



准噶尔盆地南缘水资源合理配置 及高效利用技术研究

何新林 杨 广 王振华 李俊峰 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

准噶尔盆地南缘水资源合理配置 及高效利用技术研究

何新林 杨 广 王振华 李俊峰 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

水资源合理配置及高效利用是实现水资源合理开发利用的基础,是水资源可持续利用的根本保证。本书是对准噶尔盆地南缘水资源合理配置及高效利用系统研究成果的总结,分析了自然植被和绿洲防护林生态需水规律,研发了非常规水资源化及高效安全利用技术,提出了基于生态保护及种植结构优化的水资源合理配置方案。全书共分4章:区域水资源开发利用现状及潜力分析,准噶尔盆地南缘自然植被和绿洲防护林生态需水分析及水量调控,准噶尔盆地南缘非常规水资源化及高效安全利用技术,准噶尔盆地南缘水资源合理配置研究。

本书适合水利、农业、生态、国土资源等领域内的广大科技工作者、工程技术人员参考使用,也可以作为高等院校研究生教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

准噶尔盆地南缘水资源合理配置及高效利用技术研究/
何新林等著. — 北京:中国水利水电出版社, 2015.5
ISBN 978-7-5170-3219-9

I. ①准… II. ①何… III. ①准噶尔盆地—水资源管
理—研究 IV. ①TV213.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第112638号

书 名	准噶尔盆地南缘水资源合理配置及高效利用技术研究
作 者	何新林 杨 广 王振华 李俊峰 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京三原色工作室
印 刷	北京九州迅驰传媒文化有限公司
规 格	170mm×240mm 16开本 10印张 202千字
版 次	2015年5月第1版 2015年5月第1次印刷
定 价	32.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换
版权所有·侵权必究

前 言

新疆是典型的干旱、半干旱地区，水资源短缺已经成为限制区域经济社会和谐发展的主要因素。准噶尔盆地南缘是天山北坡与古尔班通古特沙漠交界的东西狭长地带，包括以乌鲁木齐市为核心的天山北坡经济带，是新疆现代农业、工业、政治、经济、文化、科教的中心，其政治、经济和文化地位极其重要。同时，本区域也是新疆水资源开发利用最充分、供需矛盾最突出的地区之一。近年来准噶尔盆地南缘地下水位急剧下降，天山北坡垂直带下游自然植被严重衰退。中国第二大沙漠古尔班通古特沙漠中最大的湖泊玛纳斯湖不断萎缩，艾比湖面积缩小，导致地表裸露。研究表明准噶尔盆地已成为亚洲沙尘暴的重要发源地，每年从这里刮起的沙尘给当地居民和中国北方以及东北亚广大地区造成了巨大的影响。

准噶尔盆地南缘水资源短缺，而城镇生活、工农业生产与生态环境均有日益增长的用水需求。随着人口的增长和经济的发展，生态需水往往容易被忽视，愈来愈多的水资源被生活和生产所利用或占用，维持生态环境功能的生态用水锐减，导致了原有的生态系统退化与水环境的恶化。因此，在对区域生态环境保护和建设时，应充分考虑准噶尔盆地南缘自然植被和绿洲防护林的生态需水量，确定合理的生产生活与生态用水比例，合理配置生态环境用水，对区域自然植被保育和人工植被建植进行水分调控。

准噶尔盆地南缘水资源开发利用程度非常高，多数河流开发率在

90%以上。由于资源性缺水和生产生活用水量不断增加以及不合理的利用造成水资源供需矛盾十分突出,如玛纳斯河流域,水资源开发利用程度已达95%以上,流域内90%以上农田实行节水灌溉技术,常规水资源开源节流潜力有限。因此,开发利用非常规水资源用于生态恢复与重建,进行非常规水资源利用安全性评价,是实现区域水资源进一步开发利用的新途径。

本书先后得到国家自然科学基金-新疆联合基金重点项目“节水灌溉条件下玛纳斯河流域绿洲化盐漠化响应机理研究(U1203282)”、国家“十一五”科技支撑计划课题“准噶尔盆地南缘水资源合理配置及高效利用技术研究(2014BAC14B01)”、国家“十二五”科技支撑计划课题“南疆典型沙区水资源高效利用关键技术研究(2014BAC14B01)”的资助。依托现代节水灌溉兵团重点实验室,围绕准噶尔盆地南缘荒漠化生态系统恢复与重建“整体改善、局部优良”的总体目标,分析了准噶尔盆地南缘自然植被和绿洲防护林的生态需水量,探索了区域自然植被保育和人工植被建植水分调控的方法,研究了利用非常规水资源生态恢复与重建的高效利用技术,建立了非常规水资源安全性评价指标体系,确定了天然水循环通量和人工水循环通量的基本比例,优化了区域水资源的合理配置,为水资源开发利用与当地社会经济发展、生态环境保护之间的协调发展提供了理论基础与科学依据。

本书由何新林、杨广、王振华、李俊峰编写,具体参加本书编写的还有中国科学院新疆生态与地理研究所周宏飞研究员,武汉大学李江云教授,石河子大学范文波、刘兵、陈伏龙、韩志全、姚斌等人。本书在撰写过程中查阅了相关领域研究成果,均在参考文献中标注,在此谨向有关参考文献的作者表示衷心的感谢。

在本书成稿之际，笔者向所有为本书出版提供帮助和支持的同仁表示衷心感谢。由于研发条件、时间和经费所限，所取得的研究成果还存在一定的局限性，相关研究仍需深入开展，对一些问题的认识还有待进一步深入。同时，受学识视野和水平所限，书中难免有疏漏和不妥之处，恳请同行专家批评指正。

作者

2015 年 1 月

目 录

前言

第 1 章	区域水资源开发利用现状及潜力分析	- 1 -
1.1	水资源开发利用现状及潜力分析	- 1 -
1.1.1	准噶尔盆地南缘主要水系概况	- 1 -
1.1.2	各行业用水组成分析	- 1 -
1.1.3	玛纳斯河灌区概况	- 2 -
1.2	灌区水资源供需平衡分析	- 8 -
1.2.1	种植结构与用水比例	- 8 -
1.2.2	灌区可供水量	- 10 -
1.2.3	需水量	- 11 -
1.2.4	水资源供需平衡分析	- 12 -
1.2.5	开发潜力分析	- 14 -
1.3	区域地下水资源计算与评价	- 14 -
1.3.1	研究区概况	- 14 -
1.3.2	地下水补给量	- 16 -
1.3.3	地下水排泄量	- 18 -
1.3.4	地下水储变量	- 19 -
1.3.5	地下水均衡分析	- 19 -
1.3.6	灌区地下水位动态分析	- 21 -
1.3.7	超采区域的划定与评价	- 23 -
1.3.8	结论与建议	- 24 -
第 2 章	准噶尔盆地南缘自然植被和绿洲防护林生态需水分析及水量调控	- 26 -
2.1	试验区概况	- 26 -
2.1.1	试验区位置	- 26 -
2.1.2	林业建设与现状	- 27 -
2.2	试验区布置	- 29 -
2.2.1	主要荒漠植物生长与土壤水分关系	- 29 -
2.2.2	准噶尔盆地南缘绿洲防护林需水量	- 34 -
2.2.3	天然降水及地下水对自然植被及绿洲防护林的生态影响	- 35 -
2.3	主要荒漠植物生长与土壤水分关系	- 36 -
2.3.1	荒漠灌木林地土壤水分时空变化特征	- 36 -
2.3.2	原生梭梭的耗水规律及分析	- 38 -
2.3.3	人工种植梭梭、怪柳和沙拐枣的耗水规律及适宜生态需水分析	- 44 -

2.3.4	小结	- 52 -
2.4	绿洲防护林需水量研究	- 53 -
2.4.1	防护林树种生长需水量	- 53 -
2.4.2	灌溉方式的选择	- 58 -
2.4.3	防护林主要根系深度与地下水利用	- 58 -
2.4.4	玛纳斯河流域农田防护林需水估算	- 59 -
2.4.5	小结	- 59 -
2.5	天然降水及地下水对自然植被的影响	- 60 -
2.5.1	梭梭自集水功能	- 60 -
2.5.2	荒漠灌木根区土壤水分富集特征	- 63 -
2.5.3	荒漠灌木根区入渗与“优先流”特征	- 64 -
2.5.4	自然植被水分来源-春季雪融水的特征	- 68 -
2.5.5	不同潜水埋深下的梭梭生长情况分析	- 70 -
2.6	准噶尔盆地南缘生态需水分析	- 70 -
第3章	准噶尔盆地南缘非常规水资源化及高效安全利用技术集成研究	- 71 -
3.1	试验区概况	- 71 -
3.1.1	试验概况	- 71 -
3.1.2	试验方法与处理	- 72 -
3.2	微咸水灌溉条件下梭梭的耗水规律与生长过程	- 73 -
3.2.1	不同矿化度灌溉水条件下梭梭的耗水规律	- 73 -
3.2.2	不同土壤含水率条件下微咸水灌溉梭梭耗水规律	- 75 -
3.2.3	不同矿化度微咸水灌溉对梭梭生理指标的影响	- 75 -
3.2.4	不同灌溉水矿化度对梭梭生长指标的影响	- 78 -
3.3	微咸水灌溉条件下怪柳的耗水与生长过程	- 80 -
3.3.1	不同灌溉水矿化度下的怪柳耗水规律	- 80 -
3.3.2	不同矿化度微咸水灌溉对怪柳生理指标的影响	- 81 -
3.3.3	不同灌溉水矿化度下对怪柳生长指标的影响	- 82 -
3.3.4	不同灌溉水矿化度下对怪柳冠幅的影响	- 83 -
3.3.5	盐分胁迫对怪柳生长过程的影响	- 84 -
3.3.6	怪柳耗水生长规律	- 84 -
3.3.7	小结	- 85 -
3.4	微咸水灌溉条件下棉花的耗水与生长过程	- 85 -
3.4.1	室内试验概况	- 85 -
3.4.2	室内试验结论	- 86 -
3.4.3	测坑试验	- 88 -
3.4.4	测坑试验结果分析	- 89 -
3.4.5	小结	- 95 -
3.5	非常规水资源化利用安全性评价研究	- 96 -
3.5.1	微咸水灌溉安全性评价指标体系的建立	- 96 -

3.5.2	软件界面设计及功能实现	- 99 -
3.5.3	农八师莫索湾灌区 150 团微咸水灌溉安全性评价	- 101 -
3.5.4	小结	- 105 -
3.6	非常规水资源化利用的可持续性对策	- 108 -
第 4 章	准噶尔盆地南缘水资源合理配置研究	- 110 -
4.1	数据来源	- 110 -
4.1.1	水文气象	- 110 -
4.1.2	地表高程信息	- 110 -
4.1.3	土壤信息	- 111 -
4.1.4	土地利用/覆被	- 111 -
4.1.5	水文地质	- 112 -
4.1.6	水利水保工程	- 112 -
4.1.7	社会经济及供用水信息	- 112 -
4.1.8	其它资料来源	- 114 -
4.2	玛纳斯河流域土地覆被变化及生态需水量的估算	- 114 -
4.2.1	土地覆被变化	- 114 -
4.2.2	基于流域水循环的区域生态耗水量计算	- 117 -
4.2.3	玛纳斯河流域平原区玛纳斯河灌区生态需水分析	- 119 -
4.3	玛纳斯河灌区水资源承载力评价	- 121 -
4.3.1	水资源承载力评价指标体系的构建	- 121 -
4.3.2	玛纳斯河流域水资源承载力评价	- 125 -
4.4	基于生态的玛纳斯河灌区水资源优化配置	- 130 -
4.4.1	基于生态的玛纳斯河灌区水资源优化配置	- 131 -
4.4.2	玛纳斯河流域水资源优化配置结果	- 135 -
4.4.3	玛纳斯河流域水资源优化配置建议	- 143 -
参考文献		- 145 -

第 1 章 区域水资源开发利用现状及潜力分析

1.1 水资源开发利用现状及潜力分析

1.1.1 准噶尔盆地南缘主要水系概况

准噶尔盆地南缘地表河川径流主要包括六个流域，自东向西分别为：天山北坡东段山前诸小河流域、乌鲁木齐市河流域、头屯河流域、呼图壁河流域、玛纳斯河流域、艾比湖流域，如图 1.1 所示。

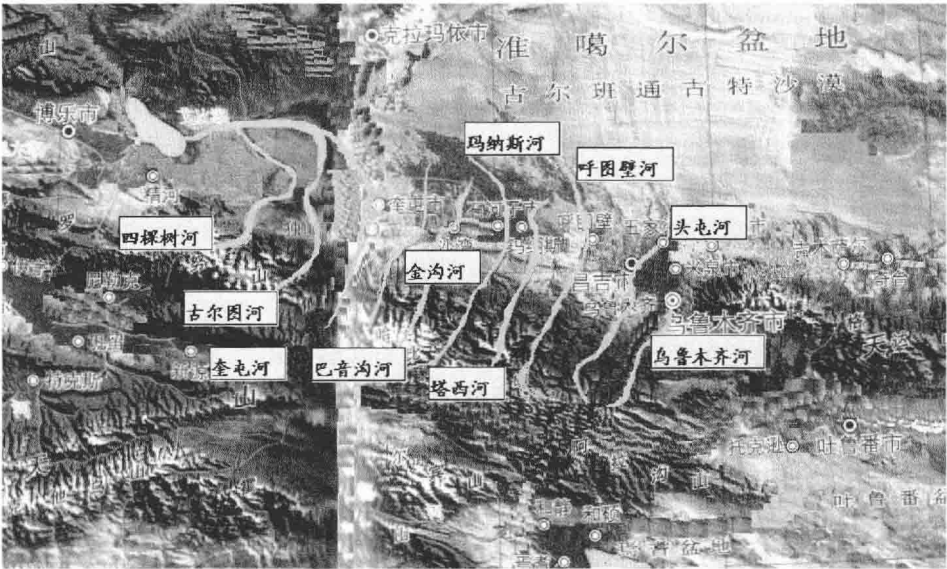


图 1.1 准噶尔盆地南缘主要水系示意图

1.1.2 各行业用水组成分析

准噶尔盆地南缘由乌鲁木齐市、昌吉州、博州、克拉玛依市、伊犁州奎屯市和塔城地区乌苏市与新疆生产建设兵团农五、农六、农七、农八、农十二师的 65 个团场组成。引用水主要源自天山北坡的古尔图河、奎屯河、巴音沟河、金沟河、玛纳斯河、呼图壁河、头屯河、三屯河、乌鲁木齐河，以及天山北坡东段山前诸

小河流,现状年总用水量为 104.55 亿 m^3 ,其中农业用水量 101.20 亿 m^3 ,占 96.8%;工业及生活用水量 2.51 亿 m^3 ,占 2.4%,生态环境用水量 0.84 亿 m^3 ,占 0.8%,如图 1.2 所示。

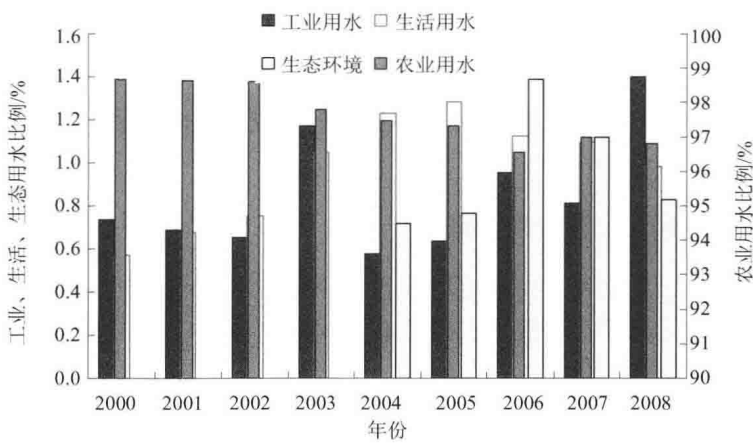


图 1.2 准噶尔盆地南缘各行业用水比例

综上所述可知,准噶尔盆地南缘各流域均发源于天山冰川,地形受南部天山的影响,地势南高北低,坡度较大。加之山洪对山区风化物质的搬运,以及老河道深切,沟梁相间,大致都可分为南部山区、中部平原绿洲、北部荒漠三大部分。而流域内各行业用水比例具有高度相似性,即农业用水比例较高。所以对于整个准噶尔盆地南缘各流域都面临着产业结构调整。玛纳斯河流域在农业用水量大、工业用水持续上升、供需矛盾突出等方面表现尤为显著。流域内的农八师垦区及沙湾、玛纳斯两县均处于天山北坡经济带的核心区域。玛纳斯河是准噶尔盆地南缘年径流量最大的河流。近年来,该流域国民经济发展迅速,水资源供需矛盾尖锐。所以选择农八师玛纳斯河灌区为典型区进行研究,对准噶尔盆地南缘其他地区具有很强的借鉴意义。

1.1.3 玛纳斯河灌区概况

1.1.3.1 地理位置及行政区划

玛纳斯河灌区位于天山北坡经济开发区核心地带,地处准噶尔盆地南缘,东起玛纳斯河,西至巴音沟河,南靠依连哈比尔尕山,北接古尔班通古特沙漠,地理坐标为东经 $85^{\circ}01' \sim 86^{\circ}32'$,北纬 $43^{\circ}27' \sim 45^{\circ}21'$ 。现有灌溉面积 14.37 万 hm^2 ,下设石河子灌区、下野地灌区和莫索湾灌区。其中石河子灌区现有灌溉面积 3.04 万 hm^2 ,下野地灌区现有灌溉面积 6.26 hm^2 ,莫索湾灌区现有灌溉面积 5.07 万 hm^2 。玛纳斯河灌区分布示意图如图 1.3 所示。

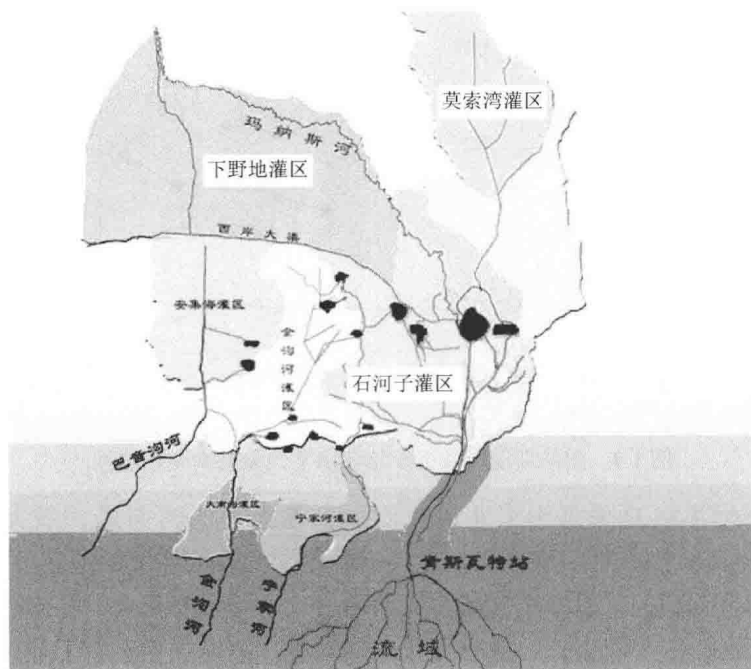


图 1.3 农八师玛纳斯河灌区分布示意图

1.1.3.2 水文及气象特征

(1) 水文特征

玛纳斯河灌区地表水源主要来自玛纳斯河。玛纳斯河属冰雪融水及降雨等混合补给型的山溪性河流。河道水文特征值采用玛纳斯河出山口控制站红山嘴水文站观测资料值。红山嘴水文站实测多年（资料年限 1954—2008 年）平均径流量 12.89 亿 m^3 ，平均流量 $41.20\text{m}^3/\text{s}$ ，最大年径流量为 20.18 亿 m^3 （1969 年），最小年径流量为 10.55 亿 m^3 （1984 年）。最大洪峰流量为 $1066\text{m}^3/\text{s}$ （1999 年），最小洪峰流量为 $210\text{m}^3/\text{s}$ （1983 年 8 月 2 日）。

(2) 气象特征

玛纳斯河灌区远离海洋，气候干燥，属大陆性干旱气候，冬冷夏热，日温差大，光照充足，热量丰富，雨量稀少，蒸发量大。灌区内气象子单元有一定差异，年平均气温 7.0°C 左右，极端气温为 $42.2 \sim 43.1^\circ\text{C}$ 和 $-38 \sim -43.2^\circ\text{C}$ 。灌区范围自上向下年温差逐渐增大，无霜期 152 ~ 169 天。最大冻土深度 1.64m。降水量和蒸发量受地形影响，变化比较有规律，降水量随海拔高度增加而增加，北部沙漠区年降水量约为 117.2mm，南部区可达 184.3mm。蒸发与降水相反，随着海拔增高，蒸发量减少，范围在 1537.5 ~ 1943.8mm。在年内分配上，降水和蒸发基本一致，以春季、夏季较多（大），冬季很少（小）。玛纳斯河流域近十年各水文气象要素变化过程如图 1.4 所示。

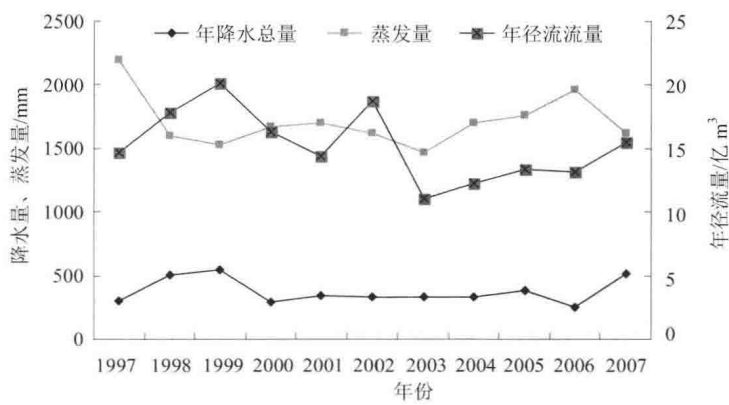


图 1.4 玛纳斯河流域近十年各水文气象要素变化过程

玛纳斯河灌区夏季多为东北风及西风，冬季多为西南风，最大风速可达 20m/s，总的气候特点是四季分明，光热资源比国内外同纬度的地区要优越得多，对农业发展是有利的，但春季气候多变而不稳定，降水变化大，易出现春旱、春寒天气，对农业生产危害大。夏季炎热，降水少，蒸发强烈，有干热风危害，同时还有冰雹、暴雨、洪水灾害。该灌区各测站气象特征见表 1.1。

表 1.1 灌区各测站气象特征表

测站	平均气温/℃	降水/mm	蒸发/mm	风速/(m/s)	冻深/m	无霜期/d
石河子站	8.8	198.9	1537.5	2.4	1.52	177
148 团站	8.1	117.2	1943.8	2.4	1.64	155
炮台站	8.6	141.8	1826.2	2.4	1.60	180

1.1.3.3 经济结构

玛纳斯河灌区以农业为基础，农副产品加工和轻纺工业为主导。农业以粮食、棉花、油菜为主，工业有纺织、造纸、电力、建材、煤炭、印染、食品、化工等。2008 年灌区内工农业生产总值为 122.01 亿元，其中农业 35.33 亿元，工业 44.75 亿元，第三产业 41.93 亿元。

1.1.3.4 水资源开发利用现状

(1) 地表水资源

灌区灌溉水源是玛纳斯河。玛纳斯河肯斯瓦特水文站近 50 年径流过程如图 1.5 所示。经分析，玛纳斯河在 $P=75\%$ 的年径流量为 11.51 亿 m^3 ，在 $P=50\%$ 的年径流量为 12.89 亿 m^3 。根据玛纳斯河分水协议，水资源开发利用率在 $P=75\%$ 、 $P=50\%$ 分别为 85.28%、79.30%，水资源开发利用程度相对较高。

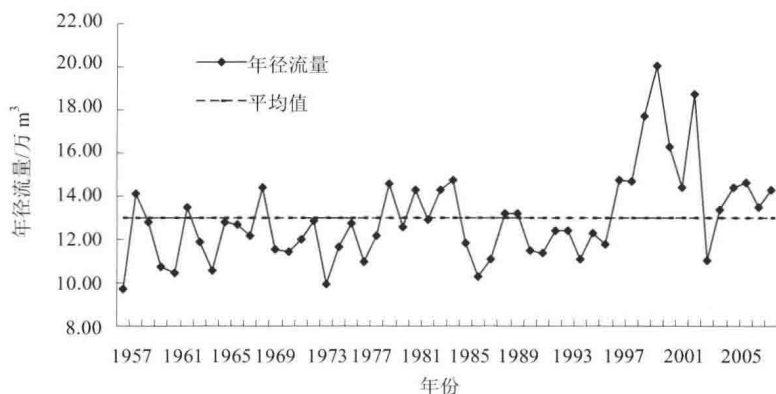


图 1.5 玛纳斯河肯斯瓦特水文站近 50 年径流过程

由图 1.5 可以看出, 1957—2008 年 52 年间, 玛纳斯河大致以 10 年为周期出现丰枯交替。玛纳斯河 20 世纪 60 年代初期至 70 年代中期为枯水期, 70 年代后期至 80 年代中后期为丰水期, 80 年代中后期至 90 年代中期为枯水期, 90 年代后期至今玛纳斯河进入丰水期。

由图 1.6 可以看出, 1999—2002 年连续 4 年, 作为玛纳斯河的拦河水库——夹河子水库, 最低年弃水量都超过 0.5 亿 m^3 , 1999 年和 2002 年都超过 4 亿 m^3 , 10 年来弃水量总计 14.03 亿 m^3 。

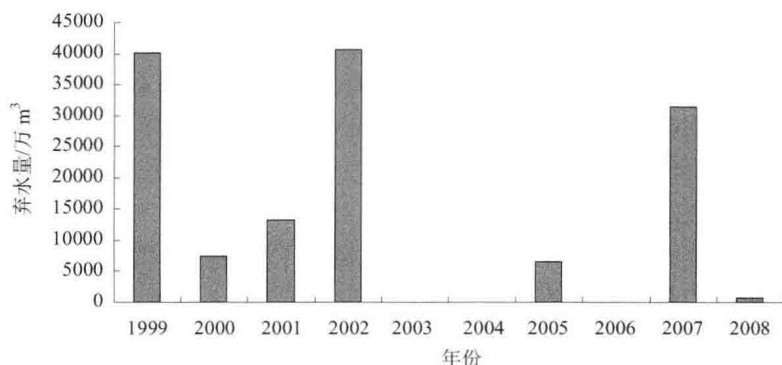


图 1.6 10 年间夹河子水库弃水量图

由图 1.7 可以看出, 1999—2008 年 10 年间, 夹河子水库弃水主要集中在 7—9 月, 即汛期。这反映了作为拦河水库, 夹河子水库在汛期为了保证防洪安全, 进行集中弃水。2002 年仅 7 月、8 月弃水量合计达到 2.68 亿 m^3 。防洪与兴利的矛盾严重制约了水库兴利效益的发挥。

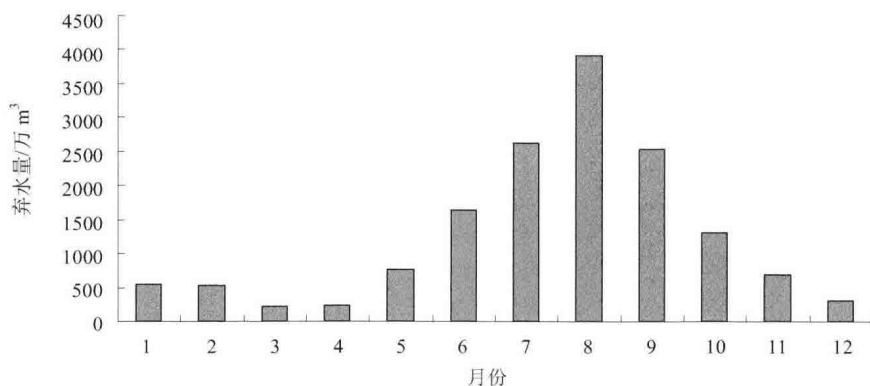


图 1.7 10 年间夹河子水库月平均弃水量图

(2) 地下水资源

农八师玛纳斯河灌区属于准噶尔盆地南缘, 自南向北由山前倾斜平原区、中下游冲洪积平原区、沙漠区组成一个完整的水文地质单元。根据兵团设计院地勘分院完成的《农八师、石河子市地下水资源评价报告》可知, 农八师玛纳斯河灌区地下水资源量为 8.4298 亿 m^3 , 地下水可开采量为 3.3562 亿 m^3 。现状灌区内打成机井 1470 眼。根据多年观测, 玛纳斯河灌区内有泉水出露, 大多汇入水库, 泉水量约为 1.57 亿 m^3 , 主要分布在石河子灌区。但是泉水的涌出量与地下水的开采量有密切的关系, 随着地下水开采量的加大, 泉水涌出量在减少。

(3) 非常规水资源

据《新疆地下水资源》, 准噶尔盆地石河子市平原区浅层地下水埋深分布总面积为 388.91 km^2 , 其中 1 ~ 3m 埋深分布面积为 44.35 km^2 , 3 ~ 6m 埋深分布面积为 89.92 km^2 , 6 ~ 10m 埋深分布面积为 78.10 km^2 , 10 ~ 30m 埋深分布面积为 40.29 km^2 , 大于 30m 埋深分布面积为 136.25 km^2 。灌区浅层地下水埋深分布面积为 376.95 km^2 , 总量约为 3.5363 亿 m^3 。

本研究核心示范区农八师 150 团, 2005 年用于农业灌溉的地下水开采井 186 眼, 井深在 186 ~ 260m, 地下水位 6 ~ 12m, 矿化度在 0.3 ~ 7.7g/L, 年开采量 0.2172 亿 m^3 。根据《农田灌溉水质标准》(GB5084—2005), 农田灌溉用水全盐量应小于 2000mg/L (盐碱土地区), 非盐碱土地区应小于 1000mg/L, 水中氯化物含量应小于 350mg/L (1992 年标准值为 250 mg/L), pH 值应在 5.5 ~ 8.5 范围内, 又根据《地下水质量标准》(GB/T 14848—93), 地下水中硫酸盐含量应低于 350mg/L。

150 团农业灌溉井中全盐量在 1000mg/L 以上的有 89 眼 (见图 1.8 和图 1.9), 占全部开采灌溉井的 47.8%; 全盐量在 2000mg/L 以上的有 27 眼, 占全部开采灌溉井的 14.5%, 全盐量在 3000mg/L 以上的有 15 眼, 占全部开采灌溉井的 8.1%。pH 值在 8.5 以上的有 114 眼占全部开采灌溉井的 61.3%。水中氯化物含量大于

350mg/L 的有 36 眼, 占全部开采灌溉井的 19.4%, 若以 1992 年标准水中氯化物含量大于 250mg/L 的有 63 眼, 占全部开采灌溉井的 33.9%。地下水中硫酸盐含量大于 350mg/L 的有 49 眼, 占全部开采灌溉井的 26.3%。

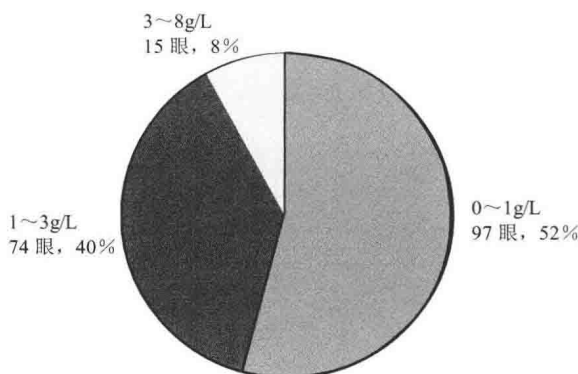


图 1.8 150 团 186 眼灌溉井地下水不同矿化度比重

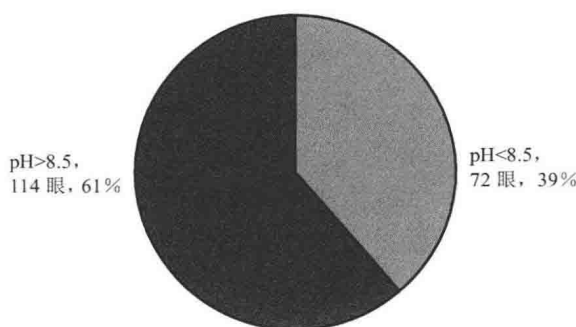


图 1.9 150 团 186 眼灌溉井地下水不同矿化度比重

在莫索湾垦区, 利用地下水灌溉, 从南向北, 沿地下水运动方向, 开采利用的地下水的矿化度从 147 团到 150 团, 总体上是逐渐升高的。范围从小于 1g/L 的淡水逐渐过渡到 1~3g/L 的微咸水, 在 150 团出现了大于 3g/L 甚至 7g/L 的咸水。因此, 该区域非常规水资源主要是地下水资源中的咸水和微咸水。

1.1.3.5 水资源开发中存在的生态问题

玛纳斯河流域中游地区有着原始绿洲, 随着水资源的开发, 现已被大面积的开垦为耕地, 并在洪冲积扇边缘修建了大片的水库群, 形成了较为完备的农田灌溉系统、农田防护林系统, 自然绿洲已经演变成成为新疆最大的人工绿洲, 社会经济取得巨大发展。

石河子、玛纳斯县等处于洪冲积扇扇缘带上部, 因大量抽取地下水用于居民生活及工农业生产, 地下水位明显下降。扇缘带及冲积平原上, 井灌区排水条件好的地带地下水位有所下降, 平原水库附近及排水条件差、灌溉量大的地区地下

水位有所上升。石河子地下水位下降很明显，北部的莫索湾、炮台农场等地区由于灌溉过度抽取地下水，地下水埋深下降至 10m 以上。

随着玛纳斯河流域绿洲的迅速扩大，水资源被过度开发利用，下游尾间玛纳斯湖因入湖水量锐减，水资源短缺，迅速萎缩并干涸，造成下游地区的生态环境发生变化。从 1976 年、1989 年的遥感影像上来看（见图 1.10），玛纳斯湖基本上没有水体覆盖。自 1999 年 9 月以来，湖泊又得到部分恢复。



图 1.10 玛纳斯湖影像图

随着上中游地区用水量增大，进入下游的水量迅速减少，20 世纪 60—70 年代，由于水库的相继建成，玛纳斯河下游基本断流，全长 400m 的河道，萎缩为 190m。80 年代以来，147 团、121 团等团场又沿着玛纳斯河截水，由小拐农场至玛纳斯湖 120m 的河段完全断流。

玛纳斯湖从 20 世纪 50 年代至 1999 年，这一阶段表现为湖泊迅速萎缩并干涸，从 1976 年、1989 年的遥感影像上来看（图 1.10），玛纳斯湖湖心没有水体分布，已经完全干涸，成为干盐壳；1999 年 9 月玛纳斯河上游水库因洪水溃坝，大量洪水重新注入玛纳斯湖，湖泊湿地得到恢复。根据 1999 年的实测资料，玛纳斯湖 1999 年的湖底高程在 247m 左右，湖面高程 255m 左右，湖水面积约 475.55km²，与 20 世纪 50 年代的湖水面积接近；但从 2000—2001 年，湖水面积又出现递减的趋势；2003 年，湖水面积又有所增加，但 2004 年又出现缩减，2006 年遥感影像显示湖水基本上又处在干涸状态。

1.2 灌区水资源供需平衡分析

1.2.1 种植结构与用水比例

玛纳斯河河道来水有明显的“春汛、夏洪、秋退、冬枯”的特点，由于流域内种植面积逐年扩大，水资源日益紧张。其中玛纳斯河灌区农业用水量占总用水