

多源分布式城市空间信息共享与集成架构研究

林颖贤¹, 林大滨²

(1. 集美大学计算机工程学院, 福建 厦门 361021; 2. 厦门市信息技术服务中心, 福建 厦门 361012)

[摘要] 由于城市空间信息具有多源性与分布性特点, 迫切需要构建既能满足城市空间信息的共享需求, 又能实时更新数据的基础支撑架构。结合电子政务平台的建设, 论述了采用 ESB 及 SOA 技术, 将部门之间的数据交换共享提升为服务协同共享, 提出了服务共享与集成架构模型, 并对空间信息服务协同标准、业务地址要素空间化关系、单元粒度的多维空间分析数据的立方体模型等进行了研究与实践探索。

[关键词] 智慧城市; OGC; REST; 空间信息; 电子政务

[中图分类号] TP 391

Multi-Source Distribution Urban Space Information Sharing and Integration Structure

LIN Ying-xian¹, LIN Da-bin²

(1. Computer Engineering College, Jimei University, Xiamen 361021, China;

2. Information Technology Service Centre of Xiamen, Xiamen 36100, China)

Abstract: The multi-source distribution of urban space information makes it urgently necessary to construct the urban space sharing application and basic support structure of data updating. Based on the construction of electronic government platform, this paper discusses the use of the ESB and SOA technologies to upgrade data exchanging and sharing between departments into service coordinating and sharing demand, proposes the model of service sharing and integration structure, and makes research and practice on the standard of space information service cooperation, the relationship of spatialization of business address elements, and the cube model of multi-dimensional spatial analysis data of unit particle size.

Keywords: smart city; open geospatial consortium (OGC); representational state transfer (REST); spatial information; e-government

0 引言

建设智慧城市对空间信息的应用要求越来越高, 业务部门将地理信息系统 (geographic information system, GIS) 嵌入到各业务系统中, 使之成为信息社会和信息基础设施的重要组成部分, 实现空间信息的规范化、大众化式共享。城市空间信息由基础地理信息 (如: 地形地貌、路网、管线、区划边界、地名地址, 由国土测绘、规划、建设和民政等政府主管部门分别管理)、业务要素部件 (如: 交通设施、井盖、消防等, 由公安、市政等部门建设维护), 以及基于城市公共管理的网格、人口、

[收稿日期] 2015-08-27

[修回日期] 2015-12-24

[基金项目] 2013 福建省自然基金资助项目 (2013J01243); 2013 福建省科技重点项目 (2013H0032)

[作者简介] 林颖贤 (1963—), 女, 副教授, 主要从事数据库技术方向研究。

法人机构等信息构成。目前由于空间应用系统相对独立, 无法沟通与协作, 形成大量分布式多源异构空间数据, 阻碍了 GIS 技术的进一步推广和应用^[1], 并且现有空间信息存在多种应用平台, 又各有自己的数据格式规范, 从而造成平台之间相互兼容及数据共享的困难^[2]。国内外学者对分布式空间数据的集成展开了相关研究^[1-6], 但在实际应用中, 除了要实现空间数据集成外, 如何动态实时地共享空间业务要素数据, 如何实现基于地址的业务数据空间化, 如何基于分布式多图层的动态业务协同, 在实践中都面临着挑战。应用面向服务的体系结构 (service-oriented architecture, SOA)、数据集成及空间信息融合技术, 构建城市统一的空间信息共享和集成服务平台, 构建基于地址的业务数据统一的空间化模型, 实现多源分布式空间信息的共享及业务协同是本文研究的目标。

1 分布式空间信息服务共享与集成架构模型

越来越多的空间数据以符合开放地理空间信息联盟 (open geospatial consortium, OGC) 标准的服务方式发布, 使得空间信息的共享成为可能^[2]。依据空间信息各业务主题分布在不同的政府专业部门内的特点, 本研究多源分布式城市空间信息共享与集成平台架构设计基于“一数之源、一源多用、服务共享、大数据聚合”的原则, 采用企业服务总线 (enterprise service bus, ESB) 及 SOA, 将部门之间的数据交换共享提升为服务共享 (如图 1 所示)。可提供符合 OGC 规范的 web 地图服务 (web map server, WMS)、web 要素服务 (web feature server, WFS)、web 地理覆盖服务 (web coverage server, WCS) 及 web service 标准的各类地图服务, 实现各业务部门的数据共享与应用。空间资源融合服务平台在统一的地理信息服务平台上, 可提供服务注册、授权、监控管理等服务, 建立了各部门对等的服务共享和访问机制, 在统一、标准、安全、规范的指导原则监控下, 具有网格划分、地址匹配、物件标注等基于空间的业务应用分析功能。

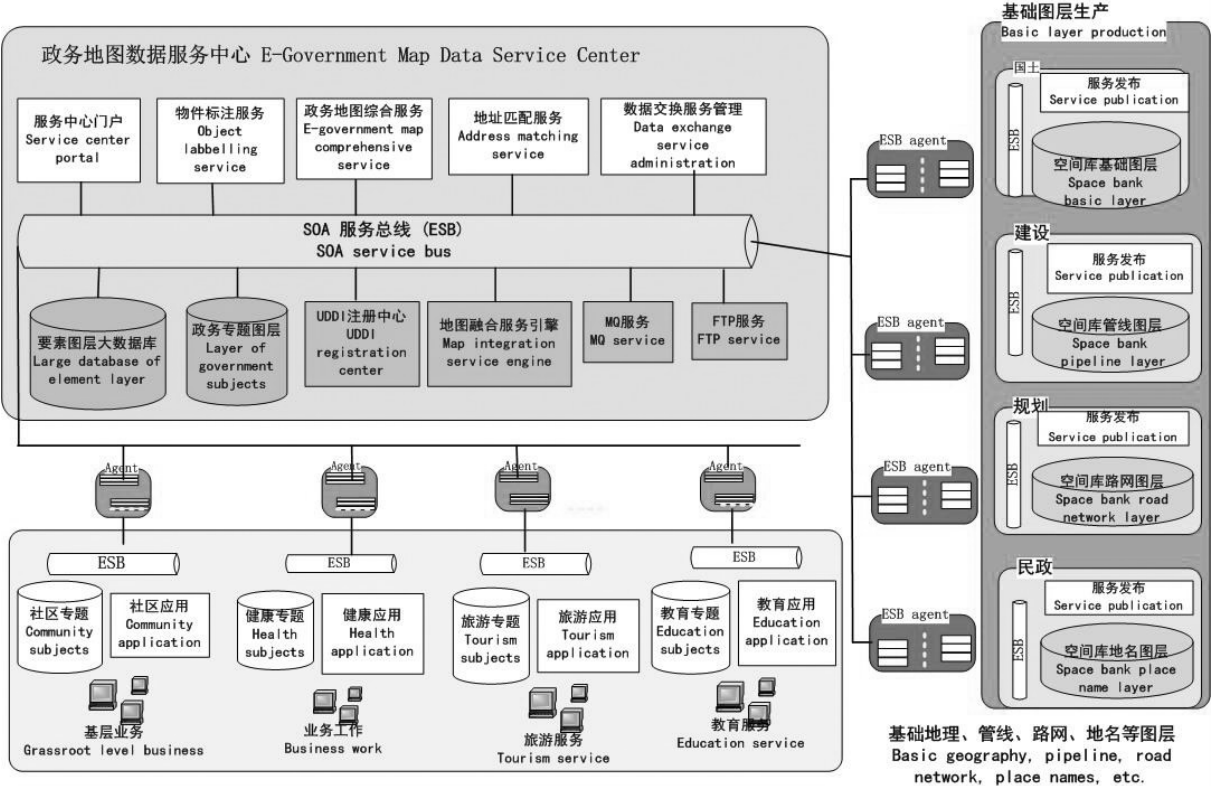


图 1 分布式空间信息服务共享与集成架构模型

Fig.1 Model of information service sharing and integration structure in distributed space

平台采用分布式逻辑架构部署,服务中心通过业务前置机与各部门实现服务共享及数据交换。空间基础信息由相关业务数据生产系统在线发布,通过部门前置机经服务中心统一路由调度、集成融合、安全审核,提供给用户使用。业务部门产生的基于空间应用的要素数据,通过前置机的定期或实时交互到大数据中心,由大数据中心按不同要素图层管理。

2 基于 REST 的空间信息服务协同标准

基于 OGC 规范,采用 REST 的架构以资源形式提供 WMS、WFS 及 WCS 等 GIS 功能接口,涵盖所有 GIS 功能。依据 REST 的设计原则,客户端对各类数据的请求都应视作对资源的请求,按照 OGC 规范分析及 REST 设计原则,将所有要素分为 3 类:意图(intent)、动作(action)和表示(representation)^[6]。基于 REST 的空间信息服务规范将资源作为一种抽象概念,并将其映射到相应的一套 URI 规则上。通过对资源的操作来实现分布式,将地图服务划分为目录服务、影像服务、要素服务和几何服务。设计的服务结构规范如下:

`http:// <catalog-url> / <service-url> / [parameters or operation]`

2.1 目录服务 (catalog service)

URL: `http:// <host> / <instance> / rest/services/ <folderName>`

目录资源是分布式地图服务器的根节点和初始入口。该资源展示发布在服务器上的文件夹和各种服务的目录信息中。

示例 1 `http://192.168.20.4 /mygisserver/rest/arcgis/rest/services`

2.2 地图影像服务 (map image service)

URL: `http:// <catalog-url> / <serviceName> /MapServer`

地图服务资源的支持操作有: Export Map、Identify、Find、Query。

示例 2 导出地图只包括边框:

`http://192.168.20.4 /mygisserver/rest/arcgis/rest/services/fsdfs/MapServer/export? bbox = -127.8,15.4, -63.5,60.5`

2.3 地图要素服务 (Map Feature Service)

URL: `http:// <catalog-url> / <serviceName> /FeatureServer`

要素服务资源支持的操作有: query、addFeatures、updateFeatures、deleteFeatures、applyEdits。

示例 3 `http://huzm-pc/mygisserver/rest/arcgis/rest/services/tesfds/FeatureServer/0/addFeatures`
简单的输入 features 信息:

```
[ { "attributes" : {
    "req_id" : "508389",
    "req_type" : "Graffiti Complaint-Public Property",
    "req_date" : "09\\19\\2009",
    "req_time" : "18:44",
    "address" : "11TH ST and HARRISON ST",
    "x_coord" : "6008925.0",
    "y_coord" : "2108713.8",
    "district" : "6",
    "status" : 1 },
  "geometry" : {
    "x" : -122.41247978999991,
    "y" : 37.770630098000083
  }
}]
```

2.4 地图几何服务 (map geometry service)

http://< catalog - url >/< serviceName >/GeometryServer

Geometry Service 包含实用的方法, 它提供经常使用的和复杂的几何运算。几何服务资源的 REST API 是主要的处理方式和算法的资源, 支持相关的几何形状。

示例 4 将 Point[-117,34]从 WGS 84 (4326) 投影到 Web Mercator (102113)。

http://sampleserver1.arcgisonline.com/ArcGIS/rest/services/Geometry/GeometryServer/project?inSR=4326&outSR=102113&geometries={ " geometryType": "esriGeometryPoint", " geometries": [{ " x": -117, " y": 34 }] }

JSON 响应语法: { " geometries": [< geometry1 >, < geometry2 >] }

JSON 响应示例:

```
{ " geometries": [ { " x": -1.16362263726209E7, " y": 4104255.01132978 },
{ " x": -7072127.25009667, " y": 1137314.06593893 } ] }
```

3 基于地址要素标准的业务数据空间化

地址要素可分为“行政区划”“街道”“门楼牌号”和“补充信息”4 种类型^[7]。大量的业务数据基于地名地址来描述信息的空间属性。根据制定的标准, 将相关业务主管部门提供的地名地址空间业务信息库转换为标准的地名地址空间信息库, 提供统一的基于标准地址定位匹配模型和工具, 实现业务专题地址的空间化。地址匹配服务包括: 地址匹配核心引擎、地址匹配服务接口、业务专题地址库管理生成工具等。其中, 地址匹配核心引擎是地址匹配中最重要的模块, 它直接关系到地址匹配的效果。它主要包括: 地址匹配管理器、参数解析器、地址分词器、门牌检索器、楼牌检索器、方位词处理器、POI 检索器 (LS 检索器)、组合排序器、测试模块等。各模块相对独立, 采用“高内聚、低耦合”的方式进行设计。地址匹配服务接口提供多类型的地址匹配 WEB 服务接口, 满足动态在线地址匹配需求, 便于二次开发, 并能够集成到其他应用系统中。

1) 标准地址信息库

共享标准地址库包括单元网格编码、地名代码、标准地名、地址来源、位置信息、数据版本等属性信息。

2) 业务专题地址库

专题应用地址库存储了部门业务应用中形成的具有空间位置的地址信息。其结构可由数据中心分发生成, 部门可以将业务数据与标准地址库匹配, 或手动标注地址空间位置并存储, 即可以不断完善部门的专题应用地址库, 为其他后继应用提供空间位置支持 (如图 2 所示)。



图 2 专题业务地址与标准地址关联关系模型

Fig.2 Co-relationship Model of subject business address and standard address

通过建立专题业务地址与标准地址的对应关联关系, 就可共享标准地址中已采集的空间位置信息, 从而实现专题业务地址的空间化, 满足业务系统的空间化应用。

3) 多源地址匹配库

多源地址匹配定位库采集的数据来自标准地址库、业务专题地址库中实现地址定位关系的数据集，从相关资源中动态学习循环获取，为快速准确获取地名地址匹配提供基础。

4 空间物件信息数据标准与集成模型

系统设计基于 ESB 平台，在统一的空间基础网格、物件基本指标、功能分类及编码、物件标注标准等基础上提供专题地图数据管理。实现地图在线标注、编辑和符号化，多种类型的地图自动综合、自适应显示，本部门专题统计图自主维护、业务数据空间化和专题图化等功能。通过 ETL 数据抽取及交换、ML 机器学习等，实现业务数据的集中叠加融合、主题分析及服务发布（如图 3 所示）。

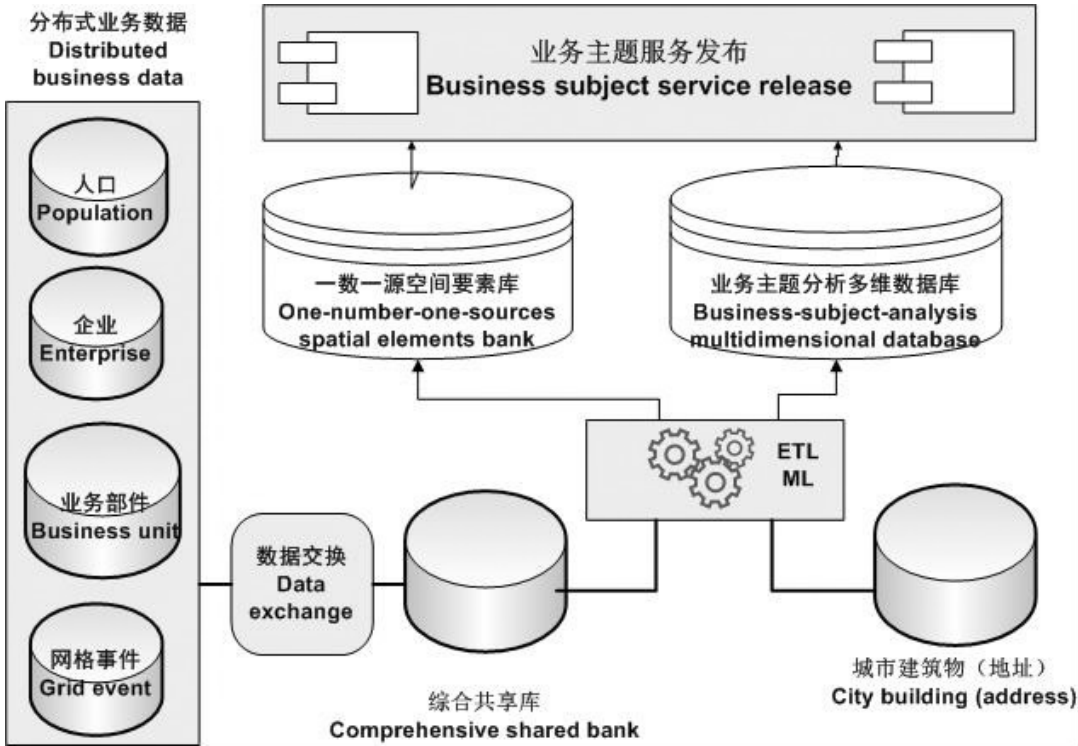


图 3 业务要素信息集成模型框架

Fig.3 Model framework of business element information integration

1) 统一空间基础网格、专题网格规范

建立城市统一空间基础网络的设想是城市管理综合化和精细化的业务需求。制定了城市统一空间网格划分原则，产生了全市网格金字塔、城市基础网格、社区级网格。提供非空间数据“落地”的方法，为部门之间数据共享提供了途径，为统一城市部门片区管理提供了基础。

2) 统一物件基本指标、功能分类及编码规范

物件指在城市管理中可被管理的事物，如：路灯、监控、井盖、厕所、桥、道路、隧道、工业区等。物件编码是以空间基础网格为基础。物件的几何特征可以为点状、线状及面状，用于标注路灯、隧道及工业区等。为了唯一标识数据，并且保证不同数据在管理上不可能存在重复，物件的标识编码统一采用 GUID（全局唯一标识）。它是一种由算法生成的二进制长度为 128 位的数字标识符。物件图层的命名主要由“部门代码 + 空间类型 + 名称”组成。物件的基本属性字段包括编码、物件名称、物件地址、所属单元网格编码、更新时间等，业务部门可根据管理的需求扩展其字段。基于地址的物件标注，可以同共享标注地址库实现关联而获取空间定位信息。

3) 城市建筑物基础数据库

城市建筑物标注, 以空间基础网格为基础, 为建筑物制定统一的建筑物“身份号码”编号。关联地址编码、网格编码及空间位置信息。建筑编码正式应用后, 可建立人口、法人、商业地址等关联模型, 形成以城市建筑物为空间维度的最小分析粒度的各类空间多维分析数据 (例如人口分析、法人分析等相关模型) (如图4所示)。

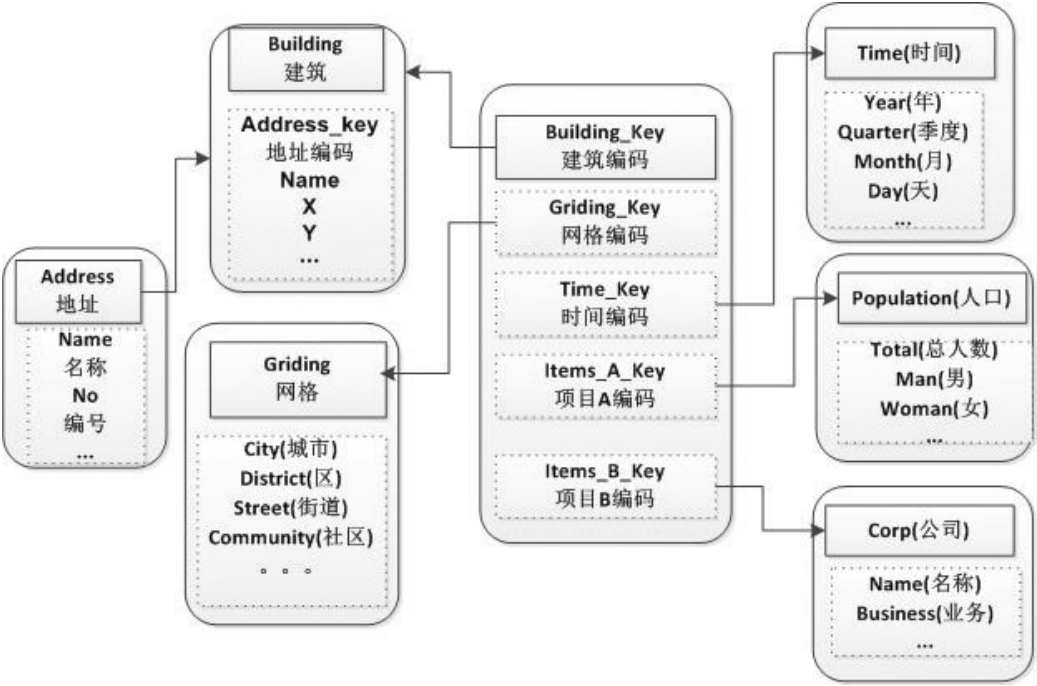


图4 建筑物单元的多维空间分析数据立方体模型

Fig.4 Cubic model of multi-dimension spatial analysis data of building units

5 基于空间信息的业务协同实际案例

以本文的架构路线和电子政务云服务协同框架设计的某市空间信息共享服务协同平台为例: 城市规划与民政地名部门各自在自己的业务图层开展业务, 同时通过服务在线实时共享对方的相关地名业务图层, 实现城市地名地址命名业务协同; 已有数据中心结合人口、法人及相关物件数据库提供了人口、法人及相关的多维空间数据在线服务; 融合城市总体各专项规划, 形成“多规合一”一张图, 建设“多规合一”项目审批业务协同系统, 该系统提供项目落图自动检测控制、流程调度、信息共享等服务, 实现城市规划、发改、国土、环保、海洋、林业、水利、交通、教育、卫生、农业等部门基于空间应用的项目审批协同, 业务流程如图5所示。该平台还为“社区网格化服务管理”提供统一的网格划分标准、物件事件空间标注等工具, 实现基于空间网格信息支撑的计生、社保、民政、卫生、教育等基础社区的协同服务。

6 结束语

针对智慧城市建设业务协同的环境及需求特点, 通过实践案例探索多源分布式空间信息协同共享模型的关键技术要点, 提出总体框架设计, 结合电子政务网的实际环境及需求, 建立了基于 REST 的空间信息服务标准、基于地址要素标准的业务数据空间化流程、空间物件信息标准及数据集成服务模式等。案例的研究对于设计和构建城市统一的空间信息共享和集成服务平台, 实现多源分布式空间信息的共享及业务协同具有一定的借鉴意义。

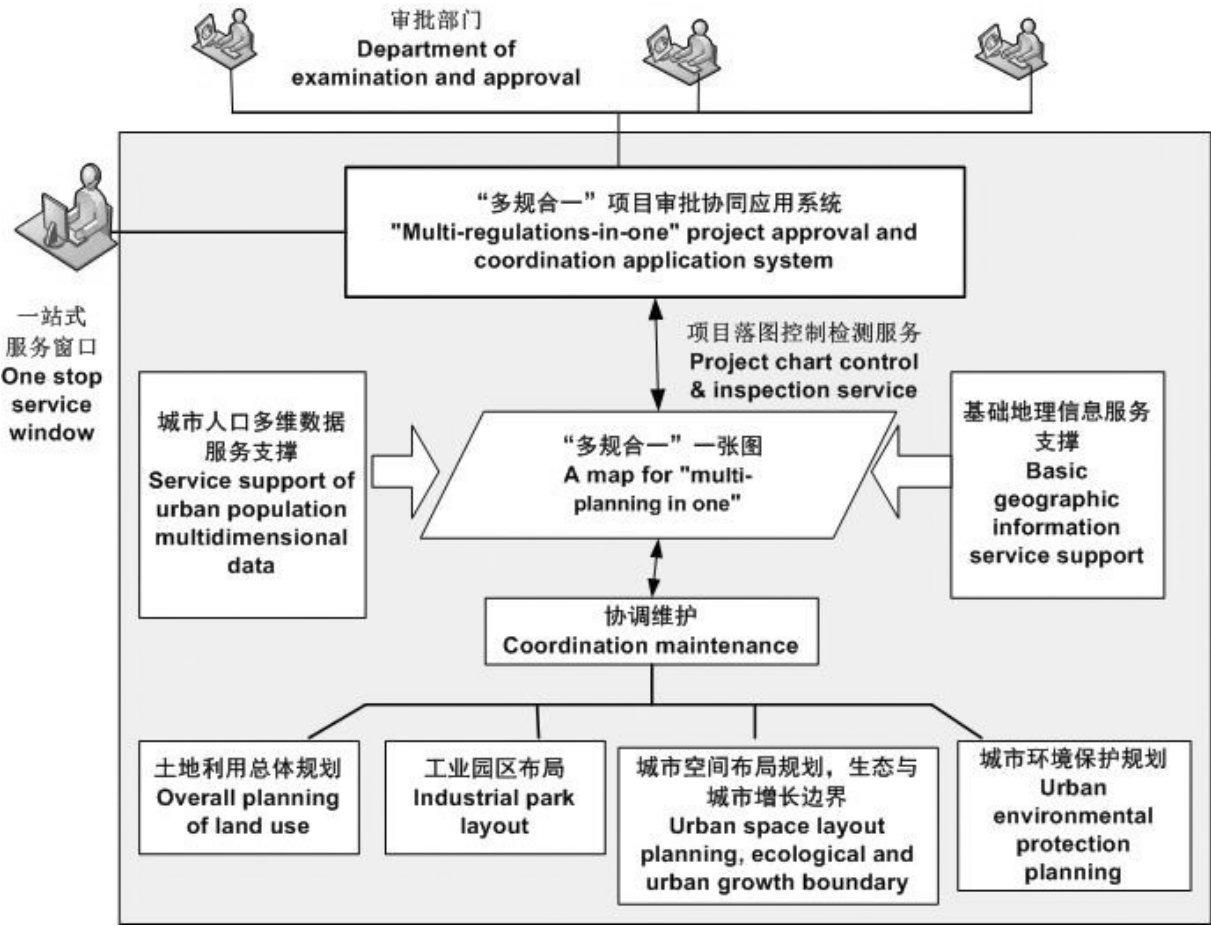


图 5 城市“多规合一”业务协同应用系统

Fig.5 City “multi-planning in one” business coordination application system

[参 考 文 献]

[1] 李文全, 戴经国. 基于 Web 的分布式空间数据的集成研究. 济南大学学报 (自然科学版), 2013, 4(2): 145-149.

[2] 彭颖. 基于 ESB 空间信息集成共享技术研究. 西南民族大学学报 (自然版), 2015, 41(1): 88-92. DOI:10.11920/xnmidik.2015.01.016.

[3] 范协裕, 任应超, 唐建智, 等. 基于 OGC 数据服务的空间信息处理服务平台. 计算机应用研究, 2012, 29(9): 3352-3355. DOI:10.3969/j.issn.1001-3695.2012.09.039.

[4] 毛峰, 刘婷. 基于 REST 面向资源的地理信息服务设计. 计算机工程, 2011, 37(8): 238-240.

[5] 覃国裕, 何涛. REST 在异构移动客户端接入中的应用研究. 计算机应用与软件, 2015, 32(4): 77-79.

[6] 李波, 丁仙峰, 伊文英, 等. 基于 REST 的空间信息服务互操作协议的研究. 计算机科学, 2012, 39(Z6): 109-112.

[7] 张雪英, 闫国年, 李伯秋, 等. 基于规则的中文地址要素解析方法. 地球信息科学学报, 2015, 12(1): 9-16.

[8] 林颖贤, 林大滨. 基于云服务的电子政务信息协同框架研究. 集美大学学报 (自然科学版), 2014, 19(2): 152-156.

(责任编辑 朱雪莲 英文审校 黄振坤)