

污水处理厂 施工技术汇编

WUSHUI CHULICHANG SHIGONG JISHU HUIBIAN

主 编 张云富
副主编 张武艺 曹振田



东北大学出版社
Northeastern University Press

污水处理厂施工技术汇编

主 编 张云富

副主编 张武艺 曹振田

东北大学出版社

· 沈 阳 ·

©张云富 2014

图书在版编目 (CIP) 数据

污水处理厂施工技术汇编/张云富主编. —沈阳: 东北大学出版社, 2014. 9
ISBN 978-7-5517-0705-3

I. ①污… II. ①张… III. ①污水处理厂—工程施工—技术 IV. ①X505

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 160425 号

出 版 者: 东北大学出版社

地址: 沈阳市和平区文化路 3 号巷 11 号

邮编: 110004

电话: 024—83687331 (市场部) 83680267 (社务室)

传真: 024—83680180 (市场部) 83680265 (社务室)

网址: E-mail: neuph@neupress. com

[http://www. neupress. com](http://www.neupress.com)

印 刷 者: 廊坊市文峰档案印务有限公司

发 行 者: 东北大学出版社

幅面尺寸: 184mm × 260mm

印 张: 14. 75

字 数: 359 千字

出版时间: 2014 年 9 月第 1 版

印刷时间: 2014 年 9 月第 1 次印刷

责任编辑: 石玉玲 刘珏元

责任校对: 牛 晓

封面设计: 刘江旸

责任出版: 唐敏志

ISBN 978-7-5517-0705-3

定 价: 42.00 元

《污水处理厂施工技术汇编》
编审委员会

主 编：张云富

副 主 编：张武艺 曹振田

编写人员：赵明凯 蒋 勇 苏 力 周 燕 宣世艳

赵连仲 吉攀峰 高 锋 艾欢欢 曹 霆

鄢长胜 杨春杰 马志刚 王旭东 王 煦

王 星 许福利

主 审：王存贵 余 流 陆海英

前 言

虽然 70.8% 的地球表面被水覆盖，但是淡水资源却极其有限，人类真正能够利用的江河湖泊水，以及地下水中的一部分，仅占地球总水量的 0.26%，而且分布不均。20 世纪 50 年代以后，全球人口急剧增长，工业发展迅速。全球水资源状况日益恶化，“水危机”日趋严重。一方面，人类对水资源的需求以惊人的速度增长；另一方面，日益严重的水污染蚕食着大量可供消费的水资源。

全世界每天约有 200 吨垃圾被倒进河流、湖泊或小溪，每 1 升废水会污染 8 升淡水；所有流经亚洲城市的河流均被污染；美国 40% 的水资源流域被生产食品、金属、化学肥料或杀虫剂的工厂污染；欧洲 55 条河流中仅有 5 条水质差强人意。20 世纪，世界人口增加了 2 倍，而人类用水却增加了 5 倍。世界上许多国家正面临着水资源危机：12 亿人口用水短缺，30 亿人口缺乏用水卫生设施。

从 20 世纪 90 年代开始，全球污水处理表观消费量以年均 6% 的速度增长，而 90 年代的十年间，我国污水处理表观消费量年均增长率达到 17.73%，是世界年均增长率的 2.9 倍。进入 21 世纪，我国污水处理产业高速发展。2000—2004 年，我国污水处理消费量从 188 万吨增长到 447 万吨，增加了 1.3 倍，年平均增长率在 27% 以上。其中，2001 年，我国污水处理表观消费量达到 225 万吨，超过美国，成为世界第一大污水处理消费国。同时，污水处理进口也大幅度增加。1998 年，我国污水处理进口 100 万吨，由此成为世界上最大的污水处理进口国。与 1998 年相比，2004 年污水处理进口增长幅度年均达到 27.14%。到 2005 年，中国污水处理表观消费量已经达到 500 万吨，进口仍保持在每年 300 万吨左右。

我国污水处理产业发展起步较晚，在改革开放之前，我国污水处理的需求主要是以工业和国防尖端使用为主。改革开放以后，国民经济的快速发展和人民生活水平的显著提高拉动了污水处理的需求。进入 20 世纪 90 年代后，我国污水处理产业进入快速发展期，但污水处理需求的增速还远高于世界平均水平。

伴随着污水处理市场的快速发展，我国污水处理产量也结束了长期徘徊的局面，实现了高速增长。我国污水处理产量从 2000 年的 46 万吨增长到 2004 年的 236 万吨，年平均增长率为 47.5%，占国内市场需求比重也由 2000 年的 24.47% 提高到 2004 年的 52.80%。而同期世界污水处理产量则仅以 6% 左右的速度增长。

从总体上看，我国污水处理正在经历由规模小、水平低、品种单一，严重不能满足需求到具有相当规模和水平、品种质量显著提高与初步满足国民经济发展要求的深刻转

变，污水处理需求将逐步实现自给。

中国水资源人均占有量少，空间分布不平衡。随着中国城市化、工业化进程的加快，水资源的需求缺口也日益增大。在这样的背景下，污水处理成为新兴产业，目前与自来水生产、供水、排水、中水回收利用行业处于同等重要的地位。

本书针对污水处理厂的特殊性，从施工技术入手，除编写了钢筋、模板、混凝土等土建工程常见的施工技术外，还加入了超大超薄预应力混凝土施工技术、超高独立式无黏结预应力池壁模板和支撑系统技术、一种特殊螺杆代替悬空集水槽不锈钢埋件技术、异型钢筋混凝土沉井施工技术，以及设备安装和工艺管道安装等施工技术，使读者对污水处理厂工程施工技术有全面系统的了解，方便使用。

限于时间和水平，本书中缺点和不妥之处在所难免，恳请各位同行批评指正，以便我们及时修订。本书的完成离不开社会各界专业人士的鼎力支持，在此表示衷心的感谢！

编 者

2014 年 5 月

目 录

1 污水处理技术	1
1.1 污水处理技术分类	1
1.2 污水处理运行原理	2
2 土建工程施工技术	8
2.1 爆破技术	8
2.2 深基坑支护施工技术	12
2.3 CFG 桩技术	20
2.4 振冲碎石桩技术	22
2.5 桩间土修整技术	24
2.6 卵石夹砂褥垫层施工技术	25
2.7 钢筋施工技术	26
2.8 模板施工技术	31
2.9 混凝土施工技术	39
2.10 脚手架施工技术	41
2.11 预应力施工技术	50
2.12 基坑管井井点降水施工技术	63
2.13 异型钢筋混凝土沉井施工技术	66
2.14 超大面积超薄预应力混凝土施工技术	72
2.15 一种特制螺杆替代悬空集水槽不锈钢埋件的施工技术	77
2.16 水池满水试验技术	81
2.17 大型露天水池施工技术	84
2.18 总出水井单体施工技术	90
2.19 鼓风机房施工技术	102
2.20 综合楼施工技术	106
3 设备管道工程施工技术	115
3.1 设备安装工程施工工艺	115
3.2 管道安装工程施工工艺	185

4 季节性及临时用电施工技术	200
4.1 雨季施工措施	200
4.2 冬季施工技术	205
4.3 临时用电施工技术	214
5 总包质量安全管理技术	218
5.1 质量保证措施	218
5.2 安全保证措施	224
参考文献	228

1 污水处理技术

20 世纪 50 年代以后，全球人口急剧增长，工业发展迅速。全球水资源状况迅速恶化，“水危机”日趋严重。一方面，人类对水资源的需求以惊人的速度扩大；另一方面，日益严重的水污染蚕食着大量可供消费的水资源。中国水资源人均占有量少，空间分布不平衡。随着中国城市化、工业化进程的加快，水资源的需求缺口也日益增大，同时，工业废水和生活污水排放量急剧增长，导致部分污水直接被排放到江、河、湖、海等自然水体中，破坏了生态环境。

在这样的背景下，污水处理就成为新兴产业，目前与自来水生产、供水、排水、中水回收利用行业处于同等重要的地位。

该技术研究的目的在于使各参与污水处理厂建设和施工的人员对污水处理的工艺、流程等进行详细的了解和认知。

污水处理工艺按照运行原理、处理流程、处理方法等进行分类，该技术主要研究污水处理厂的加工工艺及处理流程。

1.1 污水处理技术分类

(1) 根据不溶态污染物的分离技术分类

① 重力沉降：沉砂池（平流、竖流、旋流、曝气）、沉淀池（平流、竖流、辐流、斜流）。

② 混凝澄清。

③ 浮力浮上法：隔油、气浮。

④ 其他：阻力截留、离心力分离法、磁力分离法。

(2) 根据污染物的生物化学转化技术分类

① 活性污泥法：SBR（序批式活性污泥法或间歇式活性污泥法）、AO（厌氧—好氧工艺法）、AAO（厌氧—缺氧—好氧工艺法）、氧化沟等。

② 生物膜法：生物滤池、生物转盘、生物接触氧化池等。

③ 厌氧生物处理法：厌氧消化、水解酸化池、UASB（上流式厌氧污泥反应器）等。

④ 自然条件下的生物处理法：稳定塘、生态系统塘、土地处理法。

(3) 根据污染物的化学转化技术分类

① 中和法：酸碱中和。

② 化学沉淀法：氢氧化物沉淀、铁氧体沉淀、其他化学沉淀。

③ 氧化还原法：药剂氧化法、药剂还原法、电化学法。

④ 化学物理消毒法：臭氧、紫外线、二氧化氯、氯气、次氯酸钠。

(4) 根据溶解态污染物的物理化学分离技术分类

- ① 吸附法。
- ② 离子交换法。
- ③ 膜分离法：扩散渗析、电渗析、反渗透、超滤、纳滤、微滤。
- ④ 其他分离方法：吹脱和气提、萃取、蒸发、结晶、冷冻。

(5) 根据常见污水处理方法分类

- ① 物理法：物理或机械的分离过程。如过滤、沉淀、离心分离、上浮等。
- ② 化学法：加入化学物质，使其与污水中有害物质发生化学反应的转化过程。如中和、氧化、还原、分解、混凝、化学沉淀等。
- ③ 物理化学法：物理化学的分离过程。如气提、吹脱、吸附、萃取、离子交换、电解除电渗析、反渗透等。
- ④ 生物法：微生物在污水中对有机物进行氧化、分解的新陈代谢过程。如活性污泥、生物滤池、生物转盘、氧化塘、厌气消化等。

(6) 根据常用处理废水的化学方法分类

① 混凝。向胶状浑浊液中投加电解质，凝聚水中胶状物质，使之与水分离。混凝剂有硫酸铝、明矾、聚合氯化铝、硫酸亚铁、三氯化铁等。混凝法可处理含油废水、染色废水、煤气站废水、洗毛废水等。

② 中和。酸碱中和，使 pH 值达中性。石灰、石灰石、白云石等中和酸性废水， CO_2 中和碱性废水。中和法可处理硫酸厂废水用石灰中和印染废水等。

③ 氧化还原。投加氧化（或还原）剂，将废水中物质氧化（或还原）为无害物质。氧化剂有空气（ O_2 ）、漂白粉、氯气、臭氧等。氧化还原法可处理含酚、氰化物、硫铬、汞、印染以及医院废水等。

④ 电解。在废水中插入电极板，通电后，废水中带电离子变为中性原子。电解法可处理含铬含氰（电镀）废水、毛纺废水。

⑤ 萃取。将不溶于水的溶剂投入废水中，使废水中的溶质溶于此溶剂，然后利用溶剂与水的相对密度差，将溶剂分离出来。萃取剂：醋酸丁酯、苯、N-503 等设备有脉冲筛板塔、离心萃取机等。萃取法可处理含酚废水等。

⑥ 吸附（包含离子交换）。将废水通过固体吸附剂，使废水中溶解的有机或无机物吸附在吸附剂上，通过的废水得到处理吸附剂有活性炭、煤渣、土壤等。吸附的设备有吸附塔、再生装置。吸附法可处理染色、颜料废水，以及吸附酚、汞、铬、氰，还可除色、除味，用于深度处理。

1.2 污水处理运行原理

城市污水处理技术就是利用各种设施设备和工艺技术，将污水中所含的污染物质从水中分离去除，使有害的物质转化为无害的物质和有利的物质，使水体得到净化，并且使资源得到充分利用。

城市污水处理一般分为三级。

一级处理指应用物理处理法去除污水中不能溶解的污染物和寄生虫卵。

二级处理指应用生物处理法将污水中各种复杂的有机物氧化降解为简单的物质。

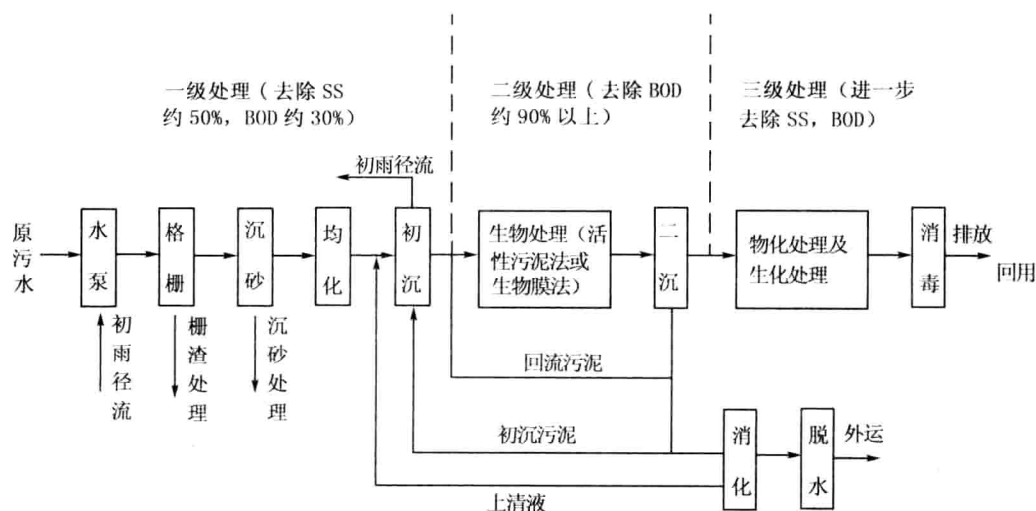
三级处理指应用化学沉淀法、生物化学法、物理化学法等，去除污水中的磷、氮、难降解的有机物、无机盐等。

至于采取哪级处理比较合理，应该视对最终排出物的处理要求而定。

城市污水处理工艺按照流程和处理程序，可以分为预处理工艺、一级处理工艺、二级处理工艺、深度处理工艺和污泥处理工艺，以及最终的污泥处置。

通常城市污水处理以一级处理为预处理，二级处理为主体，三级处理很少使用。一般工厂排出的污水至少应采取两级处理。由于二级处理排出的污泥有可能造成二次污染，因此，还要进行污泥处理。

现代污水处理技术按照处理程度，可分为一级、二级和三级处理，如图 1.1 所示。



* SS 为悬浮固体，BOD 为生化需氧量

图 1.1 城市污水处理工艺流程

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一般可去除 30% 左右的 BOD，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（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，另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。

污水处理的工艺流程大体分为格栅处理、泵房提升、沉砂处理、一次沉淀池处理、曝气池处理、二次沉淀池处理、泥浆制备。

(1) 格栅处理

从工厂排出的原污水必须先经过这一程序，目的是通过格栅的作用，将污水中带有大块杂质截留下来，防止造成后面管道的堵塞。

(2) 泵房提升

为了使污水顺利地通过后续的设备，要求提高水头高度，使水头产生一定的重力加速度，产生足够的动能。

(3) 一次沉砂处理

在第一次的格栅过滤中，大块的杂质被去除，然后通过沉砂池去除污水中裹挟的砂、石与大块颗粒。

(4) 一次沉淀池

将水中的悬浮物尽可能地沉淀去除，大约能去除 50% 的悬浮物和 25% 左右的 BOD。

(5) 曝气池处理

通过微生物的新陈代谢，把污染物分解成 CO_2 和 H_2O ，曝气处理在工业废水处理中分为两种基本形式：

① 液相流体主动运动型；

② 气相流体主动运动型。

曝气的目的是让气相和液相产生更大的接触面，加快微生物的新陈代谢能力。

(6) 二次沉淀池

通过二次沉淀把污水中残留的有机物沉淀掉，这样污水就变成了可以循环使用的净水。

(7) 泥浆制备

为了不造成二次污染，将从废水中沉淀出来的污泥进行处理。首先采取污泥浓缩、有机物浓缩、重力浓缩等方法，然后进行厌氧中温处理。而对于重金属超标的污泥，经过脱水处理后，要妥善处理，一般需要填埋。

具体污水处理工艺流程如图 1.2 至图 1.12 所示。

① 氧化沟。

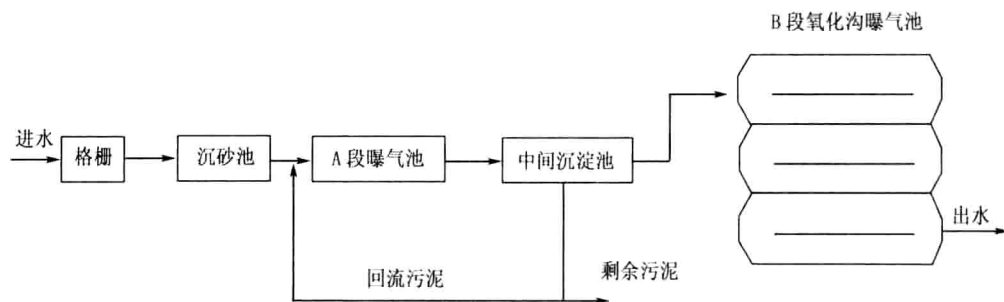


图 1.2 AB (氧化沟) 工艺流程

② 活性污泥。

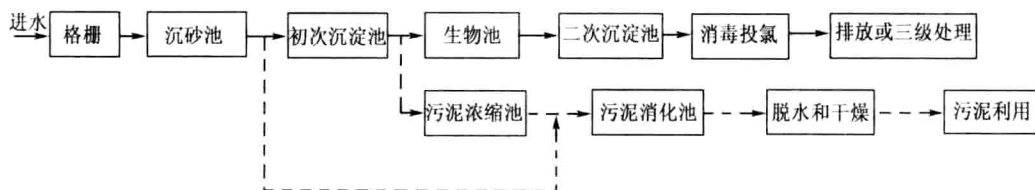


图 1.3 活性污泥工艺流程图

③ AAO 工艺。

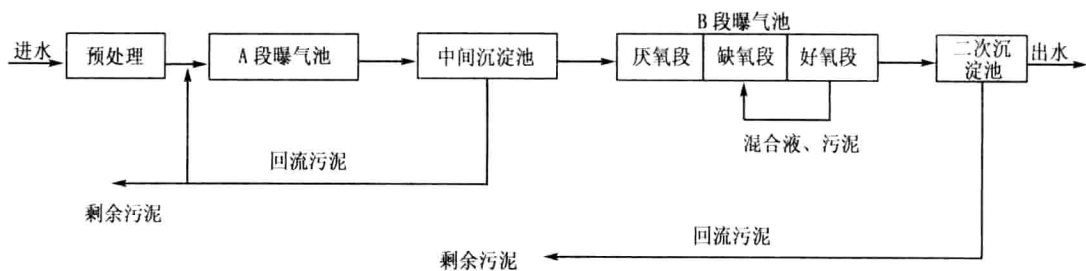


图 1.4 AAO 工艺流程

④ SBR 工艺。

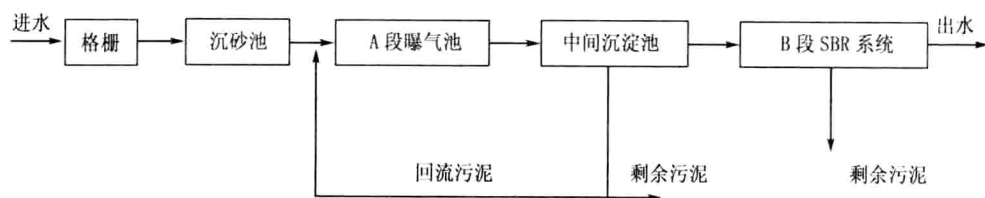


图 1.5 SBR 工艺流程

⑤ 二级生化。

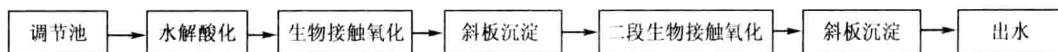


图 1.6 二级生化工艺流程

⑥ CASS。

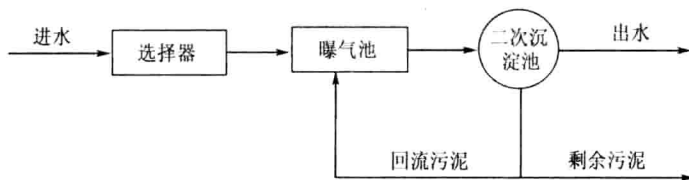


图 1.7 CASS 工艺流程

⑦ 物化生化。

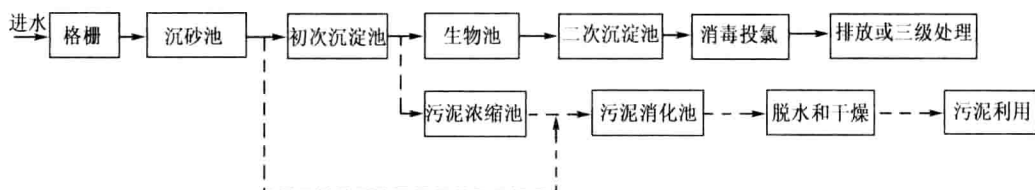


图 1.8 物化生化工艺流程

⑧ 生物接触氧化法。

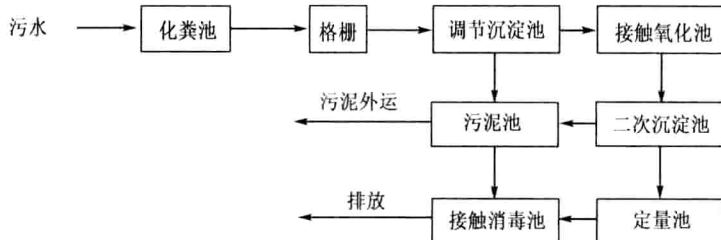


图 1.9 生物接触氧化法工艺流程

⑨ BIOLAK。

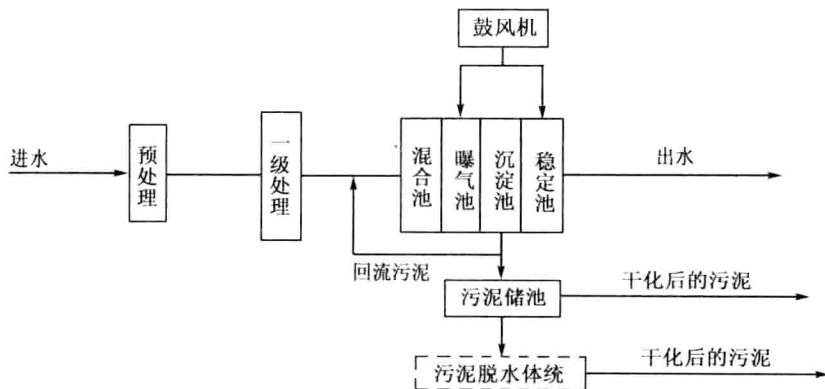


图 1.10 BIOLAK 工艺流程

⑩ BAF。

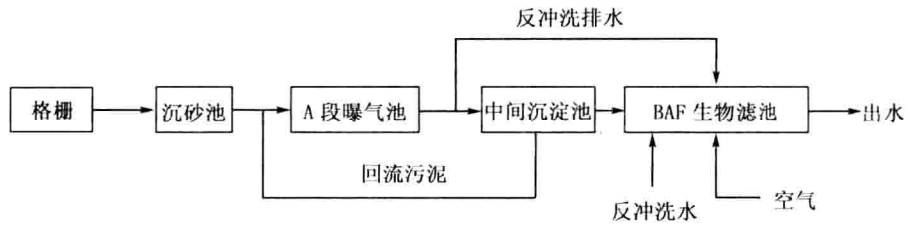


图 1.11 BAF 工艺流程

⑪ AO 工艺。

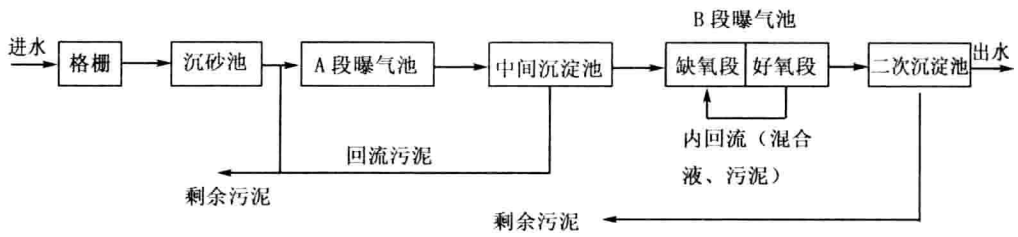


图 1.12 AO 工艺流程

2 土建工程施工技术

2.1 爆破技术

爆破技术内容如下。

2.1.1 炸药爆破法

炸药爆破法被用于距离主体结构较远的地带（大于10m），采用密孔、浅孔法，在密孔部位形成一个薄弱面，减少爆破时对周围主体结构的破坏。另外，爆破时，用草袋、草垫进行覆盖，并对周围的主体结构进行适当的保护。

（1）材料要求

- ① 爆破材料。二号铵梯炸药，其质量要求符合现行国家标准。
- ② 起爆、传爆材料。电线、导爆索及塑料导爆管等，其质量要求符合国家有关规定。
- ③ 覆盖材料。有草袋、草垫等。

（2）主要机具设备

- ① 钻孔机具。风动凿岩机、钻针、钻头（ $\Phi 38 \sim 42\text{mm}$ ）。风动凿岩机配套设备为 $3.0\text{m}^3/\text{min}$ 移动式柴油空气压缩机。
- ② 人工打孔工具。大锤、六角形钢钎、冲钎（ $\Phi 22 \sim 25\text{mm}$ ）、吹风管、木炮棍和掏勺等。
- ③ 测试仪表。爆破电桥、小型欧姆计、伏特计、安培计和万用表等，其输出电流值不得大于 30mA 。

- ④ 以上机具将投入4套，并根据现场情况和施工要求适当增加。

（3）作业条件

- ① 爆破设计和工项已报请公安和有关部门审核批准。
- ② 爆破施工器材，包括炸药、点火器材及有关仪表、机械、工具、防护材料、照明器材等均已备齐。
- ③ 爆破影响范围内的地上、地下障碍物，如供电、照明线路、电缆等，已经拆除、迁移或改线。

- ④ 警戒范围需要设置标志。
- ⑤ 要求采取安全防护措施。

（4）施工操作工艺

① 施工工艺程序是：放线定位→钻孔→药卷制作和起爆雷管安放→装药→堵塞→连接爆破网路→防护与覆盖→爆破清渣。

② 密孔法是在靠近主体结构的一侧钻一排或两排直径为 50~80mm 的密孔，孔距为孔径的 2~4 倍，孔内不装药，密孔的第二排孔为减弱炮孔，孔距为正常装药炮孔的 50%~75%，装药量减少 50% 左右，其余为正常炮孔，如图 2.1 所示。

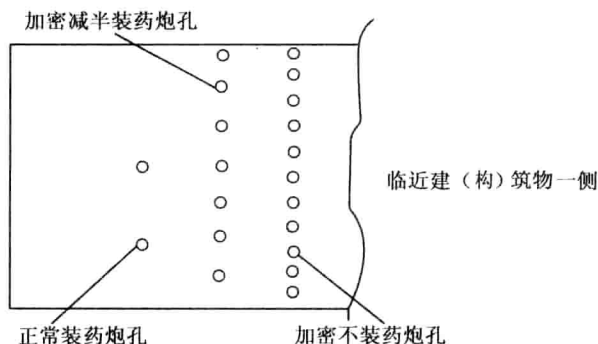


图 2.1 密孔法的布置图

③ 浅孔爆破法。在岩石上钻直径 10mm、深 0.5~3m 的圆柱形炮孔，装延长药包进行爆破，用药量为 $0.2\text{kg}/\text{m}^3$ ，比正常值减少 40%。

多分段，采用毫秒断电雷管 1~10 段，以减少冲击和震波。

④ 正确选择炮向，在爆破中间地带开辟一条作业带，然后从两侧向中间爆破。

⑤ 装药形式按照爆破要求进行。当炮孔深度大于最小抵抗线的 1.5 倍时，采用间隔分层装药，分层层数一般不超过 4 层。下层药量应占整个炮孔药量的 60%。洞室竖井装药应先铺一层干砂，底部及四周铺水泥纸袋 2~3 层，再装药包，使其互相靠紧、空隙最小。

⑥ 炮孔装药后，应进行堵塞。一般用 3:1 的黏土和砂混合物，加水拌合成适当稠度（手握成团，松手不散），随堵塞随捣实，堵塞长度一般为最小抵抗线的 1.3~1.5 倍，堵塞时应注意防止将引爆线脚损坏。

⑦ 电力起爆网路连接方式，采用串并联法或并串联法，对安全准爆有可靠的保证。

2.1.2 静态爆破法

静态爆破法被用于距离主体结构较近的地带（10m 范围），打孔间距为 $300\text{mm} \times 300\text{mm}$ 。

无声破碎剂静态爆破是将一种含有铝、镁、钙、铁、氧、硅、磷、钛等元素的无机盐粉末状破碎剂，用适量的水调成流动状浆体，直接装入火炮孔中，经水化后，产生巨大的膨胀压力，使岩石胀裂、破碎。

这种静态爆破法的特点是：破碎剂非易燃、易爆危险品，运输、保管、使用安全；爆破无震动、声响、烟尘、飞石等公害；操作简单，不需堵炮孔，不用雷管，不需点炮等操作，不需专业工种。但是，本法也存在能量不足、钻孔较多、破碎效果受气温影响较大、开裂时间不易控制及成本稍高等问题。

(1) 材料要求

破碎剂采用北京建筑材料科学研究院生产的 SCA-3 型无声破碎剂。破碎剂在运输、保管及使用前不得受潮。