

文章编号: 1007- 4929(2010)04- 0044-03

微灌沉沙池在新疆兵团节水灌溉中的应用研究

华根福^{1,2}, 刘焕芳¹, 汤 骅¹, 宗全利¹

(1. 石河子大学水利建筑工程学院, 新疆 石河子 832003; 2. 新疆生产建设兵团农十师勘测设计院, 新疆 北屯 836000)

摘 要:微灌沉沙池是为了直接利用地表水资源作为微灌系统灌溉水源而提出的一种新型泥沙处理技术,在进水口加设调流墙、在溢流堰上沿水流方向设置溢流槽两个方面对传统沉沙池进行了改进。通过对微灌沉沙池在生产实际中的应用展开了研究,并在几个方面与传统沉沙池做了比较,结果表明,微灌沉沙池可以大大提高泥沙的沉淀效率,出池水流平均含砂量最大降幅可达 95%,特别是对细颗粒泥沙的沉降具有很好的效果,使出池水流含沙量更小,具有广阔的应用前景,值得在更大范围内推广。

关键词:微灌沉沙池;调流墙;溢流槽;节水灌溉

中图分类号:S274 **文献标识码:**A

Application of Sand Basin for Micro-irrigation in Water Saving Irrigation of Xinjiang Production and Construction Corps

HUA Gen-fu^{1,2}, LIU Huan-fang¹, TANG Hua¹, ZONG Quan-li¹

(1. College of Water Conservancy and Constructional Engineering, Shihezi University, Shihezi 832003, Xinjiang, China;

2. Hydroelectric Investigation and Design Institute of the 10th Division, Xinjiang Production and Construction Corps, Beitun 836000, Xinjiang, China)

Abstract: The sand basin for micro-irrigation is a new-type disposal technology of silt, which is put forward to directly utilize surface water resource as water resource for micro-irrigation system. The traditional sand basin has been improved in two aspects by putting a flow-adjusting board in the entrance and a spillway trough on spillway crest along the flow direction. The application of sand basin for micro-irrigation in water saving irrigation is introduced, and the sand basin for Micro-irrigation is compared with the tradition sand basin in some aspects. The results show that the sand basin for Micro-irrigation can greatly improve the deposition efficiency of sediment, and the biggest decrease range of sediment concentration is about 95%. Specifically, it has a very nice effect on the deposition of fine sediment. The quantity of silt in flow is much less in the end of sand basin. The sand basin can be used in bigger range.

Key words: sand basin for micro-irrigation; flow-adjusting board; spillway trough; water saving irrigation

0 引 言

新疆地处欧亚大陆腹地,远离海洋,降水稀少,蒸发强烈,自然环境脆弱。新疆多年平均降水量为 147 mm,平原区蒸发强烈,潜在蒸发能力北疆一般在 1 500~2 300 mm,南疆一般在 2 500~3 000 mm。平原区干旱指数北疆为 3~6,南疆为 7~

20。水资源的缺乏,成为制约新疆经济发展的主要障碍因素之一^[1]。同时,农业用水浪费严重,灌溉水利用率仅为 40%,所以新疆农业属于灌溉农业,“沙漠绿洲,灌溉农业”是新疆灌区的自然特点,同时新疆具有得天独厚的特色农业资源,具有发展微灌的极其优越的自然、气候、作物条件^[2]。

微灌的灌水系统是由首部、管道、微管、滴管及喷头等组

收稿日期:2009-12-22

基金项目:国家自然科学基金资助项目(50869008),石河子大学“科技成果转化引导资金专项”(kjkfyzh2006-cgzh01),石河子大学后补助项目(zrxx200721)。

作者简介:华根福(1985-),男,在读硕士,主要从事工程水力学研究。

通讯作者:刘焕芳(1965-),男,教授,硕士生导师,主要从事工程水力学研究。

成,当使用高含沙量的水源时就势必会造成这些设施的堵塞,因而,采用节水灌溉方法对水质的要求很高,为此必须对这些高含沙水源进行净化处理。当前对泥沙进行处理,最有效的工程措施之一就是设置沉沙池。根据新疆节水灌溉的实际情况,石河子大学刘焕芳教授等设计出一种成本低,沉淀率高,投入产出比高的微灌沉沙池^[3,4],并且此种微灌沉沙池在新疆兵团直属 222 团和农八师 150 团进行了试点应用。本文就该沉沙池在兵直 222 团的应用进行了研究,进一步开展了原型观测工作和实际工程的调查资料的整理,为后续研究工作的开展提供依据。

1 微灌沉沙池工作特性

微灌沉沙池,主要通过沉沙池的首部加设调流墙、在溢流堰上沿水流方向增设溢流槽等方面对传统沉沙池进行了改进^[5-7],如图 1 所示。



图 1 微灌沉沙池

(1)在沉沙池工作段首部设置调流墙对入池水流流场进行调节。在沉沙池的首部加设调流墙后,可以对水流流态进行充分调整,使流速分布更加均匀,更有利于泥沙的沉降。从水力学角度看,调流墙的主要作用就是消能,通过对来水水流的拦截作用,把从渠道流入的具有较大动能和紊动强度的水流调节成为具有较小的动能和紊动强度,同时使水流流速减小,并且要均匀分布。通过初步的试验和水力学分析,认识到可在调流墙上布设不同孔径的孔洞作为出水口,来调节水量沿横向和垂直的分配,使水流经过调流墙后在整个沉沙池内形成均匀的流态。

(2)在溢流堰上增设溢流槽来降低溢流堰水头。在沉沙池泥沙沉降运行过程中,溢流堰引取的是堰前可能吸出的水面以下一定水层深度范围内含沙量较小的水表层流。实际中由于沉沙池的尺寸等限制,溢流堰不能太长,这样就不能有效地降低溢流堰上的水头以取得表层清水。此时可以在溢流堰上沿水流方向增设几道溢流槽来解决这一问题,通过增设溢流槽可以有效地增加溢流长度,进而可以充分降低溢流堰的堰上水头。

2 微灌沉沙池在节水灌溉中的应用研究

2.1 兵直 222 团概况

兵团直属 222 团位于昌吉州阜康市北 16 km 处,处于沙漠边缘,有两座水库,冰湖水库和柳城子水库,冰湖水库库容 1 900 万 m^3 ,柳城子水库库容 350 万 m^3 ,有 103 眼机井,年抽水量 3 200 万 m^3 ,全团耕地面积 16 万亩,有灌溉渠道 243 km,其中防渗渠道 55.4 km。222 团是一个以农牧业发展为主的团场,主要种植棉花、小麦、啤酒花、葡萄和苜蓿等。222 团地处沙

漠边缘,土壤含碱较重,灌溉季节平均气温较高,水分蒸发量大,所以该团在农业生产中也大面积推广了节水灌溉技术。

2.2 微灌沉沙池应用效果分析

为了掌握微灌沉沙池运行过程中的水沙变化、泥沙沉降率、泥沙沉降标准,以指导微灌沉沙池合理运行;积累资料,提高管理和设计水平。2009 年 4 月 - 10 月对 222 团微灌沉沙池进行了长期观测,同时对其他尚未改进的传统沉沙池一并进行了观测。矩形断面微灌沉沙池长 30 m,宽 3.4 m,深 1.7 m,底坡为零,调流墙布置在距池首 2 m 处,溢流槽布置在距池末 3 m 范围内。梯形断面微灌沉沙池面长 34.5 m,宽 9.15 m,池底长 30 m,宽 4.2 m,深 1.65 m,底坡为 5‰,调流墙布置在距池首 2 m 处,溢流堰布置在距池末 3.52 m 处。未改进的传统沉沙池长 38 m,宽 3.4 m,深 1.7 m,底坡为零。选定有代表性的入池流量、含沙量和颗粒级配的时期进行原型观测,主要观测项目包括入池流量、入池含沙量、入池泥沙颗粒级配、池中水位、含沙量沿程变化、泥沙沿程淤积情况、淤积物颗粒粒径的沿程变化。

2.2.1 入池水流水沙情况

经实地观察和分析发现,沉沙池距水库较远,水流经过较长距离的输运,其中较粗的颗粒已淤积在渠道内,只有其中较细的悬移质才能到达沉沙池处,经实测得到在各池入池流量均为 40 L/s 时,各池入池含沙量均为 2.4 g/L,入池颗粒级配见图 2,泥沙的中值粒径为 0.08 mm,可见入池泥沙是比较细的。

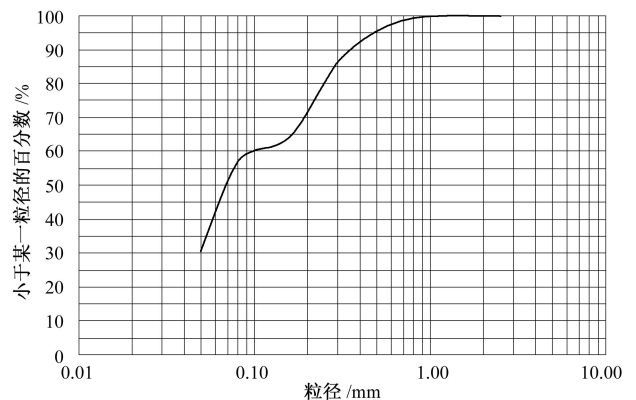


图 2 入池泥沙颗粒级配曲线图

2.2.2 水流含沙量沿程变化

泥沙进入沉沙池后,在自身重力作用和水流紊动作用下,实现其在池内的运移过程。如果水流紊动剧烈,那么泥沙在池内运移的距离大,不利于泥沙的沉降。在沉沙池首部设置调流墙后,由于调流墙对水流的调节作用,池内水流的流场分布更均匀了,使得水流上下流速的差异变小,水流紊动减弱,水流的惯性作用力减小,重力作用增大。这样,经调节后的水流沿程含沙量的变化幅度更大,沉沙池出池水流的含沙量也更小。图 3 所示为三种沉沙池的水流含沙量沿程变化关系图。

从图 3 中可以看出,微灌沉沙池在距池首 2 ~ 10 m 范围内,池内沿程含沙量迅速减少,且入口含沙量越大,沿程含沙量衰减幅度越大;而在距池首 10 m 以后,池内沿程含沙量变化比较平稳,含沙量很小。沉沙池大部分泥沙沉降在前半部分,约

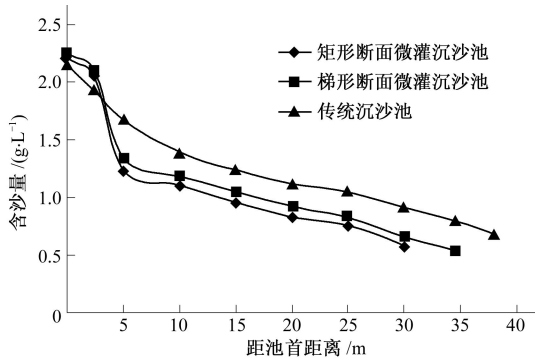


图3 三种沉沙池含沙量沿程变化图

占入池泥沙的85%，经测定，出口含沙量一般不超过0.8 g/L。从图中可以看出，在距池首2 m范围内，微灌沉沙池含沙量比传统沉沙池大，但在2 m以后，微灌沉沙池含沙量比传统沉沙池小，且在2 m左右处微灌沉沙池含沙量剧烈减小，其减小的幅度比传统沉沙池大的多，这是因为在微灌沉沙池中，调流墙就布置在距池首2 m处，这充分说明，在首部设置调流墙能提高泥沙在沉沙池中的沉淀效率。

2.2.3 泥沙沿程淤积情况

对三种沉沙池内沿程泥沙淤积厚度进行测量发现，在微灌沉沙池中，由池首至2 m的范围内泥沙淤积较少，淤积厚度约为10 cm；在距池首2~10 m范围内泥沙淤积较多，最大淤积厚度约25 cm；泥沙淤积厚度在距池首10 m以后至池末逐渐减小，在池末淤积厚度仅有5 cm左右。而在传统沉沙池中，泥沙淤积厚度由池首至池末却逐渐增大，其中，在池首附近淤积厚度约为5 cm，在池末淤积厚度却达到16 cm左右。

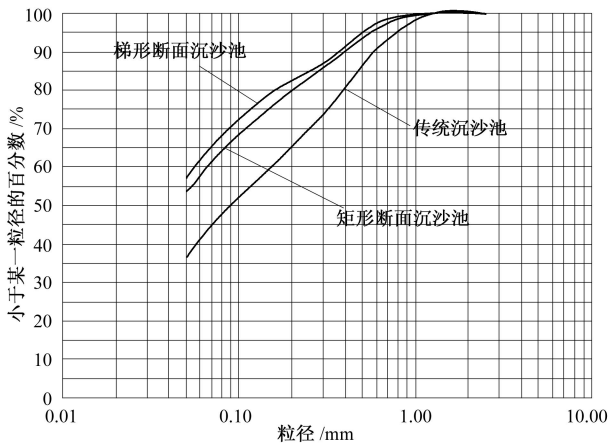


图4 三种沉沙池池末泥沙粒径级配曲线图

图4所示为微灌沉沙池和传统沉沙池池末沉淀泥沙的粒径级配比较图，由图可以看出，在微灌沉沙池末端，淤积泥沙中细颗粒所占比重明显大于一般沉沙池，说明在沉沙池溢流堰区增设溢流槽后的微灌沉沙池提高了细颗粒泥沙的沉淀率，有利于引取表层清水。

2.2.4 淤积物颗粒粒径的沿程变化

沉沙池内的泥沙运动属超饱和输沙问题，当含沙量较高的挟沙水流进入沉沙池后，由于断面突然扩大，水流挟沙力迅速下降，较粗颗粒泥沙首先在沉沙池入口附近沉降；较细颗粒泥沙在沉沙池中部和尾部沉降；极细颗粒的泥沙不受水流挟沙力

的限制，随水流溢出沉沙池外，在沉沙池内存在明显的泥沙分选现象。

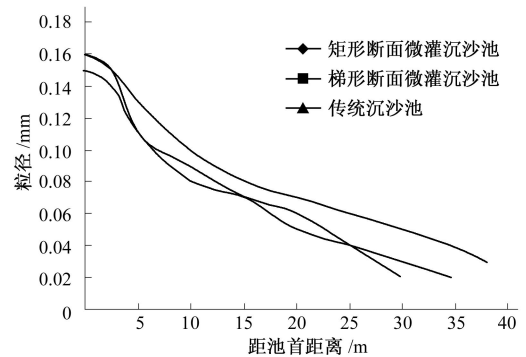


图5 淤积物颗粒粒径的沿程变化图

图5为淤积物颗粒粒径的沿程变化情况。经测定，微灌沉沙池出口断面悬沙中值粒径仅为0.05 mm，其中小于0.01 mm的细颗粒泥沙含量占30%。淤积物粒径的沿程细化与悬移质含沙量沿程衰减相对应。根据实测资料表明，距池首10 m以内，泥沙淤积量大，粒径粗，距池首10 m以后属异重流或浑水淤积段，淤积量小，粒径细。在沉沙池使用初期，距池首10 m断面是个控制性断面，其前后具有不同的水沙运动机理及淤积特性，随着时间的推移，这一控制断面会不断向沉沙池尾部推移。

3 微灌沉沙池应用前景分析

微灌沉沙池与传统沉沙池相比，不仅能提高泥沙在池内的沉淀效率，而且从经济角度出发，微灌沉沙池也占有优势。微灌沉沙池虽然增设了整流墙和溢流槽，但是微灌沉沙池与传统沉沙池相比较，可以减小工程规模25%左右，建设费用大大降低。而且，微灌沉沙池对泥沙更好的沉降效果，能有效的降低后续配套过滤设施的消耗，从整体上降低整套过滤设施的造价。表1和表2是三种沉沙池部分参数对比表1。

表1 三种沉沙池泥沙沉淀特性对比表

	泥沙沉淀率/ %	出池平均 粒径/mm	出池含沙量/ (g·L ⁻¹)
传统沉沙池	90	0.043	1.63
矩形断面沉沙池	96	0.024	0.86
梯形断面沉沙池	95	0.02	0.85

表2 三种沉沙池经济性能对比表

	规模/ m ³	建设费用/ 万元	水泵叶轮 使用寿命/ h	网式过滤器滤 网清洗间隔 时间/h
传统沉沙池	219.6	5	4 500	12
矩形断面沉沙池	173.4	4	5 200	20
梯形断面沉沙池	330.4	2.5	5 500	20

从长期的原型观测分析，微灌沉沙池应用效果良好，与传统沉沙池相比，其沉沙效果更好。基于其沉淀效率较高，规模较小，投资较省等优点，2008年已在新疆兵团大面积推广应用，在农八师150团修建了5个矩形断面微灌沉沙（下转第51页）

营的发展模式。建立政府扶持农村水利建设发展,支渠以上工程由专管组织——供水公司管理,斗渠以下田间工程由用水户协会自行管理。因地制宜地采取“管理单位+用水户协会+用水户”或“供水公司+用水户协会+用水户”的管理模式。支渠以下的工程管理按照明晰所有权、开放开发权、转换使用权、搞活经营权的方针,试行四种模式:农民用水户协会;股份合作制;租赁承包制;拍卖经营权或使用权制。专管机构要进行改革创新,精简机构,分流转岗富余人员,实行动态优化组合和岗位绩效工资制。依法界定产权关系,由收取的水费中提取一定比例返还给小型水利工程经营管理者,保障经营者、使用者的有偿使用,为合理收费、运行管理及维修养护创造条件。建立供水、计价与收费核算体制。供水公司根据水行政主管部门批准的年度供水计划,与用水户协会签订供水合同,水费计价实行分级核算办法,同时应考虑农民的承受能力。试行动态水价,调节水源供需矛盾,抵御自然风险,水费欠收实行政府财政补贴制度。量水和管理设施是提高农村水利工程管理的基础,也是推进管理现代化的先决条件,必须改变传统的管理方式,以先进的管理手段,引进现代化的管理模式,改善管理者的工作条件。

(6) 加强农村水法制建设,建立优质高效农村基层水利服务组织体系。农村水利建设发展必须始终坚持“两手都要抓,两手都要硬”,即“一手抓建设,一手抓法制”。《水法》的颁布施行,标志着水利步入了法制轨道。要在继续完善水行政管理法

规的同时,加强农村水利建设的立法,强化水行政主管部门的职能。以实施取水许可制度为契机,全面推行水务一体化管理,坚决纠正有法不依、执法不严的现象。建议县水行政主管部门内设立水利公安派出所,与水政执法大队合并办公,业务上接受县公安局指导,严厉打击破坏农村水利设施的违法行为,建立健全农村水利执法体系。农村水利不仅要为农业服务,而且要为全社会服务,要把经营与服务有机结合起来,建立和健全农村水利社会化服务体系和水利科技推广应用服务体系。要立足市场经济条件,深化服务内容,不断扩大服务范围,逐步提高服务质量,为全县国民经济和社会提供优质服务。建议恢复乡镇农村水利中心站,解决水利员身份、工资待遇及保险等问题,将乡镇水利站划为县水务局的基层水利服务组织,业务上由县水务局直接领导。要定期加强对水利员进行技术培训,提高水利员自身素质和业务技能,使水利员更好地为农村水利建设发展提供优质服务。

参考文献:

- [1] 合肥市水利志编纂委员会编. 合肥市水利志[M]. 合肥:黄山书社出版,1999.
- [2] 长丰县地方志编纂委员会编. 长丰县志[M]. 北京:中国文史出版社,1991.
- [3] 安徽省水利水电勘测设计院,安徽省淠史杭灌区管理总局. 安徽省淠史杭灌区续建与节水改造规划报告[R]. 2000.
- [4] 长丰县统计局. 长丰统计年鉴[Z]. 2007.

(上接第 46 页) 池、在兵团直属 222 团修建了 6 个矩形断面微灌沉沙池和 32 个梯形断面微灌沉沙池。微灌沉沙池与现有的节水器材配套使用,可以大大减轻微灌用过滤器的负担,减少微灌系统的堵塞,提高供水质量。目前,已对微灌沉沙池进行了较多的研究,技术比较成熟;微灌沉沙池可以在新疆大面积推广,为新型的节水灌溉事业做出贡献。

4 结 语

新疆的河渠水泥沙含量高,直接用于节水灌溉会出现堵塞问题,影响灌溉系统的安全正常运行。节水灌溉技术的发展,需要其水沙配套设施的研究和进步,而沉沙池作为其配套设施的关键性设备,其运行好坏将影响整个系统性能的好坏。微灌沉沙池是为了直接利用地表水资源作为微灌系统灌溉水源而提出的一种新型泥沙处理技术。通过对微灌沉沙池长期的原型观测,并对取得的数据进行分析,得出以下结论。

(1) 对水流含沙量沿程变化分析得出,微灌沉沙池水流含沙量沿程减小的幅度比传统沉沙池大,在距池首 2~10 m 范围内,池内沿程含沙量迅速减少,而在距池首 10 m 以后,池内沿程含沙量变化比较平稳,含沙量很小。微灌沉沙池大部分泥沙沉降在前半部分,约占入池泥沙的 85%,经测定,出口含沙量一般不超过 0.8 g/L。

(2) 对泥沙沿程淤积情况分析得出,在沉沙池末,微灌沉沙池中淤积的细颗粒泥沙所占百分比数明显大于传统沉沙池,说明微灌沉沙池对细颗粒泥沙具有更好的沉淀效果。

(3) 对淤积物颗粒粒径的沿程变化分析得出,微灌沉沙池出口断面悬沙中值粒径仅为 0.05 mm,其中小于 0.01 mm 的细颗粒泥沙含量占 30%。淤积物粒径的沿程细化与悬移质含沙量沿程衰减相对应。

(4) 微灌沉沙池最大的优势就是成本低,效益高,投入产出比高,因此,无论从经济效益,还是从社会效益、生态效益上考虑,对微灌沉沙池的结构性能进行深入的研究都是非常必要的。

参考文献:

- [1] 何林望,屈英,陈林,等. 新疆大田膜下滴灌技术与推广[J]. 石河子科技,2001,(6):3-5.
- [2] 张志新. 新疆微灌发展现状问题和对策[J]. 节水灌溉,2000,(3):8-10.
- [3] 宗全利,刘焕芳,李强,等. 一种新型冲洗式沉沙池的设计探讨[J]. 长江科学院学报,2005,22(2):13-16.
- [4] 刘焕芳,宗全利. 一种新型平流式沉沙池的设计[J]. 工业水处理,2005,25(4):71-74.
- [5] 吴均,宗全利,刘焕芳,等. 沉沙池中调流墙对水流调节作用的试验研究[J]. 水资源与水工程学报,2007,18(5):6-9.
- [6] 刘焕芳,宗全利. 溢流槽对定期冲洗式沉沙池沉淀效率的影响分析研究[J]. 泥沙研究,2007,(1):44-48.
- [7] 宗全利,刘焕芳,汤骅,等. 微灌沉沙池泥沙沉降计算方法试验研究[J]. 节水灌溉,2007,(4):23-26.