

一种简易中水回用装置在高校中的使用状况调研

程 卓¹,王海红²,王海超³,游 波⁴

(1.河海大学水文水资源学院,江苏 南京 210098;2.黄河水利委员会宁蒙水文水资源局,内蒙古 包头 014014;3.黄河水利委员会河南水文水资源局,河南 郑州 450004 4.河海大学土木工程学院,江苏 南京 210098)

摘要 对一种简易中水回用装置在高校中使用的情况进行调研。结果表明:此装置简单有效,具有不占洗手间使用面积、无能耗、投资少、运行成本低等优点,为解决校园中水系统高效、经济、稳定运行提供了很好的思路和方法。

关键词:中水回用;装置;调查研究;高校

中图分类号: 文献标识码:A 文章编号:1004-693X(2009)S1-0148-03

1 中水回用工程简介

我国水资源利用整体效率不高,水资源利用方式粗放,在生产和生活领域存在严重的结构型、生产型和消费型浪费。因此,合理利用水资源和节省水资源是刻不容缓的。众所周知,污水再生回用是开源节流、减轻水体污染、解决缺水的有效途径之一。城市污水排放后就近收集,就近利用,减少了新鲜自来水的用量,节约投资,稳定可靠。开辟这类非传统水源,实现污水资源化,对缓解水资源紧缺矛盾,保障城市经济持续发展具有重要的战略意义。在国外,污水回用在居民住宅小区、大型商业楼等得到了广泛的应用。

中国校园在校生人数较多,随着高校扩招,高校在校生成数逐年增加,至 2009 年,高等教育阶段在校生成数超过 2 700 万。教育部的统计显示,2006 年全国高校学生人均用水量为 170 t 左右^[1],以此计算,2009 年全国高校用水量达 45.9 亿 t,按排放系数经验值 0.8 计算^[2],年排放污水量达 36.72 亿 t。水对校园内师生日常生活的重要性不言而喻。已有的经验表明,中水回用工程能起到很好的节水作用,同时可减少对环境的污染。

2 中水回用可行性分析

随着高校校园用水量大幅增加,污水排放量也随之增加,增大了污水处理厂的负荷,因此,在高校校园规划设计中水回用系统就显得格外重要。高校学生

宿舍人员密集,用水时间集中。同时,学生节水意识普遍较差,浪费现象非常严重,因而用水量大。据统计,高校学生的人均用水量少则 200~300 L/(人·d),多则可达 600~700 L/(人·d)^[3]。由于盥洗槽主要用于学生洗手、洗衣服、洗漱,所以排出的废水水质较好,可认为是优质杂排水,且通常占到总用水量一半以上,采用中水代替自来水冲洗卫生间绰绰有余,效果与使用自来水一样。这一措施是高校节水的关键。

3 高校中水回用工程应用现状

高校规模的扩大使得高校成为所在城市的用水大户,同时也是排污大户,也因此有很大的节水潜力和作为中水原水的潜力,一些高校已经开展或正拟建中水工程,各中水工程参数见表 1。

表 1 高校中水工程参数

高校中水工程	原水	主要工艺	运行规模/ (m ³ ·d ⁻¹)	运行成本/ (元·m ⁻³)	备注
山东师范大学 ^[4]	洗浴废水	生物接触氧化法	480	0.57	
大连东软学生公寓 ^[5]	公厕污水、洗浴用水	三段生物接触氧化	80	1.21	
中央民族大学 ^[6]	洗浴污水	生物接触氧化	120	1.35	含折旧
北京联合大学 ^[7]	洗浴排水	一体化处理设备(以生物接触氧化为主)	80	2.93	含折旧
东北财经大学 ^[8]	卫生间、洗衣房排水	曝气生物滤池	360	0.97	拟建工程
华中某高校新校区 ^[9]	生活污水	生物接触氧化法	5 000	0.69	拟建工程

从表 1 可知:①中水工程主要应用在北方缺水

作者简介:程卓(1987—),男,湖北武穴人,硕士研究生,研究方向为水资源规划及配置。E-mail:chenxin1@hhu.edu.cn

地区,而南方地区较少;②由于原水水质生化性较好,处理工艺流程一般较简单,但各工艺占地面积、能量消耗、运行成本等大小不一,主要工艺大多均采用生物接触氧化工艺^[10];③中水工程成本最大的北京联合大学,近3元/t,一般的也超过1元/t,与目前城市普遍价格(约2.5元/t)相比优势不太明显。而且中水设施占地面积大,在很多高校老校区用地十分紧张、场地狭小的情况下变更建设规划很困难,尤其在宿舍楼比较分散的情况下降低了使用效益。目前,国内对中水回用的研究比较多,但实施较少,尤其是高校中水回用研究实施的更少,对于用户,为了使用中水,需要建立双管路系统,甚至要修建、增设一些构筑物,投资较大。只有在中水费用有明显有利的情况下,用户才乐于接受。在很多情况下这种投资大,运营维护成本高,投资回收期长的应用项目,高校使用积极性不高,因此实际使用的不多。因此有必要寻找一种经济有效的装置。在中水工程应用中处理水主要回用于冲厕和绿化,而绿化用水在某些校区很多季节(尤其是南方地区)需求量不大,主要还是用于冲厕,因此有必要根据实际用途设计中水回用装置。

4 节水装置在南京某高校中水回用工程中的应用

笔者考察了江苏省若干高校宿舍楼,各高校均采用了某节水技术服务公司的中水回收冲厕装置,该装置采用耐腐蚀材料和不锈钢制作,原理简单,安装亦不复杂。设备使用寿命 20 a 以上。

4.1 工作流程

中水回收冲厕装置,如图 1。

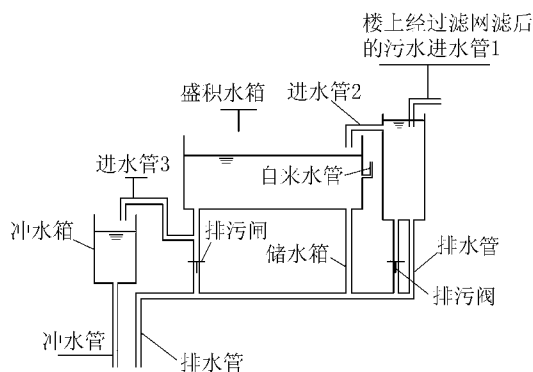


图 1 中水回收冲厕装置示意图

工作流程 :利用水的重力自流特性当楼上水槽内中水由排水管流入滤杂网后 ,杂质被滤在网内 ,中水由中水预处理箱经进水管流入 ,没有被过滤掉的杂质沉淀在箱内底部。因油浮在水面 ,进水管 2 进水口在水面下面一定距离只有比较干净的中水才能

从进水管 2 经进水口流入盛积中水箱。油污杂物分离器和盛积中水箱都装有低于箱口 3 ~ 5 cm 的溢水箱, 确保楼上的水槽流下的中水在超过盛积中水箱容积情况下两个箱上口不外溢, 盛积中水箱的中水由进水管 3 流入坐便器或者便槽、蹲坑冲水箱, 供冲厕时用水, 油污杂物分离器和盛积中水箱各装有排污阀, 如箱内杂物过多, 可打开排污阀将杂物并带有泥水的污水由排水管排入下水管。盛积中水箱最多储水 175 kg, 一次冲厕大概用水 10 kg, 即一次贮满水可冲厕 15 ~ 20 次。

从工程和运行方面可看出其自身的优势:①中水预处理、收集、回用无动力消耗;②中水就地收集,不需要集中处理后再返回,改造投资极少,中水使用零成本;③自动冲洗沉淀杂质,管道通畅不堵塞;④若中水不够用,则自动补给自来水,确保冲厕不脱水;⑤使用方便,日常维护简单,清洁工很快可以掌握操作技术。

4.2 技术经济性分析

以南京某大学鼓楼校区学生九舍为例,该宿舍一共6层,每层两边各有一个壁槽式厕所。每层约30间宿舍,入住学生约170人,消耗自来水量大,中水源多而集中,积中水冲厕条件优越。装置使用范围为1~5层(即楼上洗漱用水通过管道进入楼下处理箱使用)服务人数约850人。2007年9月投入使用,运行过程中未出现故障、冬季亦未出现堵塞问题,效果良好,年节水量为3万t左右。按南京地区现行水价2.8元/t计算,则可节约水费8.4万元,半年即可收回投资。该技术节水效果明显,符合循环经济理念,有很好的应用前景,尤其适合在宿舍区推广。据估算该校还有7栋宿舍和1栋浴室,服务学生人数5000人,因此节水潜力很大。若全部采用此项技术,年节水量可达10余万吨。此举一方面减少了污水排放量,缓解了污水处理厂的压力;另一方面,中水作为第二水源,每天可节约大量新鲜水,减轻了自来水厂的供水压力,在节约水资源方面起到了很好的作用,具有明显的环境效益。

通过近年来对中水回收冲厕装置在高校中使用情况的调查得知,数十所院校学生公寓采用了此设备。表2为江苏省若干高校近年节水量统计结果。

表 2 江苏省部分高校节水量统计

高校名称	数量/套	节水量/(万 t·a ⁻¹)
河海大学	20	5.6
南京师范大学	60	16.0
南京林业大学	30	7.4
苏州大学	36	8.8
盐城工学院	95	23.9

5 结 语

在建设校园中水工程中,有必要因地制宜根据实际情况选用合适的处理设施和工艺,最终也要算经济账,现有的工艺和装置各有利弊,在不同场合的使用要求不同,很多先进的技术由于成本过高在现实中难以得到应用,因此在实际使用中应该更多地考虑这些问题。

总之,中水回用项目体现了可持续发展理念,推动整个社会向循环型节约型社会转变^[10]。通过对高校中水回用工程现状和江苏若干高校中水回用工程的分析可知,这种简易的中水回用装置可作为校园中水系统高效、经济、稳定运行的可以借鉴的通行方法。

参考文献:

[1] 应建勇, 鲍毅. 浙大科技节水用水量不到全国高校平均水平的一半[EB/OL]. [2007-05-11]. 浙江在线, <http://www.zjol.com.cn>.

[2] 褚俊英, 陈吉宁, 王志华, 等. 中水回用的经济与中水利用潜力分析[J]. 中国给水排水, 2002, 18(5): 83-86.
[3] 付嵘嵘, 陈志刚, 欧阳琴, 等. 高校中水回用系统技术经济性分析实例研究[J]. 水资源与水工程学报, 2009, 2(1): 65-66.
[4] 褚俊英, 陈吉宁, 王志华, 等. 中水回用的经济与中水利用潜力分析[J]. 中国给水排水, 2002, 18(5): 83-86.
[5] 刘米因, 王波. 高等院校中水回用的可行性[J]. 环境卫生工程, 2004, 12(2): 117-120.
[6] 韩庆祥, 朱兆亮, 宋华. 山东师范大学中水工程设计及运行实例[J]. 山东建筑工程学院学报, 2003, 18(3): 84-85.
[7] 孙忠吉, 刘勇, 周涛. 学生公寓中水回用工艺的研究与实践[J]. 大连水产学院学报, 2003, 18(3): 232-235.
[8] 魏永, 王燕枫, 董惠芬, 等. 中水回用在高校学生公寓楼中的应用[J]. 环境工程设计, 2006(11): 65-67.
[9] 万金保, 汤爱萍. 校区生活污水处理与中水回用可行性研究[J]. 江西科学, 2006, 24(4): 230-233.
[10] 邓特刚, 刘洪波, 张宏伟, 等. 中水回用工程在生态校园中的应用研究[J]. 环境科学与管理, 2007(12): 83-84.

(收稿日期 2009-09-25 编辑 徐娟)

(上接第 95 页)和参与权,调动农民“自己事自己办、自己工程自己管”的积极性,保障工程的效益发挥。实行用水户参与灌溉管理后,通过农民用水户协会落实水费计收制度,同时运用市场机制,农民多用水就得多交钱,这就使节约用水有了经济调节手段。同时,广大农民会自觉采取平田整地、浅浇快轮等多种节水措施,或者调整种植业结构,种植低耗水作物,努力降低灌水定额。用水户参与灌溉管理后,由于灌溉用水管理公正、民主、透明,灌水秩序规范,对过去用水过程中产生的矛盾在协会内部就得到解决,可以避免矛盾的激化,减少用水纠纷。这样不仅农民会满意,而且地方政府、水利部门和灌区管理单位也会满意,使他们从繁重的解决用水纠纷的事务中解脱出来,更好地为农业生产供水服务。

f. 建立合理的水价形成机制。要全面贯彻落实国家发改委、水利部颁布的《水利工程供水价格管理办法》,按照“补偿成本、合理受益、优质优价、公平负担”的原则,加强水价成本核算,实行用水定额管理,逐步建立合理的水价形成机制。要鼓励个体、私营、联户兴办水利。鼓励农村集体和个人以多种方

式建设和经营小型水利设施,做到明确所有权,放开经营权,调动各方面特别是农牧民群众兴修水利的积极性。

g. 加强节水的宣传与教育。新闻媒体要加大对节水工作和节水型社会建设的宣传力度。将节约用水纳入中小学教育、职业教育和技术培训体系,利用广播、电视、报刊、杂志、互联网、标语等多种形式,广泛、深入、持久地开展宣传,使全体公民树立起水忧患意识和节水意识,形成“节约光荣,浪费可耻”的良好社会风尚,使人们树立正确的用水观念,自觉节约用水、爱护水和保护水,形成人人节约用水并积极主动参与节水型社会建设的良好氛围。

h. 加快引进和培养人才力度,提高管理水平。要通过不同渠道积极引进和培养水利专业技术人员,解决人员老化、知识老化的问题。对于优秀的水利专业技术人员要在政策上给予优惠,对于一时难以引进的人才,采取兼职聘任或讲学的方式予以解决,以适应水资源管理发展形势的需要。

(收稿日期 2009-05-31 编辑 徐娟)