



南京工业大学

NANJING TECH  
UNIVERSITY



# 污水深度处理及回用技术

南京工业大学水处理技术研究所  
江苏省水化学水处理专业委员会  
江苏省水化学与工业水处理工程实验室

# 主要内容

1

概述

2

污水深度处理

3

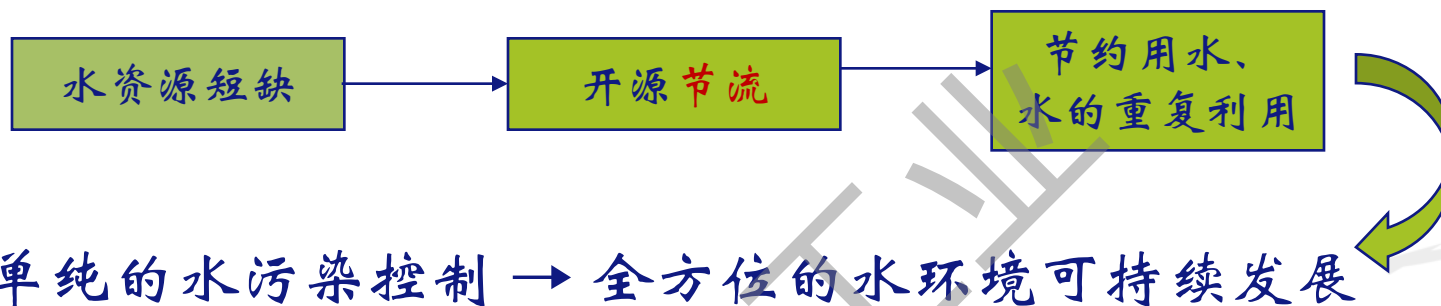
污水回用技术

4

结束语

# 1 概述

- 水是生命的源泉，是社会经济发展的命脉。---资源



- ◆ 目前发达国家的水重复利用率达到80%-90%以上。
- ◆ 我国的水重复利用率只有50-70%，且现有的污水处理水平和规模均达不到深度处理和三级处理；污水经过处理以后几乎都排放了，基本上未能实现处理后的在利用。

## 《水污染防治行动计划》（水十条）

对加大水污染防治力度，保障国家水安全提出了具体要求：

加强工业水循环利用

促进再生水利用

控制用水总量

提高用水效率，抓好工业节水

.....



### 污水回用，第二水源

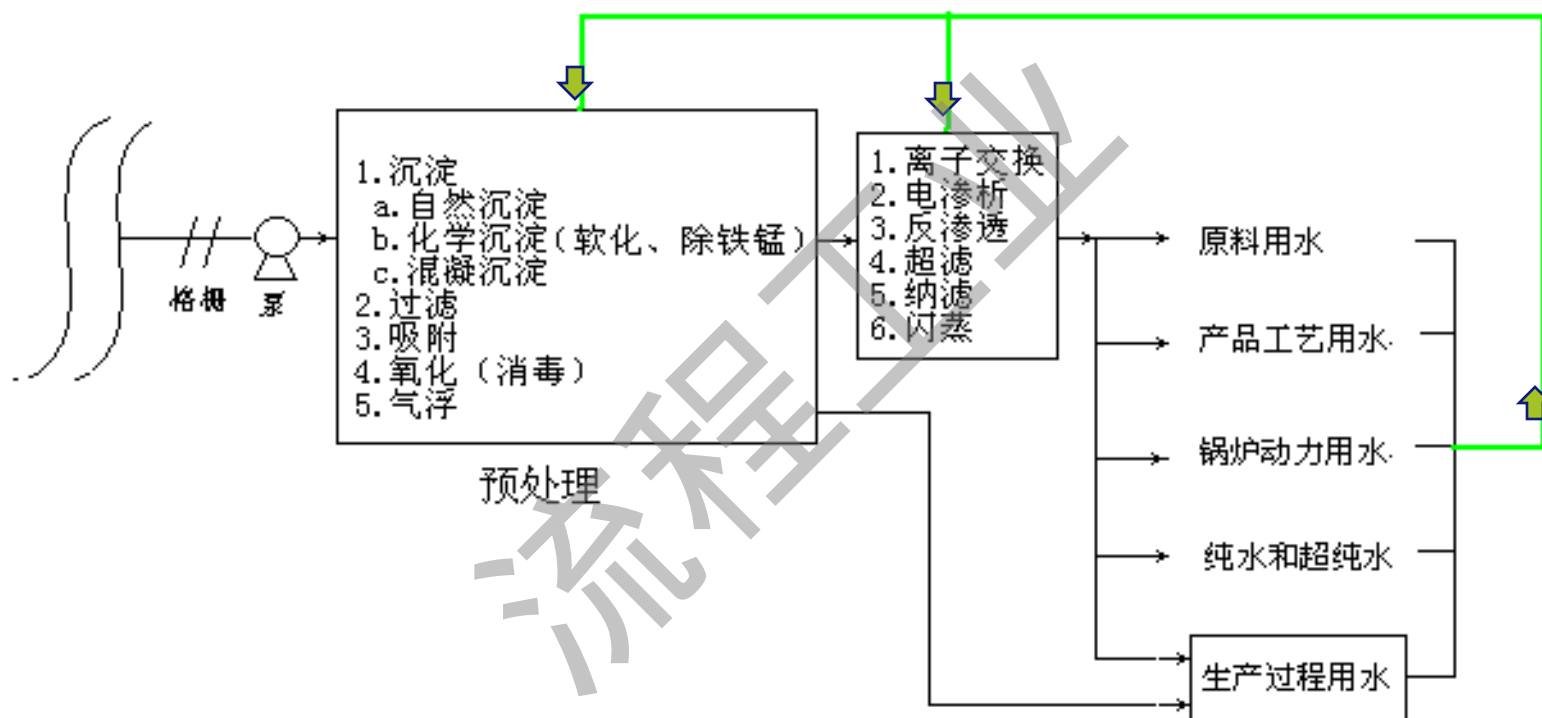
既可以有效地节约和利用有限的和宝贵的淡水资源，又可以减少污水或废水的排放量，减轻水环境的污染，还可以缓解城市排水管道的超负荷现象，具有明显的社会效益、环境效益和经济效益。

◆ 经传统二级处理技术后的水质

- BOD<sub>5</sub> : 20-30mg/L;
- COD: 60 -100mg/L;
- SS: 20-30mg/L;
- NH<sub>3</sub>-N : 15 -25mg/L;
- P: 6-10mg/L;
- 细菌和重金属等。

- 对污水进行深度处理，或将污水深度处理后回用是确保水环境健康和可持续发展的有效途径之一。

## ◆ 工业水处理及回用的基本流程



## 2 污水深度处理技术

目的

- 去除悬浮和有机物质，脱色除臭，使出水进一步澄清；
- 脱氮除磷、消毒杀菌，消除能够导致水体富营养化的因素和有毒有害物质；
- 去除某些无机盐成分，满足回用的具体要求。

对象

- 有机物
- 植物性营养盐类
- 悬浮颗粒物
- 无机阴阳离子、盐分
- 病毒细菌

技术

- 物理化学法
- 生物方法

传统工艺组合

- 二级出水→砂滤→消毒
- 二级出水→混凝→沉淀→过滤→消毒
- 二级出水→混凝→沉淀→过滤→(活性炭吸附)→消毒

## 2.1 过 滤

### ◆ 高效纤维束过滤器

采用一种新型的束状软填料-纤维作为滤元，其滤料直径可达几十微米甚至几微米，并具有比表面积大，过滤阻力小等优点，解决了粒状滤料的过滤精度受滤料粒径限制等问题。微小的滤料直径也增加了水中杂质颗粒与滤料的接触机会及滤料的吸附能力，从而提高了过滤效率和截污能力，是石英砂等颗粒状滤料过滤器的更新换代产品。

## ◆ 盘式过滤器

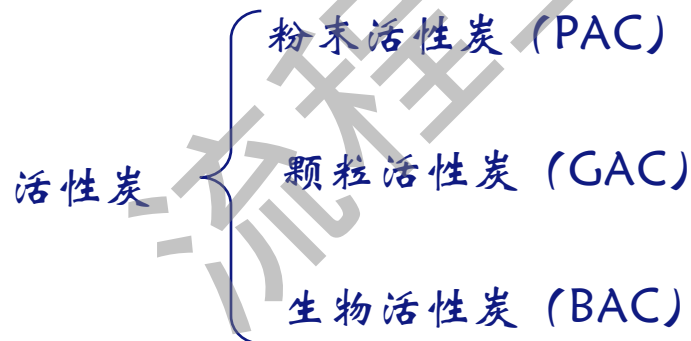
因其能够在相当苛刻的使用条件下精确稳定地工作并很少需要维护而被广泛用于灌溉、废水处理、污水再生、市政供水、自来水厂、大型发电厂、化工企业及应急情况过滤等领域。



## 2.2 吸附

### 活性炭

去除污水中的臭味、色度、重金属、消毒副产物、氯化有机物、农药、放射性有机物等，适应性强，对分子量在500-3000的有机物具有十分明显的去除效果，去除率一般为70-90%，是一种具有广阔应用前景的污水深度处理技术。

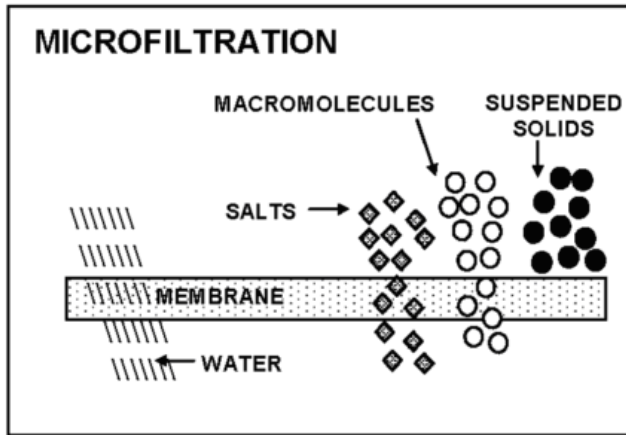


## 2.3 膜分离技术

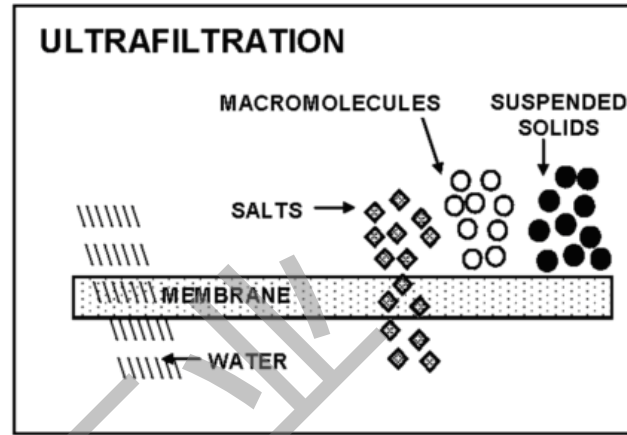
膜是具有选择性分离功能的材料，利用膜的选择性分离实现料液的不同组分的分离、纯化、浓缩的过程称作膜分离。它与传统过滤的不同在于，膜可以在分子范围内进行分离，并且这过程是一种物理过程，不需发生相的变化和添加助剂。

流程工业

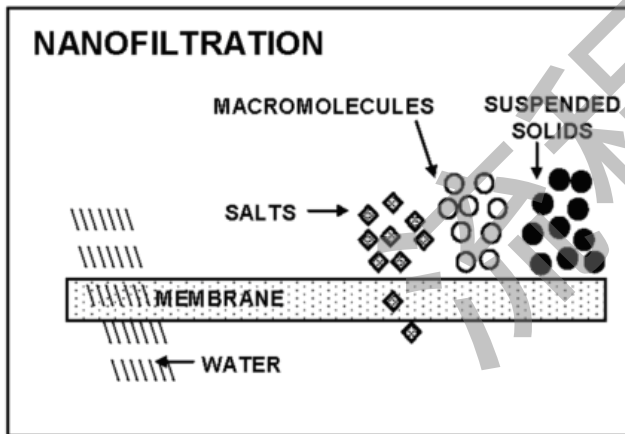
# MF, UF, NF, RO



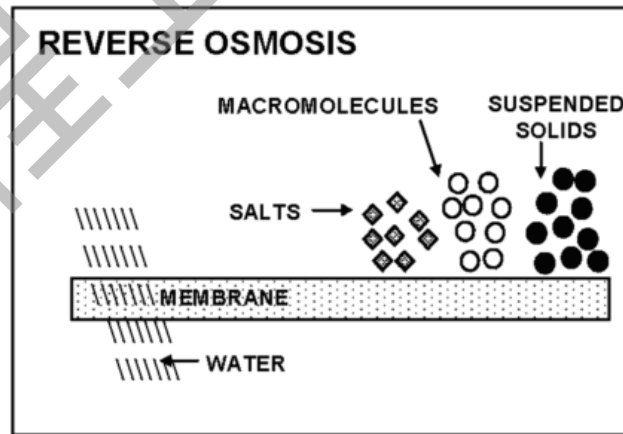
Microfiltration Technology



Ultrafiltration Technology



Nanofiltration Technology



Reverse Osmosis Technology

## 2.4 高级氧化法

随着现代化学工业的不断发展，通过各种途径进入水体中的化学合成有机物的数量和种类急剧增加，含此类物质的废水通常难以采用生物法处理，而常规的物理、化学方法也难以在技术和经济上满足净化处理的要求。高级氧化技术用于处理小流量、高浊度、难降解的有机废水有较好的应用实例和应用前景。

高级氧化技术(Advanced Oxidation Processes, 简称 AOP): 运用电、光辐射、催化剂, 有时还与氧化剂结合, 在反应中产生活性极强的自由基( $\cdot\text{OH}$ ), 再通过自由基与有机化合物之间的加合、取代、电子转移、断键等, 使水体中的大分子难降解有机物氧化降解为低毒或无毒的小分子物质, 甚至直接降解成为 $\text{CO}_2$ 和 $\text{H}_2\text{O}$ , 接近完全矿化。

# 分类

化学氧化法 { 臭氧氧化  
Fenton氧化  
高铁氧化

电化学氧化法

湿式氧化法 { 湿式空气氧化法  
湿式空气催化氧化法

超临界水氧化法

光催化氧化法

超声波氧化

### 3 污水回用技术

工业用水根据用途的不同，对水质的要求差异很大，水质要求越高，水处理的费用就越高。理想的回用对象应是冷却用水和工艺低质用水(洗涤、冲灰、除尘、直冷等)。

◆ 在城市供水中，50-80%是工业用水，而工业用水中的80%是冷却用水。

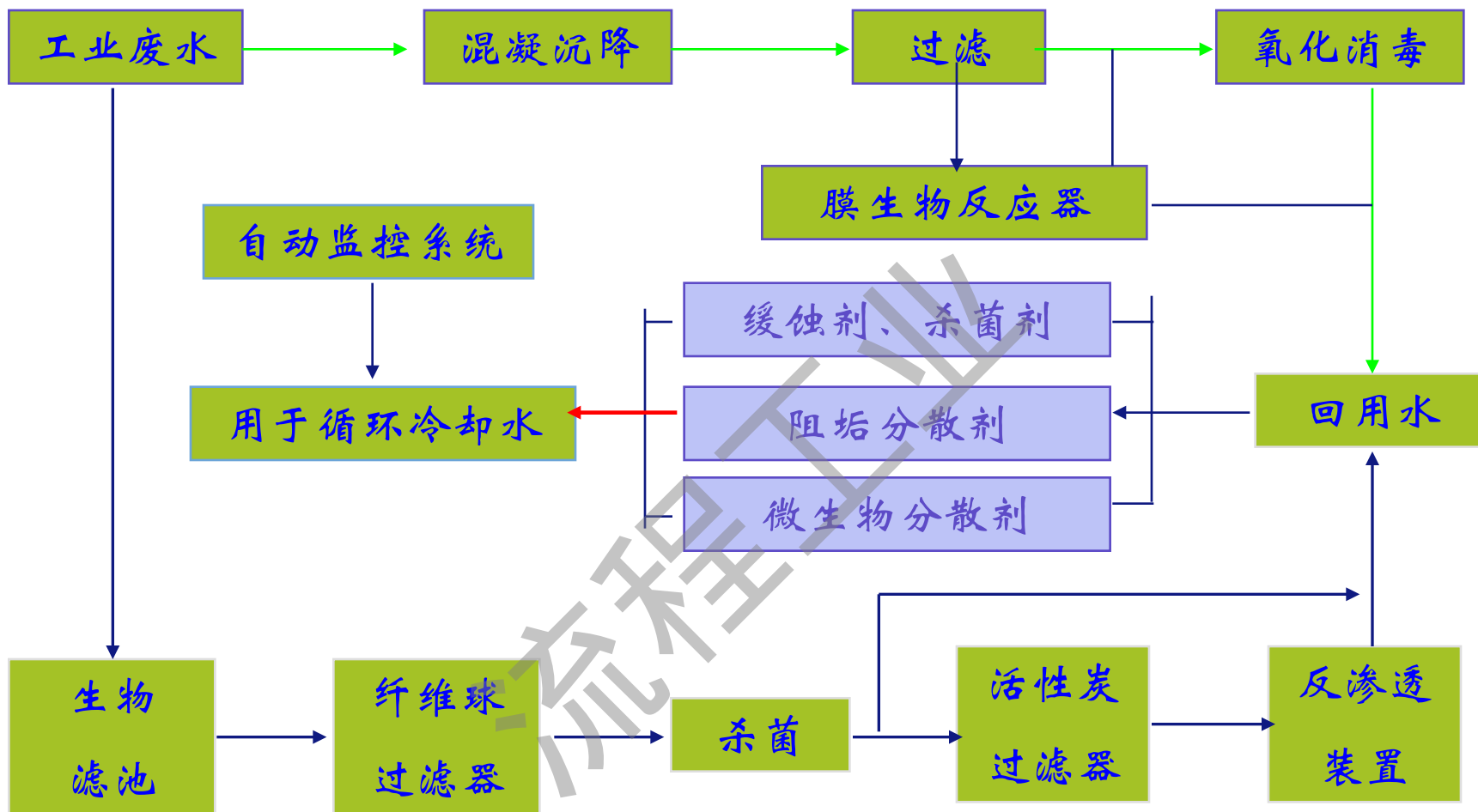
- 工业冷却水
  - 水量要求相对稳定
  - 水质要求不高
  - 净化空气
  - 可自然氧化分解部分有机物

污水回用的主要对象应是工业冷却水，这将是解决污水回用途径的主要矛盾。

## 水质建议标准

水质指标	再生水		冷却回用水		
	直流冷却水	循环冷却水	I	II	III
pH	6.0-9.0	6.5-9.0	6.0-9.0		
SS, mg/L	30	--			
浊度, mg/L	--	5	<5	<10	<20
BOD <sub>5</sub> , mg/L	30	10			
COD <sub>Cr</sub> , mg/L	--	75	<40	<60	
铁, mg/L	--	0.3			
锰, mg/L	--	0.2			
钙, mg/L			<36		
氯化物, mg/L	300	300	<300		
总硬度, mg/L	850	453	<200	<350	
总碱度, mg/L	500	350	<150	<350	
总溶固, mg/L	1000	1000			
游离余氯, mg/L	--	0.1-0.2			
异养菌数, mg/L	--	5×10 <sup>5</sup>	冬季<1×10 <sup>5</sup> , 夏季<5×10 <sup>5</sup>		
总磷, mg/L			<1	<3	<4
氨氮, mg/L			<1	<3	<5

### 3.1 废水回用冷却水的通用技术



## 3.2 回用实例

- ◆ 1 某焦化厂于07年7月开始采用中水作为冷却水的补充水。



## 2 东北某钢铁公司

◆ 焦化厂的净化废水中仍含有芳香族类化合物和杂环类化合物及其衍生物等，具有一定的阻垢缓蚀杀菌功能，作为冶炼净环水的补充水，在浓缩倍率为4.7时也未发生结垢和腐蚀现象。

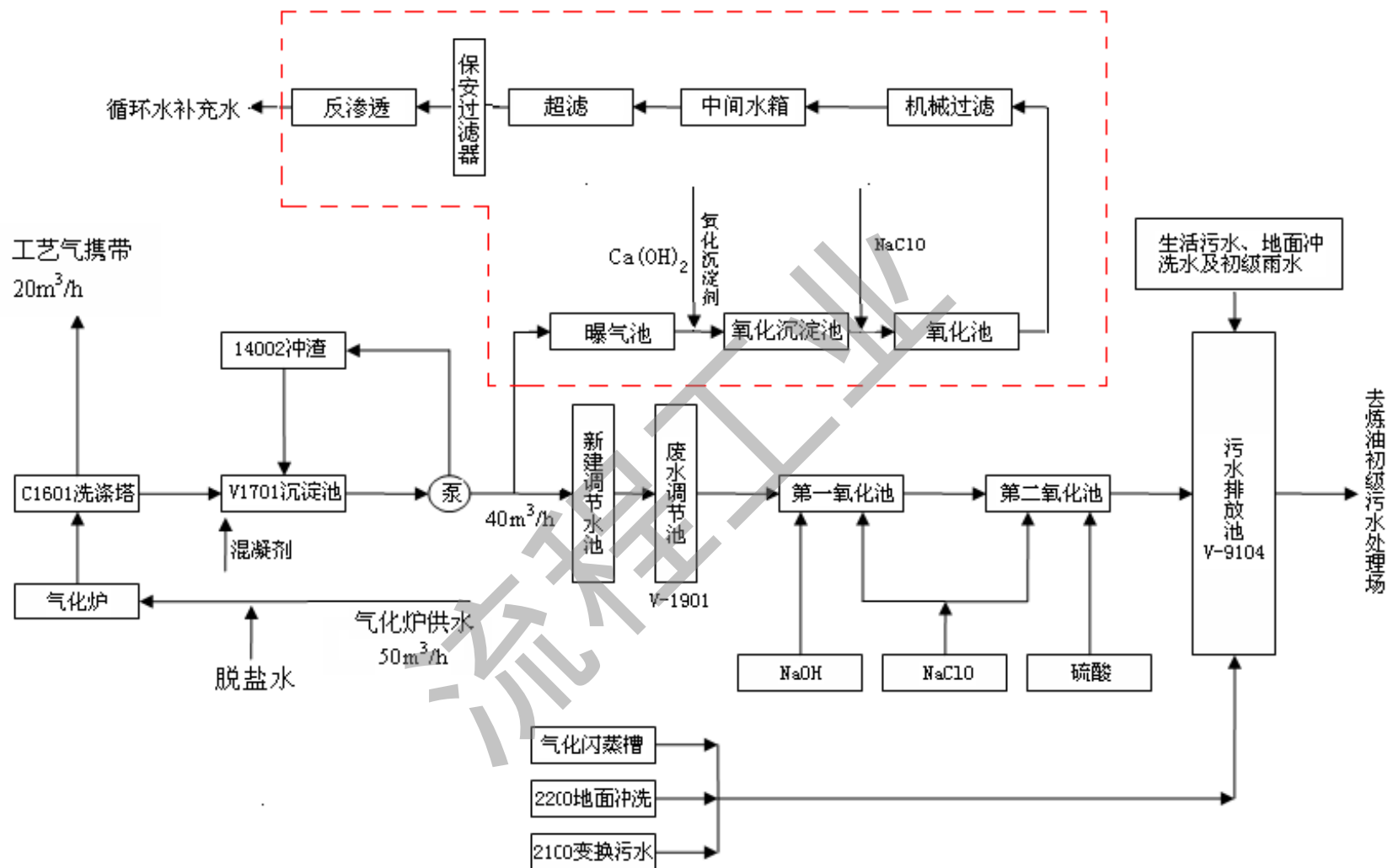
◆ 高炉煤气洗涤循环水系统只需添加废酸防止洗涤循环水系统中的结垢，因而大大地节约了水处理药剂，降低了生产成本。

冶炼净环水	K	1.00	1.25	1.32	1.42	1.50	1.58	1.73	1.80	1.88	2.00	2.25	2.47	2.86	3.10	3.59	4.29	
	不加药剂	无垢						少量垢			有垢					较多垢		
	K		--	1.20	--	1.38	1.50	--	1.76	--	--	2.00	2.25	2.50	--	3.00	3.46	
	5mg/L	无垢																
西大沟废水	K	--	1.25	--	--	1.5	--	1.73	1.81	1.96	2.09	2.25	2.65	3.10	3.83	4.09	4.74	
	不加药剂	无垢																
	K	--	1.25	--	--	1.43	1.55	1.64	--	2.00	--	2.25	--	3.00	3.75	--	4.74	
	5mg/L	无垢																

### 3 Shell煤气化废水回用处理实例

在Shell煤气化工艺中，原料中含有的氮、硫和金属等杂质转化为氨、氰化物、硫氧化合物以及重金属化合物等，这些有害物质大部分溶解在气化过程中的洗涤水中；此外在洗涤工艺气过程中大量粒径极小的粉尘将进入洗涤水中，使洗涤水的悬浮物和浊度升高。

## 煤气化污水深度处理及回用



## 处理效果

- 确定了Shell煤气化污水处理回用技术的连续化运行的条件：
  - 将Shell煤气化废水进行曝气4~4.5h,
  - 再加入20~25 mg/L的氧化沉淀剂和1.0g/L的Ca(OH)<sub>2</sub>, 在反应澄清池中沉降,
  - 在澄清出水中加入5~6g/L的NaClO进行再氧化。然后经调节池调节pH后
  - 经砂滤、超滤和反渗透(产水率60%)装置
  - 出水指标超过《工业冷却水处理设计规范》中对再生水回用的指标。
- 通过煤气化污水工业侧线装置的连续化运行, 在产水率60%连续运行情况下, 整套处理工艺的出水：
  - 电导率小于1400 μs/cm,
  - 浊度小于0.5NTU,
  - COD小于mg/L左右,
  - 总氰小于1 mg/L,
  - 氨氮小于2 mg/L左右,
  - Ca<sup>2+</sup> 小于1.5 mg/L,
  - 硫化物全部去除。

## 4 农药废水的回用

中国已成为农药生产和出口大国，农药产量仅次于美国，在全球排第二位，2005年全国农药工业实现现价总产值642亿元，比2000年增加332亿元。其中江苏、浙江、山东三省农药工业产值占全国的65.7%，江苏一省就占全国的40.6%。

流程工业

## 农药生产废水的特点

1. 有机物浓度高，毒性大，合成废水的COD浓度一般5000~80000mg/L，有的甚至高达几十万mg/L。

2. 污染物成分复杂，其中含有大量的副产物、合成过程中未反应的中间体和原料等。

3. 难生物降解物质多，有些农药成份是芳香族化合物及有机硫磷化合物。

4. 产品排放废水量大，加之生产管理和操作水平的限制，使废水的水质、水量常有波动，为废水处理带来难度。

## 农药工业废水处理技术概况

化学氧化

物化处理

生化处理

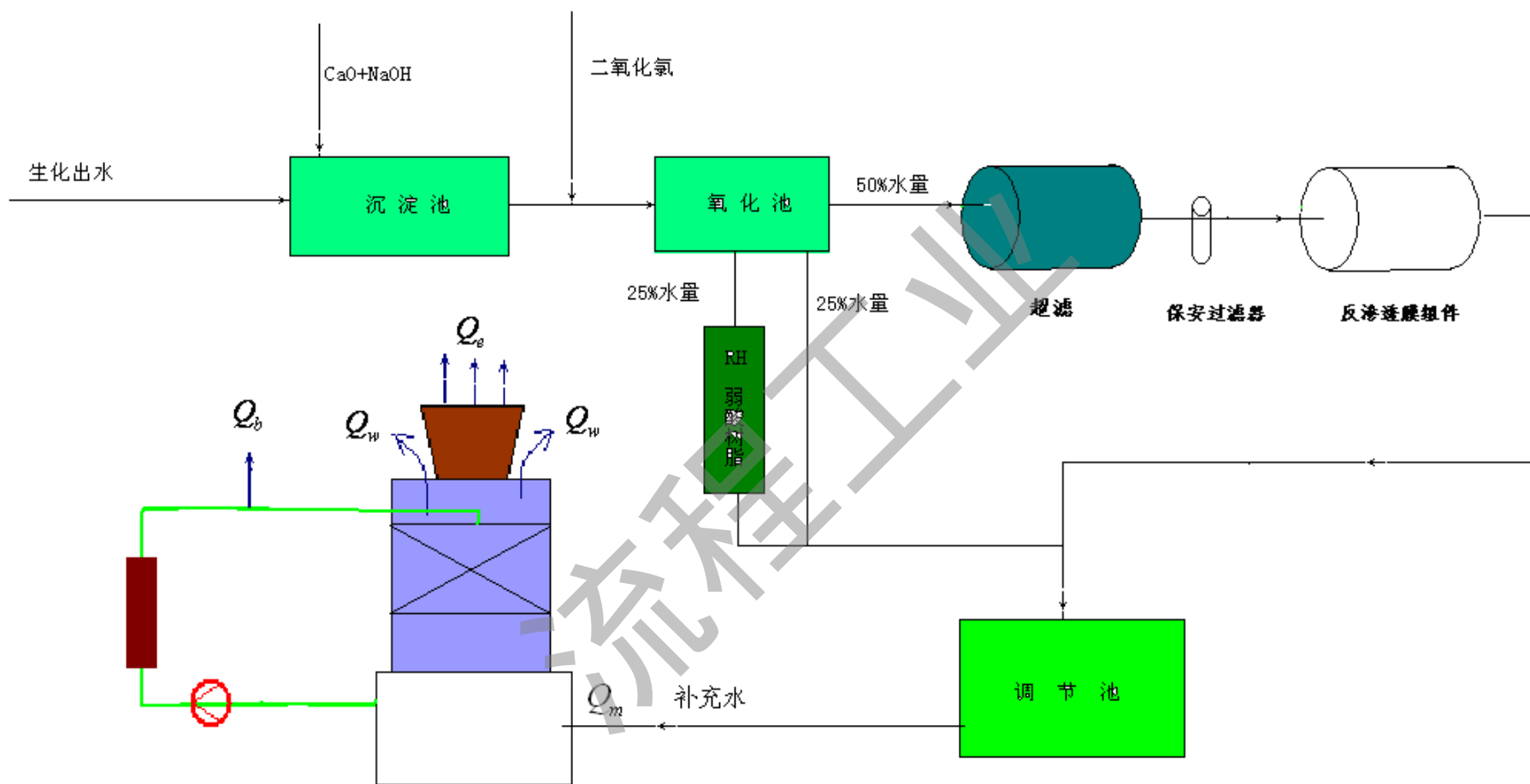
# ★国家高技术研究发展计划（863计划）

“农药废水低排放技术开发”重点项目

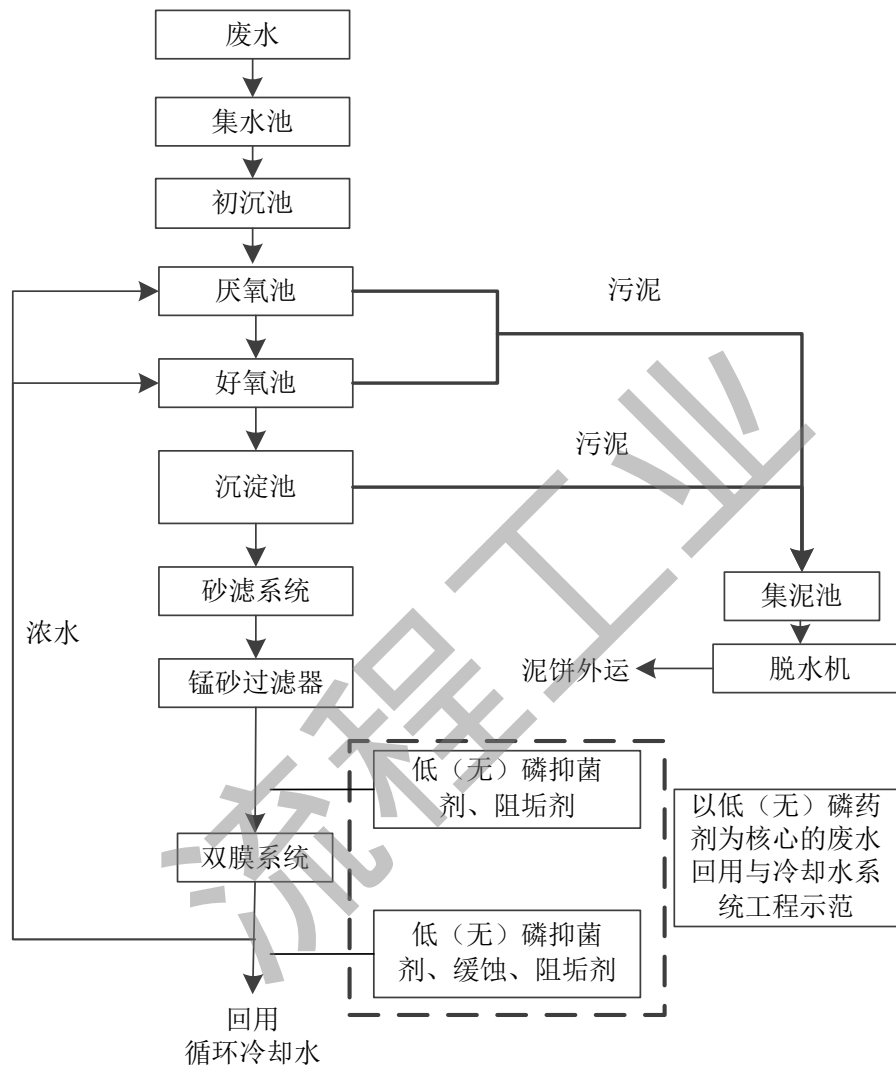
流程工业

- ◆ 然而农药企业在中水回用方面的研究却鲜见报导，经生化处理的水经吸附、双膜法等深度处理后再回用于生产，但由于成本较高，使得企业难以接受，目前大多企业将其稀释排放或直接进入污水处理厂进行处理，造成水资源的污染或浪费。
- ◆ “草甘膦废水低排放及母液回收利用技术开发”课题中，研究确定了沉淀、消毒、超滤、树脂交换、膜分离的综合废水处理技术路线，建设了30t/h中水回用示范装置，实现农药废水分质处理、分级使用和低排放。

# 30t/h中水回用示范



# 5 嘉兴石化废水回用



## 4 结束语

污水回用发展到今天，人们已经认识到污水作为水源的重要意义，污水回用经常被作为水资源开源的首选方案，其中重要的原因在于水源就近可得，水量稳定，不会发生与邻相争，不受气候的影响。现在的水循环系统中也就逐渐包括了有计划的污水再生、循环和回用，这是社会进步、技术发展、对公共卫生危险认识提高的反映。

由于污水、再生水和水回用之间的关系链得到了人们越来越正确的认识，越来越小的循环圈是可能的，这意味着污水回用将有着广阔的发展前景！



南京工業大學  
NANJING TECH  
UNIVERSITY



谢谢

流程工程