

新疆小城镇污水处理工程实践与反思

丁超, 杭世珩, 白刚, 安哲

(北京市市政工程设计研究总院, 北京 100045)

摘要: 随着国家对新疆的开发建设,新疆城镇化进程也逐步加快。选择经济有效的污水处理技术,开发 and 建设适合当地特点的污水处理设施,是控制水污染、保护环境十分重要和迫切的任务。新疆的小城镇污水处理设施建设根据地域特点、经济条件、管理体制等,因地制宜地采用了稳定塘污水处理技术和简单易行的预处理技术,稳妥可靠、经济实用,为新疆地区的污染治理和污水的循环再利用发挥了重要作用。

关键词: 新疆; 小城镇; 污水处理工程

中图分类号: X703.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2006)增刊-0223-05

Practice on Small Town Sewage Treatment Engineering Technique in West China

DING Chao, HANG Shi-jun, BAI Gang, AN Zhe

(Beijing General Municipal Engineering Design & Research Institute, Beijing 100045, China)

Abstract: With the economic development of Xinjiang Province, citilization progress in Xinjiang goes faster and faster. It is an important and imminence task to find economical and efficient sewage treatment technology and build facilities that are suitable for the local situation to control the environment pollution. This paper analyses that stabilization pond, which is credible, economical and practical technology, has been applied in many middle - small sized towns in Xingjiang according to the local clime, economy and structure. That plays the important role for pollution control and water recycles in Xingjiang.

Key words: Xinjiang; small town; sewage treatment engineering

1 新疆小城镇污水处理现状及特点

随着国家对新疆的开发建设,新疆地区城镇化进程逐步加快。然而大量小城镇缺乏必要的污水收集系统和污水处理系统,污水无序排放,不仅直接污染了小城镇自身的生态环境,而且造成河湖水体的严重污染。新疆多数小城镇经济条件落后,无力建设和运行大型污水处理设施。因此,采取经济有效的污水处理技术,建设适合当地特点的污水处理设施,是控制新疆地区小城镇水污染重要而迫切的任务。

新疆地区小城镇污水处理设施的现状特点主要表现在以下几方面^[1]:

- ① 数量多、分布广且分散,污水排放总量相当大;
- ② 人口少,用水量标准较低,污水处理规模小;
- ③ 产业结构的区域性差异及其受雨季影响变化较大,用水量时变化系数大,因此污水的水量、水质变化大;
- ④ 经济发展水平偏低,经济承受能力弱,可供选择的污水处理适用技术有限;
- ⑤ 由于处理规模小,造成工程建设费及运行费用偏高;
- ⑥ 运行管理经验严重缺乏,维护管理人员技

术水平相对较低。

特别值得提出的是:经济发展水平低,建设资金不足是制约新疆地区小城镇污水处理发展的主要原因之一。与大、中型城市相比,新疆地区多数小城镇财力不足,仍有部分小城镇属于贫困地区,地方政府无力建设污水处理设施,收费能力更是薄弱,造成污水处理设施建成后亦无力承担日常运行维护费用。

例如:新疆地区某城市污水处理厂($10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$)采用卡鲁塞尔氧化沟工艺,政府出资建设,利用国外政府贷款引进设备。但污水厂实际总进水量不足 $4 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,而且因污水处理运行费难以保证,已建成四年,至今仍处于停滞状态。又如:另一污水处理厂利用国外政府贷款引进设备,由于方案变更,进口的污水泵无法安装使用;水质检测设备也因与实际需求不符、配件购置无资金来源以及操作人员技术水平低等原因而一直闲置至今,价值一千多万元的设备长期被放置,无法发挥其效益,造成极大的投资浪费。因此,小城镇污水处理设施建设必须从当地实际出发,首先考虑其经济性和实用性,突出投资省、见效快和运行费用低的原则。否则照搬硬套,一味地盲目建设,不仅适得其反,而且浪费国家大量投资。

2 新疆地区中小城镇污水处理技术的选择

新疆地区中小城镇在污水处理技术的选择,应重点考虑以下几个方面:

① 针对新疆地区小城镇布局分散、处理规模较小的特点,宜选择构筑物结构简单、机电设备较少的处理工艺,如简单易行的稳定塘工艺。除此之外,有条件的地区还可以考虑选择水解—好氧处理工艺、改良 SBR 工艺以及人工生物净化与自然生物净化相结合的处理工艺。

② 构筑物的土建设计可突破钢筋混凝土结构,采用砖砌、土池加铺防渗层等型式,如:稳定塘工艺采用粘土池、表面敷设防渗材料;氧化沟采用钢筋混凝土底板、池壁用砖砌加防渗层或粘土、斜坡侧墙表面加设防渗层的结构型式等,以达到降低工程费用的目的。

③ 占地面积可适当低于设计手册中规定的标准。由于小城镇大多紧靠农村,周围紧邻农田,可因地制宜地将绿化率与厂外大环境统筹考虑,适当降低设计手册中规定的标准,降低征地及相关费用。

④ 根据地域特点,在选择厂址时优先考虑利用自然地形,减少提升泵站数量;有条件地区尽可能不设提升泵站,大大降低电耗和运行费用。

⑤ 有条件地区可选用简易、高效的成套工艺和设备,并尽可能形成标准化设计。

3 稳定塘技术及其适用性

① 稳定塘工艺及特点

稳定塘(Stabilization Ponds)也称氧化塘,是利用土地经过适当修整形成池塘,依靠自然生物净化功能使污水得到净化的污水处理技术^[2]。稳定塘可分为好氧塘、兼性塘、厌氧塘、曝气塘等形式。

世界上第一座稳定塘于1901年在美国得克萨斯州的圣安东尼奥市建成^[3]。我国于20世纪50年代开始稳定塘污水技术的研究,已建有齐齐哈尔城市污水处理稳定塘($20 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$)、西安漕运河城市污水稳定塘($17 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$)、湖北鸭儿湖化工废水处理稳定塘($8 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$)等。

与传统活性污泥法相比,稳定塘处理工艺无需大型的建(构)筑物、曝气设备和污泥处理处置设备,可以节省能源、人力,对管理人员在运行维护方面的技术要求不高,具有投资少、运行费用低、运行管理简单等优点。

② 稳定塘在新疆地区的适应性

稳定塘的主要缺点是占地面积大,但对于我国新疆地区,特别是大多数中小城镇,可利用的土地资源比较丰富,所以占地面积大在新疆许多中小城镇不是主要矛盾。而且,新疆大多数地区地下水位较低,也适合稳定塘的建设。

稳定塘(特别是好氧塘)工艺的主要条件是通过自然光照为水中微生物提供好氧作用,使有机物得到降解。新疆地区光照充足、照射时间长,能够很好地满足稳定塘的工艺条件。

降雨量少对稳定塘的运行也非常有利,可以保持相对稳定的处理水量,避免降雨量增加过大而破坏稳定塘的运行和处理效果。

此外,新疆的中小城市多为欠发达地区,经济条件相对较差,建造大型城市二级污水处理设施的能力相对薄弱。稳定塘工艺工程投资少,运行费用低,管理简单,可以为地方财政节省大量建设资金和维护费用。

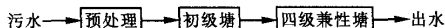
因此,稳定塘作为一种高效、低耗的污水处理工

艺,非常适合新疆地区中小城镇采用和大力推广。

4 新疆地区小城镇污水处理工程设计实例

① 库尔勒市稳定塘^[4]

库尔勒市稳定塘是20世纪80年代末建成运行的。稳定塘位于孔雀河古河道上,处理规模为3 000 m³/d,总占地面积9.2 hm²。处理工艺流程为:



根据稳定塘、活性污泥法的费用模式^[5]进行估算,得出两种工艺的费用比较见表1。

表1 稳定塘和活性污泥法费用比较

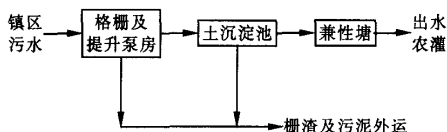
项目	稳定塘	活性污泥法
占地面积/hm ²	9.2	0.72
基建费用/万元	134.56	429.38
经营费用/(万元·a ⁻¹)	5.35	24.48
总费用/万元	230	606

由表1明显看出,虽然稳定塘的占地面积是活性污泥法的12.7倍,但基建投资为后者的1/3,年经营费用为后者的1/5,基建费用和经营费用都明显低于活性污泥法工艺。

从运行效果看,库尔勒稳定塘自1986年运行以来,处理效果良好,BOD₅、DOD去除率的平均值均达到75%以上,出水所有指标均在农田灌溉水二类水质标准范围内。利用稳定塘处理后的污水发展农业灌溉,把近267 hm²盐碱荒地改造成良田,为新疆的城市污水提供了有益的利用途径。

② 近年建成的稳定塘工程设计实例^[6]

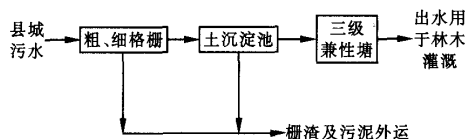
兵团农六师新湖稳定塘主要处理来自新湖镇的居民生活污水和一定比例的工业废水,总占地面积约4 hm²。该厂设计规模3 000 m³/d(近期),于2005年5月建成投产。污水处理厂采用以氧化塘为主的处理工艺。工艺流程如下:



本工艺是比较典型的稳定塘工艺流程。主要包括格栅及提升泵房、土沉淀池和兼性塘等处理构筑物。污水经格栅、提升泵进入沉淀池,进一步去除悬浮物,使后续兼性塘处理效率提高,并充分控制了污水处理进程中臭味的散发。本工艺基本完善了污水

的一级处理,BOD₅最终去除率>45%。

温泉县城稳定塘位于新疆维吾尔自治区西北部的温泉县,该厂在原有稳定塘基础上进行了改造。设计规模为2 300 m³/d(近期),污水处理厂主要工艺流程如下:



最值得一提的是:该厂充分利用地形坡度进行设计,不设提升泵房,大大减少能耗,降低了运行费用。根据污水厂场地情况,厂址位于博河一级阶地与侧侧小山所夹的空地范围,场地西高东低,入厂段地形坡度约为3%,污水厂段的地形坡度约为4%。将原有污水厂入厂暗渠(长300 m)改建成压力管道后,完全利用现状污水厂的土沉淀池及两级好氧塘,利用场地的自然地形坡度,新建了三级兼性塘,高程完全可以满足出水回用的需求。

阿合奇县城稳定塘设计规模为2 400 m³/d(近期),位于新疆维吾尔自治区西部的阿合奇县,于2005年11月建成使用。该厂采用的工艺流程同兵团农六师新湖稳定塘类似,兼性塘为四级:

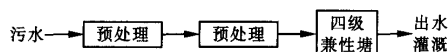


图1 新疆地区稳定塘工程实例的一组照片。

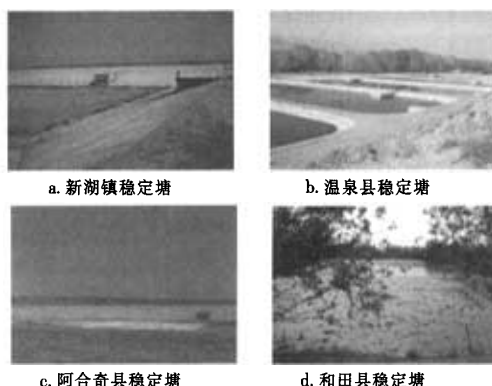


图1 新疆地区稳定塘工程实例照片

表2列举了上述三个较典型的稳定塘工程的设计参数、施工以及投资和运行成本情况。

表2 新疆地区小城镇污水处理设施设计及运行参数

项目		兵团农六师新湖镇稳定塘	温泉县城稳定塘	阿合奇县城稳定塘
设计规模/ ($\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$)		近期 3 000 远期 5 000	近期 2 300 远期 4 000	近期 2 400 远期 4 500
处理工艺		格栅及提升泵房 + 土沉淀池 + 三级串联兼性塘	粗细格栅 + 土沉淀池 + 二级好氧塘 + 三级串联兼性塘	格栅 + 土沉淀池 + 四级串联兼性塘
设计进水水质	$\text{BOD}_5/$ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	200	210	193
	$\text{COD}/$ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	350	360	240
	$\text{SS}/$ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	267	280	271
	pH	7.8	7.5	7.5
	最低温度/ $^{\circ}\text{C}$	12	12	12
设计出水水质	$\text{BOD}_5/$ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	≤ 150	≤ 150	≤ 150
	$\text{COD}/$ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	≤ 300	≤ 300	≤ 300
	$\text{SS}/$ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	≤ 200	≤ 200	≤ 200
	pH	5.5 ~ 8.5	5.5 ~ 8.5	5.5 ~ 8.5
	温度/ $^{\circ}\text{C}$	≤ 35	≤ 35	≤ 35
总停留时间/d		16	10	15
主要构筑物设计参数	土沉淀池	表面水力负荷 $0.125 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$, 水力停留时间 24 h, 有效水深 1.5 m, 池水表面积 $1\,000 \text{ m}^2$, 池体总高 2.0 m, 单池尺寸 ($L \times B$) = $50 \text{ m} \times 20 \text{ m}$, 污泥层 1.0 m, 2 座并联, 底板及内坡采用预制混凝土板铺砌, 清淤周期 6 个月。	表面水力负荷 $0.080 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$, 水力停留时间 19 h, 有效水深 1.5 m, 池水表面积 $2\,400 \text{ m}^2$, 池体总高 2.0 m, 单池尺寸 ($L \times B$) = $60 \text{ m} \times 20 \text{ m}$, 污泥层 1.0 m, 2 座并联, 砖砌池体, 底板及四周侧壁采用素混凝土抹面处理, 清淤周期 6 个月。	表面水力负荷 $0.125 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$, 水力停留时间 20 h, 有效水深 1.8 m, 池水表面积 $2\,112 \text{ m}^2$, 池体总高 3.0 m, 单池尺寸 ($L \times B$) = $92 \text{ m} \times 38.6 \text{ m}$, 污泥层 0.4 m, 2 座并联, 基底夯实及 300 mm 厚粘土防渗, 清淤周期 6 个月。
	兼性塘	三级串联, BOD_5 表面负荷 $5 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$, 总占地面积 3 hm^2 , 单塘尺寸 ($L \times B \times H$) = $200 \text{ m} \times 50 \text{ m} \times 2.5 \text{ m}$, 有效水深 1.5 m, 污泥层高度 0.2 m, 池体总高度 2.5 m, 跌水踏步为跌水曝气充氧。原状土堆砌, 内坡混凝土板铺砌, 外坡草皮护坡。塘体及四周侧壁采用现场粘土做防渗。	三级串联, BOD_5 表面负荷 $5 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$, 总占地面积 1.38 hm^2 , 单塘尺寸 ($L \times B \times H$) = $70 \text{ m} \times 40 \text{ m} \times 2.5 \text{ m}$, 有效水深 1.5 m, 污泥层高度 0.2 m, 池体总高度 2.5 m, 跌水踏步作跌水曝气充氧。原状土堆砌, 内坡防冲乱石护坡, 外坡草皮护坡。塘体及四周侧壁采用土工膜防渗。	四级串联, BOD_5 表面负荷 $3 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$, 单塘尺寸 ($L \times B \times H$) = $200 \text{ m} \times 90 \text{ m} \times 2.8 \text{ m}$, 有效水深 1.5 m, 污泥层高度 0.3 m, 池体总高度 2.8 m, 基底夯实及 300 mm 厚粘土防渗。边坡: 夯实后铺粘土及砂垫层, 再加预制混凝土板。
占地面积/ hm^2		4	1.8	3.8
建成投产日期		2005 年 5 月	2004 年 8 月	2005 年 11 月
投资/万元		240	250	210
运行成本/(元 $\cdot \text{m}^{-3}$)		0.25	0.18	0.16
出水用途		农田灌溉	农田灌溉	农田灌溉

由以上三个实例可以看出,其共同特点是均采用多级串联稳定塘形式,大大提高了处理效率^[5],并且其流态更接近于推流反应器形式,克服了单塘的短流现象,提高了单位容积的处理效率。同时,从微生物学的观点看,多级串联结构的有机物

浓度呈逐级递变状态,串联的各级稳定塘会产生各自相适应的优势菌种,减少了返混现象,使有机物降解过程趋于稳定,有利于发挥其净化作用。

稳定塘处理后的污水均达到国家农灌Ⅱ类标准,全部用于农田灌溉。稳定塘产生的污泥及栅渣,

含有大量有机物质及 N、P 等元素,可用于农田肥料,余量做填埋处理。

5 稳定塘技术的合理采用和发展

在我国新疆地区,城市污水处理应采用活性污泥法还是稳定塘等生态处理系统的争论曾持续多年。经过多年的研究和实践,特别是国家“七五”重点科技攻关项目的污水土地处理技术的研究,在稳定塘的生物强化处理机理、设施运行规律、设计及运行参数等方面,取得了许多有价值的研究成果,对稳定塘的特征与性能、适用条件、技术经济效益与环境影响等方面进行了全面地分析与评价,积累了许多成功经验。

稳定塘与其它人工生物处理法相比,其优点可以归结为:

① 机械电气设备。除必要的提升设备以外,无需曝气、除渣、吸刮泥设备、污泥处理等设备和相应的电气设备。

② 结构形式。稳定塘构造简单,多采用土沉淀池、砖砌或预制混凝土板铺砌的简易结构形式,基建费用大大节省。据统计,如不考虑征地费用,稳定塘的基建费用约为其他二级处理工艺的 10% ~ 25%。

③ 运行管理:由于机电设备少,管理人员少,而且对管理人员技术水平要求不高,因此易于维护管理,运行费用低。运行费用占其他二级处理工艺的 20% 左右。

因此,在新疆有条件的地区,例如在农业开发利用价值不大的旧河道、池塘、洼地、河滩、沼泽、弃之不用的盐碱地等,应提倡优先考虑稳定塘这种低能耗的生态处理系统,推荐采用“提升+土沉淀池+多级串连稳定塘”的简单的工艺流程,并进一步合理开发和综合利用稳定塘技术,加强合理规划设计和科学管理,防止不合理的开发和利用。

当然,稳定塘在规划设计与运行管理方面仍存在一些问题,如:底泥淤积与重金属积累;占地面积大,使用效率较低;由于管理不当,散发的臭味对周围环境的影响;防渗措施不利对地下水造成潜在污染;寒冷地区冬季低温时处理效果较差等。近年来,随着研究和实践的逐步深入,在原有稳定塘技术基础上,发展了许多新型塘和组合塘工艺,如:活性藻系统、高效藻类塘、水生植物塘、移动式曝气塘,以及多级串连塘、高效组合塘、生态综合系统塘等工艺。

这些技术不但弥补了原有技术的不足,并且进一步强化了稳定塘的技术优势。

为了有效合理地采用稳定塘污水处理技术,应充分重视和加强以下几个方面:

① 因地制宜是主要的原则,在土地资源充裕的地方,尤其是中小城镇可发展稳定塘。

② 为防止污泥淤积,应强化预处理设施。如在稳定塘前设置水解池,不仅强化对有机污染物的去除,而且有效地减轻后续稳定塘的淤积程度,改善处理环境和卫生条件。

③ 节省占地、提高处理效率,可通过改善塘型及对塘体进行精确地修整、分隔组合等方式,使其符合高效反应器的构造,并可以通过引入人工强化技术,提高稳定塘的有机负荷,减少污水停留时间,提高处理效率。

④ 寒冷地区建设稳定塘,宜采取增大水力停留时间、设置贮存塘以冬贮夏放的方式,缓解冬季低温时的不利影响。

⑤ 发展生态塘系统,使污水净化、出水资源化和综合利用化相结合,实现污水处理资源化和水的良性循环^[6]。同时,以水生作物、水生动物等形式作为资源回收,提高稳定塘的综合效益。在新疆及有条件地区,生态化和资源化相结合的稳定塘工艺是适合我国国情的治污使用技术。

6 结论和建议

① 新疆地区中小城镇在污水处理技术的选择上,应首先从经济性和实用性出发,结合当地的具体情况,选择处理效果好、投资少、运行成本低的处理技术。

② 稳定塘是一种投资省、见效快、运行维护费用低、管理简单易行的污水处理工艺。新疆地区的土地和气候特点非常适合稳定塘污水处理工艺的推广和普及。有条件的地区,应提倡优先考虑稳定塘生态处理系统,

③ 建议采用“污水→提升→土沉淀池→多级串连稳定塘”的简易处理工艺流程。

④ 将污水净化、生态化及资源化相结合,进一步合理研究、开发稳定塘综合利用技术。

⑤ 加强规划设计和科学管理,防止不合理的开发和利用。

逐步完善适合于新疆地区乃至全国小城镇污水处理工程技术体系是我国当前污水处理领域十分重

要和迫切的任务。由于我国地域广阔,各地小城镇差异较大,各地的地域条件、经济水平、技术力量等相差悬殊,需要进行充分的调查研究,制定适合我国国情的技术政策、法规和标准等,以指导我国小城镇污水处理工程的设计、建设和运营。

参考文献:

- [1] 杭世珩. 城市污水处理工程设计中值得探讨的几个问题[J]. 给水排水, 2004, 30(1): 15-21.
- [2] 黄学平. 稳定塘常见问题与解决方法探讨[J]. 江西化工, 2004, (12): 41-43.

- [3] 刘华波, 杨海真. 稳定塘污水处理技术的应用现状与发展[J]. 天津城市建设学院学报, 2003, (3): 19-21.
- [4] 蒋祖耀. 库尔勒市氧化塘的处理效果及其对周围环境的影响[J]. 给水排水, 1994, (9): 16-20.
- [5] 沈劲风. 氧化塘的系统研究[J]. 环境科学技术, 1995, (2): 6-10.
- [6] 李剑超, 褚君达. 我国稳定塘处理的研究与实践[J]. 工业用水与废水, 2002, (1): 1-3.

电话: (010) 68023393

传真: (010) 68010984

收稿日期: 2006-08

《中国给水排水》杂志(半月刊)征订2007年广告启事

国家对城市基础设施连年加大力度的投资拉动了与给水、环保相关产业的发展;我刊大力宣传水工业产品,又和企业一道为我国的城市建设作出了相应的贡献。

据各地的建设方和设计人员反映,我刊的广告确实为他们在设备、产品选型或订购时提供了方便。一查广告,就知道贵单位的电话等联络方式,以便及时通知您参加招投标或索要资料、报价。

另外,我刊在2005年新建网站([www. watergasheat. com](http://www.watergasheat.com)),欢迎广大商家登载网上广告。

我刊现征订2007年广告,并增加以下优惠措施和服务:

①本刊为广告客户每月免费提供一次3~4页的各地工程信息。②全年刊登6次以上者,部分版位优惠10%,同时免费上网。③本刊可为客户免费设计、修改广告版面,但要求客户提供高质量照片或翻转片。④帮助客户推销产品等服务。

2007年度广告价目表(大16开, 210 mm × 285 mm)

版 面	封 二	封 三	封 底	中彩插	单色整版
元/(页·次)	10 000	9 000	12 000	4 500	2 500
版 面	前插首、末	前插中	后插1~3	后插四	单色半版
元/(页·次)	9 000	7 000	6 000	8 000	1 500

封面广告实行竞标(底价:20 000元/期)。网上广告实行会员制,价格另议。

《中国给水排水》杂志基本情况:

《中国给水排水》杂志(半月刊)创刊于1985年,由中华人民共和国建设部主管、中国市政工程华北设计研究院和国家城市给水排水工程技术研究中心主办,她作为中国给水排水专业最具权威性的核心期刊,发表了许多科技含量高、很有影响的文章,不少文章曾被或正在被国内外著名的信息检索中心收录。发展至今,她已成为专业工作者交流科技成果和设计经验、了解国内外技术动向和热点信息、展示先进生产设备的重要窗口。据中国科技期刊引证报告的统计结果,中国给水排水杂志的影响力继续稳居水行业科技期刊的首位,被誉为“中国水行业的首席杂志”。

《中国给水排水》杂志(半月刊)发行方式:每月1日、17日出版,通过全国各地邮局公开发行,邮局订号:6-86。发行量:15 000余册/期。

地址:天津市和平区新兴路52号都市花园大厦21层

联系电话:022-27835639 27835848 27835592

E-mail: cnwater@vip.163.com

邮编:300070

传真:022-27835592

联系人:王领全,郝薇,郑洁