



第五届

ArcGIS暨ERDAS中国用户大会

论文集 (2002)

富融科技有限公司 编



地震出版社

第 五 届
ArcGIS 暨 ERDAS 中国用户大会
论文集（2002）

富融科技有限公司 编

地 震 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

第五届 ArcGIS 暨 ERDAS 中国用户大会论文集 (2002) / 富融科技有限公司编
—北京: 地震出版社, 2002.9
ISBN 7-5028-2149-X

I. 第 ... II. 富 ... III. 地理信息系统—应用软件, ArcGIS—学术会议—文集
IV. P208-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 063111 号

第五届 ArcGIS 暨 ERDAS 中国用户大会论文集 (2002)

富融科技有限公司 编

责任编辑: 李 玲

出版发行: 地震出版社

北京民族学院南路 9 号

邮编: 100081

发行部: 68423031 68467993

传真: 68423031

门市部: 68467991

传真: 68467972

总编室: 68462709 68423029

传真: 68467972

E-mail: seis@ht.rol.cn.net

经销: 全国各地新华书店

印刷: 北京地大彩印厂

版 (印) 次: 2002 年 9 月第一版 2002 年 9 月第一次印刷

开本: 889×1194 1/16

字数: 1325 千字

印张: 44.75

印数: 0001~1800

书号: ISBN 7-5028-2149-X/TP·82 (2707)

定价: 100.00 元

版权所有 翻印必究

网络服务与 ArcGIS (代序)

随着.COM 泡沫的破灭, IT 界的人们走过了一段痛定思痛的艰难历程。对于 Internet, 多余的水分被逐渐挤掉后, 剩下的真该值得珍惜与发扬。早在 1998 年, 比尔·盖茨就提醒世人说: “我们高估了它的现在, 但却低估了它的未来。”现在看来, 这一警世真言的前一句, 准确地预言了.COM 泡沫的破灭; 而其后的后一句, 则指点江山, 圈定了接下来若干年 IT 的主战场。

.net 构架, 是 Microsoft 为决胜 IT 主战场而精心设置的八卦阵, 而以 Sun 公司为首的阵营则祭出了 SunONE (Open Network Environment) 与之叫板。以往 20 多年来在计算机操作系统领域打得昏天黑地的战争, 直接延伸到了 Internet 领域。表面上看, 是 Microsoft 和 Sun 在争斗, 实质上几乎所有的主流 IT 厂家都直接或间接地在参与这场 IT 世界大战。纵观争斗双方各自的解数, 我们不难看出, 他们虽然打得不可开交, 但是真正的分歧并不在网络服务 (Web Service) 模式 and 对其所赖以实现的 XML、SOAP、WSDL 和 UDDI 等底层协议的支持, 相反, 他们在这些点上倒是十分一致的。这种一致给看着“神仙打架”的“众百姓”吃了一颗“定心丸”: 不管他底层如何实现, 我们在网络环境下享用网络服务的模式是一致的, 前景十分美好。随着这种模式逐步地实现, 我们将被带入一个全新的网络服务时代。

看看 Internet 和基于 Internet 的 Web GIS 这些年的发展: 第一代, 我们只能在网上简单地提供文字和图片信息, Web GIS 也只不过能把一些简化的地图数据发布出来。后来, 人们在 Internet 上寻找到一些盈利模式, 可实现简单的电子商务, 此时的 Web GIS, 就其实现的程度而言, 各厂商之间已经拉开了相当的距离。像 ESRI 这样的 GIS 技术先驱, 在技术上实现了全面的 XML 支持, 在 Web GIS 环境中集成了对元数据的一体化管理和发布技术, 并且将 ArcMap 的高级制图功能延伸到了 Internet 环境中, 使得 ArcIMS 能够在 Internet 上发布具有专业制图水准的地图。我们姑且将这一阶段划定为 Internet 的第二代。GIS 在第二代的 Internet 环境中, 只能是单向地对外发布地图信息, 人们可以发布数据和对数据的相对简单的操作, 但却不能发布高级的 GIS 功能或服务, 当然更无法在 Internet 环境中象寻找空间数据那样寻找 GIS 功能和服务。关键原因在于, 在第二代 Internet 环境中, 技术上实现的只是客户端与服务器间的交互, 而服务器与服务器之间的交互或更一般的机器与机器之间的交互却没有实现。

现在要实现网络服务, 就是要彻底解决机器与机器间的交互问题, 这是第三代 Internet 的主要特征。所谓网络服务, 即是在 Internet 上通过标准的 web 协议可编程访问的 web 组件。这些 web 组件可在任何提供相应功能服务的机器上加以实现和发布, 而 Internet 上任何其它的机器上的客户端或服务上的其它网络服务都可以寻找到并调用之, 从而实现整个 Internet 环境上的服务共享。这是真正意义上的分布式计算模式, 这种模式之下, Internet 将成为真正的中心。ESRI 也将其看成是 NSDI (National Spatial Data Infrastructure)、GSDI (Global Spatial Data Infrastructure)、甚至数字地球的真正解决之道。

被广泛接受的 XML 可以解决网上交互的内容描述问题。因为网络服务所要涉及的信息已经不是简单的文本和图像, 而是数据, 在 GIS 领域更是如此。描述问题解决了, 接下来是机器间如何进行沟通? 这是 SOAP (Simple Object Access Protocol) 协议解决的问题。SOAP 是不同机器中对象进行信息交换的协议, 它也是基于 XML。按照 SOAP 协议封装的信息中, 将包含客户端申请网络服务必须的内容, 如名称、参数等。而服务器端也会按照 SOAP 协议发回相应的结果。但光有 SOAP 还不够, 客户端的程序如何才能知道网络服务提供了什么样的服务呢? 于是, 有了 WSDL (Web Service Description Language) 协议, 用它来描述网络服务的相关信息。最后, 网络服务的

提供者需要一种手段来将自己开发的网络服务在 Internet 上发布出来, 类似作广告一般, 让别人知道, 在需要的时候可以找到他这里来。这就又有了 UDDI(Universal Description, Discovery and Integration)协议。

主流 IT 在将 Internet 带入网络服务时代上面, 可谓殚精竭虑, 不遗余力。现在看来, 准备工作已经基本就绪。一场技术革命的风暴即将来临。

ESRI 将如何迎接这场风暴?

首先, 我们看到, ESRI 在前不久发布的 ArcGIS 8.2 和 ArcIMS 4.0 中, 将通常意义上的桌面 GIS 平台与作为 Internet 地图发布服务器的 ArcIMS 进行了整合。ArcGIS Desktop 可以直接作为客户端访问 ArcIMS 的地图服务。ArcGIS Desktop 的 ArcCatalog 中内置了对空间数据的元数据进行编辑、同步、导入、导出等工具。在 ArcIMS 中新增加了元数据服务器, 通过它可以在网 (Internet/Intranet) 上设立元数据服务。在 ArcCatalog 中简单地拷贝要在网上发布的地元数据, 并粘贴到通过 ArcCatalog 连接的 ArcIMS Metadata Service 即可将其发布。一切都是基于 XML 进行。缺省情况下, ArcGIS 现在直接支持 FGDC 和 ISO 的元数据标准, 同时, 允许用户自由地定义自己的元数据格式标准并通过 ArcIMS Metadata Server 进行发布。

有了元数据服务器, 就可以将自己拥有的空间数据在网上广而告知, 同时, 需要数据的人也可以通过对元数据的搜索, 在网上找到其所需要的数据, 可谓各得其所。除此服务和需求之间的沟通之外, ESRI 发布元数据服务器的更深层的意义还在于, 所有拥有空间数据的政府、组织、部门和商业机构都可以建立自己相对独立的地理信息网络节点。在这样的网络节点上, 首先是其内部可以自成体系地使用自己的信息资源, 同时, 也可以通过元数据服务器, 将自己可以 (或愿意) 与别人 (有偿或无偿地) 共享的数据在网上广而告知。发布元数据, 较之直接发布数据本身更加高效, 同时也更安全。所有这样的节点可以在一个或多个主要的入口服务器上注册, 并通过它在更广 (跨部门、跨行业、跨地区, 甚至跨国界) 的范围内进行共享。这是针对在网络上提供数据共享服务方面 ESRI 所做的准备之一, 也是 ESRI 在其所倡导的 g.net 构架中扎扎实实迈出的一步, 为建立 NSDI 和 GSDI 提供了切实可行的实现途径。

在 ArcIMS 4.0 中, ESRI 还增加了一个新的空间服务器: ArcMap Server。通常, 在 Internet 环境中从浏览器上看到的地图都是十分简化的, 图上所用的符号、线形、渲染效果等由于服务器端的表达能力所限, 不得不“忍痛割爱”。像 ArcMap 所能生成的那种十分精美而专业的各种地图, 我们在以往的 Web GIS 软件上根本无法享用。而 ArcMap Server 则可以在服务器端, 将任何用 ArcMap 制作生成的专业水准的地图在 Internet 上发布出来。ArcMap Server 上发布的地图服务, 还包括所有从 ArcMap 可以直接访问的 ArcIMS Image 和 Feature 服务、CAD 数据、Personal Geodatabase、注记、格式化文本信息及动态分段等, 由此可以整合多个服务器的数据和地图加以发布。

ESRI 正在努力将类似 ArcMap Server 所提供的 GIS 服务变成真正意义上的网络服务 (Web Service)。ArcGIS 9.0 的主要任务就在于此。

ArcGIS 9.0 是 ESRI 的下一代基于网络服务的 GIS 平台。在 ArcGIS 9.0 中, ESRI 将全面整合 ArcGIS 与 ArcIMS。ArcIMS 的对应版本为 9.0, 基于 SOAP 的 ArcGIS 网络服务将被引入其中, 另外, 还将增加一个网络服务层 (Web Service Tier)。

基于 SOAP 的 ArcGIS 网络服务包括:

(1) Map Service: 提供对所发布地图的显示和描述; 显示所发布的地图 OUTLAYOUTS; 支持空间要素的查询检索; 支持用户基于自己提供的地址表加入地理编码图层; 支持用户基于自己的事件表加入动态分段图层; 允许用户加入基于服务器端空间数据的地图图层; 允许用户自行控制地图符号、着色渲染等。

(2) Geocoding Service: 支持地址标准化、地址正确性检查、单一地址匹配、批量地址匹配以及远程的地址匹配更新、查找。

(3) Geodatabase Service: 支持基于 Internet 的 Geodatabase 连接; 支持数据浏览和查找; 支持数据管理和预览; 支持数据上载和下载; 支持离线编辑。

(4) Geoprocessing Services: 在 Internet 环境中提供 Geoprocessing 工具箱; 支持远程功能和数据的查找; 支持远程功能执行; 支持创建和下载数据; 支持指定和上载模型。

新的网络服务层上, ESRI 将同时支持 JAVA 和 .net 技术, 分别提供 ArcIMS.NET 类库和 JAVA 类库。网络服务层还提供一个可扩展的模板框架, 可以在 .net 和 JAVA 环境上工作, 用于发布 Web 应用模板。借助该模板框架可直接生成基本的或高级的地图窗体及搜索应用, 也可以方便地将内部或第三方的应用模板加入进来。

前面我们提到, 为了实现网络服务框架, 业界已经发展出了成体系的协议标准, 如: XML、SOAP、UDDI 和 WSDL 等。ESRI 对这些主流的协议标准都提供全面的支持, 因而在所有层次上都具有良好的开放性。尽管 ArcGIS 9.0 尚未正式发布, 却已有几十个著名的 GIS 相关机构加入了对 ESRI Web Service 的支持。在 ESRI 发布的 ArcWeb USA 服务框架中, 已经提供了 40 个不同的网络服务, 并且还会不断增加。客户端的应用可以通过 Internet 访问远端的 ArcWeb 服务, 实时地执行诸如: 高级制图、地址匹配、地名查找、路径优化任务等, 而无需在本地设置相应的数据、应用服务环境 and 功能。ArcWeb Service 通过 SOAP 协议与客户端和其它的 Web Service 进行交互通讯, 任何第三方开发的应用服务, 只要支持 SOAP 等相关协议, 就可为其客户端间接地提供由 ArcWeb Service 提供的服务。在 Internet 上如此服务接服务, 一波一波蔓延开来, 终将构成一个遍布全球的 GIS 服务网络, 而最终的网上用户则无需知道他所需要的 GIS 相关服务到底来自何方。

ArcWeb USA 还只是一个 GIS Web Service 的雏形。事实上, ESRI 在应对 Internet 技术革命所提出的严峻挑战时, 不只在服务器端布下了关键的棋子。在专业化高性能客户端和移动式智能终端等领域都有相应的布局。随着 ArcGIS 9.0 的推出, Web Service 在 GIS 社会化趋势中所起的作用也必将进一步凸显并被人们具体感受和认知。如 ESRI 总裁 Jack Dangermond 所预言的“数字地球神经网络”, 在这一系列创新体系结构和技术的强力拉动之下, 会在人们的视野里逐渐清晰起来。

我们由此有一种预感: GIS 将会无处不在, 随时随地伴随着我们。

套用一位智者的话说: 当一种东西让人感受不到却又离不开时, 它已经成为最为重要的部分了。

水如此, 空气如此, GIS 也如此。

蔡晓兵

目 录

国家基础地理信息数据库 1:5 万 DEM 管理系统的设计与建立	
.....	王东华 吉建培 刘建军等 (1)
国家基础地理信息中心地理空间数据网络备份研究	翟 永 宋雪生 (9)
ArcObjects 在天津市地籍数据库系统中的应用	孟浩东 (14)
基于 ArcSDE 的影像数据库建立及应用开发	尹 杰 (19)
规划道路中线略图的绘制	张保钢 (26)
基于 GIS 的城镇地籍管理信息系统建设	汤 军 彭宏伟 古 立等 (33)
基于 GIS 的工程地质编图	温瑞智 周正华 钟思齐等 (40)
宁波市基础地理信息系统的设计	戴 瑜 (45)
建立正射影像库管理系统的技术方案	钟文军 薛 涛 (53)
建立基于 MapObjects 的境界管理系统的实践与研究	胡引翠 (58)
为地理数据库设计有效性规则	赵思健 陈志远 (63)
空间信息综合服务解决方案	侯茗升 方 凌 (67)
ArcIMS 在数字区域地理空间基础框架建设中的应用	王占宏 刘彦军 (72)
基于 ArcGIS 的地图符号库建立及符号化实施	祁华斌 艾廷华 胡 珂 (78)
GIS 在森林火灾管理中的应用研究	肖 燧 欧阳志云 王效科 (83)
基于 ArcGIS 的森林防火辅助决策系统	李应国 高金萍 (92)
应用 ArcView 绘制武夷山自然保护区林业基本图	金昌善 (97)
遥感和地理信息系统在福建省湿地资源调查中的应用研究	肖 胜 (101)
用 ArcView 开发滩涂资源管理系统	孙 玲 金之庆 刘 羽等 (105)
利用 ArcView 分析高频地波雷达有效覆盖海域	宋文鹏 陈江麟 (110)
通过空间分析实现赤潮多源数据融合	陈江麟 宋文鹏 (113)
台湾海峡渔业信息系统的研制和开发	张学敏 商少凌 商少平等 (115)
我国海洋矿产资源信息特征、系统集成与应用产品开发	
.....	闫卫东 刘吉祥 吴仲煜等 (120)
利用地理信息技术进行海洋生物资源量计算的方法研究	
.....	李继龙 葛常水 李小恕等 (127)
渔业环境评价模式在地理信息系统中的实现	王立华 (136)
基于 GIS 技术的退耕还林规划信息系统研制	肖 燧 李振新 欧阳志云等 (142)
基于 ArcObjects 的土地管理信息系统设计	余 斌 汪承义 陈志骞等 (151)
基于 ERDAS 和 ArcInfo 的荒漠—绿洲景观分类研究	
.....	王兮之 施维林 张 军等 (159)
ArcInfo 支持下的区域土地利用变化研究	任春颖 刘湘南 (164)
基于 MapObjects 和 ArcSDE 开发地籍管理信息系统	葛 艳 黄华国 赵彤彤 (171)
基于 MapObjects 2.0 建立园区土地利用管理信息系统	李承鑫 (177)
天津市土地登记查询系统的设计及分析	于海波 (180)

基于 VB + MapObjects 的秦皇岛市矿产资源电子沙盘系统

.....	胡殿常	康子林	李俊录等	(184)
陕北地区植被、土地利用类型遥感分类方法研究	刘安麟	李登科	邓风东等	(189)
遥感和 GIS 技术在西部地区生态环境现状调查中的应用	刘玉平	王 桥	申文明	(195)
全国矿产资源规划管理信息系统建设	申胜利	任效颖		(203)
云南省国土资源厅国土矿产资源管理信息系统	车学文	刘绍中		(207)
全国 1:20 万数字地质图空间数据库建设	李晨阳			(211)
建立物探图形数据库的方法研究	刘炳香	王文争		(220)
城市历史遗产保护规划的发展及其 GIS 技术应用研究	胡明星	董 卫		(225)
3S 技术在中国农业中的应用	吴 全	李树君		(229)
中国农业工程的 GIS 标准化建设	吴 全			(235)
湖北省县域农业投资环境评估支持系统研究	文余源	邓宏兵	詹小国等	(239)
广州农业地理信息系统 3S 技术应用的典范	范 肇	毛海峰		(243)
关于区县级环境地理信息系统建设探讨	吴光红			(247)
基于遥感和 GIS 技术的水资源与生态环境评价管理信息系统	蒋云钟	赵红莉	韩素华	(251)
WebGIS 在赣江流域环境数据发布中的应用研究	赵冬泉	贾海峰	程声通	(257)
GIS 技术在赣江流域水环境规划中的应用	欧志丹	贾海峰	程声通	(264)
GIS 在河北省水环境功能区划管理信息系统中的应用	王晓民			(269)
GIS 技术在水环境管理中的应用——东深流域水环境管理信息系统简介	陈春贻	黎嘉明	付红彬等	(273)
数字三峡地形及其水文地理信息系统	陈洋波			(282)
ArcSDE 在水利多用户显示系统中的应用	项彦生	陈志远	赵思健	(287)
GIS 全方位服务于城市排水管理——上海排水行业 GIS 建设实践	奚卫红	戚福明	王文强等	(290)
基于 GIS 的洪灾遥感监测与损失估算系统	魏文秋			(298)
基于 GIS 的上海市防汛决策支持系统研制	郑晓阳	胡传廉		(304)
GIS 技术在防汛工作中的应用——吉林省防汛信息系统简介	徐 辉			(309)
珠江流域重点堤防数据库建设方案简介	高政毅	曹世凯	富凤丽	(315)
基于 GIS 的汕头市水灾信息系统	徐 鹏	陈志远	赵思健	(321)
ERDAS IMAGINE 在城市水灾模型建立中应用的初步探讨	杨友龙	陈志远	陈建文	(327)
地震现场灾害损失评估中的地理信息系统解决方案	王晓青	丁 香	王米伊	(331)
地震灾害应急管理保险：以福州市防震减灾信息管理与应急辅助决策系统	曲国胜	李亦纲	许建东等	(341)
及其应用为例	石建军	刘志清		(353)
建立城市建设档案的空间索引	吕洪利			(358)
RS&GIS 在北京地区景观格局研究中的应用	北京方位捷讯科技有限公司			(363)
城市空间信息基础设施建设解决方案	程大鸣	宋小冬		(368)
版本管理技术在城市规划中的应用	党安荣	毛其智	王晓栋	(375)
GIS 在人居环境研究中的应用分析与展望	张震宇			(380)
GIS 系统在城镇环境规划中的应用	李勇智	马民涛	彭永臻等	(394)

基于 GIS 和相关数学模型的城市环境空气质量评价系统	张 路 廖明生 孙利民等 (399)
城市环境信息系统研究	陈 菁 (404)
宁波市区域经济分析与预测系统	钱旭东 (408)
应用 MapObjects 开发北京市道路交通噪声信息管理系统	王庆杰 马民涛 李勇智等 (411)
广州市城市规划信息系统城市基础地理信息数据库的建设和发展设想	唐忠成 (415)
ArcIMS 在房产系统中的应用	俞 峰 余远见 王冬梅 (421)
全关系模型 GIS 系统研究与应用——以基于 Oracle 8i 与 ArcSDE 8 的 《南京房产图形管理系统》为实例	舒飞跃 (430)
宁波人口地理信息系统	陈燕芳 陈茂松 (438)
ArcGIS 在配电管理系统中的应用	赵江河 董春晖 刘 军等 (441)
GIS 技术在天津电力输配电管理中的应用经验	吴莉萍 杨洪波 (445)
GIS 与 SCADA 的底层数据共享	王志毅 陈 炜 (451)
GIS 与 TCM 的结合	张 英 汪 祥 (454)
实用化的配电网图文系统	李品飞 陈 炜 (459)
ArcIMS、ArcSDE 在电力系统中的应用	丁明柱 孙立民 (465)
苏州供电公司手持 GIS/GPS 系统设计	郑晓平 (469)
沈阳市供水管网地理信息系统简介	尚剑红 高铁军 徐世斌 (473)
城市供水管网信息系统的设计与实现	蔡立辉 周 辉 (481)
大连市地下管线综合信息管理系统	罗晓玲 (489)
基于 ArcGIS 的城市地下煤气管网管理系统数据库的设计方法	罗智勇 刘湘南 (494)
甘肃电信 GIS 本地网管线资源管理与决策支持系统的研发及应用	王江川 陈 峰 张瑞序等 (499)
地理信息系统在移动通信网络无线覆盖预测中的应用	姚 新 欧阳玉飞 司亚清等 (522)
ArcSDE 在移动定位中的应用	袁庆友 柳赛普 杨庆民等 (528)
掌上地理信息系统 (HandGIS) 的应用与发展	顾登生 (533)
地理信息系统在银行的应用	徐 彤 张新伟 (538)
交通银行 GIS 系统的探索和研究	顾登生 徐 浩 (547)
警务地理信息系统的设计与建设	唐一军 王 谦 冯 松等 (550)
地理信息系统在核应急决策支持系统中的应用	何穗锦 晋振国 (560)
遥感技术用于洲滩型血吸虫病流行区钉螺孳生地生态监测的研究	张世清 姜庆五 (564)
网络化校园综合管理信息系统的实现	陈红艳 聂宜民 盖海鹏 (570)
清华大学校园网络 ArcGIS 运行管理与应用	毛其智 党安荣 王晓栋 (575)
基于 ArcView 的 Avenue 开发数据处理扩展模块	冯 涛 (581)
ArcView 应用于系统二次开发的新发现——对话框 (Dialog) 的应用	王 娟 (585)
ArcView GIS 中视窗的分幅输出	王文进 黄泽敏 瞿松柏等 (590)
ArcSDE 在栅格数据存储中的应用	刘启明 李利军 (594)
最短路径在 GIS 中的实现和应用	赵思健 陈志远 (599)
地理信息系统 (GIS) 应用中图形数据的组织和管理	谢文勇 黄长江 陈志远等 (605)
大型数据库管理海量空间数据初探	曹豫江 连举敏 (609)
数字空间信息统一传递的实现方案	董宇阳 董 杰 (617)

用 ArcObjects 开发 GIS 3D 分析的两种思路	杨宜进 王金鹏 周 平等	(622)
利用 ArcObjects 实现图形和属性数据编辑	赵思健 陈志远 杨友龙	(626)
调用 ArcObjects 组件开发独立的应用程序	周 平 李美花 杨宜进等	(632)
组件对象模型在行业 GIS 开发中的应用	朱 玉 李龙澍	(637)
如何将 AutoCAD 的 Text 数据转换为 ArcInfo 的点或面层 Coverage 的属性	朱 凌	(645)
ArcInfo GRID 数据向 DXF 数据的转换	朱 凌	(651)
ArcIMS 图形服务的二次开发	王 方 傅宗堂	(657)
谈谈 ArcIMS Application Server Connectors	雷晓辉 白 薇 蒋云钟	(664)
基于 GML 的 WebGIS 设计与开发	张友静 刘俊涛	(667)
Internet Map Server 的发展和新技术应用	赵 涛	(672)
ArcGIS 网络权重模型简析	李子原	(675)
应用 ERDAS 软件进行卫星影像图的制作	辛海强	(683)
基于数学形态学的遥感影像分类后优化处理方法	杨贵军	(687)
ArcSDE 中的栅格数据	冶成斌	(692)
ArcObjects 开发模式简介	王立峰	(699)

国家基础地理信息数据库 1:5 万 DEM 管理系统的设计与建立

王东华 吉建培 刘建军 商瑶玲 王中祥

(国家基础地理信息中心)

摘 要 国家基础地理信息数据库 1:5 万 DEM 建库是一项规模宏大的信息化工程。采集了 25m 格网间隔的全国范围内两万多幅图 DEM 数据,数据量超过 300 GB;基于 C/S 和关系数据库三层体系结构,设计和开发了 1:5 万 DEM 数据库管理系统,实现了大数据量、多种类型空间数据的集成管理,本文介绍和讨论 1:5 万 DEM 管理系统设计和建立过程中的有关技术问题。

一、概述

随着计算机技术及信息技术的迅猛发展,国家信息化水平快速提高,地理信息技术已逐步成为国民经济建设中必不可少的重要管理和决策手段。因此,对地理信息的需求日趋迫切和不断增长。世界各国纷纷都在努力开展国家空间数据基础设施的建设,构建区域或全球的多尺度空间数据框架(即“数字地球”),以满足各种应用的需要。基础地理信息是构建“数字中国”空间数据框架的基础,也是各种专题信息的载体。国家测绘局从 80 年代就开始建设 1:100 万、1:25 万、1:5 万、1:1 万等比例尺的多尺度的国家基础地理信息数据库,内容包括矢量核心要素数据库(DLG)、数字高程模型数据库(DEM)、数字栅格地图(DRG)、数字影像地图(DOM)、地名数据库、土地覆盖数据库等。1:5 万 DEM 覆盖全国陆地和岛屿范围,总数据量达到 100GB 以上,涉及多种数据类型。为了使设计和建立的 1:5 万 DEM 数据库系统能够安全有效地管理好上述数据,并且满足数据提供和技术服务的需要,应解决好以下几个关键技术问题:

1. 多类型、多尺度海量空间数据集成管理

全国 1:5 万 DEM 共计两万四千多幅,DEM 的格网间隔全国统一为 25m,入库前的数据量,以 ArcInfo Grid 格式存储达到 80GB。为了更好地管理 1:5 万 DEM,需要增加 1:25 万 DEM,以及 1:25 万地名、水系、道路交通等背景矢量数据。1:5 万 DEM 数据库系统的总数据量达到 100GB 以上,数据类型涉及 DEM 数据、矢量数据、元数据等,比例尺涉及 1:5 万、1:25 万。实现这些多类型、多尺度的空间数据一体化集成管理,保证数据库的安全、高效、方便和数据的一致性,并充分考虑将来与国家基础地理信息系统中其他数据库的连接,需要很好地设计 1:5 万 DEM 管理系统的建库模式。

2. 建立网络化的连续无缝数据库

传统的文件型数据管理方式采用数据分块存储,数据查询和检索的效率受到限制,多用户的网络化服务也无法完成,大数据量的数据分析和处理、数据库更新存在困难。随着数据库技术和 GIS 技术的发展,采用商用关系数据库管理空间数据已经成熟,建立网络化的大型连续无缝空间数据库可以成为现实。1:5 万 DEM 数据库可以采用数据库、服务器、应用端三层体系结构,建立真正的 Client/Server 网络数据库管理系统,设计优良的数据库结构和数据组织方案等,同样是数据库成败的关键。

3. 具有数据库业务化运行的基本功能

1:5 万 DEM 管理系统的服务对象是“中心”的有关业务部门, 限在“中心”局域网上, 开展数据管理、分发服务的业务需要, 为开展数据的应用服务打下良好的基础。因此其功能应与其他 GIS 专业应用系统相区分, 对于专业应用方面的功能, 需要在应用系统中加以解决。基本的功能应包括: 查询浏览 1:5 万 DEM 数据库的元数据、DEM 数据和有关信息; 可以从数据库提取用户所需要的数据; 可以对不同的用户授予不同的访问和操作权限, 对数据库的操作行为需要进行监控和记录; 对数据库进行备份和恢复, 数据库更新等功能。

二、数据库管理系统结构设计

1. 计算机网络环境

数据库服务器采用 SUN Enterprise 5500, UNIX 操作系统, 内存 2 GB, 配备服务器磁盘阵列 2 TB; 局域网采用 Ethernet 以太网, 主干垂直带宽为 1000 MB, 水平带宽为 100 MB; 数据通讯协议采用 TCP/IP; 交换机采用 Cisco Catalyst; 应用端有 UNIX 工作站和 Windows/NT 微机两种类型, 用于不同的工作环节; 数据备份采用自动磁带库。

通过对国内外 GIS 数据库管理平台的分析和对比, 确定采用美国 ESRI 公司的空间数据库引擎 ArcSDE、ArcGIS 8.1 和 Oracle 8i 作为 1:5 万 DEM 数据库管理和开发的软件平台。

2. 系统的总体框架设计

1:5 万 DEM 数据库采用数据库、服务器、用户三层结构体系, 以 C/S 和 B/S 相结合的方式构建网络化的系统。系统中的功能模块是根据业务流程开发组织的, 每一功能模块在一个工作环节中完成一组应用。不同的应用, 工作性质不同, 相应的功能也不完全一样。所有的应用端的功能整体上实现 1:5 万 DEM 数据库系统的全部功能。1:5 万 DEM 管理系统的逻辑结构见图 1。

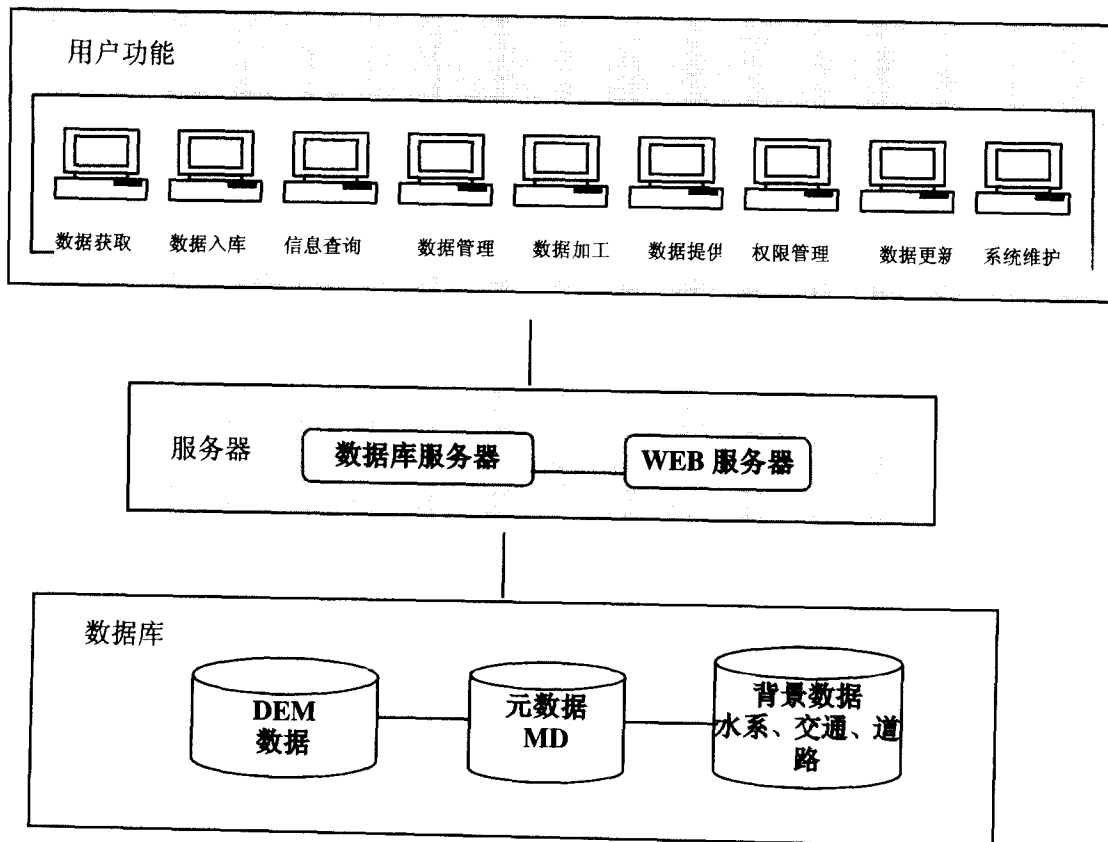


图 1 1:5 万 DEM 管理系统逻辑结构图

1:5 万 DEM 管理系统的每一部分都按照优化方案协同工作。空间数据库是按照 RDBMS 的关系表形式和 ArcSDE Geodatabase 模型结构存贮; 数据库服务器包括关系型数据库 Oracle 8i 和空间数据引擎 ArcSDE 8.1, 处理用户端对数据的访问请求, 并将处理结果通过返回到用户端; 用户端包含了多种数据处理的功能模块, 通过 ArcGIS、C API 和 Java API 各种应用开发组件等应用工具, 向数据库服务器提交数据服务请求, 并对数据进行处理和 (图 2)。

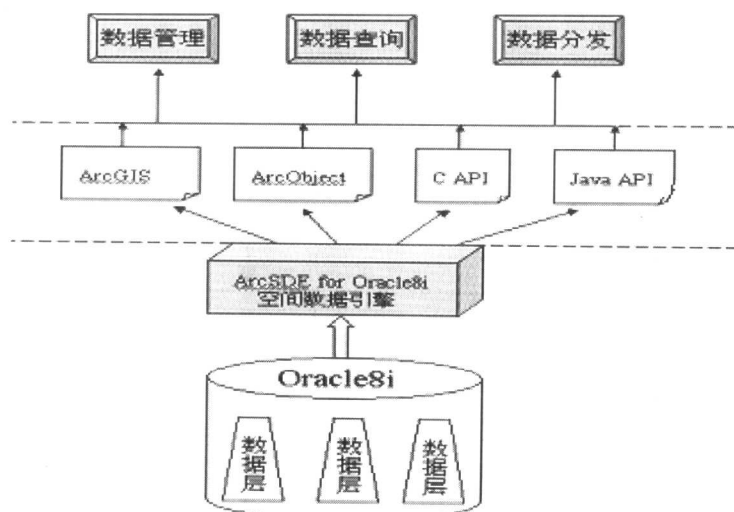


图 2

三、1:5 万 DEM 数据处理和组织

1. 数据内容

1:5 万 DEM 的数据内容主要包含 DEM 数据、元数据、背景数据三大部分, 详见图 3。1:5 万 DEM 数据是数据库的主体, 网格数据结构, 格网间隔为 25 米, 入库前数据以 ArcInfo GRID 格式分图幅存储, 投影采用 6 度分带高斯-克吕格投影, 数据量 80GB; 1:5 万 DEM 的元数据包含 106 个数据项, 数据采集时分图幅以文本格式存储; 1:25 万 DEM、地名、境界、水系、铁路数据、以及国省道骨干交通网数据等作为背景数据存储和管理。1:25 万 DEM 的分辨率为 3", 采用经纬度坐标系统。其他为矢量数据, 入库前以 ArcInfo Coverage 格式存储, 同样采用经纬度坐标系统。

2. 数据组织的结构

1:5 万 DEM 数据组织采用 ArcSDE 空间数据库 (Geodatabase) 数据模型。Geodatabase 由矢量要素数据集、栅格数据集、TIN 数据集、空间域、规则等部件构成, 结构和关系见图 4。1:5 万 DEM 数据库实际存储其中的矢量要素数据集、栅格数据集规则等几种类型。

(1) 矢量要素数据集 (Feature dataset)。

矢量要素数据集由一组按照拓扑结构组织在一起、具有相同空间参考系的矢量要素类, 以及相应的对象类、关系类组成。

——矢量要素类 (Feature class): 具有相同的几何特征类型 (点、线、多边形) 的空间要素的集合。一个要素类包含了一系列相似的空间几何对象。例如, 城市的所有阀门可以成为一个点要素类, 而水管则成为一个线要素类。同一要素类具有相同属性列、相同的空间参考系。此外, 同一要素类中的所有要素所允许的的行为是一样的, 即它们具有相同的显示方式, 允许进行相同的查询, 并且具有相同的有效性规则。

——对象类 (Object class): 存储地理对象或非地理对象相关信息的表。如人口普查资料。

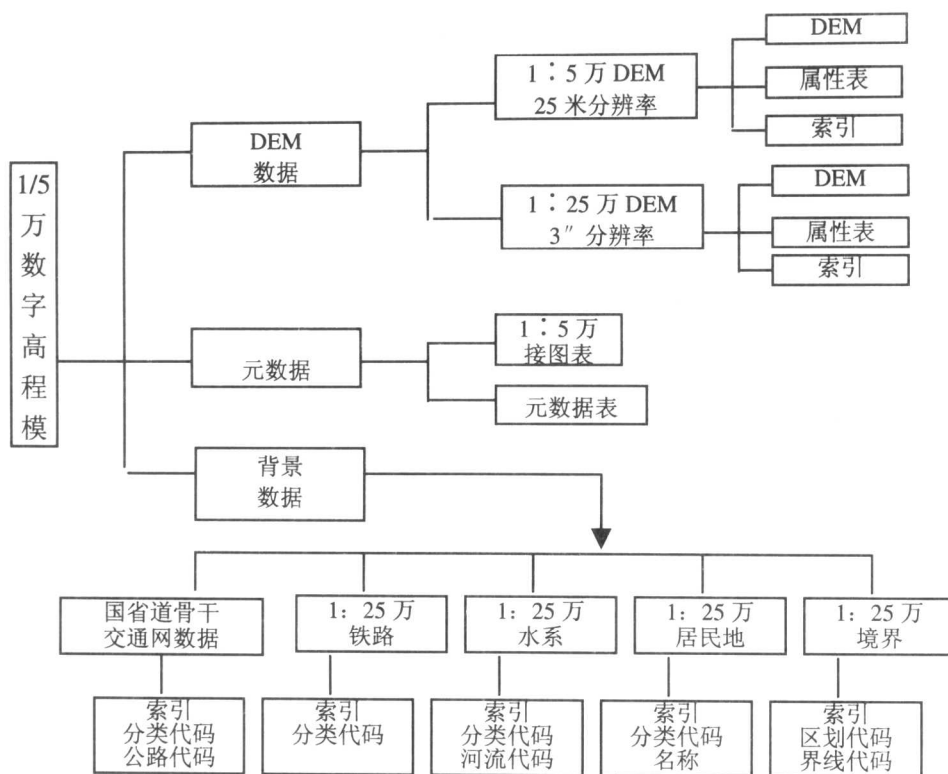


图 3

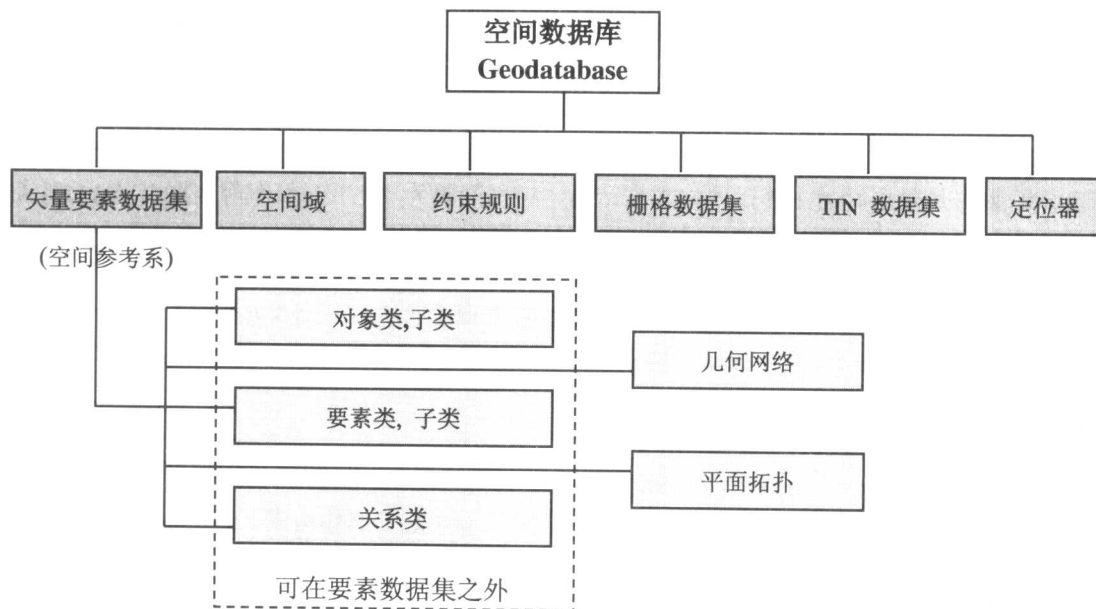


图 4

——关系类 (Relationship class): 定义两个不同的要素类或对象类之间的关联关系。例如: 我们可以定义房主和房子之间的关系, 房子和地块之间的关系等。

(2) 栅格数据集 (Raster dataset)。

多波段的影像、格网专题数据 (如土地利用、植被类型)、DEM 高程数据按照栅格数据集组织和存储。

3. 数据处理和组织

(1) DEM 数据处理和组织。

DEM 数据按照 ArcSDE Geodatabase 的栅格数据集进行组织和存储, 对于一个栅格数据集来说, 覆盖范围和数据量都可以很大, 不受什么限制; 但坐标和投影系统必须相同, 必须是连续无缝无缝相嵌的; 分辨率也可以根据需要确定, 但必须唯一。数据集可以根据数据类型或尺度 (垂直方向)、区域 (水平方向) 进行划分。1:5 万 DEM 数据库中, 25m 分辨率和 3" 分辨率两种尺度的 DEM 数据, 坐标和投影系统也不相同, 需要设计建立多个不同的栅格数据集。1:25 万 DEM, 全国范围内采用 3" 相同的分辨率和经纬度坐标, 数据可以连续无缝地拼接起来, 可以按一个数据集组织存储。1:5 万 DEM, 虽然全国范围也采用 25m 相同的分辨率, 但由于采用 6° 分带的高斯投影, 只能在一个带范围内进行连续无缝地拼接, 因此按照一个高斯投影带组织成一个栅格数据集, 全国从东经 43 带至 53 带共 11 个投影带, 组成 11 个数据集, 由于这些数据集具有相同的属性, 可以将 11 个数据聚成为一个数据集团。DEM 数据组织及命名见表 1。

表 1

数据集名	数据集	数据量 (GB)	数据类型	分辨率	投影
1:5 万 DEM 数据 集团	DEM43	2.5	格网 数据	25m	6° 带高 斯投影
	DEM44	9.7			
	DEM45	11.7			
	DEM46	11.4			
	DEM47	12.3			
	DEM48	11.8			
	DEM49	15.5			
	DEM50	17.2			
	DEM51	15.2			
	DEM52	5.3			
	DEM53	0.8			
1:25 万 DEM 数据集	DEM250K	3	格网数据	3"	经纬度

(2) 背景矢量数据处理和组织。

在 1:5 万 DEM 数据库加入一些数据, 主要用于索引和显示背景, 辅助查询和检索等, 称之为背景数据。背景矢量数据主要包括 1:25 万境界、点状居民地、水系、国道骨干交通网; 1:400 万铁路等, 根据需要以后还可以补充。利用背景矢量数据, 可以进行与行政区划、地名、水系、道路有关的信息查询检索, 并作为数据可视化的内容。所有的背景矢量数据全部采用经纬度坐标系统, 入库前以 Coverage 格式分幅或整体存储。将不同的矢量要素类组织为一个矢量要素数据集, 主要考虑以下三个方面的因素: ①相同专题的要素归类。如水系数据的点、线、面类型的要素类可组织为同一个矢量要素数据集。详细分层和命名见表 2。

(3) 1:5 万 DEM 元数据库组织。

数据生产时采集了 106 项 1:5 万 DEM 元数据, 按照每一幅图一个文本文件存储。为了实现在 1:5 万 DEM 数据库系统中元数据与数据体的集成化管理, 以及元数据与数据体的一体化相互查询检索, 因此需要将元数据信息空间化。采取的技术方法就是将元数据文件与图幅结合表联系起来, 将每一幅的区域作为一个目标对象, 106 项元数据信息作为其属性项, 构成一个

以图幅结合表为基础的矢量格式元数据集，采用经纬度坐标系统，全国范围以 Coverage 格式整体存储。

数据集	要素类	属性项	数据类型	坐标系统
1:5 万 DEM 元数据	1:5 万分幅	106 项	矢量数据	经纬度

表 2

数据集	要素类	要素子类	属性项	数据类型
1:25 万 DLG	BOU (境界)	PROV (省)	NAME	矢量数据
		CITIES (地、市)	NAME	
		CONTY (县)	NAME	
	RES (居民地)	PNTRES	NAME ADCLASS	
	HYD (水系)	POLYHYD		
		LINEHYD		
1:400 万 DLG	RAI (铁路)	LINERAI		矢量数据
全国骨干交通网	ROA (公路)	ROALINE	CODE NAME	矢量数据
		ROAPOINT	CODE NAME	

4. 空间索引的建立

(1) 矢量数据空间索引。

在关系数据库中，建立属性项的索引可加快属性数据的查询速度。同样，ArcSDE 通过建立图层的空间索引，可以避免检索整个表，减少检索的数据记录数量，从而减少磁盘输入/输出的操作，加快了对空间数据查询的速度。常用的空间索引有格网索引、R 树索引、四叉树索引等。

ArcSDE 采用格网索引方式。格网索引是将空间区域划分成合适大小的正方形格网，记录每一个格网内所包含的空间实体(对象)，以及每一个实体的封装边界范围，即包围空间实体的左下角和右上角坐标。当用户进行空间查询时，首先计算出用户查询对象所在格网，然后通过格网号，就可以快速检索到所需要的空间实体。

确定合适的格网级数、单元大小是建立空间格网索引的关键。格网太大，在一个格网内有多个空间实体，查询检索的准确度低。格网太小，则索引数据量成倍增长和冗余，检索的速度和效率低。1:5 万 DEM 数据库的每一个数据层采用不同大小、不同级数的空间索引格网单元，但每层最多级数不能超过三级。遵循下列基本原则：

——对于简单要素的数据层，尽可能选择单级索引格网。减少 RDBMS 搜索格网单元索引的级数，缩短空间索引搜索的过程；

——如果数据层中的要素封装边界大小变化比较大，应选择 2 或 3 级索引格网；

——如果用户经常对图层执行相同的查询，最佳格网的大小应是平均查询空间范围的 1.5 倍；

——格网的大小不能小于要素封装边界的平均大小，为了减少每个格网单元有多个要素封装边界的可能性，格网单元的大小应取平均格网单元的 3 倍。

——格网单元的大小不是一个确定性的问题，需要多次尝试和努力才会得到好的结果。有一些确定格网初始值的原则，用它们可以进一步确定最佳的格网大小。

根据以上原则，经过试验，确定 DLG 数据的索引级数和格网大小如下：

数据集	索引级数	索引格网
1:25 万居民地	1	0.2°
1:25 万境界	1	6°
1:25 万水系	1	6°
国省道骨干交通网	1	6°
1:400 万 DLG	1	6°

(2) DEM 数据的空间索引。

DEM 数据属于栅格数据，空间索引通过建立多级金字塔结构实现。以 25 米分辨率 DEM 数据为底层，通过逐级抽取数据，建立不同分辨率的 DEM 数据金字塔结构，逐级形成较低分辨率的 DEM 数据，在数据库查询检索时，调用合适级别的 DEM 数据，以提高浏览和显示速度。每一个数据集（投影带）的数据范围和高程值分布不同，采用不同级数的金字塔结构。根据试验结果，1:5 万 DEM 数据库比较合适的金字塔级数在 7~9 级之间，每一个数据集可以根据情况选择。建立金字塔后，影像数据量一般增加 8% 左右，GRID 数据量增加 30% 左右。

四、1:5 万 DEM 数据库系统功能及开发

1:5 万 DEM 数据库采用原型法模型进行设计、建库和开发。建库和系统开发工作是在统一的总体规划和设计完成后，并经过论证和批准再分阶段实施。实施分为建库试验—完善方案—试建库—再完善方案—规模建库和开发—试运行—完善系统—测试验收—完善系统—投入运行—逐步完善系统。

1:5 万 DEM 数据库系统建立在 ArcGIS 的基础之上，其界面和功能采用软件工程的方法搭建，利用 ArcGIS 提供的控件定制，利用 ArcGIS 提供的 VBA 开发环境、CASE 工具进行二次开发。ArcGIS 的 Desktop 桌面系统已经具有比较强大的功能，很大一部分可以直接使用到 1:5 万 DEM 数据库系统之中。二次开发的功能，能够与 ArcMap 的功能融于一体，运行于 WINDOWS NT/2000 环境。

(1) 数据显示与浏览。

按照高斯投影分带和经纬度组织数据库数据，可以实时转换到用户定义的地图投影并显示；通过对数据集的显示控制，可以任意选择数据库中各种类型的数据集进行组合叠加显示；可以控制数据集、要素类在指定的比例尺范围内显示，使显示的内容清晰；具有导航窗口，能够任意开窗放大、缩小和漫游。

(2) 数据库查询。

可以通过光标位置、经纬度坐标、高斯投影坐标、居民地地名等查询高程值，并显示周围的 DEM 数据；可以通过地形图编号（1:100 万、1:50 万、1:25 万、1:5 万等）、行政区域名称（省、地、县），查询和显示查询区域的数据；

(3) 元数据库查询。

可以查询屏幕上任意点的元数据信息；可以按照 1:5 万图幅号查询元数据信息；可以直接查询显示主要的元数据项，如数据生产单位、资料图的比例尺、等高距、成图年代、高程精度、空间参考系等；可以按照 SQL 条件查询元数据信息。

(4) 数据分发与提供。

可以按照图幅号、行政区域名、经纬度范围、大地坐标范围进行分幅、或矩形分块提取数据，并进行格式转换。可以根据多幅图号进行批处理。

(5) 数据处理与分析功能。

任意点的坡度、坡向，按高程分层设色，地形晕渲等