



“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

辽河流域生态系统评估



严岩 吴钢 许东 等 著

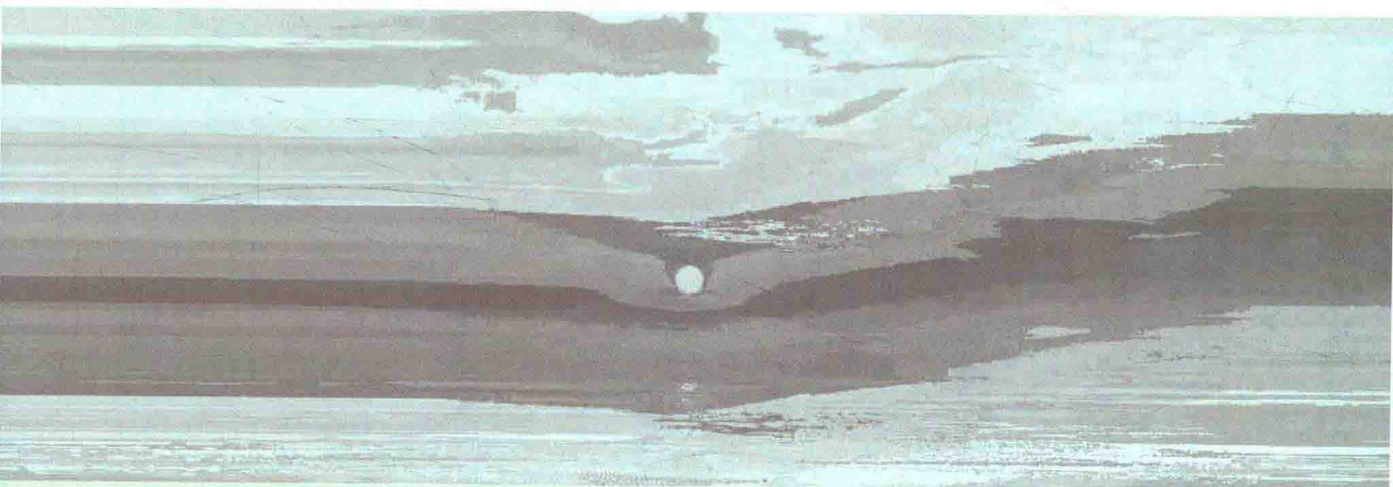
 科学出版社



“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

辽河流域生态系统评估



严岩 吴钢 许东 等 著



科学出版社
北京

内 容 简 介

本书以辽河流域生态系统状况及其变化为核心,系统研究了辽河流域2000~2010年生态系统类型、格局及变化,评估了生态系统服务及其变化,分析了流域水资源、水环境及变化,探讨了其与流域陆地生态系统之间的关系与调控对策,并对辽宁省大伙房水库及水源地生态环境变化进行了专题研究。

本书适合生态学、环境科学、水文学等专业的科研和教学人员阅读,也可作为流域生态系统管理和水文水资源管理人员提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

辽河流域生态系统评估/严岩等著. —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 978-7-03-050404-3

I. ①辽… II. ①严… III. ①辽河流域—区域生态环境—评估
IV. ①X321. 23

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第262875号

责任编辑:李 敏 张 菊 刘 超/责任校对:钟 洋

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:16 1/4

字数:413 000

定价:148.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈科印〉)

《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

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

在自然因素和人类活动共同作用和驱动下，地球生态系统不断演化。尤其工业革命以来的近 200 年间，随着人类活动的规模和强度急剧增大，人类活动成了生态系统变化的主导驱动因素。流域是人类社会经济聚集与活动的重要地理单元，人类活动通过改变流域内的河流形态、地表与地下水资源分配与水循环过程、土地利用与土地覆盖、污染物排放等，对流域生态系统产生复杂影响，驱动流域生态系统改变，进而又反过来影响人类社会经济的可持续发展。

辽河流域位于我国东北地区南部的半湿润、半干旱区域，是我国“七大流域”之一，也是我国重要的工业基地和商品粮基地。流域上游地处我国北方的农牧交错带，以畜牧业与农业为主，人口与经济密度相对较低；流域下游是中国著名的东北老工业基地，区域内人口稠密，经济活动强度高。当前，辽河流域草地退化和沙化、湿地退化、河流断流、地表水污染、水土流失与河道淤积、地下水水位下降等生态环境问题突出，严重威胁着流域生态安全和社会经济可持续发展。

为了系统揭示辽河流域生态系统的状况、变化和效应，为流域和区域生态环境保护及社会经济发展调控提供科学依据，环境保护部、中国科学院科技专项“全国生态环境十年变化（2000—2010 年）遥感调查与评估”中设置了“辽河流域生态环境十年变化调查与评估”课题，本书即是在该课题主要成果的基础上编写而成。

本书系统阐明了 2000—2010 年辽河流域系统类型、格局及其变化；评估了流域生态系统服务功能空间特征及其变化；明确了流域水资源、水环境、水文过程状况及变化特征；分析了流域陆地生态系统变化、社会经济发展与流域水资源、水环境之间的关系；并针对辽河流域内最重要的饮用水源地——大伙房水库，进行了专题评估；最后，提出了辽河流域生态环境管理与调控对策。

全书共分 7 章。第 1 章主要介绍辽河流域自然与社会经济概况和主要生态环境问题。第 2 章系统阐述了辽河流域生态系统类型、格局及其变化。第 3 章评价了辽河流域生态系统质量及其变化。第 4 章评估了辽河流域生态系统服务及其变化。第 5 章总结了辽河流域水资源与水环境现状、特征及变化趋势。第 6 章是大伙房水库及水源地生态环境变化、效应与安全保障对策专题研究。第 7 章是主要结论和辽河流域生态系统保护与管理对策及

建议。

本书写作分工如下：

第1章：严岩、赵春黎、吴钢；

第2章：严岩、张亚君、董仁才、于天舒；

第3章：张亚君、付晓、贾佳、严岩；

第4章：赵春黎、王辰星、段靖、严岩；

第5章：王辰星、唐明方、许东、吴宝宏、隋鑫；

第6章：许东、段靖、刘昕、梁玉静、刘兴双、张颖辉；

第7章：严岩、吴钢；

全书由严岩、吴钢统稿；许东、严岩校稿。

由于作者水平和时间的限制，书中难免有不足和疏漏之处，敬请读者不吝批评、赐教。

作 者

2015年3月于北京

目 录

总序	
前言	
第1章 辽河流域自然与社会经济概况	1
1.1 自然地理概况	1
1.2 社会经济概况	9
1.3 生态环境状况与问题	11
第2章 辽河流域生态系统类型、格局及其变化	14
2.1 生态系统类型构成及变化	14
2.2 生态系统格局及变化	27
2.3 子流域生态系统类型构成、格局及变化	30
2.4 岸边带生态系统类型构成、格局及变化	46
2.5 流域生态系统类型转换特征	56
第3章 辽河流域生态系统质量及其变化	59
3.1 生态系统质量评估指标与方法	59
3.2 流域总体生态系统质量及变化	62
3.3 不同生态系统类型的生态系统质量及变化	79
第4章 辽河流域生态系统服务及其变化	86
4.1 生态系统服务评价方法与模型	86
4.2 产品供给能力及其变化	104
4.3 固碳能力及其变化	109
4.4 水源涵养能力及其变化	114
4.5 土壤保持能力及其变化	119
第5章 辽河流域水资源与水环境	125
5.1 河流径流量及变化	125
5.2 径流含沙量、输沙量及变化	132
5.3 地下水及变化	137
5.4 污水与污染物排放及变化	141

5.5	水环境及其变化	177
5.6	陆地生态系统与水的关系	181
第 6 章	大伙房水库及水源地生态环境变化、效应与安全保障对策	188
6.1	大伙房水库概况及主要生态环境问题	188
6.2	水库水源地生态系统类型及其变化	191
6.3	水库水源地生态系统格局及其变化	208
6.4	水库水源地生态系统服务及其变化	210
6.5	河流与水库水资源、水环境	226
6.6	水库水源地陆地生态系统与水的关系	231
6.7	水库及水源地管理对策及建议	235
第 7 章	辽河流域生态系统保护与管理对策及建议	236
7.1	主要结论	236
7.2	对策与建议	240
参考文献		241
索引		247

第 1 章 | 辽河流域自然与社会经济概况

辽河流域位于我国东北地区南部，是我国七大流域之一。流域地跨河北、内蒙古、吉林、辽宁四个省（自治区）。流域水系主要包括辽河干流、浑河、大凌河、沿海小河等，辽河干流全长为 1390 km。辽河古称辽泽、辽水、句骊河、巨流河等。流域上游是我国北方的农牧交错带，下游是中国著名的东北老工业基地。辽河流域在国家生态安全、社会经济发展中具有非常重要的作用和地位。

1.1 自然地理概况

1.1.1 地理位置

辽河流域位于我国东北地区，北部与松花江流域相接，南部毗邻渤海湾。流域范围为 $116^{\circ}31'E \sim 128^{\circ}17'E$ 、 $38^{\circ}41'N \sim 45^{\circ}10'N$ ，流域面积为 $31.4 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

辽河流域地跨河北、内蒙古、吉林、辽宁四省（自治区）的 26 个地级市的 153 个县（市、区、旗）。其中，河北辖区内包括承德市和秦皇岛市的 7 个县区。内蒙古辖区内包括赤峰市、通辽市、锡林郭勒盟和兴安盟的 24 个县区；吉林省辖区内包括白城市、白山市、辽源市、四平市、松原市、通化市的 23 个县区；辽宁省辖区内包括沈阳市、鞍山市、本溪市、朝阳市、大连市、丹东市、抚顺市、阜新市、葫芦岛市、锦州市、辽阳市、盘锦市、铁岭市、营口市市的 99 个县区；流域地理位置、范围及行政区划如图 1-1 所示。

1.1.2 地形地貌

辽河流域总体上呈北高南低、东西高中部低的地势形态。西北部为大兴安岭山脉，属低山丘陵地貌，海拔为 500 ~ 1500m；中北部地区分布大片荒漠，主要为冲积平原、沙丘、丘陵山地等地貌类型，海拔为 100 ~ 700m；中南部为冲积平原，海拔在 200m 以下；东部地区主要是中、低起伏山地和滨海丘陵等地貌类型，海拔为 200 ~ 700m，多为林地。流域遥感影像与数字高程如图 1-2 和图 1-3 所示。

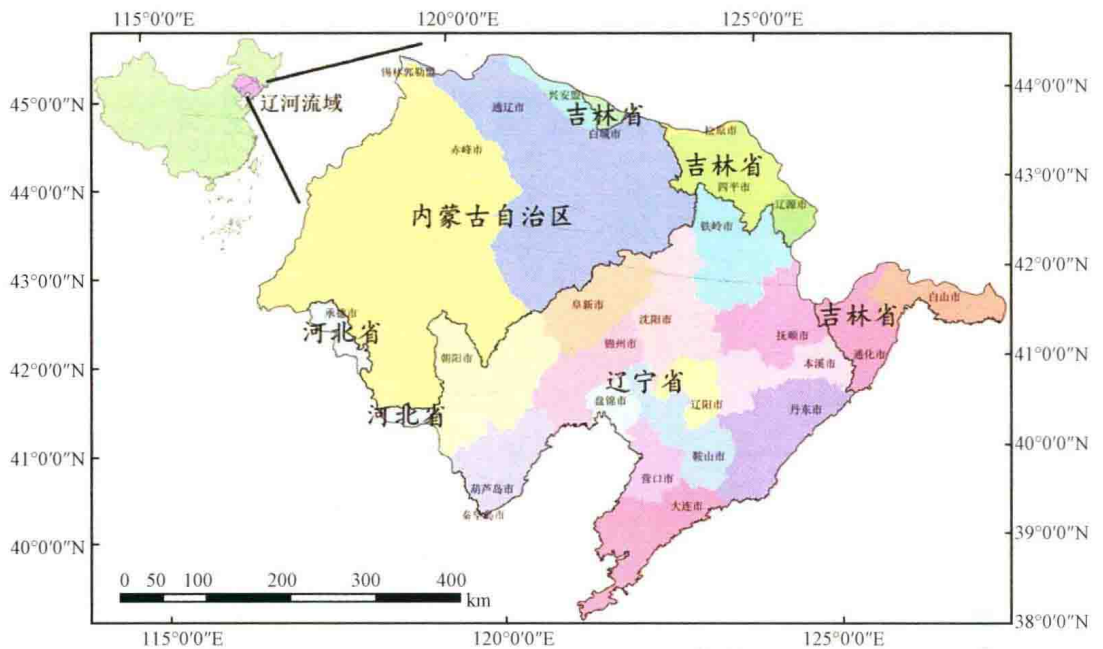


图 1-1 辽河流域地理位置、范围及行政区划

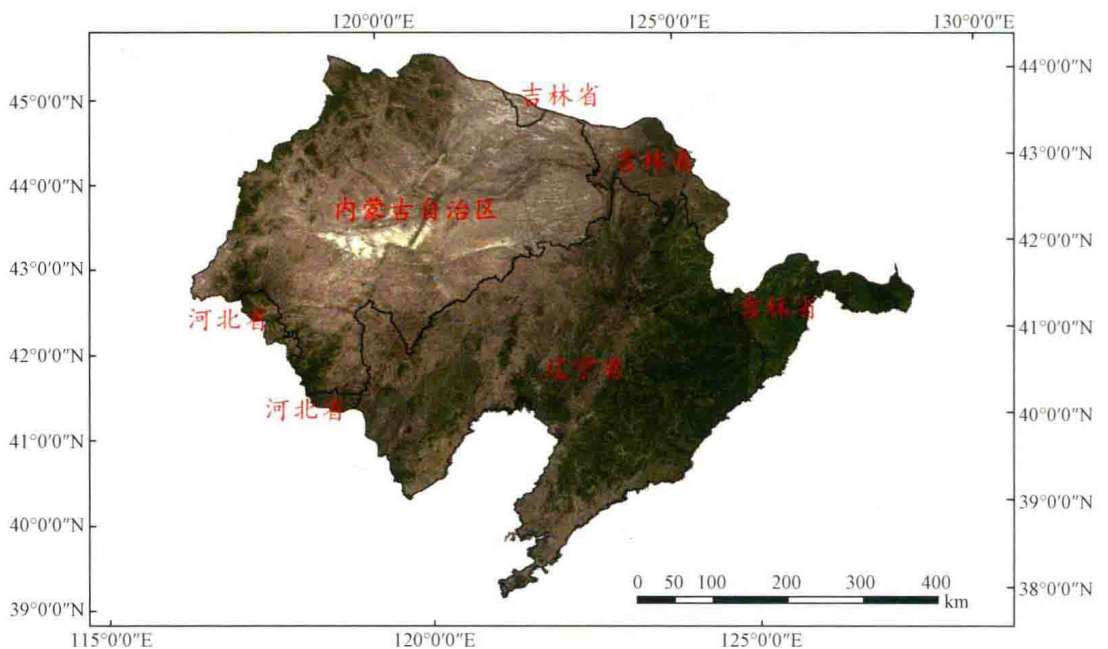


图 1-2 辽河流域卫星遥感影像

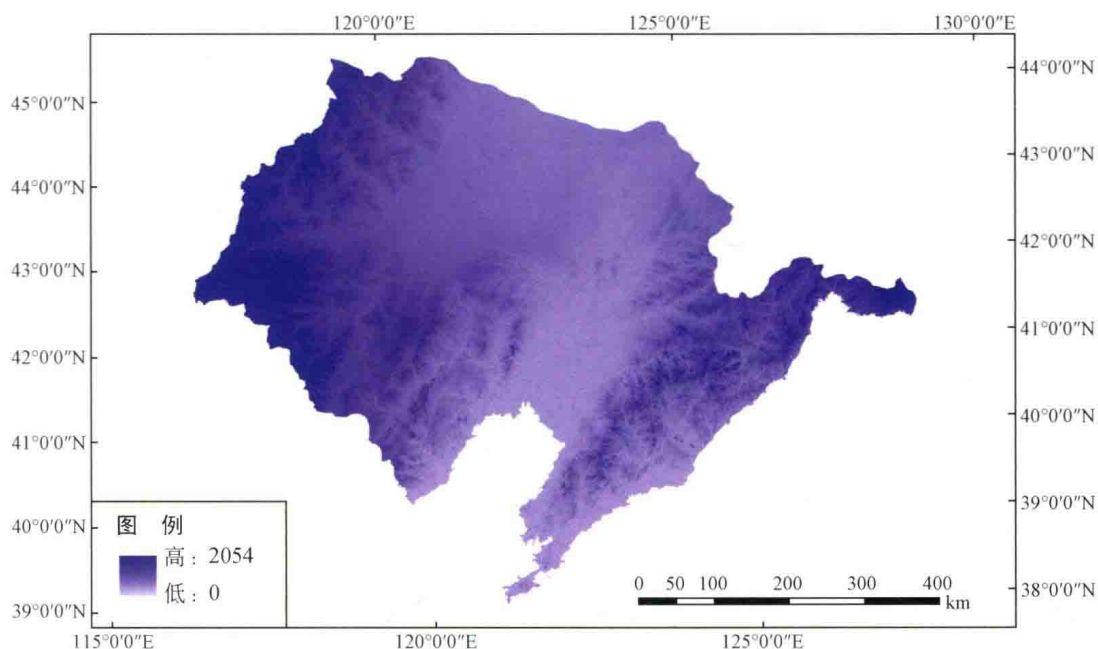


图 1-3 辽河流域数字高程

1.1.3 河流水系

辽河流域水系主要包括辽河干流、浑河、大凌河等主要河流及其支流，以及沿海小河等。辽河干流全长为 1390km，年均径流量为 126 亿 m^3 。辽河干流上游为老哈河，发源于河北省平泉县光头山，向东北流经赤峰、通辽，在吉林省双辽市阎家崴子与新开河交汇，而后东流到吉林省双辽境内折向南，于辽宁省福德店与东辽河汇合，向南流，于盘锦汇入渤海。

浑河全长为 415km，年均径流量为 30.52 亿 m^3 。浑河发源于抚顺市清原满族自治县（简称清原县）滚马岭，流经抚顺、沈阳等，在鞍山市海城与太子河汇合，向南流至营口市汇入渤海。

大凌河全长为 397km，年均径流量为 16.67 亿 m^3 。大凌河发源于辽宁省建昌县，向东北流经努鲁儿虎山，接纳老虎山河、牐中河等支流，到义县转向南流，在凌海市东南注入辽东湾。辽河流域水系分布如图 1-4 所示。

为了分析辽河流域生态系统状况与变化的格局特征，本书中将辽河流域划分为 6 个一级子流域、20 个二级子流域。一级子流域包括辽河上游流域（郑家屯以上）、辽河下游流域（不包括浑河、太子河）、浑河-太子河流域、绕阳河-大凌河流域、浑江流域、沿海诸河流域。一级子流域与二级子流域划分与范围如图 1-5 和图 1-6 所示。

1) 辽河上游流域：辽河干流郑家屯以上的流域范围，包含老哈河、西拉木伦河、新开河、西辽河共四个二级子流域，总面积约为 $13.2 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

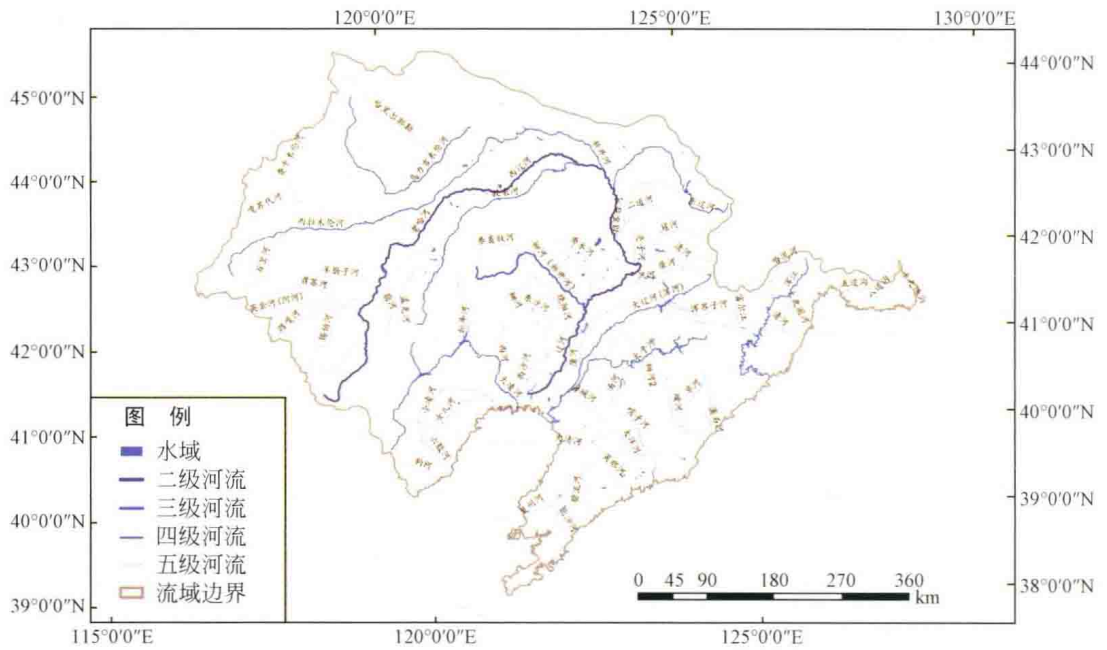


图 1-4 辽河流域水系

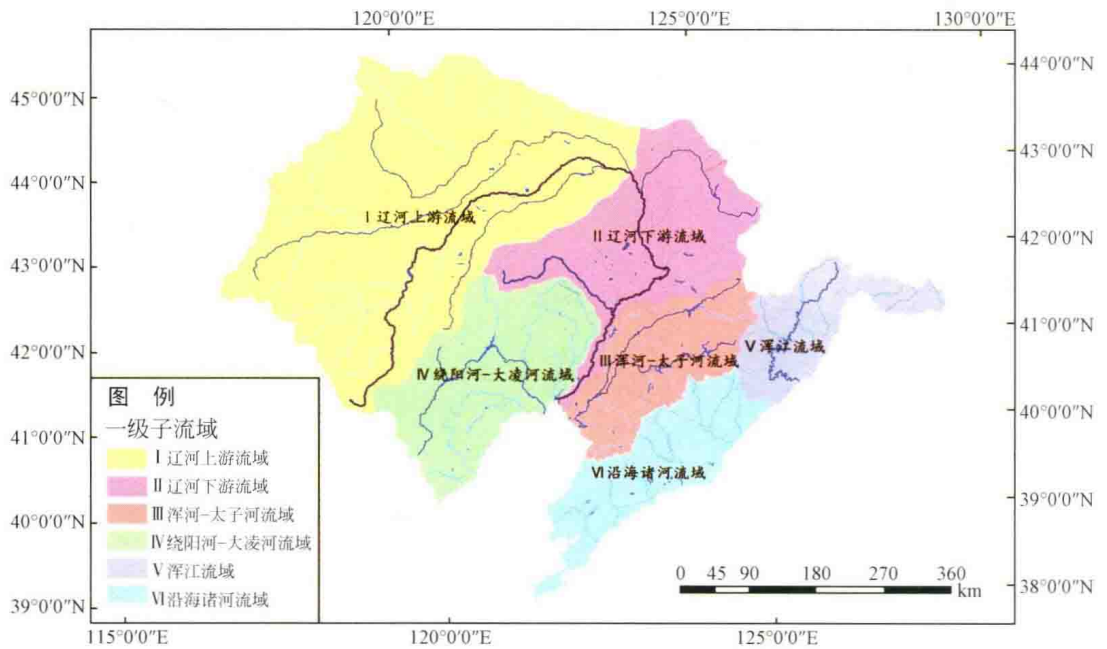


图 1-5 辽河流域一级子流域划分与范围

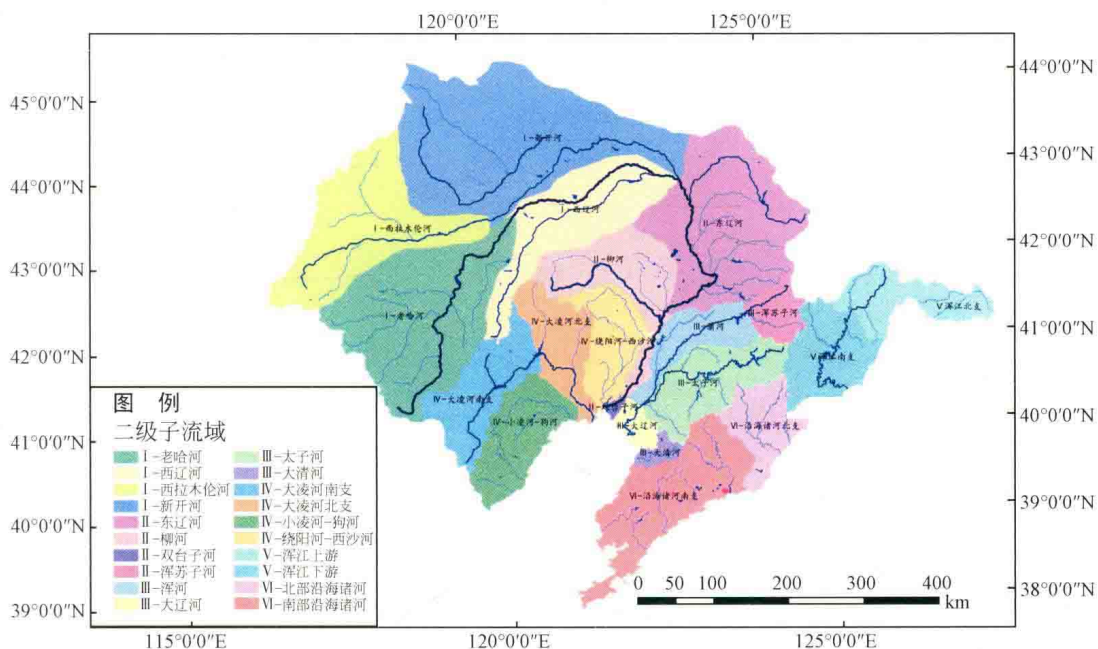


图 1-6 辽河流域二级子流域划分与范围

2) 辽河下游流域：辽河干流郑家屯以下的流域范围，包含东辽河、柳河、双台子河共三个二级子流域，总面积为 $5 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

3) 浑河-太子河流域：浑河、太子河及其交汇后（大辽河）的流域范围，包含浑苏子河、浑河、太子河、大辽河、大清河共五个二级子流域，总面积为 $3 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

4) 绕阳河-大凌河流域：指绕阳河、大凌河的流域范围，包含绕阳河、大凌河南支、大凌河北支、小凌河共四个二级子流域，总面积为 $4.6 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

5) 浑江流域：浑江的流域范围，包含浑江上游、浑江下游两个二级子流域，总面积为 $2.2 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

6) 沿海诸河流域：辽宁东南部独立入海的诸多河流的流域范围，包含北部沿海诸河、南部沿海诸河两个二级子流域，总面积为 $3 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

1.1.4 气候

辽河流域中部和东部地区属温带半湿润半干旱季风气候，西部地区属大陆性季风气候，流域整体气候特征为春季干燥多风沙，夏季炎热短促，秋季凉爽多雨，冬季寒冷而漫长。流域内干湿季节分明；日照充足，春秋日照时间长，夏季次之，冬季最短。

从中国地面气候资料日值数据集（V3.0）提取辽河流域内 47 个气象站的气压、气温、降水量、蒸散发量、相对湿度、风向风速、日照时数等观测数据，进行克吕格（Kriging）插值，分析各气候因子在流域内的分布特征与变化，其结果如下。

1) 气温：辽河流域年平均气温自南向北逐步降低，南部环渤海区域年均气温高于

8℃，西部辽河上游地区和东北部部分地区年均气温低于 5℃。年均气温分布如图 1-7 所示。

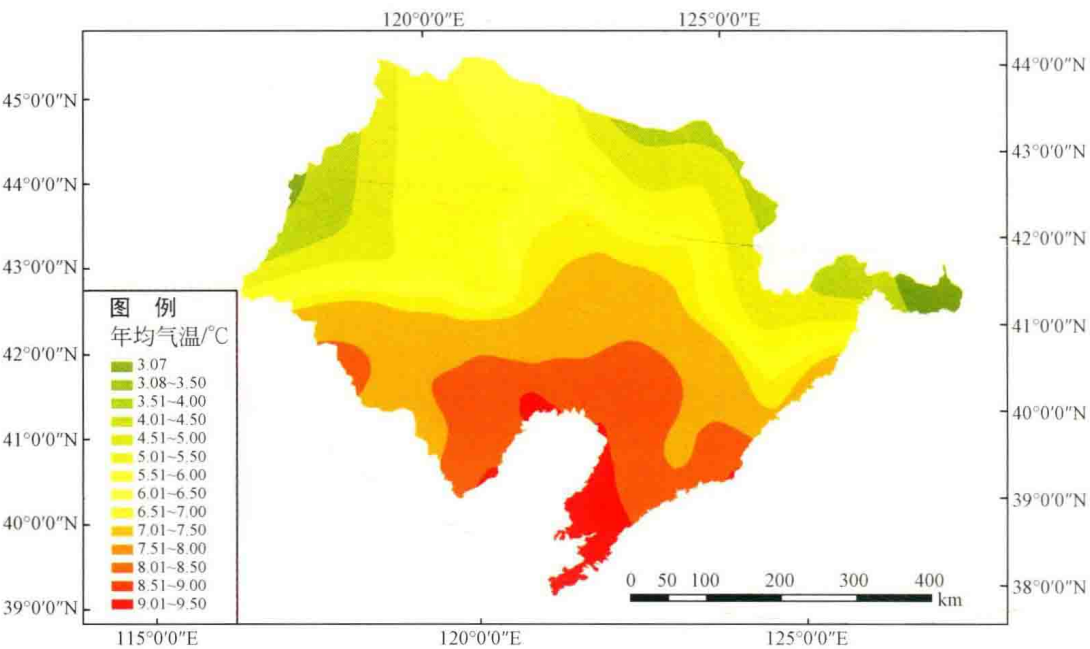


图 1-7 辽河流域年平均气温

2) 降水：流域内年降水量自东南向西北逐渐减少，东部地区降水量在 700 ~ 1500mm，西部地区在 200 ~ 500mm，西部上游地区年降水量最低，平均低于 250mm。年均降水量分布如图 1-8 所示。

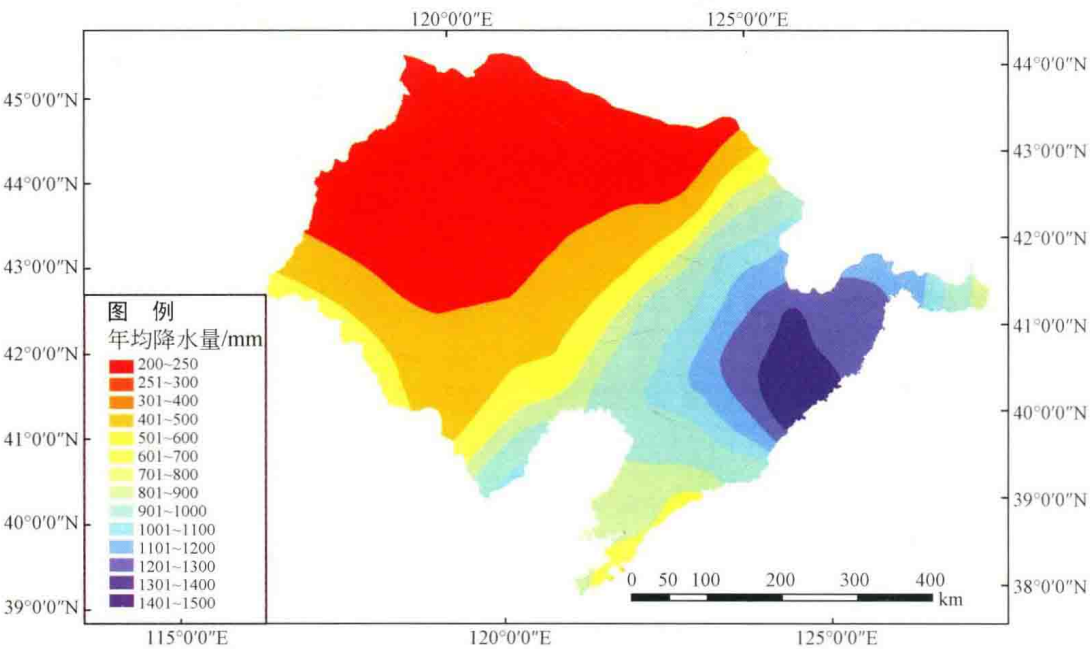


图 1-8 辽河流域年均降水量

3) 日照时数：流域内年平均日照时数自东向西逐渐增加，东部地区为 5 ~ 6h，西部大部分地区高于 7h。年平均日照时数如图 1-9 所示。

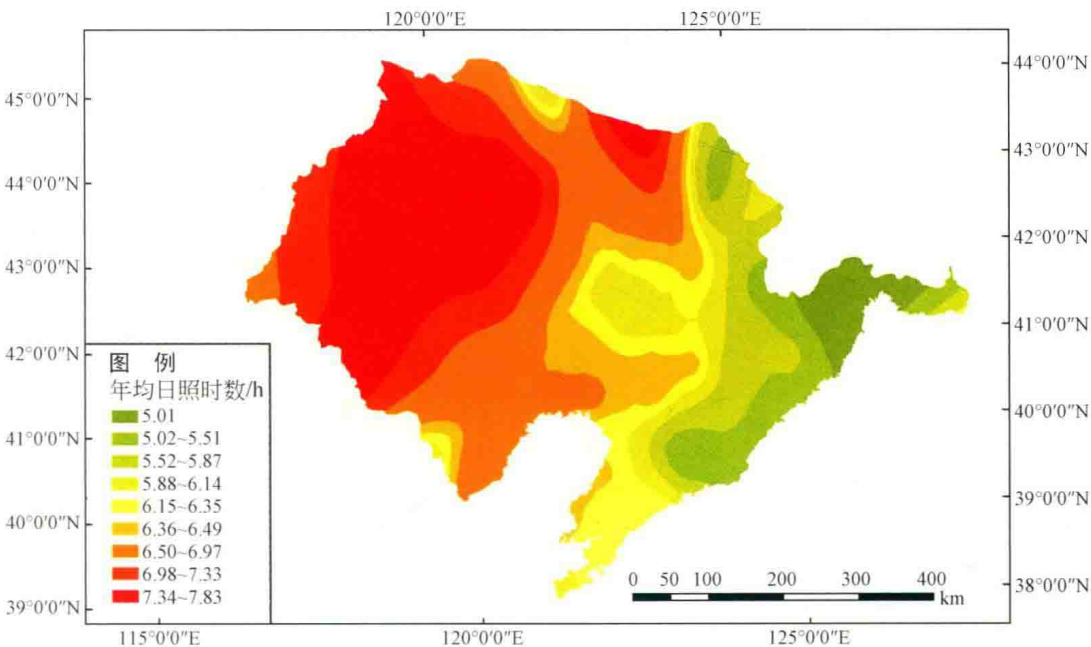


图 1-9 辽河流域年均日照时数

4) 风速：流域内平均风速呈现中部高，东、西部低的趋势，东部地区平均风速最低，为 1.5m/s，中部地区最高，最高平均风速可达到 3 m/s，如图 1-10 所示。

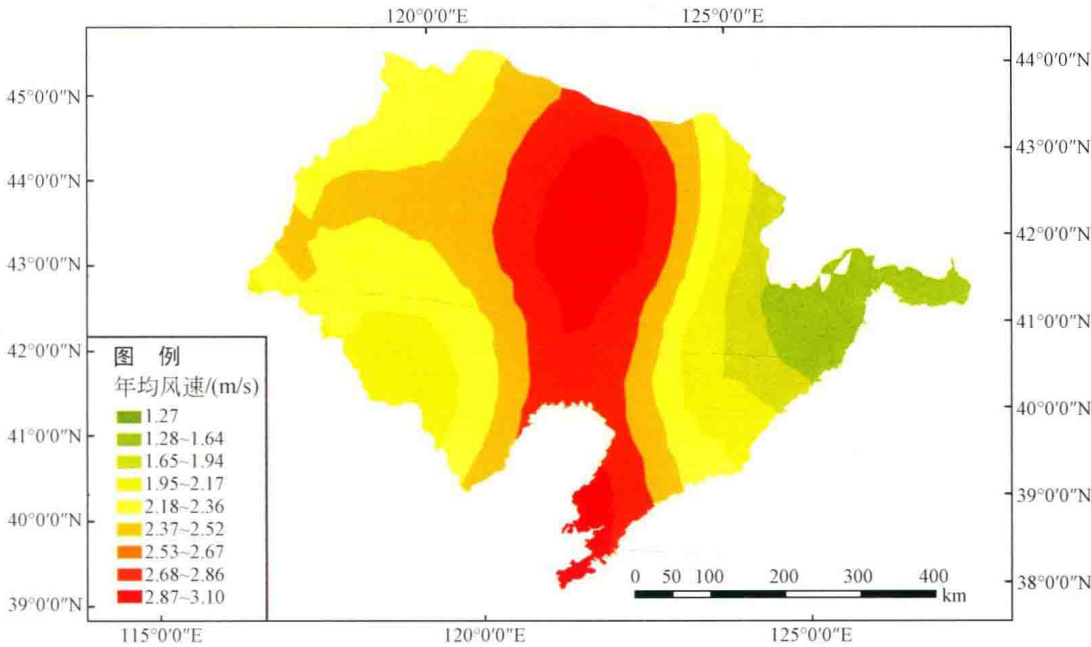


图 1-10 辽河流域年均风速

5) 相对湿度: 流域内年平均相对湿度自西北向东南逐渐增加, 西北部地区低于 50%, 东北部地区整体高于 66%, 如图 1-11 所示。

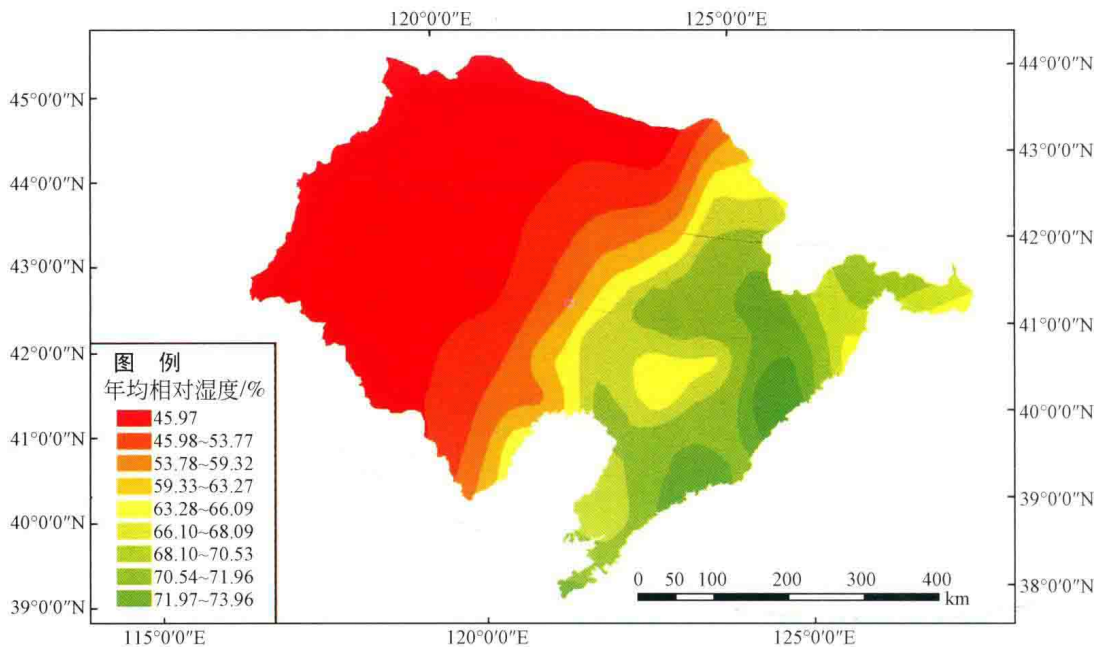


图 1-11 辽河流域年均相对湿度

1.1.5 土壤

辽河流域内土壤以淋溶土、半淋溶土、钙层土等类型为主。东部地区以棕壤为主, 零星分布白浆土、暗棕壤和水稻土等; 东南部地区以草甸土和水稻土为主; 中部以潮土和碱化潮土为主, 在最北部零星分布草原风沙土和栗钙土性土; 西部以栗钙土、粗骨土和草原风沙土为主, 西南部零星分布淡栗褐土、褐土及棕壤, 西北部零星分布黑钙土等。按照土壤土纲类型划分, 流域东南部多为淋溶土, 西北部为钙层土, 中南部多为半水成土。流域土壤土纲类型如图 1-12 所示。

1.1.6 生物多样性

辽河流域内植被类型复杂多样, 植物种类涵盖 2200 余种, 其中具有经济价值的 1300 种以上, 药用类 830 多种。流域内主要植被类型为草原、落叶阔叶林、针叶林、针阔混交林、灌丛等。流域上游区域以草原和稀疏灌木为主, 主要的植被有贝加尔针茅草原和大针茅、克氏针茅草等, 随海拔升高还有沙地锦鸡儿、蒿灌等植被。下游区域以耕地为主, 主要种植小麦、高粱、玉米等粮食作物和苹果、梨、柿子、板栗、核桃等经济作物, 其他地区以榆树疏林结合沙生灌丛为主。东部浑河-太子河河流域以落叶阔叶林、针阔混交林、