

玛纳斯河流域生态需水量估算

范文波¹, 周宏飞², 李俊峰¹

(1. 新疆石河子大学 水利建筑工程学院, 新疆 石河子 832003; 2. 中国科学院 新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 830011)

摘 要: 玛纳斯河流域是典型的内陆河流域, 生态需水是流域水资源合理配置的基本参数。从农田防护林、农田水盐平衡、水库湖泊需水和河道生态需水 4 个方面对玛纳斯河流域生态需水开展分析。结果表明: 4 部分生态需水分别为: 1.55, 2.95, 2.01, 2.33 亿 m^3 。维护流域稳定条件下的最小生态需水量为 8.84 亿 m^3 , 占水资源总量的 34.76%, 占地表水量的 38.59%。

关键词: 玛纳斯河流域; 生态需水量; 最小生态需水

中图分类号: P333

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2010)06-0242-04

The Composition of Ecological Water Requirement and Estimation of Ecological Water Demand of Manas River Valley

FAN Wen-bo¹, ZHOU Hong-fei², LI Jun-feng¹

(1. College of Water Conservancy and Architecture Engineering, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832003, China; 2. Xinjiang Institute of Ecology and Geography, CAS, Urumqi 830011, China)

Abstract: The Manas River valley is a typical inland river basin where the ecological water requirement is the basic parameters of water resources allocation. In this paper, we analyzed the ecological water requirement in the Manas River valley through four areas including shelterbelts, water and salt balance in farmland, water demand in reservoir and lake ecological water requirement in the river. The results showed that four part ecological water requirements are $1.55 \times 10^8 \text{ m}^3$, $2.95 \times 10^8 \text{ m}^3$, $2.01 \times 10^8 \text{ m}^3$ and $2.33 \times 10^8 \text{ m}^3$. The minimum ecological water demand to maintain a stable valley is $8.84 \times 10^8 \text{ m}^3$, about 34.76% of the total water volume and 38.59% of the surface water.

Key words: the Manas River valley; ecological water requirement; minimum ecological water requirement

玛纳斯河流域地处欧亚大陆腹地, 属于典型的内陆气候, 干旱少雨, 水资源短缺, 植被稀少, 生态环境脆弱。长期以来, 人类大规模的开发活动, 引起土地退化, 河流断流, 地下水位下降, 生态环境日益恶化。著名的玛纳斯湖在 1957 年水域面积还为 550 km^2 , 1972–1975 年干涸^[1-2]。

近年来随着社会经济水平的提高, 改善生存条件越来越受重视。退耕还林还草, 生态修复与重建工程也逐渐增多。但是, 作为生态保护与重建的基础条件即有限的水资源一直是困扰流域发展的瓶颈。本文拟就玛纳斯河流域生态需水的组成与各要素的需水开展探讨, 为生态需水提出具体的数量, 为今后的流域生态保护提供参考。

1 玛纳斯河流域概况

玛纳斯河流域包括玛纳斯县、沙湾县、石河子市的 14 个农牧团场、农六师的新湖总场以及克拉玛依的小拐乡, 总流域面积为 2.655 万 km^2 。流域源于天山, 终于玛纳斯湖。河流出山口后, 流速变缓, 泥砂大量堆积, 形成了较平缓的洪积冲积扇。洪积冲积扇之下是一条狭长的泉水溢出带, 泉水溢出带之下是广阔平坦的洪积冲积平原。在泉水溢出地带内先后修建了大泉沟水库等 14 座平原水库^[3], 见图 1。流域内降水稀少, 蒸发量大, 气候干燥, 主要依赖冰川融水和降水补给。流域水系由玛纳斯河、宁家河、塔西河等组成(见表 1)^[4], 地表水总量 22.91 亿 m^3 , 地下水

收稿日期: 2010-04-20

资助项目: 国家“十一五”科技支撑计划项目(2007BAC17B02); 国家自然科学基金(30900865); 石河子大学“263”青年骨干教师资助项目(SL04011, SL05018)

作者简介: 范文波(1975–), 男, 宁夏人, 硕士, 研究方向为节水灌溉与生态需水。E-mail: fwb205@163.com

2.54 亿 m³, 水资源总量 25.43 亿 m³。其中玛纳斯河最为典型, 流域面积也最大, 年径流量为 12.74 亿 m³, 径流季节性变化大, 夏季(6—8 月) 冰雪融化强烈, 径流量占全年径流的 60%~70%, 冬季冰雪封冻, 径流量占全年径流量的 5%~7%。

表 1 玛纳斯河流域各河流水资源状况

河流名称	河流总长/ km	年径流量/ 亿 m ³
塔西河	120	2.3
玛纳斯河	324	12.79
宁家河	45	0.71
金沟河	124	3.24
巴音沟河	160	3.14
大南沟河	30	0.45

盐定额(m³/hm²); A ——洗盐面积(hm²)。

(3) 水库生态需水

$$Q = (E - P)A \tag{3}$$

式中: E ——蒸发量(mm); P ——可利用的降雨量(mm); A ——水库面积(km²)。

(4) 河道最小需水量根据 Tennant 法(即 Montana 法):

$$Q_m = 10\% Q_a$$

式中: Q_m ——河道最小需水量(m³); Q_a ——河道多年平均流量(m³)。

3 流域生态需水构成成分估算

3.1 农田防护林需水估算

玛纳斯河流域地处准噶尔盆地古尔班通古特沙漠南缘, 多年平均降水量 120~200 mm。准噶尔盆地中的古尔班通古特沙漠是中国植被条件最好的沙漠之一, 多年研究表明该地区自然植被只要不存在人为破坏, 基本可以依靠天然降水存活^[5], 即荒漠林不需要人为的额外补给。故此, 玛纳斯河流域植被需水只是考虑农田防护林。根据《新疆维吾尔自治区党委自治区人民政府关于进一步加快林业发展的意见》要求, 今后农区将要建立高标准农田防护林体系, 北疆农田防护林占耕地的比例在 8% 以上^[6]。玛纳斯河作为北疆典型内陆河流域, 在农业生产中一直起引导作用, 根据目前的耕地面积可以得出流域防护林面积约 3.45 万 hm²。2009 年作者参与新疆生产建设兵团森林资源规划设计调查(简称兵团“二类”调查), 结果调查显示, 林份的构成以杨树、榆树、沙枣、柳树为多。由于树种和树龄之间需水差异较大, 本文根据多年的生产管理与目前水量的实际分配, 得出普遍灌水定额为 4 500~6 000 m³/hm²。按照最小灌溉定额为 4 500 m³/hm² 计算, 目前的防护林需水为 1.55 亿 m³。

3.2 维持农田水盐平衡需水估算

3.2.1 玛纳斯河流域盐碱区的构成 玛纳斯河流域农业开发历史悠久, 尤其是 20 世纪 50 年代后, 大面积的开荒和大水漫灌, 造成流域耕地盐碱化程度很严重。统计流域内各县市盐碱化面积, 见表 2^[7]。

表 2 显示, 玛纳斯河流域 43.14 万 hm² 耕地中盐碱化面积 19.65 万 hm², 盐碱化面积占耕地面积的 45.55%。其中石河子垦区耕地中盐碱化面积约 38.36%; 玛纳斯县耕地中盐碱化面积约 47.2%; 沙湾县耕地中盐碱化面积约 57.73%。整个流域盐碱化构成为: 非盐化占 54.45%; 轻盐化占 14.09%; 中盐化占 11.89%; 重盐化 3.82%; 盐土占 14.33%; 苏打化土占 1.25%; 碱化土占 0.16%。

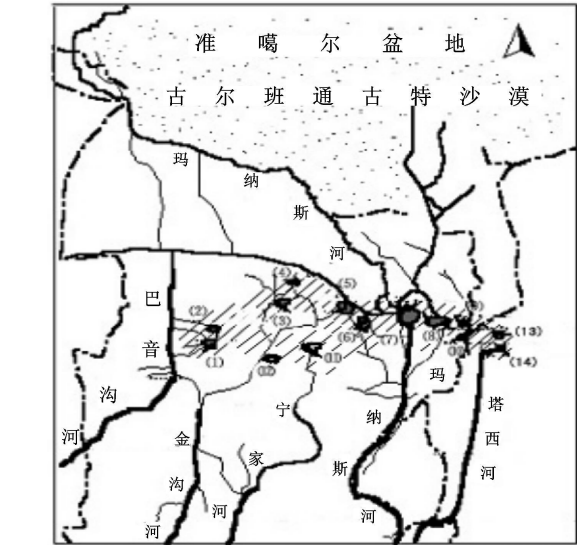


图 1 玛纳斯河流域水库分布图

水库名称: (1) 安集海 1 库, (2) 安集海 2 库, (3) 洪沟水库, (4) 海子湾水库, (5) 蘑菇湖水库, (6) 大泉沟水库, (7) 夹河子水库, (8) 跃进水库, (9) 白土坑水库, (10) 新户坪水库, (11) 卡子湾水库, (12) 献礼水库, (13) 塔西河上库, (14) 塔西河下库

2 流域生态需水计算原理

玛纳斯河流域生态需水主要体现在农田防护林需水、维持农田水盐平衡需水、维系湿地水库需水、河道最小需水 4 个方面。主要根据水量平衡原理计算各生态需水量。

(1) 农田防护林需水, 根据最小灌溉量和灌溉面积确定。

$$M = mA \tag{1}$$

式中: M ——农田防护林需水(m³); m ——最小灌溉量(m³/hm²); A ——灌溉面积(hm²)。

(2) 农田水盐平衡需水, 根据平均洗盐定额和洗盐面积确定。

$$M' = sA \tag{2}$$

式中: M' ——农田水盐平衡需水(m³); s ——平均洗

表 2 玛纳斯河流域盐碱化耕地面积

地区	面积	非盐化	轻盐化	中盐化	重盐化	盐土	苏打化土	碱化土	总面积
石河子	耕地面积/万 hm ²	13.86	3.40	3.15	1.39	0.09	0.54	0.07	22.5
	所占比例/%	61.64	15.10	14.00	6.16	0.38	2.40	0.32	100
玛纳斯县	耕地面积/万 hm ²	3.54	2.23	0.85	0.09	—	—	—	6.71
	所占比例/%	52.8	33.20	12.70	1.30	—	—	—	100
沙湾县	耕地面积/万 hm ²	6.09	0.45	1.13	0.17	6.09	—	—	13.93
	所占比例/%	42.27	31.08	7.87	1.20	17.58	—	—	100
流域	耕地面积/万 hm ²	23.49	6.08	5.13	1.65	6.18	0.54	0.07	43.14
	所占比例/%	54.45	14.09	11.89	3.82	14.33	1.25	0.16	100

3.2.2 维持盐碱区水盐平衡的计算 大水洗盐依旧是盐碱地改良中公认的最有效的方法。罗家雄总结新疆盐碱治理经验,给出了不同地区与盐碱程度的洗盐定额^[8],结合玛纳斯河流域的特点,一般洗盐定额可以确定为 4 500 m³/hm²,计算流域总洗盐水量为8.84 亿 m³。

目前灌区采运膜下滴灌技术,减少了用水量,减缓了盐渍化发生的速率,生产上 3 a 洗一次盐碱,可以遏制耕地不再恶化。此外,作为资源性缺水的大型灌区,采用大水洗盐的方式治理盐碱也必须循环进行,才能安排适宜的水量。因此,采用轮流洗盐方式,3 a 为 1 个周期。可以每年洗盐水量约为 2.95 亿 m³。

3.3 维系湿地水库需水估算

3.3.1 湖泊水库的构成 玛纳斯河流域泉水溢出带东西长约 70 km,南北宽 3~ 5 km。泉水溢出带内分

布有蘑菇湖、马昌湖、海子湾等泉水湖泊和一些涝坝、苇塘、沼泽地及湖积黄土洲。数以千计的溢流泉形成的沙湾河、大泉沟、小泉沟等泉水河、泉水沟,纵横穿流其间,构成了一个典型的干旱地区内陆河天然湿地。湿地内生长有沼泽植物、草甸植物和盐生植物等多种植物,生活着大量的水生、陆生动物,构成了具有生物多样性的湿地生态系统。

从 20 世纪 50—80 年代,为了提高对下游的供水保证率,在玛纳斯河流域的中、下游泉水溢出地带内先后修建了大泉沟水库、蘑菇湖水库等 26 座平原水库^[7],目前有调蓄功能发挥作用的水库有 14 座,并逐渐形成了相互联通、功能综合的湿地水库群。该湿地水库群的设计总库容为 5.36 亿 m³,总水面面积达 142.4 km²(详见表 3)。

表 3 水库生态需水一览表

序号	水库名称	设计库容/ 万 m ³	水面面积/ km ²	引蓄水源	所处地区	平均净蒸发量/mm
1	白土坑水库	1000	6.7	玛纳斯河	玛纳县	1468.0
2	新户坪水库	3000	9.9	玛纳斯河	玛纳县	1468.0
3	跃进水库	10000	27.9	玛纳斯河	玛纳县	1468.0
4	塔西河上库	100	2.0	塔西河	玛纳县	1468.0
5	塔西河下库	200	3.0	塔西河	玛纳县	1468.0
6	夹河子水库	8000	14.7	玛纳斯河	石河子	1311.3
7	大泉沟水库	4000	11.0	玛纳斯河、大、小泉沟	石河子	1311.3
8	蘑菇湖水库	18000	31.2	玛纳斯河、沙湾河	石河子	1311.3
9	海子湾水库	1500	8.0	沙湾河	石河子	1311.3
10	洪沟水库	1000	5.0	金沟河	石河子	1311.3
11	安集海 1 库	4400	10.0	巴音沟河	沙湾	1539.4
12	安集海 2 库	1500	8.0	巴音沟河	沙湾	1539.4
13	卡子湾水库	450	2.0	金沟河	沙湾	1539.4
14	献礼水库	450	3.0	金沟河	沙湾	1539.4
合计		53600	142.4			

3.3.2 维持湖泊水库生态平衡的需水计算 玛纳斯河流域内的 14 座平原水库主要功能是灌溉和调蓄洪水冬闲水。部分水库还有养殖和旅游功能。因此生态需水按照水域面积上地蒸发量来计算。统计表明:

玛纳斯县多年平均蒸发量为 1 691 mm,降水量为 205 mm,净蒸发量为 1 486 mm;石河子多年平均蒸发量为 1 514.9 mm,降雨量为 203.6 mm,净蒸发量为 1 311.3 mm;沙湾县多年平均蒸发量 1 736.1 mm,降

雨量 196.7 mm, 净蒸发量 1 539.4 mm。按照各水库就近地区的净蒸发量计算水库总蒸发量为 2.01 亿 m³。

3.4 河道最小需水量估算

关于河道生态需水的论述较多。赵琪等对玛纳斯河最小生态需水进行计算, 按照最小连续 30 d 平均流量法计算枯水期河道最小生态需水为 1.56 亿 m³, 占年平均径流量的 12.8%; 按照 7Q10 法计算枯水期河道最小生态需水为 1.26 亿 m³, 占年平均径流量的 10.3%^[9]。自 1998 年玛纳斯河进入丰水期且伴随着流域大规模推广膜下滴灌技术以来, 流域水库每年有部分弃水进入河道, 对河道生态环境有较大改善, 并在河道尾间形成约 100 km² 的湿地, 植被生长良好^[10]。进入河道水量因年份差异较大, 统计 1998–2008 年多年弃水量, 多年平均弃水量约为 1.39 亿 m³。按照目前的水库弃水量, 能基本维持河两岸柽柳及其他植物的正常生长。根据 Tennant 法

(即 Montana 法)河道最小需水按照多年平均流量的 10% 计算, 玛纳斯河流域最小需水为 1.27 亿 m³。多年平均弃水量 1.39 亿 m³ 略大于 1.27 亿 m³, 分析流域水资源利用现状, 坚持 1.39 亿 m³ 为长期河道生态水量是比较适宜的, 既可以维持一定的生态需水又不影响农业生产。玛纳斯河是流域水系的典型代表, 因此可以以此为例根据 Tennant 法计算其它河流的最小生态需水。塔西河多年平均流量为 2.3 亿 m³, 生态需水为 0.23 亿 m³; 宁家河多年平均流量为 0.71 亿 m³, 生态需水为 0.071 亿 m³; 金沟河多年平均流量为 3.24 亿 m³, 生态需水为 0.324 亿 m³; 巴音沟河多年平均流量为 3.14 亿 m³, 生态需水为 0.314 亿 m³。流域水系河道总生态需水共计为 2.33 亿 m³。

4 流域生态需水量的估算

根据以上各单项需水量的计算, 汇总流域生态需水量见表 4。

表 4 玛纳斯河流域流域生态需水数值构成

流域生态需水组成	最小生态需水			
	数量/ 亿 m ³	占总水量比重/ %	占地表水比重%	计算条件
农田防护林需水	1.55	6.10	6.77	灌溉定额 4500 m ³ /hm ²
农田水盐平衡需水	2.95	11.60	12.88	洗盐定额 4500 m ³ /hm ²
湖泊水库需水	2.01	7.90	8.77	自然蒸发
河道最小需水	2.33	9.04	10.17	Tennant 法径流量的 10%
合计	8.84	34.64	38.59	

计算可以得知, 维持玛纳斯河流域基本生态稳定的最小需水量为 8.84 亿 m³, 占水资源量的 34.64%, 占地表水的 38.59%。

扣除保持生态最小需水则流域水资源剩余量为 16.59 亿 m³, 由于流域内 95% 以上的水资源用于农业生产, 本文忽略其他行业的用水量以探讨耕地的底线。按照水利部门给定农作物节水灌溉条件下的平均灌溉定额 4 500 m³/hm², 计算出流域耕地面积的底线为 36.89 万 hm² (此数据不含防护林面积)。加上玛纳斯河流域防护林面积约 3.45 万 hm², 耕地总面积为 40.34 万 hm², 防护林比例为 8.55%, 符合新疆农田防护林比例为 8% 以上的标准。

目前流域实际耕地面积为 43.14 万 hm², 超过了满足最低生态需水条件下的耕地面积即 40.34 万 hm²。因为该流域是典型的灌溉农业区, 没有灌溉就没有农业, 所以多开的耕地必然占用生态用水, 这与现实也非常吻合, 近期流域开始加大退耕的力度证明了这一点^[11-13]。因此, 目前水资源的分配是不太合理的, 耕地面积过大, 建议应退耕 2.80 万 hm², 约占耕地面积的 6.5%, 以保证生态用水。

5 结 论

玛纳斯河流域生态需水构成主要为农田防护林需水、农田水盐平衡需水、湖泊水库需水和河道最小需水, 按照最小需水要求分别计算, 生态需水量分别为 1.55 亿 m³、2.95 亿 m³、2.01 亿 m³ 和 2.33 亿 m³。流域最小生态需水为 8.84 亿 m³, 占水资源量的 34.64%, 占地表水的 38.59%。为保证生态用水, 建议适度退耕。

参考文献:

[1] 汤奇成, 郭知教, 张蕴威. 新疆水文地理[M]. 北京: 科学出版社, 1966: 36.

[2] 程维明, 周成虎, 李建新. 新疆玛纳斯湖景观演化及其生态环境效应[J]. 第四纪研究, 2001, 21(6): 560-563.

[3] 李俊峰, 余书超, 范文波, 等. 玛纳斯河流域湿地水库群对小流域生态环境的保护作用[J]. 水土保持研究, 2006, 13(2): 219-222.

[4] 新疆维吾尔自治区水利厅, 新疆水利学会. 新疆河流水文水资源[M]. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 1999.

[5] 贾宝全, 慈龙骏. 绿洲景观生态研究[M]. 北京: 科学出版社, 2003: 131-132.

农业经济区中刘田各庄镇这两项指标均处于高位其极差标准值分别为 0.22 和 0.27; 综合经济区中卢龙镇这两项指标有绝对优势其极差标准值均为 1.00; 绿色经济区中潘庄镇社会文化各指标优于其它乡镇其极差标准值分别为 0.12 和 0.15; 工业经济区中石门镇社会文化进步情况较好其极差标准值分别为 0.07 和 0.15。

3.4 基础设施建设

对卢龙县基础设施建设方面, 本文从城乡建设用地面积占总城乡建设用地面积比例和交通水利用地面积占总交通水利面积比例两方面, 对卢龙县 4 大功能区进行区内各区乡镇这两项指标进行比较(见图 4)。由图 4 可见不同功能区的基础设施也存在较大差异, 农业经济区中刘田各庄镇河双望镇这两项指标各有一项处于高位; 综合经济区中卢龙镇这两项指标优势明显; 绿色经济区中潘庄镇和燕河营镇基础设施建设各指标各有一项较高; 工业经济区中石门镇基础设施建设情况较好。

3.5 行政管理创新

该项指标难以量化所以本文从卢龙县规划说明和卢龙县经济社会发展战略等政府最新文件总结出卢龙镇发展要以区域的集聚发展为核心, 优先发展中心城市, 择优发展中心镇, 注重提高城镇发展质量, 引导和培育城镇带的形成和发展。即点轴式聚合开发, 次中心带动; 中心集聚、南北不均衡发展战略。充分发挥产业对城镇建设的先导效应、组织效应和集聚效应, 调整优化产业布局和城镇职能结构, 促进城镇综合性职能体系建设, 整合城镇与区域发展关系, 实现产业城镇化、人口城镇化、景观城镇化, 带动区域和社会发展。

综上所述, 在对卢龙县小城镇发展的 5 大决定因素进行对比分析的基础上, 在不同功能区分别选取综合条件较好的小城镇作为区域发展重点镇。卢龙县重点小城镇为: 农业经济区中的刘田各庄镇; 综合经济区中的卢龙镇; 绿色经济区中的潘庄镇; 工业经济区中的石门镇, 共 4 个重点小城镇。

4 结论

加快中小城镇建设步伐不宜一哄而上, 要有所侧重、有所选择。在区域重点镇的选取上本文认为应该在同一功能区内选取综合基础条件较好的小城镇作为重点而不应跨区对比。把区域重点镇作为现阶段的建设重点, 把区域重点集镇建设成为人流、物流和当地经济发展的集散地。根据全县的具体条件将卢龙县分为 4 个区域, 4 个区域各有其得天独厚的发展条件, 同时也决定了该区域小城镇今后的发展方向。

参考文献:

- [1] 崔功豪, 马润潮. 中国自下而上城市化的发展及其机制[J]. 地理学报, 1999, 54(2): 106-115.
 - [2] 廖和平. 小城镇建设用地指标配置模式[J]. 中国土地科学, 2004, 18(6): 45-51.
 - [3] 朱东风. 中心镇小城市化的理论分析与江苏实践的思考[J]. 城市规划, 2008(2): 69-74.
 - [4] 曾彩云. 农村小城镇规划建设的若干问题研究[J]. 宏观经济, 2007(4): 133-134.
 - [5] 朱灵标. 农村小城镇建设进程中需要防止的若干问题及发展思路[J]. 区域经济, 2007(1): 234-235.
 - [6] 王洪江. 社会主义新农村建设背景下的小城镇发展战略[J]. 社会主义研究, 2007(3): 73-75.
 - [7] 优先发展小城镇齐心建设新农村: 访北京大学中国地方政府研究院执行院长彭真怀研究员[J]. 世界农业, 2006(6): 57-60.
 - [8] 王万茂. 小城镇建设中的土地利用问题[J]. 中国土地科学, 2000, 14(3): 4-7.
 - [9] 孔凡文. 小城镇用地技术指标与用地规模问题研究[J]. 中国土地科学, 2002, 16(5): 24-29.
 - [10] 王生, 廖和平. 渝北区统筹区域土地利用分区研究[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(6): 1764-1762, 1789.
 - [11] 李占军, 刁承泰. 西南丘陵地区县域农用地经济效益评价研究[J]. 水土保持研究, 2008, 15(8): 105-109.
 - [12] 李军, 王永录, 严晓萍. 加快河北省小城镇建设的动力机制模型及策略分析[J]. 经济论坛, 2007(10): 14-16.
 - [13] 王瑟. 玛纳斯湿地: 沙漠边缘重现生机[N]. 光明日报, 2006-08-04(3).
 - [14] 聚焦绿色: 兵团农八师退耕还林还草工作纪略[EB/OL] <http://www.tianshannet.com.cn/GB/channel4/25/200406/07/91256.html>.
 - [15] 王瑟. 石河子垦区建成环型防风沙屏障[N]. 光明日报, 2010-05-25(4).
- (上接第 245 页)
- [6] 自治区党委, 自治区人民政府. 关于加快林业改革和发展的决定[J]. 新疆林业, 1997(4): 4-9.
 - [7] 封玲. 玛纳斯河流域农业开发与生态环境变迁研究[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006: 40-71.
 - [8] 罗家雄. 新疆垦区盐碱地改良[M]. 北京: 水利水电出版社, 1985: 14-248.
 - [9] 赵琪, 刘建江, 王均, 等. 玛纳斯河最小生态径流计算[J]. 干旱区地理, 2005, 28(3): 292-294.