

新疆典型流域水土资源与生态环境现状分析

陈向东¹,蒙宏卫²,田小平¹,刘兵^{1*},葛阳¹,贾如浩¹ (1.石河子大学水利建筑工程学院,新疆石河子 832003;2.新疆油田公司采油一厂,新疆克拉玛依 834000)

摘要 根据和田河流域水土资源开发利用现状及气候条件,研究流域水土资源开发利用与生态环境的相互影响关系,并从社会经济与自然环境协调发展的角度,提出切合实际的干旱区绿洲可持续发展的策略与建议。
关键词 和田河流域;水土资源;气候条件;生态环境
中图分类号 S181.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)12-265-04

Analysis of the Situation of Water and Land Resources and Eco-environment in Typical Watershed, Xinjiang
CHEN Xiang-dong¹, MENG Hong-wei², TIAN Xiao-ping¹, LIU Bing^{1*} et al (1. College of Machinery and Electricity, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832003; 2. First Oil Production Plant in Xinjiang Oilfield Company, Karamay, Xinjiang 834000)
Abstract According to the development and utilization status of land and water resources and climatic conditions in Hetian river basin, the interaction relationship between the development and utilization of land and water resources and the ecological environment was studied. From the angle of the coordinated development of social economy and natural environment, practical strategies and suggestions for the sustainable development of oasis in arid areas were put forward.
Key words Hetian river basin; Land and water resources; Climatic conditions; Ecological environment

20 世纪以来,全球气候呈总体变暖趋势,在全球气候变化的大背景下,各地区生态环境都呈现出不同类型的响应程度,IPCC(气候变化专门委员会)在第四次评估报告中指出,到 2100 年全球平均气温将上升 1.1~6.4℃^[1]。目前,由气候变化而引起的冰川融化、河流萎缩及土地荒漠化等生态问题,已严重影响到人类社会的健康发展^[2-4]。自 20 世纪 80 年代中期以来,新疆气候出现了由暖干向暖湿的转变,新疆近 40 年来气温和降水呈上升趋势。

和田河流域位于新疆塔里木盆地南缘,属暖温带大陆性干燥沙漠气候,生态环境脆弱,水土资源极易受到气候变化的影响。因此,和田河流域作为干旱地区水资源与生态环境问题的典型研究区域,一直备受我国科研人员的关注。刘志辉等认为,和田河流域生态环境极其脆弱,环境灾害多发,水资源过度开发利用不可避免地对当地生态环境产生了负面影响^[5]。陈忠升等认为,和田地区土地利用类型面积出现大幅度变化,直接影响流域内水量、水盐平衡关系,加上流域植被覆盖率降低,使当地生态平衡遭受到一定程度的破坏^[6]。为了使和田河流域的水土资源管理更加科学,更能适应气候变化所带来的影响。笔者通过分析和田河流域水文、气象、土地利用等的变化趋势及成因,并结合流域水土资源开发利用现状及实际发展需要,提出适合当前和田地区可持续发展的规划建议,以期为干旱区流域绿洲的经济发展和生态环境保护提供理论依据。

1 研究区概况

和田河流域位于新疆塔里木盆地南缘,昆仑山北麓,地

理位置为 77°25′~81°43′ E,34°52′~40°29′ N,东西长约 670 km,南北宽约 500 km,流域面积为 48 870 km²,占全疆总面积的 15%,占全国总面积的 2.6%。流域绿洲被辽阔的沙漠戈壁所包围,绿洲面积仅占流域平原总面积的 8% 左右,其山前冲积平原为绿洲农业区。和田地区地势南高北低,由西向东倾斜,南部是昆仑山区,山峰林立,中部是山前坡麓地带,北部是塔克拉玛干沙漠。和田河流域共 7 条河流,其径流总量为 44.5×10⁹ m³,主要由两条支流组成,一条是东部的玉龙喀什河,长约 504 km,另一条是西部的喀拉喀什河,长约 808 km。该流域属于暖温带大陆性干燥沙漠气候,年均气温高,降水稀少,自然灾害多发,年内浮尘天气平均达 200 d,4~6 月沙暴日频繁,年均日数 33 d,风速 17 m/s 以上的大风,年均频率为 11.5 次。总体而言,和田河流域生态环境现状较为脆弱^[7]。

2 流域水土资源现状

2.1 气候现状及变化 和田流域地处我国西北的塔里木盆地南缘,因为流域身居欧亚大陆腹地,四周被各大山脉阻挡,致使太平洋、大西洋以及印度洋上空的水汽很难到达,所以其降水主要来自西风环流,属暖温带大陆性干燥沙漠气候,多年平均降水量只有 5.4~89.6 mm,而多年平均蒸发量高达 2 159~3 137 mm,多年平均气温为 12.7℃,最高为 40.6℃,最低为 -21.6℃。流域全年日照时数 2 451~2 896 h,有效辐射量 72.6×10³ kJ/cm²,≥10℃有效积温达 4 341.5℃,光质优越,热量充足。无霜期 210~226 d,最大冻土深度 0.7 m。春季多风沙,时有浮尘天气,偶有沙尘暴,平均大风天数 11.5 d,并集中出现在 4 月中旬至 5 月中旬,主风向为西北。

自 20 世纪 80 年代中期以来,新疆气温呈总体上升趋势。同样,和田河流域气温也呈现出显著的变暖趋势(图 1),经计算流域平均线性变暖率为 0.33℃/10 a,各年代气温均呈上升趋势,但升温幅度有差异,90 年代较显著,线性变暖率为 1.93℃/10 a。流域降水同样也呈现出增加趋势(图

基金项目 国家科技支撑项目(2014BAC14B00,2014BAC14B01);国家自然科学基金项目(51469028);新疆研究生科研创新项目(XJGR12014056);石河子大学国创项目(201410759043,201410759044)。
作者简介 陈向东(1990-),男,河北保定人,本科生,专业:水利水电。
* 通讯作者,副教授,博士,从事水文水资源方面的研究。
收稿日期 2015-03-18

2),线性递增率为2.1 mm/10 a,各年代变化趋势不同。流域降水量增加的主要原因为:空气中水汽含量的增加,以及有利于水汽输送的南风增强,使得该地区的降水量有所增加;全球显著变暖驱动水循环过程加快,也是降水量增加的一个主要因素^[8];和田地区有大量的冰川分布,由于气候变暖,冰川消融,对当地降水也有一定的贡献。而和田河流域空气湿度呈逐年减小趋势,相对的蒸发量呈逐年增加趋势,近40年空气湿度下降了12.5%,而蒸发量上升了40%,两者变化都十分显著(图3),空气湿度由之前的49%降至34%。

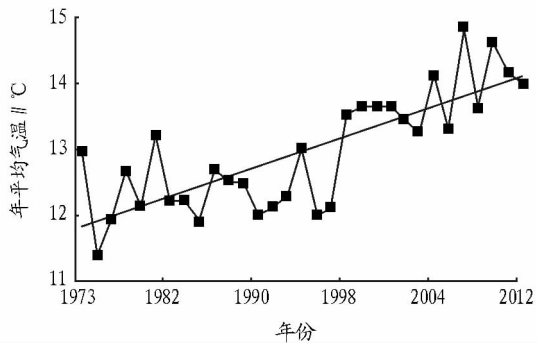


图1 和田河流域年际气温变化

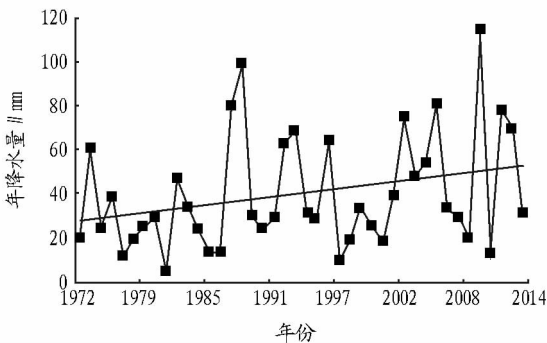


图2 和田河流域年降水量变化

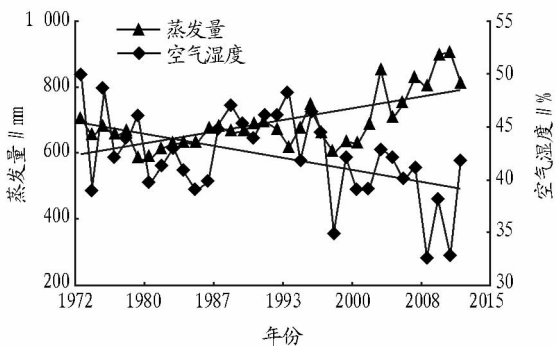


图3 和田河流域空气湿度与蒸发量年际变化

对和田河流域近40年来湿度与气温、蒸发量、降水量之间的相关关系进行Pearson相关性分析,结果表明:湿度与蒸发量在0.05水平(双侧)上显著相关,说明蒸发量的增大直接影响了该流域的湿度变化,具体表现为蒸发量越大,则湿度越小,两者呈负相关变化;湿度与气温在0.01水平(双侧)上显著相关,同样呈负相关变化,相比于蒸发量更加显著;而湿度与降水量无显著性相关(表1)。

表1 气象要素相关性分析

气象要素	Pearson 相关系数	显著性(双侧)	样本数 <i>N</i>
湿度与蒸发量	-0.481 *	0.020	23
湿度与气温	-0.699 **	0	23
湿度与降水量	0.010	0.963	23

注:“*”、“**”分别表示通过0.05和0.01显著性检验。

2.2 水资源利用情况 和田河多年平均径流量为 $44.5 \times 10^8 \text{ m}^3$,占整个流域径流总量的58%。因为冰雪融水是其径流的主要补给来源,所以径流量年内分配极不均匀,6~8月径流量占年径流量的76.0%左右,为丰水期,而3~5月仅占7.8%左右,为枯水期^[10]。目前,和田河流域工业生活用水占总用水的10%,随着国民经济的发展,和田地区城镇化速度加快,城镇生活用水量从1980年的 $1.78 \times 10^8 \text{ m}^3$ 增至2000年的 $7.40 \times 10^8 \text{ m}^3$;人均用水量从1980年的130 L/(人·d)升至2000年的212 L/(人·d),平均年增长率为7.38%;工业用水量从1980年 $3.71 \times 10^8 \text{ m}^3$ 增至2000年的 $8.76 \times 10^8 \text{ m}^3$,平均年增长率为4.35%。目前,流域对地表水资源的利用已超过其承载能力,流域发展正面临地表水资源短缺的问题。

由图4可知,和田河流域对地表水的引用量达到 $24.6 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$,下泄水量为 $21.1 \times 10^8 \text{ m}^3$,其中有 $10.5 \times 10^8 \text{ m}^3$ 水量补给塔里木河,其余部分补充地下水源。和田河流域地下水可开采量为 $8.952 \times 10^8 \text{ m}^3$,但开采利用量不到 $1 \times 10^8 \text{ m}^3$,可开采量占地下水总补给量的60%。近年来上游山区气候变化(气温升高造成蒸发量增加)以及人类活动(上游山区水库截流蓄水)的影响,致使和田河上游来水呈现逐年递减趋势,加上灌区渠系防渗系数有所提高,造成和田地区地下水补给量有所减少(图4)。尽管如此,和田河流域地下水位仍然偏高,说明和田地区地下水资源开发潜力巨大。

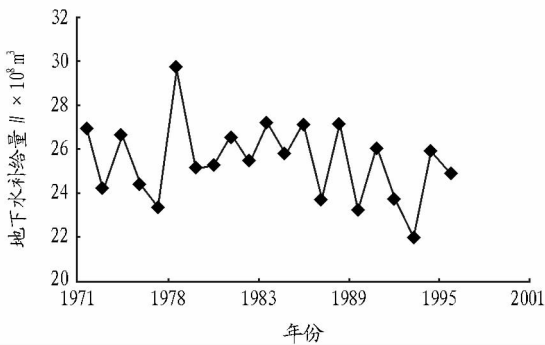


图4 和田河流域地下水补给量随时间变化

通过对和田地区近30年来引水量数据的统计分析(图5),发现和地区多年引水量呈波状变化规律,多年平均值稳定在 $20 \times 10^8 \text{ m}^3$ 以上。对于地下水资源的开采利用,2~6月为流域地下水开采高峰期,地下水埋深逐渐增加(图6),这主要是因为昆仑山脉的积雪在春季(3~5月)尚未大面积融化,造成和田河得不到充分补给,而此时正是春耕开始的时候,缺水与灌溉的矛盾十分突出,这一时期主要依靠地下水进行农田灌溉,7月份以后,流域灌溉开始转向以利用地表水为主,地表水入渗量增加,8月份以后流域耕种结束,地下

水开采量减少,受这些影响地下水埋深开始逐渐变小(图6)。综上所述,春旱缺水与水资源时空分布不均制约该流域发展的严重问题。

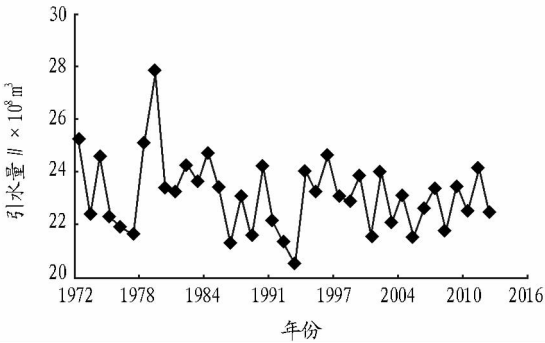


图5 和田河流域引水量随时间变化

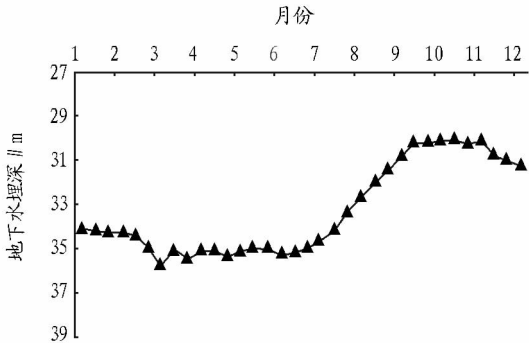


图6 和田河流域地下水埋深标准化随时间变化

2.3 土地利用情况 由表2可知,和田河流域各类土地利用类型面积在1990~2010年期间发生了较大变化,变化最大的是林地和草地,其次是未利用地和耕地,城乡建设用地和水域变化不明显。耕地、林地和城乡建设用地呈增加趋势,其余皆呈减少趋势。其中,耕地面积净增加了43.98 km²,林地面积净增加了254.12 km²,草地面积净减少了224.8 km²,水域面积在年际间有一定的变化,但基本上处于一种正常的波动状态。

表2 1990~2010年各类土地利用面积 km²

年份	耕地	林地	草地	水域	城乡建设用地	未利用地
1990	1 197.32	982.29	12 168.63	6 167.39	112.40	28 241.97
1999	1 246.18	1 050.70	12 105.10	6 157.62	122.18	28 188.22
2002	1 265.73	1 011.61	12 149.08	6 167.40	127.06	28 149.12
2005	1 241.30	1 236.41	11 943.83	6 162.50	127.06	28 158.90
2008	1 240.70	1 254.65	11 963.73	6 164.70	128.80	2 813.90
2010	1 234.80	1 260.40	1 195.68	6 163.50	129.60	2 812.70

草地和林地对于干旱地区的生态环境有明显的调节作用,只有让他们在空间分布上有足够的比例和稳定性,才能发挥其应有的抵御土壤盐渍化、荒漠化功能。然而,在近几年的和田河流域地区土地利用面积调查研究中发现,和田河流域的林地和草地面积变化最为显著,林地增长近25.87%,而草地减少了1.85%,约224.8 km²,林地和草地无论在面积上还是在空间上都表现出极大的不稳定性,这对于和田地区抵御土地荒漠化、盐渍化非常不利。

3 生态环境效应分析

由于和田河流域本身属于暖温带大陆性干燥沙漠气候,常年降水稀少,蒸发量大,植被覆盖率低,加上近几年随着人口快速增长,城镇化发展加快,使当地的自然环境问题越来越突出,严重制约了和田河流域社会经济的发展。

3.1 流域水资源短缺 和田河流域水资源短缺问题主要可以分为人为与自然两方面原因。

3.1.1 人为因素。随着城市化进程加快,和田地区城镇规模不断扩大,生产生活用水量逐年增加;农业灌溉制度落后,灌溉类型为完全灌溉型,大部分采用大水漫灌,滴灌节水技术应用较少;水利设施老化,渠系和水库防渗技术水平不高,造成水资源输送渗漏损失量大;水资源开发利用规划不合理,水资源利用效率偏低。

3.1.2 自然因素。和田河流域本身气候干旱少雨,年际降水量仅为5.4~89.6 mm,而年际蒸发量却达到2 159~3 137 mm。该流域干旱指数为47.2,再加上区域气候变暖,蒸发量逐年升高,直接增大了地表水资源损失量,致使水资源更加紧缺。和田河流域水资源时空分布不均匀,春季水资源供需矛盾突出。主要是因为水库河道来水量在年内变化大,洪枯差距较大,径流量年内分配极不均匀,春季(3~5月)水量仅占全年径流量的7.8%,而灌溉用水占全年的24.5%,缺水与灌溉矛盾突出。

3.2 土地荒漠化严重 和田河流域绿洲荒漠过渡带的土地荒漠化过程既不是单独进行,也并非简单的叠加,而是通过一系列效应相互激发,由自然和人为因素共同决定。其中人为因素占主导地位,正如和田地区绿洲周边的荒漠植被持续遭到人为破坏,耕地、林地和城乡建设用地呈增加趋势,其余皆呈减少趋势,其中耕地面积净增加了43.98 km²,林地面积净增加了254.12 km²,草地面积净减少了224.80 km²,又由于流动沙丘与农田直接濒临,给绿洲边缘农牧业生产与人民生活带来直接危害。其次是自然因素,和田绿洲荒漠过渡带的土地荒漠化动力因素主要以风沙活动为主。由图7可知,区域大风期主要集中在4月中旬至5月中旬,平均大风天数11.5 d。1950年以来,流域绿洲附近沙化面积达到2.8×10⁴ hm²,其中耕地沙化5 960 hm²。据测算,近30年来,和田地区共有2万hm²农田被流沙吞没,土地和草场沙化面积达3×10⁴ hm² [12]。

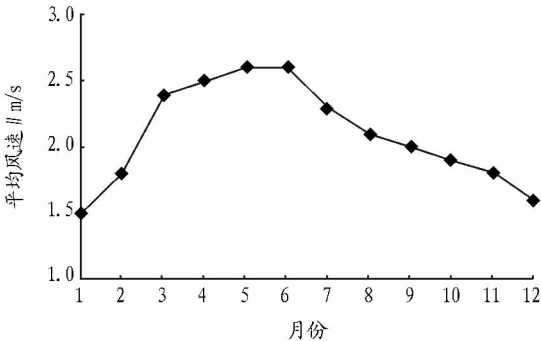


图7 和田河流域1~12月风速变化

土地沙漠化的类型有两类,一类是在砂质地表叠加干旱多风和强度土地利用造成的沙质荒漠化;另一类是在流水叠加土状堆积物和人为强度利用形成的土地荒漠化^[13]。由于和田河流域气候条件干燥,降水稀少,蒸发强烈,加上流域灌溉排水系统建设不够完善,缺乏合理的灌溉制度,出现大水漫灌、洪水期超引抢灌、日灌夜退与渠道渗漏等现象,导致流域地下水位迅速上升,土壤中蓄积的盐分也随之垂直向上运动,造成大面积耕地在强烈蒸发作用下容易在地表积盐,产生次生盐渍化。同时,在全球变暖的大背景下,流域蒸发量逐年增加,加剧了流域的土壤盐渍化问题。目前,流域土壤盐渍化面积已超过 840 km²,其中耕地发生盐渍化多达 350 km²,占耕地总面积的近 22%。综上所述,土壤盐渍化问题破坏了当地的生态环境平衡,是造成流域土地荒漠化的主要原因之一^[14]。

4 结论与建议

和田河流域属于暖温带大陆性干燥沙漠气候,年际蒸发量大、降水少。在全球气候变化的大背景下,流域气候逐年向暖湿方向转变。在水资源开发方面,由于近年来区域气候变化和人类活动的综合影响,和田河上游来水存在逐年递减趋势,加上流域灌区渠系防渗水平有所提高,造成区域地下水补给量减少,尽管如此,区域地下水位仍然偏高,由此造成的土地次生盐渍化现象普遍存在。在土地利用方面,随着城镇化进程的加快,耕地及城镇建设用地增加,草地减少。总体看来,林地和草地无论在面积上还是在空间上都表现出极大的不稳定性。综上所述,土地荒漠化、盐渍化和水资源短缺是困扰和田地区发展的主要问题。从发展节水农业、修建水利工程、加强植被保护、完善信息管理机制以及合理计划人口增长 5 个方面提出解决措施:

(1)和田河流域水资源时空分布不均,气候条件干燥,水资源短缺是长期困扰该流域发展的瓶颈。因此,因地制宜发展节水农业是促进和田地区社会、经济、环境协调发展的重要措施。所以,对该区的农田灌溉必须实施全面防渗改造或改用管道输水,并采用先进的小畦灌、细流灌、膜上灌、滴灌、喷灌等节水措施,同时种植需水量较小的作物,实现既省水高产,又能与生态环境和谐发展的农业产业化结构。

(2)和田河流域普遍存在工程老化问题。目前急待解决的是渠道的改建、防渗、田间工程的配套等问题。重视在上游有利地形修建山区水库,解决春旱用水问题。加强平原水库的除险加固,恢复平原水库的功能效益。在利用地下水

时,应采取群井开采水源地与分散开采地下水相结合的方式。在不产生盐渍化、沙漠化的前提下,并能同时满足农业、生态用水的需求,将地下水位埋深维持在 2~4 m 较合适。

(3)和田河流域被沙漠包围,气候干旱,降雨稀少,这导致了该河流域一直受到沙漠化的威胁。为此一定要加强自然荒漠植被的培育和保护工作,建立强大的防风固沙体系;调整农业种植结构,提高大风季节的农田覆盖率;因地制宜有步骤地实行退耕还林还草工程。

(4)完善和田河流域水土资源信息管理机制。在遥感、通讯、信息等多媒体技术飞速发展的今天,依托高校及各科研院所的技术优势,建立和田河流域水土资源管理系统,将该流域的灾害预警、资源规划、水文管理等纳入一个统筹的网络中。

(5)上世纪中期以来,和田河流域人口激增,人口给自然环境带来了巨大压力。结合和田地区的实际情况,科学合理地推行计划生育,提高人口素质,是促进和田地区可持续发展的必然措施。

参考文献

- [1] IPCC. Summary for policy makers of climate change 2007; the physical science basis. contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.
- [2] KAPPEL M, MARGRET M I, VUUREN V, et al. Effects of climate change on Biodiversity. A review and identification of key research issues [J]. Biodiversity and Conservation, 1999, 8: 1383 - 1397.
- [3] 吉磊, 何新林, 刘兵, 等. 近 50a 玛纳斯河流域上游气候变化的分析 [J]. 长江科学院院报, 2014, 31(12): 21 - 27.
- [4] 夏军, 刘春葵, 任国玉. 气候变化对我国水资源影响研究面临的机遇与挑战 [J]. 地球科学进展, 2011, 26(1): 1 - 12.
- [5] 刘志辉, 谢永琴, 穆建军, 等. 和田河流域水资源与生态环境变化及其对策研究 [J]. 干旱区地理, 1999, 22(3): 51 - 55.
- [6] 陈忠升, 陈亚宁, 李卫红, 等. 和田河流域土地利用变化及其生态环境效应分析 [J]. 干旱区资源与环境, 2009, 23(3): 50 - 53.
- [7] 郑仰奇. 和田河流域水资源保护规划研究 [D]. 西安: 西安理工大学, 2005.
- [8] 冯思, 黄云, 许有鹏. 全球变暖对新疆水循环影响分析 [J]. 冰川冻土, 2006, 28(4): 500 - 505.
- [9] 施雅风, 沈永平, 李栋梁, 等. 中国西北气候由暖干向暖湿转型的特征和趋势探讨 [J]. 第四纪研究, 2003, 23(2): 152 - 164.
- [10] 李宝庆, 李丽娟. 水资源开发与环境 [M]. 北京: 科学出版社, 1990.
- [11] 窦燕, 陈曦, 包安明. 近 40 年和田河流域土地利用动态变化及其生态环境效应 [J]. 干旱区地理, 2008, 31(3): 449 - 454.
- [12] 申元村, 汪久文, 伍光和, 等. 中国绿洲 [M]. 开封: 河南大学出版社, 2001.
- [13] 朱震达. 中国的沙漠化及其防治 [M]. 北京: 科学技术出版社, 1989.
- [14] 阿布都热合曼, 哈力克, 克力木江. 新疆和田河水资源利用与绿色走廊生态建设研究 [J]. 地域研究与开发, 2006, 25(2): 111 - 114.