



# 环保水务讯息

2019年第2期 总第2期



环保水务技术研究院  
中铁四局集团第三建设有限公司  
2019年10月

# 水环境综合治理工程系列业绩

## 三公司近年承建水环境类项目部分业绩表

序号	项目名称	规模	投资额 (万元)	项目建设 情况
1	河南省济河水系综合治理示范段	治理河道长度 10.7km	99960	已完工
2	北京市凉水河环境综合治理工程	治理河道长度 13.3km	15452	已完工
3	云南省凤庆县迎春河综合提升改造及南边箐河道综合整治工程施工招标项目	治理河道长度 15.5km	25662	已完工
4	江苏省丹金溧漕河溧阳段航道整治工程桥梁施工	治理河道长度 3.83km	16806	已完工
5	安徽省池州市海绵城市-滨江区及天堂湖新区 PPP 项目	治理河道长度 4.37km	128000	已完工
6	山东省济南市小清河综合治理工程	治理河道长度 10.8km	35642	已完工
7	安徽省安庆市岳西县天仙河流域综合治理项目设计采购施工总承包	治理面积 7.8km <sup>2</sup>	17000	在建
8	浙江省余杭塘河流域水环境综合治理 PPP 项目	治理面积 24.76km <sup>2</sup>	234792	在建
9	江西省九江市鄱阳湖生态科技城芳兰湖国家湿地公园等项目 EPC	治理面积 3.46km <sup>2</sup>	119000	在建
10	安徽省宿州市主城区黑臭水体综合整治工程 PPP 项目（三标段）施工项目	治理河道长度 28.6km	52239	在建
11	江西省九江市龙开河黑臭水体治理项目	治理河道长度 9.9km	27000	在建
12	江苏南京市南部新城核心区南片区基础设施 EPC 项目一—河道整治工程	治理河道长度 5.4km	84531	在建
13	辽宁省东港市城市内河综合治理工程 PPP 项目	治理面积 70.8km <sup>2</sup>	129900	在建
14	江西省九江市中心城区水环境系统综合治理一期项目（长江大保护项目）	岸线长度 32.5km	769948	在建
15	衡水市主城区水系生态修复工程 PPP 项目	治理河道长度 30.03km	124866	在建
16	启东市水环境综合整治工程 PPP 项目	治理面积 67.7km <sup>2</sup>	279947	在建

## 目录

前沿信息.....	2
2019年三季度企业动态.....	2
政策速递.....	4
环保水务进行时.....	6
中铁四局三公司出席“中国生态环境产教联盟第二次大会暨第二届产教融合 高峰论坛”.....	6
江高净水厂工程.....	10
衡水市主城区水系生态修复工程.....	15
乌苏市西区污水处理项目-中水利用工程.....	17
余杭塘河流域水环境综合治理工程.....	19
成果展示.....	24
绿色庭院式景观临建工程（绿色节能）建设技术.....	24
移动式配电系统在施工现场的应用.....	33
视野开拓.....	36
常见污水处理工艺介绍.....	36
我国目前污水处理现状.....	44
垃圾焚烧项目行业前景分析.....	47
污水处理的前世今生.....	55

## 前沿信息

### 2019年三季度企业动态

#### 八月份:

1、8月1日,信开水环境投资有限公司作为联合体牵头人与贵州筑信水务环境产业有限公司、中铁五局集团有限公司联合体预中标海口市长堤路水质净化设施及湿地公园建设工程 PPP 项目,本项目的投资概算投资为 3.42 亿万元。

2、东珠生态(603359)晚间公告称,公司所属联合体与泸州市龙驰投资有限公司签署了《龙马潭主城区雨污分流项目及截污支管建设项目勘察-设计施工总承包(F+EPC)》合同协议书,合同价款暂估 4 亿元。

3、8月1日,江苏盐城市大丰区餐厨垃圾处理中心 PPP 项目按照规定程序进行了开标、唱标、评标、定标,北京三态环境科技有限公司、南通万都建设工程有限公司联合体中标,餐厨垃圾处理最低保底量 10 吨/日,餐厨垃圾收运处初始补贴单价: 295 元/吨。

5、8月9日,中交天津航道局有限公司//中交生态环保投资有限公司//中国市政工程西南设计研究总院有限公司组成的联合体预中标云南省楚雄彝族自治州楚雄市水环境综合治理政府和社会资本合作(PPP)项目社会资本采购(三次),项目投资估算为 7.81 亿元。

6、8月9日,吉林省辉南县东部生态新城内河综合治理及基础设施配套工程 PPP 项目公布资格预审结果,项目预算金额为 9.65 亿元。

7、8月4日-8月8日,伟明环保“跑出了”自己的中标速度,五天连续拿下三个项目,每 1.5 天中标 1 个,分别签署安福县生活垃圾焚烧发电项目、嘉禾垃圾焚烧+垃圾收运项目、温州生活垃圾转运项目,总投资累计达 13.3 亿元。

8、8月8日,乌鲁木齐市河东污水处理厂及再生水项目改扩建工程 PPP 项目预中标结果公布,中持股份作为牵头方,联合新疆市政建筑设计研究院有限公司预中标,该项目概算总投资为 68,185.89 万元,运营期水处理初始价格 4.410 元/每立方,项目自今年 6 月公布资格预审结果,多家联合体入围。

9、8月9日,中交天津航道局有限公司//中交生态环保投资有限公司//中国市政工程西南设计研究总院有限公司组成的联合体预中标云南省楚雄彝族自治州楚雄市水环境综合治理政府和社会资本合作(PPP)项目社会资本采购(三次),项目投资估算为 7.81 亿元。

10、8月9日,吉林省辉南县东部生态新城内河综合治理及基础设施配套工程 PPP 项目

公布资格预审结果，项目预算金额为 96519.93 万元。

11、中交疏浚联合中交四航院，成功中标蓟运河(蓟州段)全域水系治理、生态修复、环境提升及产业综合开发 EOD 项目，项目静态投资额 65.4 亿元。

12、8月16日，中国一冶集团有限公司(联合体牵头人)联合武汉弘德股权投资基金管理有限公司、中设设计集团股份有限公司中标宣恩县生态环境综合提升 PPP 项目。本项目动态总投资 132168.27 万元，项目合作期限 17 年，其中包括建设期 2 年和运营期 15 年。

13、8月14日，信开水环境投资有限公司作为牵头人与贵州筑信水务环境产业有限公司、中铁五局集团有限公司联合体中标两大项目，分别为海口市丁村污水处理厂 PPP 项目和海口市长堤路水质净化设施及湿地公园建设工程 PPP 项目，总投资累计约 6.79 亿。

#### 九月份：

1、由高科技环保企业碧水源与河南九通建筑工程有限公司、兰亭建设有限公司、河南省城乡建筑设计院有限公司组成的联合体，中标“河南省信阳市潢川县乡镇污水处理工程(EPC)项目”，总额逾 6.36 亿元。

2、9月4日，中交第二航务工程局有限公司、中交海洋投资控股有限公司和中蓉投建实业有限公司(联合体)联合中标海南定安县城污水治理(黄竹、龙湖、龙门、翰林)PPP 项目，项目总投资估算为 83435.53 万元。

3、9月5日，中交天津航道局有限公司(牵头人)与中交生态环保投资有限公司、中国市政工程西南设计研究总院有限公司联合中标云南省楚雄彝族自治州楚雄市水环境综合治理政府和社会资本合作(PPP)项目，项目投资估算为 78081.02 万元。

4、9月5日，富春环保控股子公司杭州富阳渌渚环境能源有限公司玉杭州市富阳区城市管理局正式签署了《PPP 项目合同》，项目总投资额约为 137,606.38 万元。

5、上海康恒环境股份有限公司中标香河县垃圾焚烧发电 ppp 项目，建设投资金额为 45683.05 万元，中标金额为 91 元/吨。

6、菲达环保发布公告称本公司与上饶市城市建设投资开发集团有限公司(简称“上饶城投”)组成联合体中标余干县生活垃圾焚烧发电 PPP 项目，该项目估算总投资约为 36,312.29 万元，生活垃圾处置服务费(含税)为 74.88 元/吨。

## 政策速递

一、**河南省**：8月6日从河南省住建厅、省生态环境厅、省发改委联合印发《河南省城镇污水处理提质增效三年行动方案(2019-2021年)》，《方案》明确，到2021年底，郑州市生活污水集中收集率大于90%，其他省辖市生活污水集中收集率大于80%。

二、**山西省**：《山西省水污染防治条例》(以下简称《条例》)近日经山西省十三届人大常委会第十二次会议表决通过，将于2019年10月1日起施行。

三、**湖南省**：湖南省住房和城乡建设厅、湖南省生态环境厅、湖南省发展和改革委员会共同印发《湖南省县级以上城市污水治理提质增效三年行动工作方案(2019-2021年)》，要求，到2020年，地级城市建成区以及洞庭湖区域县级城市建成区基本实现污水全收集、全处理；到2021年，地级城市建成区基本无生活污水直排口，基本消除城中村、老旧城区和城乡结合部生活污水收集处理设施空白区，建立污水收集处理系统长效管理机制，城市生活污水集中收集效能显著提高。

四、**青海省**：青海发改、住建、环保等部门联合制定出台了《青海省城镇污水处理提质增效三年行动方案(2019-2021)》(以下简称《行动方案》)。该《行动方案》围绕全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的总体要求，加快补齐青海城镇污水收集处理设施短板，提升城镇污水收集能力和处理水平，为努力实现污水管网全覆盖、全收集、全处理的总体目标打下坚实基础。《行动方案》的出台，标志着青海城镇污水处理提质增效三年行动正式启动。

五、**湖南省**：湖南省财政厅、省住房城乡建设厅出台《湖南省城乡生活污水治理PPP项目操作指引》，规范城乡生活污水治理PPP项目识别、准备、采购、执行、移交各环节操作流程。

六、**全国人大**：8月22日，资源税法草案提请十三届全国人大常委会第十二次会议二次审议。全国人大宪法和法律委员会关于《中华人民共和国资源税法(草案)》审议结果的报告(以下简称《报告》)建议，对取用地表水或者地下水的单位和个人试点征收水资源税。征收水资源税的，停止征收水资源费。

七、**河北省**：全面推进农村生活污水治理，持续改善农村人居环境。据省水污染防治工作领导小组办公室印发的《2019年全省农村生活污水治理专项工作推进方案》，今年河北省将新增完成4000个村庄生活污水治理。

**八、云南省：**云南省住房和城乡建设厅、省生态环境厅、省发展和改革委员会联合制定印发《云南省城镇污水处理提质增效三年行动实施方案(2019—2021年)》，标志着云南省正式打响城镇污水处理提质增效三年行动攻坚战。

**九、海南省：**《海南水网建设规划》(以下简称《水网规划》)近日经海南省政府批准发布。按照《水网规划》，从提升城镇供水安全保障和污水处理能力，到推进农村饮水安全工作等，海南省将“取水为民”，统筹城乡生产生活供用耗排，深化完善全过程水务一体化管理体制。

**十、吉林省：**8月30日，吉林省政府召开新闻发布会，《吉林省辽河流域水环境保护条例》正式颁布，将于9月1日起开始实施。《条例》共7章95条，分别为总则、规划管理、流域水污染防治、流域水资源保护、流域水生态修复、法律责任、负责。

**十一、国家发改委：**8月23日从国家发改委获悉，近日，国家发展改革委印发了《“十三五”重点流域水环境综合治理建设规划》。规划旨在进一步加快推进生态文明建设，落实国家“十三五”规划纲要和《水污染防治行动计划》提出的关于全面改善水环境质量的要求，充分发挥重点流域水污染防治中央预算内投资引导作用，推进“十三五”重点流域水环境综合治理重大工程建设，切实增加和改善环境基本公共服务供给，改善重点流域水环境质量、恢复水生态、保障水安全。规划范围涵盖长江、黄河、珠江、松花江、淮河、海河、辽河七大流域，近岸海域中的环渤海地区，以及千岛湖及新安江上游、闽江、九龙江、九洲江、洱海、艾比湖、呼伦湖、兴凯湖等其他流域。

**十二、云南省：**云南省生态环境厅发布《云南省水污染防治技术指导目录(2019)》，“目录”共收录了47项技术成果，涉及工业废水治理、生活污水治理、生态修复等多个方面。

## 环保水务进行时

### 中铁四局三公司出席“中国生态环境产教联盟第二次大会暨第二届产教融合高峰论坛”

9月18日-20日，中铁四局集团第三建设有限公司总工程师秦林、总经济师姜胜年参加并出席“中国生态环境产教联盟第二次大会暨第二届产教融合高峰论坛”。

中国工程院院士、哈尔滨工业大学环境学院院长任南琪，中国环保产业协会副会长兼秘书长易斌，中国水协副会长、中国城科会水生态分会副会长、北控水务集团执行总裁李力，黑龙江省生态环境厅人事处副处长王立立，教育部高等学校创新创业教指委专家马德富，中国生态环境产教联盟理事长、北控水务集团高级副总裁、北控水务学院院长于立国，中国生态环境产教联盟理事长、河北环境工程学院院长张建民，国家杰出青年基金获得者、哈尔滨工业大学环境学院常务副院长冯玉杰，北控水务集团总裁助理、北部大区总经理黎定高等领导和嘉宾，以及来自国内57所环保科研院校、65家环保企业代表等200余人出席大会及论坛。

9月18日召开中国生态环境产教联盟预备会，会议由联盟秘书长冀广鹏主持。经联盟理事单位会议表决，同意31家企业、18家院校加入中国生态环境产教联盟；我公司正式加入中国生态环境产教联盟并授牌。



会议共分为三个阶段：

第一阶段为中国生态环境产教联盟预备会，会议由联盟秘书长冀广鹏主持。经联盟理事单位会议表决，同意31家企业、18家院校加入中国生态环境产教联盟；表决增选西安建筑科技大学环境与市政工程学院院长任勇翔教授、青岛理工大学环境学院院长毕学军教授为联

盟副理事长。会议还就成立人力资源专业委员会、举办第二届“互联网+”生态环境创新创业大赛、联盟第一届职业技能大赛等重点工作做了安排。



中国工程院院士、哈尔滨工业大学环境学院院长任南琪致辞，他表示，中国生态环境产教联盟的成立是促进校企合作、产教融合的重要举措，有利于推动人才培养供给侧和产业需求侧结构要素全方位融合，培养一批适合中国环保行业未来发展的高素质人才。相信在联盟理事长单位带领下，在联盟成员共同努力下，能够更好地实现联盟人才培养（培训）与供给服务、师资队伍培养、研究咨询、共享资源与服务的职能。

第二阶段为中国生态环境产教联盟第二次会议。中国环保行业各位专家及领导阐述环保行业的发展动态及目标，并在所有来宾的见证下，正式上线启动“中国生态环境产教联盟网站（<http://www.cceeia.com/>）”。



第三阶段为中国生态环境产教联盟第二节产教融合高峰论坛。19日下午，在产教融合专题论坛上，教育部高等学校创新创业教指委专家马德富以《产教融合创新发展模式视角》为题进行了主题演讲。论坛开设了产教融合创新对话专题。北控水务集团执行总裁李力在会上作了题为《环境产业企业发展与人才培养》的主题报告，他通过三线逻辑模型、四核驱动模型、四象战略模型和三三框架模型，分析指出了企业发展与人才的相关性。李力提到，环境产业综合性企业人才发展具有多样性、复合性、跨界性和组织性四大特性，并结合北控水务水系综合治理“系统技术要素”概念图，指出要通过融合8大专业，支撑7类工程，解决9大水问题，从而达到高度的专业融合、系统的顶层设计、稳健的绩效达标和集约的投资效

益。



8位来自各大环保企业、高校的高层管理者、学院院长及专家，分别就如何促进产教融合深入落地、产教融合机制创新、人才培养、科研成果转化等议题进行了卓有成效的互动和分享，提出了相关促进产教融合发展的建设性意见。并重点介绍了我公司承建的洛阳洛河水系综合治理工程项目。从科技引领未来，到城市文化发展建设再到智慧工地分别阐述了我公司承建的项目在各个领域的先进性与代表性。



公司总工程师秦林作为代表参加了产教融合专题论坛，并发言。





公司环保水务技术研究院也将继续搭建多元合作平台，积极促进我公司环保水务类项目的多元发展，加强公司后台技术支持管理平台搭建模式。积极推动公司在行业前沿先进工艺设计、施工技术的学习传播平台搭建。推广既有经验的同时，促进多元合作，坚持持续创新，突出科技引领，创造附加效益。

## 江高净水厂工程

### 一、工程概况：

新建污水处理厂规模为 24 万立方米/日，近期 16 万立方米/日，土建一次性建成，工艺设备分期安装。污水处理工艺为 MBR 工艺，出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 一级 A 标准及《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)地表 V 类水标准的较严值。

建设内容：(1) 主要建设内容包括：粗格栅及提升泵房、细格栅及旋流沉砂池，膜格栅、MBR 生化池、MBR 膜池、消毒池、综合泵房、消防水池及泵房、排水泵井、污泥浓缩池、储泥池、鼓风机房、加药间、污泥干化间、出水计量槽，配套地上附属设施 4621 平方米，进水主管及尾水排放管等。

(2) 污泥处理须符合《广州市城镇生活污水厂污泥处理处置技术路线》、《广州市城镇生活污水厂厂内污泥干化减量工作方案》《城镇污水处理厂污泥厂内干化减量技术标准》等要求，且满足后续处置采用焚烧(与垃圾混烧、水泥窑协同焚烧、电厂掺煤混烧)的要求。

江高净水厂工程为全埋式地下污水处理厂，地下 2 层框架结构，水处理构筑物主要位于负二层，设备操作区位于负一层。平面尺寸，长×宽=276.7×165.5m，近似为矩形。底板顶面标高主要为-6.90m，南侧局部一层区域为 1.10m(城建标高系统)，中板标高主要为 1.10m，顶板标高为 6.90m，顶板绿化覆土 1.6m。基础采用桩筏基础，筏板厚主要为 1100mm，外池壁厚度 800mm，顶板厚度 200-300mm。

### 二、完成进度：

(1) 溶洞注浆：厂区区域属于岩溶发育区，为满足施工要求需超前钻溶洞注浆施工，已完成溶洞注浆，共注浆 25022m<sup>3</sup>，已按期完成。

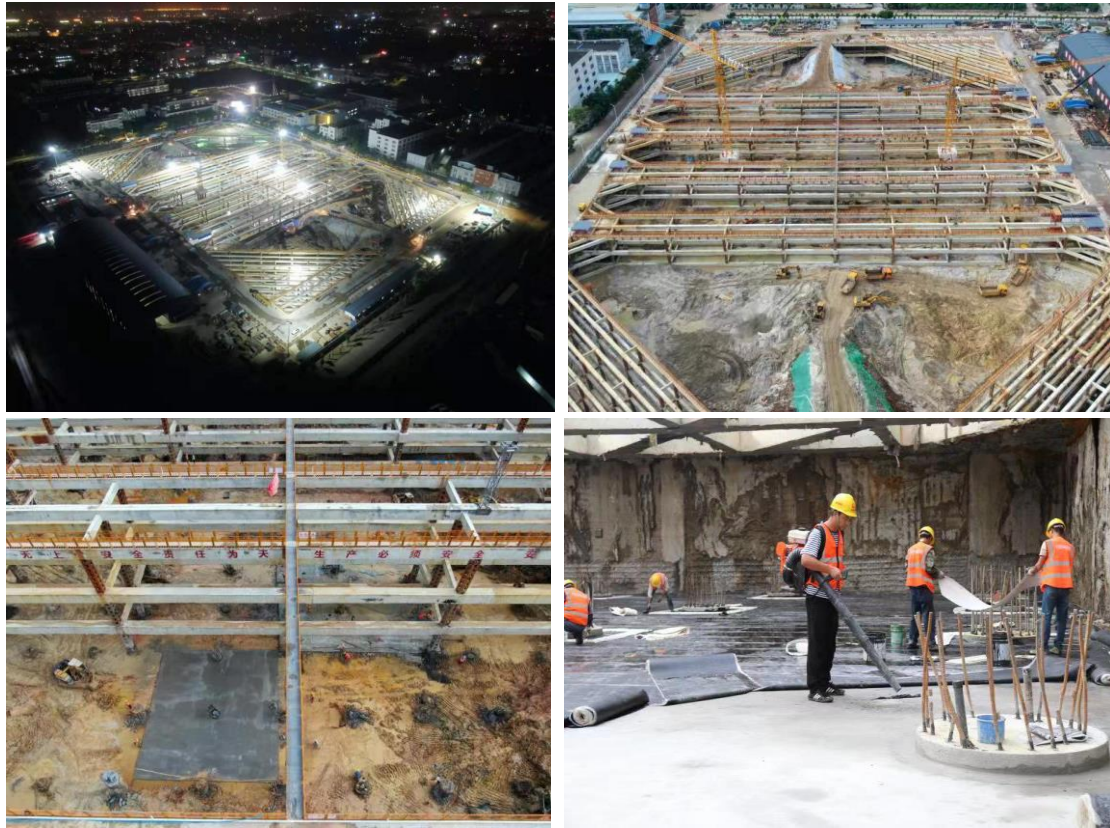
(2) 抗拔桩：厂区共设计 999 根抗拔桩已完成，平均长度约 25 米，其中空桩约 16 米，已按期完成。

(3) 地连墙：厂区共设计地连墙 150 幅，按期完成。

(4) 支撑梁：基坑共设置 3 层支撑梁，每层共有四道对撑以及四道角撑，目前已完成 90%。

(5) 土方：厂区基坑共有土方约 90 万立方，目前已完成土方开挖及外运 781420 方，完成 86.8%。

(6) 主体工程：厂区主体根据后浇带共分为 60 块，目前已完成底板浇筑 2 块，垫层浇筑 3 块。

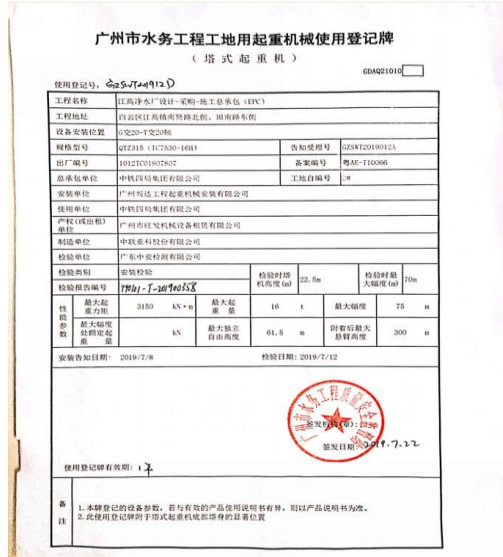


### 三、安全质量方面：

(1) 痛难点：起重设备多，作业人员多。目前，现场存在塔式起重机 4 台，门式起重机 2 台，汽车式起重机 3 台。三者之间均存在交叉作业，如何保证各设备的安全以及作业人员的安全，是管理的重难点。

(2) 针对性措施：特种设备均办理了使用登记牌，司机、司索工、信号工均持有有效证件。每天使用前由专人进行管理，检查司机及司索的到位情况，并拍摄操作屏幕至管理群，有自检记录，发现问题及时制止教育。作业过程中，严格执行“十不吊”相关要求，并定期开展专项检查。





#### 四、底板防水层施工

##### 1、施工工艺:

基面处理→阴阳角处理/桩头防水施工→铺设加强层→防水卷材铺设→浇筑保护层

##### (1) 基面处理

底板铺设 SBS 改性沥青防水卷材前必须对基面进行处理，底板垫层采用自找平处理，基面应洁净、平整、坚实，不得有明水，不得有疏松、起砂、起皮现象。

##### (2) 阴阳角处理

所有阴阳角部位均采用 1: 2.5 水泥砂浆倒角，阴角做成 50mm×50mm 的钝角，阳角做成直径 20mm 的圆弧或 20mm×20mm 的钝角。



水泥砂浆倒角

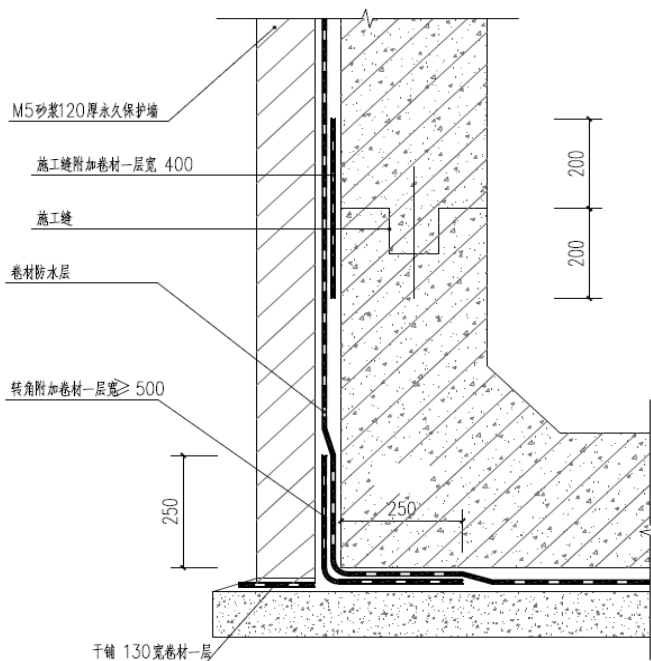


阴阳角处理

##### (3) 铺设加强层

在达到设计要求的阴阳角部位铺设防水卷材加强层，加强层采用一层 4mm 厚 SBS 改性沥青聚酯胎防水卷材 (II 型)，宽度为 500mm。加强层卷材采用满粘法固定在基面上，大面防水层也应热熔满粘固定在加强层表面。

施工缝、变形缝以及后浇带部位均应铺设防水加强层，材质均与大面防水层相同。施工缝处卷材宽度为 400mm。详见下图“底板外墙交角防水构造”。



底板外墙交角防水构造

#### (4) 防水卷材铺设

底板平面防水层均可采用空铺法铺设在基层表面，防水层幅面间的搭接宽度 10cm，采用热熔满粘焊接。第一层防水层与阴、阳角部位的加强层热熔满粘。

注意：

① 底板防水层的甩槎，底板位置超出钢筋的长度不得少于 2000mm，超出钢筋的部分应采取临时措施进行保护。临时保护板可采用木板，并且在木板与防水层之间设置柔性临时保护层（采用土工布）避免后续施工过程中受到破坏。

② 底板与侧墙结合处防水层以及防水加强层在施工底板之前需进行有效保护，底板钢筋施工和立模板严禁损坏防水层。

#### (5) 桩头防水处理

桩头使用 PVC 外贴式止水带做加强处理，止水带宽 30cm，长度为 2.2m，铺设在距离桩边 20cm 处，止水带接头使用焊枪热熔连接。PVC 背贴式止水带与 SBS 改性沥青卷材热熔连接；桩头涂刷高渗透性环氧防水材料，涂刷部位为桩顶面。聚合物水泥防水砂浆涂刷范围为桩周 20cm，聚合物水泥防水砂浆下为水泥基渗透结晶，涂刷部位为桩周 20cm 和桩头侧面伸入底板部分；桩头钢筋逐个打胶（遇水膨胀止水胶）；桩身周围涂刷一圈密封胶（4cm\*4cm）。桩头位置涂刷水泥基渗透结晶若仍有棱角，可使用聚合物水泥砂浆做圆顺处理。

#### (6) 保护层浇筑

底板防水层铺设完毕后，应立即浇筑 5cm 厚的 C15 混凝土保护层，保护层浇筑范围不得小于底板钢筋预留长度。

## 五、质量验收标准

- (1) 铺贴防水卷材前，清扫应干净、干燥，并应涂刷基层处理剂；当基面潮湿时，应涂刷湿固化型胶粘剂或潮湿界面隔离剂。
- (2) 防水加强层宽度不得小于本交底的相关要求。
- (3) 铺贴卷材应平整、顺直，搭接宽度不小于 10cm，不得有扭曲、皱折。
- (4) 卷材接缝部位应溢出热熔的改性沥青胶料，并粘结牢固，封闭严密。

## 衡水市主城区水系生态修复工程

### 一、工程概况

衡水市主城区水系生态修复工程位于河北省衡水市主城区，项目类型为 PPP 项目，项目造价为 3.75 亿元，项目主要包括胡堂排干及闸西干渠施工区段的水系修复及沿岸景观绿化施工。

1、胡堂排干：工程范围自赵圈镇至前进街，长 11.54Km。本工程需对现状河槽进行河底清淤并适当调整河槽断面型式；新建行车道路 8.34Km；新建 5m\*40m 生产桥 5 座；重建节制闸 3 座；改建节制闸 1 座；新建前铺倒虹吸 1 座；修建液压坝 1 座及两岸景观绿化升级改造。

2、闸西干渠：工程范围自班曹店排干至滏阳河，全长 3.095Km。工程需进行河底清淤并适当修整恢复河道断面；新建行车道路 6.19Km；河道改造提升 5.497Km，拆除原有河道浆砌石护砌及二级平台，将河道边坡改为 1: 1 混凝土生态框护岸。



试验段栈道观景台

### 二、施工进度

#### 1、胡堂排干

截止目前，项目部完成了胡堂排干 K0-400-K8+400 河道 60%施工内容：

水利专业完成河道排水约 29.6 万方，完成边坡清表 179458m<sup>3</sup>，完成河道淤泥外运约 29016m<sup>3</sup>，完成土方开挖 94200m<sup>3</sup>，完成边坡填筑 75731m<sup>3</sup>，完成格宾石笼安装 1950m<sup>3</sup>，完成土工布铺设 10300 m<sup>2</sup>，完成三维加筋固土网垫铺设 1580 m<sup>2</sup>。

市政专业完成乔木种植共计 1682 棵，完成地被种植 12000 m<sup>2</sup>，目前成活率 100%，完成毛石挡墙砌筑 554m<sup>3</sup>，完成园路混凝土垫层浇筑 1800m，完成石材铺装 2431 m<sup>2</sup>，完成巡河路路基开挖 5700m<sup>3</sup>，完成栈道施工 90%。

## 2、闸西干渠

截止目前，项目部完成了闸西干渠 K0+300-K3+000 河道 30%施工内容：

水利专业完成河道排水约 1.1 万方，完成边坡清表 11885m<sup>3</sup>，完成土方开挖 13019m<sup>3</sup>，完成边坡填筑 3810m<sup>3</sup>。



园路游人步道



巡河路施工

## 乌苏市西区污水处理项目-中水利用工程

### 一、项目简介：

乌苏市西区污水处理项目-中水利用工程主要包括：1#水库及附属设施。1#水库库底标高 357m，最高蓄水水位 367m，最大蓄水深度 10m，水库坝顶标高 368.8m，坝顶宽度 8m，设计 1#水库容积 160 万 m<sup>3</sup>。坝体迎水面坡比为 1: 3.5，坝体背水面坡比为 1: 2.5，坝体护坡设计分迎水面和背水面两种形式，迎水面采用砂砾石+土工膜+现浇混凝土面板进行防护，背水面采用混凝土 1m\*1m 网格骨料进行防护，坝顶道路为 8m 宽 30cm 厚戈壁料+15cm 厚预制六棱砖道路，道路两侧栏杆采用涂塑网围栏。



### 二、工程进度：

- (1) 迎水面坝体加固（砂砾石填筑）完成 100%；
- (2) 迎水面坝坡黄土保护层施工完成 100%；
- (3) 迎水面土工膜铺设完成 77%；
- (4) 迎水面砂浆保护层浇筑 65%；
- (5) 迎水面面板混凝土浇筑 5%。



### 三、工经方面

难点：2019 年新增设计变更，预计工程造价增加 1600 万，占合同额的 37%。目前已上

报乌苏市发改委审批。

已采取措施：及时跟踪，每天向相关人员咨询手续完善情况，及时收集相关资料。

#### 四、安全质量方面

现阶段主要施工内容为面板混凝土浇筑，施工内容单一，无重大安全隐患。

#### 五、新技术、新材料应用

难点：斜坡混凝土面板工程量大，工期紧，如何提高施工效率是本季度一项施工重难点。

已采取措施：使用斜坡混凝土摊铺机进行混凝土摊铺施工



## 余杭塘河流域水环境综合治理工程

### 一、工程概况

项目覆盖范围包括北起余杭塘河，南至文二西路，西至城西路、东至绕城高速，施工内容主要包括4个子项，分别是余杭污水处理厂四期项目、余杭塘河南片水系综合整治工程项目、余杭塘河（狮山路-绕城高速）河道整治工程、余杭区凤凰山休闲公园景观工程，总合同价155911.50万元。

#### 1) 余杭污水处理厂四期工程项目：

主要建设内容为一座15万 $m^3/d$ 的地下式污水处理厂，其中工程土建部分按15万 $m^3/d$ 规模建设，设备按7.5万 $m^3/d$ 配置，剩余7.5万 $m^3/d$ 设备的配置远期另立项实施，包括粗格栅及进水泵房、细格栅及曝气沉砂池、膜格栅渠、生物反应池、膜池及膜设备间、臭氧接触池（含出口泵房）、加药间、鼓风机房、臭氧发生间、储泥池、污泥脱水机房、消防泵房、放空泵房、排涝泵房、高配间、低配间及控制室、仪表小屋、机修车间及仓库、逃生楼梯及通风井、中心管廊、箱体操作层。

#### 2) 余杭塘河南片水系综合整治工程：

北起余杭塘河，南至文二西路（余杭街道老城区南至城南路），西至城西路、东至绕城高速，流域面积24.76 $k m^2$ 内的10条河道工程。要建设内容包括：余杭老城区排水系统改造工程（包括DN3000顶管约1572m；DN800-1500mm顶管约2742m）、未来科技城截污控源工程（直埋管道DN300-1200mm约1600m，河道内混凝土包管DN500-800mm约534m，牵引管DN300-600mm约329m）、3个钢闸坝、4000 $m^3$ 调蓄池1座、区域内10条河道水生态修复（底泥改良、水生植物栽植、水生动物投放和曝气装置安装等）、智慧水务工程。

#### 3) 余杭塘河（狮山路-绕城高速）河道整治工程：

余杭塘河（狮山路-绕城高速）河道整治工程项目位于浙江省杭州市余杭区，流经余杭、仓前、五常和未来科技城。该河道是运河以西地区主要的东西向排水河道，沿河东西大道、金星路等主要交通枢纽横穿该河道。本工程设计段西起狮山路，东至杭州绕城高速桥（包括狮山路至创远路，常二路至绕城高速两部分），设计全长约8340米。主要建设内容包括驳岸改造（浆砌块石挡墙、挑空平台等）、桥护岸修整、给水排水、桥梁工程2座、船房1座、驿站3座、公厕8座、景观绿化工程及配套服务设施建设等。

#### 4) 余杭区凤凰山休闲公园景观工程：

本工程位于余杭西部城区南侧，南湖以东，02省道以北的凤凰山区域。主要建设内容

为公园基础设施：硬质广场、园路、旱溪、绿化、栈道、停车场、篮球场、儿童活动设施、小品、土方、护坡挡墙、栏杆、成品移动厕所、景观给排水、景观电气、变配电设备。

二、形象进度

序号	工程项目	单位	设计数量	周开累量	总开累量	剩余数量	备注
一	余杭塘河（狮山路-绕城高速）河道整治工程						
1	河道驳坎		14229	0	4012	10217	
①	断面形式一	m	4851	0	2587	2264	松木桩草坡入水
②	断面形式二	m	3573	30	770	2853	直立式浆砌块石
③	断面形式三	m	452	0	158	294	二级浆砌块石挡
④	断面形式七	m	1700	0	410	1290	钻孔桩+冠梁、连
⑤	断面形式五	m	2268	0	1536.9	0	双排松木桩(含
2	土方开挖	m <sup>3</sup>	1186011	9000	441490	744521	
3	土方外运	m <sup>3</sup>	1088630	9000	368771	719859	
4	土方回填	m <sup>3</sup>	242080	0	68150	173930	
5	苗木种植	m <sup>3</sup>	236830	0	78317.5	158512.5	
6	石材铺装	m <sup>2</sup>	42736	0	8926	33810	
7	景观石安装	t		0	5248		
8	混凝土浇筑	m <sup>3</sup>	60300	34.5	46654.5	13645.5	
9	挡墙拆除	m <sup>3</sup>	6360	0	1091	5269	
10	渗渠	m	13879	0	3385	10494	
11	钢板桩围堰	m	133032	50	2119.25	130930.75	
12	块石挡墙	m <sup>3</sup>	5870	100	5513	357	
13	围护	m	5000	0	780	4220	
14	清表	m <sup>3</sup>	301703	0	152650	149053	建筑垃圾
15	钻孔桩	根	2017	39	1834	183	
二	余杭塘河南片水系						
1	拉管占绿化	m <sup>2</sup>	103	0	103	0	
2	智慧水务	项	1	0.014	0.662	0.338	
3	水生态	项	1	0.006	0.720	0.280	
4	清表	m <sup>2</sup>	38600	0	13600	25000	
5	闸站	个	3	0	1.8	1.2	
6	土方外运	m <sup>3</sup>	67600	0	36880	30720	
7	泥浆外运	m <sup>3</sup>	130600	0	44238		
8	顶管	m	4314	47.5	2993	1321	
9	开槽埋管	m	1600	0	787	813	
10	混凝土包管	m	534	0	534	0	
11	工作井	个	12		12	0	
12	接收坑	个	13	0	11	2	

序号	工程项目	单位	设计数量	周开累量	总开累量	剩余数量	备注
13	灌注桩	根	182	0	67	115	
14	牵引管	m	329	0	186	143	
15	沥青路面	m <sup>2</sup>	9100	0	9100	0	
16	智能分流井	个	14	0	1	13	
17	骑马井	个	32	0	20	12	
<b>三</b>	<b>污水处理厂四期</b>						
1	TRD 水泥土搅	m	823.25	0	823.25	0	
2	围护桩	根	757	0	757	0	
3	工程桩	根	1508	0	1508	0	含立柱桩
4	土方外运	m <sup>3</sup>	400000	8020	338976	61024	
5	冠梁施工	m	907.7	0	643	317.7	
6	降水井	根	159	8	104	55	
7	第一道支撑	m	4033	367	2426	1607	
8	边坡喷锚	m	785	23	490	295	
<b>四</b>	<b>凤凰山公园</b>						
1	苗木砍伐	m <sup>2</sup>	110000	0	57466	52534	
2	清表	m <sup>2</sup>	240000	0	185140	54860	
3	土方开挖	m <sup>3</sup>	240000	16.2	48440.2	191459.8	
4	毛石挡墙	m <sup>3</sup>	6000	25	5618	382	
5	管理用房	座	1	0	1	0	
6	苗木种植	m <sup>2</sup>	350000	9550	182594.5	167405.5	
7	卫生间	座	1	0	1	0	
8	管线埋设	m	6000	0	5925	0	
9	石材铺装	m <sup>2</sup>	36104	300	3795	32309	

三、施工照片



污水处理厂混凝土浇筑施工



凤凰山东南部台阶支模及浇筑施工



凤凰山东南部栈桥 25#、26#、27#吊装合模施工

#### 四、安全质量方面：

针对于污水处理厂深基坑开挖过程中，基坑位移监测存在的安全质量管理难点，本项目采取的解决方案---基坑位移监测方案及格构柱监测方案汇报如下。

##### 1.本项目针对深基坑位移监测采用的实际操作如下：

对于污水处理厂深基坑工程选择观测点及工作基点分布，分别在基坑环形便道各角处制作控制点位，以便做控制测量，用于监测基坑水平位移与地面沉降。水平监测采用莱卡全站仪 TS02 PLUS，每次使用三个已知控制点以做检核，监测点位设置在污水处理厂深基坑支撑结构冠梁上，按照图纸布设以及周围的交通干道主路、环形栈桥区、第二道支撑土方开挖处以及边坡周围有大功率机器振动区。

观测基坑水平位移、地面沉降监测时，观测人员在稳定区域架设仪器，避免扰动；建站并复核完成后，架设棱镜对每个观测点进行测量，准确无误的记录原始数据，及时进行内业处理，并找项目经理和项目总工进行签署下步施工意见；初次观测时，每个点位需要观测三次取平均值，当初始数据。数据必须真实可靠，能及时反映基坑的变形速率，确保安全施工。每当有大功率机械工作后、挖土机开挖后、大批量运土车通行后都要及时进行一次监测，以保证现场基坑沉降在可控范围内。

##### 2.格构柱监测采用三角固定点位测距监测格构柱的水平位移。

- (1) 按三角形顶点位置在水厂第二道支撑处选取 3 个格构柱作为监测点，分别为 a 点、b 点 c 点；
- (2) 在 a、b、c 三点格构柱上使用白色喷漆绘制十字交叉监测点位；
- (3) 在 a、b 两交叉点位之间拉设工程卡尺，并设置专人进行记录；

- (4) 在 a、c 两交叉点位之间拉设工程卡尺，并设置专人进行记录；
- (5) 在 b、c 两交叉点位之间拉设工程卡尺，并设置专人进行记录；
- (6) 每日进行一次监测测量，将记录及时保存；
- (7) 对比分析格构柱水平位移变化。

监测过程中，工程部专业监测人员通知安质部成员旁站，并将本日监测结果汇总报于安质人员，若出现地面沉降、基坑水平位移或格构柱位移距离超过预期，安质人员及时汇报至相关领导说明情况，寻求解决方案。

## 五、技术管理工作中的难点及痛点

余杭塘河钻孔桩驳岸位于河道内，现场采用拉森钢板桩进行止水及防护，但因土方出土进度影响，合理安排施工工序，降低钢板桩租赁费用是控制难点；采取措施：与建设单位、设计单位沟通，对后续施工内容进行优化，取消了种植槽挡墙施工，抬高了原基础底标高，降低现场施工难度，缩短钢板桩租赁周期。

降水施工效果不佳，土方开挖前提前进行降水，开挖期间未见明水，但开挖出来的土方含水率较高，整体降水效果不明显，采取措施：现场采用明排与降水井相结合方式进行降水，多开挖排水沟与集水井，确保降水效果。

## 成果展示

### 绿色庭院式景观临建工程（绿色节能）建设技术

关键词：绿色节能 庭院式 景观 临建工程

#### 一、创新背景

##### 1.1 基本情况

生态环保问题日益严峻，政府全力监控生态环保工作，坚持“最高标准、最快速度、最实作风、最佳效果”要求，全力配合中央环保督察工作，动真碰硬解决环保突出问题，乘势推进美丽杭州建设，加快打造美丽中国样本、建设生态文明之都。余杭塘河流域水环境综合治理 PPP 项目是三公司在杭州地区第一个市政环保项目，如何彰显企业特色、打造一个具有特色的项目驻地，是前期工作的重中之重。由于项目临建施工任务重、周期短，为了节约施工周期、确保各施工工序同步进行，项目秉着多绿化、少硬化、节能化、人性化的特点，临建方案经过多次比选，最终选用绿色庭院式建筑风格。

##### 1.2 创新目的

###### 1、优化临建方案

本项目主要以景观绿化、水环境整治为主，通过项目部驻地建设对外展示我单位在类似工程中的施工能力是整个项目建设的初衷。作为宣传三公司的环保水务品牌，展示打造绿化景观实力，建立一个具有徽派特色的绿色庭院式项目部无疑是一个很好的选择，既能满足项目日常办公需要，也能确保竣工完成后项目驻地复耕易、搬迁方便。

###### 2、打造节能、环保项目部

秉承“节地、节能、节水、节材”理念，通过以下打造绿色环保节能项目驻地：（1）院内照明采用智能太阳能声光双控系统，节约用电；（2）采用 3D 打印技术施工景观连廊、景观桥和景观亭等，缩短了工期、节约材料、减少建筑垃圾对环境污染的同时，也降低了建造的能耗及人工成本。

###### 3、降低项目部建设资金投入

结合项目驻地选址范围的地形地貌，对建设用地进行微调整，使项目驻地错落有致，避免大量填挖土方，大面积种植绿化（后期用于水厂景观工程），减少项目混凝土及铺装工程量，美化环境，绿化后期可重复利用，节能造价。

#### 二、核心技术

### 2.1 创新点

1、仿真模拟分析优化临建方案，达到节约空间、美观、实用的目的；2、异形结构采用3D打印技术，节能、节材、提高工效；3、院内照明采用智能太阳能声光双控系统，节能环保；4、苗木院内预培移植技术，节约成本，美化环境。

### 2.2 施工流程

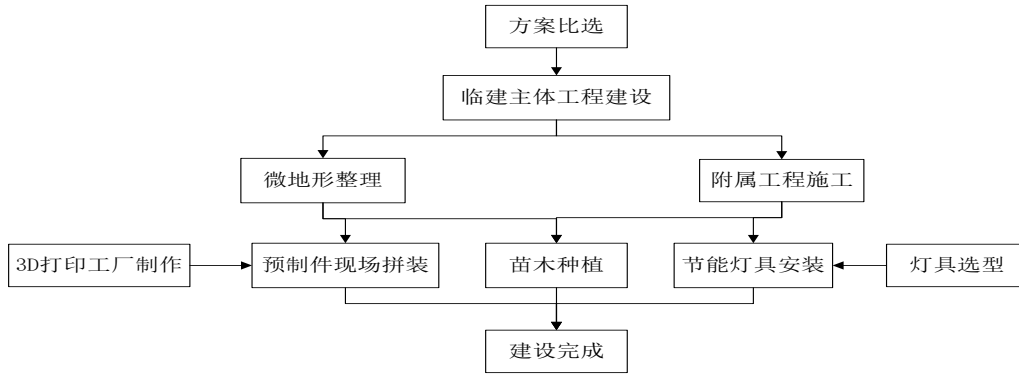


图1 施工流程图

### 2.3 施工要点

#### 2.3.1 方案比选

仿真模拟分析优化临建方案，达到节约空间、美观、实用的目的。



图2 方案 A



图3 方案 B

项目部建设共有四套建设方案，从中选出2个最优方案，为上图中的方案A、方案B，方案A是以中间广场喷泉为分界线左右对称式，左侧为篮球场、景观亭，右侧为景观连廊、绿化园林。方案B为庭院式建筑，进入大门后映入眼帘的是中央广场和喷泉，办公区为四合院式建筑，中间为景观亭及小型喷泉，生活区设置在四周，通过景观连廊相连。

通过上述两个方案的比选，方案B在经济、环保及社会效益上都大于方案A，最终选定方案B作为本项目的最终方案，方案B中的徽派园林式建筑相比方案A绿化布局更符合为合理，方案A中硬化铺装面积大，项目竣工后退耕还林难，不符合绿色环保设计理念。

### 2.3.2 临建主体工程建设

临建主体施工时仅对板房基础进行硬化，厂家制作完成后运至现场拼装，施工便捷，可回收利用，满足节能环保要求。



图4 主体板房施工

### 2.3.3 微地形整理

依据原地势情况，对建设用地进行微调整，避免大量填挖土方，减少人工机械投入。尽量减少土方的施工量，减少一些不必要的土方浪费而造成投资上的浪费，做到节约投资和缩短工期，对土方的“挖、填、运”进行必要的计算，做到心中有数、统筹安排，提高工作效率和经济效益。



图5 地形整理

### 2.3.4 附属设施施工

#### 1、3D 打印景观连廊、景观桥、景观亭施工

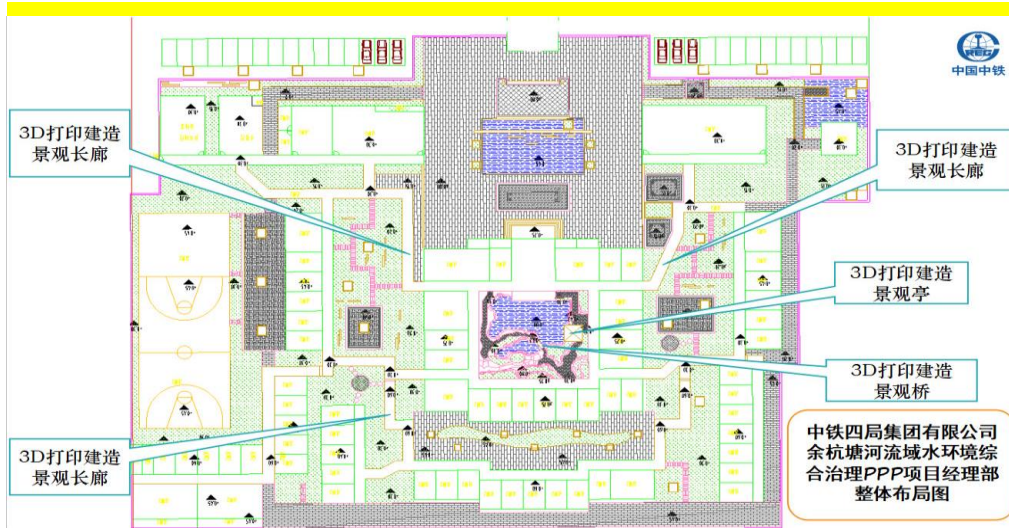


图 6 附属景观设施布置

项目景观连廊、景观桥、景观亭等部分为异形结构，通过 3D 打印机制作，将异形结构进行分解，各截面逐层叠加的方式直接制作。



a) 景观亭基础 3D 打印制作

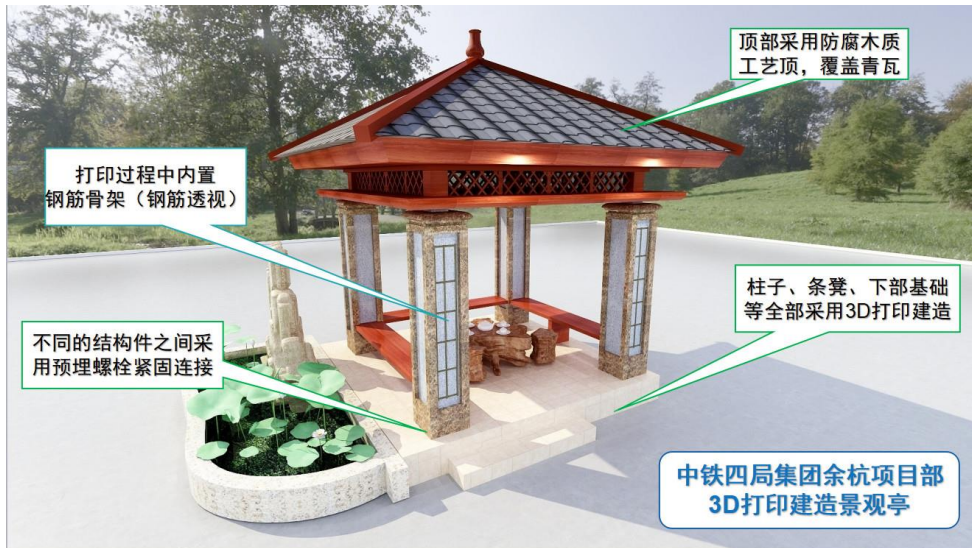


b) 景观连廊柱 3D 打印制作

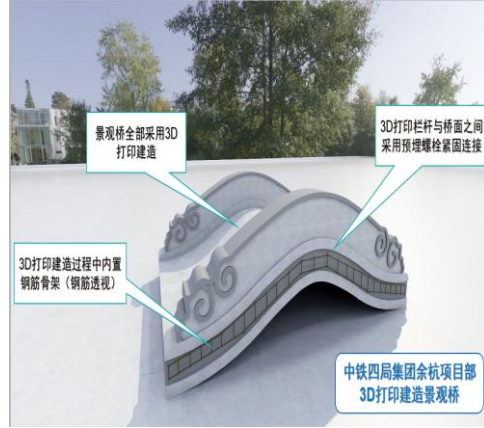


c) 景观桥 3D 打印制作

生产完成的基础与柱运至现场，通过预埋件焊接完成，在组装拼接完成后，人工对其进行相应的调整，对安装好的构件进行装饰装修，达到预期效果。



a) 景观亭安装



b) 景观连廊安装

c) 景观桥安装

## 2、绿化种植

主体结构施工完成后进行绿化种植，苗木院内预培移植技术，节约成本，美化环境。选择的绿化苗木品种及景观石为后期水厂地上公园拟用品种和施工现场需移植苗木，节约项目成本的同时，有效的增加了项目的舒适度，确保了资源重复利用。



图9 苗木施工完成后照片

### 3、环保节能设备安装

太阳能庭院灯利用太阳能光伏电池将阳光的光能转换提供电能,太阳能作为一种绿色环保的新能源,“取之不尽、用之不竭”,不含汞和氙等有害元素,利于回收和利用。

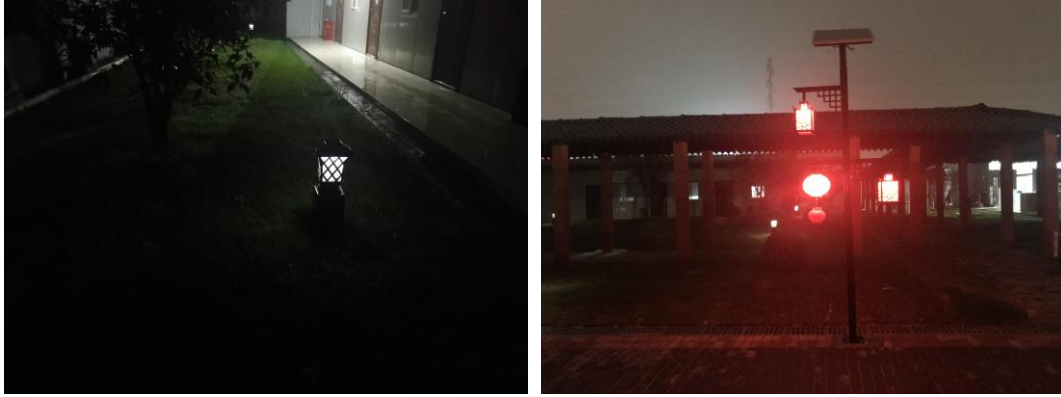


图 10 节能灯具

### 三、应用效果

#### 1、社会效益

绿色庭院式景观项目驻地完成后,邀请上级单位来我项目部指导工作,得到各单位的一致好评,即宣传了我公司的环保水务品牌,也展示了在环保水务模块的实力,为后期工作开展奠定坚实的基础。

#### 2、经济效益

苗木院内预培移植技术,项目驻地苗木将用于地理式污水处理厂地表公园建设,符合资源循环利用、绿色环保理念,部分减少投入约 23.5 万元,同时节约污水厂景观工程工期约 20 天,对项目按时完工具有重要意义;利用新工艺 3D 打印技术,相比传统施工工艺,减少了现场支模拆模、养护及工序交叉施工的影响,提高工效达 50%,节约工期约 15 天,减少人员、机械投入约 8 万元;硬化工程量的减少,有效降低了后续复耕建筑垃圾外运产生的费用约 7 万元;采用新型环保节能太阳能灯具减少用电量约 15000 度,节约用电约 1.8 万元,综上合计节约成本约 40.3 万元。

表 1 苗木经济效益分析

序号	节约费用项目	数量	价格(元)	备注
1	红枫	20 株	34951.4	在院内预培植,后期将用于污水处理厂景观工程建设
2	丛生南天竹	30 丛	2330.1	
3	金森女贞球	20 株	3883.4	
4	瓜子黄杨球	30 株	6407.7	
5	红叶石楠球	30 株	8155.2	

6	迎春小苗	100株	777	
7	麦冬	10袋	582.5	
8	铁树	2株	873.78	
9	花石榴	3株	757.29	
10	荷花	11株	2135.87	
11	百慕大草皮	3200m <sup>2</sup>	86976	
12	果岭草皮	3000m <sup>2</sup>	87390	
合计			235220.24	

表2 3D打印经济效益分析

序号	3D打印制作	旧工艺制作	数量	节约人工、材料、	备注
1	景观连廊	木质结构	140米	5万元	相比采用木质结构和钢筋砼支模、拆模，节约工期15天，
2	景观桥	钢砼结构	1座	1万元	
3	景观亭	木质结构	1座	2万元	
合计				8万元	

表3 环保节能经济效益分析

序号	费用项目	数量	经济效益	备注
1	智能太阳能声光双控系	节约电量15000度	1.8万元	每度电1.2元
2	复耕建筑垃圾外运	外运29车	7万元	每车20方，外
合计			8.8万元	

### 3、成果的实施效果

通过系列景观打造，最终建成了绿色庭院式的项目驻地。确保项目绿化覆盖面积达到70%以上，减少铺装硬化覆盖面积，有效降低后期复耕难度。园林景观中“绿色”、“庭院”二词着重体现，根据地势条件，设计微地形、景观连廊、景观喷泉、景观亭等，既满足项目生活办公需要，也符合绿色庭院景观效果要求，为后期工作的开展奠定良好基础。





## 移动式配电系统在施工现场的应用

关键词：移动式配电系统、用电安全

### 一、创新背景

#### 1.1 基本情况

咸阳路污水处理附属管网工程再生水管道长度约 8km，线路长，作业点位分散，各区域施工周期较短，施工流动性大，临时用电采用接驳地方输电线路方式时，线路电压降大，且本地区接驳电力成本高，不适合本项目。故本项目施工用电采用柴油发电机发电，但是由于现场施工区域不固定，需经常转移场地，电力线路也需要频繁进行拆除、连接，不利于现场安全用电管理，存在用电安全隐患。

#### 1.2 创新目的

通过采用移动式配电系统，减少转移过程中各级配电箱重复拆除及连接过程，在保证施工现场临时用电安全的同时，提高转场效率，便于现场快速施工。

### 二、核心技术

#### 2.1 创新点

通过制作移动式配电系统，将各级配电箱集成在一个移动小车上，各配电箱间按照要求规范连接，减少了在转场过程中重复拆除、连接各级配电箱的过程，同时，避免了各级配电箱在现场随意摆放和连接线路拖地情况。在转场时，只需采用施工车辆将发电机与移动式配电系统拖至作业区域，连接发电机与移动式配电系统即可。相对于传统方式需将各级配电箱间电线全部重新拆除后采用运输车辆拉运至新场地后重新按照顺序逐一连接的方式，移动式配电系统在保证用电安全的同时提高了作业效率。

#### 2.2 工装组成

移动式配电系统有两大部分组成，即独立发电机与集成式配电小车，配电小车将一级、二级配电箱与开关箱集成在一起形成一固定装置，详见下图：



移动式配电小车

移动配电小车主要由以下部件制成：

序号	材料名称	数量	单位	备注
1	一级配电箱	1	个	配套接地装置
2	二级配电箱	2	个	配套接地装置
3	三级配电箱	6	个	配套接地装置
4	240/70R 16 轮胎	2	个	
5	槽钢	20	m	
6	SC50 钢管	10	m	
7	灭火器	1	组	
8	彩钢板	25.5	m <sup>2</sup>	
9	电缆支墩	8	个	
10	电缆	20	m	各配电箱之间连接 接线

### 2.3 工装应用

移动式配电系统主要适用于施工线路长，各区域施工周期较短，施工点位分散，施工流动性大的施工现场。

## 三、应用效果

### 3.1 成果取得的工期效益

传统式配电系统，一个区域施工完成后，转移至下一区域施工，重复拆除、安装临时用电需要时间为 0.5 天；而使用移动式配电系统，临时用电系统转场时只需要拆除发电机与移动小车上的一级配电箱间电缆，移动小车和发电机整体移动至下一施工区域，按标准安装完成到使用只需要 1 小时，大大节约了安装时效，给予施工充足的时间，有效节省了工期，总体工期节省 17 天。

工期计算表

总工程量	传统式配	移动式配	节约工期
7924	192	336	17

### 3.2 成果取得的经济效益

移动式配电系统，需要转移下一施工区域时，只需用施工车辆将发电机和移动小车拖至施工区域，连接简单、快捷，而传统式配电系统，转移时需耗费大量的人力、物力，且重复安装耗时较长，造成施工成本增加。

### 3.2 安全效益

现场施工区域流动性较大，施工区域较长，区域施工周期较短，用传统式配电系统，各级配电箱间电缆线错综复杂，且转场反复拆除、安装频率较高，管理难度较大，安全隐患风险较高；移动式配电系统，整体转移后，只需连接发电机与移动小车上一级配电箱，减少重复拆装频次，降低安全隐患。

## 视野开拓

### 常见污水处理工艺介绍

#### 一.物理法:

- 1.沉淀法: 主要去除废水中无机颗粒及 SS;
- 2.过滤法: 主要去除废水中 SS 和油类物质等;
- 3.隔油: 去除可浮油和分散油;
- 4.气浮法: 油水分离、有用物质的回收及相对密度接近于 1 (水的密度近似 1) 的悬浮固体;
- 5.离心分离: 微小 SS 的去除;
- 6.磁力分离: 去除沉淀法难以去除的 SS 和胶体等。

#### 二.化学法:

- 1.混凝沉淀法: 去除胶体及细微 SS;
- 2.中和法: 酸碱废水的处理;
- 3.氧化还原法: 有毒物质、难生物降解物质的去除;
- 4.化学沉淀法: 重金属离子、硫离子、硫酸根离子、磷酸根、铵根等的去除。

#### 三.物理化学法:

- 1.吸附法: 少量重金属离子、难生物降解有机物、脱色除臭等;
- 2.离子交换法: 回收贵金属, 放射性废水、有机废水等;
- 3.萃取法: 难生物降解有机物、重金属离子等;
- 4.吹脱和汽提: 溶解性和易挥发物质的去除。

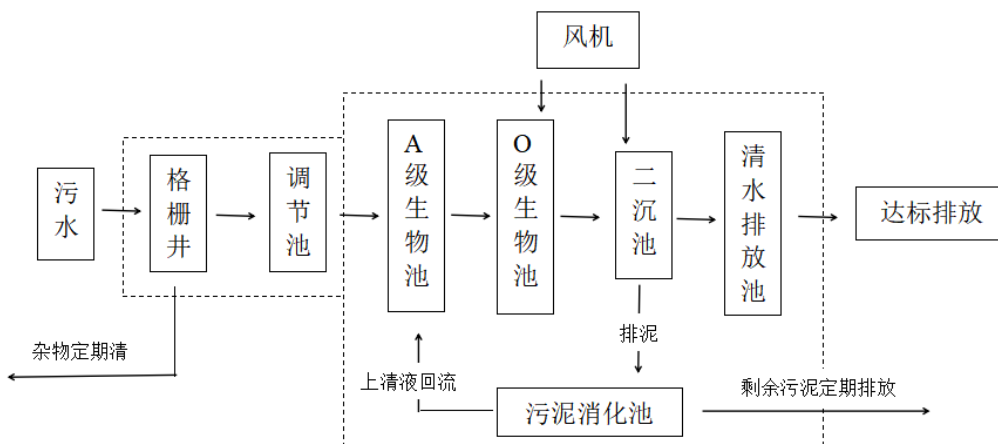
#### 四.生物法

- 1.活性污泥法: 废水生物处理中微生物(micro-organism)悬浮在水中的各种方法的统称。

##### (1) SBR 法

序列间歇式活性污泥法 (Sequencing Batch Reactor Activated Sludge Process) 的简称, 是一种按间歇曝气方式来运行的活性污泥污水处理技术, 又称序批式活性污泥法。

工艺流程图：



SBR技术的核心是SBR反应池，该池集均化、初沉、生物降解、二沉等功能于一池，无污泥回流系统。

**优点：**

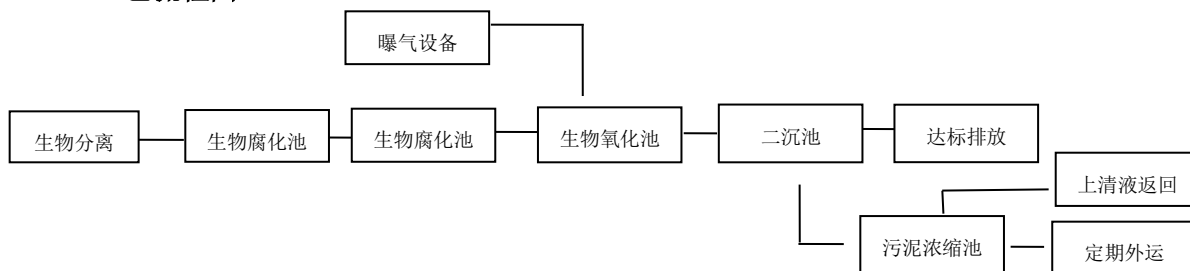
- 1) 工艺简单，节省费用；
- 2) 理想的推流过程使生化反应推力大、效率高；
- 3) 运行方式灵活，脱氮除磷效果好；
- 4) 防治污泥膨胀的最好工艺；
- 5) 耐冲击负荷、处理能力强。

**(2)CASS法**

CASS法是SBR法的改进型，特点是占地小、运行费用低、技术成熟、工艺稳定。

CASS法是在CASS反应池前部设置生物选择区，后部设置可升降的自动滗水装置。

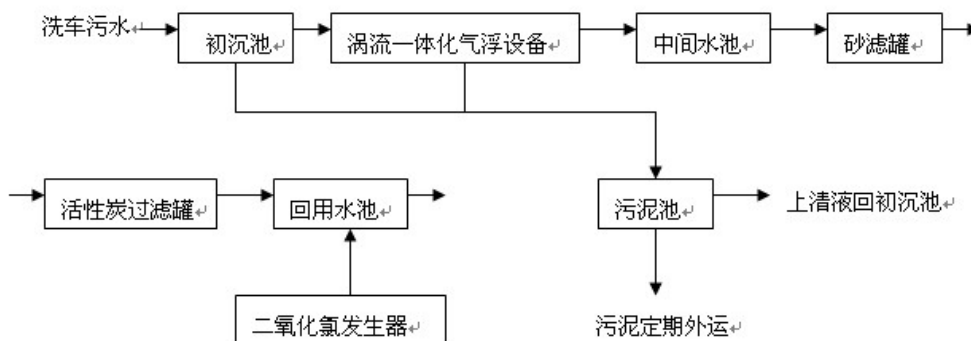
工艺流程图：



**(3) AO法**

AO工艺法也叫厌氧好氧工艺法，A(Anacrobic)是厌氧段，用于脱氮除磷；O(Oxic)是好氧段，用于除水中的有机物。

工艺流程图：



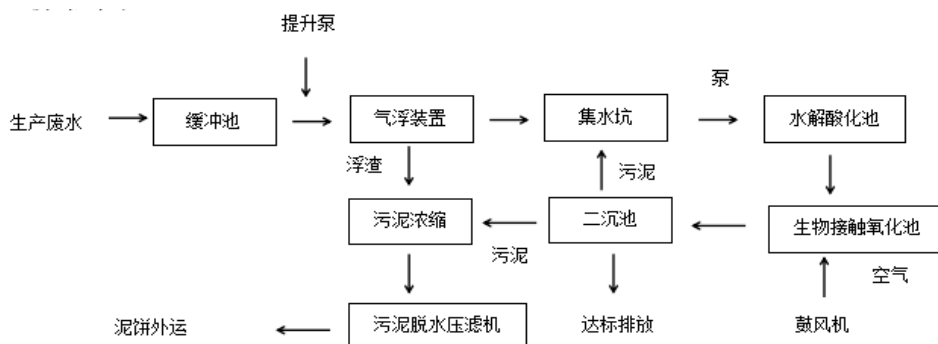
优点：

- 1) 系统简单，运行费低，占地小；
- 2) 以原污水中的含碳有机物和内源代谢产物为碳源，节省了投加外碳源的费用；
- 3) 好氧池在后，可进一步去除有机物；
- 4) 缺氧池在先，由于反硝化消耗了部分碳源有机物，可减轻好氧池负荷；
- 5) 反硝化产生的碱度可补偿硝化过程对碱度的消耗。

#### (4) AAO 法

AAO 法又称 A2O 法，是英文 Anaerobic-Anoxic-Oxic 第一个字母的简称（厌氧-缺氧-好氧法），是一种常用的污水处理工艺，可用于二级污水处理或三级污水处理，以及中水回用，具有良好的脱氮除磷效果。

工艺流程图：



优点：

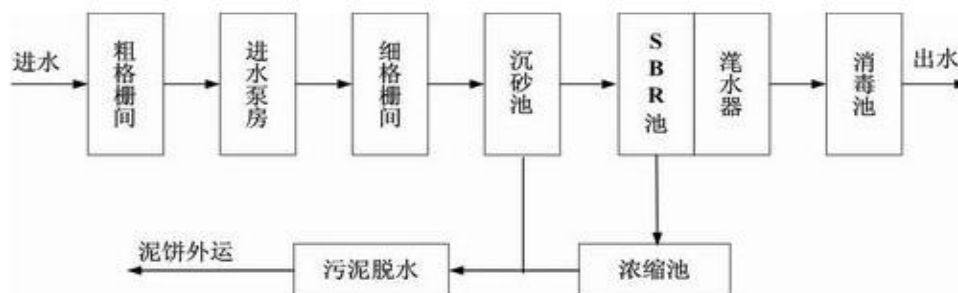
- 1) 本工艺在系统上可以称为最简单的同步脱氮除磷工艺，总水力停留时间少于其他类工艺；
- 2) 在厌氧（缺氧）、好氧交替运行条件下，丝状菌不能大量增殖，不易发生污泥丝状膨胀，SVI 值一般小于 100；

- 3) 污泥含磷高，具有较高肥效；
- 4) 运行中勿需投药，两个A段只用轻轻搅拌，以不增加溶解氧为度，运行费用低；

### (5) 氧化沟法

氧化沟是活性污泥法的一种变型，其曝气池呈封闭的沟渠型，所以它在水力流态上不同于传统的活性污泥法，它是一种首尾相连的循环流曝气沟渠，污水渗入其中得到净化，最早的氧化沟渠不是由钢筋混凝土建成的，而是加以护坡处理的土沟渠，是间歇进水间歇曝气的，从这一点上来说，氧化沟最早是以序批方式处理污水的技术。

#### 工艺流程图：



#### 优点：

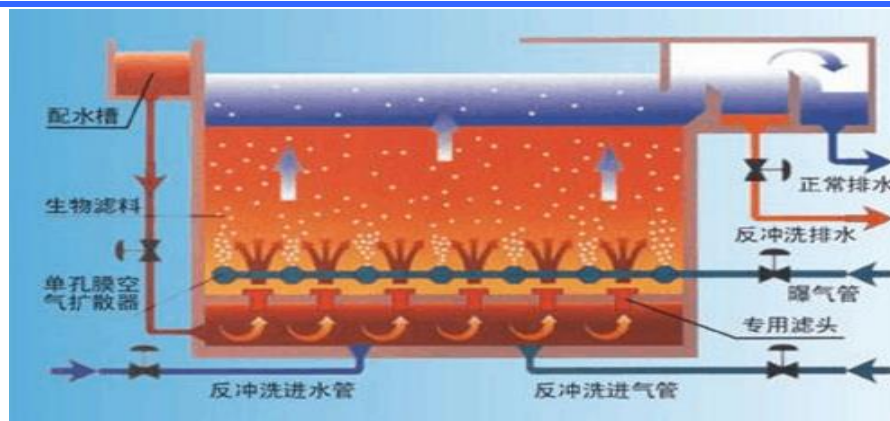
除具有一般活性污泥法的优点外，还具有许多独特的特性：

- 1) 流程简化，一般不需设初沉池。氧化沟水力停留时间和污泥龄较长，有机物去除较为彻底，剩余污泥高度稳定，污泥一般不需厌氧消化。
- 2) 氧化沟具有推流特性，因此沿池长方向具有溶解氧梯度，分别形成好氧、缺氧和厌氧区。通过合理设计和控制可使N和P得到较好地去除。
- 3) 操控灵活，如曝气强度可以通过调节转速或通过出水溢流堰来改变曝气机的淹没深度；交替式氧化沟各沟间交替运行的动态控制等。
- 4) 在技术上具有净化程度高、耐冲击、运行稳定可靠、操作简单、运行管理方便、维修简单、投资少、能耗低等特点。

**2.生物膜法：**利用固着在惰性材料表面的膜状生物群落处理污水或废气的方法。生物滤池法、生物接触氧化法和生物转盘法均属于此种方法。

#### (1) 生物滤池

一种用于处理污水的生物反应器，内部填充有惰性过滤材料，材料表面生长生物群落，用以处理污染物。

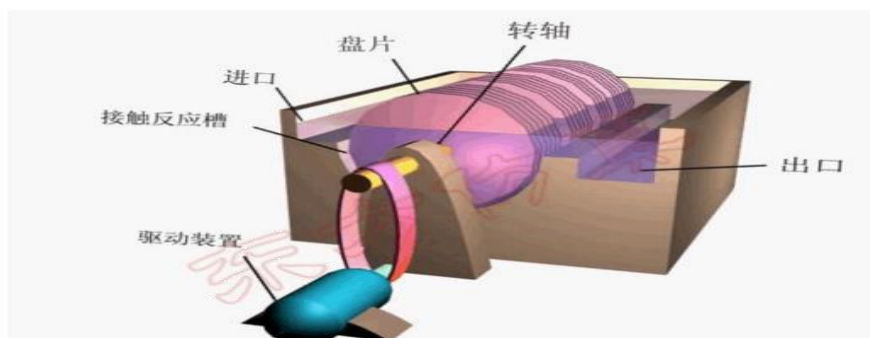


### 优点:

- 1) 生物滤池的处理效果非常好，在任何季节都能满足各地最严格的环保要求。
- 2) 不产生二次污染。
- 3) 微生物能够依靠填料中的有机质生长，无须另外投加营养剂。因此停工后再使用启动快，且能迅速恢复最佳使用效果。
- 4) 生物滤池缓冲容量大，能自动调节浓度高峰使微生物始终正常工作，耐冲击负荷的能力强。
- 5) 运行采用全自动控制，非常稳定，无须人工操作。易损部件少，维护管理非常简单，基本可以实现无人管理，工人只需巡视是否有机器发生故障。
- 6) 生物滤池的池体采用组装式，便于运输和安装；在增加处理容量时只需添加组件，易于实施；也便于气源分散条件下的分别处理。
- 7) 此类过滤形式的生物滤池能耗非常低，在运行半年之后滤池的压力损失也只有 500Pa 左右。

### (2) 生物转盘

一种好氧处理污水的生物反应器，由水槽和一组圆盘构成，圆盘下部浸没在水中，圆盘上部暴露在空气中，表面生长有生物群落，转动的转盘周而复始接触污水和空气中的氧，使污水得到净化。



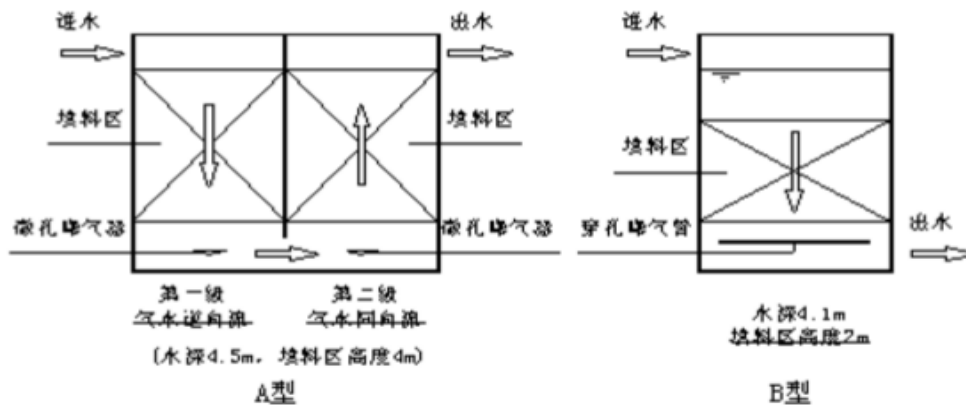
**优点:**

- 1) 具有占地面积小、结构紧凑;
- 2) 能耗低、处理效率高;
- 3) 管理方便、操作容易;

特别适用于中小型畜禽加工厂污水处理。

**(3) 生物接触氧化池**

结构包括池体, 填料, 布水装置, 曝气装置。工作原理为: 在曝气池中设置填料, 将其作为生物膜的载体。待处理的废水经充氧后以一定流速流经填料, 与生物膜接触, 生物膜与悬浮的活性污泥共同作用, 达到净化废水的作用。

**优点:**

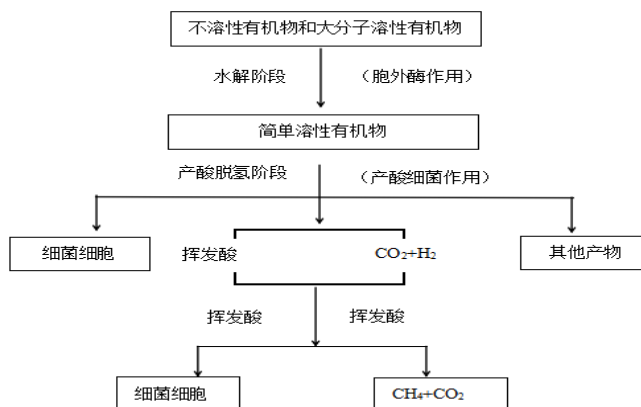
- 1) 容积负荷高, 耐冲击负荷能力强;
- 2) 具有膜法的优点, 剩余污泥量少 ;
- 3) 具有活性污泥法的优点, 辅以机械设备供氧, 生物活性高, 泥龄短;
- 4) 能分解其它生物处理难分解的物质;
- 5) 容易管理, 消除污泥上浮和膨胀等弊端。

**3. 厌氧生物处理法:** 包括厌氧消化、水解酸化池、UASB 等。

厌氧生物处理法是利用兼性厌氧菌和专性厌氧菌将污水中大分子有机物降解为低分子化合物, 进而转化为甲烷、二氧化碳的有机污水处理方法, 分为酸性消化和碱性消化两个阶段。

在酸性消化阶段。由产酸菌分泌的外酶作用, 使大分子有机物变成简单的有机酸和醇类、醛类、氨、二氧化碳等; 在碱性消化阶段, 酸性消化的代谢产物在甲烷细菌作用下进一步分解成甲烷、二氧化碳等构成的生物气体。

这种处理方法主要用于对高浓度的有机废水和粪便污水等处理。



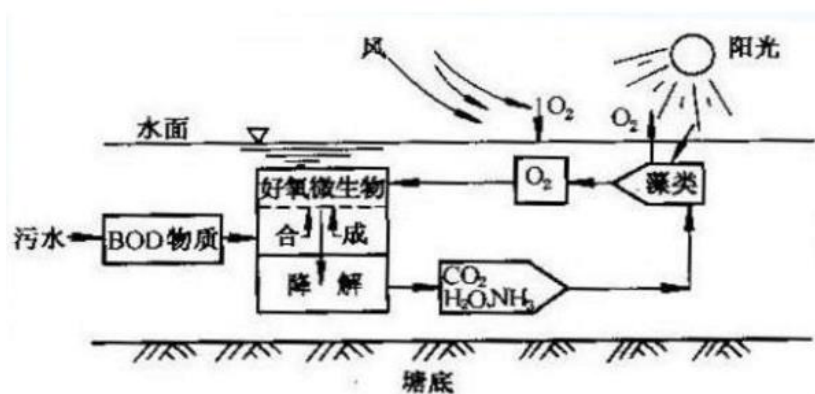
优点:

- 1) 能耗低;
- 2) 可回收生物能源 (沼气);
- 3) 每去除单位质量底物产生的微生物 (污泥) 少;
- 4) 整个过程不需要氧气, 因而不受传氧能力限制, 对有机物具有很高的负载力。

#### 4. 自然条件下的生物处理法

##### (1) 稳定塘

将土地进行适当的人工修整, 建成池塘, 并设置围堤和防渗层, 依靠塘内生长的微生物来处理污水。



优点:

- 1) 能充分利用地形, 结构简单, 建设费用低。
- 2) 可实现污水资源化和污水回收及再用, 实现水循环, 既节省了水资源, 又获得了经济收益。
- 3) 处理能耗低, 运行维护方便, 成本低。

- 4) 美化环境, 形成生态景观。
- 5) 污泥产量少。
- 6) 能承受污水水量大范围的波动, 其适应能力和抗冲击和能力强。

## (2) 土地处理法

用土壤和植物改善水质的方法的统称。同时利用废水的水分和养分滋养土地。

土地处理法主要有灌溉、漫灌和高灌率渗透三个方法。

现代污水处理技术, 按处理程度划分, 可分为一级、二级和三级处理。

一级处理, 主要去除污水中呈悬浮状态的固体污染物质, 物理处理法大部分只能完成一级处理的要求。经过一级处理的污水, BOD 一般可去除 30%左右, 达不到排放标准。一级处理属于二级处理的预处理。

二级处理, 主要去除污水中呈胶体和溶解状态的有机污染物质(BOD, COD 物质), 去除率可达 90%以上, 使有机污染物达到排放标准。

三级处理, 进一步处理难降解的有机物、氮和磷等能够导致水体富营养化的可溶性无机物等。主要方法有生物脱氮除磷法, 混凝沉淀法, 砂滤法, 活性炭吸附法, 离子交换法和电渗析法等。

整个过程为通过粗格栅的原污水经过污水提升泵提升后, 经过格栅或者砂滤器, 之后进入沉砂池, 经过砂水分离的污水进入初次沉淀池, 以上为一级处理(即物理处理), 初沉池的出水进入生物处理设备, 有活性污泥法和生物膜法, (其中活性污泥法的反应器有曝气池, 氧化沟等, 生物膜法包括生物滤池、生物转盘、生物接触氧化法和生物流化床), 生物处理设备的出水进入二次沉淀池, 二沉池的出水经过消毒排放或者进入三级处理, 一级处理结束到此为二级处理, 三级处理包括生物脱氮除磷法, 混凝沉淀法, 砂滤法, 活性炭吸附法, 离子交换法和电渗析法。二沉池的污泥一部分回流至初次沉淀池或者生物处理设备, 一部分进入污泥浓缩池, 之后进入污泥消化池, 经过脱水和干燥设备后, 污泥被最后利用。

## 我国目前污水处理现状

污泥是由水和污水处理过程所产生的固体沉淀物质，其中含有大量有毒的工业化合物、病毒细菌、重金属离子等，同时大量未经处理的工业废水直接排入附近的水体，致使受纳水体水质受到严重污染。在目前水资源严重紧缺的情况下，排泥水处理以及污泥处置的重要意义越来越受到人们的重视。

### 1.我国污水水处理现状

由于我国对污水污泥处理问题仍存在大量问题，并且处于污水处理厂的那方，往往出于完成任务的心态，只是稍微对污水进行处理，而对污泥的处理问题视而不见，再加之污泥处理问题起步较晚，问题较多，国内正在运行的污水处理厂仍然没有重视、正视污水污泥处理问题，大部分的污水处理厂只是简单的对污水污泥进行浓缩处理，没有对污水污泥进行稳定化、无害化的处理，更没有最终的明确的处置的途径。更有的地区则将污泥进行干燥化处理，打包做为用农业肥料，批量卖给农民作为农业肥料。既没有对里面的重金属含量进行检测，也没有对其中的微生物进行消毒，而这些污染物通过大气、水、食物链等多种途径造成二次污染，危及人类健康。

### 2.水厂污水水处理设计

#### 2.1生活污水

通常以城市生活污水为例污水水处理，只需经过一级处理与简单的二级处理即可达到城市中水使用的水质要求。膜生物反应器是指将膜分离技术中的超微滤技术与污水处理中的传统活性污泥法相结合，用膜组件代替活性污泥法的二次沉淀池进行固液分离，达到去除悬浮物、细菌及大分子有机物的目的。MBR具有出水水质好，容积负荷高，占地面积小，剩余污泥产量低，操作管理方便等优点。

#### 2.2医院污水

##### 2.2.1氯消毒

氯消毒常用的有液氯法和次氯酸钠法。液氯法是20世纪80年代国内最流行的方法，技术成熟，价格便宜，设备故障率和成本均明显低于臭氧法，但氯气泄漏现象时有发生，且易产生二次污染物：次氯酸钠法是20世纪90年代应用于最多的方法，设备投资少，运行费用低，安全可靠，易管理，对于药源可靠的地区在污水消毒中得到广泛应用，但消毒作用不如氯气强。

##### 2.2.2过氧化物消毒

过氧化物消毒剂最常用的有二氧化氯和臭氧。二氧化氯与氯消毒的特性不同，它的杀菌机制主要是二氧化氯分子渗入细胞内，将核酸氧化，以快速抑制微生物蛋白质的合成来破坏微生物的生存的。二氧化氯是被世界卫生组织确认的一种高效强力杀菌剂，是国际上公认的氯系列消毒最理想的更新替代产品，为国家环境保护总局所推荐的，其最大的优点在于与腐殖质或有机物反应几乎不产生发散性有机卤物，不生成并抑制生成致癌物三卤甲烷，也不与氨及氨基化合物反应。

### **2.2.3 臭氧消毒法**

臭氧是一种极强的氧化剂，杀菌效果好，接触时间短，氯的杀菌作用是渐时的，而臭氧的灭菌作用是快速、瞬时的。另外，臭氧不仅完全不产生致癌的三卤甲烷，还能有效地降解和消除污水中的色、臭、味、酚、氰等污染物，除臭脱色效果好，使水溶解增加，现在西欧国家普遍使用，但投资大，设备故障率高电耗大，费用较氯化消毒高，而且由于臭氧化学性质极不稳定，直接带了臭氧消毒的缺点，无法贮存，不易运输，臭氧消毒后水中不能维持剩余臭氧，对细菌的生长难以控制，控制和检测O<sub>3</sub>均需一定的技术，管理难度大。

### **2.2.4 紫外线辐照消毒**

此类方法具有广谱杀菌性、能够有效地杀灭各种病菌、细菌和原生菌，作为一种物理消毒方法，无毒性、蓄积毒性和腐蚀作用，操作简单，不加化学药剂，不产生二次污染消毒后的水无残留辐射，但缺点是紫外光源寿命短，若光照强度低时，杀菌效率不高，且无后续作用，不能大规模应用。

## **2.3 工业污水**

由于工业污水含有大量的金属离子，如汞、铬、镉等，以及碱、硫化物和盐类等无机物而显出独特的颜色，污染性很强。如果被直接进入水生生态系统中，微生物不但不能降低重金属的浓度，相反还能富集、放大其效应。据研究表明：重金属进入生物体后，能积累在某器官中造成累积性中毒，最终危害生命。污水中污染无机物有的恶化水质，危害水生生物，危害农业；有的使人慢性中毒，破坏人体的正常生理过程，其中重金属对人体危害最大，甚至致癌。然而工业污水无机物构成千差万别，最为有效的方法为工厂内生污水直接净化，即直接在工业厂房或其附近采用有针对性的用污水处理方法。现在，工业污水的直接净化技术是国家节能减排战略中非常具有生命力的前沿技术。

## **3. 污泥处理设计方法**

### **3.1 卫生填埋**

卫生填埋优点是投资省、实施快、方法简单、处理规模大，缺点是对污泥的土力学性质要求较高，需要大面积的场地和大量的运输费用，地基需作防渗处理以防地下水污染等。填埋目前仍是我国污泥处置的重要方法之一，但是从长远看，常规填埋是一种不可循环的最终处置方式，需要大面积的土地，其应用比例将会逐渐减少。

### **3.2海洋倾倒**

对于那些靠近海岸的大型污水处理厂来说，将其液态污泥排海是一种方便的污泥处置方法，但投海会污染海洋，对海洋生态系统和人类食物链造成威胁，为此，污泥海洋倾倒已受到越来越多的反对，不得在水体中处置污泥。

### **3.3土地利用**

我国是一个农业大国，无论是从经济因素，还是从肥效利用因素出发，污泥的土地利用是符合我国国情的处置方法。污泥农用从我国具体情况来说是最可行、最现实的处置方案。污泥农用可大量处置污泥，原则上只有污泥达到国家有关标准就可用于农田；污泥参与农田的自然物质循环过程，污泥中的氮、磷、钾、有机质和微量元素是良好的农用肥料，对农作物有增产作用；污泥中的有机质、腐殖质可改善土壤结构，是良好的土壤改良剂；污泥农业利用使生产费用降低，适合我国目前的经济发展状况。

## 垃圾焚烧项目行业前景分析

随着国家对环境保护重视程度的加大,固废处理作为环境治理的主要项目之一受到了越来越多的关注,国家层面持续出台政策,推动我国固废处理行业的发展。2018年1月,《中华人民共和国环境保护税法》中,尤其针对固废处理企业提出了减免和税收优惠政策;在《“十三五”生态环境保护规划》和《“十三五”全国城镇生活垃圾无害化处理设施建设规划》中分别针对工业固废处理和城市生活固废处理提出了指导意见,制定了发展目标。这些政策的出台,都将助推我国固废处理行业市场规模持续扩大

### 一、国内现状

近年来,在“垃圾围城”日益严峻的形势下,垃圾焚烧发电作为“减量化、无害化、资源化”处置生活垃圾的最佳方式,引起国家高度重视与关注。根据今年年初出台的《“十三五”全国城镇生活垃圾无害化处理设施建设规划》,“十三五”期间,全国城镇生活垃圾无害化处理设施建设总投资约 2518.4 亿元;到 2020 年城镇生活垃圾垃圾焚烧处理能力要占总无害化处理能力的 50%以上。

随着人口数量和经济总量的增长,生活垃圾的排放量也在逐年增加,随之生活垃圾清运量也在不断增加。根据国家统计局数据,2011-2017年,我国生活垃圾排放量呈逐年递增趋势,随着城镇化率增长速度加快,2015年开始,生活垃圾清运量增速始终保持在 5%以上,2017年,我国生活垃圾清运量为 21520.9 万吨,较上年同比增长 5.69%;预计 2018 年我国生活垃圾清运量约为 22900 万吨。生活垃圾排放量的增加,推动生活垃圾无害化处理需求的释放。

随着生活垃圾清运量的不断增长,无害化处理需求得到释放,其中,焚烧无害化处理增长更为迅猛。2011-2018年,我国生活垃圾焚烧处理量逐年增长,且增速始终保持在 12%以上,远远高于卫生填埋无害化处理量增长速度。2017年,我国生活垃圾焚烧处理量为 8463.3 万吨,较上年同比增长 14.70%;预计 2018 年,生活垃圾焚烧处理量将会达到 9520 万吨以上。

《十三五全国城镇生活垃圾无害化处理建设规划》中指出,到 2020 年城市生活垃圾焚烧处理能力占无害化处理能力的比例达到 50%。各地政府根据《规划》目标纷纷制定符合当地情况的城市生活垃圾无害化处理建设规划,截至 2019 年 1 月,已有 15 个省市地区出台建设规划,制定“十三五”城市生活垃圾无害化建设具体目标。

我国自 1985 年在深圳首次建造垃圾焚烧发电厂以来,经历了 30 多年的发展与探索,在

最近几年才形成稳定的产业格局。截至 2016 年底，全国已投产生活垃圾焚烧发电项目 273 个，分布在 28 个省（直辖市、自治区）的 23 个省会城市、113 个地级城市以及 74 个县，并网装机容量合计 543 万千瓦，年发电量约 298 亿千瓦时。543 万千瓦的垃圾发电项目，年垃圾处理量超过 8000 万吨，占全国县级以上城市与城镇（不含农村）生活垃圾清运量比重 30%以上。

截至 2017 年 6 月，合计投产项目 296 个，装机容量 624.8 万千瓦，预计到 2018 年初，装机容量将超过 680 万千瓦，年发电量超过 350 亿千瓦时，年垃圾处理量超过 1.05 亿吨，占全国城镇垃圾清运量的比重为 35%以上。根据《生物质能发展“十三五”规划》，到 2020 年我国城镇生活垃圾焚烧发电装机容量将达到 750 万千瓦；《可再生能源发展“十三五”规划实施的指导意见》则提出了垃圾焚烧发电“十三五”规划布局，明确在 30 个省（直辖市、自治区）及新疆生产建设兵团布局 529 个垃圾焚烧发电项目，装机容量 1022 万千瓦；根据《“十三五”全国城镇生活垃圾无害化处理设施建设规划》（发改环资[2016]2851 号），截至 2020 年底，设市城市生活垃圾焚烧处理能力占无害化处理总能力的 50%以上，其中东部地区达到 60%以上。因此，从宏观总体而言，全国垃圾焚烧发电产业发展势头良好，垃圾焚烧发电已成为垃圾处理的一种主流方式。

指标	2018年	2017年	2016年	2015年	2014年
① 生活垃圾清运量(万吨)		21520.9	20362.0	19141.9	17860.2
① 无害化处理厂数(座)		1013	940	890	818
① 生活垃圾卫生填埋无害化处理厂数(座)		654	657	640	604
① 生活垃圾堆肥无害化处理厂数(座)					
① 生活垃圾焚烧无害化处理厂数(座)		286	249	220	188
① 生活垃圾无害化处理能力(吨/日)		679889	621351	576894	533455
① 生活垃圾卫生填埋无害化处理能力(吨/日)		360524	350103	344135	335316
① 生活垃圾堆肥无害化处理能力(吨/日)					
① 生活垃圾焚烧无害化处理能力(吨/日)		298062	255850	219080	185957
① 生活垃圾无害化处理量(万吨)		21034.2	19673.8	18013.0	16393.7
① 生活垃圾卫生填埋无害化处理量(万吨)		12037.6	11866.4	11483.1	10744.3
① 生活垃圾堆肥无害化处理量(万吨)					
① 生活垃圾焚烧无害化处理量(万吨)		8463.3	7378.4	6175.5	5329.9
① 粪便清运量(万吨)			1299.2	1436.8	1552.0
① 粪便无害化处理量(万吨)			647.1	673.7	692.0
① 生活垃圾无害化处理率(%)		97.7	96.6	94.1	91.8

图：国内近五年生活垃圾处理统计表

## 二、国外现状

世界垃圾焚烧发展演变带来成长契机垃圾焚烧发电行业经历了上百年的发展历史。在出

现垃圾焚烧技术之前，主要通过填埋的方式来处理垃圾，但填埋方法不当引发了传染病的蔓延，人们不得不寻找新的垃圾处理途径。1896年德国汉堡建起了世界上最早的垃圾焚烧处理厂，自此人类开始对垃圾进行科学处理、资源化利用的新里程。垃圾焚烧是产业革命的产物，也是垃圾处理现代化的开始。回望历史，垃圾焚烧的推进演变可分为三个阶段：萌芽阶段、发展阶段和成熟阶段，反映了垃圾焚烧技术不断更新进步、城市生活垃圾不断增多、人类环保意识不断加强的发展趋势。

丹麦哥本哈根垃圾焚烧发电厂：于2017年建成；该厂配备的是目前最先进的设备和技术，能源利用率比原来提升了25%。建成后，每年将焚烧来自50万~70万居民和4.6万个公司、机构超过40万吨的垃圾，可为约16万户家庭供热，给6.25万户家庭供电。

同属欧洲的德国也是垃圾焚烧发电应用最为广泛的国家之一。据2011年数据显示，当年德国城市固体垃圾中回收利用比例为65%，焚烧处理比例为35%。2015年6月1日起，德国正式禁止填埋未经处理过的垃圾。

截至2011年，德国境内共有75座垃圾焚烧发电厂，法国有129座、英国有25座。近五年来，德国、奥地利、爱尔兰、挪威等国家都有新建垃圾焚烧发电厂。

在日本，垃圾通过焚烧处理已是普遍做法。例如，在东京这样的大城市，其核心的23个区中的多数区都有一两处垃圾焚烧发电厂，高大的烟筒就位于繁华的市中心，与居民区和睦相处。据了解，截至2012年，日本就有1188座垃圾焚烧发电厂。

日本环境省数据表明，2012年日本普通垃圾总量为4522万吨，其中直接焚烧的占垃圾总处理量的79.8%，填埋的仅占1.3%。同时，规模较大的生活垃圾焚烧厂的数量和处理能力都在不断增加和提高。

### 三、垃圾焚烧方式

垃圾焚烧发电厂的主要设备有焚烧炉、余热锅炉、烟气净化系统等。

焚烧炉是一种将废气、废液、固体废弃物燃料、医疗垃圾、生活废品、动物尸体等进行高温焚烧，达到量化数减少或缩小的一种环保设备，同时达到利用部分焚烧介质的热能的一种产品。焚烧炉由驱动装置、燃烧室及辅助设施组成，可分为固定焚烧炉和活动焚烧炉。

余热锅炉由锅筒、活动烟罩、炉口段烟道、斜1段烟道、斜2段烟道、末1段烟道、末2段烟道、加料管（下料溜）槽、氧枪口、氮封装置及氮封塞、人孔、微差压取压装置、烟道的支座和吊架等组成。余热锅炉按燃料分为燃油余热锅炉、燃气余热锅炉、燃煤余热锅炉及外媒余热锅炉等。按用途分为余热热水锅炉、余热蒸汽锅炉、余热有机热载体锅炉等。

烟气净化系统包括依次相连的燃烧炉、布袋除尘器、脱硫塔和脱氮塔，脱硫塔中盛放有脱硫反应液，脱氮塔中盛放有脱氮反应液，布袋除尘器的输出端设有一伸入脱硫反应液中的第一输出管，脱硫塔的输出端设有一伸入脱氮反应液中的第二输出管，脱硫塔和脱氮塔中均设有一搅拌器，燃烧炉的输出端以及脱氮塔的输出端均设有一风机；还包括一废液储存罐，脱硫塔、脱氮塔的下端均设有一废液输出管，废液储存罐的上端设有一废液输入管，废液输出管与废液输入管可拆卸连接，废液输出管上设有一蝶阀。该烟气净化系统净化了垃圾焚烧过程中产生的烟气，消除烟气中的硫、氮有害成分，最终将净化后达标的气体排放到大气中，降低对大气的污染度。

目前主流的焚烧炉的型式可分为机械炉排焚烧炉、流化床焚烧炉、旋转焚烧炉。

### 1 机械炉排焚烧炉

机械炉排属于垃圾层燃焚烧炉，以炉排块构成炉床，靠炉排间的相对运动使垃圾不断翻动、搅拌并推向前进。原生垃圾投入料斗后进入炉排，在自身重力及炉排推动力作用下，不断被翻转疏松，使之干燥，以充分燃烧。炉排分为干燥区、燃烧区、燃尽区，垃圾依次通过炉排上的各个区域，直至完全燃尽排出。燃烧空气从炉排下部或侧面引入，并与垃圾充分混合，保证燃烧效率。正常运行时，炉温维持在  $850^{\circ}\text{C} \sim 950^{\circ}\text{C}$ ，一般情况下，燃烧发出的热量可以维持炉温，垃圾热值偏低的情况下，需要喷入燃料油作为辅助燃料。

#### （一）机械炉排炉的优点

- (1)单台炉的处理量大，国内目前已有  $800\text{t/d}$  的焚烧炉运行业绩，最大可达  $1200\text{t/d}$ 。
- (2)垃圾在焚烧炉内分布均匀，燃烧充分。运行时可根据炉内垃圾焚烧状况调整給料情况。
- (3)一般情况下，无需添加辅助燃料即可使炉内烟气温度在  $850^{\circ}\text{C}$  的条件下滞留时间不小于  $2\text{s}$ 。烟气中粉尘含量低，减轻了后续烟气净化系统的负荷，降低了运行成本。
- (4)技术成熟，设备运行时间达  $8000\text{h/a}$  以上。

#### （二）机械炉排炉的缺点

- (1)因炉排活动和固定等关键部件需高温合金钢制造，所以设备造价较高。
- (2)焚烧炉体积相对较大，相应的占地面积增加。
- (3)垃圾需要连续焚烧，不宜经常起炉和停炉。

### 2 流化床焚烧炉

不同于机械炉排炉的层燃方式，流化床焚烧炉采用流态化技术进行垃圾焚烧。通常在炉

内设置石英砂作为热载体，亦称之为床料。在焚烧垃圾前，先将炉内的热载体加热至 600℃ 以上，使之呈沸腾状流动，垃圾经破碎后投入炉内，流态化的垃圾与热载体充分混合，垃圾水分蒸发，温度升高后开始燃烧。

流化床焚烧炉由于有热载体的存在，燃烧稳定、对垃圾变化适应性好、燃烧热效率高。其缺点是对进炉垃圾粒度有要求，由于流化床焚烧炉采用流态化燃烧方式，因此垃圾中比重较大或直径较大的成分难以实现流态化，进行影响燃烧效率。因此要求垃圾在入炉前需将比重较大或直径较大的成分筛除，故需要增设大功率的垃圾破碎装置。此外，因垃圾入炉后直接燃烧，为提高燃烧效率，需要对入炉垃圾的含水量进行控制，在入炉前对垃圾进行预处理，降低含水率。此外，流化床锅炉检修相对较多，年运行时间相对较短，通常只有 6000~8000h。

### 3 回转窑焚烧炉

回转窑焚烧炉是在钢制圆筒内部衬设耐火涂料的可旋转锅炉，其沿轴线方向略有倾斜。垃圾由锅炉上部投入，炉体缓慢旋转，使垃圾不断翻转，并向炉尾移动。垃圾在炉内逐渐干燥、燃烧，燃烬后排至除渣装置。有时除旋转筒体外还配有前置推动炉排或后置推动炉排，前置炉排起干燥，后置炉排起燃烬作用。但其燃烧不易控制，垃圾热值低时燃烧困难。回转焚烧炉较多使用在热值较高的工业固体废弃物的焚烧上，在生活垃圾的焚烧中应用较少。

## 四、垃圾焚烧投入分析

垃圾焚烧发电厂分为特大类、I类、II类垃圾焚烧厂。

特大类垃圾焚烧厂：全厂总焚烧能力 2000t/d 及以上。

I类垃圾焚烧厂：全厂总焚烧能力 1200~2000t/d(含 1200t/d)；

II类垃圾焚烧厂：全厂总焚烧能力 600~1200t/d(含 600t/d)

垃圾焚烧发电建设投资大，运行成本高昂，政府部门负担较重。在珠三角的众多城市中，江门是唯一没有兴建垃圾焚烧发电厂的城市，《广东省江门市垃圾处理的存在问题和对策》的调研报告指出，虽然垃圾焚烧发电有诸多优点，但如建焚烧发电厂，最少设计日处理垃圾 1500 t，按处理每吨垃圾最低要建设投资 35 万元计算，总投资最少需要 5.25 亿元。

例：黄山市生活垃圾综合处理厂，是国内首个徽派园林式生活垃圾焚烧发电项目，也是安徽省 861 重点工程。项目建设规模为日处理垃圾 900 吨，一期工程选用目前国内最成熟、可靠的机械炉排炉技术。项目建成后，日处理垃圾量可达 600 吨，黄山市各地的生活垃圾将被定期运入进行无害化处理，实现生活垃圾无害化、减量化、资源化。建成后的黄山市生活垃圾综合处理厂，既可综合处理生活垃圾，又作为环保教育基地承担着黄山市学生的教育培

训任务，成为以现代化生产工艺为基础，集生产、办公、环保教育为一体，建筑风格融入徽派建筑文化元素的园林式能源再生基地。

工厂占地 22300 万平方米，总投资 4.13 亿元，拥有三座焚烧炉，1\*12MW 汽轮发电机组，日处理 270t 渗滤液处理站系统及配套辅助设施。年处理垃圾总量为 32.85 万吨。



## 五、垃圾处理效益内容方向收益

目前我国垃圾焚烧发电享有的经济扶持政策主要包括：

1、产品回购政策。电网企业全额收购电网覆盖范围内该发电项目的上网电量，电力调度机构优先调度可再生能源发电。

2、价格扶持政策。一是上网电价由价格主管部门按照有利于促进可再生能源开发利用和经济合理的原则确定。二是发改价格（2012）801号《国家发展改革委关于完善垃圾焚烧发电价格政策的通知》以生活垃圾为原料的垃圾焚烧发电项目，均先按其入厂垃圾处理量折算成上网电量进行结算，每吨生活垃圾折算上网电量暂定为 280 千瓦时，并执行全国统一垃圾发电标杆电价每千瓦时 0.65 元；其余上网电量执行当地同类燃煤发电机组上网电价。

3、税收优惠政策。其一，增值税。从 2001 年 1 月 1 日至今，我国对垃圾发电试行增值税即征即退的优惠政策。但对享受此优惠的垃圾焚烧发电企业的技术要求越来越全面，体现在垃圾实际使用量、垃圾用量占发电燃料的比重，生产排放的标准及其他设备要求、技术规范等，同时申报程序也逐渐规范起来（财税[2001]198 号，财税[2004]25 号，发改环资[2006]1864 号和财税[2008]156 号）。其二，营业税：《国家税务总局关于垃圾处置费征收营业税问题的批复》（国税函〔2005〕1128 号）处置垃圾取得的垃圾处置费，不征收营业税。

4、财政金融扶持政策，包括：

（1）项目可由银行优先安排基本建设贷款并给予 2% 财政贴息（计基础[1999]44 号）

（2）垃圾处理生产用电按优惠用电价格执行，对新建垃圾处理设施可采取行政划拨方式提供项目建设用地。

(3) 政府安排一定比例资金，用于城市垃圾收运设施的建设，或用于垃圾处理收费不到位时的运营成本补偿。

5、设立循环经济专项资金和可再生能源发展专项资金。

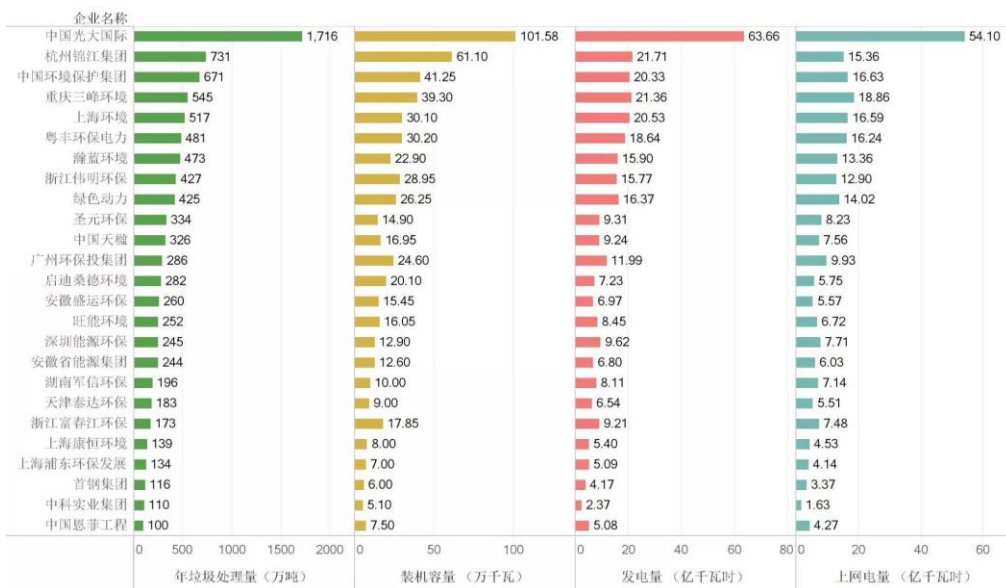
国家发展改革委发布《关于完善垃圾焚烧发电价格政策的通知》（发改价格[2012]801号），明确规定：垃圾焚烧发电执行全国统一垃圾发电标杆电价每千瓦时 0.65 元。

垃圾处理费补贴和上网电价收入是垃圾发电厂成本补偿和利润的主要来源。所谓垃圾处理费补贴，是指每处理一吨垃圾，政府就给予一定金额的补贴。目前，我国垃圾焚烧发电执行当地火电标杆电价+0.65 元/度补贴的标准，各地垃圾处理费从 80 元到 150 元不等。而且垃圾处理费的收费标准和财政补贴水平还会进一步提高，这将进一步增强垃圾处理的盈利能力。对于垃圾焚烧发电厂来说，一般仅仅依靠电价收入，就能基本实现收支平衡。政府给予的垃圾处理费补贴，则成为企业利润。

六、全国垃圾焚烧发电企业分析

6月27日，第三届垃圾焚烧发电产业创新发展暨长江大保护污染治理高峰论坛举行，会议现场发布了由中国产业发展促进会生物质能产业分会编写的《2019 中国生物质发电产业排名报告》（“《报告》”）。

在各项排名中，光大国际均位列榜首。在装机量、垃圾处理量、上网电量数据中，光大国际的数据约为二、三名的总和。《报告》显示，2018 年，全国 152 家企业总装机共计约 888.8 万千瓦，而光大国际 2018 年装机容量为 101.6 万千瓦，仅一家企业约占全国数据的 11.4%。媒体报道称，光大国际业内龙头企业地位，可谓名副其实。



---

### 2018年垃圾处理量100万吨及以上企业情况汇总

《报告》显示，截至2018年底，全国垃圾焚烧发电企业共152家，其中，装机容量前十企业总装机共计406.2万千瓦，约占全国垃圾发电总装机容量的45.7%。年垃圾处理量达到和超过100万吨的企业共26家，年处理垃圾量前十企业共计处理垃圾6320万吨，占全国垃圾发电处理垃圾量的47.5%。年发电量前十企业发电量共计226.2亿千瓦时，占全国垃圾发电行业发电量的46.3%。年上网量前十企业上网电量共计188亿千瓦时，占全国垃圾发电行业发电量的47.8%。

#### 七、一种更有发展前景的垃圾处理发电技术

北方希诺作为拥有自主知识产权及专利技术的创新型垃圾处理发电企业，其核心技术“自供能垃圾改性处理热解气化”，不仅能高效处理垃圾，将垃圾转化成可燃性再生能源RDF，使城市生活垃圾得到了资源化利用，从而产生更大化的经济效益，另外，由于其技术水平已经达到“连续四级同仓热解气化”可将垃圾衍生燃料RDF更大限度的充分燃烧，确保二噁英近零排放的同时，还能产生更多比例的电量（550度/吨原生垃圾），按一家三口每天6度电量计算，可使用91天，也就是说一台机器每天处理300吨垃圾，产生165000度电，可供300户家庭使用91天。不仅能为城市清洁助力，更能为投资企业及投资人获得更多的经济收益，拥有非常可观市场前景！

## 污水处理的前世今生

污水处理的需求是伴随着城市的诞生而产生的。城市污水处理技术，历经数百年变迁，从最初的一级处理发展到现在的三级处理，从简单的消毒沉淀到有机物去除、脱氮除磷再到深度处理回用。其中，活性污泥法的问世更是具有划时代的意义，而今年正值活性污泥法诞生 104 周年。城市污水处理技术今后究竟将如何发展?对此，不如先让我们回顾一下那些年城市污水处理走过的路。

### 一级处理阶段

城市污水处理历史可追溯到古罗马时期，那个时期环境容量大，水体的自净能力也能够满足人类的用水需求，人们仅需考虑排水问题即可。而后，城市化进程加快，生活污水通过传播细菌引发了传染病的蔓延，出于健康的考虑，人类开始对排放的生活污水进行处理。早期的处理方式采用石灰、明矾等进行沉淀或用漂白粉进行消毒。明代晚期，我国已有污水净化装置。但由于当时需求性不强，我国生活污水仍以农业灌溉为主。1762 年，英国开始采用石灰及金属盐类等处理城市污水。

### 二级处理阶段

#### 有机物去除工艺

#### 生物膜法

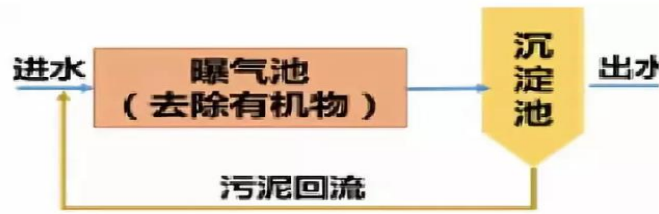
十八世纪中叶，欧洲工业革命开始，其中，城市生活污水中的有机物成为去除重点。1881 年，法国科学家发明了第一座生物反应器，也是第一座厌氧生物处理池—moris 池诞生，拉开了生物法处理污水的序幕。1893 年，第一座生物滤池在英国 Wales 投入使用，并迅速在欧洲北美等国家推广。技术的发展，推动了标准的产生。1912 年，英国皇家污水处理委员会提出以 BOD5 来评价水质的污染程度。

#### 活性污泥法

1914 年，Arden 和 Lokett 在英国化学工学会上发表了一篇关于活性污泥法的论文，并于同年在英国曼彻斯特市开创了世界上第一座活性污泥法污水处理试验厂。两年后，美国正式建立了第一座活性污泥法污水处理厂。活性污泥法的诞生，奠定了未来 100 年间城市污水处理技术的基础。

活性污泥法诞生之初，采用的是充-排式工艺，由于当时自动控制技术与设备条件相对落后，导致其操作繁琐，易于堵塞，与生物滤池相比并无明显优势。之后连续进水的推流式活性污泥法(CAs 法)(如图 1)出现后很快就将其取代，但由于推流式反应器中污泥耗氧速度沿

池长是变化的，供氧速率难以与其配合，活性污泥法又面临局部供氧不足的难题。1936年提出的渐曝气活性污泥法(TAAs)和1942年提出的阶段曝气法(SFAS)，分别从曝气方式及进水方式上改善了供氧平衡。1950年，美国的麦金尼提出了完全混合式活性污泥法。该方法通过改变活性污泥微生物群的生存方式，使其适应曝气池中因基质浓度的梯度变化，有效解决了污泥膨胀的问题。



随着在实际生产的广泛应用和技术上的不断革新改进，20世纪40-60年代，活性污泥法逐渐取代了生物膜法，成为污水处理的主流工艺。

1921年，活性污泥法传播到中国，中国建设了第一座污水处理厂—上海北区污水处理厂。1926年及1927年又分别建设了上海东区及西区污水厂，当时3座水厂的日处理量共为3.55万吨。

### 脱氮除磷工艺

20世纪50年代，水体富营养化问题凸显，脱氮除磷成为污水处理的另一主要诉求。于是，在活性污泥法的基础上衍生出了一系列的脱氮除磷工艺。

### 除磷工艺

50年代初，摄磷菌被发现并用于除磷。(如图2)

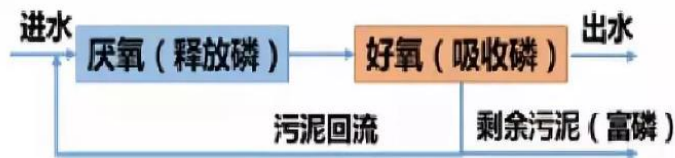


图2 生物除磷工艺

### 脱氮工艺

1969年，美国的Barth提出采用三段法除氮(如图3)，第一段是好氧段，主要去除有机物，第二段加碱硝化，第三段是厌氧反硝化，除氮。

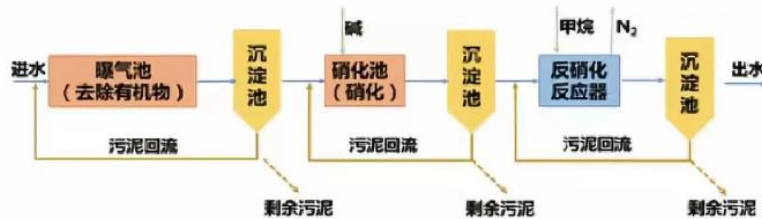


图3 三段法脱氮工艺流程

1973年，Barnard在原有工艺基础上，将缺氧和好氧反应器完全分隔，污泥回流到缺氧反应器，并添加了内回流装置，缩短了工艺流程，也就现在常说的缺氧好氧(A/O)工艺(如图4)。

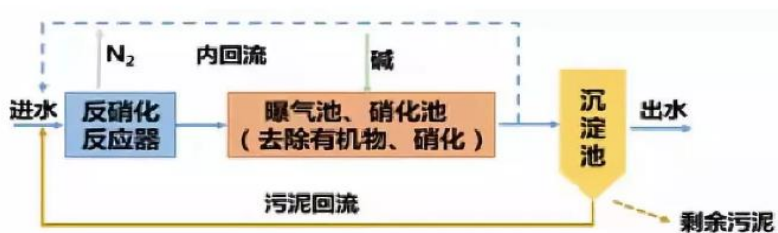


图4A/O脱氮工艺流程

### A<sup>2</sup>O 工艺

70年代，美国专家在A/O工艺的基础上，再加上除磷就成了A<sup>2</sup>O工艺(如图5)。我国1986年建厂的广州大坦沙污水处理厂，采用的就是A<sup>2</sup>O工艺，当时的设计处理水量为15万吨，是当时世界上最大的采用A<sup>2</sup>O工艺的污水处理厂。

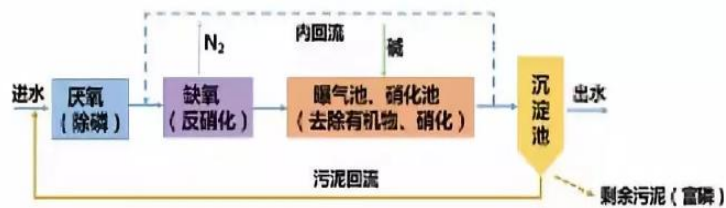


图5 A<sup>2</sup>O脱氮工艺流程

### 氧化沟工艺

A<sup>2</sup>O工艺是将生物处理厌氧段和好氧段进行了空间分割，而氧化沟则为封闭的沟渠型结构，结合了推流式和完全混合式活性污泥法的特点，集曝气、沉淀和污泥稳定于一体。污水和活性污泥的混合液不断地循环流动，系统中能够形成好氧区和缺氧区，进而实现生物脱氮除磷(如图6)。氧化沟白天进水曝气，夜间用作沉淀池。活性污泥法相比，其具有处理工艺及构筑物简单、泥龄长、剩余污泥少且容易脱水、处理效果稳定等优势。

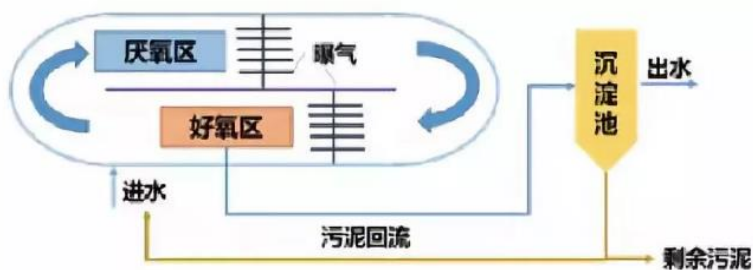


图6 氧化沟工艺流程

1953年，荷兰的公共卫生工程研究协会的 Pasveer 研究所提出了氧化沟工艺，也被称为“帕斯维尔沟”。1954年，在荷兰的伏肖汀(Voorshoten)建造了第一座氧化沟污水处理厂，当时服务人口仅为 360 人。60 年代，这项技术在欧洲、北美和南非等各国得到了迅速推广和应用。据统计，到 1977 年为止，在西欧有超过 2000 多座的帕斯维尔型氧化沟投入运行。

1967年，荷兰 DHV 公司开发研制了卡鲁塞尔(Carroussel)氧化沟。它是一个由多渠串联组成的氧化沟系统。卡鲁塞尔氧化沟的发展经历了普通卡鲁塞尔氧化沟、卡鲁塞尔 2000 氧化沟和卡鲁塞尔 3000 氧化沟三个阶段。

1970年，美国的 Envirex 公司投放生产了奥贝尔(Orbal)氧化沟。它由 3 条同心园形或椭圆形渠道组成，各渠道之间相通，进水先引入最外的渠道，在其中不断循环的同时，依次进入下一个渠道，相当于一系列完全混合反应池串联在一起，最后从中心的渠道排出。

交替式工作氧化沟是由丹麦克鲁格(Kruger)公司研制，该工艺造价低，易于维护，通常有双沟交替和三沟交替(T 型氧化沟)的氧化沟系统和半交替工作式氧化沟。

### 两段法工艺

早期的两段法只是将一套活性污泥法的两组构筑物串联，一段和二段曝气池体积相同，且多合并建设，大部分有机物在第一段被吸附降解，第二段的污泥负荷很低，其出水水质要优于相同体积曝气池的单级活性污泥法(如图 7)。然而，由于第一段曝气池体积减小了一倍，相当于污泥负荷增加了一倍，处在易发生污泥膨胀的阶段，运行管理较为困难。

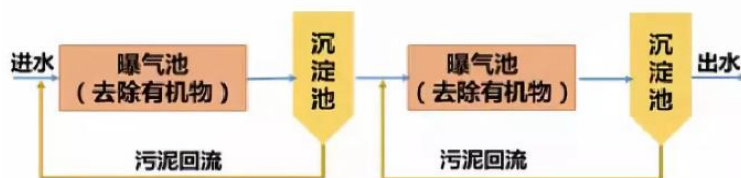


图7 传统两段法工艺流程

20 世纪 70 年代中期，德国的 Botho Bohnke 教授开发了 AB 工艺(如图 8)。该工艺在传统两段法的基础上进一步提高了第一段即 A 段的污泥负荷，以高负荷、短泥龄的方式运行，

而 B 段与常规活性污泥法相似，负荷较低，泥龄较长，A 段由于泥龄短、泥量大对磷的去除效果很好，经 A 段去除了大量的有机物以后 B 段的体积可大大减小，其低负荷的运行方式可提高出水水质。但是由于 A 段去除了大量的有机物导致 B 段碳源缺失，所以在处理低浓度的城市污水时该工艺的优势并不明显。

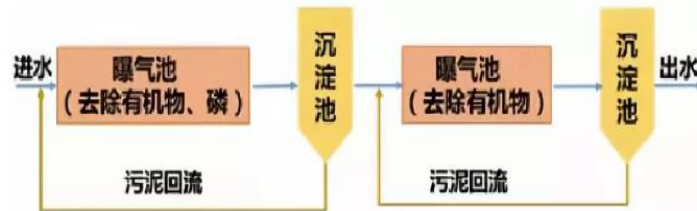


图8 AB法工艺流程

其后，为了解决脱氮时硝化菌需要长泥龄，除磷时聚磷微生物需要短泥龄的矛盾，开发了AO-A<sup>2</sup>O工艺(如图9)。该工艺由两段相对独立的脱氮和除磷工艺组成，第一段泥龄短，主要用于除磷，第二段泥龄长、负荷低，用于脱氮。

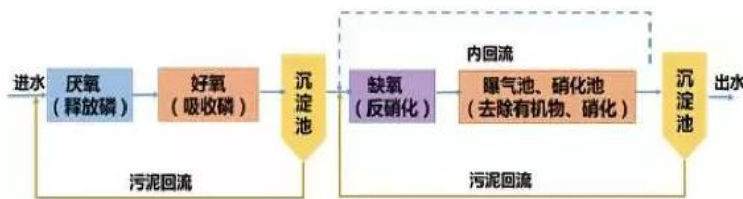


图9 AO-A<sup>2</sup>O工艺流程

在AO-A<sup>2</sup>O工艺基础上奥地利研发出了Hybrid工艺(如图10)，该工艺的两段之间有三个内回流装置，可以为第一段曝气池提供硝态氮、硝化菌以及为第二段曝气池提供碳源。第一段主要是去除有机物和磷，第二段是硝化功能，并靠第一段曝气池回流混合液进行反硝化脱氮。

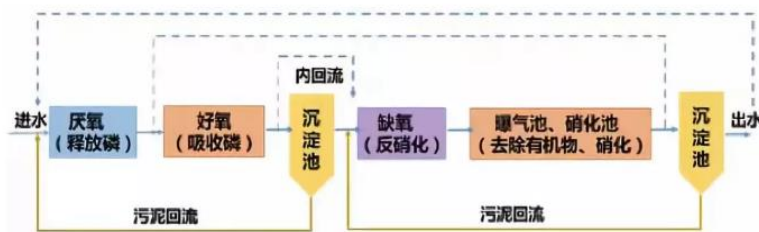


图10 Hybrid工艺流程

### SBR 工艺

序批式活性污泥法(SBR)工艺是在时间上将厌氧段与好氧段进行分割。20 世纪 70 年代初由美国 Irvine 公司开发。它在流程上只有一个基本单元，集调节池、曝气池和二沉池的功

能于一池，进行水质水量调节、微生物降解有机物和固液分离等。经典 SBR 反应器的运行过程为：进水→曝气→沉淀→滗水→待机(如图 11、 12)。



图11 SBR工艺流程



图12 SBR池工作时间进程

80 年代初，连续进水的 ICEAS 工艺诞生(如图 13)。该工艺在传统的 SBR 工艺基础上，在反应池中增加一道隔墙，将反应池分隔为小体积的预反应区和大体积的主反应区，污水连续流入预反应区，然后通过隔墙下端的小孔以层流速度进入主反应区，解决了间歇式进水的问题。

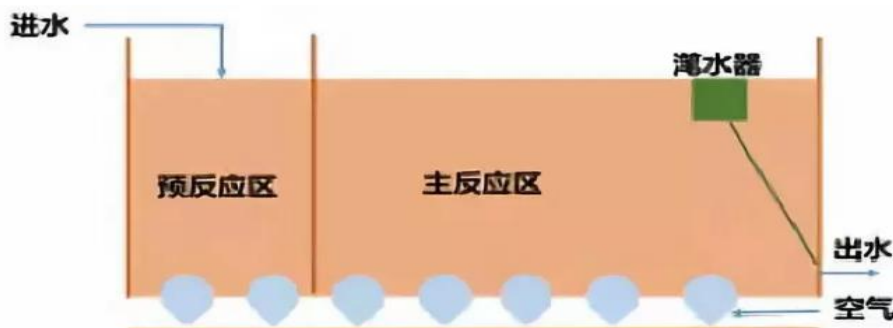


图13ICEAS 工艺流程

随后，Goranzky 教授开发了 CASS /CAST 工艺。与 ICEAS 工艺类似，在反应池前段增加了一个选择段，污水先与来自主反应区的回流混合液在选择段混合，在厌氧条件下，选择段相当于前置厌氧池，为高效除磷创造了有利条件。

90 年代，比利时的西格斯公司在三沟式氧化沟的基础上开发了 UNITANK 系统。它由 3 个矩形池组成，其中外边两侧的矩形池既可做曝气池，又可做沉淀池，中间一个矩形池只做曝气池。该工艺把传统 SBR 的时间推流与连续系统的空间推流有效地结合了起来。

MSBR 法即改良型的 SBR( Modified SBR), 采用单池多格方式, 结合了传统活性污泥法和 SBR 技术的优点。反应器由曝气格和两个交替序批处理格组成。主曝气格在整个运行周期过程中保持连续曝气, 而每半个周期过程中, 两个序批处理格交替分别作为 SBR 和澄清池。该工艺可连续进水且可使用更少的连接管、泵和阀门。

### 脱氮除磷新工艺

近几十年, 能源、资源的短缺已经引起了广泛的关注, 进一步脱氮除磷及对能源节约及资源回收的需求成为了污水处理工艺发展的主流方向。一批新兴脱氮除磷技术得以应用。

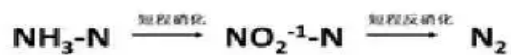
### ANAMMOX-SHARON 组合工艺

1994 年, 荷兰 Delft 大学开发了厌氧氨氧化(ANAMMOX)技术, 厌氧氨氧化菌在缺氧环境中, 能够将铵离子(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)用亚硝酸根(NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)氧化为氮气。



该工艺与传统反硝化工艺相比是完全自养, 不需任何有机碳源。

1998 年, 荷兰 Delft 大学基于短程硝化反硝化原理开发了 SHARON 工艺, 首例工程在荷兰鹿特丹 DOKHAVEN 水厂。其基本原理是在同一反应器内, 先在有氧条件下利用亚硝化细菌将氨氧化成 NO<sub>2</sub><sup>-</sup>; 然后再在缺氧条件下以有机物为电子供体将亚硝酸盐反硝化, 形成氮气。工艺流程缩短且无需加碱中和。与传统活性污泥法相比可减少 25% 的供氧量及 40% 的反硝化碳源, 有利于资源能源的回收利用, 更适用于碳氮比浓度较低的城市废水。



目前, 以 SHARON 工艺为硝化反应器, ANAMMOX 工艺为反硝化反应器, 与传统工艺相比能够节省 60% 的供氧和 100% 的碳源。

### 三级处理阶段

近十几年, 随着污染加剧, 水资源短缺严重, 人类对水质提出了更高的要求, 污水深度处理与回用技术兴起。污水处理厂的侧重点不再是核算污染物的排放量, 而是如何改善水质。生物膜及膜分离技术开始显现其独特优势。

### 生物膜新技术

生物膜技术在 20 世纪 60-70 年代, 随着新型合成材料的大量涌现再次发展起来, 主要工艺有生物滤池、生物转盘、生物接触氧化、生物流化床等。



### 接触氧化法

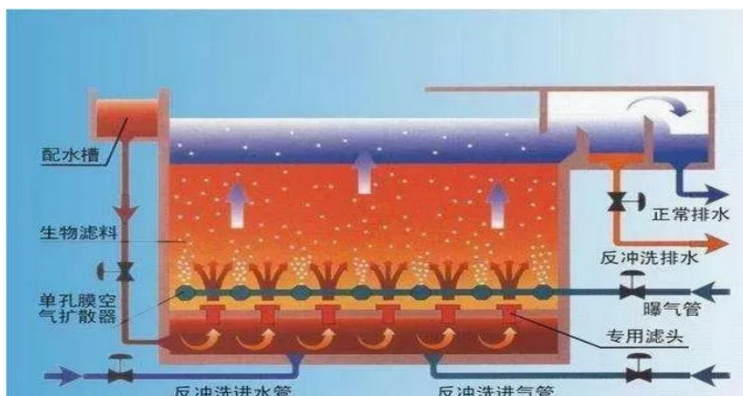
生物接触氧化法是一种介于活性污泥法与生物滤池之间的生物膜法工艺,其特点是在池内设置填料,池底曝气对污水进行充氧,并使池体内污水处于流动状态,以保证污水与污水中的填料充分接触,避免生物接触氧化池中存在污水与填料接触不均的缺陷。其净化废水的基本原理与一般生物膜法相同,以生物膜吸附废水中的有机物,在有氧的条件下,有机物由微生物氧化分解,废水得到净化。

该法中微生物所需氧由鼓风曝气供给,生物膜生长至一定厚度后,填料壁上的微生物会因缺氧而进行厌氧代谢,产生的气体及曝气形成的冲刷作用会造成生物膜的脱落,并促进新生物膜的生长,此时,脱落的生物膜将随出水流出池外。

生物接触氧化池内的生物膜由菌胶团、丝状菌、真菌、原生动物和后生动物组成。在活性污泥法中,丝状菌常常是影响正常生物净化作用的因素;而在生物接触氧化池中,丝状菌在填料空隙间呈立体结构,大大增加了生物相与废水的接触表面,同时因为丝状菌对多数有机物具有较强的氧化能力,对水质负荷变化有较大的适应性,所以是提高净化能力的有力因素。

### 生物滤池

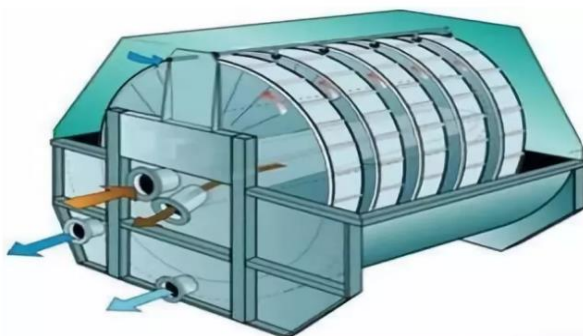
由碎石或塑料制品填料构成的生物处理构筑物,污水与填料表面上生长的微生物膜间隙接触,使污水得到净化。生物滤池是以土壤自净原理为依据,在污水灌溉的实践基础上,经较原始的间歇砂滤池和接触滤池而发展起来的人工生物处理技术。



根据填料及作用不同，目前常用的有 BAF(曝气生物滤池)、反硝化滤池、塔式生物滤池等。

### 生物转盘

由水槽和部分浸没于污水中的旋转盘体组成的生物处理构筑物。盘体表面上生长的微生物膜反复地接触槽中污水和空气中的氧，使污水获得净化。



污水经沉淀池初级处理后与生物膜接触，生物膜上的微生物摄取污水中的有机污染物作为营养，使污水得到净化。在气动生物转盘中，微生物代谢所需的溶解氧通过设在生物转盘下侧的曝气管供给。转盘表面覆有空气罩，从曝气管中释放出的压缩空气驱动空气罩使转盘转动，当转盘离开污水时，转盘表面上形成一层薄薄的水层，水层也从空气中吸收溶解氧。

### 膜处理技术

目前，应用较多的膜处理技术主要是膜生物反应器(MBR)技术，根据要求不同膜分为有微滤(MF)、超滤(UF)、反渗透(RO)膜。

### 膜生物反应器

在污水处理，水资源再利用领域，MBR 又称膜生物反应器(Membrane Bio-Reactor)，是一种由活性污泥法与膜分离技术相结合的新型水处理技术。



膜的种类繁多，按分离机理进行分类，有反应膜、离子交换膜、渗透膜等；按膜的性质分类，有天然膜(生物膜)和合成膜(有机膜和无机膜)；按膜的结构型式分类，有平板型、管型、螺旋型及中空纤维型等。按膜孔径可划分为超滤膜、微滤膜、纳滤膜、反渗透膜等。

### 总结

以史为鉴，可知兴替。回顾整个历史过程，城市生活污水处理的足迹随着人类健康的需求、水环境质量的变化、污水的处理程度在一级级的加深，同时操作管理、资金占地等成本问题又推动了水处理工艺技术的不断进化，其操作、占地、程序步骤、能源资源的投入都在一点点地简化。人们对水质的需求越来越高，而处理过程却越来越趋于简便。有趣的是，无论近几年业界所看好的厌氧生物技术还是源分离最终的土地灌溉，城市污水处理似乎又回到了它最初的形式，尽管其中蕴含的科技含量早已不可同日而语。大繁若简，最终还是归于自然。

我们尊重原创，版权归原作者所有。部分图文来自网络，无法核实真实出处与原作者，若涉及版权，敬请原作者直接联系我们删除。文章内容仅代表作者独立观点。



中铁四局集团第三建设有限公司

地址：天津市东丽区矽谷港湾D二区4号楼

电话：022-24413299 传真：022-24411772

邮编：300163



环保水务讯息  
意见反馈二维码