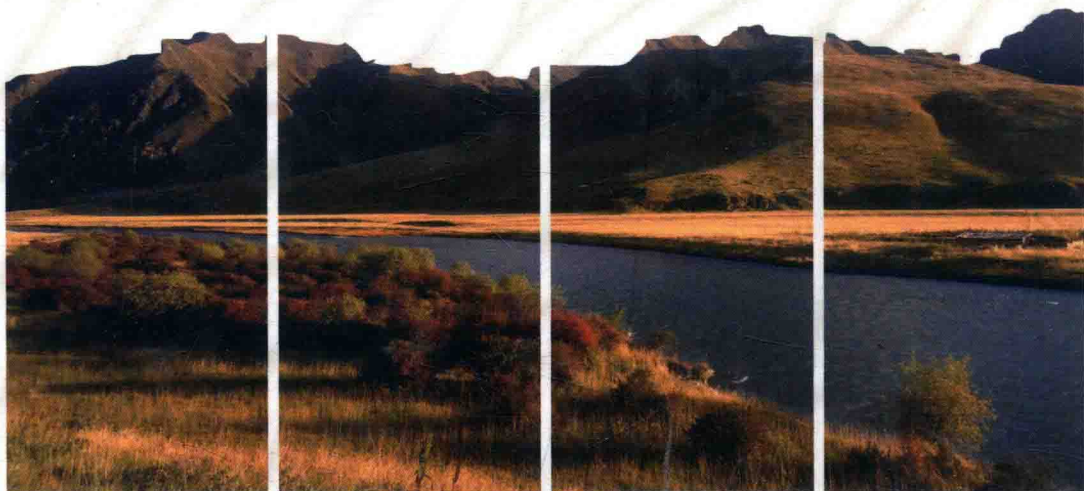




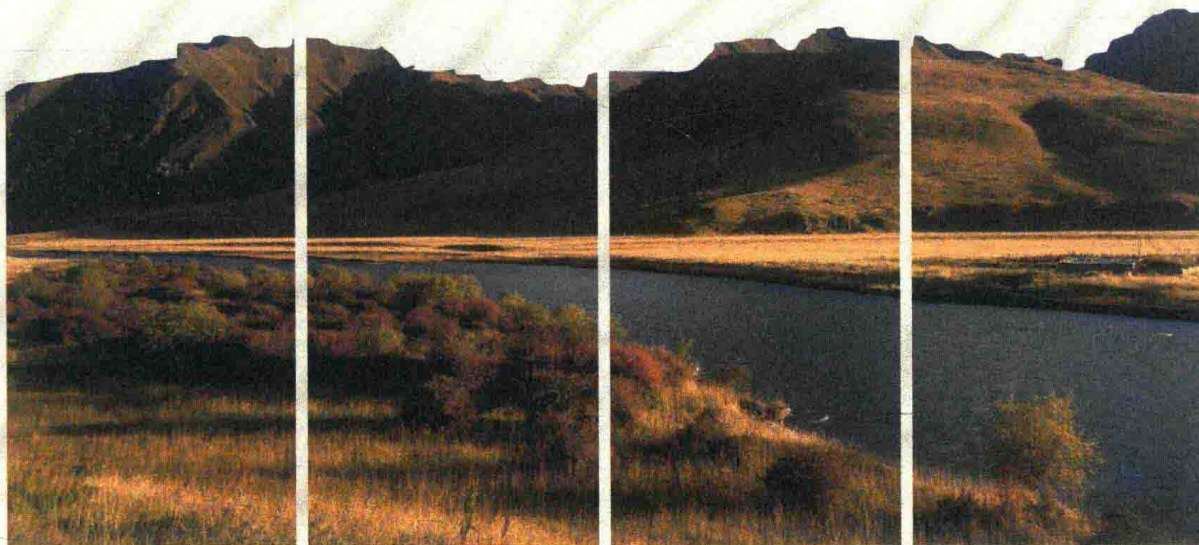
西北地区生态变化 评估报告

主 编 丁永建

副主编 张世强 李新荣 赵文智



科学出版社



西北地区生态变化 评估报告

主 编 丁永建

副主编 张世强 李新荣 赵文智

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书依据已有的研究文献、数据和资料,对西北地区近60年的生态变化进行了系统评估。在总结过去2000多年环境演变与社会发展中人地关系的基础上,重点对近60年来森林、草地、湖泊与湿地、荒漠植被、绿洲与农业、土壤侵蚀、沙漠化、冰冻圈及河川径流等生态与环境要素的变化进行了评估,分析了其驱动因素;并通过典型案例的剖析,总结了西北地区生态恢复和治理中的得与失;最后还总结了西北地区生态变化的总体特征,量化了各生态和环境要素变化的驱动力,提出了一些科学认识。

本书可供生态、环境、地理、地质、大气、水文、水利、农业、林业等方面科技人员及相关管理和决策人员参考;同时也可供高等院校相关专业师生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

西北地区生态变化评估报告 / 丁永建主编. —北京: 科学出版社, 2017. 2
ISBN 978-7-03-051981-8

I. ①西… II. ①丁… III. ①生态环境-环境生态评价-研究报告-西北地区 IV. ①X821.24

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第042169号

责任编辑: 林 剑 / 责任校对: 钟 洋

责任印制: 张 伟 / 封面设计: 耕者工作室

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>

北京京华虎彩印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017年2月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2017年2月第一次印刷 印张: 24 1/4

字数: 600 000

定价: 158.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

中国科学院科技服务网络计划 (STS)
“丝绸之路经济带的资源环境承载力研究”项目群
“西北地区生态变化综合评估”项目 (KFJ-EW-STS-004)
国家重点基础研究发展计划 “973” 项目
“植物固沙的生态水文过程机理与调控” (2013CD429900) 项目

本书研究得到

资助

中国科学院科技服务网络计划 (STS)
“丝绸之路经济带的资源环境承载力研究”项目群
“西北地区生态变化综合评估”项目课题组

项目 负责人	丁永建	研究员	中国科学院寒区旱区环境与工程研究所
	张世强	教 授	西北大学
项目主要成员	李新荣	研究员	中国科学院寒区旱区环境与工程研究所
	赵文智	研究员	中国科学院寒区旱区环境与工程研究所
	何 忠	副研究员	中国科学院水利部水土保持研究所
	王光鹏	助理研究员	中国科学院青藏高原研究所

《西北地区生态变化评估报告》编委会

主 编 丁永建

副主编 张世强 李新荣 赵文智

编 委 (按拼音顺序排)

曹 宇	车 涛	陈仁升	陈 勇
戴礼云	段翰晨	费 杰	郭 坚
韩添丁	何 忠	刘立超	刘时银
刘 鹄	秦 甲	孙文义	王光鹏
王顺忠	王增如	吴通华	许君利
杨国靖	阳 勇	姚晓军	张永民
赵 林	周国英	周立华	周新郢

前言

“一带一路”国家战略的提出为西部发展再次带来了动力和机遇，面对干旱、高寒的自然环境，西北地区生态环境在“一带一路”建设中无疑是优先考虑的因素。过去 60 年，西北地区生态环境已经发生了巨大变化，这些变化有好有坏，有自然原因，也有人为因素，如何正确评价西北地区过去 60 年来生态环境变化带来的“利”与“弊”，从中总结成功的经验和吸取失败的教训，为未来丝绸之路经济带建设提供良好的生态保障，需要对西北地区过去 60 多年的生态环境变化进行系统梳理，开展综合评估。为此，2014 年中国科学院科技服务网络计划（STS）启动了“西北地区生态变化评估”项目，其宗旨是以过去的研究积累为基础，以已发表的文献和遥感监测等研究成果的进一步集成分析为依托，在综合分析现有研究文献主要结论的基础上，提升对主要生态问题的科学认识，凝练关键结论。

项目启动后，组织了由中国科学院寒区旱区环境与工程研究所、中国科学院水利部水土保持研究所、中国科学院古脊椎动物与古人类研究所、中国科学院西北高原生物研究所、浙江大学、复旦大学、西北大学等单位专家参加的评估队伍，并进一步确立了评估的指导思想，即本次评估是对本领域国内外研究成果的综合和提炼，而不是本人或本团队（当然可包括）研究成果的总结；评估是再研究，不是文献的综述。评估的重点是针对西北地区的主要生态问题，围绕某一个或几个关键问题，进行系统、深入的文献分析，通过科学认识的提升，达到认识的深度和广度，既立足于文献基础之上、又高于原有结论和认识的评估目的。

本评估报告由中国科学院寒区旱区环境与工程研究所丁永建研究员和西北大学的张世强教授策划并组织实施，在 2 年的报告编写过程中，先后召开了 9 次研讨会，通过多次分析、讨论甚至争论，突出了各章评估的主题，厘清了各章评估的主线，凝练出了核心结论和主要科学认识。

本评估报告共由 14 章组成。第 1 章为引言，由丁永建、张世强、张永民、韩添丁、王光鹏完成，主要从西北地区自然环境的脆弱性、社会经济的特殊性、生态与环境评估重点关注问题及生态评估的概念框架与分析方法 4 个方面对西北地区生态与环境的基本特点和评估要点进行了简述。第 2 章由何忠、费杰和周新郢完成，主要论述了近 2000 年来中国西北地区环境演变与社会发展，在分析近 2000 年西北地区气候变化特点的基础上，评

估了社会发展和环境变化。第3章由杨国靖负责完成,针对西北地区森林变化进行了评估,重点针对近60年西北地区森林资源变化及其动因开展了分析,并通过典型案例分析提出了一些科学思考。第4章由周国英、王顺忠完成,评估了西北地区草地变化,重点围绕草地变化特征及驱动力开展了综合分析。第5章由姚晓军完成,主要评估了西北地区湖泊与湿地变化,并针对保护对策进行了分析。第6章由曹宇、杨国靖完成,主要针对西北地区植被遥感宏观变化,利用遥感资料近30年植被变化特征及驱动力进行了分析。第7章~第12章,主要针对西北地区影响突出的生态与环境问题开展评估。第7章对西北地区荒漠植被变化进行了评估,对荒漠植被的变化及动因、尤其是恢复途径进行了分析,由李新荣、刘立超、王增如完成;第8章对西北地区绿洲及农业生态系统变化进行了评估,在分析其变化特点的基础上,对绿洲可持续经营潜力进行了评估,由赵文智、刘鹄完成;第9章针对西北地区土壤侵蚀变化进行了评估,重点对风蚀强度和水蚀强度变化及驱动因素进行了分析,由孙文义完成;第10章对西北地区冰冻圈变化进行了评估,对过去60年来西北地区冰川、冻土和积雪的变化特征进行了归纳总结,对其重要影响进行了分析,由车涛、吴通华、戴礼云、许君利、赵林、刘时银完成;第11章针对西北地区河川径流变化进行了系统评估,针对径流变化特点、影响因素,尤其是冰冻圈变化和山区降水变化对径流的影响程度开展了综合分析,由陈仁升、阳勇、韩添丁、秦甲等完成;第12章针对西北地区土地沙漠化问题开展了评估,并重点通过典型案例分析,总结了沙漠化防治中的成功模式,由郭坚、段翰晨、周立华完成。第13章通过对西北地区生态治理中典型案例中成功经验与失败教训的分析,总结了生态治理中的得与失,为今后生态治理提供借鉴,由周立华、陈勇完成。第14章由丁永建、张世强撰写,主要对上述各章主要结论和认识进行了总结,归纳出了西北生态变化的总体特征,综合并力图定量分析变化的驱动因素,提出了一些基本认识。

为了便于读者阅读,本评估报告每章开始给出了导读,主要从评估意义、评估重点和评估结论几方面提示性地给出了该章评估的主要内容。本评估报告的另一特点是每章最后在给出核心结论的同时,还提出了立足于评估基础之上的一些科学认识,是对现有科学结论的提升和延伸,期望通过这些科学认识的提升,能对未来西北地区生态保护和建设提供一些具有科学指导意义的战略和战术思想。当然,许多观点也只是评估者的认识,不完全正确,但可以借鉴。本评估报告由丁永建、张世强、李新荣和赵文智统稿,并重点对导读及核心结论与认识进行了修改和提炼。

本评估报告得到中国科学院科技服务网络计划“西北地区生态变化综合评估”项目(KFJ-EW-STs-004)和国家重点基础研究发展计划“973”项目“植物固沙的生态水文过程机理与调控”的资助。中国科学院科技促进发展局原副局长冯仁国、处长周桔、副处长赵涛、研究员杨萍在项目立项、启动、实施的各个阶段给予了建设性的指导、支持和帮助,深表感谢!项目主持单位中国科学院寒区旱区环境与工程研究所给予了大力支持,西北大学在项目实施中给予了多方面支持,在此谨表谢忱!

编者

2016年6月18日

目 录

第 1 章 引言	/1
1.1 西北地区自然环境的脆弱性	/2
1.2 西北地区社会经济的特殊性	/10
1.3 西北地区生态与环境评估重点关注问题	/21
1.4 生态评估的概念框架与分析方法	/23
第 2 章 近 2000 年中国西北地区环境演变与社会发展	/35
2.1 近 2000 年西北地区气候变化	/36
2.2 近 2000 年西北地区社会发展	/45
2.3 近 2000 年西北地区生态环境变化	/53
2.4 西北地区过去气候变化过程对未来的指示意义	/65
2.5 核心结论与认识	/67
第 3 章 西北地区森林变化	/69
3.1 西北地区森林概况	/70
3.2 近 60 年西北地区森林资源总体变化特征	/72
3.3 西北地区森林变化的影响因素分析	/78
3.4 西北地区森林建设典型案例与科学思考	/79
3.5 核心结论与认识	/87

第4章 西北地区草地变化	/89
4.1 西北地区草地概况	/90
4.2 草地变化	/94
4.3 西北地区草地退化驱动力分析	/101
4.4 核心结论与认识	/108

第5章 西北地区湖泊与湿地变化	/109
5.1 湖泊	/110
5.2 湿地	/123
5.3 西北地区湖泊与湿地保护对策	/132
5.4 核心结论与认识	/134

第6章 西北地区植被遥感宏观变化	/135
6.1 西北地区植被概况	/136
6.2 西北地区植被年际动态变化	/138
6.3 西北地区植被变化驱动力	/155
6.4 核心结论与认识	/158

第7章 西北地区荒漠植被变化	/160
7.1 荒漠区概况	/161

7.2 荒漠区关键气候要素变化	/164
7.3 荒漠植被变化	/166
7.4 核心结论与认识	/184
第8章 西北地区绿洲及农业生态系统变化	/185
8.1 绿洲生态环境	/186
8.2 绿洲农田生态系统	/203
8.3 绿洲可持续经营潜力	/214
8.4 核心结论与认识	/216
第9章 西北地区土壤侵蚀变化	/218
9.1 西北地区土壤侵蚀概况	/219
9.2 西北地区土壤侵蚀变化	/222
9.3 西北地区土壤侵蚀驱动力分析	/229
9.4 核心结论与认识	/232
第10章 西北地区冰冻圈变化	/234
10.1 西北地区冰川变化与冰川灾害	/235
10.2 西北地区冻土变化	/240
10.3 西北地区积雪变化	/246
10.4 核心结论与认识	/251

第 11 章 西北地区河川径流变化 /252

- 11.1 径流变化特点 /253
 - 11.2 径流变化的影响因素 /257
 - 11.3 核心结论与认识 /276
-

第 12 章 西北地区土地沙漠化变化 /277

- 12.1 沙漠化的分布规律及区域特征 /278
 - 12.2 典型区沙漠化过程及成因分析——毛乌素沙地 /286
 - 12.3 典型区沙漠化过程及成因分析——石羊河流域 /293
 - 12.4 典型区沙漠化过程及成因分析——柴达木盆地 /300
 - 12.5 沙漠化防治成功的典型模式 /307
 - 12.6 核心结论与认识 /311
-

第 13 章 西北地区生态治理的得与失：典型案例中的经验与教训 /313

- 13.1 生态工程建设对生态环境变化的影响——以三江源区为例 /315
- 13.2 资源开发对生态环境变化的影响——以晋陕蒙接壤区煤矿开发为例 /318
- 13.3 内陆河流域水资源开发利用与管理的经验教训——
以石羊河流域民勤绿洲为例 /324
- 13.4 退耕还林政策对生态环境影响的经验教训——以黄土高原为例 /329
- 13.5 荒漠草原带沙漠化治理的经验教训——以宁夏盐池县为例 /332
- 13.6 核心结论与认识 /336

第 14 章 总结与启示	/337
14.1 生态变化的总体特征	/338
14.2 生态变化驱动因素综合分析	/338
14.3 若干启示	/342
参考文献	/345

第 1 章

引 言

导读：作为本评估报告的开卷，本章力图从西北地区自然环境的脆弱性入手，阐述生态与环境-社会经济的关系；从经济和社会特殊性的视角，分析西北地区自然资源、民族社会及经济发展受制于脆弱生态环境条件下的主要特点；从西北地区地缘战略地位重要性的高度，勾画出西北地区在国家及地区发展中的战略地位。通过以上论述，简要给出生态保护与建设在西北可持续发展中的基础作用。最后，从生态与环境要素变化的角度，提出西部面临的生态与环境问题，这也是本次评估的重点内容。

本次评估涉及中国西北包括陕西、甘肃、宁夏、青海、新疆西北五省（自治区）及内蒙古中西部地区（图 1.1），这一地区处于青藏高原、蒙新高原和黄土高原交汇地域，生态脆弱、自然环境复杂。

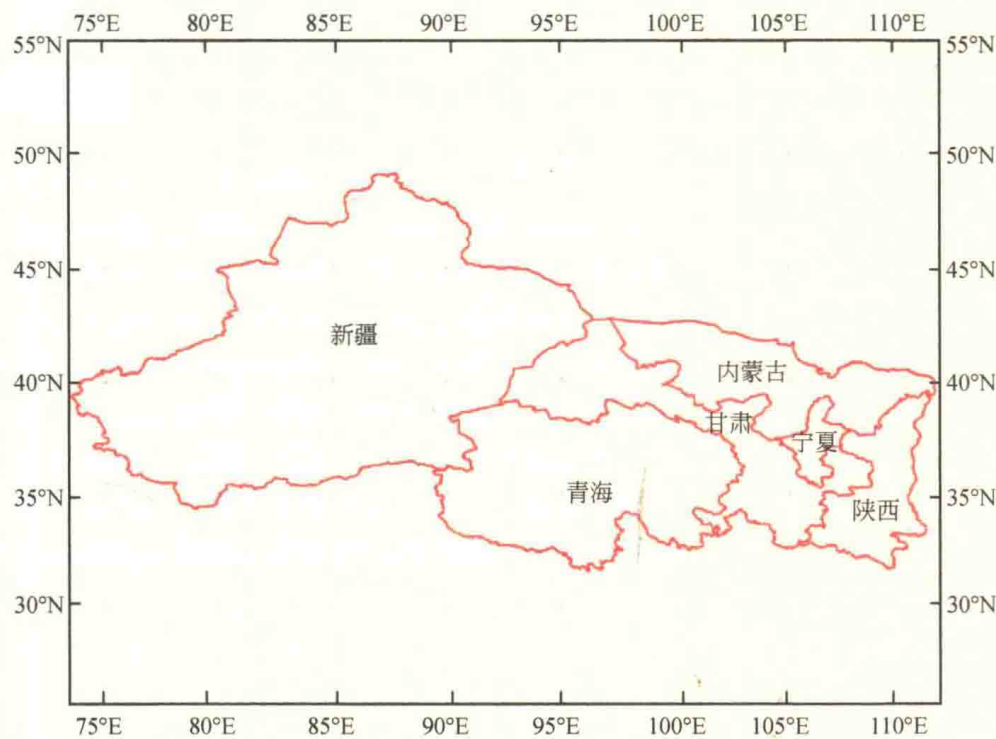


图 1.1 本次评估涉及的西北地区范围

1.1

西北地区自然环境的脆弱性

中国西北地区自然环境复杂多样，高寒区与干旱区相依并存，黄土高原与青藏高原阶梯相连，内陆河流与大漠相伴为伍，长江黄河水系同源於冰雪高山，生物多样性资源独特稀有。在这一广阔的地域内，有许多与生态和自然环境有关的世界之最，如青藏高原是世界第三极，黄土高原面积居世界第一，沙漠面积居世界第一，山地冰川面积居世界第一，多年冻土面积居世界第三，喀斯特面积居世界第三。以这些世界之最为背景形成了许多颇具特色的生态单元：以青藏高原为主体的寒区生态系统，以干旱区内陆河流域为单元的绿洲—荒漠生态系统，以黄土高原为主体的半干旱区生态系统，以农牧交错带为主体的农牧生态系统等。生态与环境以地理单元为背景的独特性并由此而导致的多样性构成了西北生态与环境的基本格局。

1.1.1 干旱少雨的气候条件

西北地区由于地处亚欧大陆腹地，大部分地区降水稀少，全年降水量多数在 500mm

以下,属于旱半干旱地区,其中黄土高原年降水量在300~500mm,柴达木盆地在200mm以下,河西走廊少于100mm,敦煌只有29.5mm,吐鲁番不足20mm,若羌10.9mm,几乎终年无雨。西北地区地处青藏高原、黄土高原和蒙新高原,地形以高原、盆地为主,主要包括:内蒙古高原及其中的呼伦贝尔高原、河套平原、宁夏平原、鄂尔多斯高原;秦巴山地与其相隔的渭河平原与汉中盆地;祁连山地及其南北的河西走廊、柴达木盆地;被天山、昆仑山、喀喇昆仑山环抱的塔里木盆地;新疆北部与阿尔泰山和天山相间的准噶尔盆地。

西北地区由于气候和自然地理环境的限制,生态功能低下,具有较高生态功能的生态组分数量极低。就整个西部地区相比较而言,只有局部地区的生态功能较高,但难以弥补整体生态功能低下所形成的天然不足。青藏高原地区受高寒气候影响,植被稀少,除西藏东南地区分布着森林和高覆盖度的草地外,其他地区的植被覆盖率较低,生态组分指标较差。总之,西北地区自然环境先天不足,生态功能总体处于全国最低的水平,高寒干旱的自然环境,对人类活动和气候变化的影响十分敏感。

1.1.2 高寒干旱并重的地理环境

我国西部冰冻圈分布区是亚洲10条大江大河(长江、黄河、塔里木河、怒江、澜沧江、伊犁河、额尔齐斯河、雅鲁藏布江、印度河、恒河)的水资源形成区(图1.2),冰川、积雪和冻土对水资源持续利用、生态变化、经济社会发展、边疆稳定以及国际关系均有着十分突出的影响。实际上正是由于冰川和积雪的存在,才使得我国深居内陆腹地的干旱区形成了许多人类赖以生存的绿洲,也使得我国干旱区有别于世界上其他地带性干旱区。这种冰川积雪-绿洲景观及其相关的水文和生态系统得以稳定和持续存在的核心是冰雪。没有冰雪就没有绿洲,也就没有在那里千百年来生息的人民。

受冰冻圈影响的跨境河流众多,如何系统认识冰冻圈变化的水资源和生态源效应,不仅关系到我国西部的可持续发展,而且也涉及中亚周边国家的水资源利用,处于上游的我国冰川水资源的些许变化,将会导致下游河流径流变化,引发国际问题。目前这一问题已引起了广泛的关注,一些国际组织纷纷发出警示,如联合国环境发展署发布的《人类发展报告》中指出(UNDP, 2006),中亚、南亚和我国青藏高原的“未来50年冰川融化可能是对人类进步和粮食安全最严重的威胁之一”;世界银行在《世界发展指数2005》中也指出,未来50年喜马拉雅山冰川变化将严重影响那里的河川径流(World Bank, 2005)。

极端干旱的气候条件,导致了广阔的荒漠生态景观,全国90%的荒漠化土地集中在西北地区。降水在西北广大平原区一般没有产汇流,除区域内荒漠生态系统以外,降水不能维持绿洲生态系统的稳定。水土资源不匹配,水是西北地区土地资源利用的最大制约因素,无灌不植,土壤干旱严重,不足总土地面积10%的人工灌溉绿洲区支撑了该区域85%以上的人口和93%的GDP产出。经济社会与生态环境之间的用水矛盾异常尖锐,伴随着经济社会的发展,区域生态环境急剧恶化。西北地区水土资源的上述特征决定了该区域的先天性水资源短缺和生态系统的脆弱性,决定了资源利用的特殊性及其对水资源的高度依赖性,经济社会的持续发展需要在水资源、环境变化、经济发展和生态健康中寻求动态平衡。

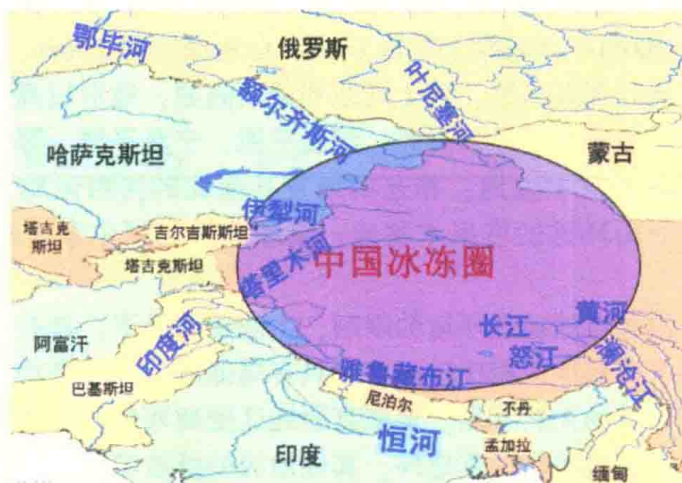


图 1.2 中国西部冰冻圈是欧亚众多河流的发源地

西北干旱区是我国主要的沙尘源地，其影响不仅在中国，而且也漂洋过海，影响区域乃至全球。同时，与之相邻的、具有类似地理环境的中亚、蒙古国等的沙尘也会影响我国。这种地理环境上的相似性是人为划定的国界无法阻挡的，在宏观地缘地理环境下审视这些问题，对区域发展和国际战略均具有重要意义。

1.1.3 高度敏感性的生态与环境

生态与环境脆弱性是作为一种在时空尺度上，特定生态系统相对于外界干扰的响应而存在的，它是自然因素或人类短期经济行为作用的结果。严格的生态脆弱性概念侧重于突出生态系统偏离原生环境的程度，即生态与环境受外界干扰后所表现出的不稳定特征，即敏感程度。

中国西北地区的自然环境决定了生态系统结构上“先天不足”，即生态系统结构型脆弱性表现突出，也正是由于生态系统结构型上所导致的生态系统稳定性较差，其抗外界干扰的能力较弱，使得西北地区生态与环境胁迫型脆弱性表现得更加突出。其主要反映在其对人类活动和气候变化的敏感性上，即同等人类活动或气候变化强度影响下，西北地区的生态与环境变化要显著得多。西北地区脆弱生态与环境的分布在宏观上主要与自然地理环境密切相关。

1.1.3.1 西北地区生态环境对气候与环境变化的敏感性

当生态环境受到外部扰动（气候变化、人类活动）时，生态系统内部在外部扰动压力下会产生相应的反应，反应的强弱体现了生态系统对外部扰动的敏感程度。在宏观上，生态系统对压力反应的程度主要表现为土地退化，因此，用退化土地覆盖率作为生态环境对外部扰动的敏感性指标，可在一定程度上反映区域生态环境对扰动的敏感性（图 1.3）。如图 1.3 所示，生态环境相对较差表示退化土地覆盖率高，生态系统对变化环境的敏感性强 [图 1.3 (a)]。生态环境质量综合评价 [图 1.3 (b)] 以定性分析为主，综合反映了生态结构、