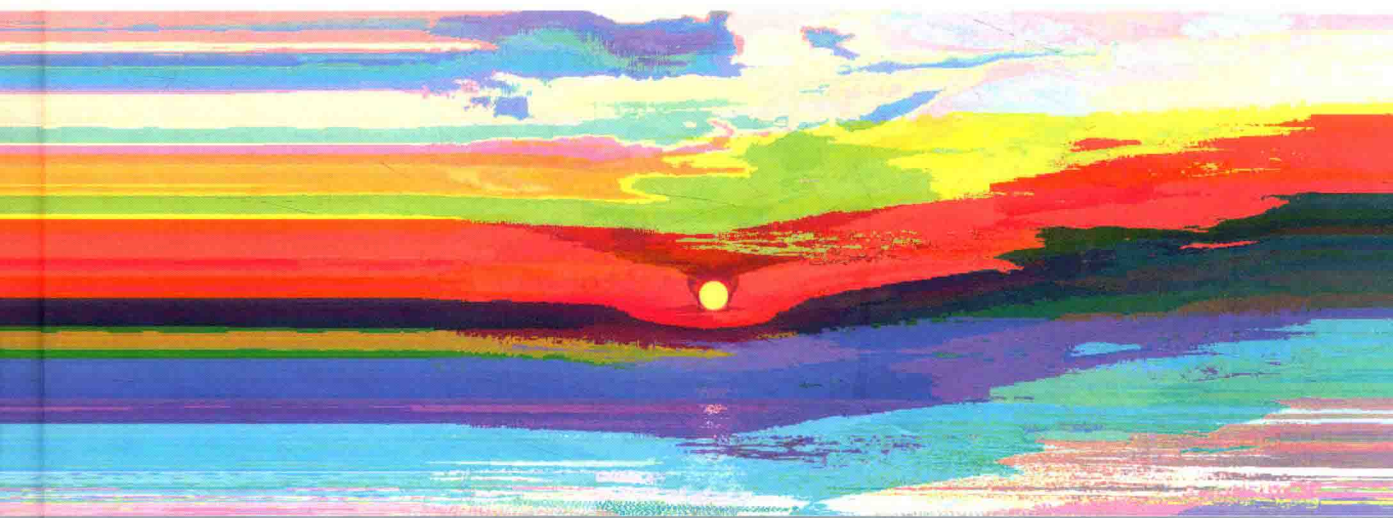





“十三五”国家重点出版物出版规划项目

中国生态环境演变与评估

黄河流域生态环境 十年变化评估



王文杰 蒋卫国 房志 王维 国巧真等 编著

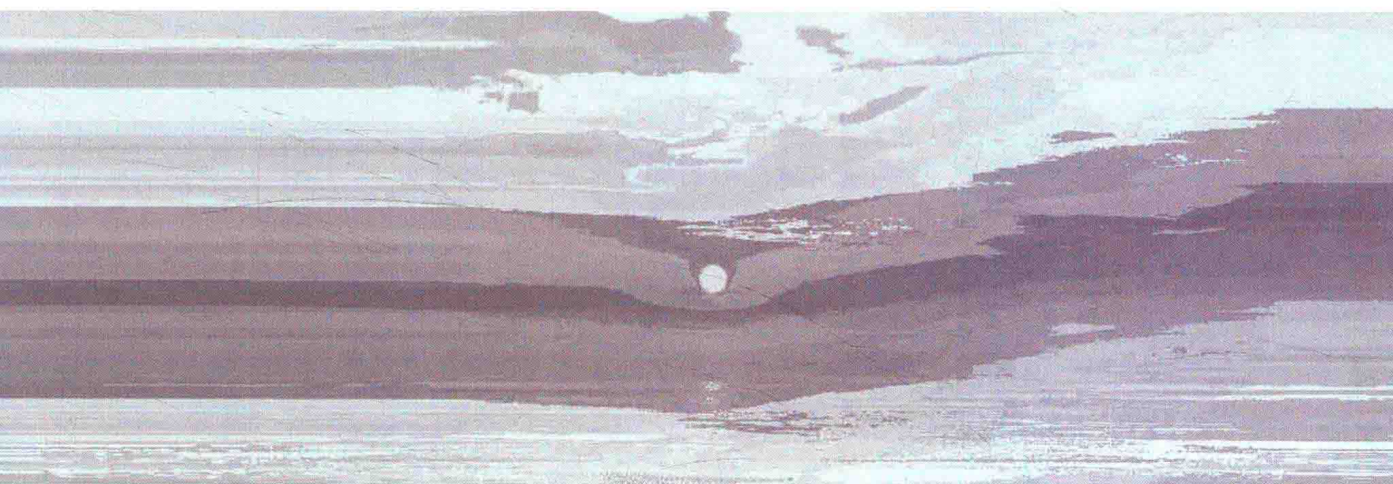
 科学出版社



“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

黄河流域生态环境 十年变化评估



王文杰 蒋卫国 房志王 王维 国巧真等 编著



科学出版社
北京

内 容 简 介

本书以黄河流域生态环境十年变化评估为核心,采用遥感、GIS、地面调查与统计分析等手段,以2010年为基准年,系统评估近十年来黄河流域生态环境和生态系统变化;针对黄河流域存在的主要生态环境问题,如水土流失、水质污染、湿地萎缩等开展调查,识别黄河流域生态环境问题演变特征和驱动力;建立流域生态健康评估指标体系,开展流域生态健康综合评估以及生态健康分区,提出黄河流域生态环境保护总体策略。

本书可作为从事生态、环境、遥感应用研究等相关专业科研人员 and 产业部门科技人员的参考用书,也可作为相关专业高等院校师生学习参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

黄河流域生态环境十年变化评估 / 王文杰等编著. —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 978-7-03-050542-2

I. ①黄… II. ①王… III. ①黄河流域-生态环境-研究 IV. ①X321. 22

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第268848号

责任编辑: 李 敏 张 菊 林 剑 / 责任校对: 邹慧卿

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

字数: 420 000

定价: 148.00 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

《黄河流域生态环境十年变化评估》编委会

主 笔 王文杰 蒋卫国 房 志 王 维 国巧真

成 员 (按汉语拼音排序)

曹 冉 陈 坤 陈 征 邓 越

方 利 贾 凯 孔凡明 刘孝富

吕金霞 饶品增 孙金华 王翠翠

许 超 袁丽华 张云飞 张 哲

郑 华

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

黄河是中国第二大河，黄河流域给人们提供丰富的自然资源和多样的生态环境，是现代社会经济发展的基础。过去人们只注重经济实力的发展，而放松了对生态环境的保护，就是在这样的大环境影响下，黄河流域的生态环境逐渐遭到现代文明的破坏，为了防止生态的进一步恶化，并实现可持续发展的经济状态，政府也提出了绿色经济的发展目标，因而许多政府机构、科研单位和企业都加强了对自然生态环境的重视，并采取了各种各样的保护措施。黄河流域作为生态环境比较脆弱的区域，有必要进行深层次系统的研究。

本书对黄河流域的各个方面都进行了详细的研究，结合遥感、GIS、地面调查与统计分析等技术手段，以大量的调查处理数据有力地阐述评估黄河流域十年间生态环境的变化，并对生态系统服务功能和流域专题问题进行了系统评估。本书力求内容上的专业和严谨，使用了大量的数据图表进行解释说明。数据的处理是一项复杂、重要的任务，在编写过程中，参考了大量的中外参考文献，以保证研究内容更具学术性和全面性。本书的目的是通过系统的调查研究，了解黄河流域十年间生态环境的变化情况，提出并分析生态环境专题问题，让更多人了解黄河流域的生态环境问题，增加学生在生态环境问题方面的知识，提高其对生态环境的保护意识。

本书具体分工如下：第1章由袁丽华、蒋卫国、王文杰撰写，第2章由蒋卫国、王文杰、袁丽华、房志、国巧真、陈征、许超撰写，第3章由蒋卫国、王文杰、袁丽华、孔凡明、刘孝富、方利撰写，第4章由蒋卫国、王文杰、曹冉、张云飞、郑华、方利、饶品增、陈坤撰写，第5章由王文杰、曹冉、袁丽华、张云飞、蒋卫国、王维、邓越撰写，第6章由王文杰、王翠翠、蒋卫国、王维、吕金霞、孙金华、张哲撰写，第7章由王文杰、袁丽华、曹冉、张云飞、蒋卫国、国巧真撰写。全书由王文杰、蒋卫国、房志、国巧真进行统稿。

本书由“全国生态环境十年变化（2000～2010年）遥感调查与评估项目”的“黄河流域生态环境十年变化调查”课题和国家自然科学基金（编号：41571077）支持完成。感谢潘应阳和付盈同学在书稿编写工作中的帮助和贡献。

本书编写组

2016年5月

目 录

总序

前言

第 1 章 黄河流域概况	1
1.1 水资源概况	1
1.2 流域自然地理概况	4
1.3 社会经济发展状况	8
1.4 自然资源	10
第 2 章 黄河流域生态系统类型、格局及变化	11
2.1 流域生态系统的构成及空间分布	11
2.2 流域生态系统类型变化分析	15
2.3 流域生态系统景观格局变化	32
2.4 流域的植被指数变化分析	33
2.5 岸边带生态系统构成	41
2.6 岸边带生态系统类型变化	46
2.7 岸边带景观格局变化	51
2.8 岸边带植被覆盖度变化	67
第 3 章 黄河流域生态系统服务功能及变化	80
3.1 水源涵养功能	80
3.2 土壤保持功能	88
3.3 生物多样性	101
3.4 洪水调蓄功能	110
第 4 章 黄河流域水资源、水环境、水灾害	118
4.1 径流与水资源量变化	118
4.2 水资源利用	121
4.3 泥沙与断流	132
4.4 水环境与污染物	135
第 5 章 黄河流域专题问题调查评估	149

5.1	水电开发的生态环境问题	149
5.2	黄河源区沼泽湿地退化问题	169
5.3	中游水土流失问题	173
5.4	下游湿地退化问题	176
5.5	社会经济发展与水的耦合关系	183
第6章	黄河流域生态健康评估	192
6.1	基本框架与技术方法	192
6.2	评估结果与演变分析	197
6.3	黄河流域生态健康保护与恢复管理对策	226
第7章	结论和对策	227
7.1	水利工程建设及水生态保护的与建议及对策	227
7.2	水环境保护与治理对策建议	228
7.3	森林及草地保护方面的建议及对策	229
7.4	土地资源保护与利用方面的建议及对策	230
7.5	其他方面的建议	231
参考文献	232
索引	239

第 1 章 | 黄河流域概况

黄河是中国第二长河，黄河流域的发展对我国经济、农业、水利等各个方面都具有重大的意义。本章将从水资源、自然地理、社会经济和自然资源等方面对黄河流域进行概述。

1.1 水资源概况

黄河是西北、华北地区的重要水源，承担着全国 12% 的人口、15% 的耕地面积、50 多座大中城市、13 个国家能源重化工基地以及中原油田、胜利油田的供水任务，同时还承担着繁重的向流域外相关地区调水的任务（张新海等，2013）。

1.1.1 水资源分区

黄河流域水资源按各省级行政分区包括河南、山东、山西、陕西、青海、四川、甘肃、宁夏、内蒙古 9 个省份。黄河流域水资源量以青海最多、宁夏最少（潘启民等，2008；李春晖和杨志峰，2004）。黄河流域水资源二级分区包括龙羊峡以上、龙羊峡至兰州、兰州至头道拐、头道拐至龙门、龙门至三门峡、三门峡至花园口、花园口以下、内流区 8 个区，空间分布如图 1-1 所示。二级分区水资源量以黄河上游龙羊峡以上最多，其次

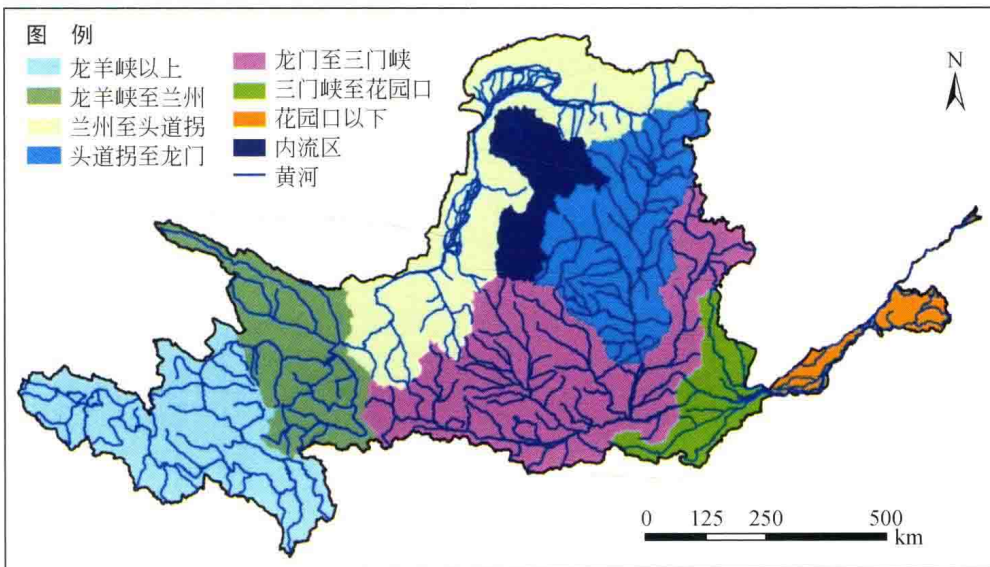


图 1-1 黄河流域二级水资源分区图

为龙门至三门峡，内流区最少（潘启民等，2008；李春晖和杨志峰，2004）。黄河流域水资源三级分区一共包含 29 个分区，空间分布如图 1-2 所示，具体名称如表 1-1 所示。

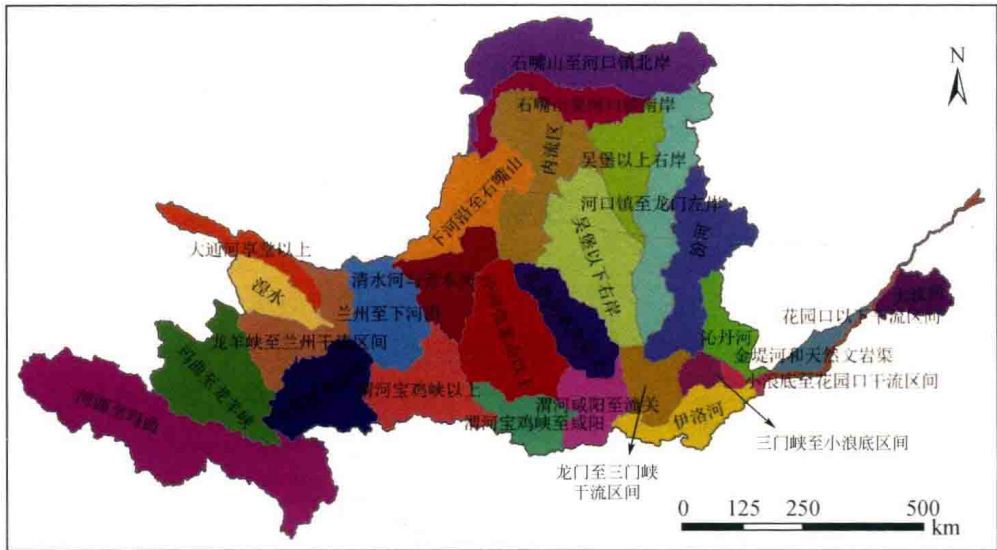


图 1-2 黄河流域三级水资源分区图

表 1-1 黄河流域三级水资源分区

水资源二级分区	水资源三级分区	水资源二级分区	水资源三级分区
龙羊峡以上	河源至玛曲	龙门至三门峡	汾河
	玛曲至龙羊峡		泾河张家山以上
龙羊峡至兰州	龙羊峡至兰州干流区间		北洛河状头以上
	大夏河与洮河		渭河宝鸡峡以上
	湟水		龙门至三门峡干流区间
	大通河享堂以上		渭河宝鸡峡至咸阳
兰州至头道拐	石嘴山至河口镇北岸		渭河咸阳至潼关
	下河沿至石嘴山		吴堡以上右岸
	清水河与苦水河		吴堡以下右岸
	兰州至下河沿		河口镇至龙门左岸
花园口以下	石嘴山至河口镇南岸	小浪底至花园口干流区间	
	金堤河和天然文岩渠	沁丹河	
	花园口以下干流区间	三门峡至小浪底区间	
内流区	大汶河	伊洛河	
	内流区		

1.1.2 水资源特征

黄河是世界上泥沙最多的河流（薛松贵，2011），其水资源的主要特征有以下几点。

1.1.2.1 水资源贫乏

黄河流域面积约占全国国土面积的8.3%，而年径流量只占全国的2%（杨忠敏和任宏斌，2004）；流域内人均水量 527m^3 ，为全国人均水量的22%（薛松贵，2011）。

1.1.2.2 径流年内、年际变化大

黄河是降水补给型河流，黄河流域又属典型的季风气候区，降水的年际、年内变化决定了河川径流量时间分配不均（张俊峰等，2011）。干流及主要支流汛期7~10月径流量占全年的60%以上。

1.1.2.3 地区分布不均

黄河河川径流大部分来自兰州以上（杨忠敏和任宏斌，2004），年径流量占黄河流域的61.7%，而面积仅占28%。

1.1.2.4 水少沙多、水沙异源、水沙关系不协调

黄河虽为我国第二大河，但河川径流量仅居我国七大江河的第五位（小于长江、珠江、松花江和淮河）。而且，黄河多沙，举世闻名，为减缓下游河道淤积，必须留有一定的输沙入海水量，使得黄河水少的矛盾更加突出。水沙关系不协调，突出表现为水、沙在时空上不匹配（张俊峰等，2011），水量主要来自于上游，沙量主要来自于中游河段（杨忠敏和任宏斌，2004），在年内分布上，黄河来沙量比径流量更集中。

1.1.3 水利工程概况

2010年黄河流域共统计大中型水库190座，其中大型水库28座（方宏阳，2014）。大中型水库上年末蓄水量为348.18亿 m^3 ，当年末蓄水量为335.08亿 m^3 ，年蓄水量减少13.10亿 m^3 ，其中大型水库蓄水量减少13.62亿 m^3 。

黄河干流共有10座大中型水库：龙羊峡、刘家峡、李家峡、盐锅峡、八盘峡、青铜峡、三盛公、万家寨、天桥、三门峡水库。其中，万家寨、天桥和三门峡水库位于黄河中游，其他水库位于黄河上游。黄河支流水库主要分布在陕西省、山西省、河南省（李征，2006）。

1.2 流域自然地理概况

黄河流域面积辽阔，天然条件优越、景观类型多样。在中国综合自然区划中，黄河流域分属华北区、西北区，是西北和华北地区最大的水源，以其占全国 2% 的河川径流量分别承担了全流域与下游引黄灌区占全国 15% 的耕地面积的灌溉任务和 12% 的人口的供水任务，其水资源的变化、区域生态环境的变化与社会经济的健康发展密切相关（Liu et al., 2011；王雁等，2013；蓝永超等，2010）。

1.2.1 自然概况

黄河发源于青海省巴颜喀拉山，流经青海省、四川省、甘肃省、宁夏回族自治区、内蒙古自治区、陕西省、山西省、河南省、山东省九个省份（图 1-3），在山东垦利县流入渤海（袁丽华等，2013；蒋卫国等，2015），流域面积为 79.45 万 km²。其中青海省的黄河流域面积最大，达 15.3 万 km²，占黄河流域总面积的 19.3%；山东省的黄河流域面积最少，仅 1.3 万 km²，占黄河流域总面积的 1.6%。干流河道长 5464km，东西长 1900km，南北宽约 1100km（张少文，2005；蒋卫国等，2005）。



图 1-3 黄河流域行政区划图

1.2.2 地形特征

黄河流域地形条件差别很大，可分为三个地形阶梯，地势由西向东逐级降低（图 1-4）。从西到东横跨青藏高原、内蒙古高原、黄土高原和黄淮海平原四个地貌单元（张少文，

2005)。第一阶梯为青藏高原，海拔在4000m以上，由一系列高山组成，常年积雪，冰川地貌发育（贺振和贺俊平，2012）。南部的巴颜喀拉山脉构成与长江的分水岭，北部祁连山是与内蒙古高原的分界（张少文，2005）。第二阶梯大致以太行山为东界，海拔为1000~2000m，这一阶梯内水土流失严重，包括河套平原、鄂尔多斯高原、黄土高原和渭汾盆地等较大的地貌单元（张少文，2005）。第三大阶梯由太行山系以东至滨海，主要由黄河冲积平原组成，海拔一般在1000m以下，东部海拔一般在500m以下，这一阶梯内黄河河道高悬于地面之上，洪水威胁较大（贺振和贺俊平，2012）。

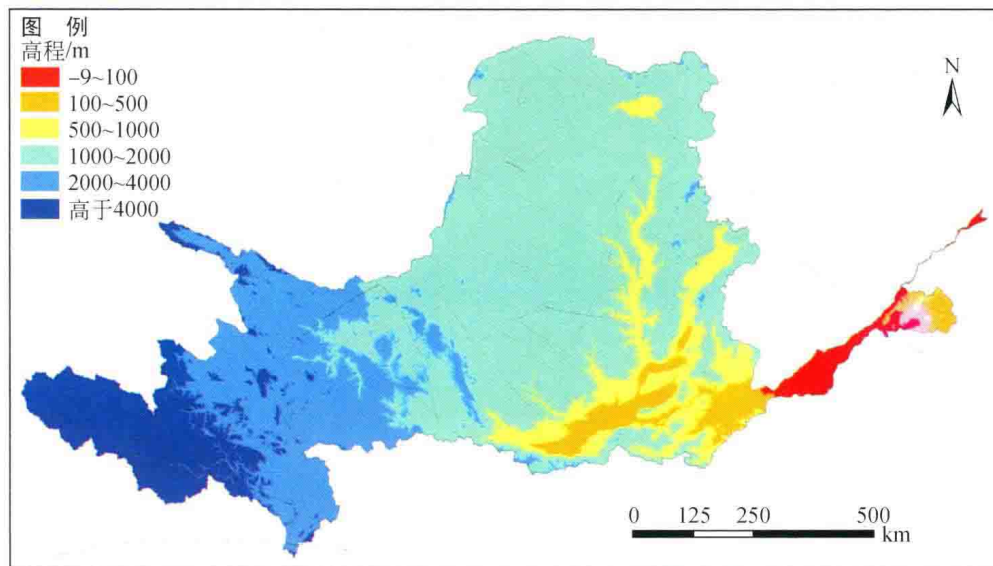


图 1-4 黄河流域地形图

1.2.3 气候特征

黄河流域处于中纬度地带，受大气环流和季风环流影响的情况比较复杂，因此，流域内不同地区气候的差异显著，气候要素的年、季变化大。

1) 气温季节差别大、温差悬殊。黄河流域位于我国干旱、半干旱地区，属温带大陆气候，其中，西北及西部属半干旱气候，东南部气候比较湿润，而中部属干旱气候。黄河流域温差悬殊，呈现三级阶梯分异，自西向东由冷变暖，气温的东西向梯度明显大于南北走向梯度。西部地区的年平均气温为0~5℃，中部地区的年平均气温为5~10℃，东南地区的年平均气温在10℃以上，如图1-5所示。

2) 降水集中、分布不均。黄河流域大部分地区年降水量为300~600mm，中上游南部和下游地区多于600mm。尤其受地形影响较大的南界秦岭山脉北坡，其降水量在900mm以上，而深居内陆的西北宁夏、内蒙古部分地区，其降水量却不足300mm，如图1-6所示。黄河流域降水年内特征为春季少雨，夏季多雨，6~9月的降水量几乎占全年的70%（方宏阳，2014）。

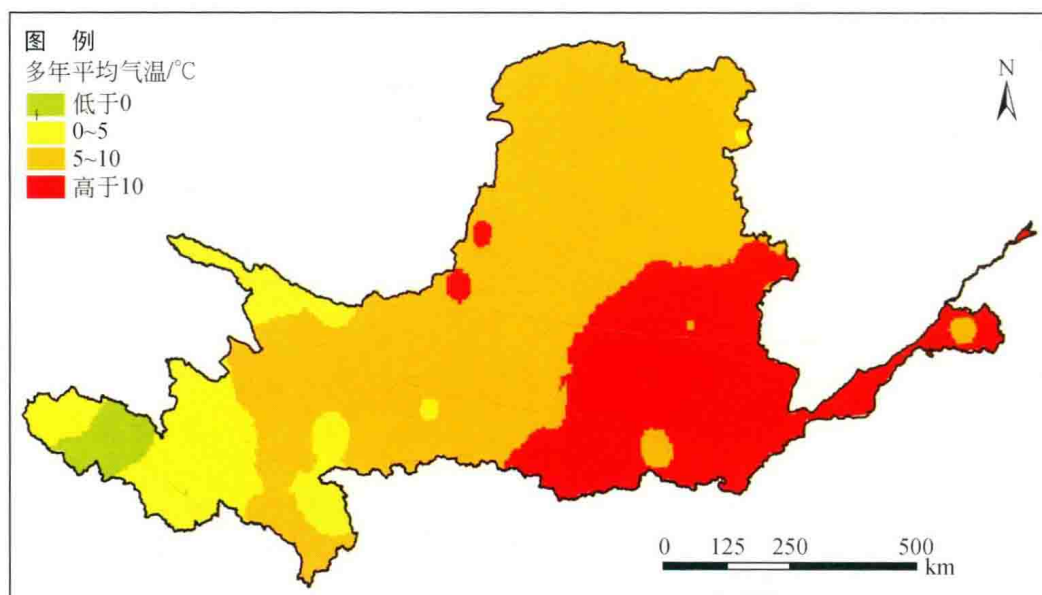


图 1-5 黄河流域年平均气温分布图

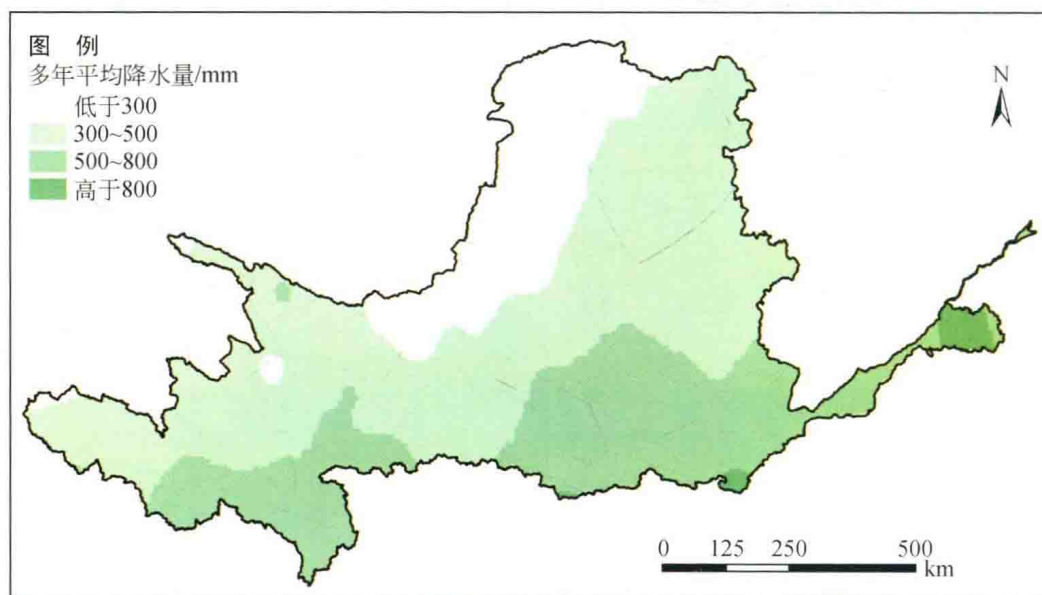


图 1-6 黄河流域年平均降水分布图

1.2.4 河流水系

黄河是我国第二长河，流域水系特点是干流弯曲，支流众多而小，地区分布不均匀（贺振和贺俊平，2012），如图 1-7 所示。黄河流域分为上游、中游、下游三段。其中，黄