

# 基于 SVG 和 Ajax 的 WebGIS 设计与实现

谢亦才<sup>1</sup>, 杨群生<sup>2</sup>

(1. 华南师范大学 计算机学院, 广东 广州 510631;

2. 广东工业大学 计算机学院, 广东 广州 510090)

**摘要:**针对当前 WebGIS 两种实现方案的缺点: 基于服务器端的 WebGIS 交互性差; 基于客户端的 WebGIS 对客户端要求过高, 负载过重, 文中详细分析了采用 SVG 和 Ajax 技术的原因和可行性, 并概述了它们的技术特点, 在此基础上提出了基于 SVG 和 Ajax 的 WebGIS 体系结构, 设计了存储 SVG 的关系数据库表结构。以广东省空间信息共享服务平台项目为实验载体, 实现了 WebGIS 的地图显示、图形编辑、图层控制和空间统计分析等功能。具有响应速度快等特点。

**关键词:** SVG; Ajax; WebGIS

**中图分类号:** TP391.41

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-629X(2009)05-0249-05

## Design and Implementation of a WebGIS Based on SVG and Ajax

XIE Yi-cai<sup>1</sup>, YANG Qun-sheng<sup>2</sup>

(1. School of Computer, South China Normal University, Guangzhou 510631, China;

2. College of Computer, Guangdong Industry University, Guangzhou 510090, China)

**Abstract:** Nowadays, the two methods of implementation of WebGIS have their shortcomings: the interactive of the WebGIS based on server is poor, and the load of the WebGIS based on client is heavy. Analyzed the reasons and feasibility of adopting SVG and Ajax technology, and reviewed their characteristics, proposed an architecture of the WebGIS, designed the relation database tables to store SVG documents; implemented lots of functions of WebGIS such of graphic showing, editing, layer controlling and spatial analyzing based on the project of Guangdong spatial information sharing platform. The response of the WebGIS is fast.

**Key words:** SVG; Ajax; WebGIS

## 0 引言

GIS 技术与 Internet 的结合, 产生了 WebGIS, 并成为 GIS 发展的必然趋势。WebGIS 的实现包括基于客户端实现和基于服务器端实现两种解决方案<sup>[1,2]</sup>。

其中, 基于服务器端的方案是指服务器首先接收客户端的请求, 然后处理该请求, 并把处理结果 (gif, Jpg 等栅格图像) 返回给客户端, 代表技术包括 ISAPI 和 CGI 等, 比如 ArcIMS 等; 基于客户端的方案是指当客户端向服务器发出请求后, 服务器就将所需的空间数据和处理该数据的工具一并返回给客户端, 以便在客户端进行本地的数据处理, 这种方案的代表技术有

Plug-in、ActiveX 控件以及 Java Applet 等, 比如 Intergraph 公司的 Geo-media web Map 等。

这两种方案各有优缺点: 基于服务器端的方案对客户终端没有特别要求, 只需要客户端使用的浏览器能支持 DHTML 和 JavaScripts 就可以了, 这很符合面向公众开放的 Web GIS 系统的要求。但问题是当用户需要在地图上进行 GIS 操作时, 就需要频繁地向服务器提交请求, 返回的结果无法编辑, 交互性差, 而且在网络上发布的数据也无法供第三方使用; 基于客户端的方案能提供丰富的 GIS 功能, 很多 GIS 功能可以直接在客户端完成, 但客户端负载过重并且要求客户端下载并安装 ActiveX 插件或者安装 Java 虚拟机等。而且使用和升级该客户端需要付费也不方便。

综合分析两种方案的优缺点, 扬长避短, 利用 SVG 的占存储空间小和强交互性以及 Ajax 技术的“按需取数据”等特点, 文中设计和实现了基于 SVG 和 Ajax 技术的 WebGIS。

收稿日期: 2008-08-16

基金项目: 广东省百项工程项目 (2005B30801006)

作者简介: 谢亦才 (1981-), 男, 江西宁都人, 硕士研究生, 主要研究方向为空间信息技术; 杨群生, 博士, 副教授, 硕导, 主要研究方向为图形图像处理。

## 1 采用 SVG 的原因及其技术概述

### 1.1 采用 SVG 技术的原因

采用 SVG 技术主要是为了顺应 WebGIS 的未来发展趋势和克服现有 WebGIS 的不足,表现在以下几个方面:

(1) 在 Web Service 逐渐成为主流的今天,XML 技术已经被广泛地应用到了各行各业的 Internet 业务处理与数据交换,而 SVG 正是基于 XML 格式的、开放的、可扩展的矢量图形格式。它是基于文本形式的图形表达,其文本文件具有占存储空间小和高压压缩等特点,特别适合于在 Internet 上传输,占用带宽少<sup>[3]</sup>。

(2) 目前基于服务器方案的 WebGIS,所有功能都在服务器端计算完成,返回客户端的图像是 BMP、GIF、JPEG 等栅格图像格式,用户无法对其进行操作。而用 SVG 作为 GIS 的图形发布标准,用户对地图进行任何倍数放大都不会损失地图的细节;而且 SVG 具有很强的图形处理(渲染、滤镜、动画)能力,通过 Script 可以实现很多交互功能,使得在浏览器端可以实现服务器端的部分功能,减轻了服务器的负荷,也增强了交互性和用户体验性<sup>[4]</sup>。

### 1.2 SVG 技术概述

SVG 规范<sup>[5]</sup>定义了 17 类 80 多种元素,它涉及基本图形、文字、图像等元素以及图形元素动画、事件处理、超链接、颜色渐变、透明效果、滤镜效果、剪辑处理、合成和填充等诸多方面,还规定了 XML 命名空间(namespace)和 SVG 文档对象模型(DOM)。这样,通过 SVG 就可设计出各种精美的、具有互动性的矢量图形。

总的来说,SVG 有以下几个特点<sup>[6]</sup>:

① 任意缩放性、文件占存储空间小。作为一种矢量图形,与栅格图像相比,由于它可自由地缩放,而不会破坏图形的质量,同时文件的大小与图形的具体尺寸无关,而仅与图形的复杂程度有关,因此非常适合网上的传播。

② 易生成、易修改性。作为一种纯文本格式的图像,SVG 文档很容易读懂,不仅可以方便地由各种程序语言(如 VC、Java 以及脚本语言等)来动态生成,并可方便地进行修改和升级。

③ 强交互性。由于 SVG 完全支持 DOM(文档对象模型),因此 SVG 中的图形对象完全可以通过脚本语言来接受外部事件的驱动(如鼠标),以实现自身或对其他图形对象的控制和编辑。

④ 超链接性。SVG 文档中的图形对象可直接与其他媒体(如图像、视频、音频等)进行链接,使图形元素成为一扇通向其他信息的大门。

⑤ 中立性。由于 SVG 是一个正式定义的国际开放标准,因此,它不属于任何团体和个人。

⑥ 数据组织的分层概念。一个 SVG 文档中可以包括若干个<svg>元素,该元素中定义了用户在当前坐标系中的可渲染矩形区域。一个<svg>下又可以包含若干个<g>元素,该元素将一批特征类似的元素定义成一个集合。一个<g>元素下又可以包含若干个 SVG 内定义好的诸如<circle>、<text>和<path>等元素。SVG 的这种组织数据的框架很适合于表达地理数据<sup>[7]</sup>。

## 2 采用 Ajax 的原因及其技术概述

### 2.1 采用 Ajax 技术的原因

初期的 WebGIS 采用 CGI 方式,交互操作完全依赖浏览器处理,用户体验很差,经常遇到白屏状况。研究人员随即引入 Plug-In 技术扩展浏览器的 GIS 功能,但收效并不显著。而随着 Java、DCOM 等技术的大规模应用,主流 GIS 厂商纷纷采用 Applet、ActiveX 等技术开发客户端。它们嵌入网页运行,功能较强,但与服务端耦合度高,初次使用前还要下载并安装相应程序。不同之处在于:Applet 可以跨平台运行,前提是由 Java 运行环境的支持;而 ActiveX 只适用于 Windows 平台,安装时还需安全认证与注册。这些额外的要求对普通用户是种负担。除 Applet 与 ActiveX 外,ArcIMS 等商业软件同时提供了基于 JavaScript 和 DHTML 等技术的客户端实现。虽然简便,但效果不甚理想,用户常陷入等待之中。

通过上面客户端技术的发展回顾和后面第 2.2 节对 Ajax 机制的分析,可见 WebGIS 具备采用 Ajax 开发的基本特征:需要即时的交互响应,大量、频繁的与服务器通讯以传输数据<sup>[8]</sup>。

### 2.2 Ajax 技术概述

Ajax,即异步 JavaScript 与 XML,它是几种现有技术的组合使用:用级联样式表(CSS)、JavaScript、XHTML、XML 和可扩展样式语言转换(XSLT)技术,开发外观及操作类似桌面软件的 Web 应用软件<sup>[9]</sup>。Ajax 相当于在用户和服务器之间加了一个中间层,使用户操作与服务器响应异步化。并不是所有的用户请求都提交给服务器,像一些数据验证和数据处理等都交给 Ajax 引擎来做,只有确定需要从服务器读取新数据时再由 Ajax 引擎代为向服务器提交请求。Ajax 引擎用 JavaScript 语言编写,通常藏在一个隐藏的框架中,负责编译用户界面与服务器之间的交互。

Ajax 的核心技术是 JavaScript、XMLHttpRequest 和 DOM。其中 XMLHttpRequest 是 XMLHttpRequest 组件的

对象,通过这个对象,Ajax 可以像桌面应用程序一样只同服务器进行数据层面的交换,而不用每次都刷新界面,也不用每次将数据处理的工作都提交给服务器来做。这样既减轻了服务器的负担又加快了响应速度、缩短了用户等待时间;DOM 是提供操作 HTML 和 XML/SVG 使用的一组 API,DOM 定义了表示和修改文档所需的对象、对象的行为和属性以及对象之间的关系,它把文档数据和结构用树形表示;JavaScript 和其它语言则可以通过 DOM 来操控 HTML、XML/SVG 等页面。

### 3 基于 SVG 和 Ajax 的 WebGIS 体系结构及其实现

基于 Ajax 技术的 Web GIS 系统具有许多优于传统 Web GIS 的特性<sup>[10,11]</sup>:

(1)减轻服务器的负担;  
(2)平衡服务器和客户端的负载;  
(3)无刷新更新页面,减少用户心理和实际等待时间,用户体验连贯;  
(4)实现地图的动态局部更新;  
(5)实现地图的可视化交互;  
(6)可以调用外部数据;  
(7)进一步促进页面呈现和数据分离。文中应用 SVG 和 Ajax 技术构建的 WebGIS 体系结构分为 3 个层次:数据层、服务层和表现层(如图 1 所示)。

#### 3.1 数据层

为了得到 SVG 数据,通常把主流空间数据格式(如 E00、shape 等)转化为 GML 格式,存储在 GML 数据库中,再用利用 XSLT 把 GML 转换为 SVG 存在 SVG 数据库中。

##### 3.1.1 存储方式选择

SVG 基于 XML 标准,其存储方式可以建在 XML 存储技术之上。目前,XML 的存储方式主要有 4 种:文件方式、原生 XML 数据库方式、面向对象数据库方式和关系数据库方式,它们各有优缺点<sup>[12]</sup>。文件方式存储简单易实现,无需存储转换和重构查询结果。但是存在查询效率低下、文件大小受内存大小的制约、并发性差、安全性低等不足;原生 XML 数据库是将

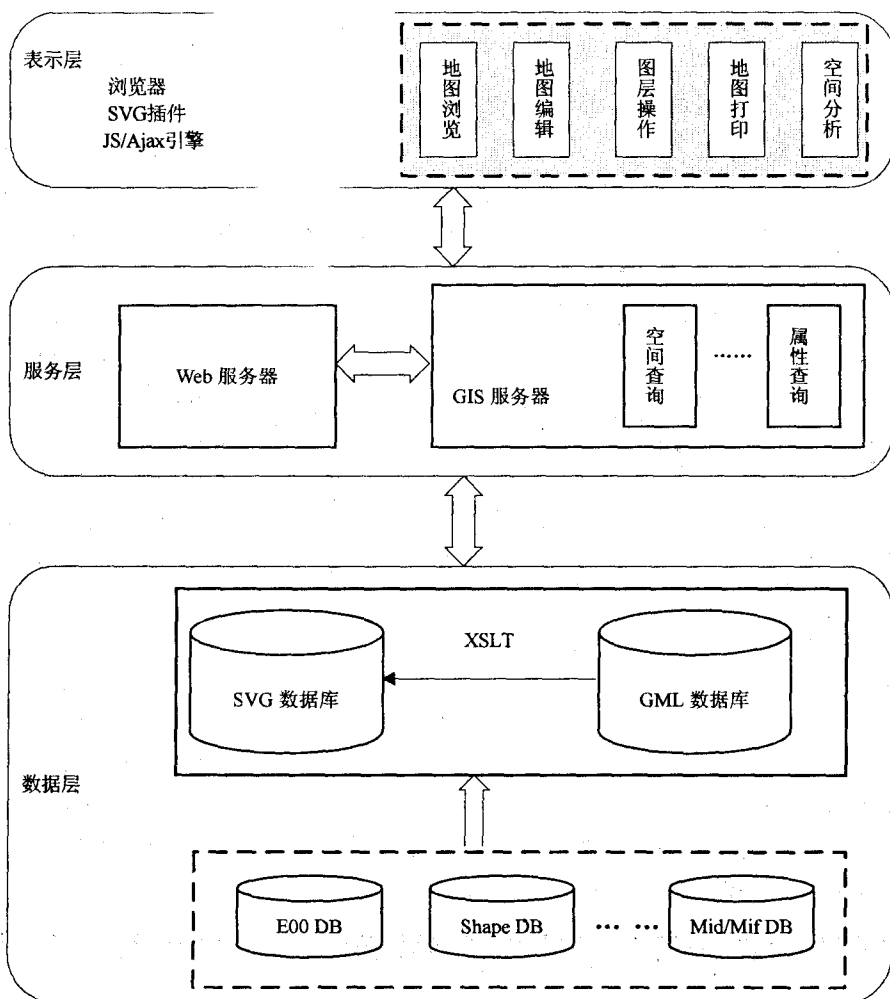


图 1 基于 SVG 和 Ajax 的 WebGIS 体系结构

XML 文档和元素作为基本结构的数据库,具有内容集中放置、易于搜索和管理、查询速度快、数据无损失等优点但发展时间相对较短,技术还不够成熟,在安全性、多用户并发、数据的聚合能力等方面还有待提高;面向对象数据库支持复杂数据类型,能直观地建立 XML 数据的对象模式,可利用对象查询语言(OQL)实现数据查询,存储与查询效率较高,但最大的缺点在于面向对象数据库自身的不成熟;关系数据库是当今主流数据库,以坚实的代数理论为基础,具有高效的索引机制,统一的查询语言(SQL),实用的事务管理和恢复机制以及大量工具的支持。比较了 4 种存储方式的差异,SVG 空间数据的存储采用关系数据库存储方式。

##### 3.1.2 数据库的结构设计

对关系数据库进行结构设计,参考了文献[13]的数据库设计方法。在 SVG 中,选择每一个<g>作为分割点,以便传输整个图层及其中的每个元素,保证 SVG 数据易于存储和重构、查询和修改速度快。设计了 12 张表,篇幅关系,截出两张表如图 2 所示。一个 svgEx 表存储的是一个 SVG 文档总体信息:文档 id

号,文档名,文档中的所有 onclick 事件,包含的<svg>元素 id 号等信息。svg 表存储的是文档中一个<svg>元素包含的信息:元素 id 号,该元素所在的文档名等。

### 3.2 Web 服务层

该层包括 Web 服务器和 GIS 应用服务器。Web 服务器负责响应客户端的请求并与 GIS 应用服务器交互;GIS 应用服务器是整个系统的核心,负责实现大部分的地理信息处理功能,它由各种 Web 服务组件来实现,比如空间和属性信息查询等。

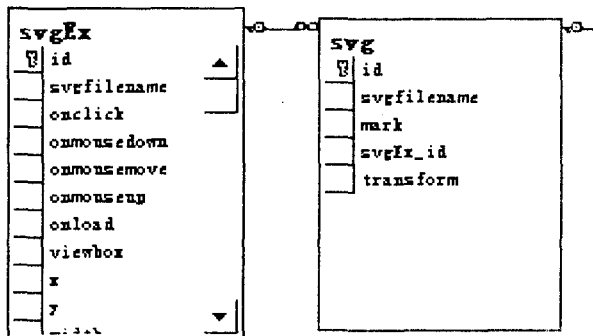


图 2 数据库的结构表

### 3.3 客户端

客户端包括 Web 浏览器、SVG 插件及页面内嵌脚本 JavaScript/Ajax 引擎。通过浏览器以二维的形式显

示地理信息。为了减轻服务器端的负载和增强交互性,充分利用 SVG 的优点,客户端还实现包括地图编辑、图层控制、地图输出和部分空间统计分析等功能。大部分系统功能通过 GIS 应用服务器的 Web 服务组件来实现。通过 Ajax 引擎调用 Web 服务组件动态获取数据,利用 JavaScript 脚本语言操纵 DOM 树进行页面的更新。以前为了使网页能无缝化重构,也就是在页面已经下载完毕后改变页面内容,开发人员一直通过 JavaScript 和 DOM 来实现。但要使网页真正动态起来,不仅要内部的互动,还需要从外部获取数据。在 XMLHttpRequest 出现之前,是让用户输入数据并通过 DOM 来改变网页内容的,现在利用 Ajax 技术,利用 XMLHttpRequest 可以在不重载页面的情况下读写服务器的数据,更改 DOM 内容,实现按需局部更新页面。

## 4 应用实例

文中按以上系统结构和理念,基于 B/S 架构实现了“广东省空间信息共享服务平台”项目,从底层开发,设计实现了各种 GIS 功能,包括地图显示、地图标注、地图修饰、查询检索和空间统计分析等等。系统主界面如图 3 所示。

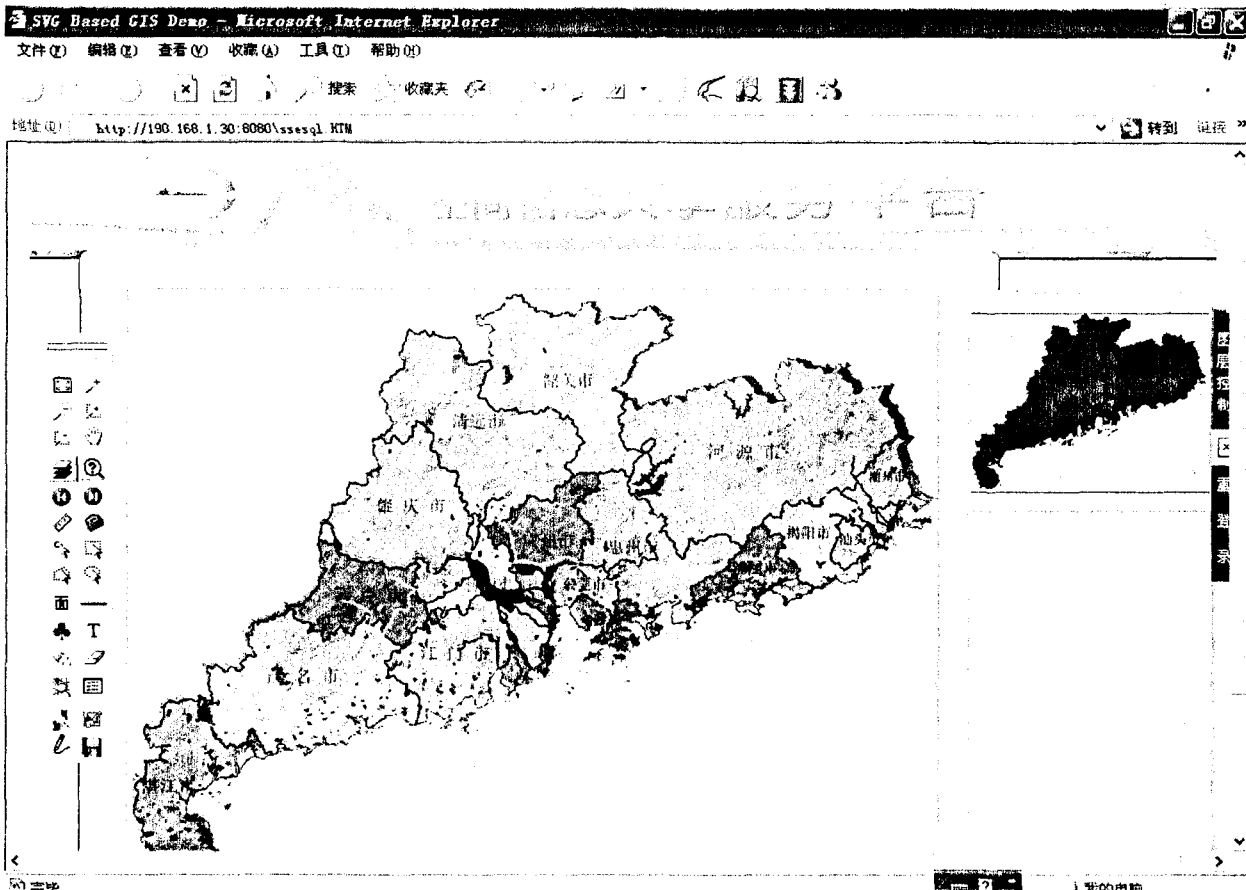


图 3 广东省空间信息共享服务平台主界面

## 5 结束语

尽管 SVG 规范尚未成为正式通用标准,但它从一开始就是严格按照新一代网络标记语言 XML 来制定自身的标准,因此这种图形格式是完全公开的,不受某个公司单独操控。此外它具有很强的交互性,很适合交互性强的 WebGIS;另一方面,Ajax 是构建 RIA(Rich Internet Application,丰富互联网应用程序)系统的关键技术。Ajax 引擎按需获取空间数据,减少了冗余请求和响应对服务器造成的负荷,使整个 WebGIS 的性能达到最佳状态。

所以“广东省空间信息共享服务平台”项目以 SVG 作为图形发布的标准,客户端采用 JavaScript/Ajax 技术和服务器端的其它常规技术相结合开发了相应的网络 GIS 功能,达到了两个效果:

(1) 实现了 WebGIS 的大部分功能,使系统成为一个开放的有交互性的网络 GIS。

(2) 实现了按需取数据,不用重载就能更新页面,减少了网络流量,提高了响应速度。

下一步工作将进一步完善各种功能,比如地图编辑中的协同问题,还有空间统计分析中的计算效率问题等。

### 参考文献:

[1] 张犁,林辉,李斌.互联网时代的地理信息系统[J].

测绘学报,1998,2(1):9-16.

[2] 李青元,张福浩.WebGIS 实现技术探讨[J].中国图象图形学报,1998,3(6):486-489.

[3] 杨昆.基于 SVG 的 Web GIS 软件技术研究[J].云南师范大学学报,2005,25(3):62-63.

[4] 钱瑞伟,孔婷,李俊,等.基于 SVG 的实时 Web GIS 技术研究[J].计算机科学,2007,34(11):86-87.

[5] W3C. Scalable Vector Graphics(SVG)1.1 Specification[EB/OL]. 2003-01-14[2005-07-05]. <http://www.w3.org/TR/SVG>.

[6] 周文生.基于 SVG 的 WebGIS 研究[J].中国图象图形学报,2002,7(7):694-695.

[7] 徐云和,谢刚生,程朋根,等.基于 SVG 的空间数据的可视化[J].计算机应用研究,2005(2):46-47.

[8] 栾绍鹏,朱长青.Ajax 在 WebGIS 中的应用研究[J].测绘科学,2007,32(5):158-159.

[9] 杨国瑞,张思博.基于 AJAX 的 Web 应用架构设计[J].现代电子技术,2006(15):95-97.

[10] 龙腾飞.Ajax 技术与 Web GIS[J].计算机技术与发展,2008,18(4):165-167.

[11] 彭建伟,罗大庸,段保霞.基于 Ajax 的地图数据发布研究[J].计算机技术与发展,2008,18(4):185-188.

[12] 高兵.XML 在关系数据库中存储和查询方法的研究[D].哈尔滨:哈尔滨工程大学,2004.

[13] 温健婷,李岩.基于 XML-SVG 的空间数据库设计与实现[J].计算机工程与应用,2005(18):169-175.

## 《计算机技术与发展》征稿须知

(1) 新投稿可通过 Email 发至本刊电子信箱:ctad@vip.163.com。论文要求主题突出、用语规范、层次清楚、结构严谨、文字精练、文理通顺、逻辑性强、内容科学可信、图表清晰。

(2) 论文题目不超过 20 个汉字。

(3) 作者姓名及作者所在单位部门、城市、邮政编码(多位作者不在同一单位应分别开列)。

(4) 摘要须从目的、方法、结果、结论 4 个方面阐述,300 字左右。

(5) 关键词 3~8 个为宜。

(2) — (5) 项内容必须中、英文具备。

(6) 作者简介:姓名、出生年、性别、学位/职称、研究方向。

来稿请注明导师简介:姓名、职称、研究方向。

(7) 作者在投稿时须注明是否是 CCF 会员,若是会员,请注明会员号。凡第一作者为 CCF 会员者,将享受 85 折的优惠。

(8) 投稿时请写明详细通信地址、邮政编码、联系电话、Email 信箱等各项必备内容。收到稿件经初审通过后,将以电子邮件的方式通知作者处理意见。稿件刊登后赠送样刊 2 本。

(9) 本刊已入编《中国科技核心期刊》、《中国科技论文统计源期刊》、《中国学术期刊综合评价数据库统计源期刊》、《中国核心期刊数据库收录期刊》、《中国期刊全文数据库收录期刊》、《万方数据资源系统数字化期刊群上网期刊》、《中国学术期刊(光盘版)》全文收录期刊。不愿意通过上述媒体发行者,请在来稿首页注明。