

中华人民共和国国家环境保护标准

HJ 580—2010

含油污水处理工程技术规范

Technical specifications for oil-contained wastewater treating process

2010-10-12 发布

2011-01-01 实施

环 境 保 护 部 发 布

中华人民共和国国家环境保护标准
含油污水处理工程技术规范
HJ 580—2010

*

中国环境科学出版社出版发行
(100062 北京东城区广渠门内大街16号)

网址: <http://www.cesp.com.cn>

电话: 010-67112738

北京市联华印刷厂印刷

版权所有 违者必究

*

2011年1月第1版 开本 880×1230 1/16

2011年1月第1次印刷 印张 1.25

字数 40千字

统一书号: 135111·108

定价: 18.00元

中华人民共和国环境保护部 公 告

2010 年 第 73 号

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国水污染防治法》，规范污染治理工程建设与运行，现批准《酿造工业废水治理工程技术规范》等 6 项标准为国家环境保护标准，并予发布。

标准名称、编号如下：

- 一、酿造工业废水治理工程技术规范（HJ 575—2010）
- 二、厌氧-缺氧-好氧活性污泥法污水处理工程技术规范（HJ 576—2010）
- 三、序批式活性污泥法污水处理工程技术规范（HJ 577—2010）
- 四、氧化沟活性污泥法污水处理工程技术规范（HJ 578—2010）
- 五、膜分离法污水处理工程技术规范（HJ 579—2010）
- 六、含油污水处理工程技术规范（HJ 580—2010）

以上标准自 2011 年 1 月 1 日起实施，由中国环境科学出版社出版，标准内容可在环境保护部网站（bz.mep.gov.cn）查询。

特此公告。

2010 年 10 月 12 日

目 次

前 言.....	iv
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 设计水量及设计水质.....	2
5 总体设计.....	2
6 含油污水处理单元工艺设计.....	3
7 劳动安全与职业卫生.....	8
8 施工与验收.....	8
9 运行维护管理.....	8
附录 A（资料性附录） 聚结除油装置主要工艺参数及计算公式.....	10

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国水污染防治法》，规范含油污水处理工程的建设与运行管理，防治环境污染，保护环境和人体健康，制定本标准。

本标准规定了含油污水处理工程中工艺设计、安全与环保、施工与验收的技术要求。

本标准的附录 A 为资料性附录。

本标准由环境保护部科技标准司组织制订。

本标准主要起草单位：江西金达莱环保研发中心有限公司、华中科技大学、北京市环境保护科学研究院。

本标准环境保护部 2010 年 10 月 12 日批准。

本标准自 2011 年 1 月 1 日起实施。

本标准由环境保护部解释。

含油污水处理工程技术规范

1 适用范围

本标准规定了含油污水处理工程的设计、施工、验收、运行及维护管理工作的基本要求。

本标准适用于以油污染为主的污水处理工程，可作为环境影响评价、环境保护设施设计与施工、建设项目竣工环境保护验收及建成后运行与管理的技术依据。

2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件中的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

GB 50014 室外排水设计规范

CJJ 60 污水处理运行维护及其安全技术规程

《建设项目（工程）竣工验收办法》（国家计委 计建设[1990]215号）

《建设项目竣工环境保护验收管理办法》（国家环境保护总局令 第13号）

3 术语和定义

下列术语和定义符合本标准。

3.1

油脂 oil and grease

指乙醇或甘油（丙三醇）与脂肪酸的化合物，称为脂肪酸甘油酯。在常温下，液态脂肪酸甘油酯，称为油；固态脂肪酸甘油酯，称为脂。

3.2

含油污水 oil wastewater

指主要污染物为油的污水。

3.3

浮油 floating oil

指油珠粒径大于 100 μm ，静置后能较快上浮，以连续相的油膜漂浮在水面。

3.4

分散油 dispersed oil

指油珠粒径为 10~100 μm ，以微小油珠悬浮于污水中，不稳定，静置后易形成浮油。

3.5

乳化油 emulsified oil

指油珠粒径小于 10 μm ，一般为 0.1~2 μm ，形成稳定的乳化液。且油滴在污水中分散度愈大愈稳定。

3.6

溶解油 dissolved oil

指以分子状态或化学方式分散于污水中，形成稳定的均相体系，粒径一般小于 0.1 μm 。

HJ 580—2010

3.7

调节隔油池 water adjusting and oil separation tank

指用于调节水质、水量并配置有隔油功能的污水处理构筑物。

3.8

隔油池 oil separation tank

指专门用于隔除浮油的污水处理构筑物。

3.9

气浮 air floatation

指空气微气泡与油污颗粒结合，增大油污颗粒的浮力，使含油污水中的油污迅速分离的处理方法。

3.10

粗粒化 coalescence of oil water

指利用油水两相对聚结材料亲和力的不同，使微细油珠在聚结材料表面集聚成为较大颗粒或油膜，从而达到油水分离的过程。

3.11

一级除油处理 primary treatment of oil wastewater

指采用隔油池进行油水分离的处理阶段。

3.12

二级除油处理 secondary treatment of oil wastewater

指采用气浮、粗粒化、板结、过滤等方法或组合工艺进行油水分离的处理阶段。

4 设计水量及设计水质

4.1 设计水量

设计水量应按国家现行工业用水量的规定确定或按式（1）计算。

$$Q = K \times q \times S \quad (1)$$

式中： Q ——每日产生的含油污水总水量， m^3/d ；

q ——单位产品污水产生量， $\text{m}^3/\text{件}$ ；

S ——每日生产产品总数量，件；

K ——变化系数，根据生产工艺或经验决定。

4.2 设计水质

4.2.1 金属加工工业、油脂化工等行业产生的含油污水，其污染物有油脂、表面活性剂及悬浮杂质。

4.2.2 屠宰及肉食品加工业和餐饮业产生的含油污水，含有可生化性较强的动植物油脂。

4.2.3 设计水质应根据调查资料确定，或参照类似工业水质确定。

5 总体设计

5.1 一般规定

5.1.1 对含油污水应进行单独除油处理，以保证城市污水处理系统或者后续污水处理工艺过程正常运行。

5.1.2 含油污水处理工程应根据不同行业含油污水的水质特点，选择适合的处理工艺，并根据污水排放去向和当地的环境保护要求，经技术经济比较后确定。

5.1.3 含油污水最终处理效果应满足国家或地方污水排放标准的要求。

5.1.4 含油污水处理深度分为一级除油处理和二级除油处理。一级除油处理出水含油量应控制在 30 mg/L 以下。

5.1.5 应根据工厂生产工艺，实现生产用水的循环利用，以减少污水处理水量。

5.1.6 含油污水处理工程检测及控制设备的设置应参照 GB 50014 的规定。同时，仪表的选型应根据污水中油类及悬浮物的含量、腐蚀性物质的特性和管道敷设条件等因素确定。

5.2 厂址选择

5.2.1 含油污水处理设施应设在工业区夏季主导风向下方；尽可能选在工业区下游地区。

5.2.2 应结合工业厂区总体规划，考虑远景发展，并应考虑交通运输、水电供应、水文地质等条件。应参照 GB 50014 中相关规定。

5.3 总体布置

含油污水处理工程总体布置应参照 GB 50014 中相关规定。

5.4 污水处理工艺流程

5.4.1 金属加工工业、油脂化工行业含油污水处理推荐工艺流程如图 1。



图 1 金属加工、轻工、油脂化工行业含油污水处理基本工艺流程图

5.4.2 屠宰、肉食品加工和餐饮业含油污水处理推荐工艺流程如图 2。

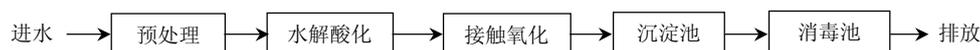


图 2 屠宰、肉食品加工和餐饮业含油污水处理基本工艺流程图

6 含油污水处理单元工艺设计

6.1 平流式隔油池

6.1.1 平流式隔油池宜用于去除粒径大于等于 150 μm 的油珠。

6.1.2 含油污水应该以基本无冲击状态进入隔油池进水配水间，进水配水间的前置构筑物出水水头应小于等于 0.2 m。

6.1.3 进水配水间应为垂直折流式，二室配置，二室隔墙下部 0.5 m 悬空。第一室下向流，第二室上向流。第二室与隔油段用配水墙间隔。

6.1.4 进水配水墙配水孔应设置于水面下 0.5 m，池底上 0.8 m 处。配水孔孔口流速应为 20~50 mm/s。

6.1.5 含油污水在隔油段的计算水平流速应为 2~5 mm/s。

6.1.6 单格池宽应小于等于 6 m，隔油段长宽比应不小于 4。

6.1.7 隔油段的有效水深应小于等于 2 m，池体超高应小于等于 0.4 m。

6.1.8 隔油段后应接出水间，出水间为单室配置。出水间与隔油段以出水配水墙间隔，以隔油段出水

堰保持隔油段液面。隔油段之后接集水槽和出水管。

6.1.9 出水配水墙配水孔应设置于水面下 0.8 m，池底上 0.5 m 处。配水孔孔口流速应为 20~50 mm/s。

6.1.10 隔油段池底宜设刮油刮泥机，刮板移动速度应小于 2 m/min。

6.1.11 隔油段排泥管直径应大于 200 mm，管端可接压力水管用以冲洗排泥管。

6.1.12 污泥斗深度一般为 0.5 m，底宽宜大于 0.4 m，侧面倾角 45°~60°，且池底向污泥斗坡度为 0.01~0.02。

6.1.13 集油管宜为 $\phi 200\sim 300$ mm，当池宽在 4.5 m 以上时，集油管串联不应超过 4 根。

6.1.14 在寒冷地区，集油管及隔油池宜设置加热设施。隔油池附近应有蒸汽管道接头，以备需要时清理管道或灭火。

6.1.15 隔油池宜设非燃烧材料制成的盖板，并应设置蒸汽灭火设施。

6.2 斜板隔油池

6.2.1 斜板隔油池宜用于去除粒径大于 80 μm 的油珠。

6.2.2 含油污水应该以基本无冲击状态进入斜板隔油池进水配水区，进水配水区的前置构筑物出水水头应小于等于 0.2 m。

6.2.3 上浮段表面水力负荷宜为 0.6~0.8 $\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 。

6.2.4 斜板净距离宜采用 40 mm，倾角应小于等于 45°，板间流速宜为 3~7 mm/s，板间水力条件为雷诺数 Re 小于 500；弗劳德数 Fr 大于 10。

雷诺数根据式 (2) 计算：

$$Re = \frac{V \cdot R}{\gamma} \quad (2)$$

弗劳德数根据式 (3) 计算：

$$Fr = \frac{V^2}{Rg} \quad (3)$$

式中： V ——水平流速，m/s；

R ——水力半径，m；

γ ——水的运动黏度， m^2/s ；

g ——重力加速度， $9.81 \text{ m}^2/\text{s}$ 。

6.2.5 池内应设浮油收集、斜板清洗和池底排泥等设施。

6.2.6 斜板材料应耐腐蚀、光洁度好、不沾油。

6.2.7 池内刮油泥速度宜小于等于 15 mm/s，板体间和池壁间应严密无缝隙，不渗漏。

6.2.8 排泥管直径应大于等于 200 mm，管端可接压力水管用以冲洗排泥管。

6.3 溶气气浮

6.3.1 溶气气浮除油宜用于含油量和表面活性物质低的含油污水，用来去除污水中比重接近于 1 的微细悬浮物和粒径大于 0.05 μm 油污。进水 pH 值 6.5~8.5，含油量小于 100 mg/L。

6.3.2 溶气气浮装置应由池体和溶气系统两部分组成。设计应符合下列要求：

6.3.2.1 溶气气浮法宜一间气浮池，配一个溶气罐。

6.3.2.2 溶气罐工作压力宜采用 0.3~0.5 MPa。

6.3.2.3 空气量以体积计，可按污水量 5%~10% 计算，设计空气量应按照 25% 过量考虑。

6.3.2.4 污水在溶气罐内停留时间应根据罐的型式确定，一般宜为 1~4 min，罐内应有促进气、水充分混合的措施。

6.3.2.5 采用部分回流的溶气罐宜选用动态式，并应有水位控制措施。

6.3.2.6 溶气释放器的选用应根据含油污水水质、处理流程和释放器性能确定。

6.3.3 加药反应

6.3.3.1 凝聚剂应在含油污水进入溶气反应段之前投加，并可适量投加助凝剂。

6.3.3.2 溶气反应段反应时间宜为 10~15 min。

6.3.3.3 投加药剂品种及数量应根据进水水质确定，不得造成二次污染。

6.3.3.4 药剂溶解池须防腐，应并联两间，交替使用。

6.3.4 气浮池

6.3.4.1 根据水量大小气浮池可采用矩形或圆形。

6.3.4.2 矩形气浮池每格池宽应小于等于 4.5 m，长宽比宜为 3~4。

6.3.4.3 矩形气浮池有效水深宜为 2.0~2.5 m，超高应大于等于 0.4 m。

6.3.4.4 污水在气浮池分离段停留时间宜小于等于 1 h。

6.3.4.5 污水在矩形气浮池内的水平流速宜小于等于 10 mm/s。

6.3.4.6 气浮池应配备液位自动控制装置，保障浮沫挡板的适宜位置。

6.3.4.7 气浮池端部应设置集沫槽和废油储槽。

6.3.4.8 气浮池顶部应设置刮泡沫机，刮泡沫机的移动速度宜为 1~5 m/min。

6.3.4.9 气浮池底部应设排泥管。

6.3.5 全溶气气浮和部分加压溶气气浮

6.3.5.1 推荐全溶气气浮和部分加压溶气气浮基本工艺流程如图 3。

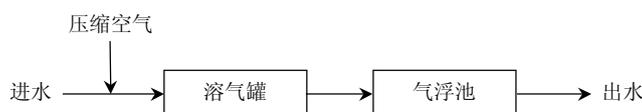


图 3 全溶气气浮和部分加压溶气气浮基本工艺流程图

6.3.5.2 投加药剂：药剂的品种和数量应根据进水水质经试验确定：聚合铝 25~35 mg/L；硫酸铝 60~80 mg/L；聚合铁 15~30 mg/L；有机高分子凝聚剂 1~10 mg/L。

6.3.5.3 混凝反应：宜采用管道混合器，可不设反应室。

6.3.6 部分回流溶气气浮

6.3.6.1 推荐部分回流溶气气浮基本工艺流程如图 4。

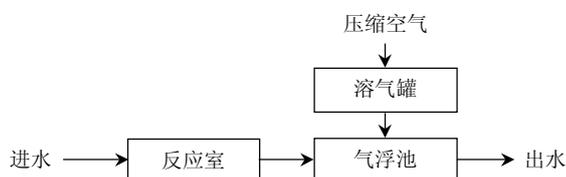


图 4 部分回流溶气气浮基本工艺流程图

6.3.6.2 回流比宜为进水的 25%~50%。但当水质较差，且水量不大时，可适当加大回流比。

6.3.6.3 投加药剂：药剂的品种和数量应根据进水水质经试验确定：聚合铝 15~25 mg/L；硫酸铝 40~60 mg/L；聚合铁 10~20 mg/L；有机高分子凝聚剂 1~8 mg/L。

6.3.6.4 混凝反应：管道混合，阻力损失小于等于 0.3 m；机械混合，搅拌桨叶速度宜为 0.5 m/s 左右，混合时间宜为 30 s。机械反应室（一级机械搅拌）、平流反应室、旋流反应室或涡流反应室水流线速度从 0.5~1.0 m/s 降至 0.3~0.5 m/s，反应时间 3~10 min。

6.4 粗粒化

6.4.1 粗粒化技术适用于预处理分散油和乳化油。粗粒化法可把水中 5~10 μm 的油珠完全分离,对 1~2 μm 的油珠有最佳的分离效果。

6.4.2 粗粒化聚结器通常设在重力除油工艺之前,它利用粗粒化材料的聚结性能,使细小的油粒在其表面聚结成较大油粒或油膜,使其更有利于重力法除油。

6.4.3 聚结材料宜采用相对密度大于 1、粒径 3~5 mm、亲油疏水性强、比表面积大、强度高且容易再生的材料;应根据可聚结性实验确定。

6.4.4 粗粒化除油装置组成:壳体、分离段、聚结床、多孔材料承托层。

6.4.5 聚结除油装置壳体可采用碳钢防腐。承压能力应通过工艺计算,一般可采用 0.6 MPa。

6.4.6 聚结床下应加承托垫层。承托材料一般采用卵石,其级配见表 1。

表 1 承托材料级配表

层次	粒径/mm	厚度/mm
下	16~32	100
中	8~16	100
上	4~8	100
总厚度 H		300

6.4.7 当采用聚结材料相对密度小于 1 时,须在上部设置不锈钢格栅及卵石层以防跑料。卵石粒径选用 16~32 mm,厚度一般为 0.3 m。

6.5 过滤

6.5.1 滤池

6.5.1.1 单池面积不宜超过 50 m²。进水含油量宜小于 30 mg/L。

6.5.1.2 滤池高度根据滤层厚度、承托层高度、反冲洗滤料膨胀系数(40%~50%)以及超高等因素确定,高度一般在 3.5~4.5 m。

6.5.1.3 滤池底部宜设有排空管,管口处设栅罩;池底坡度约为 0.005,坡向排空管。

6.5.1.4 每间滤池均应安装水头损失计或水位尺、取样设备等。

6.5.1.5 滤池间数较少时,直径小于 400 mm 的阀门可采用手动阀门;但反冲洗阀门,宜采用电动或液动阀门。

6.5.1.6 滤池池壁与砂层接触处应拉毛,避免短流。

6.5.1.7 在配水系统干管末端,应安装排气管,当滤池面积小于 25 m²时,管径为 40 mm;当滤池面积为 25~100 m²时,管径为 50 mm。排气管伸出滤池,顶处应加截止阀。

6.5.1.8 各密封渠道上应有 1~2 个人孔。

6.5.1.9 滤池管廊内应有良好的防水、排水措施和适当的通风、照明等措施。

6.5.2 滤料

6.5.2.1 滤料宜选择亲水、疏油型材料,同时应具有一定的机械强度和抗蚀性能。

6.5.2.2 砂滤滤速宜取 8~10 m/h,反冲洗强度为 12~17 L/(m²·s),反冲洗时间宜为 15 min。

6.5.3 轻质滤料

纤维类滤料滤速最高可取 25 m/h,反冲洗强度可小于 5 L/(m²·s),反冲洗时间宜控制在 15~20 min。

6.6 混凝

6.6.1 混凝工艺在控制 pH 的条件下对乳化液具有良好的破乳效果，可保障良好的油水分离效果。

6.6.2 含油污水处理中常用混凝剂有无机混凝剂、有机混凝剂及复合混凝剂，应针对不同的水质选用合适的絮凝剂及助凝剂。

6.6.3 混合

6.6.3.1 药剂混合时间一般为 10~30 s，不宜强烈搅拌及长时间混合。

6.6.3.2 混合设备与后续处理设备中间管道不宜超过 120 m。

6.6.3.3 混合方式分为水力混合和机械混合。

6.6.4 反应

6.6.4.1 反应池型式的选择和絮凝时间的采用，应根据水质情况和相似条件下的运行经验或通过试验确定。

6.6.4.2 药剂在反应池内应有充分的反应时间，一般为 10~30 min，控制反应时的速度梯度 G ，一般为 30~60 s^{-1} ， GT 值为 $10^4\sim 10^5$ 。

6.6.5 加药系统

6.6.5.1 药剂的投配方式宜采用液体投加方式。

6.6.5.2 加药系统应设置投药计量设备，以控制加药量，应尽可能采用自动投药系统。

6.6.5.3 自动投药方式应采用前馈式或后馈式单因子自控投药技术。自控系统由传感器、智能测控仪和执行机构（变频调速装置、投药泵等）组成，它们构成单回路反馈控制系统。

6.6.5.4 用泵投加高分子聚合物药剂溶液时，应采用容积泵输送。

6.7 生物处理

6.7.1 当采用生物法处理时，应考虑油在水中的存在形态，含油的种类和性质等各种影响因素，经技术经济比较后选择适合的处理工艺。

6.7.2 含油污水经除油处理后，应根据再生水利用和出水排放对水质的要求进一步处理。

6.7.3 进入生化处理系统含油污水的油含量不得超过 30 mg/L。

6.7.4 用于处理以油污染为主的含油污水的活性污泥法、序批式活性污泥法、接触氧化法、膜生物法的主要工艺设计参数可参考相应的工程技术规范。

6.8 污泥浓缩

6.8.1 气浮浮渣的浓缩应根据含油污泥乳化程度，选择自然浓缩或加药浓缩。自然浓缩时间以 8~12 h 为宜。

6.8.2 生化污泥的浓缩可参照 GB 50014 的规定。

6.9 污泥处置

6.9.1 含油污泥应进行资源化、减量化、稳定化和无害化处理，逐步提高资源化水平。

6.9.2 干化场适用于气候较为干燥的地区，尤适用于沙漠地区含油污泥的处理。

6.9.3 含油量 5%~10% 的污泥宜焚烧处理。焚烧温度 800~850℃。

6.9.4 含油量低的污泥可优先考虑采用固化法进行无害化处置。

6.9.5 含油污泥的处置应符合危险废物的有关规定。

7 劳动安全与职业卫生

7.1 消防

含油污水处理构筑物间距及现场消防设施应符合国家现行防火规范的规定。

7.2 安全

7.2.1 压力式装置、容器的安全措施应遵照相关规定及产品使用说明的要求。

7.2.2 加热器温度设定值为 45℃；电加热器热态绝缘电阻应不低于 0.5 MΩ。

7.3 卫生

7.3.1 含油污水处理构筑物、管渠、设备应有防腐蚀和防渗漏的措施。

7.3.2 处理设备应尽量选择封闭式，以避免影响周围环境。

7.3.3 妥善处置油水分离过程废弃的元件或材料，应避免对环境产生二次污染。

8 施工与验收

8.1 工程施工

8.1.1 工程施工前，应进行施工组织设计或编制施工方案，明确施工质量负责人和施工安全负责人，经批准后方可实施。

8.1.2 含油污水处理工程施工单位应具有国家相应的工程施工资质。

8.1.3 含油污水处理工程的设备安装应符合设计文件的规定。

8.1.4 工程变更应按照经批准的设计变更文件进行。

8.2 工程验收

8.2.1 含油污水处理工程验收应按照设计文件及《建设项目（工程）竣工验收办法》的规定和要求进行。

8.2.2 含油污水处理工程的环境保护验收应按照《建设项目竣工环境保护验收管理办法》执行。

9 运行维护管理

9.1 一般规定

9.1.1 含油污水处理工程的运行过程应制定详细的运行管理、维护保养制度和操作规程，各类设施、设备应按照设计的工艺要求使用。

9.1.2 含油污水处理工程的运行维护管理应符合 CJJ 60 的规定。

9.1.3 含油污水处理工程的运行、维护及其安全，除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

9.2 运行管理

9.2.1 运行管理人员及操作人员应经过严格培训，了解含油污水处理工艺、设备操作章程及各项设计

指标。

9.2.2 各岗位应有工艺系统网络图、安全操作规程等，并应示于明显部位。

9.2.3 各岗位的操作人员应按时做好运行记录。数据应准确无误。当发现运行不正常时，应及时处理或上报主管部门。

9.2.4 应根据不同设备要求，定期进行检查，保证设备的正常运行。

9.3 安全操作

9.3.1 各岗位操作人员和维修人员应经过技术培训并考试合格后方可上岗。

9.3.2 电源电压大于或小于额定电压 5%时，不宜启动电机。

9.3.3 储油罐和集油池附近，应按消防部门的有关规定设置消防器材。

9.4 水质管理

9.4.1 含油污水处理厂污水、污泥处理正常运行检测的项目与周期应符合 CJJ 60 的规定。

9.4.2 已安装在线监测系统的，也应定期进行取样，进行人工监测，比对监测数据。

9.4.3 水质取样应在污水处理排放口和根据处理工艺控制点取样。

9.5 应急预案

9.5.1 应编制事故应急预案（包括环境风险突发事故应急预案）。

9.5.2 污水处理设施发生异常情况或重大事故时，应及时分析解决，并按应急预案中的规定向上级主管部门报告。

附录 A

(资料性附录)

聚结除油装置主要工艺参数及计算公式

A.1 装置直径

$$D = \sqrt{\frac{4Q_1}{\pi q}} \quad (\text{A.1})$$

式中： D ——装置直径，m；
 Q_1 ——单罐设计水量， m^3 ；
 q ——负荷， $\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ ，一般为 $15\sim 35 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ 。

A.2 聚结材料体积

$$W = f \times h \frac{\pi D^2}{4} \quad (\text{A.2})$$

式中： W ——聚结材料体积， m^3 ；
 h ——聚结材料高度，m；
 f ——修正系数。

A.3 聚结材料高度

$$h = vt \quad (\text{A.3})$$

式中： h ——聚结材料高度，m；
 v ——聚结材料段流速，m/h；
 t ——接触时间，h。

A.4 聚结材料重量

$$G = W \cdot \rho \quad (\text{A.4})$$

式中： G ——聚结材料重量，kg；
 ρ ——聚结材料密度， kg/m^3 。
