**团体标准**

T/JSGS ×××—202X

**农村供水铁锰处理技术规程**

**Technical Specification for Iron and Manganese Treatment of Rural Water Supply**

**（征求意见稿）**

**202X-XX-XX发布 202X-XX-XX实施****中国农业节水和农村供水技术协会 发布中国标准出版社 出版**

目录

[前言 II](#_Toc202448905)

[1 范围 1](#_Toc202448906)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc202448907)

[3 术语和定义 1](#_Toc202448908)

[4 基本要求 2](#_Toc202448920)

[5 工艺选择 3](#_Toc202448926)

[6 技术要求 4](#_Toc202448941)

[7 施工与验收 6](#_Toc202448946)

[8 运行维护 7](#_Toc202448949)

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这些专利的责任。

本文件由中国农业节水和农村供水技术协会提出。

本文件由中国农业节水和农村供水技术协会归口。

本文件起草单位：中国水利水电科学研究院，辽宁省水利事务服务中心，辽宁嘉龙兴水科技有限公司，北京中水润科认证有限责任公司

本文件主要起草人：

本标准为首次发布。

农村供水铁锰处理技术规程

# 1 范围

本文件规定了农村供水铁锰处理的一般要求、工艺选择、技术要求、施工与验收、运行维护等内容。

本文件适用于农村供水中采用铁锰处理工艺的工程。

# 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 5749《生活饮用水卫生标准》

GB/T 14848《地下水质量标准》

GB 3838《地表水环境质量标准》

GB 50013《室外给水设计标准》

GB 50169《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》

GB 50268《给水排水管道工程施工及验收规范》

GB 50231《机械设备安装工程施工及验收通用规范》

GB 50275《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》

GB/T 43824《村镇供水工程技术规范》

GB/T 5750《生活饮用水标准检验方法》

SL/T 825《小型农村供水工程规范化提升技术规程》

CJ/T 43《水处理用滤料》

# 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件

**3.1**

**铁锰超标水　iron and manganese exceeding standard water**

铁和锰的含量大于GB 5749限值的水称为铁锰超标水，只有铁元素超标的称为铁超标水，只有锰元素超标的称为锰超标水。

**3.2**

**活性催化滤膜****active catalytic oxide film**

接触氧化过滤过程中，负载于滤料表面的金属氧化物催化层，通过催化氧化作用去除铁锰。

**3.3**

**接触氧化法　contact oxidation process**

利用滤料表面形成的活性滤膜对水中的铁、锰催化氧化去除的方法。

**3.4**

**曝气氧化法　aeration oxidation method**

通过向地下水中通入空气，使水中的铁、锰离子氧化为高价态沉淀物，从而去除铁锰的方法。

**3.5**

**铁锰氧化菌　iron and manganese oxidizing bacteria**

能催化氧化水中亚铁（Fe2+）和锰（Mn2+）的自养或异养微生物群落。

**3.6**

**生物除铁除锰　biological iron and manganese removal**

利用铁锰氧化菌的生物氧化作用，将水中溶解态的铁（Ⅱ）、锰（Ⅱ）转化为不溶性铁（Ⅲ）和高价锰（MnO2）化合物并截留去除的过程。

**3.7**

**生物滤膜　biological active film**

滤料表面附着的以铁锰氧化菌为主体的微生物群落及其分泌的胞外聚合物构成的活性膜层。

**3.8**

**氧化剂　oxidant**

在化学反应中能够提供氧原子、夺取电子或使其他物质元素化合价升高的物质。

# 4 基本要求

**4.1** 原水应符合GB/T 14848或GB 3838的要求，当原水为地下水，铁、锰含量大于GB 5749中规定的限值时，应首先寻找优质替代水源，当无替代水源时应进行处理。

**4.2** 铁锰超标水处理工艺流程选择应根据原水水质特性，通过技术经济比较确定，必要时可通过试验确定，也可根据相似水厂的经验确定。

**4.3** 地下水除铁可采用曝气氧化法。

**4.4** 对于高铁浓度、低温环境、或水源水质复杂，存在有机物或氨氮干扰或水中的二价铁空气氧化较慢时，应选择接触氧化法工艺。

**4.5** 对于中低浓度铁锰水（尤其锰为主），且在温度适宜、水质（有机/无机干扰物）适宜的地区，可选择生物法处理工艺。

**4.6** 工程施工前应将设备技术要求、现场情况与图纸进行核对，对预埋件进行复核，发现问题应及时解决。

**4.7** 设备安装前应按设计和设备允许的偏差对设备基础、预埋件位置和几何尺寸进行复检和校正，并应有记录。

# 5 工艺选择

**5.1** 工艺选择应遵循以下原则：

1. 单独除铁遵循GB/T 43824-2024中10.9.1规定的内容；
2. 单独除锰可采用催化氧化法。氯、高锰酸钾和臭氧等氧化剂也可用于除锰，可根据锰离子浓度和实际需要选用。
3. 当原水铁含量低于5.0 mg/L、锰含量低于1.5 mg/L时，可采用单级曝气过滤除铁除锰工艺；
4. 当原水铁含量高于5.0 mg/L、锰含量高于1.5 mg/L时，可采用多级曝气多级过滤除铁除锰工艺；
5. 当原水同时伴生氨氮高于1.0 mg/L时，应增设生物氧化单元或设置曝气；
6. 当铁含量低于10 mg/L、锰含量低于2.0 mg/L，水温大于8℃且常年波动小于10℃，氨氮含量低于3.0 mg/L且无重金属及有机毒物污染时，宜采用生物除铁除锰工艺。

**5.2** 偏远地区农村供水量小、运维力量薄弱，在满足以下条件时可酌情将两级过滤滤速放宽至7 m/h：

1. 原水锰浓度≤1.5 mg/L且波动小；
2. 采用高催化活性锰砂滤料（K₈₀≤1.5）；
3. 曝气后溶解氧≥6 mg/L，pH≥7.2；
4. 滤层厚度取上限值（除铁层≥0.9 m，除锰层≥1.1 m）。

**5.3** 曝气方式选择应遵循以下原则：

1. 当铁含量低于3 mg/L、锰含量低于0.5 mg/L时，可采用跌水或射流曝气，跌水高度0.5 m/级，单堰流量≤30 m3/(m·h)；
2. 当铁含量高于3 mg/L、锰含量高于0.5 mg/L时，采用机械曝气或板条式曝气塔，淋水密度5~10 m3/(h·m2)。

**5.4** 200 m3/d以下工程宜选用一体化除铁锰设备，无电力地区可采用重力式跌水曝气+慢滤池组合工艺或超滤工艺。

**5.5** 生物除铁除锰工艺宜采用两级过滤，一级生物除铁滤池滤速4~6 m/h，滤层厚度≥1.0 m；二级生物除锰滤池滤速3~5 m/h，滤层厚度≥1.2 m。

# 6 技术要求

## 6.1　曝气

**6.1.1** 应根据原水水质及需氧量等要求，通过计算和技术经济比较选择曝气装置，常见的曝气方式及装置主要有跌水曝气、喷淋曝气、射流曝气、压缩空气曝气、板条式曝气塔、接触式曝气塔及叶轮式表面曝气装置等。

**6.1.2** 当地下水中铁＜5mg/L、锰＜1.5mg/L时，可采用跌水、喷淋及射流泵等简单的曝气方式。

**6.1.3** 当地下水中铁＞5mg/L、锰＞1.5mg/L时，可采用板条式曝气塔、接触式曝气塔、机械通风曝气塔及叶轮表面曝气等装置。

**6.1.4** 当含铁含锰地下水中伴生氨氮时，应通过计算和实验确定曝气装置及曝气级数。

**6.1.5** 当采用生物除铁锰工艺时，曝气溶解氧≥5 mg/L，pH值宜保持在6.5~7.5。采用跌水曝气时，跌水高度≥0.8 m；机械曝气时，气水比≥0.5:1。

**6.1.6** 采用跌水装置时，跌水级数可采用1~3级，每级跌水高度0.3~0.8 m，单堰宽流量≤30 m³/(m·h)。当农村小型供水工程流量低于10 m3/h时，单堰流量可放宽至50 m3/(h·m2)。

**6.1.7** 采用淋水装置（如穿孔管）时，孔眼直径宜采用4~8 mm，孔眼流速宜为1.5~2.5 m/s，安装高度宜为1.5~2.5 m。

**6.1.8** 采用喷水装置时，每10 m2集水池面积上宜装设4~6个喷嘴，喷嘴处的工作水头宜采用7 m，喷水曝气装置下部宜设置较大面积的集水池。

**6.1.9** 采用板条式曝气塔时，淋水密度宜为淋水密度5~10 m3/(h·m2)，板条层数可采用3~4层，层间净距宜为400~600 mm。板条宽度宜为200~300 mm，板条宽度与缝隙宽度比宜为1:1。

**6.1.10** 采用接触式曝气塔时，填料层数可为1~3层，填料宜采用30~50 mm粒径的焦炭块或矿渣，每层填料厚度宜为300~400 mm，层间净距不宜小于600 mm。

**6.1.11** 采用叶轮表面曝气装置时，曝气池停留时间宜为20~40 min，叶轮直径与池长边或直径之比宜为1:6~1:8，叶轮外缘线速度宜为4~6 m/s。

## 6.2　过滤

**6.2.1** 滤料宜采用天然锰砂或石英砂等。锰砂最小粒径宜为0.6 mm,最大粒径宜为1.2~2.0 mm；石英砂最小粒径宜为0.5 mm，最大粒径宜为1.2 mm。滤料层厚度宜为800~1200 mm，滤速宜为5~7 m/h。

**6.2.2** 滤池宜采用大阻力配水系统。当采用锰砂滤料时，承托层的上部两层应采用锰矿石。

**6.2.3** 过滤格数设置应保障反冲洗时其他滤格的强制滤速符合设计要求。

**6.2.4** 地下水除铁除锰过滤可采用天然锰砂、石英砂、无烟煤及沸石等滤料，宜优先采用天然锰砂滤料。

**6.2.5** 对于两级过滤除铁除锰工艺，第二级除锰过滤宜选用天然锰砂作为滤料。

**6.2.6** 生物滤池宜采用天然锰砂或石英砂滤料，粒径0.6~1.2 mm，不均匀系数K80≤1.6。

**6.2.7** 天然锰砂粒径0.6~1.5 mm，不均匀系数K₈₀≤1.8；石英砂粒径0.5~1.0 mm，K₈₀≤1.5。

**6.2.8** 采用强化过滤除铁除锰时，可将石英砂更换为锰砂滤料，或强化现有滤池的生物除铁除锰功能。当原水中CODMn＞5 mg/L时，可在过滤后增设超滤膜组件（孔径≤0.1 μm）。

**6.2.9** 滤料应具有良好的机械强度，同时滤料应不溶于水且具有良好的化学稳定性，满足CJ/T 43要求。

**6.2.10** 宜设置过滤初滤水排放系统，排放时间宜为15~30 min，滤速不宜超过正常滤速的1/3。

**6.2.11** 过滤单元的排水槽槽顶应严格找平。过滤配水系统支管的孔眼直径应完全一致，均匀分布，且配水系统要安装平整；采用滤头反冲洗时，宜考虑滤头堵塞时便于更换的措施。

**6.2.12** 过滤单元的进出水管路上宜设置取样口，便于定期取样，监测水质。

**6.2.13** 压力式除铁除锰滤罐宜采用自动排气。采用手动排气时，宜每天排气4~7次，每次排气时间宜为5~10 min。

**6.2.14** 在滤料装填前，应按要求认真筛选，筛选后自上而下、由大而小逐层装填。

**6.2.15** 滤料装填完毕应及时进行反冲洗，水流自下向上，将不合格的滤料砂粉末及泥水及时冲走，直至出水澄清才能正式运转。

## 6.3　冲洗

**6.3.1**过滤反冲洗应以水力反冲洗为主，反冲洗强度应以控制过滤堵塞并避免滤料表面活性滤膜的破坏为主，详见表1：

表1除铁、除锰过滤的冲洗强度、膨胀率

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 滤料种类 | 滤料粒径（mm） | 冲洗强度（L/（m2·s）） | 膨胀率（%） |
| 1 | 石英砂 | 0.5~1.0 | 12~14 | 30~35 |
| 2 | 锰砂 | 0.6~1.5 | 14~16 | 25~30 |

注：压力式滤罐取表中下限值，生物滤池反冲洗强度按6.3.11执行。

**6.3.2** 反冲洗周期应根据进水水质和滤后水水质监测结果调整，通常为24~72 h。除铁过滤的反冲洗周期可采用24~36 h，除锰过滤的反冲洗周期可采用36~60 h；一级除铁除锰过滤的反冲洗周期可采用24~48 h。

**6.3.3** 过滤反冲洗水箱或水池的容积一般应大于单个过滤反冲洗所需水量的1.5倍。

**6.3.4** 压力式过滤器上部的排水漏斗直径不应小于废水排出管管径的2倍，过滤器的上部和下部分别设置人孔、检修孔和滤料取样孔，池顶应设置自动排气阀或手动排气装置。

**6.3.5** 反冲洗系统应安装流量计量装置和流量调节装置，以便于监测和调节反冲洗强度。

**6.3.6** 水处理过程中产生的泥水、废水和废弃物等均应进行处理处置，严禁直接排入周围环境。

**6.3.7** 初滤水应回收，反冲洗废水应采用不同处理工艺处理后回收或排放。

**6.3.8** 反冲洗强度宜为12~16 L/s·m2左右，历时7~10 min。

**6.3.9** 设备初运行阶段，反冲洗水量不宜过大，强度不宜过高，仅以松动滤料为主，以免影响生物活性滤膜的形成。

**6.3.10** 挂膜期启动初期滤速控制在设计值30%~50%；反冲洗强度降至正常值60%~70%，反冲洗周期宜为48~72 h，具体根据水头损失调整；可接种成熟滤池排泥液（接种量≥5%滤池容积）或投加菌剂加速挂膜。

**6.3.11** 反冲洗石英砂滤料8~10 L/(m2·s)，锰砂滤料10~12 L/(m2·s)；膨胀率15%~25%；历时5~8 min，避免破坏生物膜结构。

## **6.**4**滤料及耗材存储**

**6.4.1**滤料应存放在避光的仓库内，并注意通风和干燥。

**6.4.2** 滤料仓库大小应考虑使用过滤所需备用滤料的体积。

**6.4.3** 应单独设立废弃滤料堆放点或临时储存室，并与新滤料分开存放，应设置废弃滤料渗出液收集和处理设施。

**6.4.4** 采用氧化剂时，宜采用成套装置与投加设备。偏远或无稳定电力地区，氧化剂投加系统宜采用重力滴加或太阳能驱动装置。

**6.4.5** 氧化剂的储备量应按当地供应、运输等条件确定，宜按最大投加量的3~7 d计算，交通不便地区可延长至10 d。

# 7 施工与验收

## 7.1 设备安装

**7.1.1** 设备基础应按照设计要求和图纸规定浇筑，混凝土基础应平整坚实。预埋件位置和几何尺寸进行复检和校正，并清除基础表面的油污、碎石、泥土和积水。

**7.1.2** 设备基础表面平整度、顶标高的允许偏差应为±10 mm；埋设有中心标板的设备基础，其中心线由竣工中心线引测，同一中心标点的偏差应为±1 mm。纵模中心线应进行垂直度的检查，并调整横向中心线，同一设备基准中心线的平行偏差或同一生产系统的中心线直线度应为±1 mm；若无设计要求，设备基础基准点的标高偏差应为±2 mm。

**7.1.3** 过滤单元中所有滤头、滤帽或滤柄的顶表面应控制在同一水平高程，滤池为气水反冲洗时，气水反冲洗滤头安装平整度允许偏差为±5 mm。

**7.1.4** 反洗水泵、反洗风机安装应符合GB 50275的规定。

**7.1.5** 设备电气及控制系统安装应符合GB 50169的规定。

**7.1.6** 输配水管道安装应符合GB 50268的规定。

## 7.2 验收

**7.2.1** 设备调试需通过单机试运行、系统联动调试、连续3次（间隔时间＞8h）出水达标。

**7.2.2** 滤料的铺设应在滤池土建施工和设备安装全部完成并验收合格后及时进行，否则需采取有效措施防止杂物落入滤池。

**7.2.3** 滤料含泥量≤1%，级配偏差控制在±10%。

**7.2.4** 当工程为生物法处理工艺时，应注意：

* 1. 先判断挂膜是否成熟（连续15天出水铁≤0.1 mg/L、锰≤0.05 mg/L）；
  2. 其次进行生物膜检测，滤料表面呈红褐色（铁氧化物）或黑褐色（锰氧化物），镜检可见典型菌丝；
  3. 保证滤层含泥量≤3%，生物膜覆盖率≥70%，滤料Mn2+氧化速率≥0.3 mg/(g·h)（以干滤料计），滤层微生物密度≥105 CFU/g。

**7.2.5** 所有验收过程应做质量验收记录。

**7.2.6** 农村供水工程验收应符合GB/T 43824中13.7相关规定。

# 8 运行维护

## 8.1 工程运行

**8.1.1**滤料成熟期管理时，可将启用初期滤速降至设计值50%，反冲洗强度降至正常值80%，可接种成熟滤料（≥20%）或投加微量KMnO4（0.5~1 mg/L）。

**8.1.2** 接种成熟滤料可缩短培养周期40%~60%，投加KMnO4浓度严格控制在0.5~1 mg/L。

**8.1.3** 药剂应根据水质和流量确定加药量，水质和流量变化较大时，应及时调整加药量。

**8.1.4** 当接触氧化过滤采用间断运行时，每次停止运行前应对滤池进行冲洗，并保持滤料层掩没在水中。

**8.1.5** 反冲洗后过滤滤料表面应保持平整，无凹陷、凸起、积泥和结壳。

**8.1.6** 过滤反冲洗前宜将过滤液位降至距滤料上表面200~300 mm处，然后开始进行反冲洗。

**8.1.7** 过滤反冲洗结束后，可在过滤的前30~120 min内降低滤速运行。

**8.1.8** 反冲洗频率应根据处理后水质、压力来调整；当滤后水铁、锰含量、压差或出水浊度超过规定限值时，应进行反冲洗。

**8.1.9** 反冲洗废水回用应符合GB 50013的规定。

**8.1.10** 除铁（锰）滤器的滤料应每年进行翻砂整理，清除板结滤料，并观察滤层厚度，如发现滤层减薄，应补足滤层。

**8.1.11** 定期检查设备运行状态，检查设备有无堵塞、泄漏；如遇设备泄漏，立即停机，更换密封圈或紧固管道。

**8.2 工程维护**

**8.2.1** 过滤停用一段时间后重新启用，可通过以下措施加速过滤启动：

1. 降低过滤初期过滤的滤速和反冲洗强度；
2. 向原水中投加适量的氧化剂（如高锰酸钾及其复合盐等）。

**8.2.2** 应定期检查过滤反冲洗废水中的含砂量以及过滤滤层高度，宜每隔1~2年补充过滤滤料至设计高度。

**8.2.3** 当接触氧化过滤的滤料因使用时间过长而导致出水水质不达标时，应更换滤料。

**8.2.4** 废弃滤料晾干后宜优先考虑资源化利用，其次考虑填埋。

**8.2.5** 当接触氧化过滤停止运行前，应对滤池进行冲洗，保持滤料层掩没在水中，并定期更换滤池存水。

**8.2.6** 接触式曝气塔应每隔1~2年对填料进行清理，当原水含铁量较高时应加大清洗频次。

**8.2.7** 应加强过滤反冲洗配水系统检修并检查反冲洗配水均匀性。

**8.2.8** 每年检测生物膜厚度（宜为0.1~0.3 mm）；当滤料板结率＞20%或锰去除率持续下降＞15%时，需翻砂或更换滤料。

**8.2.9** 采用生物法除铁锰，当温度低于8℃时，应降低滤速20%，延长反冲洗周期至120 h。当进水溶解氧不足时应增设预曝气或投加微量H2O2（≤1 mg/L）。

**8.2.10** 当工程停运＞7天时，需反冲洗后注满清水，每周低流量（设计值10%）循环30 min，重新启动按6.3.10挂膜程序操作。

**8.2.11** 采用一体化净水设备时，每年应停机保养一次，保养内容包括全面检查并更换损坏的零部件、检查和补充滤料、清洗和检查修补防腐层。

**8.2.12** 氧化水箱至少每半年清洗1次，防止沉淀物进入除铁锰装置。

**8.2.13** 每3~5年检查曝气设施的完好性并修理或更换损坏设备；每5年检修或更换集、配水设施、控制阀门、管道及附属设施。

**8.2.14** 建立运行日志，记录水质数据、反洗周期及设备故障，定期分析效率变化。

## 8.3 水质检测

**8.3.1** 水质检测指标及频率除符合GB/T 43824附录A的规定外，每月至少对铁、锰进行1次专项检测。V型、V型村镇供水工程水源水、出厂水和末梢水水质检测指标及频率也可执行SL/T825的规定。

**8.3.2** 水质检测结果应及时反馈供水单位。如出现不达标情况时，应立即开展复测，仍不达标时，应将结果同时报送水行政主管部门，督促供水单位查明原因并及时整改，必要时启动应急供水预案。

**8.3**.3 水质检测方法符合GB/T 5750要求。