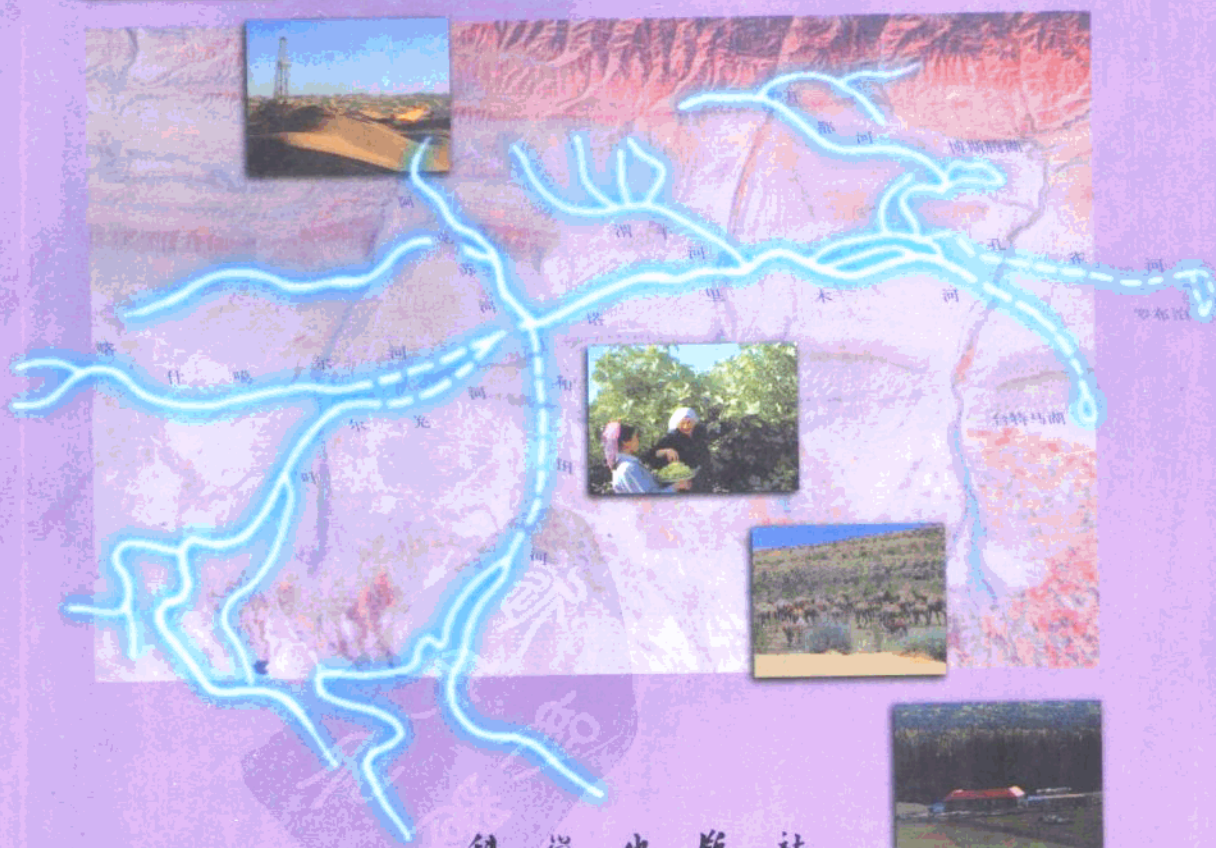


中国科学院区域持续发展研究中心
第二期可持续发展研究项目成果
新疆维吾尔自治区软科学项目成果

塔里木河流域 资源环境及可持续发展

樊自立 主编



科学出版社

项 目 名 称 塔里木河流域水资源利用、生态环境
整治及经济发展战略研究

承 担 单 位 中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所
中国科学院新疆地理研究所
新疆水利厅塔里木河流域管理局

项目负责人 樊自立 黄文房 张发旺

参 加 人 员 (以姓氏笔画为序)

王让会	邓永新	孙荣章	朱 峰
李 新	李会平	张捷斌	季 方
周 军	周宏飞	赵元杰	唐数红

序 言

“区域开发前期研究”是1990年中国科学院为支持基础性研究工作稳定发展而确定的院特别支持领域之一。该项研究是针对地区开发而开展的具有超前性、基础性、综合性和战略性的研究工作。

1990年至1992年的“区域开发前期研究”第一期共开展了“大渤海地区总体开发与综合治理”等11个项目,积累了所涉及地域的大量资料和数据,提出了相应的区域发展方向、途径和对策建议,并出版了一批文集和专著研究成果,对制订这些地区的发展规划和区域开发研究作出了贡献。

在第一期研究的基础上,配合国家“八五”期间区域开发的重点,1993年至1996年开展了“区域开发前期研究”第二期项目。

中国科学院为了更好地适应我国改革开放和社会主义建设事业的需要,加强了对区域持续发展和国情的研究,于1995年5月成立了“中国科学院区域持续发展研究中心”,其主要任务是:研究我国重要区域经济、社会的总体发展战略与建设布局;资源的合理开发利用、保护与环境协调发展;适时提供区域持续发展宏观的科学依据。同时继续开展国情研究和“人与自然关系”的研究。

“中国科学院区域持续发展研究中心”成立后,“区域开发前期研究”第二期项目,便相应更改为在中国科学院区域持续发展研究中心组织下的“可持续发展研究”第二期项目。第二期研究的重点在全国有战略地位的经济发展地带、跨省的重点开发地区和典型流域的综合开发与整治,包括“中国沿海地区21世纪持续发展研究”、“图们江地区资源开发、建设布局与环境整治研究”、“晋冀鲁豫接壤地区区域发展与环境整治研究”、“苏鲁豫皖接壤地区资源开发、产业布局与环境整治研究”、“河西走廊经济发展与环境整治的综合研究”、“汉水流域资源合理开发利用与经济发展综合研究”、“澜沧江下游开发整治与中老缅泰国际经济合作区建设研究”和“塔里木河流域水资源利用、生态环境整治及经济发展战略研究”等10个项目。

本书是第二期研究的主要成果。希望它能为我国社会经济的可持续发展做出新贡献。

孙鸿烈
1996年7月

前 言

塔里木河流域,由于其特殊的地理位置,在干旱区资源环境研究中具有典型性和代表性,又因具有丰富的水、土、光、热资源和油气资源,是我国重要的棉花生产基地、水土资源开发区和能源战略接替区,颇受国内外关注。

但是,长期以来,由于人类对塔里木河流域自然资源特别是水资源利用不合理,使得源流补给干流水量减少;干流区上游农田排水大量泄入造成河水水质盐化;下游水量减少,使得地下水位下降,植被衰败,土地沙漠化不断扩大,生态环境恶化。这些问题若不能得到解决,必将影响该流域的持续发展。为此,1993年,新疆维吾尔自治区科委将该项目列入自治区软科学研究计划,1994年又被列入中国科学院“区域开发前期研究”项目。根据专家意见,本项目在执行中水资源和生态环境研究方面应“以塔里木河干流和中游为主”,经济发展由于超出塔里木河干流区范围,以塔里木盆地北部地区为主。

经过三年多的工作,本项目取得了以下成果。

(1) 水资源利用方面:分析了干流来水量减少和各段水量变化原因;计算了水量的消耗与平衡;预测了今后源流向干流可供水量;维护生态和发展生产的用水量 and 用水比例;上、中、下游各段水量合理分配;实现水资源合理利用的对策和措施;并对跨流域向塔里木河调水作了研究。

(2) 生态环境整治方面:分析了在人类活动影响下流域生态环境的演变趋势;近期(70年代以后)塔里木河生态环境发生的有利与不利变化;提出了生态环境整治的对策;保护和改善生态环境的主要措施;并针对下游绿色走廊各段环境恶化的具体情况,分别提出应采取的主要整治和保护措施。

(3) 区域可持续发展方面:分析了影响流域持续发展的有利条件和不利因素;针对该区的社会经济特点,提出可持续发展的基本原则;可持续发展的合理模式;实现可持续发展的目标和应采取的主要对策和措施。

(4) 经济发展战略方面:主要研究塔里木盆地北部区,分析了该区域经济优势和特点,发展的机遇和存在的问题;今后经济发展趋势和主导产业选择;经济发展战略方向、目标和布局;并对社会经济发展和基础设施建设的重大问题提出了对策建议。

过去对塔里木河流域进行的考察研究和规划成果很多,如1983~1986年由中国科学院新疆分院组织的塔里木河流域资源与环境遥感研究;1984~1986年由新疆国土局组织的塔里木河、开都河-孔雀河、和田河、阿克苏河及叶尔羌河综合考察;1986~1989年由新疆水利厅组织完成的塔里木河干流、阿克苏河、叶尔羌河和田河流域规划。本次研究吸收和借鉴了前述研究成果,力求在原有基础上补充新的情况,使本研究成果能够进一步深入和提高。

本研究由中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所负责,中国科学院新疆地理研究所

和新疆水利厅塔里木河流域管理局参加。项目负责人为樊自立、黄文房、张发旺。

参加研究和本书撰写、审稿的人员有樊自立、季方、王让会、邓永新、张宏、赵元杰、朱峰(以上为中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所);黄文房、孙荣章、李新、杨德刚、张捷斌、周宏飞、李会平(以上为中国科学院新疆地理研究所);张发旺、唐数红、周军(以上为新疆水利厅塔里木河流域管理局)。室内化验分析由廖宝玲、张惠、杜莉承担,图件由张惠芝清绘。

总论和专题研究主要撰写人:

第一章:樊自立 李 新 杨德刚 王让会

第二章:李 新 张捷斌 周宏飞 唐数红

第三章:樊自立 季 方 王让会 赵元杰 张 宏

第四章:樊自立 邓永新 季 方 王让会

第五章:杨德刚 李会平

目 录

序 言	i
前 言	iii

总 论

第一章 塔里木河流域水资源利用、生态环境整治及经济发展战略研究	3
一、水资源及合理利用	3
二、生态环境演变与整治	12
三、可持续发展的对策与措施	19
四、区域经济发展战略	25
五、分区经济发展简述	29
主要参考文献	30

专题研究

第二章 塔里木河水资源利用	33
一、水文特征分析	33
二、源流来水量变化和预测	39
三、干流水量的沿途消耗变化	48
四、干流区的水量平衡要素分析	52
五、生态用水和生产用水估算	55
六、干流治理的主要工程规划	63
七、跨流域向塔里木河调水的可能性分析	65
主要参考文献	68
第三章 塔里木河生态环境演变与整治	69
一、生态类型、结构及特点	69
二、人类活动影响下的生态环境演变	79
三、生态环境的近期变化	84
四、油气资源开发对生态与环境影响	98
五、生态环境整治原则与对策	105
六、塔里木河下游绿色走廊保护	113
主要参考文献	122
第四章 塔里木河区域可持续发展	124

一、可持续发展的优势	124
二、可持续发展的限制条件	129
三、可持续发展的战略原则、模式和目标	134
四、可持续发展对策和措施	139
五、分区、段的可持续发展	149
主要参考文献	151
第五章 塔里木盆地北部经济发展战略	152
一、区域社会经济基础	152
二、社会经济发展战略、目标与布局	156
三、经济发展对策与重大基础设施建设	164
四、分区发展战略	168
主要参考文献	178
本书主要研究结论	179

总 论



第一章 塔里木河流域水资源利用、生态环境整治及经济发展战略研究

塔里木河是我国最大的内陆河,若从它的源头叶尔羌河算起,全长约 2 300km;其干流从阿克苏河、叶尔羌河和田河汇合处肖夹克到台特马湖长 1321km,流域面积 $4.95 \times 10^4 \text{ km}^2$ (见图 1.1)。区内水、土、光、热和生物资源丰富,是我国重要的水土开发区和以棉花为主的农业基地。地下油气储量丰富,塔里木盆地现已开发的主力油田如轮南、桑塔木、解放渠等油田都位于塔里木河,是我国未来重要的能源战略接替区。但流域气候极端干旱,生态十分脆弱,再加上人类对自然资源特别是水资源利用不合理以及对植被的破坏,使干流区水量减少、水质盐化、植被衰败、沙漠化发展,环境不断恶化。总之,塔里木河流域既有丰富的资源需待开发,同时又陷入严重的生态危机之中,必须解决好资源开发、经济发展和环境保护之间的矛盾,使之相互协调,才能实现可持续发展。众所周知,进行塔里木河水资源利用和生态环境整治研究,是关系到南疆绿洲兴衰和经济发展的重大问题,在新疆开发建设和繁荣少数民族地区经济和维护边疆地区社会稳定等方面具有重要意义。

一、水资源及合理利用

(一)水量变化及原因分析

塔里木河流域可分为源流和干流,源流现为阿克苏河、和田河和叶尔羌河,三河水资源共有 $201.39 \times 10^8 \text{ m}^3$,其中地表水 $196.61 \times 10^8 \text{ m}^3$,地下水 $4.78 \times 10^8 \text{ m}^3$ ^①。干流通常又分为上游段(肖夹克—英巴扎,495km)、中游段(英巴扎—卡拉,398km)和下游段(卡拉—台特马湖,428km)。干流上游阿拉尔多年平均径流量为 $45.87 \times 10^8 \text{ m}^3$ (1957~1993 年),其径流组成中阿克苏河占 72%,和田河占 22.5%,叶尔羌河占 5.5%。

1. 源流和干流水量变化

(1)源流水量变化:塔里木河干流自身不产流,属于干旱区无支流汇入的自然耗散性河流,其水量由三源流补给。三源流出口控制测站,从 1957 年到 1993 年各时段自然来水量虽有丰枯波动,但总的趋势变化平稳,多年平均径流量为 $178.96 \times 10^8 \text{ m}^3$,没有明显下降趋势(表 1.1)。而干流上游阿拉尔却由 1957~1964 年的 $51.08 \times 10^8 \text{ m}^3$ 减少到 1985~1993 年的 $38.37 \times 10^8 \text{ m}^3$,减少了 $12.71 \times 10^8 \text{ m}^3$,减少 25.0%。说明塔里木河干流水量减少与源流在径流形成区自然来水量无关,是人为因素造成的。

^① 引自新疆水利厅:塔里木河流域水资源分析。

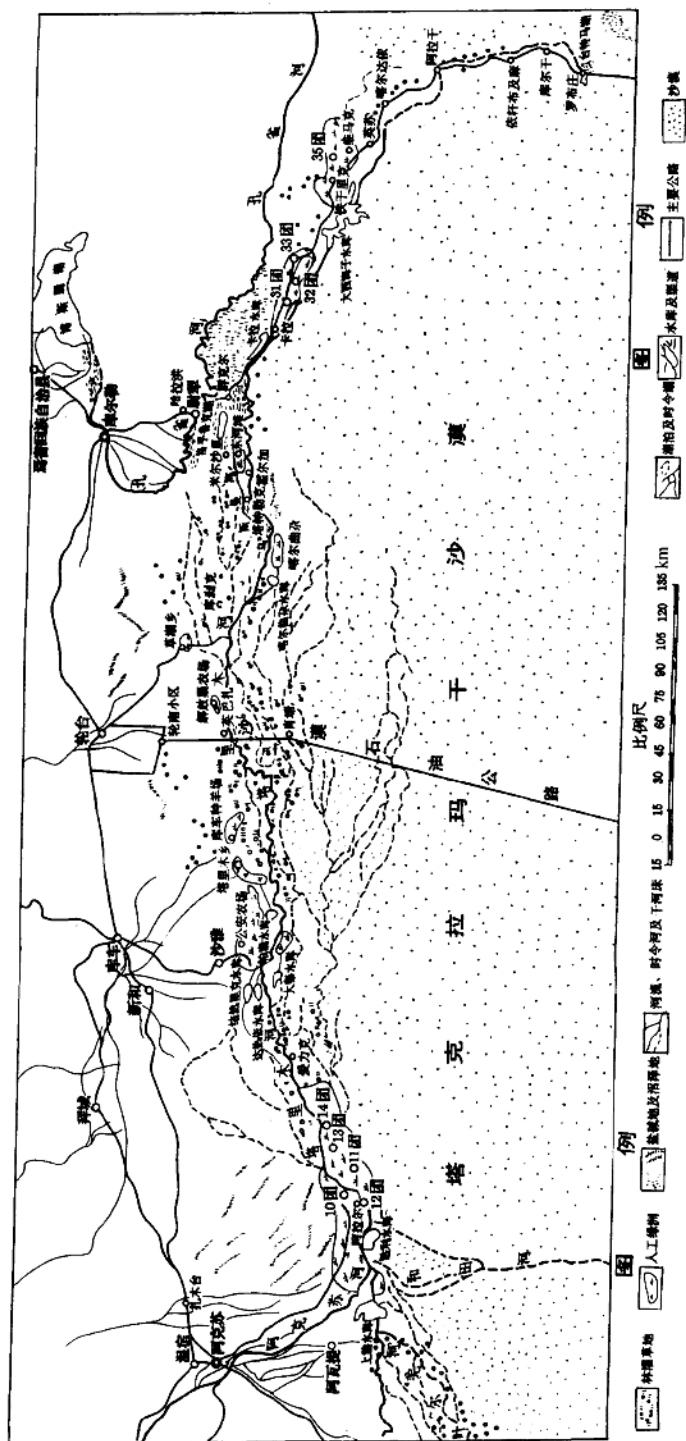


图 1.1 塔里木河流域略图

表 1.1 塔里木河三源流各时段水量 ($\times 10^8 \text{ m}^3$) 变化

河 名	站 名	1957 ~ 1964 年	1965 ~ 1974 年	1975 ~ 1984 年	1985 ~ 1993 年	1957 ~ 1993 年
库玛拉克河	协合拉	42.98	45.28	48.40	46.14	45.83
托什干河	沙里桂兰克	23.26	28.72	25.29	25.43	25.83
阿克苏河	西大桥(合成)	56.02	58.98	63.38	58.42	59.41
喀拉喀什河	乌鲁瓦提	21.37	21.46	23.18	19.68	21.48
玉龙喀什河	同古孜洛克	24.31	22.74	21.71	19.55	22.02
叶尔羌河	卡 群	63.46	64.78	66.52	60.00	63.80
塔里木河	阿拉尔	51.08	48.54	45.79	38.37	45.87

(2)干流各区段耗水量变化:在干流总来水量减少的情况下,各区段耗水量也发生了很大变化。上游 50 年代耗水 $14.8 \times 10^8 \text{ m}^3$, 90 年代增加到 $17.1 \times 10^8 \text{ m}^3$, 耗水比例由 26.4% 上升到 40.6% ~ 43.5%。中游水量由 50 年代的 $25.8 \times 10^8 \text{ m}^3$, 减少至 90 年代 $19.2 \times 10^8 \text{ m}^3$, 但耗水比例保证在 45% ~ 50% 之间。下游段水量减少最多, 由 50 年代的 $15.6 \times 10^8 \text{ m}^3$, 减少到 90 年代的 $3.1 \times 10^8 \text{ m}^3$, 耗水比例由 27.7% 下降到 7.8% (表 1.2)。

表 1.2 不同时段塔里木河干流来水量与各河段耗水情况

时 段	塔里木河 来水量 ($\times 10^8 \text{ m}^3$)	耗 水 量 ($\times 10^8 \text{ m}^3$)			耗 水 比 例 (%)			输 水 率 (%)	
		上游	中游	下游	上游	中游	下游	上游	中游
1956 ~ 1959 年	56.2	14.8	25.8	15.6	26.4	45.9	27.7	0.737	0.377
1960 ~ 1969 年	53.2	16.4	24.4	12.4	30.8	45.9	23.3	0.692	0.337
1970 ~ 1979 年	43.8	15.0	22.1	6.7	34.2	50.6	15.2	0.658	0.233
1980 ~ 1989 年	44.8	18.2	22.7	3.9	40.6	50.7	8.7	0.594	0.147
1990 ~ 1994 年	39.4	17.1	19.2	3.1	43.5	48.7	7.8	0.566	0.139
平 均	46.52	16.33	22.51	7.68	35.1	48.4	16.5	0.649	0.247

2. 水量变化引起的水文特征变化

(1)使干流径流的年内分配更加不均,枯水期更枯,洪水期水量更加集中。以阿拉尔为例,60 年代以前枯水期径流比例占 12.2%,洪水期径流比例占 66.7%,到 80 年代以后枯水期径流比例下降为 7.1%,洪水期提高到 73.2%。

(2)洪水到达下游日期推迟,汛期水量经上、中游的消耗,洪水演进到下游卡拉的日期,80 年代以后比 50 年代和 60 年代推迟了将近两个月,对下游农业灌溉十分不利。

(3)径流组成中农田排水和回归水比例增加,约占阿拉尔站多年平均径流量的 28%,使水质恶化。

3. 水量变化的原因分析

(1)源流灌溉面积扩大,引水增加:1949 年三源流灌溉面积仅有 $35.12 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 到

1993 年已发展到 $77.66 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 比 1949 年增加 $42.54 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 增加了 121.1% (表 1.3), 年引入灌区的水量达 $148.01 \times 10^8 \text{ m}^3$, 比 50 年代增加 1 倍以上。同时, 为了解决灌溉面积扩大后春季用水的不足, 还修建大中型平原水库 62 座, 总库容量为 $22.8 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。源流引、蓄水量增加, 就使得补给干流的水量减少。

表 1.3 塔里木河各源流灌溉面积的变化

项 目	各源流灌溉面积 ($\times 10^4 \text{ hm}^2$)			三河合计
	阿克苏河(包括阿拉尔)	叶尔羌河	和田河	
1949 年	10.13	18.66	6.33	35.12
1993 年	30.00	38.00	9.66	77.66
1993 年比 1949 年				
增加数	19.87	19.34	3.33	42.54
1990 年引水量 ($\times 10^8 \text{ m}^3$)	50.7	69.25	28.06	148.01

(2) 干流上、中游掘口引水, 挤占了下游的水量: 在塔里木河干流来水量不断减少的情况下, 沿岸各农牧业单位为了能争得较多的水就随意掘口, 共挖大小引水口 137 个, 其中较大的一类引水口(宽度在 5~35m)就有 28 个, 绝大多数无控制工程, 到了汛期, 洪水通过这些引水口到处漫流, 进入两岸洼地, 形成沼泽、积水地, 使约有 $9.05 \times 10^8 \text{ m}^3$ 的水消耗在无效的蒸发渗漏上。分析阿拉尔至卡拉间各时段耗水量变化(表 1.4), 上、中游各时段实际消耗水量并未发生大的变化, 保持在 $37.11 \times 10^8 \sim 40.98 \times 10^8 \text{ m}^3$ 之间, 但耗水比例却由 75.2% 增加到 91.34%, 说明下游水量的减少, 是中、上游耗水量和耗水比例增加挤占了下游水量。

表 1.4 塔里木河阿拉尔—卡拉间耗水量的变化

时 段 项 目	1957~1964	1965~1974	1975~1984	1985~1994	1957~1994
阿拉尔水量 ($\times 10^8 \text{ m}^3$)	51.08	48.54	45.57	40.63	46.19
卡拉水量 ($\times 10^8 \text{ m}^3$)	12.63	9.36	4.95	3.52	7.37
区间耗水 ($\times 10^8 \text{ m}^3$)	38.54	39.18	40.62	37.11	38.82
耗水比例 (%)	75.45	80.72	89.13	91.34	84.04

1994 年 7~8 月, 塔里木河发生了罕见的大洪水, 阿拉尔站 7 月 25 日最大洪峰为 $2220 \text{ m}^3/\text{s}$, 仅次于 1956 年 8 月 1 日肖夹克站的 $2520 \text{ m}^3/\text{s}$, 居有记录以来的第二位。这一年 7~9 月阿拉尔站的径流量约 $49.02 \times 10^8 \text{ m}^3$, 年径流量达 $60.84 \times 10^8 \text{ m}^3$, 居 39 年来第四位(1956, 1961, 1978, 1994)。这次特大洪水, 在一般情况下, 完全可以到达下游, 缓解下游的旱情, 但结果是, 上、中游洪水成灾, 帕满和结然里克水库在抗洪抢险, 而到达下游卡拉的洪水量只有 $1.47 \times 10^8 \text{ m}^3$, 仅占阿拉尔洪水径流量的 3.0%, 卡拉的年径流量只有 $2.70 \times 10^8 \text{ m}^3$, 只占当年阿拉尔径流量的 4.4%。塔里木河在特大洪水情况下仍不能到达下游, 是众多的引水口分散了洪水, 使洪水消耗在中、上游段所致。

(3) 河道萎缩, 行洪能力降低: 一方面, 因源流来水量减少, 水流动力削减, 造床作用微

弱,使岸滩发育,河流断面缩小。另一方面,在天然河道上任意堵坝,使河道淤积、变窄、弯曲,过洪能力严重降低,造成分汊改道,影响输水能力。目前塔里木河许多河段过洪能力不足 $200\text{m}^3/\text{s}$,尤其是上游下段和中游下段。上游段输水效率从 50 年代的 0.733 降至 90 年代的 0.566,而中游段则从 50 年代的 0.377 降至 90 年代的 0.139。由于河道输水能力的削弱,以前作为塔里木盆地水量空间调配的大通道——塔里木河干流已部分失去这一功能,上游来水量的大小对下游水量影响很小。1993 年是塔里木河有观测记录以来的最枯水年,上游阿拉尔水文站年径流量为 $25.6 \times 10^8\text{m}^3$,下游卡拉水文站年径流量为 $2.16 \times 10^8\text{m}^3$;而 1994 年阿拉尔来水量为 $60.84 \times 10^8\text{m}^3$,下游卡拉来水量也只有 $2.70 \times 10^8\text{m}^3$ 。可见,如果干流河道维持目前状况,即使上游源流供水量恢复到大规模开垦以前的水量,输送到下游的水量依然不足以维护下游自然生态环境和绿色走廊。

(二)干流区水量消耗和平衡

塔里木河干流区是一个完整、独立的自然单元,其径流的补给、排泄和消耗自成系统。地下水的补给几乎全部由地表水转化而成。通过河道、渠系和水库、天然水体的渗漏、洪水漫溢渗入补给,且地下径流只限于局地渗流,没有形成自上游向下游的地下径流。地表径流沿程逐渐耗散,流程不断缩短,下游英苏以下 266km 河道自 1972 年以后已经断流。所以,塔里木河干流的水量平衡方程可表示为:

$$W + P = E$$

式中 W 为源流来水量, P 为干流流域降水总量, E 为流域总蒸发量。见表 1.5。

表 1.5 塔里木河干流区水量平衡表(1956~1994 年平均)($\times 10^8\text{m}^3$)

要素	上游段	中游段	下游段
W	46.52	30.19	7.68
P	0.54	0.82	0.43
E	16.87	23.33	8.11

在上游和中游地区, $E < W + P$,而在下游地区 $E = W + P$ 。水面蒸发、植被蒸腾以及潜水蒸发则是干流流域水量消耗的主要方式。河床、渠系、水库的渗漏补给地下水,在洪水期,河川径流也侧渗补给地下水,使地下水位抬升,而在枯水季节,地下水则排入河道,增加地表径流。渗漏的水量最终通过地下水位抬升,以潜水蒸发的形式消耗掉。

干流量消耗的项目有:

(1) 河道蒸发:现状河道长 1 055km,蒸发耗水量 $1.50 \times 10^8\text{m}^3$,其中上、中、下游分别是 $0.84 \times 10^8\text{m}^3$, $0.57 \times 10^8\text{m}^3$ 和 $0.09 \times 10^8\text{m}^3$ 。

(2) 水体蒸发:不包括洪水期的季节性积水,干流区水库面积 245.5km^2 ,湖泊、集水洼地 331.88km^2 ,总蒸发耗水量 $6.90 \times 10^8\text{m}^3$ 。

(3) 潜水蒸发:将潜水位在 1m 以上,1~3m,3~5m,5~10m 的区域分别按面积分类计算,得出干流区潜水蒸发耗水量为 $15.15 \times 10^8\text{m}^3$ 。

(4) 植被蒸腾:采用蒸腾系数法推算,为 $12.40 \times 10^8\text{m}^3$ 。

(5) 作物蒸腾:是农业引水扣除渗漏回归水后的净耗水量(不包括阿拉尔)为 $2.95 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

(6) 洪水漫溢和跑水口耗水:塔里木河干流的耗水除农业用水、水体蒸发、潜水蒸发和植被蒸腾外,其余水量可以认为是洪水期洪水漫溢、引水口跑水形成蒸发所消耗的水量,约为 $9.05 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。见表 1.6。

表 1.6 1980~1994 年塔里木河干流分项耗水平衡表($\times 10^8 \text{ m}^3$)

区段	耗水总量	河道蒸发	水体蒸发	潜水蒸发	植被蒸腾	作物蒸腾	洪水漫溢和跑水口耗水
上游	18.11	0.84	1.21	5.88	4.81	1.26	4.11
中游	21.20	0.57	3.90	6.25	5.12	0.42	4.94
下游	8.64	0.09	1.79	3.02	2.47	1.27	0.00
合计	47.95*	1.50	6.90	15.15	12.40	2.95	9.05

* 包括库塔干渠引水 $2.0 \times 10^8 \text{ m}^3$, 卡拉水文站径流量 $3.36 \times 10^8 \text{ m}^3$, 夺取地下水 $2.97 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

无效耗水包括河道、水体的蒸发和汛期引水口漫溢。上游区无效耗水占总耗水量的 34%, 中游区占 44%, 下游区占 33.2%。

水量平衡的结果是:上、中游区耗水达到平衡,而下游区来水量小于实际耗散量,每年地下水亏缺 $2.97 \times 10^8 \text{ m}^3$,造成地下水位下降,生态环境恶化。

按照以上水量消耗平衡计算,塔里木河通过治理,可夺取的水量主要是河道漫溢耗水 $9.05 \times 10^8 \text{ m}^3$ 和一部分潜水位小于 2m 的潜水蒸发。

(三)水资源可利用量预测及生态、生产用水估算

1. 水资源可利用量预测

经过对阿克苏河、和田河及叶尔羌河三源流水资源利用现状、规划的分析计算,提出向塔里木河供水的高、中、低三个方案中(第二章中的表 2.8, 2.9, 2.10), 近期(2000 年)要实现向塔里木河供水 $46.3 \times 10^8 \text{ m}^3$ (流域规划方案)的高方案是很困难的。首先,各源流区都是农业重点开发区,属国家重点棉花基地建设的一部分,“九五”期间新疆计划扩大耕地 $46.7 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 棉区要占 $33.3 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 大部分都在三源流区范围内,会进一步扩大引用地表水的规模。第二,高方案要提高渠系利用系数和降低综合灌溉定额的指标较高,如渠系有效利用系数,阿克苏河、和田河与叶尔羌河流域分别要比现状提高 0.102, 0.108 和 0.076, 综合净灌溉定额需降低 $715.5 \text{ m}^3/\text{hm}^2$, $1804.5 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 和 $766.5 \text{ m}^3/\text{hm}^2$, 根据当地的经济实力和工程进展难以实现。第三,开发地下水扩大灌溉面积,本是一项重要措施,但目前进展不快,原因是灌区水利建设重点是渠道防渗和修建引水蓄水工程,还未转向地下水开发,另外电力不足也有影响。第四,三条源流今后要修建的水利工程项目很多,和田河的乌鲁瓦提水利工程正在建设,库玛拉克河协合拉引水枢纽工程已列入“九五”计划,叶尔羌河下坂地水利枢纽工程已通过可行性初评,这些工程实施后还要增加引水量。第五,从水资源利用的经济效益讲,源流要高于干流,源流开发地下水和修建蓄水工程,扩大灌溉面积,会进一步扩大引用地表水的规模,若不采取强有力的管理措施,还会进一步减

少向干流的输水量。

若近期实现 $39.22 \times 10^8 \text{ m}^3$ 的低方案,这将比阿拉尔站的多年平均径流量少 $6.80 \times 10^8 \text{ m}^3$,比 1985~1994 年的平均年径流量 $40.67 \times 10^8 \text{ m}^3$ 还少 $1.45 \times 10^8 \text{ m}^3$,显然将无法改善塔里木河干流区缺水状况,生态环境还将继续恶化。近期若实现中方案,平水年三条源流可向塔里木河汇入 $43.57 \times 10^8 \text{ m}^3$ 的水量,接近 1980~1994 年平均径流量 $42.97 \times 10^8 \text{ m}^3$,超过 1985 年以来的平均水量,另外通过库塔干渠向塔里木河下游输水 $3.5 \times 10^8 \text{ m}^3$,合计可利用水资源量为 $47.07 \times 10^8 \text{ m}^3$,就基本可满足近期塔里木河干流区与下游绿色走廊的需水。按中方案综合渠系利用系数需提高的幅度不太大,只要资金到位,措施得力,是能够实现的。

2. 生产与生态用水估算

塔里木河水资源利用,应实行维护生态与发展生产相结合的原则,其用水量有以下三部分。

(1)专项用水:包括水库、湖泊、河道等自然水面蒸发及必须保护的湿地耗水,依据第二章中的表 2.17 计算结果,扣除通过工程整治可夺回的水面蒸发损失,实际需水量 $6.4 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

(2)生态用水:主要是用于维护天然植被的水量,以植被图上量得生长较好的植被面积计算。其中胡杨按中生阔叶林需水 500mm (相当于 $5000\text{m}^3/\text{hm}^2$ 的灌水定额),灌木和草本植物按半荒漠植被需水 250mm 计算(相当于 $2500\text{m}^3/\text{hm}^2$ 的定额),共需 $29.05 \times 10^8 \text{ m}^3$ (表 1.7)。另外,还有 $96.1 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 的稀疏植被,地下水埋深在 4m 以下,蒸散耗水需 $2.17 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。这样总计生态用水需 $31.23 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

表 1.7 塔里木河生长较好的天然植被生长需水量*

区段	胡杨林		灌木林		草地		总计	
	面积 ($\times 10^4 \text{ hm}^2$)	耗水量 ($\times 10^8 \text{ m}^3$)	面积 ($\times 10^4 \text{ hm}^2$)	耗水量 ($\times 10^8 \text{ m}^3$)	面积 ($\times 10^4 \text{ hm}^2$)	耗水量 ($\times 10^8 \text{ m}^3$)	面积 ($\times 10^4 \text{ hm}^2$)	耗水量 ($\times 10^8 \text{ m}^3$)
上游	10.1	5.05	13.9	3.47	7.3	1.83	31.3	10.35
中游	11.7	5.85	21.3	5.32	18.4	4.60	51.4	15.77
下游	0.7	0.35	2.9	0.73	7.4	1.85	11.0	2.93
合计	22.5	11.25	38.1	9.52	33.1	8.28	93.7	29.05

* 从阿拉尔以下计算。

(3)生产用水:包括农业灌溉、人工林草地灌溉和石油工业用水。可用于发展生产的水量有:流域规划农业净耗水量 $3.44 \times 10^8 \text{ m}^3$;上、中游河道整治挖潜 $7.39 \times 10^8 \text{ m}^3$ 水中扣除向下游绿色走廊放水 $2.67 \times 10^8 \text{ m}^3$,余水 $4.72 \times 10^8 \text{ m}^3$;焉耆盆地开发地下水向下游卡拉灌区输送 $1.5 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。三部分合计为 $9.66 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

以上三项用水量总计为 $47.29 \times 10^8 \text{ m}^3$,是以 1980~1994 年塔里木河干流平均来水量 $42.97 \times 10^8 \text{ m}^3$ 作为基础计算的,与干流规划近期可利用水资源量(三河补给 $43.57 \times$

10^8 m^3 , 加上孔雀河调水 $3.5 \times 10^8 \text{ m}^3$) $47.01 \times 10^8 \text{ m}^3$ 十分接近。总水资源量中扣除专项用水后,生态用水与生产用水比例大体为 3:1。

3. 维护下游绿色走廊的需水

有三种方案:第一种方案如果完全按照自然状态,顺河道自流漫溢,维护全部绿色走廊需水 $4 \times 10^8 \sim 5 \times 10^8 \text{ m}^3$;第二种方案,若有计划地采取河道渗灌的方法,尽可能避免大量洪水漫溢形成塘洼积水,每年需耗水 $2.67 \times 10^8 \text{ m}^3$;第三种方案,用人工渠系灌溉为主,辅之以洪水灌溉,维护长 320km、宽 1~2km 的绿色走廊约需耗水 $1.5 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。其中第二种方案可以通过上、中游的河道治理,增加下泄水量措施得以实现。第三种方案在将来修建青新铁路时为最佳选择。

流域各区段的用水分配原则是:基本维持上游,适当减少中游,较多增加向下游的输水量,这是由于上游区段水资源利用效益较高,要从上游减少水量,通过中游的渗漏蒸发,能够到达下游的水量是有限的。在中游区段节水,则可直接输送到下游,有利于解决下游绿色走廊的缺水。

流域各区段的水量分配比例,上、中游各占源流来水量的 42.5%,即 $18.5 \times 10^8 \text{ m}^3$;下游占 15%,即 $6.5 \times 10^8 \text{ m}^3$,下游再加上引孔济塔水量 $3.5 \times 10^8 \text{ m}^3$,合计可达 $10.0 \times 10^8 \text{ m}^3$,基本可满足农业和维护绿色走廊用水。

(四)水资源合理利用对策

1. 控制源流增引地表水,确保干流水量不再减少

根据以上对塔里木河水量变化分析,从 1957~1993 年的 37 年间源流向干流补给水量减少 $12.5 \times 10^8 \text{ m}^3$,平均每年减少 $0.34 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。今后若对源流引水不加控制,补给干流的水量还会进一步减少。“九五”期间,三源流区要新增耕地 $16.5 \times 10^4 \text{ hm}^2$,若按现平均毛灌溉定额 $16\,500 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 计算,需增引水量 $27.2 \times 10^8 \text{ m}^3$,这将使塔里木河在阿拉尔站的水量减少到 $33.5 \times 10^8 \text{ m}^3$,比阿拉尔至卡拉多年平均耗水量 $38.82 \times 10^8 \text{ m}^3$ 少 $5.32 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。按照塔里木河上、中游段平均每公里耗水 $435 \times 10^4 \text{ m}^3$ 计算,这些水量的流程仅有 770km,最远只能流到中游下段的霍尔加,霍尔加以下则全部断流。如不采取节水措施,单纯依靠增引地表水,当源流区耕地面积再按此速度增加,塔里木河的流程只能到大坝。若塔里木河失去源流补给,按河水断流后土地沙漠化的发展速率年平均 0.25% (用沙漠化制图测算的) 计算,约需 100~150 年干流区沙雅以下就要全部沙漠化,其后果是十分严重的。

三源流是南疆主要农业基地,特别是和田河流域人均耕地仅 0.1 hm^2 ,为国家级贫困地区,不适当扩大耕地面积,将难以脱贫,因此也不能为了保干流用水而限制源流发展。为了既不影响源流经济发展用水,又能确保向干流输水的目标实现,源流灌区水资源利用必须实现两个根本转变:一是由粗放利用转向经济、合理、高效利用,不断提高水资源的利用效益,要在节水上下功夫,加快渠道防渗和灌区配套工程,发展节水灌溉,使渠系利用率能由 0.35~0.4 提高到 0.4~0.45,综合毛灌溉定额由 $16\,500 \sim 22\,500 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 降低到 $12\,000 \sim 15\,000 \text{ m}^3/\text{hm}^2$,就可在不增加引水的情况下,满足耕地面积扩大的需水量。二是由增引地表水转向开发地下水,三源流可开发利用的地下水 $46.57 \times 10^8 \text{ m}^3$,现仅利用了