

团 体 标 准

T/JS GS 005-2020

微灌系统加氯/酸处理技术规程

Technical standard for chlorination and acidification of microirrigation
system

(征求意见稿)

2020-XX-XX 发布

2020-XX-XX 实施

中国农业节水和农村供水技术协会 发布

目 次

前 言.....	I
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 总则.....	3
5 加酸处理.....	4
6 加氯处理.....	5
7 加氯/酸装置	7
8 运行管理.....	7
附录 A （规范性附录）加酸处理稀释酸液占灌溉水总量质量分数简易测定与计算.....	9
附录 B （规范性附录）微灌系统有效氯消耗量简易测定与计算	10

前 言

按照中国农业节水和农村供水技术协会团体标准编制工作安排，依据 GB/T 1.1-2009 《标准化工作导则 第一部分：标准的结构和编写》的要求，编写本标准。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准的起草单位：中国水利水电科学院研究院、XXXX、XXXX。

本标准的主要起草人：

微灌系统加氯/酸处理技术规程

1 范围

本标准规定了微灌系统加氯/酸处理适用范围、应用条件、系统组成、技术要求和运行管理要求等内容。

本标准适用于农业、林业、牧业及园林绿地等微灌工程规划、设计与运行管理。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注明日期的引用文件，仅所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（包含所有的修改单）适用于本文件。

《微灌工程技术规范》（GB/T 50485）

《农田灌溉水质标准》（GB 5084）

《城市污水再生利用 绿地灌溉水质》（GB/T 25499-2010）

《城市污水再生利用 农田灌溉用水水质》（GB 20922-2007）

《水质 游离氯和总氯的测定 N,N-二乙基-1,4-苯二胺分光光度法》（GB 11898-89）

《水质 pH值的测定 玻璃电极法》（GB/T 6920）

3 术语和定义

3.1 加氯处理 Chlorination

向灌溉水中加入氯，通过降低系统中微生物活性而减少微灌系统堵塞物质形成的方法。

3.2 加酸处理 Acidification

向灌溉水中加入酸，通过降低灌溉水 pH 值、避免钙镁沉淀物质形成而减少微灌系统堵塞的方法。

3.3 注入模式 Injection mode

由加氯/酸间隔、加氯/酸历时、设计加氯浓度、末端余氯控制浓度、设计 pH

值等参数组成的加氯/酸方案。

3.4 持续注入 Continuous injection

每次灌水均进行加氯/酸的注入模式。

3.5 定期注入 Intermittent injection

按照设定加氯/酸间隔，在指定灌溉日期进行加氯/酸的注入模式。

3.6 强化注入 Intensive injection

以灌溉季或年为周期进行高浓度加氯/酸的注入模式。

3.7 化学堵塞 Chemical clogging

化学堵塞是指灌溉水或肥料溶液中的化学物质(如碳酸盐、磷酸盐、硫酸盐、硅酸盐、氢氧化物、铁离子、锰离子、钙离子和硫化物等)，在一定条件下变成不溶性物质并沉淀在灌水器内部所引起的堵塞。

3.8 加酸处理设计 pH 值 Preset pH of irrigation water

经加注装置注入到灌溉水中的酸与水混合、反应后的加注点控制 pH 值。

3.9 加氯/酸间隔 Chlorination/acidification interval

两次加氯/酸处理的间隔时长。

3.10 加氯/酸历时 Chlorination/acidification duration

自加氯/酸过程开始至加氯/酸过程结束持续时间总长。

3.11 加氯/酸流量 Chlorine/acid injection rate

加氯/酸过程中，单位时间内通过加注装置向灌溉主管道中注入的氯/酸稀释液的体积。

3.12 生物堵塞 Biological clogging

生物堵塞是指灌溉水中的水生物物质(包括浮游动物、藻类和细菌粘质等)进入微灌系统后不断增长繁殖引起的灌水器堵塞。

3.13 设计加氯浓度 Designed chlorine concentration

经加注装置注入到灌溉水中的氯与水混合稀释后，加注点溶液中的有效氯(游离氯或化合氯)浓度。

3.14 末端余氯控制浓度 Controlled residual chlorine concentration

灌溉水加入的氯与灌溉水及微灌管壁接触一定时间后，微灌系统最远端毛管末端灌水器出流水中的有效氯(游离氯或化合氯)浓度。

3.15 加氯/酸反应（静置）时间 Residual chlorine retention duration

加氯/酸过程结束至对系统中氯/酸进行冲洗，氯/酸在微灌系统中的存留时间。

3.16 平均相对流量 Discharge ratio variation

用于评价灌水器堵塞程度的指标，指灌溉系统运行中某一时间的灌水器流量与新灌水器流量的比值，用百分数表示。

3.17 稀释氯液有效氯浓度 Chlorine concentration of stock chlorine solution

用于向微灌系统中直接加入的经稀释的次氯酸钠或次氯酸钙溶液有效氯（游离氯或化合氯）质量浓度。

3.18 稀释酸液浓度 Concentration of stock acid solution

用于向微灌系统直接加入的经稀释的盐酸、磷酸、硝酸或硫酸溶液质量浓度。

4 总则

4.1 微灌加氯/酸处理设置的必要性应根据灌溉水质进行判定。

4.2 加酸处理可单独进行，加氯处理应与加酸处理配合进行。

4.3 微灌系统加酸的必要性根据灌溉水 pH 值、溶解性总固体、总铁含量判定，参照表 4.2.1 进行。

4.4 加酸必要性为“中”时宜采取加酸处理，必要性为“高”时应采取加酸处理。

表 4.2.1 微灌系统加酸处理必要性评价

水质指标		加酸必要性		
pH 值		5.5-7.0	7.0-8.0	>8.0
溶解性总固体/总铁 (mg/L)	<500 / <0.2	低	中	高
	500-2000 / 0.2-1.5	中	中	高
	>2000 / >1.5	高	高	高

注：1、溶解性总固体和总铁含量判别结果不一致时，取较高级别；2、当土壤 pH<5.5 时，不宜进行加酸处理；3、相同灌溉水质条件，灌水器标称流量<1 L/h 时加酸必要性可提高一个级别。

4.5 微灌系统加氯必要性应按照灌溉水中细菌总数参照表 4.2.2 判定；当没有细菌总数检测资料时，可参照表 4.2.3 按灌溉水源进行判定。

4.6 加氯必要性为“中”时宜采取加氯处理，必要性为“高”时应采取加氯处理。

表 4.2.2 微灌系统加氯处理必要性评价（细菌总数判定法）

	灌溉水细菌总数（CFU/mL）		
	<10000	10000-50000	>50000
加氯必要性	低	中	高

表 4.2.3 微灌系统加氯处理必要性评价（灌溉水源判定法）

	灌溉水源		
	地下水	地表水	再生水
加氯必要性	低	中	高

注：1、当灌溉水氯离子含量>350mg/L时，不宜进行加氯处理；2、相同灌溉水质条件下，灌水器标称流量<1 L/h时加氯必要性可提高一个级别。

5 加酸处理

5.1 加酸处理技术参数

5.1.1 微灌系统加酸可采用持续注入、定期注入或强化注入模式。加酸必要性为“高”时，宜采用持续注入模式；加酸必要性为“中”时，宜采用定期注入模式。化学堵塞严重的微灌系统，可采用强化注入模式。

5.1.2 采用持续注入和定期注入模式加酸时，加酸处理设计 pH 值为 6.0~7.0，单次加酸历时应控制在 1~2 h。

5.1.3 定期注入模式的加酸间隔可按照灌溉季节内灌水器平均相对流量不低于 90%的原则确定。

5.1.4 强化注入加酸方式宜在作物收获后进行，加酸处理设计 pH 值为 4.0~6.0，加酸历时应控制在 0.5~1.0 h，加酸反应（静置）时间应控制在 12~24 h，之后应进行毛管冲洗，冲洗流速应控制为约 0.5 m/s，冲洗时间应大于 10 min。压力补偿式灌水器不宜采用强化注入加酸方式。

5.2 酸液原料及浓度

5.2.1 微灌系统加酸可采用工业级盐酸（推荐浓度 33%）、磷酸（推荐浓度 85%）、硝酸（推荐浓度 60%）和硫酸（推荐浓度 65%）。

5.2.2 微灌系统加酸时，注入稀释酸液浓度宜为 0.5~1%。

5.3 加酸流量计算

加酸流量根据加酸处理设计 pH 值、管道流量及注入酸液 pH 值按式 5.3 计

算：

$$Q_{\text{酸}} = Q_{\text{水}} \times C_d \times 10 \quad (5.3)$$

式中：

$Q_{\text{酸}}$ ——加酸流量，L/h；

$Q_{\text{水}}$ ——灌溉系统管道流量， m^3/h ；

C_d ——达到加酸处理设计 pH 值时，稀释酸液加入量占灌溉水总量的质量分数，%。测定方法及计算过程见附录 A。

6 加氯处理

6.1 加氯处理技术参数

6.1.1 微灌系统加氯可采用持续注入、定期注入或强化注入模式进行。加氯必要性为“高”时，宜采用持续注入模式；加氯必要性为“中”时，宜采用定期注入模式。生物堵塞严重的微灌系统可采用强化注入模式。

6.1.2 采用持续注入和定期注入模式加氯时，加氯历时应控制在 1~2 h，末端余氯控制浓度下限一般不低于 0.5 mg/L，末端余氯控制浓度上限值根据表 6.1.2-1 作物对氯的敏感性选取。加注点加氯浓度不宜超过 20 mg/L。

表 6.1.2-1 不同种类作物末端余氯控制浓度上限值参考值 (mg/L)

对氯敏感性	作物种类代表	苗期	其他生育期
高	草坪、花卉、烟草等	0.5~2	2~4
中	蔬菜、瓜类等	1~2	2~4
低	粮、棉、油料、果树等	1~3	5~8

注：应避免在作物苗期进行加氯处理。

6.1.3 定期注入加氯模式的加氯间隔可按照灌溉季节内灌水器平均相对流量不低于 90%的原则确定。

6.1.4 强化加氯方式宜在作物收获后进行，设计加氯浓度应控制在 20~50 mg/L，加氯时间应控制在 0.5~1 h，加氯反应（静置）时间应控制在 12~24 h；之后应进行毛管冲洗，冲洗流速应控制为约 0.5 m/s，冲洗时间应大于 10 min。

6.1.5 加氯前，应先测定灌溉水 pH 值。当灌溉水 pH>7.0 时，应同时采取加酸处理，将灌溉水 pH 值降至 5.5~6.0。

6.2 加氯原料及浓度

6.2.1 加氯原料可参照表 6.2.1-1 选用液态氯（次氯酸钠，有效氯含量 7~13%）和固态氯（次氯酸钙，有效氯含量 60~85%）。

表 6.2.1-1 不同类型加氯原料性能

类型	优点	缺点
次氯酸钠	容易操作，适用范围广	易变质，不易储存
次氯酸钙	易保存，易运输	加氯时操作复杂，安全培训要求高

6.2.2 加氯时，注入微灌系统的稀释氯溶液有效氯浓度应控制为 1000~2000 mg/L。

6.3 加氯流量计算

6.3.1 以末端余氯控制浓度为控制条件

持续注入和定期注入加氯模式下，加氯流量按式 6.3.1 计算：

$$Q_{\text{氯}} = Q_{\text{水}} \times (C_r + C_s) / C_{\text{氯}} \times 1000 \quad (6.3.1)$$

式中：

$Q_{\text{氯}}$ ——加氯流量，L/h；

$Q_{\text{水}}$ ——灌溉系统管道流量，m³/h；

C_r ——微灌系统距加氯点最远端灌水器出流余氯控制浓度，mg/L；

C_s ——微灌系统有效氯消耗量（包括灌溉水消耗和管壁消耗），mg/L，测定方法及计算方法见附录 B；

$C_{\text{氯}}$ ——稀释氯液的有效氯浓度，mg/L。

6.3.2 以设计加氯浓度为控制条件

强化注入加氯模式下，加氯流量计算按式 6.3.2 计算：

$$Q_{\text{氯}} = Q_{\text{水}} \times C_a / C_{\text{氯}} \times 1000 \quad (6.3.2)$$

式中：

$Q_{\text{氯}}$ ——加氯流量，L/h；

$Q_{\text{水}}$ ——灌溉系统管道流量，m³/h；

C_a ——微灌系统加氯点设计加氯浓度，mg/L；

$C_{\text{氯}}$ ——直接注入微灌系统的稀释氯液有效氯浓度，mg/L。

7 加氯/酸装置

7.1 加氯、加酸装置应独立设置，分别包括储存装置、注入装置、流量控制装置、安全防护装置等。

7.2 加氯、加酸装置应耐酸和耐氯腐蚀。

7.3 氯和酸的储存装置应密封，液氯储存装置外部应涂装白色漆。

7.4 加氯、加酸可采用水动式比例泵、机械柱塞泵、隔膜泵等具有流量精确调节功能的加注装置。

7.5 加氯和加酸注入口均应设置在过滤器上游；加酸注入点应设置在加氯注入点上游，且两个注入点宜间隔 2 m 以上。

7.6 加氯和加酸管路注入口应安装逆止阀，防止灌溉水回流进入加酸和加氯管路中；微灌系统加酸和加氯注入口上游干管上应安装逆止阀，防止加酸和加氯后的水回流到水源中。

7.7 加氯、加酸装置与微灌系统水泵应安装联锁控制装置，以保证水泵因故障突然关闭时加酸和加氯装置能同时关闭。

8 运行管理

8.1 加氯/酸流程

8.1.1 采用强化注入模式加氯/酸时，加氯/酸流程应包含加氯/酸过程、静置过程和冲洗过程；采用持续注入和定期注入模式加氯/酸时，可不设置静置和冲洗过程。

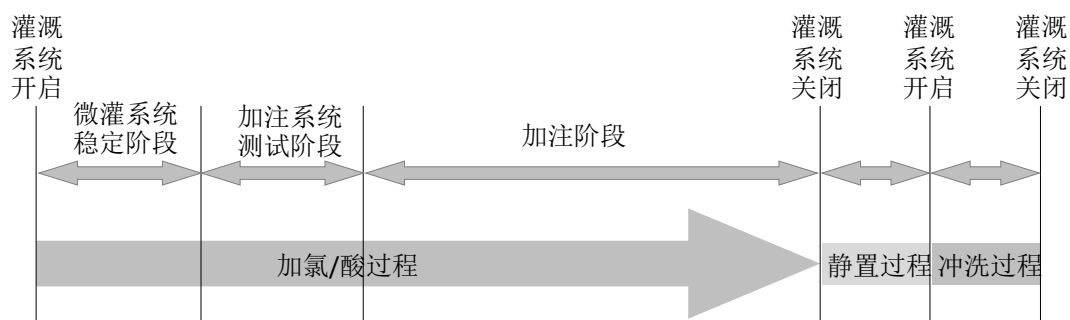


图 8.1-1 微灌系统加氯/酸防堵塞技术流程示意图

8.1.2 加氯/酸过程应分为 3 个阶段：

1) 微灌系统稳定阶段：首先使微灌系统压力稳定；

2) 加注系统测试阶段：打开加氯/酸装置，检测装置稳定性，调节加注装置流量至设计流量，通过测试加氯/酸后的灌溉水 pH 值和有效氯浓度，确认加氯/酸流量的准确性；

3) 加注阶段：正式开始加氯/酸，对于控制末端余氯加注模式（持续注入和定期注入），需在氯运移至最远端毛管末端后采集灌水器出流，测试余氯浓度。如果余氯浓度低于末端余氯控制浓度，可适当增加注入流量；如果余氯浓度高于末端余氯控制浓度，可适当减小加注流量。

8.1.3 对于强化注入加氯/酸模式，加氯/酸结束后，静置过程应持续 12~24 h，然后进行毛管冲洗，冲洗时间应大于 10 min。

8.1.4 需同时加酸、氯时，应在达到设计 pH 值后进行加氯。

8.2 安全防护

8.2.1 加氯/酸之前，必须确认加氯/酸装置是耐氯或耐酸材料制造。

8.2.2 加氯/酸之前，应使用灌溉水对加氯/酸装置（包括氯/酸储存容器、加氯/酸管道）进行冲洗，确认装置是否完好。

8.2.3 制备加酸稀释液时，只能将高浓度酸加入水中，并充分搅拌稀释，不能将水加入高浓度酸中。

8.2.4 加氯/酸过程中做好防护措施，穿戴好护目镜、手套、面罩、长裤、长袖衬衫及封闭式鞋子，避免酸液与眼睛和皮肤的任何接触。

8.2.5 加氯/酸过程中，应避免吸入酸性气体和含氯气体，操作员需对装置运行状况进行全程监控，并确保无关人员远离加氯/酸装置，禁止所有未经授权的人员进行加氯/酸处理。

8.2.6 加氯/酸不应与施肥同时进行。

8.2.7 加氯/酸完成后，使用灌溉水对加氯/酸装置进行冲洗，有条件时冲洗水应排至田块之外。

8.2.8 对于加氯/酸微灌系统，应制定加氯/酸操作流程和安全生产规定。

附录 A （规范性附录）加酸处理稀释酸液占灌溉水总量质量分数简易测定与计算

A.1 试剂和材料

试剂：已稀释至特定浓度的酸液。

材料：pH 计（0.02 级）或精密 pH 试纸（0.1 级）、耐酸桶（10 L）、移液管或移液枪（1-5 mL，增量 0.1 mL）

A.2 测试及计算方法

- 1) 向桶中注入 10 L 的灌溉水；
- 2) 使用 pH 计或 pH 试纸测定灌溉水 pH 值；
- 3) 向注满水的桶中加入 1 mL 的稀释酸溶液；
- 4) 测定此时水的 pH 值；
- 5) 重复步骤 3) 和 4) 直至获得需要的灌溉水 pH 值（如果加酸后灌溉水 pH 值变化剧烈，可考虑稀释酸液或调整水桶体积以加快测试进度）；
- 6) 灌溉水加酸质量分数计算应按公式 A.2-1 计算。

$$C_d = V_{\text{酸}} / V_{\text{水}} / 10 \quad (\text{A.2-1})$$

式中：

C_d ——灌溉水 pH 调节至设定值时的酸稀释液加入量占灌溉水总量的质量分数，%；

$V_{\text{酸}}$ ——累计加入稀释酸体积，mL；

$V_{\text{水}}$ ——测试用灌溉水体积，L。

A.3 其他

每次加酸处理前， C_d 均应重新测试和计算。

附录 B （规范性附录） 微灌系统有效氯消耗量简易测定与计算

B.1 试剂和材料

试剂：已稀释至特定浓度的氯液。

材料：余氯计（±0.01 mg/L，DPD 光度比色法）、耐氯桶（10 L）、移液管或移液枪（1-5 mL，增量 0.1 mL）。

B.2 测试及计算方法

- 1) 向桶中注入 10 L 的灌溉水；
- 2) 向注满水的桶中加入 1 mL 的稀释氯溶液；
- 3) 测定此时水的余氯浓度；
- 4) 重复步骤 2) 和 3) 直至获得需要的灌溉水余氯浓度（如果加氯后灌溉水余氯变化剧烈，可考虑稀释氯液或调整水桶体积以加快测试进度）；
- 5) 灌溉水有效氯消耗量按式 B.2-1 计算。

$$C_w = V_{\text{氯}} \times C_{\text{氯}} / V_{\text{水}} / 1000 \quad (\text{B.2-1})$$

式中：

- C_w ——灌溉水有效氯消耗量，mg/L；
 $V_{\text{氯}}$ ——累计加入稀释氯体积，mL；
 $C_{\text{氯}}$ ——稀释氯液有效氯浓度，mg/L；
 $V_{\text{水}}$ ——测试用灌溉水体积，L。

- 6) 微灌系统有效氯消耗量按式 B.2-2 估算。

$$C_s = k \times C_w \quad (\text{B.2-2})$$

式中：

- C_s ——微灌系统有效氯消耗量，mg/L；
 k ——考虑余氯在水中衰减及其与管壁反应衰减的有效氯消耗量扩大系数，按照加氯点距系统最远端距离进行取值（表 B.2-1）。

表 B.2-1 有效氯消耗量扩大系数取值

	加氯点距系统控制最远端距离 (m)
--	-------------------

	<100	100~200	>200
k	1.1	1.2	1.3

B.3 其他

每次加氯处理前， C_s 均应重新测试和计算。