




“十三五”国家重点出版物出版规划项目

中国生态环境演变与评估

# 环渤海沿海地区 生态环境评估



卫 伟 汪东川 陈利顶 等 著

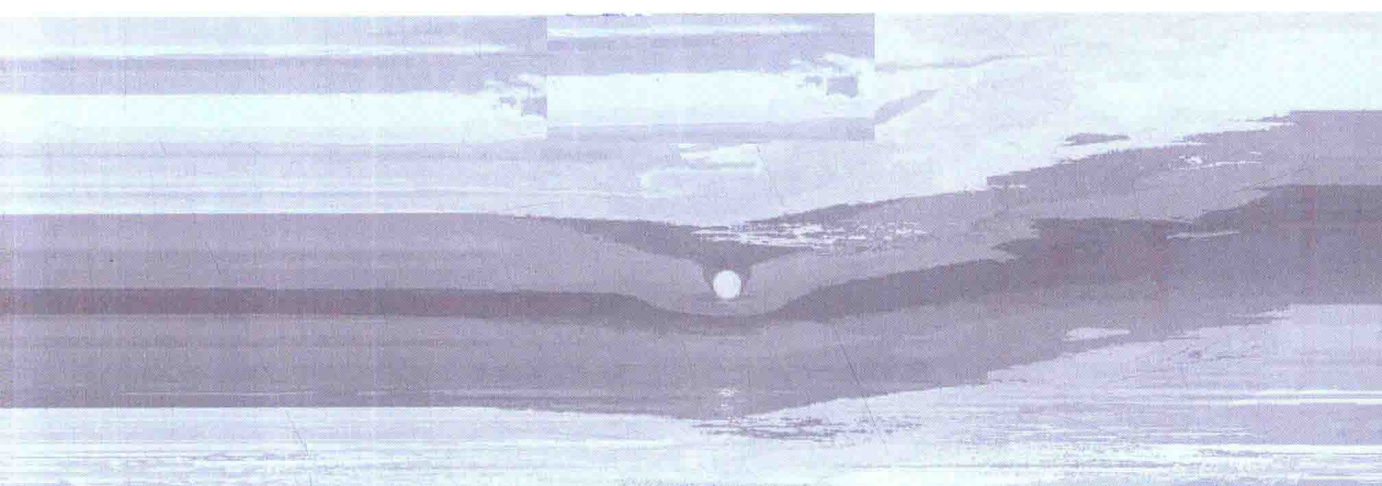
 科学出版社



“十三五”国家重点出版物出版规划项目

中国生态环境演变与评估

# 环渤海沿海地区 生态环境评估



卫 伟 汪东川 陈利顶 等 著



科学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书依托“全国生态环境十年变化遥感调查与评估”项目,基于遥感、地理信息系统、数理统计等基本手段,集成地面调查、统计年鉴和定位监测数据,系统阐述了社会经济高速发展和城市化不断加快背景下,环渤海沿海地区生态系统格局、资源开发强度、生态承载力、生态环境质量、生态环境胁迫的十年变化规律,从人口、土地、产业、围填海、交通运输等诸多方面分析了人类活动的动态足迹,并结合典型案例,在探讨区域土地利用政策和资源开发对生态用地流失和环境污染的影响基础上,提出生态保护的相关建议、对策及其实现途径。

本书可作为景观生态学、自然地理学、资源与环境科学领域的研究生和本科生参考用书,也适合该领域的专家学者和管理人员参阅。

### 图书在版编目(CIP)数据

环渤海沿海地区生态环境评估 / 卫伟等著. —北京: 科学出版社, 2017. 1

(中国生态环境演变与评估)

“十三五”国家重点出版物出版规划项目 国家出版基金项目

ISBN 978-7-03-050447-0

I. ①环… II. ①卫… III. ①环渤海经济圈—沿海—环境生态评价  
IV. ①X145②X826

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 264504 号

责任编辑: 李 敏 张 菊 杨逢渤 / 责任校对: 张凤琴  
责任印制: 肖 兴 / 封面设计: 黄华斌

**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>

**中国科学院印刷厂** 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2017 年 1 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2017 年 1 月第一次印刷 印张: 18 3/4

字数: 500 000

**定价: 176.00 元**

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

## 《中国生态环境演变与评估》编委会

主 编 欧阳志云 王 桥

成 员 (按汉语拼音排序)

邓红兵 董家华 傅伯杰 戈 峰

何国金 焦伟利 李 远 李伟峰

李叙勇 欧阳芳 欧阳志云 王 桥

王 维 王文杰 卫 伟 吴炳方

肖荣波 谢高地 严 岩 杨大勇

张全发 郑 华 周伟奇

# 《环渤海沿海地区生态环境评估》编委会

主 笔 卫 伟 汪东川 陈利顶

成 员 (按汉语拼音排序)

侯光辉 王 德 肖鲁湘

张 贞 张利辉



# 总 序

我国国土辽阔，地形复杂，生物多样性丰富，拥有森林、草地、湿地、荒漠、海洋、农田和城市等各类生态系统，为中华民族繁衍、华夏文明昌盛与传承提供了支撑。但长期的开发历史、巨大的人口压力和脆弱的生态环境条件，导致我国生态系统退化严重，生态服务功能下降，生态安全受到严重威胁。尤其 2000 年以来，我国经济与城镇化快速的发展、高强度的资源开发、严重的自然灾害等给生态环境带来前所未有的冲击：2010 年提前 10 年实现 GDP 比 2000 年翻两番的目标；实施了三峡工程、青藏铁路、南水北调等一大批大型建设工程；发生了南方冰雪冻害、汶川大地震、西南大旱、玉树地震、南方洪涝、松花江洪水、舟曲特大山洪泥石流等一系列重大自然灾害事件，对我国生态系统造成巨大的影响。同时，2000 年以来，我国生态保护与建设力度加大，规模巨大，先后启动了天然林保护、退耕还林还草、退田还湖等一系列生态保护与建设工程。进入 21 世纪以来，我国生态环境状况与趋势如何以及生态安全面临怎样的挑战，是建设生态文明与经济社会发展所迫切需要明确的重要科学问题。经国务院批准，环境保护部、中国科学院于 2012 年 1 月联合启动了“全国生态环境十年变化（2000—2010 年）调查评估”工作，旨在全面认识我国生态环境状况，揭示我国生态系统格局、生态系统质量、生态系统服务功能、生态环境问题及其变化趋势和原因，研究提出新时期我国生态环境保护的对策，为我国生态文明建设与生态保护工作提供系统、可靠的科学依据。简言之，就是“摸清家底，发现问题，找出原因，提出对策”。

“全国生态环境十年变化（2000—2010 年）调查评估”工作历时 3 年，经过 139 个单位、3000 余名专业科技人员的共同努力，取得了丰硕成果：建立了“天地一体化”生态系统调查技术体系，获取了高精度的全国生态系统类型数据；建立了基于遥感数据的生态系统分类体系，为全国和区域生态系统评估奠定了基础；构建了生态系统“格局-质量-功能-问题-胁迫”评估框架与技术体系，推动了我国区域生态系统评估工作；揭示了全国生态环境十年变化时空特征，为我国生态保护与建设提供了科学支撑。项目成果已应用于国家与地方生态文明建设规划、全国生态功能区划修编、重点生态功能区调整、国家生态保护红线框架规划，以及国家与地方生态保护、城市与区域发展规划和生态保护政策的制定，并为国家与各地区社会经济发展“十三五”规划、京津冀交通一体化发展生态保护

规划、京津冀协同发展生态环境保护规划等重要区域发展规划提供了重要技术支撑。此外，项目建立的多尺度大规模生态环境遥感调查技术体系等成果，直接推动了国家级和省级自然保护区人类活动监管、生物多样性保护优先区监管、全国生态资产核算、矿产资源开发监管、海岸带变化遥感监测等十余项新型遥感监测业务的发展，显著提升了我国生态环境保护管理决策的能力和水平。

《中国生态环境演变与评估》丛书系统地展示了“全国生态环境十年变化（2000—2010年）调查评估”的主要成果，包括：全国生态系统格局、生态系统服务功能、生态环境问题特征及其变化，以及长江、黄河、海河、辽河、珠江等重点流域，国家生态屏障区，典型城市群，五大经济区等主要区域的生态环境状况及变化评估。丛书的出版，将为全面认识国家和典型区域的生态环境现状及其变化趋势、推动我国生态文明建设提供科学支撑。

因丛书覆盖面广、涉及学科领域多，加上作者水平有限等原因，丛书中可能存在许多不足和谬误，敬请读者批评指正。

《中国生态环境演变与评估》丛书编委会

2016年9月

# 前 言

以城市化为核心代表的全球变化及其区域响应是当前国际研究的热点。据联合国预测，2030 年全球城市人口将突破 50 亿，从而使得 2/3 的世界人口居住在都市，且其增长源头主要集中在发展中国家。城市化进程在带动区域社会经济发展的同时，难以避免会对土地资源、产业结构和资源环境带来持续干扰和影响，处理不好必将严重损害区域生态安全和人类福祉的可持续性。以我国为例，高速发展的经济水平和快速增加的城市人口对资源环境提出了更高的要求，而长期粗放、掠夺式的发展模式已使生境不堪重负，严重损害土壤、大气、水和生态系统的健康安全，而相关保护工作亟待加强，任重道远。系统评估区域生态环境变化趋势，摸清家底、找出问题，是开展针对性保护的关键一环。

环渤海沿海地区，地处我国北方核心地带，也是未来华北地区城市建设和经济发展的重点开发区。其突出特点是工业发达、生态负荷严峻、人地矛盾突出，已成为区域可持续发展的瓶颈和短板。而生态安全对于社会经济的长期稳定健康发展和城乡居民福祉具有重要支撑作用，也是确保我国未来生态环境质量总体趋好的关键。因此，进一步加强重点区域生态退化特点及其与人类活动关系研究，剖析生态保护中存在的突出问题并给予对策指导，对于促进区域人地关系和谐、产业有序开发和资源环境协调发展、持续增进人类健康福祉都有重要的科学价值和现实意义。

在此背景下，本书依托“全国生态环境十年变化遥感调查与评估”项目资助，基于遥感、地理信息系统、数理统计分析等基本手段，结合地面调查、统计年鉴和定位监测数据分析，经多位同仁团结协作编写而成。本书系统揭示了 2000~2010 年环渤海沿海重点地区生态系统格局、资源开发强度、生态承载力、生态环境质量、生态环境胁迫等方面的十年变化规律，在探讨区域土地利用政策、产业发展和资源开发对生态环境影响的基础上，提出生态保护的相关建议、对策及其实现途径。

全书共有十一章内容。第 1 章主要介绍了研究区的自然地理和社会经济概况，并重点阐述了该地区所处的战略地位及其重要研究价值（由卫伟和汪东川撰写）；第 2 章在科学划分生态系统类型的基础上，定量评估了该地区生态系统格局的时空演变特征和趋势（由汪东川和卫伟撰写）；第 3 章探讨了社会经济高速发展和城市化背景下，生态环境质量的变化特征（主要由王德和汪东川撰写）；第 4 章从产业、土地、经济、围填海、交通运输



等多个角度分析了人类活动强度及其动态变化特征（由汪东川和张利辉撰写）；第5章定量评估了区域生态承载力时空变异特征及其动态轨迹（由卫伟和肖鲁湘撰写）；第6章基于人口密度、大气、水、固体废弃物等污染特征刻画了区域生态环境的胁迫效应及其变化过程（由汪东川和陈文刚撰写）；第7章深入探讨了区域资源开发与产业发展对生态用地流失和环境污染的影响（由肖鲁湘、陈文刚和桑梦琴撰写）；第8章至第10章是典型区域的案例分析（由侯光辉、张贞、卫伟和汪东川撰写）；第11章由卫伟和汪东川撰写。部分研究生参与了本书的前期工作和书稿章节撰写。全书由卫伟、汪东川和陈利顶统稿，书稿框架设计与内容审核由陈利顶研究员完成。

我们希望本书可以抛砖引玉，暨以进一步推动并深化我国城市化建设过程中的生态保护相关研究。本书的出版可为从事城市规划、景观生态、自然地理、生态保育和环境保护的教学与科技工作者提供参考，也可为相关地区国土、林业和环境保护部门的管理者和决策者提供参考。但限于作者水平和时间，本书难免有不足和缺憾之处，敬请读者批评赐教。



2016年北京

# 目 录

总序

前言

第 1 章 环渤海沿海地区概况 .....	1
1.1 自然环境概况 .....	1
1.2 社会经济与人类活动 .....	5
1.3 存在的生态环境问题 .....	8
第 2 章 环渤海沿海地区生态系统评估 .....	10
2.1 数据处理与分析 .....	10
2.2 生态系统分类与制图 .....	15
2.3 生态系统类型及分布特征 .....	18
2.4 生态系统类型转换特征 .....	24
2.5 生态系统动态变化轨迹分析 .....	29
第 3 章 环渤海沿海地区生态环境质量评估 .....	53
3.1 基于遥感数据植被/地表信息提取 .....	53
3.2 地上生物量 .....	54
3.3 植被覆盖度 .....	60
3.4 叶面积指数 .....	67
3.5 植被指数 .....	75
3.6 净初级生产力 .....	82
3.7 湿地退化 .....	89
3.8 地表水环境 .....	92
3.9 海洋水环境 .....	94
3.10 空气环境 .....	100
第 4 章 环渤海沿海地区人类开发活动分析 .....	103
4.1 产业开发活动分析 .....	103
4.2 土地开发强度变化 .....	106
4.3 经济开发活动分析 .....	112

4.4	围填海分析 .....	116
4.5	城市化过程分析 .....	119
4.6	交通运输分析 .....	127
4.7	人类活动综合开发强度分析 .....	129
<b>第5章</b>	<b>环渤海沿海地区生态承载力评估 .....</b>	<b>138</b>
5.1	生态承载力研究方法 .....	138
5.2	产量因子与均衡因子调整 .....	141
5.3	环渤海沿海地区生态承载力变化评估 .....	145
5.4	生态承载力时空分异特征 .....	147
<b>第6章</b>	<b>环渤海沿海地区生态环境胁迫效应评估 .....</b>	<b>152</b>
6.1	人口密度 .....	152
6.2	化肥使用强度 .....	155
6.3	大气污染 .....	158
6.4	水污染 .....	164
6.5	固体废弃物污染 .....	171
6.6	生态环境胁迫时空变化特征 .....	173
<b>第7章</b>	<b>区域生态环境对资源开发与产业发展的响应 .....</b>	<b>179</b>
7.1	产业开发与生态用地流失 .....	179
7.2	产业开发与污染物排放 .....	180
7.3	产业开发与生态承载力变化 .....	184
7.4	产业开发与生态环境胁迫的关系 .....	187
7.5	产业开发与城镇扩展 .....	193
7.6	产业开发与经济活动强度 .....	196
<b>第8章</b>	<b>典型地区土地利用格局动态变化监测与情景模拟 .....</b>	<b>197</b>
8.1	研究区概括 .....	197
8.2	研究方法 .....	199
8.3	基于轨迹分析方法的土地利用变化轨迹实现 .....	212
8.4	基于元胞-马尔科夫模型的土地利用发展趋势预测 .....	215
8.5	基于 Agent Analyst 的土地利用变化智能体模拟 .....	219
<b>第9章</b>	<b>典型地区海岸线变化及其与经济发展关系研究 .....</b>	<b>227</b>
9.1	引言 .....	227
9.2	研究内容与方法 .....	229
9.3	结果与分析 .....	234

第 10 章 典型地区城镇化进程中农地非农化演变特征分析 .....	241
10.1 研究区概况 .....	241
10.2 研究方法 .....	244
10.3 天津市耕地数量变化影响因素分析 .....	245
10.4 典型城乡结合部农地非农化特征监测 .....	253
10.5 典型城乡结合部景观格局变化及其驱动力分析 .....	263
第 11 章 环渤海沿海地区生态保护对策 .....	269
11.1 生态环境评估结论 .....	269
11.2 生态保护问题 .....	271
11.3 生态保护对策 .....	272
参考文献 .....	274
索引 .....	285



# 第 1 章 | 环渤海沿海地区概况

本章重点介绍了环渤海沿海地区的自然环境概况、社会经济与人类活动以及该地区存在的突出生态环境问题。自然环境概况主要从区位、地形地貌、气候、水文、土地利用、资源优势等几个方面阐述；社会经济与人类活动从人口、经济、城市化、开发区建设、围填海等几个方面展开。通过综合分析，指出了研究区存在的突出生态环境问题，主要包括：海水入侵/土壤盐渍化，湿地退化，水体污染/富营养化，海洋环境污染加剧，近岸海域渔业资源衰竭以及围填海工程加剧所导致的自然海岸带锐减六大突出问题。

## 1.1 自然环境概况

### 1.1.1 区位优势

渤海深入华北平原，状如豆荚，是我国唯一的半封闭型内海（崔正国，2008），毗邻我国大陆边缘面向太平洋的四大海域之一。它三面与大陆相邻，被辽东半岛、山东半岛和华北大平原“C”字形所环抱，是我国东北地区、华北地区、西北和华东部分地区的主要出海口。渤海通过渤海海峡与黄海相通，海峡口宽 59 海里<sup>①</sup>，是京津地区的海上门户，地势极为险要。东北三省及内蒙古东四盟的农牧产品和石油等，西北地区的煤炭和皮毛等，华北地区的石油、轻纺产品等，甚至青海、新疆等地的货物都要经过渤海海峡运往世界各地（王慧，2013）。

鉴于渤海本身的属性及其区域位置的极端重要性，早在党的“十四大”，就已提出要加快环渤海沿海地区的开发和开放的战略部署，并将该地区列为全国开发开放的一个重点区域，从而正式确立了“环渤海沿海经济区”的概念，并对其进行了单独的区域规划。区域间经济合作的加强，横向联合，优势互补为环渤海沿海地区开拓了广阔的发展空间。环渤海地区国民经济都取得了较快发展，特别是环渤海沿海地区，如今已成为中国北方经济发展的“引擎”，被经济学家誉为继珠江三角洲、长江三角洲之后的中国经济第三个“增长极”（曲明哲和邢军伟，2010；汪东川，2013；孙才志等，2014；赵东霞等，2015）。进入 21 世纪以来，特别是在 2014 年，京津冀协同发展战略上升为国家战略，逐步实现京津冀优势互补、促进环渤海经济区发展，将环渤海沿海地区的重要性更加突出地显示出来。

<sup>①</sup> 1 海里=1.852km，下同。

本文以“环渤海沿海地区”为核心研究区，整个地区中仍以第二产业为主，其中重工业比例较大，包括冶金、石化、能源、装备等产业。由于经济发展所依托的特定工业布局，在经济迅速增长的同时，环渤海沿海地区生态资源环境压力更趋增大，生态环境保护尤为重要，其生态环境的好坏直接影响我国北方大部分地区未来生态安全总体水平，决定区域环境质量演变趋势。

与此同时，环渤海沿海地区港口众多，是我国最为密集的港口群。环渤海沿海地区处于东北亚经济圈的中心地带。向南，它联系着长江三角洲、珠江三角洲、港澳台地区和东南亚各国；向东，它沟通韩国和日本；向北，它联结着蒙古国和俄罗斯远东地区。作为中国交通网络最为密集的区域之一，该地区是我国海运、公路、铁路、航空以及通信网络的枢纽地带，形成了以港口为中心、陆海空为一体的立体交通网络，成为沟通东北、西北和华北经济和进入国际市场的重要集散地。这种独特的地缘优势，为环渤海沿海地区经济的快速发展、开展国内外多领域的合作交流提供了有利的环境条件，同时也正是由于该地区人口稠密、交流频繁，经济活动活跃，其生态环境质量是否能得到保障极为重要和敏感。

本文主要立足于该地区生态环境最敏感的区域——环渤海沿海各个地级市辖区，主要包括大连、营口、盘锦、锦州、葫芦岛、秦皇岛、唐山、天津滨海新区、沧州、滨州、东营、潍坊和烟台等三省一市的大部分地区。主要位于北纬  $35^{\circ}42'$  ~  $42^{\circ}08'$ 、东经  $115^{\circ}41'$  ~  $123^{\circ}32'$  (图 1-1)。

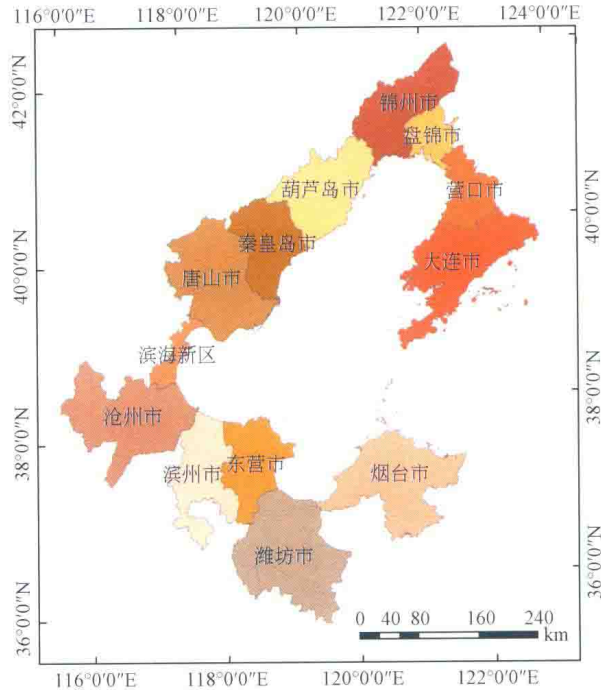


图 1-1 环渤海沿海地区位置图

## 1.1.2 地形地貌

研究区总面积约 12.9 万  $\text{km}^2$ ，海岸线长 2600 多千米，位于我国北方地区辽河、黄河和海河流域的下游，海岸地貌突显，包括东北地区、华北地区以及华东地区，涉及京津冀大都市连绵区、辽中南城镇群、山东半岛城镇群的核心区域，既是人口和产业的高度密集区，也是基础性、战略性产业的主要分布区。

研究区整体上地势平缓，坡度较小，这里拥有黄河口和辽河口两大河口湿地、大面积的沿海滩涂。研究区多为海蚀平原，海岸地貌有基岩海岸、砂质海岸、淤泥质海岸。由北向南、由西向东表现出明显的阶梯状降低的地貌特征。自然植被稀少，多为次生林；区域内地带性土壤以棕壤和褐土为主，暗棕壤只在辽宁有少量分布，此外还有水稻土、潮土、风沙土、盐土、草甸土和沼泽土等非地带性土壤分布。土壤母质以冲积物和洪积物为主（吕真真等，2014）。研究区正处在中生代古老地台活化地区，位于冀中、黄骅、济阳三拗陷边缘，经历了各个地质时期的构造运动和地貌演变，形成湖盆，并在其上覆有 1~7km 巨厚松散沉积层。因此，研究区几乎全为第三纪沉积物，形成典型的粉砂淤泥质海岸。又因几经海水进退作用，使海湾西岸遗存有沿岸泥炭层和三条贝壳堤（天津贝壳堤）。海底沉积物均来自河流挟带的大量泥沙，经水动力的分选作用，呈不规则的带状和斑块状分布。一般来说，沿岸粒度较粗，多粉砂和黏土粉砂，东北部沿岸多砂质粉砂；海湾中部粒度较细，多黏土软泥和粉砂质软泥。

## 1.1.3 气候

由于渤海半封闭的内陆浅海特征，环渤海沿岸地区气候变化特征与我国其他沿海地区有较大差异。在全球气候变化的背景下，研究区出现了气温升高、降水减少的气候暖干化趋势（李琰等，2016）。研究区位于中纬度亚欧大陆东岸，且地处北温带，主要受季风环流的支配，是东亚季风盛行的地区，属温带—暖温带、湿润—半湿润大陆性季风性气候（钞锦龙，2011；彭飞和韩增林，2013）。主要气候特征是四季分明，雨热同期，作物生长期长，春季多风，干旱少雨；夏季炎热，雨水集中；秋季气爽，冷暖适中；冬季寒冷并干燥少雪（王慧，2013）。东部辽东半岛和山东半岛丘陵分布较多，对夏季风有一定的阻挡作用，受西伯利亚高压影响，西北方向风力较大，且西北地区荒漠化严重，导致该区域春季沙尘严重，易遭受沙尘暴袭击。年平均温度 10~13 $^{\circ}\text{C}$ ，最冷时 1 月，最热时多在 7 月、8 月，年极端最高温度 34~44 $^{\circ}\text{C}$ ，年极端最低温度为 -29~-13 $^{\circ}\text{C}$ （吕真真等，2014）。年日照时数达 2500~2900h，年辐射总量 5000~5800 $\text{MJ}/\text{m}^2$ 。平均年降水量 560~916mm，丰枯年降水量相差 3~5 倍，降水量主要集中在 6~9 月，占全年降水量的 60%~75%，1 月和 12 月降水量最少。风速等值线与海岸线平行且密集，大陆岸线年平均风速为 4~5 $\text{m}/\text{s}$ ，成山头一带较大，为 6.7 $\text{m}/\text{s}$ ，海岛风速为 6~7 $\text{m}/\text{s}$ （王慧，2013）。

### 1.1.4 水文

渤海沿岸河流含沙量大, 滩涂广阔, 淤积严重, 流入海湾的主要河流有黄河、海河、蓟运河和滦河。大气降水和季节性冰雪融水为主要水源, 汛期较短, 有夏汛和春汛, 结冰期长, 含沙量较大(黄河), 水量不大, 冬季有凌汛(如黄河下游), 径流季节变化大。

因为受到气温的影响, 渤海海水表层温度的温带型季节变化特征非常典型, 水温变化具有周期性, 空间分布较均匀(崔毅等, 1996; 周诗贲等, 1997; 刘哲等, 2003)。以1月最低, 略低于 $0^{\circ}\text{C}$ ; 夏季沿岸水温最高出现在8月, 约为 $28^{\circ}\text{C}$ , 水温年变差在 $28^{\circ}\text{C}$ 左右。冬季常结冰, 冰期为3~4个月。在空间分布上, 冬季辽东湾海区海水温度最低, 海峡附近和中部海区相对较高, 沿岸水温比外海低; 垂直分布上, 表层、底层水温分布基本一致。由于受到全球气候变暖的影响, 自20世纪50年代末, 渤海海水表层温度呈逐渐上升趋势, 平均每年上升温度可达 $0.015^{\circ}\text{C}$ , 到目前为止, 温度升高了约 $0.66^{\circ}\text{C}$ (方国洪等, 2002; 刘哲等, 2003)。

渤海表层海水盐度表现出一定的季节性变化, 其中春季一般为 $30.85\text{‰}$ 左右, 夏季一般为 $30.00\text{‰}$ 左右, 相对下降, 秋季略有上升, 一般为 $30.42\text{‰}$ 左右, 冬季继续上升, 处于全年最高值(崔毅等, 1996; 刘哲等, 2003; 吴德星等, 2004, 2005)。自20世纪50年代末, 渤海表层海水盐度总体呈明显上升趋势。40多年来, 渤海表层盐度年变化率为 $0.057\text{‰}$ , 渤海盐度平均升高 $2.5\text{‰}$ 左右。特别是自80年代初, 黄河年径流量整体上表现出减小趋势, 主要是由于黄河断流期整体上呈不断加长趋势等原因, 导致黄河口附近水域盐度升高更大, 合计平均升高 $10\text{‰}$ 左右(吴德星等, 2004)。

渤海潮汐以不正规半日潮为主。大部分水域潮差为2~3m, 对于渤海沿岸水域, 平均潮差秦皇岛市沿岸附近不到2m, 为最小; 处于辽东湾顶的营口市沿岸水域潮差可达5.4m, 为最大; 渤海湾顶的天津滨海新区沿岸水域潮差可达5.1m。辽东湾、渤海湾和莱州湾的大部分地区潮流基本为正规半日潮流; 渤海中部为不正规半日潮流。渤海潮流大部分呈扁长椭圆形, 在辽东湾呈东北—西南向, 其余海域呈东西向。受地形影响, 潮流在渤海湾、辽东湾和莱州湾形成许多漩涡, 致使渤海潮波系统更为复杂(方国洪和杨景飞, 1985; 黄祖珂, 1991; 崔正国, 2008)。

### 1.1.5 土地利用

研究区各类土地利用所占的比例中农田最大, 其次是森林和城镇, 湿地占环渤海重点开发区面积的比例较小, 草地和其他未利用地合计占总面积的比例最小。已利用土地面积占84%以上, 土地开发利用的广度远高于全国平均水平, 后备土地资源匮乏, 潜力有限。由于研究区各种土地利用类型的变化在不同地区空间分布差异明显, 天津、河北部分地区、山东部分地区以耕地转化为建设用地这一变化分布最广, 而辽宁部分地区则耕地转化为林地的变化分布最广。同一土地利用变化类型在不同地区的空间分布状况也不尽相同,



如唐山、天津的耕地到城乡居住建设用地变化的分布类型明显不同。

作为中国经济发展的三大增长极之一，环渤海沿海地区工业化、城镇化快速推进过程中，土地利用变化迅速且变化量巨大，耕地面积持续减少、建设用地面积逐年扩张，区域土地利用发生了显著变化（王国刚等，2013）。尽管国家规定建设占用多少农田，各地人民政府就应补充划入多少数量和质量相当的农田，但事实上，从整个区域来看，农用地的流失和建设用地的增加是呈负相关的，耕地属于受人类影响最为剧烈的地类，在环渤海沿海城市开发建设过程中，大量耕地被用于工业建设使得耕地流失严重，而建设用地面积大量增加（郭丽英等，2009；王国刚等，2013；孙才志等，2014；吴莉等，2014）。在国家“十一五”、“十二五”战略发展阶段内，研究区土地利用变化速度较快，林地、草地面积略有增加，变化较大的为水域、未利用地、城乡居民点及工矿用地。城乡居民点及工矿用地所占比例增大，年变化率高于全国平均水平。这也说明环渤海沿海地区作为国家经济发展的战略要地，对国家发展起着非常重要的作用。同时，海域作为沿海地区的重要自然资源，其开发与利用与当地经济发展息息相关。唐山曹妃甸港口的建设、天津港建设等使得大部分海域转化为建设用地（李秀梅等，2013），为环渤海沿海地区经济发展起到极大促进作用。

### 1.1.6 资源优势

研究区水资源匮乏，总量平均仅占全国的5.5%，人均水资源量仅为全国水平的1/4，生态环境急需改善。但是研究区自然资源十分丰富，特别是能源和矿产资源在我国沿海地区十分丰富。而且这些资源分布较为集中，开发和投产相对容易，资源互补性很强。首先，研究区拥有大量的矿产资源、油气资源和煤炭资源等：研究区矿产资源十分丰富，矿产资源储量大且种类多；石油储量丰富，是石油蕴藏的富集地区，埋藏着丰富的油气资源；煤炭最丰富，探明储量在全国占较大比例。其次，研究区拥有丰富的海洋资源，渤海是我国最大的内海，素有“天然鱼池”之称，盛产多种鱼、虾、贝类水产品；除了上述各种生物资源外，海底还有石油、天然气、煤、铁、铜、硫和金等矿物，藏量也相当丰富。此外，还有极其丰富的海洋能源资源，包括潮汐能、波浪能、温差能、风能、潮流能等。但是长期形成的结构性矛盾和粗放型增长方式导致该地区能源对外依存度高、资源供给不充足。产业科技方面，环渤海沿海地区是中国最大的工业密集区，同时由于该地区科研院所和高等院校云集，科技人才优势与资源优势必将对国际资本产生强大的吸引力（杨劲和 杨艳娟，2015）。除此之外，研究区的旅游资源也相当丰富，自然景观和人文景观丰富多彩、特点突出，吸引众多国内外游客纷纷前来。

## 1.2 社会经济与人类活动

### 1.2.1 人口

研究区总人口有5500多万，人口密度非常大。从历年数据来看，研究区常住人口增