

国家自然科学基金项目 (41201164, 41641007)
武汉市科技局软科学研究项目 (2016040306010206)

资助

面向“东方水都”目标的 武汉市水环境问题与风险管理研究

MIANXIANG “DONGFANGSHUIDU” MUBIAO DE WUHANSHI
SHUIHUANJING WENTI YU FENGXIAN GUANLI YANJIU

张祚著



中国地质大学出版社
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

面向“东方水都”目标的 武汉市水环境问题与风险管理研究

MIANXIANG “DONGFANGSHUIDU” MUBIAO DE
WUHANSHI SHUIHUAJING WENTI YU FENGXIAN GUANLI YANJIU

张 祚 著



中国地质大学出版社
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

图书在版编目 (CIP) 数据

面向“东方水都”目标的武汉市水环境问题与风险管理研究 / 张祚著. — 武汉: 中国地质大学出版社有限责任公司, 2016.12

ISBN 978-7-5625-3756-4

I. ①面… II. ①张… III. ①水环境—环境管理—风险管理—研究—武汉市 IV. ①X143

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 279394 号

面向“东方水都”目标的武汉市水环境问题与风险管理研究 张 祚 著

出版发行: 中国地质大学出版社

责任编辑: 陈 琪

责任校对: 张咏梅

地 址: 武汉市洪山区鲁磨路388号

电 话: (027)67883511

邮政编码: 430074

制 版: 武汉浩艺图文设计工作室

印 刷: 武汉籍缘印刷厂

开 本: 140mm × 210mm 1/32

印 张: 5.75

字 数: 150千字

版 次: 2016年12月第1版

印 次: 2016年12月第1次印刷

定 价: 35.00元

前 言

在当前由于资源的浪费与枯竭、环境的破化和恶化，使得资源环境问题成为困扰中国城市经济社会发展最大障碍的宏观背景下，研究如何加强武汉市水环境风险管理，面向实现武汉市经济社会以“绿色低碳模式”可持续发展的目标，进一步探索武汉市水环境风险管理战略目标、定位及具体措施是关系到如何有效降低和控制水生态环境安全风险，为经济、社会可持续发展提供支撑保障并传承和发扬城市水文化的重要课题，兼具理论和现实意义。

1. 研究的理论意义

水是生命之源，是人类赖以生存和发展的不可缺少的最重要的物质资源之一。水环境是衡量一个城市居住、投资与旅游环境好坏的重要标志。伴随着我国工业化和城市化的快速发展，城市经济持续快速增长。同时，城市水环境急剧恶化，促使环境保护与经济增长的矛盾逐渐激化。城市水环境成为制约城市经济发展和影响城市自然环境的重要问题。由于自然因素、社会因素以及其他不确定性因素引发固定或移动的潜在污染源偏离正常运行状况，向水体排放污染物引起水体中生态结构或物理化学组成发生严重破坏或改变，水体丧失了其部分或全部功能，给人类生存环境、水体生态系统、人体健康安全构成了严重危害。

有效地控制水环境风险是经济、社会健康发展的重要保障。而水环境风险的产生除了不可预见的突发性原因外，很多是由于管理不善、治理措施不力等原因造成的。因此，研究如何加强水环境风险管理，是关系到如何有效降低和控制水环境风险，为经济、社会可持续发展提供支撑保障作用的重要课题。

2. 研究的现实意义

武汉市地处长江中游,降水丰沛,长江与汉水流经市区。正常年份,全市地表水总量 7 913 亿 m^3 ,其中本地降雨径流 38 亿 m^3 ,过境客水 7 875 亿 m^3 。全市每平方千米地表水资源量为 9 345.6 万 m^3 ,远高于全国 27.5 万 m^3 的平均水平。此外,武汉市湖泊众多,水网密织,水域面积 2187 km^2 ,占全市总面积的 25.6%,水域率居全国大城市之首。但是,长期以来武汉一直陷于“优于水又忧于水”的处境中,随着经济社会的快速发展和城市规模的不断扩大,水环境问题日益显现。一方面,武汉市水资源不断“缩水”,据统计,20 世纪 80 年代以来,武汉市的湖泊面积减少了 228.9 余平方千米,湖泊总数已不及 20 世纪 50 年代初的 1/3,另一方面,武汉市水环境质量不断恶化。根据 2010 年武汉市水环境公告,武汉市江河、湖泊水质多处于Ⅲ类、Ⅳ类水平,少数处于Ⅴ类甚至劣Ⅴ类水平。联合国开发计划署(UNDP)、联合国环境署(UNEP)通过数年的调查研究指出,影响武汉市可持续发展的最重要的环境因素就是水环境问题。

2011 年 12 月召开的武汉市第十二次党员代表大会确立了建设国家中心城市、复兴大武汉的宏伟目标。围绕这一目标,针对水环境的保护,提出了未来武汉市发展应充分彰显三镇、三城滨水特色的要求和全力打造“百里滨江画廊”,构建气势恢宏的大都市水岸景观,凸显独具魅力的“东方水都”风貌等目标。把武汉市建成“东方水都”符合武汉市水资源自然禀赋的科学发展目标,但这也为如何在整个社会经济发展符合低碳绿色发展模式特征的前提下,进一步探索武汉市水环境风险管理战略目标、定位及具体措施提出了现实要求。

本研究在梳理城市与水的关系、国内外典型“水上城市”和“水都”、城市水环境风险管理相关基本概念,对比分析我国主要城市水资源环境基本现状的基础上,对武汉市水环境现状进行了分析,并基于 GIS 工具,选择主要指标与全国其他主要城市进行了横向对比;从水环境风险管理体制改革、经济政策创新、法律体系完善和技术创新支

撑等不同维度对武汉市水环境管理现状、所存在的风险问题及其成因进行分析;基于层次分析法和灰色评价模型,构建武汉市水环境风险综合评价指标体系,对水环境风险进行综合评价,并在“基本情景”“优化情景”和“绿色低碳情景”三种武汉市未来经济、社会不同的发展模式假设的前提下,对水环境风险形成的原因与表现结果主要指标的差异进行对比;最后,面向武汉市未来“绿色低碳模式”,围绕把武汉市建成国家中心城市、复兴大武汉的城市发展中心目标,从凸显武汉市独具魅力的“东方水都”出发,尝试提出了武汉市水环境风险管理的战略指导思想、战略目标以及具体的战略措施。

张 祚

2016年4月

目 录

1 水与城市	1
1.1 水对城市的意义	1
1.2 水与城市形象	4
2 水环境风险管理及水环境现状	11
2.1 水环境及水环境污染	11
2.2 水环境风险管理	14
2.3 我国城市水环境现状	18
3 武汉市水环境及其管理现状分析	25
3.1 武汉市水环境现状	25
3.2 武汉市与其他城市水环境比较	38
3.3 武汉市水环境管理现状	46
4 武汉市水环境主要现存风险问题及成因分析	56
4.1 武汉市水环境主要现存风险问题分析	56
4.2 武汉市水环境风险问题成因分析	73
5 武汉市水环境风险与风险评价	80
5.1 生态风险评价的内涵	80
5.2 武汉市水环境风险现状评价	84

5.3 武汉市水环境风险水平预测95

6 武汉市水环境管理战略目标及措施101

6.1 武汉市水环境管理战略目标101

6.2 构建“东方水都”目标的水环境管理战略措施103

7 武汉市湖泊开放空间规划与管理110

7.1 本章概述110

7.2 研究对象与指标选取113

7.3 数据计算结果与分析120

7.4 典型案例分析128

7.5 本章小结与建议130

8 国际典型城市滨水区管理案例134

8.1 本章概述134

8.2 经济转型、全球化与特色全球城市135

8.3 愿景的提出与实现138

8.4 多重滨水空间再生142

9 借鉴与启示149

附件1 武汉市地表水环境质量监测简报有关评价方法及说明
.....152

附件2 武汉市各湖泊在各时期的卫星图片对比155

主要参考文献168

1 水与城市

1.1 水对城市的意义

1.1.1 水对城市区域地理的意义

世界上有许多著名而美丽的城市都是沿滨海、滨湖而建，如纽约、东京、波士顿、芝加哥（图 1-1），同时也有很多著名而美丽的城市有河流穿流而过，如巴黎、伦敦、罗马、布达佩斯、哥本哈根等，许多城市也正是因为其具有独特而富有魅力的城市滨水空间而闻名遐迩。正如凯文·林奇在他的《城市意象》中多次提到的：具有层次性和开放性的城市，以及由此产生的充满生机和活力的城市滨水空间，将会是一个城市在整体空间形态上区别于其他城市进而形成其特色的场所^[1]。城市中的水体不同于自然界的，它对城市的整体形态有一种构建作用，能够使人们的感知更清晰，使城市具有一种“意象能力”。同时，水体可以在路径、节点、边缘、区域和地标 5 个方面加强城市结构、空间结构的感知。

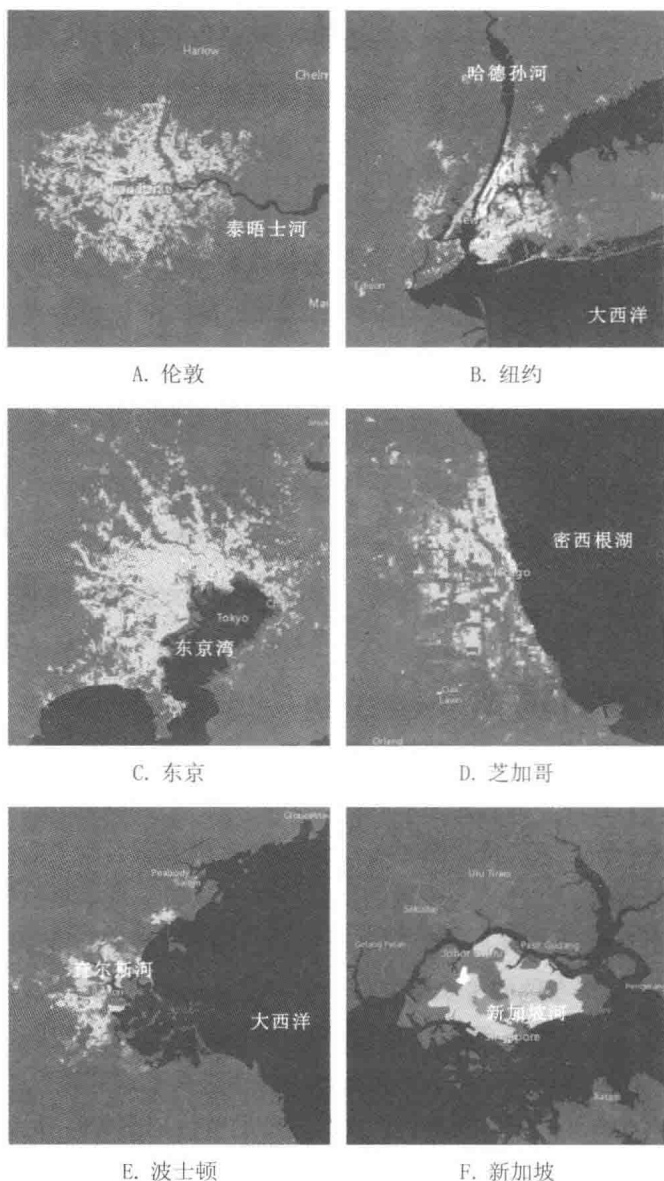


图1-1 世界著名城市人口与水域分布

(资料来源:经过 Urban observatory, <http://urbanobservatory.org/compare/index.html> 公开数据整理绘制)

1.1.2 水对城市人文历史的意义

由于城市与水密不可分,城市发展积淀的人文历史往往与城市水文化密切联系。城市水文化是城市人文历史的一部分,也是最能直接反映城市滨水发展、生产、生活的重要部分。而且在城市发展的过程中,人们在滨水空间的生产、生活不但见证了城市发展历程,在滨水区域留下的物质印迹,也成为城市发展过程中最直接和最重要的见证。具体包括:城市滨水区域所保留的文物古迹、历史性建筑物(如武汉汉口的海关、上海黄浦江西岸保留下来的各大银行的旧址);临水的街区、地段,特定历史条件下的整个水上古城镇(如著名水城威尼斯,江南水乡绍兴、乌镇);多年形成和保留下来的渔村、渔港或是港口所形成的场所,以及古灯塔、古桥建筑物等^[2]。

1.1.3 水对城市社会经济方面的意义

水资源是人类生存和经济发展的基础要素。因此,水对城市经济和社会的发展起到了基础性的关键作用。由于滨水区域地理位置和交通条件的优势,聚集了城市发展中丰富的综合资源,因此“二战”以后很多西方国家开始关注城市滨水区域的开发或再开发,以实现城市产业结构调整、塑造城市形象、发展城市经济、提升城市综合竞争力的目的。随着城市滨水区的开发和再开发重新聚集了商业、休闲娱乐、运输仓储业、通信业、金融保险和不动产等产业,滨水区逐渐成为城市经济社会发展的重要节点和窗口。

1.1.4 水对城市生态环境的意义

城市的水系往往与土地、生物组成一个有机的、富有活力的生态循环系统。水对整个城市系统都有积极的调节作用。城市中的水面与水泥路面和裸露地面相比,气温变化相对较小。尤其在夏季,虽然水体吸收太阳辐射较多,但不易增温,相当于城市中的空气调节器。同时,城市水面又是水汽蒸发的源区,故而其上方及附近的空气相对湿

度较高。另外,水面也具有吸收空气中的污染物和尘埃的功能,尤其是水中的生物和岸边湿地能较好地净化城市污水,减少水体二次污染。水面上方空气流动较为通畅,这使得水面对周围环境的改善作用大于绿地^[3]。

1.2 水与城市形象

1.2.1 水与城市的空间关系

世界上闻名的滨水城市有很多,每一个城市都有其独特的滨水空间,即每一座滨水城市其水域与城市的空间关系是不同的。荷兰 Delft 大学 Tzoni 教授将水与城市的关系归纳为“城在水上”“城在水边”“水在城中”3 种形式^[4],并且界定“都,指知名都会;水,是可作为城市空间中心要素的水”。本研究可以简单地依据城市水域的面积来确定“可作为城市空间中心要素的水”。因此,根据城市和水的相对空间位置特征,水与城市的空间关系可以大致归纳成以下 3 种情况:①“水在城中”,即水域被包围在城市辖区之内,如伦敦、巴黎、杭州西湖、南京玄武湖、济南大明湖、北京三海、惠州西湖、苏州金鸡湖等;②“水在城边”,即水位于城市的边缘,如嘉兴南湖、肇庆星湖、扬州瘦西湖、武汉东湖、苏州石湖、绍兴东湖、昆明滇池等;③“城在水边”,即湖泊的面积较大,超出了城市的区域范围,如太湖、洞庭湖、都阳湖等大型湖泊与无锡、岳阳、南昌等沿岸城市的关系,欧洲日内瓦湖、北美洲五大湖地区湖泊与沿岸城市的关系。下面依次对这 3 种滨水空间进行详细的介绍。

1.2.2 水与城市发展

水与人的关系密切,这不仅体现在日常生活中,也展现在人的精神层面。从城市的起源来看,最早的城邦都是依水而建,这是为了解决人对于水的基本生理需要,其中包括了水本身以及水中蕴含的资源(如海洋和河流带来的鱼类资源)。另外,随着城市系统的完善,水与

城市的关系也越来越紧密。曾经，水上交通是人们出行和货物运输的重要选择。例如，底特律市是美国大湖区重要港口，与五大湖湖滨各大城市联系密切。五大湖曾经为底特律发展成为汽车之都起到了重要的交通运输作用。随着城市的进一步发展，电力、给排水系统等现代化基础设施的建设和完善，城市的功能也从最初的空间概念逐步演化成为人们提供更好生活的空间综合体。某种程度上，城市的发展史也可看作是水与人的生活日趋紧密的一部发展史。从古代的都江堰到现代的三峡大坝，人类对于水的认识和利用的能力有了极大的提高，然而，水对于人和城市的基本作用依然没变。

1992年联合国环境与发展会议通过的《二十一世纪议程》明确地警示：“淡水是一种有限的资源，不仅为维持地球上的一切生命所必需，而且对一切经济部门都具有生死攸关的重要意义。”水在为人类带来鱼类资源、交通资源以及能源，为人类社会提供生活保障的同时，也逐渐推动了相关产业的发展，为人类社会带来了巨大的经济利益和社会价值。此外，水也为城市可持续发展提供支撑。随着世界范围内经济产业结构的调整和升级，第三产业快速发展，人们对“水资源”利用的侧重点和方式也发生了很大的变化。第二次世界大战后，随着很多城市内河航运的衰弱，在滨水区域的再开发过程中更侧重的不是水的传统交通功能，而是对水文化和旅游资源的开发。例如，作为典型的“水上之城”，威尼斯当地人的生活出行几乎都以船为主，独特的城市形态为当地居民带来独特的生活方式。同时，这种“活在水上、与水相伴”的独特生活方式也成为当地旅游发展和吸引全球游客的重要元素。

1.2.3 水的城市景点特色

如果一个城市拥有丰富的水资源及与水相关的景点，这些景点不但会成为城市特色，也将成为塑造城市标志性形象的重要元素。不仅在水本身，在滨水的建筑布局与建造上也体现出独有的特点。最常见的就是桥、滨水平台、码头和各种船等。在威尼斯，最为著名的桥利

亚德桥 (Rialto), 又名商业桥, 它全部用白色大理石筑成, 是威尼斯的象征。而在新加坡, 早已不再发挥经济功能的新加坡桥始终横跨新加坡河两岸, 成为当地居民追寻城市历史和外地游客游览观光的重要景点。船也因为水而存在, 很多城市的河流或者湖泊中可以看到各式船只穿梭不息的身影。在威尼斯, 船如同公交车一样有线路和车站, 传统的“贡多拉”船、古老的建筑与悠扬的风琴声已经让船只从简单的交通运输工具升华成为重要的旅游标志。而在古城绍兴, 乌篷船也随着鲁迅的作品而广为人知, 成为绍兴城市形象的重要元素之一。

1.2.4 水与城市生活方式

水不但塑造着城市形象, 同时也影响着城市居民的生活方式, 每一个城市都用与水最亲近的方式生活着。作为最有代表性的水上城市, 威尼斯的生活方式为世人称道。威尼斯人生活的分分秒秒都与水有关。这个城市的出行方式、居住方式、观光, 都让人感到水城的魅力。威尼斯水道是城市的马路, 市内没有汽车和自行车, 也没有交通指挥灯, 船是市内唯一的交通工具。在那里似乎只有悠哉地划着小船, 才符合威尼斯不温不火的城市气质。而古城绍兴则用东方的神秘诠释了水上之城另外一种静谧的生活方式。从人们耳熟能详的乌篷船, 到醇香的绍兴黄酒, 绍兴也形成了自己的水文化。但是水上之城的另外一种表现方式恰恰是活力。新加坡和阿姆斯特丹, 这两座依靠海而立足, 直至发展成今日之势的大都市, 每时每刻都跟随着时代的步伐, 未曾停滞^[5]。

1.2.5 “水上城市”和城市性格

当水与城市交融, 无形的水影响了有形的城市^[5]。世界著名水城中, 各自神态迥异。阿姆斯特丹的热情、威尼斯的浪漫、新加坡的专注、绍兴的古雅, 都是水上城市的不同表情与性格。在荷兰阿姆斯特丹, 一改威尼斯的温存, 乐于冒险的荷兰人已经与北欧大海的波涛汹涌融为一体。在位于东半球赤道边缘的新加坡, 水同经济、水同旅游乃

至文化都有千丝万缕的联系。作为东西方的交汇点,新加坡充分依靠地理优势和自身努力,积极发展港口贸易,不但成为世界的港口城市,也在不断的磨砺中,走出了独特的经济发展与生存模式,塑造了新加坡兼容并蓄、努力与坚毅的城市性格。而在东方水乡绍兴,地理气候得天独厚,自古吴越被称为鱼米之乡。绍兴的黄酒,绍兴的小桥流水,都给人一种不温不火、缓缓而行的气质。“谦谦君子,温润如玉”则是对于绍兴的城市性格的描述^[5]。

1.2.6 国内外“水上城市”和“水都”概览

在世界城市之林,根据实际情况,认识和发展自身的城市特色,是从众多城市中脱颖而出,提高城市综合竞争力的重要手段。威尼斯是世界上最著名的水上城市,位于意大利东北部的亚得里亚海西北岸,市区建在离陆地4km的海边浅水滩上。全城有177条运河,水道纵横其间,与400多座形态各异的桥梁、18个小岛连成一体(图1-2)。威尼斯已成为世界上水上城市的代名词。除了威尼斯之外,位于太平洋和印度洋喉舌的新加坡不仅以“花园之城”闻名,同时也是典型的港口之城。阿姆斯特丹有着丰富的运河体系,以运河资源作为水资源利用的典范划入“水上城市”的领域。斯德哥尔摩——瑞典的首都,整个城市分布在14个岛屿和1个半岛上,市内水道纵横,共有70余座桥梁为市内交通提供保障。泰国首都曼谷,位于湄南河三角洲冲积平原处,市内水道纵横,水上交通十分频繁,被称为“东方威尼斯”(表1-1)^[5]。



图1-2 威尼斯航拍图

表1-1 国外“水上城市”或“水都”统计

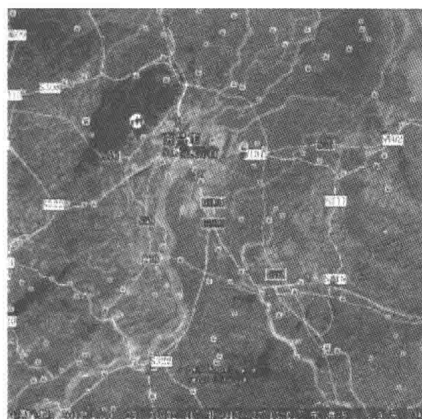
市名称(别称)	城市水域	与水相关的知名物	简评
威尼斯(水都)	人工水域,大联盟运河	威尼斯船	以船代车,以桥代路。水域面积在整个城市面积的比重十分大,让整个城市感觉是漂浮在水面上一般
新加坡(水中之城)	马六甲海峡	港口贸易	新加坡虽以“花园之城”闻名,但最早是以港口贸易发家。是太平洋和印度洋的喉舌,可谓港口之城的典范
阿姆斯特丹(北方水城)	艾瑟儿湖、北海、阿姆斯特丹-莱茵运河等	港口及运河	有着丰富运河体系,以运河资源作为水资源利用的典范划入“水上城市”的领域
斯里巴加湾 (世界上最大的水上之乡)	文莱河畔	港口、“水上村落”	文莱首都,位于文莱湾西南角滨海平原,是世界上最大的水上村庄,港区十分庞大
斯德哥尔摩 (北方威尼斯)	波罗的海	港口、岛之城	瑞典的首都,整个城市分布在14个岛屿和1个半岛上。市内水道纵横,共有70余座桥保证市内交通状况,被称为“东方威尼斯”
曼谷(东方威尼斯)	湄南河三角洲	水上交通系统	泰国首都,位于湄南河三角洲冲积平原处,市内水道纵横,因此水上交通十分频繁

近几年,国内许多大城市不约而同纷纷打出“水都”牌,以树立自己独特的城市形象。中国具有代表性的水上城市有上海、苏州、绍兴、宁波等(图1-3,表1-2),每个水上城市的建设与发展都有其自身特色。其中比较典型的如浙江绍兴,绍兴古称“会稽”,有着2500年建都史,

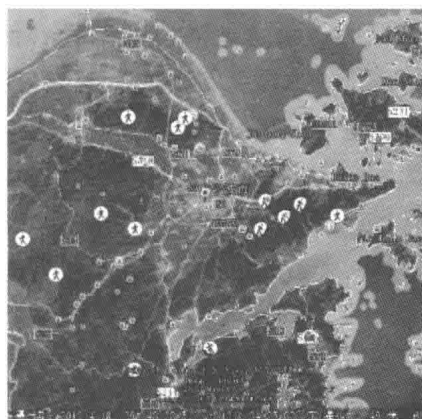
是中华文明的发源地之一。位于浙江北部、长三角南部，北纬 30° ，总面积 $8\,279\text{km}^2$ ，其中还拥有超过 40km 的海岸线，属于沿海城市。其现代化城市格局已经颇具规模。目前形成了以镜湖为核心，以越城、袍江、柯桥为支撑的特大城市格局，是华东重要的交通枢纽和商贸物流中心之一。绍兴河流广布，有着庞大的平原水网，有学者提出“中国山水州，东方威尼斯”的城市发展构想^[6]。



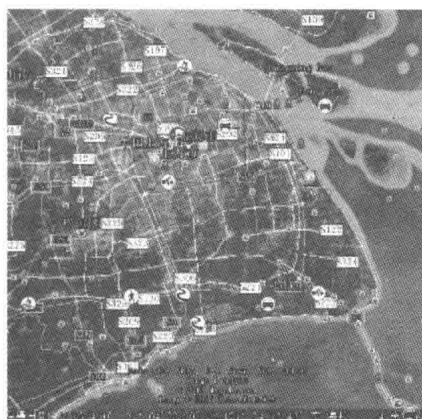
A. 苏州



B. 绍兴



C. 宁波



D. 上海

图1-3 上海、苏州、绍兴、宁波卫星图