

doi:10.3799/dqkx.2010.052

面向业务的空间信息服务应用开发体系链

姬 伟^{1,2}, 吴信才^{1,2*}, 刘福江^{1,2}, 徐世武^{1,2}, 陈小佩²

1. 中国地质大学信息工程学院, 湖北武汉 430074

2. 地理信息系统软件及其应用教育部工程研究中心, 湖北武汉 430074

摘要: 为解决面向业务的空间信息服务构建复杂、集成部署的问题, 提出了应用开发体系链, 抽象面向业务的空间信息服务开发、部署和扩展的一般模式。应用开发体系链涵盖标准规范体系、资源体系、开发体系和部署体系4个元素。基于悬浮倒挂式支撑平台架构, 应用开发体系链引入开发模式和功能仓库概念, 界定服务开发层次关系和用户群体, 融合服务开发和资源集成管理规范、服务开发和维护工具、部署模式等基本元素, 形成优势应用, 为国家级大型项目实施过程中系统集成部署提供开放的集成环境。

关键词: 面向业务的空间信息服务; 应用开发体系链; 标准规范体系; 开发体系; 部署体系; 地理信息系统。

中图分类号: TP311

文章编号: 1000-2383(2010)03-0431-06

收稿日期: 2010-01-15

Development System Chain of Business-Oriented Spatial Information Service

JI Wei^{1,2}, WU Xin-cai^{1,2*}, LIU Fu-jiang^{1,2}, XU Shi-wu^{1,2}, CHEN Xiao-pei^{1,2}

1. Faculty of Information Engineering, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

2. Engineering Research Center of GIS Software and Applications, Ministry of Education, Wuhan 430074, China

Abstract: This paper presents a development system chain to build integration environment providing resource integration management, function modeling, and application system building. General model for developing, deploying, and extending business-oriented spatial information service is introduced. This chain includes four elements, classified as standards and norms system, resources system, development system, and deployment system. Based on a flexible architecture termed suspended inversion model, the chain introduces the conception of development model and function warehouse, defines the hierarchical relation of service development and user group, integrates a set of norms including service development and resources management, a set of tools including service development and maintenance, and deployment model, and finally maximizes its applications.

Key words: business-oriented spatial information service; development system chain; standards and norms system; development system; deployment system; geographic information system (GIS).

随着对地观测卫星遥感高技术产业化和数字地球战略的实施, 空间信息领域从基于拓扑模型、简单要素模型发展到基于规则的空间数据模型的研究已经相对成熟。目前面临的问题是通用地理信息系统 (geographic information system, GIS) 平台并不能解决实际业务问题, 而面向专业领域的空间信息服务模型依赖于求解算法, 构建过程复杂, 因此紧密结合行业应用的专业特色, 建立深层次实用的空间信息服务应用模型将是一项艰巨的研究任务 (王家耀,

2006)。从业务用户、服务开发者以及资源的需求出发, 在空间信息服务开发过程中, 业务用户希望在需求设计阶段, 原型系统能够快速构建; 维护阶段, 系统能够敏捷适应用户需求变更。服务开发者则希望所开发的空间信息系统框架及业务功能模型能够快速实现搭建和复用最大化。由于空间信息服务应用过程中, 业务用户对空间信息处理及空间决策分析的要求, 因此需要大量面向专业应用领域的功能模型的积累。此外, 当前国家级大型项目建设通常由多

基金项目: 国家“863”项目 (Nos. 2009AA12Z216, 2007AA120503) 资助。

作者简介: 姬伟 (1982—), 博士研究生, 主要从事空间信息业务系统应用开发集成、国土资源数据中心研究。E-mail: dearmelody@126.com

* 通讯作者: 吴信才, E-mail: xcwu@263.net

家厂商共同完成,实施过程中遇到系统集成问题.由此,笔者提出面向业务的空间信息服务应用开发体系链,抽象面向业务的空间信息服务开发、部署和扩展的一般模式,完备提供资源集成管理、功能模型建模与应用系统快速搭建的集成环境.

1 应用开发体系链概念

面向业务的空间信息服务应用开发体系链涵盖标准规范体系、资源体系、开发体系和部署体系 4 个元素(图 1).基于功能复用和资源集成管理的思想,应用开发体系链引入开发模式和功能仓库概念(吴

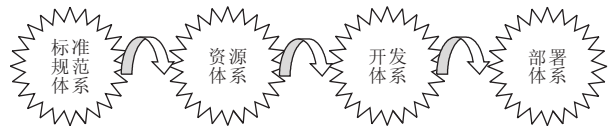


图 1 面向业务的空间信息服务应用开发体系链
Fig. 1 Development system chain of business-oriented spatial information service

信才,2009),界定服务开发层次关系和用户群体,融合服务开发和资源集成管理规范、服务开发和维护工具以及部署模式,为国家级大型项目实施过程中系统集成部署提供开放的集成环境.

2 应用开发体系链元素

如图 2 所示,由标准的层面实施系统集成,标准规范体系提供一套集成规范,具体包括资源访问调用规范、目录规则驱动规范、GIS 中间件开发规范、插件和组件开发规范、 workflow 建模规范等.资源体系完成功能仓库单元中功能资源服务的集成管理.从功能的共性和可变性的角度,功能模型可以划分为通用基本功能、领域共性功能和领域专业功能.随着通用基本功能、领域共性功能的积累,大型项目从基本空间分析到复杂的领域业务逻辑的实施,空间信息服务开发的工作量主要集中于面向业务领域的应用专业功能模型的开发.同时,随着功能资源的大量积累,功能需要有序的管理,因此,为实现功能资源的集成管理,引入功能仓库单元的概念.现实世界的资源通常是异构的和动态的,在利用功能仓库实现异构功能资源集成管理的过程中,通常会面临异构功能资源同构化、功能资源入库、功能资源集成管

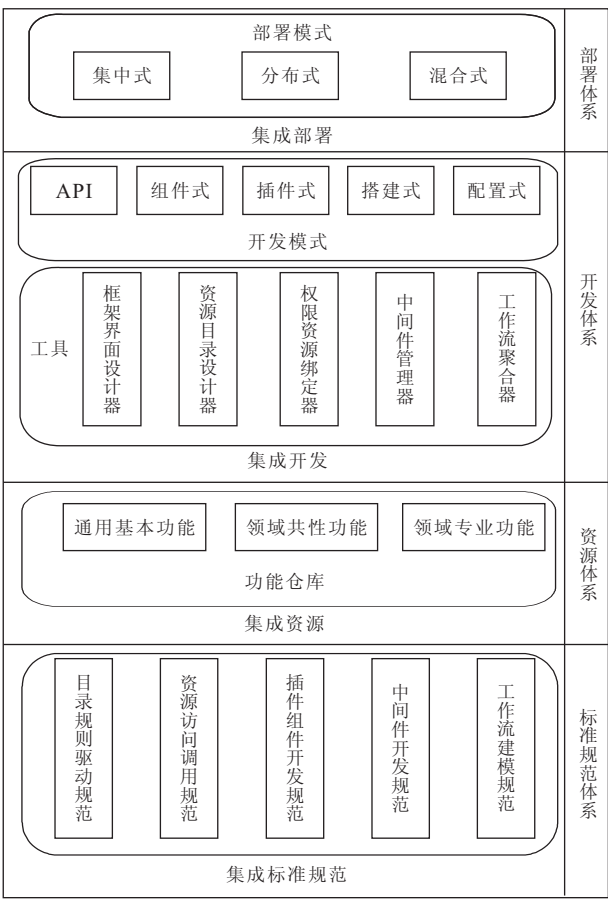


图 2 应用开发体系链元素
Fig. 2 Elements of development system chain

理、功能发现等问题.软件复用主要包括软件框架复用和软件功能复用.因此,在实现功能复用的过程中,需要解决功能扩展,即可复用功能的开发维护、基于可复用功能的应用系统快速搭建等问题.

基于上述问题,在统一的资源体系之上,通过界定系统开发的层次关系,开发体系为不同层面的用户提供一组工具和对应的开发模式.工具包括框架界面设计器、资源目录设计器、权限资源绑定器、中间件扩展管理器和工作流聚合器.将集成规范、功能仓库、工具看作为更细粒度的元素,应用开发体系链利用应用程序编程接口(application programming interface, API)、组件式、插件式(吴亮等,2006)、搭建式、配置式等多种开发模式,融合这些元素形成优势应用.相应地,部署体系将提供 3 种部署模式,分别为集中式、分布式和混合式.在实际的部署环节,混合模式往往是一种实用的部署模式.

2.1 标准规范体系

大型项目实施过程中,为保证多家厂商基于不同 GIS 平台开发的空间信息服务能够实现集成,标

准规范体系为集成用户提供一套服务开发规范和资源集成管理规范。

(1)资源访问调用规范. 基于统一资源定位符(uniform resource locator, URL)的资源访问调用规范适用于异构资源同构化、集成管理以及系统快速构建等应用场景. 该规范支持 file、ftp、Http 等通用的通信协议. 针对数据资源, 提供通过枚举或者具体指定的方式, 定义地理数据资源访问协议; 针对功能资源, 发布相应的功能协议, 通过工作流引擎或者框架执行体对功能协议进行动态调用。

(2)目录规则驱动规范. 基于 XML 存储的目录规则驱动规范适用于资源的注册发布、发现调度以及集成管理等应用场景. 动态构建目录树阶段, 提供内置 Access 驱动和基于 Python 脚本用户自定义驱动, 支持业务规则驱动的运行时和设计时配置, 将动态目录树的构建抽象为可扩展的基于关系代数的复合算子, 具体包括映射运算、分组运算和组合运算(Ji and Wu, 2009)。

(3)GIS 中间件开发规范. 兼容开放地理信息系统联盟(openGIS consortium, OGC)规范的 GIS 中间件开发规范适用于异构资源同构化应用场景. 提供抽象可扩展的一套空间数据的读写接口及函数实现. 具体接口包括对象池对象生命周期控制接口、管理对象池对象接口、控制对象池对象接口、地理服务器对象接口、地理数据库对象接口和地理数据模型对象接口。

(4)插件和组件开发规范. 插件和组件开发规范适用于功能资源扩充、注册发布等应用场景. 定义支持不同开发平台、不同开发语言的功能开发接口模型和注册接口模型. 通过对原子粒度功能、组件方法、应用程序集、Web Service 进行封装、接口反射, 注册功能描述信息到元数据仓库和注册表, 完成功能资源纳入功能仓库, 提供基于目录树形式的功能资源发布。

(5)工作流建模规范. 参照工作流管理联盟(workflow management coalition, WPMC)的工作流建模规范适用于功能重构与聚合应用场景. 定义工作流建模过程, 由概念模型、逻辑模型和物理模型组成. 通过抽象业务控制逻辑规则构建概念模型, 将业务规则转化为逻辑模型图构建逻辑模型并实例化, 形成物理模型. 定义工作流引擎模型, 具体包括流程控制逻辑、活动执行逻辑和状态逻辑。

2.2 资源体系

空间信息服务应用开发过程中, 资源体系运用

功能仓库技术集成有序管理异构功能资源. 由于功能服务模型依赖于求解算法, 因此难以适应业务需求的变化, 实现有效复用. 最好的解决方法是找出功能服务模型的基本共性, 并提取基本共性作为原子粒度功能. 原子粒度功能包括数学运算、关系代数运算、地图查询运算、几何操作算子等. 运用 GIS 中间件技术封装原子粒度功能接口, 实现功能的异构复用; 结合工作流技术, 通过重载的方式拓展原子粒度功能语义, 实现功能的搭建复用。

2.3 开发体系

作为应用开发体系链的基础元素, 基于悬浮倒挂式支撑平台架构的开发体系注重模型和解决方案的积累与复用, 为不同层面的用户提供面向业务的空间信息服务可视化快速构建环境。

2.3.1 开发体系架构 基于传统的奠基式向上支撑平台架构(图 3a), 面向领域业务的空间信息服务的开发通常采用面向对象和组件化的程序开发模式. 此种开发模式更注重开发技术细节, 是一种紧耦合的开发方法. 为增强动态构建业务系统的能力, 提出松耦合的悬浮倒挂式柔性支撑平台架构(图 3b). 该架构是面向服务的模型驱动架构: (1)不仅扩展了开发模式, 提供 API、组件式、插件式、搭建式和配置式多种开发方式并举的形式, 使得业务系统的开发环境可以划分为设计时开发和运行时开发两个层次, 支持运行时开发过程中界面表达、数据处理以及功能模型扩充的相分离, 也实现了功能的可复用性; (2)扩充了用户群体, 用户群覆盖交通、国土资源、环境保护、数字城市、石油地质、电信、气象、水利等行业, 面向政府信息中心、数据处理商、系统开发商、服务提供商、集成商等用户群体; (3)简化了软件开发, 业务用户能够参与系统开发的整个过程, 不仅仅停留在系统需求分析和部署的层面。

2.3.2 开发工具和维护工具 实现可视化建模和模型管理, 完备解决面向业务的空间信息服务构建过程中, 在集成性、开发性和复用性方面存在的问题, 开发体系从服务开发者的角度为用户提供一组系统开发工具和系统维护工具。

(1)框架界面设计器. 框架界面设计器提供支持黑盒复用的基线框架容器, 融合界面元素、界面布局以及界面角色. 其中, 界面元素设计具体包括菜单、工具条、状态栏、C/S(client/server)表单、Web 表单、图形视窗、文档视窗和综合表达视窗; 界面布局设计具体包括窗口布局和界面风格. 运用框架界面可视化搭建技术和资源访问调用规范, 完成面向业

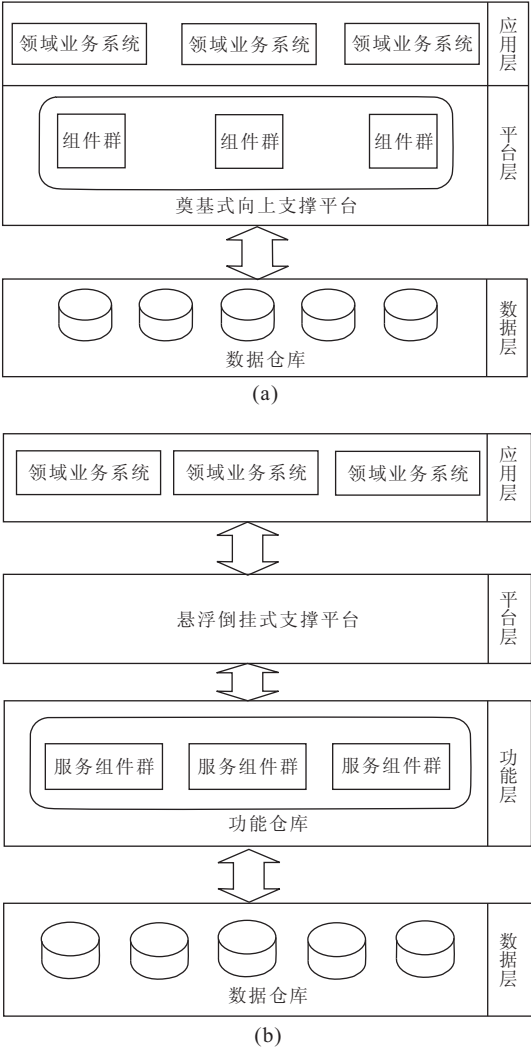


图 3 传统莫基式向上支撑平台(a)和悬浮倒挂式支撑平台(b)架构

Fig. 3 Traditional supporting platform (a) and suspended inversion supporting platform (b) architecture

务的空间信息系统的界面设计、界面与功能资源和数据资源的关联。

(2)资源目录设计器. 资源目录设计器提供资源编码库作为存储目录树元数据的载体,通过定义规则驱动或者 Python 脚本驱动的方式动态构建数据和功能服务资源目录树,实现资源的表达、注册发布、发现以及调度层面的集成管理. 具体需要利用目录规则驱动规范完成业务规则驱动的定制,数据资源与功能资源绑定. 利用目录服务技术完成原子粒度功能、组件方法、插件、功能流程等多粒度功能资源的集成管理.

(3)权限资源绑定器. 在分析访问控制的受控对象和操作类型的层次关系基础上,权限资源绑定器

提供基于全球唯一标识符 (globally unique identifier, GUID) 的隐式资源调度机制. 通过授权算子抽象权限资源绑定模型,完成数据资源访问权限授权和功能资源执行控制权限授权,实现分层授权,解决权限访问控制图元级数据粒度和跨区域图元功能授权不同的问题,即不同区域范围的同类数据对象具备不同的操作权限(Ji and Wu, 2009).

(4)GIS 中间件扩展管理器. 遵循 GIS 中间件开发规范, GIS 中间件扩展管理器集成多种 GIS 平台数据源驱动,利用 COM 组件技术封装异构功能资源,完成异构功能资源的同构化集成,形成功能仓库;运用异构资源解析技术,实现异构数据资源的复合分析.

(5)工作流聚合器. 工作流聚合器基于工作流建模规范,提供通过工作流引擎实现业务功能模型可视化调度和搭建,支持基于数学运算、关系代数运算和地图查询运算的空间算子粒度级别的功能流程搭建. 具体需要构建模型逻辑图,完成规则绑定、功能资源绑定以及数据资源绑定,实现功能的重构与聚合.

2.4 部署体系

作为国家电子政务重点建设的 4 大基础性、战略性资源数据库之一,国家发改委牵头建设了自然资源和地理空间基础信息库物理布局在数据主中心和 11 个数据分中心. 本节以自然资源和地理空间基础信息库建设项目为部署实例,利用上述开发体系构建基础信息库系统,定义基于数据中心的集中式、分布式以及混合式 3 种部署模式.

为了方便描述部署模式,首先定义数据中心基础单元.

定义 1: 数据中心基础单元.

数据中心基础单元是系统部署的基本单元,需要满足以下条件:

- (1)数据中心基础单元包括以下基本构件元素: 功能仓库单元 (GIS 应用服务器和业务应用服务器)、数据仓库单元 (空间数据服务器、数据库服务器和文件服务器)、资源目录服务器、数据交换服务器、Web 服务器、负载均衡调度服务器以及用户.
- (2)数据中心基础单元内数据资源和功能资源是完备的. 将数据资源、功能资源部署于多台服务器,实现负载均衡.
- (3)每个数据中心基础单元建立在局域网或专用网之上,数据中心基础单元之间通过广域网连接,通过主动或被动的方式实现数据资源交换,成功

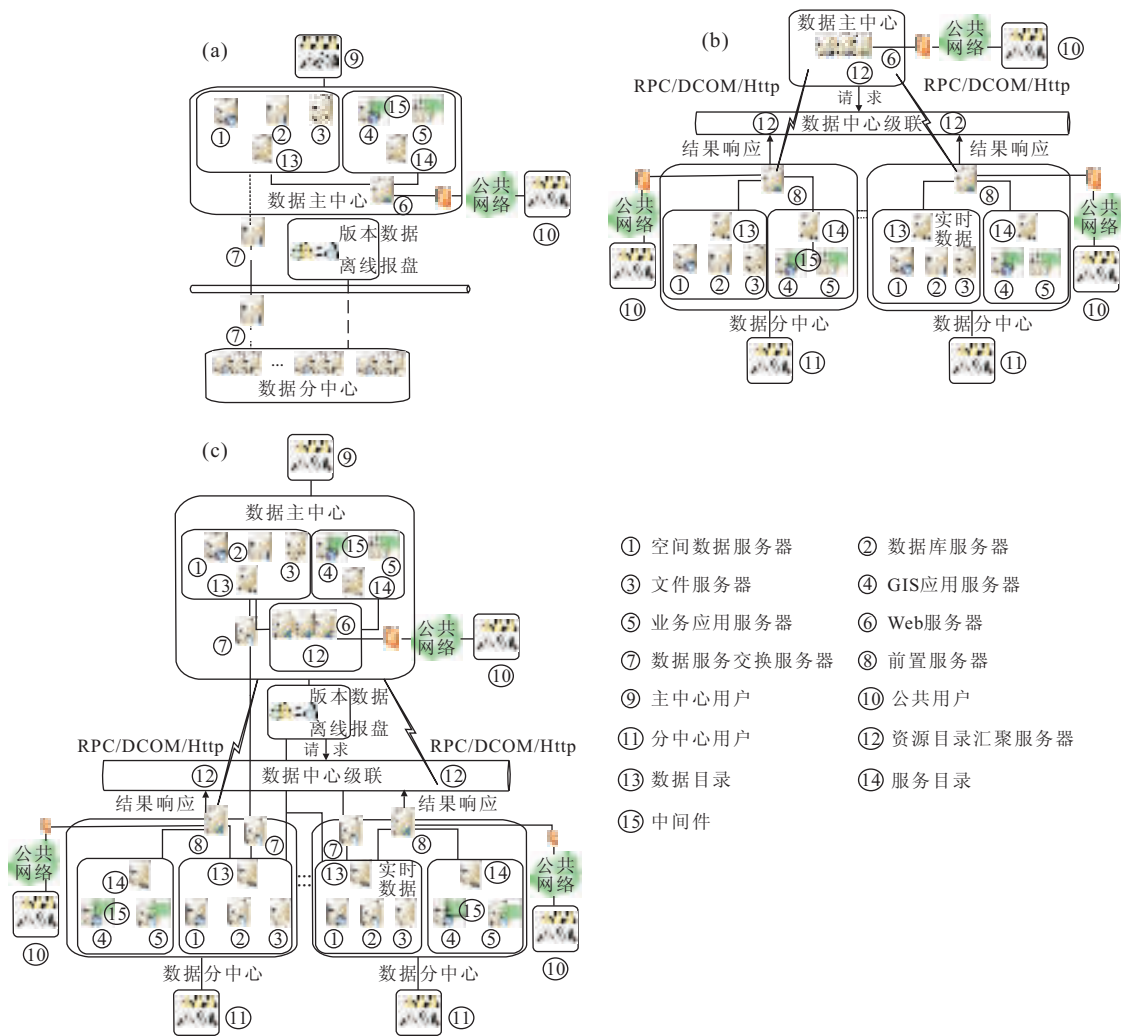


图 4 集中式(a)、分布式(b)和混合式(c)部署模式

Fig. 4 Centralized (a), distributed (b) and mixed (c) deployment model

能服务远程过程调用。

(4)数据中心基础单元具备运行时资源维护部署的能力,以性能更优的功能模型实现功能资源的平滑更新。

(5)数据中心基础单元之间具备层级关系,具体划分为数据主中心和数据分中心。

部署模式的定义建立在数据中心基础单元之上,混合式部署模式是由集中式部署模式和分布式部署模式复合而成的,分别描述如下:

定义 2:集中式部署模式。

集中式部署模式(图 4a)是通过数据主中心采用在线或者离线报盘的方式(徐世武等,2006),物理集成数据分中心的数据资源,系统相应部署在数据主中心。

定义 3:分布式部署模式。

分布式部署模式(图 4b)是通过数据主中心以

资源目录级联的方式汇聚资源目录,逻辑集成管理数据分中心的资源,系统相应部署在数据分中心。数据主中心以委托方式向数据分中心发出处理专业分析的请求,数据分中心通过前置服务器将处理结果返回数据主中心响应请求。

定义 4:混合式部署模式。

混合式部署模式(图 4c)是数据主中心既可以逻辑管理数据分中心资源,也可以物理管理汇集数据,即实现全局管理、局部自治。

3 结论

总之,本文从业务用户、服务开发者以及资源需求的角度出发,提出了面向业务的空间信息服务应用开发体系链在实际的国家级大型项目建设实施中

的应用,将解决由于基于的 GIS 平台不同所造成的数据资源、功能资源异构的问题;解决由于资源的分布性和动态性造成的需要多个业务部门协同完成复杂分析处理的问题;解决领域专业模型依赖求解算法、构建过程复杂的问题;解决由多家厂商各自开发的系统集成部署的问题。最终的目的是使不同层面的用户在面临系统维护情况时不再依赖原有的服务开发商。

致谢:在研究面向业务的空间信息服务应用开发体系链过程中,吕建军、何贞铭、万波、林伟华、胡茂胜等提出宝贵的建议,在此表示衷心的感谢。

References

- Ji, W. , Wu, X. C. , 2009. Rules-driven of dynamic resources directory for land resources datacenter. In: 2009 International conference on environmental science and information application technology (Wuhan), 3: 228—231. doi:10. 1109/ESIAT. 2009. 190
- Wang, J. Y. , 2006. Innovation and GIS development in China, *China Surveying and Mapping*, 12—26 (3): 1—3 (in Chinese).
- Wu, L. , Yang, L. Y. , Yin, Y. B. , 2006. Plugin-based GIS application framework: research and implementation. *Earth Science—Journal of China University of Geo-*

sciences, 31(5): 609—614 (in Chinese with English abstract).

- Wu, X. C. , 2009. Datacenter integration development technology: the next generation GIS architecture and development model. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 34 (3): 540—546 (in Chinese with English abstract).
- Xu, S. W. , Xie, Z. , Huang, Z. C. , 2006. Research and design of isomerism distributed multilevel spatial data center. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 31(5): 624—630 (in Chinese with English abstract).

附中文参考文献

- 王家耀, 2006. 自主创新与我国 GIS 发展. *中国测绘报*, 12—26 (3): 1—3.
- 吴亮, 杨凌云, 尹艳斌, 2006. 基于插件技术的 GIS 应用框架的研究与实现. *地球科学——中国地质大学学报*, 31 (5): 609—614.
- 吴信才, 2009. 数据中心集成开发技术: 新一代 GIS 架构技术与开发模式. *地球科学——中国地质大学学报*, 34 (3): 540—546.
- 徐世武, 谢忠, 黄志超, 2006. 分布式异构多级空间数据中心的研发与设计. *地球科学——中国地质大学学报*, 31 (5): 624—630.