

面向野外地质填图的空间实体对象表达

袁艳斌^{1,2} 吴冲龙² 李伟忠²

(1. 华中科技大学水电系, 武汉 430074; 2. 中国地质大学资源学院, 武汉 430074)

摘要: 开展以计算机技术为核心的辅助地质填图野外数据采集, 必须以野外地质空间实体数据的采集为主线研制地质填图野外数据采集系统. 运用软件工程和系统工程学的方法, 把面向对象软件工程开发技术与实际野外地质填图流程相结合运用到系统开发的各个环节, 研究面向野外地质填图空间实体的分析方法和面向野外空间实体的数据对象的分析模型; 建立了野外地质空间实体 E-C-R 模型、类层次结构及信息结构模型, 为系统实现及系统集成提供了可行的技术开发路线.

关键词: 野外地质填图; 地质空间实体; 面向对象技术; E-C-R 模型; 信息结构模型.

中图分类号: P628.4 **文献标识码:** A

文章编号: 1000-2383(2001)02-0192-05

作者简介: 袁艳斌, 男, 讲师, 1970年生, 2000年毕业于中国地质大学研究生院, 获博士学位, 现在华中科技大学水电系博士后流动站从事“数字城市”及地理信息系统方面研究.

20世纪80年代中期世界范围内先后开始了新一代的地质填图试验^[1~3]. 由吴冲龙教授主持的国土资源部“九五”重点科技攻关项目“计算机辅助1:5万区域地质填图系统”(95-06-002), 就是为了实现地质填图野外计算机辅助获取、管理基础地质数据, 以及对所获取的综合地质数据进行智能化、半智能化室内人机交互整理、图件编绘的整个地质填图过程的计算机辅助化. 区域地质调查所涉及的带有复杂拓扑关系的空间信息, 对野外基础数据的一体化快速采集和科学管理提出了更高的要求. 因此, 研究野外填图地质空间实体的各类信息结构及其内在联系, 建立可用计算机实现的野外空间实体信息模型就成了野外填图空间信息快速采集系统的主要研究内容.

1 客观地质实体的描述

客观地质实体在地质填图中可以概括为地球表面上反映现实基本地质情况的各种现象, 它包括特殊地质点、线状地质界线和构造形迹、面状地层体

等. 由于地质历史变迁、自然变化和人们社会活动的不断进行, 客观地质实体的现实面貌也在不断发生改变.

1.1 地质实体的表现方法

1.1.1 传统方法 人们对基本地质现象的认识是基于地质客观实体的存在通过地质填图而产生的, 其最好的表现形式就是各类地质图件. 传统的地质图对地质要素的描述具有以下特点和局限: (1) 采用专用符号表示地物, 具有高度的概括性, 而不是对地质实体的“摄影”或“绘画”, 符号简单、明朗、抽象. (2) 图廓整饰信息、图式符号、文字注记是地质图的三大要素, 它与符号的几何尺寸、坐标位置、标识作用以及地图描绘技巧等内容融合在一起, 不可分割. (3) 采用变形较小的聚脂薄膜人工墨绘图形, 并按一定的范围分幅. (4) 使用地质图人员必须具有一定的专业知识和识图能力, 看图过程就是对图符符号的认识过程, 用图人员必须了解图示符号的含义才能看懂地质图. (5) 每幅图的表示范围有限, 无法反映区域全貌. (6) 在使用中, 要想从地质图中认识地物, 必须经过大脑的想象和判断. 要想得到其尺寸还需用尺子等工具进行图上量算. (7) 用图人员无法从地质图中自动分类提取有关信息.

1.1.2 数字化的表示 随着以计算机技术为核心的现代信息技术特别是空间信息技术的发展和

收稿日期: 2000-11-30

基金项目: 国土资源部“九五”重点科技攻关项目 (No. 9506002); 国土资源部矿产资源定量预测及勘查评价开放研究室资助项目.

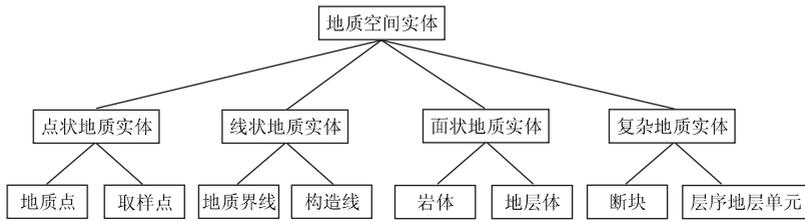


图 1 地质空间实体分类示意

Fig. 1 Classification illustration of spatial geological entity

CAD 技术、GIS 技术的应用以及地质填图的计算机辅助化^[4],对客观地质实体的数字化表示已经成为地质填图部门的基本要求. 与传统的纸质地质图件所表示的地质实体相比,地质实体的数字化表示具有以下特点:(1)对野外地质客观实体——地形地物及地质现象的表现形式更加丰富直观,可视性更强,图形的显示具有丰富的颜色,可按不同类别分层存放、显示、查看、检索和绘图。(2)具有较高的客观反映效率和表示质量. 由于表示结果以数字形式存在并用磁介质保存,因此不存在图纸变形等方面的问题,便于长期储存和多领域广泛的服务。(3)便于数字化地质图件的动态管理、维护和更新。(4)可按使用部门的要求在计算机上方便地提取有用信息和内容。(5)数字化的地质实体是在传统认识方法基础上对地质实体的数字化表示,一般采用矢量数据结构,便于地质填图人员实时编修. 除此之外,栅格图像和正射数字影像地图也为客观地质实体的表现形式增添了新的内容和方法.

1.2 面向对象的地质实体空间目标表达机制

1.2.1 野外地质空间中的实体和目标 地质实体在计算机中的映射均表现为空间目标. 空间目标同时具有特定几何形态和专题地质属性两类数据. 目前人们大多认为,自然空间中的空间实体,若仅考虑到二维空间,至少可以抽象为下列三种基本的空间目标类型:点(point). 用于代表 0 维实体,如地质观察点、地质取样点等;线(line). 用于代表 1 维实体,如地层分界线、构造形迹等;面(polygon). 用于代表 2 维实体,如岩体、地层单元等;其他更复杂地质空间实体的表达均可由这三种基本类型组合而成. 如网络(network)可以由线类型来组成,区域(region)可以由面类型组成.

地质实体空间点类型是面向对象野外地质填图空间数据采集系统中最简单的一个类,但它在地质实体空间应用中却具有不同一般的意义,野外地质空间中的许多实体都可以用点类型来表达,同时许

多地质实体也都是由点类型组成的. 因而对空间点位相关的空间数据完备采集极为重要. 地质实体空间线类型用来表示线状空间地物. 地层分界线、构造形迹是线类型的代表. 线类型由许多点类型组成,因而可以利用相关地质点形成某类线,如为同一地层分界线的所有地质点,属同一类型,它们可构成一条地质界线;利用线类型也可以构成非常复杂的地质体类型. 地质实体面类型是野外地质空间中最重要类型之一,对这类空间数据的完整表示也是野外填图工作的最终目标之一. 从几何空间看,它是欧氏空间中的一个子集,而且整个子空间是连通的. 面类型的空间属性包括位置、面积和边界,它的边界是由线类型组成的. 面类型可以用来表示地质空间中的二维地质实体,如岩体、岩层等. 区域(region)如地质省或地质断块是由面类型构成的具有重要地质意义的一类复杂地质组合目标,它由几何上不重叠的一组面目标构成.

在充分考虑地质空间实体及实体之间联系之后,根据地质实体分类(图 1)得出如图 2 所示的表达地质空间点、线、面的 E-C-R 模型.

1.2.2 面向对象的地质实体空间目标表达 根据图 2 所示的 E-C-R 模型,我们可以得出基本空间

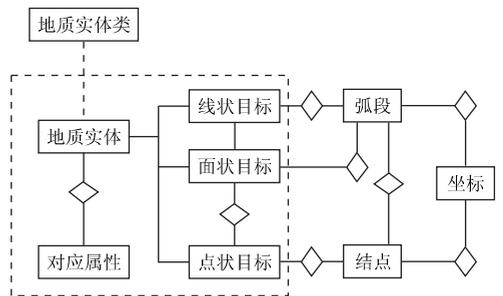


图 2 地质基本空间目标点、线、面的 E-C-R 模型

Fig. 2 E-C-R model of point, line and area on basic geological spatial objects

◇. 目标间的联系

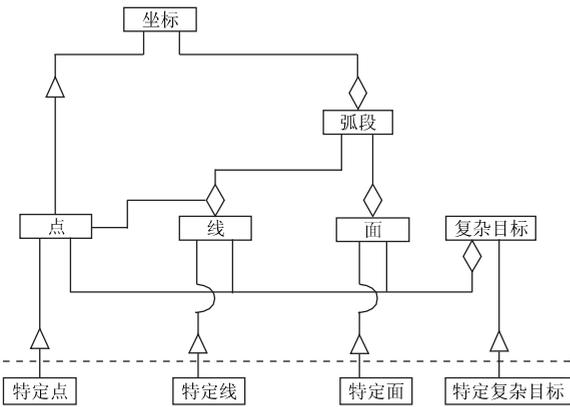


图 3 基本地质空间目标的类层次结构

Fig. 3 Class hierarchy of basic geological spatial objects

△. 继承关系

地质实体的类层次结构(图 3)。在图 3 中,特定点是指以点类为父类生成的带有一定属性结构的点目标类型,如地质点、取样点等;特定线是指以线类为父类生成的带有一定属性结构的线目标类型如行政区划线、岩层界线、构造线等;特定面是以面类为父类生成的带有一定属性结构的面目标类型如岩体、地层等;特定复杂目标则是带有一定属性的复杂目标,它可能包含点、线和面三类,如非史密斯填图中的断块等。

根据地质空间实体均具有空间坐标这一性质,从中抽象了一个数据类型——坐标点(coordination),作为所有空间目标的共同超类(superclass),在它的内部将封装坐标(X,Y)和与之相关的一些操作,如坐标系统匹配及转换(conversion)等。点(point)是空间坐标点的子类,点代表了点状地质实体。因而它必须具有唯一的标识。点类的基本操作除从坐标点类继承以外,还有点的形象化表示。弧段(arc)是空间坐标点联合的结果。在面向对象的程序设计语言中,联合并不象继承那样有专门的实现机制,它的实现方法较灵活,一般是利用数组来实现的。空间坐标数组是弧段的一个数据成员,它的每个元素都是一个构成该弧段的空间坐标点对象。线(line或polyline)是弧段的联合。线具有标识,一定的形象化表示。面(polygon)可看成点与线的聚集,也具有标识,具有特定的轮廓、填充颜色和花纹等。

从以上对基本地质空间目标对象的分析过程中可以看出,野外地质填图计算机辅助空间信息采集系统研制的重点是放在野外空间地质实体的对象和其内容上,解决的首要问题是我们研究的具体野外实

体对象有哪些以及这些对象都封装了什么填图要素,无疑要与地质填图专家和野外填图实践紧密结合。

2 野外地质实体对象模型的建立

基于面向对象系统开发^[5]的系统对象模型建立一般要经历如下步骤:系统调研、系统分析——对系统进行初始描述、建立系统的信息结构图和规范系统的文本说明文件^[6]。

此处就地质填图野外空间信息结构图的建立举例描述。

(1)信息结构图中使用的图示符号,如图 4 所示。(2)本系统研究的对象主要是矢量结构的空数据,按照空间数据的存储和处理方式,依据地质填图野外工作流程^[7~9],把上述基本地质空间目标中层次中抽象数据模型分解具体化,建立起地质填图野外空间信息结构图,如图 5 所示。

3 结论

运用软件工程学和系统工程学的理论,把面向对象软件工程开发方法与实际野外地质填图相结合运用到系统开发的各个环节,特别是在类似地质填图复杂系统开发的系统分析及系统设计初始阶段,以先进的面向对象系统分析和系统设计方法为基础,使系统的编程实现具有明确的目标和可行的实

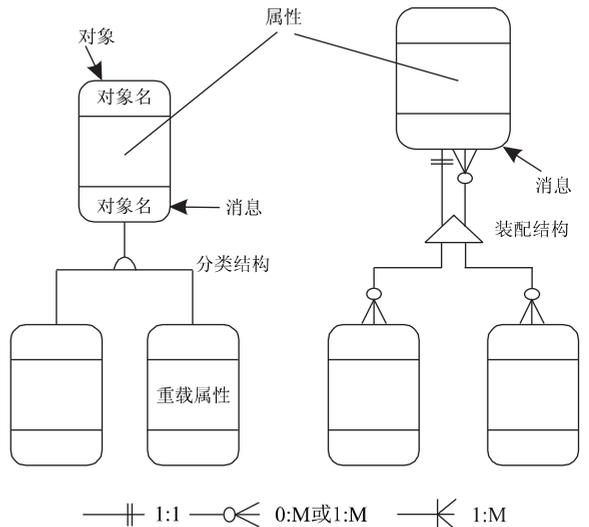


图 4 信息结构模型中图示符号

Fig. 4 Graphics symbol of information structure model

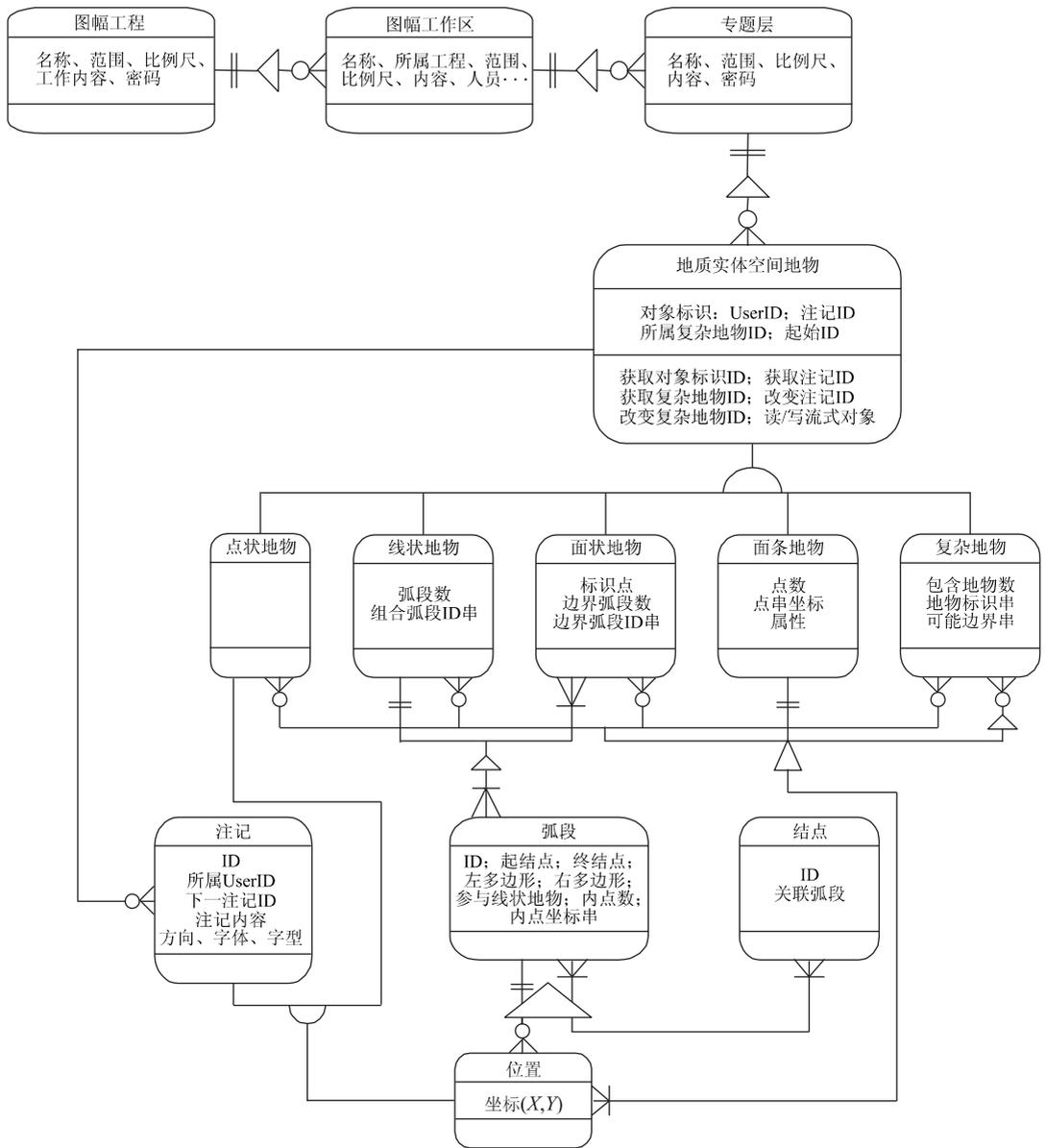


图 5 野外地质实体抽象空间数据类型的信息结构模型

Fig. 5 Information structure model of abstract spatial data about field geological entity

施模型,并能极大提高系统开发效率和软件质量,以及与实际野外地质填图工作的适应性;使所开发的系统具有良好的可移植性、再开发性及可维护性。建立的面向野外地质填图空间实体的分析方法和面向野外空间数据对象的分析模型和设计模型及所建立的信息结构模型,以此为据所研制的系统已进入系统测试和优化阶段,并在测试中取得较好效果^[10]。

参考文献:

[1] 姜作勤,俞全宏. 美国地质调查所数字制图、GIS 应用与地质信息管理的现状与趋势[J]. 地质信息技术,1992, 8

(3): 10~43.
 [2] Schetselaar E M. Computerized field-data capture and GIS analysis for generation of cross sections in 3-D perspective views [J]. Computers & Geosciences, 1995, 21(5): 687~710.
 [3] 姜义,赵宏伟. GIS 在区调工作中的应用前景[J]. 中国区域地质,1997, 16(1): 69~74.
 [4] 李裕伟. 空间信息技术的发展及其在地球科学中的应用[J]. 地学前缘,1998, 5(1~2): 335~241.
 [5] 殷人昆,田金兰,马晓勤. 实用面向对象的软件工程教程[M]. 北京:电子工业出版社,1998. 6~52.
 [6] 吴冲龙,汪新庆,刘刚,等. 地质矿产点源信息系统设计原理与应用[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1996.

- [7] 魏家庸, 卢重明, 徐怀艾, 等. 沉积岩区 1:5 万区域地质填图方法指南[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1992.
- [8] 房立民, 杨振升, 李勤, 等. 变质岩区 1:5 万区域地质填图方法指南[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1992.
- [9] 高秉璋, 洪大卫, 郑基俭, 等. 花岗岩区 1:5 万区域地质填图方法指南[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1992.
- [10] 袁艳斌, 韩志军, 刘刚. 基于 GIS 的 1:5 万区调野外空间数据快速采集技术[J]. 地球科学进展, 2000, 15(3): 319~326.

OBJECT STYLES OF SPATIAL ENTITY FOR FIELD GEOLOGICAL MAPPING BASED ON OBJECT-ORIENTED METHOD

Yuan Yanbin^{1,2} Wu Chonglong² Li Weizhong²

(1. Department of Hydraulic & Water-power & Automation Engineering, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China; 2. Faculty of Earth Resources, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

Abstract: In order to carry out field geological mapping and data acquiring with computer assisted technology, the focus should be put on the acquiring of field geological spatial entity data, so as to develop geological mapping field data acquiring system. With the help of software engineering and system engineering, the combination of object-oriented software developing technology with practical field mapping is applied in every stage of the system development. Methods for the analysis of the field mapping spatial entity and the analysis models for its data object are studied. In this paper, the building of E-C-R model of field geological spatial entity, class hierarchy and information structure model are discussed. These models have been the base of this system development and satisfactory effect has been achieved.

Key words: field geological mapping; geological spatial entity; object-oriented technology; E-C-R model; information structure model.