

**T/CECS 20××**－ **2024**

**中国工程建设标准化协会标准**

光芬顿氧化法废水处理工程技术规程

Technical Specifications for Photo-Fenton Oxidation Process for Wastewater Treatment

（征求意见稿）

前 言

根据中国工程建设标准化协会“关于印发《2022年第二批协会标准制订、修订计划》的通知（建标协字[2022]40号）”的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关技术的相关资料，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程的主要技术内容是：总则、术语和符号、基本规定、工艺设计、主要工艺设备与材料、检测与控制、施工调试与验收、运行与维护。

本规程的某些内容涉及专利。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这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会工业给水排水专业委员会归口管理，由中国市政工程中南设计研究总院有限公司、北京安力斯环境科技股份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，请寄送解释单位（地址：武汉市江岸区解放公园路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

北京安力斯环境科技股份有限公司

本规程参编单位：

本规程主要起草人员：

本规程主要审查人员：

目 录

[1. 总则 8](#_Toc172733214)

[2. 术语和定义 9](#_Toc172733215)

[3. 基本规定 11](#_Toc172733216)

[4. 水量和水质 12](#_Toc172733217)

[4.1设计水量 12](#_Toc172733218)

[4.2设计水质及进水水质要求 12](#_Toc172733219)

[5. 工艺设计 14](#_Toc172733220)

[5.1一般规定 14](#_Toc172733221)

[5.2调酸 15](#_Toc172733222)

[5.3催化剂混合 15](#_Toc172733223)

[5.4氧化反应 15](#_Toc172733224)

[5.5光芬顿反应 16](#_Toc172733225)

[5.6中和 17](#_Toc172733226)

[5.7固液分离 17](#_Toc172733227)

[5.8药剂投配 17](#_Toc172733228)

[5.9污泥处理处置 19](#_Toc172733229)

[6. 工艺设备与材料 21](#_Toc172733230)

[6.1一般规定 21](#_Toc172733231)

[6.2光芬顿反应器 21](#_Toc172733232)

[6.3泵阀 22](#_Toc172733233)

[6.4机械搅拌机 22](#_Toc172733234)

[6.5管道 22](#_Toc172733235)

[7. 检测与过程控制 23](#_Toc172733236)

[7.1一般规定 23](#_Toc172733237)

[7.2过程检测 23](#_Toc172733238)

[7.3过程控制与控制系统 23](#_Toc172733239)

[8. 施工与验收 25](#_Toc172733240)

[8.1一般规定 25](#_Toc172733241)

[8.2安装 25](#_Toc172733242)

[8.3调试 27](#_Toc172733243)

[8.4验收 28](#_Toc172733244)

[9. 运行与维护 30](#_Toc172733245)

[9.1一般规定 30](#_Toc172733246)

[9.2水质检测 30](#_Toc172733247)

[9.3运行控制 30](#_Toc172733248)

[9.4维护保养 31](#_Toc172733249)

[9.5事故排放与应急措施 32](#_Toc172733250)

[本规程用词说明 34](#_Toc172733251)

[引用标准目录 35](#_Toc172733252)

Contents

[1. General Provisions 8](#_Toc172733214)

[2. Terms and Definitions 9](#_Toc172733215)

[3. Basic Provisions 11](#_Toc172733216)

[4. Water Quantity and Quality 12](#_Toc172733217)

[4.1 Design Water Quantity 12](#_Toc172733218)

[4.2 Design Water Quality and Influent Water Quality Requirements 12](#_Toc172733219)

[5. Process Design 14](#_Toc172733220)

[5.1 General Provisions 14](#_Toc172733221)

[5.2 Acid Adjustment 15](#_Toc172733222)

[5.3 Catalyst Mixing 15](#_Toc172733223)

[5.4 Oxidation Reaction 15](#_Toc172733224)

[5.5 Photo-Fenton Reaction 16](#_Toc172733225)

[5.6 Neutralization 17](#_Toc172733226)

[5.7 Solid-Liquid Separation 17](#_Toc172733227)

[5.8 Chemical Dosing 17](#_Toc172733228)

[5.9 Sludge Treatment and Disposal 19](#_Toc172733229)

[6. Process Equipment and Materials 21](#_Toc172733230)

[6.1 General Provisions 21](#_Toc172733231)

[6.2 Photo-Fenton Reactor 21](#_Toc172733232)

[6.3 Pumps and Valves 22](#_Toc172733233)

[6.4 Mechanical Mixers 22](#_Toc172733234)

[6.5 Piping 22](#_Toc172733235)

[7. Monitoring and Process Control 23](#_Toc172733236)

[7.1 General Provisions 23](#_Toc172733237)

[7.2 Process Monitoring 23](#_Toc172733238)

[7.3 Process Control and Control Systems 23](#_Toc172733239)

[8. Construction and Acceptance 25](#_Toc172733240)

[8.1 General Provisions 25](#_Toc172733241)

[8.2 Installation 25](#_Toc172733242)

[8.3 Commissioning 27](#_Toc172733243)

[8.4 Acceptance 28](#_Toc172733244)

[9. Operation and Maintenance 30](#_Toc172733245)

[9.1 General Provisions 30](#_Toc172733246)

[9.2 Water Quality Testing 30](#_Toc172733247)

[9.3 Operational Control 30](#_Toc172733248)

[9.4 Maintenance 31](#_Toc172733249)

[9.5 Accident Discharge and Emergency Measures 32](#_Toc172733250)

[Explanation of Wording in this Specification 34](#_Toc172733251)

[Lists of Quoted Standards 35](#_Toc172733252)

# 总则

1. 为防治水环境污染，改善水环境质量，应对工业废水治理难的现状，规范光芬顿氧化法废水处理工程的建设与运行管理，做到安全可靠、经济合理、技术先进，制定本规程。
2. 本规程适用于工业废水处理中，采用光芬顿氧化处理技术的新建、扩建和改建的工业企业及工业园区综合污水处理厂工程的设计、施工、安装、调试、验收、运行和维护。
3. 光芬顿氧化法工艺设计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。
4. 光芬顿氧化法废水处理工程的设计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。

# 术语和定义

下列术语和定义适用于本规程。

1. 芬顿氧化 Fenton Process

指芬顿试剂在酸性条件下生成羟基自由基，破坏有机物结构、最终氧化分解有机物的过程。其实质是二价铁离子（Fe2+）和双氧水（H2O2）之间的链反应催化生成羟基自由基（·OH）。

1. 类芬顿氧化 Fenton-like Process

**类芬顿氧化**是指除Fe（II）以外，Fe（III）、含铁矿物以及其他一些过渡金属如钴（Co）、镉（Cd）、铜（Cu）、银（Ag）、锰（Mn）、镍（Ni）等可以加速或者替代Fe（II）而对H2O2起催化作用的一类反应的总称。

1. 光芬顿氧化Photo-fenton

光芬顿氧化是一种结合光催化反应和芬顿反应的高级氧化技术，在该反应中，光照射铁盐和过氧化氢的混合溶液，产生具有强氧化性的羟基自由基（·OH），结合光解反应，协同降解有机污染物。

1. 光源 Light Source

指为光化学反应提供光能的设备或系统，包括紫外光和可见光。

1. 剂量Light Dose

单位面积得到的有效光源辐射能量，即光能强度乘辐射时间，单位为mJ/cm2。

1. 光芬顿反应器Photo-fenton Reactor

光芬顿反应器是一种利用光和芬顿试剂产生羟基自由基（OH·）进行高级氧化处理的装置。

1. 光化学反应 Photochemical Reactions

光化学反应是指物质由于光的作用而引起的化学反应，这种反应通常是在可见光、紫外光或红外光的照射下发生，这些光子的能量被物质吸收后，导致物质分子内部的电子发生能级跃迁，形成不稳定的激发态，进而引发一系列的化学反应。包括化合、分解、氧化、还原等多种类型的化学反应。

1. 光解反应Photolysis reaction

光解反应是指化合物被光分解的化学反应，通过光的作用使分子分解成更小的分子或自由基。

1. 摩尔吸光系数Molar Absorption Coefficient

在特定波长下，单位摩尔浓度（mol/L）的溶质在单位光程（cm）溶液中的吸光度。

1. 量子产率Quantum Yield

在特定波长下，发生光化学反应的分子数与吸收该波长光子的分子数的比值。

# 基本规定

1. 光芬顿氧化法可作为废水生化处理前的预处理工艺，也可作为废水生化处理后的深度处理工艺，对于高含盐废水等生化性极差的水质，也可以直接作为CODCr去除的主工艺。
2. 光芬顿氧化法主要适用于含难降解有机物废水的处理，如造纸工业废水、染整工业废水、煤化工废水、石油化工废水、精细化工废水、发酵工业废水、垃圾渗滤液等废水及工业园区集中废水处理厂废水等的处理。
3. 光芬顿氧化法适合新建污水处理系统，也适合于原有芬顿系统的升级改造。
4. 光芬顿氧化法对污染物的去除率应通过试验或参考同行业类似案例确定。
5. 光芬顿氧化法的运行方式宜采用连续式，当废水水量较小时，也可采用间歇式。
6. 光芬顿反应器的设计应考虑废水的特性、光源的类型、投加剂量、反应条件控制、材料选择等因素。
7. 光芬顿反应器宜外置于芬顿反应区周边。

# 水量和水质

## 4.1设计水量

1. 确定废水的产生量：

1对现有生产企业或工业园区，应根据企业或园区总排口水量的实际测定值及经过充分论证的预测值（根据企业或园区实际发展及整体规划预测）确定设计水量。其中，测定方法应符合HJ 91的规定。

2根据生产工艺流程和废水排放数据，估算出废水的产生量。需要考虑废水的日均流量、峰值流量、年均流量等因素。

3当无法获得实测水量数据时，可参照国家现行行业用水量的有关规定折算确定，或根据同行业同规模同生产工艺现有企业排水数据类比确定。

1. 根据光芬顿氧化法废水处理设备的处理效率和处理能力，确定设备的处理能力。需要考虑设备的处理效率、处理时间、反应器的大小等因素。
2. 根据废水的产生量和处理设备的处理能力，确定设计水量。一般来说，设计水量应该略大于废水的产生量，以确保废水能够被完全处理。设计水量应按最高日最高时废水量设计。当光芬顿氧化工艺之前设置调节池时，应按经调节池均量后进入光芬顿氧化工艺的最大时水量设计。

## 4.2设计水质及进水水质要求

1. 通过废水的化学分析和实测数据，确定废水中的污染物种类和浓度，从而确定进水水质。应根据实际测定数据确定，其测定方法和数据处理方法应符合HJ/T 91的规定。无实际测定数据时，可参照同行业同规模同工艺现有企业数据类比确定。需要考虑废水中的有机物、无机物、重金属、氮、磷等污染物。
2. 根据国家和地方的相关标准，确定废水的排放标准。需要考虑废水中各种污染物的排放浓度限值、总量控制要求等因素。
3. 根据废水的污染物种类、浓度和排放标准，以及光芬顿氧化法的处理效率和处理能力，确定设计水质。需要确保处理后的废水能够达到排放标准，同时尽量减少处理成本和资源消耗。
4. 光芬顿氧化法的进水应符合以下条件：

1在酸性条件下易产生有毒有害气体的污染物（如硫离子、氰根离子等）不应进入光芬顿氧化工艺单元；

2进水中悬浮物含量宜小于200 mg/L；

3应控制进水中Cl-、H2PO4-、HCO3-、油类和其他影响光芬顿氧化反应的无机离子或污染物浓度，其限制浓度应根据试验结果确定。

1. 光芬顿氧化法进水不符合4.2.4规定的条件时，应根据进水水质采取相应的预处理措施：

1光芬顿氧化法用于生化处理预处理时，可设置粗、细格栅、沉砂池、沉淀池或混凝沉淀池，去除漂浮物、砂砾和悬浮物等易去除污染物；光芬顿氧化法用于废水深度处理时，宜设置混凝沉淀或/和过滤工序进行预处理，去除过量的悬浮物；

2进水中溶解性磷酸盐浓度过高时，宜投加熟石灰，通过混凝沉淀去除部分溶解性磷酸盐；

3进水中含油类时，宜设置隔油池除油；

4进水中含硫离子时，应采取化学沉淀或化学氧化法去除；进水中含氰离子时，应采取化学氧化法去除；

5进水中含有其他影响光芬顿氧化反应的物质时，应根据水质采取相应的去除措施，以消除对光芬顿氧化反应的影响。

1. 光芬顿氧化法用于生化处理的预处理时，若进水水质水量变化较大，光芬顿氧化工艺前应设置调节池，调节池的设计应参照HJ 2021执行。

# 工艺设计

## 5.1一般规定

1. 光芬顿氧化法废水处理工程应由芬顿反应单元和光芬顿反应单元以及检测控制单元构成。
2. 光芬顿氧化法废水处理工程工艺流程主要包括调酸、催化剂混合、氧化反应、光芬顿反应、中和、固液分离、药剂投配及污泥处理系统，工艺流程示意图见图5.1.1。



图5.1.1光芬顿氧化法废水处理工程工艺流程示意图

1. 光芬顿氧化法工艺设计参数应根据进水水质、水量及出水要求通过试验确定。
2. 光芬顿反应器是废水处理的核心部分，反应器的设计应考虑废水的特性、光源的类型和投加剂量等因素。
3. 氧化反应池、中和池和固液分离设施（如混凝沉淀或气浮池）宜按各不少于2个（格）并联设计。氧化反应池、中和池宜设置水喷淋或消泡喷淋；固液分离设施宜设置撇渣设施。
4. 光芬顿反应器、药剂混合设备及投药设备应靠近光芬顿氧化设施，易损设备应设置备用设备。
5. 污泥处理系统包括污泥浓缩、污泥脱水，应依据污泥处置要求选择浓缩和脱水工艺。污泥应根据《国家危险废物名录》和GB5085.7、HJ/T298等国家危险废物鉴别标准及鉴别方法判定是否属于危险废物。
6. 工艺单元产生的废（臭）气必要时可加盖密闭、负压管道收集，收集的废（臭）气可采用化学或生物除臭等方法处理。
7. 可根据废水水质调整工艺单元组成，进水pH值满足氧化反应要求时，可不另设调酸单元。
8. 光芬顿氧化法作为废水生化处理预处理工艺时，应增设脱气池、缓冲池或投加还原剂等去除废水中残余的过氧化氢，避免影响后续生化处理系统运行稳定性。

## 5.2调酸

1. 根据氧化反应池最佳pH值条件要求，应通过投加浓硫酸或稀硫酸来调整废水的pH值，pH值宜控制在3.0~4.0。
2. 调酸池宜采用水力搅拌、机械搅拌或空气搅拌，混合时间不宜小于2 min。
3. 浓硫酸或稀硫酸宜采用计量泵投加，采用在线pH值控制仪等自控系统自动调节投加量。

## 5.3催化剂混合

1. 催化剂可采用硫酸亚铁，在催化剂混合池完成混合过程。
2. 催化剂混合池宜采用水力搅拌、机械搅拌或空气搅拌，混合时间不宜小于2 min。
3. 硫酸亚铁溶液质量百分浓度宜小于30%，宜采用计量泵定量投加。

## 5.4氧化反应

1. 应投加过氧化氢溶液，在氧化反应池中完成氧化反应。
2. 氧化反应池可采用完全混合式或推流式，完全混合式氧化反应池不宜少于2段，通过溢流或穿孔墙连接。
3. 氧化反应池池型应根据废水处理规模、占地面积和经济性等因素综合确定。
4. 氧化反应池采用塔式时，宜采用升流式反应器，钢结构塔体应采用不锈钢316L材质和涂衬玻璃鳞片防腐处理。塔式反应器包含光芬顿试剂混合区、布水区和反应区。混合区混合速度梯度G值应不小于500s-1，布水区应配水均匀，配水孔出口流速应为1.0m/s~1.5 m/s，回流比应不低于100%。塔式反应器高径比宜在1.0~5.0之间，高度应不高于15m。
5. 氧化反应池池体有效容积可按下式计算：

V = Q·T （1）

式中：

V——池体有效容积，m3；

Q——设计水量，m3/h；

T——水力停留时间，h。

1. 氧化反应池有效面积可按下式计算：

F = V/H （2）

式中：

F——池体有效面积，m2；

H——池体有效水深，m，完全混合式宜为2.5 m~6.0 m。

1. 氧化反应池水力停留时间应根据进水水质、组成以及出水要求，通过试验确定。用于预处理时，氧化反应池水力停留时间宜为2.0 h~8.0 h；用于深度处理时，氧化反应池水力停留时间宜为2.0 h~6.0 h。
2. 混合可采用水力搅拌、机械搅拌或空气搅拌，确保混合均匀，防止出现短流和死水区。
3. 光芬顿氧化反应中药剂投加量与投加比例应经试验确定，在缺乏试验数据的情况下投加比例c（H2O2，mg/L）：CODCr（mg/L）宜为1：1~2：1；c（H2O2，mg/L）：c（Fe2+，mg/L）宜为1：1~16：1。

## 5.5光芬顿反应

1. 光芬顿反应需配套内循环系统，利用循环泵抽取氧化池尾端废水进入光芬顿反应器，光照激发光化学反应后，废水回流至氧化池。
2. 光芬顿内循环水量宜采用0.5~10倍的回流比，具体应通过试验或参考同行业类似案例确定。
3. 光芬顿反应光源的有效剂量对光芬顿反应具有重要影响，宜采用200~1500mJ/cm2，具体的投加剂量应通过试验或参考同行业类似案例确定。
4. 光芬顿反应的光源的选择和配置应根据废水中污染物的吸收特性和光源的光谱特性进行优化设计，宜符合下列规定：

1光源宜采用紫外光和可见光两种。

2优先选择高强度宽频谱紫外光源，以应对成分复杂的水中有机物。

3 光源的灯管配置，应根据处理水质、水量、剂量、灯管型号等参数确定，灯管配置宜有备用。

## 5.6中和

1. 中和池投加碱液调整pH值至中性，碱液宜采用氢氧化钠溶液、碳酸钠溶液，不宜采用氢氧化钙溶液。当光芬顿氧化法出水直接排放时，pH值应调整至满足固液分离要求和排放要求：当光芬顿氧化法出水进入后续处理工艺时，pH值应调整至满足固液分离要求和后续处理工艺要求。
2. 中和池可采用水力搅拌、机械搅拌或空气搅拌，混合时间不宜小于2 min。
3. 氧化反应和中和工序未采用空气搅拌时，应设空气搅拌脱气池，水力停留时间不宜小于15 min，气水比不宜小于5:1。

## 5.7固液分离

1. 可采用沉淀或气浮完成固液分离，若分离效果不佳可投加絮凝剂，技术要求参照HJ2006、HJ 2007 执行。
2. 絮凝剂宜采用聚丙烯酰胺（PAM），投加量宜为3mg/L~5mg/L。
3. 药剂种类和投加比例有条件时应依据试验确定。

## 5.8药剂投配

1. 一般规定
2. 芬顿试剂、酸碱试剂、絮凝剂等药剂的用量，应根据废水特性，经试验后确定。
3. 芬顿试剂和絮凝剂的投加方式宜选择计量泵投加，并安装流量计。
4. 芬顿试剂和絮凝剂投加系统应包括药剂的储存、调制、输送、计量和投加设施（备）。
5. 投药混合采用水力搅拌、机械搅拌或空气搅拌等方式时，要求搅拌的速度梯度G值应控制在1000s-1~500s-1之间。
6. 采用水力搅拌、机械搅拌或空气搅拌等方式进行化学反应或凝聚反应时，搅拌的速度梯度G值应控制在70s-1~50s-1之间，逐段减低。
7. 药剂调制
8. 调制方法

1药剂（如硫酸亚铁、氢氧化钠和PAM等）的溶解和稀释方式应按投加量大小、药剂性质确定。溶解和稀释宜采用机械搅拌方式，也可采用水力或空气搅拌等方式；

2应依据不同溶解度、凝固点合理选择溶药浓度，硫酸浓度应保证该浓度下硫酸凝固点低于冬季最低气温（硫酸凝固点见表1）；硫酸亚铁溶药浓度宜按质量百分浓度≤30%配制，水温较低时宜按质量百分浓度≤20%配制；过氧化氢质量百分浓度宜≤30%；液碱浓度宜≤30%。若调制药品用水碱度较大导致硫酸亚铁结晶，可在溶解时加入适量硫酸以减少溶解池和投配池中的硫酸亚铁结晶淀；

表1不同质量分数下硫酸的凝固点（0.1Mpa）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 质量分数（％） | 0 | 12.5 | 25 | 37.5 | 50 | 62.5 | 75 | 87.5 | 98 |
| 凝固点（℃） | 0 | -8 | -27 | -70 | -36 | -29 | -40 | -14 | 6 |

3水力调制的供水水压应大于0.2 Mpa；

4压缩空气调制可用于水量较大的废水处理厂（站）的药剂调制，曝气强度宜控制在3L/(m2·s)~ 5L/(m2·s)；

5硫酸溶液宜采用成品溶液，避免在污水处理厂内稀释调制。不具备成品供应条件，需现场调制时，应考虑其腐蚀性及溶解过程的放热，使用专用设备调制；

6双氧水的储存装置应远离热源、避免阳光直射。

1. 药剂溶解池与溶液池的容积计算 溶液池容积按下式计算：

*W1* = (0.2~0.3)*W2* （3）

式中：

*W1*——溶液池容积，m3；

*W2*——溶解池容积，m3。

溶解池容积按下式计算：

*W2* = (2400×a×Q)/(100000×c×n) = (a×Q)/(417×c×n) （4）

式中：

a——药剂最大投加量，按无水产品计，mg/L；

Q——设计水量，m3/h；

c——溶液浓度，%；

n——每日调制次数，应根据药剂投加量和配制条件等因素确定，一般不宜超过3次。

1. 固体药剂的调制设备、药液投加、加药设施和药库的设置及技术参数可参照HJ 2006 执行。

## 5.9污泥处理处置

1. 污泥产生量主要与水量、悬浮物浓度、有机污染物种类和药剂投加量等因素有关。因废水水质不同污泥产生量差别较大，宜通过多组试验确定污泥产量。不具备试验条件时，可按下式估算干污泥产量：

TS=B× (S+K1F+P) ×Q×10-6 （5）

式中：

*TS*——干污泥总量，t/d；

S——通过光芬顿氧化法去除的悬浮物浓度，mg/L：

*K1*——亚铁盐转化为污泥量的系数，取1.9， Fe2+与Fe（OH）3的换算系数；

*F*——亚铁盐投加量，以Fe2+计，mg/L；

*P*——絮凝阶段絮凝剂（一般采用PAM）投加量，mg/L；

*Q*——设计水量，m3/d；

*B*——安全系数，取1.1~1.2。

1. 污泥脱水前应加药调理，投加药剂的种类和投药量应根据试验或参照同类型污泥脱水工艺的数据确定。
2. 污泥脱水机选型应根据污泥性质、污泥产量、脱水要求确定，脱水污泥含水率应满足污泥处理及处置的要求。
3. 固液分离系统分离出的污泥不应回流进入生物处理系统。
4. 脱水后的污泥应按国家相关规定进行无害化处置。列入《国家危险废物名录》的污泥和经鉴定属于危险废物的污泥，应按照GB 18597、GB 18598、HJ 2025等有关规定贮存和处置，其他污泥应按照GB 18599的规定，因地制宜妥善贮存与处置。

# 工艺设备与材料

## 6.1一般规定

1. 建（构）筑物池体可采用钢筋混凝土结构或钢结构，处理规模较大可采用钢筋混凝土池体，处理规模较小可采用钢结构罐体。
2. 光芬顿氧化法废水处理工程相关设施的防腐设计及施工应满足GB/T 50046及GB 50726的要求。
3. 各单元建（构）筑物池体以及所采用的材料、设备与连接管道应具有相应的耐酸碱腐蚀和抗氧化腐蚀能力。钢筋混凝土池体内壁可采用涂衬环氧树脂玻璃钢防腐，钢制罐体内壁可采用316L型不锈钢材质或涂衬玻璃鳞片防腐。药剂投配系统中的溶解池及溶液池内壁可采用涂衬环氧玻璃钢、辉绿岩、耐酸胶泥贴瓷砖或聚氯乙烯板等，当所用药剂腐蚀性不强时，可采用耐酸水泥砂浆。
4. 药剂投配系统的设备、管道应根据药剂的性质采取相应的保温或隔热措施。

## 6.2光芬顿反应器

1. 光芬顿反应器宜采用成套集成撬装装置，应包含灯管、套管、镇流器、电控柜、清洗系统、光源强度传感器、清洗装置、安全保护系统等。
2. 光芬顿反应器的光源套管宜选择石英材质，紫外线透过效果：合成石英>天然石英>掺杂石英。
3. 光芬顿反应器的过流部件宜采用玻璃或316L材质。
4. 光芬顿反应器宜配置清洗装置，可采用机械清洗、化学清洗等。
5. 光芬顿反应器的进水口管道应安装过滤装置如Y型过滤器，以防止光芬顿反应器堵塞。
6. 为了实现对光源的精确控制和调节，光芬顿反应器的控制系统通常配备光源控制系统，以调节光的强度、剂量等参数，以满足不同反应条件下的要求。
7. 光芬顿反应器应配套附属循环水泵及管路系统。

## 6.3泵阀

1. 光芬顿循环泵过流部件应耐酸碱、抗氧化，宜采用316L型不锈钢材质；废水提升泵过流部件应耐酸碱腐蚀；氧化反应池循环泵过流部件应耐酸碱、抗氧化，宜采用316L型不锈钢材质。
2. 药剂投配系统中加药泵等均应采用耐腐蚀材质。其中浓硫酸溶液加药泵过流部件可采用聚四氟乙烯、铸铁材质：双氧水溶液加药泵过流部件可采用316L型不锈钢材质；硫酸亚铁溶液加药泵过流部件可采用316L型不锈钢、聚丙烯、聚氯乙烯材质：氢氧化钠溶液加药泵过流部件可采用304型不锈钢材质。
3. 药剂投配系统中阀门过流部件内衬材质可与相应提升泵、加药泵相符。

## 6.4机械搅拌机

1. 机械搅拌机（如框式搅拌机、桨叶式搅拌机等）的功率与转速应根据工艺设计要求选用，宜采用无级变速搅拌机。
2. 机械搅拌机水下部件宜采用316L型不锈钢材质、玻璃钢材质。

## 6.5管道

1. 光芬顿反应器循环管应设置必要的过滤器，防止光芬顿反应器灯管被破坏、缠绕和污堵。
2. 废水输送管道宜采用316L型不锈钢、聚乙烯、聚丙烯或聚氯乙烯材质的管路和管件。
3. 浓硫酸（98%）输送可采用聚四氟乙烯管道或其他耐浓硫酸腐蚀的管道以及与之配套的管件，过氧化氢溶液输送应采用316L型不锈钢材质管道以及与之配套的管件，其他药剂输送管道宜采用聚乙烯、聚丙烯或聚氯乙烯材质的管路和管件。
4. 药液输送管应设置必要的过滤器，防止计量泵和管路堵塞。

# 检测与过程控制

## 7.1一般规定

1. 光芬顿氧化法废水处理工程设计应根据工程规模、工艺流程、运行管理要求确定检测和控制内容。
2. 光芬顿氧化法废水处理工程的检测控制单元应由检测仪表和控制单元构成，包括光源监测系统、光源控制系统等。
3. 自动化仪表和控制系统应确保光芬顿氧化系统的安全性和可靠性。
4. 参与控制和管理的机电设备应设置工作和事故状态的检测装置。
5. 水质检测应按照现行国家和行业标准的规定执行。特殊情况可以辅助采用其他检测方法。

## 7.2过程检测

1. 光芬顿反应器的检测、监测仪器仪表宜包括流量检测仪、压力及温度检测仪、光源强度检测仪等。
2. 调酸池、中和池、氧化反应池应设置在线pH计，氧化反应池宜设置在线ORP（氧化还原电位）计。当作为生化反应预处理工艺时，出水应安装ORP在线监控设施；出水直接排放时，应按照生态环境主管部门要求设置必要的水质在线监测设施。
3. 过氧化氢溶液、硫酸亚铁溶液投加宜设置在线流量计。
4. 主要检测项目应包括进水和出水的CODCr、SS、pH值等，必要时可增加色度、石油类、ORP和BOD5等项目。
5. 光芬顿氧化法的水质检测应由废水处理厂（站）化验室统一负责。

## 7.3过程控制与控制系统

1. 合理选择配置控制系统：

1废水处理厂（站）应根据其处理规模，在满足工艺控制条件的基础上合理选择配置集散控制系统（DCS）或可编程控制系统（PLC）。

2采用成套设备时，成套设备自身的控制宜与废水处理厂（站）设置的控制系统结合。

3自动控制系统应符合CJJ/T 120及HG/T 20507的规定。

1. 机电设备宜实现就地控制和集中远程控制，其远程控制、全自动等操作方式都可对运行参数进行设定、修改、调节，并对故障实现智能识别和报警。
2. 控制系统应能实时显示机电设备的工作状态和既设仪表的检测数据，并根据控制和报警要求制定人机对话界面，并可通过相关通讯协议与上位系统连接及历史数据应定期自动保存。
3. 采用PLC控制时，各种在线仪器仪表应有与PLC联机的模拟量、数字量或通讯功能接口。
4. 光芬顿氧化法废水处理工程控制的设置应符合下列规定：

1采集或控制的参数宜包括pH、ORP、各种药剂的投加量、光源投加剂量、内循环流量等；

2变频调速控制的循环泵，应设计单机逻辑PLC或DCS与自控系统PLC或DCS组网连接；

3芬顿反应单元因故障等原因停止运行时，应自动停止光芬顿反应单元相关设备运行。

# 施工与验收

## 8.1一般规定

1. 光芬顿氧化法废水处理工程的施工与安装除应符合本规程外，尚应按现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141、《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231、《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》GB 50254的规定执行。
2. 光芬顿氧化法废水处理工程的施工的施工与安装内容包括各设备的就位、固定，设备之间的管线及线缆连接。
3. 设备就位时应按照平面布置图位置摆放、找平找正。
4. 光芬顿氧化法废水处理工程的调试和验收，应按现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205和《城镇污水处理厂工程质量验收规范》GB 50334的相关规定执行。
5. 设备安装工程质量验收前的准备工作，应符合现行国家标准《城镇污水处理厂工程质量验收规范》GB50334的有关规定。
6. 调试前应对相关人员进行安全和技术培训、交底。
7. 调试前应制定调试方案和应急预案，并检查水、气、电等运行条件。
8. 预先准备调试用的工具、材料、辅料及可能要更换的零部件，并确保安全防护装置齐全可靠。
9. 应按调试大纲要求先辅机后主机，先部件后整机，先空载后带载，先单机后联动等方式及顺序进行。

## 8.2安装

Ⅰ设备安装

1. 成套撬装的光芬顿反应器在设备运输过程中需要注意以下几点：

1运输途中需要保持设备的平稳，避免碰撞或者跌落导致设备受损；

2在车辆货厢内需要对设备进行固定，防止因为运输摇晃导致设备发生变形等安全问题；

3在选择运输设备时，需要考虑设备的总重量和运输的载重量比对，确保不会超载。

1. 成套撬装的光芬顿反应器安装前需要对于安装场地进行评估，确定以下几点：

1安装区域需要具备足够的承载能力和稳定性；

2需要保证安装区域没有过高过低，以免影响设备使用；

3场地需要保持干净整洁，以防杂物进入设备内部影响安装效果；

4需要保证空间足够，以确保在设备安装过程中使用人员有足够的灵活操作空间。

1. 成套撬装的光芬顿反应器安装步骤及注意事项：

1 设备基础施工：需要根据不同需求进行设备基础的施工。

2设备定位和固定：在设备基础施工完成后，需要对于设备进行定位和固定。

3在设备安装过程中，需要对于设备进行全面检查，确保设备零部件完好无损，防止因为零部件松散或者缺失导致安全事故发生。

1. 循环泵、计量泵、机泵等静止设备的施工与安装应按《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275的有关规定执行。

Ⅱ工业UPVC管路安装

1. 工业UPVC管施工与安装除应符合本规程外，尚应按《给排水管道工程施工及验收规范》GB 50268的规定执。
2. 工业UPVC管道采用粘接连接，应按下列要求施工：

1运输及堆放：管材及配件在运输、装卸及堆放过程中严禁抛扔或激烈碰撞，避免阳光暴晒以防变形和老化。

2清理：管材或管件在粘合前，用棉纱或干布将承口内侧和插口外侧用UPVC管清洁剂擦试干净，使被粘结面保持清洁，无尘砂与水迹。当表面沾有油污时，用棉纱蘸丙酮等清洁剂擦净。

3粘接：用毛刷将粘接剂均匀、迅速涂刷在插口外侧及承口内侧结合面上时，保持与接头轴向平行避免产生气泡。粘接剂先涂承口，后涂插口，宜轴向涂刷，涂刷均匀适量。承插口涂刷粘接剂后，立即找正方向将管端插入承口，用力挤压，通过轴向推动粘合，使管端插入的深度至所划标线，并保证承插接口的直度和接口位置正确，同时保持一定的时间，以防止接口脱滑。

4承插接口的养护：承插接口连接完毕后，及时将挤出的粘接剂擦试干净。粘接后，不得立即对接合部位强行加载，需静置固化一定时间。

1. 工业UPVC管与其他的塑料制品一样，都具有热胀冷缩的特性，我们在安装工业UPVC管道时，一定要考虑地形、气候等因素对工业UPVC管道造成的热胀冷缩。

Ⅲ 不锈钢管路安装

1. 不锈钢管道的焊接宜按下列要求施工：

1不锈钢管段切割需用管刀或角磨机等无油机具进行冷切割，严禁用等离子切割机进行切割，以防破坏材料的内部结构；

2所有的焊缝宜采用手工氩弧焊打底，电弧焊盖面，氩气纯度不低于99.99%；

3坡口角度应偏大一些，钝边厚度宜为1mm；

4定位焊后的间隙应控制在2mm-3mm为宜，衬底焊接时应从小间隙处开始；

5焊接外观检查，不得有咬边现象。经检查合格的不锈钢焊缝及热影响区，应用酸洗钝化膏进行酸洗钝化。

1. 不锈钢管道的焊接除应符合本规程外，尚应按《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236的规定执行。

## 8.3调试

Ⅰ芬顿反应单元

1. 光芬顿氧化法废水处理工程相关土建池体应经闭水试验合格后方可进行调试。
2. 调试前应先检查全部设备，调试和运行过程中电机最高温度不应大于85℃。
3. 调试应按单机调试、系统清水调试、系统联动调试的顺序进行。
4. 单机调试应先确认单机的运转方向、电路、通信等并做好记录。
5. 清水调试期间，设备应连续运转72h，并应确认所有管路、阀门无泄漏。
6. 联动调试前应对进水水质进行分析、化验和试验，确定光源投加剂量、循环水量。
7. 调试过程中应对进、出水各项指标以及各工况参数进行检测、记录、统计、分析。
8. 各单元联动调试时，应按设计要求检查设备和自控系统性能，并应根据进水时变化流量及污水进水和出水有机污染物浓度，合理调整光芬顿反应器的相关运行参数。
9. 调试完成后应根据水量和水质对各设备使用参数进行合理匹配，并应编制调试报告，制定操作规程。
10. 使用方或第三方检测机构应依据进水水量和进出水水质要求，检验化学需氧量（CODCr）和生化需氧量（BOD5）等主要技术指标，检验合格后应提供相关验收报告。

Ⅱ光芬顿反应单元

1. 各组成设备、仪表应先进行模拟调试，确保管路连接密封可靠。
2. 循环水、清洗水管道的阀门等应按设计要求调整压力、流量。
3. 灯管、镇流器、循环水泵等设备应能正常启停。
4. 检测循环水管路系统水量、压力等应符合设计要求。
5. 紫外强度传感器、温度、压力、流量等仪表应正常工作；在线化学清洗装置动作应准确可靠。
6. 光芬顿反应单元的调试应按下列顺序进行：

a）检查光芬顿反应器、电源装置、控制装置等，确保电、水各部分连接无误；

b）按操作顺序开启光芬顿反应单元与对应的水处理系统；

c）进行通水、控制装置通电试验，确保操作及调节功能应符合设计要求；

d）清洗装置经调试后进入正常工作，通电调试验证各项技术性能参数均应符合设计要求。

1. 光芬顿反应单元调试期间应按设计文件调节光源投加剂量、循环水量参数，检查、记录光芬顿反应器各部分参数值，各参数均应达到性能指标要求。
2. 调试完毕后应连续试运行48h。

## 8.4验收

Ⅰ工程验收

1. 工程竣工验收应按照《建设项目（工程）竣工验收办法》、有关验收规范和本标准的规定执行。
2. 光芬顿氧化法废水处理工程安装完成后应按GB 50141规定进行满水试验，管道及容器要经过管道强度、气密性及严密性等试验。
3. 泵站和风机房等都应按设计的最多开启台数作48 h运转试验。
4. 排水管道应做闭水试验，上游充水管保持在管顶以上2 m，外观检查应24 h无漏水现象。
5. 防腐验收应按照《建筑防腐蚀工程施工规范》GB 50212的规定执行。

Ⅱ环境保护验收

1. 光芬顿氧化法废水处理设施竣工环境保护验收应按照项目环境影响评价批复文件、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定和相关法规标准的要求进行。涉及光芬顿氧化工艺单元的废水、废气、固废应依据上述内容进行监测并提供检测报告。
2. 光芬顿氧化法废水处理设施验收前应进行试运行，测定设施的技术数据和经济指标数据，填写试运行记录。试运行记录可作为环境保护验收的技术支持文件。试运行记录应包括下列内容：

a）各组建（构）筑物都应按设计负荷，全流程通过所有构筑物；

b）测试并复核各建（构）筑物的工艺参数；

c）测定污泥产量、含水率；

d）进出水量、用电量和各分项用电量；

e）计算技术经济指标：化学需氧量（CODCr）去除率和去除总量、出水化学需氧量（CODCr）、出水pH值、出水悬浮物浓度（SS）、电耗（kW·h/kgCOD）、药剂消耗量（酸碱用量、芬顿试剂用量、絮凝剂消耗量）、废水处理成本（元/kgCOD）。当光芬顿氧化法用作生化处理预处理工艺时，还应包括出水五日生化需氧量（BOD5）、五日生化需氧量（BOD5）去除率和去除总量。

1. 在生产试运行期间应对水处理装置进行性能试验，性能试验报告可作为环境保护验收的重要参考。性能测试项目至少应包括：最大运行水量、污染物去除率、进出水水质、电耗、试剂用量等，如有废气处理系统应测试处理效果。
2. 光芬顿氧化法废水治理工程环境保护验收监测应符合《建设项目环境保护竣工验收监测技术要求》的规定。

# 运行与维护

## 9.1一般规定

1. 光芬顿氧化法废水处理设施的运行、维护及安全管理应参照CJJ 60执行。
2. 光芬顿氧化法废水处理设施的运行管理应配备专业的人员和设备。
3. 光芬顿氧化法废水处理设施在运行前应制定设备台账、运行记录、定期巡视、交接班、安全检查等管理制度，以及各岗位的工艺系统图、操作和维护规程等技术文件。
4. 操作人员应熟悉光芬顿氧化法废水处理设施的技术指标和设施、设备的运行要求，操作人员应经技术培训和生产实践，再经考试合格后上岗。
5. 各岗位的工艺系统图、操作和维护规程等应示于明显部位，操作人员应按规程操作。
6. 工艺设施和主要设备应编入台账，应定期检查各类建（构）筑物、设备、电器和仪表 的运行是否正常，定期对各类建（构）筑物、设备、电器和仪表进行检修维护，确保设施稳定可靠运行。
7. 应定期检测进出水水质，并对检测仪器、仪表进行校验。
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. 各岗位人员在运行、巡视、交接班、检修等生产活动中，应做好相关记录。

## 9.2水质检测

1. 采用光芬顿氧化法的废水处理厂（站）应设水质检验室，并配备检验人员和仪器。
2. 水质检验室内部应建立健全水质分析质量保证体系。
3. 检验人员应经培训后持证上岗，并应定期进行考核和抽检。
4. 采用光芬顿氧化法的废水处理厂（站）正常运行检验的项目与周期，应参照CJJ60执行。
5. 水质检测方法应符合国家相关规定。

## 9.3运行控制

1. 在满足现场运行相关的水、电、药剂等条件下，光芬顿氧化法废水处理工程的启动应按下列顺序进行：

1芬顿反应单元：

①搅拌装置：机械搅拌机或空气搅拌的风机；

②加药装置；

2循环水泵；

3光芬顿反应单元：光芬顿反应器。

1. 光芬顿氧化法废水处理工程运行应符合下列规定：

1应定时巡视各设备的工况条件，并做好设备维修保养记录；

2各种药剂应按工艺运行要求进行补充；

3当进水水质发生变化时，可调整光源投加剂量、循环水量。

1. 光芬顿氧化法废水处理工程的停运应按下列顺序进行：

1光芬顿反应单元：光芬顿反应器

2循环水泵；

3芬顿反应单元：

①加药装置；

②搅拌装置：机械搅拌机或空气搅拌的风机。

## 9.4维护保养

1. 光芬顿反应器的维护保养应作为废水处理工程维护的重点。
2. 操作人员应严格执行设备操作规程，定时巡视设备运转是否正常，包括温度、压力、紫外线强度等，发现问题及时检查排除，并做好设备维修保养记录。
3. 应定期检查光芬顿反应器的灯管工作状态：

1灯管开启或关闭状态，记录报警历史；

2监测灯管的输入输出功率，检查灯管运行是否正常；

3记录灯管的工作总时间，及时更换老化的灯管。

1. 紫外光源的光芬顿反应器在运行维护中需注意紫外线辐射危害：

1严禁用肉眼裸视紫外灯光线，以防眼睛受紫外线伤害，损伤角膜；

2所有操作维护都必须戴上防紫外线眼镜才能进行；

3严禁改变设备灯管配置，以免影响处理效果；

4非专职人员或非专业技术人员严禁进行设备的拆卸操作，以防发生意外。

1. 应定期检查搅拌机、水泵运转是否正常，搅拌轴及叶轮是否有锈蚀或损坏。
2. 应定期检查计量泵运转是否正常，计量仪表显示是否正确。
3. 应定期检查检测控制设备是否运行正常。
4. 应保持设备各运转部位的润滑状态，及时添加润滑油、除锈；发现漏油、渗油情况应及时解决。
5. 应定时检查水池内、水泵、管道系统是否有积泥现象，必要时调整隔板的间距或排泥。
6. 水处理过程中产生的固体废物和液体废物应分类收集，并按照相关规定进行处理和处置。

## 9.5事故排放与应急措施

1. 光芬顿氧化工艺单元应设置事故池，制定应急措施。
2. 污水厂（站）、工业企业另设事故池，应统一考虑光芬顿氧化处理单元事故排水量，事故池容枳可按照SH/T 3024计算；光芬顿氧化工艺单元事故池容积应满足一次事故排水量需求。事故池废水应采用酸碱中和等预处理后分批次排入调节池或预处理单元。
3. 应依据实际特点制定光芬顿氧化工艺单元的各种应急措施，包括触电、泄漏、防火防爆、防溺水、防高空坠落、人员伤害等应急措施。
4. 应急预案的制定可参照《城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程》CJJ 60。
5. 在光芬顿氧化法废水处理工程出现事故时，需要采取应急措施来防止事故扩大和减少对环境和人体的影响。以下是可能的应急措施：

——停止废水排放：立即停止废水排放，防止污染物进一步排放到环境中；

——隔离污染源：对污染源进行隔离，防止污染扩散；

——报警通知：立即向相关部门报警通知，以便及时采取应急措施；

——启动应急预案：按照应急预案的要求，启动应急预案，组织人员进行应急处置；

——加强通风：加强通风换气，降低室内有害物质浓度；

——采取控制措施：采取控制措施，如使用吸附剂、中和剂等，降低污染物浓度；

——清理现场：对现场进行清理和消毒，防止污染物残留。

# 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.....的规定”或“应按.....执行”。

# 引用标准目录

《室外排水设计标准》GB 50014

《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB 18918

《芬顿氧化法废水处理工程技术规范》HJ 1095

《地表水环境质量监测技术规范》HJ 91

《内循环好氧生物流化床污水处理工程技术规范》HJ 2021

《国家危险废物名录》（2021年版）

《危险废物鉴别标准通则》GB 5085.7

《危险废物鉴别技术规范》HJ/T 298

《污水混凝与絮凝处理工程技术规范》HJ 2006

《污水气浮处理工程技术规范》HJ 2007

《危险废物贮存污染控制标准》GB 18597

《危险废物填埋污染控制标准》GB 18598

《危险废物收集 贮存 运输技术规范》HJ 2025

《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》GB 18599

《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046

《工业设备及管道防腐蚀工程技术标准》GB/T 50726

《城镇排水系统电气与自动化工程技术标准》CJJ/T 120

《自动化仪表选型设计规范》HG/T 20507

《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141

《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231

《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》GB 50254

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204

《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205

《城镇污水处理厂工程质量验收规范》GB 50334

《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275

《给排水管道工程施工及验收规范》GB 50268

《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236

《建筑防腐蚀工程施工规范》GB 50212

《城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程》CJJ 60

**中国工程建设标准化协会标准**

光芬顿氧化法废水处理工程技术规程

Technical Specifications for Photo-Fenton Oxidation Process for Wastewater Treatment

**T/CECS 20××**－ **2024**

条文说明

目 录

[1. 总则 40](#_Toc6072)

[3. 基本规定 41](#_Toc30802)

[4. 水量和水质 42](#_Toc29733)

[4.1设计水量 42](#_Toc8185)

[4.2设计水质及进水水质要求 42](#_Toc5634)

[5. 工艺设计 44](#_Toc271)

[5.1一般规定 44](#_Toc27487)

[5.2调酸 46](#_Toc12600)

[5.3催化剂混合 47](#_Toc31684)

[5.4氧化反应 47](#_Toc2183)

[5.5光芬顿反应 50](#_Toc6907)

[5.6中和 51](#_Toc29053)

[5.7固液分离 52](#_Toc18345)

[5.8药剂投配 53](#_Toc22158)

[5.9污泥处理处置 54](#_Toc25746)

[6. 工艺设备与材料 57](#_Toc17678)

[6.1一般规定 57](#_Toc27235)

[6.2光芬顿反应器 58](#_Toc1269)

[6.3泵阀 58](#_Toc14530)

[6.4机械搅拌机 60](#_Toc27779)

[6.5管道 60](#_Toc10976)

[7. 检测与过程控制 62](#_Toc13165)

[7.1一般规定 62](#_Toc8206)

[7.2过程检测 63](#_Toc5056)

[7.3过程控制与控制系统 64](#_Toc26262)

[8. 施工与验收 66](#_Toc5186)

[8.1一般规定 66](#_Toc18660)

[8.3调试 66](#_Toc8574)

[8.4验收 67](#_Toc26080)

[9. 运行与维护 68](#_Toc22816)

[9.3运行控制 68](#_Toc32093)

[9.4维护保养 68](#_Toc6428)

# 总则

1.0.1 为了做到光芬顿氧化设施安全、经济、高效运行，保证废水处理效果，特制定本规程。

1.0.4 本条规定本规程与现行国家标准的关系。尚应符合的有关规范和标准：《室外排水设计标准》GB 50014、《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB 18918、《芬顿氧化法废水处理工程技术规范》HJ 1095等。

# 3. 基本规定

3.0.1 本条规定了光芬顿氧化法的适用范围。

3.0.2 本条规定了光芬顿氧化法的适用对象。

3.0.5 本条规定了光芬顿氧化法的运行方式。

3.0.6 本条规定了光芬顿设计时的考虑因素。

# 4. 水量和水质

## 4.1设计水量

4.1.1 本条确定设计水量时的科学性和适应性，确保水处理系统能在不同情况下均有效运行。

1 对现有生产企业或工业园区：本条规定了对于已存在的企业或工业园区，应基于实际测定的总排口水量和预测值来确定设计水量。这要求对企业或园区未来的发展和规划进行合理预测，以确保水处理设施能够应对未来可能增加的水量需求。

2 根据生产工艺流程和废水排放数据：本条说明了如何利用生产过程中的废水排放数据来估算废水的总量，包括日均流量、峰值流量和年均流量。这一过程需要精确的数据支持，以便设计出能有效处理各种流量情况的废水处理系统。

3 当无法获得实测水量数据时：本条提供了在缺乏实测数据情况下，如何通过国家行业标准或类似企业的排水数据来间接确定设计水量的方法。这种方法允许在数据不完全的情况下，依然可以进行合理的设计预测。

4.1.2 本条规定了在确定光芬顿氧化法废水处理设备的设计水量时，必须综合考虑设备的处理效率和处理能力。这包括了评估设备的最大处理能力、预期的处理效率（如CODCr去除率、颗粒物去除效果等）、所需的处理时间以及反应器的尺寸和技术参数。这些因素将直接影响整个废水处理系统的设计和规模，确保设施能在既定的运行条件下达到预期的处理目标和效果，使得设备的设计既科学又符合实际应用需求。这样的规定有助于引导工程设计者在选择和配置处理设备时，全面评估各项技术参数和运行条件，从而设计出高效、经济的废水处理系统。

4.1.3 在确定光芬顿氧化法废水处理设施的设计水量时，应基于废水的最大产生量，并适当增加，以保证在所有条件下废水都能被有效处理。设计时特别需要考虑最高日最高时的废水量，并在设置调节池后，按调节后的最大时水量进行设计，以确保系统的处理能力满足实际需求，同时提高处理系统的稳定性和效率。这样的设计策略有助于防止系统超负荷运行，确保废水处理效果和环保标准的达成。

## 4.2设计水质及进水水质要求

4.2.1 在设计光芬顿氧化法废水处理工程时，进水水质的确定是基于对废水的化学分析和实测数据，以精确识别废水中的污染物种类和浓度。这一过程应严格遵循HJ 91的规定进行数据测定和处理。如果缺乏直接的实测数据，可以通过与同行业、同规模、同工艺的现有企业的排放数据进行比较和推算。在评估进水水质时，必须全面考虑废水中的有机物、无机物、重金属以及氮和磷等各类污染物，这样做是为了确保设计的废水处理系统能够有效地针对这些污染物进行处理，达到预期的处理效果。

4.2.3 在确定光芬顿氧化法废水处理工程的设计水质时，关键在于综合考虑废水中的污染物种类、浓度以及排放标准，同时评估光芬顿氧化法的处理效率和能力。设计的目标是确保处理后的废水能满足所有适用的排放标准，同时在保证环境保护的前提下，尽量降低处理成本和资源消耗，实现经济与环保的双重目标。这要求在设计阶段进行精确的技术和经济分析，选择最合适的处理技术和操作参数。

4.2.4 在实施光芬顿氧化法处理废水时，进水的水质是关键，需要符合特定条件以确保处理效率和安全性。首先，进水中不应含有在酸性条件下可能产生有毒有害气体的污染物，如硫离子和氰根离子，以防止在处理过程中产生危险气体。其次，悬浮物的含量应控制在200 mg/L以下，以避免对处理系统造成物理堵塞或损害。最后，需要对进水中的Cl-、H2PO4-、HCO3-以及油类或其他可能影响光芬顿氧化反应的无机离子或污染物进行严格控制，其具体浓度限值应通过试验确定，确保光芬顿氧化法能在最佳条件下运行，从而达到高效的污染物去除效果，同时减少对环境和设备的潜在风险。

4.2.5 当光芬顿氧化法作为废水处理工艺的一部分时，若进水水质不符合特定的入水标准，必须采用一系列预处理措施来调整水质。这些措施包括使用物理和化学方法去除废水中的悬浮物、油脂、溶解性磷酸盐、硫离子和氰离子等污染物。具体方法如设置格栅、沉砂池、沉淀池、混凝沉淀池以及进行化学沉淀和化学氧化处理，确保这些物质在进入光芬顿氧化阶段前被有效去除，从而保护处理设备，提高处理效率，并确保最终排放水质符合环保要求。这样的预处理步骤是确保光芬顿氧化法有效运行的关键。

4.2.6 在使用光芬顿氧化法作为生化处理的预处理时，若处理设施面临进水水质和水量的显著变化，设置调节池成为一个关键步骤。调节池的主要功能是平衡进水的波动，确保进入光芬顿氧化单元的水质和水量保持相对稳定，从而优化处理效果并防止系统过载。调节池的设计和操作应严格遵循HJ 2021标准，这一标准提供了关于调节池设计参数、结构以及运营管理的详尽指导，确保调节池能够有效地完成其功能，支持后续的光芬顿氧化处理过程。这样的设计考虑有助于提高整个废水处理系统的适应性和稳定性，减少由于进水波动导致的处理难度或系统故障。

# 5. 工艺设计

## 5.1一般规定

5.1.1 光芬顿氧化法废水处理工程的设计应综合包括芬顿反应单元、光芬顿反应单元以及检测控制单元，以形成一个高效的处理系统。芬顿反应单元负责通过化学反应生成羟基自由基，分解废水中的有机污染物；光芬顿反应单元则利用光的作用增强芬顿反应的效率和效果；检测控制单元则确保整个处理过程在最优条件下运行，通过实时监控和调节系统参数，保障处理效果符合环保要求。这种系统配置不仅确保了废水处理的效率，同时也提高了操作的可控性和安全性。

5.1.2 光芬顿氧化法废水处理工程的工艺流程设计精细且系统，包括多个关键步骤：调酸、催化剂混合、氧化反应、光芬顿反应、中和、固液分离、药剂投配和污泥处理系统。这一系列步骤确保了废水中的有机和无机污染物能够有效降解。首先，调酸步骤调整废水pH，为催化剂的添加创造适宜条件。催化剂混合后，氧化反应通过产生的羟基自由基攻击有机污染物，光芬顿反应则利用光能进一步增强这一过程的效率。中和过程调整处理后水质的酸碱度，固液分离去除悬浮固体，药剂投配适当调整化学剂量以优化处理效果。最后，污泥处理系统负责处理和处置在整个过程中产生的污泥，确保环境安全。这样的工艺流程不仅提高了处理效率，也优化了资源的使用，确保了废水处理的环境友好性和经济性。

5.1.3 在光芬顿氧化法废水处理工程中，工艺设计参数的确定是一个关键步骤，必须根据进水的水质、水量以及所需达到的出水质量标准来精确设定。这些参数包括但不限于pH值、反应时间、催化剂和氧化剂的投加量、以及光照强度等。通过对这些变量进行实验室或小规模现场试验，可以观察和评估不同条件下的处理效果，从而优化工艺参数设置，确保处理系统能在各种运行条件下有效去除污染物，同时满足环保排放标准。这种基于试验的方法有助于发现最有效的操作参数组合，进而在实际应用中实现成本效益和环境效益的最大化。

5.1.4 光芬顿反应器在废水处理过程中扮演着核心角色，其设计需要细致考虑废水的具体特性，包括污染物种类和浓度，以及水的基本物理化学性质。此外，光源的选择对光芬顿反应器的效能至关重要，需要根据所需光化学反应的特点选择适当的光强和光谱范围，通常涉及紫外光或可见光。投加剂量也必须精确计算，以确保反应的最大效率同时避免资源浪费。设计时还需考虑反应器的操作模式（如批处理或连续流）和结构设计（如反应器的形状和材料），以优化光照覆盖和化学反应动力学。正确的设计能显著提升光芬顿法的处理效果，降低运行成本，并确保长期稳定运行。

5.1.5 在光芬顿氧化法废水处理工程中，氧化反应池、中和池和固液分离设施的设计需要确保足够的冗余和操作灵活性，这通常通过将这些设施设计为至少两个并联的单元来实现。这种并联设计可以在一个单元进行维护或调整时，保持系统的连续运行，从而避免处理中断带来的风险。对于氧化反应池和中和池，应安装水喷淋或消泡喷淋系统，以控制池中的泡沫并防止可能的溢流问题，这对于维持处理过程的稳定性和效率至关重要。固液分离设施，如混凝沉淀池或气浮池，也应配备撇渣设施，以有效去除浮在表面的固体和其他漂浮物。这不仅有助于提高分离效率，还可以防止这些物质随处理水排放，确保出水质量符合标准。这些设计考虑是为了优化整个处理过程，提高系统的可靠性和处理质量，同时也便于操作和维护。通过合理配置和技术设计，可以显著提升废水处理系统的整体性能和稳定性。

5.1.6 在设计光芬顿氧化法废水处理系统时，光芬顿反应器、药剂混合设备及投药设备的布置应紧邻光芬顿氧化设施。这种布局策略可以减少管路长度和药剂输送时间，确保药剂可以快速且有效地与废水混合，从而提升处理效率和反应速度。此外，对于易损设备，如泵、混合器等，应考虑配置相应的备用设备。这不仅确保在主要设备发生故障时系统能持续运行，而且有助于在维护期间不中断整个处理流程，从而保持系统的高效和稳定运作。这样的设计措施对于保障废水处理设施的可靠性和减少意外停机的风险至关重要。

5.1.7 污泥处理系统是废水处理工程中至关重要的部分，正确的污泥管理不仅关乎环境保护还影响到整个废水处理设施的运行效率。在设计污泥处理流程时，选择合适的浓缩和脱水工艺是基于污泥的最终处置要求。这些工艺可能包括但不限于重力浓缩、机械浓缩、离心脱水、带式压滤等方法，每种方法都有其特定的适用条件和效率。此外，对于产生的污泥，必须按照《国家危险废物名录》以及GB5085.7、HJ/T298等国家标准进行危险废物鉴别。这一步骤是确保污泥处理和处置符合国家环保法规的关键，通过正确的鉴别流程，可以确定污泥是否含有危险成分，是否需要按照危险废物进行处理和处置。这不仅有助于遵守法规，还可以适当地管理环境风险，保护公共健康和环境安全。因此，污泥处理系统的设计和操作需要综合考虑工艺效率、法规要求和环境影响，以确保处理系统的整体效能和合规性。

5.1.8 在废水处理过程中，特别是涉及到化学反应的工艺单元，经常会产生废气或臭气，这些气体如果不妥善处理，可能会对环境和周围社区造成影响。为了控制和减少这些影响，设计时可采取加盖密闭和负压管道收集的方法来有效收集这些废（臭）气。密闭加盖不仅可以防止气体散发到环境中，还可以通过负压系统确保气体向指定方向流动，避免漏气和扩散。一旦收集到这些气体，可以选择化学或生物除臭方法进行处理：化学除臭通常涉及使用化学吸收剂或中和剂来去除空气中的恶臭分子。这种方法适用于处理高浓度和特定化学性质的臭气，效果快速而显著。生物除臭则使用微生物降解恶臭气体中的有机或无机污染物。这种方法环保且成本较低，适合持续处理低浓度的废（臭）气。选择哪种除臭方法取决于废气的特性、处理效率要求以及操作成本。通过这种综合气体管理和治理策略，可以显著减少废水处理工程对周围环境的影响，确保符合环保法规和社区健康标准。

5.1.9 在设计废水处理工程时，工艺单元的组成可以根据进水的水质进行灵活调整，以优化处理效率和降低成本。特别是对于进水的pH值，如果其已经满足氧化反应的要求，那么可以不设置单独的调酸单元。这种做法不仅简化了处理流程，还能减少化学试剂的使用和相关操作成本。确保进水pH适宜对于氧化反应的效率至关重要，因为pH值直接影响到氧化剂如过氧化氢的稳定性和反应活性。如果原始废水的pH值已经适合进行氧化反应，省去调酸单元不仅能减少处理步骤，也避免了过度调整可能引起的其他处理问题，如过度消耗调节剂和可能的废物生成。因此，在废水处理系统设计和操作中，根据实际水质情况灵活调整工艺单元是实现高效和经济运行的关键策略。

5.1.10 当光芬顿氧化法被用作废水生化处理的预处理工艺时，为了保护后续生化处理单元的微生物活性不受残余过氧化氢的影响，应增设脱气池、缓冲池或投加还原剂等设施。这些措施有助于有效去除废水中的过氧化氢，确保生化处理系统的运行稳定性，从而维持整个废水处理过程的高效与连续性。

## 5.2调酸

5.2.1 在处理废水的氧化反应池中，pH值的控制是关键因素，因为它直接影响氧化过程的效率和反应速度。为了达到氧化反应的最佳条件，通常需要将废水的pH值调整到3.0到4.0的范围内。这可以通过投加浓硫酸或稀硫酸来实现，根据废水的初始pH值和体积，精确计算所需酸的量。维持这一pH范围有助于优化反应条件，提高污染物的去除效率，同时确保整个处理过程的安全和稳定。

5.2.2 在设计调酸池时，为确保酸度均匀分布并实现pH值的精确控制，推荐采用水力搅拌、机械搅拌或空气搅拌等方法。这些搅拌技术能够有效地混合废水与添加的酸，以达到所需的pH调整。混合时间是关键参数之一，应确保不少于2min，以保证酸和废水充分反应，从而确保pH调整的效果均匀且稳定。适当的搅拌和足够的混合时间可以显著提高处理效率，减少局部酸碱度差异，避免对后续处理工艺的潜在影响。

5.2.3 为了精确控制调酸过程中的酸度，使用浓硫酸或稀硫酸时宜采用计量泵进行投加。计量泵可以精确控制酸的投放量，配合在线pH值控制仪等自动控制系统，实现对废水pH值的动态监测和自动调整。这种自动化控制系统确保了酸的投加量能根据实时pH值的变化进行调整，从而维持废水处理过程中所需的pH值在理想范围内，提高处理效率，保证安全和处理效果的一致性。

## 5.3催化剂混合

5.3.1 使用硫酸亚铁的催化剂混合过程应在专门设计的催化剂混合池中进行，以确保硫酸亚铁与废水充分混合。混合池的设计应考虑到催化剂的均匀分布，避免局部过量或不足，从而最大化催化效果。

5.3.2 搅拌可有效分散催化剂，防止沉积和聚集，从而提高化学反应的效率和均匀性。混合时间的控制同样重要，不宜少于2分钟，以保证催化剂和废水有足够的接触时间进行充分反应。正确的搅拌和适当的混合时间有助于实现最佳的处理效果，确保废水处理过程的高效与一致性

5.3.3 较低的浓度可以减少处理过程中的化学风险，并提高反应的可控性和安全性。此外，采用计量泵进行硫酸亚铁的定量投加是一种有效的方法，这可以确保精确控制化学剂的添加量，从而保持处理效果的一致性和反应的稳定性。计量泵的使用不仅提高了添加精度，还有助于自动化废水处理过程，提升操作的便捷性和整体工艺的可靠性。

## 5.4氧化反应

5.4.1 适量的过氧化氢溶液应通过计量泵等精确投加设备投入氧化反应池。这样的投加不仅确保了化学剂的均匀分布，还有助于控制反应速度和效率，从而有效地分解废水中的有机污染物和其他难降解物质。

5.4.2 在设计氧化反应池时，可根据具体的废水处理需求和空间条件选择完全混合式或推流式反应池。完全混合式氧化反应池能够提供高效率的混合环境，使反应剂（如过氧化氢和硫酸亚铁）与废水中的污染物充分接触，从而优化化学氧化过程。对于完全混合式氧化反应池，建议不少于2段设计，这样可以更有效地控制反应时间和增强处理效果。各段之间可以通过溢流或穿孔墙连接，这种设计有助于均匀分布反应时间和混合度，同时也方便调控各段的处理容量和反应条件，以适应不同的废水特性和处理要求。此外，多段设计还有助于防止短流现象，确保每部分废水都能得到充分处理，从而提高整体处理效率和系统的稳定性。

5.4.3 在确定氧化反应池的池型时，必须考虑废水处理的规模、可用的占地面积以及经济性等因素。这些因素共同影响池型的选择，从而确保整个废水处理系统的效率、成本效益和适应性。1.处理规模：处理量大的系统可能需要更大或更多的氧化反应池，以确保足够的处理容量和反应时间。2.占地面积：可用的空间会直接影响池型的设计。在空间受限的情况下，可能需要设计更深的池体或采用多层叠加的设计，以充分利用垂直空间。3.经济性：建设和运营成本是决定池型选择的重要因素。设计时应考虑构造成本、运行维护成本以及可能的扩展成本，选择性价比最优的解决方案。通过综合考虑这些因素，可以设计出既适应实际处理需要，又经济高效的氧化反应池，确保化学氧化过程的最佳运行条件和最高去污效率。

5.4.4 当设计采用塔式氧化反应池时，升流式反应器是一个适合的选择，因为它可以有效地利用水流自身的升力来促进混合和化学反应，这种设计尤其适合化学处理过程中的连续流操作。对于塔体材料，考虑到废水处理中常见的化学腐蚀性，推荐使用不锈钢316L材质，并进行涂衬玻璃鳞片防腐处理，这种处理可以显著提高设施的耐腐蚀性和使用寿命。塔式反应器通常包括三个主要区域：光芬顿试剂混合区、布水区和反应区。在混合区，混合速度梯度（G值）应不小于500s-1，确保化学试剂和废水能迅速且充分地混合。布水区的设计应保证水流分布均匀，配水孔的出口流速应控制在1.0m/s到1.5m/s之间，以促进整个反应器内水流的均匀性和有效的化学反应。此外，回流比应不低于100%，以维持反应器内化学平衡和增强处理效果。就结构比例而言，塔式反应器的高径比宜在1.0至5.0之间，而高度则应控制在15m以内，这有助于保证结构的稳定性和操作的可行性。这样的设计考虑有助于优化化学反应的效率，同时降低运营难度和维护成本。

5.4.5 基于流量和停留时间来确定需要的反应池体积，以确保所有流入的废水都有足够的时间进行充分的化学反应。选择合适的停留时间T对于优化反应效率和确保污染物得到有效处理至关重要。通常，停留时间的设定需要根据具体的化学反应动力学和处理目标来决定，以达到最佳的处理效果。

5.4.6 根据已知的水处理量和所需的水力停留时间以及选择的池深，计算出所需的池体面积。正确的面积确保了水流在池中的均匀分布和足够的接触时间，从而提高处理效率并满足设计要求。这种计算方法有助于优化设计并确保反应池的功能性与效率。

5.4.7 水力停留时间是设计氧化反应池时的一个关键参数，它直接影响到处理效果和效率。这一参数应基于进水的水质、废水的组成以及期望的出水质量来确定，并通常需要通过实验数据来精确设定。预处理用途：当氧化反应池用于废水的预处理阶段时，通常建议的水力停留时间为2.0到8.0h。较长的停留时间有助于确保废水中较大分子量或难降解的有机物得到充分的氧化和分解，从而为后续的生物处理阶段创造更有利的条件。深度处理用途：在氧化反应池用于废水的深度处理时，建议的水力停留时间则为2.0到6.0h。在这种情况下，处理的主要目的是进一步降低已经过预处理的废水中残留的有机物含量，以满足更严格的排放标准。通过调整氧化反应池的水力停留时间，可以针对具体的处理需求优化化学氧化过程，提高污染物的去除率，确保出水质量达到预定的环保要求。此外，适当的试验和调整有助于实现处理效果与经济效益之间的最佳平衡。

5.4.8 在废水处理工程中，混合是一个关键环节，其质量直接影响到处理效果。为确保废水和化学试剂之间的充分接触和反应，可以采用水力搅拌、机械搅拌或空气搅拌等多种方法。每种搅拌方式具有其独特的应用场景和效果：水力搅拌 利用水流自身的动力来实现搅拌，适用于流动性较好的液体，可以有效防止沉积物积累。机械搅拌 通过安装在池中的搅拌器来实现，适用于需要强力搅拌的场合，特别是当化学反应需要快速均匀混合时，机械搅拌能提供更高的搅拌效率。空气搅拌 使用空气作为搅拌介质，通过气泡的上升力来搅动液体，这种方法不仅可以实现搅拌，还能提供必要的氧化作用，适合生物处理过程中的需氧环节。无论选择哪种搅拌方式，都应确保整个池体中的流动均匀，避免出现短流现象和死水区。短流是指水流在池中流动路径缩短，未能充分反应就流出的现象，而死水区则是水体流动不到的区域，容易导致污染物积累和处理效果下降。合理设计搅拌系统，确保全池水体能均匀混合，是提高处理效率和处理质量的关键。

5.4.9 在光芬顿氧化法处理过程中，药剂的投加量和比例是实现最佳处理效果的关键因素之一。由于这一处理方法涉及到复杂的化学反应，理想的药剂配比应通过详细的试验数据来确定。然而，在缺乏具体试验数据的情况下，一般推荐的药剂投加比例为过氧化氢（H2O2）与化学需氧量（CODCr）之比介于1：1至2：1；同时，过氧化氢与亚铁离子（Fe2+）的投加比例应在1：1至16：1之间。这一比例范围考虑到了化学反应的效率和经济性，同时也确保了反应的可控性和安全性。值得注意的是，在光芬顿反应中，亚铁离子的投加量通常要低于传统芬顿反应中的投加量，这是因为在光的催化作用下，亚铁离子的反应活性得到了提升，因此可以减少其用量以减少副产品的生成和成本的投入。这样的调整不仅可以提高处理效率，还能降低处理过程中的化学药剂消耗和潜在的环境影响。

## 5.5光芬顿反应

5.5.1 光芬顿反应所需的光源剂量通常较高，且芬顿废水有颜色、光透过率较低，为了提高光源利用率、解决光源对人体直接照射的危害，需要把光源集成到密闭的反应器中（即光芬顿反应器）。通过回流污水的方式，把光源投加到污水中，形成有效的光化学反应。

5.5.2 由于工业污水种类繁多，且物质性质差异很大，因此光芬顿内循环水量需要通过试验或参考同行业类似案例来进行确定。

5.5.3 由于工业污水种类繁多，且物质性质差异很大，因此光芬顿反应光源的有效剂量需通过试验或参考同行业类似案例来进行确定。

5.5.4 本条文旨在明确光芬顿反应系统中光源选择与配置的基本原则，以确保系统能有效利用光能催化氧化废水中的污染物，达到高效、经济的废水处理效果。光芬顿反应作为一种高级氧化技术，其核心在于光源与芬顿试剂（通常是铁离子与过氧化氢的组合）的协同作用，通过光激发产生强氧化性的自由基（如羟基自由基），从而有效降解有机污染物。

1.选择紫外光和可见光的理由：紫外光和可见光因其能量不同，对不同污染物的吸收特性有所差异。紫外光（特别是短波长的UVC）具有较高的能量，能够直接破坏有机物的化学键，同时促进过氧化氢分解为强氧化性的羟基自由基。而可见光则在某些催化剂（如光敏化剂）的辅助下，也能引发类似的氧化反应。因此，结合使用紫外光和可见光，可以扩大对污染物的适用范围，提高降解效率。

2.选择高强度宽频谱紫外光源的理由：对于成分复杂、难降解的废水，单一波长或低强度的光源可能无法满足处理需求。高强度宽频谱紫外光源不仅能提供更充足的能量以促进反应进行，其宽频谱特性还能覆盖更多污染物的吸收峰，从而提高降解效率和适应性。

3.光源配置的细节考量

（1）灯管配置依据：

水质与处理目标：不同水质和处理目标要求不同的光照强度和照射时间，进而影响灯管数量和布置方式。

水量：处理水量的大小决定了所需的总光照面积，进而决定了灯管的总数和分布。

剂量：过氧化氢等芬顿试剂的投加量会影响自由基的生成速率和总量，从而需调整光源功率以匹配反应需求。

灯管型号：不同型号的灯管在发光效率、寿命、能耗等方面存在差异，需根据经济性、能效比等因素综合选择。

（2）备用灯管的设计：

目的：为避免因光源故障导致的系统停运或处理效率下降，配置备用灯管可以确保系统的连续稳定运行。当主灯管因老化、损坏等原因失效时，可迅速切换至备用灯管，减少对生产的影响。

实施方式：备用灯管应定期检查维护，确保其处于良好状态。同时，系统设置应支持快速、便捷的灯管更换操作，以缩短停机时间。

## 5.6中和

5.6.1 在光芬顿氧化法的废水处理过程中，中和池的作用是调整出水的pH值至中性，以满足后续处理或排放的要求。适当的碱液选择对于有效、安全地实现pH调整至关重要。通常推荐使用氢氧化钠溶液或碳酸钠溶液进行中和处理，因为这两种碱具有较好的溶解性和可控性，能够较为精确地调整pH值。相比之下，氢氧化钙溶液虽然成本较低，但其在水中的溶解性较差，容易导致沉淀，这可能会引起管道堵塞或影响固液分离效果，因此不宜在光芬顿氧化法中使用。根据出水的具体用途，pH值的调整也有所不同：直接排放：当光芬顿氧化法出水直接排放到环境中时，需要调整pH值以确保满足当地的排放标准，通常这意味着需要将pH调整至接近中性，以满足环保要求和固液分离的效果。后续处理：如果处理后的水将进入其他废水处理工艺，例如生物处理或其他化学处理步骤，pH值应调整至适合这些后续处理工艺的范围内。这通常需要根据后续工艺的具体pH敏感性来调整，以防止对生物处理过程的微生物群体或其他化学处理过程的效率产生负面影响。正确的pH调整是确保废水处理效率和符合环保排放标准的关键步骤，应严格按照设计要求和环保法规进行。

5.6.2 在废水处理中，中和池是调整pH值至所需水平的关键环节，以确保后续处理步骤的有效性。为实现这一目的，中和池可采用水力搅拌、机械搅拌或空气搅拌等方法，以促进添加的碱或酸与废水充分混合。选择搅拌方式时需考虑到废水的性质、池体设计以及处理量等因素。无论采用哪种搅拌方法，混合时间的控制也至关重要。混合时间应不少于2分钟，以确保整个中和池中的水质达到均一，有效地调整pH值。这一时间长度有助于碱、与废水充分反应，防止由于混合不充分导致的pH值波动，从而保证处理效果的一致性和后续处理步骤的顺利进行。

5.6.3 在氧化反应和中和工序中，如果未使用空气搅拌，应设置空气搅拌脱气池，其中水力停留时间应不少于15分钟，且气水比应保持在不低于5：1，以确保有效地从处理水中去除溶解气体，防止对后续处理过程造成影响。

## 5.7固液分离

5.7.1 在处理废水时，固液分离可以通过沉淀或气浮技术实现，若分离效果未达预期，可添加絮凝剂以增强效果，相关操作和技术标准需遵循HJ2006和HJ2007指南。

5.7.2 在废水处理中，正确使用聚丙烯酰胺（PAM）作为絮凝剂至关重要。推荐的投加量范围为3mg/L~5mg/L，以确保有效的固液分离效果。如果投加量过低，可能导致絮团形成不足，难以有效去除污染物，导致处理效果不佳和稳定性下降。而投加量过高则可能导致过度絮凝，絮体过紧实影响氧气转移，特别是在生物处理阶段，还可能造成沉淀池中污泥层厚、难以处理，以及增加化学药品使用量，从而增加处理成本和对环境的潜在影响。因此，维持适宜的聚丙烯酰胺投加量是确保废水处理效率和降低运营成本的关键。

5.7.3 在废水处理中，药剂的选择和投加比例应基于详细的实验数据来确定，以确保处理效率和符合特定水质需求。在没有详细试验数据的情况下，应通过初步的实验确定药剂的种类和投加量，再根据实际操作中的效果进行调整。试验不仅帮助确定最有效的药剂种类和投加比例，还确保废水处理系统在不同条件下都能达到最佳的处理效果。

## 5.8药剂投配

5.8.1 在废水处理工程中，药剂的正确使用对确保处理效果至关重要。以下是针对药剂使用的一些基本规定：

1. 药剂用量的确定：芬顿试剂、酸碱试剂、絮凝剂等药剂的用量应根据废水的具体特性通过实验确定。这样做可以确保药剂的用量既能有效处理废水中的污染物，又能避免药剂使用过量带来的额外成本和潜在环境影响。
2. 药剂投加方式：芬顿试剂和絮凝剂应通过计量泵进行投加，以确保精确控制药剂的投加量。同时，安装流量计可以实时监控药剂的流量，进一步确保投加精度。
3. 药剂投加系统的完善：芬顿试剂和絮凝剂的投加系统应完整包括药剂的储存、调制、输送、计量和投加设施（备）。这种系统设计可以保证药剂的安全存储、有效调配和准确投加，从而提高整个废水处理系统的效率和安全性。
4. 投药混合方式：在使用水力搅拌、机械搅拌或空气搅拌等方式进行药剂混合时，搅拌的速度梯度（G值）应控制在1000s-1~500s-1之间。适当的搅拌速度可以促进药剂与废水的充分混合，增强处理效果。
5. 化学反应或凝聚反应的搅拌控制：进行化学反应或凝聚反应时的搅拌速度梯度（G值）应控制在70s-1~50s-1之间，并应逐段减低。这种搅拌速度的设定有助于优化化学反应或凝聚过程，避免过快的搅拌速度导致絮体破碎或反应过度。

5.8.2 在废水处理中，药剂的调制过程是关键环节，需要根据药剂的性质和使用要求精确控制。以下是一些基本的调制方法和技术要求：

1. 药剂调制方法：药剂如硫酸亚铁、氢氧化钠和聚丙烯酰胺（PAM）等应根据其溶解特性和所需投加量进行调配。常用的调配方式包括机械搅拌、水力搅拌或空气搅拌，以确保药剂充分溶解和稀释。需要特别注意药剂的浓度选择，如硫酸亚铁的溶液浓度通常应≤30%，在水温较低时应≤20%。过氧化氢和液碱的浓度宜控制在≤30%。
2. 特殊注意事项：

（1）硫酸的浓度调配时要考虑其凝固点，特别是在冬季，确保所选浓度的凝固点低于环境最低温度。

（2）若使用硫酸亚铁并且调制水碱度较高，可能导致结晶，此时可在溶解过程中适量加入硫酸以减少结晶生成。

（3）对于水力调制，供水水压应大于0.2 Mpa。而在大型废水处理厂可考虑使用压缩空气调制，曝气强度宜在3L/(m2·s)到5L/(m2·s)之间。

（4）硫酸溶液宜采用成品溶液以避免现场稀释的安全风险。若需现场调制，须注意其腐蚀性和放热性，使用专用设备进行。

（5）双氧水的储存装置应远离热源和避免阳光直射，以防分解。

3. 溶解池与溶液池的容积计算：溶液池的容积应为溶解池容积的0.2至0.3倍。

这些规定和技术要求旨在确保药剂调制的精确性和安全性，从而提高废水处理效率并降低操作风险。技术参数和设施设置可参照HJ 2006标准执行。

## 5.9污泥处理处置

5.9.1 在废水处理过程中，污泥产生量的估算是一个重要的环节，它关系到后续的污泥处理和处置策略。污泥的产生量主要取决于处理水量、悬浮物浓度、有机污染物种类及药剂的投加量等因素。由于不同废水的水质差异可能导致污泥产生量的显著变化，理想情况下应通过多组试验来确定具体的污泥产量。公式（5）提供了一种经验方法来估算处理过程中的污泥总量，有助于设计污泥处理设施并准备相应的处理能力。这种估算方法虽不如实验数据精确，但在缺乏试验条件的情况下提供了一种可行的解决方案。

5.9.2 在废水处理过程中，污泥脱水是一个关键步骤，它可以显著减少污泥的体积，从而降低处理和处置成本。为确保脱水过程的效率，污泥脱水前通常需要进行药剂调理，以改善污泥的脱水性能。药剂调理的目的是通过添加特定的化学药剂，如絮凝剂，来增强污泥颗粒的聚合，从而加速其沉降和过滤过程。常用的絮凝剂包括聚丙烯酰胺（PAM）等，这些药剂可以有效地改善污泥的结构，使其更容易脱水。药剂的选择和投加量应基于具体的污泥特性和脱水技术要求。理想的做法是通过试验来确定最适合的药剂类型和最有效的投加量。如果没有条件进行试验，可以参考同类型污泥处理工艺中的数据来确定。这种方法不仅基于实际操作经验，也参考了已有的技术数据，以确保药剂调理能够达到预期的脱水效果。这种精确的药剂管理是确保污泥处理成本效益和环境安全的关键因素。

5.9.3 污泥脱水机的选型是废水处理系统中至关重要的一环，因为它直接影响到污泥的处理效率和最终处置的成本。选型过程必须综合考虑多个关键因素：

1. 污泥性质：不同类型的污泥（如活性污泥、消化污泥等）具有不同的物理和化学特性，这些特性会影响污泥的脱水行为。例如，有机污泥通常更难脱水，而无机污泥则相对容易处理。

2. 污泥产量：处理设施每天产生的污泥量决定了脱水机的处理能力需求。选择脱水机时必须确保其处理能力能够满足最高的污泥产量。

3. 脱水要求：根据污泥最终的处理和处置方式，脱水后的污泥含水率有具体要求。例如，焚烧要求的含水率会低于堆肥或填埋的含水率要求。

正确的脱水机型不仅能有效降低污泥的处理和运输成本，还能保证符合环保法规和技术标准。脱水后的污泥含水率应根据具体的处理及处置要求来确定，以确保后续处理的顺利进行。因此，在选择脱水机时，应充分考虑上述因素，结合设施的实际运行条件和预算，选择最适合的设备。这样的决策过程通常涉及详细的技术评估和经济分析，以确保脱水系统的高效性和经济性。

5.9.4 在废水处理系统中，固液分离系统分离出的污泥不应回流至生物处理系统，因为这可能导致多种潜在问题：

1. 污染物负荷增加：污泥中包含的有机物和其他污染物如果重新进入生物处理系统，会增加生物处理单元的负荷，影响系统处理效率。
2. 生物系统稳定性：回流的污泥可能引入抑制或毒害微生物活性的物质，如重金属或过高的有机负荷，从而破坏生物处理单元中微生物的活性和平衡。
3. 操作和维护问题：污泥的回流可能导致生物反应器过载，增加了系统的操作难度和维护成本，如需频繁的清理和更高的能耗。

因此，适当处理和处置分离出的污泥是确保整个废水处理系统高效运行的关键。通常，这些污泥应直接送往污泥处理设施进行进一步的稳定化、减容或最终处置，避免其对主处理流程的干扰。这样的管理策略有助于维护废水处理系统的整体性能和长期的可持续运营。

5.9.5 脱水后的污泥处理和处置必须符合国家环保法规和标准，以确保环境安全和公共健康不受污染。列入《国家危险废物名录》或经鉴定属于危险废物的污泥，必须严格遵守相关法规进行处理。这包括按照GB 18597和GB 18598等标准进行安全贮存和处置，确保这些污泥的管理符合HJ 2025等环保要求，避免对环境造成更大的危害。未被列为危险废物的其他类型污泥应依据GB 18599的规定进行处置。这通常涉及到因地制宜的妥善贮存和处置措施，如堆肥、填埋或焚烧等，每种方法都需要考虑地方的环境政策和设施条件。适当的污泥管理策略不仅有助于保护环境，还能确保废水处理设施的长期可持续运营。对于所有类型的污泥，应进行定期的监测和评估，以确保处理和处置过程符合法律法规要求，并采取必要措施以防止潜在的环境风险。

# 6. 工艺设备与材料

## 6.1一般规定

6.1.1 在废水处理设施的设计中，建（构）筑物池体的材料选择依据处理规模和工程需求进行优化配置。对于较大规模的处理设施，推荐使用钢筋混凝土结构，因为这种材料具备良好的耐久性和承载能力，能够适应更大的水量和长期的使用需求，同时提供结构的稳定性和防渗性。对于规模较小的处理系统，可以选择钢结构罐体，这种结构较为轻便，施工快速，成本相对较低，适合于需要灵活布局或临时处理需求的场合。

综上所述，选择合适的池体材料和结构类型对于确保废水处理系统的有效运行、经济效益以及后续的维护管理都至关重要。在进行设计和材料选择时，应考虑到具体的工程条件、环境因素和经济投入，以实现最优的工程效果和运营效率。

6.1.2 在设计和施工光芬顿氧化法废水处理工程相关设施时，防腐措施是一个重要的考虑因素。这些设施常常暴露在具有腐蚀性的化学物质和环境中，因此需要采取有效的防腐措施以确保其耐久性和功能性。

根据国家标准GB/T 50046和GB 50726的要求，防腐设计和施工应包括选择适合的材料、使用防腐涂料、以及采用适当的防腐技术。这些标准提供了详细的指导，包括对于不同化学环境下的材料选择、涂层系统的应用、施工方法以及质量控制措施等。在设计和施工阶段采取综合防腐措施，可以显著提高废水处理设施的耐久性和可靠性，减少因腐蚀引起的维护成本和潜在的设备故障。

6.1.3 在设计和建造废水处理设施的各个单元时，考虑到废水中可能含有高浓度的酸、碱和氧化性化学物质，必须确保所使用的建筑材料、设备及连接管道具备足够的耐腐蚀能力。这是为了保证设施的长期稳定运行，避免由于腐蚀导致的设备损坏和运营中断。

6.1.4 保温或隔热，不仅有助于保持药剂的化学稳定性和活性，还可以防止由于温度异常引起的安全问题。例如，过高的温度可能导致药剂分解或产生有毒气体，而过低的温度可能导致系统管道冻结，影响药剂的流动和投加效率。设计时应详细考虑药剂的物理和化学特性，合理设计保温或隔热系统，以确保药剂投配系统的正常运行和操作安全。

## 6.2光芬顿反应器

6.2.1 光芬顿反应器作为废水处理中的关键设备，其性能的稳定性和操作的便捷性直接影响到整个处理系统的效率和安全性。因此，采用成套集成撬装装置，并包含一系列关键组件，是确保反应器高效、安全运行的重要措施。

6.2.2 本条文旨在阐述光芬顿反应器光源套管材质选择的重要性，并明确推荐优先使用石英材质，同时进一步区分了不同种类石英材质在紫外线透过效果上的差异。这一规定对于确保光芬顿反应器中光源的有效利用，提高废水处理效率具有关键意义。

6.2.3 本条文旨在明确光芬顿反应器中过流部件材质的选择原则，推荐采用玻璃或316L不锈钢材质。过流部件作为反应器内直接与废水接触的部件，其材质的选择不仅关系到设备的耐腐蚀性和使用寿命，还直接影响到废水处理的效率和效果。因此，合理选择过流部件的材质对于确保光芬顿反应器的稳定运行至关重要。

6.2.4 本条文旨在强调光芬顿反应器配置清洗装置的重要性，并列举了几种可行的清洗方式，包括机械清洗和化学清洗。光芬顿反应器在运行过程中，其内部部件（如光源套管、过流部件等）可能会因为废水中的悬浮物、有机物及其他杂质的沉积而逐渐积累污垢，影响光线的透过率和反应效率。因此，配置有效的清洗装置对于维持反应器的良好运行状态和延长设备寿命至关重要。

6.2.6 本条文旨在阐述光芬顿反应器中光源控制系统的重要性和功能。光芬顿反应作为一种基于光催化原理的高级氧化技术，其反应效率直接受到光源参数（如光的强度、剂量等）的影响。因此，为了实现对光源的精确控制和调节，以适应不同废水处理工况和反应条件的需求，光芬顿反应器通常配备有先进的光源控制系统。

## 6.3泵阀

6.3.1 在废水处理系统中，特别是涉及光芬顿氧化法的设施，泵的材料选择对于保证整个系统的效率和耐久性至关重要。对于这些系统中的泵，其过流部件——即液体流经的部分——必须具备良好的耐酸碱和抗氧化特性，以应对处理过程中可能遇到的腐蚀性化学物质。

1. 光芬顿循环泵：这类泵的过流部件应使用耐酸碱和抗氧化的材料，例如316L型不锈钢。316L不锈钢因其优异的耐腐蚀性能而特别适用于处理含有强氧化剂的环境，如过氧化氢。

1. 废水提升泵：这些泵通常用于将废水从低处输送到处理设施的高处。其过流部件也必须耐酸碱腐蚀，以防长期接触废水中的腐蚀性物质导致损坏。

3. 氧化反应池循环泵：类似于光芬顿循环泵，这些泵的过流部件也应采用耐酸碱和抗氧化的材料，316L型不锈钢是首选材质。它不仅可以抵抗由光芬顿反应产生的腐蚀性条件，还能确保长期的稳定运行。

6.3.2 在废水处理系统的药剂投配系统中，选择正确的加药泵材质对于确保设备长期稳定运行和防止化学腐蚀至关重要。不同类型的药剂具有不同的化学性质，因此需要精心选择与之相匹配的耐腐蚀材质。以下是针对不同药剂推荐的加药泵过流部件材质：

1. 浓硫酸溶液加药泵：

聚四氟乙烯：因其极佳的化学稳定性，适用于高浓度酸性药剂，可以抵抗浓硫酸的强腐蚀性。

铸铁材质：在某些情况下也可用于硫酸的输送，尤其是当泵体有适当的防腐涂层时。

1. 双氧水溶液加药泵：

316L型不锈钢：具有优异的耐腐蚀性，适用于处理双氧水这类氧化性强的化学物质。

1. 硫酸亚铁溶液加药泵：

316L型不锈钢：适合于多种化学环境，尤其是耐腐蚀性要求较高的场合。

聚丙烯与聚氯乙烯：这些塑料材质也适用于一定浓度的硫酸亚铁溶液，具有良好的耐化学性和成本效益。

1. 氢氧化钠溶液加药泵：

304型不锈钢：虽然耐腐蚀性略低于316L型不锈钢，但对于处理氢氧化钠这类碱性化学物质仍然足够。

选择适当的材质不仅可以延长设备的使用寿命，还可以降低维护成本和防止潜在的环境风险。在设计和选择加药泵时，必须充分考虑药剂的腐蚀性质，确保所有设备组件都能承受长期的化学暴露。

6.3.3 在废水处理的药剂投配系统中，阀门是控制和调节流动的关键组件。为确保系统的整体耐腐蚀性和长期可靠性，阀门的过流部件内衬材质应与相应的提升泵和加药泵的材质相匹配。这种材质一致性是为了确保整个流程线中的所有组件都能同等抵抗化学介质的侵蚀，避免因材质不兼容引起的腐蚀问题，从而维护系统的功能和延长其使用寿命。

例如，如果加药泵采用316L型不锈钢来处理耐腐蚀需求较高的化学品，相应的阀门也应采用316L型不锈钢或具有同等耐化学性的材质作为过流部件的内衬。这样的配置有助于确保整个系统在化学性质相同或相似的药剂作用下，能够均匀地抵抗腐蚀，防止因材质不一致导致的泄漏或其他故障。

## 6.4机械搅拌机

6.4.1 机械搅拌机是核心设备之一，用于确保药剂和废水的均匀混合，从而优化化学反应和处理效率。正确选择机械搅拌机的功率和转速对于满足特定工艺需求至关重要。搅拌机的功率和转速应基于工艺设计要求来选定。这包括考虑搅拌的容积、混合物的粘度、以及所需的搅拌强度。选择合适的功率和转速可以确保搅拌效果，避免过度搅拌导致能源浪费或不足搅拌导致效率低下。无级变速技术允许操作者根据实际情况调整搅拌速度，以适应处理过程中的变化，如反应速率的变化或混合物性质的变化。这种类型的搅拌机尤其适用于需要精细控制搅拌强度和速度的应用场景。

6.4.2 水下部件直接暴露于各种化学物质和腐蚀性环境中，选择正确的材料对于确保搅拌机的耐久性和整个系统的运行效率非常重要。

## 6.5管道

6.5.1 光芬顿反应器是光芬顿氧化法废水处理系统的关键组件，其中使用的UV灯管对环境的洁净度有较高的要求。为保证光芬顿反应器的高效运行和UV灯管的完整性，系统设计中应包括设置必要的过滤器。这些过滤器可防止灯管被破坏、防止缠绕和污堵、维护光效和处理效率。

在设计光芬顿反应器的循环管系统时，选择适当规格的过滤器以适配系统的流量和水质条件非常重要。此外，过滤器应易于定期清洁或更换，确保整个系统的持续高效运行。这样不仅可提升系统的操作效率，也可延长设备的使用寿命，降低维护成本。

6.5.4 药液的稳定和连续输送对于保证处理效率和系统稳定性至关重要。为了维护计量泵和输送管路的正常运行，设置适当的过滤器是必不可少的措施。

# 7. 检测与过程控制

## 7.1一般规定

7.1.1 在设计光芬顿氧化法废水处理工程时，必须根据工程的规模、所采用的工艺流程以及运行和管理的具体要求，严格规划检测和控制系统。这包括确定需要监控的参数、选择合适的检测设备和技术、以及配置必要的控制系统，以确保整个处理过程的效率、稳定性和可靠性。通过精确的检测和有效的控制，可以优化操作条件，提高处理效果，确保环保标准的达成，并降低运维成本。

7.1.2 在光芬顿氧化法废水处理工程中，检测和控制单元是确保整个处理系统正常运行和达到预期处理效果的关键组成部分。这个单元应由专门的检测仪表和控制单元构成，以便对关键参数进行实时监测和调节。具体包括光源监测系统和光源控制系统等，这些系统确保光源在最佳状态下运行，以最大化光化学反应的效率。光源监测系统负责实时检测光源的光强、使用寿命和功率消耗等关键指标，而光源控制系统则根据监测数据自动调节光源的功率和工作时间，从而保持处理效率和节省能源。通过这样的检测和控制系统，可以有效地维护设备的运行状态，优化处理效果，并减少维护需求和操作成本。

7.1.3 在光芬顿氧化法废水处理工程中，自动化仪表和控制系统的设计和实施是至关重要的，因为它们确保了整个系统的安全性和可靠性。这些系统通过实时监测关键操作参数如pH值、氧化剂浓度、流量和温度，以及通过精确控制反应条件，不仅保障了处理过程的稳定和效果，也显著提高了操作的安全性。自动化系统能够及时响应任何偏离正常运行条件的情况，自动调整或报警，防止可能的设备损坏或环境风险，从而保证整个光芬顿氧化系统运行在最优状态。通过这种方式，不仅提升了处理效率，还降低了人为错误的风险，增强了系统整体的可靠性和安全性。

7.1.4 在光芬顿氧化法废水处理工程中，涉及控制和管理的机电设备必须配备工作状态和事故状态的检测装置。这是为了确保设备能在任何情况下都能正常运行，同时及时发现并处理任何可能的故障或异常情况。通过设置这些检测装置，设备的每一个工作阶段都可以被实时监控，包括运行效率、可能的机械故障、电气问题等。事故状态检测装置尤其重要，它能够在发生故障时立即激活警报系统，同时启动应急措施，如自动关闭系统或切换到备用操作模式，从而最大限度地减少事故对处理设施的影响及潜在的环境风险。这种监控和控制机制增强了整个处理系统的可靠性和安全性，保证了持续稳定的运行。

7.1.5 水质检测在光芬顿氧化法废水处理工程中至关重要，应严格按照现行国家和行业标准进行，以确保所有测试的准确性和合规性。水质检测应严格按照现行的国家和行业标准执行，这包括但不限于测定pH值、CODCr、SS等，以及特定污染物的浓度等关键参数。这些标准提供了详细的指导，确保检测结果的准确性和可靠性。在特殊情况下，如标准方法不足以应对复杂或异常的水质问题时，可以辅助采用其他先进的检测技术，例如光谱分析、色谱法或生物分析等，以提高检测的全面性和精确度，确保水处理过程达到预期的清洁和安全标准。这种方法能够为处理设施提供更全面的数据支持，帮助优化处理流程和提升水质管理效果。

## 7.2过程检测

7.2.1 光芬顿反应器的高效运行依赖于精确的检测与监控系统，因此，配备包括流量检测仪、压力及温度检测仪、以及光源强度检测仪在内的仪器仪表是至关重要的。这些仪表不仅确保反应器在最优条件下运行，通过实时监控水流、压力、温度以及UV光源的强度，还能及时调整操作参数，保障处理过程的稳定性和效率，从而提升整个废水处理系统的性能和可靠性。这种监控也帮助预防系统故障，降低维护成本，并确保符合环保和安全标准。

7.2.2 在光芬顿氧化法废水处理工程中，对关键处理单元如调酸池、中和池和氧化反应池配置在线pH计是基本要求，这有助于实时监控和调节pH值以适应特定的处理需求。此外，氧化反应池还应装备在线ORP计，以监测并控制氧化还原反应的效率和状态。当该系统用于生化反应的预处理时，出水处应安装ORP在线监控设施以评估预处理效果。如果处理后的水直接排放到环境中，还需根据生态环境主管部门的要求，设置必要的水质在线监测设施，以确保排放水质符合环保标准，这样的配置既确保了处理效果，也满足了环境保护和法规遵守的需求。

7.2.3 在光芬顿氧化法废水处理工程中，对过氧化氢溶液和硫酸亚铁溶液的准确投加至关重要，因为它们直接影响到化学反应的效率和最终的处理效果。因此，推荐在这些关键化学药剂的投加系统中设置在线流量计。在线流量计可以实时监控和控制药剂的流量，确保按照设计的比例和量精确投加，避免过量或不足的情况发生。这不仅有助于维持处理过程中的化学平衡，还可以优化资源使用，减少浪费，并确保环境排放标准的达成。通过精确控制这些关键变量，整个处理系统的效率和可靠性都将得到显著提升。

7.2.4 在光芬顿氧化法废水处理工程中，进行全面而精确的水质检测是至关重要的，以确保处理系统运行有效并符合环保标准。主要检测项目应包括进水和出水的化学需氧量（CODCr）、悬浮固体（SS）、pH值等基本指标，这些是评估水质处理效果的核心参数。根据具体的工艺需求和排放标凈，还可能需要增加如色度、石油类、氧化还原电位（ORP）和生化需氧量（BOD5）等检测项目。这样的增补检测能够提供更全面的水质信息，帮助优化处理过程，确保排放水质满足更为严格的环境保护要求。通过这种综合检测策略，可以及时调整操作参数，提高处理效率，降低环境风险。

## 7.3过程控制与控制系统

7.3.1 在废水处理厂（站）设计时，选择和配置适当的控制系统是确保整个处理过程有效、高效运行的关键。以下是合理选择和配置控制系统的指导原则：

1. 根据处理规模选择控制系统：废水处理厂应根据其处理规模和具体需求选择适当的控制系统。对于大型或复杂的废水处理设施，集散控制系统（DCS）可能是最佳选择，因为它提供了高度的可靠性和多点控制功能，适合大规模操作。对于中小规模或功能要求较低的设施，则可选择可编程逻辑控制器（PLC），因其灵活性高、成本相对较低且易于维护。
2. 成套设备的控制系统整合：在采用成套设备的情况下，应确保设备自带的控制系统能够与废水处理厂的主控制系统兼容并有效集成。这种整合有助于统一操作界面，简化管理和维护工作，提高系统的整体响应速度和处理效率。
3. 遵循相关标准：自动控制系统的设计和实施应符合相关国家和行业标准，如CJJ/T 120和HG/T 20507等。这些规定确保了控制系统的安全性、可靠性和符合环保要求，为处理设施提供了操作的法规依据和技术指导。

通过合理选择和配置先进的控制系统，废水处理厂不仅能提高处理效率，还能优化资源使用，降低运营成本，同时确保环境安全和符合法规要求。

7.3.2 在废水处理厂的机电设备配置中，实现就地控制与集中远程控制的能力至关重要。这样的控制系统设计使得操作人员可以在本地直接控制设备，或通过远程控制中心进行监控和管理，增强了操作的灵活性和系统的响应速度。远程控制系统支持全自动操作，允许运行参数的设置、修改和调节，同时具备智能识别故障和报警的功能。这种高级功能可以大幅提升处理效率，确保系统连续运行，同时在出现问题时迅速做出反应，减少停机时间，提高整体的系统安全性和可靠性。通过这种综合控制策略，废水处理设施能够实现更高效的运营管理和更佳的维护响应，确保处理过程的稳定性和效率。

7.3.3 废水处理厂的控制系统应具备实时显示机电设备工作状态和仪表检测数据的能力，同时应根据控制和报警需求设计直观的人机对话界面，以便操作人员进行监控和调整。此外，系统应能够通过相关通讯协议与上位系统连接，实现数据的无缝传输与集成，并确保历史数据能够定期自动保存，以便于后续分析和系统优化。这样设计的控制系统不仅提高了操作效率，还增强了系统的安全性和管理能力。

7.3.4 在采用PLC控制系统的废水处理厂中，各种在线仪器仪表应具备与PLC系统连接的功能接口，包括模拟量、数字量或通讯功能接口。这确保了所有仪表的数据能够准确传输至PLC系统，实现实时监控和自动控制。通过这些接口，PLC能够接收、处理仪表数据，并进行相应的控制指令输出，从而提高整个系统的自动化水平和运行效率。这种联机功能对于确保系统的集成性、稳定性以及高效管理至关重要。

7.3.5 在光芬顿氧化法废水处理工程中，控制系统的设置应确保对关键参数的全面监控和管理。采集和控制的参数应包括pH、ORP、药剂投加量、光源投加剂量以及内循环流量等，以确保处理过程的精确调节。对于变频调速控制的循环泵，应通过单机逻辑PLC或DCS与自控系统的PLC或DCS实现组网连接，确保设备的同步控制。此外，当芬顿反应单元因故障停止运行时，系统应能自动停止光芬顿反应单元的相关设备，防止处理过程出现异常。这种设计提高了系统的自动化水平，确保了安全性和运行的连续性。

# 施工与验收

## 8.1一般规定

8.1.1 这以上标准提供了有关构筑物、机械设备、电气装置施工和安装的详细规范，确保工程的施工质量、安全性及合规性，为废水处理设施的顺利运行提供保障。

8.1.2 在光芬顿氧化法废水处理工程的施工与安装过程中，主要内容包括各类设备的正确就位和固定，以及设备之间管线和线缆的连接。这确保了所有设备在物理布局上正确安装，并能够通过管道和电缆实现功能性连接，确保系统的整体协调和顺利运行。通过精确的设备定位和可靠的连接，废水处理系统才能实现高效、安全的运行。

8.1.9 在光芬顿氧化法废水处理工程的调试过程中，应按照调试大纲的要求，遵循一定的顺序进行。具体顺序为：先调试辅助设备再调试主要设备，先进行各个部件的单独调试再进行整机调试，先进行空载运行测试，再进行带载运行测试，并且应先单机调试，最后再进行联动调试。这样的调试流程确保每个系统和部件都能够在不同负荷条件下正常运行，最大限度地减少故障风险，确保整个系统在全面联动时安全稳定运行。

## 8.3调试

8.3.2 在进行光芬顿氧化法废水处理工程调试之前，必须先对所有设备进行全面检查，以确保设备的安装正确且状态良好。在调试和运行过程中，应密切监控电机的温度，确保其最高温度不超过85℃，以避免过热导致设备损坏或运行故障。这个步骤对于保障设备的安全和延长使用寿命至关重要，同时有助于确保整个系统的稳定运行。

8.3.5 在光芬顿氧化法废水处理工程的清水调试阶段，所有设备应连续运行72小时，以确保其正常工作。期间必须检查并确认所有管路和阀门无泄漏，确保系统在无负荷状态下的运行安全性和稳定性。通过这一过程，可以及时发现并解决潜在的设备和管道问题，为后续的带负荷运行奠定基础。

8.3.10 在光芬顿氧化法废水处理工程验收阶段，使用方或第三方检测机构应根据进水水量和进出水水质要求，对化学需氧量（CODCr）、生化需氧量（BOD5）等主要技术指标进行检测。检测合格后，必须提供相关验收报告，以确保处理系统达到设计要求和环境排放标准。这一流程有助于确认系统的处理效果和合规性，确保其稳定、安全地投入运行。

8.3.16 光芬顿反应单元的调试应按以下步骤进行：首先，检查反应器、电源和控制装置，确保电力和水系统连接正确无误；然后，按照操作顺序启动光芬顿反应单元及其相应的水处理系统；接着，进行通水和控制装置的通电试验，确保操作与调节功能符合设计要求；最后，清洗装置在调试完成后进入正常工作状态，通过通电调试验证所有技术性能参数应符合设计标准。这一调试流程确保系统安全、有效运行，满足设计规范。

8.3.17 在光芬顿反应单元的调试期间，应根据设计文件中的要求，调节光源投加剂量和循环水量等关键参数。调试过程中需要检查并记录光芬顿反应器各部分的参数值，确保所有参数均达到规定的性能指标要求。这一过程确保系统运行参数的优化和稳定，确保光芬顿反应器达到设计性能，保证废水处理效果的符合性和稳定性。

## 8.4验收

8.4.7 在光芬顿氧化法废水处理设施验收前，必须进行试运行，以测定设施的技术数据和经济指标，并填写完整的试运行记录。试运行记录作为环境保护验收的重要技术支持文件，应包括：所有构筑物按设计负荷进行全流程运行，各工艺参数的测试与复核，污泥产量与含水率的测定，进出水量、用电量及各分项用电量的记录。此外，还应计算技术经济指标，如出水CODCr、CODCr去除率、pH值、悬浮物浓度、电耗、药剂消耗量以及废水处理成本。如果光芬顿氧化法作为生化处理的预处理工艺，还需包括BOD5相关数据和去除效果。这些记录确保设施在验收前达到了设计要求和环境标准。

# 运行与维护

## 9.3运行控制

9.3.1 在确保现场运行条件如水、电、药剂等均满足的情况下，光芬顿氧化法废水处理工程的启动应按照以下顺序进行：首先启动芬顿反应单元，包括机械搅拌机或空气搅拌的风机等搅拌装置，以及加药装置；接着启动循环水泵，确保水流畅通；最后启动光芬顿反应单元，即光芬顿反应器。这一启动顺序确保各系统有序运转，优化反应效果，并确保系统安全稳定地进入正常工作状态。

9.3.2 光芬顿氧化法废水处理工程的运行应遵循以下规定：首先，应定期巡视各设备的运行状况，确保设备正常运转，并做好详细的设备维修和保养记录；其次，各种药剂应根据工艺运行要求及时补充，以保持处理过程的连续性和效率；最后，当进水水质发生变化时，应相应调整光源的投加剂量和循环水量，以确保处理效果维持在最佳水平。这些措施有助于保证系统的长期稳定运行和处理效果的可靠性。

9.3.3 在光芬顿氧化法废水处理工程的停运过程中，应按照以下顺序进行：首先，关闭光芬顿反应单元，即光芬顿反应器；接着，关闭循环水泵，停止水流循环；最后，依次关闭芬顿反应单元的各部分，先关闭加药装置，然后关闭搅拌装置，包括机械搅拌机或空气搅拌的风机。这个顺序确保各处理环节安全、平稳地停止运作，避免设备损坏或不必要的运行风险。

## 9.4维护保养

9.4.3 定期检查光芬顿反应器的灯管工作状态是确保系统稳定运行的关键。通过以上这些措施，可以有效预防灯管故障，保持系统的持续稳定运行。

9.4.4 在光芬顿氧化法废水处理工程中，运行维护紫外光源的光芬顿反应器时，应高度重视紫外线辐射的危害。以上这些措施可有效保护操作人员的安全，并确保系统的正常运行。