



西部小城镇污水处理系统初探

重庆大学城环学院
龙腾锐 教授



主要内容

- 排水体制
- 排放标准
- 污水处理工艺



1 排水体制

健全完善的排水体制既是小城镇可持续发展的基础，也是污水处理厂正常稳定运行的前提。





1.1 西部小城镇排水体制现状

- 排水体制不健全

- 排水管网覆盖面积普及率低

四川、重庆小城镇排水管网普及率现状约40~60%

- 合流制较多



■规划的排水体制

新建区采用分流制，老城区的合流制通过增设截污干管，改造为截流式合流制，并分阶段逐步改造为分流制



1.2 存在问题

- 分流制中很难做到完全分流
 - ① 雨水管道和污水管道混接、乱接或错接
 - ② 某些企业、餐饮业、建筑业等向雨水管道随意排污
 - ③ 市政管道不完善或滞后，致使分流制小区的雨水管只能接到市政污水管道



■ 老城区改造困难

- ① 不仅要改造城市道路排水干管，还要改造干管服务区内所有单位的支管
- ② 合流制的污水管道既接有污水管又接有雨水管，改造时，管道取舍难，施工工作量大
- ③ 老城区一般人口密集、建筑紧密，改造时需大量拆迁，拓宽道路，工程历时长，耗资大



■管网不完善现象仍然严重

虽然污水处理厂的截污主干管已修好，但由于二级管网不完善，处理厂实际处理能力仍长期达不到设计规模。



表1 部分污水处理厂设计规模及实际处理规模
($\times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$)

处理厂	设计规模	实际处理规模	当地污水总排放量	备注
A	4	1~2	6	已运行3年
B	5	1		
C	4	2.4		
D	5	1~3		按分流设计，实为合流
E	4	3.5	5.4	
F	5	1.3~1.5		

注：大写英文字母为处理厂的代号，均运行一年以上



建议:采用截流式合流制

(1) 环境保护

- 根据研究结果，亚热带或温带地区，合流制在瞬间污染、年度污染总量、重金属污染等方面的污染效应不一定大于分流制。
- 截流式合流制在雨期的溢流污水可能会对水体环境造成一定污染，但初期雨水污染严重的地区，截流式比分流式更利于改善水体水质，尤其对封闭或半封闭水体。



(2) 基建投资

- 合流制的管道长度远小于分流制排水系统，后者的管道造价是前者的1.2~1.4倍。
- 美国在20世纪60年代的研究表明，保留合流制并增建截污管与将合流制改为分流制的投资之比为1:3。



(3) 施工难度

合流制仅有一条排水管道，对地下建筑物的影响小，施工建设较分流制方便，尤其对于街道狭窄、地下空间紧张的山地城镇，合流制便于施工。



2 排放标准

污水处理工艺的最重要目标就是处理后出水必须满足受纳水体从现在到将来的水质要求。

- 《污水综合排放标准》（GB8978-1996）
- 《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）



2.1 目前情况

(1) 西部是我国诸多大江大河的发源地和上游，属于国家重点水资源保护区。西部有世界闻名的三峡工程和高原滇池，多封闭和半封闭的敏感水体。西部小城镇污水处理厂一般执行GB18918-2002一级排放标准。

(2) 西部小城镇环境基础设施一般不完善、市政资金匮乏。



2.2 存在问题

大部分污水处理厂能达标排放，但普遍需要政府给予财政支持。

表2 污水费征收情况（元/m³）

污水费	用水性质	居民生活用水和 事业用水	商业用水	特殊行业用 水
	征收值	≤0.4	0.17~0.6	0.3~0.8
处理成本	1元/m ³ 左右			



2.3 建议

结合受纳水体环境容量，建立更科学的污染物排放标准。

对环境容量大的受纳水体，在科学研究确定其环境容量并保证水体环境功能的前提下，合理利用环境容量，达到既保护水体又经济治理污水的目的。



例如：甘孜州府康定县

- 长江上游敏感区与国家生态建设关键区，要求达到一级排放标准。
- 但该地地处海拔2500m的高原峡谷，城市用地紧张，年均温度7℃，经济总量低且专业技术管理人员极度缺乏。
- 而流经康定县的折多河，水质佳，河流湍急且流量大，河水跌落产生的自然曝气现象随处可见。





建议:

对这样的受纳水体，可以先科学研究确定其环境容量，在保证水体环境功能的前提下合理利用环境容量，确定可以低于国家要求的排放标准。



3 污水处理工艺现状





3.1 污水处理工艺现状

据不完全统计：

- 四川省目前已建、在建的污水处理厂大约40余家，其中设计处理能力低于5万 m^3/d 的已建和在建小型污水处理厂30余家，工艺主要包括SBR系列、氧化沟系列、生物膜法等，自然净化处理工艺尚未见报道。
- 云南省已建和在建的城镇污水处理厂30余家，设计规模5万 m^3/d 以下的20余家，多数采用氧化沟和SBR工艺系列。
- 三峡库区将于2010年前建成城市污水处理厂151家，设计规模基本为3~5万 m^3/d ，大部分采用氧化沟和SBR工艺系列，少数为生物膜法。



3.2 讨论与建议

西部地区：

- 大多数城镇经济欠发达
- 污水专业技术人员缺乏
- 多高原、山地、丘陵地形。

因此，西部小城镇污水处理工艺除应满足功能要求外，还应具备：

- 工程投资少
- 处理成本低
- 运行稳定
- 操作管理方便及占地面积小等特点。



建议:

通过对国内40余家小城镇污水处理厂的实地调查,认为SBR系列、氧化沟系列等适于西部小城镇5万m³/d以下的污水处理厂,此外,BAF工艺也有一定市场。



(1) 工程投资（不含征地费和厂外管网费）

- 在 $10 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 规模下，SBR和氧化沟系列的基建费用明显低于传统活性污泥法、A/O和 A^2/O 工艺，规模越小优势越明显。
- 目前，四川、云南采用SBR或氧化沟系列的小城镇污水处理厂，单位基建投资一般在**1000~1300元/(m^3/d)**，BAF污水处理厂的单位基建投资略大，主要源于滤池土建费用较高。



(2) 污水处理成本

- 活性污泥法存在明显的规模效应，小型污水处理厂的单位处理费用要比中型污水处理厂高40%。
- 污水处理厂，单位污水处理成本主要取决于能耗。

表3列出了20余家小型城镇污水处理厂在实际处理规模时的污水处理成本：



表3 部分小型城镇污水处理厂实际处理规模时的污水处理成本（元/m³）

规模 (×10 ⁴ m ³ /d)	工艺	污水处理成本	工艺	污水处理成本
≤1	CASS	1.28	ICEAS	0.76
	UNITANK	0.6~1	A/O	2
1~2	CASS	1.3~1.4	改良型DE	0.5 (?)
	ICEAS	0.74	Orbal	1.2
	A²/O	3	人工湿地	0.195
2~3	改良型DE	0.5 (?)	Biolak	0.87, 0.38
	Carrousel	0.44	ICEAS	0.64
	BAF	1.2	水解-SBR	1.228
	A/O氧化沟	0.8		
3~4	Carrousel	0.5		
4~5	改良型DE	0.8	A ² /O氧化沟	1.23



- 相同处理规模中，A/O、A²/O工艺的处理成本远高于其他工艺；
- 污水处理成本随处理规模与工艺的不同而不同，除A/O、A²/O工艺处理成本 ≥ 2 元/m³外，各工艺的处理成本均 < 1.5 元/m³。

从污水处理成本而言，**SBR**系列、氧化沟系列工艺及**BAF**工艺适于小城镇污水处理厂。



(3) 运行稳定性和操作难度

- SBR和氧化沟系列工艺一般不设初沉池和污泥消化池，整个处理单元比常规活性污泥法少50%以上，操作管理大为简化。
- SBR和氧化沟系列工艺的抗冲击负荷能力较强。



采用五级评分法调查了SBR和氧化沟系列工艺的实际运行情况：

“工艺运行稳定性”分为：差、较差、一般、较好、好

“工艺操作难度”分为：难、较难、一般、较易、易

调查结果见表4。



表4 调查结果表

工艺类型	实际处理规模 ($\times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$)	工艺运行稳定性	工艺操作难度
改良型DE氧化沟	1~3	较好	较易
CASS工艺	2	一般	易
CAST工艺	3	较好	较易
UNITANK工艺	1	较好	易
BAF工艺	2~4	一般	一般



SBR系列、氧化沟系列工艺在实际应用中运行稳定、而且操作简便，适于西部小城镇污水处理厂。此外，现场人员反映**BAF**工艺的操作相对较难，主要体现在滤池的反冲洗操作和控制方面。



(4) 占地面积

- 占地面积少可以减少征地费，相应的总投资也减少。
- 占地面积少的工艺更适应地形高差大、建设用地缺乏的西南山地城镇。



- SBR和氧化沟系列工艺不设初沉池和污泥消化池，占地较传统活性污泥法、A/O、A²/O工艺少。SBR系列工艺集进水、反应、沉淀、排放和闲置于同一构筑物，无二沉池和污泥回流，占地省。
- 氧化沟可分为合建式和分建式两类，分建式虽然要设单独的二沉池，但因其一般采用转碟曝气，沟深较大，减少了占地。
- BAF工艺滤池高，无二沉池，占地少。



表5 部分小型污水处理厂占地面积 ($m^2 \cdot d/m^3$)

工艺类型	工艺	占地面积	工艺	占地面积
SBR系列	CASS	0.6~0.9	ICEAS	0.9~1.2
	UNITANK	0.4	水解-SBR	0.9
氧化化沟系列	A/O氧化沟	0.7	Carrousel	1.6
	改良型氧化沟	0.5~1.0		
	Biolak	0.8	BAF	0.5
悬挂链移动曝气A ² /O工艺		2.4		

由表5可知，A²/O工艺占地较多，不适于小型污水处理厂。
此外，SBR系列、氧化沟系列和BAF工艺的剩余污泥已基本达到好氧稳定，只需浓缩脱水就可外运，降低了处理厂的建设、处理成本，便于操作管理。



4 结语

对西部小城镇：

- 排水体制建议采用截流式合流制
- 结合受纳水体的环境容量更科学、合理、公平地制定污水处理厂污染物排放标准
- 污水处理工艺方面推荐采用SBR、氧化沟系列工艺和BAF工艺



谢 谢!