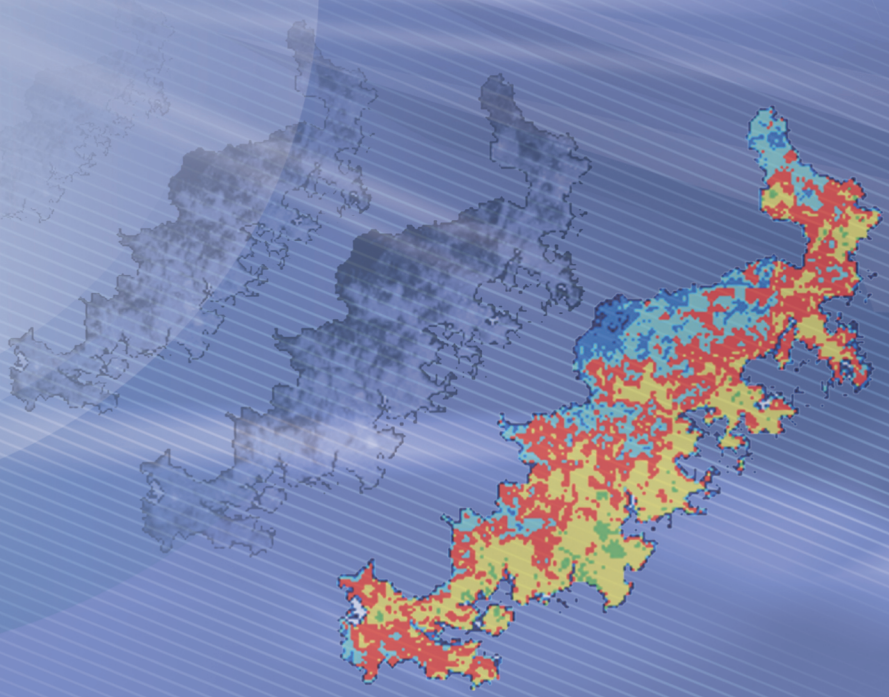
测绘科技专著出版基金资助
CEHUI KEJI ZHUANZHU CHUBAN JIJIN ZIZHU

Study on Synthetic Geo-information Tupu for Urban Heat Environment Based on RS Images

遥感影像的城市热环境综合信息图谱研究

余 明 著



测绘出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

测绘科技专著出版基金资助

遥感影像的城市热环境综合信息图谱研究

Study on Synthetic Geo-information Tupu for Urban Heat Environment Based on RS Images

余　明　著

测绘出版社

·北京·

©余明　2011
所有权利(含信息网络传播权)保留,未经许可,不得以任何方式使用。

内容简介

城市热环境及其热效应是当前城市气候与环境研究中最为重要的内容之一。城市热环境作为城市生态环境的综合体现,对城市空气质量、能耗结构以及公共健康等方面都有着深远影响。本书以福建东南沿海城市为例,在GIS集成技术支持下,对闽东南主要城市热环境综合信息图谱的构建及应用进行研究,分析了城市热环境的时空动态演变规律,为区域可持续发展提供参考意见。

本书可作为地理、测绘、生态与环境、遥感、地图与地理信息系统专业高年级本科生或研究生的选读教材,亦可作为相关专业的技术人员和有关大、中专院校师生从事生态环境研究的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

遥感影像的城市热环境综合信息图谱研究/余明著. —
北京:测绘出版社,2011.10
ISBN 978-7-5030-2400-9

Ⅰ.①遥… Ⅱ.①余… Ⅲ.①.遥感技术—应用—城市环境:热环境 Ⅳ.①X21

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第172203号

责任编辑 杨蓬莲	**见习编辑** 余易举	**封面设计** 李　伟	**责任校对** 董玉珍

出版发行	测绘出版社		
地　　址	北京市西城区三里河路50号	**电　　话**	010—68531160(营销)
邮政编码	100045		010—68531609(门市)
电子邮箱	smp@sinomaps.com	**网　　址**	www.sinomaps.com
印　　刷	北京金吉士印刷有限责任公司	**经　　销**	新华书店
成品规格	169mm×239mm		
印　　张	8.25	**字　　数**	155千字
版　　次	2011年10月第1版	**印　　次**	2011年10月第1次印刷
印　　数	0001—2000	**定　　价**	36.00元

书　　号 ISBN 978-7-5030-2400-9/P·550

本书如有印装质量问题,请与我社联系调换。



作 者 简 介

余明，博士，教授，研究生导师。毕业于武汉大学资源与环境学院地图制图与地理信息工程专业。现在福建师范大学地理科学学院地球信息系工作，GIS 专业学科负责人，校级名师。主要研究领域为资源与环境、地学信息图谱及应用、GIS 理论与方法及其应用等。近年来，主持国家省部级课题 8 项，参与国家省部级项目 10 项。出版专著 2 本、21 世纪教材 5 本，发表论文 60 余篇。

前　言

随着我国经济的高速发展和城市化进程的加速，以热岛效应为代表的城市热环境恶化，已引起人们的日益关注。城市热环境作为影响城市生态环境质量的重要因素，对城市空气质量、能耗结构以及公共健康等方面都有着深远的影响。在城市热岛和热环境领域，国内外学者虽已经进行了相关研究，但热环境是一个空间异质的复杂巨系统，对它的认识和评价还有许多亟待充实和完善的地方，尤其是应用研究技术手段方面还有待探讨。研究城市热环境形成机制，对改善全球变暖大背景下的城市人居生活质量具有重要意义，而地学信息图谱方法的引入为城市热环境研究提供了新的思路。

地学信息图谱是以图和谱的形式揭示事物内在规律与过程的方法，是一种时空分析方法论，建立信息图谱的过程就是对研究对象的认知过程，所形成的图谱就是这一认知结果在图形上的表达。本书选择热环境作为研究对象，在闽东南沿海城市热环境综合评价的基础上，以地学信息图谱理论和方法应用闽东南沿海地区城市热环境的时空格局特征及动态变化规律等方面进行探索，以期缓解和控制城市热岛、改善和建设良好的可持续的城市环境、推动区域可持续发展等方面提供理论和实践依据。

本书是在2008年笔者所著《生态环境综合信息图谱生成与应用》的基础上，对地学信息图谱应用研究的再一次尝试。主要研究内容包括：①对城市热环境研究现状进行评述，提出研究问题和目标以及研究方法和核心技术；②讨论了基于遥感图像数据地温反演模型的选取和参数估算等问题；③探讨了地温、植被覆盖度、土地利用与覆被变化之间的关系；④构建了城市热环境评价指标及评价体系，尝试对不同尺度的城市热环境综合评价，包括区域尺度的本底值热环境评价模型和局地尺度的人体舒适度指数评价模型；⑤更新和完善了研究区生态环境基础信息空间数据库系统，基于ArcObjects＋C＃.NET环境下设计并实现了闽东南热环境信息图谱应用系统；⑥基于闽东南主要城市以及福州和厦门遥感监测数据，构建城市热环境空间格局图谱、城市热环境时空变化图谱、城市热环境演变动态度图谱、城

需要全本请访问 www.ertongbook.com

市热环境演化方式图谱等；⑦以征兆图谱、诊断图谱和实施图谱方法应用分析了影响闽东南主要城市热环境的因素和预防措施，以期为缓解城市热岛效应以及21世纪低碳时代的环境保护提供科学依据。

感谢武汉大学教育部GIS重点实验室、华东师范大学教育部GIS重点实验室、福建师范大学地理科学学院GIS重点实验室，以及福建省陆地灾害监测评估工程技术研究中心提供工作环境。在研究期间，得到武汉大学资源环境学院的艾廷华教授和华东师范大学资源与环境学院的束炯教授大力支持，对他们的指导与帮助表示衷心的感谢。在成书过程中，还得到武汉大学资源与环境学院院长刘耀林教授、福建师范大学地科院院长杨玉盛教授的支持和帮助，此外，季青、蒋世章、代晨阳、阎磊、申绍华、汤志诚、池秀兰等同学参与了野外调查与室内部分实验工作，在此，一并致谢。

最后，对国家测绘科技专著出版基金、武汉大学教育部地理信息系统重点实验室基金、华东师范大学教育部地理信息系统重点实验室基金、福建师范大学学术著作出版基金以及福建师范大学地理科学学院重点学科基金的资助表示感谢。

由于本研究方向涉及面广，加上作者水平有限，错误之处在所难免，恳请有关专家、学者批评和指正。



2010年6月30日于福州

目　录

第 1 章　绪　论 …… 1
§1.1　研究背景和区域 …… 1
§1.2　国内外研究概况 …… 7
§1.3　基于地学信息图谱的城市热环境研究特点 …… 13
§1.4　研究内容和技术路线 …… 19

第 2 章　数据源及数据处理 …… 21
§2.1　主要数据源 …… 21
§2.2　数据处理 …… 30

第 3 章　城市热环境的影响因子和热环境模型 …… 41
§3.1　城市热环境的影响因子分析 …… 41
§3.2　城市热环境的指标体系构建 …… 42
§3.3　城市热环境类型确定 …… 44
§3.4　地表特征参数确定 …… 45
§3.5　地温反演模型(算法)选取 …… 54

第 4 章　地表温度和土地利用与覆被变化 …… 62
§4.1　遥感信息指数的提取 …… 62
§4.2　土地利用与覆被分类 …… 63
§4.3　地温反演模型与参数估算 …… 65
§4.4　地表温度与土地利用及覆被 …… 67

第 5 章　城市热环境综合信息图谱应用系统 …… 72
§5.1　MDNEBDBMS 系统设计和实现 …… 72
§5.2　闽东南城市热环境综合信息图谱应用系统 …… 77

第 6 章　闽东南城市群热环境信息图谱构建与应用 …… 79
§6.1　闽东南城市群热环境系统综合信息图谱研究 …… 79
§6.2　闽东南城市群热环境综合评价信息图谱 …… 86
§6.3　闽东南热环境信息的空间格局谱系分析 …… 87

§6.4 闽东南热环境信息图谱的时空分析…… 90

第 7 章 福州和厦门城市热环境信息图谱研究 …… 95
§7.1 福州热环境综合信息图谱研究…… 95
§7.2 厦门热环境综合信息图谱研究 …… 104
§7.3 福州与厦门热环境问题及对策探讨 …… 108

第 8 章 结 语…… 111
§8.1 主要结论 …… 111
§8.2 研究展望 …… 113

参考文献…… 114

CONTENTS

Chapter 1 Introduction …… 1
§ 1.1 Background of Research and Sample Area …… 1
§ 1.2 Related Earlier Studies …… 7
§ 1.3 Characteristics of Urban Thermal Environment Based on Geoinformation TuPu …… 13
§ 1.4 Contents and Routes …… 19

Chapter 2 Materials and Processing …… 21
§ 2.1 Main Data Source …… 21
§ 2.2 Data Processing …… 30

Chapter 3 Impact Factors and Data Model of Urban Thermal Environment …… 41
§ 3.1 Analyzing Impact Factors of Urban Thermal Environment …… 41
§ 3.2 Building Index of Urban Thermal Environment …… 42
§ 3.3 Classifying of Urban Thermal Environment …… 44
§ 3.4 Confirming Parameters of Land Surface Character …… 45
§ 3.5 Selection of models or Arithmetic for Inversion of Land Surface Temperature …… 54

Chapter 4 Temperature of the Earth's Surface and Land Use/Coverage Change …… 62
§ 4.1 Index Extraction …… 62
§ 4.2 Definitions of Types on Land Use/ Coverage Change (LUCC) …… 63
§ 4.3 Model for Inversion of Land Suface Temperature and Parameter Estimation …… 65
§ 4.4 Land Surface Temperature and LUCC …… 67

Chapter 5 Application System of Urban Thermal Environment Integrated Geoinformation TuPu …… 72

§5.1 Design and Realization of MDNEBDBMS …… 72
§5.2 Application System of Synthetic Urban Thermal Environment Information TuPu …… 77

Chapter 6 Building and Application of Urban Thermal Environment Geo-information TuPu in a Region of the Southeast Fujian …… 79
§6.1 Studying Synthetic Urban Thermal Environment Geo-information TuPu …… 79
§6.2 Assessment of Result …… 86
§6.3 Showing Pattern and Pedigree …… 87
§6.4 Analyzing Spatial-temporal Change …… 90

Chapter 7 Building and Application of Urban Thermal Environment Geo-information TuPu in Fuzhou and Xiamen …… 95
§7.1 Studying Synthetic Urban Thermal Environment Geo-information TuPu in Fuzhou …… 95
§7.2 Studying Synthetic Urban Thermal Environment Geo-information TuPu in Xiamen …… 104
§7.3 Issue and discuss of Urban Thermal Environment …… 108

Chapter 8 Epilogue …… 111
§8.1 Proposals …… 111
§8.2 Perspective …… 113

References …… 114

第1章 绪 论

城市热环境及其热效应是当前城市气候与环境研究中最为重要的内容之一。城市热环境作为城市生态环境的综合体现，对城市空气质量、能耗结构以及公共健康等方面都有深远的影响。地表温度是地表与大气相互作用过程中的一个重要物理参数。陆面温度遥感反演一直是许多学者力图解决的一个难题。随着遥感技术的不断发展，应用卫星红外资料对陆面温度反演已成为可能，同时卫星红外遥感技术目前在气象、地震预报及全球变化研究中已取得一定的进展。本研究基于遥感影像，构建城市热环境综合信息图谱。揭示不同景观格局下潜在的生态、环境、人口以及经济社会等因子驱动的城市热环境过程。

§1.1 研究背景和区域

1.1.1 研究背景和意义

城市是人类生产、生活和文明成果最集中的地域空间，是地球表层物质、能量和信息交换最活跃的场所，是人类在改造自然过程中所形成复杂的、动态的人工生态系统。在人工景观取代自然景观的城市化过程中，由地表覆被材质的变化而导致地表热辐射、热存储和热传递的一系列改变，并以城市热岛的形式表现出来，环境温度是表征城市热环境的一个重要指标。自19世纪30年代提出“城市热岛”概念以来，城市热环境问题就一直备受人们的关注。所谓“城市热岛”就是指城区气温高，郊区气温低，城市宛如突出低温海面的“热岛”(Lack Howard,1833)。然而，一百多年后的今天，世界各地城市热岛效应更为明显。在全球气候变暖及生态环境的恶化的背景下，城市的热环境问题已引起人们的高度重视。

由于人口增加，城市化进程加速，相伴而生的是土地利用与覆被的变化，以及大气的对流层、平流层的变化。具体表现为：自然地表被沥青、水泥以及金属等组成的不透水面取而代之，导致地表水分蒸腾减少、径流加速、显热的存储和传输增加以及水质恶化等一系列生态环境问题。大气中二氧化碳、固态颗粒等成分及比例也发生变化，导致出现城市热岛效应日益严重，一些极端气候事件(如高温、暴雨、酷热等)频繁出现，同时伴随人口集聚、交通拥挤、精神压力增加等潜在社会环境问题。由于城市热环境效应导致城市空气质量下降、降水量与降水频率受到影响，污染增加，而且还进一步威胁城市居民健康，也使得抵御这一环境问题(如夏季

需要全本请访问 www.ertongbook.com

高温等)所投入的人工能源增加。城市热环境问题已经成为城市居民生活质量进一步提高和城市进一步可持续发展的制约因素(周淑贞,1997),已经成为影响城市人类社会系统的重要环境问题之一。所有这些变化对城市的功能布局、景观美学、人类健康以及生活质量等都有一定的影响,目前,已引起社会各界的广泛关注。我国的中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020 年)明确要求:为提升城市功能,要把城市"热岛"效应形成机制与人工调控技术作为重点研究。在我国"十二五"规划中对全球变暖问题研究也提出高度的重视和积极参与。

因此,开展城市热环境的成因研究,有针对性地提出缓解热环境效应的措施,对于了解人类活动影响城市气候的规律,降低城市环境污染和控制能耗,增进城市居民的健康水平等都具有重要意义(陈云浩 等,2002)。但是,城市热环境的影响因素复杂多变,例如,长期全球冷、热、干、湿周期性的变化对地表环境的影响;城市下垫面材料不同导致的城市局地热量差异;工业能耗和人为热的排放;市民出行和交通工具所产生的热量等。对这样一个多因子的复杂系统研究,需要有合适的思路与研究方法。

城市热环境及其热效应是当前城市气候与环境研究中最为重要的内容之一,传统研究气候变化主要使用统计和对比法,而现代研究气候变化手段多使用数值模拟和遥感数据的反演。遥感作为一种高效的空间信息获取和处理技术,可为定量研究提供分布的地表参数。本研究主要通过遥感数据选取或构建模型来反演区域热环境要素特征及相关,并用信息图谱的方式加以揭示其规律性,为区域可持续发展提供参考意见。基于遥感的数据,对地表温度、水汽和大气颗粒的反演和分析是研究热环境的一个有效手段,而评价区域热环境的状况以及如何直观地表达,则是目前人们关注的问题。本书以闽东南主要城市以及福州和厦门为例,基于异质多源数据,尝试用地学信息图谱的方法探讨研究区的热环境要素特征、关系及其变化,并对城市热环境进行分析和综合评价。

城市热环境是城市空间环境在热力场中的综合表现,作为城市生态环境的综合体现,它与城市微气候、城市灾害等都存在着时空上的相互作用、相互依存的关系,对城市空气质量、能耗结构以及公共健康等方面都有着深远的影响(陈云浩,李京,李晓兵,2004)。城市热环境是城市微气候条件、下垫面结构特征、人为热等多因素综合作用的结果。通过对其研究可以揭示城市规模及其空间结构的发展变化,有助于引导城市的可持续发展,具有重要的生态环境意义。然而,热环境是一个空间异质的复杂巨系统,对它的认识和评价仍有许多亟待充实和完善的地方,并且目前尚未形成有效的定量分析和评价方法。因而,对整个系统的认识除采用传统的手段之外,还应该辅以遥感、地理信息系统、地学信息图谱等技术和方法,应用多源数据,建立合理的模型,探索一套有效的评价和动态分析方法。这对于加强城市的规划和建设、环境保护,提高人居环境质量,建设生态城市、推动区域城市可持

续发展有着积极而又深远的意义。尤其在当今强调低碳节能和可持续发展，对于城市热岛和热环境的研究，也是一个不可忽视的重要课题，具有现实意义。

1.1.2 研究区概况

本书研究不同尺度热环境的信息图谱，首先以福建省东南部（简称“闽东南”）主要城市群为研究区，其次以闽东南内的两个城市福州和厦门作为典型研究区。

自1978年改革开放以来，闽东南沿海区域的经济得到快速发展。然而，由于工业化、城市化进程的加速导致城市下垫面土地利用类型与覆被变化明显，热岛效应显著。研究闽东南沿海城市热环境则是福建区域可持续发展的需要，也是近期加速发展“海峡西岸经济带”建设的需要。

1. 闽东南位置及地理简况

研究区（见图1-1）包括福州市辖区、长乐市、福清市、莆田市辖区、仙游县、惠安县、泉州市辖区、南安市、晋江市、石狮市、厦门市、漳州市辖区和龙海市，共13个沿海城市。地跨23°13′N～26°31′N、117°54′E～119°12′E，东濒台湾海峡，与金门、马祖相对，和台湾、澎湖仅一水之隔，地理位置特殊。

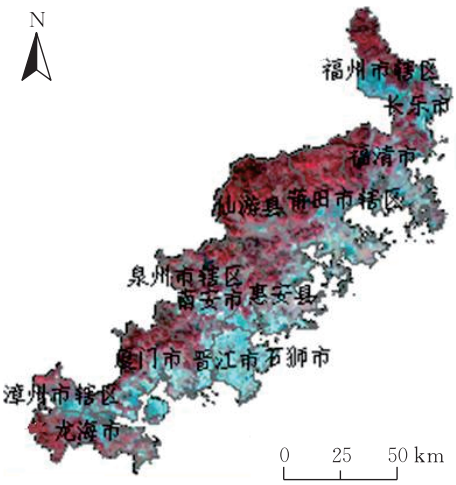


图1-1 闽东南沿海地区区划图

研究区内地形复杂多样，具有独特的背山临海地形，地貌类型有中山、低山、丘陵、台地、平原，其中以丘陵和滨海平原（或滩涂）居多，自北向南主要有福州平原、兴化平原、泉州平原和漳州平原。海岸线曲折漫长，各河流的入海处多呈三角湾或三角港，形成许多天然良港。研究区属亚热带季风气候区，热量丰富，据福建省气象局多年气象要素观测资料，研究区年平均气温为20.3℃至26.2℃，年降水量为1 000～1 700 mm，相对于全省其他地区降水量较小，蒸发量大。5～6月是梅雨季节，7～9月是强对流天气和台风影响较为集中的月份，梅雨季集中了全年1/3的降水，降水量季节分配不均，有较明显的雨季和干季，年际变化较大。加上本区植被的特点，土壤蓄水能力差，径流量大，因而多干旱、洪涝、台风灾害，冬季多偏西北风，夏季多偏东南风，平均风速为2.5 m/s。

由于纬度差异、离海远近和山系等影响所造成的水热条件的差异，致使研究区植被类型复杂多样。再加上受人类活动的影响，原生植被多遭破坏，自然植被特别是常绿阔叶林残存无几，现状植被以次生植被为主，主要有马尾松、杉木林、竹林、

灌丛林等。植被对区域热环境的调节有一定的作用，研究区目前的平均森林覆盖率达50%以上。

研究区是“海西”建设的先行区，也是福建省经济最发达地区，区位条件优越。经济特区厦门和省会城市福州以及福建省的主要经济增长区都集中于此。区内工农业生产水平远高于福建省其他地区，人民生活水平及受教育程度相对较高，是全省经济发展较快的区域。据统计，该区域2010年人口数达2 303.1万人。2001至2007年，闽东南沿海地区7年GDP的增长速度分别为9.2%、15.1%、16.9%、13.7%、15.6%、19.5%和18.2%，年均增长15.5%，比福建全省年均11.9%的增速快3.6个百分点。2007年该区GDP总额5739亿元，以占全省11.8%的土地面积，47.8%的人口创造了全省63.5%的GDP(见表1-1)。闽东南沿海地区具有独特的区位特色、资源特色、台侨特色和开放特色，成为福建对外开放的前沿基地，该区已形成集经济特区、经济技术开发区、沿海开放城市、高新技术产业开发区于一体的开放格局。经济的快速发展推动城市的发展必然会对城市气候和环境产生一定的影响，特别是近年来，随着城市化过程的加快，研究区城市规模急剧扩张，建筑面积扩大，绿地面积减小，土地利用与覆被变化明显，热岛效应严重，热环境质量下降。

表1-1 2007年闽东南沿海城市与福建省的社会经济比较

研究区城市及福建省	土地面积（km^2）	总人口（万人）	人均GDP（元）	城市化水平（%）	乡镇数（个）	乡镇密度（个/万平方千米）
福州市辖区	1 032.29	273.00	35 449	94.1	16	154.99
长乐市	657.05	67.00	31 814	33.8	16	243.51
福清市	1 569.01	119.00	28 620	31.9	17	108.35
莆田市辖区	1961.38	194.60	21 500	54.9	29	147.86
仙游县	1 812.99	88.40	10 664	26.8	17	93.77
惠安县	970.92	93.20	28 997	40.9	16	164.79
泉州市辖区	532.16	130.30	37 556	75.2	10	187.91
南安市	1 990.83	146.80	20 524	40.6	23	115.53
晋江市	655.52	158.70	37 212	46.6	13	198.32
石狮市	156.34	54.50	44 271	73.5	7	447.74
厦门市	1 520.23	242.98	56 188	81.2	4	26.31
漳州市辖区	286.47	59.13	37 288	85.0	8	279.26
龙海市	1 239.39	84.16	25 013	40.0	13	104.89
闽东南沿海地区	14 384.58	1 711.77	33 524	55.7	189	131.39
福建省	121 467.57	3 581.00	25 908	48.7	1 101	90.64

资料来源：福建统计年鉴2008，中国城市统计年鉴2008，中国统计年鉴2008。

2.福州市位置及地理简况

福州位于北纬25°15′～26°39′、东经118°08′～120°31′，地处闽东南沿海北部，

与台湾省隔海相望，市辖鼓楼区、台江区、仓山区、晋安区和马尾区，5区20个乡（镇），如图1-2所示。城内环境独特，“三山两塔一条江”，属典型的河口盆地地貌，地势由西北内陆向东南沿海倾斜，主城区位于盆地的盆心，东部、北部为山地丘陵，南部为平原，海拔多在600～1 000 m之间，西有旗山，东有鼓山，北有莲花峰，南有五虎山。闽江自西北向东南穿流而过，因受南台岛之阻，在侯官附近分为两支，北支为闽江，水深，为主航道；南支为乌龙江，江面较阔，泥沙淤积严重。福州地处中亚热带向南亚热带的过渡地带，属暖热湿润的亚热带季风气候，根据福州市气象台站多年的观测资料，福州市年平均温度17～22℃，最热月7～8月平均气温27.6～9.2℃，最冷月1～2月平均气温为10.3～11.7℃，雨量充沛，平均年降雨量为1 400～2 000 mm，集中在3～9月，盛行东南风和西北风。近30年的时间内市区全年的平均风速每10年减少0.59 m/s，由于向海的开口很小，地形相对封闭，加之建筑物的阻挡，不利于气流流动，造成城区温度较高，夏季中午气温常高达35℃以上。福州植被分属南亚热带季雨林和中亚热带常绿阔叶林，植被类型复杂，种类繁多，主要有常绿阔叶林，针叶林，灌丛，草丛，竹林、滨海沙生植被等。土壤以红壤、赤红壤和黄壤为主，平原多为水稻土。土地利用与覆被类型主要有林草地、建设用地、耕地、水体和未利用地。

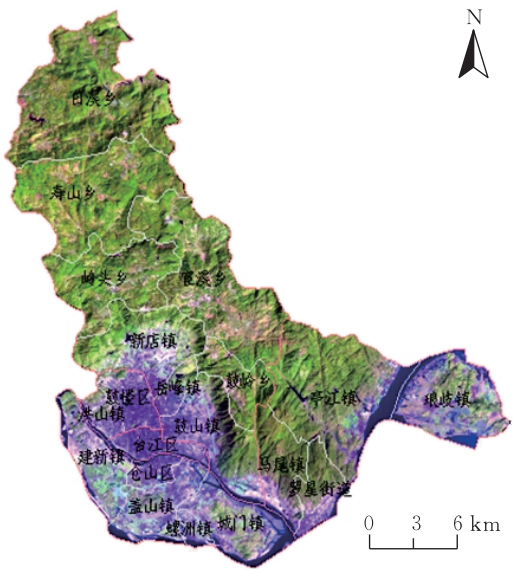


图1-2 典型研究区福州市ETM+合成影像

福州是福建省的政治、经济、科教和文化中心，是我国东南沿海重要的经贸中心，是福建省的省会城市，在改革开放、城市化进程以及“做强做大省会中心城市”政策等有利条件下，福州经济发展、城市建设和社会事业有了全面的发展。近30年以来，城市和人口规模不断扩大，导致土地利用与覆被变化加剧；建筑面积扩大，

绿地面积减少。尤其近年在全国城市中，福州夏季高温突出，最高日气温 40℃或以上可持续数日，热岛效应严重，热环境质量下降明显。

3. 厦门市位置及地理简况

厦门位于东经 118°04′04″、北纬 24°26′46″，地处我国东南沿海——福建省东南部、九龙江入海处，背靠漳州、泉州平原，濒临台湾海峡，面对金门诸岛，与台湾宝岛和澎湖列岛隔海相望。远古时为白鹭栖息之地而称“鹭岛”。厦门由厦门岛、鼓浪屿、内陆九龙江北岸的沿海部分地区以及同安等组成（见图 1-3），陆地面积 1 565.09 km^2，海域面积超过 300 km^2，主要土地利用类型有林地、耕地、建设用地和水体等。厦门属亚热带气候，温和多雨，主要作物有水稻、小麦、花生等。

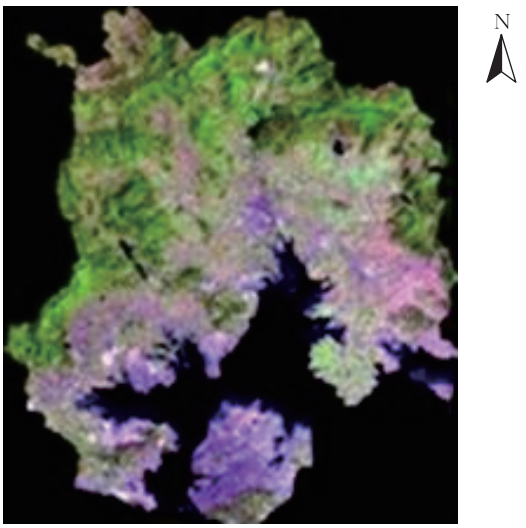


图 1-3　厦门市影像

厦门的主体——厦门岛，南北长 13.7 km，东西宽 12.5 km，面积约 128.14 km^2，是福建省第四大岛屿。厦门港是一个条件优越的天然良港，其海岸线蜿蜒曲折，全长 234 km，港区外岛屿星罗棋布，港区内群山四周环抱，港阔水深，终年不冻，是条件优越的天然良港，历史上就是我国东南沿海对外贸易的重要口岸。

厦门属亚热带气候，温和多雨，年平均气温在 21℃左右，夏无酷暑，冬无严寒。年平均降雨量在 1 200 mm 左右，每年 5～8 月雨量最多，风力一般 3～4 级，常向主导风力为东北风。

厦门属亚热带海洋性季风气候。温暖湿润，光热条件优越，雨量充沛，冬无严寒，夏无酷暑。四季季相变化颇有规律：春季季风由东北转偏南，由冷转暖，雨水增多；夏季有海风和雷雨的调剂，给热天带来凉意，时有台风；秋季少雨多晴；冬季有东北季风，冷而不寒。厦门年平均温度为 21.2℃。年平均最高温度为 24.5℃，年

平均最低温度为18.7℃，年极端最高温度38.4℃，年极端最低温度2℃。最冷月平均温度在13℃以上，全年无霜。海水表层年最低温度为10℃，最高为31.5℃，年平均温度为20.7～21.6℃。厦门的海陆风极为明显，往往半夜起至中午吹西至西北风(一般1～2级，最大4级)，午后起至半夜前吹南至东南风(一般3～4级，最大6级)。夏季风一般为东南至西南风，从6月开始，7月盛行，8月次之。平均只有2～3级。9月下旬开始至来年的4月上旬为冬季风。风速以11月最大，一般为东北至东北东风。由于太平洋温差气流的关系，每年平均受4～5次台风的影响，且多集中在7～9月。海雾从11月至来年的6月产生，以3月最多，月最多次数8次，次之为6次，7～10月为纯雾期，如有雾，能见度在1 km以内，3～5月能见度较差，7～10月能见度最好，浓雾一般产生于午夜及早晨，连续最长3天，最短1小时。雷暴5～8月最多，12月至来年2月为无雷期，雷暴的产生常造成暴雨。

厦门是福建省的一个副省级城市，是全国5个计划单列市之一，同时也是全国首批实行对外开放的5个经济特区之一，现辖思明、湖里、集美、海沧、同安和翔安6个区，享有省级经济管理权限并拥有地方立法权。位于福建东南部，西部与漳州毗邻，北接泉州，东南与金门岛隔海相望。鼓浪屿、集美学村、万石植物园、厦门大学、海沧大桥、同安影视城、圆博园、中山街等是厦门的著名景点。自1980年创办经济特区以来，已成为带动闽东南经济腾飞的龙头。随着厦门经济的发展以及城市化进程的加快，也带来了相应的环境问题。

§1.2 国内外研究概况

城市热环境研究与城市景观生态学发展和城市气候学应用密切相关，但城市景观生态研究相对较少。在城市景观生态学研究中，城市景观类型划分当前还存在争议的问题，主要原因是城市土地覆被和土地利用二者所对应生态功能的差异，因此，不同的研究者，若出发点不同，则对城市景观类型的划分差异很大。目前，国内外在城市景观格局的生态学过程研究基本上都体现在生态以及环境效应方面，在技术和方法上都强调了GIS与RS的应用。

城市气候是在区域气候的背景上(受当地纬度、大气环流、海陆位置、地形等)，经过城市化后，在人类活动影响下，而形成的一种有别于附近郊区的局地气候。城市化的地区具有非农业人口高密度聚集、高强度的经济活动、具有特殊的下垫面等明显的特点。

由于城市建成后，下垫面性质的改变、空气组成的变化、人为热和人为水汽的影响，虽不改变原地带性气候类型，但在许多气候要素上则表现出明显的城市气候特征。最基本的有以下几种：①辐射和气温；②风和湍流；③蒸散和湿度；④雾和露；⑤云和降水

需要全本请访问 www.ertongbook.com