

吐鲁番盆地坎儿井现状及衰败的影响因素分析

古丽夏提·哈力克¹, 艾里西尔·库尔班^{2*}

(1. 新疆师范大学, 新疆乌鲁木齐 830054; 2. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 新疆乌鲁木齐 830011)

摘要 近10年来,吐鲁番盆地坎儿井衰败的速度日益加重。根据相关资料,介绍了吐鲁番盆地坎儿井存在的现状;分析了其衰败的原因,主要原因是人口膨胀、绿洲耕地的需求量增加,坎儿井水源补给减少,机电井的增加及其布局的不合理。同时探讨了坎儿井的减少对吐鲁番盆地的影响,提示人们应采取一定的措施来科学地保护坎儿井这一古老的水利工程。

关键词 坎儿井;地下水;影响因素

中图分类号 S274.2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)11-0207-03

Analysis on the Present Status of Karez in Turpan Depression and the Influencing Factors to Its Decline

GULIXIATI Halike¹, ALISHIR Kurban^{2*} (1. Xinjiang Normal University, Urumqi, Xinjiang 830054; 2. Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi, Xinjiang 830011)

Abstract Karez has declined at an increasingly fast speed in the recent 10 years in Turpan Depression. According to the relevant data, the present situation of karez in Turpan Depression was introduced; the main reasons for karez decline were analyzed including population expansion, increasing demand for oasis farmland, water supply reduction, increase of electromechanical well and unreasonable layout. Effects of karez reduction on Turpan Depression were discussed, it was revealed that certain countermeasures should be adopted to protect the ancient water conservancy project karez.

Key words Karez; Groundwater; Influence factor

已经有2000多年历史的坎儿井,是世界上最大的地下水灌溉系统,仅吐鲁番目前查明的坎儿井总长有4400 km,被誉为地下“万里长城”^[1-2],它是干旱地区劳动人民根据当地奇特的自然地形、水文地质特点,在第四纪地层中自流引取地下水的一项古老水利工程设施^[3-4]。坎儿井是种结构巧妙的特殊水利灌溉系统,它由竖井、暗渠、明渠和涝坝4部分组成^[5]。

新疆约有1784条坎儿井,主要分布在吐鲁番、哈密、奇台、木垒、库车、和田及阿图什等地,尤其吐鲁番盆地最多,达1200多条,长度超过5000 km^[6]。坎儿井在研究新疆历史等方面具有极高的价值,在世界范围内也有很大的影响。近几年来由于过度开采地下水,导致了地下水水位急剧下降,从而引发了部分坎儿井及泉水枯竭、生活及农业用水紧缺、农田荒废等诸多方面的问题。笔者通过对近10年吐鲁番盆地的坎儿井数量、流量及灌溉面积等资料进行分析,结合野外调查,分析坎儿井变化的过程及其驱动因素,以期科学地

认识坎儿井干涸的原因,很好地利用和保护坎儿井这一水文化遗产提供科学依据。

1 研究资料来源

坎儿井数量、水量、流量、控灌面积等资料来自新疆坎儿井研究会^[7];地下水相关数据来源于吐鲁番地区水文水资源勘察局^[8];人口、耕地面积、机电井数量及机电井控灌面积等数据来源于《新疆统计年鉴2002—2009》^[9]。

2 结果与分析

2.1 吐鲁番盆地坎儿井变化过程 近几十年来,由于人口急剧增加,盲目扩大耕地面积,地下水超采日益严重,导致坎儿井数量快速减少。1957年吐鲁番盆地有水坎儿井的数量为1237条,2010年减少至103条,减少了1134条^[10],91.67%的坎儿井干涸或者已消失(图1),平均每21 d就有1条坎儿井干涸,以此类推,在将来不到20年的时间内坎儿井将全部干涸消失^[11],被誉为“生命之源”的坎儿井,正经历着前所未有的生存危机。

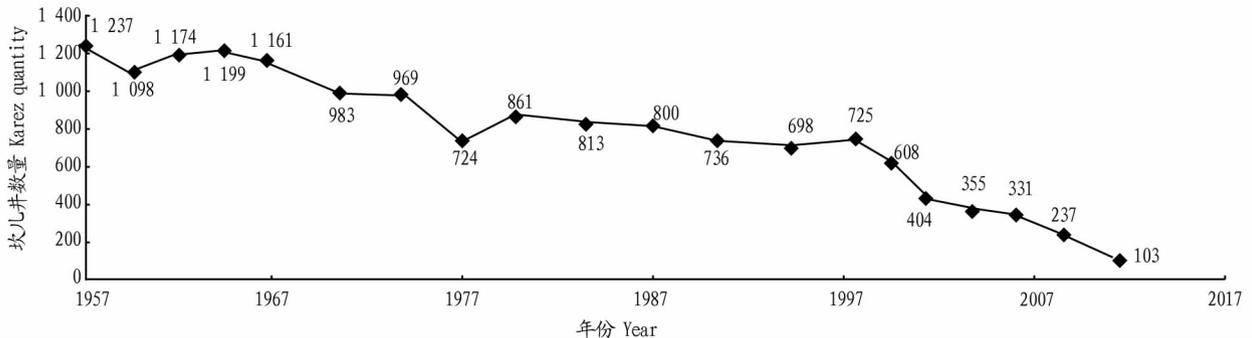


图1 吐鲁番盆地坎儿井数量变化

Fig. 1 The change of karez quantity in Turpan Depression

作者简介 古丽夏提·哈力克(1989—),女,新疆鄯善人,硕士研究生,研究方向:干旱区环境演变与灾害防治。*通讯作者,副研究员,博士,从事遥感与GIS应用研究。

收稿日期 2017-01-22

2003—2009年吐鲁番地区有水坎儿井数量和水量变化基本呈下降趋势,根据坎儿井研究会吐鲁番地区坎儿井的普查结果可知,2009年有水坎儿井数量比2003年减少了

167条,平均每年干涸26~27条坎儿井;2009年坎儿井总水量比2003年减少 $0.892 \times 10^8 \text{ m}^3$,平均每年减少 $0.149 \times 10^8 \text{ m}^3$;灌溉面积减少了2 238.67 hm^2 ,生态植被面积减少了3 561.20 hm^2 ,平均每年分别减少373.13 hm^2 和593.53 hm^2 ;

灌溉和非灌溉生态无偿供水量平均每年减少 0.1053×10^8 和 $0.0430 \times 10^8 \text{ m}^3$ [7];涝坝减少了101座,平均每年减少17座,但涝坝容量却增加了21 100 m^3 ,平均每年增加3 516 m^3 (表1)。

表1 吐鲁番地区2003与2009年普查坎儿井统计
Table 1 Statistics of karez in Turpan in 2003 and 2009

年份 Year	总控灌面积 Total irrigation area// hm^2	生态植被面积 Ecological vegetation area// hm^2	灌溉期水量 Irrigation water quantity $\times 10^8 \text{ m}^3$	生态无偿供水量 Ecological free water supply// $\times 10^8 \text{ m}^3$	涝坝数 Dalaoba quantity//座	涝坝容量 Dalaoba capacity m^3
2003年 Year of 2003	8 820.00	6 493.33	1.619 0	0.700 0	295	506 900
2009年 Year of 2009	6 581.33	2 932.13	0.987 2	0.439 8	194	528 000

由于地下水位持续下降,吐鲁番有水坎儿井数量和水量变化基本呈下降趋势(图2)。2003—2004年1年之内减少了41条,2004—2009年平均每年减少15条;坎儿井水量2003—2006年平均每年减少了 $0.0700 \times 10^8 \text{ m}^3$,2006—2009年水量变化幅度比较大,平均每年减少量达 $0.112 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。2003年普查时有水坎儿井404条,总出水量 $2.319 \times 10^8 \text{ m}^3$,2009年有水坎儿井237条,总出水量 $1.427 \times 10^8 \text{ m}^3$ [7];2010年有水坎儿井数量降到103条,总出水量降低至 $0.38 \times 10^8 \text{ m}^3$,总出水量比2003年减少了83.65%。



图2 坎儿井数量及水量变化

Fig. 2 The change of karez quantity and water amount

2003—2009年有水坎儿井流量变化基本呈衰减之势,而且下降速度很快。流量变化最大的是位于恰特喀勒乡的琼

坎儿井,从2003年的76.6 L/s下降到2009年的1.8 L/s;变化最小的是位于亚尔乡的英坎儿井,流量从2003年的48.0 L/s上升到2009年的48.1 L/s;位于吐鲁番市艾丁湖乡庄子村的阿洪坎儿井2003年的流量是26.0 L/s,到2009年已完全干涸(图3)。

2.2 吐鲁番盆地坎儿井干涸的原因分析

2.2.1 人口膨胀和绿洲耕地面积增长。吐鲁番地区总人口由2002年的56.69万人增加到2009年61.46万人,增加了8.42%[9]。耕地面积2003年后一直呈缓慢增长趋势,2003—2006年增长了 $4.63 \times 10^4 \text{ hm}^2$;2006—2009年由于灌溉水源不足,撂荒弃耕的土地不断增多,耕地面积呈下降趋势,总共减少了5.61万 hm^2 (图4)。人口的不断增长和耕地面积的持续增加造成了吐鲁番盆地的土地资源和水资源严重欠缺,加大了对水资源的需求,造成下流地区的地下水位下降,坎儿井干涸。

2.2.2 坎儿井的水源补给减少。坎儿井的出水完全是靠地下水资源,而绝大多数坎儿井都在挖掘时尚处于地下水位较高的时候。因此,地下水位一旦下降,坎儿井就无法保持原来的截获水量,造成坎儿井出水量减小。近9年的观测动态资料表明,吐鲁番大部分地区地下水位在持续下降,下降幅度最大是恰特喀勒乡,水位下降可达13.69 m,最小为亚尔乡,水位下降0.32 m。

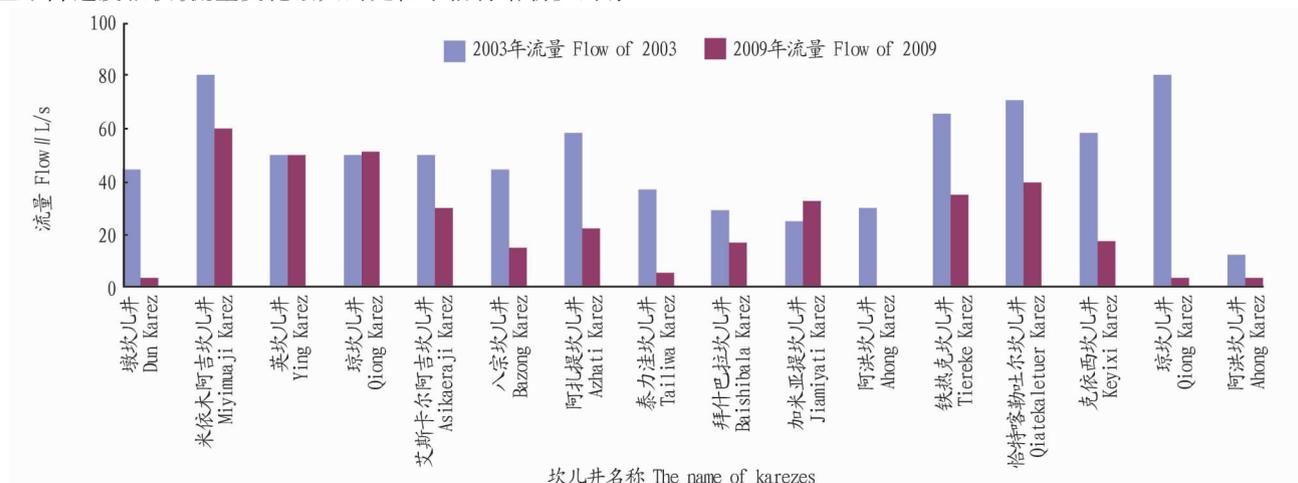


图3 2003与2009年部分坎儿井水量变化

Fig. 3 The change of water amount in several karezes in 2003 and 2009

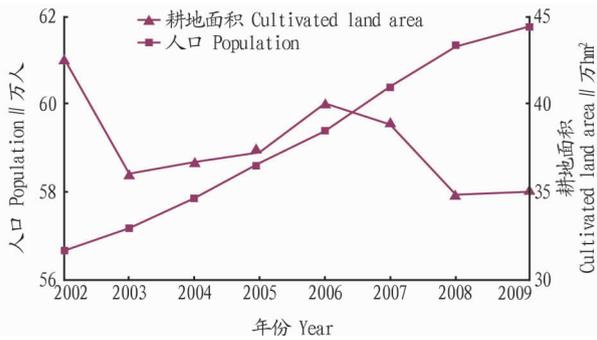


图4 吐鲁番地区人口及耕地面积变化

Fig. 4 The change of population, cultivated land area in Turpan area

因山前冲洪积扇是地下水的汇流和径流带,所以吐鲁番盆地的大多数坎儿井都建于山前冲洪积扇溢出带上游。解放初期,吐鲁番盆地工农业用水和生活用水主要利用地下水,但20世纪60年代初开始利用地表水,大量修建水库和防渗渠。2009年,吐鲁番盆地修建大小型水库15座,总库容达 $10.448 \times 10^8 \text{ m}^3$,大量截获上游入渗水量,这使得河道渗漏补给量逐渐减少,地下水位下降,造成坎儿井出水量不断减少甚至干涸。

2.2.3 机电井的增加及其布局的不合理。为了解决吐鲁番盆地春灌期间严重缺水问题,利用灌区内地下水资源丰富的优势,通过打机电井增加可利用水资源是十分必要的。但20世纪70年代初开始吐鲁番盆地盲目打井,随着机电井数量及出水量的迅速增加,坎儿井开始迅速减少。由图5可见,2003年,机电井增至4 143眼,总控灌面积 $19.43 \times 10^7 \text{ m}^2$,2009年机电井增至5 867眼,总控灌面积达 $23.05 \times 10^7 \text{ m}^2$,增加了18.63%,此时,坎儿井则降至237条,总控灌面积只有 $9.87 \times 10^7 \text{ m}^2$ 。由此得出,吐鲁番盆地坎儿井的减少与机电井的增加成正比。

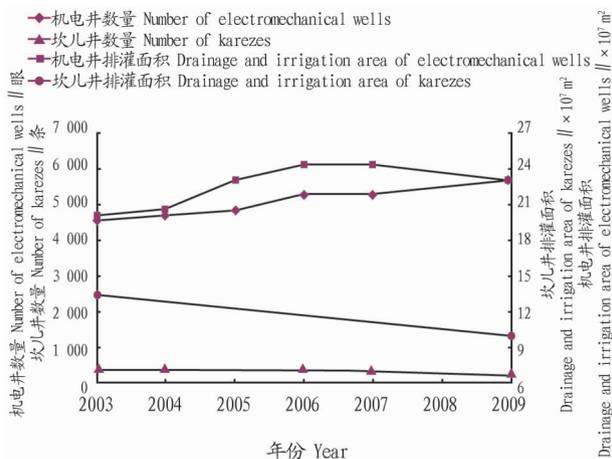


图5 坎儿井与机电井变化比较

Fig. 5 Comparison of the change of karez and electromechanical well

其次,机电井的不合理布局也是造成坎儿井不断减少的原因。吐鲁番盆地在发展机电井时,没有兼顾坎儿井水源问题,有相当数量的机电井打在坎儿井分布区和盆地上游区

域,不少机电井距坎儿井集水段只有200~300m,出现了机电井与坎儿井争水现象。2006年实行的《新疆维吾尔自治区坎儿井保护条例》第十七条明确规定:坎儿井水源第一口竖井上下各2km、左右各700m,暗渠左右各500m范围内,不得新打机电井^[12]。

与分布在各流域上游的机电井相比,下游机电井对坎儿井的影响更明显。机电井抽水致使坎儿井集水段周围地下水不断下降,所以应在坎儿井灌区上游尽可能运用地表水和坎儿井水。已有的机电井,应当控制并逐渐减少取水量;已经干涸的机电井,不得恢复。尽可能地减少坎儿井周围机电井的开采规模。

2.3 坎儿井减少对吐鲁番盆地的影响 坎儿井对于吐鲁番地区农业生产、生态环境及人民生活都起着举足轻重的作用,坎儿井的逐年干涸和废弃,一定程度上影响当地居民的生活、生产以及当地的生态环境。

在吐鲁番只要有绿洲,有人居住的地方坎儿井随处可见,并成为吐鲁番一道独特的人文景观。如今由于坎儿井大量干涸,这样的景观已经越来越少,有的以坎儿井为生的村落,由于坎儿井断流、干涸、废弃,使得周围生态环境恶化,影响了人畜饮水,不得不整体搬迁^[7]。

坎儿井对吐鲁番盆地绿洲农业的形成起到了决定性作用,长期以来形成了一些独立的坎儿井灌区。坎儿井可以与河水、机电井水配合起补充灌溉的作用。坎儿井大量干涸,坎儿井灌区就会撂荒,生态环境会进一步恶化。

坎儿井四季长流及良好的水质,可浇灌荒漠野生植被,成为浇灌天然植被的主要水源,形成了一条完整的生态链。据推算,坎儿井年径流量中近40%的水在冬季流向自然^[7],一旦坎儿井断流,有些天然植被会因缺水而消失。坎儿井通过渗漏补给地下水,对维持植被生长起到了极大的作用。

3 结论

已有2 000多年历史的坎儿井,对吐鲁番盆地农业发展及整个社会经济的发展都起着决定性的作用。近几年来坎儿井不断在减少。

引起坎儿井不断减少的原因如下:①人口膨胀和绿洲耕地面积增长。坎儿井的变化和人口数量、绿洲耕地面积变化的趋势相反。随着人口、耕地面积的增长,坎儿井数量减少。②在各流域上游和中游修建水库和防渗渠道,到2009年修建的大小型水库15座,总库容达 $10.448 \times 10^8 \text{ m}^3$,减少了坎儿井水源的补给。③盲目发展机电井和机电井布局不合理,掠夺式开采地下水。吐鲁番盆地机电井数量由2003年的4 143眼增至2009年的5 867眼。机电井排灌面积也日益增大,由2003年的 $19.43 \times 10^7 \text{ m}^2$ 增至2009年的 $23.05 \times 10^7 \text{ m}^2$ 。

地下水位下降,坎儿井干涸,严重影响了当地人民的生活、生产及生存环境。居民生活受到严重影响;因坎儿井的控灌面积不断减少,农业灌溉受到影响;由坎儿井维持生长的天然植被面积不断减少,生态环境恶化。

在新疆曾经作为主要饮用地下水的水利灌溉设施——

(下转第253页)

应这种规律,改革传统教学模式,才能提升教学质量。只有把多种资源的使用融合到日常教学和实训中,并且形成资源库开发、使用、评价、完善的闭环建设机制,才能使资源库建设项目发挥更大更好的作用^[10]。总结五维时空教学模式,体会如下:一是立足健康自我,将客我、主我与超我进行系统化,从思言行3个方面自觉传递正能量。二是干好本职工作,从五维园林全程咨询转移到五维园林时空教学,将理论与实践自觉融为一体。三是坚持修心养性,从五维园林时空教学升华到五维完美人生,让自己始终沉浸在“爱”的状态中。四是心随感觉使命,从技能、兴趣和价值取向三方融合角度来综合解决教学问题。五是就业创新创业,先要顺利就业,力争优秀;在工作中努力创新,积累工作与经营管理经验;再将积累成熟的创新想法付诸实施,经过创办企业为其他人提供更多的就业机会。总之概括为,以教师的自我研究为轴心,以科学与人文和创新与创业的双融合为两翼,以思言行健康化、教学做一体化和自我的统整化为学习路径,以健康、求真、探美和向善的“四位一体”课程体系为教学框架,以五维园林设计时空序列为基础,以五维教学实践时空序列为关键,以五维完美人生时空序列为保障,师生联手、齐心协力健康快乐地共同追逐幸福生活(图1)。

参考文献

- [1] 赵章彬,李秀华. 定位高远执着创新 打造现代农职教育新旗帜[J]. 中国职业技术教育,2015(4):21-27.
- [2] 萨马拉斯. 教师的自我研究[M]. 范晓慧,译. 重庆:重庆大学出版社,2014:1,4,7,27,78,87,103,193,208,239.
- [3] 高焕祥. 人文教育:理念与实践[M]. 北京:社会科学文献出版社,2006:35-61.
- [4] 邓泽功. 大学生创新创业指导教程[M]. 北京:人民交通出版社,2004:1-18.

(上接第209页)

坎儿井,目前虽然面临生存危机,并逐渐被机电井取代,但是由于其在生态环境、居民生活中发挥着其他水源无法取代的作用,所以应采取一系列措施保护这一人类文明的瑰宝,使坎儿井这一古老的水利工程更好地造福于吐鲁番人民。

参考文献

- [1] 安尼瓦尔·阿布都热依木,塔世根·加帕尔,艾里西尔·库尔班,等. 考证新疆坎儿井起源的物证:柯尔加依镇盘盘山山岩画[J]. 新疆师范大学学报(自然科学版),2011,30(2):23-28.
- [2] 王毅萍,周金龙,郭晓静. 新疆坎儿井现状及其发展[J]. 地下水,2008,30(6):49-52.
- [3] 马长慧. 浅谈路基强夯对坎儿井的影响程度及处理措施[J]. 西部探矿工程,2013(9):83-85.
- [4] 关东海,吾甫尔·努尔丁,李波. 新疆坎儿井保护利用战略研究[C]//

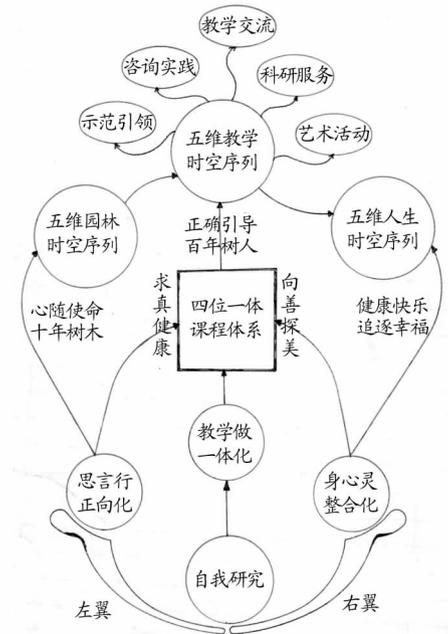


图1 五维园林时空教学模式框架

Fig. 1 Space time teaching model of five dimensional garden

- [5] 李静. 学校特色建设思考与实践:基于“五健康”特色研究[M]. 北京:光明日报出版社,2012:9,18,140,155.
- [6] 陶行知. 中国教育改造[M]. 北京:生活·读书·新知三联书店,2014:124-130.
- [7] 季苹,崔艳丽,元玲. 理解自我:教育文明的基础[M]. 北京:教育科学出版社,2014:3-4,138-157.
- [8] 杨楚欣. 高职院校知识共享应用案例分析:以湖南职教新干线为例[J]. 职教论坛,2012(15):26-30.
- [9] 安塞尔姆·格林. 怎么过上美好生活[M]. 何珊,译. 上海:华东师范大学出版社,2014.
- [10] 杨诚. 高职专业教学资源库建设探析[J]. 职教论坛,2015(14):89-92.

《水利系统优秀调研报告》编委会. 水与社会经济发展的相互影响及作用:全国第三届水问题研究学术研讨会论文集. 北京:中国水利水电出版社,2005:691-696.

- [5] 王春峰. 国内外坎儿井综述[J]. 地下水,2014(6):28-30,32.
- [6] 阿力木·许克尔,艾木都力·吾甫尔,依沙克·胡吉. 吐鲁番地区恢复坎儿井的必要性分析[J]. 东北水利水电,2008,26(10):64-66.
- [7] 新疆坎儿井研究会. 新疆坎儿井[M]. 乌鲁木齐:新疆人民出版社,2005.
- [8] 吐鲁番地区水文水资源勘查局. 吐鲁番通报[R]. 2011.
- [9] 新疆统计局. 新疆统计年鉴 2002—2009[M]. 北京:中国统计出版社,2010.
- [10] 关东海. 新疆地区坎儿井保护存在的问题及利用对策[J]. 现代农业科技,2013(11):235-236.
- [11] 关东海,张胜江,吾甫尔·努尔丁. 新疆坎儿井水资源保护与可持续利用研究[J]. 水资源保护,2008,24(5):94-98.
- [12] 新疆维吾尔自治区坎儿井保护条例[J]. 新疆水利,2006(3):44-46.