CECS 265 : 2009

中国工程建设协会标准

曝气生物滤池工程技术规程

Technical specification for biological aerated filter engineering

中国计划出版社

中国工程建设协会标准

曝气生物滤池工程技术规程

Technical specification for biological aerated filter engineering

CECS 265：2009

主编单位：中国市政工程华北设计研究总院
马鞍山市华骐环保科技发展有限公司
批准单位：中国工程建设标准化协会
施行日期：2010年1月1日

中国计划出版社

2009 北京

中国工程建设协会标准
曝气生物滤池工程
技术规程
CECS 265：2009
☆
中国市政工程华北设计研究总院
马鞍山市华骐环保科技发展有限公司 主编
中国计划出版社出版
（地址：北京市西城区木樨地北里甲11号国宏大厦C座4层）
（邮政编码：100038 电话：63906433 63906381）
新华书店北京发行所发行
廊坊市海涛印刷有限公司印刷

850×1168毫米 1/32 1.75印张 44千字
2009年12月第1版 2009年12月第1次印刷
印数1—5100册
☆
统一书号：1580177·280
定价：17.00元

中国工程建设标准化协会公告

第 50 号

关于发布《曝气生物滤池工程技术规程》的公告

根据中国工程建设标准化协会建标协字[2007]第 81 号文《关于印发中国工程建设标准化协会 2007 年第二批标准制、修订项目计划的通知》的要求，由中国市政工程华北设计研究总院、马鞍山市华骐环保科技发展有限公司等单位编制的《曝气生物滤池工程技术规程》，经城市给水排水专业委员会组织审查，现批准发布，编号为 CECS 265：2009，自 2010 年 1 月 1 日起施行。

中国工程建设标准化协会

二〇〇九年十一月二日

前　言

根据中国工程建设标准化协会建标协字[2007]81号文《关于印发中国工程建设标准化协会2007年第二批标准制、修订项目计划的通知》的要求，制定本规程。

曝气生物滤池(BAF)污水处理工艺属于生物膜法的范畴，集生化反应和固液分离于一体，已被广泛地应用于城镇污水，小区生活污水，生活杂排水，食品加工废水，酿造、造纸和印染等行业的二级处理和三级处理中。目前国内应用曝气生物滤池工艺的污水处理厂(站)已有600多座。今后在城镇污水处理厂的升级改造中将有更广泛的应用。

本规程是在总结多年来国内外曝气生物滤池工艺应用的实践经验，并参考国内外近期资料和相关标准的基础上，广泛征求专家和使用单位的意见后编制而成的。

本规程内容主要包括总则、术语和符号、工艺流程、设计、检测和控制、施工和安装、调试和运行等。

根据国家计委计标[1986]1649号文《关于请中国工程建设标准化委员会负责组织推荐性工程建设标准试点工作的通知》的要求，推荐给工程建设、设计、施工等使用单位及工程技术人员采用。

本规程由中国工程建设标准化协会城市给水排水专业委员会(TC8)归口管理，并负责解释(上海市政工程设计研究总院，上海市中山北二路901号，邮编：200092)。在使用中如发现需要修改或补充之处，请将意见和资料径寄解释单位。

主 编 单 位： 中国市政工程华北设计研究总院
马鞍山市华骐环保科技发展有限公司

参 编 单 位： 上海市政工程设计研究总院

安徽工业大学华冶自动化工程公司
国电环境保护研究院
江苏天源水处理设备有限公司

主要起草人： 徐扬纲　郑　俊　刘绪宗　朱开东　张　众
王　健　郑　杰　刘明坤　邹伟国　朱广汉
姜　鹏　岳月发　张世山　徐志清　顾小红
赵　军　孙秋渊　魏　鹏　孙博文

主要审查人： 励彦松　张　辰　邓志光　李　艺　毛继承
孙家珍　吴华明　吴浩汀　裴　圣　李　伟
汪　泳

中国工程建设标准化协会
2009 年 11 月 2 日

目　　次

1　总　　则 …… (1)
2　术语和符号 …… (2)
2.1　术语 …… (2)
2.2　符号 …… (4)
3　工艺流程 …… (6)
3.1　一般规定 …… (6)
3.2　工艺流程的选择 …… (6)
4　设　　计 …… (9)
4.1　一般规定 …… (9)
4.2　陶粒滤料滤池 …… (10)
4.3　轻质滤料滤池 …… (12)
4.4　设计参数 …… (13)
4.5　设计计算 …… (14)
5　检测和控制 …… (22)
5.1　一般规定 …… (22)
5.2　检测 …… (22)
5.3　控制 …… (22)
6　施工和安装 …… (23)
6.1　施工准备 …… (23)
6.2　反冲洗配气管施工 …… (23)
6.3　滤板施工 …… (23)
6.4　滤头施工 …… (24)
6.5　曝气系统施工 …… (24)
6.6　滤池卵石和生物滤料填装 …… (24)

7 调试和运行 …… (25)
本规程用词说明 …… (26)
引用标准名录 …… (27)
附:条文说明 …… (29)

Contents

1 General Provisions ····· (1)

2 Terms and Symbols ····· (2)

2.1 Terms ····· (2)

2.2 Symbols ····· (4)

3 Process Flow ····· (6)

3.1 General Regulations ····· (6)

3.2 Choice of Process Flow ····· (6)

4 Design ····· (9)

4.1 General Regulations ····· (9)

4.2 Structure of Ceramisite Media Filter ····· (10)

4.3 Lightweight Media Filter ····· (12)

4.4 Designed Parameter ····· (13)

4.5 Design Calculations ····· (14)

5 Detection and Control ····· (22)

5.1 General Regulations ····· (22)

5.2 Detection ····· (22)

5.3 Control ····· (22)

6 Construction and Installation ····· (23)

6.1 Preparation for Construction ····· (23)

6.2 Construction of Backwashing Pipe for Gas Distributing ····· (23)

6.3 Construction of Filter Plate ····· (23)

6.4 Construction of Filter Head ····· (24)

6.5 Construction of Aerating System ····· (24)

6.6 Gravel and Biological Filter Media Filling in Filter ····· (24)

7 Debugging and Running ····· (25)
Explanation of Wording in This Specification ····· (26)
List of Quoted Standards ····· (27)
Attached: Explanation of Standard ····· (29)

1 总　　则

1.0.1 为在曝气生物滤池工艺的设计、施工、安装、调试、运行中贯彻国家的技术经济政策，做到安全可靠、经济适用、技术先进、确保质量、保护环境，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于采用曝气生物滤池工艺的城镇污水处理、污水处理厂脱氮提标改造、污水深度处理、工业废水处理工程。

1.0.3 曝气生物滤池工艺流程的选择应根据不同的进水水质及处理要求，通过技术、经济及环境影响等因素综合评估后确定。

1.0.4 曝气生物滤池污水处理工程除应符合本规程的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术　　语

2.1.1 曝气生物滤池　　biological aerated filter

污水生物处理的一种构筑物，简称 BAF。池内填装粒状滤料作载体形成固定床，微生物群附着于载体表面形成生物膜，滤料层中下部进行曝气供氧，污水与空气同向流或逆向流通过粒状滤料层，依靠附着于载体表面的生物膜对污染物的吸附、氧化和分解，可使污水净化，粒状滤料层同时具有物理截留过滤作用。

2.1.2 生物滤料　　filter material

滤料是曝气生物滤池中微生物固着栖息、繁殖生长的载体，同时对污水中的悬浮物具有物理截留过滤作用，一般分人工陶粒滤料和轻质滤料两种。

2.1.3 出水堰板　　effluent wire plate

设置在滤池出水堰处防止滤料流失并且调节出水平衡的装置。本规程所指的出水堰板可分为栅型稳流板和锯齿形出水堰板两类，应选用强度高、性能稳定、抗老化性好、无毒、耐腐蚀的材料。

2.1.4 单孔膜空气扩散器　　monocular membrane air diffuser

曝气生物滤池中曝气供氧的一种空气扩散装置，按一定间距安装在陶粒滤料层中下部。单孔膜空气扩散器的布置密度应根据工艺所需总供气量及单个曝气器额定通气量经计算后确定。

2.1.5 长柄滤头　　long-handled filter head

安装在曝气生物滤池中下部承托滤板上用来正常配水、反冲洗配水、反冲洗配气的一种布水、布气装置。污水通过长柄滤头被均匀布置在滤池截面上并均匀流过滤料层，长柄滤头应为大缝隙防堵塞专用滤头。

2.1.6 承托滤板 support board

一种具有一定承载强度和水平精度要求的托板，起固定长柄滤头和承载滤料荷载的作用，工程中一般宜选用钢筋混凝土或钢结构形式。

2.1.7 五日生化需氧量容积负荷 BOD_5 volumetric loading rate

曝气生物滤池中，每立方米滤料每天降解的五日生化需氧量，以 $kgBOD_5/(m^3 \cdot d)$表示。

2.1.8 硝化容积负荷 nitrification volumetric loading rate

曝气生物滤池中，每立方米滤料每天硝化的氨氮量，以 $kgNH_4-N/(m^3 \cdot d)$表示。

2.1.9 反硝化容积负荷 denitrification volumetric loading rate

反硝化生物滤池中，每立方米滤料每天反硝化的硝态氮量，以 $kgNO_3^- -N/(m^3 \cdot d)$表示。

2.1.10 有效容积 effective volume

生物滤池中滤料所占的容积。

2.1.11 水力停留时间 hydraulic retention time

曝气生物滤池中，污水在生物滤料层所占容积的平均停留时间，以小时(h)表示。又称空床停留时间。

2.1.12 反冲洗水(气)强度 backwashing water(gas) intensity

生物滤池进行反冲洗时单位面积、单位时间内的反冲洗用水(气)量，以 $m^3/(m^2 \cdot h)$计。

2.1.13 硝化液回流比 nitrification liquid reflux ratio

采用前置反硝化生物滤池脱氮时，硝化液回流量与设计进水流量的比值，以百分数计。

2.1.14 碳氧化曝气生物滤池 biological aerated filter(C)

以降解污水中含碳有机物为目的的曝气生物滤池。

2.1.15 硝化曝气生物滤池 biological aerated filter(N)

以对污水中的氨氮进行硝化为目的的曝气生物滤池。

2.1.16 反硝化生物滤池 biological aerated filter(DN)

以对污水中硝态氮进行反硝化为目的的生物滤池。

2.1.17 碳氧化/部分硝化曝气生物滤池 biological aerated filter(C/N)

降解污水中含碳有机物并对氨氮进行部分硝化的曝气生物滤。

2.2 符 号

A——滤池总面积；

a——单格滤池面积；

ΔC_{BOD_5}——进、出滤池的 BOD_5 浓度差值；

ΔC_N——反硝化滤池进、出水硝酸盐氮浓度差值；

$C_{sm(T)}$——设计水温为 T℃时，混合液溶解氧饱和浓度的平均值；

$C_{s(T)}$——设计水温为 T℃时，清水中饱和溶解氧浓度值；

ΔC_{TKN}——进、出硝化滤池凯氏氮浓度差值；

ΔC_{TN}——反硝化滤池进、出水总氮浓度差值；

C_1——滤池出水溶解氧浓度；

E_A——滤池系统氧利用率；

G_S——标准状态下总供气量；

H——生物滤池总高度；

H_0——滤料填装高度；

H'——空气扩散器在水面下的深度；

h_0——承托层高度；

h_1——缓冲配水区高度；

h_2——清水区高度；

h_3——超高；

h_4——滤板厚度；

M——反硝化过程产生的碱度；

n——滤池格(座)数；

P_b——空气扩散器处的绝对压力；

P——滤池水面处的大气压；

q——滤池水力表面负荷；

q_{BOD_5}——BOD_5 容积负荷；

q_{NH_3-N}——硝化容积负荷；

q_{TN}——反硝化容积负荷；

Q——设计污水流量；

Q_T——设计污水流量与硝化液回流量之和；

Q_t——滤池逸出气体含氧百分率；

R——硝化液回流比；

ΔR_0——去除单位质量 BOD_5 的需氧量；

R_0——每日去除 BOD_5 的需氧量；

R_N——每日氨氮硝化的需氧量；

R_{DN}——反硝化回收的氧量；

R_T——理论总需氧量；

R_S——标准状态下总需氧量；

SS_i——滤池进水悬浮物浓度值；

T_{BOD_5}——滤池进水 BOD_5 浓度值；

T——设计水温；

t——空床水力停留时间；

W——滤料的总体积；

η——反硝化率；

α——氧的水质转移系数；

β——饱和溶解氧修正系数；

ρ——修正系数。

3 工艺流程

3.1 一般规定

3.1.1 污水在进入曝气生物滤池前应进行较高程度的预处理，即一级处理或强化一级处理，一般应有粗格栅、精细格栅、除油沉砂池、水解池或初沉池。必要时应设置气浮池。

3.1.2 进入曝气生物滤池的污水应具有良好的可生化性，且不应对微生物具有抑制和毒害作用。

3.1.3 进入曝气生物滤池的水质，应符合现行国家标准《室外排水设计规范》GB 50014 及相关现行标准要求。

3.1.4 根据所要求处理程度的不同，曝气生物滤池可分为碳氧化、硝化和反硝化等类型。碳氧化、硝化、反硝化可在单级生物滤池内完成，也可在多级生物滤池内完成。

3.1.5 当采用曝气生物滤池进行硝化时，硝化滤池剩余总碱度不应低于 70mg/L（以 $CaCO_3$ 计），否则应补充池内的碱度。

3.1.6 曝气生物滤池反冲洗排水应根据处理规模、单格滤池每次反冲洗水量等因素，合理设置反冲洗排水缓冲池。

3.1.7 当采用硝化、反硝化生物脱氮工艺时，污水中的五日生化需氧量与总凯氏氮之比应大于 4。当污水中碳源不足时应优先考虑开发利用内部碳源，必要时可外加碳源。

3.1.8 当出水总磷浓度达不到排放要求时，应辅以化学除磷。

3.1.9 当曝气生物滤池出水悬浮固体含量满足后续处理或排放标准要求时，可不设过滤设施。

3.2 工艺流程的选择

3.2.1 工艺流程的选择，应根据污水及处理出水水质要求，并综

合考虑各流程的特点和优势，通过技术、经济比较后确定。

3.2.2 主要去除污水中含碳有机物时，宜采用单级碳氧化曝气生物滤池工艺(图 3.2.2)：

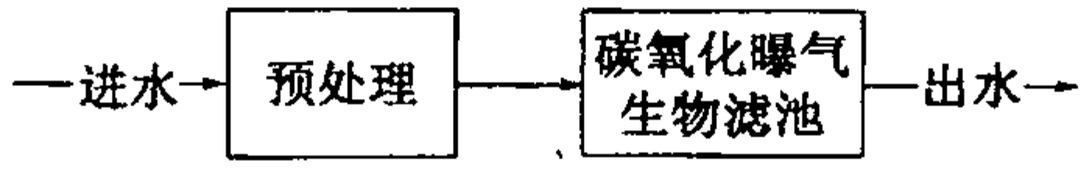

图 3.2.2 单级碳氧化曝气生物滤池工艺

3.2.3 要求去除污水中含碳有机物并完成氨氮的部分硝化(硝化率 60%以下)时，宜采用单级碳氧化/部分硝化曝气生物滤池工艺流程(图 3.2.3)：

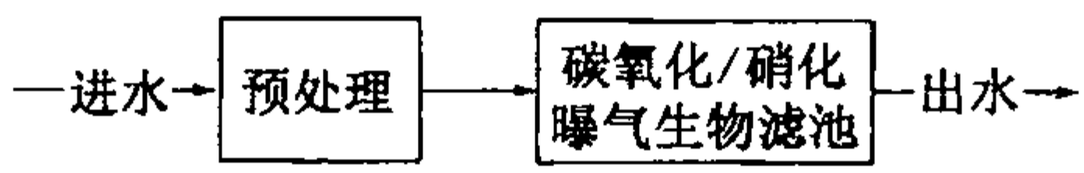

图 3.2.3 单级碳氧化/硝化曝气生物滤池工艺

3.2.4 要求去除污水中含碳有机物并完成氨氮的硝化(硝化率大于 60%)时，应采用碳氧化曝气生物滤池和硝化曝气生物滤池两级串联工艺(图 3.2.4)：

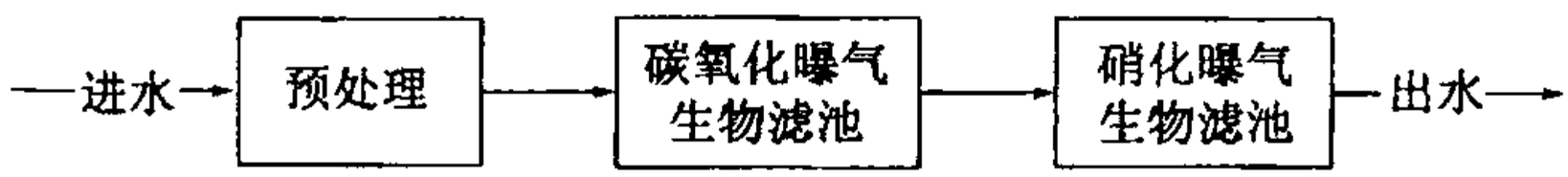

图 3.2.4 两级除碳、硝化曝气生物滤池串联工艺

3.2.5 当进水碳源充足且出水水质对总氮去除要求较高时，宜采用前置反硝化生物滤池和硝化曝气生物滤池的组合工艺(图 3.2.5)：

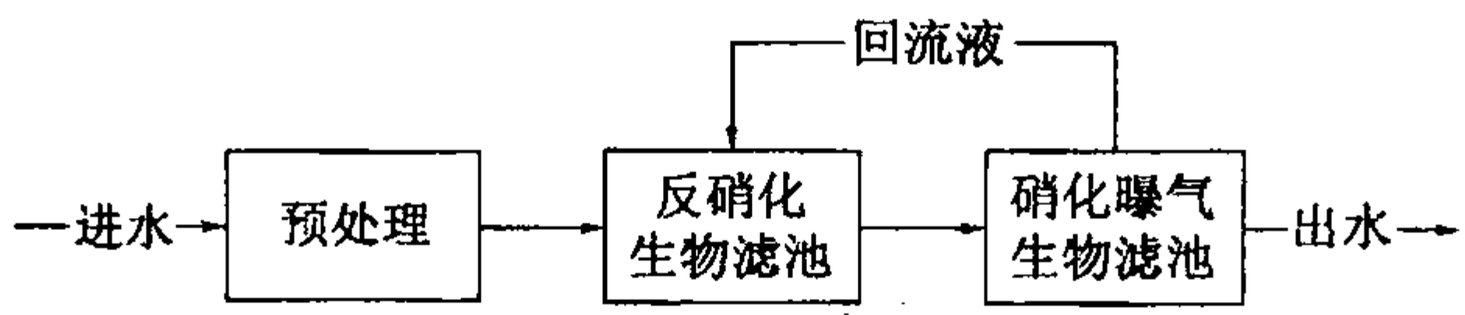

图 3.2.5 无外加碳源前置反硝化生物滤池脱氮工艺

3.2.6 当进水总氮含量高、碳源不足而出水对总氮要求较高时，可采用前置反硝化或后置反硝化工艺，同时需外加碳源。外加碳源的投加量应经过计算确定(图 3.2.6-1、图 3.2.6-2)。

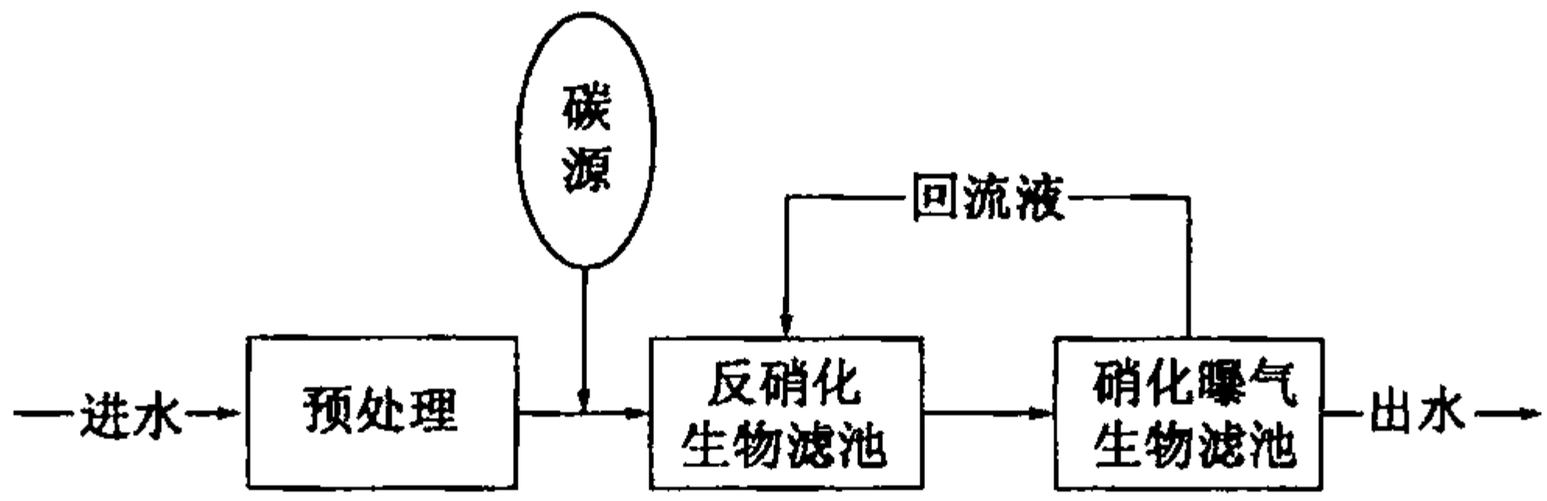

图 3.2.6-1　外加碳源前置反硝化生物滤池脱氮工艺

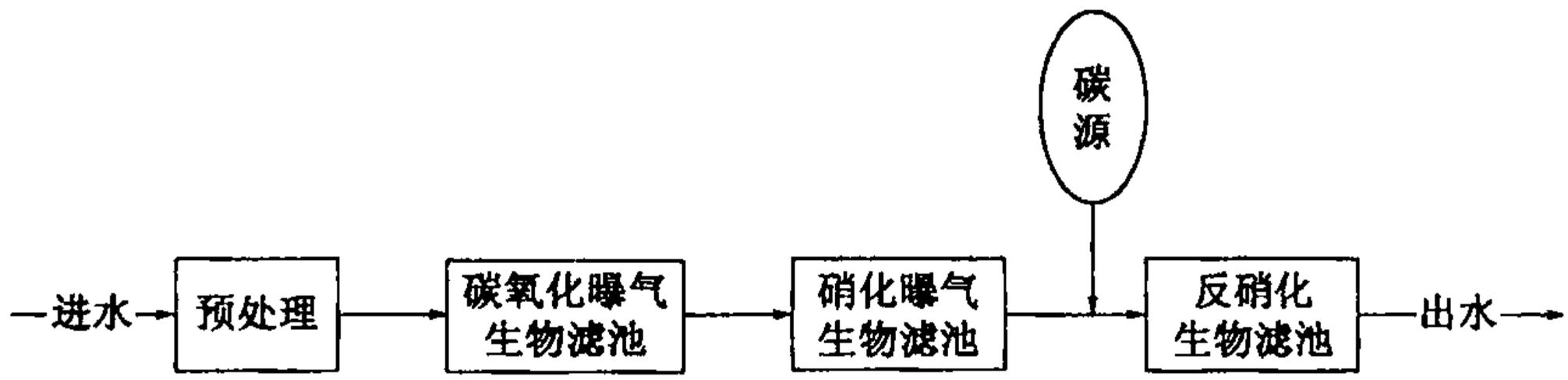

图 3.2.6-2　外加碳源后置反硝化生物滤池脱氮工艺

3.2.7　对既有活性污泥法类工艺进行提标改造时，根据二沉池的出水水质指标情况，可选用外加碳源前置反硝化生物滤池脱氮工艺或外加碳源单级反硝化生物滤池脱氮工艺（图 3.2.7-1、图 3.2.7-2）。

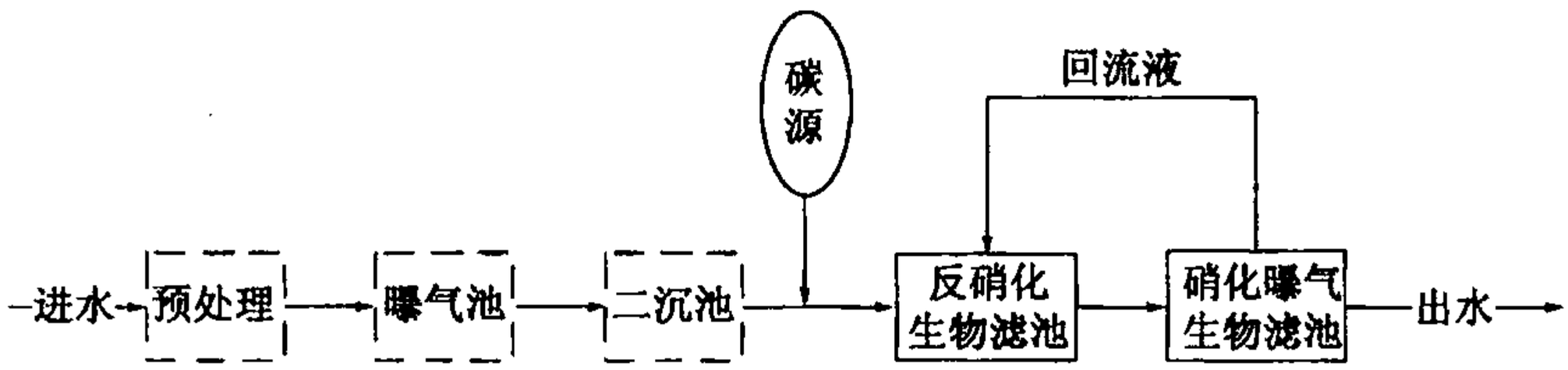

图 3.2.7-1　外加碳源前置反硝化生物滤池脱氮提标改造工艺

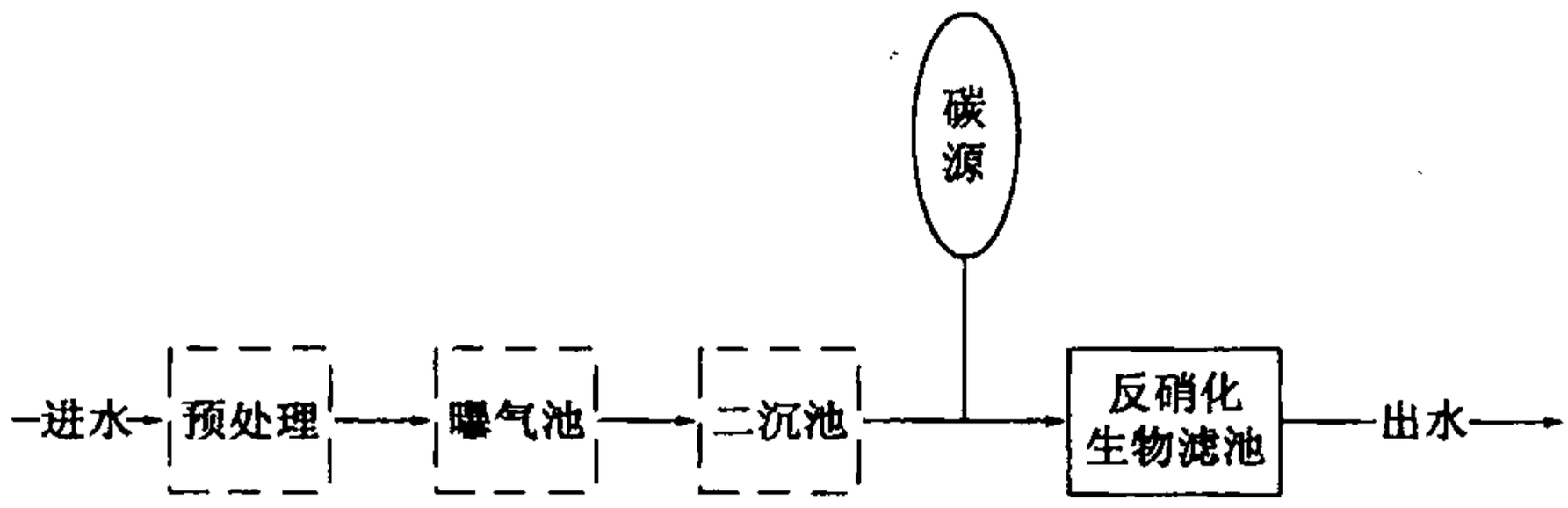

图 3.2.7-2　外加碳源单级反硝化生物滤池脱氮提标改造工艺

4 设　计

4.1 一般规定

4.1.1 曝气生物滤池宜采用上向流进水，也可采用下向流进水。

4.1.2 曝气生物滤池应根据处理水量的大小合理分格，每级滤池不应少于两格，单格滤池面积不宜大于 $100m^2$。当单格滤池反冲洗时，其他格滤池应通过全部流量；同时当单格滤池反冲洗时，其他格滤池出水和反洗清水池储水应满足冲洗用水量的要求。

4.1.3 池型选择应综合考虑进水方式、反冲洗方式、单格面积、滤料种类、滤池构造和平面布置等因素，一般可选用矩形或圆形。

4.1.4 曝气生物滤池多格并联时宜采用渠道和堰配水，不宜采用压力管道直接配水。

4.1.5 曝气生物滤池工艺曝气与反冲洗用气设备、管路宜分开设置。

4.1.6 曝气生物滤池的池体构造应与所选用的滤料类型相适应。

4.1.7 滤料填装高度（H_0）宜结合占地面积、处理负荷、风机选型和滤料层阻力等因素综合考虑确定，陶粒滤料宜为 2.5m～4.5m，轻质滤料宜为 2.0m～4.0m。

4.1.8 曝气生物滤池应设置必要的自动控制系统。

4.1.9 清水区高度应根据滤料性能及反冲洗时滤料膨胀率确定，陶粒滤料宜为 1.0m～1.5m，轻质滤料宜为 0.6m～1.0m。

4.1.10 滤板宜采用钢筋混凝土或钢制结构，滤板上开孔率应大于 5%。

4.1.11 配气干管与支管应选取具有耐腐蚀性、耐高温、韧性强度较好的材料。

4.2 陶粒滤料滤池

4.2.1 典型陶粒滤料滤池结构可分为缓冲配水区、承托层及陶粒滤料层区、出水区(图 4.2.1)。主体可由滤池池体、布水及反冲洗布水布气系统、承托层、滤料层、工艺曝气系统、反冲洗系统、出水系统、自控系统组成。

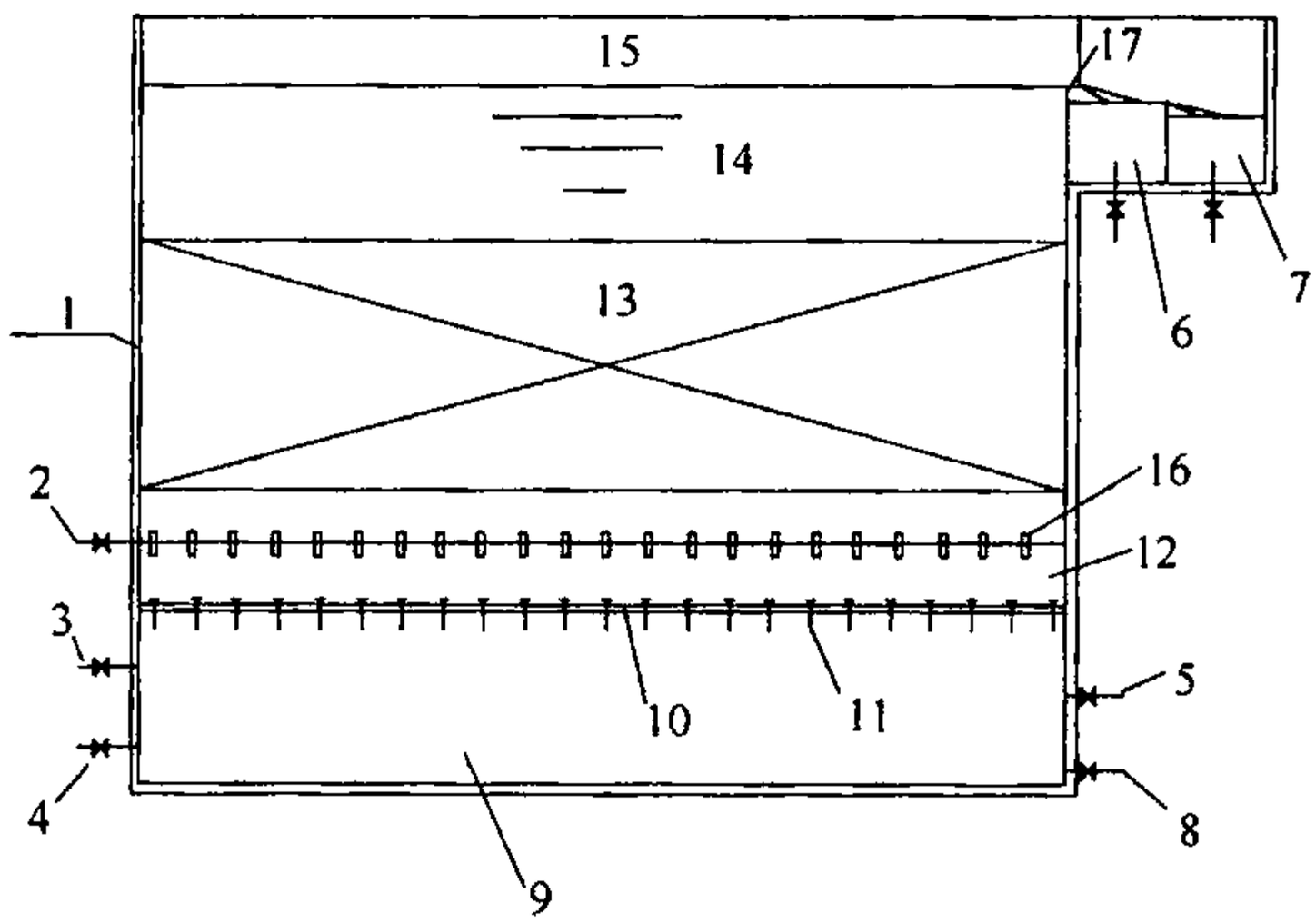

图 4.2.1 典型陶粒滤料滤池结构

1—滤池池体;2—工艺曝气管;3—反冲洗进气管;4—进水管;
5—反冲洗进水管;6—反冲洗排水槽(渠);7—出水槽(渠);
8—放空管;9—缓冲配水区;10—承托层和滤板;11—长柄滤头;
12—承托层;13—陶粒滤料层;14—清水区;15—超高区;
16—单空膜空气扩散器;17—出水堰

4.2.2 缓冲配水区内应根据滤池截面积大小、池形结构合理设置反冲洗配气管道系统。

4.2.3 缓冲配水区高度宜为 1.35m～1.5m,配水区池壁应设检修人孔,池底宜设置放空集水坑(渠)。

4.2.4 出水系统可采用多槽出水或单边出水,反冲洗排水和出水槽(渠)宜分开布置。

4.2.5 风机出气管进入滤池前应设置相对滤池液面的超高,超高

高度应结合滤床高度、阻力损失综合确定，曝气管超高宜为1.5m～2.0m，反冲洗进气管宜为1.8m～2.2m。

4.2.6 滤板采用钢筋混凝土结构时宜选用分体式拼装滤板，并应具有合适的承载强度、水平精度和抗腐蚀性，滤板接缝应采用密封性能好的填充材料密封。

4.2.7 长柄滤头应具有防堵可拆洗功能，应保证滤料不会从滤头缝隙中流失。

4.2.8 工程中宜选用天然鹅卵石，填装时宜按级配自下而上从大到小设置。一般宜按两级设置，下层第一级平均粒径宜为16mm～32mm，高度不宜低于200mm；上层第二级平均粒径宜为8mm～16mm，高度不宜低于100mm。当选用的陶粒滤料粒径小于3mm时，宜在第二级上层增设第三级，其平均粒径宜为4mm～8mm，高度不宜低于100mm。

4.2.9 陶粒滤料应具有良好的物理性能和化学性能，工程中宜选用球形轻质多孔滤料。

4.2.10 陶粒滤料的平均粒径的选择宜根据进、出水水质和滤池功能确定。硝化、碳氧化滤池宜为3mm～5mm或4mm～6mm，前置反硝化滤池宜为4mm～6mm或6mm～9mm。当出水对固体悬浮物总量(SS)要求较高时，最后一级滤池内的滤料粒径宜选用1.8mm～2.5mm。

4.2.11 曝气系统宜采用氧转移效率高、安装方便、不易堵塞、可冲洗、运行稳定的单孔膜空气扩散器，也可采用穿孔管。

4.2.12 滤池通过配气干管与支管供氧，配气干管应根据滤池结构形式合理布置。

4.2.13 曝气生物滤池多格并联运行时，供氧鼓风机宜采取一对一布置形式。

4.2.14 曝气风机和反冲洗风机出口处宜根据风机风量、功率大小，设置启动卸荷装置。

4.2.15 滤池进、出水液位差应根据配水形式、滤速和滤料层水头

损失确定，其差值不宜小于 1.8m～2.3m。

4.3 轻质滤料滤池

4.3.1 一般轻质滤料滤池结构可分为滤池配水排泥区、轻质滤料层和出水区。主体可由滤池池体、进水配水系统、工艺曝气系统、轻质滤料层、滤板和滤头、反冲洗系统和自控系统组成(图 4.3.1)。

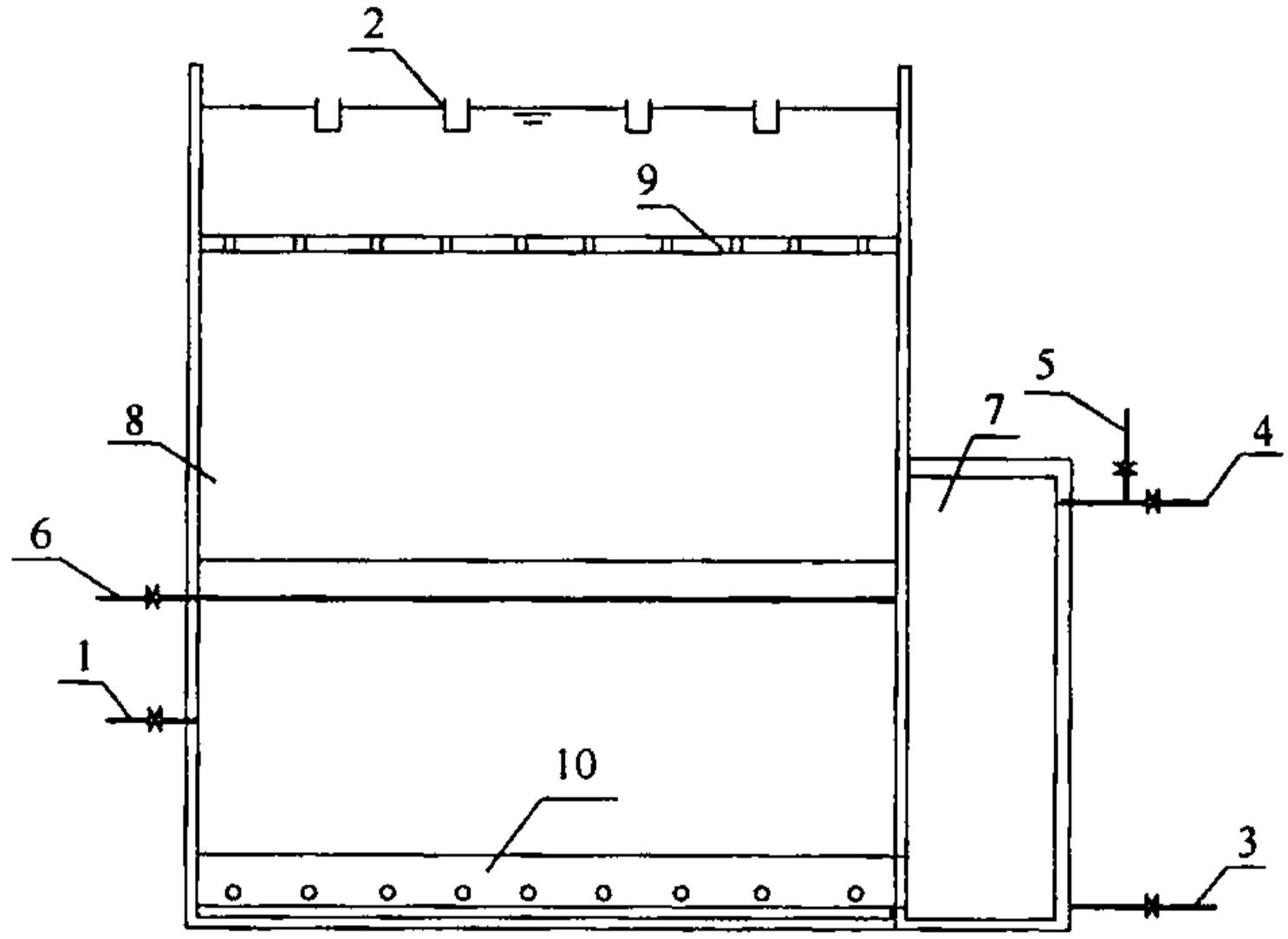

图 4.3.1 一般轻质滤料滤池结构

1—进水管；2—出水槽；3—排泥管；4—反冲洗进气管；
5—排气管；6—穿孔曝气管；7—气囊；
8—轻质滤料层；9—滤板；10—排泥连接孔

4.3.2 滤池宜采用气水同向流，滤池反冲洗宜采用气水联合反冲洗或脉冲反冲洗形式。

4.3.3 滤料层下部配水排泥区高度宜为 2.0m～2.5m，滤池超高宜为 0.3m～0.5m。

4.3.4 轻质滤料粒径宜为 3mm～10mm，宜根据进、出水水质确定。

4.3.5 滤池滤速宜根据污水水质情况、滤层厚度等因素综合确定。

4.3.6 滤池进、出水液位应根据滤速和滤料层水头损失确定，其差值不宜小于 1.2m～1.5m。

4.3.7 滤池滤板强度应满足在轻质滤料的浮力和过滤时克服滤层阻力的力共同作用下不损坏的要求。

4.3.8 宜采用穿孔管曝气，孔口宜布置均匀，同时应有防止穿孔管内积水的措施。

4.4 设计参数

4.4.1 曝气生物滤池的设计流量宜按现行国家标准《室外排水设计规范》GB 50014 中有关规定执行，主要设计参数宜根据试验资料确定，无试验资料时，可采用经验数据或按表 4.4.1 的规定取值。

表 4.4.1 曝气生物滤池处理城镇污水主要设计参数

类型	功能	参数	取值
碳氧化曝气生物滤池（C池）	降解污水中含碳有机物	滤池表面水力负荷（滤速）$m^3/[m^2 \cdot h(m/h)]$	3.0～6.0
		BOD 负荷 $kgBOD/(m^3 \cdot d)$	2.5～6.0
		空床水力停留时间 min	40.0～60.0
碳氧化/部分硝化曝气生物滤池（C/N 池）	降解污水中含碳有机物并对氨氮进行部分硝化	滤池表面水力负荷（滤速）$m^3/[m^2 \cdot h(m/h)]$	2.5～4.0
		BOD 负荷 $kgBOD/(m^3 \cdot d)$	1.2～2.0
		硝化负荷（$kgNH_4-N)/(m^3 \cdot d$）	0.4～0.6
		空床水力停留时间 min	70.0～80.0
硝化曝气生物滤池（N 池）	对污水中的氨氮进行硝化	滤池表面水力负荷（滤速）$m^3/[m^2 \cdot h(m/h)]$	3.0～12.0
		硝化负荷（$kgNH_4-N)/(m^3 \cdot d$）	0.6～1.0
		空床水力停留时间 min	30.0～45.0
前置反硝化生物滤池（per-DN 池）	利用污水中的碳源对硝态氮进行反硝化	滤池表面水力负荷（滤速）$m^3/[m^2 \cdot h(m/h)]$	8.0～10.0（含回流）
		反硝化负荷（$kgNO_3^- -N)/(m^3 \cdot d$）	0.8～1.2
		空床水力停留时间 min	20.0～30.0

续表 4.4.1

类型	功能	参数	取值
后置反硝化生物滤池(post-DN池)	利用外加碳源对硝态氮进行反硝化	滤池表面水力负荷(滤速) $m^3/[m^2 \cdot h(m/h)]$	8.0～12.0
		反硝化负荷($kgNO_3^- - N$)/($m^3 \cdot d$)	1.5～3.0
		空床水力停留时间 min	15.0～25.0
精处理曝气生物滤池	对二级污水处理厂尾水进行含碳有机物降解及氨氮硝化	滤池表面水力负荷(滤速) $m^3/[m^2 \cdot h(m/h)]$	3.0～5.0
		硝化负荷($kgNH_4 - N$)/($m^3 \cdot d$)	0.3～0.6
		空床水力停留时间 min	35.0～45.0

注:1 设计水温较低、进水浓度较低或出水水质要求较高时,有机负荷、硝化负荷、反硝化负荷应取下限值;

2 反硝化滤池的水力负荷、空床停留时间均按含硝化液回流水量确定,反硝化回流比应根据总氮去除率确定。

4.4.2 曝气生物滤池出水溶解氧宜为 3mg/L～4mg/L。

4.4.3 单孔膜空气扩散器布置密度应根据需氧量要求通过计算确定;单个曝气器设计额定通气量宜为(0.2～0.3)m^3/h,每平方米滤池截面积的单孔膜空气扩散器布置数量不宜少于 36 个;采用穿孔管时孔口设计流速不宜小于 30m/s。

4.4.4 曝气器的固定方式宜采用支架固定或压件固定,支架或压件应选用强度和耐腐蚀性较好的材质。

4.4.5 安装在滤板上的滤头布置密度,反硝化生物滤池不宜小于 49 个/m^2,其他曝气生物滤池不宜小于 36 个/m^2,并应考虑滤头水头损失及堵塞率。

4.5 设计计算

Ⅰ 一般规定

4.5.1 生物滤池总高度按下式计算:

$$H = H_0 + h_0 + h_1 + h_2 + h_3 + h_4 \qquad (4.5.1)$$

式中：H——生物滤池总高度(m)；

H_0——滤料填装高度(m)；

h_0——承托层高度(m)，轻质滤料滤池不含此项；

h_1——缓冲配水区高度(m)，轻质滤料滤池为配水排泥区；

h_2——清水区高度(m)；

h_3——超高(m)；

h_4——滤板厚度(m)。

4.5.2 同功能滤池如多格滤池并联时，单格面积宜按下式计算：

$$a = \frac{A}{n} \tag{4.5.2}$$

式中：a——单格滤池面积(m^2)；

A——滤池总面积(m^2)；

n——滤池格(座)数。

4.5.3 进入反硝化滤池的污水中的五日生化需氧量与总凯氏氮之比(BOD_5/TKN)应大于4，当碳源不足时可添加甲醇、乙酸等碳源，添加量应根据计算或试验确定。投加甲醇作反硝化碳源时，每1mg硝态氮量(NO_3^--N)需要投加的甲醇量可按3mg计。

4.5.4 陶粒滤料生物滤池反冲洗系统的设置与计算可按现行协会标准《滤池气水冲洗设计规程》CECS 50的有关规定执行。

4.5.5 生物滤池宜采用气一水联合反冲洗，依次按气洗、气一水联合洗、清水漂洗进行。气洗时间宜为3min～5min；气水联合冲洗时间宜为4min～6min；单独水漂洗时间宜为8min～10min。空气冲洗强度宜为(12～16)L/(m^2·s)；水冲洗强度宜为(4～6)L/(m^2·s)。

4.5.6 生物滤池反冲洗排水宜先进入缓冲池，缓冲池有效容积不宜小于1.5倍的单格滤池反冲洗总水量。

4.5.7 反冲洗水宜利用处理后的净化水，净化水蓄水池应按单池反冲洗用水量及反冲洗规律等综合因素确定。

4.5.8 生物滤池宜按容积负荷计算，按水力停留时间校核。

Ⅱ 反硝化生物滤池

4.5.9 滤池总面积可按下列公式计算：

1 按反硝化容积负荷法计算：

$$A = \frac{W}{H_0} \tag{4.5.9-1}$$

$$W = \frac{Q \times \Delta C_N}{1000 \times q_{TN}} \tag{4.5.9-2}$$

式中：A——滤池总面积(m^2)；

W——滤料的总体积(m^3)；

H_0——滤料填装高度(m)；

ΔC_N——反硝化滤池进、出水硝酸盐氮浓度差值(mg/L)；

Q——设计污水流量(m^3/d)；

q_{TN}——反硝化容积负荷($kgNO_3^- - N$)/($m^3 \cdot d$)。

2 按空床水力停留时间法计算：

$$A = \frac{Q_T}{14q} \tag{4.5.9-3}$$

$$q = \frac{H_0}{t} \tag{4.5.9-4}$$

式中：A——滤池总面积(m^2)；

Q_T——设计污水流量与硝化液回流量之和(m^3/d)；

H_0——滤料填装高度(m)；

t——空床水力停留时间(h)；

q——滤池水力表面负荷[$m^3/(m^2 \cdot h)$]。

4.5.10 滤池硝化液回流比可按下列公式计算：

$$R = \frac{\eta}{1-\eta} \tag{4.5.10}$$

式中：R——硝化液回流比；

η——反硝化率(%)。

4.5.11 反硝化过程产碱量(以 $CaCO_3$ 计)可按下式计算：

$$M = 3.0 \times \Delta C_N \quad (4.5.11)$$

式中： M——反硝化过程产生的碱度(mg/L)；

3.0——反硝化的产碱量系数。

4.5.12 反硝化过程回收的氧量可按下式计算：

$$R_{DN} = 2.86 \times \Delta C_N \quad (4.5.12)$$

式中： R_{DN}——反硝化回收的氧量(mgO_2/L)；

2.86——反硝化的产氧量系数。

Ⅲ 碳氧化曝气生物滤池

4.5.13 滤池总面积可按下列公式计算：

1 按 BOD_5 有机负荷计算：

$$A\frac{W}{H_0} \quad (4.5.13\text{-}1)$$

$$W = \frac{Q \times \Delta C_{BOD_5}}{1000 \times q_{BOD_5}} \quad (4.5.13\text{-}2)$$

式中： A——滤池总面积(m^2)；

W——滤料总体积(m^3)；

H_0——滤料填装高度(m)；

Q——设计污水流量(m^3/d)；

ΔC_{BOD_5}——进、出滤池的 BOD_5 浓度差值(mg/L)；

q_{BOD_5}——BOD_5 容积负荷，$kgBOD_5/(m^3 \cdot d)$。

2 按空床水力停留时间法计算：

$$A = \frac{Q}{24q} \quad (4.5.13\text{-}3)$$

$$q = \frac{H_0}{t} \quad (4.5.13\text{-}4)$$

式中： A——滤池总面积(m^2)；

Q——设计污水流量(m^3/d)；

H_0——滤料填装高度(m)；

t——空床水力停留时间(h)；

q——滤池水力表面负荷[$m^3/(m^2 \cdot h)$]。

Ⅳ 硝化曝气生物滤池

4.5.14 滤池总面积可按下列公式计算：

1 按硝化容积负荷计算法：

$$A = \frac{W}{H_0} \tag{4.5.14-1}$$

$$W = \frac{Q \times \Delta C_{TKN}}{1000 \times q_{NH_3-N}} \tag{4.5.14-2}$$

式中： A——滤池总面积(m^2)；

W——滤料总体积(m^3)；

H_0——滤料填装高度(m)；

Q——设计污水流量(m^3/d)；

ΔC_{TKN}——进、出硝化滤池凯氏氮浓度差值(mg/L)；

q_{NH_3-N}——硝化容积负荷，$kgNH_3-N/(m^3 \cdot d)$。

2 按空床水力停留时间计算：

$$A = \frac{Q}{24q} \tag{4.5.14-3}$$

$$q = \frac{H_0}{t} \tag{4.5.14-4}$$

式中： A——滤池总面积(m^2)；

Q——设计污水流量(m^3/d)；

H_0——滤料填装高度(m)；

t——空床水力停留时间(h)；

q——滤池水力表面负荷[$m^3/(m^2 \cdot h)$]。

4.5.15 硝化滤池需碱量宜按下式计算：

$$需碱量 = 7.14 \times Q \times \Delta C_{TKN} \times 10^{-3} \tag{4.5.15}$$

式中： Q——设计污水流量(m^3/d)；

ΔC_{TKN}——进、出硝化滤池凯氏氮浓度差值(mg/L)；

7.14—— 硝化需碱量系数。

V 碳氧化、硝化曝气生物滤池供气量计算

4.5.16 曝气生物滤池供气量可按下列公式计算：

$$G_S = \frac{R_S}{0.3E_A} \quad (4.5.16\text{-}1)$$

$$R_S = \frac{R_T C_{sm(20)}}{\alpha \times 1.024^{T-20}(\beta\rho C_S(T) - C_1)} \quad (4.5.16\text{-}2)$$

$$C_{sm(20)} = C_{s(20)} \times \left(\frac{Q_t}{42} + \frac{P_b}{2.026 \times 10^5}\right) \quad (4.5.16\text{-}3)$$

$$C_{sm(T)} = C_{s(T)} \times \left(\frac{Q_t}{42} + \frac{P_b}{2.026 \times 10^5}\right) \quad (4.5.16\text{-}4)$$

$$Q_t = \frac{21 \times (1 - E_A)}{79 + 21(1 - E_A} \quad (4.5.16\text{-}5)$$

$$P_b = P + 9.8 \times 10^3 \times H \quad (4.5.16\text{-}6)$$

式中：G_S——标准状况下总供气量(m^3/d)；

E_A——滤池系统氧利用率(%)；

R_S——标准状态下总需氧量(kg)；

R_T——理论总需氧量(kg/d)；

α——氧的水质转移系数，生活污水取 0.8；

T——设计水温(℃)，一般按 25℃；

β——饱和溶解氧修正系数，生活污水取 0.9～0.95；

ρ——修正系数，生活污水取 1.0；

C_1——滤池出水溶解氧浓度(mg/L)；

$C_{s(20)}$、$C_{sm(T)}$——20℃、设计水温为 T℃时，混合液溶解氧饱和浓度的平均值(mg/L)；

$C_{s(20)}$、$C_{s(T)}$——20℃、设计水温为 T℃时，清水中饱和溶解氧浓度值(mg/L)；

P_b——空气扩散器处的绝对压力(Pa)；

Q_t——滤池逸出气体含氧百分率(%)；

P——滤池水面处的大气压(Pa)；

H'——空气扩散器在水面下的深度(m)。

4.5.17 生物滤池实际需氧量宜按下式计算：

碳氧化曝气生物滤池实际需氧量按下式计算：

$$R_T = R_0 \tag{4.5.17-1}$$

硝化曝气生物滤池实际需氧量按下式计算：

$$R_T = R_N \tag{4.5.17-2}$$

同步碳氧化/硝化曝气生物滤池实际需氧量按下式计算：

$$R_T = R_0 + R_N \tag{4.5.17-3}$$

前置反硝化工艺的后置曝气生物滤池实际需氧量按下式计算：

$$R_T = R_0 + R_N - R_{DN} \tag{4.5.17-4}$$

其中 R_0、R_N、R_{DN}分别按下面公式计算：

$$R_0 = \frac{Q \times \Delta C_{BOD_5} \times \Delta R_0}{1000} \tag{4.5.17-5}$$

$$\Delta R_0 = 0.82 \times \Delta C_{BOD_5} / T_{BOD_5} + 0.28 \times SS_i / T_{BOD_5} \tag{4.5.17-6}$$

$$R_N = \frac{Q \times 4.57 \times \Delta C_{TKN}}{1000} \tag{4.5.17-7}$$

$$R_{DN} = \frac{Q \times 2.86 \times \Delta C_{TN}}{1000} \tag{4.5.17-8}$$

式中： R_T——理论总需氧量(kgO_2/d)；

R_0——每日去除 BOD_5 的需氧量(kgO_2/d)；

R_N——每日氨氮硝化的需氧量(kgO_2/d)；

R_{DN}——反硝化回收的氧量(kgO_2/d)；

Q——设计污水流量(m^3/d)；

ΔC_{BOD_5}——进、出滤池的 BOD_5 浓度差值(mg/L)；

ΔR_0——去除单位质量 BOD_5 的需氧量($kgO_2/kgBOD_5$)；

SS_i——滤池进水悬浮物浓度值(mg/L)；

0.82、0.28——需氧量系数(经验数值)；

ΔC_{TKN}——进、出硝化滤池凯氏氮浓度差值(mg/L)；

4.57——氨氮硝化需氧量系数；

ΔC_{TN}——反硝化滤池进、出水总氮浓度差值(mg/L)；

T_{BOD_5}——滤池进水 BOD_5 浓度值(mg/L)。

5 检测和控制

5.1 一般规定

5.1.1 曝气生物滤池系统应根据工程规模、工艺组合流程、运行管理要求设置生产控制、运行管理与安全运行所需要的检测仪表和控制装置。

5.1.2 检测仪表和自动化控制系统应保障曝气生物滤池的运行方便、安全和可靠，改善劳动条件和提高科学管理水平。

5.1.3 计算机控制管理系统宜兼顾改扩建和规划要求。

5.2 检　　测

5.2.1 在曝气生物滤池中宜测量滤料层上下之间的压差及滤池下部配水室内的压力。

5.2.2 滤池的进水宜设置 pH 值测量仪。

5.2.3 生物滤池宜设置溶解氧在线测定仪。

5.2.4 参与控制和管理的机电设备应设置工作与事故状态的检测装置。

5.3 控　　制

5.3.1 采用曝气生物滤池污水处理工艺的污水处理厂宜采用集中监视、分散控制的自动控制系统，工艺设备宜设置现场、可编程程控制器(PLC)及中控室控制。

5.3.2 曝气生物滤池宜通过变频器调节曝气量和回流量。

5.3.3 曝气生物滤池控制系统应具备机电设备事故状态下的安全控制功能。

6 施工和安装

6.1 施工准备

6.1.1 施工前应组织施工人员熟悉图纸，核对图纸尺寸。

6.1.2 施工人员应按设计要求对预留、预埋件进行复核。

6.2 反冲洗配气管施工

6.2.1 滤池滤梁浇注前应将反冲洗配气管吊入池内，浇注滤梁时必须对反冲洗配气管进行保护。

6.2.2 滤梁浇注完成后，可安装反冲洗配气管，并应水平、牢固。各配气支管顶面应在同一水平面上，距滤板底面距离不宜大于50mm。

6.3 滤板施工

6.3.1 滤板安装前应对滤梁进行检查，整池滤梁顶面水平度误差应小于±5mm、直线度误差±10mm、平行度误差±5mm、宽度误差±5mm、垂直度误差±5mm。

6.3.2 对滤梁上预埋螺栓宜采用不锈钢304及以上材质，露头尺寸一般宜为150mm～160mm，直线度、平行度、垂直度要求可按滤梁设计技术要求。预埋螺栓的露头尺寸、直线度、平行度、垂直度应满足设计要求。

6.3.3 陶粒滤料滤池滤板安装完成后，滤头固定板的上表面应平整，每块板的误差不得大于±2mm，整个池内板面的水平误差不得大于±5mm。

6.3.4 滤板找平后应采用不锈钢固定件固定，一般宜采用不锈钢压板。

6.3.5 滤板接缝密封材料应灌注均匀、严密、可靠，不得漏气漏水；密封完成后应按规定进行养护，养护期内严禁池内其他作业。

6.3.6 滤池滤板接缝养护完成后应进行滤板气密性能试验，不得漏气漏水。试验压力一般宜采用 0.02MPa～0.03MPa，试验时间一般宜选取 3min～5min。

6.4 滤头施工

6.4.1 滤头安装前应检查滤板预埋套管内有无杂物堵塞，如有应清理干净，但不得损坏套管内螺纹。

6.4.2 滤头安装完成后，应进行布水、布气均匀性及气密性检查。

6.5 曝气系统施工

6.5.1 曝气系统应按照工艺设计图纸及技术要求进行施工安装。

6.5.2 曝气系统安装前，应检查和清扫曝气管路及空气扩散器。

6.5.3 单孔膜空气扩散器膜孔安装方向应竖直对向滤板，曝气支管与主管的连接应牢固、密封。

6.5.4 安装曝气系统时应避免损坏滤头，曝气系统安装完成后应进行曝气均匀性试验，合格后方可进行卵石和滤料填装。

6.6 滤池卵石和生物滤料填装

6.6.1 铺设卵石应采取滤池注水填装，并按设计级配自下而上从大到小分层填装。

6.6.2 填装时应避免损坏滤头和曝气系统。

6.6.3 卵石填装完成后，应按设计级配和高度填装生物滤料。填装时应注水填装，形成自然级配。填装完成后应将料面均匀平整。

7 调试和运行

7.0.1 曝气生物滤池调试过程可分为设备单机调试、清水调试、系统联动调试、生物膜培养、试运行。调试前应编制调试方案。

7.0.2 设备单机调试必须做好应急预案。

7.0.3 清水调试过程应在设计要求下检查单体构筑物的运行状况。

7.0.4 系统联动调试应在设计条件下检查设备和各自控系统性能，并模拟设计工况试运行。

7.0.5 生物膜培养可根据不同进水水质采用接种微生物或自然挂膜，培养过程宜选择在合适的水温条件下进行。

7.0.6 试运行前应对进出水各项指标以及各工况参数进行检测、统计、分析。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1）表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2）表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的，写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

《室外排水设计规范》 GB 50014

《滤池气水冲洗设计规程》 CECS 50

中国工程建设协会标准

曝气生物滤池工程
技术规程

CECS 265：2009

条文说明

目　　次

1　总　　则 …… (33)
3　工艺流程 …… (34)
3.1　一般规定 …… (34)
3.2　工艺流程的选择 …… (36)
4　设　　计 …… (38)
4.1　一般规定 …… (38)
4.2　陶粒滤料滤池 …… (39)
4.3　轻质滤料滤池 …… (40)
4.4　设计参数 …… (41)
4.5　设计计算 …… (41)
5　检测和控制 …… (43)
5.2　检测 …… (43)
5.3　控制 …… (43)
6　施工和安装 …… (44)
6.1　施工准备 …… (44)
6.2　反冲洗配气管施工 …… (44)
6.3　滤板施工 …… (44)
6.4　滤头施工 …… (44)
6.5　曝气系统施工 …… (45)

1 总　　则

1.0.2 本条规定了本规程的适用范围。

曝气生物滤池工艺已广泛应用于新建城镇污水处理厂、原有污水处理厂的扩建和升级改造、污水深度处理和可生化的工业废水处理。

众所周知，水污染和水资源的短缺，已经成为严重制约我国社会经济持续发展和危害社会和谐的突出问题。而城市区域的拓展规划、土地的限制使用、地价的日益飙升等需要一个处理程度较高而占地更省的污水处理新工艺。经过多年的实践研究表明：曝气生物滤池（下称 BAF）工艺是适应我国国情的污水处理新工艺之一。

1.0.3 本条规定了本规程工艺流程的选取原则。

1.0.4 本规程未涉及的内容，均应按国家现行有关标准的规定执行。

3 工艺流程

3.1 一般规定

3.1.1～3.1.3 曝气生物滤池前预处理设施主要用于去除大颗粒漂(悬)浮物、油脂、砂砾和纤维等，以防止该类物质进入滤池而堵塞长柄滤头，从而影响布水、布气的均匀性；进入滤池的污水中悬浮物平均粒径应小于 2.0mm，滤池前应设置栅隙小于 2.0mm 的细格栅；除油主要是防止油脂附着于载体上而影响生物膜的生长。

曝气生物滤池处理对象应是可生化的污水。一般认为污水中当五日生化需氧量与化学需氧量之比 $BOD_5/CODcr>0.42$ 表明可生化性较好；当 $BOD_5/CODcr>0.3$ 表明可以生化；当 $BOD_5/CODcr<0.3$ 表明较难生化，所以进入曝气生物滤池污水的 $BOD_5/CODcr$ 应大于 0.3。

同时也限定了进入曝气生物滤池的污水中不应存在对微生物具有抑制和毒害作用的物质。一般在工业废水中存在对微生物具有抑制和毒害作用的化学物质，在采用生物处理工艺时应对这些物质严加控制；由于废水中对微生物具有抑制和毒害作用的化学物质浓度的允许范围目前无统一标准，下表列出的数据可供参考：

表 1 对生物处理的有毒有害物质容许浓度表

有毒物质名称	指标符号	允许浓度(mg/L)	有毒物质名称	指标符号	允许浓度(mg/L)
铜化合物	Cu^{2+}	1	苯	C_6H_6	300
锌化合物	Zn^{2+}	5	甲苯	$CH_3C_6H_5$	200
铬化合物	Cr^{3+}、Cr^{6+}	10	苯胺	$C_6H_5NH_2$	100
铅化合物	Pb^{2+}	1	苯甲酸	$COOHC_6H_5$	150
砷酸盐、亚砷酸盐	As^{2+}、As^{3+}	0.7	酚	C_6H_5OH	1000

续表 1

有毒物质名称	指标符号	允许浓度(mg/L)	有毒物质名称	指标符号	允许浓度(mg/L)
氯化钠	Nacl	10000	甲酚	$CH_3C_6H_4OH$	>5
氯化钙	$CaCl_2$	20000	二硝基苯酚	$(NO_2)_2C_6H_3OH$	20
硫酸钠	Na_2SO_4	3000	甲醛	HCHO	1000
硫酸镁	$MgSO_4$	10000	TNT	$CH_3C_6H_2(NO_2)_3$	>40
硫化氢、硫化物	H_2S	100	二氯甲烷	CH_2Cl_2	250
氯化汞	Hg^{2+}	0.01	氯仿	CCl_4	50
氰酸根	CN^+	50	马达油	—	100

预处理设施的设置除应满足曝气生物滤池的技术要求外，还应符合现行国家标准《室外排水设计规范》GB 50014 及国家现行相关标准的要求。

3.1.4 碳氧化曝气生物滤池主要通过异养菌的吸附和新陈代谢功能来去除污水中的有机污染物；硝化曝气生物滤池主要通过硝化菌在好氧条件下将污水中的氨氮转化为硝态氮；反硝化生物滤池是在缺氧条件下，反硝化菌以硝态氮作为氧源，将硝态氮还原成气态氮。

3.1.5 微生物在硝化过程中需要消耗一定量的碱度，而碱度往往是影响硝化效果好坏的直接因素。硝化反应导致 pH 值下降，碱度不足使反应速率减缓，所以要求水中碱度大于硝化所需的碱度。一般来说，在硝化反应中每硝化 1g(NH_3-N)需要消耗 7.14g 碱度，对于碱度不足的污水，在运行过程中需向硝化曝气生物滤池中补充一定的碱度。

3.1.6 曝气生物滤池反冲洗排水具有周期间断性、时间短、瞬时水量大的特点，不能直接排入预处理系统，以免造成对预处理系统的冲击；工程应用中一般宜设置缓冲池，反冲洗排水先进入缓冲池，然后通过提升或自流均匀进入预处理系统，减少瞬时水量对系

统的水力冲击。

3.1.7 在反硝化生物脱氮时，一般要求污水中的五日生化需氧量与总凯氏氮之比应大于4，最好大于5，该比值越大则反硝化进行的越快；当污水中有机碳源不足时应考虑外加碳源，外加碳源宜选用甲醇或乙酸。

3.1.8 当出水总磷浓度不能满足排放要求时，应辅以化学除磷；除磷药剂一般选用铝盐或铁盐，投加位置宜设在生物滤池前的预处理段或生物滤池后端，若在生物滤池中直接投加除磷药剂，应充分考虑滤池的截污能力和对反冲洗周期的影响。

3.1.9 因曝气生物滤池具有集生物吸附、降解和物理过滤于一体的功能，使滤池出水悬浮物较低，一般生物滤池出水悬浮物浓度小于10mg/L，如果出水悬浮物浓度能够满足后续处理或排放标准要求时，滤池后可不再设过滤设施。若出水对悬浮物要求高于一级A类排放标准或更高要求时，宜在曝气生物滤池后增加相应的后处理，例如设置砂滤池、纤维滤料滤池、圆盘过滤或膜过滤等设施。

3.2 工艺流程的选择

3.2.4 针对污水中含碳有机物及氨氮都有去除要求时，为保证处理效果和优势菌种的独立性，将去除有机物和氨氮硝化的功能分置于两个串联的独立曝气生物滤池内。

3.2.5 当对污水中的总氮有较高去除要求，并且污水中的内部碳源充足时，可采用本条所示工艺流程。一般城镇生活污水要求处理出水达到现行国家标准《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB 18918中一级B以上要求时宜采用此流程。

3.2.6 当对污水中的总氮有较高去除要求，并且污水中的内部碳源不足需外加碳源时，可选用前置或后置反硝化生物滤池工艺流程。当采用后置反硝化工艺且外加碳源时，在反硝化生物滤池后应设置对过量投加碳源进行去除的措施。工程中一般宜采用前置

反硝化流程。

3.2.7 当尾水中总氮和氨氮均达不到排放要求且内部碳源不足需外加碳源时，应选用图 3.2.7-1 所示工艺流程；当尾水中氨氮达标而总氮达不到排放要求且内部碳源不足需外加碳源时，也可选用本规程图 3.2.7-2 所示工艺流程，但应在反硝化生物滤池后设置对过量投加碳源进行去除的措施。

4 设　　计

4.1 一般规定

4.1.1 根据马鞍山市华骐环保科技发展有限公司多年工程实践的经验证明，上向流进水截污能力强、反冲洗周期长，我国采用曝气生物滤池工艺的污水处理厂主要采用上向流进水形式。

4.1.2 根据国内外采用曝气生物滤池工艺的污水处理厂设计和运行经验，为保证一座滤池在反冲洗时污水处理厂仍能正常运行，同时在一座滤池进行检修时污水处理厂不停运，因此要求并联滤池格(座)数不应少于两格(座)，另外还应考虑当一座滤池进行反冲洗时，其余滤池应能承受全部流量和水质的冲击；反冲洗清水池容积的确定应保证反冲洗时清水池储水量及其他运行滤池出水量之和能满足单格滤池冲洗时的最大用水量。从运行经济性和反冲洗均匀性方面考虑，单格滤池面积不宜大于 $100m^2$。

4.1.4 多格并联运行的滤池间配水是否均匀，直接影响曝气生物滤池的整体处理效果，宜采用配水井通过渠道和堰配水。

4.1.5 曝气生物滤池的曝气系统与反冲洗供气系统因所需的空气量、风力等均有较大差别，分开设置有利于设备的控制、节能和运行。

4.1.6 针对陶粒滤料和轻质滤料两种类型的滤料应配合相应的滤池结构形式，见本规程第 4.2 节和第 4.3 节。

4.1.8 曝气生物滤池的控制有条件的应采用自控系统，有利于提高滤池运行的效率及污水处理厂的自动化程度，对设备、运行故障应设置有效的报警及保护措施。

4.1.10 滤池承托滤板的开孔率应结合配水均匀性、配水阻力等因素综合确定。

4.1.11 工程中曝气管道系统材质一般宜采用不锈钢或玻璃纤维增强型聚丙烯材料。

4.2 陶粒滤料滤池

4.2.2 陶粒滤料滤池的反冲洗配气系统应保证反冲洗配气均匀并能够快速形成气垫层。

4.2.3 因在陶粒滤料滤池正常运行过程中缓冲配水区有可能沉积细小泥沙，同时污水中的短纤维物质在长时间运行后有可能堵塞部分滤头，所以检修人员应定期进入缓冲配水区进行检修和清理，为保证检修、清理方便，结合国内众多工程运行实际，规定了缓冲配水区高度范围，提出了检修人孔及放空集水坑（渠）的设置要求。

4.2.4 工程中应根据处理规模、单池面积、池形等因素合理设置出水形式。为防止正常出水和反冲洗排水混杂，反冲洗排水与正常排水槽（渠）宜分开设置。

4.2.5 陶粒滤池空气管路系统超高的设置的原则及范围，以防止因空气管路产生负压而导致滤池内水倒流进入风机而损坏设备。

4.2.6 对陶粒滤料滤池承托滤板的选择，一般应考虑滤板平整度、承载强度、抗腐蚀性、滤头堵塞时的消能及安装维护方便等因素，陶粒滤料滤池承托滤板宜选用分体式拼装滤板，不宜选用整体浇铸滤板。

4.2.7 为防止纤维状物质堵塞长柄滤头的滤帽，从而带来需挖开滤料清理的麻烦，所以长柄滤头的滤杆下端应设置防堵过滤帽，使纤维状物质被截留于防堵过滤帽，从而在配水区就可清理，防止纤维状物质堵塞长柄滤头的滤帽。

4.2.8 承托层应采用机械强度高、化学稳定性好的材料，工程中宜选用天然鹅卵石。

4.2.9 曝气生物滤池滤料的选取应结合滤料比表面积、粗糙程度、物理强度、空隙率、微孔结构、堆积密度、化学稳定性等因素确

定，具体指标按照现行行业标准《水处理用人工陶粒滤料》CJ/T 299标准执行。

4.2.10 滤料粒径的选取原则。滤料粒径的选取应结合单体生物滤池功能、污染物负荷、出水悬浮物控制要求等因素选取。采用碳氧化、硝化、提标改造或深度处理时宜采用粒径较小的滤料，前置反硝化滤池宜采用粒径稍大的滤料。

4.2.11 曝气器的选取应结合系统氧利用率、运行能耗等因素确定，陶粒滤料曝气生物滤池工程中宜采用单孔膜空气扩散器。

4.2.13 多格曝气生物滤池并联运行时，每座滤池截污能力、运行阻力、配水均匀性都存在差异，采取风机一对一布置形式有利于控制运行及提高滤池运行效率。

4.2.14 曝气生物滤池曝气、反冲洗风机的设计应根据设备运行保护原则合理设置卸荷启动装置，使电机可以轻载启动，并应有防止滤池水倒流的措施。

4.3 轻质滤料滤池

4.3.4 轻质悬浮滤料的比重略小于1，其粒径主要取决于曝气生物滤池进、出水水质。滤料粒径越小曝气生物滤池的效果越好，但小粒径会使其工作周期变短，滤料也不易清洗，相应的反冲洗水量也会增加。负荷高时粒径取大值，负荷低时取小值。上海某自来水厂采用曝气生物滤池进行微污染水预处理，采用粒径为5mm～6mm的滤料。

4.3.5 滤速，又称水力负荷。一般认为低滤速会使传质不均匀，高滤速有利于传质和提高处理效果；然而，过高滤速不仅增加了能耗，同时会因过度冲刷降低了滤料上的有效生物量。因而，宜综合考虑水质和滤料厚度后确定滤速。

4.3.6 为了保障水流通畅作此规定。

4.3.7 运行一段时间后，生物膜增殖，悬浮的生物体也逐渐增多，滤池会出现局部堵塞，从而增加了污水通过滤料的阻力。此时，克

服阻力的力也相应增大，滤板应在该力和浮力的共同作用下能正常运行。

4.3.8 曝气管内积水会影响对曝气生物滤池的供氧，为保障曝气生物滤池的正常运行，作此规定。

4.4 设计参数

4.4.1 本规程表 4.4.1 所列数据为城市污水采用生物滤池工艺时的设计参数，对于类似于城市污水水质的其他污水采用生物滤池工艺时也可参考，当污(废)水水质与城市污水水质差别大时，其设计参数应通过试验确定。

4.5 设计计算

Ⅰ 一般规定

4.5.3 出水对总氮指标有要求时应设置反硝化滤池，无论是采用前置反硝化还是后置反硝化，都要对反硝化所需碳源量进行计算，碳源不足时应采用投加甲醇或乙酸等外加碳源的方式保证反硝化的顺利进行，投加量可参考本条确定。

4.5.6 为防止反冲洗排水对预处理系统的瞬时冲击，生物滤池反冲洗排水宜先进入排水缓冲池，再定量、连续排入预处理系统。

Ⅱ 反硝化生物滤池

4.5.9 反硝化滤池总面积可按反硝化容积负荷法或空床水力停留时间法计算确定，反硝化容积负荷和空床水力停留时间的确定见本规程表 4.4.1。当按照上述两种方法计算的结果差别较大时，宜选取面积大的计算结果。

Ⅲ 碳氧化曝气生物滤池

4.5.13 碳氧化曝气生物滤池总面积可按 BOD_5 容积负荷法或空

床水力停留时间法计算确定，BOD_5 容积负荷和空床水力停留时间的确定见本规程表 4.4.1。当按照上述两种方法计算的结果差别较大时，宜选取面积大的计算结果。

Ⅳ 硝化曝气生物滤池

4.5.14 硝化曝气生物滤池总面积可按硝化容积负荷法或空床水力停留时间法计算确定，硝化容积负荷和空床水力停留时间的确定见本规程表 4.4.1。当按照上述两种方法计算的结果差别较大时，宜选取面积大的计算结果。

Ⅴ 碳氧化、硝化曝气生物滤池供气量计算

4.5.16、4.5.17 规定了碳氧化、硝化曝气生物滤池及同步碳氧化/硝化曝气生物实际需氧量的计算方法，其中本规程公式 4.5.17-3为经验公式，该公式给出了去除单位质量 BOD_5 的需氧量计算，该部分需氧量包括溶解性 BOD_5 降解的需氧量和以悬浮物状态存在的 BOD_5 在滤池内分解成溶解性 BOD_5 而降解所需的溶解氧两部分。

5 检测和控制

5.2 检　测

5.2.1 设计中应设置对曝气生物滤池滤料层上下压差及配水区压力的检测装置。测量滤床上下压差可以计算出滤床运行状态中的阻力损失，以便控制反冲洗周期；检测配水室压力可以了解滤池运行中或反冲洗过程中的阻力损失或滤头是否堵塞。

5.2.2 进水处设置 pH 值测量仪，为便于了解进水 pH 值、调整运行参数及采取必要的其他辅助措施。

5.2.3 曝气生物滤池每座池中宜设置溶解氧测定仪，以便控制池内的溶解氧量，并将数据反馈给可编程控制器(PLC)系统来调整风机的运行参数，提高设备及滤池运行效率。

5.3 控　制

5.3.2 曝气生物滤池曝气量通过设置的溶解氧检测仪来调整曝气风机的风量，也通过变频器来调节回流水泵的回流量，有利于节能降耗、提高滤池运行效率。

6 施工和安装

6.1 施工准备

6.1.1 在曝气生物滤池施工前，施工人员应对工艺、土建、电气、自控等图纸进行熟悉，并对各专业图纸间的相关尺寸进行核对，对土建质量应按国家规定进行检验，科学组织计划及施工方案。

6.2 反冲洗配气管施工

6.2.1 本条规定了反冲洗配气管的施工安装顺序、安装要求及保护措措施，冲洗配气管的施工除符合本规程的技术要求外，还应符合现行协会标准《滤池气水冲洗设计规程》CECS 50 的规定。

6.3 滤板施工

6.3.1 滤梁顶面水平度、直线度、平行度、宽度、垂直度应满足设计要求，再安装滤池滤板。

6.3.2 预埋螺栓的露头尺寸、直线度、平行度、垂直度应满足设计要求。

6.3.3 整池滤板顶面标高安装水平误差应满足设计要求。

6.3.4 滤板安装后的固定方式应保证滤板工作时受力均匀且牢固，选择材料应具有一定的强度、耐腐蚀性、易于安装施工等。

6.3.6 滤板施工完毕后进行气密性试验时，应检查风机设备控制系统的完好性，

6.4 滤头施工

6.4.2 长柄滤头安装完成后，应向滤池内注水，水面应超出滤头高度 50mm，然后从滤池进水管正常进水，进水时间 2min～3min，

观察从滤头释放而形成的水花是否均匀。

6.5 曝气系统施工

6.5.4 曝气系统安装完成后应向滤池内注水，水面高度应超出单孔膜空气扩散器 150mm，启动正常曝气风机，观察水面气泡是否均匀。