

Ecological Protection and Sustainable Management
of the Tarim River Basin

陈亚宁 主编

新疆塔里木河流域 生态保护与可持续管理



科学出版社

新疆塔里木河流域 生态保护与可持续管理

陈亚宁 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书作者从服务于塔里木河流域综合治理的角度出发,结合对塔里木河流域主要生态问题的分析梳理,研究确定了塔里木河流域生态红线、生态敏感区、生态保护目标,分析计算了流域生态红线和生态敏感区保护范围内的天然植被生态需水量,系统论证了急需开展的重点生态工程,并针对性地就塔里木河流域水资源管理、生态水权、生态补偿机制和体制创新等方面提出了相应的建议与对策措施。

本书的读者对象为从事干旱区水资源管理及生态学、地理学、环境学与生态经济学研究的管理与科技人员,以及相关学科的高等院校师生。

图书在版编目(CIP)数据

新疆塔里木河流域生态保护与可持续管理/陈亚宁主编. —北京:科学出版社,2015. 4

ISBN 978-7-03-043832-4

I. ①新… II. ①陈… III. ①塔里木河-流域-生态环境-需水量-研究②塔里木河-流域-生态环境-环境管理 IV. ①X143②X321. 245

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 055317 号

责任编辑:李秀伟 白 雪 / 责任校对:郑金红

责任印制:肖 兴 / 封面设计:北京图阅盛世文化传媒有限公司

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>

北京通州皇家印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015 年 4 月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2015 年 4 月第一次印刷 印张:21 插页:8

字数:300 000

定价:128.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

序

塔里木河流域地处中亚腹地,位于天山山脉和昆仑山山脉之间,东西长 1100km,南北宽 600km,全长 2179km,面积约 102 万 km^2 ,是中国第一大内陆河,世界第二大流动沙漠——塔克拉玛干沙漠位于其中部。塔里木河流域以其丰富的自然资源和脆弱的生态系统著称于世,严峻的荒漠化现实使得这一地区水资源开发利用中的生态与经济的矛盾日益突出,随着经济社会发展对水资源需求的增加,对生态的压力也不断加大,对生态保护的需求更为迫切,成为国家和社会各界关注的热点地区。深入研究塔里木河流域生态保护与可持续管理、准确诊断流域生态环境问题、科学定位生态保护重点和治理难点,对于从根本上解决塔里木河流域的生态问题、提高流域综合管理和可持续发展能力、促进流域经济社会可持续发展与生态安全具有重要意义。

塔里木河流域以山地、荒漠为主体,绿洲不足国土面积的 5%。绿洲是人类生存、生产和生活的载体。绿洲经济以农业为主体,绿洲农业是塔里木河流域的最基本发展模式,水资源的开发利用是以绿洲农业生产为核心的。长期以来,塔里木河流域水土资源利用格局已经形成,伴随着耕地增多和农业灌溉用水量的不断增加,农业用水比例高达 96% 以上,生态用水被强烈挤占。在塔里木河流域普遍存在着上游开发、下游断流,上游绿洲面积扩大、下游荒漠化加剧、生态风险加大的趋势。并且,伴随着全球气候变化,极端气候水文事件的频度和强度加剧、水文波动性加大,由气候变化带来的水资源不确定性和生态风险也进一步加剧。塔里木河流域水资源开发利用与生态安全的维护面临着严峻挑战,有诸多与水资源相关的科学问题需要回答。

《新疆塔里木河流域生态保护与可持续管理》一书汇集了陈亚宁研究员团队以及塔里木河流域管理局的 20 余位科研、管理、监测人员的长期工作积累和研究成果。该项成果以塔里木河流域的阿克苏河、叶

尔羌河、和田河、开都-孔雀河、渭干-库车河、迪那河、喀什噶尔河、克里雅河、车尔臣河以及塔里木河干流,即“九源一干”为研究对象,对塔里木河流域目前主要的生态问题进行了诊断、梳理,对过去 10 年流域土地利用/覆被变化进行了解析,从塔里木河流域综合治理的角度,详细论证了塔里木河流域生态红线、生态保护目标、生态需水量、生态工程、保护对策以及流域生态水权、生态补偿机制等。结合对塔里木河流域生态安全的分析,提出塔里木河流域生态红线的保护目标为确保流域平原区天然植被不再退化和减少,生态红线的保护范围为 $477.71 \times 10^4 \text{hm}^2$,生态需水量为 $87.93 \times 10^8 \text{m}^3$,并结合对塔里木河流域生态需水的计算,提出了在塔里木河流域尽快实施“退耕、减地、还水”建议;同时,针对塔里木河流域的突出生态问题,提出了塔里木河流域近期三大生态保护与建设工程,即湖泊、湿地生态保护工程,荒漠河岸林保育修复工程,以及地下水监测与管理工程等。这一研究成果为塔里木河流域的生态用水配置、天然植被保护以及生态系统可持续管理提供了科学依据,也为塔里木河流域综合治理和南疆水利规划提供了重要科技支撑。

衷心希望通过该书的出版开启塔里木河流域科学研究的新篇章,促进科研人员与水行政管理者对流域综合治理的密切合作与交流,产、学、研、政结合,实现流域的生态安全和经济社会可持续发展。



2014 年 9 月 28 日

前 言

塔里木河流域地处新疆南部,北连天山,南依昆仑山,西接帕米尔高原,面积约 102 万 km^2 。塔里木河是我国最长的内陆河,也是世界著名的内陆河之一,以其鲜明的地域特色著称于世。流域内相对丰富的自然资源与极端脆弱的生态环境交织在一起,具有自然资源丰富和生态环境脆弱的双重特点,水资源开发过程中的生态与经济的矛盾十分突出,水资源短缺以及与此相联系的生态环境问题是制约塔里木流域经济社会发展的关键要素。自 2000 年以来,国家实施了塔里木河流域近期综合治理工程,在流域“增水”、“节水”、“输水”等方面取得了显著成效,塔里木河下游垂死的大片胡杨得到拯救,“绿色走廊”得以保护,绿洲生产力大幅提升。然而,伴随着塔里木河流域近期综合治理工程的实施,流域内耕地面积不断增加,灌溉面积持续扩大,农业用水比例过高,生态环境需水被严重挤占,地下水位大幅下降,生态隐患与危机日益凸显,解决塔里木河流域生态问题任重道远。

在国家科技支撑计划课题“新疆干旱区典型荒漠生态系统综合整治技术开发”(2006BAC01A03)、“塔里木河下游退化生态系统恢复重建技术研发与示范”(2014BAC15B02)以及多个国家自然科学基金项目和塔里木河流域管理局“塔里木河流域生态需水量及重要生态工程研究”等项目的资助下,课题组在大量野外观测和数据采集分析的基础上,以塔里木河流域的“九源一干”(阿克苏河、叶尔羌河、和田河、开都-孔雀河、渭干-库车河、迪那河、喀什噶尔河、克里雅河、车尔臣河及塔里木河干流)为研究对象,从服务于塔里木河流域综合治理的角度出发,对塔里木河流域当前主要生态问题进行了系统诊断,从流域综合治理、生态保护的角度对生态红线、生态保护目标、生态需水、重点生态工程、生态水权、生态补偿和生态保护对策等方面进行了深入分析,形成了以下研究成果。

在流域生态红线与生态保护目标确定方面,综合考虑塔里木河流

域天然荒漠植被在保障绿洲生态安全、绿洲城市文明以及区域生物多样性保育等方面的重要功能,依据天然植被分布格局和水分条件,确定了塔里木河流域生态红线、生态敏感区以及生态保护目标。

在流域生态需水量研究方面,分析了气候变化对生态需水的影响,确定了适宜生态水位,计算得出了塔里木河流域生态红线和生态敏感区保护范围内的天然植被生态需水量。

在流域重点生态工程建设方面,遵循生态重要性、保护紧迫性、物种稀缺性、实施可行性等原则,提出急需开展的重点生态工程有:湖泊、湿地生态保护工程,荒漠河岸林保育修复工程,以及地下水监测与管理工程等内容,并对上述三大重点生态工程具体实施地点、范围、目标、内容进行了分析阐述。

在流域生态保护对策与措施方面,针对性地就塔里木河流域水资源管理、生态水权、生态补偿机制和体制创新等方面提出了相应的建议和对策措施。

全书约 30 万字,分为 7 章。第一、第二章主要对流域生态问题和过去 10 年的土地利用变化进行了剖析;第三、第四章分析确立了塔里木河流域生态红线和生态保护目标,并计算了生态需水量;第五章研究提出了塔里木河流域重点生态工程;第六、第七章围绕流域水资源管理、生态保护、生态水权、生态补偿等内容进行了讨论。参与本项研究、讨论和编写的人员有:中国科学院新疆生态与地理研究所陈亚宁、郝兴明、黄湘、付爱红、杨玉海、朱成刚、李卫红、叶朝霞、陈亚鹏、汪洋、罗万云、陈海燕、张永雷;塔里木河流域管理局石泉、托乎提·艾合买提、吾买尔江·吾布力、陈跃滨、马玉琪、黄小宁、毛晓辉、何宇等。陈亚宁、石泉对全书进行了统稿。

本项研究得到了国家科技部、国家自然科学基金委员会、新疆科技厅、中国科学院新疆生态与地理研究所、塔里木河流域管理局等单位的大力支持,中国工程院院士王浩为本书写序,在此一并表示最诚挚的感谢!

作 者

2014 年 9 月 29 日

目 录

序

前言

第一章 塔里木河流域生态环境现状及问题分析	1
第一节 流域生态环境现状	6
第二节 流域主要生态环境问题分析	37
第三节 干流河道水系变迁与植被带变化	62
参考文献	71
第二章 塔里木河流域土地利用/覆被变化	74
第一节 土地利用/覆被变化分析	74
第二节 土地利用/覆被变化区域分异	82
第三章 塔里木河流域生态保护目标	98
第一节 生态红线与保护目标	98
第二节 生态保护范围	102
参考文献	118
第四章 塔里木河流域生态需水研究	119
第一节 生态需水的内涵及计算方法	120
第二节 生态需水特点分析	136
第三节 生态需水量计算结果	138
第四节 河道损耗估算	155
第五节 生态需水量估算与合理性分析	180
参考文献	185
第五章 塔里木河流域重点生态工程	190
第一节 湖泊、湿地生态保护工程	190
第二节 荒漠河岸林保育修复工程	202

第三节	地下水监测与管理工程	221
参考文献		225
第六章	塔里木河流域生态保护对策与措施	227
第一节	流域水资源管理	227
第二节	流域生态保护对策与措施	231
参考文献		280
第七章	塔里木河流域生态水权与生态补偿研究	281
第一节	流域水权问题	281
第二节	流域生态补偿问题	290
结语		321
参考文献		322

彩图

第一章 塔里木河流域生态环境现状 及问题分析

塔里木河流域深居中亚腹地,干旱少雨,多风沙天气,是我国生态环境最为脆弱的地区。塔里木河流域自然资源的相对丰富与生态环境的极端脆弱交织在一起,由于历史和自然的原因,经济发展相对滞后。在过去 60 年里,塔里木河流域的社会经济和人口都得到了迅速发展,各族人民生活条件和生活水平得到了极大改善和提升,但同时,人类对水土资源的大规模开发利用,强烈改变了水资源的时空分布,改变了水-生态过程,导致流域内生态用水不断减少,生态问题日益突出。在自然和人为活动的共同作用下,塔里木河流域的生态问题日趋严重,已成为社会各界关注的热点地区。塔里木河流域生态维护和环境保护面临着前所未有的机遇和挑战。当前,塔里木河流域存在的主要问题有以下三个方面。

(1) 农业灌溉面积持续扩大,农业用水比例过高,严重挤占生态用水

塔里木河流域在过去 10 年间耕地面积增加了约 20%,由 2001 年的 $354.28 \times 10^4 \text{hm}^2$ 扩大到 2010 年的 $422.92 \times 10^4 \text{hm}^2$,其中 2005 年以来是增加最快的时期。比较塔里木河流域 1990-2000 年和 2001-2010 年这两个时段的耕地面积变化可以发现,塔里木河流域后 10 年耕地的动态度是前 10 年的 2.81 倍,说明 2001 年以后塔里木河流域耕地面积扩张迅速,土地开发强度有加大的趋势。

从区域分布看,近 10 年塔里木河流域的新增耕地主要分布在河流中下游及湖泊湿地周边。例如,阿克苏河主要是河道两岸灌溉面积增加迅速,增幅达 5%;叶尔羌河的新增耕地主要位于下游河道两侧;和田河流域的新增耕地集中分布在玉龙喀什河与喀拉喀什河中段河道两侧;渭干-库车河灌区 2010 年耕地面积比 2001 年增长约 36.60%,尤其是库车河南部地区耕地面积迅速扩大;开都-孔雀河流域耕地面积 2010

年增加到 $38.04 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 增长了 31.10%, 新增耕地分布在湖泊湿地周边和博斯腾湖出湖口河道两侧及普惠灌区; 在塔里木河干流区, 2001-2010 年耕地面积增加十分迅速, 增幅达 80%, 新增耕地主要分布在输水堤防外围以及恰拉水库下游。据统计, 塔里木河流域 2001-2010 年新增耕地面积 $68.64 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。

从用水结构看, 塔里木河流域农业的用水量过高, 用水比例过大 (达 96% 以上), 亟待改变用水结构, 提高用水效益。据 2010 年度新疆塔里木河流域水资源公报, 2010 年塔里木河流域水资源总量约为 $540.66 \times 10^8 \text{ m}^3$, 属丰水年。2010 年塔里木河全流域总引水量为 $324.85 \times 10^8 \text{ m}^3$, 其中农业需水量为 $314.24 \times 10^8 \text{ m}^3$, 农业的用水比例为 96.73%, 所占比例最大。万元国内生产总值 (GDP) 用水量高达 4530.6 m^3 , 远高于全疆当年平均水平的 984.10 m^3 , 相比于全国 129 m^3 的平均水平更是高出 34 倍。灌溉面积的大幅增加不仅消耗了塔里木河流域综合治理节约出的水资源和新开发的地下水资源, 而且还挤占了流域的生态用水, 加剧了用水矛盾, 致使生态用水难以得到保证, 同时, 大量开采地下水还导致地下水位大幅下降。塔里木河流域耕地面积的持续增长, 过度占用了流域有限的水资源, 已经大大超过了流域水资源承载力, 生态用水的严重萎缩导致流域生态危机日益加剧。

由表 1.1 可以看出, 叶尔羌河、和田河和开都-孔雀河农业用水量均呈增加态势, 增加量分别为 $7.69 \times 10^8 \text{ m}^3$ 、 $8.11 \times 10^8 \text{ m}^3$ 和 $3.30 \times 10^8 \text{ m}^3$; 而生态用水量均大幅减少, 减少量分别为 $1.15 \times 10^8 \text{ m}^3$ 、 $2.13 \times 10^8 \text{ m}^3$ 和 $0.74 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。地下水开采量呈显著增加态势。

表 1.1 塔里木河四源流用水结构 (单位: $\times 10^8 \text{ m}^3$)

内容 河流	地下水供应量		农业用水		生活用水		生态用水		总用水量	
	2007 年	2010 年	2007 年	2010 年	2007 年	2010 年	2007 年	2010 年	2007 年	2010 年
阿克苏河	4.31	7.05	98.93	97.50	0.53	0.60	0.44	1.16	101.27	100.24
叶尔羌河	10.82	20.95	107.27	114.96	0.92	0.78	1.49	0.34	110.96	116.81
和田河	3.31	3.74	36.62	44.73	0.39	0.40	3.11	0.98	40.47	46.40
开都-孔雀河	4.26	9.01	37.60	40.90	0.39	0.51	2.00	1.26	40.68	44.10

(2) 水资源的过度开发加剧了生态与经济的矛盾,生态问题日趋突出,对流域经济社会可持续发展的潜在威胁日益加大

塔里木河流域资源性缺水严重,持续不断地开荒和扩大灌溉面积,打破了流域生态系统平衡,生态危机加剧。塔里木河流域耕地面积不断扩大、人工绿洲扩张的同时,林地、草地面积大幅减少,地下水位明显下降,天然植被衰败死亡,荒漠生态系统的稳定性下降、生态功能降低。

2000 年以来,塔里木河流域约有 $256.71 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 林地转化为草地、耕地和裸地。例如,阿克苏河流域,林地面积减少了 46.20%,大部分转化为耕地和裸地;和田河中游 13.70% 的林地转化为耕地。林地向草地、耕地和裸地转化的同时,多被斑块状耕地所分裂,以防护林的形式呈带状或破碎化斑块状分布,这一变化趋势充分表明伴随着以农业水土开发为主的经济的发展,流域内荒漠河岸林萎缩趋势日益加剧。值得一提的是,塔里木河干流中游河道输水堤防的修建,促进了向下游的输水和生态恢复,但同时也促进了堤防外围的垦荒。近 10 年来,塔里木河干流的林地每年以 $1.0 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 速度减少,减少幅度达 47.65%;草地的减少幅度达 34.68%。

在塔里木河流域“九源一干”中,除阿克苏河和车尔臣河外,和田河、叶尔羌河、喀什噶尔河、渭干-库车河、迪那河、克里雅河以及开都-孔雀河下游的天然植被均处在干旱胁迫和退化状态。塔里木河下游在 2000-2013 年生态输水的影响下(2000 年开始向塔里木河下游输生态水),“绿色走廊”得到拯救和保护,沿河流两岸的生态恢复效应明显。然而,由于采取的是以沿自然河道下泄输水为主的方式,在输水过程中,河道两侧地下水和天然植被的最大响应范围也仅分别在 1000m 和 800m 左右(陈亚宁,2011),影响范围有限,生态恢复的范围也仅仅是沿河流呈一条线。也就是说,虽然塔里木河下游河道两岸胡杨等天然植被退化和衰败的态势得到了有效遏制,但是,塔里木河下游“绿色走廊”的维系和荒漠河岸林生态系统的保育工作还很艰巨,塔里木河下游生态退化的威胁仍然存在。

博斯腾湖作为开都河的尾间和孔雀河的源流,是我国最大的内陆淡水湖,备受社会各界关注。在过去的 10 年,伴随着周边灌溉面积的

扩大和农业用水量的增加,入湖水量不断减少、水域面积缩小,水环境恶化、矿化度升高、水生态威胁加大。湖面水位和水域面积分别由 2002 年的 1049.39m 和 1300km²,降至 2013 年的 1045.05m 和 880km²,湖水矿化度由 2003 年的 1.17g/L 升至 2013 年的 1.5g/L。博斯腾湖的水环境、水生态及湿地生态安全问题日益突出(陈亚宁等,2013)。

不仅如此,2005 年以来,塔里木河流域地下水开采力度加大,造成地下水位大幅下降,生态隐忧加剧。例如,开都-孔雀河地下水可开采量 $6.08 \times 10^8 \text{m}^3$,2011 年实际提取 $11.05 \times 10^8 \text{m}^3$,2013 年达 $13 \times 10^8 \text{m}^3$,超出红线 113.8%,地下水位的大幅下降,对地表生态过程的影响十分强烈,使得一些耐旱性差的浅根系植物死亡,物种多样性减少。近些年,塔里木河流域天然植被的覆盖率总体呈现降低趋势。同时,研究表明,在过去的 10 年,由于塔里木河流域农业灌溉面积的不断扩大和农业用水量的不断增加,以及地下水的严重超采,塔里木河流域的陆地水储量变化呈明显递减趋势(Yang and Chen,2014),塔里木河流域的生态隐忧和潜在风险在日益加大。

(3) 流域生态水权管理体制缺失,地表水-地下水尚未实现联合调度利用,水资源实时化监控网络不健全

流域生态水权管理体制缺失,生态用水难以得到保障。生态水权就是分配给生态环境使用水资源的权利。以塔里木河流域为主体的我国西北干旱区生态环境对水的依赖性很强,由于灌溉面积的不断扩大,流域农业用水量大幅增长,严重挤占了生态用水,从而导致了一系列生态与环境问题。我们实施的应急生态输水是对生态严重受损地区生态用水亏欠的补偿。目前,流域生态水权管理体制的缺失,使得这类补水用的是谁的水权、补水责任的主体应当是谁都并不十分清楚,从而导致补水难以持续、生态用水难以得到保障。在我国现行的水资源管理体制下,政府必须承担生态水权代言人的责任,并将生态水权以法律的形式确定下来,将生态水权制度纳入水资源管理体制,实现流域水资源合理配置和生态系统的可持续管理。

流域地表水、地下水无法联合调度利用,流域综合管理能力亟待提升。塔里木河流域地跨南疆 5 个地(州)的 42 个县(市)和 4 个兵团师的 55 个团场,国民经济与生态系统之间、地区间和部门间用水矛盾尖锐,近年来塔里木河地表水资源基本实现了统一调度管理,但是地表水、地下水统一管理和联合调度机制缺失。地下水的开发利用处在各地州、兵团及水管部门多头管理状态,未能真正实现流域水资源的统一管理,从而导致出现无序开发利用地下水资源的现像,造成流域内地下水过度开采,2007 年与 2010 年相比,阿克苏河、叶尔羌河和开都-孔雀河流域地下水机井数量大幅增加,有些灌区已超过 8000 眼。地下水的不合理开发,一方面导致地下水位大幅下降,部分地区出现“掉泵”现象,对农业生产的负面影响已经凸显;另一方面,有些地下水开采井布置在河道、湖泊附近,地下水的超量开采加大了对河道地表水的袭夺。在博斯腾湖湖周超采地下水,导致博斯腾湖湖水下渗损失量不断增加,正常的湖水位难以维系。湖周湿地面积萎缩,生态功能下降,天然植被大面积死亡,生态退化和沙漠化过程加剧。

地表水、地下水动态监控能力不足,流域水资源调度管理和监控能力有待提高。对主要河流和灌区的水文水情信息数据的实时化、网络化监控能力亟待提升。塔里木河流域现有国家及专用水文站 55 处,其中四源流地区共有水文站 24 处,塔里木河干流水文站 5 处,分属于新疆维吾尔自治区水文水资源局下属的和田、喀什、阿克苏与巴州 4 个水文水资源局,以及塔里木河流域管理局、兵团农一师和农二师 4 个系统。各级水文站的多头管理、运行导致各水文站运行链接不畅,使得水资源信息数据无法实现实时监控,统一分析。同时,地表水、地下水实时供水水情信息的监控能力不足,难以准确反映水情信息和指导地表水、地下水的合理开采与联合利用;各水文站管理标准不一,导致水文与环境监测项目指标不统一,具体表现在观测项目接口不一致,指标不统一,资料整理、审查与汇编过程中操作标准不规范,导致资料的可靠性、规范性较差,使得信息数据无法实现共享和交流,更无法为实时化、网络化监控服务。缺乏水量调度控制节点的动态、信息化数据,水力监测计量、信息化管理基本上仅限于水文监测,缺乏对供水、用水、排水、水质、

地下水、生态、经济等全方位、全过程的监测,对已建立的重要生态闸口过水量监测与评估薄弱。

第一节 流域生态环境现状

塔里木河流域地处新疆南部,地势西高东低,北依天山,南连昆仑山,西接帕米尔高原,盆地的水资源全部来自山区,由高山区的冰川积雪融水、中山森林带的降水和低山区的基岩裂隙水构成,不同区域由于自然条件的差异,水资源及生态环境状况也有所不同。下面分别就塔里木河流域的阿克苏河、叶尔羌河、和田河、开都-孔雀河、迪那河、渭干-库车河、喀什噶尔河、克里雅河、车尔臣河及塔里木河干流,即“九源一干”的自然条件及社会经济梗概做一介绍。

一、阿克苏河流域生态环境现状

(一) 自然地理概况

阿克苏河流域位于天山中段西部南麓地区,塔里木盆地北缘,范围介于 $76^{\circ}28'E-81^{\circ}40'E$ 、 $40^{\circ}04'N-42^{\circ}13'N$ 之间,流域面积约 $6.31 \times 10^4 \text{ km}^2$,其中境内面积 $4.28 \times 10^4 \text{ km}^2$,地势从北向南、从西向东逐渐降低,受地形影响,山地垂直地貌分带明显。海拔 4000m 以上为极高山带,分布着众多的大型山谷冰川;海拔 3000-4000m 为高山带,第四纪冰川遗迹普遍分布,冰缘地貌如倒石堆、岩崩体、泥石流等分布甚广;海拔 2300-3000m 为中山带,分布高度基本上与森林带上下限一致,降水较多,河床纵坡降很大,地表为森林-草原景观;海拔 1300-2300m 为低山丘陵带,山地光秃,岩石裸露,多为荒漠景观,河谷中河流侵蚀与堆积阶地普遍存在;海拔 1300m 以下为山前平原,流域内的绿洲、沙漠均分布在这一带,同时也是受人类活动影响最为深刻的区域。流域内生态系统由山地、绿洲、荒漠三部分组成。山地是径流的形成区,涵养水源,提供水源;绿洲是生物和人类活动的聚居地;荒漠是水资源散失区,这三部分由水资源这条主线控制,是一个有自调节和自组织功能的综合生态系统。流域内生物资源种类繁多、品种独特、特性优良,开发潜力较

大。有国家一级保护动物 11 种,二级保护动物 28 种;国家和自治区野生珍贵林木多达 16 种。

(二) 气候概况

阿克苏河流域地处欧亚大陆腹地,气候干燥少雨,是典型的大陆性气候。流域地势西北高、东南低,水汽主要来源于纬向西风环流带来的大西洋气流,气流经里海北部和中亚进入新疆,造成流域内中、高山地带降水较多,而低海拔地区则降水稀少、蒸发强烈、干燥多风。降水量时空分布极不均匀,主要集中在山区,东部多、西部少,垂直地带性规律显著,在海拔 7435m 的托木尔峰和海拔 6995m 的汗腾格里峰附近高山的年降水量为 900mm 以上,海拔 1000m 左右的地区年降水量仅 50mm 左右。季节变化较大,夏季降水量大,占年降水量的 70% 左右。流域多年平均气温为 9.20-11.50℃,多年平均降水量为 64mm,多年平均蒸发量为 1890mm,年极端最高气温 40.20℃,年极端最低气温为 -27.60℃,多年平均日照时数为 2850h。

(三) 水资源概况

阿克苏河是新疆三大国际性河流之一,是天山南坡径流量最大的河流,其上游两大干流均发源于吉尔吉斯斯坦国内,北干流为库玛拉克河,发源于汗腾格里峰,集水面积约 $1.28 \times 10^4 \text{ km}^2$,从河源至两河汇合处全长 293km;西干流为托什干河,发源于阿特巴什山脉,集水面积约 $1.84 \times 10^4 \text{ km}^2$,河源至汇合口处长 457km(表 1.2)。两大源流入境后,流经柯尔克孜及阿克苏两地州的阿合奇、乌什、温宿、阿克苏、阿瓦提等五县市。两大干流在温宿县附近喀拉都维汇合后称为阿克苏河,流至艾里西处又分东西两支:新大河、老大河,新大河、老大河在阿瓦提以下重新汇合,在肖夹克处汇入塔里木河,从两大干流汇合处到肖夹克长约 132km。除了两大源流外,流域内还有台兰河、喀拉玉尔滚河和柯克亚河等小的支流汇入。

表 1.2 阿克苏河流域水系组成与流域面积统计

(单位:km²)

流(区)域名称		流域面积		
水系	河流	国内	国外	小计
阿克苏河(7 条)	托什干河(支流)	16 846	20 300	43 121
	库玛拉克河(支流)	5 975		
	阿克苏河干流	13 220	—	13 220
	台兰河	3 871	—	3 871
	喀拉玉尔滚河	1 329	—	1 329
	柯克亚河	488	—	488
	2 条小河	1 071	—	1 071
	小计	42 800	20 300	63 100

阿克苏河主要由山地降水和冰雪融水及基岩裂隙水补给,水量非常丰富,径流的补给随流域海拔、自然条件和降水形式的不同而不同,表现为高山地带以冰雪融水补给为主,中低山地带除了有雨水和高山冰雪融水的补给外,还有少量季节积雪融水的补给和基岩裂隙水的多种混合补给,如库玛拉克河由西北向东南奔流进入温宿山间盆地,河川径流以高山冰川融水补给为主,约占 70%,降水仅占 30%。山区是阿克苏河的产流区,出山口以上山区的降水量大,引水量少,河网密度大,是径流形成区。平原和盆地是径流散失区,河流出山后流经冲积扇和冲积平原引入灌区,消耗于灌溉、渗漏和蒸发。阿克苏河地表径流被引入绿洲灌区后的剩余水量直接从河道经塔里木拦河闸和巴吾托拉克闸泄入塔里木河干流,多年平均下泄水量为 $29.71 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。阿克苏河年径流量主要来自山区的两大干流:托什干河和库玛拉克河,1957-2010 年托什干河出山口沙里桂兰克水文站实测多年平均径流量为 $28.07 \times 10^8 \text{ m}^3$,径流量变差系数为 0.19;库玛拉克河出山口协合拉水文站多年平均径流量为 $48.01 \times 10^8 \text{ m}^3$,变差系数为 0.17,两河合计多年平均径流量为 $76.08 \times 10^8 \text{ m}^3$,若加上台兰河等小支流,阿克苏河流域近 50 年平均径流量为 $84.60 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。除了丰富的地表水资源外,阿克苏河流域还有约 $63.52 \times 10^8 \text{ m}^3$ 的地下水资源量(据 2010 年新疆水资源公