



智慧城市理论与技术丛书

智慧城市脉动分析 理论与实践

彭玲 池天河 姚晓婧 著



科学出版社

智慧城市理论与技术丛书

智慧城市脉动分析 理论与实践

彭 玲 池天河 姚晓婧 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

“脉动城市”是智慧城市在城市精准服务、市民安居生活体验,以及新型经济产业发展上的延伸,也是城市在“绿色发展”基础上和谐成长和可持续发展的重要目标。本书基于作者团队多年的智慧城市实践经验,将城市类比为**人**,系统阐述如何通过为城市把脉服务于精致生活。全书分为6章,涵盖智慧城市发展趋势、城市大数据体系、脉动服务平台、脉动理论内涵、关键技术和实践案例等内容。

本书适合从事智慧城市建设和应用研究的科研人员,也可作为高等院校相关专业的研究生教材。

图书在版编目(CIP)数据

智慧城市脉动分析理论与实践/彭玲,池天河,姚晓婧著. —北京:科学出版社,2017.9

ISBN 978-7-03-052842-1

I. ①智… II. ①彭…②池…③姚… III. ①现代化城市-城市建设-研究 IV. ①C912.81

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 110722 号

责任编辑:魏英杰 / 责任校对:桂伟利
责任印制:张 伟 / 封面设计:蓝正设计

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>

北京中石油彩色印刷有限责任公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017 年 9 月第 一 版 开本:720×1000 B5

2017 年 9 月第一次印刷 印张:16 3/4

字数:330 000

定价:98.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《智慧城市理论与技术丛书》编委会

顾	问:	童庆禧	姚建铨	周成虎	何建邦	郭理桥
		秦其明	田国良	党安荣	曾 澜	
主	编:	彭 玲				
副主	编:	池天河	姚晓婧	王 喆		
编	委:	(按姓氏拼音排序)				
		陈六嘉	陈文建	池天河	崔绍龙	胡 媛
		蒋许锋	李高盛	李 祥	林 晖	刘亚岚
		柳树福	米春蕾	彭 玲	王大成	王静远
		王力哲	王树东	王晓蒙	文聪聪	吴 同
		肖 莎	徐逸之	姚晓婧	叶思菁	尤承增

《智慧城市理论与技术丛书》序

21 世纪以来,随着计算机技术、通信技术、互联网技术、物联网技术的快速发展,数字城市、无线城市、宽带城市等概念的不断涌现,以及城市化进程的迅猛推进,我国也与国际社会同步进入了城市信息化的加速发展时期。经过十几年的不断努力,数字城市建设在城市信息基础设施建设中已取得了初步成效,积累了大量基础数据和运行经验,在推进我国城市信息化建设中发挥了重要作用。例如,北京市东城区网格化城市管理模式,是城市精细化管理在数字城市中的重要体现,在全国许多城市得到推广应用。这也标志着在城市海量信息采集、存储、分析、利用、多系统融合、信息化促进民生、提高城市运行效率等方面迈出坚实步伐。新一代信息技术的发展使城市化进入了一个新的历史发展时期,即智能化和智慧城市的新阶段。我国许多城市都相继制定了适应当地实情的发展规划。中国数字城市和智慧城市建设的一个显著特点就是将城市信息化融入国家信息化战略并与国家电子政务发展同步,这是我国城市信息化发展的巨大动力。

智慧城市是数字城市发展的高级阶段,具有全面透彻感知、广泛互联互通,以及高度智能化的特征。通过全面感知、充分整合、激励创新、协同运作等方式使得城市的各个部件和过程“聪明”起来,以此促进智慧交通、智慧医疗、智慧社区等智慧应用的发展,使城市更具活力,运作更加高效,资源更加优化、环境更加优美、生活更加便捷。

国家和各级政府对智慧城市建设给予了高度重视。住房和城乡建设部于 2012 年 12 月发布《关于开展国家智慧城市试点工作的通知》,指出智慧城市是通过综合运用现代科学技术、整合信息资源、统筹业务应用系统,加强城市规划、建设和管理的新模式;于 2013 年确定了 193 个第一、二批智慧城市试点。国家发展和改革委员会、工业和信息化部、科学技术部、公安部、财政部、国土资源部、住房和城乡建设部、交通运输部等八部委于 2014 年 8 月联合印发《关于促进智慧城市健康发展的指导意见》,指出要统筹城市地理空间信息及建(构)筑物数据库等资源,加快智慧城市公共信息平台和应用体系建设,到 2020 年建成一批特色鲜明的智慧城市,在保障和改善民生服务、创新社会管理、维护网络安全等方面取得显著成效。国家和各级政府对智慧城市建设的高度重视及其所发挥的主导和指导作用是我国数字城市 and 智慧城市健康发展的重要保障。

智慧城市空间信息公共平台是智慧城市建设中信息基础设施的核心,平台以此

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

构建城市公共数据库为基础,将政府公共建设的各种原始异质异构数据,整合成为面向城市智慧应用的信息服务资源,渗透到城市建设管理、城市功能提升、政务服务、基本公共服务等各项智慧应用中,提高政府的服务水平和协同能力。遥感空间信息技术具有监测范围广、反应速度快、制作成本低等优势,可以很好地为智慧城市建设提供基础技术支撑。集成空间技术、大数据技术、物联网技术等进行智慧城市空间信息公共平台建设具有重要研究和实践意义。

池天河研究员是国内最早一批从事地理信息产业的重要研究人员和带头人,也是较早提出并系统性开展智慧城市及其空间信息平台研究的学者之一。在国家相关部委和地方政府一系列大型科研项目支持下,经过多年的不断创新开拓,他和他的研究团队在城市和区域信息化领域取得了一批重要科研成果,积累了丰富的理论和实践经验。《智慧城市理论与技术丛书》是他们团队多年研究成果的积淀和结晶,也是一套理论和实践高度结合的智慧城市研究著作,致力于引导读者将相关理论知识运用到智慧城市具体建设实践中。

随着遥感技术和传感技术、物联网和云计算技术以及大数据技术的发展,智慧城市建设也正经历着从起步到飞跃的发展过程。目前,我国政府也在计划通过智慧城市的建设推动社会和谐,惠益公众。遥感空间信息技术是数字城市和智慧城市建设的重要基础技术之一,它所提供的城市对象空间位置形态、时空变化特征等信息能够在智慧城市建设中发挥重要作用。智慧城市建设是一个巨大而复杂的系统工程,需要一批有志于本领域开拓的科技工作者,尤其是青年科技才俊们的坚持不懈、锲而不舍地努力追求和不断创新。我十分欣赏该书作者多年来把握需求、脚踏实地、力图创新的开拓精神和应对挑战的实干精神,祝贺他们多年来在推动遥感空间信息产业化方面,特别是在数字城市和智慧城市建设探索中所取得的成果,同时热烈祝贺该丛书的面世,希望他们再接再厉,为我国地理信息产业的发展及智慧城市建设做出更大贡献。



2015年1月于北京

序 一

城镇化是我国现代化的必由之路,它对我国经济社会发展、全面建成小康社会、加快推进社会主义现代化建设具有重大现实意义和深远历史意义。新型城镇化是加快新经济模式形成、促进我国经济持续健康发展的重大战略。近年来中央多次召开关于城镇化发展的工作会议,为我国新型城镇化提出一系列指导性的方针和政策。国家“十二五”规划提出“全面提高我国城市信息化水平”的目标,《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020)》将“城市信息平台”确定为城镇化与城市发展的优先主题之一。《国家新型城镇化规划(2014—2020年)》将“推进智慧城市建设”作为我国新型城镇化的主要任务之一。

智慧城市是城镇化发展的必然趋势和高级阶段。当今,新型城镇化和智慧城市建设已在全国范围内广泛展开,城市的精细化安全管理逐渐成为新型城镇化建设的核心内容。在城镇化发展过程中,大量城市基础设施建设要上马,经济产业结构面临改革和调整;城市用地持续增加,建设用地不断扩展,但基本农田需要保护;交通等基础设施建设需大力推进,而自然和人文资源或生态环境也需要积极维护。所有这些都给城市经营者和管理者带来前所未有的挑战,需要科学而精心的城镇发展,特别是智慧城市建设的科学规划。

智慧城市在互联网、移动互联网、物联网、大数据、云计算等新一轮信息技术革命的基础上发展而来,以智慧化和智能化为特征。智慧技术高度集成、智慧产业高度发展、信息资源高度整合和高效应用、智慧服务广泛开展、城市公共管理水平全面提升、市民的科学文化素质极大提高,使城市进入一个理念、思维和技术不断创新和建设迅速推进的全新发展阶段。在科技层面上,所谓“智慧城市”就应是一个具有全面感知、互联互通、高度集成、智能决策、迅速处置能力,并能够自我学习、自我组织、自我修复、自我完善的智慧城镇体系。

建设智慧化的城镇体系,首先就是要加强和完善城镇管理数字化平台建设和功能的整合,建设综合性城镇管理系统和数据库。事实上,建立城镇公共信息平台已经成为科学规划城镇发展和有序经营城镇管理的基础性保障措施。一个城市也是一个空间体系,包括几何空间和物理空间。几何空间代表着城镇各类部件的位置,而物理空间则是城镇部件的内在属性。正因为这一特征,地理空间信息技术就成为数字城市和智慧城市的基础信息支撑,也是互联网和物联网的实质内涵之所在。一个智慧城镇当然首先也应是一个高品质的生态城市、海绵城市、平安城市和宜居城市,人们在这里将获得高度的幸福感。

中国科学院遥感与数字地球研究所国家遥感应用工程技术研究中心主任池天河研究员和他的研究团队多年来一直从事遥感和地理信息产业化工作。他们以中新天津生态城为基地,充分发挥包括遥感技术、地理信息技术、卫星通信和导航定位技术在内的空间信息技术的作用,研究构建了“以遥感为基础、以空间为框架、以数据为抓手、以汇聚为手段、以分析为关键、以服务为目标”的中新天津生态城智慧化城市建设的技术路线和系统框架。对中国智慧城市建设,特别在解决城市数据汇聚和共享、空间信息的公共服务、城市大数据分析应用等进行了卓有成效的实践,在理论上也进行了有益的探索。《智慧城市脉动分析理论与实践》一书系统总结和论述了他们的研究成果和丰富的科技积淀,对当前参与蓬勃发展的智慧城镇建设的科技人员和经营管理人员具有重要的参考意义和推广借鉴价值。

在此书付梓之际,特别祝贺他们多年来在数字城市和智慧城市领域的探索和耕耘中所取得的成就,并希望该书的面世成为他们新进程的新起点,再接再厉,为我国智慧城市建设做出更大的贡献。



序 二

城市是人类文明的结晶,城市的发展史就是一部人性的追求史。工业革命的兴起,促使世界各国的城市化进程加速发展,数以千万计的人口从农村进入城市。最近三十年来,我国城市化进程高速发展,预计到2030年城镇人口将达到10亿。与此同时,随着城市规模的不断扩张,诸多环境、社会等问题不断出现,并制约着城市的可持续发展,尤其是交通拥堵、大气污染、垃圾堆积、水污染与水资源短缺、住宅短缺、土地紧张、城市管理低效、教育资源配置不均衡、应急系统不通畅等“城市病”问题,需要充分运用新思维、新方法、新技术、新手段加以解决。

作为我国新型城镇化发展的途径,智慧城市以人为基础、以土地为载体,以信息技术为引导、以资本为后盾,综合协调人与城市的发展。新一代信息技术通过全面且透明地感知信息、广泛且安全地传递信息、智慧且高效地处理信息,能够提高城市的管理与运转效率,提升城市服务的水平,促进城市的可持续发展。以此构建的新型城市发展形态,使城市能够自动感知、有效决策与调控,让市民感受到智慧城市带来的各项服务和便利。

目前,我国的智慧城市建设虽然处于快速发展时期,但离成熟还有很长一段距离。城市化发展应紧密围绕“以人为本”的核心理念,唯有如此,建设成果才能符合我们的价值取向,才能从整体上提升城市的智慧水平。智慧城市的建设理念为未来城市发展展现了一幅美好蓝图,是信息社会城市发展的高级形态,是我国城市政府发挥后发优势、进入信息文明前沿阵地的战略机遇。只有在智慧城市建设过程中清晰认识到现存的问题,并把握好未来的发展趋势,才能后来居上,跻身前列,在世界潮流中立于不败之地。“以人为本”指明了智慧城市应该努力的方向。何谓“智慧”,并非将人取代才是智慧。真正的智慧不仅是技术上的更新换代,也并非只是效率的提升,更为重要的是以人为本的实现,即在智慧城市建设中,无论哪个方向,都应该时刻追问“是否以人为本”的特点。“以人为本”即需要物质围绕着人进行,以人的诉求为出发点,以人的需求为突破点。只有这样,智慧城市的建设才能够得到更多人的支持;否则,如果智慧城市建设陷入纯技术依赖之后,我们将会看到一个没有灵性的城市,如此的城市也注定是与“智慧”格格不入的。

智慧城市脉动分析是在云计算、天空地一体化观测、物联网等技术基础上,构建智慧城市公共信息平台,对平台汇聚的多源异构城市数据进行挖掘分析,诊断城市交通、发展、环境、热岛和能源等领域“城市病”的病情与病因,梳理治病方法,建议防病措施,辅助政府的决策者们对症下药,使我们的城市重获生机与活力,对协

调城市发展具有重要的研究和实践意义。

国家遥感应用工程技术研究中心主任池天河研究员是国内从事地理信息系统研究与产业发展的带头人之一,也是较早提出并系统性地开展智慧城市及其空间信息平台研究的学者之一。在国家相关部委和地方政府一系列大型科研项目的支持下,经过多年不断创新和开拓,他和他的研究团队在城市和区域信息化领域取得了一批重要科研成果,积累了丰富的理论和实践经验。《智慧城市理论与技术丛书》是他们团队多年研究成果的积淀和结晶,也是一套理论和实践高度结合的智慧城市研究著作,致力于引导读者将相关理论知识运用到智慧城市具体建设实践中。我十分认同该书作者多年来把握需求、脚踏实地、力图创新的开拓精神和应对挑战的实干精神,祝贺他们多年来在推动遥感空间信息产业化方面,特别是在数字城市和智慧城市发展的探索中所取得的成果,同时热烈祝贺该书的面世,希望他们再接再厉,为我国地理信息产业的发展做出更大贡献。



前 言

近几年来,“智慧城市”频繁出现在国家各类政策规划文件和工作会议上。2012年,住房和城乡建设部发布了“关于开展国家智慧城市试点工作的通知”,智慧城市试点工作正式开展。2014年3月,国务院发布的《国家新型城镇化规划(2014—2020年)》中明确提出“推进智慧城市建设”,将智慧城市纳入国家级战略规划。2014年8月,国家发展和改革委员会与工业和信息化部等八部委联合制定《促进我国智慧城市健康有序发展指导意见》,强调智慧城市建设要突出为民、便民、惠民。2015年12月,习总书记在中央城市工作会议发表重要讲话,进一步明确智慧城市建设的落脚点在于“人”,应推动以人为核心的新型城镇化,发挥城市潜力,有效化解各种“城市病”。多个地方政府提出智慧城市“十三五”规划,使目标更加明确务实。目前,我国超过500个城市进行各类智慧城市试点或推进智慧城市发展计划,据不完全统计,“十三五”期间预计投资规模将超过万亿元。随着智慧城市建设里程的推进,大家逐渐将建设着力点放在“以人为本,务实推进”的层面上。

在过去的20多年里,国家遥感应用工程技术研究中心“空间信息技术集成与城市应用研究团队”一直在城市信息化道路上辛勤耕耘,分别于北京、天津、福建、江苏等地建设了多个城市信息化示范工程,在数据共享和服务技术上与时俱进,取得了长足进展,但在数据分析、城市变化规律揭示上仍处于起步阶段,这同时也是我国目前智慧城市建设的普遍现状。在实践过程中,我们清晰地认识到,城市智慧的发掘需要政、企、研、民四者的密切合作,其中政府在数据管理、开放和共享中起主导作用;企业在数据整理、生产和服务中发挥重要作用;研究机构在数据模型建立及其智能应用中发挥着不可或缺的作用;民众则在数据的产生、数据的应用价值发挥方面起到不可替代的作用。目前,美国、欧盟、澳大利亚、新加坡等都制定了相应的数据开放和服务计划,我国也积极汲取国外经验。中新天津生态城作为我国和新加坡的战略性合作项目,对于智慧城市建设的数据共享和分析服务意识走在国内前列。在此契机下,2014年起,团队开始在中新天津生态城探索系列围绕城市综合数据应用服务的“智慧汇聚、智能管理和脉动服务”新方法,在经济脉动、能耗脉动、交通脉动、城建脉动、人口脉动、环境脉动等方面积极思考、锐意创新,以数据为本,设计出一系列城市脉动变化规律研究思路,并依托一期工程建设所汇聚在生态城公共平台上的丰富的城市数据基础,开展了为期近两年的深入细致的脉动分析研究工作,将关注点由平台建设转移到数据价值挖掘,同时探索如何将各种分

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

析结果以可视化的手段形象、生动及直观地传递给用户,体现智慧城市建设“以人为本”的核心理念。在脉动分析的研究过程中,也使团队对于智慧城市进一步有了更为深刻的理解,累计了不少实践经验和研究成果,今日团队全体之力量总结凝练成书,希望能够为国内同仁在城市数据分析方面提供一些可借鉴思路。

全书围绕“智慧城市脉动分析”话题展开。“脉动城市”是智慧城市在城市精准服务、市民安居生活体验,以及新型经济产业发展上的延伸,也是城市在“绿色发展”基础上和谐成长和可持续发展的重要目标。城市可类比为人的健康可以通过人体各种指标、特征和脉动变化曲线来反映;城市健康与否也可以通过城市脉搏规律客观、及时地展现出来。如何体现城市脉搏,以及掌握脉搏规律和异动,正是解决城市病的关键所在,脉动变化规律也反应在政府管理和民生服务相关的方方面面,从这个角度来讲,城市的脉动基础在于“数据”。基于这一认识,本书从城市综合数据汇聚、组织、分析和应用角度,阐述智慧城市脉动理论,并给出具体的应用实践案例。全书共分为6章。第1章总体概述智慧城市发展历程和趋势,确定数据汇聚和脉动分析技术在智慧城市建设中的重要地位;第2章介绍城市大数据构成体系、标准规范、数据结构和主要分析方法,奠定城市脉动数据理论基础;第3章介绍智慧城市大数据汇聚平台组成部分和运行流程,提供城市脉动平台架构;第4章详细阐述城市脉动分析理论,从智慧环保、智慧能源、智慧交通、城市发展、城市诊断、城市人类行为统计力学、可视化表达等方面阐述城市脉动分析关键技术;第5章基于团队在智慧城市脉动分析的实践基础,在城市交通、城市发展、城市环境、城市热岛和城市能源五个方面给出具体分析和研究案例;第6章以中新天津生态城智慧城市建设项目为依托,展示城市脉动分析在该项目的落地情况和示范效果。

本书是《智慧城市理论与技术丛书》的第二本,也是《智慧城市空间信息公共平台》一书的延伸和拓展,侧重与城市脉动相关的数据分析理论和研究应用实践,建议读者在阅读此书前对《智慧城市空间信息公共平台》有所了解。在此,由衷感谢为本书撰写做出贡献的各位青年教师、博士和硕士研究生,其中包括李祥(第1章、第2章、第3章、第4章、第5章)、崔绍龙(第3章、第6章)、柳树福(第2章)、叶思菁(第3章)、徐逸之(第1章、第5章)、王晓蒙(第5章)、王大成(第6章)、陈文建(第4章)、尤承增(第4章、第5章)、胡媛(第2章、第4章)、林晖(第2章)、文聪聪(第1章)、米春蕾(第4章)、李高盛(第2章)、陈六嘉(第3章)、肖莎(第4章)。感谢胡媛博士所作的校核工作。本书涉及的科学前沿、研究内容和参考文献众多,特别感谢智慧城市建设相关的科学工作者和工程师所做的先驱性工作。此外,还要感谢科学出版社魏英杰在本书撰写和出版过程中提供的建议和无私帮助,以及中新天津生态城经济局、建设局、环境局等用户单位给予的重要支持和帮助。本书得到国家科技支撑课题“智慧城镇公共信息平台及技术”(2015BAJ02B01)、“我国社

区安全管理技术及示范”项目(2015BAJ02B03)、天津市地方建设专项“脉动城市数据汇聚平台建设”(Y5H0780034)和“智慧长阳”项目(Y4H0460032)的支持。

限于水平,书中难免有遗漏和不当之处,敬请广大读者批评指正。

作者

2017年2月

目 录

《智慧城市理论与技术丛书》序

序一

序二

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 概述	1
1.2 智慧城市发展现状	3
1.2.1 准备阶段	3
1.2.2 起步阶段	5
1.2.3 发展阶段	7
1.3 智慧城市建设存在的问题	8
1.3.1 智慧城市设计存在的问题	9
1.3.2 智慧城市管理存在的问题	9
1.3.3 智慧城市技术存在的问题	10
1.3.4 智慧城市应用存在的问题	10
1.4 以人为本的智慧城市建设的技术特点	11
1.4.1 基础设施和数据融合相关技术	12
1.4.2 大数据与脉动分析技术	13
1.4.3 人文认知层面的渗透技术	14
1.5 智慧城市与脉动分析	15
1.5.1 智慧城市中的大数据	15
1.5.2 大数据带来的挑战	17
1.5.3 基于大数据的脉动分析的必要性	19
1.6 小结	23
参考文献	24
第 2 章 城市大数据体系	26
2.1 概述	26
2.2 数据内容	28
2.2.1 地理信息数据	32
2.2.2 经济主体数据	32

2.2.3 社会事件	35
2.3 标准规范	37
2.3.1 国内标准	37
2.3.2 国际标准	38
2.4 数据结构	39
2.4.1 面向可视化表达的城市数据结构	39
2.4.2 面向静态与时序数据管理的城市数据结构	41
2.4.3 面向空间分析的城市数据结构	42
2.5 数据挖掘	45
2.5.1 数据挖掘技术	45
2.5.2 空间数据挖掘技术	47
2.5.3 城市计算与空间数据挖掘	48
2.6 大数据体系与脉动分析	49
2.6.1 城市数据的特点	49
2.6.2 数据体系建立对脉动分析的必要性	51
2.7 小结	52
参考文献	52
第3章 智慧城市大数据汇聚平台	53
3.1 概述	53
3.2 平台框架	54
3.3 城市感知	55
3.3.1 航天遥感	55
3.3.2 航空遥感	60
3.3.3 地面传感	63
3.4 传输网络	66
3.4.1 有线传输网络	66
3.4.2 无线传感器网络	67
3.4.3 无线移动通信网络	69
3.4.4 卫星通信网络	71
3.5 数据汇聚	73
3.5.1 数据来源	73
3.5.2 数据汇聚方式	74
3.6 数据管理	75
3.6.1 数据源配置	75
3.6.2 空间编码与空间关联	76
3.6.3 全库索引	76

3.6.4 时空数据组织	78
3.6.5 数据标准建设	78
3.6.6 数据服务监控	79
3.6.7 多层级数据安全保障	81
3.7 脉动分析	82
3.8 应用服务	82
3.8.1 面向政府的智慧管理服务	82
3.8.2 面向企业和公众的智慧民生服务	83
3.9 小结	84
参考文献	84
第4章 脉动城市	86
4.1 概述	86
4.2 脉动内涵	86
4.3 脉动内容	87
4.4 脉动城市关键技术	93
4.4.1 准备阶段	94
4.4.2 数据预处理	96
4.4.3 面向主题的数据挖掘	98
4.4.4 脉动分析可视化表达	115
4.5 小结	125
参考文献	125
第5章 脉动分析理论研究及应用案例	132
5.1 城市交通脉动	132
5.1.1 脉动方法	133
5.1.2 案例效果	147
5.2 城市发展脉动	157
5.2.1 考虑距离衰减效应的城市服务设施同位模式挖掘	158
5.2.2 城市事件脉动分析	173
5.3 城市环境脉动	177
5.3.1 空气质量时空特征分析	178
5.3.2 空气质量预报	188
5.3.3 植被覆盖度分析	193
5.4 城市热岛脉动	197
5.4.1 脉动方法	198
5.4.2 案例效果	202

5.5 城市能源脉动	207
5.5.1 脉动方法	207
5.5.2 案例效果	210
5.6 小结	213
参考文献.....	213
第6章 脉动城市数据汇聚平台及脉动分析建设实践——以中新天津生态城为例	218
6.1 概述	218
6.1.1 建设内容	218
6.1.2 建设成效	219
6.2 建设成果	220
6.2.1 总体设计	220
6.2.2 建设内容	222
6.3 特色与创新	245
6.3.1 重要技术创新	245
6.3.2 重要应用创新	246
6.4 小结	247
参考文献.....	247