

CAQI

团 体 标 准

T/CAQI 257—2022

磁混凝高效沉淀水处理技术规范

Technical specification for magnetic coagulation high efficiency precipitation water
treatment

2022 - 04 - 01 发布

2022 - 07 - 01 实施

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 设计水质与污染物去除效果.....	1
4.1 设计水质.....	1
4.2 污染物去除效果.....	2
5 工艺设计.....	2
5.1 通则.....	2
5.2 工艺流程.....	2
5.3 混凝反应单元.....	2
5.4 沉淀单元.....	3
5.5 磁粉回收单元.....	3
5.6 药剂投加单元.....	4
6 检测与控制.....	4
6.1 一般规定.....	4
6.2 检测.....	4
6.3 控制.....	5
7 调试与验收.....	5
7.1 一般规定.....	5
7.2 调试.....	5
7.3 验收.....	5
8 运行与维护.....	6
8.1 一般规定.....	6
8.2 启动顺序.....	6
8.3 运行规定.....	6
8.4 停止操作.....	6
8.5 日常维护（修）.....	6

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由南京大学宜兴环保研究院提出。

本文件由中国质量检验协会归口。

本文件起草单位：中节能兆盛环保有限公司、江苏创新环境工程有限公司、科盛环保科技股份有限公司、南京大学宜兴环保研究院、江苏启创环境科技股份有限公司、无锡博美环境科技有限公司、江苏华太生态环保科技有限公司、江苏天雨环保集团有限公司、南京江岛环境科技研究院有限公司、江苏泰源环保科技股份有限公司、南京思德睿环境科技有限公司。

本文件主要起草人：吕金河、邵丹萍、朱辉、许柯、许海民、许珣、张亮、许均、曹贵华、朱燕、熊晓敏、黄开龙、包向明、刘志超、刘欣宇、周振中、王卫。

磁混凝高效沉淀水处理技术规范

1 范围

本文件规定了磁混凝高效沉淀水处理技术的设计水质与污染物去除效果、工艺设计、检测与控制、调试与验收、运行与维护。

本文件适用于采用磁混凝高效沉淀水处理技术的城市污水一级强化处理或深度处理工程,工业废水处理、黑臭河道治理以及点源和面源污染治理工程可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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 28742 污水处理设备安全技术规范
- GB 50014 室外排水设计标准
- GB 50141 给水排水构筑物工程施工及验收规范
- GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
- GB 50205 钢结构工程施工质量验收规范
- GB 50334 城镇污水处理厂工程质量验收规范
- CJ/T 51 城镇污水水质标准检验方法
- CJJ 60 城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

磁混凝 magnetic coagulation

在常规混凝絮凝过程中投加磁粉,使混有磁粉的絮体比重增大并快速沉降,强化分离效果,实现高效除污的技术。

3.2

高剪机 shear mixer

通过叶轮的高速旋转破碎含磁粉的污泥实现磁粉与污泥分离的设备。

3.3

磁分离机 magnetic separator

通过永磁材料的磁力回收磁粉的设备。

4 设计水质与污染物去除效果

4.1 设计水质

- 4.1.1 进水水质应根据实际监测资料或广泛参考同类项目的设计运行参数确定。
- 4.1.2 无工程调查资料时,设计水质按 GB 50014 确定。
- 4.1.3 磁混凝高效沉淀水处理技术进水水质主要指标应符合表 1 的规定。

表 1 进水水质主要指标要求

序号	项目	单位	浓度
1	悬浮物(SS)	mg/L	≤30
2	总磷(TP)	mg/L	≤3

4.2 污染物去除效果

磁混凝高效沉淀水处理技术对主要污染物的去除效果见表2。

表 2 主要指标及去除效果

序号	项目	单位	浓度
1	SS	mg/L	≤5
2	TP	mg/L	≤0.3

5 工艺设计

5.1 通则

- 5.1.1 工艺设计应根据项目设计规模、进水水质、出水水质要求等因素合理确定。
- 5.1.2 混凝单元宜与沉淀单元合建。
- 5.1.3 污泥泵应具备耐磨损、耐腐蚀等性能，宜选用渣浆泵等同类型泵。
- 5.1.4 磁粉污泥管道材质应选用高密度聚乙烯（HDPE）等耐磨材质。
- 5.1.5 管道与设备的连接应采用柔性接头。

5.2 工艺流程

磁混凝高效沉淀水处理工艺宜由混凝反应单元（包括混合反应、磁粉反应和絮凝反应）、沉淀单元、磁粉回收单元组成，工艺流程示意图见图1。

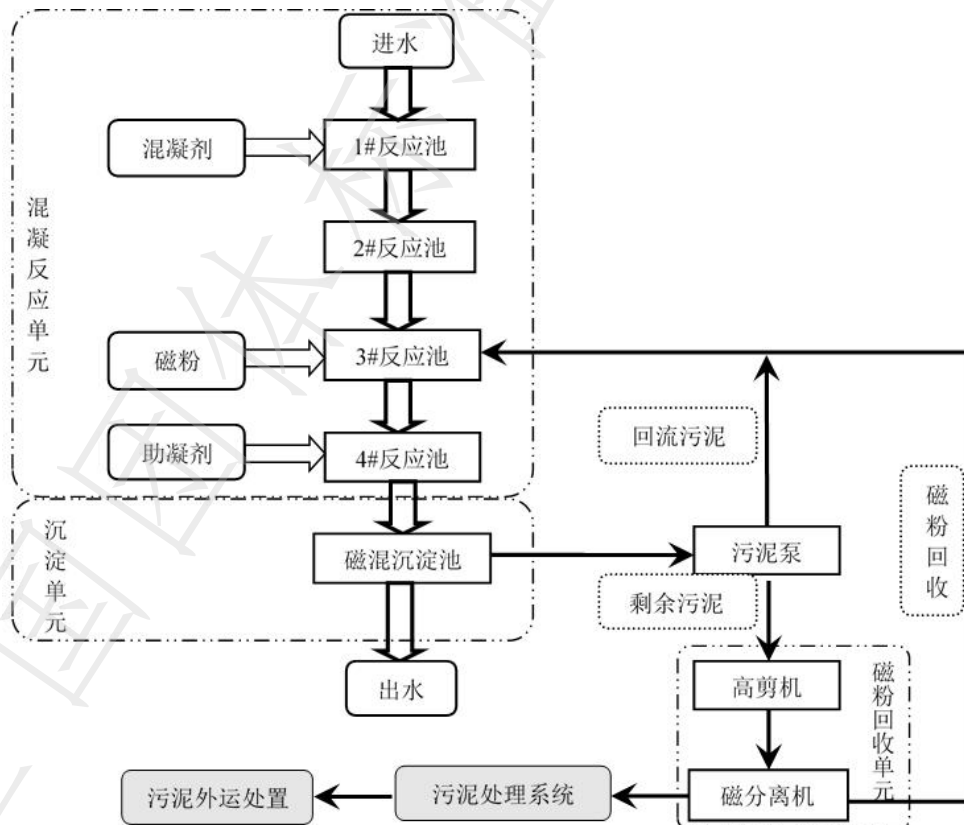


图 1 工艺流程示意图

5.3 混凝反应单元

5.3.1 一般规定

- 5.3.1.1 混凝剂和助凝剂应采用液态投加，投加设备宜选用机械隔膜计量泵、螺杆泵。

5.3.1.2 总水头损失宜小于 0.5 m。

5.3.2 混合反应设计

5.3.2.1 单池水力停留时间宜为 2 min~3 min。

5.3.2.2 搅拌机转速不宜大于 80 r/min。

5.3.2.3 应采用机械搅拌，搅拌设备宜为桨式或推进式搅拌机。

5.3.3 磁粉反应设计

5.3.3.1 单池水力停留时间宜为 2 min~3 min。

5.3.3.2 搅拌机转速不宜大于 70 r/min，采用变频控制。

5.3.3.3 应采用机械搅拌，搅拌设备宜为桨式或推进式搅拌机。

5.3.4 絮凝反应设计

5.3.4.1 单池水力停留时间宜为 2 min~5 min。

5.3.4.2 搅拌机转速不宜大于 60 r/min，采用变频控制。

5.3.4.3 应采用机械搅拌，搅拌设备宜为桨式或推进式搅拌机。

5.4 沉淀单元

5.4.1 沉淀单元包括配水区、清水区、斜管（板）区、缓冲区、沉淀区、污泥浓缩区等。主要设施设备包含斜管（板）、刮泥机、出水堰槽等。

5.4.2 应采用上向流斜管（板）沉淀的工艺。

5.4.3 磁混沉淀池的表面水力负荷宜为 $15 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \sim 40 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

5.4.4 总水头损失不宜大于 0.5 m。

5.4.5 磁混沉淀池排泥管不应有积泥结构，可配置排泥阀，排泥管应采用耐磨材质。

5.4.6 沉淀单元不宜少于两组，每组应按并联设计并能单独运行，单格沉淀池边长不宜超过 16 m。

5.4.7 池体可为钢筋混凝土结构或钢结构，池型宜为正方形，池底角落做填实抹圆处理，底坡坡度不宜小于 10%，抹圆坡角不宜小于 45°。

5.4.8 进入沉淀区前宜设置导流墙。

5.4.9 斜管（板）沉淀池应设置冲洗设施，可采用高压水冲洗设施或空气冲刷清洗。

5.4.10 斜管（板）沉淀池的设计要求如下：

——斜管（板）沉淀池上部宜设遮阳设施；

——斜管（板）区上部清水区水深宜为 0.7 m~1.0 m；

——斜管（板）区底部缓冲层高度宜为 1 m~1.5 m；

——斜管（板）长度宜为 1 m~1.5 m；

——斜管（板）水平倾角宜为 60°；

——斜管一般采用 PP 或 PVC 材质，孔径（或斜板净距）宜为 80 mm。

5.4.11 排泥区宜采用中心传动式机械排泥设备进行排泥，刮泥耙外缘线速度为 1.5 m/min~3.5 m/min；刮泥机驱动形式宜采用回转支撑。

5.4.12 沉淀池设计应考虑当地气候条件，宜设置保温措施。

5.5 磁粉回收单元

5.5.1 一般规定

5.5.1.1 由剩余污泥泵、高剪机、磁分离机等设备组成。

5.5.1.2 磁粉回收单元运行环境温度宜为 -5℃~40℃，运行时宜采用防晒、防腐和保温措施。

5.5.1.3 污泥输送管宜采用耐磨材质的产品，宜设置冲洗配套设施。

5.5.1.4 污泥泵宜采用渣浆泵，污泥泵前后宜采用手动对夹式刀闸阀。

5.5.1.5 磁粉回收率应达 97%以上。

5.5.1.6 回收的磁粉可无限重复使用，需定期补充流失的磁粉量，补充量不宜大于 5 mg/L。

5.5.2 高剪机设计

- 5.5.2.1 由驱动部件、主动轴、叶轮、机械密封、壳体等构成。
- 5.5.2.2 壳体及与水接触部分宜采用 SUS304 或更高等级材质。
- 5.5.2.3 电机运行速度宜为 1000 r/min~1500 r/min。
- 5.5.2.4 处理量应与剩余污泥泵的流量相匹配。
- 5.5.2.5 叶轮宜采用 SUS304 或更高等级材质。

5.5.3 磁分离机设计

- 5.5.3.1 由电机、永磁滚筒、进料槽、槽体、排泥管、防护罩、外壳等组成。
- 5.5.3.2 处理量应与高剪机处理量和剩余污泥泵的流量相匹配。
- 5.5.3.3 永磁滚筒的回收区表面磁感应强度宜为 3000 GS~5000 GS。
- 5.5.3.4 电机宜采用可调速电机，运行速度宜为 20 r/min~45 r/min。
- 5.5.3.5 可预留设置永磁滚筒的水冲洗装置接口。
- 5.5.3.6 外壳宜设置观察窗。

5.6 药剂投加单元

- 5.6.1 应根据进水水质，通过试验选择混凝剂、助凝剂、磁粉等。
- 5.6.2 混凝剂宜选用铁盐、铝盐或其聚合盐类，配置浓度宜为 8%~12%，混凝剂品质和投加量应根据实验确定。
- 5.6.3 絮凝反应室中投加的助凝剂宜选用聚丙烯酰胺，其投加量宜为 0.5 mg/L~2 mg/L。
- 5.6.4 磁粉初始投加量应根据混凝沉淀试验结果确定。无试验数据时，池体初始投加量宜为 0.1 kg/m³~0.15 kg/m³。
- 5.6.5 磁粉运行投加量应根据水质变化确定。平均磁粉运行投加量不宜大于 5 mg/L，并宜采用人工定期补充投加方式。
- 5.6.6 磁粉介质主要成分是四氧化三铁，粒径为 100 目~300 目，磁性物含量宜为 90%~95%。
- 5.6.7 磁粉宜采用干法投加。
- 5.6.8 混凝剂和助凝剂的储备量，宜按不小于 15 d 最大投加量设计。磁粉的储备量不宜小于 30 d 的最大运行投加量。

6 检测与控制

6.1 一般规定

- 6.1.1 整机安全措施应符合 GB/T 28742 的规定。
- 6.1.2 相关机电设备的运行状态宜现场显示。
- 6.1.3 应定期检测本工艺段进出水水质。
- 6.1.4 建（构）筑物以及各检测仪表、电气控制设备应有可靠的接地装置并有明显标志。无电气、控制系统的建（构）筑物的接地电阻不应大于 4 Ω，有电气控制系统的建（构）筑物的接地电阻不应大于 1 Ω。
- 6.1.5 所有控制箱（柜）防护等级不低于 IP65，室内不低于 IP44，确保处于恶劣腐蚀环境中长期稳定运行。
- 6.1.6 所有传送件、旋转件的裸露部位必须加防护罩，以保护人身安全。

6.2 检测

- 6.2.1 日常运行检测的项目和周期应按 CJJ 60 的相关规定执行。
- 6.2.2 水质检测应按 CJ/T 51 的相关规定执行。
- 6.2.3 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。
- 6.2.4 磁粉污泥回流管道、磁粉污泥回收管道应设置可在线采集数据的流量计。
- 6.2.5 进水管道路、混凝剂和助凝剂投加管路宜设置计量设施。
- 6.2.6 进、出水节点宜根据需要设置相关水质项目在线检测仪表。
- 6.2.7 混凝剂、助凝剂及磁粉投加设备宜设置料位检测仪。

6.3 控制

- 6.3.1 机电设备宜实现就地控制和集中远程控制。
- 6.3.2 磁混凝高效沉淀系统宜通过 PLC 独立控制并留有通讯接口，宜通过以太网实现与全厂自动控制系统的通讯。
- 6.3.3 采集或控制的参数宜包括：进水流量、混凝剂投加量、助凝剂投加量、磁粉污泥回流量、磁粉污泥回收流量、沉淀池出水悬浮物浓度和总磷等。
- 6.3.4 混凝反应搅拌机、磁粉反应搅拌机、絮凝反应搅拌机、磁粉污泥回流泵、剩余污泥泵、混凝剂和助凝剂投加泵、磁分离机宜采用变频调节控制。
- 6.3.5 磁分离机因故障等原因停止运行时，应自动停止磁粉回收泵和高剪机的运行。
- 6.3.6 混凝剂、助凝剂、磁粉宜采取自动投加方式，投加装置宜与其对应的料位设置连锁保护。
- 6.3.7 控制系统应对机电设备的工作状态和既设仪表的检测数据实时显示，历史数据应定期自动保存。
- 6.3.8 设备及工艺过程出现非正常运行状况时，控制系统应及时报警，并记录。

7 调试与验收

7.1 一般规定

- 7.1.1 磁混凝高效沉淀工艺的工程施工与验收应满足 GB 50141、GB 50204、GB 50205 和 GB 50334 的相关规定。
- 7.1.2 调试前应对相关人员进行安全和技术培训。
- 7.1.3 应制定调试方案和应急预案，预先准备调试用润滑油脂、药剂、耗材、器具等。
- 7.1.4 确认每个单元的连接管道、阀门、装置以及构筑物的位置，并清理干净。
- 7.1.5 确认电气设备接线正确及电控箱柜功能正常。
- 7.1.6 构筑物经闭水试验合格后方可进行调试。

7.2 调试

- 7.2.1 应按单机调试、系统清水调试、系统联动调试的顺序进行。
- 7.2.2 高剪机应按操作规程进行试车。
- 7.2.3 调试前应检查电机、减速机、机架轴承座、机封等部位。
- 7.2.4 调试和运行过程中减速机油池温升不应超过 45℃，电机最高温度不应超过 85℃。
- 7.2.5 备用设备经过调试合格后方可使用。
- 7.2.6 调试应符合下列规定：
- 确认单机的运转方向、电路、通信等并做好记录；
 - 各单元的清水调试期间，设备应连续运转 24 h，并确认所有管路、阀门无泄漏；
 - 各单元联动调试前应对进水水质进行分析、化验和试验，确定药剂投加量；
 - 各单元联动调试应按设计要求检查设备和自控系统性能；
 - 测试计量泵的读数与投加量曲线，校对计量泵投加量；
 - 根据混凝效果，合理调整药剂的投加点和投加量及搅拌机相关运行参数；
 - 根据进水时变流量及磁粉污泥浓度，调整磁粉污泥回流泵和磁粉回收泵的流量；
 - 根据磁分离机上的磁粉分布情况，调整磁分离机；
 - 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；
 - 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，编制调试报告，制定出操作规程。

7.3 验收

- 7.3.1 设备安装工程质量验收前的准备工作，应符合 GB 50205 和 GB 50334 的相关规定。
- 7.3.2 系统连续稳定运行 7 d 后，可进行验收。
- 7.3.3 依据进水水量和进出水水质要求，检验 SS、TP、磁粉补充量等主要经济技术指标，检验合格后提供相关验收报告。

8 运行与维护

8.1 一般规定

- 8.1.1 应制定管理制度、岗位操作规程、安全操作规程、设施和设备维护保养手册及应急预案。
- 8.1.2 操作人员应掌握处理工艺和设备的运行、维护要求及技术指标，严格按照操作规程进行相关操作。

8.2 启动顺序

启动顺序如下：

- a) 开启进水闸（阀）门；
- b) 开启混凝反应各搅拌机；
- c) 开启沉淀池刮泥机；
- d) 开启回流污泥泵；
- e) 逐步投加磁粉至初始投加量；
- f) 分别开启混凝剂计量泵和助凝剂计量泵；
- g) 待即将排泥时开启高剪机和磁分离机；
- h) 开启剩余污泥泵。

8.3 运行规定

- 8.3.1 定时巡视各设备的工况条件，并做好设备维修保养记录。
- 8.3.2 按工艺运行要求及时补充磁粉。
- 8.3.3 按工艺运行要求，检查矾花的大小、形态和沉降性能，调整药剂制备和投加及搅拌机运行参数。
- 8.3.4 定时检查磁粉回收管路和磁粉回流管路上的流量计读数。
- 8.3.5 剩余污泥泵和磁粉污泥回流泵的备用泵应按操作规程规定的时间间隔进行切换运行。
- 8.3.6 应根据运行情况，定期对斜管（板）进行冲洗。
- 8.3.7 按运行要求做好水质检测工作。

8.4 停止操作

停止操作顺序如下：

- a) 关闭进水闸门；
- b) 停止投加混凝剂、助凝剂和磁粉；
- c) 待磁分离机上无磁粉时，先停刮泥机、高剪机，再停剩余污泥泵、磁粉污泥回流泵，最后停磁分离机；
- d) 停止各搅拌机等其他设备。

8.5 日常维护（修）

- 8.5.1 维护（修）应对下列内容进行记录：
 - a) 电气、仪表、机械设备累计运行记录；
 - b) 电气、仪表、机械设备维护、维修及保养记录。
 - 8.5.2 操作人员应每日进行巡视检查。
 - 8.5.3 定期擦拭设备或注油保养。
 - 8.5.4 及时排除设备故障，更换易损部件，并做维护和交接班记录。
 - 8.5.5 定期检查库存备品备件情况，并及时订货、补充。
 - 8.5.6 应定期对各类仪器、仪表、设备固定螺栓和运行部件进行检验并及时调整。
-