

基于 CAD 与 GIS 集成的规划编制 辅助设计系统建设与应用

张伟伟¹, 汪荣荣²

(1. 宁波市自然资源和规划大数据中心 浙江 宁波 315042; 2. 鄞州区自然资源行政执法队 浙江 宁波 315104)

摘要: 规划编制成果的规范性和质量直接影响着数据利用价值, 本文从兼顾规划编制成果的标准化和设计效率出发, 开发了规划编制辅助设计系统。文中介绍了规划编制辅助设计系统的建设背景、总体框架、核心功能及应用成效。该系统集成 CAD 与 GIS 平台开发技术, 实现了规划设计、质量检查、成果入库等功能。系统的建设与应用有效提高了规划编制成果的规范化水平与规划设计效率, 为规划编制成果的深入应用夯实了数据基础, 进一步提升了规划编制数字化能力。

关键词: 规划编制; 辅助设计; 质量检查; 成果入库; 系统建设

中图分类号: P208 文献标识码: A 文章编号: 1672-5867(2023)06-0121-03

Construction and Application of Planning Aided Design System Based on the Integration of CAD and GIS

ZHANG Weiwei¹, WANG Rongrong²

(1. Ningbo Natural Resources and Planning Big Data Center, Ningbo 315042, China;

2. Yinzhou District Natural Resources Administrative Law Enforcement Team, Ningbo 315104, China)

Abstract: The standardization and quality of planning results directly affect the value of data utilization. Considering the standardization and design efficiency of planning results, a planning aided design system is developed. This paper introduces the construction background, overall framework, core functions and application results of the planning aided design system. The system integrates CAD and GIS platform development technologies, and realizes functions such as planning and design, quality inspection, and storage of results. The construction and application of the system has effectively improved the standardization level and planning design efficiency of planning results, consolidated the data foundation for the in-depth application of planning results, and further improved the digitization ability of planning.

Key words: planning; aided design; quality inspection; storage of results; system construction

0 引言

随着计算机技术的进步, 尤其是制图技术和地理信息技术的快速发展, 为城市规划进入数字化时代奠定了良好的基础。城市发展进入精细化管理阶段, 对城市规划的方法和手段提出了更高的要求, 在先进技术的支撑下, 充分利用信息化手段提高城市规划设计与管理水平已成为必然^[1]。国内部分城市通过集成 CAD 与 GIS 技术探索了规划管理数字化建设新模式^[2-3], 并总结实践经验提出了规划信息化总体框架^[4-5]。这些实践探索显著提升了规划信息化水平, 对促进城市规划高质量发展和发

挥城乡规划的先导龙头作用具有重要意义。

规划设计单位由于受行业特点和传统绘图习惯的影响, 主要使用制图功能较为强大的 AutoCAD 软件进行图纸设计, 但由于其在信息表达上没有实现空间与属性的关联, 在 CAD 图形转换至 GIS 空间数据时, 需要数据管理部门花时间和精力进行数据整理, 导致设计成果不能直接为管理部门所应用^[6]。此外, 规划设计制作的 CAD 文件往往会出现图形重叠、图形未封闭等数据质量问题, 目前, 仍是以交互式人工检查为主, 耗费大量人力资源。因此, 为进一步提升规划设计质量和效率, 南京市开发了基于 AutoCAD 的辅助设计软件^[7], 一定程度上解决了制图

收稿日期: 2022-04-18

作者简介: 张伟伟(1985-) 男, 安徽蚌埠人, 工程师, 硕士, 2011年毕业于福州大学地图学与地理信息系统专业, 主要从事自然资源

标准化、数据质量问题。宁波市为加强编制成果的规范性、促进成果应用,制定了规划编制的制图规范和数据标准,同时基于现实工作需求,配套建设了基于 AutoCAD 平台的规划编制辅助设计系统。该系统使用 AutoCAD 与 ArcGIS 平台提供的应用程序开发接口,实现了辅助设计、质量检查、成果入库等功能,为规划编制成果的规范化、规划设计效率提升及数据应用提供了数字化解决方案。

1 系统框架

规划编制辅助设计系统使用 C/S 架构进行开发,依托于单位局域网,采用 Visual C++ 平台集成 Object-ARX^[8-9]与 ArcObjects^[10]开发技术,将辅助制图、质量检查、成果入库等功能集成至 AutoCAD 平台,满足规划设计人员及数据管理人员的使用需求。系统总体框架分为基础设施层、数据层、服务层和应用层,如图 1 所示。

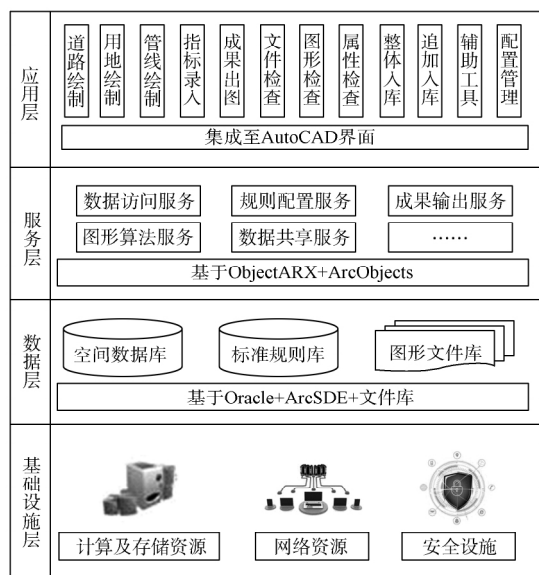


图 1 系统总体框架

Fig. 1 Overall system framework

1) 基础设施层是系统安全稳定运行的基础,提供计算与存储资源、网络资源、安全防护设备等。

2) 数据层为系统提供数据管理和应用支撑,包括 GIS 空间数据库、CAD 图形文件库及标准规则库。GIS 空间数据库的主要来源是控规及规划条件数据的入库数据,其存储与管理使用基于 Oracle 的 ArcSDE 模式^[11]。CAD 图形文件库的主要来源是控规及规划条件 CAD 文件,通过项目名称+时间戳方式进行版本管理,以 FTP 方式提供数据访问服务。标准规则库是制图及功能配置所依据的标准,使用 Oracle 数据库进行存储和管理。

3) 服务层为应用层与数据层的交互提供功能服务,包括基于 ArcSDE 的空间数据访问服务、基于 FTP 的 CAD 文件访问服务以及基于 Oracle 的数据访问服务。通过 ArcObjects 与 ObjectARX 程序接口开发 GIS 空间数据和 CAD 数据的图形处理服务。

4) 应用层是用户具体开展工作所需的具体应用功

能,是用户和系统交互的接口。应用的命令都集中在该层,每一个功能模块背后都由一个动态链接库层支持,主要包含道路、用地、管线等具体绘制与出图功能,以及基于 CAD 文件的质量检查与入库功能。

2 主要功能模块

规划编制辅助设计系统主要面向规划设计单位和数据管理部门,用于控规及规划条件的标准化绘制、质量检查及成果入库。从功能上可分为辅助制图子系统、质量检查子系统、成果入库子系统及运维管理子系统(如图 2 所示)。其中辅助制图子系统用于控规和规划条件的规范化绘制,质量检查子系统用于 CAD 图形的空间、属性及图属一致性质量检查,成果入库子系统用于规划编制空间数据格式转换与入库,运维管理子系统用于制图规范和数据标准配置、质量检查配置、专题图模板配置及成果入库配置。

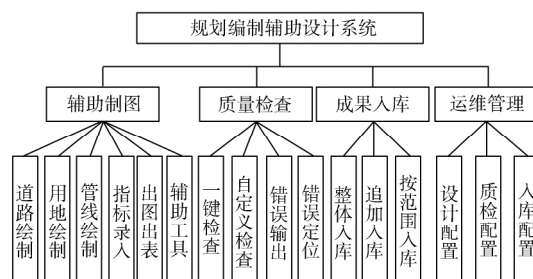


图 2 系统功能结构

Fig. 2 System function structure

2.1 辅助制图模块

基于内嵌的制图规范和数据标准,提供道路、用地、管线等绘制功能,并提供智能化的辅助设计工具,以下简要阐述常用的核心功能。

1) 用地绘制

地块绘制按照规划单元、街坊、地块三级指标控制方式进行划分。单元编号通过定义规则自动生成,街坊编号自动继承单元前缀,地块编号自动继承街坊前缀,按照英文顺序进行自动编号。同时为兼顾已有设计成果转换至新标准的效率,提供原有地块图自动转换功能,自动识别其他软件的地块参数,自动提取地块标注中的信息。

2) 成果出图出表

成果图输出主要用于按照特定绘制要求输出各类专题图,支持按照版式(横版、竖版)与类型(技术、法定)选项输出。图框中信息能够自动计算生成,其数据来源于图形中的规划范围线、单元线、地块等图层中实体的扩展属性,并自动绘制图例、缩略图、比例尺、风玫瑰等。指标表格是根据各类图层中的实体信息生成专题统计表,支持控规编制单元现状用地构成表及规划用地构成表、规划用地平衡表、配套设施一览表、公共服务设施一览表等自动生成,支持表格导出为 Excel 格式。

3) 辅助功能

搜索功能提供地块信息综合搜索,通过设定查询条

件自动搜索出相关地块,使设计人员能够快速定位至地块,支持 BO 搜索、累加搜索、框点搜索 3 种搜索方式。

数据检测功能是根据制图规则检测图形标注及指标是否符合要求。其中,坐标标注检测是检测实际位置与标注值不一致及标注位置不在实体上的标注情形;尺寸标注检测是检查标注的尺寸数据是否与实际距离一致;容积率、建筑密度、绿地率检测是检测地块定义的控规指标是否符合标准值。

2.2 质量检查模块

通过质量检查可以快速检查图件中存在的问题,准确定位有问题的图形要素,支持一键式检查和分项检查 2 种模式。一键式检查通过设置检查项目所在路径,设置容差、最大错误数等信息,自动寻找该路径下所有被检查文件,根据预先配置的检查内容进行自动检查。分项检查则需要将被检查文件打开,以图层为基本单位,应用不同规则进行自定义检查。一键式检查和分项检查都支持输出检查报告及错误定位文件,包括错误图层、错误项、错误内容等,可以叠加该错误图层对错误要素进行定位查看。

质量检查内容主要包括:1) 文件规范性检查。检查文件和文件夹的目录组织;检查 CAD 图形文件的版本、是否含有水印、加密信息等。2) 图形内容质量检查。检查图形的坐标系、图层是否符合标准,检查要素实体是否存在重叠、交叉、是否闭合、碎线等错误,检查扩展属性、必填属性填写规范性等。3) 图形接边检查。检查范围线是否存在,通过范围线检查项目范围外多余要素实体是否裁剪干净、控规与控制线之间是否存在问题。4) 图形一致性检查。通过用地红线和控制线的自动比对,检测用地红线与控制线间的交叉、间隙等问题,检查出图图面上的指标一览表与图上实体属性内容是否一致。

2.3 成果入库模块

通过质量检查的规划编制 CAD 图件需要转换入库至 GIS 空间库,为规划管理、监督监测提供直接的数据依据。CAD 到 GIS 格式的转换使用 GIS 平台提供的原生功能并不能将 CAD 图件中图形与属性信息进行完整的转换与关联,系统借鉴 CAD 与 GIS 格式图形属性转换研究成果^[12-13],基于 ObjectARX 和 ArcObjects 程序开发接口,通过二次开始实现两者之间的无损转换。

CAD 图形转换为 GIS 空间数据是以 Geodatabase 模型进行存储,具体以 gdb 格式临时存储,并与原始 CAD 图件进行再次校验,确保数据的完整性、正确性。具体编制项目的 gdb 数据根据更新范围线更新规划编制空间数据库,对范围线以内要素进行整体替换。为防止数据更新错误,借鉴传统数据库的事务控制机制,如果要素更新过程中发生错误,则所有操作全部回退,数据恢复至未更新时状态,同时建立版本控制机制,保证每次更新操作都有据可查。

2.4 运维管理模块

为保证系统的扩展性和灵活性,采用开放式结构开发了运维管理模块,可以实现制图标准及功能的自定义配置。

辅助制图子系统可配置制图标准、专题图模板等。制图标准支持自定义,在使用时自由切换;专题图模板配置主要配置各类成果图中图层的填充样式,设置成果图比例、成果图打印模板等;Excel 模板配置设置当前模板所涉及的表格及表格关联 GIS 层;文件附表配置可设置城乡用地构成表、城市建设用地平衡表、控制单元内容一览表、建筑量统计表等具体字段内容。质量检查子系统可配置检查内容、检查精度、检查图层等。检查内容配置具体的检查项,检查精度配置图形数据之间的控制精度,检查图层设置参照图层路径、图层名称。成果入库子系统可配置 GIS 空间库使用的 Oracle 版本、存储服务器 IP 地址、端口,以及访问该数据库使用的用户与密码。

3 应用成效

规划编制辅助设计系统已在宁波市自然资源和规划系统内进行推广应用。经规划设计单位和数据管理单位反馈,该系统功能模块齐全,辅助设计智能化程度较高,系统运行较为稳定,取得了良好成效。1) 通过系统内嵌的制图规范和数据标准规范提供统一的图形与属性表达方式,提升了规划编制成果的规范性,同时提升了数据应用价值。2) 通过质检系统及时发现图形与属性数据存在的潜在问题,并能够定位问题辅助设计人员进行修改,提高了规划编制成果数据质量,同时减轻了规划设计人员和数据管理人员开展成果质量检查工作的压力,避免重复劳动。3) 系统提供多个智能化辅助设计功能,大量琐碎、重复的工作由计算机代替进行,如指标统计表则根据扩展属性通过自动计算获取,设计效率大幅提高,缩短了设计周期,提升了规划设计效率。4) 系统应用 ObjectARX 和 ArcObjects 开发技术实现了辅助设计、质量检查、数据入库等功能,是运用先进信息技术解决实际存在的问题有益实践,提升了规划编制数字化水平。

4 结束语

规划编制辅助设计系统为规划设计人员和数据管理人员提供了集成规划设计、质量检查、数据入库于一体的信息化平台,改变了传统的规划设计方式,实现了设计效率和数据质量的双提升,对促进宁波市规划编制信息化水平提升具有显著效果。随着国土空间规划体系的建立以及《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南(试行)》的发布,各类规划编制的方法和标准也将进行革新,规划编制辅助设计系统后续也将开展规则与功能适配性研究,为国土空间规划体系的顺利落地实施奠定技术基础。

参考文献:

- [1] 陆琴新. 基于 CAD 的城市规划制图与建库一体化: 以浙江省湖州“规管系统”为例[J]. 国土资源科技管理, 2012, 29(5): 89-94.
- [2] 吴千里, 马小龙. 面向城市规划信息化的 GIS 与 CAD 集成技术探讨[J]. 测绘通报, 2010(2): 52-55.

(下转第 127 页)

层。主要图层包括电子地图、土地利用现状图、土地利用总体规划图和基准地价等。

2) 视图操作。系统在统一的坐标下,实现各类数据的叠加浏览、放大、缩小、平移、全图、漫游、固定放大、固定缩小等地图操作。

3) 核心功能。系统实现数据查询、统计和分析等功能。长按显示详细信息或划定范围进行查询要素属性;用户选择业务图层后划定范围进行图层叠加分析,分析结果展示覆盖面积和图斑面积;用户选择统计图层、统计字段、求和字段综合条件进行统计查询,查询结果明细可支持导出 Excel 文件。查询结果以折线图、条形图、饼图的形式展示。

4) GPS 定位。支持 GPS 定位,获取用户当前位置。

5) 辅助工具。主要包括搜索框、地图测量、公文包和地图标签等。搜索框是输入可见图斑关键字信息,在系统右侧展开搜索结果;地图测量实现距离和面积测量,在地图画线或者画面,可以实时计算其距离和面积;公文包可将 shape 等 GIS 数据加载到地图中;地图标签是将当前页保存为书签,以便在下次打开书签定位到该范围。

5 结束语

本文综述了利用“互联网+自然资源+移动 GIS”等先进信息技术,搭建城市开发区国土空间移动信息系统的方法。系统部署在安卓平板,离线使用,主要有以下应用成效:

1) 国土空间移动信息系统有利于促进自然资源成果数据标准化。遵照相关行业标准,制定统一的基础和专题数据数据库标准,为数据共享、兼容和可扩展提供标准保障。

2) 传统的分散数据管理模式无法满足日常信息化管理需求,通过建设国土空间移动信息系统,融合计算机、互联网、地理信息等多种技术手段将零散的数据整合划一集成为一个系统,实现对自然资源统一集成管理。

3) 国土空间移动信息系统建立为土地报批、招商规划、政府规划和决策提供便携、灵活和跨地域性的地理信息服务技术支撑,通过移动化的办公方式有效地提高了

办公效率。

下一步,一是做好开发区国土空间移动信息系统维护工作,确保系统安全、稳定、可靠运行;二是加强系统应用培训和技术服务,在使用过程中发现问题并逐步修改完善平台,提升用户使用体验度,扩大系统应用面,发挥项目最大效益;三是丰富各类自然资源数据,挖掘数据内涵,完善国土空间移动“一张图”台账管理和系统功能,全面提升国土资源成果应用和管理水平。

参考文献:

- [1] 熊长喜,李旭. 移动端土地督察系统的设计与实现[J]. 地理信息世界, 2018, 25(6): 102-105.
- [2] 刘丹. 云+端模式的移动警务管控平台设计与警务生态圈应用[J]. 地理信息世界, 2016, 23(6): 93-97.
- [3] 许振峰,吕东洋,孙奉翻. 基于移动 GIS 技术的土地巡查系统研究与开发[J]. 测绘与空间地理信息, 2014, 37(2): 110-112.
- [4] 陆文彬. 土地储备管理信息系统的开发与实现[D]. 南京: 东南大学, 2016.
- [5] 陈轮. 基于平板电脑的测绘成果外业巡检系统研究与实现[J]. 测绘与空间地理信息, 2020, 43(3): 185-187.
- [6] 钱建国,李智程,吴财,等. 基于百度地图 API 的移动端旅游信息管理系统[J]. 测绘与空间地理信息, 2019, 42(5): 25-28.
- [7] 贾培哲,赵俊三,江新飞,等. 基于移动 GIS 的土地执法动态巡查系统建设[J]. 地理信息世界, 2013, 20(6): 58-61.
- [8] 胡冬梅,夏君. 基于 GIS 的违法建设管理研究与应用[J]. 城市勘测, 2016(4): 14-17.
- [9] 司敬知,李英成,王恩泉,等. 移动 GIS 土地执法动态巡查监察体系研究与应用[J]. 测绘学报, 2017, 46(S2): 158-163.
- [10] 余永欣,刘博文,秦飞,等. 基于地理国情的疑似违法用地违法建设监测方法[J]. 北京测绘, 2019, 33(9): 1 051-1 056.

[编辑: 张 曦]

(上接第 123 页)

- [3] 陆琴新,秦芹,陈嗣栋,等. 基于 CAD/GIS 集成的规划管理信息系统设计与实现[J]. 规划师, 2012, 28(8): 59-62.
- [4] 李宗华. 城市规划信息化总体框架与地理空间信息在线网络服务[J]. 规划师, 2007, 23(9): 65-68.
- [5] 叶智宣. 杭州城乡规划信息化总体框架研究[J]. 浙江建筑, 2009, 26(8): 1-3, 11.
- [6] 汤森. 基于 GIS 的城市规划总图数据标准及城市规划辅助系统研究[D]. 长沙: 中南大学, 2013.
- [7] 王树魁,毛燕翎. 南京控规辅助编制软件的技术研究与实现[J]. 城市建筑, 2015(24): 327-328.
- [8] 王鲁米,曹永桃,黄虎文,等. ObjectARX.NET 技术在地下管网属性管理中的应用[J]. 地理空间信息, 2018, 16(1): 104-106.
- [9] 陈毅,袁显贵,杨一洋,等. 基于 objectARX 的地下管线坐标快速转换标注程序研究[J]. 地理空间信息, 2018, 16(11): 120-122.
- [10] 徐忠国. 基于 ArcObjects 和 COM-Add-Ins 乡级土地利用总体规划辅助编制系统设计与实现[J]. 中国土地科学, 2014, 28(1): 46-51.
- [11] 张伟伟,高峰,乐恒,等. 地理空间数据库性能优化原则研究[J]. 地理空间信息, 2016, 14(12): 21-23.
- [12] 杨娜娜,张新长,黄健锋,等. CAD 规划成果数据 GIS 建库的技术与研究[J]. 测绘通报, 2015(6): 44-48.
- [13] 夏振,陈起谟,刘金沧,等. 一种从 CAD 到 ArcGIS 数据转化方法研究[J]. 测绘地理信息, 2021, 46(4): 116-118.

[编辑: 张 曦]