

GB

中华人民共和国国家标准

GB/T XXXX—XXXX

脱氮生物滤池通用技术规范

General technical specification for biological filter for
nitrogen removal

(征求意见稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前 言.....	II
1 范围	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 一般要求.....	4
5 脱氮生物滤池系统设计.....	4
6 施工和安装.....	8
7 调试和验收.....	9
8 运行和维护.....	10

前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009《标准化工作导则》的规定进行编写。

本标准由全国环保产业标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：

本标准主要起草人：

脱氮生物滤池通用技术规范

1 范围

本标准规定了脱氮生物滤池系统的设计、施工、安装、调试、验收、运行及维护。

本标准适用于主要以脱除总氮（以下简称 TN）为目的的生物滤池系统。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。

凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 3797	电气控制设备
GB 8978	污水综合排放标准
GB/T 15441	水质 急性毒性的测定 发光细菌法
GB 50013	室外给水设计规范
GB 50014	室外排水设计规范
GB 50168	电气装置安装工程 电缆线路施工及验收规范
GB 50204	混凝土结构工程施工质量验收规范
GB 50254	电气装置安装工程低压电器施工及验收规范
GB 50275	风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范
GB 50334	城市污水处理厂工程质量验收规范
HJ/T 196	水质 凯氏氮的测定 气相分子吸收光谱法
HJ 505	水质 五日生化需氧量（BOD ₅ ）的测定 稀释与接种法
HJ 2014	生物滤池法污水处理工程技术规范
CJ/T 43	水处理用滤料
CJ/T 51	城市污水水质检验方法标准
CJJ 60	城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程
CECS 265	曝气生物滤池工程技术规程
T/CAQI 24	污废水生物增强处理 降流式反硝化深床滤池系统工程技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

脱氮生物滤池 biological filter for nitrogen removal

以脱除 TN 为目的的污水生物处理构筑物，构筑物内填装粒状滤料作为载体，微生物附着于滤料表面形成生物膜，污水通过滤料层，依靠滤料表面生物膜对污染物的吸附和分解，以及滤料的物理截留过

滤作用，使污水得以净化。

3.2

反硝化生物滤池 denitrification biological filter

以对污水中硝态氮进行反硝化为目的的生物滤池。

[CECS 265-2009]

3.3

硝化生物滤池 nitrification biological filter

以对污水中的氨氮进行硝化为目的的生物滤池。

[CECS 265-2009]

3.4

异养反硝化 heterotrophic denitrification

异养反硝化细菌利用有机碳源作为能源和电子供体，把硝态氮转化为氮气等还原性气体的过程。

3.5

自养反硝化 autotrophic denitrification

自养反硝化细菌利用无机碳（如 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 等）作为能源，以无机物（如 S^{2-} 、 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 、 Fe 、 Fe^{2+} 、 H_2 以及 NH_4^+ 等）作为电子供体，把硝态氮转化为氮气等还原性气体的过程。

3.6

混合营养反硝化 combined heterotrophic and autotrophic denitrification processes

反硝化细菌以有机物和还原态无机物作为能源和电子供体，同时进行异养和自养反硝化的过程。

3.7

滤料 filtering media

生物滤池中供微生物固着栖息、繁殖生长，并对污水中的悬浮物具有物理截留过滤作用的载体。

[HJ 2014-2012]

3.8

滤料层 filter bed

在过滤过程中对水中污染物起到有效净化、过滤作用的材料层。

[HJ 2014-2012]

3.9

承托层 graded gravel layer

为防止滤料漏入配水系统，在配水系统与滤料层之间铺垫的粒状材料层。

[HJ 2014-2012]

3.10

有效容积 *effective volume*

脱氮生物滤池中滤料所占的容积，一般以 m^3 表示。

[CECS 265-2009]

3.11

反硝化容积负荷 *denitrification volumetric loading rate*

每立方米有效容积单位时间反硝化的硝态氮量(包括硝酸盐氮和亚硝酸盐氮)，一般以 $\text{kgNO}_x\text{-N}/(\text{m}^3 \text{ d})$ 表示。

[改写 HJ 2014-2012]

3.12

硝化容积负荷 *nitrification volumetric loading rate*

每立方米有效容积单位时间内硝化的氨氮量，一般以 $\text{kgNH}_3\text{-N}/(\text{m}^3 \text{ d})$ 表示。

[HJ 2014-2012]

3.13

水力停留时间 *hydraulic retention time*

填装滤料后，污水通过生物滤池滤料层的实际平均接触停留时间，一般以 h 表示。

[HJ 2014-2012]

3.14

空床停留时间 *empty bed hydraulic retention time*

污水在脱氮生物滤池滤料层所占容积的水力停留时间，一般以 h 表示。

[HJ 2014-2012]

3.15

反冲洗强度 *backwashing rate*

反冲洗水或反冲洗空气在单位时间内通过单位面积滤料层的流量，一般以 $\text{m}^3/(\text{m}^2 \text{ h})$ 表示。

[改写 HJ 2014-2012]

3.16

空床滤速 *filtration rate*

单位过滤面积在单位时间内的滤过水量，一般以 m/h 表示。

[GB 50013-2006]

3.17

强制滤速 *compulsory filtration rate*

部分滤格反冲洗时，在总过滤水量不变的情况下其他滤格运行的滤速。

[GB 50013-2006]

3.18

总凯式氮 total Kjeldahl nitrogen(TKN)

有机氮和氨氮之和。

[GB 50014-2006]

4 一般要求

4.1 脱氮生物滤池的总体布置应根据厂址地形、气象、地质条件、运行和环境安全等因素，统一考虑整体布局，便于施工、维护和管理，并符合 GB 50014 的规定。

4.2 脱氮生物滤池的工艺，应满足设计进水与出水水质，综合考虑各工艺流程的特点及优势，通过技术经济比较后确定。

4.3 脱氮生物滤池进水 pH 值宜为 6.5~9.5，水温宜为 10~35℃。

4.4 反硝化生物滤池进水溶解氧含量不宜大于 5mg/L，宜设置避免跌水充氧的设施。

5 脱氮生物滤池系统设计

5.1 脱氮生物滤池工艺流程

5.1.1 无氨氮去除要求时，宜采用反硝化生物滤池工艺，碳源不足 ($BOD_5/TKN \leq 4.0$) 时需外加碳源，工艺流程示意图如图 1 所示。

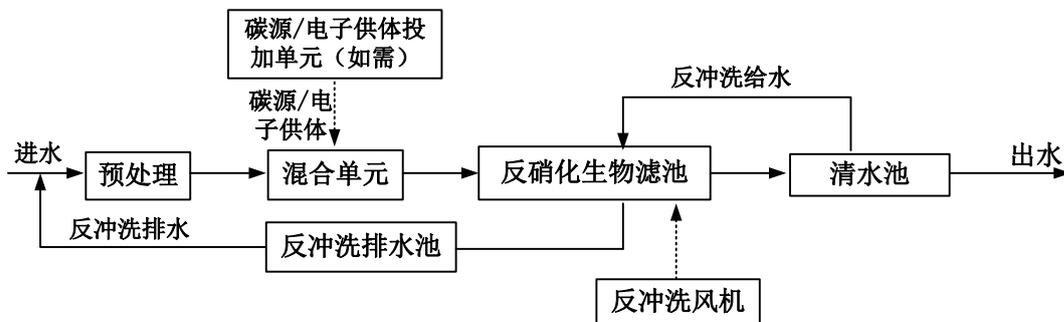


图 1 反硝化生物滤池工艺流程图

5.1.2 有氨氮去除要求时，宜采用反硝化生物滤池-硝化生物滤池组合工艺，或硝化生物滤池-反硝化生物滤池组合工艺，碳源不足 ($BOD_5/TKN \leq 4.0$) 时需外加碳源，工艺流程如图 2-1 和图 2-2 所示。

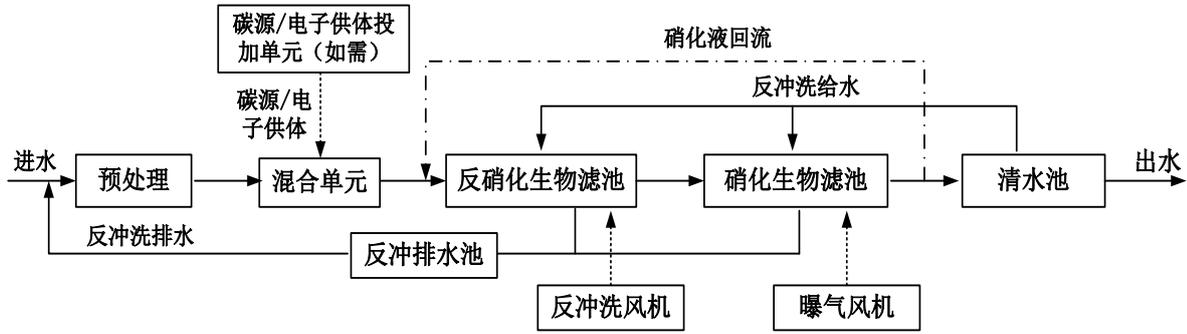


图 2-1 反硝化生物滤池-硝化生物滤池组合工艺流程图

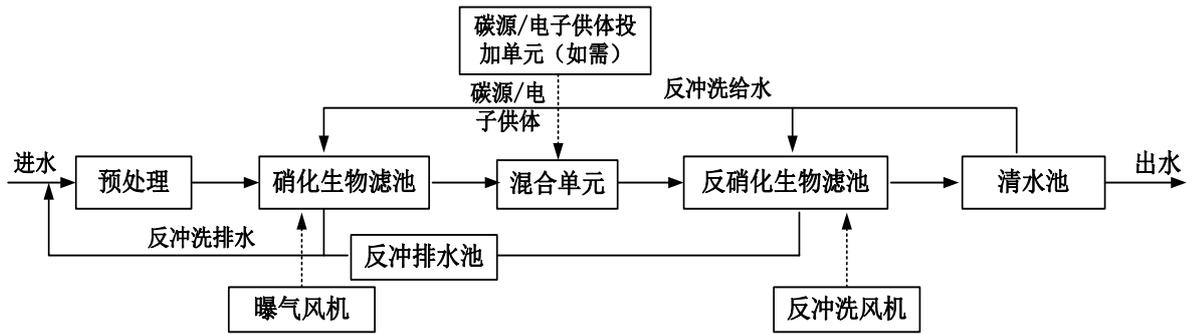


图 2-2 硝化生物滤池-反硝化生物滤池组合工艺流程图

5.2 预处理

5.2.1 污水中含有大颗粒悬浮物、油脂、砂砾、纤维物等进入脱氮生物滤池前，应根据进水水质进行适当的预处理。

5.2.2 进入脱氮生物滤池的污水固体悬浮物（以下简称 SS）含量不宜大于 60mg/L。

5.3 脱氮生物滤池系统

5.3.1 一般规定

5.3.1.1 脱氮生物滤池系统一般由生物滤池单元、碳源投加单元(或其他电子供体投加单元)、混合单元、反冲洗单元、动力控制单元构成。

5.3.1.2 脱氮生物滤池根据流向可分为上向流生物滤池和下向流生物滤池。

5.3.1.3 脱氮生物滤池的形式及进水流向应根据不同的进水水质和处理要求进行设计选择，综合考虑各工艺流程的特点及优势，通过技术经济比较后确定。脱氮生物滤池参数可参考表 1 选择。

表 1 脱氮生物滤池设计参数

工艺	滤池形式	出水 TN 要求	出水发光细菌抑制率(%)	容积负荷 (kg/(m ³ d))	水力停留时间 (min)	滤速 (m/h)
反硝化生物滤池	上向流 (外加碳源为主)	≤15mg/L	≤30%	0.5-3.0	15-20	10-15
		≤10mg/L	≤20%			
		≤5mg/L	≤20%			

	下向流	$\leq 15\text{mg/L}$	$\leq 30\%$	0.5~3.0	12~20	6~12
		$\leq 10\text{mg/L}$	$\leq 20\%$	0.5~1.6	15~25	6~10
		$\leq 5\text{mg/L}$	$\leq 20\%$	0.6~1.0	20~30	4~10
硝化生物滤池-反硝化生物滤池	均为上向流	$\leq 15\text{mg/L}$	$\leq 30\%$	硝化：0.3-0.8 反硝化：0.5-3.0	硝化：30-45 反硝化：15-20	硝化：3-8 反硝化：10-15
		$\leq 10\text{mg/L}$	$\leq 20\%$			
		$\leq 5\text{mg/L}$	$\leq 20\%$			
反硝化生物滤池-硝化生物滤池	均为上向流	$\leq 15\text{mg/L}$	$\leq 30\%$	反硝化：0.5-1.5 硝化：0.3-0.8	反硝化：20-30 硝化：30-45	反硝化：8-12 硝化：3-8
		$\leq 10\text{mg/L}$	$\leq 20\%$			
		$\leq 5\text{mg/L}$	$\leq 20\%$			

5.3.1.3 脱氮生物滤池的平面形状可采用矩形或圆形。

5.3.1.4 脱氮生物滤池在滤池截面积过大时应分格设置，分格数应不小于3格，单格滤池的截面积不宜超过120m²。

5.3.1.5 脱氮生物滤池宜选用机械强度高和化学稳定性好的砾石作为承托层，并按一定的级配布置。

5.3.1.6 滤池出水系统可采用周边出水或单侧堰出水，反冲洗排水和出水槽（渠）宜分开布置。应设置出水堰板等装置，防止反冲洗时滤料流失并且调节出水平衡。

5.3.2 生物滤池单元

5.3.2.1 反硝化生物滤池

5.3.2.1.1 上向流反硝化生物滤池

a) 上向流反硝化生物滤池由配水区、布水及反冲洗布水布气系统、承托层、滤料层、反冲洗系统、出水系统、自控系统构成。

b) 上向流反硝化生物滤池滤料宜选用陶粒滤料，滤板可选用整体浇筑滤板或分体式拼装滤板。

c) 上向流反硝化生物滤池滤料填装高度宜为2.5-4.0m。

d) 滤料承托层每层厚度宜为100-150mm，总厚度不宜大于300mm。

5.3.2.1.2 下向流反硝化生物滤池

a) 下向流反硝化生物滤池宜采用如下构造：进水渠、反冲洗排水渠（可与进水渠共用）、滤料层、滤料承托层、反冲洗系统，出水系统、自控系统构成。

b) 下向流反硝化生物滤池空床停留时间宜为15~30min，平均滤速宜为4~7.5m/h，峰值滤速及强制滤速宜为6~12m/h。

c) 下向流反硝化生物滤池滤料宜为高品质粗石英砂，滤料密度应 $\geq 2.5\text{ g/cm}^3$ （比重，真密度），滤料粒径宜为1.7~3.4mm。

d) 滤料填装高度宜结合占地面积、处理负荷、风机选型和滤料层阻力等因素综合考虑确定，宜不低于1.83m。

e) 滤料承托层应采用多种级配砾石，砾石密度应 $\geq 2.5 \text{ g/cm}^3$ （比重），含泥量应 $\leq 1\%$ ，盐酸可溶率 $\leq 3\%$ ，每层厚度宜为 70~100mm，总厚度宜为 300~500mm。

5.3.2.2 硝化生物滤池

5.3.2.2.1 硝化生物滤池由配水区、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、自控系统构成。

5.3.2.2.2 硝化生物滤池滤料宜为陶粒滤料，滤板可选用整体浇筑滤板或分体式拼装滤板。

5.3.2.2.3 硝化生物滤池滤料填装高度宜为 3.0-4.0m。

5.3.2.2.4 滤料承托层每层厚度宜为 100-150mm，总厚度不宜大于 300mm。

5.3.2.2.5 硝化生物滤池曝气与反冲洗设备与管路宜分开设置。

5.3.3 碳源投加单元（适用于异养反硝化）

5.3.3.1 脱氮生物滤池进行异养反硝化且进水碳源不足时需外加碳源。

5.3.3.2 碳源投加单元包括碳源投加池和混合池。

5.3.3.3 碳源宜为甲醇、乙酸、乙酸钠等，碳源储量应根据平均日流量计算，宜考虑 3~10 天以上储药量。

上述各种碳源性质及投加量可参考表 2。

表 2 各种碳源一览表

碳源	甲醇	乙酸	乙酸钠
别名	木酒精	醋酸	醋酸钠
结构简式	CH ₃ OH	CH ₃ COOH	CH ₃ COONa
相对分子质量	32.04	60.05	136.03
理论投加量（g 碳源/gNO _x -N）	1.9	2.68	3.66
实际投加量（g 碳源/gNO _x -N）	3	5	6

5.3.4 电子供体投加单元（适用于自养反硝化或混合营养反硝化）

5.3.4.1 脱氮生物滤池进行自养或混合营养反硝化时需外加电子供体。

5.3.4.2 电子供体投加单元包括投加池和混合池。

5.3.4.3 自养反硝化或混合营养反硝化电子供体宜为铁粉、单质硫、硫化钠、硫代硫酸钠等，储量应根据平均日流量计算，宜考虑 3~10 天以上储药量。上述各种电子供体性质及投加量可参考表 3。

表 3 各种电子供体一览表

电子供体	铁粉	单质硫	硫化钠	硫代硫酸钠
结构简式	Fe	S	Na ₂ S	Na ₂ S ₂ O ₃
相对分子质量	56	32	78	158
理论投加量（g/gNO _x -N）	16	2.51	3.48	7.05

实际投加量 (g/gNO _x -N)	30	5	6	10
-------------------------------	----	---	---	----

5.3.5 反冲洗单元

5.3.5.1 脱氮生物滤池的反冲洗单元宜由反冲洗水泵、反冲洗鼓风机、布气器、布水器及管路构成。

5.3.5.2 脱氮生物滤池反冲洗宜采用气洗、水洗或气-水联合反冲洗，依次按气洗、气水联合洗、水洗进行。

5.3.5.3 反冲洗水源为脱氮生物滤池出水，反冲洗水池需满足 1 个反冲洗周期的储水量。

5.3.5.4 脱氮生物滤池气洗时间宜为 2~5min；气水联合冲洗时间宜为 10~15 min；水洗时间宜为 5~15min。空气冲洗强度宜为 50~110 m³/(m² h)；水冲洗强度宜为 14~22 m³/(m² h)。

5.3.5.5 下向流脱氮生物滤池驱氮采用水冲扰动的方式，单格驱氮时间宜为 1~2 min。

5.3.5.6 反冲洗水泵宜采用潜污泵或卧式离心泵；反冲洗水泵数量应至少 2 台，其中 1 台备用。

5.3.5.7 反冲洗鼓风机宜采用罗茨风机或螺杆风机；反冲洗鼓风机数量应至少 2 台，其中 1 台备用。

5.4 检测与自动控制单元

5.4.1 脱氮生物滤池系统应设置完整的自动化控制与检测系统，设置应稳定可靠，便于调整，其设计符合 GB/T 3797 的有关规定。

5.4.2 脱氮生物滤池进水系统宜设置独立的流量计，滤池、反冲洗水池、反冲洗排水池液位宜设置独立的液位计，反冲洗单元宜设置独立的流量计。

5.4.3 反冲洗风机管路压力和空压机管路压力宜采用压力监测传感装置。

5.4.4 脱氮生物滤池宜测量滤料层上下之间的压差及滤池配水区的压力。

5.4.5 脱氮生物滤池宜采用集中监控管理、分散控制的自动控制系统，由可编程控制器（PLC）及中控室控制。下向流脱氮生物滤池驱氮采用时间控制，驱氮周期宜为 2~8 h。

5.4.6 脱氮生物滤池控制系统应设定报警装置，反冲洗风机管路压力和空压机系统气源压力小于设定值时报警。

5.4.7 脱氮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。

5.4.8 脱氮生物滤池宜采用精准碳源（或其他电子供体）投加、远程控制等智能控制手段。

6 施工和安装

6.1 施工

6.1.1 土建施工按照 GB 50334 执行。

6.1.2 施工前应组织施工人员熟悉图纸，核准图纸尺寸。

6.1.3 滤池底部应平整，平整度不超过 ±3 mm。应用不小于 3 m 水平尺检查混凝土底面的平直度；肉眼观测混凝土墙的长度并用标准木板检测，50 cm 范围内底面不应呈现波状。

6.1.4 施工人员应按设计要求对预留、预埋件进行复核。

6.1.5 计算布水布气滤砖及相关安装附件、滤料、承托层砾石等数量，以及滤砖安装所需混凝土量，不锈钢配气管及堰板安装所需紧固件及支架数量，确保现场设备材料充足。

6.2 安装

6.2.1 硝化生物滤池及上向流反硝化生物滤池的滤板、滤头、反冲洗配气管、曝气系统、承托层和填料的安装应符合 CECS 265 的规定。

6.2.2 下向流反硝化生物滤池的反冲洗配气管、布水布气滤砖、承托层及滤料的安装应符合 T/CAQI 24 的规定。

6.2.3 反冲洗水泵及风机的安装应符合 GB 50275 的规定。

6.2.4 脱氮生物滤池开关柜及配电柜的接线应正确、连接紧密、排列整齐、绑扎牢固、标志清晰，其安装应符合 GB 50254 的规定。

6.2.5 通用管道阀门及仪表安装应符合 CECS 265 和 T/CAQI 24 的规定。

7 调试和验收

7.1 调试

7.1.1 脱氮生物滤池的调试过程可分为单机调试、空载调试、系统联动调试及试运行。调试前应编制调试方案。

7.1.2 空载调试过程应在设计要求下检查单体滤池的运行状况。

7.1.3 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。

7.1.4 试运行前应对进出水 TN 及进水 SS、BOD₅/TKN、氨氮及各工况参数进行检测和分析。

7.2 验收

7.2.1 滤池构筑物的混凝土、泵房工程及管线管道验收应符合 GB 50204 和 GB 50334 的规定。

7.2.2 鼓风机、压缩机、水泵的验收应符合 GB 50275 的规定。

7.2.3 开关柜及配电柜的验收应符合 GB 50168 和 GB 50254 的规定。

7.2.4 自控仪表设备应具有产品技术文件和质量证明文件，特性数据应符合设计文件的规定；铭牌标志应清晰牢固，附件、备件应符合设计文件的规定。

7.2.5 脱氮生物滤池正常运行检测的项目和频率应符合 CJJ 60 的规定，水质检验方法应符合 CJ/T 51、HJ 505、HJ/T 196 的规定。

7.2.6 脱氮生物滤池性能验收按照表 4 的规定进行。

表 4 脱氮生物滤池性能验收项目、要求和方法

序号	验收项目	要求	检验方法
1	容积负荷	表1	现场运行数据
2	水力停留时间	表1	现场运行数据

3	滤速	表1	现场运行数据
4	进出水TN	表1	CJ/T 51
5	进出水氨氮	GB 8978	CJ/T 51
6	进水BOD ₅ /TKN	-	HJ 505、HJ/T 196
7	进水SS	5.2.2	CJ/T 51

8 运行和维护

8.1 运行

8.1.1 脱氮生物滤池的运行管理应配备专业人员和工具，操作人员应熟悉处理工艺技术指标和设施、设备的运行要求。

8.1.2 应定期检测滤池进出水水质，并定期对检测仪器、仪表进行校验。

8.1.3 运行中应严格执行经常性的和定期的安全检查，及时消除事故隐患，防止事故发生。

8.1.4 岗位人员在运行、巡视、交接班、检修等生产活动中，应做好相关记录。

8.2 维护

8.2.1 操作人员应严格执行设备安全操作规程，定时巡视设备运转是否正常，包括温升、响声、振动、电压、电流等，发现问题应尽快检查排除。

8.2.2 应保持设备各运转部位的润滑状态，及时添加润滑油及除锈；发现漏油、渗油情况，应及时解决。

8.2.3 应做好设备维修保养记录。

8.2.4 应根据实际情况及时补充滤料，并应及时检查滤头损坏情况。

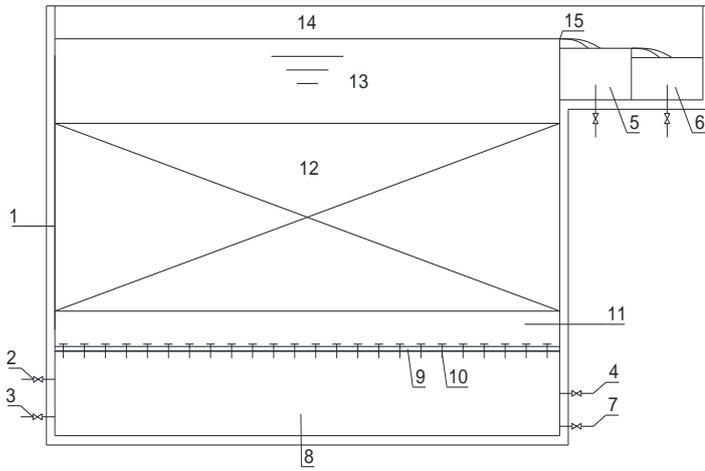
8.2.5 应定期对脱氮生物滤池的滤头进行检修和清理，检修前务必做好滤池底部的通风、换气、照明、预防等准备工作，检修过程应严格按照安全规程进行，特别注意人身安全，防止伤害事故发生。

8.2.6 应对使用与备用的水泵、鼓风机、空压机和阀门定期进行维护保养。

8.2.7 应对控制系统定期进行维护保养，并根据水质水量情况对自控系统进行改进完善。

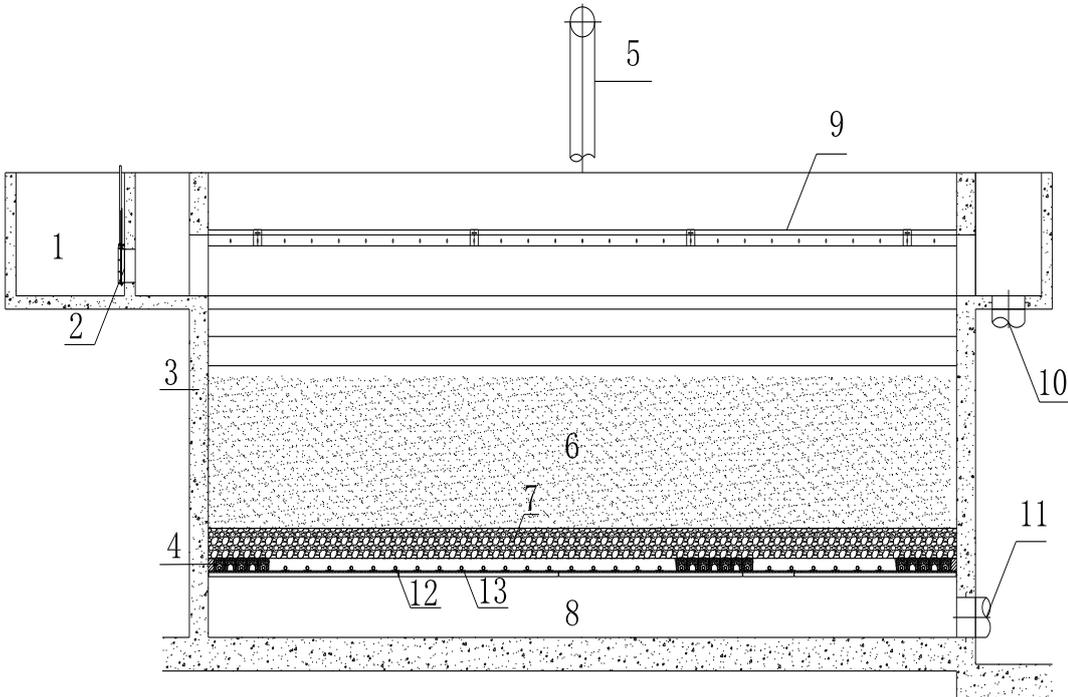
附录 A
(资料性附录)

A.1 上向流反硝化生物滤池结构示意图



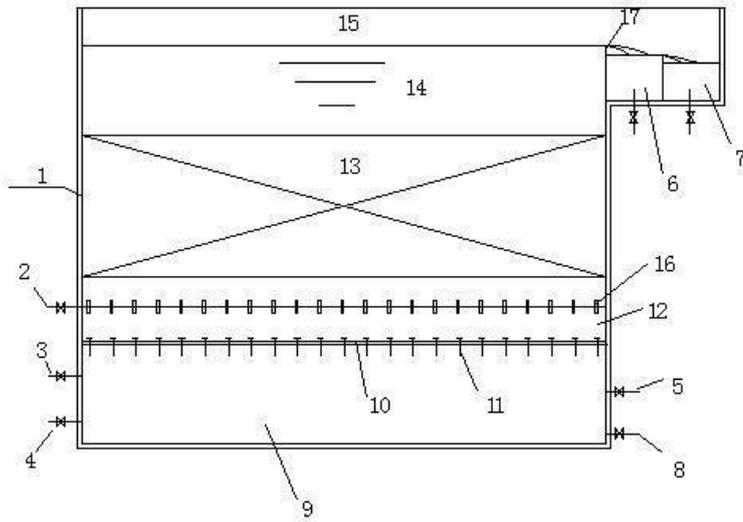
1—滤池池体；2—反冲洗进气管；3—进水管；4—反冲洗进水管；5—反冲洗排水槽（渠）；6—出水槽（渠）；7—放空管；8—进水渠；9—承托层和滤板；10—长柄滤头；11—承托层；12—陶粒滤料层；13—集水渠；14—超高区；15—出水堰

A.2 下向流反硝化生物滤池结构示意图



1-进水总渠；2-进口闸门；3-滤池池体；4-滤砖；5-反冲洗空气管；6-滤料层；7-承托层；
8-集水渠；9-进水渠及堰板；10-反冲洗废水管；11-过滤出水及反洗进水管；12-空气支管；13-集水渠盖板

A.3 硝化生物滤池结构示意图



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—进水渠；10—承托层和滤板；11—长柄滤头；12—承托层；13—陶粒滤料层；14—集水渠；15—超高区；16—单空膜空气扩散器；17—出水堰