*CECS*

CECS XXX-2024

中国工程建设标准化协会标准

深床滤池技术规程

Technical specification for deep bed filter

**（征求意见稿）**

中国计划出版社

**前 言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2022年第一批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字 [2022] 13号）的要求，规程编制组经大量调查研究，认真总结实践经验，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程主要内容包括：总则、术语、基本规定、池体构造、设计、检测和控制、施工和安装、调试和验收、运行和维护、安全和环境保护。

本规程的某些内容可能涉及专利，涉及专利的具体技术内容，使用者可直接与本规程主编单位协商处理，本规程的发布机构不承担识别相关专利的责任。

本规程由中国工程建设标准协会负责管理，由城市给水排水专业委员会、建筑与市政工程产品应用分会负责日常管理，由中国市政工程中南设计研究总院有限公司负责具体技术内容的解释，执行过程中如有意见或建议，请寄送至解释单位（地址：武汉市解放公园路8号；邮编：430010）。

本规程主编单位：中国市政工程中南设计研究总院有限公司

长安大学

本规程参编单位：北京沃尔德斯水务科技有限公司

浙江中昌水处理科技有限责任公司

浙江沃特水处理设备股份有限公司

上海城投污水处理有限公司

武汉市水务集团有限公司

中国建筑设计研究院有限公司

赛莱默(中国)有限公司

上海奥迪菲环境工程有限公司

武汉渥太环境科技有限公司

中国市政工程西北设计研究院有限公司

无锡市水务集团有限公司

厦门市政水环境有限公司

青岛洛克环保科技有限公司

北京淇方天生态环境工程有限公司

本规程主要起草人：

本规程主要审查人：

**目 次**

**[1 总 则](#_Toc134104733)** [1](#_Toc134104733)

**[2 术 语](#_Toc134104734)** [2](#_Toc134104734)

**[3 基本规定](#_Toc134104735)** [3](#_Toc134104735)

**[4 池体构造](#_Toc134104736)** [5](#_Toc134104736)

**[5 设 计](#_Toc134104737)** [7](#_Toc134104737)

[5.1 一般规定 7](#_Toc134104738)

[5.2 滤池布置和尺寸计算 8](#_Toc134104739)

[5.3 布水布气系统 10](#_Toc134104740)

[5.4 气水冲洗 11](#_Toc134104741)

[5.5 碳源投加 13](#_Toc134104742)

**[6 检测和控制](#_Toc134104743)** [15](#_Toc134104743)

[6.1 一般规定 15](#_Toc134104744)

[6.2 检 测 15](#_Toc134104745)

[6.3 控 制 16](#_Toc134104746)

**[7 施工和安装](#_Toc134104747)** [17](#_Toc134104747)

[7.1 施 工 17](#_Toc134104748)

[7.2 冲洗配气管安装 17](#_Toc134104749)

[7.3 滤砖安装 18](#_Toc134104750)

[7.4 承托层及滤料填装 19](#_Toc134104751)

[7.5 进水堰板安装 20](#_Toc134104752)

[7.6 配套机电设备安装 20](#_Toc134104753)

**[8 调试和验收](#_Toc134104754)** [22](#_Toc134104754)

[8.1 一般规定 22](#_Toc134104755)

[8.2 调 试 22](#_Toc134104756)

[8.3 验 收 26](#_Toc134104757)

**[9 运行和维护](#_Toc134104758)** [28](#_Toc134104758)

[9.1 运 行 28](#_Toc134104759)

[9.2 维 护 32](#_Toc134104760)

**[10 安全和环境保护](#_Toc134104761)** [34](#_Toc134104761)

[10.1 安 全 34](#_Toc134104762)

[10.2 环境保护要求 35](#_Toc134104763)

**[本规程用词说明](#_Toc134104764)** [36](#_Toc134104764)

**[引用标准名录](#_Toc134104765)** [37](#_Toc134104765)

**[条文说明](#_Toc134104766)** [39](#_Toc134104766)

**Contents**

[1 General provisions 1](#_Toc11711)

[2 Terms 2](#_Toc15467)

[3 Basic requirements 3](#_Toc31153)

[4 Tank structure 5](#_Toc27826)

[5 Design 7](#_Toc6417)

[5.1 General requirements 7](#_Toc1573)

[5.2 Tank calculations 8](#_Toc8689)

[5.3 Water-air distribution system 1](#_Toc27169)0

[5.4 Air-water backwashing 1](#_Toc12486)1

[5.5 Carbon source addition 1](#_Toc26984)3

[6 Detection and control 1](#_Toc6975)5

[6.1 General requirements 1](#_Toc11833)5

[6.2 Detection 1](#_Toc2238)5

[6.3 Control 1](#_Toc22528)6

[7 Construction and installation 1](#_Toc16947)7

[7.1 Construction 17](#_Toc24159)

[7.2 Backwash gas distribution pipe installation 17](#_Toc4476)

[7.3 Filter block installation 18](#_Toc22902)

[7.4 Supporting layer and filter material filling 19](#_Toc13579)

[7.5 Inlet weir plate installation 2](#_Toc16755)0

[7.6 Mechanical and electrical equipment installation 2](#_Toc20915)0

[8 Debug and acceptance 2](#_Toc1979)2

[8.1 General requirements 2](#_Toc23483)2

[8.2 Debug 2](#_Toc15904)2

[8.3 Acceptance 26](#_Toc31149)

[9 Operation and maintenance 28](#_Toc25860)

[9.1 Operation 28](#_Toc13947)

[9.2 Maintenance](#_Toc32599) 32

[10 Safety and environmental protection 3](#_Toc17901)4

[10.1 Safety 3](#_Toc17367)4

[10.2 Environmental protection requirements 3](#_Toc30081)5

[Explanation of wording in this specification 3](#_Toc15612)6

[List of quoted standards 3](#_Toc29972)7

[Addition: Explanation of provisions 39](#_Toc30054)

**1 总 则**

**1. 0. 1** 为规范污水处理工程中深床滤池的设计、施工与验收、运行与维护，做到安全可靠、经济合理、管理方便，制定本规程。

【条文说明】说明制定本规程的目的。深床滤池具有纳污能力强、碳源投加省、脱氮效果好、灵活性强等特点，已在排水工程中获得了较好的应用，其标准应在不断总结生产实践和科学试验的基础上，合理采用新技术、新设备及新材料，采用合理的设计参数，实现优化运行管理，节约能源和资源，降低工程造价和运行成本。

**1. 0. 2** 本规程适用于新建、扩建和改建采用深床滤池的污水处理工程。

【条文说明】明确本规程的适用范围。本规程适用于降流式重力深床滤池，即下向流深床滤池。

**1. 0. 3** 采用深床滤池的污水处理工程，除应执行本规程外，尚应符合国家现行有关标准和中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

【条文说明】本条规定了本规程与其他标准、规范的关系。

**2 术 语**

**2.0.1** 深床滤池 deep bed filter

滤料层高度为1.5m~2.5m，具有生物脱氮、过滤及除磷功能的滤池。

**2.0.2** 出水堰板 effluent weir plate

设置在深床滤池出水堰处，防止滤料流失并且调节出水平衡的装置。

**2.0.3** 反硝化容积负荷 denitrification volumetric loadling rate

反硝化滤池单位体积滤料每天去除的硝酸氮量（包括硝酸盐氮和亚硝酸盐氮）。

**2.0.4** 硝化容积负荷 nitrification volumetric loading rate

单位时间内每立方米滤料层体积硝化的氨氮量。

**2.0.5** 均质级配滤料  uniform grading filter media

粒径比较均匀，均匀系数(*K*60)小于1.6的滤料。

**2.0.6** 空床接触时间 empty bed contact time

污（废）水在生物滤池滤料层所占容积的水力停留时间。

**2.0.7** 五日生化需氧量容积负荷 BOD5-volumetric 1oading rate

每立方米滤料每天降解的五日生化需氧量。

**2.0.8** 水力负荷 hydraulic 1oading rate

单位体积的滤料每天可以处理的污水水量。

**2.0.9** 恒液位过滤 constant liquid level filtration

通过出水调节阀和液位计的配合，使深床滤池水位始终保持不变的过滤。

**2.0.10** 地下式污水处理厂 underground wastewater treatment plant

各处理构筑物和辅助构筑物集约布置在一个或若干个车间内，该车间整体或部分布置于地面以下由天然或挖掘形成的地下空间内的污水处理厂，包括半地下式和全地下式两种。

**3 基本规定**

**3. 0. 1** 污水处理厂需深度脱氮时，可采用深床滤池。

【条文说明】近些年污水排放标准不断升级，深床滤池滤床较传统快滤池深，具有过滤去除悬浮物、微絮凝过滤除磷、生物反硝化脱氮等作用。该滤池水流方向为降流式，污水从上而下经过生物填料层，具有推流生物反应器的特点，且生物附着于填料表面不断更新，不存在污泥流失等问题，也不存在泥龄等限制，具有反应效率高、水质水量变化较强适应性、负荷高、占地面积省、反硝化碳源消耗低、脱落的生物膜易于固液分离、污泥产率低等诸多优点，对低浓度污水也可有效处理，因此深床滤池在污水处理工程（特别是在污水提标项目中）应用广泛。

**3. 0. 2** 深床滤池进水水质指标应符合下列规定：

**1** 污水在进入深床滤池前应进行预处理及二级处理，拦截和阻隔纤维、毛发和其他大颗粒物质，含油污水需设置除油装置。悬浮物（SS）含量不宜大于20mg/L；

**2** 进水pH宜为 6.5 ~ 9.5，进水水温宜为10 ~ 35℃，在北方寒冷地区，宜设置在室内，并设计保温设施；

**3** 进水溶解氧不宜超过 3 mg/L；

**4** 进水TN浓度不宜大于 25 mg/L；

【条文说明】深床滤池进水一般为污水厂二级处理出水；其进水悬浮物（SS）高时，易造成滤池冲洗频繁；如果进行反硝化脱氮，进水溶解氧含量高时，会消耗大量碳源，故对进水溶解氧进行了要求。如反硝化反应的适宜温度范围是20~40℃，低于5℃时反应速率会下降，为在低温条件下保证反硝化效果，可采取延长污泥龄、降低负荷率、提高废水的水力停留时间、北方寒冷地区考虑保温及设置在室内等。

**3. 0. 3** 采用深床滤池时，组合工艺流程宜符合下列规定：

**1** 城镇污水满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》 GB18918 一级A，可采用：污水→二级处理→深床滤池→后续工艺

**2** 城镇污水满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》 GB18918 一级A+，可采用：

**1）**污水→二级处理→高效沉淀池→深床滤池→后续工艺

**2）**污水→二级处理→高效沉淀池→深床滤池→曝气生物滤池→后续工艺

**3）**污水→二级处理→高效沉淀池→曝气生物滤池→深床滤池→后续工艺

**3** 城镇污水满足《地表水环境质量标准》GB 3838地表准Ⅳ类及Ⅳ类水，对于处理水中溶解性难降解性COD，可在工艺流程中增加高级氧化设施。

**4** 工业生活混合污水及工业废水满足 GB18918-2002一级A，可在深床滤池前或后增加高级氧化设施。

注：可采用高效沉淀池，也可采用混凝沉淀池、磁混凝沉淀池、微砂混凝沉淀池或气浮池；可根据需要在合适位置设置提升泵房。

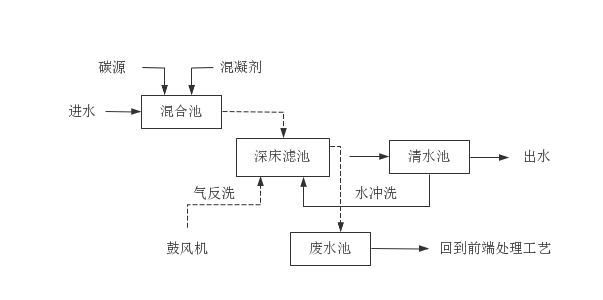
【条文说明】《城镇污水处理厂污染物排放标准》 GB 18918一级A、一级A+、《地表水环境质量标准》GB 3838地表准Ⅳ类、地表Ⅳ类水主要水质指标如下：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 出水标准 | GB18918-2002一级A | GB18918-2002一级A+ | GB3838-2002地表准Ⅳ类 | GB3838-2002地表Ⅳ类 |
| CODCr（mg/L） | ≤50 | ≤50 | ≤30 | ≤30 |
| BOD5（mg/L） | ≤10 | ≤6 | ≤6 | ≤6 |
| TN（mg/L） | ≤15 | ≤10 | ≤10 | ≤1.5 |
| NH3-N（mg/L） | ≤5（8） | ≤5 | ≤1.5 | ≤1.5 |
| TP（mg/L） | ≤0.5 | ≤0.5 | ≤0.3 | ≤0.3 |
| SS（mg/L） | ≤10 | ≤5 | ≤5 | ≤5 |
| pH | 6~9 | 6~9 | 6~9 | 6~9 |

其中，括号外数值为水温>12℃时的控制指标，括号内数值为水温≤12℃时的控制指标。

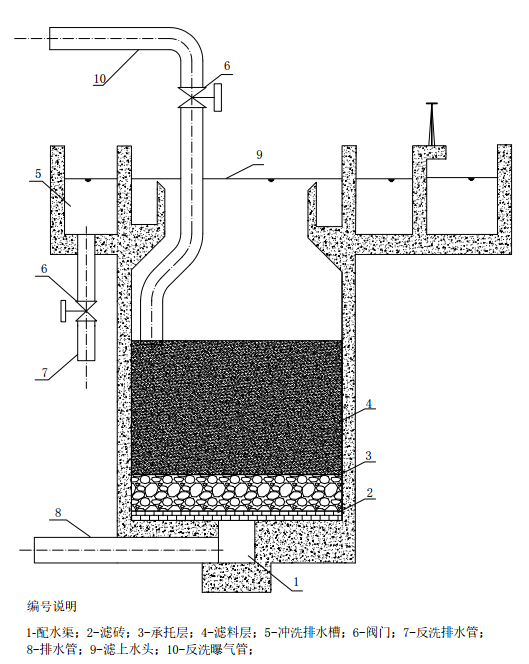
**4 池体构造**

**4. 0. 1** 深床滤池系统一般由混合池、滤池、管廊间、清水池、废水池、设备间等构成，在用地情况有限时宜合建。结合污水厂运行情况，可投加碳源切换成反硝化深床滤池模式运行去除硝态氮。



**图4.0.1 深床滤池系统组成示意图**

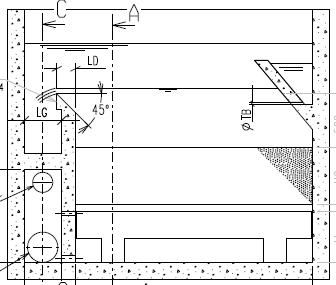
**4. 0. 2** 滤池由进水渠、冲洗排水渠、滤料层、承托层、布水布气系统、出水系统和自控系统构成，有滤砖型和滤板型两种形式。



1. 配水渠；2-滤砖；3-承托层；4-滤料层；5-冲洗排水槽；6-阀门；7-反洗排水管；

8-排水管；9-滤上水头；10-反洗曝气管

**图4.0.2 滤砖型深床滤池剖面示意图**



4

5

3

2

1

6

**图4.0.3 滤板型深床滤池剖面示意图**

1. V型槽；2-滤板；3-滤料层和承托层；4-H型冲洗排水槽；5-冲洗气管；6-冲洗水管；7-滤上水头；8-反洗水头

**5 设 计**

5.1 一般规定

**5. 1. 1** 应根据项目规模和占地、总过滤面积、滤池数量、滤料深度、单池面积、管廊及冲洗设备布置等因素综合考虑深床滤池池型。

**5.1.2** 地下式污水厂采用深床滤池时，应防止外来洪涝、管道水倒灌、地下水入侵和污水外溢的安全和污染防治设施。

**5. 1. 3** 滤料宜采用石英砂滤料或粘土烧结生物滤料。石英砂滤料二氧化硅含量高、杂质和灰分含量低、具有良好的耐磨性能、使用周期长的天然石英砂或高品质粗石英砂，滤料应满足现行行业标准《水处理用滤料》CJ/T 43的要求外，还应符合表5.1.1的规定。粘土烧结生物滤料应满足现行行业标准《水处理用人工陶粒滤料》CJ/T 299的要求外，还应符合表5.1.2的规定。

**表5.1.1 石英砂滤料规格参数**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 密度（g/cm3） | 均匀系数（*K*60） | 莫氏硬度 | 盐酸可溶率 |
| 规格参数 | ≥2.6 | <1.6 | 6.0~7.0 | ≤3.0% |

**表5.1.2 粘土生物滤料规格参数**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 密度（g/cm3） | 均匀系数（*K*60） | 耐化学性 |
| 规格参数 | 1.45~1.85 | <1.5 | 侵蚀损失<5% |

**5. 1. 4** 砾石承托层密度2.4~3 g/cm3，含泥量小于1 %，盐酸可溶度≤ 3.0%，对于采用石英砂滤料，砾石承托层粒径分布范围宜为 2mm ~ 38mm，按层级配交替布置，每层厚度宜为70 ~ 100mm，总厚度宜为350mm~500mm；对于采用粘土生物滤料，砾石承托层粒径分布9~25mm，按层级配交替布置，总厚度300mm。

**5. 1. 5** 设计水头损失宜采用 2.0m ~ 3.0m。

【条文说明】设计水头损失与滤料层高度有关，一般滤料层越厚，宜取上限。

**5. 1. 6**  深床滤池设计有反硝化脱氮功能时，应采用恒液位过滤运行。

【条文说明】恒液位过滤及配水应采取措施避免滤池进水产生跌水，跌水会充氧，对反硝化脱氮不利，且会消耗碳源。

**5.1. 7** 室外滤池宜在池顶加盖。考虑安装及检修，滤池管廊内宜设置起吊装置。

【条文说明】室外滤池池顶加装可移动盖板可防止因日照原因滤池内池壁及排水槽滋生藻类，且便于检修。

**5. 1. 8**  深床滤池反硝化运行需配置自动驱氮程序，宜采用水冲扰动方式，驱氮过程不应排放废水。

【条文说明】驱氮周期可根据去除的硝态氮量进行计算，据调研，深床滤池驱氮周期较常采用2h~8h，单格驱氮时间宜为1min~3min，水冲强度常采用 15~20 m3/(m2·h)。

**5. 1. 9**  滤池应设置放空阀门及管路，管廊间内应设置集水坑及排水泵；相邻的滤池宜设置溢流连通孔，沿池长方向均布，孔底标高宜高于反洗排水槽顶标高 500 mm。对于滤板滤头型深床滤池不需要设置溢流连通孔，应在每格深床滤池进水渠道配水堰旁设置溢流堰，作为滤池运行中的溢流保护。

5.2 滤池布置和尺寸计算

**5.2.1** 滤池分格数应根据滤池形式、生产规模、操作运行和维护检修等条件通过技术经济比较确定，并应符合下列规定：

**1** 滤砖型深床滤池单格滤池的过滤面积不宜超过120m2，采用面积过大滤池时宜分格设置否则应进行分格，分格数应不少于3格；滤板型深床滤池单格滤池过滤面积不宜超过100m2，滤池格数不少于3格。

**2** 分格数大于6格时，宜采用双行排列，对称布置，中间设置管廊及控制室。

【条文说明】深床滤池的分格数，应根据生产规模、操作运行和维护检修等条件通过技术经济比较确定，且不宜少于3格。

**5.2.2** 一般采用矩形池，单格滤池的长宽比宜采用2:1~8:1，单池池宽不宜超过5m，池长不宜超过30m。

【条文说明】考虑到池内水力负荷及冲洗强度的均匀性，对池长进行了规定。

**5.2.3** 深床滤池滤料层的设计水力停留时间不应小于15min，设计滤速宜取4.5m/h~7.5m/h。

【条文说明】对于峰值系数较大的项目，应综合考虑峰值流量和滤池冲洗同时出现的概率，综合考虑峰值和强制滤速。若TN去除超过10mg/L时，深床滤池滤速应降低。

**5.2.4** 深床滤池高度（见图5.2.1）按下式计算：

*H* =*h*1+*h*2+*h*3+*h*4+*h*5+*h*6 （5.2.1）

式中： *H*——深床滤池总高（m）；

*h*1——配水渠高度（m），取值 0.6 m ~ 1.0 m；

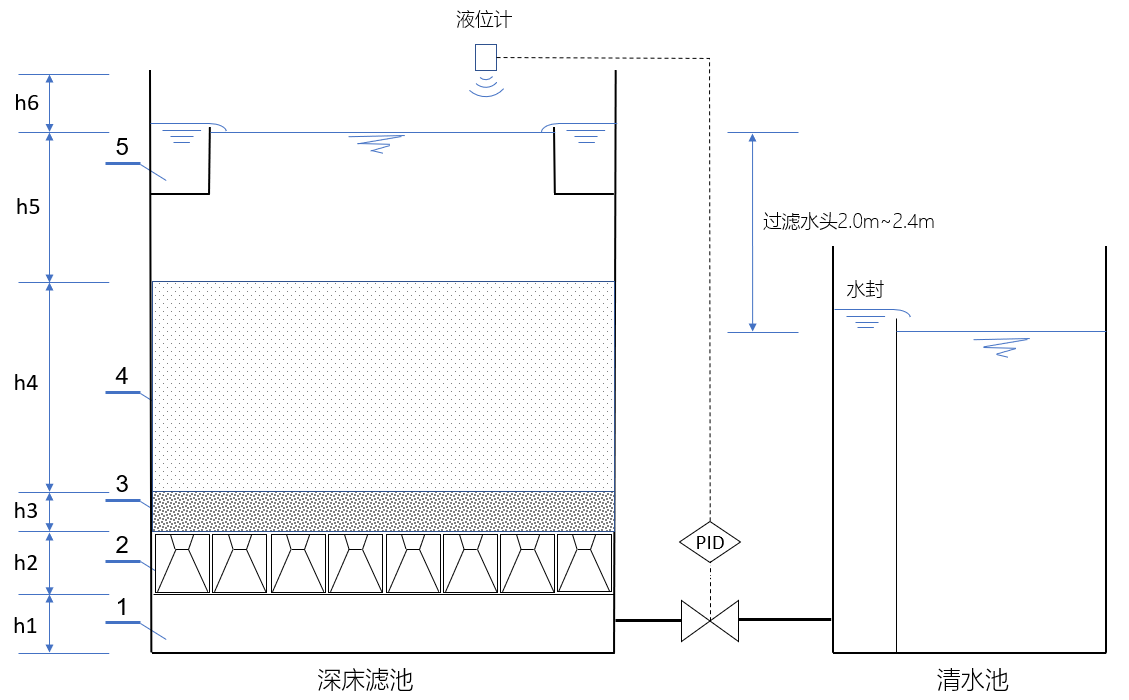
*h*2——滤砖高度（m），取值 0.2 m ~ 0.35 m；

*h*3——承托层高度（m），取值0.35m~0.50m；

*h*4——滤料层高度（m），取值1.8m~2.5m；

*h*5——滤料层上运行水深高度（m），取值1.40 m ~ 1.80 m；

*h*6——滤池超高（m），取值 0.8 m~1.0 m。



1-配水渠；2-滤砖；3-承托层；4-滤料层；5-冲洗排水槽

**图5.2.1 深床滤池高度计算示意图**

【条文说明】该滤料层高度为总结国内现有深床案例70余个总结的经验值。滤料层高度宜采用1.8m~2.5m，水温较低（＜12℃）、硝态氮去除负荷较大时宜取上限，水温较高（≥12℃）、硝态氮去除负荷较低时宜取下限。

**5.2.5**  滤池总过滤面积按下列公式计算：

**** （5.2.2）

式中： *A*——滤池总过滤面积（m2）；

*Q*——设计水量（m3/d）；

*V*——设计滤速（m/h），取值 4.5 m/h ~ 7.5 m/h。

**5.2.6** 单池过滤面积计按下列公式计算：

**** （5.2.3）

式中： *a*——单池过滤面积（m2）；

*A*——滤池总过滤面积（m2）；

*n*——滤池的格数，应大于等于3格，根据项目占地及布置综合考虑滤池的格数。

**5.2.7**  反硝化容积负荷按下列公式校核：

**** （5.2.4）

式中：*q*TN——反硝化容积负荷（kgNO3-N/m3.d），12℃水温取值应为0.3~0.9 kgNO3-N/m3.d；

*Q*——设计水量（m3/d）；

**——设计总氮（硝态氮）去除量（mg/L）；

*A*——滤池总过滤面积（m2）；

*h*——滤料层高度（m），取值 1.8 m ~ 2.5 m。

【条文说明】反硝化容积负荷应按冬季最低水温设计，12℃水温反硝化容积负荷可采用0.3 kgNO3-N/m3.d ~ 0.9 kgNO3-N/m3.d。出水TN排放限值较低时宜取下限，出水TN排放限值较高时宜取上限。

5.3 配水布气系统

**5. 3. 1**  深床滤池配水布气主要分为滤砖和滤板滤头两种方式。滤砖分为I型滤砖和II型滤砖两种，滤砖技术参数执行《水处理用滤砖》CJ/T 47。滤板滤头方式中，滤板分为设置滤梁的滤板和直接安装在池底的滤板。滤板制造方式包括单一混凝土滤板和塑料底模+混凝土浇筑滤板两种。滤头采用长柄滤头。

**5. 3. 2** 滤砖应符合以下要求：

**1** 滤砖应有足够的强度，能完全支撑滤料介质、承托层重量及整个池体水压，强度应满足《水处理用滤砖》CJ/T 47相关要求；

**2**  滤砖应具备足够大的气水分配腔，保证配水配气均匀，无盲区，能将空气和水均匀分布在整个滤池区域，不应形成旋涡；

**3**  滤砖表面应光滑，每块滤砖的外形规则，尺寸精确；

**4** 滤砖材质为HDPE（内充混凝土）时，内填充混凝土强度等级应不低于C30，填充混凝土不应存在空鼓、蜂窝或过度填充导致滤砖变形；

**5** 滤砖材质为整体HDPE时，外壳厚度应不小于5mm，无易损易耗件。

**5.3.3** 滤板滤头应符合以下要求：

1 滤板应有足够的强度，能完全支撑滤料介质、承托层重量及整个池体水压，滤板能够承受向下作用力45KN/m2和向上作用力25KN/m2；

2 滤板上均匀布置长柄滤头，滤头总缝隙面积约为滤池面积的~2.5%；

3 滤板材质混凝土或聚苯乙烯底模+浇筑混凝土或ABS底模+浇筑混凝土，混凝土强度等级应不低于C30；

4 滤板表面应平整。

**5.3.4** 滤砖型深床滤池内配气管及管件应采用不锈钢材质，出厂前应做酸洗钝化处理；水下配水管及管件应采用不锈钢材质。水质较差且有腐蚀性时，管道及管件应采用相适应耐腐蚀材质。滤板滤头型深床滤池的冲洗气管和冲洗水管应布置在管廊内，通过滤池侧壁冲洗气进气孔和冲洗水进水孔将气水引入池体，滤池内不需要配气管和水管。管廊内气管和水管材质应采用碳钢防腐。

5.4 气水冲洗

**5.4.1** 深床滤池宜采用气水联合冲洗，应依次进行气冲洗、气—水联合冲洗、清水冲洗。

**5.4.2** 深床滤池冲洗周期宜为24h~48h。

【条文说明】冲洗周期应在实际运行实践中根据进水水质、过水能力、TN去除负荷、TP去除负荷、水质排放标准等综合考虑。调研中，部分运维单位反馈冲洗周期在 48 h~96 h，多数在24h~48h。但是对于投加碳源去除TN的工况，反洗周期缩短，设计反洗周期不宜超过24h，特别是对于同时去除TN和TP的工况，反洗周期可能更短。

**5.4.3** 气水冲洗强度和时间可参见表5.4.1和表5.4.2。

**表5.4.1 滤砖型滤池气水冲洗强度和时间范围表**

|  |  |
| --- | --- |
| 气冲 | |
| 气冲强度 | 90~110 m3/(m2·h) |
| 冲洗时间 | 3~5 min |
| 气水同时冲 | |
| 气冲强度 | 90~110 m3/(m2·h) |
| 水冲强度 | 15 m3/(m2·h) |
| 冲洗时间 | 10~15 min |
| 水冲 | |
| 水冲强度 | 15m3/(m2·h) |
| 冲洗时间 | 5~10 min |

**表5.4.2 滤板滤头型滤池气水冲洗强度和时间范围表**

|  |  |
| --- | --- |
| 气冲 | |
| 气冲强度 | 70~100 m3/(m2·h) |
| 冲洗时间 | 4~7 min |
| 气水同时冲 | |
| 气冲强度 | 70~100 Nm3/(m2·h) |
| 水冲强度 | 7~10 m3/(m2·h) |
| 冲洗时间 | 4~7 min |
| 水冲 | |
| 水冲强度 | 15~20 m3/(m2·h) |
| 冲洗时间 | 4~7 min |

**5.4.4** 冲洗水泵宜采用变频泵，水泵台数不应少于2台，应设备用泵；鼓风机宜采用容积式风机，数量不应少于2台，应设备用鼓风机。

【条文说明】调研中，部分运维单位反馈罗茨风机能耗高、噪音大，可采用螺杆风机。

**5.4.5** 对于滤砖型深床滤池，冲洗水管最高点应低于深床滤池最低水位或清水池最高水位，且主管最高点处应设置排气阀；冲洗空气管最高点应高于滤池运行最高液位。对于滤板滤头型深床滤池，冲洗气管路应设置防止水回流的安全回路或冲洗气管高于滤池过滤液位，并在冲洗气管最高点设置排气阀。滤池应设置专门的自动排气阀排出气垫层内气体。

【条文说明】避免水管管路存气，防止空气管发生倒灌。

**5.4.6** 冲洗用水及清水池应符合以下规定：

**1** 冲洗用水应采用处理后未加消毒剂的出水；

**2**  清水池根据滤池单池冲洗水量、冲洗周期等综合确定，冲洗周期与滤池负荷、过滤时间及滤池水头损失等相关；

**3** 清水池内应根据设计水量设置出水堰，维持滤池出水水头恒定，保证清水池内的反冲洗水容积。对于滤板滤头型深床滤池，在每格滤池出水设堰，维持滤池恒水位运行。

【条文说明】清水池有效池容积需满足单格滤池单次冲洗的水量要求，结合滤池冲洗水量和滤池产水量确定，项目规模较小时（＜20000m3/d），清水池的有效池容可按单次冲洗水量的1.2~1.5倍考虑。

**5.4.7** 冲洗废水及废水池应符合以下规定：

**1** 冲洗废水宜暂存于废水池内；

**2**  废水池的池容应根据滤池单池反洗水量、排空时间和冲洗周期等因素综合确定；

**3** 废水池内应设置潜水搅拌器以防止污泥沉积；

**4** 废水池应设置溢流设施。

【条文说明】废水池的有效池容积应大于单次反冲废水量的1.5倍，废水池应设置废水排水泵和潜水搅拌器。

**5.4.8** 风机宜设置隔音罩，风机出口宜设置消音器和隔热防烫层，风机主管道宜设置橡胶柔性接头。

【条文说明】冲洗水管主管后如采用柔性连接，水泵启动后，柔性连接会活动，进而管道发生位移及水锤，故宜用刚性伸缩接头连接。风机出口主管设置消音器，风机主管道采用橡胶柔性接头是为避免冲洗空气管道共振及噪音。

**5. 4. 9**  反冲洗前宜将滤池水位降低至滤料层以上0.3m。

【条文说明】据调研，深床滤池反冲洗时，采用降水位反冲洗方式，一方面可以降低水耗，另一方面可有效防止滤料流失。

5.5 碳源投加

**5. 5. 1**  有反硝化脱氮功能的深床滤池运行宜配置精确碳源投加的进水计量设施、硝态氮分析仪和溶解氧分析仪，出水硝态氮分析仪。硝态氮分析仪宜采用紫外光分析法分析仪，并配置超声波、压缩空气吹扫等自动清洗装置。

【条文说明】精确碳源投加系统可尽量避免投加碳源过量，自动清洗功能的硝态氮分析仪可降低仪表的日常清理工作，提高系统运行的可靠性和稳定性。

**5.5.2** 碳源宜选择甲醇、乙酸、乙酸钠等，投加量可按表5.5.1取值或按实验确定。

**表5.5.1 常规碳源投加量表**

| 碳源种类 | 理论投加量  （g碳源/去除gNO3-N） | 建议投加量  （g碳源/去除gNO3-N） |
| --- | --- | --- |
| 甲醇 | 2.47 | 3~5 |
| 乙酸 | 2.68 | 5~7 |
| 乙酸钠 | 4.93 | 6~7（纯乙酸钠） |

**5. 5. 3** 碳源储量宜根据平均日流量计算，宜考虑3d~10d储药量；大型污水厂，宜优先采用液体碳源。

【条文说明】精确碳源投加系统大型污水厂,为降低溶药频次,宜采用液体碳源。

**5. 5. 4** 选择甲醇作为外加碳源时，加药间、储药罐防火防爆设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《消防设施通用规范》GB 55036及《建筑防火通用规范》GB 55037的规定。

**5. 5. 5** 碳源加药泵流量应与深床滤池设计规模保持一致，并根据进水量、进出水硝态氮和进水溶解氧进行反馈，智能精准控制碳源投加量。

**6 检测和控制**

6.1 一般规定

**6. 1. 1** 深床滤池应进行检测和控制，并配置相应仪表和控制系统。

**6. 1. 2** 检测和控制系统应包括正常过滤系统、冲洗系统，设计有反硝化功能的深床滤池应增加驱氮系统及碳源投加系统。

**6. 1. 3** 仪表和控制系统内容应根据工程规模、流程、运行管理要求等确定；并与相配套的控制单元及中心控制系统实现数据采集和数据交换，以及实现通讯协议，要求且需与污水厂其他检测设施控制系统的协议保持一致。

**6. 1. 4** 仪表和控制系统应保证滤池系统安全、可靠，便于运行管理；应设置正常运行及故障状态提示。

6.2 检 测

**6. 2. 1** 应配置进水流量计、冲洗清水流量计、单格滤池压差计或液位计、清水池液位计、废水池液位计等，设计有反硝化功能的，需补充配置碳源计量流量计、进出水硝态氮分析仪及进水溶解氧含量分析仪等；宜配置出水CODCr在线分析仪、出水SS分析仪、出水TP分析仪等。设置深度除磷装置时，进水宜设置pH计。

**6. 2. 2** 进水宜采用电磁或超声波流量计；冲洗水宜采用电磁流量计；碳源宜采用电磁流量计；单格滤池、清水池、废水池液位宜采用超声波液位计，宜采用浮球式液位开关。

**6. 2. 3** 单格滤池、清水池、废水池、碳源储罐应设置高低液位限值报警，冲洗空气管路压力、冲洗清水管路压力和空压机管路压力应采用压力传感器监测并设置高低压力限值报警。

**6. 2. 4** 控制和管理的机电设备应按国家相关规定定期检验、标定或检查，合格后方可使用。

6.3 控 制

**6. 3. 1**  深床滤池系统宜采用集中监控管理、分散控制的自动控制（PLC）系统，包括正常过滤子系统、冲洗子系统，有反硝化功能的需设置驱氮子系统、碳源投加子系统。

**6. 3. 2**  单格滤池应设置进水、出水、冲洗进水、冲洗进气、冲洗排水自动阀门，阀门宜采用开关型气动阀门，当采用恒水位等速过滤设计，出水阀门宜采用调节型气动阀门。

**6. 3. 3** 单格滤池采用恒液位等速过滤时，可根据时间、出水调节阀开启度、阻塞计或出水SS值确定过滤终点，并预备进行冲洗；采用变水头等速过滤时，可根据时间或滤池液位或出水SS值确定过滤终点，并预备进行冲洗。

**6. 3. 4** 冲洗系统应根据滤池过滤是否达到终点，并结合清水池水位、废水池水位及设备状态来判断是否具备冲洗条件，水冲强度通过水泵变频或流量调节阀稳定在设定值，气冲强度通过鼓风机变频稳定在设定值或直接选定满足设定值的鼓风机。多格滤池同时需要冲洗时，应按照到达过滤终点顺序依次判断并启动冲洗程序。

**6. 3. 5**  冲洗系统应至少包含气冲、气水同时冲、水冲三个步骤，特殊情况下，在水冲前宜重复1~2遍气冲、气水同时冲。

【条文说明】每个步骤的历时，应在满足冲洗要求的前提下取较小值，以节省滤池运行成本，减少冲洗废水量。每个步骤的历时应由自动控制（PLC）系统根据一系列检测数据和累计运行数据，自主计算调整。

**6. 3. 6** 滤池驱氮采用时间控制，由自动控制（PLC）系统根据硝态氮的去除量计算调整驱氮周期，滤池逐格驱氮。

**6. 3. 7**  深床滤池单元应设报警装置，风管压力、水管压力和空压机系统气源压力小于设定值时应实现报警。

**7 施工和安装**

7.1 施 工

**7.1.1** 滤池底部应采用高强度无收缩灌浆料抹面，抹面厚度不小于30mm，保证池底平整密实无裂纹池底水平度误差应控制在±5mm以内。设置滤梁的滤板，表面水平度误差宜控制在±3mm以内。

**7.1.2** 施工人员应按设计要求对预埋管、原件进行复核。

**7.1.3** 根据滤池类型选择滤砖或滤板安装形式，计算布水布气滤砖、滤板、滤头及相关安装附件、不锈钢配气管、不锈钢堰板、滤料、卵石承托层等数量，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。滤板采用现场浇筑或工厂预制方式，根据现场情况确定施工方式。

7.2 滤砖型滤池冲洗配气管安装

**7. 2. 1** 滤池内配气管安装前应确认管道内无异物碎片，支管气孔未堵塞。

**7. 2. 2** 气管安装应水平、牢固，单池内管道安装水平精度应不大于±2mm；气管最低高度要低于配气孔。

**7. 2. 3** 采用整体HDPE材质滤砖时，配气主管及支管安装于滤池池底集水渠道内，均匀分布安装支架固定，支架不应干扰滤砖间互锁件及伸入渠道主管；空气配气横向主管及支管应采用特定调节支架固定，确保气管配气均匀、稳定安全。

**7. 2. 4** 采用HDPE+内填混凝土材质滤砖时，配气方管应安装于滤池长边方向，须垂直对齐，支管与方管通过螺纹活接连接固定，支管尾端采用特定调节支架固定于池底；配气支管必须在集水槽盖板正中上方穿过，集水槽盖板放置在集水槽后和滤池底部相平。

【条文说明】配气方管垂直对齐以便所有气支管平行于滤池底面。安装集水槽盖板前检查滤池集水槽中心以确保集水槽盖板的支持固定件（如存在）可固定在位置上，以便集水槽盖板安装。

**7. 2. 5**  当配气主管和支管安装后，在滤砖安装前，应进行均匀性试验，即在滤池底部灌50mm的水，用冲洗鼓风机提供的空气检验布气的均匀性和气管气密性。

7.3 滤砖和滤板滤头安装

**7. 3. 1**  采用整体HDPE材质滤砖时，滤砖安装应符合下列要求：

**1** 安装应从滤池一端开始就位安装，每块滤砖均带有锲形互锁连接卡扣，滤砖平整排列成型；

**2** 安装完毕后，每条滤砖之间缝隙应用混凝土分层灌浆、分层捣实，混凝土强度等级不应低于C30；

**3** 单格滤池滤砖安装水平精度不应大于±3mm，整座滤池滤砖安装水平精度要求不应大于±10mm。

**7. 3. 2** 采用HDPE+内填混凝土材质滤砖时，滤砖安装应符合下列要求：

**1** 滤砖在滤池的齐平地面排列成行，无需锚固或密封。滤砖两侧的连锁间隔凸缘可尽可能降低位移，并确保滤砖各行之间5mm～6mm的均匀间隔；

**2** 滤砖铺设以滤池宽度方向排列安装，一端紧靠配气方管，依次整齐铺设，和冲洗支管、集水槽盖板形成气水交叉混合的气水分布底盘，滤砖铺设好后，需用水泥砂浆填实四周与池壁间的空隙。灌浆前需在滤砖端部放置3mm厚垫片，务必灌浆到滤池底部，浇筑完成后移除垫片；

**3** 单格滤池滤砖安装水平精度要求，滤短边方向不应大于±2mm，滤池长边方向不应大于±3mm，整座滤池滤砖安装水平精度不应大于±10mm。

**7. 3. 3** 滤砖与池壁相接处，宜采用专用头。

**7. 3. 4** 采用滤板滤头时，滤板及滤头安装应符合下列要求：

**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；

**2** 整浇滤板的滤池，预埋钢筋外露长度一般宜为250mm，预埋钢筋的锚固长度符合设计图纸及技术规范要求；

**3** 滤板安装完成后，滤头固定板的表面应平整，滤板安装后误差（包括滤梁弯曲度）不得大于±5mm，整个池内板面的水平误差不得大于±5mm。在滤板施工结束后，应形成滤板平整度测量记录；

**4** 滤头安装前应确保滤板预埋套管内无杂物堵塞；

**5** 滤头安装完成后，应对滤头安装质量进行抽样复查；

**6** 滤头安装验收合格后，应进行布水、布气均匀性及气密性检查，在滤池布水布气试验过程中，宜做好影像资料留存。

7.4 承托层及滤料填装

**7. 4. 1** 承托层和滤料在填装前应仔细核对各种级配滤料的粒径、无其他固体杂质，并保证整个安装过程中保持滤池各部件的清洁。

**7. 4. 2** 采用石英砂作为滤料时，填装前应检查所需滤料清单表，复核是否有足够的滤料以满足铺设滤池需要，填装时应均匀铺设装于池内。

**7. 4. 3** 当承托层及滤料采用注水填装方式时，应按照级配从下到上进行填装，铺装时遵循原则如下：

**1** 铺装承托层承托料时，应均匀轻撒承托料，严禁由高向低把滤料倾倒至配水配气系统或下一层承托料之上，避免损坏滤池的配水配气系统；铺装人员不应直接在承托料上站立或行走，而应站在平板上操作，以免造成承托料的移动；

**2** 使滤池充水并使水面符合池内壁水平线，以校核铺装的承托层顶高。承托层顶面与水面的高度差值应小于10mm，承托层顶面高于与低于水面的面积差距应小于10%；

**3** 下层承托料顶面符合要求后，再铺装上层承托料。铺完最后一层承托层后，应用水冲进行冲洗。

**4** 承托料全部分层铺装完成后，应按设计高度填装滤料，完成后应将滤料面平整均匀；

**5** 一次铺装滤料厚度不应超过0.9m。在下面0.9m厚滤料完成上述四步操作后，再进行上面滤料的第四步操作；

**6** 刮除：刮除步骤应进行多次，以便去除全部轻细杂物。刮除工具可用灰刀、平锹等。两次刮除步骤之间，一般冲洗1次～3次，每次冲洗历时不应少于5min；

**7** 在内装完成后，应对滤床进行冲洗直至冲洗水清澈；

**8** 当布水布气调试并验收合格后方可装填滤料。铺装完毕后不应马上进行冲洗，必须将滤料充分浸泡。

【条文说明】冲洗滤料的目的是通过自然水力筛选，将滤料中的少量灰分等杂质通过水力方法予以清除。一般冲洗1~2次即可投入运行（挂膜）。冲洗采用冲洗风机和冲洗水泵进行联冲洗。当冲洗效果不好时，不利于系统的挂膜。承托层铺好后，开始冲洗时须使用小冲洗强度，以便排除配水系统中的空气。气排完后，再逐渐提高冲洗强度。达到设计上限冲洗强度以前的历时不应少于3min。冲洗水中夹带大空气泡时，极易搅乱分级的承托料。停止冲洗前应先逐渐降低冲洗强度。排水后，细心刮除该层承托料表面的轻物质和细颗粒。滤料浸泡至少浸泡24h，推荐48h以上，对于粘土烧结生物滤料应浸泡10-15天，否则会产生部分滤料未完全浸透，冲洗会引起部分正常粒径滤料的流失。

7.5 进水堰板安装

**7. 5. 1**  堰板安装前，应现场测量划线，复核土建提供的尺寸，按设计图要求测量堰板的安装有关标高。

**7. 5. 2**  堰板应按照安装标高位置线定准位置，并按设计要求用膨胀螺栓固定堰板，堰板应采用可调节式堰板或弧形堰板。

7.6 配套机电设备安装

**7. 6. 1**  机电设备安装前应检查设备的铭牌、型号、规格，查验资料是否符合设计要求。

**7. 6. 2**  冲洗水泵、鼓风机及空气压缩机的安装应符合现行国家标准《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275和《设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231的规定。

**7. 6. 3**  仪表安装应符合现行国家标准《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093的规定。

**7. 6. 4**  通用管道阀门安装应符合现行国家标准《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235及《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268的规定。

**7. 6. 5**  电气自控安装应满足下列要求：

**1** 电气自控的界限应按接线端头标志进行，接线应排列整齐、清晰、美观，导线绝缘应良好、无损伤；电源测进线应接在进线端，即固定触头接线端，负荷侧出线应接在出线端，即可动触头接线端；外部接线不得使电气内部收到额外应力；安装应符合现行国家标准《电气装置安装工程低压电气施工及验收规范》GB 50254的规定；

**2** 成排或集中安装的电气应排列整齐，电气件之间的距离应符合设计要求，并便于操作及维护；

**3** 室外安装的非防护型低压电气，应有防雨、雪和风沙侵入的措施；

**4** 电气的金属外壳、框架的接零或接地，应符合现行国家标准《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169的规定；

**5** 机械设备的内部接线盒外部接线应正确无误，保护接地应有明显标志，并不得再柜内与电源中性线直接连接。

**8 调试和验收**

8.1 一般规定

**8. 1. 1** 调试前应查阅所有设备的安装质量记录，对不符合要求的须整改并进行复验，所有设备安装质量应符合标准规范的技术要求。

**8. 1. 2** 调试前应检查所需工具、材料、各种油料、动力等准备充足，确保试车阶段的供应，同时设备运转时的安全防护措施应配备齐全。

**8. 1. 3** 调试阶段的设备需做好进水前准备工作，并应包括以下内容：

**1**  确认各种阀门处于正确的启闭状态；

**2** 确认进水的各项指标符合工程设计方案中的水质指标；

**3** 检查通用或专用设备，并进行带负荷运转，测试其能力；

**4**  检查滤池布水和布气是否均匀。`

**8. 1. 4** 非通用设备的验收应满足图纸设计要求，应以最终设备调试达标为准。

8.2 调 试

**8. 2. 1** 系统设备调试应编制调试运转方案。

**8. 2. 2** 调试一般遵循空载单机调试、负荷单机调试、空载联动调试、负荷联动调试的顺序。

**8. 2. 3** 单机设备的试运转的步骤一般为先辅机后主机；先部件后整机；先空载后带负荷；先单机后联动的步骤进行，上一步未符合要求，应整改合格后方可进行下一步的调试工作。

**8. 2. 4** 设备的调试一般包括冲洗鼓风机、冲洗水泵、药剂制备及投加设备、阀门、闸门、搅拌机、仪表和其他自控范围之内的辅助设备。

**8. 2. 5** 设备调试应满足下列要求：

1 设备已完成安装并经过验收合格，具备设备调试的条件；

2 调试前应检查仪表、设备的电源接线、接地是否正确，各控制点至控制单元的接线是否正确；

3 设备首次启动应采用点动方式，以检查设备运转方向是否准确、确认设备具备启动条件后方可正常点动；

,4 设备试运转前应将不参与运转的系统及附件拆除或隔断，设备的转动部位应通过手工盘动，同时应检查润滑情况是否良好，涉及设备的冷却系统应先开启；

5 设备试运转过程中，应对设备的振动、温度、噪声、工作电流、转速、润滑冷却系统进行检视和测量，并做好测量记录，设备运转时测量滚动轴承的工作温度不超过70℃，滑动轴承的工作温度不超过60℃，轴承稳升应小于35℃；

6 调试中检修维护时必须在切断电源，采取有效措施确保安全后方可进行，并填写有关调试作业记录。

**8. 2. 6** 在单体调试符合设计要求之后，按设计工艺的顺序和设计参数及生产要求，应将所有单体设备和构筑物连续性地依次从头到尾进行清水联动试车。

**8. 2. 7** 清水联动试车应满足下列要求：

1 联动试车调试流程应按设计图纸进行。如运行正常，经确认后可进入生产联动调试；如发现问题，找出原因，现场修复至运行完全正常为止。

2 在清水试车同时需对构筑物的抗压、抗渗进行试验，按照有关规定验收合格后可进入联动调试，否则进行相应的措施现场进行修复至合乎要求为止。

**8. 2. 8** 自控系统的调试应满足下列要求：

1 调试前，应对各子系统（包括正常过滤子系统、冲洗子系统、驱氮子系统、碳源投加子系统、废水排放子系统）进行检查，包括所有设备、仪器仪表、公共设施、公用工程及检查仪器、液位控制等；

2 滤池人机界面显示屏应可以显示滤池的操作状态，系统操作模式应设有自动、半自动和手动3种模式；

3 阀门应设有开启、关闭、转换或故障4个功能，系统及单格滤池为“自动模式”时，阀门由PLC自动控制；系统在PLC模式下，可设置单个滤池为“手动模式”，可手动操作单个滤池的阀门，滤池阀门需有开关提示；

4 每台水泵都应配有一个就地手动/自动开关。启动每一台水泵前必须确保至少有一个滤池冲洗清水阀处于良好状态，可随时启闭；

5 鼓风机应采用软件连锁，保证有1台或2台鼓风机（根据设计要求）可以同时使用，至少要有1台冲洗进气阀或排空阀打开才能启动鼓风机。在鼓风机管路的共用主管上配有一个压力开关，当鼓风机启动后气压高于设定值时，高压报警。

6 清水池应装有液位开关或液位计，以满足冲洗/驱氮用水量的需要，并具有显示、报警功能。

7 滤池PLC控制调试需完成对滤池运行包括进出水、冲洗、驱氮等进行智能过程控制，实现对滤池进水进行恒水位/变水位运行控制模式，采用恒水位运行模式时，滤池运行液位与自控设置液位误差不宜超过±2cm，滤池强制反洗液位宜为进水槽液位向下20cm位置；对于采用滤板滤头的深床滤池，反洗液位宜降低至为进水槽H槽顶部或滤料层上方10cm位置；

8 滤池PLC控制调试需完成整体滤池正常情况下的运行过滤状态、冲洗状态、驱氮状态；并且单格滤池在三个状态下出现故障时，可进行报警、复位、停止运行等有效保护措施；

9 滤池碳源投加系统的自控调试运行应能实现基于进水溶解氧对碳源的消耗量以及需去除的硝态氮的负荷量来控制碳源的投加量，即系统自动获取滤池的进水流量，结合滤池的进水硝酸盐浓度、出水硝酸盐设定浓度，进水溶解氧浓度，通过碳源投加现场控制柜内置软件的计算，发出指令控制加药泵的流量调整碳源投加量，避免碳源投加过量，出水CODCr超标；

10 过滤模式调试和反硝化模式调试通常是同步进行，在调试期间应关注滤池进出水的水质情况，通过进出水SS、TN、NO3--N、TP、CODCr等水质指标变化，检测滤池的截留效果和反硝化脱氮效果。

**8. 2. 9** 调试应满足下列要求：

1 在进行工程运行调试前必须熟悉处理流程，了解各处理单元在处理工艺流程中的作用以及各处理单元的设备性能，保持滤池内滤料面平整；

2 检查所有管道和阀门是否完好，检查各管口及堰的标高是否符合设计要求；

3 工艺调试前须保证滤池进水流量连续稳定，加药系统无故障，能够连续精准加药；

4 工艺调试前须保证PLC控制系统自控调试成功，具备自动或半自动执行每组滤池的正常连续运行，内置的碳源精确投加程序，宜具备前馈控制和复合环路控制模式；

5 对于设计有反硝化功能的深床滤池，工艺反硝化功能调试应对滤料进行微生物挂膜、培养驯化，将滤池内各设备调整到最佳运行状态，使出水水质达标；

6 微生物挂膜、驯化阶段宜选择前馈控制投加碳源；

7 微生物挂膜调试时，反硝化深床滤池进水流量宜低于满负荷运行的一半流量。碳源初始投加量宜为理论投加量的1.5倍。在挂膜阶段需每天对进出水的水质指标进行化验，通过分析进出水水质，判断微生物挂膜情况；

8 当出水水质达到或优于设计水质即微生物挂膜成功，之后方可逐步提高进水量至满负荷水量，提高负荷；

9 提高运行负荷阶段前期微生物量少，抗冲击负荷能力低，水量不宜提高过快。同时应通过测定调试期间滤池出水的水质变化，分析生物膜的培养情况，并注意观察pH、DO、CODCr、TN数值的变化，及时对系统参数进行调整；

10 在进水水温不低于15℃时，挂膜阶段宜为7～10天，提高负荷阶段宜为10～20天；

11 发现系统情况异常，应立即停止进水或减少进水量，分析查明原因，并采取相应的处理措施，直至完成生物滤池系统的调试；

12 工艺调试时，初始过滤周期设定为较长周期，宜大于72小时；过程中过滤周期需根据滤池水头损失状态和反硝化菌增殖速率调整过滤周期；

13 初始阶段宜采用低强度气水冲洗，然后逐步提高气水反冲强度至设计强度；

14 待出水硝态氮检测浓度呈下降趋势，滤池脱除超过1.2kg/m2的硝酸盐界限或滤池池面出现明显氮气气泡溢出时，开始驱氮。驱氮初始间隔周期宜设定为长周期，过程中逐步缩短驱氮间隔周期，也可可根据驱氮后阻塞值的恢复情况进行优化调整。

15 满负荷运行时，出水硝态氮检测浓度略低于自控设定出水硝态氮浓度时，碳源投加控制方式切换为复合环路控制，连续运行进入到水质验收阶段；

16 微生物挂膜可采用自然挂膜和接种挂膜。若微生物挂膜方式采用污泥接种时，宜采用具有反硝化功能的活性污泥，混合池出水SS浓度宜低于30mg/L，污泥连续投加8h~12h；工业污水或无污泥来源的项目可采用商品菌种，宜配置一定浓度连续投加于混合池，不建议人工直接投加于滤池池内。

8.3 验 收

**8. 3. 1** 滤池池体验收应符合下列规定：

1 土建施工已完成，并完成池体盛水试验；

2 检查滤池内的垃圾是否清理干净；

3 检查滤池内各预埋件是否有漏埋以及是否与池体内的钢筋是否连接牢固；

4 检查池底平面度及池体的几何尺寸是否满足工艺要求；

5. 检查池内渠道、沟槽、堰墙标高及尺寸是否与图纸相符，并满足工艺要求。

【条文说明】由于滤砖的安装精度要求较高，因此，在安装前池底平面度误差须控制在3mm以内，否则滤砖安装很难达到工艺要求；滤池的长宽尺寸误差均应控制在0~20mm，不得出现负偏差。验收时若存在问题，应与相关部门协调，进行必要的清理和整改。设置滤梁的滤板，在安装滤板前，滤梁平面度误差须控制在3mm以内；直接安装在滤池底上的滤板，在安装前池底平面度误差须控制在5mm以内。当采用滤板安装方式时，滤梁表面水平误差应在±3mm，滤梁间距应保持在±3mm。长柄滤头紧固程度应达到6N·M。

**8. 3. 2** 滤砖型需铺设完成后清水曝气试验验证其分布均匀性合格后才能予以验收；滤板型需滤板滤头铺设完成后清水曝气试验验证滤头分布均匀性合格以及滤头密封合格后才能予以验收。

**8. 3. 3** 常规设备的验收应包括满足下列要求：

1 滤池构筑物的混凝土、泵房工程及管线管道验收应符合现行国家标准《城镇污水处理厂工程质量验收规范》GB 50334、《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235及《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268的规定；

2 鼓风机、压缩机、水泵的验收应符合现行国家标准《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275的规定；

3 开关柜及配电柜的验收应符合现行国家标准《电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准》GB 50168和《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50234的规定；

4 仪表质量验收应符合现行国家标准《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093的规定；

5 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；

**8. 3. 4** 水质验收时出水SS、TP、TN的浓度应符合深床滤池设计水质要求，滤池出水CODCr的浓度不应超过要求的出水水质。

**9 运行和维护**

9.1 运 行

**9. 1. 1** 运行、维护及安全管理人员应具备污水处理、电气、安全相关专业技术能力，经技术培训和生产实践，并考试合格后方可上岗作业。

【条文说明】深床滤池自控化程度高，设备多且复杂，运行、维护人员需要具备工艺、机械、电气、安全相关专业技术能力。不同集成供应商建造的深床滤池运行控制参数、设备维护、操作规程也不相同，运行、维护人员需要经过专业知识培训与实际生产培训后才能上岗进行实际操作。

**9. 1. 2**  运行单位应制定设备台账、运行记录、交接班、安全检查等管理制度，以及岗位操作规程、运行方案、应急预案等技术文件。

【条文说明】深床滤池运行前，运行单位首先制定管理制度和技术文件，运行、维护人员根据管理制度和技术文件要求，对深床滤池进行运行及维护。

**9. 1. 3** 运行人员应遵循岗位职责，做好交接班和日常巡视工作，并做好相关记录。

**9. 1. 4** 深床滤池日常巡检应符合下列规定：

**1** 每日检查滤池进出水水质、进水流量、运行液位、过滤情况、冲洗、驱氮等运行情况，确保滤池布水均匀、水头损失在规定范围内，滤池有堵塞情况时应及时进行冲洗。

**2** 每日检查滤池冲洗风机、冲洗水泵、气动闸门、加药装置等设备运行电压、电流、振动、升温、响声、油位、进出口压力等运行情况。

**3** 每日检查液位计、在线仪表、自控设置等自控仪表运行情况。

**4** 巡视过程中发现设施、设备运行异常时，及时报告和处理，并做好记录。

【条文说明】本条是对深床滤池日常巡检的规定。

1 每日巡检滤池工艺运行情况，恒液位运行的滤池，运行时间或阻塞值达到设定值，应及时进行反冲洗。滤池水头损失超过设计值，存在SS穿透滤层的风险。对于非恒液位运行的滤池还存在运行液位上升、滤池冒溢的风险，需要对进水量、进水水质进行分析，及时对前端处理工艺进行调整。

2 每日巡检滤池设施设备运行情况，冲洗风机、冲洗水泵、气动阀门、加药装置等主要设备发生故障后，影响滤池冲洗效果，会对滤池正常运行产生不利影响。每日巡检滤池设施设备运行情况，对于运行异常或故障的设备及时切换备用，确保滤池冲洗强度、周期满足运行需要。

3 每日巡检滤池自控仪表运行情况，滤池自控化程度较高，仪表状态直接影响滤池运行质量。仪表故障须及时修复，为确保生产应及时手动调整进水量、冲洗、药剂投加量等工艺参数。

4 滤池设施、设备运行异常或故障时，及时处置并做好记录，以便于后续对各类设备运行情况进行分析，优化设备运行。

**9. 1. 5** 深床滤池水质检测应符合下列规定：

**1** 化验检测人员应经培训后持证上岗。

**2** 每日对滤池进出水CODCr、SS、TP、TN、DO等指标进行检测，并做好台账记录。

**3** 水质检测方法应符合现行国家标准《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB 19818、[现行行业标准《城市污水水质检验方法标准》](http://www.baidu.com/link?url=mBe-e7EC-MWLYd73jAJP_CdN4BViLfh9_oPKE6gw5fPPQKfZ6hfYdxIR2WfHUYx58bOsZwvEg1jGr4THZ-J6sVh94Vlt4IMZAMlSEZPPvsa" \t "https://www.baidu.com/_blank)CJ/T 51的规定。

**4** 定期对滤池进出水在线仪表进行实际水样比对试验，比对试验应符合现行行业标准《水污染源在线监测系统运行技术规范》HJ 355的规定。

【条文说明】本条是对深床滤池水质检测的规定。

1 水质化验检测专业性较强，检测过程中涉及各类危险化学品具有一定危险性，需要专人持证上岗。

2 深床滤池主要去除进水中SS、TP、TN等污染物，每日对滤池进水、出水水质进行检测，分析进水、出水水质变化情况及污染物去除效率，对滤池工艺运行进行调整，合理调整冲洗周期、冲洗强度和时间。深床滤池进水DO影响反硝化效果，进水DO会消耗投加碳源，每日对进水DO进行检测，进水DO高时及时对前端生物处理曝气量进行调整。

3 检测方法采用国家、行业标准中的检测方法。

4 水质在线仪表根据国家标准的方法进行实际水样比对试验。

**9. 1. 6** 深床滤池运行控制应符合下列规定：

**1** 每日记录处理量、进出水水质、冲洗水量、能源消耗、药剂使用量等运行数据。

**2** 滤池进水SS浓度高于设计值时，及时调整滤池进水量。

**3** 滤池进水DO高于2mg/L时，及时调整生物处理曝气量及滤池碳源药剂投加量。

**4** 滤池出水水质异常时，及时调整滤池进水量，并加强前序处理工艺管理，确保滤池进水水质符合设计值。

**5** 定期根据进水量、进水水质调整滤池冲洗周期与冲洗强度。

**6** 滤池冲洗时保持滤料稳定，出现滤料流失情况时，及时调整冲洗强度。

【条文说明】本条是对深床滤池运行控制的规定。

1 滤池运行过程中，需要每日记录处理量、水质、能源消耗、药剂消耗等关键运行数据。

2 滤池运行过程中截留固体不断增加，水头损失也不断增加直至设定值时，滤池开始冲洗。进水SS浓度过高时，滤池达到设计截留固体量的时间会减少，正常过滤运行周期缩短，冲洗频次增加。此时首先调整滤池进水量，确保出水水质稳定达标，同时调整前序处理工艺，降低滤池进水SS。

3 滤池进水DO影响反硝化效果，进水DO会消耗投加碳源。参考《脱氮生物滤池通用技术规范》（GB/T 37528）中反硝化生物滤池进水溶解氧应≤2mg/L，以及《城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程》（CJJ 60）中好氧池溶解氧宜为（2～4）mg/L，建议控制当滤池进水DO在2mg/L以下，当进水DO高于2mg/L时，及时进行工艺调整，首先对生物处理好氧池曝气量进行调整，在确保生物处理效果的前提下减少曝气量、降低滤池进水DO，若有需要可以增加碳源投加量，通过投加碳源消耗溶解氧，降低溶解氧对滤池反硝化效果的影响，实际运行中由于曝气量调整、DO变化、碳源投加、TN去除效果影响、出水CODCr变化之间有滞后性，需要避免过量投加碳源导致CODCr异常上升的情况。若滤池无TN去除需求，仅去除SS时，进水DO可以高于2mg/L。

4 滤池进水SS、TN负荷超过设计值时，可能导致出水SS、TN升高，原因可能是进水量超过设计值，或者进水污染物浓度超过设计值。首先对滤池进水量进行调整，降低进水污染物负荷，同时调整前序处理工艺，加强前序工艺处理效果，降低滤池进水污染物负荷。

5 滤池进水量、进水水质会随季节波动，进水量、进水水质波动会对滤池截留固体量、反硝化效果产生影响，定期根据水量、水质调整冲洗周期和强度，大水量、高浓度时增加冲洗频次，小水量、低浓度时减少冲洗频次。

6 冲洗强度过大时，可能在冲洗过程中将部分滤料一起冲走，此时需要对冲洗强度进行调整。

**9. 1. 7** 深床滤池其他运行管理要求应符合下列规定：

**1** 滤池停运后重新启用时，对滤池进行冲洗后进入正常过滤工况，长期停运后再次启用时应重新培养生物膜。

**2**  滤池进行较长时间冲洗后出水仍然无法满足设计要求时，对滤池进行检修或更换滤料。

**3**  滤池高负荷运行时，加强滤池液位巡检，确保液位低于安全液位，滤池不发生冒溢情况。

**4**  滤池长期低负荷运行时，及时调整滤池运行数量，确保单组滤池进水量在设计范围。

**5**  高温季节，室外布置的滤池出现藻类滋生情况时，及时对藻类进行清捞，并采取避光措施。

**6**  低温季节，对滤池工艺管路进行防冻保温措施，并根据滤池脱氮效率调整滤池进水量、碳源投加量和冲洗周期。

【条文说明】本条是对深床滤池其他运行管理要求的规定。

1 滤池冲洗废水量较大，为避免影响前序生物处理水量，建议将滤池冲洗废水排放至高效沉淀池配水处，通过沉淀去除冲洗废水中SS等污染物。若滤池前序处理工艺未设置高效沉淀池，可将冲洗废水排入二沉池配水处，但需合理分配二沉池进水量，避免影响二沉池污泥沉降功能。

2 滤池停运后重新启动时，为避免滤料上杂质影响出水水质，对滤池进行冲洗后进入正常运行。

3 滤池长时间冲洗出水无法满足设计要求时，需要对滤池冲洗设备、冲洗布水和布气进行检查，若冲洗设备运行正常，在设定冲洗强度下无法将滤料冲洗干净，需要考虑对滤料进行更换。。

4 滤池大水量运行，发生堵塞情况未及时冲洗时，可能导致滤池液位上升，此时需要加强巡视液位，确保运行液位低于安全液位。

5 滤池长期低负荷运行时，每组滤池进水量过小或者进水污染物浓度过低，需要投加大量碳源以维持微生物活性时，可以考虑减少滤池运行组数，使单组滤池进水量、污染物负荷在设计范围内。

6 南方高温季节，室外未设置顶棚的滤池可能出现藻类滋生。藻类影响滤池整体外观环境，也会导致滤池堵塞的情况发生。滤池表面生长的藻类需要及时进行清捞，条件允许时增加避光措施，避免阳光直射滤池，可减少藻类生长。如有必要可投加药剂抑制藻类生长，但需要避免投加药剂对后续反硝化微生物生长影响。

7 低温季节室外稳定在冰点以下时，室外布置的工艺管路需要防冻保温。低温下滤池反硝化效率降低，为确保出水TN稳定达标，需要对进水量进行调整，增加水力停留时间。

**9. 1. 8** 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。

**9. 1. 9** 深床滤池使用的滤料应每年进行取样检测，检测滤料粒径分布、含泥量、滤料层高度、滤料层平整度等性能参数，根据检测结果进行滤料补充或更换。

【条文说明】滤料是滤池正常运行的关键要素，正常运行过程中存在滤料磨损、流失的情况。为维持滤池正常运行效果，需要定期对滤料各项性能参数进行检测，若滤料性能参数无法满足正常运行需要，及时对滤料进行更换，若滤料性能参数在设计范围但存在滤料流失的情况，及时对滤料进行补充。

**9. 1. 10** 深床滤池进水TN较低或者无TN去除需求时，可减少碳源投加量或不投加碳源。

【条文说明】部分污水厂生物处理脱氮效果较好，生物出水TN已经满足排放需求，此时深床滤池投加碳源反硝化效果不明显，此时考虑减少碳源投加量或不投加碳源。

9.2 维 护

**9. 2. 1** 维护人员应编制工艺设施与主要设备台账，定期对各类设备、电气、自控仪表及构筑物进行检修维护，确保设施稳定运行。

【条文说明】滤池设施设备主要为机械设备、电气设备、自控仪表，各类设施设备对滤池稳定运行至关重要。定期对滤池各项设备进行检修维护，确保滤池运行稳定。

**9. 2. 2** 维护人员应根据设备操作维护规程，定期对深床滤池设施设备进行维护，并做好台账记录。

**9. 2. 3** 设施、设备维护前应做好相应检查，并制定维修方案及安全保障措施。设施、设备修护后应及时组织验收，验收合格后方可投运使用。

【条文说明】滤池维护、维修的安全要求，施工前需要有专项施工方案和安全保障措施，施工完成后验收完成后才能投入使用。

**9. 2. 4**深床滤池日常维护应符合下列规定：

**1** 定期对滤池冲洗风机、冲洗水泵、气动闸门、加药装置等进行维护，更换损坏部件、添加转动部件润滑油，废弃部件、润滑油等按规定进行处置。

**2** 定期对滤池在线仪表、电气设备、自控系统进行维护，确保自控运行稳定准确。

**3** 定期检查滤池滤料磨损情况，滤料流失过多时，及时补充滤料。

**4** 定期检查滤池滤头损坏情况，冲洗效果下降时，及时清洗或更换滤头。

**5** 定期检查滤池构筑物、设备腐蚀情况，对易腐蚀部件及时进行防腐处理。

**6**  更换和检修维护过程应严格按照安全规程进行，要特别注意人身的安全，防止伤害事故发生。

【条文说明】此条为深床滤池日常维护的规定。

**9. 2. 5** 深床滤池维护台账应符合下列规定：

**1** 滤池主要设备分别编制设备台账。

**2** 定期记录设备运行时间、运行情况、故障信息等台账资料。

**3** 维护完成后，及时记录维护时间、维护项目等维护情况。

**4** 设备故障后，及时记录故障时间、故障内容等情况。

【条文说明】此条为深床滤池维护台账的规定。

**10 安全和环境保护**

10.1 安 全

**10. 1. 1** 滤池启动前应检查配套的风机、水泵、阀门、管道、自控系统、滤池液位、冲洗废液池液位、冲洗水源供应等是否正常。

**10. 1. 2** 新装滤料或补充滤料的滤池，应进行清洗处理后方可运行。

**10. 1. 3** 操作人员在现场开、停设备时，应按操作规程进行，设备工况稳定后方可离开。

**10. 1. 4** 深床滤池控制系统应设定报警和运行监视装置，包括冲洗水泵、鼓风机、空压机的运行状态和故障信号，运行控制阀门的开关状态和故障信号，冲洗水泵和鼓风机所配变频器的频率。

**10. 1. 5** 空压机储气罐应设置压力监测装置，并设置高低限值报警。

**10. 1. 6** 深床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，现场控制箱上应设置紧急停止按钮。

**10. 1. 7** 电气控制应有可靠的接地装置，并有明显标志，采用共用接地装置时，接地电阻值应≤1Ω；采用专用接地装置时，接地电阻值应≤4Ω。

**10. 1. 8** 深床滤池系统的操作人员应持证上岗，并定期对检测仪器、仪表进行校验。

**10. 1. 9** 运行中应严格定期进行安全检查，及时消除事故隐患，防止事故发生。

**10. 1. 10** 对滤池及其附属设备的维护和检修工作应符合现行行业标准《城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程》CJJ 60的相关规定。

**10. 1. 11** 构筑物、建筑物的护栏及扶梯必须牢固可靠，设施护栏不得低于1.2m，在构筑物上必须悬挂警示牌，配备救生圈、安全绳等救生用品，并应定期检查和更换。

**10. 1. 12** 滤池的处理构筑物应根据当地气温和环境等条件，采取防冻、防腐蚀等措施，处理构筑物应符合现行国家标准《给水排水工程构筑物结构设计规范》GB 50069、《建筑结构荷载规范》GB 50009和《构筑物抗震设计规范》GB 50191的有关规定。

**10. 1. 13** 附属建筑和附属设备设计应符合现行行业标准《城镇污水处理厂附属建筑和附属设备设计标准》CJJ 31的规定，抗震设计应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011的规定。

**10. 1. 14** 滤池的防洪标准不应低于城镇防洪标准，且有良好的排水条件。

10.2 环境保护要求

**10. 2. 1** 滤池的设计、建设应采取有效的隔声、消声、绿化等降低噪声的措施，噪声和振动控制的设计应符合现行国家标准《工业企业噪声控制设计规范》GB/T 50087的要求，机房内外的噪声应分别符合现行国家标准《工业企业设计卫生标准》GBZ 1和《声环境质量标准》GB 3096的规定，厂界噪声应符合现行国家标准《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348的规定。

**10. 2. 2** 定期清理滤池表面排水槽、滤板及钢件等部位的浮渣、蜘蛛网及藻类，保持清洁。

**10. 2. 3** 冲洗废水应从节能减排的角度出发，综合考虑处置效率，能源消耗、碳足迹等因素。

**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，正常情况下都应该这样做的：

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该这样做：

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时，写法为“应按……执行”或“应符合……的规定”。

**引用标准名录**

1 《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348

2 《城镇污水处理厂污染物排放标准》 GB 18918

3 《声环境质量标准》GB 3096

4 《地表水环境质量标准》 GB 3838

5 《建筑结构荷载规范》GB 50009

6 《建筑抗震设计规范》GB 50011

7 《室外排水设计标准》GB50014

8 《建筑设计防火规范》GB 50016

9 《给水排水工程构筑物结构设计规范》GB 50069

10 《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093

11 《电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准》GB 50168

12 《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169

13 《构筑物抗震设计规范》GB 50191

14 《设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231

15 《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50234

16 《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235

17 《电气装置安装工程低压电气施工及验收规范》GB 50254

18 《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268

19 《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275

20 《城镇污水处理厂工程质量验收规范》GB 50334

21 《消防设施通用规范》GB 55036

22 《建筑防火通用规范》GB 55037

23 《脱氮生物滤池通用技术规范》GB/T 37528

24 《工业企业噪声控制设计规范》GB/T 50087

25 《工业企业设计卫生标准》GBZ 1

26 《城镇污水处理厂附属建筑和附属设备设计标准》CJJ 31

27 《城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程》CJJ 60

28 《水处理用人工陶粒滤料》CJ/T 299

29 《水处理用滤料》CJ/T 43

30 《水处理用滤砖》CJ/T 47

31 《城市污水水质检验方法标准》CJ/T 51

32 《生物滤池法污水处理工程技术规范》HJ 2014

33 《城镇污水处理厂运行监督管理技术规范》HJ 2038

34 《水污染源在线监测系统运行技术规范》HJ 355

35 《曝气生物滤池工程技术规程》CECS 265

中国工程建设标准化协会标准

深床滤池技术规程

Technical specification for deep bed filter

**条文说明**