

CASS 工艺处理小区污水及中水回用

1 概述

建筑小区是具有一种功能或多种功能的相对独立的区域，其排水系统通常不在城市市政管网覆盖范围之内。根据当地的环保标准，必须设置独立的污水处理设施，这就是我们所指的小区污水处理。

小区污水系统的处理能力，各国并无统一的限定。前苏联曾建议单个构筑物的处理能力不宜超过 $1400\text{m}^3/\text{d}$ ，美国则把处理能力限定在 $3785\text{m}^3/\text{d}$ 的范围内。根据我国情况，建议把污水量在 $4000\text{m}^3/\text{d}$ 以下的处理厂定义为小区污水处理厂。

小区污水不同于城市污水(常包括部分工业废水)，属于生活污水范畴。其水质水量特征可概括为：水质水量变化较大，污染物浓度偏低，即比城市污水低，污水可生化性好，处理难度小。

小区污水的处理工艺因污水排入的水体功能不同而异，常用处理方法有：化粪池、一级处理（初次沉淀池）、生物二级处理及二级处理后再经过滤消毒回用等。由于小区污水量较小，管理者水平不高，所以在工艺设计时尽可能选用无污泥或少污泥的处理工艺，以防因污泥处理不善造成二次污染。本文在介绍小区污水处理设计原则及常用流程的基础上，重点介绍了周期循环活性污泥(CASS)工艺处理小区污水及回用的设计参数与应用情况。

2 小区污水处理设计原则及常用流程

2.1 设计原则

(1)一般来说，不同小区对出水的要求差异较大，应根据我国《地面环境质量标准》(GB3838 -88)和《污水综合排放标准》(GB8978-96)的有关规定和当地环保部门的要求确定处理程度，以确保出水水质。

(2)污水处理设施的设计和建设必须结合小区的整体规划和建筑特点，即外观设计上要与小区建筑环境相协调，以求美观。

- (3)在污水处理工艺上力求简单实用，以方便管理。
- (4)在高程布置上应尽量采用立体布局，充分利用地下空间。平面布置上要紧凑，以节省用地。
- (5)污水处理厂位置应尽可能位于小区下风向，与其它建筑物有一定的距离，以减少对环境的影响。
- (6)设备化，定型化，模块化，施工安装方便，运行简易，设备性能稳定，适合分期建设。
- (7)处理程度高，污泥产量少，并尽可能采用节能处理技术。
- (8)处理构筑物对水力负荷和有机物负荷的适应范围较大，使系统有较好的经受冲击负荷的能力。
- (9)小区内的人口是逐渐增加的，因此小区污水处理厂应留有发展余地。

2.2 常用流程

根据小区废水处理的原则，应选择处理效果稳定、产泥少、节能的处理方法。小区系统中的各类建筑物一般均建有化粪池，所以化粪池应与污水处理方法相结合。常用的工艺流程有：

- ①污水→格栅→调节池→提升泵→接触氧化池→沉淀池 →出水。
- ②污水→格栅→调节池→提升泵→ 曝气池 → 沉淀池 污泥回流 →出水。
- ③污水→格栅→调节池→提升泵→SBR 池或 CASS 池→出水。
- ④污水→格栅→调节池→提升泵→混凝沉淀(加药)→过滤→出水(物化方法)。
- ⑤污水→格栅→调节池→提升泵→接触氧化池→混凝过滤(加药)→出水。

国内小区污水处理设计中组合式处理厂曾风靡一时，组合式处理指装配好的或易于组装的定型设备，其主要优点是施工快，不占绿地。但实际应用表明，存在不少问题。如设备的维修管理困难，对运行情况考核不便，单机处理水量有限，使用寿命等均有待时间验证。根据工程设计及实际运行经验，建议日处理能力

1000m³以上的污水处理厂宜采用地上式。在水量不大，场地十分紧张时可考虑用埋地设备。

3 CASS 工艺处理小区污水

3.1 工作原理

CASS(Cyclic Activated Sludge System)是在 SBR 的基础上发展起来的，即在 SBR 池内进水端增加了一个生物选择器，实现了连续进水(沉淀期、排水期仍连续进水)，间歇排水。设置生物选择器的主要目的是使系统选择出絮凝性细菌，其容积约占整个池子的 10%。生物选择器的工艺过程遵循活性污泥的基质积累一再生理论，使活性污泥在选择器中经历一个高负荷的吸附阶段(基质积累)，随后在主反应区经历一个较低负荷的基质降解阶段，以完成整个基质降解的全过程和污泥再生。

据有关资料介绍，污泥膨胀的直接原因是丝状菌的过量繁殖。由于丝状菌比菌胶团的比表面积大，因此有利于摄取低浓度底物。但一般丝状菌的比增殖速率比非丝状菌小，在高底物浓度下菌胶团和丝状菌都以较大速率降解底物与增殖，但由于胶团细菌比增殖速率较大，其增殖量也较大，从而较丝状菌占优势，这样利用基质作为推动力选择性地培养胶团细菌，使其成为曝气池中的优势菌。所以，在 CASS 池进水端增加一个设计合理的生物选择器，可以有效地抑制丝状菌的生长和繁殖，克服污泥膨胀，提高系统的运行稳定性。

CASS 工艺对污染物质降解是一个时间上的推流过程，集反应、沉淀、排水于一体，是一个好氧-缺氧-厌氧交替运行的过程，因此具有一定脱氮除磷效果。

3.2 与传统活性污泥法的比较

与传统活性污泥工艺相比，CASS 工艺具有以下优点：

(1)建设费用低。省去了初次沉淀池、二次沉淀池及污泥回流设备，建设费用可节省 20%~30 %。工艺流程简洁，污水厂主要构筑物为集水池、沉砂池、CASS 曝气池、污泥池，布局紧凑，占地面积可减少 35%。

(2) 运转费用省。由于曝气是周期性的，池内溶解氧的浓度也是变化的，沉淀阶段和排水阶段溶解氧降低，重新开始曝气时，氧浓度梯度大，传递效率高，节能效果显著，运转费用可节省 10%~25%。

(3) 有机物去除率高，出水水质好。不仅能有效去除污水中有机碳源污染物，而且具有良好的脱氮、除磷功能。

(4) 管理简单，运行可靠，不易发生污泥膨胀。污水处理厂设备种类和数量较少，控制系统简单，运行安全可靠。

(5) 污泥产量低，性质稳定。

3.3 曝气方式的选择

由于小区大都是居民居住区，对环境的要求比较高，因此污水厂建设时应充分考虑噪音扰民问题和污水厂操作人员的工作环境，采用水下曝气机代替传统的鼓风机曝气可有效解决噪音污染。另外，由于 CASS 工艺独特的运行方式，采用水下曝气机可省去复杂的管路及阀门，安装、维修方便，使用灵活，可根据进出水情况开不同的台数，在保证效果的条件下，达到经济运行的目的。

3.4 撇水方式的选择

撇水机是 CASS 工艺的关键组成部分，其性能是否稳定可靠直接影响到 CASS 工艺的正常运行。目前，国内外对撇水机仍在进行研究和开发，按照目前所用的原理，撇水机可分为三种类型，即浮球式、旋转式和虹吸式。撇水机研制的关键是解决滗水过程中，堰口、导水软管和升降控制装置与水流之间形成的动态平衡，使之可随排水量的不同调整浮动水堰浸没的深度，并随水位均匀地升降，将排水对底层污泥的干扰降低到最低限度，保证出水水质稳定。

我院自主研制开发的撇水机属丝杠旋转式，自动撇水装置主要组成部分是：滗水器、可扰动的软管、水位控制器、可伸缩推动杆和驱动电机等。其中滗水器又叫自动浮动式水堰，上部为堰口和防止浮渣进入出水的浮筒，下部出水管兼起

支撑作用，部分浸没在水中，通过可伸缩推动杆使方形堰口达到连续均匀地排出反应池中的上清液。具有升降平稳、排水均匀、自动控制、价格低廉等优点。

3.5 主要设计参数

CASS 设计参数：污泥负荷 $0.1\sim0.2\text{ kg BOD}_5/(\text{kgMLSS}\cdot\text{d})$ ，污泥龄 $15\sim30\text{ d}$ 。

水力停留时间 12 h ，工作周期 4 h ，其中曝气 2.5 h ，沉淀 0.75 h ，排水 $0.5\sim0.75\text{ h}$ 。

4 CASS 工艺的出水回用

众所周知，水资源紧缺已经成为世界性问题。我国也同样面临水资源短缺的现实。我国目前人均年占有水资源 2700 m^3 ，仅相当于世界平均水平的 $1/4$ 。我国的城市缺水现象更为严重，在 300 多个大中城市中有 180 个城市缺水，其中 50 多个城市严重缺水。以北京为例，全市水资源人均占有量仅为全国人均占有量 $1/6$ ，而其年用水量已达 42 亿 m^3 ，每年大约缺水 $7\sim10\text{ 亿 m}^3$ 。由于水资源的短缺，近年来城市供水水价持续上涨，小区污水经过适当处理后，用于小区绿化、厕所便器冲洗、洗车和清洁等有很好的社会效益和经济效益。

采用 CASS 工艺处理小区污水，出水水质稳定，优于一般传统生物处理工艺，其出水接近《生活杂用水水质标准》(CJ25.1-89)，主要项目见表 1。通过过滤和消毒处理后，就可以作为中水回用。

表 1 生活杂用水水质标准

项目	便器冲洗、城市道路浇洒	洗车、扫除
溶解性固体(mg/L)	1200	1000
悬浮性固体(mg/L)	10	5
色度(度)	30	30

臭	无不快感觉	无不快感觉
pH	6.5~9.0	6.5~9.0
BOD (mg/L)	10	10
COD (mg/L)	50	50
氨氮 (mg/L)	20	10
总大肠菌群 (个/L)	3	3

过滤采用膜分离技术，膜分离技术是物质分离技术中的一个单元操作。膜法分离的最大特点是动力为压力，不伴随大量热量变化。因而有节能、可连续操作、便于自动化等优点。为开拓 CASS 工艺的出水回用领域，开发了一种新型过滤膜（盘片式过滤膜），该膜具有通量大、寿命长、耐污染强度大、易于反冲洗等优点。工程应用表明具有良好的应用前景。

由于小区污水中含有致病细菌，消毒后回用可确保使用安全，在膜过滤前进行消毒还有利于对膜的保护。消毒采用次氯酸钠消毒剂即可达消毒要求。

污水处理量在 $1000\text{m}^3/\text{d}$ 以上时，其污泥处理一般采用浓缩后脱水处理的方法，小规模时由于所产污泥量少，一般浓缩后定期用大粪车外运填埋或作农肥。

在多个工程应用基础上，近期推出的 CASS+膜过滤工艺已经应用于装备指挥技术学院污水处理及回用 ($2000\text{m}^3/\text{d}$)、总参某部污水处理及回用 ($3000\text{m}^3/\text{d}$) 和中华人民共和国济南海关污水处理及回用 ($100\text{m}^3/\text{d}$) 等工程。在济南海关的污水工程设计中，充分利用所提供的地形，既保护了原有的绿化统一规划，又可以利用处理后的水进行绿化和冲洗车辆，节约了大量的自来水，使用户受益匪浅。

5 结论

在水资源日益紧缺的今天，将处理后的水回用于绿化、冲洗车辆和冲洗厕所，其应用前景广泛。周期循环活性污泥工艺具有出水水质稳定、处理效果好、操作管理运行简单的特点，实际运行中可以实现中央集中控制和现场手动自动控制，经过多个工程实际应用，该工艺的配套设备滗水器和水下射流曝气机已经成熟，

其出水经过滤和消毒处理后可以达到中水回用的标准，根据实际需求，可以设计成埋地式或半埋地式，因此具有节省占地的优势。中水回用势在必行，周期循环活性污泥+膜过滤工艺为小区污水处理及回用提供了新的工艺和配套设备。