

水是人类赖以生存的重要物质，又是国民经济发展的生命线。然而我国是一个淡水资源匮乏的国家，人均淡水资源占有量，仅为世界人均占有量的1/4。为缓解水资源短缺的现状，开源节流势在必行。而城市污水是一项宝贵而稳定的资源，以北京市为例，每年约有12亿m³污水白白流走。近年来，北京市先后将高碑店、酒仙桥、方庄等污水处理厂二级出水，经进一步净化处理后，作为再生水供工业、绿地、浇洒道路与补充河湖景观用水等，但总体进展较慢。为加快开发污水资源，建筑中水较早引起了人们的关注。

在多年试验研究的基础上，1987年北京市颁布了《北京市中水设施建设管理试行办法》京政发〔1987〕60号文及中水回用标准，1989年10月建设部颁布了《生活杂用水水质标准》GJ25.1-89，1992年、1995年中国工程建设标准化协会先后颁布了推荐性标准《建筑中水设计规范》CECS30:91、《城市污水回用设计规范》CECS61:94，2002年颁布了国家城镇建设行业标准《再生水回用于景观水体的水质标准》CJ/T95-2002。这些标准和规范为开展中水回用工程设计提供了依据。

为开发污水资源，20世纪80年代中期，北京市市政工程设计研究总院开展了“建筑中水”的研究。以建筑小区生活污水与优质杂排水（沐浴水）为处理对象，通过不同类型水质的试验研究与分析，先后建设了“外文出版发行事业管理局”、“结核病医院”、“燕山大酒店”等中水示范工程。投产运行以来，效果稳定、可靠。处理后水质全部达到建设部颁发的杂用水标准。在此基础上完成“中水处理装置规范化、定型化”的工作，并获得建设部与北京市科技进步奖。

截至2001年底，北京市已建与在建的建筑中水设施200余套，已建成的单位105家，单套设施规模为50~300m³/d，回用水量总量约1.5~2万m³/d。从运行效果看，处理后的水水质达标，满足回用于冲洗厕所、浇洒绿地、操场、冲洗汽车等杂用要求。

建筑中水处理 技术与装置

□ 刘学功 崔招女 赵志军

一、规模、原污水水质与 工艺流程

1. 规模

适用于生活污水回用的B-CC系列装置采用生化与物化相结合的工艺，适用于沐浴水回用的BW系列装置，采用物化处理工艺。

两系列处理水量均为100m³/d、200m³/d、300m³/d。

2. 原污水水质：

见表1。

表1 原污水水质

项目 浓度范围	SS (mg/L)	BOD5 (mg/L)	CoDcr (mg/L)
原污水			
生活污水	100~300	100~200	200~400
沐浴水	≤200	≤100	≤200

3. 工艺流程：

B-CC系列见图1，BW系列见图2。

(1) B-CC系列

B-CC系列装置综合生物化学法与物理化学法，将水中可溶性及不可溶性杂质降解去除，从而使污水得到净化。

工艺流程为原水自流或用泵提升至格栅槽，水中的粗大杂质被格栅截除后，再流入调节池。调节池出水用泵提

升至生物接触氧化沉淀池，进行好氧生物化学处理。生物接触氧化沉淀池出水经投加凝聚剂和消毒剂后用泵提升至净水器，在净水器中经过絮凝、沉淀、过滤等处理，然后再补加消毒剂后自流入中水贮水池。贮水池出水可根据具体情况用泵提升至高位水箱或气压供水罐，供中水用户使用。其中生物接触氧化沉淀池为集生化、沉淀工艺合建一体的自吸式射流曝气接触氧化沉淀池，园形，用钢板焊制。由于采用自吸式射流曝气方式循环供氧，消除了鼓风机噪音，且氧的利用率可达15~28%。

生物接触氧化沉淀池采用半软性填料，应用射流曝气在中心导流管布气，依靠密度差，造成水流在池内循环；填料区下方设循环泵吸水管，部分混合液经循环泵加压后，自射流器喷出，负压吸气，在高速水流震荡切割下，气水充分混合，实现氧的转移，并造成外部循环，水流与填料上的生物膜接触，完成好氧生化处理。填料区另一部分带有脱落生物膜的混合液，经内筒下方周边配水孔流入沉淀区，进行固液分离，澄清出水。为保证生物膜更新，设置空压机定期气冲脱膜。

净水器是絮凝、沉淀、过滤为一体的物化处理装置。该设备效率高、占地少、管理方便，为钢板焊制的压力式净水装置，可实现深度处理目的。采用高

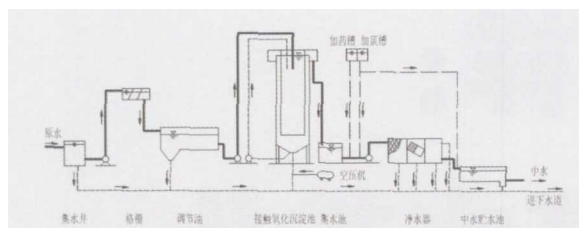


图1 B-CC系列工艺流程图

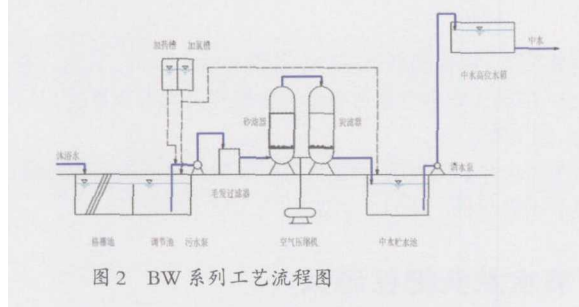


图2 BW系列工艺流程图

效波形板水力絮凝工艺、集泥斗式波形斜板沉淀工艺与双层滤料正向过滤工艺。滤池不用外备水源与水泵,可实现自身冲洗。

(2) BW系列

沐浴水污染质浓度低、水质稳定,且沐浴排水为非连续性,若采用生物净化工艺,则必须配备容积较大的调节池才能保证生化工艺的连续运转和微生物的正常代谢。这样设备的一次性投资高,占地面积大,管理运转繁琐,所以沐浴水净化工艺不宜选用生物净化工艺。

根据沐浴水中的污染质在水中存在的状态,可分为悬浮物、胶体和溶质。对于胶体和悬浮物依靠投加电解质(凝聚剂),化学混凝与接触过滤的物化工艺能除去绝大部分,而对于可溶性的溶质,如BOD₅、COD_{Cr}、LAS(含量不高,但能使水发泡和引起不快的芳香味),则用活性炭吸附予以有效地去除。为此沐浴水净化采用“上向流接触过滤、活性炭吸附”工艺,即BW装置。

沐浴水经格网后,在泵前投加凝聚剂和消毒剂,由泵提升经毛发过滤器去除固形物进入砂滤器,去除大部分悬浮物和胶体物质后进入炭滤器,经活性炭吸附后送往中水贮水池供回用。

二、设计参数

1、B-CC系列
射流曝气生物接触氧化沉淀池:

$$Fr=2KgBOD_5/m^3$$

$$HRT=2h$$

净水器:絮凝分为三段,各段平均流速:

$$v_1=0.2m/s$$

$$v_2=0.1m/s$$

$$v_3=0.05m/s$$

$$\text{沉淀: } q'=7m^3/m^2 \cdot h$$

$$\text{过滤: } v=6 \sim 10m/h$$

2、BW系列

毛发过滤器:10目、20目不锈钢丝网各1层

砂滤器:石英砂滤料, $v=9 \sim 10m/h$

反冲洗:气冲 $q=16 \sim 18 L/m^2 \cdot s$

水冲 $q=13 \sim 15 L/m^2 \cdot s$

炭滤器 $v=10 \sim 20m/h$,反冲洗采用气水反冲。

三、处理效果:见表2

四、主要技术经济指标与前景

主要技术经济指(见表3)。此表以处理水量300m³/d为例。

采用上述任一系列中水处理装置,每年可节约5~10万m³新鲜水,投资回收期为4~7年,经济合理,有广泛的应用前景。[6]

作者:北京市市政工程科学技术研究所
编辑:刘晴

表2 处理效果

项目	BOD ₅ (mg/L)		CoDcr(mg/L)		SS(mg/L)	
	原水	出水	原水	出水	原水	出水
污水种类						
生活污水	100~200	4~8	200~400	18~36	100~300	1.3~3.8
沐浴水	32~71	2.9~7.5	51~142	4.6~23.4	20~63	未检出
杂用水标准	≤10		≤50		≤5	

表3 主要技术经济指标

项目	处理水量	停留时间	建筑占地面积	造价估算		运营成本
				总计(万元)	单方水造价(元/m ³ ·d)	
系列名称	(m ³ /d)	(h)	(m ²)			(元/m ³)
B-CC	300	4.57	174	29.13	971	0.306
BW	300	0.64	120	14.58	486	0.21

注:表中造价估算按北京地区1990年第三季度标准,未记综合费率。