



申请代码	D0107
受理部门	
收件日期	
受理编号	

解除保护

国家自然科学基金

申 请 书

(2 0 1 4 版)

资助类别：面上项目

亚类说明：

附注说明：

项目名称：面向地理模型集成与运行的数据适配方法研究

申 请 人：温永宁 电话：02585891826

依托单位：南京师范大学

通讯地址：南京市文苑路 1 号南京师范大学地理科学学院

邮政编码：210023 单位电话：02585891182

电子邮箱：wenyn@msn.com

申报日期：2014年3月5日

国家自然科学基金委员会



基本信息

申请人信息	姓 名	温永宁		性别	男	出生年月	1977 年 9 月	民 族	汉族
	学 位	博士		职称	副教授		每年工作时间 (月)	8	
	电 话	02585891826			电子邮箱	wenyn@msn.com			
	传 真	02585898270			国别或地区	中国			
	个 人 通 讯 地 址	南京市文苑路 1 号南京师范大学地理科学学院							
	工 作 单 位	南京师范大学 / 地理科学学院							
	主 要 研 究 领 域	虚拟地理环境, 地理建模环境, GIS 算法							
依托单位信息	名 称	南京师范大学							
	联 系 人	张华荣			电子邮箱	33056@nynu.edu.cn			
	电 话	02585891182			网站地址	http://www.nynu.edu.cn			
合作研究单位信息	单 位 名 称								
	[在此录入修改]								
	[在此录入修改]								
项目基本信息	项目名称	面向地理模型集成与运行的数据适配方法研究							
	英文名称	Data Adapting Method for Geo-analysis Model Integration & Execution							
	资助类别	面上项目				亚 类 说 明			
	附注说明								
	申请代码	D0107:地理信息系统				D010701:空间数据组织与管理			
	基地类别								
	研究期限	2015 年 1 月 — 2018 年 12 月				研究方向	虚拟地理环境与增强现实		
	申请经费	86.0000 万元							
中 文 关 键 词		地理模型;模型集成;模型共享;数据表达;数据重构							
英 文 关 键 词		Geo-analysis Model;Model Integration;Model Sharing;Data Representation;Data Reconstruction							



中文摘要	<p>(限 400 字): 地理建模与地理模拟已经成为地理学研究的重要方法, 而模型的使用与数据有着直接的关系, 必须通过输入数据驱动模型运行, 通过输出数据获得计算结果。模型定义的数据规格与模型使用者提供的数据规格往往并不直接匹配, 所以模型运行的数据兼容性处理经常是模型使用中繁琐而关键的工作。本项目研究一种具有高度柔性的数据适配方法, 形成地理模型与集成目标在数据层面的快捷通道与转换桥梁。将建立面向地理模型数据的结构化表达模型, 实现地理模型数据接口在逻辑与内容层面的无损表达; 研究地理模型输入、输出数据在逻辑层次和格式编码层次的重构方法体系与映射模式, 构建可扩展的地理模型输入、输出数据重构方法库, 实现脚本驱动的地理模型数据重构引擎, 完成地理模型数据适配方案的快速构建。研究成果将有效降低数据、模型之间的紧密耦合关系, 拓宽模型集成的数据通道, 支撑模型运行从数据依赖向信息依赖的转变。</p>
英文摘要	<p>(限 3000 Characters): Geographic modeling and simulation has become an important method in the field of geographic research. The input and output data is one of the most important elements of geo-model, which can drive geo-model running by input data and get the result through output data in the application environment. The difference between model-data requirement and application data definition leads to the compatibility or consistency processing of model-data become a tedious but critical work during the application of geo-model. The target of this project is to build a highly flexible data adapter method, and bridge the geo-model and application target to form a fast channel. The project will establish a structured data representation model for geographic data, to express model-data lossless in the logic and content level. And the project will study the reconstruction method system and encoding pattern of geo-model input/output data in the data-logic level and format encoding level, to build an extensible data-reconstruction method library. The project will build a script-driven geo-model data reconstruction engine to provide a fast reconstruction platform of geo-model data adaption solution. This research is a fundamental work, the research production would reduce the tightly couple relationship between geo-model and data, and broaden the data channel of geo-model integration, and finally achieve the transition from data-depend to information-depend of geo-model application.</p>



项目组主要参与者（注：项目组主要参与者不包括项目申请人）

编号	姓 名	出生年月	性别	职 称	学 位	单位名称	电话	电子邮箱	项目分工	每年工作 时间 (月)
1	吉根林	1964-11-15	男	教授	博士	南京师范大学	025-85891685	glji@njnu.edu.cn	数据表达模型设计	6
2	胡斌	1980-1-1	男	副教授	博士	南京师范大学	02585891826	hb@njnu.edu.cn	数据重构模式设计	8
3	刘军志	1984-9-28	男	讲师	博士	南京师范大学	02585891826	liujunzhi@njnu.edu.cn	数据接口映射设计	8
4	乐松山	1989-4-1	男	博士生	学士	南京师范大学	02585891826	yss123yss@126.com	数据表达模型实现	8
5	崔登吉	1986-11-5	男	博士生	学士	南京师范大学	02585891826	exlimit@qq.com	数据重构引擎实现	8
6	周恣	1989-8-23	男	硕士生	学士	南京师范大学	02585891826	admin@gisbase.com	数据编码映射库构建	10
7	裴秀红	1991-1-21	女	硕士生	学士	南京师范大学	02585891826	895287685@qq.com	数据重构模式库构建	10
8	杨锋	1989-9-17	男	硕士生	学士	南京师范大学	02585891826	393842267@qq.com	系统集成与实验验证	10
9	[在此录入修改]									

总人数	高级	中级	初级	博士后	博士生	硕士生
9	3	1	0		2	3

说明： 高级、中级、初级、博士后、博士生、硕士生人员数由申请人负责填报（含申请人），总人数由各分项自动加和产生。



经费申请表

(金额单位: 万元)

科目	申请经费	备注 (计算依据与说明)
一. 研究经费	57.7000	
1. 科研业务费	53.7000	
(1) 测试/计算/分析费	18.0000	系统开发测试、机时租用、数据处理等费用
(2) 能源/动力费	2.5000	必要的能源消耗
(3) 会议费/差旅费	18.0000	参加会议交流、文献调研
(4) 出版物/文献/信息传播费	14.0000	论文发表及语言修改、专著出版以及专利申请
(5) 其他	1.2000	专家咨询、评审费等
2. 实验材料费	4.0000	
(1) 原材料/试剂/药品购置费		
(2) 其他	4.0000	打印纸、墨盒等耗材
3. 仪器设备费	0.0000	
(1) 购置		
(2) 试制		
4. 实验室改装费		
5. 协作费		
二. 国际合作与交流费	12.0000	
1. 项目组成员出国合作交流	8.0000	项目组成员出国参加国际会议及考察: 2 万/人次 × 4 人次
2. 境外专家来华合作交流	4.0000	邀请外国专家来访问费用
三. 劳务费	12.0000	直接参加项目研究的研究生、博士后的劳务费用
四. 管理费	4.3000	不得超过申请经费的 5%
合 计	86.0000	
与本项目相关的 其他经费来源	国家其他计划资助经费	
	其他经费资助 (含部门匹配)	
	其他经费来源合计	0.0000



申请者在撰写报告正文时，请遵照以下要求：

- 1、 请先选定“项目基本信息”中的“资助类别”，再填写报告正文；
- 2、 在撰写过程中，不得删除系统已生成的撰写提纲（如误删可点击“查看报告正文撰写提纲”按钮，通过“复制/粘贴”恢复）；
- 3、 请将每部分内容填写在提纲下留出的空白区域处；
- 4、 对于正文中出现的各类图形、图表、公式、化学分子式等请先转换成 JPG 格式图片，再粘贴到申请书正文相应位置
- 5、 本要求将作为申请书正文撰写是否规范的评判依据，请遵照要求填写。

查看报告正文撰写提纲

报告正文

报告正文：参照以下提纲撰写，要求内容翔实、清晰，层次分明，标题突出。

（一）立项依据与研究内容（4000-8000 字）

1. 项目的立项依据（研究意义、国内外研究现状及发展动态分析，需结合科学研究发展趋势来论述科学意义；或结合国民经济和社会发展中迫切需要解决的关键科技问题来论述其应用前景。附主要参考文献目录）

1.1 研究意义

地理建模与模拟是现代地理学研究的重要方法，地理模型已经成为一种必不可少的科研资源，地理学研究的学科交叉与学科融合使得模型应用和集成成为地理学综合研究的普遍方法，相关方法与技术的研究成为持续的热点。这些工作除了包括对特定问题而进行的个案研究，也包括对模型程序进行组件化、服务化的封装与共享、构建领域或通用的建模环境和问题解决环境、制定共享和集成标准和框架等工具性、基础性的工作。

地理模型最终表现为依赖于特定技术架构的可执行程序，地理问题的分析与过程模拟表现为模型程序对数据的处理。冯·诺依曼计算机的体系结构决定程序与数据的严格依赖性，即使数据蕴含了模型运行所需要的全部信息，数据规格的微小差异都将导致程序不能正确运行。数据的这种控制性、决定性作用使得数据转换成为实现模型运行重要而繁琐的工作。地理信息领域对于空间数据的不兼容问题进行过一系列的研究，包括开发相关的数据转换系统、制定统一的数据格式和交换标准、开发统一的数据访问 API 等等工作，开源领域的 GDAL/OGR、SDO，商业领域的 FME、SDX+、OGC/TC211 的相关标准都是这些工作的部分成果，空间数据的兼容性问题得到一定程度的解决。然而，地理模型所提出的数据兼容性问题涉及的层面比传统空间数据所面临的兼容性问题具有更大的综合性和复杂性：首先，地理模型的专业性使得其依赖的数据不单纯是经典的空间数据形态，其数据模型、结构和编码表现为对建模原理、领域传统和实现策略的多重依赖；其次，地理模型的数据交换，往往代表了物质、能量的传递，支撑参数表达的时空离散结构和尺度往往成为这种不兼容性的一部分；第三，地理模型数据蕴含的语义与约束是模型正确运行的必要条件，比如数据的量纲、单位等，即使数据结构完全一致，这些差异依然会导致模型执行无法得到正确的结果。第四，模型的输入、输出和控制参数会依赖模型的实现策略通过接口参数、内存结构、数据文件、数据库等不



同的编码机制进行传递。第五，模型数据的处理往往需要在运行时完成，这又与具体运行环境有极大的相关性。

通过统一设计、制定标准等工作，在一定技术方案下可以实现模型程序和其依赖的数据规格的耦合，但上述特征使得为了使模型程序与可用数据之间严格匹配而进行的数据适配工作提升了地理模型应用的难度。同时，任何为确定的技术方案设计的数据模型、数据结构、数据格式和运行环境必然导致遵循其他方案而进行的数据适配难以与之兼容，最终基于确定技术方案的数据模型标准化、服务化形成了另一种层次的封闭。

本课题提出“面向地理模型的数据适配方法研究”这一命题，其核心目标是提供破解模型运行与数据之间紧密的耦合关系的工具，在数据蕴含足够的信息的前提下，通过对模型的输入/输出数据进行解析表达，对数据的时空离散、组织结构、量纲/单位、编码方法等方面进行重构和映射，快速实现模型与数据的匹配。本研究是一个基础性的、桥梁性的工作，可以快速构建模型运行的数据转换通道，数据适配将使得模型、数据和模型应用三者可以更为独立的发展，促进模型在更大范围内的共享、应用与集成。在地理学研究越来越依赖于数据、模型及其分析和模拟能力的趋势下，本课题的重要性和迫切性显得更加突出。

1.2 国内外研究现状及其分析

本项目面向多源异构地理模型使用的数据适配需求，以模型与数据的适配方法为切入点，力图从数据层面为地理模型的集成运行构建便捷的数据转换通道。考虑到地理模型的多样性和复杂性以及与地理信息技术的紧密相关性，下面从分析地理模型与 GIS 空间分析的发展、地理模型集成、运行与数据适配的关系和地理信息服务领域的相关方法三个方面进行分析。

1.2.1 地理模型与 GIS 空间分析的发展

地理建模与模拟日渐成为地理学诸多研究领域的重要方法，地理模型成为地理学研究的重要工具，在地理研究从定性分析向定量研究转变中起着关键作用。在气候、海洋、水文、环境变化等诸多应用领域已积累了大量的地理分析模型，其种类繁多、方法各异，比如时空分析模型（陈崇成，2000；陈述彭，2002；孙九林，2003；范泽孟等，2013）、地统计分析模型（曾宏达，2005；郭怀成，2008；毛学刚等，2011；杨晓明等，2012）、机理过程模拟模型（王中根等，2003；刘昌明等，2004；高杨等，2012；Zhang，2014）、智能模拟分析模型（黎夏等，2006，2009；陈逸敏等，2010；冯永玖等，2010；张亦汉等，2011）、地理要素关系分析模型（宋强，1990；陈彦光，2005；石培基等，2009；杨芳英等，2012）等。分散于全球各地的地理学研究者，针对特定区域、特定尺度、特定专业的地理问题进行的地理建模工作使得地理模型具有天然的时空尺度相关性、领域相关性以及分布式特征（Lv，2011；Lin，2013）。

具体的地理问题和应用目标往往需要模型与 GIS 的分析工具与分析方法交叉集成，与模型的较强的专业性不同，经典的 GIS 的分析方法具有更广的普适性和通用性，两者是一种互为补充的关系。GIS 的分析方法从空间数据管理、空间信息挖掘（陈崇成等，2013），到地理要素的空间分析（胡最等，2012），再发展到三维的空间分析（赵莹等，2009），一直到高维、多维的时空格局演变分析（吴信才等，2002；刘钊等，2011），这些研究为模型数据的准备处理以及分析与可视化提供了有效支撑。

总体来看，领域性、专业性的地理建模研究和通用性、一般性的 GIS 空间分析方法都在朝着更深入和更全面的方向发展。地理信息领域经典的数据模型以矢量和栅格表达为基础，以空间信息的



管理与分析为导向,相关的发展比如对象数据模型、场数据模型、矢-栅一体化数据模型、三维数据模型、时空数据模型等等(Molenaar, 1990; Egenhofer, 1991; 李德仁, 1997; 李清泉, 1997; 龚建雅, 1997; Brown, 1998; 陈军, 1998; 史文中, 2001; 边馥苓, 2003; 程朋根, 2005; 吴立新, 2007; 朱良峰, 2008; 郑坤, 2010; 艾廷华, 2010; 俞肇元, 2013),并未脱离这条主线。地理模型和 GIS 空间分析方法都依赖于计算机技术,两者具有相同的技术基础,但是地理模型对于建模原理、技术策略、领域传统的多重依赖性,使得地理模型数据具有更大的异构性和易变性,地理模型的数据兼容性处理往往是确定目标和架构下的个案研究和独立工作。

1.2.2 地理模型集成、运行与数据适配的关系

地理模型的专业性、独立性使得不同的地理模型数据之间差异极大,模型的使用者往往需要耗费大量的工作去处理模型数据,因此发展领域通用的地理模型集成方法成为解决这一问题的可用途径(Bennett, 1997; 于海龙等, 2006; 李新等, 2010);针对地理问题综合研究的需要,对地理模型进行封装、修改模型代码和研究模型数据参数转换等的方法被发展出来(Dolk 等, 1993; Geoffrion 等, 1994; 宫辉力等, 2009);信息技术发展带来的计算架构的变迁,影响着不同技术背景下的模型集成方法的技术选择,比如通用的模型集成平台 GAMS 和 MMM (Bhargava, 1997)、基于模型参数的数据结构表示的 MIDA 集成框架(Holocher, 1999)、面向生态过程的弹性数学建模环境(FEMME) (Soetaert, 2002)、基于数据流机制的地理分析模型应用集成(薛安, 2002)、基于智能代理技术的空间决策支持模型建模框架(Taylor, 2003)、面向淮河流域洪水特征和水系构成的数据-模型-应用三层结构的总体集成框架(禹雪中等, 2007)、基于本体的程序逻辑混合 PLM 的模型集成框架(蔡树彬, 2009)、基于标准接口的水位模型集成框架 OpenMI (Moore R V, 2005; Fotopoulos, 2010; OpenMI, 2012; 李光炽, 2013)、面向黑河流域特征的黑河流域模型集成的框架(李新等, 2010)等等。

利用 GIS 的空间数据管理、分析与可视化能力是地理模型与 GIS 集成的主要驱动力,而地理信息领域的研究者也认识到了传统空间分析方法的不足,两者的集成研究工作从未间断,国内外研究者探索了 GIS 与地理分析模型的松散耦合、紧密耦合、完全集成等多种集成模式(龚敏霞等, 2002; 任建武等, 2003; 黄宏胜, 2009; 龚健雅等, 2010; 邬群勇等, 2013)。另一方面,计算架构不断演进的驱动下,模型资源的统一管理、标准化与服务化成为持续的研究热点,从传统的 RPC、CORBA、DCOM 到最近的 SOA、GRID 和云计算,各个阶段 IT 主流技术的空间信息服务、集成框架不断被提出、设计与实现(岳天祥, 2001; 唐锡晋, 2001; 冯克庭, 2008; 冯敏, 2008; Feng, 2011)。本课题的申请者及所在单位也对此开展了持续研究(温永宁等, 2005, 2006, 2011; 杨慧等, 2008, 2009; 闫国年, 2011; Wen, 2013)。

纵观地理模型的共享、集成与服务化以及模型集成框架、建模环境的研究工作,抛开技术体系、集成原理、建模方法的影响,处理数据的异构性在所有研究中都是核心工作。总结起来有以下几种基本模式:基于统一的数据格式,如 OGC 提出的 WPS、GeoProcessing 等均是对 GML 格式的数据进行处理(刘军志等, 2008; 孙雨等, 2009; 吴楠等, 2012);基于特定的数据转换,针对模型运行所需数据格式,实现一种数据向另一种数据格式的特定转换,如 AVSWAT 模型通过将 ESRI 的空间数据模型转换为 SWAT 的水文响应单元数据来实现 SWAT 与 ArcView 的集成(盛春淑, 2006; 吴军, 2007; 余文君等, 2012);基于内联的代码整合,如 ArcHydro、SAGA、MapWindow、GRASS 等模型集成平台均是将异构数据的处理统一到数据读写代码的定制上。然而,这几种数据处理机制都



是面向特定集成框架实现，模型集成框架的扩展以及集成框架之间的融合仍然受制于数据重构方法的难以统一。对地理模型数据的重构依然是地理模型集成、运行时需要耗费大量精力的过程。通过设计一个便捷通用的数据重构方法，来实现地理模型之间、地理模型与 GIS 之间、各种地理模型集成框架之间的相互融合，是面向地理问题求解的地理建模与地理模拟领域亟待解决的问题。

1.2.3 空间信息服务领域的数据交换方法

对于数据的兼容性处理是所有系统集成中面临的普遍性问题，在地理信息技术领域有着同样的需求。空间数据的异构性和开放的空间信息服务需求推动着国内外研究者对空间数据共享与交换方法的探索，现有的空间数据共享与交换方法主要可分以下几种基本方法：①基于公开格式的方法，如 ESRI 的 e00 格式，Autodesk 的 DXF 格式，MapInfo 的 MIF/MID 格式（张立亭等，2006；李东等，2009；张垒等，2009；姚宜斌等，2011）；②基于国家标准格式的方法，如美国的 SDTS、澳大利亚的 ASDTS、英国的 NTF、北约的 DIGEST，以及我国的 CNSDTF 等数据转换标准；③直接读取的方法，如 SAFE 公司的 FME 和 SUPERMAP 公司的 SIMS 等（陈影等，2007；王康等，2011；叶亚琴等，2012）；④数据互操作方式，源于 OGC 制定的一系列规范，如 SFS、WMS、WFS、GML 等，以解决异构空间数据的互操作问题。在此种模式下，所有软件都以 GML 为基础制定的地理空间数据通用接口以便于数据客户的访问、处理，从而完成服务（Rancourt，2001；Miao，2009；张书亮，2010）。此外，其他诸多学者针对地理数据在格式转换、模式转换等方面也进行相关的研究（郭伦，2002；陈泽民，2004；谭喜成，2005）。

需要指出的是，在众多的研究工作中 SEDRIS（Synthetic Environment Data Representation and Interchange Specification，综合环境数据表达与交换规范）是较为特别的一个（SEDRIS，2012），其考虑问题的思路间接影响了本课题的方法设计。SEDRIS 作为美国国防部资助的环境仿真领域的数据交换规范，通过数据表达模型、环境数据编码规范、空间参考模型、数据传输格式和应用程序开发接口五个方面形成一个自成体系的综合仿真环境模拟框架。SEDRIS 提出了数据表达模型的概念，从表达数据组织结构和内容角度而不是单纯数据格式，来实现综合复杂的环境数据的表达与交换。

从整体上看，传统的空间数据共享与交换方法虽然能够解决一定的空间数据共享与交换问题，但其多以几何表达和属性数据的转换为主，在体系结构上对语义、拓扑和空间关系的统一表达与综合集成仍存在不足，难以在地理信息数据的认知模型、概念模型、逻辑模型、数据结构和存储结构等多方面取得全面的有效的平衡，也难以实现对时间、空间、语义、关系、属性等信息的有效映射与无缝融合，容易导致在数据转换过程中的信息缺失与不确定性增加等问题。SEDRIS 体系虽然完整，但由于其数据表达模型设计复杂，SEDRIS 体系也较为封闭，因而难以直接应用到地理模型以及地理模型集成的研究中。相比于空间信息服务领域中的空间数据，地理模型数据具备更多的格式多样、内容复杂、结构灵活、模型语义相关性强等特征，传统的数据转换方法难以满足地理模型在共享与交换时对数据无损传递的要求。

1.3 存在的问题与本研究定位

综上所述，近年来国内外在地理建模、地理模型集成和空间数据共享交换等方面取得了较大的进展。地理数据获取的手段和地理数据的内容不断的丰富，地理建模的方法也在不断的发展，形成了针对广泛地理问题求解的诸多地理模型。在应对综合地理模拟时，多种地理模型之间以及地理模型与 GIS 之间的集成成为了公认的解决方案。针对特定的研究领域，已有了相关的地理模型集成框



架。随着网络的发展,以及地理模型分布广泛而分散这一现状,分布式地理模型集成研究是地理模型集成研究的重点。以服务方式进行模型发布,是未来的发展趋势。在不同的地理模型集成框架中,面向多个地理模型集成时地理数据的异构性特征,不同的数据处理机制也被设计和实现。在同样应对异构空间数据的 GIS 领域,空间数据的转换方法得到迅速发展,一方面诸多 GIS 领域的大公司开发了自己的中间格式用于数据转换,另一方面相关国家、组织也在积极完善 GIS 数据交换标准格式。OGC 不断完善扩展 GML 对空间数据的描述能力,国内外学者也在基于 OGC 的标准进行大量的研究,以探索更高效、稳定的数据交换方法。

然而,结合地理模型数据的特点和当前广泛的地理模型集成现状,现有的研究仍然存在一些亟需解决的问题:

(1) 地理模型数据接口与应用环境之间的数据异构性需要进行大量的数据准备和数据处理工作,这种繁琐的数据转换,制约着地理模型的应用。

(2) OGC 提出的相关规范是地理信息领域空间数据共享与处理的集大成者,其提出的 WPS 和 GML 就是网络环境下 GeoProcessing 服务发布与数据编码的规范。然而,即使采用 WPS 和 GML,最终依然面临 GML 与特定模型程序数据接口的适配问题。

(3) 虽然国内外研究者已经构建了诸多的模型集成框架,但集成框架的使用仍然无法避免模型数据接口与框架设计之间的数据适配工作,所进行的数据转换工作又与集成框架紧密耦合,不同的集成框架之间也不能共享组件。

因此,本课题聚焦地理模型应用中数据兼容性这一控制性、关键性的因素,试图发展具有平台适应性、使用便捷性、面向地理模型的数据适配方法,简化地理模型运行时的数据适配工作,提高地理研究在模型应用中的效率,进而解耦地理模型、模型应用以及集成方法之间的依赖关系,是地理信息科学、地理建模与模拟,乃至地理学研究领域中必要而迫切的研究需求。

主要参考文献

- [1] Bennett D A. A Framework for the Integration of Geographical Information Systems and Model base Management. International Journal of Geographical Information Science, 1997, 11 (4): 337-357.
- [2] Bhargava H K, Krishnan R, M U Ller R. Decision support on demand: Emerging electronic markets for decision technologies[J]. Decision Support Systems, 1997, 19(3): 193-214.
- [3] Brown I M, A Generic System for Integrated Modelling of Multi-Dimensional Spatial Data. Physics, Chemistry of Earth. 1998, 23(3): 285-287.
- [4] Egenhofer M F, Franzosa R. Point Set Topological Spatial Relations. International Journal of Geographical Information Systems, 1991, 5(2): 161-174. Dolk D R, Kottemann J E. Model integration and a theory of models[J]. Decision Support Systems, 1993, 9(1): 51-63.
- [5] Feng Min, Shuguang Liu, Ned H. Euliss Jr. etc. Prototyping an online wetland ecosystem services model using open model sharing standards. Environmental Modelling & Software, 2011, 26:458-468
- [6] Fotopoulos F, Makropoulos C, Mimikou M A. Flood forecasting in transboundary catchments using the Open Modeling Interface[J]. Environmental Modelling & Software, 2010, 25(12): 1640-1649.
- [7] Holocher M, Michalski R, Solte D, et al. MIDA: an open systems architecture for model-oriented integration of data and algorithms[J]. Decision Support Systems, 1997, 20(2): 135-147.
- [8] Hui Lin, Min Chena, Guonian Lu. Virtual Geographic Environment: A Workspace for Computer-Aided Geographic Experiments. 2013, 103(3), 465-482.
- [9] Geoffrion A M. Structured modeling: Survey and future research directions[J]. ORSA CSTS Newsletter, 1994, 15(1): 1-20.
- [10] GuoNian L ü. Geographic analysis-oriented Virtual Geographic Environment: Framework, structure and functions. Science China Earth Sciences, 2011, 54(5), 733-743.
- [11] Miao L, Lu G, Zhang S. GML parsing technology service and its sharing platform, 2009[C]. Geoinformatics, 2009 17th International Conference on. IEEE, 2009: 1-5.
- [12] Molenaar M. Formal Data Structure for Three Dimensional Vector Maps. Special Issue ACM SIGGRAPH Computer



- Graphics. 1990, 21(6), 29(3): 257-265.
- [13] Moore R V, Tindall C I. An overview of the open modelling interface and environment (the OpenMI)[J]. Environmental Science & Policy, 2005, 8(3): 279-286.
- [14] The OpenMI Association. About the OpenMI Association.: <http://www.openmi.org/>, 2012-10-10.
- [15] Rancourt M. GML: spatial data exchange for the internet age[D]. New Brunswick: Department of Geodesy and Geomatics Engineering, University of New Brunswick, 2001.
- [16] Soetaert K, de Clippele V, Herman P. FEMME, a flexible environment for mathematically modelling the environment. Ecol. Model., 2002, 151: 177-193.
- [17] Taylor CF, Paton NW, Garwood KL, et al. A systematic approach to modeling, capturing, and disseminating proteomics experimental data. Nat Biotechnol 2003, 21(3): 247-254.
- [18] Welch M R. Synthetic Environment Database[EB/OL].: <http://www.sedris.org>, 2012-3-20.
- [19] Wen, Yongning, *Chen, Min, Lu, Guonian, Lin, Hui, He, Li, Yue, Songshan, Prototyping an open environment for sharing geographical analysis models on cloud computing platform, INTERNATIONAL JOURNAL OF DIGITAL EARTH, 2013, 6(4), 356-382.
- [20] Zhang Zheng, Lu WenXi, Chu HaiBo, Cheng WeiGuo, Zhao Ying. Uncertainty analysis of hydrological model parameters based on the bootstrap method: A case study of the SWAT model applied to the Dongliao River Watershed, Jilin Province, Northeastern China[J]. Science China (Technological Sciences), 2014, 57(1): 219-229.
- [21] 艾廷华, 李精忠. 尺度空间中 GIS 数据表达的生命期模型. 武汉大学学报(信息科学版), 2010, 35(7): 757-781.
- [22] 陈崇成, 黄绚, 孙飒梅, 林桂兰. 基于空间信息技术的城市环境时空调控范式研究[J]. 城市环境与城市生态. 2000, 13(5): 13-16;
- [23] 陈崇成, 林剑峰, 吴小竹, 巫建伟, 连惠群. 基于 NoSQL 的海量空间数据云存储与服务方法[J]. 地球信息科学学报, 2013, 15(2): 166-174.
- [24] 陈军, 郭薇. 基于剖分的三维拓扑 ER 模型研究. 测绘学报, 1998, 27(4): 308-317.
- [25] 程朋根, 王承瑞, 甘卫军, 等. 基于多层 DEM 与 Q TPV 的混合数据模型及其在地质建模中的应用. 吉林大学学报(地球科学版), 2005, 35(6): 806-811.
- [26] 陈述彭. 人口统计的时空分析[J]. 中国人口资源与环境. 2002, 12(4): 3-7;
- [27] 陈彦光. 地理数学方法: 从计量地理到地理计算[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 2005, 39(1): 113-125.
- [28] 陈逸敏, 黎夏, 刘小平, 李少英. 基于耦合地理模拟优化系统 GeoSOS 的农田保护区预警[J]. 地理学报, 2010, 65(9): 1137-1145.
- [29] 陈影, 程耀东, 闫浩文. 利用 FME 进行 GIS 数据的无损转换[J]. 测绘科学, 2007, 32(2): 75-77.
- [30] 陈泽民. 中国矢量数据交换格式的应用研究. 武汉大学学报. 信息科学版, 2004, 29(5): 452-456.
- [31] 蔡树彬, 明仲, 李师贤, 刘显明. 基于本体的模型集成[J]. 电子学报, 2009, (4): 713-719.
- [32] 范泽孟, 李婧, 岳天祥. 黄土高原生态系统过渡带土地覆盖的时空变化分析[J]. 自然资源学报, 2013, 28(3): 426-436.
- [33] 冯永玖, 刘妙龙, 童小华, 刘艳, 韩震. 基于核主成分元胞模型的城市演化重建与预测[J]. 地理学报, 2010, 65(6): 665-675.
- [34] 冯敏. 地理空间模型的开放分布式共享研究及初步集成.[D]. 北京: 中国科学院地理科学与资源研究所, 2008.
- [35] 冯克庭, 南卓铜, 赵彦博, 等. 基于插件的集成建模环境原型开发研究. 遥感技术与应用, 2008, 23(5): 587-591.
- [36] 高杨, 陈兴伟, 张红梅. 基于子流域土地覆被变化的产流产沙效应模拟[J]. 水土保持通报, 2012, 32(4): 75-79.
- [37] 龚建雅. GIS 中面向对象时空数据模型. 测绘学报, 1997, 26(4): 289-298
- [38] 龚健雅, 陈静, 向隆刚, 熊汉江, 吴华意, 王艳东. 开放式虚拟地球集成共享平台 GeoGlobe[J]. 测绘学报, 2010, 39(6): 551-553.
- [39] 龚敏霞, 闫国年, 张书亮. 智能化空间决策支持模型库及其支持下 GIS 与应用分析模型的集成, 地球信息科学, 2002, 4(1): 91-97
- [40] 郭怀成, 周丰, 刀谔. 地统计方法学研究进展[J]. 地理研究, 2008, 27(5): 1191-1202.
- [41] 黄宏胜. 资源环境模型与 GIS 完全集成[J]. 计算机应用, 2009, 29(S1): 362-365.
- [42] 胡最, 汤国安, 闫国年. GIS 作为新一代地理学语言的特征[J]. 地理学报, 2012, 67(7): 867-877.
- [43] 廖顺宝, 孙九林. 基于 GIS 的青藏高原人口统计数据空间化[J]. 地理学报. 2003, 58(01): 25-33;
- [44] 李德仁, 李清泉. 一种 3D GIS 混合数据结构的研究. 测绘学报, 1997, 26(2): 128-133.
- [45] 黎夏, 李丹, 刘小平, 何晋强. 地理模拟优化系统 GeoSOS 及前沿研究[J]. 地球科学进展, 2009, 24(8): 899-907.
- [46] 黎夏, 李丹, 刘小平, 劳春华, 张亦汉, 何晋强, 黄康宁. 地理模拟优化系统 GeoSOS 软件构建与应用[J]. 中山大学学报(自然科学版), 2010, 49(4): 1-5.
- [47] 黎夏, 刘小平, 何晋强, 李丹, 陈逸敏, 庞瑶, 李少英. 基于耦合的地理模拟优化系统[J]. 地理学报, 2009, 64(8): 1009-1018.
- [48] 黎夏, 叶嘉安, 刘小平. 地理模拟系统在城市规划中的应用[J]. 城市规划, 2006, 30(6): 69-74.
- [49] 李新, 程国栋, 吴立宗. 数字黑河的思考与实践 1: 为流域科学服务的数字流域[J]. 地球科学进展, 2010, 25(3): 297-305.
- [50] 李新, 吴立宗, 马明国, 盖迎春, 冉有华, 王亮绪, 南卓铜. 数字黑河的思考与实践 2: 数据集成[J]. 地球科学进展, 2010, 25(3): 306-316.
- [51] 李新, 程国栋, 康尔泗, 徐中民, 南卓铜, 周剑, 韩旭军, 王书功. 数字黑河的思考与实践 3: 模型集成[J]. 地球科学进



- 展,2010,25(8):851-865.
- [52] 李新,程国栋,马明国,肖青,晋锐,冉有华,赵文智,冯起,陈仁升,胡泽勇,盖迎春. 数字黑河的思考与实践 4:流域观测系统[J]. 地球科学进展,2010,25(8):866-876.
- [53] 刘昌明,夏军,郭生练,郑红星,王中根,吴险峰,郝芳华. 黄河流域分布式水文模型初步研究与进展[J]. 水科学进展,2004,15(4): 498-500.
- [54] 李东,谢芳勇,叶友. WebGIS 应用中 MapInfo 文件到 SVG 的转换[J]. 计算机应用研究, 2009, 26(1): 175-178.
- [55] 刘军志,宋现锋,汪超亮,胡勇. 基于 OGC WPS 的遥感图像分布式检索系统研究[J]. 地理与地理信息科学,2008,24(4):1-5.
- [56] 刘钊,欧阳坤,谢颖立,徐鑫磊,方正. 基于三维和时态 GIS 的高斯烟团模型应用研究[J]. 测绘通报,2011,(5): 80-88.
- [57] 闫国年. 地理分析导向的虚拟地理环境:框架、结构与功能,中国科学:地球科学,2011,41 (4) :549-561
- [58] 毛学刚,李明泽,范文义,姜欢欢. 近 30 年来小兴安岭地区生物量变化及地统计分析[J]. 地理研究,2011,30(6): 1110-1120.
- [59] 任建武,闫国年,王桥. 多层体系 GIS 与模型集成研究[J]. 测绘学报,2003,32(2):178-182.
- [60] 盛春淑,罗定贵. 基于 AVSWAT 丰乐河流域水文预测[J]. 中国农学通报,2006,22(9):493-496.
- [61] 石培基,吕立刚,潘竞虎,曾翠萍. 内陆干旱区土地利用空间结构的计量地理多维分析*——以甘肃省张掖市为例[J]. 干旱区资源与环境,2009,23(11): 42-46.
- [62] 史文中,郭薇,彭奕彰. 一种面向地理信息系统的空间索引方法.测绘学报, 2001 ,30(2):156-16
- [63] 宋强. 模糊计量地理学——理论、方法、应用[J]. 华中师范大学学报(自然科学版),1990,24(2): 250-251.
- [64] 孙雨,李国庆,黄震春. 基于 OGC WPS 标准的处理服务实现研究[J]. 计算机科学,2009,36(8):86-88.
- [65] 谭喜成,边馥苓. 基于 GML 模式转换的异构空间数据集成. 测绘信息与工程. 2005, 30(4): 30-32.
- [66] 唐锡晋. 模型集成[J]. 系统工程学报. 2001, 16(5): 322- 330.
- [67] 王康. 地理信息共享平台及其关键技术的研究与应用[D]. 广东: 广东工业大学, 2011.
- [68] 王中根,刘昌明,黄友波. SWAT 模型的原理、结构及应用研究[J]. 地理科学进展,2003,22(1): 79-86.
- [69] 温永宁,张红平,闫国年,张宏,陶虹. 基于房产空间数据的楼宇空间疏散路径建模研究[J]. 地球信息科学学报,2011,13(6): 788-796.
- [70] 温永宁,闫国年,杨慧,等. 面向服务的分布式地学模型集成框架研究[J]. 遥感学报, 2006, 10(2): 160-168.
- [71] 温永宁, 张宏. 基于 Web 服务的分布式空间数据共享模型[J]. 计算机工程, 2005, 31(6): 25- 27.
- [72] 吴军,张万昌. SWAT 径流模拟及其对流域内地形参数变化的响应研究[J]. 水土保持通报,2007,27(3):52-58.
- [73] 吴立新,陈学习,车德福,等. 一种基于 GTP 的地下真 3D 集成表达的实体模型. 武汉大学信息科学版,2007, 32(4): 331-334.
- [74] 吴楠,何洪林,张黎,任小丽,周园春,于贵瑞,王晓峰. 基于 OGC WPS 的碳循环模型服务平台的设计与实现[J]. 地球信息科学学报,2012,14(3):320-326.
- [75] 吴信才,曹志月. 时态 GIS 的基本概念、功能及实现方法[J]. 地球科学,2002,27(3): 241-245.
- [76] 郭伦,张毅. 分布式多空间数据库系统的集成技术. 地理学与国土研究. 2002, 18(2): 6-10.
- [77] 郭群勇,刘梦鑫,李细杰,蔡旺华. 面向环境数据集的 Spatial OLAP 系统集成[J]. 地球信息科学学报,2013,15(1):90-96.
- [78] 徐丙立,林琿,朱军,邓丽华. 面向珠三角空气污染模拟的虚拟地理环境系统研究[J]. 武汉大学学报(信息科学版),2009,34(6):636-640.
- [79] 薛安,倪晋仁,马蔼乃. 模型与 GIS 集成理论初步研究. 应用基础与工程科学学报,2002,(2):134-142
- [80] 姚宜斌,孔建. 基于 DXF 文件的图件转换方法研究及程序实现[J]. 大地测量与地球动力学, 2011, 31(1): 117-122.
- [81] 杨芳英,廖合群,廖军凯. 基于计量地理模型的浙闽两省茶叶生产态势比较[J]. 价格月刊,2012,427(12): 80-83.
- [82] 杨慧,盛业华,温永宁,等. 基于 WebServices 的地理模型分布式共享方法. 武汉大学学报(信息科学版), 2009, 34(02): 142-145.
- [83] 杨慧,盛业华,温永宁,等. Web 环境下异构地理分析模型的标准化和形式化研究[J]. 地球信息科学,2008, 10(3): 382-389.
- [84] 杨晓明,戴小杰,朱国平. 基于地统计分析西印度洋黄鳍金枪鱼围网渔获量的空间异质性[J]. 生态学报,2012,32(15): 4682-4690.
- [85] 叶亚琴,沈露雯,周顺平,等. SIMS 的 MySQL 数据库引擎技术的探讨[J]. 测绘科学, 2012, 37(6): 113-114.
- [86] 于海龙,郭伦,刘瑜,李大军,刘丽萍. 基于 Web Services 的 GIS 与应用模型集成研究[J]. 测绘学报, 2006, 35(2): 153- 165.
- [87] 余文君,南卓铜,李硕,李呈罡. 黑河山区流域平均坡长的计算与径流模拟[J]. 地球信息科学学报,2012,14(1):41-48.
- [88] 俞肇元. 基于几何代数的多维统一 GIS 数据模型研究[J]. 测绘学报,2013,42(1).
- [89] 岳天祥. 资源与环境模型标准文档库及其与 GIS 集成[J]. 地理学报, 2001, 56(1): 107- 112.
- [90] 张立亭,祝国瑞,周世健,等. 不同空间数据格式的数据量实验研究[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2006, 31(7): 649-652.
- [91] 张垒,李岩. ARCE00 向 GML 数据格式转换无损性的研究[J]. 测绘科学, 2009, 34(6): 175-177.
- [92] 张书亮,孙玉婷,闫国年. GML 存储方法分析研究. 测绘科学,2010,35(6): 194-196.
- [93] 赵莹,柴彦威,陈洁,马修军. 时空行为数据的 GIS 分析方法[J]. 地理与地理信息科学,2009,25(5): 1-5.
- [94] 张亦汉,黎夏,刘小平,乔纪纲. 基于数据同化的元胞自动机[J]. 遥感学报,2011,15(3): 476-491.



- [95] 张山山,边馥苓.面向对象的 3 级结构时空数据模型, 计算机应用, 2003, 23 (11), 29-35.
- [96] 曾宏达. 基于 DEM 和地统计的森林资源空间格局分析——以武夷山山区为例[J]. 地球信息科学, 2005, 7(2): 82-88.
- [97] 郑坤, 负新莉, 刘修国, 等. 基于规则库的三维空间数据模型. 地球科学(中国地质大学学报). 2010, 35(3): 369-374.
- [98] 朱良峰, 潘信, 吴信才, 等. 地质断层三维可视化模型的构建方法与实现技术. 软件学报, 2008, 19(8): 2004-2017.

2. 项目的研究内容、研究目标,以及拟解决的关键科学问题 (此部分为重点阐述内容)

2.1 研究目标

针对地理模型对数据的严格依赖性, 以及异构数据的兼容性处理往往是模型集成、运行中最为繁琐而关键性工作的的事实, 研究具有高度柔性的地理模型数据适配方法体系, 构建地理模型集成、运行在数据层面的快捷通道与桥梁。具体研究目标包括设计面向地理模型数据表达需求的、可重构的结构化数据表达模型, 实现异构地理模型数据在逻辑组织与内容层次的无损表达; 形成面向地理模型集成、运行的可扩展数据重构组件库, 设计与实现脚本驱动的地理模型数据重构引擎; 建立地理模型程序的数据接口与结构化表达模型的双向映射机制, 形成融合数据表达、数据重构与接口映射的交互式数据适配方案构建技术。

2.2 研究内容

针对本课题的研究目标, 本课题设计了三个研究内容, 研究内容 1 是整个研究的基础, 研究内容 2 与和 研究内容 3 在研究内容 1 的支撑下实现模型数据的完整适配。

(1) 地理模型数据的解构与可重构的结构化数据表达模型

在系统分析地理模型数据的基础上, 解构地理模型数据在数据结构、时空表达机制、数据度量等方面的表达机制与通用模式, 借鉴结构化程序设计方法中使用有限结构元素表达任意程序算法的思路, 设计一种使用有限的结构元素, 且同时具有装配灵活性的数据表达模型, 实现对异构地理模型数据在语义和内容层次上的无损表达, 进而研究结构化数据表达模型的接口规范与跨平台实现方法。

(2) 地理模型数据的重构体系与地理模型数据重构引擎

对地理模型的应用情景与应用案例进行梳理, 通过自顶向下和自底向上两种途径, 对地理模型应用中的数据重构操作进行粒度分解, 研究形式化与形象化相结合的地理模型数据重构方法体系; 以数据重构方法体系为线索, 分析整理地理数据重构的相关资源, 构建兼容结构化数据表达模型的数据重构组件库。研究地理模型数据重构方法的嵌套与组合模式, 设计适应地理模型数据重构的脚本语言, 实现具有跨平台适应性的数据重构脚本语言执行引擎。

(3) 结构化表达模型与地理模型数据接口的双向映射

针对地理模型应用体系结构的多样性以及数据接口的异构性, 按照参数传递方式对地理模型数据接口的定义方法进行归纳, 研究基于配置的数据接口与结构化表达模型的映射机制, 实现结构化表达模型与异构数据接口之间的双向转换。耦合结构化数据表达模型、数据重构脚本引擎和配置化接口映射机制, 形成不同应用情景下的适配方案。



2.3 拟解决的关键科学问题

(1) 面向地理模型的可重构结构化数据表达模型的构建

数据适配在本质上可以归结为按照某种需求对数据的加工处理，而确定的数据模型和数据结构是数据加工处理方法实现的基础。地理建模方法的复杂性、专业性和模型程序实现策略的多样性，使得地理模型数据在逻辑组织与程序接口层次具有明显的异构性，使得很难定义一种的数据模型来支撑不同地理模型的数据表达。提出结构化数据表达模型，构建一组灵活、有限的结构元素，通过结构元素的组合装配，无损地模拟异构地理模型数据的逻辑组织与内容表达，而对数据的适配归结为对这些结构元素的处理与重组以及其与接口数据的双向映射。

(2) 形式化与形象化相结合的地理模型数据重构体系

地理模型的专业性使得模型开发与演化具有较强的独立性，地理模型在应用时往往需要进行某种程度的集成，比如为了利用 GIS 的空间数据管理和分析能力而与之进行集成，为了进行更大目标的分析研究而在模型之间进行集成，或者在服务化背景下进行的模型封装共享。在这种复杂的背景下需要进行的数据适配会涉及到数据的多个层面，包括数据接口的实现机制、数据组织的基本结构、描述空间与时间采样模式的离散方法、数据的尺度、数据的度量（单位、量纲和参考系）甚至数据语义，易变的适配需求之间的复杂耦合性是地理模型应用中数据处理繁琐的根源。本项目通过脚本化的数据重构引擎和配置化的数据接口映射实现数据适配方案的快速构建，其中制约性的因素就是对数据重构复杂性的梳理与总结，是实现重构组件库、设计重构脚本及其执行引擎的基础性工作。

(3) 异构的地理模型数据接口与结构化表达模型的双向映射机制

地理模型实现方法的多样性导致了模型数据接口的异构性，即使是通过文件传递，也具有明显的差异性，有的基于自定义文件格式、有的基于结构化的文件格式（比如 DBF、XML）、有的基于领域通用的数据格式（比如 Shapefile、GeoTiff）等，其它的数据传递方式还包括通过语言相关的数据结构进行传递。因此，通过结构化数据表达模型和脚本驱动的数据重构引擎实现数据在逻辑结构和内容层次的重构，而数据在结构化表达模型与模型定义的数据接口之间的映射就成为数据适配链条运转的关键。

3. 拟采取的研究方案及可行性分析（包括研究方法、技术路线、实验手段、关键技术等说明）

3.1 研究思路与研究方法

地理建模与地理模型是地理研究的重要内容和研究方法，地理模型应用的关键环节就是模型程序与数据之间的兼容性问题，而数据的兼容性直观上包含两个明显的层次，一个是同源的信息表现为不同的逻辑组织（比如地形信息可以用规则格网表达，也可以用不规则三角网表达），一个是相同的数据逻辑组织映射为不同的格式与编码模式（比如矢量数据可以表示为 WKT，也可以表示为 WKB），为模型应用所做的数据兼容性处理最终归结也归结为这两个层次的工作。事实上，最直接的兼容性处理操作就是通过编写程序实现数据的直接转换。但是，其代价就是适配方法只能在较低的水平上重复，无法形成通用方法与工作积累。本课题的研究思路就是以解决这两个层次兼容性为切入点，通过构建无损表达模型数据结构与内容的数据表达模型，进而研究逻辑组织层与格式编码层次的处理机制，实现模型数据接口与应用之间的无缝对接。



本课题使用的研究方法包括：（1）归纳法，归纳地理模型数据的结构元素、地理模型数据重构的需求与重构模式；（2）演绎法，通过归纳法获得的研究素材，通过演绎总结形成逻辑紧密，结构合理的研究体系；（3）软件工程的快速原型方法，进行实验驱动迭代的构建目标原型，验证课题的研究思路，最终形成可以发行的软件成果。

3.2 技术路线

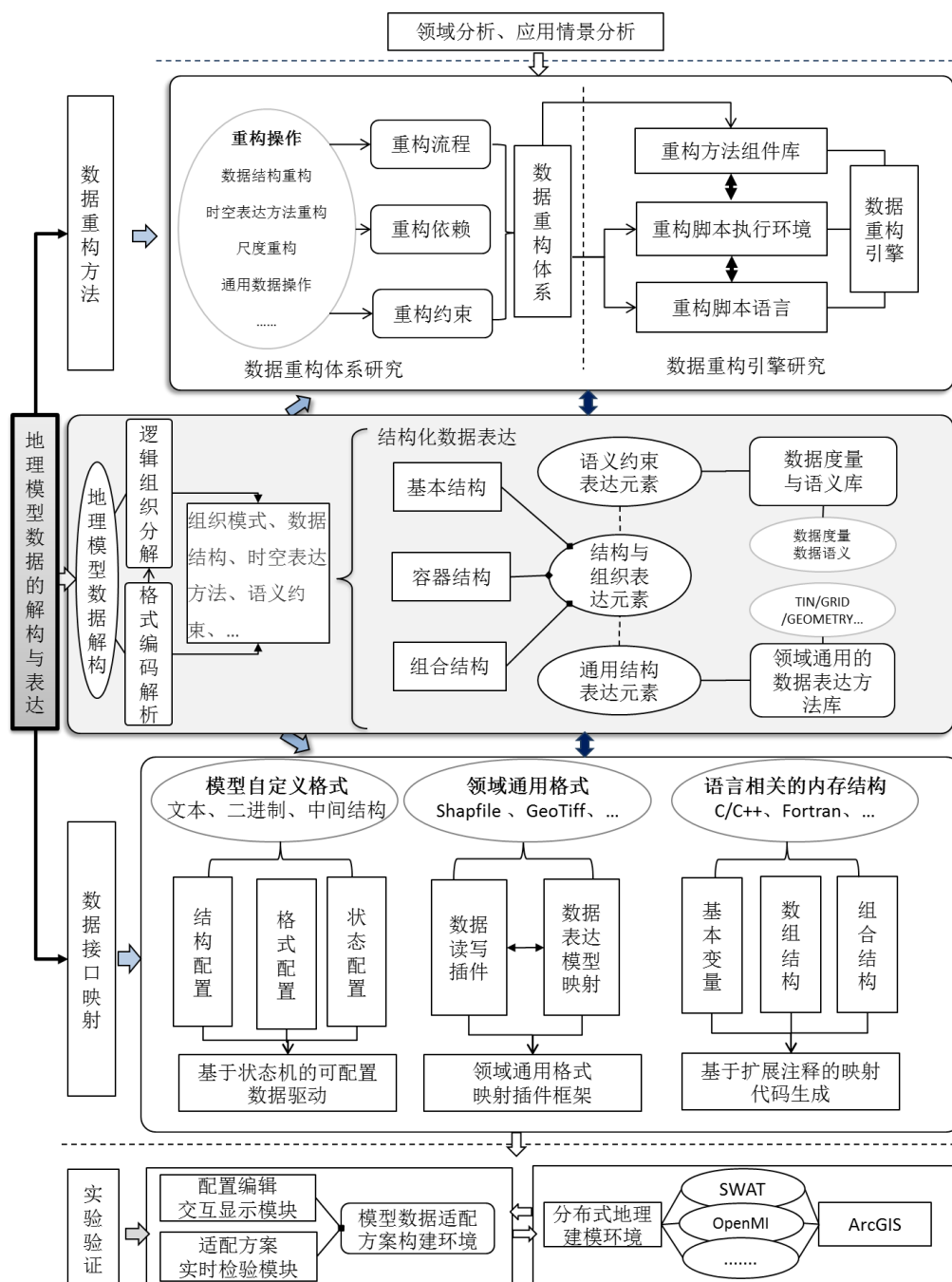


图 1 课题的技术路线

本课题从地理模型应用中数据兼容处理具有关键的控制性作用出发，研究的总体技术路线分为多源异构地理模型数据的结构化表达模型、数据重构方法和模型程序的数据接口映射机制三个方面的研究工作：



(1) 地理模型数据的结构化表达模型是其它两个研究工作的基础,其主要目标是通过归纳、提炼和总结,获取具有装配组合能力的数据表达元素与组合机制。

(2) 数据重构方法研究从数据的逻辑组织层面来对地理数据进行各种重构操作。研究工作将通过总结地理模型应用中的基本数据重构操作,提炼地理模型数据的重构方法体系,形成对数据重构机制自顶向下的全息认知,进而设计与实现基础的重构方法组件库和高层的脚本执行环境,形成脚本驱动的地理模型数据重构方法。

(3) 数据接口映射研究解决模型输入、输出的原始数据与结构化表示模型之间的映射问题。由于地理模型数据结构实现策略的差异,本课题拟将数据接口的映射分为自定义文件格式、领域通用的数据格式以及语言相关的内存数据结构三种方式进行研究。

实验验证部分一方面基于上述研究成果构建交互式的地理模型数据适配方案编辑环境,实现所见即所得的数据适配方案构建;另一方面依托于申请人负责维护的“分布式地理建模环境(<http://geomodeling.njnu.edu.cn>)”的平台与资源开展专题性的数据适配实验验证。

下面对本课题关键的技术思路进行阐述。

3.2.1 地理模型数据解构与异构地理模型数据可重构的结构化表达

地理模型数据多源异构,而数据形式上的任何差异都将导致地理模型无法正确的运行。地理研究领域的多样性以及地理模型对问题领域、建模方法、建模尺度和实现策略的多重依赖性使得地理模型数据多源异构,难以用同一种数据模型进行表达。地理模拟领域的发展相比于地理信息技术的发展较为独立,地理信息领域的经典数据模型无法将地理模型的数据表达需求完整覆盖。

地理模型数据的解构是本课题研究的起点,在面向地理模型集成与运行应用需求驱动下,在对地理模型数据样本的格式、编码进行解析的基础上,重点从信息传递的逻辑层面,自下而上的归纳建立对地理模型数据朴素而全面的认知,识别与凝练地理模型数据表达的数据结构、组织模式、时空表达方法、语义与约束等,进而按照自上而下的方法,迭代的进行数据表达模型的设计。

本课题提出异构地理模型数据的解构是基于如下思路:结构化程序设计提出使用三种基本的程序结构(顺序、循环和分支)的嵌套与组合就可以表达任意复杂的程序算法。参照这个思路,本课题认为应该能够找到一组通用的结构元素,其嵌套组合可以表达任意的数据组织逻辑与内容。另一方面,美国国防部资助的 SEDRIS (<http://www.sedris.org/>),曾经提出过一种称为 DRM (数据表达模型, Data Representation Model) 的数据表示方法,使用有限的元素无损表达虚拟仿真领域所有数据。因此,本课题提出结构化数据表达模型的研究思路,试图利用有限的结构来模拟任意逻辑结构和内容的地理模型数据;而表达模型的组合装配,使其既可以用来表示处理前的数据,也可以表示处理后的数据,可以用同一种数据表达方式,贯穿于整个数据重构流程,这种闭包特性对于耦合多种重构方法至关重要。

以 TIN 结构为例,它是地理建模和 GIS 领域通用的一种数据结构,通常使用节点序列和三角形顶点索引序列实现 TIN 结构的表达,如图 2 所示。TIN 具有特定的组织结构,通过节点序列数据结构和三角形顶点索引序列,以及两者隐含的索引关系构成了数据的完整表达。仅仅读取数据的值并不能代表数据本身,一方面,隐含在数据结构中的数据表达方法是正确处理数据的关键因素;此外,对数据的理解往往与具体结构的语义解释相关,如(x, y, z)既可以被程序理解为空间三维点,也可以被认为是空间向量。无论具体的数据存储是用文本文件存储,还是用二进制存储,其中的数值往往并不能涵盖语义、单位、量纲、空间基准等地理背景信息。为了能够表达数据内蕴的地理背景信息,



在对数据结构化表达的基础上，通过结合外部的语义库、单位量纲库、空间参考库等资源库，将数据的语义信息融合到结构之中，也是数据适配的必然需求。

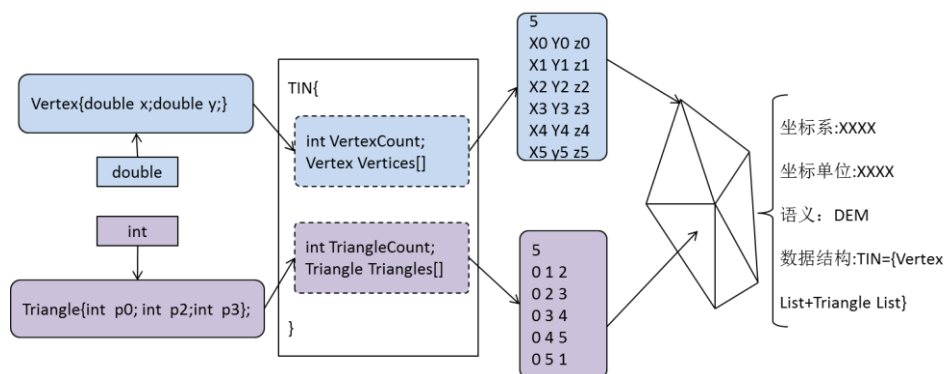


图 2 TIN 数据的一种组织模式

综上所述，要无损地模拟地理模型的数据结构和内容，正确的传递数据蕴含的信息，需要有以下三种基本表达元素信息：结构与组织的表达元素、语义约束表达元素和通用数据结构表达模板，这三者构成了“结构化数据表达模型”的基本组织结构。其中结构与组织表达元素通过组合迭代表达任意的数据结构和内容；语义约束元素附加说明数据的含义和数据度量（包括坐标系、单位量纲等信息），很多数据重构依赖于这些信息；领域通用的数据表达方法标示由结构元素构成的数据内容所，其附加在构造好的数据结构上，指示数据表达的领域通用的数据模型，这样依赖于特定数据组织的处理方法才能正确执行。图 3 给出了结构化数据表达模型的概念示意。按照这个思路语义约束和领域通用的数据表达方法将形成相关的库，并通过相应的关联机制与数据的结构表达进行耦合。

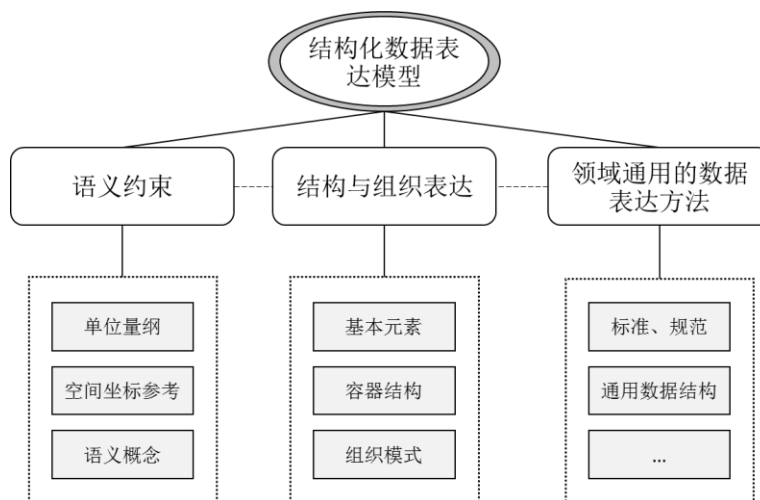


图 3 结构化数据表达模型

本课题申请人及所在研究小组对数据的结构表达方法进行了初步的探索，相关成果已经被应用在自主研发的分布式地理建模环境(<http://geomodeling.njnu.edu.cn>)中，用以支持在网络空间使用统一的规格传输与交换数据。

3.2.2 形象化与形式化相结合的地理模型数据重构体系构建

依据本课题的研究思路，数据重构是数据适配的核心环节，数据重构方法体系总结与地理模型数据适配相关的数据重构方法，以形象化与形式化相结合的方法，分析与表达数据重构方法体系。



本课题所述形象化是指用“图”的思维表达重构方法的特征与关系，包括各种数据重构方法及其之间的各种关系形成的图（Graph），重构方法作用的数的图形化呈现（Diagram）等等。所谓形式化是指重构方法本身定义、分类以及其形成的层次等级的形式化表达。因为地理模型数据重构方法种类繁多、粒度不一、功能各异，而清晰表达这些方法及其关系对于构建重构方法库、实现重构脚本引擎以至于重构方法体系的更新与管理都非常重要。本课题分析所用的图可能包括思维导图、UML 图、数据流图等等，形式化的表达建立重构方法的接口规范、分类体系等，所用工具可能包括数据字典、本体描述语言、知识库等。

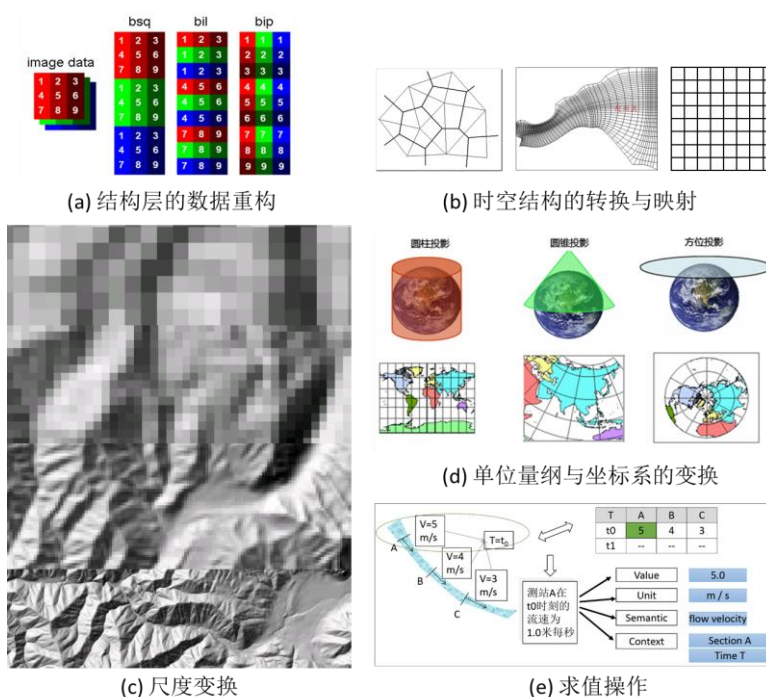


图 4 数据重构的内容与分类

图 4 表达了课题初步设想的几种典型数据重构方法的具体内容和图示：

(a)结构层的数据重构。数据结构是数据模型和数据组织的映射，数据结构同时也会影响数据的存储格式。结构层数据重构是最常见的重构方法，如矩阵行存储和列存储的变换，流场数据按(u, v)组织与按(v, u)组织的转换。

(b)时空离散方法的转换。地理模型很多都有时空意义，而时空特征的表达往往依赖于一定的时空离散方法。比如最常见的 GRID 和 TIN 表达的 DEM 之间的转换，就属于这种重构。时空离散方法的转换又可能嵌套插值、平均值、数据的差分 and 积分等重构操作。

(c)时空尺度变换。地理模型的尺度相关性使得尺度上的不兼容同样影响模型运行，对数据进行尺度上变换，即升尺度或者降尺度是常用的重构操作。如根据地形分析模型中对输入 DEM 数据的精度要求，对用前所述地理数据表达模型表达的 DEM 数据进行空间重采样的数据重构。

(d)单位量纲与坐标系的变换。数据都具有确定的单位与量纲（甚至无量纲数据），只有与模型要求的单位与量纲兼容，才能计算出正确的结果，对于空间数据的空间参考具有同样的含义，这也是空间数据处理最常见的数据重构。

(e)数值计算重构。数据的值都具有一定的语义，比如流量、流速、温度。相同的地理现象可以用不同的方式进行表达，比如由流速计算流量，用气压代替高度等。此时就需要通过一定的求值操



作，对数据进行变换。

上述数据重构方法，均是对课题第一个研究内容中结构化数据表达模型所构建数据的操作；重构方法的组合、嵌套与顺序结构构成了重构的基本流程。重构流程将单个的重构过程构造成可以最终将原始数据转换为目标数据的结构，结合地理数据的特点和数据重构的特征，本课题拟从顺序流程结构、控制流程结构和处理型流程结构三个方面对地理数据的重构方法进行分类研究。

3.2.3 脚本驱动的数据重构引擎

脚本驱动的数据重构引擎是本课题研究成果的重要体现，也是实现数据适配的基础支撑。如图 5 所示，数据重构引擎在两个结构化表达模型表达的数据结构与内容之间进行转换，其研究包含三个环节：第一，重构方法组件库，实现基础的数据重构操作；第二，脚本执行环境，驱动基本的方法组件，对原始数据进行重构操作，产生目标数据；第三，重构脚本语言，描述重构的逻辑。

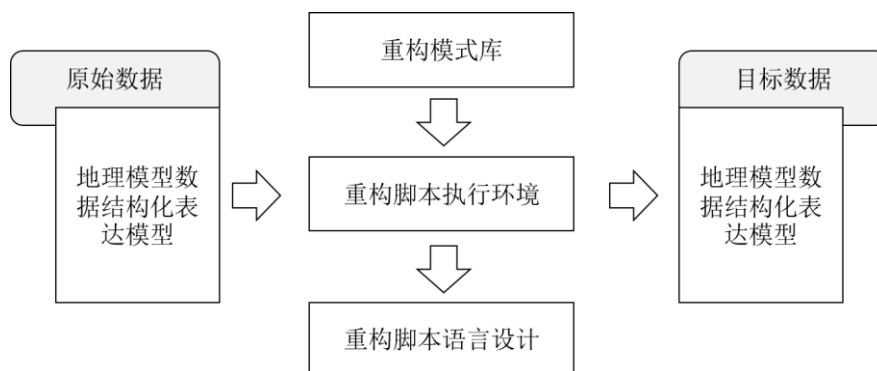


图 5 重构引擎的设计与实现框架

考虑到模型应用场景的多样性与异构性，重构引擎的实现层次上应该考虑跨平台实现策略。本课题的跨平台脚本引擎的实现将使用 C/C++ 实现，这可以保证脚本引擎的多平台适应能力。大多数编程语言，如 Fortran、Java、C# 等都有与 C 语言互操作的通道；常用的 Python、Ruby、Lua 等脚本语言也都是使用 C/C++ 语言编写，可以方便的与 C/C++ 语言编写的组件进行交互。脚本语言的核心是其执行的逻辑模型，本课题的结构化数据表达模型将基于层次化结构实现，层次化结构决定了对节点是其基本的数据组织单元，结合地理模型数据的特征，初步构想了重构脚本语言应包含的关键操作逻辑，如图 6 所示：

- **Select**: 实现对数据节点的遍历，是执行控制的起点；
- **Filter**: 用来按条件对节点过滤，与 SQL 等查询语言类似；
- **Assemble**: 用来实现遍历等操作结果的数据组装，构成新的节点结构；
- **As[]**: 将选中节点的内容作为一个领域通用的数据结构（见第一个研究内容），中括号中是数据结构的标示符；
- **Do**: 对选中节点执行重构，重构由重构方法组件库提供，产生重构后的数据节点。
- **Produce**: 产生操作，聚合 Assemble, Do 的操作得到结构。
- **To**: 进行新的树结构的构造，To 指明了装配的路径。

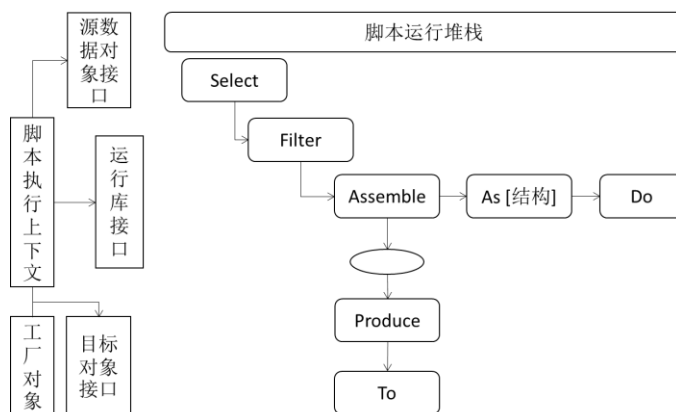


图 6 初步设计的脚本对象模型

脚本执行引擎还需要包含一个执行的上下文和运行堆栈，运行的上下文引入源数据和目标数据的操作接口，运行堆栈负责维护执行现场的中间状态。需要明确的是，脚本的执行模型并不与脚本语言的关键字直接对应，结构化数据表达模型已经提供了单位、语义和领域通用的数据结构，课题将尝试基于这些信息，使用尽可能少的脚本定义，通过相关信息的推导构建脚本语言对象模型。

3.2.4 数据编码与接口映射方案

针对地理模型数据不兼容性的处理最终体现在模型程序的数据接口上，按照课题的研究思路，不符合模型需求的输入数据和不符合应用需求的输出数据都需要转换为相应的结构化表达模型，使用重构引擎进行重构。模型程序使用数据的方式无外乎通过外存（文件、数据库）进行传递，或者通过方法参数、全局变量等内存结构进行传递。然而，模型的数据接口对建模原理、实现技术、领域特征等多种条件具有较强的依赖性，同样无法找到统一的表达模式。但是作为计算机可执行程序，其数据传递又依赖了计算机实现技术中的一些通用模式，本课题寻找尽可能通用性的方案，降低数据适配的难度，提供有效的积累机制，实现数据接口的快速映射。由此将通过三种情况进行讨论。

（1）基于插件的领域通用数据格式映射

虽然很多地理模型使用自定义的数据模型和数据格式，但是依然有相当数量的模型依赖于一些通用的数据格式，比如 Shapefile、GeoTiff、NetCDF 等等。这些通用格式一般都提供了读写 API（如 GDAL/OGR 开源库）。因此，对于这种情况，本课题将设计一个通用格式支持的插件框架，对常用的数据格式设计一个专用的数据表达模型的配置方案，并定制编写插件。同时，插件结构是开放的，已有数据格式的插件作为公用的工具包提供，同时支持新增的数据格式的扩展。

（2）基于状态机的配置化的文件格式映射机制

此种机制适用于未被插件格式支持的情形，用以应对大量的地理模型自定义文件格式，研究思路如下：因为任何数据文件的组织对应的都是内存数据结构反映，而内存数据结构由编程语言特性决定，其模式是有限的。而状态机是一种在信息技术领域经典的设计模式，课题尝试使用状态机来实现配置化的文件格式映射机制，如图 7 所示。

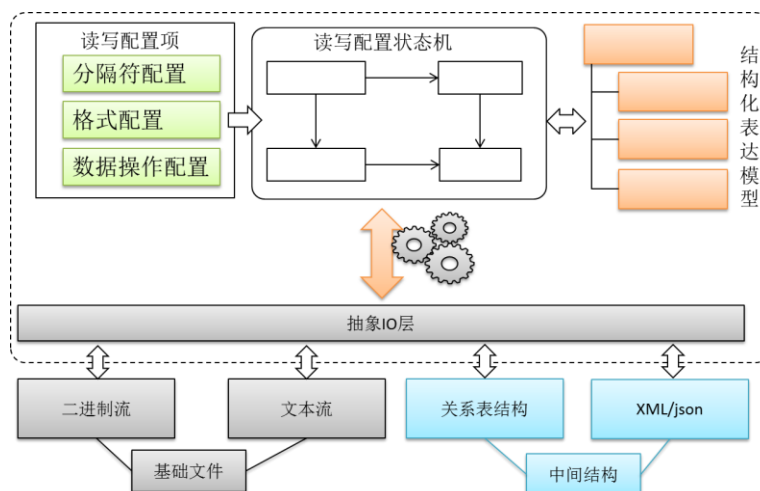


图 7 特定格式存储数据的转换流程

该方法包含两层抽象：（1）分隔符抽象。所有文件都是由分隔符和数据元素组成的。分隔符表示了数据读写的控制，但是分隔符的表现在不同的文件中不同，比如文本文件中空格，二进制文件中的数据元素长度，数据表中的字段或者记录，XML 中的节点和属性等。（2）状态机抽象。状态表明当前读写操作所处的“位置”，由数据的扫描过程驱动，分隔符决定状态变迁，状态决定需要采取的数据映射动作。而状态机可以用图形化构建读写流程，格式控制和对结构表达模型的操作可以附加在状态节点上。

（3）基于扩展语言注释的内存数据绑定代码生成

此种情况适用于基于内存的数据传输，内存数据最终是以某种编程语言定义的数据结构来填充的数据内容，数据内容来源于结构化表达模型携带的数据，而数据内容的填充必须是通过代码的执行实现的。本课题的研究思路是在数据接口的定义代码文件中引入扩展注释，为各种常用地理模型编程语言编写相应的预处理程序，扫描引入扩展注释的代码文件，自动地生成数据绑定代码。初步的思路如图 8 所示。

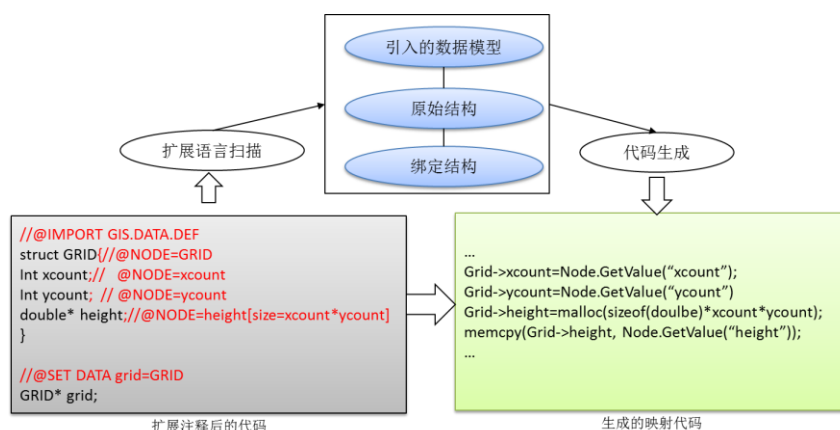


图 8 扩展语言注释的内存数据绑定代码生成思路

3.2.5 实验验证

本课题的实验验证包含两个部分，分别是模型数据适配方案构建环境和模型数据适配验证案例。



(1) 模型数据适配方案构建环境

该部分使用系统集成方法验证课题的研究成果。综合研究中获得的组件（库），形成一个交互式的数据适配方案构建环境。工作环境包含两个基本的模块：

- 交互式编辑模块。该模块实现对结构化数据表达模型、数据重构脚本和数据接口映射配置的图形化构建。
 - 数据适配方案实时验证模块。该模块将在后台实时跟踪数据配置方案，使用预先给定的样例数据，进行数据适配，配合图形化的展示工具，使得用户可以验证适配方案的正确性。
- 课题计划依基于开源的 Eclipse IDE 环境，构建交互式数据适配方案构建环境。

(2) 模型数据适配方案验证

该部分实验是对适配方法的综合性检验，为了验证适配方法的平台适应性，适配实验将跨三个系统体系结构：

- 南京师范大学虚拟地理环境教育部重点室分布式地理建模环境
(<http://geomodeling.njnu.edu.cn>)，作为模型运行的服务环境，提供模型资源，同时验证研究成果与分布式平台的适应性。
- ArcGIS 是 ESRI 开发的一套成熟的商业 GIS 软件，将利用它进行实验的数据预处理，与之集成验证研究成果与 GIS 软件的适应性。
- OpenMI 是欧盟资助的 HarmonIT 计划产生的一个模型集成的组件标准，其中形成了一组领域较为通用的数据接口，用以验证研究成果与领域模型集成框架的适应性。

实验素材来自分布式地理建模环境已经收集整理模型，重点使用 SWAT 模型和东中国海潮波系统和地形分析方法库进行实验验证。需要明确的是**本研究的重点是地理模型的数据适配方法对各种应用环境的适应性，模型本身的科学性和正确性不是本次的研究重点内容**，在模型逻辑合理的情况下，使用实验素材在多系统架构之间进行交叉的数据适配。

3.3 可行性分析

(1) 技术的可行性

适配机制是信息技术领域中通用的设计模式，在地理模型的应用中，对于数据兼容的处理是一项关键而繁琐的工作，成为模型使用的一个事实上的障碍。本课题提出地理模型数据适配这一思路，解耦模型对于数据规格的严格依赖在方法上具有可行性。对于模型在应用中的数据兼容性问题，国内外研究者进行过大量的研究工作，包括设计模型集成的框架、定义标准，在模型应用过程中也积累了一系列行之有效的处理方法，本课题的研究内容是寻找一种实现数据适配的技术体系，是对以前研究工作的整合与提升，在内容上是可控的。具体到本课题采用的技术路线，其中结构化数据表达模型是基于数据抽象表达的基本模式而进行的设计，研究者已经对此有过一定的基础；重构脚本与重构引擎的核心是设计出重构方法体系，课题所用形象化和形式化相结合的分析方法也是对知识管理和信息技术领域相关方法的应用；重构脚本引擎的实现本身可以依赖于很多可用的工具，比如 Yacc/Lex 等；数据接口映射所提出的方法在逻辑分类上具有很强的合理性，技术上已经得到充分验证。

(2) 良好的研究基础与工作积累

课题申请人一直追踪地理建模与模型集成方面的研究工作，具有较好的研究基础，对相关领域



的研究开始于 2005 年（温永宁，2005），当前作为主要执行者，负责南京师范大学虚拟地理环境教育部重点室分布式地理建模环境(<http://geomodeling.njnu.edu.cn>)的运维。研究团队在数据管理、数据共享、模型应用方面具有很强的专业背景，吉根林教授一直致力于数据仓库、数据挖掘和 XML/GML 的研究工作；胡斌副教授对空间数据库、模型库与知识库以及相关软件开发方面具有较好的基础；刘军志博士的主要研究方向是分布式水文模拟、高性能地学分析。具体情况参见后续材料。

（3）有力的科研支撑

项目依托单位南京师范大学是国家“211 工程”重点建设的江苏省属重点大学，依托实验室为虚拟地理环境教育部重点实验室及地理信息科学江苏省重点实验室。实验室一直致力于地理建模与地理分析方向研究，实验室拥有多个方向的地理建模研究团队，拥有专业的模型资源和实验数据，研究工作将得到相关研究者的有力支持，相关科研资源也将得到充分保障。

4. 本项目的特色与创新之处

4.1 本项目的特色

基于地理模型的数值分析与模拟方法已经成为地理学的重要研究方法，地理模型资源成为重要的科研资源，地理模型的集成成为一项重要的科研活动，数据的兼容性问题是模型集成的关键性问题。传统的地理模型集成、共享的研究的基本思路是根据特定的集成环境需求，通过定义系统接口、数据模型和数据格式，模型程序通过模块化、组件化、服务化等方法适应集成需求。而面对特定的集成需求，往往需要耗费大量时间。本课题的研究思路是一个逆向的研究思路，不设定确定的集成需求，并不改变模型原来的代码结构，而是在集成需求与模型数据之间建立一个数据转换的桥梁，将模型与集成需求之间解耦。该研究不同于模型集成标准或接口的研究，也不同于单纯模型应用个案的研究，研究内容上具有很强的学科交叉性，研究活动是现实需求驱动下的基础性工作。

4.2 本项目的创新之处

（1）**面向异构地理模型数据的结构化表达模型**：地理模型数据的异构特性使得我们难以用一种统一的数据模型或者数据组织模式来反映其复杂性，面向异构地理模型数据的结构化表达模型既能够适应数据结构的复杂性，又能够解决认知的稳定性和统一性之间矛盾。

（2）**脚本驱动的地理模型数据重构引擎**：研究地理模型数据的重构方法体系，设计和实现地理模型的数据重构方法库，引入解释器机制建立地理模型数据的重构脚本语言和脚本执行环境。

（3）**异构平台的地理模型数据接口双向映射机制**：研究不同应用情景和应用条件下地理模型数据与结构化表达模型数据之间的映射机制，对模型的数据接口进行分类提炼，支持自定义文件、领域通用文件和编程语言等三种类型数据接口类型的适配方案。

5. 年度研究计划及预期研究结果（包括拟组织的重要学术交流活动、国际合作与交流计划等）

5.1 年度研究计划与预期进展

本项目拟 4 年完成，研究时间自 2015 年 1 月-2018 年 12 月。根据研究内容与技术路线，拟定研究计划如下。



- 2015 年 1 月-2015 年 6 月：收集和整理地理模型和地理模型相应的数据，对各种地理模型的运行环境以及集成框架进行系统的梳理。建立起初步的地理模型数据的组织模式、数据模型和编码机制的结构；
- 2015 年 7 月-2015 年 12 月：对数据的结构化表达模型进行设计，建立相关的通用数据结构表达模式，建立语义的、单位量纲的知识库。对结构化数据表达模型进行系统的实现工作，开展基于此的数据重构方法的研究，完成数据重构方法体系；实现小规模的原型系统，进一步明确研究路线。
撰写学术论文 1-2 篇。
- 2016 年 1 月-2016 年 6 月：对结构化数据模型进行实验与测试，对实验对象的数据进行结构化表达。开始设计数据重构引擎，并完成数据重构方法库的实现。开始进行数据编码映射研究，实现领域通用格式的编码映射方法库。
申请发明专利 1 项。
- 2016 年 7 月-2016 年 12 月：以 GDAL/OGR 开源库中已有的大量数据格式为主要方法库构建对象，完成领域通用数据格式向结构化数据表达模型之间的映射。
撰写学术论文 1-2 篇，申请发明专利 1-2 项。
- 2017 年 1 月-2017 年 4 月：重点多源异构地理模型数据的编码映射机制，实现基于状态机的文件数据配置式映射，实现基于扩展注释代码的绑定式映射；
撰写学术论文 1-2 篇，申请发明专利 1-2 项。
- 2017 年 5 月-2017 年 12 月：以典型的地理模型和地理模型集成框架为实验对象，完成模型（集成）运行中的地理数据结构化表达，根据模型运行需求进行数据重构，初步验证地理数据编码映射方法和数据重构方法的实用性。
撰写学术论文 3-4 篇，申请发明专利 2-3 项，软件著作权 1-2 项。
- 2018 年 1 月-2018 年 8 月：对研究成果进行集成，优化数据重构引擎。完善数据重构方法库，完善通用格式的数据编码映射库，优化基于状态机和扩展注释代码的数据编码映射机制。构建原型系统，实现实验验证，并根据验证结果动态优化研究成果。
撰写学术论文 3-4 篇。
- 2018 年 9 月-2018 年 12 月：整合研究成果，进行项目的总结，准备项目报告、成果鉴定并结题。

5.2 预期研究成果

- 学术论文：发表学术论文 12-15 篇，其中 SCI 论文 6-7 篇；
- 知识产权：申请发明专利 3-4 项，申请软件著作权 1-2 项；
- 软件系统：开发应用程序包 1 套，数据重构模板库 1 套；
- 构建语义库 1 套，单位量纲库 1 套，集成现有空间参考库；
- 培养博士研究生 2 名，硕士研究生 3-4 名。

（二）研究基础与工作条件



1. 工作基础（与本项目相关的研究工作积累和已取得的研究工作成绩）

课题申请团队在地理建模与模型集成领域具有长期的工作积累，成果发表在诸多国内外学术期刊上，涵盖概念建模、模型共享、模型数据方面等方面。申请团队在研究工作中积累了大量的地理模型资源，针对多源、异构、散布在网络空间的地理分析模型无法共享重用问题，构建了分布式地理建模环境，实现了模型的分布式运行框架，提出了模型的服务化封装接口方案。该方案追寻地理学家进行地理问题求解的思路，构建了具有全过程引导功能、界面友好的地理建模环境和多用户协同建模方法，并基于对异构地理分析模型的输入、输出和控制参数分析，形成了基于模型形态的地理分析模型服务组件规范和元数据体系，设计了在网络空间的模型包装及共享机制。本课题的研究将基于以前的研究成果，研究多模型耦合时所涉及到的数据转换与适配问题，是上述研究工作在纵深方向的发展。

图 9 是课题申请团队所构建的分布式地理建模系统的截图：



图 9 网络空间的分布式地理建模环境系统

此外，南京师范大学虚拟地理环境教育部重点实验室近年来在闫国年教授的领导下聚集了一批专业领域的地理建模与模拟的研究人员，包括地下水（陈锁忠教授、郭飞副教授）、海洋系统（宋志尧教授）、气候系统模式（刘健教授）、流域尺度的模拟（朱阿兴教授、李硕副教授、张东副教授）等。项目申请团队在实验室发展布局中为专业建模提供信息技术服务，长期与相关人员就建模环境及模型共享等主题进行合作，一部分模型已经在分布式地理建模环境中进行共享。

2. 工作条件（包括已具备的实验条件，尚缺少的实验条件和拟解决的途径，包括利用国家实验室、国家重点实验室和部门重点实验室等研究基地的计划与落实情况）

项目依托单位南京师范大学是国家“211 工程”重点建设重点大学，依托实验室为虚拟地理环境教育部重点实验室及地理信息科学江苏省重点实验室，拥有地图学与地理信息系统国家重点学科、江苏省“重中之重”学科。经过前后三期的“211 工程”重点学科建设和重点实验室建设，实验室已具备良好的软硬件条件。实验室长期围绕“地理信息系统集成与共享服务研究”、“地理知识发现与规律挖掘研究”、“地理建模与地理模拟研究”、“地理环境动态监测研究”等四个方向开展研究，其中前三



点研究与本课题密切相关,这将为本课题的顺利实施提供保障。项目申请实验室拥有独立的集群计算平台,并与南京师范大学的江苏省“大规模复杂系统数值模拟”重点实验室长期存在合作关系,签署了资源共享协议。该重点实验室现有两套 HPC 系统,其中新购置的集群共有 108 个计算节点,4 台登陆管理节点,3 台 I/O 节点,2 台胖节点,1 台 GPU 节点以及 160TB 的磁盘阵列组成。以上计算资源将为模型耦合及封装运行提供良好支撑,从而为课题实施目标的验证提供保障。

此外,实验室拥有虚拟现实系统、车载三维数据采集系统、三维激光扫描仪等,配置了图形工作站;拥有国内外著名的 GIS、遥感图象处理、三维建模、科学计算可视化、数据库系统等软件;自主开发了包括基础地理信息系统、规划管理信息系统、城市管网信息系统、城市地理信息共享平台等几十种应用 GIS 系统。

课题所需要的仪器设备已基本具备,不需要增购其他设备。如果申请得以批准,南京师范大学提供课题所需要的仪器设备,将在人力、物力和其它条件方面为课题组提供良好的支持与服务,保证研究工作的顺利进行。

3. 承担科研项目情况 (申请人和项目组主要参与者正在承担的科研项目情况,包括国家自然科学基金的项目,要注明项目的名称和编号、经费来源、起止年月、与本项目的关系及负责的内容等)

项目申请人温永宁,参加国家自然科学基金面上项目“平原河网区非点源污染过程的分布式模拟研究(No.417271382,2013.1-2016.12)”。该项目以针对平原河网区域特殊的水流动力机制,模型探索一套完整的针对平原河网区的分布式建模方案,其中的核心工作是基 SWAT 模型进行改进和模拟。该项目关注的是特定地理区域、特定地理过程的建模与模拟问题,为研究者熟悉地学模型原理及构建提供前期基础,SWAT 模型也是本课题的模型资源之一。

4. 完成国家自然科学基金项目情况 (对申请人负责的前一个已结题科学基金项目(项目名称及批准号)完成情况、后续研究进展及与本申请项目的关系加以详细说明。另附该已结题项目研究工作总结摘要(限 500 字)和相关成果的详细目录)

申请人的前一个自然基金课题是“矢量数据渐进传输机制研究”,按基金委计划于 2013 年 12 月份结题。目前已经提交结题报告,进入结题流程。

(1) 项目完成情况与后续研究进展

本课题对二维矢量地理数据在网络空间进行编码和解码,基于该编码方法,可以在保持用户视觉不变的情况下,有效降低矢量数据的传输量。到目前为止,已经完成了课题所预设的所有研究内容及研究目标,后续研究试图将该编码方式推广并应用于三维矢量数据。

(2) 与本课题的关系

相关研究涉及到二维矢量数据在二进制层次上的编码与解码算法问题、在网络上的传输问题以及数据的存储与装配问题。相关工作与当前申请没有直接关系,但研究经验可以应用于地理模型数据的格式与编码。按照要求,研究工作摘要与成果目录清单附在后面。

附件 1: 项目工作总结摘要

海量矢量地理数据的高效访问是 GIS 研究热点。本课题从像素是光栅设备最小分辨单元这一基本事实出发,以像素无损为目标,在渐进传输框架下,对矢量地理数据的高效传输机制进行系统研



究, 主要包括: 通过分析矢量地理数据的地图可视化过程, 以顶点和有序点集为对象, 研究矢量地理数据像素等价的原理; 以数值对分逼近为基础, 研究顶点坐标的像素无损变换方法和按需的"位"传输机制; 以皮亚诺曲线和 L-系统为工具, 研究有序点集在像素无损条件下的渐进传输化简算子与化简算法; 以有序点集的像素无损渐进传输编码为基础, 研究兼容 OGC 规范的矢量地理数据渐进传输编码方案; 从冗余过滤出发, 综合应用空间聚类 and 空间排序思想, 研究渐进传输增量的聚集化关系数据库存储和客户端缓存机制。本课题以矢量地理数据的像素无损为突破口, 研究矢量地理数据的高效传输机制, 可望在视觉体验层次上有效解决矢量 GIS 数据传输的瓶颈问题, 极大改善用户的操作体验。

附件 2: 相关成果目录

- [1] **Wen, Yongning**, Min Chen, Guonian Lu, Hui Lin, Songshan Yue. A characteristic bitmap coding method for vector elements based on selfadaptive gridding. International Journal of Geographical Information Science, 2013, 27(10), 1939-1959. Indexed By **SCI**.
- [2] **Wen, Yongning**, Chen, Min, Lu, Guonian, Lin, Hui, He, Li, Yue, Songshan. Prototyping an open environment for sharing geographical analysis models on cloud computing platform. International Journal of Digital Earth, 2013, 6(4), 356-382. Indexed By **SCI**.
- [3] Chen, Min, Lin, Hui, **Wen, Yongning**, He, Li, Hu, Mingyuan. Construction of a virtual lunar environment platform. International Journal of Digital Earth, 2013, 6(5), 469-482. Indexed By **SCI**.
- [4] **温永宁**, 闫国年, 陈旻. 矢量空间数据渐进传输研究进展. 地理与地理信息科学, 2011, 06, 6-12.
- [5] **Wen, Yongning**, Chen, Min, Wang, Xiao, Zhang, Fu, He, Li. Research on HTML5-based web vector map publishing strategy. Advances in Information Sciences and Service Sciences, 2011, 3(9), 274-285. Indexed By **EI**.
- [6] 沈敬伟, **温永宁**, 陈旻, 吴明光. 可渐进传输的矢量数据聚集化存储与访问的方法. 2011, 中华人民共和国国家知识产权局, CN201010180613.X.
- [7] **温永宁**, 陈旻, 吴明光, 沈经纬. 基于有序点集像素无损压缩的矢量数据高效传输方法. 2011, 中华人民共和国国家知识产权局, CN201010180611.0.
- [8] 乐松山, **温永宁**, 陶虹. 尺度适应的矢量数据集要素位图嵌入式编码方法. 2012, 中华人民共和国国家知识产权局, 公开号: CN201210242085.5.

(三) 申请人和项目组主要参与者简介 (在读研究生除外)

申请人简介

温永宁, 南京师范大学地理科学学院, 虚拟地理环境教育部重点实验室, 副教授。南京师范大学地图学与 GIS 学科特区高层次引进人才, 在 IJGIS、IJDE、遥感学报、地理研究等刊物发表了多篇相关文章, 涵盖概念建模、模型共享、模型数据等方面; 并作为主要成员参与了闫国年教授主持的国家自然科学基金重点项目“面向地理问题求解的分布式地理建模环境研究”(No. 40730527), 负责建模环境软件系统的开发。2009 年获南京师范大学地图学地理信息系统专业博士学位, 入选 2011 年度江苏省“企业博士积聚计划”。2005 年以来, 主持国家自然科学基金 1 项, 参与国家自然科学基金重点基金 2 项、面上基金 6 项、国家 863 课题 1 项。发表学术论文 30 余篇, 其中 SCI/EI 论文 8 篇, 合作出版专著 2 部, 获得国家发明专利 16 项。



本项目负责人，负责项目研究的总体设计与组织协调，主持项目实施方案、数据表达模型、数据重构引擎设计的研究工作。

受教育经历

- 2003/09 – 2009/12 南京师范大学，地理科学学院，博士，导师 闫国年 教授
- 2000/09 – 2003/06 南京师范大学，地理科学学院，硕士，导师 闫国年 教授
- 1996/09 – 2000/07 河北师范大学，资源与环境学院地理系，本科

研究工作经历

- 2012 – 今 南京师范大学，地理科学学院，副教授
- 2010 – 今 武汉大学，测绘遥感信息工程国家重点实验室(苏州工业园区工作站)，博士后
- 2011 – 2012 南京师范大学，地理科学学院，讲师
- 2005 – 2010 南京师范大学，地理科学学院，助教

主要论著

期刊论文：

1. **Yongning Wen**, Min Chen, Guonian Lu, Hui Lin, Li He, Songshan Yue, Prototyping an open environment for sharing geographical analysis models on cloud computing platform, INTERNATIONAL JOURNAL OF DIGITAL EARTH, 2013, 6(4), 356-382. (SCI)
2. **Yongning Wen**, Min Chen, Guonian Lu, Hui Lin, Songshan Yue. A Characteristic Bitmap Coding Method for Approximate Expression of Vector Elements Based on Self-Adaptive Gridding- Applied to Improve the R-Tree as a Case. International Journal of Geographical Information Science, 2013, 27(10), 1939-1959. (SCI)
3. **Yongning Wen**, Min Chen, Xiao Wang, Fu Zhang, Li He. 2011. Research on HTML5-based Web Vector Map Publishing Strategy. International Journal On Advances in Information Sciences and Service Sciences, 3(9): 274 -285. (EI)
4. Min Chen, Hong Tao, Hui Lin, **Yongning Wen**. 2011. A visualization method for geographic conceptual modelling. Annals of GIS, 17(1): 15-29.
5. **温永宁**, 闫国年, 陈旻. 矢量空间数据渐进传输研究进展. 地理与地理信息科学, 2(6), 6-11, 2011
6. **温永宁**, 闫国年, 杨慧, 等. 面向服务的分布式地学模型集成框架研究[J]. 遥感学报, 2006, 10(2): 160-168.
7. 沈敬伟, **温永宁**, 闫国年, 吴明光, 张红平. 时空拓扑关系描述及其推理研究. 地理与地理信息科学, 26(6), 1-5, 2010
8. 沈敬伟, **温永宁**, 闫国年, 吴明光. 体/体拓扑关系计算研究. 测绘科学, 37(4), 120-122, 2012
9. Min Chen, Hui Lin, **Yongning Wen**, Li He. 2012. Sino-VirtualMoon: A 3D web platform using Chang'e-1 data for collaborative research. Planetary and Space Science, 65(1):130-136. (SCI)
10. Min Chen, Hui Lin, **Yongning Wen**, Li He, Mingyuan Hu. 2011. Construction of a virtual lunar environment platform. International Journal of Digital Earth, 4(6), DOI:10.1080/17538947.2011.628415. (SCI)



11. 胡迪, **温永宁**, 闫国年, 沈敬伟. 基于 GIS 的家谱资源整合集成研究. 人文地理, 27(1), 50-53, 2012
12. 张弘弢, 闫国年, **温永宁**. 基于 TRANSIMS 的顺序出发时间与路径选择模型研究. 南京师大学报: 自然科学版, 34(3), 118-123, 2011
13. 陈旻, 盛业华, **温永宁**, 陶虹, 郭飞. 2009. 语义引导的图标式地理概念建模环境初探. 地理研究, 28(3): 705-715.

会议论文:

1. Wang Xiao, Sheng Yehua, **Wen Yongning**, Shen Jingwei, Zhang Hongping. Research on simulated three-dimensional map service from two-dimensional city building data, Information Science and Engineering (ICISE), 2010 2nd International Conference on, 4-6 Dec. 2010, IEEE, 3950 - 3953 ,2010
2. Jingwei Shen, Mingguang Wu, Guonian Lv, **Yongning Wen**, Xiao Wang, Hongping Zhang. Topological Relationships Calculation for 3D Curves Data Set Based on Monotone Chains, Geoinformatics, 2010 18th International Conference on, 18-20 June 2010, IEEE, 1 - 5 ,2010
3. Hongping Zhang, **Yongning Wen**, Guonian Lv, Jingwei Shen, Xiao Wang. Research on constructing 3D scenelite model based on 2D structure drawings of buildings, Environmental Science and Information Application Technology (ESIAT), 2010 International Conference on, 17-18 July 2010, IEEE, 511 - 514 ,2010
4. Min Chen, Hui Lin*, **Yongning Wen**, Guonian Lu, Hong Tao. Semantic Driven Geographic Conceptual Modeling Environment Based On Icons, 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON CARTOGRAPHY AND GIS 15-20 June, 2010, Nessebar, Bulgaria
5. Di Hu, Guonian Lv, **Yongning Wen**, Jing Jia, Yiru Feng, Qian Gong. GIS-based Family Tree System Integration, Spatial Data Mining and Geographical Knowledge Services (ICS DM), 2011 IEEE International Conference on, June 29 2011-July 1 2011, IEEE, 480 - 485 ,2011
6. Li Tianyu, Lv Guonian, **Wen Yongning**. Application of land surface temperature inversionbased on emissivity mixture analysis at sub-pixel scale in geothermalexploration, Earth Observation and Remote Sensing Applications (EORSA), 2012 Second International Workshop on Earth Observation and Remote Sensing Applications, 8-11 June 2012, 139 - 143 ,shanghai, 2012
7. Min Chen, Guonian Lu, **Yongning Wen**, Hong Tao, Guo Fei. 2009. Studying on distributed sharing of geographical analysis model. Proceedings of the CSIE2009, 346-349. Los Angeles, USA. Indexed by EI.

专著:

1. 张宏, **温永宁**, 刘爱利等. 地理信息系统算法基础. 21 世纪高等院校教材, 2006 年, 北京: 科学出版社
2. 龙毅, **温永宁**, 盛业华. 电子地图学. 21 世纪高等院校教材, 2006 年, 北京: 科学出版



社

部分已授权专利：

1. 闫国年, **温永宁**, 盛业华, 吴明光. 面向 Google Earth 与 Sketch Up 的真三维立体显示方法. 国家发明专利. 授权证书号: 768896
2. 闫国年, **温永宁**, 盛业华, 吴明光. 计算机显卡的植入式真三维立体驱动方法. 国家发明专利. 授权证书号: 768249
3. **温永宁**, 吴明光, 陈泰生, 闫国年, 盛业华. 基于路径的面状地图符号模型及基于该模型的共享方法. 国家发明专利. 授权证书号: 940818

项目组主要成员简介:

吉根林, 南京师范大学, 计算机科学与计算机学院, 教授。虚拟地理环境教育部重点实验室博士生导师。自 1999 年开始从事空间数据挖掘技术的研究, 在数据挖掘领域, 主持并完成了 2 项国家自然科学基金项目、1 项省自然科学基金项目和 3 项省教育厅研究课题。在《计算机学报》、《计算机研究与发展》等权威和核心学术刊物上发表论文 90 余篇, 其中 EI 收录 30 多篇。主持研制的分布式数据挖掘系统 DDMINER 通过江苏省科技厅鉴定。长期从事地理信息服务、地理数据共享与交换的研究, 在利用 GML 来对空间数据进行描述、表达与分析方面有着较为深入的探索。

本项目主要成员, 负责可重构的结构化数据表达模型设计。

受教育经历

- 2000/02-2004/06, 东南大学, 计算机应用技术专业, 博士 (在职)
- 1986/09-1989/03, 南京航空航天大学, 计算机应用技术专业, 硕士
- 1982/09-1986/06, 南京航空航天大学, 计算机应用技术专业, 本科, 学士

研究工作经历

- 2003/06-现在, 南京师范大学, 计算机科学与技术学院教授, 虚拟地理环境教育部重点实验室博士生导师
- 1995/02-2003/06, 南京师范大学, 计算机系, 讲师、副教授
- 1989/04-1995/01, 南京航空航天大学, 计算机系, 助教、讲师

主要论著

期刊论文:

1. 张丽, **吉根林***. 基于点面包含关系的 GML 空间聚类算法, 小型微型计算机系统, 2010, 31 (4)
2. 朱娟, **吉根林**. 基于相邻关系的地理标识语言空间线对象离群检测算法, 南京大学学报(自然科学版), 2012, 48(1): 84-90.
3. 孙晓明, **吉根林***. 三维空间中面对象相邻关系的判断算法, 南京师范大学学报(工程技术版), 2011, 11(2): 73-78.
4. 柳盛, **吉根林***, 李文俊. 一种基于连接度的空间线对象聚类算法, 计算机科学, 2011, 38(8): 179-182.
5. 顾珊, **吉根林***. 基于包含关系的空间对象条件离群检测算法, 山东大学学报(工学版), 2011, 41(2): 91-95.



6. 朱娟, **吉根林***. 基于相交关系的 GML 线对象离群检测算法, 南京师范大学学报(自然科学版), 2010, 33(3): 127-130.
7. 孙晓明, **吉根林***. 基于 QR 树索引的面包含关系求解算法, 计算机工程, 2010, 36(21): 37-39.
8. 陈铭, **吉根林***. 一种基于相似维的高维子空间聚类算法, 南京师范大学学报(自然科学版), 2010, 33(4), 119 -122.
9. 章志刚, **吉根林***. 基于迭代式 Map/Reduce 的 Apriori 算法设计与实现, 华中科技大学学报(自然科学版), 2012, sup I:9-12. (EI 收录)

会议论文:

1. **Genlin Ji**, Chao Zhang, Na Yang, A fast algorithm for judging two spatial line objects intersection, Proceedings of 2nd International Workshop on Education Technology and Computer Science, IEEE Computer Society, Wuhan, China, March 2010, 487-489. (EI 收录)
2. Ming Yang, Jianwu Wan, **Genlin Ji**, Random Sampling LDA Incorporating Feature Selection For Face Recognition, Proceedings of the 2010 International Conference on Wavelet Analysis and Pattern Recognition, Qingdao, China, July 2010, 180-185. (EI 收录)
3. Ming Yang, Yinjuan Chen, **Genlin Ji**, Semi-Fisher Score: A Semi-Supervised Method for Feature Selection, Proceedings of the Ninth International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Qingdao, China, July 2010, 527-532. (EI 收录)
4. Yingwen Zhu, **Genlin Ji**, Clustering GML documents using maximal frequent induced subtrees, Proceedings of 2010 7th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, Yantai, Shandong, China, August, 2010, 265-2269. (EI 收录)
5. Jianwu Wan, Yang Ming, **Genlin Ji**, New semi-supervised Multi-surface Proximal Support Vector Machine model, Proceedings of International Conference on Artificial Intelligence and Computational Intelligence, Sanya, China, October, 2010, 510-514. (EI 收录)
6. Shen Liu, **Genlin Ji**, Wenjun Li, A similarity measure for time series of spatial lines intersection relations, Proceedings of 2011 IEEE International Conference on Spatial Data Mining and Geographical Knowledge Services, IEEE Computer Society, Fuzhou, June, 2011, 13-15. (EI 收录)
7. Shen Liu, **Genlin Ji**, Wenjun Li, An algorithm for clustering spatial lines based on connectivity for GML data, Proceedings of 2011 IEEE International Conference on Spatial Data Mining and Geographical Knowledge Services, IEEE Computer Society, Fuzhou, June, 2011, 44-47. (EI 收录)

胡斌, 南京师范大学, 地理科学学院虚拟地理环境教育部重点实验室, 副教授。2006 年毕业



于中国科学院南京地理与湖泊研究所，获理学博士学位，现任南京师范大学虚拟地理环境教育部重点实验室副教授。主持了国家自然科学基金“用户导向的高性能地图在线服务系统若干关键技术研究”（40801149）、中国科学院南京地理与湖泊研究所所长基金“模型库、知识库驱动下的区域规划决策支持系统”，参与了“地质体三维模型系统”（技术负责）、“基于 Modis 的太湖蓝藻监测预警系统”（技术负责）等项目。在分布式地理信息系统、地理数据在线共享服务研究方面积累了大量的经验。目前主要从事分布式地理信息系统、虚拟地理环境、云计算和 P2P 网络等研究。

本项目主要成员，负责地理数据重构模式设计与实现。

受教育经历

- 2003/09—2006/06，中国科学院南京地理与湖泊研究所，地理信息室，博士
- 1999/09—2002/06，河海大学，勘测系，硕士
- 1993/09—1997/06，南京工业大学，勘测系，本科

研究工作经历

- 2008/09—现在，南京师范大学，地理科学学院，副教授
- 2006/07—2008/08，中国科学院南京地理与湖泊研究所，地理信息室，助理研究员
- 2002/07—2003/08，江苏省计算技术研究所，软件工程师
- 1997/07—1999/08，广东省航务工程总公司，工程师

主要论著

1. 胡斌*, 冯佳丽, 王俊淑, 王永君, 吴家皋, 邹志强. 面向 P2P 环境的分布式矢量地理数据组织模式研究. 地球信息科学学报, 2010, (1):62-68.
2. 胡斌*, 江南, 赵钢, 王牲, 魏清宇. 基于语义 P2P 的地理共享网络中地理服务发现机制研究. 地球信息科学, 2008, 10(2):177-182.
3. 胡斌*, 江南, 邵华. 电力 GIS 网络模型的设计与实现. 地球信息科学, 2007, 9(4):70-73.
4. 胡斌*, 江南, 邹志强, 邵华, 王鹏. 大规模室外动态场景调度机制研究. 地球信息科学, 2007, 9(5):8-13.
5. 胡斌*, 江南, 邵华. 基于镜像变换的 GPS 坐标变换参数获取方法研究. 地理与地理信息学, 2006, 22(2):39-41, 45.
6. 胡斌*, 江南, 刘琛, 邹志强, 邵华. 基于粗粒度分页和细粒度分片的大地形动态调度机制研究. 计算机应用, 2006, 26(z1):3-4, 7.
7. 胡斌*, 江南, 赵钢, 王牲, 魏清宇. 基于语义 P2P 的地理共享网络中地理服务发现机制研究. 江苏省遥感年会 2007. (获得优秀青年论文奖)
8. Zhong Jiusheng, Jiang Nan, Hu Bin*. Research and Design of a Novel WebGIS Framework based on REST and RIA. 2012 International Workshop on Information and Electronics Engineering (IWIEE). 2012, 29:903-908. (EI 检索)
9. Zhiqiang Zou, Bin Hu*, Wanming Huang, Jiagao Wu. Service-Oriented spatial information sharing model using geo-ontology, IEEE World Congress on Computer Science and Information Engineering, CSIE 2009 Vol.II:331-335. (EI 检索)

刘军志，南京师范大学，地理科学学院虚拟地理环境教育部重点实验室，讲师。2013 年毕业



于中国科学院地理科学与资源研究所资源与环境信息系统国家重点实验室，获地图学与地理信息系统博士学位。主要从事分布式水文模拟、高性能地学计算等方面的研究。作为科研骨干参与多项课题的研究，如国家重点基础研究发展（973）计划“中国主要水蚀区土壤侵蚀过程与调控研究”、自然科学基金-优秀国家重点实验室研究项目“广义陆表总体与分布模型建立”、国家高技术研究发展计划(863 计划)课题“空间统计与过程模拟并行计算”。共发表与接收学术论文 20 篇（其中第一作者 SCI 文章 2 篇），参与申请国家发明专利权 2 项，软件著作权 3 项。曾获 2012 年地理空间信息处理全国博士生学术论坛优秀论文，并应邀为《Computers & Geosciences》、《Annals of GIS》等知名杂志审稿。

本项目主要成员，负责数据接口与结构化数据表达模型映射机制设计与实现。

受教育经历

- 2009/09 - 2013/07，中国科学院地理科学与资源研究所，资源与环境信息系统国家重点实验室，博士研究生
- 2006/09 - 2009/07，中国科学院大学，资源与环境学院，硕士研究生
- 2002/09 - 2006/07，中国矿业大学，资源与地球科学学院，本科

研究工作经历

- 2013/11 - 至今，南京师范大学，地理科学学院，讲师

主要论著

1. **Junzhi Liu**, A-Xing Zhu, Yongbo Liu, Tongxin Zhu, Cheng-Zhi Qin. A layered approach to parallel computing for spatially distributed hydrologic modeling. *Environmental Modeling and Software*, 2014, 51(1):221-227. (SCI)
2. **Junzhi Liu**, A-Xing Zhu, Cheng-Zhi Qin. Estimation of theoretical maximum speedup ratio for parallel computing of grid-based distributed hydrological models. *Computers & Geosciences*, 2013, 60(10):58-62. (SCI)
3. **Junzhi Liu**, A-Xing Zhu, Zheng Duan. Evaluation of TRMM 3B42 precipitation product using rain gauge data in meichuan watershed, Poyang Lake Basin, China. *Journal of Resources and Ecology*, 2012, 3(4):359-366.
4. **刘军志**, 宋现锋, 汪超亮, 胡勇. 基于 OGC WPS 的遥感图像分布式检索系统研究. *地理与地理信息科学*, 2008, 24(4):1-5.
5. **刘军志**, 朱阿兴, 刘永波, 秦承志, 陈腊娇, 吴辉, 杨琳. 基于栅格分层的逐栅格汇流算法并行化研究. *国防科技大学学报*, 2013, 35(1):123-129. (EI).
6. **刘军志**, 朱阿兴, 秦承志, 陈腊娇, 吴辉, 江净超. 分布式水文模型的并行计算研究进展. *地理科学进展*, 2013, 32(4):538-547.

申请专利:

1. 朱阿兴, **刘军志**, 吴辉, 刘永波, 秦承志. 中国科学院地理科学与资源研究所. 一种集群环境下分布式水文模拟的并行化方法, 申请号: 201310011570.6.
2. 陈腊娇, 王力哲, 马艳, **刘军志**. 中国科学院对地观测与数字地球科学中心. 一种全分布式流域生态水文模型的快速并行化方法, 申请号: 201310066403.1.

软件著作权:

1. 朱阿兴, **刘军志**, 刘京, 张淑杰, 卢岩君. 中国科学院地理科学与资源研究所. 新垦区土



壤养分空间变化推理系统. 登记号: 2010SR055874.

2. 朱阿兴, 刘军志, 江净超, 吴辉, 刘永波. 中国科学院地理科学与资源研究所. 基于 B/S 架构的分布式水文模拟系统. 登记号: 2013R11S120256.

(四) 经费申请说明 购置单项经费 5 万元以上固定资产及设备, 须逐项说明与项目研究的直接相关性及其必要性。

1. 研究经费的构成及其预算

1、科研/业务费: 57.7 万元

(1) 测试/计算/分析费: 数据处理、模型建立与分析、原型系统开发等 18.0 万元;

(2) 能源/动力费: 水电、汽油等办公费用 2.5 万元, 按照总经费的 3% 计算;

(3) 会议差旅费: 18.0 万元

➤ 文献调研: 2.5 万元;

➤ 会议交流: $0.5 \text{ 万元/人次} \times 18 \text{ 人次} = 9 \text{ 万元}$;

➤ 项目研讨会: 共 6.5 万元。

(4) 出版物/文献/信息传播费: 14.0 万元

➤ 发表论文费用: 8.0 万元

➤ 软件著作权专利申请费用: 4.0 万元

➤ 文献检索费用: 2.0 万元

(5) 其它: 1.2 万元

➤ 专家咨询费、通讯交流费等 1.2 万元

2、实验材料费: 4.0 万元

(1) 原材料/试剂/药品购置费: 0.0 万元

(2) 其他: 打印及绘图纸张、打印机硒鼓、彩色墨盒等耗材等费用 4.0 万元

3、仪器设备费: 0.0 万元

4、实验室改制费: 0.0 万元

5、协作费: 0.0 万元

2. 国际合作与交流经费的构成及其预算

1、项目组成员出国交流费: 项目组成员出国访问 2 人次, 预算 2.0 万元/人次, 共计 $2.0 \text{ 万元} \times 4 \text{ 人次} = 8.0 \text{ 万元}$;

2、境外专家来华合作交流: 项目组邀请 2 名国外专家前来实验室交流、汇报, 负责往返机票等费用: 预算 2.0 万元/人次, 共计 $2.0 \text{ 万元/人次} \times 2 \text{ 人次} = 4.0 \text{ 万元}$ 。

3. 劳务费的构成及其预算

劳务费主要用于支付参加本项目的博士和硕士研究生的课题研究补助费、暑期留校住宿费及加班费, 共计 12.0 万元。其中:

(1) 研究生助研费:

➤ 博士研究生: 每年至少 2 名博士生参加, 每人每年平均参加 8 个月, 4 年期间共计参加 64 人月, 按 1000 元/人月计, 共 6.4 万元;

➤ 硕士研究生: 每年至少 3 名硕士生参加, 平均每人每年参加 10 个月, 4 年期间共计参加 120 人月, 按 400 元/人月计, 共 4.8 万元;



(2) 学生暑期住宿补助, 按每年至少 4 人暑假留校, 平均每人每年 0.05 万元计, 4 年共 0.8 万元。

4. 管理费

学校有关职能部门对项目实施组织和管理, 按规定不超过总经费的 5%, 以 4.3 万元计。

5. 合计: 86.0 万元

(五) 其他需要说明的问题

无

(六) 附件清单

随纸质申请书一同报送的附件。如: 不具有高级专业技术职务、同时也不具有博士学位的申请人应提供的推荐信; 在职研究生申请项目的导师同意函等。



签字和盖章页(此页自动生成, 打印后签字盖章)

解除保护

申请人: 温永宁

依托单位: 南京师范大学

项目名称: 面向地理模型集成与运行的数据适配方法研究

资助类别: 面上项目

亚类说明:

附注说明:

申请人承诺:

我保证申请书内容的真实性。如果获得资助, 我将履行项目负责人职责, 严格遵守国家自然科学基金委员会的有关规定, 切实保证研究工作时间, 认真开展工作, 按时报送有关材料。若填报失实和违反规定, 本人将承担全部责任。

签字:

项目组主要成员承诺:

我保证有关申报内容的真实性。如果获得资助, 我将严格遵守国家自然科学基金委员会的有关规定, 切实保证研究工作时间, 加强合作、信息资源共享, 认真开展工作, 及时向项目负责人报送有关材料。若个人信息失实、执行项目中违反规定, 本人将承担相关责任。

编号	姓 名	工作单位名称	项目分工	每年工作 时间 (月)	签 字
1	吉根林	南京师范大学	数据表达模型设计	6	
2	胡斌	南京师范大学	数据重构模式设计	8	
3	刘军志	南京师范大学	数据接口映射设计	8	
4	乐松山	南京师范大学	数据表达模型实现	8	
5	崔登吉	南京师范大学	数据重构引擎实现	8	
6	周恣	南京师范大学	数据编码映射库构建	10	
7	裴秀红	南京师范大学	数据重构模式库构建	10	
8	杨锋	南京师范大学	系统集成与实验验证	10	
9					

依托单位及合作研究单位承诺:

已按填报说明对申请人的资格和申请书内容进行了审核。申请项目如获资助, 我单位保证对研究计划实施所需要的人力、物力和工作时间等条件给予保障, 严格遵守国家自然科学基金委员会有关规定, 督促项目负责人和项目组成员以及本单位项目管理部门按照国家自然科学基金委员会的规定及时报送有关材料。

依托单位公章

合作研究单位公章 1

合作研究单位公章 2

日期:

日期:

日期: