

文章编号: 1007-6301 (2001) 增刊-0121-08

基于组件对象模型构建 WebGIS 技术的研究

陈华斌, 池天河

(中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要: 在近年来的软件发展中, 组件化和网络的进步是其重要的特征之一。软件工业的主要突破点便是软件之间的结合和组件化。本文在研究国内外有关成果的基础上, 介绍了组件技术和万维网地理信息系统的结合, 针对 GIS 的特殊性, 指出了用组件技术构建 WebGIS 系统可行性、一般步骤和主要任务, 着重剖析了在 WebGIS 系统中组件模型的运行机制。将组件对象模型这一新的技术引入 WebGIS 领域, 提高 WebGIS 技术水平和工作效率, 充分发挥 WebGIS 的效能。

关 键 词: 万维网地理信息系统; 组件对象模型; 浏览器/服务器结构; 系统集成

中图分类号: P209; P283.7 **文献标识码:** A

1 引言

随着用户要求的提高和科学技术的进步, 在地理信息系统的发展过程中, 需要新的理论和技术的支持。近年来计算机技术发展的一个重要特征是网络化和组件化技术的日趋成熟, 计算机技术特别是软件的组件技术和网络技术的最新发展推动着当代地理信息系统技术的快速更新与发展。当代 GIS 两个最热门也是最重要的发展方向是组件式 GIS 和基于因特网的 GIS。

传统的软件开发模式开发出的应用系统, 往往缺乏结构性, 其资源使用的效率低下, 并且难以与其它的应用程序实现真正的互用, 系统的可靠性和可维护性在很大程度上取决于开发人员的经验和能力。基于组件对象模型 (COM) 的新型软件开发技术, 为 GIS 软件系统的开发提供了新的思路。在 COM 支持下, 庞大的 GIS 软件系统可以分解成一定功能集合的 GIS 组件或非 GIS 组件, 开发人员首先实现可靠的、小的对象模块 (组件), 或是直接从其它软件开发商获得需要的功能组件, 这些 GIS 组件能通过标准的系统环境, 与其它组件连接, 实现系统的集成, 这样就可以通过实现各个小组件的可靠性和维护性来实现整个应用系统的可靠性和可维护性。

用 WWW (World Wide Web) 和 HTTP (Hyper Text Markup Language) 能够构造出 WebGIS。目前 WebGIS 的数据传输按往客户端实际传输的数据格式划分主要有两种技术途

收稿日期: 2001-07; 修订日期: 2001-09

作者简介: 陈华斌 (1976-), 男, 博士生。主要从事网络 GIS 和多维动态地图可视化研究。

E-mail: Chenghb@reis.ac.cn

径,一种是往浏览器端传输图像,另外一种是在浏览器端直接传输空间矢量数据。图像的方式和矢量的方式各有优缺点,矢量方式在客户端具有很好的交互性,其对空间信息共享的进一步深化也有着重要的意义,但其数据必须下载到浏览器端,这对于大数据量的空间数据在目前的网络速度下几乎是无能为力。即便是通过各种算法分层下载、分幅下载可以减少传输量,但这些复杂的算法和逻辑往往使得开发者望而止步。因此图像方式在现阶段网络带宽有限的情况下,不失为一种可行的办法之一,事实上如今大多数实用系统都是基于这种方式。

为解决 Web 和 GIS 结合所存在的问题,作者利用 COM 和可视化开发语言的结合构建出的 Internet/Intranet 上的 WebGIS,使得大容量的空间数据能够在 Web 上发布,并在国家级项目“中国可持续发展信息共享示范”项目中的得以应用,这些实践充分体现了基于 COM 的 WebGIS 构建的优点。

2 系统的开发方式

近几年来,组件对象模型在软件开发中得到了广泛的应用,尤其是将组件应用于 Internet,进行各种事务处理,使组件显示了强大的功力。利用 ComGIS 可以方便、迅速地构建一个 WebGIS 平台,而且 ComGIS 可以替换,这使得 ComGIS 的新功能能够迅速的体现在所构建的 WebGIS 平台上。WebGIS 是基于 WWW 的理论、技术和应用的研究,因此 WebGIS 的构建应该包括以下内容。

2.1 应用服务器与浏览器之间传输协议的利用

超文本传输协议 HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) 是专门为传输 HTML 页面设计的一种网络协议,即 HTTP 是 HTML 的基本协议,浏览器和服务端使用 HTTP 传输 HTML 文档,同时也可以交换不同的文档类型。HTTP 属于应用层协议,位于 TCP/IP 协议的顶层。从而在设计和使用 HTTP 协议时需要以 TCP/IP 协议中的其它协议为基础,要建立 TCP 连接才能进行文档的传输。

HTTP 也是客户/服务器体系结构的典型代表。在这里,客户是浏览器或其它的应用程序,服务器则是 Web 服务器。浏览 Web 时,浏览器或其它应用程序通过 HTTP 协议与 Web 服务器交换信息。一般地,HTTP 协议具有以下特点:

(1) HTTP 按客户/服务器模式工作。HTTP 支持客户与服务端间的通信与数据交换。HTTP 由两部分组成,一是客户发往服务器的请求,二是服务器对客户请求的响应。

(2) HTTP 使用元信息作为头标。HTTP 对所有事物处理都添加了头标 (Header),即在主要数据前加上元信息。元信息使得服务器能够提供正在传送数据的有关信息,包括数据的格式。

(3) HTTP 是无状态的。浏览器和服务端每进行一次 HTTP 操作,就建立一次连接,但随即就断开此次连接。访问 Web 站点时,浏览器与服务端之间建立连接,以便将服务器上的 HTML 文件下载到浏览器上。浏览器收到文件后,即断开此次连接,如果浏览器还需要其它文件则必须重新建立连接。

HTTP 采用这种无状态机制,完全是为了提高服务器的工作效率。当然 HTTP 的无状态也有缺点,由于没有状态,HTTP 协议对事物处理没有记忆能力,如果后继的事物处理

需要前面处理的有关信息,那么这些信息必须在协议外面保存。缺少状态导致所需要的前面信息必须保存,势必使得每次连接要传送较多的信息。

HTTP 协议的面向无连接的特性使得保持工作状态非常不便,因为对地图很多的操作是连续进行的,为此,在编程时采用 2 种方式来保持地图状态:

(a) 为每一个连接到服务器的用户创建基于 ComGIS 的 Map 对象,Map 对象利用诸如 ASP 的 Session 来保持,Session 在超过一定时间后自动解除。

(b) 在 HTML 中用隐藏变量来记录状态参数,以便下一次程序再度被激活时用来作初始化。如一幅地图的边界状态在网页中是这样保持住的。

```
<INPUT TYPE=hidden NAME=Left Value=-237811. 761376677>  
<INPUT TYPE=hidden NAME=Bottom Value=3552971. 45021186>  
<INPUT TYPE=hidden NAME=Right Value=27555. 8987795727>  
<INPUT TYPE=hidden NAME=Top Value=3999258. 32521186>
```

2.2 地图的传输方案

将地图数据以 GIF 或 JPEG 的图像格式传输到浏览器端。用户在图象上移动鼠标时,程序只能得到鼠标的屏幕坐标位置,然后将其返回到服务器端处理。服务器端再根据屏幕坐标计算出地图上的实际位置并确定用户正在操作或选中的空间特征或对象(如一个点,一条线或一个多边形),然后完成用户指定的操作,并将结果以 GIF 或 JPEG 的图像格式返回到客户端。例如用户在地图上做查询操作时,用户在某一地物上单击鼠标并希望得到该地物的名字和相关属性,而且希望该地物改变颜色或高亮度以表示选中。实际的系统反应是:客户端程序得到鼠标的屏幕坐标,传送到服务器,服务器计算出该点在地图上的实际位置,查询到包含该点或距离该点最近的空间特征,改变特征的显示颜色或亮度,生成一幅新的图象,将该图象传送给浏览器端,最后浏览器端显示该图象。图像文件从服务器端到浏览器端的传输方式主要有两种:一种是以文件流的形式直接从服务器端到浏览器;另一种是以临时文件的形式在服务器端保存,浏览器通过 URL 对服务器上的图像文件进行访问。

2.3 前端浏览器的开发技术

作为与用户的接口,因为没有复杂的图形用户界面,只是压缩后的 JPEG 文件,前端的接口采用标准的 HTML 和 JavaScript 结合开发。发挥 HTML 和 JavaScript 的开发能力,把各种空间信息访问功能有机地组织到一系列窗口和适时弹出的对话框、单选框和复选框中,使用户访问起来非常简单。提供了诸如图层控制、地图浏览、专题图制作等功能的交互式界面。

另外,针对一些数据量小的空间数据或属性数据可以建立客户端应用程序,直接在浏览器中执行。主要有两种技术可以用于建立这些客户端应用程序:

(1) Java Applet:该方法的主要优点是,程序与平台及 CPU 无关,代码安全(因为 JVM 限制了程序对计算机资源的访问)。其缺点是,由于安全保护机制,在访问计算机资源时,用户会受到很大限制。优点是可以轻松的访问 CORBA 服务器,甚至是 Dephi 建立的服务器。

(2) ActiveX 组件:ActiveX 组件是为 Win32/Intel 80x86 平台编译的二进制文件。主要优点是,应用程序可调用任何的 Win32 API 函数,可执行任何文件操作,而且速度非常快。

缺点是,可以完成任何操作,以至于可以使用它破坏计算机上的数据或从中偷取信息。另一个缺点是,被编译平台指定为二进制,如果将该技术移植到其它处理器中,需要重新建立新的二进制标准来配置这些平台。

对于这 2 种方法的优缺点有很多争论, Sun 与其它一些公司推荐 Java, 而 Microsoft 支持 ActiveX。事实上, ActiveX 技术对于那些建立在使用 Intel Win32 平台系统的计算机上的 Intranet 来说是非常有意义的,而且功能非常强大。在该环境中,我们可以使用 ActiveX 技术自动分布程序的最新版本,通过 Web 浏览器发送它们,并使用户可以访问远程服务器。

2.4 后端服务器的开发技术

服务器端的开发较为复杂。服务器必须处于在线状态响应用户请求,对来自前端的不同用户请求作出不同的响应。前端提交的表单在服务器找到所请求程序的位置,将参数内容发送给应用服务器程序,应用服务器程序根据不同的参数,执行不同的计算,根据结果构造 HTML 文档。

利用 ASP、VB、VC 或 Delphi 可以开发出能够接收浏览器 GET 或 POST 请求的服务器端应用程序。服务器端应用程序在接到浏览器请求后开始运行(作为由 IIS 加载的 DLL 或 IIS 直接解释脚本执行来实现)。浏览器可以给这个程序传递参数。这些参数通常是浏览器用户在编辑控件中键入的值或是从列表框中选择的值,或是一些隐藏参数等等。服务器端应用程序根据这些参数的不同,得到不同的结果,生成图像,构造不同的 HTML 文档,交给服务器以响应浏览器的请求(图 1)。

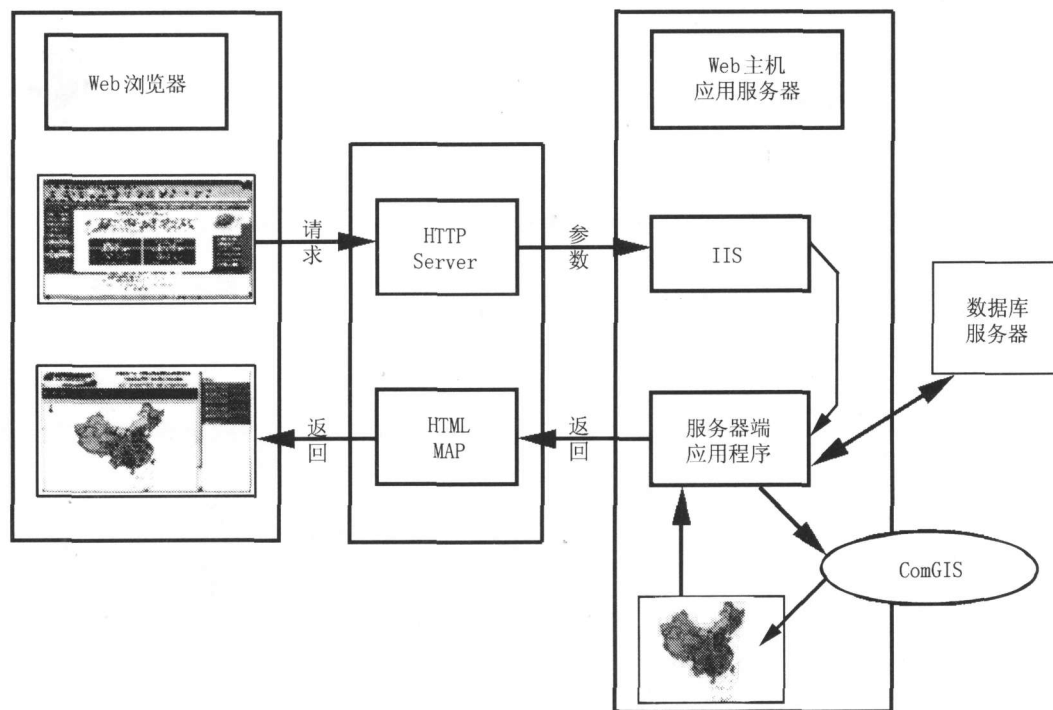


图 1 系统的连网工作方式

Fig.1 The new working strategy

3 基于 COM 构建 WebGIS 系统的特点

在以往的 WebGIS 系统构建中,开发者往往采用 Java 语言来实现。Java 语言确实有一些基于网络的应用系统上取得的举世瞩目的成效,基于 Java 的 WebGIS 开发解决了一部分 WebGIS 的问题,因为它在网页上几乎具有与 Windows 操作系统一样的 GUI 界面,从界面上来看简洁而通用,但是它也引入了一些自己的问题,使得开发出的效果不好。主要的问题有以下几点:

(1) 最大的问题就是 Java 程序开发的胖客户端的程序必须把数据传输到客户端,这不仅不利于数据的安全,而且无法处理数据量大的空间数据。其瘦客户端的模式由于 Java 的效率低下,不如其它语言诸如 C 和 Pascal 好。

(2) Java 组件(通常是 JavaBeans)只能用于使用 Java 编写的程序。虽然现在,Microsoft 虚拟机(VM)确实允许将 JavaBeans 用作 COM 对象,从而可以在任何语言中使用,而且 Sun 也有一个 Java/ActiveX bridge。但是,总的说来,除非在 Windows 中运行程序,否则 Java 仍是一个单语言的系统,Java 组件只能用于 Java 程序。所以没有哪种语言,甚至包括 C++、Visual Basic,能适合于每位程序员和解决每个问题。

(3) 当使用 Java 编写程序时,必须确定要使用的组件是本地的(在本地的计算机上)还是远程的(在另一台计算机上),而且使用本地和远程组件的方法很不相同。

(4) Java 还有一些其他问题,使它还不能成为满足所有组件需要的理想工具。首先,它还没有真正可靠的方法解决版本问题。其次,Java 多少要比 C++ 慢一些。Java 的“一次一个类”的加载机制会比一次加载所有的代码慢得多(即使代码很少),因为它需要更多的文件或 HTTP 事务,这些都需要极高的开销。即使是按能够获得良好性能的方法使用 Java,当从另一种语言中使用 Java 组件时,性能也会很糟,因为需要存在翻译层,以连接不相似的语言和对象模型。

尽管基于 COM 构建的 WebGIS 系统也有很多问题,如由于前端浏览器是基于 HTML 标准的表单构成的界面,这种风格的界面由于受到性能和功能上的限制,交互性差,空间数据的表达手段也缺乏生动性。但并不是 COM 不能够解决这些问题,因为 COM 同样能够作为对象或 ActiveX 直接在网页中运行,它的效果和 Java 的小应用所能达到的效果几乎相同。所以,在数据量大,基于栅格数据传输的情况下,我们认为基于 COM 构建 WebGIS 有很多好处,主要体现在:

(1) 在空间数据的发布方面。将矢量地图通过服务器端应用程序压缩成 GIF 或 JPG 格式的栅格图像,使用户可以通过 WWW 浏览器访问地图,并通过在浏览器地图上的点击操作,传递参数,完成多平台上的地图缩放,平移等操作。由于传递到浏览器端的只是一幅经过高度压缩的栅格地图,而真正的矢量地图及数据仍保留在服务器端,因此减少了网络传输负担,使得大容量数据得以发布,同时也降低了原始数据被盗用的可能。

(2) 在响应的时间方面。由于是把数据转成压缩格式的图像后提交给浏览器端,而不需要将整个数据传到浏览器端,一幅压缩格式的图像大约为几十 k,所以响应时间短,不会超过用户等待的临界值。

(3) 在信息的可视化方面。除了在网页上显示和浏览地图,还可以通过网页上能够表达

声音、图像、文字、表格等的能力,在网页上增加信息的可视化,利用地图这种直观而信息量丰富的方式实现查询和分析。

(4) 在开发的成本方面。ComGIS 本身可以划分为多个控件,分别完成不同的功能,用户可以根据实际需要的功能选择所需的组件。此外,除了需要 ComGIS 提供空间数据的制图与 GIS 功能外,其它的非 GIS 功能组件(如数据库管理、统计图表制作等)则可以使用专业厂商提供的专门组件,这些都有利于降低构建 WebGIS 的负担。

(5) 在软件的扩展性方面。在 COM 软件技术背后,有一个十分庞大的组件资源库,用户可以从不计其数的组件中挑选所需要的 ComGIS 组件以及其它组件一起集成 WebGIS 系统,极大的扩展了 WebGIS 系统的功能。

(6) 在系统的集成方面。使用 ComGIS 构建 WebGIS 的基本思路是:让 ComGIS 做 GIS 的工作,其它功能让其它的组件去完成,GIS 组件与其它组件之间的联系由可视化的通用开发语言来建立,这些开发语言建立了应用系统的框架。因此,使用 ComGIS 可以实现高效、无缝的系统集成。

(7) 由于 ASP 能够自动为每一个客户端维持状态参数,这个特征将使开发人员的工作量大大减轻,解决多用户并发访问的问题。而且从技术角度出发,在 Visual InterDev 上的开发过程相对于过去比较典型的 CGI 程序和 ISAPI DLL 的开发过程要简单得多。一方面,Visual InterDev 提供了非常易用的可视化开发环境,而且所采用的编程语言很容易掌握,从而保证了开发周期能够得以控制。

4 在“中国可持续发展信息共享示范”项目中的应用

“中国可持续发展信息共享示范”是“九五”国家科技攻关计划的项目之一,目的是建成以分布式为主的异构的数据共享系统,该系统以中国自然资源环境保护和防灾减灾信息为主,集全文数据、关系数据、空间数据和多媒体数据于一体,由信息网络主站点和一批分站点共同组成,成为专门为中国可持续发展服务的网络系统。主站点上集中了网上无偿共享的、公共尺度涵盖全国范围的、宏观的可持续发展数据。

本项目所涉及到的空间数据代表了可持续发展信息中资源、环境和综合灾害的主要信息,是中国科学院、国土资源部、国家林业局、国家环保局长期积累的宝贵财富。本项目在原有单位空间数据的基础上,经过集成和配准,通过开发的 WebGIS 系统向全社会共享,由于国家级的空间信息的网络共享在我国尚属首次,存在许多不足之处,随着项目的进展将逐步完善。已经完成发布的数据有:国家经济图集、全国自然保护区数据库、地质矿产数据库、森林空间数据库、全国土地利用数据库、林业自然保护区数据库等。这些都可 在网址: <http://www.sdinfo.net.cn/gisquery.htm> 处浏览(见图版 8—2 中的图 2、图 3)。

5 应用系统需求

服务器操作系统: Windows NT 4.0 SP3 以上。

服务器硬件配置: 因为服务器为图形系统服务器,且要完成高密度的运算量,所以采用了较高档的服务器。考虑到与软件的兼容性,位于 21 世纪议程管理中心的服务器配置采

用 Intel Pentium II 处理器系统, 256M RAM 和 20G 的硬盘。

客户机操作系统: 因为传到客户端的是标准的 HTML 文件, 所以对客户机操作系统没有要求, 只要该操作系统支持能够浏览 HTML 文件的浏览器软件即可。

客户机硬件配置: 客户端只需安装 WWW 浏览器, 所以没有特殊要求, 486 或 586/133/8MB 以上即可。

网络配置: 100M/10M 共享以太网。

远程用户: 56Kbps Modem 支持硬件压缩或 64K 的 ISDN 专线。

数据库: 所有支持 ODBC 标准的关系型数据库 (Oracle、Sybase、Informix、MS SQL Server、DB2、Access、Dbase 等)。有条件的可以安装空间数据索引 SDE, 使用 Oracle 管理空间数据, 建立索引, 加快数据的访问速度。

开发工具: ASP, Visual Basic, ESRI MapObjects 控件, JavaScript 以及任一种 HTML 编辑器。

Web 服务器: Microsoft IIS。

6 应用系统技术特点

(1) 地图功能。通过本系统, 用户可以在 Internet/Intranet 的 WWW 上发布基于电子地图的应用系统。用户可以很方便地对地图进行放大、缩小、漫游、查询、统计等操作。此外, 还提供了一些的地图化功能满足用户的不同层次的需要, 如制作专题图、图层控制, 地图目标查找、根据空间位置显示属性值和空间属性值的统计分析。

(2) 低成本的中心式软件运行和数据管理方式。通过服务器进行数据/软件集中管理, 使单独的使用成本降低。开发人员能集中地控制和维护地图和数据库数据, 并集中实现应用程序功能, 避免了以往系统的维护困难的问题, 尤其适合信息量大的数据。可以利用编程平台所提供的数据库访问机制, 也可以利用 ComGIS 自身提供的 ODBC 接口, 进行属性数据的智能绑定, 在客户端安装并可在授权范围内分发, 使更多的用户得到廉价的地图信息技术。MapObjects 还可以与 ESRI 公司的空间数据引擎——SDE (它可以将地图数据存储到 Oracle 中管理) 兼容, 实现高性能, 集中化和安全性。

(3) WebServer 运行于 NT 环境。使用 Web 浏览器作为客户端, 使开发人员可以将地图信息系统紧密地与其他系统结合, 给用户提供统一, 完整的综合信息系统。完全与任何的 WebBrowser 兼容, 不需要任何 plug-ins 以及下载软件, 所有的最终用户只需在自己的机器上安装浏览器 (如 Microsoft Internet Explorer 或 Netscape) 即可访问存放在服务器端的空间数据, 可以通过任何 PC 机以及 Unix 工作站的 WebBrowser 访问。同时企业可以将地图应用和数据库服务放在一台或多台 WindowsNTserver 上。

7 结论

组件技术有效地促进了面向对象技术和分布式计算技术, 在软件开发和软件重用方面起了巨大的推动作用, 组件技术的发展对万维网产生了深远影响。基于组件对象模型构建 WebGIS, 可以将复杂的 GIS 软件开发分解成若干功能部件, 也可以使用不同厂家和不同时

期 GIS 组件产品, 不受开发环境的限制, 这些都有助于提高软件的开发效率、有助于软件的重复利用、有助于实现 Internet 和 GIS 的结合, 有助于打破了少数厂商垄断 GIS 基础软件的局面。相信在未来几年内, 基于组件对象模型的 GIS 技术将成为开发人员构建基于 Internet/Intranet 的 GIS 网络的首选平台。但是, 从目前的技术产品来看, 还远远未成熟, 主要是因为基于组件对象模型的 GIS 技术功能不够强大, 而且 Internet、GIS 以及组件技术本身也都处在不断发展完善阶段, 因而用组件技术构建万维网地理信息系统将是一个不断发展完善的过程, 要将这种结合达到完美, 还有许多问题急待解决。另外, 对于 Internet GIS, 计算任务迁移到后台和实现客户端的零维护是发展的必然趋势, 因此合理划分客户与服务器之间的计算任务以及服务器间不同任务以组件化方式构造并通讯, 仍然需要进一步的研究与实现。

参考文献:

- [1] 夏长虹, 尹绯, 陈文博. 组件对象模型 Web 开发的软件工程方法[J]. 计算机世界周报, 1999(44).
- [2] 夏长虹, 童亮, 陈文博. 组件对象开发 Web 应用的实例分析[J]. 计算机世界周报, 1999(44).
- [3] 周旭. 基于万维网的地理信息系统体系结构与关键技术研究[D]. 中国科学院地理研究所硕士论文, 1998.
- [4] 宋关福. 组件式地理信息系统研究[D]. 中国科学院地理研究所博士论文, 1998.
- [5] 陈云浩, 郭达志. 万维网 GIS 中的构件技术[J]. 测绘通报, 1999(3).
- [6] 周涛. GIS 软件两个热点技术浅析[J]. 测绘通报, 1999(3).
- [7] 袁相儒, 陈莉丽, 龚健雅. Internet GIS 的部件化结构[J]. 测绘学报, 1998(4).
- [8] 龚健雅. 当代 GIS 的若干理论与技术[M]. 武汉测绘科技大学出版社, 1999.
- [9] <http://www.mapinfo.com.cn>
- [10] <http://www.sdinfo.net.cn>
- [11] <http://www.esri.com>

The Research on COM-based Constructing WebGIS Technique

CHEN Hua-bin, CHI Tian-he

(Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: The rapid advance of networking and componentization technology is one of the most important characteristics in software development in recent year. The main breakthrough in software technology is in software cooperation and componentization. Based on the achievement of relative study home and abroad, this paper introduces the combination of COM technology and WebGIS. Aiming at the particularity of GIS, this paper describes the necessity, feasibility, common process and main task of using COM to construct WebGIS. At last, this paper describes how to import COM technique to the field of WebGIS in order to improve the level of WebGIS technique and work efficiency, utilize the efficiency of WebGIS fully.

Key words: WebGIS; COM; Browse/Server; System integration

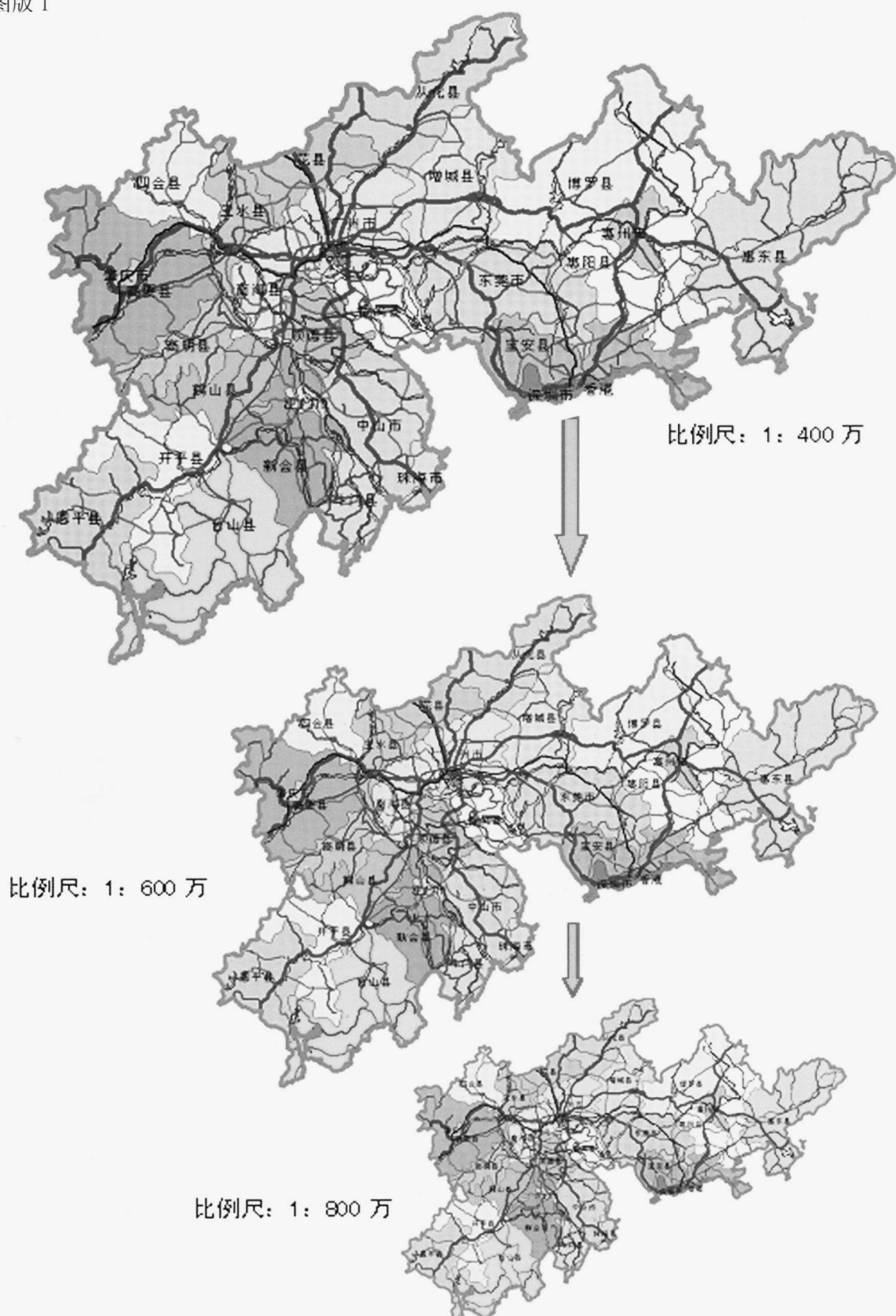
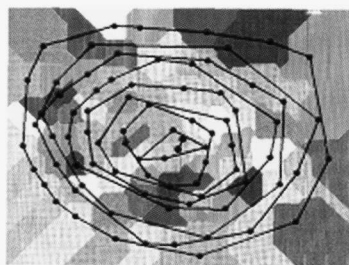


图 3 指标体系和知识法则应用实例: 珠江三角洲经济区交通网络的制图综合
Fig. 3 Example of generalization index system and knowledge rules: the generalization of *The Map of Zhujiang Delta Economic Zone*



a. 点群目标的多层凸壳嵌套



b. 点群目标的 Voronoi 图

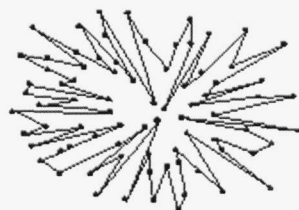
图 13 点群目标和凸壳嵌套描述与点群目标的 Voronoi 图
Fig.13 Voronoi Graph for the integration of point group objects with bulge shell description



层数简化为四层



层数简化为二层



层数简化为一层

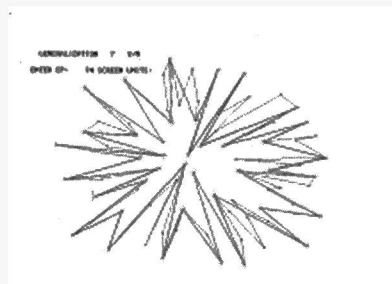
图 14 点集凸壳层数（结构）的简化
Fig.14 Simplification of point group bulge shell



四层曲线顶点的选取

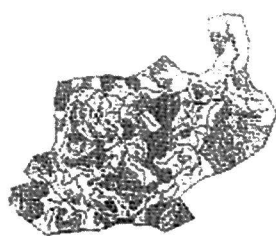


二层曲线顶点的选取



一层曲线顶点的选取

图 15 通过一维线综合实现二维面（点集）的综合
Fig.15 Generalization of one dimension line into 2 dimension area



海南省南渡江河系



河系树结构生成中的递推缓冲区过程



河系线状目标的 Voronoi 图

图 16 河系结构化特征的描述
Fig.16 Description of River system structure characteristics

图版 3

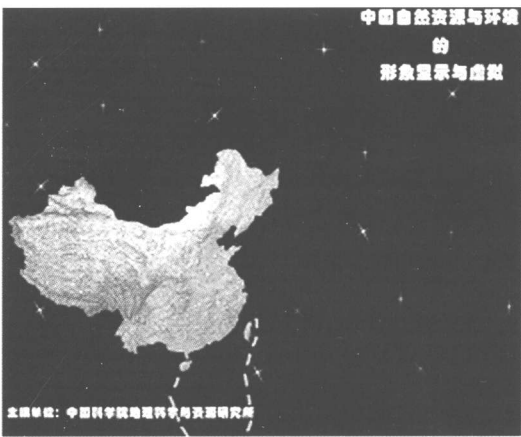


图 2 中国自然地图集电子版片头动画一帧
Fig. 2 Introductory animation of NPAC

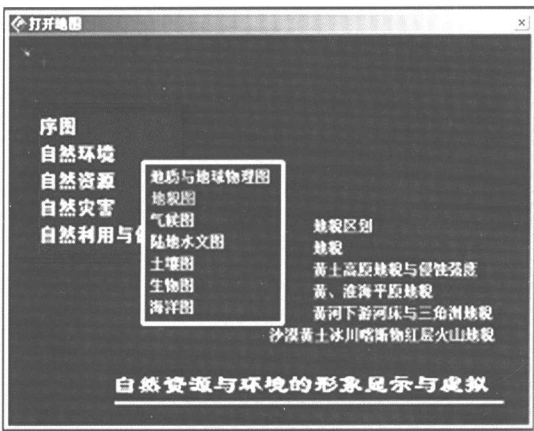


图 3 内容结构和打开地图的主界面
Fig. 3 Content structure and interface of *Open Map*



图 4 “日照时数”图幅的导引界面
Fig. 4 The Introductory Interface of the map of Sunhours



图 5 二维地图的动态交互按钮工具
Fig. 5 Interactive tool bar for 2D maps

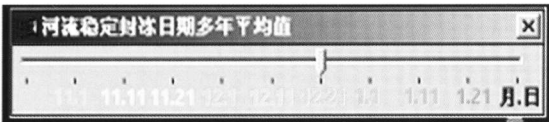


图 6 时间图例版
Fig. 6 Temporal legend pallet

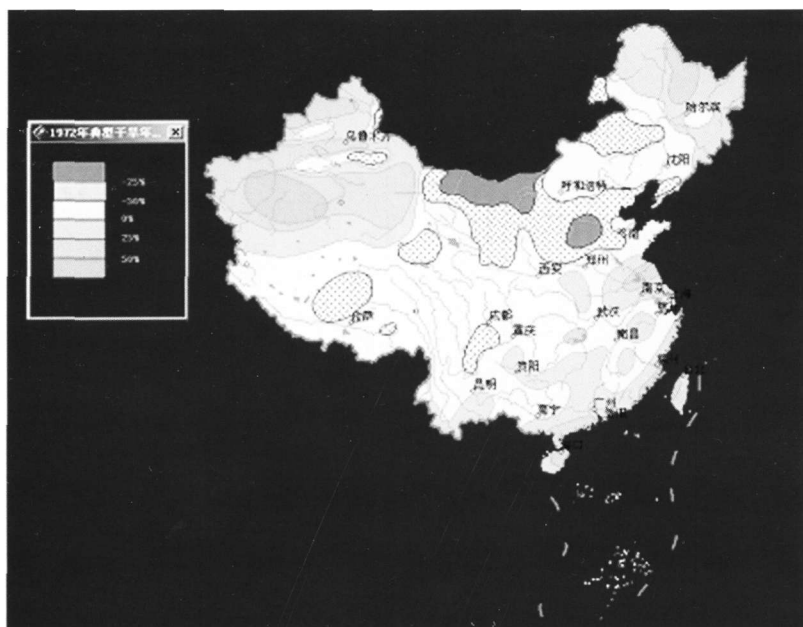


图 7 交互式图例示例
Fig. 7 Interactive legend

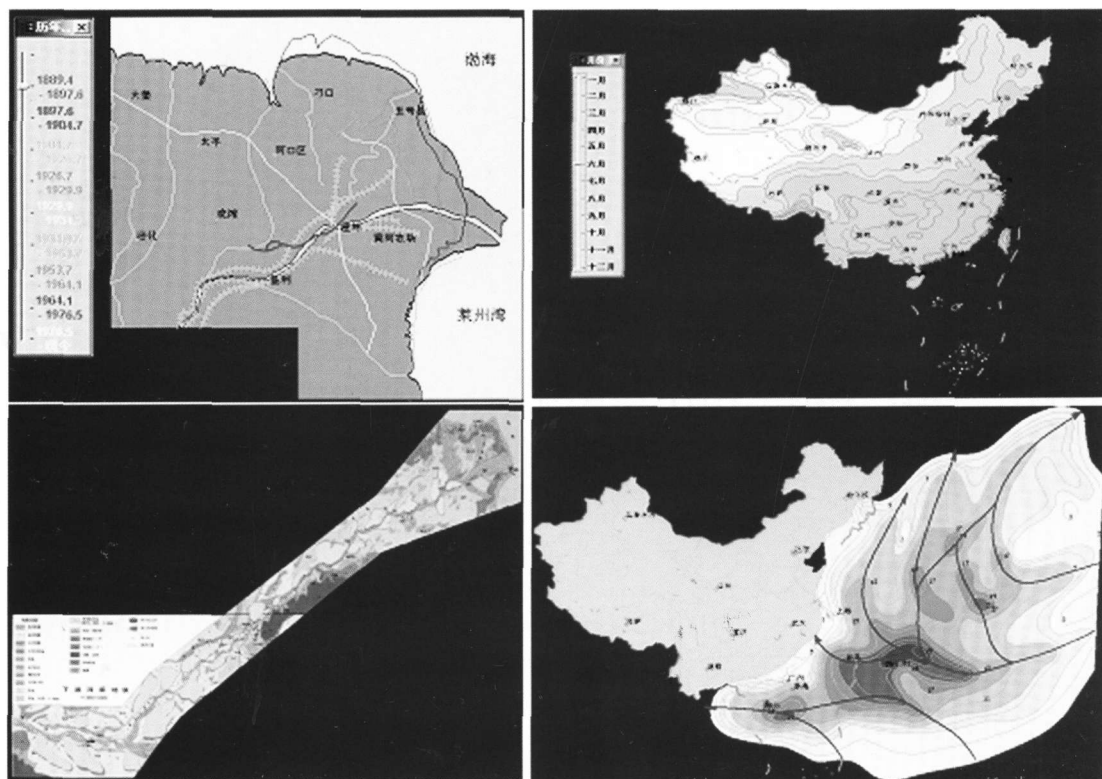


图 8 自然地图集电子版中的各种动态地图
Fig. 8 Various dynamic maps in the electronic version of NPAC

左上：黄河下游三角洲河口及河道变迁；右上：以月为单位的中国降水量的变化；

左下：黄河下游决口冲积扇的动态示意图；右下：台风路径及寒潮路径走向的有向线状符号的自动生成

Upper-left: changes of river bed and debouch of lower reaches of Yellow River. Upper-right: monthly changes of rainfall in China.

Lower-left: description of flood-plain splays. Lower-right: automatic generation of flow-lines for typhoon and cold current in China.

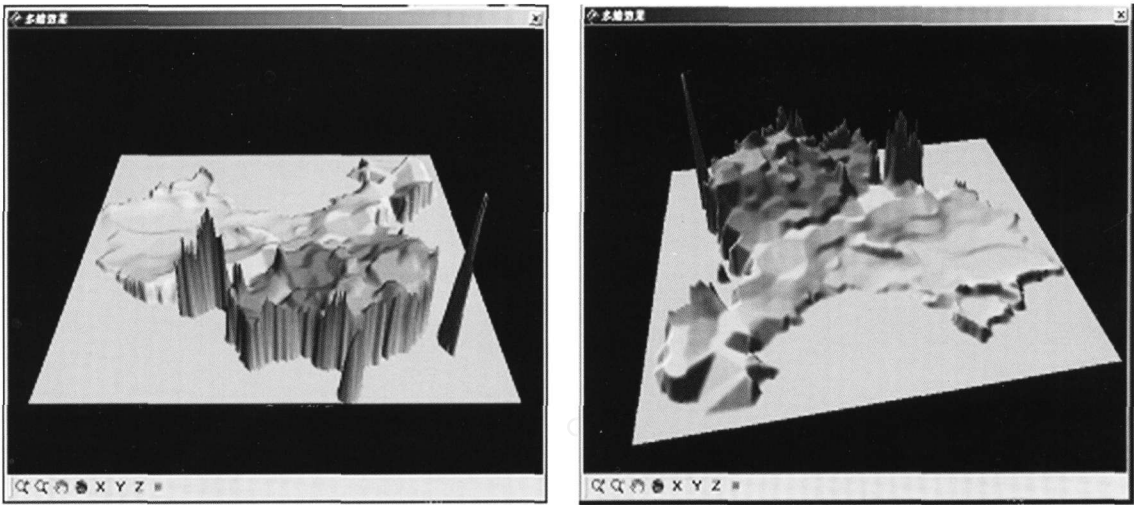


图 9 三维立体地图举例

Fig. 9 Example of 3D map

左：中国年降水量平均分布三维立体显示；右：旋转后的中国年降水量平均分布三维立体显示
Left: 3D map of China's annual average amount of raining; Right: Rotated 3D map of China's annual average amount of raining

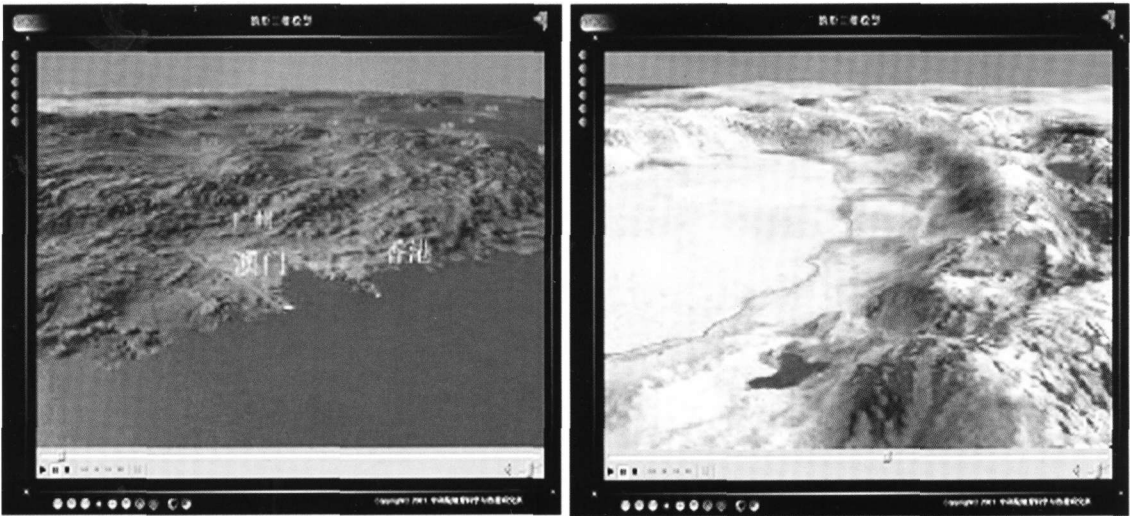


图 10 中国三维地形飞行示例

Fig. 10 Example of fly-through on 3D landscape

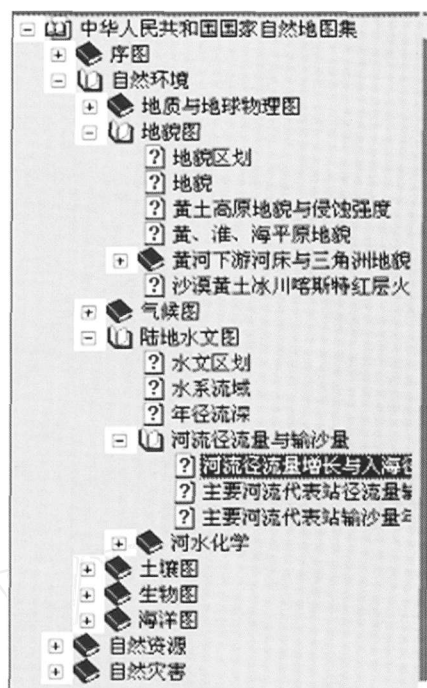


图 2 图集的科学内容结构体系
Fig. 2 The Scientific Content structure of the net-NPAC



图 3 国家自然地图集 Internet 版主页
Fig.3 The homepage of "Internet Version of "National Physical Atlas of China"

图版 7

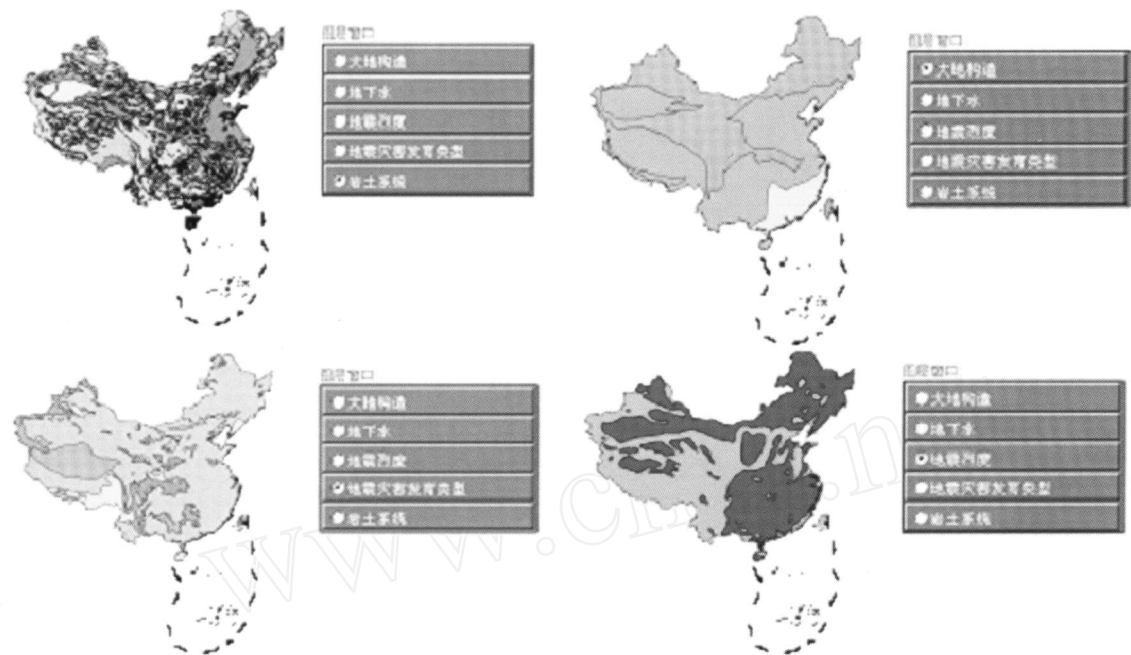


图 4 自然地图集 Internet 版中的多重表达效果示例 (工程地质联合表达图组)
左上: 岩土系统图; 右上: 大地构造图; 左下: 地震灾害发育类型图; 右下: 地震裂度
Fig.4 Example of Multiple Representation in the internet version of NPAC
(the group of Geological Engineering)



图 5 自然地图集 Internet 版中的空间统计分析示例 (黄河下游河床和三角洲地貌)
Fig. 5 Sample of spatial statistical analysis in the Internet version of *National Physical Atlas of China*
(The geomorphologic map of lower reach of Yellow River bed and delta)

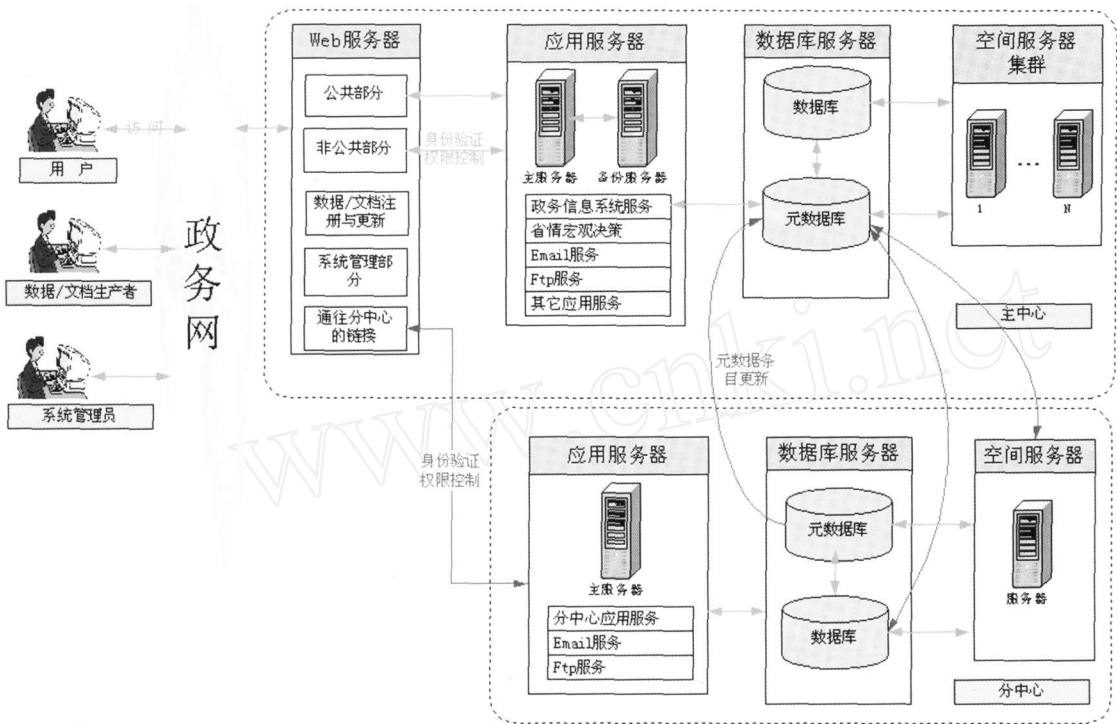


图 2 福建省政务信息共享平台的总体框架

Fig.2 The frame of "Government Information Sharing Flat Plat of Fujian Province "

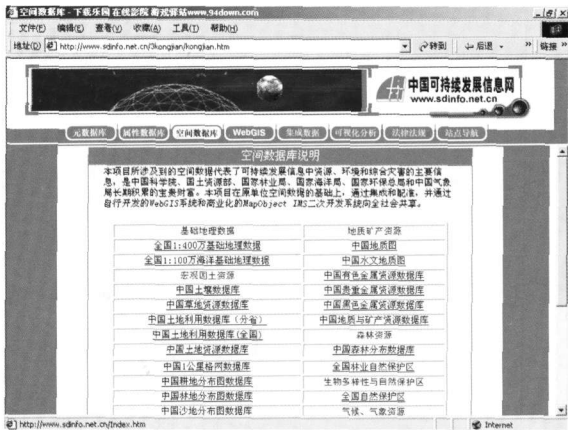


图 2 空间数据库查询主页

Fig.2 The homepage of spatial database query

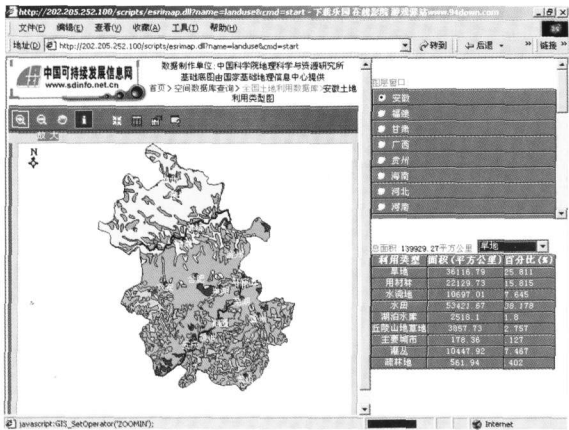


图 3 全国土地利用数据库在 Web 上的发布

Fig.3 National land using database on Web