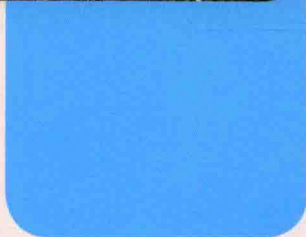


“一带一路”生态环境遥感监测丛书

“一带一路”港口城市 生态环境遥感监测

侯西勇 宋 洋 徐新良 著



科学出版社

“一带一路”生态环境遥感监测丛书

“一带一路” 港口城市生态环境遥感监测

侯西勇 宋 洋 徐新良 著



科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书应用遥感、地理信息系统等技术和方法,基于多种传感器获取的卫星遥感影像和多类型地图资料等信息,针对“21世纪海上丝绸之路”沿线国家和地区的25个港口,进行港口及其所在城市生态环境特征遥感监测与评估,以及港口城市发展潜力与限制因子特征对比分析。

本书可作为遥感科学与技术、海运地理学、港口经济学、海洋经济、城市地理学、世界地理等方向科研与教学人员以及政府部门管理人员的参考书。

审图号:GS(2018)2085号

图书在版编目(CIP)数据

“一带一路”港口城市生态环境遥感监测/侯西勇,宋洋,徐新良著.
—北京:科学出版社,2018.7
(“一带一路”生态环境遥感监测丛书)

ISBN 978-7-03-051393-9

I. ①— II. ①侯… ②宋… ③徐 III. 港湾城市—生态环境—环境遥感—环境监测 IV. ①X87

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第322536号

责任编辑:朱海燕 籍利平/责任校对:何艳萍

责任印制:肖 兴/封面设计:图阅社

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>

三河市春园印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018年7月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2018年7月第一次印刷 印张:10 3/4

字数:237 000

定价:99.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

“一带一路”生态环境遥感监测丛书

编委会

主 任 李加洪 刘纪远

委 员 张松梅 张镱锂 林明森 刘 慧 柳钦火
牛 铮 高志海 宫 鹏 包安明 葛岳静
徐新良 何贤强 侯西勇 张 景 张 瑞
欧阳晓莹 李 晗 彭焕华

丛书出版说明

2013年9月和10月，习近平主席在出访中亚和东南亚国家期间，先后提出了共建“丝绸之路经济带”和“21世纪海上丝绸之路”（简称“一带一路”）的重大倡议。2015年3月28日，国家发展和改革委员会、外交部和商务部联合发布《推动共建丝绸之路经济带和21世纪海上丝绸之路的愿景与行动》（简称“愿景与行动”），“一带一路”倡议开始全面推进和实施。

“一带一路”陆域和海域空间范围广阔，生态环境的区域差异大，时空变化特征明显。全面协调“一带一路”建设与生态环境保护之间的关系，实现相关区域的绿色发展，亟须利用遥感技术手段快速获取宏观、动态的“一带一路”区域多要素地表信息，开展生态环境遥感监测。通过获取“一带一路”区域生态环境背景信息，厘清生态脆弱区、环境质量退化区、重点生态保护区等，可为科学认知区域生态环境本底状况提供数据基础；同时，通过遥感技术快速获取“一带一路”陆域和海域生态环境要素动态变化，发现其生态环境时空变化特点和规律，可为科学评价“一带一路”建设的生态环境影响提供科技支撑；此外，重要廊道和节点城市高分辨率遥感信息的获取，还将为开展“一带一路”建设项目投资前期、中期、后期生态环境监测与评估，分析其生态环境特征、发展潜力及可能存在的生态环境风险提供重要保障。

在此背景下，国家遥感中心联合遥感科学国家重点实验室于2016年6月6日发布了《全球生态环境遥感监测2015年度报告》，首次针对“一带一路”开展生态环境遥感监测工作。年报秉承“一带一路”倡议提出的可持续发展和合作共赢理念，针对“一带一路”沿线国家和地区，利用长时间序列的国内外卫星遥感数据，系统生成了监测区域现势性较强的土地覆盖、植被生长状态、农情、海洋环境等生态环境遥感专题数据产品，对“一带一路”陆域和海域生态环境、典型经济合作走廊与交通运输通道、重要节点城市和港口开展了遥感综合分析，取得了系列监测结果。因年度报告篇幅有限，特出版《“一带一路”生态环境遥感监测丛书》作为补充。

丛书基于“一带一路”国际合作框架，以及“一带一路”所穿越的主要区域的地理位置、自然地理环境、社会经济发展特征、与中国交流合作的密切程度、陆域和海域特点等，分为蒙俄区（蒙古和俄罗斯区）、东南亚区、南亚区、中亚区、西亚区、欧洲区、非洲东北部区、海域、海港城市共9个部分，覆盖100多个国家和地区，针对陆域7大区域、

6 个经济走廊及 26 个重要节点城市的生态环境基本特征、土地利用程度、约束性因素等，以及 12 个海区、13 个近海海域和 25 个港口城市的生态环境状况进行了系统分析。

丛书选取 2002—2015 年的 FY、HY、HJ、GF 和 Landsat、Terra/Aqua 等共 11 种卫星、16 个传感器的多源、多时空尺度遥感数据，通过数据标准化处理和模型运算生成 31 种遥感产品，在“一带一路”沿线区域开展土地覆盖、植被生长状态与生物量、辐射收支与水热通量、农情、海岸线、海表温度和盐分、海水浑浊度、浮游植物生物量和初级生产力等要素的专题分析。在上述工作中，通过一系列关键技术协同攻关，实现了“一带一路”陆域和海域上的遥感全覆盖和长时间序列的监测，实现了国产卫星与国外卫星数据的综合应用与联合反演多种遥感产品；实现了遥感数据、地表参数产品与辅助分析决策的无缝链接，体现了我国遥感科学界在突破大尺度、长时序生态环境遥感监测关键技术方面取得的创新性成就。

丛书由来自中国科学院遥感与数字地球研究所、中国科学院地理科学与资源研究所、国家海洋局第二海洋研究所、中国林业科学研究院资源信息研究所、北京师范大学、清华大学、中国科学院烟台海岸带研究所、中国科学院新疆生态与地理研究所等 8 家单位的 9 个研究团队共 50 余位专家编写。丛书凝聚了国家高技术研究发展计划（863 计划）等科技计划研发成果，构建了“一带一路”倡议启动期的区域生态环境基线，展示了这一热点领域的最新研究成果和技术突破。

丛书的出版有助于推动国际间相关领域信息的开放共享，使相关国家、机构和人员全面掌握“一带一路”生态环境现状和时空变化规律；有助于中国遥感事业为“一带一路”沿线各国不断提供生态环境监测服务，支持合作框架内有关国家开展生态环境遥感合作研究，共同促进这一区域的可持续发展。

中国作为地球观测组织 (GEO) 的创始国和联合主席国，通过 GEO 合作平台，有意愿和责任向世界开放共享其全球地球观测数据，并努力提供相关的信息产品和服务。丛书的出版将有助于 GEO 中国秘书处加强在“一带一路”生态环境遥感监测方面的工作，为各国政府、研究机构和国际组织研究环境问题和制定环境政策提供及时准确的科学信息，进而加深国际社会和广大公众对“一带一路”生态建设与环境保护的认识和理解。

李加洪 刘纪远
2016 年 11 月 30 日

前言

《“一带一路”港口城市生态环境遥感监测》针对“21 世纪海上丝绸之路”沿线国家和地区 25 个港口，进行港口及其所在城市生态环境特征遥感监测与评估，以及港口城市发展潜力综合分析，旨在从港口基础设施建设、海运经济发展的角度出发，为“一带一路”的推进和实施提供系统性的、时效性强的信息支持和决策依据。

重点开展了如下研究：以 Landsat 8 OLI 卫星影像为主要数据源，辅以高分一号和二号（GF-1、GF-2）卫星影像、Google Earth 图像等信息，进行港口城市土地覆盖分类和海岸线的提取与分类，通过分析土地覆盖的数量结构与空间格局特征，总结和对比港口城市的生态环境现状特征，通过分析港口城市及其周边区域海岸线的分布特征及开发利用的现状特征，评估港口城市港口功能进一步拓展和提升的岸线资源保障能力；利用时间序列的夜间灯光指数数据，分析港口城市及其周边区域经济社会发展的格局与过程特征及未来的发展趋势；利用陆海一体化的数字高程模型（DEM）数据，分析港口城市由陆向海的地形起伏特征、港区与航道的水深特征；综合多源遥感信息、多专题地图资料，从港口区位特征、港口资源条件特征、港口货运现状特征、港口城市发展特征、港口所在宏观区域经济与社会特征 5 个方面出发，选择 14 个具体因子，通过单因子分级量化、综合指数计算，分析每个因子对港口的影响各因子的综合影响，以及港口城市未来发展潜力的主要限制因子等。

感谢科学技术部国家遥感中心的邀请，使得我们有机会参与“全球生态环境遥感监测”2015 年度报告的研究工作，并负责“21 世纪海上丝绸之路”港口城市部分的研究任务，正是得益于这一工作才有了本书。特别感谢多次研讨会上刘纪远研究员、刘慧研究员、张镱锂研究员、刘闯研究员、牛铮研究员、柳钦火研究员、何贤强研究员、高志海研究员、包安明研究员、葛岳静教授、白雁研究员、宫鹏教授、刘素红教授、干怀遂教授、廖小罕主任、李加洪总工程师、张松梅处长、乐蓉蓉研究员、俞乐副教授等所提出的建设性的意见和建议；感谢香宝研究员、牛振国研究员、师华定研究员评审专题报告并给出宝贵的意见和建议；感谢张瑞、欧阳晓莹、张景、吴俊君、王靓、郝鹏宇等在研究过程中所做的大量协调性工作和具体帮助；感谢王远东、刘静、王俊惠、魏辽生、王晓利、侯婉等在技术方案设计与讨论、基础数据下载与预处理等方面所做的工作和贡献；感谢李晓炜、方晓东帮助校对稿件和提出修改建议。

感谢科学技术部“全球空间遥感信息报送和年度报告”专项、国家自然科学基金项目（No. 31461143032）、中国科学院战略性先导科技专项“热带西太平洋海洋系统物质能量交换及其影响”（No. XDA11020305）和“应对气候变化的碳收支认证及相关问题”（No. XDA05130703）等所提供的资金支持。

由于时间仓促、难以进行港口城市实地考察和调研等原因，本书一定存在不少的问题与不足，在此欢迎广大读者批评指正，并希望能引起进一步的研究和讨论。

最后，请允许我代表研究团队向所有为本书做出贡献和提供帮助的朋友和同仁一并表示衷心的感谢！

侯西勇

2016年9月11日

目 录

丛书出版说明

前言

引言.....1

第 1 章 重点港口城市生态环境遥感监测方法.....2

1.1 评估对象..... 2

1.2 评估目标..... 4

1.3 主要的数据库..... 4

1.4 土地覆盖分类方法..... 6

1.5 岸线提取与分类方法..... 6

第 2 章 重点港口城市生态环境现状特征分析.....8

2.1 东亚..... 8

2.1.1 上海港..... 8

2.1.2 釜山港.....14

2.2 东南亚.....20

2.2.1 曼谷港.....20

2.2.2 关丹港.....25

2.2.3 新加坡港.....30

2.2.4 雅加达港.....37

2.2.5 皎漂港.....42

2.3 南亚.....47

2.3.1 瓜达尔港.....47

2.3.2 孟买港.....53

2.3.3 科伦坡港.....58

- 2.3.4 加尔各答港63
 - 2.3.5 吉大港69
- 2.4 西亚75
 - 2.4.1 吉达港75
 - 2.4.2 多哈港81
 - 2.4.3 阿巴斯港86
 - 2.4.4 迪拜港91
- 2.5 非洲与地中海97
 - 2.5.1 苏丹港97
 - 2.5.2 吉布提港 103
 - 2.5.3 亚历山大港 107
 - 2.5.4 伊斯坦布尔港 113
 - 2.5.5 比雷埃夫斯港 119
- 2.6 欧洲与俄罗斯 124
 - 2.6.1 里斯本港 124
 - 2.6.2 圣彼得堡港 130
- 2.7 大洋洲 136
 - 2.7.1 悉尼港 136
 - 2.7.2 达尔文港 141
- 2.8 小结 146
 - 2.8.1 东亚 147
 - 2.8.2 东南亚 147
 - 2.8.3 南亚 148
 - 2.8.4 西亚 148
 - 2.8.5 非洲与地中海 149
 - 2.8.6 欧洲与俄罗斯 149
 - 2.8.7 大洋洲 150

第 3 章 重点港口城市综合特征与限制因子分析.....151

- 3.1 港口单要素特征 151
 - 3.1.1 港口区位特征 151
 - 3.1.2 港口资源条件特征 153

3.1.3 港口货运现状特征 154

3.1.4 港口城市发展特征 154

3.1.5 港口所在宏观区域经济与社会特征 155

3.2 港口综合特征 156

3.2.1 综合指数计算 156

3.2.2 综合特征分析 156

3.3 港口限制因子 157

参考文献.....159

引 言

2013 年 9 月和 10 月，国家主席习近平在出访中亚和东南亚国家期间，先后提出了共建“丝绸之路经济带”和“21 世纪海上丝绸之路”的倡议。2015 年 3 月 28 日，国家发展和改革委员会、外交部、商务部联合发布《推动共建丝绸之路经济带和 21 世纪海上丝绸之路的愿景与行动》（简称“愿景与行动”），正式提出了“一带一路”倡议，自此，“一带一路”倡议有了纲领性文件，并开始得到全面推进和实施。“一带一路”陆域和海域空间范围广阔，东西贯穿亚欧大陆，联系了西太平洋、印度洋、地中海、大西洋东部等区域，分别从陆地和海洋将亚太经济圈与欧洲经济圈紧密地联系在一起，未来时期，将在经济发展、民生改善、危机应对等方面发挥出巨大的作用，为构建沿线国家利益共同体、命运共同体和责任共同体提供强大的助力。

港口是“一带一路”基础设施建设的重头戏，将成为昔日海上丝绸之路传承和推进的重要突破点，在《推动共建丝绸之路经济带和 21 世纪海上丝绸之路的愿景与行动》中已经明确指出，在我国沿海和港澳台地区，加强上海、天津、宁波—舟山、广州、深圳、湛江、汕头、青岛、烟台、大连、福州、厦门、泉州、海口、三亚等沿海城市港口建设，强化上海、广州等国际枢纽机场功能，以扩大开放倒逼深层次改革，创新开放型经济体制机制，加大科技创新力度，形成参与和引领国际合作竞争新优势，成为“一带一路”特别是“21 世纪海上丝绸之路”建设的排头兵和主力军。

“21 世纪海上丝绸之路”沿线国家和地区分布着大量的港口城市，其中不乏具有全球重要性的港口城市，如，上海、广州、香港、新加坡、雅加达、加尔各答、科伦坡、卡拉奇、亚丁、苏丹港、亚历山大、里斯本、阿姆斯特丹、伊斯坦布尔、符拉迪沃斯托克（海参崴）、圣彼得堡等。但目前对国外港口城市（尤其是新兴的港口城市以及当前形势下战略地位得到凸显的港口城市，例如，瓜达尔、关丹、吉大港等）的生态环境现状、经济社会发展特征和未来发展潜力等的介绍资料比较有限，且缺乏系统性和时效性。因此，针对“一带一路”发展倡议中的“21 世纪海上丝绸之路”，基于遥感技术，对主要的港口及其所在的城市进行生态环境遥感监测、分析和评估，这一工作具有非常突出的现实意义。

第 1 章 重点港口城市生态环境遥感监测方法

1.1 评估对象

世界贸易的主体是海洋贸易，国际商品运输总量中，85% 以上是通过海运完成的（陈月英和王永兴，2011）；海上运输的节点或终端是港口，港口在全球运输网络中起着至关重要的作用（陆琪，2011）；港口城市已经成为经济全球化的重要平台，而且，全球经济重心向港口城市转移的趋势越来越明显（陈航和栾维新，2010）。港口与城市空间联系与互动一直是国内外地理学、城市科学等不同学科研究的焦点问题（郭建科和韩增林，2010；潘坤友和曹有挥，2014）；随着港口和城市建设的不断发展，在生态环境和空间资源等方面，港口和城市之间将产生一定的冲突，从而影响港口的发展潜力以及港、城之间的协调与互动（汪玲等，2008；王成金，2008）。有鉴于此，本研究针对“一带一路”所涉及的陆海空间区域，从全球及区域海运经济活动中港口的区位重要性、港口发展现状与影响力、港口未来发展潜力及其与中国之间交流与合作的密切程度等角度出发，在不同的地理区域（海区）筛选出 25 个港口（表 1-1、图 1-1），进行港口及其所在城市生态环境遥感监测与评估以及港口城市发展潜力综合分析。

表 1-1 监测评估的港口城市

地理区域	港口城市	港口数量
东亚	上海、釜山	2
东南亚	曼谷、关丹、新加坡、雅加达、皎漂	5
南亚	瓜达尔、孟买、科伦坡、加尔各答、吉大港	5
西亚（波斯湾、阿拉伯海、红海）	吉达、多哈、阿巴斯港、迪拜	4
东北非、地中海	苏丹港、吉布提、亚历山大、伊斯坦布尔、比雷埃夫斯	5
直布罗陀海峡—英吉利海峡—北海	里斯本	1
波罗的海	圣彼得堡	1
大洋洲	悉尼、达尔文	2

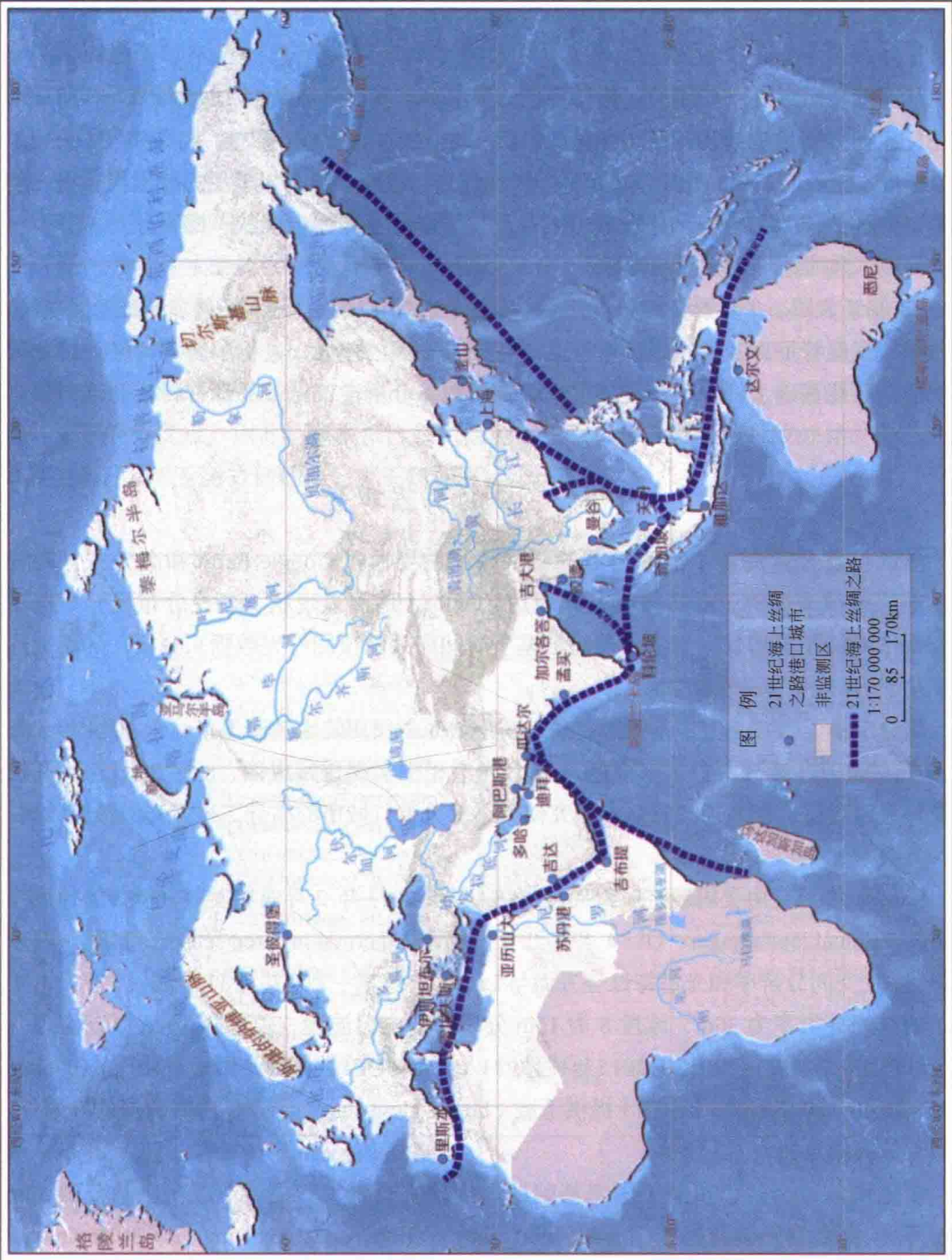


图1-1 “一带一路”沿线重要港口城市空间分布 (李加洪等, 2016)

1.2 评估目标

从遥感和 GIS 技术应用的优势与特色角度出发, 基于多源数据, 进行如下研究:

1) 港口城市生态环境现状特征遥感评估: 基于 Landsat 8 OLI 影像、高分二号 (GF-2) 卫星影像、Google Earth 图像和时间序列夜间灯光指数等多源、多类型遥感影像数据, 展示港口港区的位置与概貌, 分析港口城市及其周边的土地覆盖现状、岸线分布与分类、经济发展、陆海地形等方面的特征。

2) 基于多源、多要素资料和信息, 评价各个港口在区位、资源条件、港口发展现状、港口城市发展特征以及所在地理区域基本特征等方面的差异, 进行单要素特征评价和分级赋值, 在此基础上, 构建和计算港口综合指数, 分析港口城市的综合特征和港口限制因子。

1.3 主要的数据源

港区位置及其周边小范围区域的概貌特征主要通过 Google Earth 和高分二号高分分辨率遥感影像来反映; 港口城市及其周边区域的土地覆盖现状、岸线分布与分类选用 Landsat 8 OLI 卫星影像; 经济发展特征基于时间序列的夜间灯光数据来分析; 陆海地形特征基于 DEM 数据来分析。

高分二号 (GF-2) 卫星是我国目前分辨率最高的民用陆地观测卫星, 于 2014 年 8 月 19 日成功发射, 装载两台 1 米全色 /4 米多光谱相机实现拼幅成像, 8 月 21 日首次开机成像并下传数据 (潘腾, 2015)。本研究使用了部分港口城市的高分二号多光谱影像数据, 空间分辨率为 4m。

Landsat 8 卫星由美国航空航天局 (NASA) 于 2013 年 2 月成功发射, 携带陆地成像仪 (operational land imager, OLI) 和热红外传感器 (thermal infrared sensor, TIRS) 两个传感器, 在空间分辨率和光谱特性等方面与 Landsat7 基本一致, 共有 11 个波段, 波段 1-7、9-11 的空间分辨率为 30m, 波段 8 为 15m 分辨率的全色波段, 卫星每 16 天可以实现一次全球覆盖 (李旭文等, 2013)。2015 年成像的 Landsat 8 OLI 数据由美国地质勘探局 (United States Geological Survey, USGS) 提供下载 (<http://glovis.usgs.gov>), 所需数据的行列号、成像天数等信息如表 1-2 所示。

土地覆盖分类过程参照了国家基础地理信息中心研发和提供下载的全球范围 30m 分辨率地表覆盖分类数据 (GlobeLand30, <http://globallandcover.com/GLC30Download/index.aspx>)。该数据库以 2000 年和 2010 年两个基准年的陆地卫星 Landsat TM/ETM+ 为主, 中国环境减灾卫星 (HJ-1) 影像数据和局部地区的北京一号 (BJ-1) 影像数据为辅, 采

用基于像素分类－对象提取－知识检核的 POK 方法研制而成（陈军等，2014，2015）。

陆海地形特征分析选用英国海洋学数据中心（British Oceanographic Data Centre，http://www.bodc.ac.uk/data/online_delivery/gebco）的全球 30 弧秒分辨率 DEM 数据，于 2014 年发布和提供免费下载。该数据集成了经过严格质量控制的船测水深数据、卫星监测的重力场分布数据等，经过整合而形成 DEM 数据信息。

时间序列的夜间灯光数据是美国国防气象卫星计划（Defense Meteorological Satellite Program，DMSP）的线性扫描系统（operational linescan system，OLS）数据资料，数据来源于美国国家地理数据中心（<http://ngdc.noaa.gov/eog/dmsp/downloadV4composites.html>）。DMSP/OLS 夜间灯光数据主要包括稳定灯光数据、辐射标定夜间灯光强度数据、非辐射标定夜间灯光强度数据 3 种产品，具有对微弱灯光敏感、不受光线阴影影响、不受月光影响等优点，因此，该数据已经广泛应用于城市化强度及其时空分异、人类活动及其生态环境效应等方面的研究（王鹤饶等，2012）。

表 1-2 港口城市 Landsat 8 OLI 遥感影像数据源

港口城市	影像序列号	港口城市	影像序列号
上海	LC81180382015215LGN00 LC81180392015215LGN00	苏丹港	LC81710462015202LGN00 LC81710472015202LGN00
釜山	LC81140352015155LGN00 LC81140362015155LGN00 LC81150352015146LGN00 LC81150362015146LGN00	曼谷	LC81280512015141LGN00 LC81290502015308LGN00 LC81290512015308LGN00 LC81300502015075LGN00
迪拜	LC81590432015262LGN00 LC81600422015269LGN00 LC81600432015269LGN00 LC81610422015228LGN00	雅加达	LC81220642015243LGN00 LC81220652015227LGN00 LC81230642015266LGN00 LC81230652015218LGN00
亚历山大	LC81770382015244LGN00 LC81770392015244LGN00 LC81780382015267LGN00 LC81780392015267LGN00	圣彼得堡	LC81840182015229LGN00 LC81840192015229LGN00 LC81850182015236LGN00 LC81850192015236LGN00
加尔各答	LC81380442015323LGN00 LC81380452015323LGN00 LC81390442015298LGN00 LC81390452015298LGN00	阿巴斯港	LC81590412015262LGN00 LC81590422015262LGN00 LC81600412015269LGN00 LC81600422015269LGN00
吉达	LC81690442015268LGN00 LC81690452015268LGN00 LC81690462015268LGN00 LC81700452015259LGN00 LC81700462015259LGN00	伊斯坦布尔	LC81790312015194LGN00 LC81790322015210LGN00 LC81800312015249LGN00 LC81800322015249LGN00 LC81810312015240LGN00
里斯本	LC82040332015177LGN00	吉大港	LC81360442015309LGN00 LC81360452015293LGN00

续表

港口城市	影像序列号	港口城市	影像序列号
多哈	LC81620422015235LGN00	孟买	LC81470462015274LGN00
	LC81620432015235LGN00		LC81470472015290LGN00
	LC81630422015274LGN00		LC81480462015281LGN00
	LC81630432015258LGN00		LC81480472015281LGN00
新加坡	LC81250592015152LGN00	瓜达尔	LC81550432015266LGN00
悉尼	LC80890832015059LGN00	达尔文	LC81060682015131LGN00
	LC80890842015059LGN00		LC81060692015147LGN00
	LC80900832015338LGN00	关丹	LC81260572014060LGN00
	LC80900842015338LGN00		LC81260582015207LGN00
科伦坡	LC81410552015008LGN00	比雷埃夫斯	LC81820342015231LGN00
	LC81410562015056LGN00		LC81830332015190LGN00
	LC81420552015047LGN00		LC81830342015190LGN00
皎漂	LC81340472015327LGN00	吉布提	LC81660522015279LGN00

1.4 土地覆盖分类方法

采用如下标准规范和技术方法确定港口城市及其周边区域土地利用 / 覆盖分类的空间范围：①少数港口城市具有比较明确的行政区边界数据，因而直接以其行政辖区覆盖范围作为土地覆盖遥感监测和分析的对象，例如，上海港选择上海市的城市辖区，新加坡港选择整个新加坡的国土区域；②多数港口城市缺少明确的行政区边界数据，因此，首先基于 2015 年成像的 Landsat 8 OLI 数据，参考 2010 年全球 30m 分辨率土地覆盖分类数据库中的不透水面分类结果，勾绘出 2015 年的港口城市的连续不透水面边界；进而，根据港口城市连续不透水面的规模（面积）大小，进行不同半径的缓冲区分析；多数港口城市选择 50km 缓冲半径，以便充分展示港口最直接相关的陆域腹地的空间结构特征，少量港口城市由于面积比较小，则选取 20km 或 10km 作为缓冲半径，例如，吉大港、达尔文市选取 20km，瓜达尔、皎漂、吉布提则选取 10km。

遥感影像分类方法：在空间范围划定的基础上，利用 ENVI 5.2 软件和 2015 年成像的 Landsat 8 OLI 卫星影像，参照 2010 年时相的全球 30m 分辨率土地覆盖遥感分类结果（陈军等，2014，2015），按照相同的分类系统、制图标准和规范，选择相应的监督分类样本，利用基于支持向量机的监督分类方法对 25 个港口城市及其周边区域的土地覆盖进行遥感分类，分为农田、森林、灌丛、湿地、草地、水体、不透水层和裸地共 8 个类型。

1.5 岸线提取与分类方法

综合相关的研究成果（侯西勇等，2014，2016），根据岸线的开发利用情况将其划