对象的含义和关系作出既清晰又简明的描述,以便于检索、统计、重用和更新。目前,具有工程数据库基本特征和功能的应用是GIS。GIS数据库应用的数据模型是语义层次的数据模型。该数据模型的特征是直接表达数据对象本身的内涵和相互关系,不同于传统结构层次的数据模型,注重描述数据的结构组织。就总体而言,具有以下优点:

1) 在较高层次上直接表达数据模拟的语义,增加了系统模式的可理解性;
2) 由于不涉及数据组织的具体结构,简化了数据描述与操作;
3) 由于可在语义层次控制数据约束及检索导

航，极大地减少了在低层次操作的计算复杂度。

这些优点对于工程数据库系统尤其重要。

在工程勘察设计系统中应用最多、最典型的语义数据模型是实体—关系(E-R)数据模型和超图数据模型。E-R模型采用图和表来描述实体及其间的联系，主要理论基础是集合论(包括关系和影射)，适合于构造关系、层次和网状数据库。超图数据模型是基于超图数据结构的数据模型，其理论基础是图论。它着重于将数据的结构模拟与数据的内涵模拟有机地结合，把数据结构的表达与图的概念相联系。它通过类、对象、属性和链来描述存储于数据库中的数据。在工程应用中，对一个区域地物之间的关系可用超图数据模型简单描述如图1。

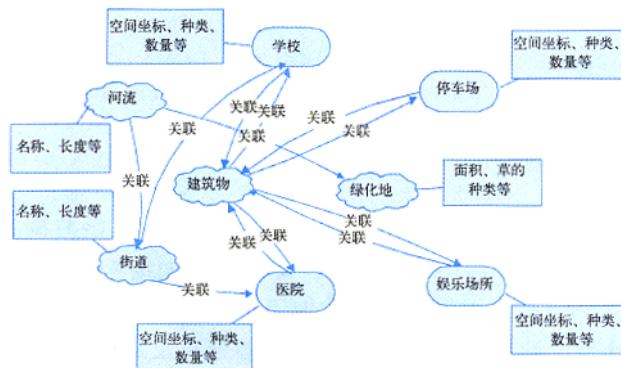


图1 超图数据模型

2 空间数据基本特征

2.1 空间性

这是空间数据最主要的特性。它描述了空间物体的位置、几何形态，甚至物体的空间拓扑关系。此类数据叫做空间特征数据。例如描述一条铁路，空间数据不仅关注铁路的位置、长度、占地面积等有关信息，而且还关注处理铁路与铁路沿线范围内城市间的距离、方位等空间关系信息。空间性是空间数据区别于其它数据的标志特征。

2.2 专题性

空间数据描述的专题性是指空间物体所具有的各种属性，如铁路沿线工程建设范围内的经济发展状况、人口密度、水文情况、地质构造、铁路线路的走向和路基的坡度等。专题性通常以数字、符号、文本和图像等形式来表示，其特征的量测是按等级的差别以及度量单位的不同进行。

2.3 多尺度与多态性

不同的观察尺度具有不同的比例尺和不同的精度，同一地物在不同的情况下就会有形态差异。如就形态而言，铁路的车站在地理空间中都占据一定范围的区域，因此其区域是面状地物，但在比例尺比较小的空间数据库中，铁路车站是作为点状地物来处理的。

2.4 多时空性

在GIS中，数据是空间数据，其时空特性是很强的。一个GIS中的数据源既有同一时间不同空间的数据系列；也有同一空间不同时序的数据。

3 空间数据分类与表达方式

3.1 空间数据分类

空间数据分为3类：空间特征数据、时间属性数据和专题属性数据，而时间属性和专题属性又视为非空间特征数据，统称为属性特征数据。

3.1.1 空间特征数据

空间特征数据表示空间实体的位置、形状，以及与相邻物体的拓扑关系。物体的空间位置可以由不同的坐标系统来描述，如经纬度坐标、一些标准的地图投影坐标或带有局部原点的线形坐标等。人们对空间物体的理解和记忆不是通过物体的空间坐标，而是通过这些物体与其它更熟悉物体间的空间位置关系，这种关系称为拓扑关系。空间坐标对人的认识几乎没有意义。但是，计算机系统处理空间物体定位最简单、最直接的方法就是使用空间坐标，拓扑关系则是在空间坐标的基础上计算得出。

3.1.2 专题属性数据

专题属性数据是指除了时间和空间特征以外的空间现象的其它特征，如铁路路基坡度、桥梁桥墩个数、交通流量、城市人口密度、森林覆盖率、河流的水文数据和地质地貌等。对于这类特征的空间数据，在计算机中采用数字、符号、文本和分级色块法。

3.1.3 时间属性数据

空间数据总是在某一特定时间或时间段采集得到或计算产生。由于有些空间数据随时间变化较慢，常常被忽略，如地质地貌等；有些空间数据则随时间变化很快，如市政交通设施、土地利用数据以及人口增长数据。在很多情况下，时间可以看成为一个专题属性。

3.2 空间数据的表达方式

(1) 矢量间实体的拓扑关系为基础，组织和存

储各个几何要素；把现实世界的空间实体抽象地看作是点、线、面、体空间目标，用数学公式显式地表达这些目标及其空间关系（如相邻、包含、连通等），即拓扑关系。这种表达法多用于设计和分析的空间数据以及经过扫描矢量化处理后的数据。

②栅格表达法。在该表达法中，每一个位置点都表现为一个单元格，依行列构成的单元矩阵称作栅格，整个空间用规则或不规则的栅格点（如方格、三角形、六角形等）覆盖，用一组栅格单元记录或表达每一个实体的空间分布，并隐含地表达实体间的空间关系。离散的点就是具有一定数值的栅格单元，一条线就是相连接的一组栅格单元等。这种表达法多用于航卫、卫片和各种图纸的扫描处理。两种表达方式的比较如表1所示。

表1 两种表达方式的比较

分 类	优 点	缺 点
栅格模型	1. 数据结构简单； 2. 与遥感或扫描数据兼容； 3. 空间分析简单。	1. 需要较大的存储空间； 2. 图形输出效果取决于像数点的密度； 3. 难于做投影变换； 4. 难于表达拓扑关系。
矢量模型	1. 所需存储空间少； 2. 支持拓扑关系； 3. 图形输出质量高。	1. 数据结构复杂； 2. 与遥感数据不兼容； 3. 软硬件开销很大； 4. 某些空间分析较困难； 5. 矢量图多次迭代较耗时。

4 空间数据处理技术

4.1 数据组织

空间数据组织是为了对数据进行存储、管理、检索和交换。空间数据非常复杂，有空间特征数据（包括空间位置、几何信息和空间拓扑关系）和属性特征数据（包括数字值和非数字值）。将它们按一定的规律进行分类和编码，使其有序地存入计算机，实现数据在计算机中，按类别进行存储和管理，按类别和编码进行检索，达到高效地数据交换。

4.2 数据集成

空间数据集成是基于工程应用而逐渐发展，对其理论方法的研究处在逐渐成熟中。目前，在空间数据集成的应用和研究中仍存在许多问题需要深入探讨。

4.2.1 数据集成的基础研究

数据集成机理是在集成的各个环节中处理各类问题的理论、方法及规则。数据集成的研究及应用

层次取决于集成各领域的专题研究的进展。空间数据质量控制、空间数据误差传递、空间数据表达、元数据、数据交换等课题的研究将使空间数据集成的理论和技术日渐成熟。

4.2.2 空间数据集成方法与应用

在集成中对数据处理有两种性质：①数据外部形式协调处理，其标志是数据空间特征相对位置、特征数量、属性的构成及层次不发生变化；②数据特征内容的变化，即集成数据参与运算，空间特征、属性内容和时间特征、尺度等或多或少发生了变化，或生成了新的数据集。集成方法是面向不同应用的。每一种集成中都要用到诸如：组成系统描述、界面描述、参考定义、语意相关性、转换功能模块库、访问控制和义务等。空间数据由于来源不同，其参考体系及各种参数存在着很大差异，如何使之匹配起来，需经过一系列的转换、一致化操作等过程。对集成方法和应用的研究包括：数据集成中的数据组织、集成中的多数据集叠加分析、数据转换、遥感数据与GIS数据的集成、全球定位系统（GPS）数据与空间数据的集成。

4.3 数据基础设施标准

目前，我国还没有建立起有关空间数据基础设施的标准。国家基础地理信息中心、国家测绘遥感实验室以及高等院校等部门正在探讨如何建立我国的国家空间数据基础设施标准（NSDI）。

标准是一种次序，它允许通过协作来共同实现单个所不能实现的某一目的。这当然也适用于NSDI。NSDI允许利用计算机技术来访问和共享遵守标准的空间数据，并允许为制图和处理国家自然资源而生产最有用的空间数据的统一数字产品。它包括：数据模型、数据内容、数据采集、定位基准、数据质量和数据交换。实用的NSDI应提供共享空间数据的功能并能维持其原始意义，适应空间数据日益复杂的应用，发展与GIS和空间数据有关的交流。实用的NSDI还应支持开放系统和互操作性，促进数据共享和数据交换，兼顾技术的发展。通过NSDI的实施，空间数据的用途会增加，数据获取的成本会降低，数据总的冗余和重复性工作会减少，空间数据的利用率会得到有效的增加。制定NSDI与其它成功的标准一样，NSDI的制定依赖于有关具体的实际应用，因此必须与其相联系。例如，数据转换标准等。实用标准的制定需要有一种一致的方法，它与实施某个标准有关的所有标准在该标准的制定

期间都必须加以描述。

5 空间数据技术与工程应用的结合

5.1 工程数据库在工程勘察设计中的应用需求

在进行铁路、公路等交通工程的勘察设计中，特别是复杂地区的选线、多方案的比选以及建设高速铁路和公路，其信息处理的复杂程度都远远超过了传统勘察设计的要求。因此，空间数据技术的应用已显得越来越必不可少。随着可持续发展战略在我国现代化建设中的全面实施，以及我国铁路、公路建设的持续和跨越式发展，现代交通工程的最佳设计已不仅仅是要求运行时间最短、工程投资最省和营运费用最少，而且还要求：一方面因投资而在运输方面获得良好的经济效益；另一方面则能有效地与其它社会和环境因素相协调。在这种现代设计思想指导下，铁路和公路勘察设计中的线路方案选择，除综合考虑地形、地物、地貌、地质和水文等自然条件外，还必须顾及交通量、工程投资及铁路、公路使用期内运营费用、环境影响、以及国家和地方有关用地规划与政策。所有这些，尤其是涉及环境影响、车辆运行条件和道路美学的种种问题，实际上是很难用明确的数学模型及数学公式给出唯一确定的解。要解决铁路、公路路线方案选线这类涉及工程、环境、经济等诸因素，而又对公路投资综合效益有很大影响的空间多目标决策问题，靠目前现行的CAD系统以及已有的各种工程勘察设计专业软件尚不足以提供解决方案。因此，引入以空间数据技术为基础的GIS的有关理论、方法和分析手段，利用现代数据库技术发展的最新成果—空间数据引擎技术，通过理论分析，模型建立与影响因子选定，开发出基于空间数据技术的工程数据库，建立一些基于GIS平台的铁路、公路选线方案决策支持系统，在系统功能上达到能为铁路、公路可行性研究和初步设计阶段的线路选线方案提供有效的决策支持。在此基础上，进一步研究该决策支持系统如何与现行CAD系统以及如何与同样基于GIS的数据管理系统的数据共享和系统集成。

5.2 空间数据技术在工程勘察设计中的应用

目前，数字地形模型DTM(Digital Terrain Model)逐渐在铁路和公路的勘察设计得到应用，DTM是利用数字化的航片、既有地形图等资料，遵循“细节描述法LOD(Level Of Detail)”原则，运

用“不规则三角网”技术建立的地表面数模。数模的精度很高，实用性较强，但数据量非常大，数据处理的效率对计算机系统的性能要求相当高。近年来，离散点栅格化矢量数据结构在GIS中被采用，它把整个区域的数据划分成若干个小区域，从而建立起若干个数字地形模型，以提高其使用效率。建立地区数字地形模型后，将此传统的三维几何DTM在概念上加以扩大，对每一平面地形点，将地面建筑、交通、人文等信息以及地质、水文、土壤植被等信息集成为一体，建立起空间工程数据库系统，从而生成该地区的数字地理模型DGM(Digital Geography Model)。在数字地理模型的基础上，以GIS强大的空间分析功能为支撑，研究建立土地适宜性分析模型、位址选择模型、发展预测模型等GIS应用模型，并就各个模型的影响因子及权重系数进行深入研究。在此研究基础上，深入分析铁路和公路线路选线方案、平纵线形优化的理论、数学方法与数学模型，建立系统所需方法库、模型库、知识库及线路方案决策模型，从而使交通工程设计的成果符合现代设计的理念。

6 结束语

工程实际应用五花八门，但工程数据在数据库的方法下进行组织、管理、操作和推理仍有其共性。工程数据的特点主要在于具有复杂的结构和内涵。因此，工程数据库的建立必须具备对这些复杂对象进行组织、管理、操作和推理功能。由于GIS越来越广泛地用于工程建设的各行各业，空间数据技术作为工程数据库建立的一种理论体系和实用方法，已开始被工程界所认识。本文仅对空间数据技术近年来的发展成果做了简单总结，并对如何应用其理论建立工程数据库的方法提出了主要思路，具体深入的研究仍在进行中。

参考文献：

- [1] 毕硕本,王桥,徐秀华. 地理信息系统[M]. 北京:科学出版社,2003.
- [2] 王劲峰,李连发. 地理信息空间分析的理论体系探讨[D]. 国家基金项目论文,2003.
- [3] 鲍军. 我国GIS技术与应用的现状和对策[D]. 863—13主题专家组论文.
- [4] 陈其明. 工程数据库原理[M]. 北京:测绘出版社,1991.