

城市生活污水回用适宜条件和途径

金伟如¹ 李冬梅² 金同轨³

(1 深圳市水务集团公司,深圳 518031; 2 广东工业大学建设学院,广州 510049;

3 西安建筑科技大学环境与市政工程学院,西安 710055)

摘要 城市污水回用是城市水资源利用的重要方式。分散处理是目前污水处理的新方向。提出了符合上述原则的城市居民小区生活污水回用的适宜条件和途径,即处理回用除粪便污水和厨房用水以外的较“清洁”的废水。宜于采用占地较少、操作简便的膜处理方法,最好是超滤膜,以彻底除去病毒和细菌。既不影响城市小区优美的居住环境,为居民所接受,又易于实施,从而达到水资源可持续利用的目的。

关键词 水资源可持续利用 城市生活污水 回用 分散处理

城市污水回用是解决水资源短缺的有效措施,是水资源可持续利用的重要组成部分。文献[1]分析了我国水资源面临的严峻形势,提出了以水资源的可持续利用支持社会经济可持续发展的总体战略和政策建议,其中将城市水资源的可持续开发利用作为报告中的一个重要问题。因此,污水的再生利用更显得重要和迫切^[2]。

从理论上讲,如果一个城镇的生活污水能得到回用,则这一城镇的生活用水总供水量可以削减45%~50%。从水质要求看,饮用水、厨房用水、洗漱用水、洗衣用水以及淋浴用水,都应该用符合生活饮用水水质标准的新鲜水^[3];只有冲厕用水完全可以用回用水,使用水质高的新鲜水反而是对资源的浪费。很少设置的妇女卫生盆应使用新鲜水,其排水以纳入粪便污水管为宜。

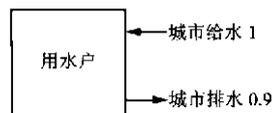
在城市建成区,更多的回用水可作为工业冷却用水、道路喷洒和绿化用水、农业灌溉用水和城市水环境的补给用水,以节省更多的天然水资源。其中冷却水的用水制度稳定,可以有效地使用回用水;但对于城市的建成区而言,由于要铺设新的管道,回用水会有相当大的局限性,这是当前污水回用的很大的障碍。也就是说,回用水只能在有限的区域内使用,以避免对城市道路进行大规模的开挖和施工。而道路喷洒用水、绿化用水和农业灌溉用水季节性很强,不能充分地利用回用水,将显著降低使用回用水的可能性,或降低回用水处理的经济性。城市水

环境的补给用水有一定程度的可调性,但同样受季节的显著影响。

下面就生活污水的回用提出初步的建议。

1 总体方案的讨论

目前,生活用水基本未回用,其给水排水模式见图1。



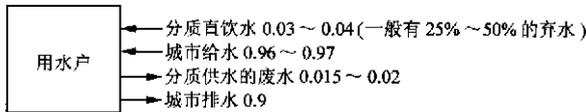
共计 1.9。其中给水 1,排水 0.9。

图1 现有的给水排水模式

目前有些城市的少数小区或楼宇设有分质供水。因水源受到一定程度的污染,且目前大多数给排水厂采用的是常规处理工艺,不能有效地除去溶解性的有机污染物。所以,采用分质供水是一种局部有效的措施。因为分质供水一般仅限于饮用水。实际上如前所述,厨房用水、洗漱用水、洗衣用水以至淋浴用水,都应该用符合水质标准的新鲜水。因此,现有的直饮水分质供水只能是不充分的防止污染、保障人体健康的权宜性措施。根本性的解决办法应该是在常规水处理工艺的基础上,进行进一步的深度处理。在现有的技术水平条件下,较适用的是臭氧—颗粒活性炭处理工艺。对于大中型水厂,增加臭氧—颗粒活性炭处理工艺,基建投资增加约250元/(m³/d),水价增加约0.25元/m³^[4]。这一额度对于经济较发达的城市和居民是可以接受的。这样

做可以使所有阶层的居民都能饮用和使用污染物不超过水质标准的限度、能保障身体健康的新鲜水。深圳、上海、北京和广州都将于 2008 ~ 2010 年前在其给水厂的净水工艺中增加深度处理单元,并相应地进行供水管网的改造,供应水质优良的生活饮用水。

设有直饮水分质供水的给水排水模式见图 2。直饮水分质供水的优点是使用水者能饮用真正符合水质标准的新鲜水。但不能充分保证用水者的身体健康,耗水量略有增加,还要设专门的深度水处理设备、供水水泵等设施,以及供水和回水两套管道,使房屋造价和用水的费用有所增加。一般为 1 500 ~ 2 000 元/户,水价为 0.2 ~ 0.3 元/L,是目前自来水价的 100 ~ 200 倍。



共计 :1.915 ~ 1.92。其中给水 1,排水 0.915 ~ 0.92。

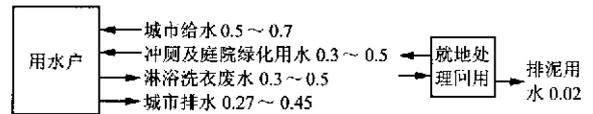
图 2 有分质供水的给水排水模式

笔者认为,在城市自来水企业(如深圳、北京等缺水城市)能供应符合新的水质规范和标准的水,就为实现优质水和回用水的分质供水奠定可靠的基础。在这样的条件下,采用将一部分污染较轻的生活污水,即洗衣用水和淋浴用水,经过适宜的深度处理后回用的方案,是最为合理的。因为这一部分废水的水量足以满足冲厕用水的水量要求,处理相对简单,处理费用也较低,处理时不会有明显的异味,用水户在心理上也能接受。而且整套设备可以埋在地下,不占用宝贵的城市用地,不影响小区的日益幽雅清新的环境。粪便污水和厨房用水不回用,直接排入城市排水系统。同时,我国的大多数城市,不是资源型缺水,就是水质型缺水,为节约越来越稀缺的天然水资源,并使城市居民减少水费支出,也有必要逐步采用带有回用水的符合可持续发展原则的另一种分质供水。

这样,生活饮用的新鲜水的供应量将可逐步减少 30% ~ 40%,有效地节约宝贵的水资源,真正实现水资源利用的可持续发展。城市污水处理厂处理水量也可相应地减少。

这样既可充分保障用水者的身体健康,又可大

幅度节约有限的水资源。应该认为,在目前条件下,这一方案是较为合理可行的方案(见图 3),较之现有分质供水方案有明显的优越性。尤其是前述的一些城市,已经在一些给水厂建设了深度处理的工艺,为实现这一方案提供了基本条件。此方案要增加回用水的入户管道和另一套洗衣和淋浴废水的排水管道,在新建的小区最有条件实施,在已建成的建筑物内实施,如同现有的分质供水一样,也不存在太大的困难。



共计 :1.92。其中给水(优质水)0.5 ~ 0.7,回用水 0.3 ~ 0.5;排水 0.29 ~ 0.47;节约水资源水量和减少水厂供水量 0.27 ~ 0.45;减少排入城市排水系统水量 0.27 ~ 0.45。

图 3 部分生活用水回用的分质供水和排水模式

实施回用方案时建筑物内的管道增加,但城市给水和排水系统管道的尺寸,在较全市范围内回用的情况下,增加得相对要少或维持原状,使城市给水和排水系统的造价相应减少。假定以全部回用计算,则给水工程大致可节省 17% 的造价,排水工程可节省 12%。这里还未计入因污水就地分散处理,不必再流入污水处理厂,和将回用水再供到用户所节约的能源费用。建筑物内设双管道系统增加的费用,约为原有单管道系统费用的 60% ~ 70%。另外,还需建一定容积的调节池,如用于绿化和水景,调节池的容积会较大。此项增加的费用,将可以用符合饮用水标准的自来水与回用水价的差额,逐步使用户在经济上得到补偿。回收期约为 5 ~ 8 年,是可以接受的。

污水的分散处理是一个新的方向。笔者建议的方案就是按小区为单元进行。现在在城市小区内已建有实验性的生活污水湿地处理系统。这种湿地系统是有效的,但湿地上植物生长迅速,并且易滋长蚊虫等飞虫和其他生物。如果生长的植物(如青草)没有出路,这种湿地系统的适用性会受到限制。

2 几个具体问题

2.1 政策和体制上的考虑

对生活饮用水的用水量作一定程度的限制,即

节制用水。有的研究者认为这是可持续发展城市水管的核心^[5]。目前在一些城市实行的累进制水费就能起到这样的作用。广东省正在采取限量用水的措施,同时对采用回用水措施作政策性鼓励或强制性推行,用政策法规确定有利于污水回用的经济措施,如使用回用水时不收污水费和水资源费。

从水资源利用的可持续发展出发,考虑到我国不但是资源性缺水,同时还存在水质型缺水,特别在环境保护意识普遍不强的情况下,根据水价制定原则^[6],即公平性和平等性原则、水资源高效配置原则、成本回收原则和可持续发展原则,有必要适当地、有序地提高自来水价。这样既有利于新鲜水用水量的减少,又有利于推行水的回用。对于低收入用水户,可以采取按用水量累进计价或补贴的办法加以解决。目前不少城市已经和正在实行累进计价的办法。

给水和排水管理体制上的一体化,也有利于实施水的回用^[8]。

2.2 技术上的考虑

现在水处理技术不断发展,要处理到所需的水质,不存在难以克服的技术障碍,关键是要因地制宜。正因为如此,笔者只建议将洗澡、洗涤水进行回用。除了不影响周围环境以外,处理技术的难易也是重要因素。只将洗澡、洗涤水进行回用处理时,能够避免采用生物化学处理的方法,可以膜处理为主^[7]。如果采用超滤膜,既可除去细菌,又能截留病毒,充分保证水质的卫生安全,使用水居民消除心理上的障碍,愿意使用。这样,设备规模小,管理较简单,易于实现。目前膜设备的造价相当于自来水深度处理工艺的造价,但膜的使用年限仅为3年,因此使制水成本较高,约为1.2元/m³^[9],如果能达到国外膜7~10年的使用年限,则制水成本还可降低。在日本,膜已经正常用于粪便污水的处理。

2.3 经济上的考虑

目前自来水价大致为1.5~2元/m³,预期将征收排水费0.6~1元/m³,征收水资源费约为0.3~0.7元/m³,自来水价还可能加价0.5~1元/m³。经

过调整后的自来水价将达到3~4.5元/m³,例如北京市的平均水价已达到4.07元/m³,西安市未来2~3年后的平均水价将达到3.8元/m³。这样水的回用有了可靠的经济基础。回用水膜处理的成本大约在1.2元/m³,如果在小区内采用,由于水量小,成本会有所增加。在实际上和政策上都应该只计算回用水处理本身的净成本,使从事回用水工程的经营商,像现今的分质供水工程的经营商一样,有利可图,奠定推广应用的经济基础。但同时要考虑用户的利益,合理规定回用水价,使得回用水的用户能节省水费,以补偿使用回用水使管道增加而增加的一次性费用。有的地方由于不够协调,定价不合理,回用水价相当于自来水的价格,这是无法推广的。污水二级处理的费用和水资源费不应包含在回用水价之中,因为回用水的原水,即优质自来水的水费中已经包含有排水费和水资源费。这样才能有利于推广发展水的回用,使水资源的可持续利用在多方面得以实现。

参考文献

- 1 钱正英,张光斗主编.中国可持续发展水资源战略研究综合报告及各专题报告.第一卷.北京:中国水利水电出版社,2001
- 2 周彤主编.污水回用决策与技术.北京:化学工业出版社,2002
- 3 M.Fox(美)著.健康的水.罗敏,周蓉译.北京:中国建筑工业出版社,2001
- 4 戚盛豪,沈裘昌.以提高水质为目标推进水厂技术改造.见:中国土木工程学会水工业分会给水委员会第九次年会、2003年中日水处理技术国际交流会论文集(中文部分).长春:2003
- 5 刘俊良,王鹏飞,景红斌,等.城市用水健康循环及可持续城市水管理.中国给水排水,2003,19(1):29~32
- 6 沈大军,梁瑞驹,王浩,等著.水价理论与实践.北京:科学出版社,1999
- 7 高湘,蔡虹,金同轨.超滤膜用于污水深度处理的研究.环境工程,2001年增刊:13~16
- 8 张水根.供排水行业市场的理论思考.见:中国土木工程学会水工业分会给水委员会第九次年会、2003年中日水处理技术国际交流会论文集(中文部分),长春:2003
- 9 蔡虹.超滤膜和微滤膜的应用研究:[学位论文].西安:西安建筑科技大学,2002

◎电话(0755)83417574

E-mail: weirujin@waterchina.com