



地球观测与导航技术丛书

空间信息剖分组织导论

程承旗 任伏虎 濮国梁 王洪 陈波 著



科学出版社

地球观测与导航技术丛书

空间信息剖分组织导论

程承旗 任伏虎 濮国梁 著
王 洪 陈 波

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是作者多年来研究成果的总结,主要探讨全球空间信息组织中的基础问题。全书共分10章,系统阐述了全球空间信息剖分组织理论的架构体系、基本原理、数据模型及应用方法等,主要包括全球空间信息剖分组织中的框架、标识、存储、索引、表达、计算、空间关系及应用系统设计等方面的内容。作为国内第一部全面论述空间信息剖分组织理论与方法的专著,对地球剖分理论在地理信息科学、遥感与测绘科学及计算机等相关学科中的发展有重要意义。本书内容涵盖了作者对该领域的前瞻性思考及最新研究成果,并吸收了国内外有代表性的研究成果,具有较高的学术价值。

本书脉络清晰、结构完整、内容深入浅出,可供遥感、测绘、地理信息系统、农、林、土地、气象、城市管理、社会经济统计及航空航天、计算机等领域相关专业的教师、科研人员及研究生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

空间信息剖分组织导论/程承旗等著. —北京:科学出版社,2012
(地球观测与导航技术丛书)

ISBN 978-7-03-033253-0

I. ①空… II. ①程… III. ①空间信息技术-研究 IV. ①P208

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第279353号

责任编辑:韩 鹏 卜 新 / 责任校对:包志虹

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:王 浩

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

盛主印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012年3月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2012年3月第一次印刷 印张:17 3/4

字数:393 000

定价:68.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《地球观测与导航技术丛书》编委会

顾问专家

徐冠华 龚惠兴 童庆禧 刘经南
王家耀 李小文 叶嘉安

主 编

李德仁

编 委 (按姓氏汉语拼音排序)

鲍虎军	陈 戈	程鹏飞	房建成	龚建华	龚健雅
顾行发	江碧涛	江 凯	景贵飞	李加洪	李 京
李 明	李增元	李志林	林 琿	林 鹏	卢乃锰
孟 波	秦其明	施 闯	史文中	吴一戎	许健民
尤 政	郁文贤	张继贤	张良培	周成虎	周启鸣

《地球观测与导航技术丛书》出版说明

地球空间信息科学与生物科学和纳米技术三者被认为是当今世界上最重要、发展最快的三大领域。地球观测与导航技术是获得地球空间信息的重要手段，而与之相关的理论与技术是地球空间信息科学的基础。

随着遥感、地理信息、导航定位等空间技术的快速发展和航天、通信和信息科学的有力支撑，地球观测与导航技术相关领域的研究在国家科研中的地位不断提高。我国科技发展中长期规划将高分辨率对地观测系统与新一代卫星导航定位系统列入国家重大专项；国家有关部门高度重视这一领域的发展，国家发展和改革委员会设立产业化专项支持卫星导航产业的发展；工业和信息化部科学技术部也启动了多个项目支持技术标准化和产业示范；国家高技术研究发展计划（863 计划）将早期的信息获取与处理技术（308、103）主题，首次设立为“地球观测与导航技术”领域。

目前，“十一五”计划正在积极向前推进，“地球观测与导航技术领域”作为 863 计划领域的第一个五年计划也将进入科研成果的收获期。在这种情况下，把地球观测与导航技术领域相关的创新成果编著成书，集中发布，以整体面貌推出，当具有重要意义。它既能展示 973 和 863 主题的丰硕成果，又能促进领域内相关成果传播和交流，并指导未来学科的发展，同时也对地球观测与导航技术领域在我国科学界中地位的提升具有重要的促进作用。

为了适应中国地球观测与导航技术领域的发展，科学出版社依托有关的知名专家支持，凭借科学出版社在学术出版界的品牌启动了《地球观测与导航技术丛书》。

丛书中每一本书的选择标准要求作者具有深厚的科学研究功底、实践经验，主持或参加 863 计划地球观测与导航技术领域的项目、973 相关项目以及其他国家重大相关项目，或者所著图书为其在已有科研或教学成果的基础上高水平的原创性总结，或者是相关领域国外经典专著的翻译。

我们相信，通过丛书编委会和全国地球观测与导航技术领域专家、科学出版社的通力合作，将会有一大批反映我国地球观测与导航技术领域最新研究成果和实践水平的著作面世，成为我国地球空间信息科学中的一个亮点，以推动我国地球空间信息科学的健康和快速发展！

李德仁

2009 年 10 月

序

随着人类科学技术的进步，空间信息获取能力大幅提高，我们对于赖以生存的地球已经积累了越来越多的数据和信息，要想使这些数据和信息得到充分利用，需要解决许多技术问题，其中之一就是要将局部的与整体的乃至全球的信息进行统一无缝组织和管理，将不同来源、不同类型、不同分辨率的海量数据进行快速整合。在这方面，“空间信息剖分组织理论”提出了全新发展思路。

在地学领域，剖分通常是指对地理空间位置划分的方法。1992年，Goodchild提出了一种全球地理信息系统的层次数据结构。2000年，Dutton在此基础上提出全球层次坐标方法，通过对地球进行八面体的四分三角形网格O-QTM逐级划分，形成全球多级剖分网格。剖分组织，是以地球剖分网格为基础，将空间信息按照区域位置属性进行标识和管理的方法。

空间信息剖分组织的核心思想是：按照一定规则，将地球表面剖分为不同粗细层次的无缝网格，每个层次的网格在范围上具有上下层涵盖关系；每个网格以其中心点的经纬度坐标或网格编码来确定其地理位置，同时记录与此网格密切相关的基本数据项；根据精度需要，对落在每个网格内的地物对象，记录网格编码，作为位置标识。将不同的网格层次同全国、省、市、县等行政级别建立关联，可建立我国空间信息多级剖分网格的体系结构。

北京大学程承旗教授带领的973项目团队长期致力于空间信息剖分网格体系的理论研究，提出了 2^n 一维整型数组的全球经纬度剖分网格GeoSOT，构建了一个上至地球、下至厘米级面片的全球多尺度剖分网格。基于GeoSOT剖分网格，对地球空间信息剖分组织机理、空间数据剖分调度机制和空间信息剖分表达机制等方面进行了深入的研究和探讨，构建了一个相对完整的地球空间信息剖分组织体系。该书系统论述了全球空间信息组织的剖分框架、剖分标识、剖分索引、剖分存储、剖分表达、剖分计算、剖分空间关系七个技术体系，并凝练了空间信息剖分组织的科学问题，涵盖了作者在该领域的最新研究成果，具有较高的学术价值。

该书取材新颖、覆盖面广、结构合理，内容阐述深入浅出、条理清晰，具有前瞻性和创新性，较好地体现了这一研究领域的最新进展。相信它的出版将对地球空间信息剖分组织理论的发展和應用起到积极的推动作用。

我乐意向广大读者推荐《空间信息剖分组织导论》这本专著，除了它的学术价值和可供参考的意义外，还很欣赏程承旗教授团队的创新与探索学科前沿的精神。祝愿他们在科学探索的征途上戒骄戒躁，不断取得成果并及时与同仁们共享。



2011年8月26日

谨以此书

向北京大学工学院航空航天工程系的成立表示衷心祝贺！

前 言

随着航空航天对地观测技术的快速发展以及各种应用传感器性能的普遍提升，地球空间信息资源日益丰富。高空间分辨率、高光谱分辨率和高时间分辨率的对地观测数据被大量获取与制备，数据量正在呈几何阶数增长，已经从 GB 级、TB 级迈向 PB 级。如何有效组织这些爆炸式增长的海量地球空间信息，已成为地球信息科学领域广受重视的课题。受当前信息组织机制、方法与技术的羁绊，空间数据组织体系存在组织框架不一致、索引机制效率有限、对象模型不统一等问题，制约了地球空间信息的快速检索、高效整合和共享。针对上述技术瓶颈问题，本书将地球剖分的思想引入信息组织领域，按照全球空间信息统一组织的思路，设计全新的地球空间信息剖分组织框架。

所谓地球剖分，就是把地球表面剖分成形状近似、空间无缝无叠、尺度连续的多层次面片，通过对剖分面片进行有序的地理时空递归编码，使得大到地球、小到厘米的面片都有唯一的地理编码。地球剖分面片具有可标识、可定位、可索引、多尺度和自动空间关联等优良特性，可为全球空间信息存储和管理提供统一的多尺度索引结构，为空间信息表达提供一致的编码基础及表达模型。

空间信息剖分组织，是以地球剖分理论为基础，利用剖分面片的优良空间特性，将空间信息按照区域位置属性进行标识和组织，并建立空间信息与对应地球表面剖分面片之间的映射关系，即用“剖分面片球”来模拟真实地球，实现“糖葫芦串”模式的地球空间信息高效编目、存储与检索，从而提高全球空间信息的多源整合和综合管理能力。与传统信息组织体系相比，空间信息剖分组织体系具有全球统一组织、空时记录索引调度和球面-平面一体化表达等优势，将有效提高多源空间信息的检索、调度和分发效率。

本书是程承旗教授及其领导的科研团队近 10 年研究工作的总结。程承旗教授拟定了全书的撰写纲要，并负责各章节核心问题的凝练、梳理与终稿审定。各章节具体分工如下：王洪博士负责第 1~3 章，任伏虎博士负责第 6~8 章，濮国梁博士负责第 5、10 章，陈波博士负责第 4、9 章。北京大学航空航天信息工程研究所郑承迅研究员、史继军研究员、邓术军博士、李怡达研究员及北京大学遥感与地理信息系统研究所博士研究生关丽、宋树华、吕雪锋、郭辉、陆楠、董芳、金安、杨宇博、辛海强、席福彪，硕士生谭亚平、张恩东、李大鹏、刘世雄、陈润强、周玉柱、郭昕阳、周明亚、陈东等参与资料整理及部分内容的撰写和插图绘制，童晓冲博士参与全书的审校工作。另外，王洪博士、郭仕德教授、董志强研究员负责全书的统稿与组织工作。

本书的研究基础主要来源于国家 973 计划的支持，李德仁院士、陶平研究员、杨长风研究员、黄卫东研究员、尹秋岩研究员自始至终对本书涉及的研究工作给予悉心支持与指导，李德仁院士在百忙中为本书写序，在此深表感谢。在本书相关研究过程中，得到李济生院士、叶培建院士、童庆禧院士、杨元喜院士和龚健雅院士的大力支持与指导，得到艾长春研究员、卞国良研究员、周志鑫研究员、程洪玮研究员、胡莘研究员、

李秉秋研究员、张小义研究员、孙向东研究员、莫晓宇研究员、李纪东研究员、柏杰研究员、张永生教授、范一大研究员、秦其明教授、孙敏教授及鲁学军研究员等专家的鼎力帮助和支持。同时，感谢北京遥感信息研究所、武汉大学、国防科学技术大学、解放军信息工程大学、中国科学技术大学、吉林大学、电子科技大学、第二炮兵装备研究院、中国电子科技集团公司第二十八研究所和成都国腾电子集团等合作单位对研究工作的大力支持和协助，国腾研究院为本书第 10 章提供重要的技术设计案例。在本书写作过程中，还借鉴和参考国内外同行的研究成果及有益经验，引用大量的参考文献，谨在此表示诚挚的敬意。

由于作者学术视野、专业水平和研究深度有限，难免挂一漏万。对于书中错漏和不当之处，敬请广大读者批评、指正。

作 者

2011 年 8 月

目 录

丛书出版说明

序

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 空间信息组织	1
1.1.1 什么是空间信息?	1
1.1.2 什么是空间信息组织?	3
1.1.3 空间信息组织的类型	4
1.1.4 空间信息组织的基本方法	5
1.2 空间信息组织的历史脉络	5
1.2.1 纸质地图组织阶段	6
1.2.2 数字地图组织阶段	7
1.2.3 数据库组织阶段	8
1.2.4 全球信息一体化组织阶段	10
1.3 当代空间信息组织面临的问题与挑战	10
1.3.1 全球信息化带来的挑战	10
1.3.2 信息大众化带来的挑战	11
1.3.3 卫星时代的问题与挑战	11
1.4 空间信息组织为剖分理论的发展提供了新的契机	12
1.5 本章小结	12
第 2 章 地球剖分与空间信息剖分组织	14
2.1 地球剖分的基本概念	14
2.2 空间信息剖分组织的思路与优势	17
2.2.1 空间信息剖分组织的思路	17
2.2.2 空间信息剖分组织的优势	18
2.3 空间信息剖分组织的基本原理	21
2.3.1 地球球面空间的可剖分性原理	21
2.3.2 剖分面片及关联信息的可标识性原理	21
2.3.3 剖分面片的可定位性原理	21
2.3.4 剖分面片的可索引性原理	22
2.3.5 剖分面片的多尺度性原理	22
2.3.6 剖分面片的空间关联性原理	22
2.4 空间信息剖分组织的基本特性	22

2.4.1	剖分层次性与空间尺度一致	23
2.4.2	空间位置标识全球唯一	23
2.4.3	空间位置标识包含空间与尺度信息	23
2.4.4	空间数据组织与表达统一	23
2.4.5	离散性与并行计算统一	23
2.5	空间信息剖分组织的技术体系	24
2.5.1	地球空间剖分框架	24
2.5.2	剖分标识	25
2.5.3	剖分索引	26
2.5.4	剖分存储	27
2.5.5	剖分表达	28
2.5.6	剖分计算	29
2.5.7	剖分地理空间关系与分析	30
2.6	空间信息剖分组织的应用方向	31
2.6.1	全球空间信息共享组织的应用方向	31
2.6.2	全球空间信息存储组织的应用方向	31
2.6.3	全球空间信息服务组织的应用方向	32
2.7	空间信息剖分组织的科学思考	32
2.7.1	剖分组织是否能解决世界的粒子性表达问题?	32
2.7.2	剖分组织是否可以解决地球球面与平面一体化问题?	34
2.7.3	剖分组织是否可以解决地球空间的多尺度问题?	35
2.7.4	剖分组织是否能解决矢量与栅格之争的问题?	36
2.7.5	剖分编码能部分替代经纬度坐标吗?	37
2.7.6	剖分编码是否可以建立地球空间信息的唯一标识?	39
2.8	本章小结	39
第3章	空间信息剖分组织框架设计原理与方法	40
3.1	什么是空间信息剖分组织框架?	40
3.1.1	空间信息剖分组织框架	40
3.1.2	剖分面片	42
3.1.3	面片编码	43
3.2	地球空间剖分研究回顾	44
3.2.1	经纬度剖分网格体系	44
3.2.2	国家标准网格体系	54
3.2.3	全球离散网格系统	56
3.3	空间信息剖分组织框架的测绘学基础	58
3.3.1	地球椭球体的几何定义	59
3.3.2	高程基准	60
3.3.3	大地地理坐标系	60
3.3.4	空间直角坐标系	61

3.3.5	球面投影与平面大地直角坐标系	61
3.3.6	全球剖分面片的变形规律	63
3.4	空间信息剖分组织框架的空间特性	63
3.4.1	空间离散性	63
3.4.2	空间层次性	64
3.4.3	空间聚合性	65
3.4.4	空间关联性	66
3.4.5	空间点面二相性	66
3.4.6	球面-平面-一体性	67
3.5	空间剖分结构与几何性质分析	67
3.5.1	剖分结构与孔径	67
3.5.2	空间剖分的几何性质	71
3.5.3	空间定位特征与精度分析	73
3.6	空间信息剖分组织框架的设计与应用	76
3.6.1	空间信息剖分组织框架分析与评判	76
3.6.2	空间信息剖分组织框架的设计原则	77
3.6.3	空间信息剖分组织框架设计实例	79
3.6.4	空间信息剖分组织框架的技术支撑体系	82
3.6.5	空间信息剖分组织框架的应用功能与意义	84
3.7	本章小结	84
第4章	空间信息剖分标识原理与方法	85
4.1	空间信息标识	85
4.1.1	什么是空间信息标识	85
4.1.2	空间信息标识的目的与意义	86
4.1.3	空间信息标识的对象	86
4.1.4	空间信息标识的基本要求	87
4.2	空间信息标识的问题与困惑	88
4.2.1	空间信息标识的唯一性问题	88
4.2.2	空间信息标识的容量问题	88
4.2.3	空间信息标识的区位表达问题	89
4.2.4	空间信息标识的点面二相不统一问题	89
4.2.5	空间信息标识的不确定性问题	90
4.3	空间信息剖分标识原理	91
4.3.1	空间信息剖分标识基本原理	91
4.3.2	空间信息剖分标识通用编码结构	92
4.4	空间位置剖分标识模型与方法	93
4.4.1	空间位置剖分标识模型	94
4.4.2	球面-平面统一的空间位置剖分标识编码方法	95
4.4.3	空间位置剖分标识示例	97

4.4.4	空间位置剖分标识与经纬度坐标	98
4.5	空间实体剖分标识模型与方法	104
4.5.1	空间实体剖分标识模型	104
4.5.2	空间实体剖分标识编码的基本方法	105
4.5.3	空间实体剖分标识的编码流程	106
4.6	空间数据剖分标识模型与方法	109
4.7	本章小结	110
第5章	空间信息剖分存储组织原理与方法	111
5.1	空间信息存储现状及发展趋势	111
5.1.1	空间信息存储组织的主要要求	111
5.1.2	空间信息存储的主要技术	112
5.1.3	当前空间信息存储的主要问题	115
5.1.4	未来空间信息存储的发展趋势	116
5.2	空间信息剖分存储组织的基本原理	117
5.2.1	剖分存储的基本思路	117
5.2.2	剖分存储概念模型	118
5.2.3	剖分存储模型协议体系及内容	119
5.3	剖分存储组织的资源标识与动态配置方法	120
5.3.1	存储资源的剖分标识方法	120
5.3.2	资源标识的注册与管理	121
5.3.3	资源动态配置策略	126
5.4	剖分数据存储模型及空时存储调度协议	127
5.4.1	全球空间信息统一存储模型	128
5.4.2	空时存储调度协议	129
5.5	剖分存储系统的运行与管理调度方法	132
5.5.1	剖分存储组织模型的技术优势分析	132
5.5.2	即插即用运行调度方法	132
5.5.3	虚拟全在线调度方法	134
5.5.4	数据迁移调度方法	135
5.6	本章小结	136
第6章	空间信息剖分索引原理与方法	137
6.1	空间信息索引技术概述	137
6.1.1	什么是空间信息索引?	137
6.1.2	空间信息索引的意义	138
6.1.3	空间信息索引常用方法	138
6.1.4	空间信息索引的主要技术问题	140
6.1.5	空间信息索引与空间数据编目的关系	140
6.2	空间信息剖分索引的数据对象	140
6.2.1	遥感影像数据	141

6.2.2	空间实体数据	141
6.2.3	其他空间数据	143
6.3	空间信息剖分索引的基本方法	143
6.3.1	基于树的剖分信息索引方法	143
6.3.2	基于地理空间的剖分信息索引方法	143
6.3.3	基于金字塔的剖分信息索引方法	146
6.4	空间信息剖分索引模型	146
6.4.1	剖分索引模型架构	146
6.4.2	空间范围剖分索引模型	147
6.4.3	存储地址剖分索引模型	149
6.5	空间信息剖分检索模型	150
6.5.1	剖分检索模型架构	150
6.5.2	点检索	151
6.5.3	区域检索	152
6.5.4	拓扑检索	153
6.5.5	专题网格检索	154
6.6	空间信息剖分索引系统技术	155
6.6.1	剖分索引大表设计	155
6.6.2	剖分索引检索引擎设计	156
6.7	本章小结	158
第7章	空间信息剖分表达原理与方法	159
7.1	空间对象表达概述	159
7.1.1	什么是空间对象表达?	159
7.1.2	空间对象表达的意义	160
7.1.3	空间对象表达技术	160
7.1.4	空间对象表达的关键问题	161
7.2	空间对象剖分表达的基本原理	164
7.2.1	全球空间对象统一表达原理	164
7.2.2	球面-平面一体化表达原理	165
7.2.3	多尺度一体化表达原理	165
7.2.4	点面二相性表达原理	165
7.2.5	栅格矢量一体化表达原理	166
7.2.6	影像可视化表达原理	166
7.3	空间对象剖分表达模型	166
7.3.1	剖分表达模型构建的基本准则	166
7.3.2	剖分表达模型的信息构成	167
7.3.3	影像结构化模型	168
7.3.4	空间对象结构化模型	176
7.3.5	剖分表达模型的特点	182

7.3.6	空间对象剖分表达实例	183
7.4	基于剖分表达的影像地理信息系统	186
7.4.1	影像地理信息系统的必要性	186
7.4.2	影像空间对象数据模型	186
7.4.3	影像空间信息管理	187
7.4.4	影像空间信息展现	191
7.4.5	影像空间分析	192
7.4.6	影像剖分空间对象数据采集	193
7.5	本章小结	194
第8章	空间信息剖分计算原理与方法	195
8.1	空间图像并行处理	195
8.1.1	空间图像处理的目的	195
8.1.2	空间图像处理的基本方法	196
8.1.3	空间图像并行处理的意义	196
8.1.4	空间图像并行处理的基本模式	197
8.2	影响空间图像并行处理效率的因素	199
8.2.1	数据准备与管理	199
8.2.2	图像分割粒度与计算资源调度	199
8.2.3	数据高效吞吐	200
8.2.4	像素位置和地域依赖问题	200
8.3	利用剖分架构进行并行计算的优势	200
8.3.1	多源数据快速空间配准	200
8.3.2	多尺度自由粒度分割	201
8.3.3	剖分数据高效地理定位访问	201
8.3.4	剖分数据地域依赖型处理的便利性	202
8.4	空间信息剖分计算的模型与方法	202
8.4.1	基于剖分的并行计算机制	202
8.4.2	剖分图像模板并行计算模型	204
8.4.3	基于剖分面片大小的负载均衡控制	204
8.4.4	像素依赖型并行处理方法	206
8.5	空间信息剖分计算的系统技术	208
8.5.1	剖分并行处理系统架构	208
8.5.2	剖分并行处理系统应用方法	209
8.5.3	剖分并行处理系统程序结构	209
8.6	空间信息并行计算剖分支撑服务	210
8.6.1	像素工厂系统与剖分计算	211
8.6.2	GPU 计算与剖分计算	212
8.6.3	网格计算与剖分计算	212
8.6.4	云计算与剖分计算	213

8.7	本章小结	213
第9章	空间关系剖分分析原理与方法	215
9.1	地理空间关系	215
9.1.1	空间关系的概念	215
9.1.2	空间关系的主要分析模型与方法	216
9.2	地球剖分空间关系	217
9.2.1	地球剖分空间关系的概念	217
9.2.2	地球剖分空间关系的特殊性	218
9.3	地球剖分空间距离模型与量算方法	219
9.3.1	地球剖分空间距离的概念	219
9.3.2	地球剖分空间距离计算方法	220
9.3.3	距离量算效率与精度	223
9.4	地球剖分空间拓扑关系模型与分析方法	223
9.4.1	地球剖分空间拓扑关系的相关定义	224
9.4.2	地球剖分空间面片包含关系计算	225
9.4.3	地球剖分空间面片相邻关系计算	226
9.4.4	地球剖分空间面片相离关系计算	227
9.5	地球剖分空间方位关系模型与分析方法	228
9.5.1	面片方位关系模型	228
9.5.2	面片方向判定方法	229
9.5.3	面片方位角计算方法	230
9.5.4	南北极面片的方位关系判定	232
9.6	地球剖分架构下的空间分析原理与方法	232
9.6.1	空间缓冲区分析	232
9.6.2	空间叠置分析	234
9.6.3	最短路径分析	236
9.6.4	空间场分析	237
9.7	本章小结	238
第10章	空间信息剖分组织应用系统设计	239
10.1	影像地理信息平台系统	239
10.1.1	任务描述	239
10.1.2	工作原理	239
10.1.3	总体技术方案	240
10.1.4	小结	241
10.2	遥感影像规格景应用系统	242
10.2.1	系统任务	242
10.2.2	工作原理	242
10.2.3	总体技术方案	243
10.2.4	小结	245

10.3	空间信息全球无缝组织系统	245
10.3.1	系统任务	245
10.3.2	工作原理	246
10.3.3	总体技术方案	249
10.3.4	小结	251
10.4	空间信息地球剖分存储系统	251
10.4.1	空间信息地球剖分存储系统的任务描述	251
10.4.2	系统构建原理和设计思路	251
10.4.3	总体方案与系统架构	252
10.4.4	小结	252
10.5	空间信息剖分模板计算系统	253
10.5.1	系统任务	253
10.5.2	工作原理	253
10.5.3	总体技术方案	254
10.5.4	小结	256
10.6	空间信息剖分服务系统	256
10.6.1	系统任务	256
10.6.2	工作原理	256
10.6.3	总体技术方案	257
10.6.4	小结	259
10.7	本章小结	260
	参考文献	261