

中华人民共和国团体标准

T/CUWA XXXXXX—2022

# 城镇供水厂二氧化氯应用 技术标准

(征求意见稿)

Technical Guide for application of Dioxide  
Oxidation in Urban Water Supply Plants

2022-XX-XX 发布

2022-XX-XX 实施

中国城镇供水排水协会 发布

# 前言

根据中国城镇供水排水协会《关于印发<2020年中国城镇供水排水协会团体标准制定计划>的通知》（中水协[2020]10号文）有关要求，为规范二氧化氯在城镇供水厂的工艺布置、安装调试与验收、运行维护、人员培训，推进城镇供水厂二氧化氯的科学安全应用，标准编制组在深入调研的基础上，结合国内外相关科研成果和有关实践经验，编制了本标准。

本标准旨在以实用性为原则，提出二氧化氯发生器选型、系统要求、投加控制要求，指导安装调试与验收，明确日常运行、水质检测、副产物控制、维护管理、残液处理处置及应急处理等运行维护和人员培训要求，推进城镇供水厂中二氧化氯的安全应用，提高标准的可操作性。

本标准主编单位：深圳市水务（集团）有限公司

本标准参编单位：青岛巨川环保科技有限公司

四川齐力绿源水处理科技有限公司

山东山大华特环保科技有限公司

深圳市斯瑞曼精细化工有限公司

杭州临安环保装备技术工程有限公司

全国卫生产业企业管理协会消毒分会

深圳市清时捷科技有限公司

哈尔滨工业大学（深圳）

佛山水务环保股份有限公司

中原环保股份有限公司

本规程主要起草人员：张金松、尤作亮、卢小艳、刘丽君、周娅琳、戈学珍、韩明贺、穆超银、向德明、张大钰、穆丽、刘景华、张长春、高振中、陈浩、顾健、黄晓平、葛倩倩、董文艺、李继、徐廷国、黄明珠、蔡广强，蔺洪永。

本规程主要审查人员：

# 目次

前 言.....	I
<b>1 总则.....</b>	<b>1</b>
<b>2 术语.....</b>	<b>2</b>
2.0.1 二氧化氯消毒剂发生器 CHLORINE DIOXIDE DISINFECTANT GENERATOR .....	2
2.0.2 纯二氧化氯消毒剂发生器 PURE CHLORINE DIOXIDE DISINFECTANT GENERATOR.....	2
2.0.3 二氧化氯与氯混合消毒剂发生器 MIXED DISINFECTANT GENERATOR OF CHLORINE DIOXIDE AND CHLORINE.....	2
2.0.4 二氧化氯消耗量 CHLORINE DIOXIDE CONSUMPTION.....	2
2.0.5 二氧化氯纯度 THE PURITY OF CHLORINE DIOXIDE.....	2
2.0.6 二氧化氯收率 CONVERSION RATE OF CHLORINE DIOXIDE.....	2
2.0.7 原料转化率 CONVERSION RATE OF RAW MATERIALS.....	2
2.0.8 残液 RESIDUAL LIQUID OF CHLORINE DIOXIDE DISINFECTANT GENERATOR.....	3
<b>3 基本规定.....</b>	<b>4</b>
<b>4 工艺要求.....</b>	<b>5</b>
4.1 发生器选型.....	5
4.2 系统要求.....	6
4.3 投加要求.....	8
4.4 控制要求.....	8
<b>5 安装调试与验收.....</b>	<b>10</b>
5.1 设备安装.....	10

5.2 设备调试.....	10
5.3 性能验收.....	10
<b>6 运行维护.....</b>	<b>11</b>
6.1 日常运行.....	11
6.2 水质检测.....	11
6.3 氯酸盐综合控制措施.....	11
6.4 亚氯酸盐综合控制措施.....	12
6.5 运行维护与管理.....	12
6.6 残液处理与处置.....	13
6.7 应急处理.....	14
<b>7 人员培训.....</b>	<b>15</b>
7.1 培训基本要求.....	15
7.2 培训要点.....	15
<b>附录 A 二氧化氯发生器性能测试表.....</b>	<b>16</b>
<b>附录 B 二氧化氯发生器性能检测方法.....</b>	<b>17</b>
<b>附录 C 二氧化氯设备运行维护表.....</b>	<b>25</b>
<b>附录 D 氯酸盐厂级快速检测方法.....</b>	<b>27</b>
<b>附录 E 亚氯酸盐厂级快速检测方法.....</b>	<b>30</b>
<b>引用标准名录.....</b>	<b>35</b>
<b>条文说明.....</b>	<b>36</b>

# 1 总则

**1.0.1** 为规范二氧化氯在城镇供水厂的工艺布置、安装调试与验收、运行维护、人员培训，推进城镇供水厂二氧化氯的科学安全应用，制订本标准。

**1.0.2** 本标准适用于城镇供水厂中二氧化氯的工艺布置、安装调试与验收、运行维护、人员培训。

**1.0.3** 城镇供水厂二氧化氯工艺的应用，除应符合本标准要求外，尚应符合国家、行业现行有关标准、规范的规定。

**1.0.4** 村镇集中供水等其他二氧化氯应用场所可参照本标准使用。

## 2 术语

### 2.0.1 二氧化氯消毒剂发生器 **chlorine dioxide disinfectant generator**

使用反应原料发生化学反应生成的消毒剂主要产物为二氧化氯的设备。包含二氧化氯与氯混合消毒剂发生器、纯二氧化氯消毒剂发生器。

### 2.0.2 纯二氧化氯消毒剂发生器 **pure chlorine dioxide disinfectant generator**

产物中二氧化氯纯度不小于 90%的二氧化氯发生设备。

### 2.0.3 二氧化氯与氯混合消毒剂发生器 **mixed disinfectant generator of chlorine dioxide and chlorine**

以氯酸钠和盐酸为主要原料，经化学反应生成二氧化氯和氯气等混合溶液的发生设备，或以氯酸钠及其他还原剂等反应生成的二氧化氯纯度小于 90%的二氧化氯发生设备，简称混合发生器。

### 2.0.4 二氧化氯消耗量 **chlorine dioxide consumption**

在一定二氧化氯余量的要求范围内，二氧化氯投加量与反应后二氧化氯余量的差值，单位为 mg/L。

### 2.0.5 二氧化氯纯度 **the purity of chlorine dioxide**

二氧化氯发生器在额定工作状态下，出口溶液中二氧化氯物质的量浓度与所有氯氧化物质的量浓度总和之百分比。计算公式为：

$$\text{纯度} = \frac{\text{二氧化氯物质的量浓度}}{\text{所有氯氧化物质的量浓度总和}} \times 100\%$$

注：所有氯氧化物质的量浓度总和是指： $\text{ClO}_2$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{ClO}_2^-$ 、 $\text{ClO}_3^-$ 物质的量浓度之和。

### 2.0.6 二氧化氯收率 **conversion rate of chlorine dioxide**

一定时间内经测定的二氧化氯产量与按主反应方程式计算的理论值的百分比。

### 2.0.7 原料转化率 **conversion rate of raw materials**

原料转化率指单位采样周期内参加反应主要原料氯酸钠或亚氯酸钠量(参与

反应原料总量减去生成消毒液中原料总量)占参加反应主要原料氯酸钠或亚氯酸钠总量的百分比。

### **2.0.8 残液 residual liquid of chlorine dioxide disinfectant generator**

二氧化氯消毒剂发生器的产物经气液分离后残余液体。

### 3 基本规定

**3.1.1** 经技术经济比较，城镇供水厂的预氧化、消毒和中途二次加压泵站的补充消毒可采用二氧化氯。

**3.1.2** 应用二氧化氯的城镇供水厂宜连续供水。

**3.1.3** 应用二氧化氯的城镇供水厂应使用二氧化氯消毒剂发生器现场制备，且应根据水厂水质条件、处理工艺、设计规模等选择发生器。禁止使用 AB 药剂等无反应设备的二氧化氯产生方式。

**3.1.4** 城镇供水厂应制定二氧化氯应用日常监测与运行管理评价制度。

**3.1.5** 城镇供水厂应强化规划操作，加强人员系统培训。



## 4 工艺要求

### 4.1 发生器选型

4.1.1 二氧化氯消毒剂发生器应符合国家标准 GB 28931 的规定。

4.1.2 城镇供水用的二氧化氯消毒剂发生器性能指标应符合表 4.1 的要求。

表 4.1 二氧化氯消毒剂发生器性能指标

纯二氧化氯消毒剂发生器		二氧化氯和氯混合消毒剂发生器	
指标名称	指标标准	指标名称	指标标准
二氧化氯产量 波动	$\cong \pm 10\%$	二氧化氯产量 波动	$\cong \pm 10\%$
二氧化氯纯度	$\cong 90\%$	原料转化率	$\cong 80\%$
二氧化氯收率	$\cong 75\%$	二氧化氯与氯 气质量比	$\cong 1.0$
安全自动复位 装置	可靠	安全自动复位 装置	可靠
安全在线监测 装置	有安全防护装置	安全在线监测 装置	有安全防护装置

4.1.3 发生器应具备精确的温度控制系统，实际控制 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，原料罐具有液位显示，且应采用精确计量装置进料。

4.1.4 城镇供水厂使用的二氧化氯消毒剂发生器应取得相应规格型号涉及饮用水卫生安全产品的卫生许可批件。

4.1.5 可使用 30 min 二氧化氯消耗量作为二氧化氯消毒剂发生器的选型依据。

- 1 30 min 二氧化氯消耗量不大于 1 mg/L，优先采用纯二氧化氯，也可采用混合二氧化氯；
- 2 30 min 二氧化氯消耗量在 1 mg/L 至 1.5 mg/L，宜采用混合二氧化氯；
- 3 30 min 二氧化氯消耗量大于 1.5 mg/L，宜采用二氧化氯混合消毒方式，当单独采用二氧化氯时，应增加控制措施。

**4.1.6** 二氧化氯消耗量试验可按照 30 min 接触时间设计,也可根据实际设计运行、水质等因素,按照现状模拟试验进行二氧化氯消耗量校核或副产物检测。

## 4.2 系统要求

**4.2.1** 二氧化氯应进行系统设计,应包括原料供应系统、二氧化氯反应系统、投加系统、控制系统和安全保护系统等;应配备原料间、设备间和控制室,并配套稳定的电力供应和稳定的动力水源,配套水流量、消毒剂余量等其他检测仪表和信号源。

**4.2.2** 原料间应符合下列要求

- 1 原料间面积宜按照原料储存量设计,原料储存量应综合考虑原料使用量、原料储存条件及期限、危化品存储量相关规定、供应及运输情况、安全管理要求等,可按最大用量 10~15 d,其中,氯酸钠存储量不宜大于 100 吨。
- 2 原料应根据危险化学品类的氧化性、酸性、还原性等分类存放,存储区之间宜设置隔离墙,原料间应留有足够的安全通道,并应符合 GB 15603 及《危险化学品安全管理条例》等相关法规规定。各类危险化学品应按规定单独存放,氯酸钠、氯酸钠溶液、亚氯酸钠、亚氯酸钠溶液、硫酸、盐酸等的仓库应专人负责管理,并实行双人双锁制度。
- 3 氯酸钠或亚氯酸钠不宜直接堆放在地面上,宜放置在塑料卡板上,且不宜直接靠墙堆放,宜离墙面 10~15 cm 距离,或靠墙位置设置塑料卡板隔离。氯酸钠或亚氯酸钠等存放区应备有快速水冲洗设施和排水设施,同时配置干粉灭火器等消防设施。
- 4 盐酸、硫酸、氯酸钠溶液或亚氯酸钠溶液等液体原料储罐应采用防腐蚀材料,地面进行防腐防渗处理,周围宜设置防护栏或围堰,必要时设置泄漏应急处理设施或收集池、盐酸酸雾吸收系统等。
- 5 原料间环境温度应控制在 5°C~40°C,环境相对湿度应≤环境相,并应有保持良好通风的设备。

**4.2.3** 设备间应符合下列要求

- 1 设备间应单独设置，设置直接通向室外的外开门和固定观察窗，宜远离水厂活动区，靠近消毒剂投加点。
- 2 设备间内发生器布置满足安装使用条件，设备间环境温度应控制在 5℃~40℃，环境相对湿度应≤90%，并应设置低位强制排风，换气频率宜为 8 次/h~12 次/h，排风口设置在地面以上约 1m 处，设备间空气中二氧化氯、氯气、盐酸、硫酸、过氧化氢等有害气体浓度应符合 GBZ 2.1 规定。
- 3 设备间应有压力水源，管径和水压应符合发生器的要求，控制室应有三相五线制电源。
- 4 设备间地面、操作台等应进行耐腐蚀的表层处理；设备间内应配备二氧化氯或氯气泄漏检测仪和报警设施，应设置快速淋浴及洗眼器，备有快速水冲洗设施和排水设施，并应配备橡胶手套、防护面罩等个人防护用品。

**4.2.4** 设备配置应接近期最大投加量确定，并考虑远期规模，合理配置发生器规格和台数，考虑适宜的设备备用数量和不同规格搭配。二氧化氯发生器规模测算可按下列式计算：

$$B=(a\times Q\times C)/1000$$

B——二氧化氯发生器规模，kg/h；

a——安全系数，考虑发生器长期运行性能，一般取 1.15 至 1.30；

Q——处理水流量，m<sup>3</sup>/h；

C——二氧化氯投加浓度，mg/L。

**4.2.5** 二氧化氯发生器的管道、管件以及水力喷射器等与水接触材料的材质宜采用硬聚氯乙烯等耐腐蚀材料，并符合 GB/T 17219 规定，管道、管配件必须有良好的密封性，埋地管线还应考虑抗压和防冻等措施。

**4.2.6** 投加方式应符合下列要求

- 1 二氧化氯消毒剂宜采用水射器投加，水射器应根据抽气量、投加点管道压力等合理选型，按厂家要求参数配置，配套管线布置短。
- 2 水射器动力水宜采用专用管道，且应提供不间断动力水；若水压不足，应设置加压泵。

**4.2.7** 发生器投加管路上应具备取样条件，在二氧化氯出口管道与投加点之间的管路上安装检修阀和采样口。

**4.2.8** 水厂宜设置余二氧化氯在线监测仪表，监测频率不宜小于 4 次/h。

**4.2.9** 系统设计应做好安全设计，应具有安全防护措施和故障连锁自动保护功能，包括水压、液位、温度、泄露异常预警与保护措施、负压超限预警与保护措施等。

**4.2.10** 混合发生器原料转化率低于 80%宜配置气液分离装置，并根据不同水厂的实际情况，设计合理的残液存储、处理措施。

### 4.3 投加要求

**4.3.1** 城镇供水厂应设置相应的二氧化氯投加点位。二氧化氯作为预氧化剂，投加点可设置在原水井、混凝前；作为消毒剂可设置在清水池前，必要时可设置在出厂提升泵前。作为预氧化剂，反应时间一般 3 至 10min；作为消毒剂与水充分混合接触时间应不小于 30min。

**4.3.2** 二氧化氯投加点宜采用管道内投加，投加管口约 45 度插入消毒水管道中心，方向顺流，也可采用管道混合器投加。非管道投加时，应避免光照，投加口插入管宜伸入水面以下水流动性好的位置，约 1/2-2/3 水深处，宜有良好的混合条件。

**4.3.3** 二氧化氯系统流量、余量等在线监测宜与设备控制系统联动。

**4.3.4** 二氧化氯投加量一般情况下应根据水厂水量信号比例调控。水质突变时，调控以流量为主，二氧化氯余量为辅。有条件水厂，也可结合实时水质水量信息，调整二氧化氯投加量。

### 4.4 控制要求

**4.4.1** 二氧化氯设备控制系统应包含以下功能：

- 1 等级功能：**可设定赋予不同操作人员操作管理权限的不同安全操作等级。
- 2 控制功能：**控制设备启停、计量泵等调整，设备控制参数的设定和修改。
- 3 显示功能：**实时显示系统重要的运行参数值和设备的运行状态，含原料流量、反应温度、系统水压（变化）等；实时显示监测参数变化。
- 4 报警功能：**参数异常或设备故障时，发出液位、流量、温度、压力等不同类别报警，显示故障报警信息，采取自动保护措施。

**5 记录功能：**记录操作人员及操作过程信息。

**4.4.2** 二氧化氯控制系统应能显示主要功能的信息，数据更新及时、历史记录完整。显示界面友好，操作简易。

**4.4.3** 有条件情况下，宜设置中央控制室监控：发生器具有标准通讯接口，接入中央控制，能实现在中央控制室对设备的操作和控制。

**4.4.4** 有条件情况下，宜开发互联网+功能：用户和制造商在手机、电脑上能掌握设备的运行情况。

## 5 安装调试与验收

### 5.1 设备安装

- 5.1.1 二氧化氯系统设备应在满足 4.2.3 条的规定后安装。
- 5.1.2 发生器应按照生产厂家的要求进行规范安装。
- 5.1.3 二氧化氯系统设备安装中各管件材料应符合 GB/T 10002.1、GB/T 10002.2、GB/T 4219 的规定，其卫生指标应符合 GB/T 17219 和国家相关法规的要求。
- 5.1.4 二氧化氯发生装置安装中所用软管应符合 GB/T 13527.1 的规定。

### 5.2 设备调试

- 5.2.1 设备各系统调试应由设备制造厂家技术人员指导水厂操作人员进行。
- 5.2.2 应根据供水厂的实际情况编制书面调试方案，明确试运行程序和步骤。
- 5.2.3 调试前，检查投加管线，原料管线及阀门管件状态，电器控制线路及供电状态，严格按照使用说明书和供货厂家培训要求操作。
- 5.2.4 应先进行系统试压、加水调试，合格后再进行带料调试。

### 5.3 性能验收

- 5.3.1 发生器安装调试合格后应按下列要求对其性能指标进行检测和验收。
  - 1 纯二氧化氯发生器对该二氧化氯产量、二氧化氯纯度和收率等指标进行测定。
  - 2 二氧化氯与氯混合消毒剂发生器对原料转化率、二氧化氯产量、氯气产量、二氧化氯与氯气的比值等指标进行测定。
  - 3 发生器技术指标应按表 4.1 的性能要求验收。
  - 4 性能检测应按附录 B 进行。
- 5.3.2 应按照附录 A 进行二氧化氯消毒剂发生器连续运转稳定性测试，调试稳定后，72h 内平均抽样不少于 10 次，实际产量和额定产量应符合表 4.1 的性能要求。
- 5.3.3 二氧化氯消毒剂发生器通过连续性稳定测试后才可投入使用。

## 6 运行维护

### 6.1 日常运行

**6.1.1** 培训合格后的技术人员应根据发生器厂家的操作说明进行启动、进料、关机等相关步骤，并应按照发生器厂家的要求配置所需原料。

**6.1.2** 启动前应检查发生器及配套设备电路连接，供水、原料和投药管道和配套仪表，确保状态正常。

**6.1.3** 设备启动应先保障动力水水压稳定，水射器正常工作，再打开电源启动设备。

**6.1.4** 设备产量调节可通过调节计量装置控制设备进料量的大小实现。

**6.1.5** 关机时应提前关闭二氧化氯发生器；1~2 h 后关闭动力水设施。

**6.1.6** 设备运行时应定期巡视检查，发现异常状况及时处理，运行维护要求可参照附录 C。

**6.1.7** 设备应按照厂家要求定期清理。

### 6.2 水质检测

**6.2.1** 二氧化氯消毒剂余量应以出厂水、管网末梢水进行监测。

**6.2.2** 消毒剂余量、微生物指标、氯酸盐和亚氯酸盐指标均应符合国家水质标准要求。

**6.2.3** 出厂水消毒剂余量一般每 2 小时检测一次，至少每班检测一次。

**6.2.4** 管网末梢水消毒剂余量一般每天检测一次。

**6.2.5** 出厂水消毒副产物指标根据水厂风险情况确定频率。

**6.2.6** 出厂水中氯酸盐、亚氯酸盐检测可采用有资质单位外检或厂级检测方法水厂自检，氯酸盐、亚氯酸盐的厂级快速检测方法可参照附录 D、附录 E。

### 6.3 氯酸盐综合控制措施

**6.3.1** 优先选用原料转化率高的发生器，从源头控制氯酸盐。

**6.3.2** 应控制二氧化氯反应时 pH 小于 8.0，并维持在中性偏酸条件。

**6.3.3** 在源头控制的情况下，氯酸盐的风险可通过减少投加量、采用联合消毒方

式进一步控制。

#### 6.4 亚氯酸盐综合控制措施

6.4.1 应控制二氧化氯反应时 pH 小于 8.0，并维持在中性偏酸条件。

6.4.2 在保障水处理效果前提下，可通过减少投加量、采用联合消毒方式控制亚氯酸盐超标风险。

6.4.3 亚铁还原去除亚氯酸盐时，需控制 pH 为 5 至 7，亚铁离子与亚氯酸盐质量比为 (1.8~2.3) : 1，亚铁投加量不应超过 7mg/L。

6.4.4 活性炭滤池或炭砂滤池去除亚氯酸盐时，宜在使用纯二氧化氯时采用。

#### 6.5 运行维护与管理

6.5.1 运行管理应符合下列要求：

- 1 应建立健全进出料、原料使用量、设备产量、设备设施启停及安全状态等运行记录档案。
- 2 应配备经过培训的二氧化氯应用设施管理人员，
- 3 操作人员应佩戴防护手套和穿防护用品，做好自身防护。

6.5.2 原料质量控制应符合下列要求：

- 1 原材料选用应符合相关质量要求。
- 2 水厂应对制备二氧化氯的原料执行质量验收制度，可增加索证等相关管理要求。
- 3 应按照发生器进料要求配制原料，并对配制后的每批原料定期检验。

6.5.3 投药泵管理应符合下列要求：

- 1 原材料泵应控制适宜投加比。
- 2 应定期校准投药泵，采取措施确保计量泵等投加设备连续正常运转和计量准确。

6.5.4 发生器性能定期检测应符合下列要求：

- 1 应每季度对发生器反应产物二氧化氯浓度指标进行检测。
- 2 依据季度检测结果，采用季度或半年度对发生器状态进行评估。

6.5.5 设备、配件及系统校准与维护应符合下列要求：



- 1 设备及系统校验、清洗和维护等操作规程应粘贴在设备间墙壁明显位置。
- 2 二氧化氯及相关设备设施运行维护等操作需由专业人员完成。
- 3 二氧化氯及相关设备设施日常观测与运行维护要求参照附录 C。包含二氧化氯应用设施日常观测要求、二氧化氯应用设施定期维护要求、二氧化氯应用设施修理要求。校验和清洗频率也可按照设备说明书和实际情况进行调整。
- 4 设备校验、清洗和维护应同时做好校验、清洗、维护情况记录。
- 5 二氧化氯发生器配套在线仪表数据不能传递到控制中心的水厂，其运行管理人员应定期查看、记录并反馈在线仪表数据。
- 6 二氧化氯发生器配套在线仪器设备要有专人定期进行校准及维护。当仪表读数波动较大时，应增加校对次数。

#### **6.5.6 日常监测评价应符合下列要求：**

- 1 发生器日常监测以出厂水余二氧化氯量的稳定性、温度控制的稳定性、原料的消耗量进行评价。
- 2 进水水质稳定情况下，发生器运行时要求出厂水余二氧化氯的波动范围在±波动范，每天进行一次评价。
- 3 发生器的运行温度波动范围要求在±1℃，每天进行一次评价。

#### **6.5.7 运行效果评价应符合下列要求：**

- 1 发生器安装调试合格后首次进行运行效果评价，评价内容应符合附录 A、附录 B 的要求。
- 2 首次运行效果评价后，每间隔 3 个月进行一次运行效果评价。若达不到要求，应开展针对性技术改进分析。

## **6.6 残液处理与处置**

**6.6.1** 二氧化氯发生器残液应进行妥善处理。

**6.6.2** 二氧化氯发生器残液处置方法有外运回用、中和、资源化处理等。

**6.6.3** 外运回用应委托有残液等处理资质的公司，集中收集处理后回用。厂内应事先负责残液收集和安全储存，并做好残液运转记录。

**6.6.4** 残液中和及资源化处理可采用碱性中和法、铁粉还原法等。

## **6.7 应急处理**

**6.7.1** 对于相应危化品原料，应编写应急处理预案，并组织相关培训演练。

**6.7.2** 应编写二氧化氯发生器应用应急处理预案，并组织相关培训演练。

**6.7.3** 编写残液处理处置的应急处理预案，并组织相关培训演练。

**6.7.4** 应建立发生器的维修记录台账，储备发生器常用备品备件。

## 7 人员培训

### 7.1 培训基本要求

- 7.1.1 发生器的操作与维护人员宜具有一定的化工、电气方面的基础知识。
- 7.1.2 二氧化氯消毒剂发生器操作人员应参加产品厂家的应用培训，水厂技能考核合格后，才能进行二氧化氯消毒剂发生器操作。
- 7.1.3 操作人员每年宜参加至少一次行业技术交流等活动。
- 7.1.4 用户每年宜至少举办一次应急预案演练活动。

### 7.2 培训要点

- 7.2.1 发生器厂家应根据发生器的性能和现场情况制定培训计划和编制培训资料。
- 7.2.2 培训内容包括法律法规、基础知识、实际操作与维护、常见故障处理、应急处理、现场考评等，并应保留记录。
- 7.2.3 经培训合格后的人员在发生器厂家技术人员的指导下进行发生器的调试、操作培训。

## 附录 A 二氧化氯发生器性能测试表 (规范性附录)

二氧化氯发生器应由供水企业组织进行连续运转稳定性测试,要求在二氧化氯发生器调试稳定后,72h 内平均抽样不少于 10 次,记录表如下。

连续运转稳定性测试记录表

测试项目	测试次数	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
		取样时间									
计量装置 设定流量 (mL/min)	原料 1										
	原料 2										
	原料 3										
取样口溶液流量 (L/h)											
二氧化氯浓度 (mg/L)											
亚氯酸根浓度 (mg/L) 依据原料种类监测											
氯酸根浓度 (mg/L) 依据原料种类监测											
氯气浓度 (mg/L)											
发生器产量 (kg/h)											
二氧化氯纯 (%)											
原料转化率 (%)											
收率 (%)											
pH											

注：测定方法可参照 GB 28931 《二氧化氯消毒剂发生器安全与卫生标准》进行或本标准附录 B。

## 附录 B 二氧化氯发生器性能检测方法

### (规范性附录)

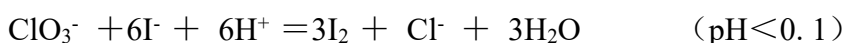
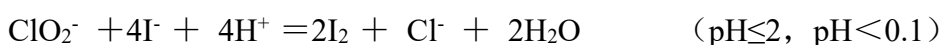
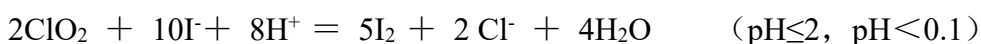
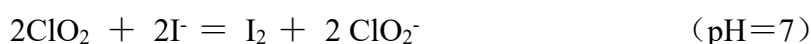
#### A.1 范围

本细则适用于城镇水厂以亚氯酸盐、氯酸盐为主要原料的二氧化氯发生器技术性能的指标检测。

#### A.2 方法原理

2.1 原料中氯酸钠和亚氯酸钠的测定依据按照 GB/T 1618 和 HG/T 3250 试验方法测定。

2.2 二氧化氯溶液中  $\text{ClO}_2$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{ClO}_2^-$ 、 $\text{ClO}_3^-$ 测定依据 GB 28931 附录 A (规范性附录) 五步碘量法。该法是利用不同 pH 值条件下  $\text{ClO}_2$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{ClO}_2^-$ 、 $\text{ClO}_3^-$  与  $\text{I}^-$  的反应来测定各相应物质的含量。反应方程式如下：



然后用硫代硫酸钠作滴定剂，分步滴定反应产生的  $\text{I}_2$ 。

#### A.3 设备和试剂

A.3.1 秒表；

A.3.2 量筒：不同量程的量筒；

A.3.3 PE 罐：具有刻度；

A.3.4 高纯氮钢瓶；

A.3.5 酸式滴定管：25 mL；

A.3.6 碘量瓶：250 mL、500 mL；

A.3.7 纯水：符合 GB/T 6682 ；

A.3.8 碘化钾：分析纯；

A.3.9 盐酸：分析纯；

A.3.10 盐酸溶液：盐酸（3.9）和纯水（3.7）按体积比 1:1 配制；

A.3.11 溴化钾；

A.3.12 溴化钾溶液(50 g/L)：溶解 5 g 溴化钾于 100 mL 水中，储存于棕色瓶中，每周配一次。

A.3.13 十二水磷酸氢二钠:分析纯；

A.3.14 饱和磷酸氢二钠溶液：用十二水磷酸氢二钠和纯水配制；

A.3.15 无水磷酸二氢钾：分析纯；

A.3.16 磷酸缓冲溶液(pH = 7)：称取 25.4 g 无水磷酸二氢钾和 86.0 g 十二水磷酸氢二钠，先溶于 800 mL 纯水中，后定溶于 1000 mL 容量瓶中。

A.3.17 五水硫代硫酸钠：分析纯；

A.3.18 无水碳酸钠：分析纯；

A.3.19 硫代硫酸钠标准溶液（0.1 mol/L）：称取 26 g 五水硫代硫酸钠用纯水溶解，加入 0.2 g 无水碳酸钠，定溶于 1000 mL 容量瓶中，放于暗处，30 d 后经过滤后用重铬酸钾标定。

#### **A.4 原料检测**

##### **A.4.1 氯酸钠的测定**

按照 GB/T 1618 试验方法测定反应原料氯酸钠。

##### **A.4.2 亚氯酸钠的测定**

按照 HG/T 3250 试验方法测定反应原料亚氯酸钠。

##### **A.4.3 硫酸的测定**

按照 GB/T 534 试验方法检测反应原料硫酸。

##### **A.4.4 盐酸的测定**

按照 GB/T 320 试验方法检测反应原料盐酸。

##### **A.4.5 过氧化氢的测定**

按照 GB/T 1616 试验方法测定反应原料氯酸钠。

#### **A.5 原料溶液中氯酸钠和亚氯酸钠的测定**

##### **A.5.1 氯酸钠测定**

按照 GB/T 1618 试验方法测定原料中氯酸钠含量，记作  $C_1$ 。

### A.5.2 亚氯酸钠测定

按照 HG/T 3250 试验方法测定原料中亚氯酸钠含量，记作  $C_2$ 。

### A.6 二氧化氯溶液中二氧化氯、氯气、亚氯酸根和氯酸根的测定

二氧化氯发生器（设置为额定产量）运行 3 小时后，开始取样检测。按照 GB 28931 附录 A（规范性附录）五步碘量法测定二氧化氯、氯气、亚氯酸根和氯酸根的浓度，分别记作  $C_3$ ， $C_4$ ， $C_5$  和  $C_6$ 。

### A.7 流量的测定

#### A.7.1 原料进口流量的测定

##### A.7.1.1 操作步骤

将计量泵原料加入管从背压阀后取下，启动计量泵后，用一定体积的量筒对流出原料进行一定时间的收集，记录收集时间（ $t_1$ ）和收集体积（ $V_1$ ）。收集时间应在 600 s 以上，平均测定 3 次。计算流量。

##### A.7.1.2 结果计算

原料进口流量  $L_1$ ，按公式（1）计算：

$$L_1 = \frac{V_1}{t_1} \times 3600 \quad (1)$$

式中：

$L_1$ ——氯酸钠或亚氯酸钠原料进样口流量，单位为升/小时(L/h)；

$V_1$ ——测量时收集的原料体积，单位为升(L)；

$t_1$ ——测量所用时间，单位为秒(s)。

#### A.7.2 二氧化氯溶液出口流量的测定

##### A.7.2.1 操作步骤

将二氧化氯发生器设置到额定值的出口流量（将发生器的运行水压恒定在运行水压），用一定体积的具刻度容器（如：PE 罐等）对水射器流出溶液进行一定时间的收集，记录收集时间（ $t_2$ ）和收集体积（ $V_2$ ）。收集时间应在 300s 以上，平均测定 3 次，相对标准偏差不大于 1%。

##### A.7.2.2 结果计算

二氧化氯出口流量  $L_2$ ，按公式（2）计算：

$$L_2 = \frac{V_2}{t_2} \times 3600 \quad (2)$$

式中：

$L_2$ ——二氧化氯出口溶液流量，单位为升/小时(L/h)；

$V_2$ ——测量时收集的二氧化氯出口溶液体积，单位为升(L)；

$t_2$ ——测量所用时间，单位为秒(s)。

## A.8 产量计算

### A.8.1 二氧化氯产量

二氧化氯产量  $Q_3$ ，按照公式（3）计算：

$$Q_3 = \frac{L_2 \times C_3}{1000} \quad (3)$$

$Q_3$ ——二氧化氯产量，单位为克每小时(g/h)；

$L_2$ ——采样同周期二氧化氯出口溶液流量，单位为升/小时(L/h)；

$C_3$ ——采样同周期内二氧化氯出口溶液中二氧化氯的浓度，单位为毫克每升(mg/L)。

### A.8.2 氯产量

氯产量  $Q_4$ ，按照公式（4）计算：

$$Q_4 = \frac{L_2 \times C_4}{1000} \quad (4)$$

$Q_4$ ——氯产量，单位为克每小时(g/h)；

$L_2$ ——采样同周期二氧化氯出口溶液流量，单位为升/小时(L/h)；

$C_4$ ——采样同周期内二氧化氯出口溶液中氯的浓度，单位为毫克每升(mg/L)。

注：氯产量的测定针对二氧化氯与氯混合消毒剂发生器

### A.8.3 二氧化氯与氯质量比值计算

二氧化氯与氯质量比值（R）计算按照公式（5）计算：

$$R = \frac{C_3}{C_4} \quad (5)$$

式中：

R——二氧化氯与氯质量比值；



C<sub>3</sub>——采样同周期内二氧化氯出口溶液中二氧化氯的浓度，单位为毫克每升(mg/L)；

C<sub>4</sub>——采样同周期内二氧化氯出口溶液中氯的浓度，单位为毫克每升(mg/L)。

### A.9 二氧化氯纯度计算

二氧化氯纯度 P 按照公式 (6) 计算：

$$P = \frac{C_3}{C_3+C_4+C_5+C_6} \times 100\% \quad (6)$$

P——二氧化氯纯度；

C<sub>3</sub>——采样同周期内二氧化氯出口溶液中二氧化氯的浓度，单位为毫克每升(mg/L)；

C<sub>4</sub>——采样同周期内二氧化氯出口溶液中氯的浓度，单位为毫克每升(mg/L)。

C<sub>5</sub>——采样同周期内二氧化氯出口溶液中亚氯酸根的浓度，单位为毫克每升(mg/L)；

C<sub>6</sub>——采样同周期内二氧化氯出口溶液中氯酸根的浓度，单位为毫克每升(mg/L)。

### A.10 二氧化氯收率

A.10.1 以氯酸钠和盐酸为原料的二氧化氯和氯混合发生器二氧化氯收率 r 按公式 (7) 计算：

$$r = \frac{M_1 \times Q_3 \times 1000}{M_3 \times L_1 \times c_1} \times 100\% \quad (7)$$

注：反应方程式： $\text{NaClO}_3 + 2\text{HCl} = \text{ClO}_2 + 1/2\text{Cl}_2 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

r——二氧化氯收率；

L<sub>1</sub>——采样同周期内原料氯酸钠进样口流量，单位为升/小时(L/h)；

Q<sub>3</sub>——采样同周期内二氧化氯产量，单位为克每小时(g/h)；

C<sub>1</sub>——采样同周期内原料中氯酸钠的浓度，单位为毫克每升(mg/L)；

M<sub>1</sub>——氯酸钠的摩尔质量，106.44 g/mol；

M<sub>3</sub>——二氧化氯的摩尔质量，67.45 g/mol。

A.10.2 以亚氯酸钠和盐酸为原料的纯二氧化氯发生器二氧化氯收率 r 按公式 (8) 计算：

$$r = \frac{5 \times M_2 \times Q_3 \times 1000}{4 \times M_3 \times L_1 \times c_2} \times 100\% \quad (8)$$

注：反应方程式： $5\text{NaClO}_2 + 4\text{HCl} = 4\text{ClO}_2 + 5\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$

$r$ ——二氧化氯收率；

$L_1$ ——采样同周期内亚氯酸钠原料进样口流量，单位为升/小时(L/h)；

$Q_3$ ——采样同周期内二氧化氯产量，单位为克每小时(g/h)；

$C_2$ ——采样同周期内原料中亚氯酸钠的浓度，单位为毫克每升(mg/L)；

$M_2$ ——亚氯酸钠的摩尔质量，90.44 g/mol；

$M_3$ ——二氧化氯的摩尔质量，67.45 g/mol。

A.10.3 以氯酸钠、还原剂（双氧水、蔗糖或尿素等）和硫酸为主要原料的纯二氧化氯发生器二氧化氯收率  $r$  按公式（9）计算：

$$r = \frac{M_1 \times Q_3 \times 1000}{M_3 \times L_1 \times c_1} \times 100\% \quad (9)$$

$r$ ——二氧化氯收率；

$L_1$ ——采样同周期内氯酸钠原料进样口流量，单位为升/小时(L/h)；

$Q_3$ ——采样同周期内二氧化氯产量，单位为克每小时(g/h)；

$C_1$ ——采样同周期内原料中氯酸钠的浓度，单位为毫克每升(mg/L)；

$M_1$ ——氯酸钠的摩尔质量，106.44g/mol；

$M_3$ ——二氧化氯的摩尔质量，67.45g/mol。

## A.11 原料转化率

### A.11.1 氯酸钠转化率

$$Y = \left(1 - \frac{M_1 \times L_2 \times C_6}{M_6 \times L_1 \times C_1}\right) \times 100\% \quad (10)$$

$Y$ ——氯酸钠转化率；

$L_1$ ——采样同周期内氯酸钠原料进样口流量，单位为升/小时(L/h)；

$L_2$ ——采样同周期二氧化氯出口溶液流量，单位为升/小时(L/h)；

$C_6$ ——采样同周期内二氧化氯出口溶液中氯酸根的浓度，单位为毫克每升(mg/L)；

$C_1$ ——采样同周期内原料中氯酸钠的浓度，单位为毫克每升(mg/L)；

$M_1$ ——氯酸钠的摩尔质量，106.44 g/mol;

$M_6$ ——氯酸根的摩尔质量，83.45 g/mol。

#### A.11.2 亚酸钠转化率

$$Y = \left(1 - \frac{M_2 \times L_2 \times C_5}{M_5 \times L_1 \times C_2}\right) \times 100\% \quad (11)$$

Y——亚酸钠转化率;

$L_1$ ——采样同周期内氯酸钠原料进样口流量，单位为升/小时(L/h);

$L_2$ ——采样同周期二氧化氯出口溶液流量，单位为升/小时(L/h);

$C_5$ ——采样同周期内二氧化氯出口溶液中亚氯酸根的浓度，单位为毫克每升(mg/L);

$C_2$ ——采样同周期内原料中亚氯酸钠的浓度，单位为毫克每升(mg/L); ;

$M_2$ ——亚氯酸钠的摩尔质量，90.44 g/mol;

$M_5$ ——亚氯酸根的摩尔质量，67.45 g/mol。

#### A.12 原料转化率，也可采用下面方法计算原料转化率

##### A.12.1 以氯酸钠为原料的二氧化氯发生器原料转化率计算公式 ( $V_1$ )

$$V_1 = \frac{L_1 \times C_1 - L_2 \times C_6 \times 1.2755}{L_1 \times C_1} \times 100\% \quad (12)$$

$V_1$ ——氯酸钠转化率;

$L_1$ ——采样同周期内氯酸钠原料进样口流量，单位为升/小时(L/h);

$C_1$ ——采样同周期内氯酸钠溶液中氯酸钠的浓度，单位为克每小时(mg/L);

$L_2$ ——采样同周期内发生器消毒液出口的流量，单位为升/每小时(L/h);

$C_6$ ——采样同周期内发生器消毒液中的氯酸根浓度，单位为毫克每升(mg/L);

1.2755——氯酸钠与氯酸根的换算系数。

##### A.12.2 以亚氯酸钠为原料的二氧化氯发生器原料转化率计算公式 ( $V_2$ )

$$V_2 = \frac{L_1 \times C_2 - L_2 \times C_5 \times 1.3408}{L_1 \times C_2} \times 100\% \quad (13)$$

$V_2$ ——亚氯酸钠转化率;

$L_1$ ——采样同周期内亚氯酸钠原料进样口流量，单位为升/小时(L/h);

$C_2$ ——采样同周期内亚氯酸钠溶液中亚氯酸钠的浓度，单位为克每小时(mg/L)；

$L_2$ ——采样同周期内发生器消毒液出口的流量，单位为升/每小时(L/h)；

$C_5$ ——采样同周期内发生器消毒液中的亚氯酸根浓度，单位为毫克每升(mg/L)；

1.3408——亚氯酸钠与亚氯酸根的换算系数。

## 附录 C 二氧化氯设备运行维护表

### （资料性附录）

附录 C-1 二氧化氯应用设施日常观测要求

序号	日常观测项目	日常观测内容	日常观测频次
1	二氧化氯发生器设备运行状况	发生器反应温度、发生器液位及波动、压力表、水射器，安全控制组件状态	两小时一次
2	二氧化氯投加、计量设备运行及稳定状态	原料消耗量、投加计量泵比例参数、投药泵运行状态	每班一次
3	管路系统运行状况	发生器及其管道、接口、阀门等连接处渗漏情况	每班一次
4	在线水质监测与控制系统	水质监测稳定性、校准，当设计有存在水质联动的控制时，分析每月反馈数据与发生器状态联动性	每周一次
5	二氧化氯原料储备库房情况	原料储量、存放情况	每日一次
6	原料间、设备间应急设施状态	检查干粉灭火器、水冲设施、防护用品等状态	每周一次

附录 C-2 二氧化氯应用设施定期维护要求

序号	定期维护项目	定期维护内容	定期维护频次
1	二氧化氯发生器设备清洗	对发生器反应釜、连接管路进行清水清洗	两月一次
2	二氧化氯投加、计量设备稳定性检测	检测计量泵及背压阀等附件，校准计量泵流量	两周一次
3	发生器反应条件、自控系统测	温度传感器等原件	两月一次

序号	定期维护项目	定期维护内容	定期维护频次
	试		
4	预警、安全系统检测	预警、安全系统配件性能检测	每月一次
5	易损原件检测、更换	厂家推荐更换项目、日常检查中问题频繁部位的原件	每月一次

附录 C-3 二氧化氯应用设施修理要求

序号	修理项目	修理内容	修理频次
1	二氧化氯发生器设备配件更换	性能不佳的背压阀、安全阀、水射器组件等更换	每半年一次
2	管路系统维护	腐蚀管路、配件的维护、更换	每半年一次
3	自控、电气控制系统灵敏性	自控、电气系统响应程度与速度	每半年一次
4	原料间、设备间墙面地面修整	墙面、地面防腐和整洁处理	每年一次

注：以上均需具备二氧化氯应用设施管理的人员完成，可参照设备、系统说明书要求进行调整。

## 附录 D 氯酸盐厂级快速检测方法

### (资料性附录)

方法一：氯酸盐检测方法采用联苯胺分光光度法

#### 一 范围

本方法适用于使用二氧化氯预氧化/消毒的水厂，其日常出水中氯酸盐含量的厂级实验室检测。检测浓度范围为0.20~2.00mg/L。

#### 二 原理

经二氧化氯预氧化/消毒后的水样，用纯氮吹脱二氧化氯后，使用硫酸亚铁去除亚氯酸盐的干扰。联苯胺在酸性条件下与氯酸盐结合，生成黄色醌化物，在438nm处有特定吸收峰。

#### 三 试剂和材料

本法配制试剂、稀释标准溶液、洗涤玻璃仪器均需无需氯水。

无需氯水配制方法：每升纯水加入5mg游离氯，避光放置两天，游离余氯至少应大于2mg/L，将加氯放置后的纯水煮沸后在日光或紫外灯下照射，以分解余氯，检查无余氯后使用。

(1) 盐酸稀释液：2.5mol/L，200mL浓盐酸用纯水稀释至1L。

(2) 浓盐酸：12.06mol/L。

(3) 联苯胺溶液：4g/L，使用研钵将联苯胺固体研磨成细小粉末，称取4g加入5 mL浓盐酸，放入约100 mL纯水后加热5 min。冷却后移至1 L容量瓶中，使用纯水定容，可储存于2°C左右的冰箱中待用。

(4) 硫酸亚铁掩蔽剂：称取0.4096 g七水合硫酸亚铁固体溶解于100 mL容量瓶中，用2.5 mol/L的盐酸定容，得到掩蔽剂，现用现配不宜贮存。

(5) 甘氨酸掩蔽剂：净水工艺中有余氯或次氯酸盐使用时，另外配制甘氨酸溶液，称取1 g甘氨酸固体溶解于100 mL容量瓶中，使用纯水进行定容，现用现配。

(6) 样品保存液：当样品需要保存时，配制乙二醇溶液，取2.8mL乙二醇稀释到25mL，放置于2°C左右冰箱中备用，最多可用一个月。

(7) 氯酸盐标准溶液：0.2mg/L、0.5 mg/L、1.0 mg/L、1.5 mg/L、2.0 mg/L，此浓度为氯酸根的浓度，不是氯酸钠的浓度。使用氯酸钠配置时，注意相对质量分数的转换。

#### 四 仪器

- (1) 分光光度计：光程包括 438nm 光程包带1cm比色皿；
- (2) 分析天平：灵敏度0.1mg 1台；
- (3) 称量铲：2只，用于移取粉末状药剂；
- (4) 移液管：0.5mL、1mL、5mL优等（A）各一个；
- (5) 烧杯等玻璃仪器若干；
- (6) 采样瓶：500mL棕色玻璃瓶或塑料瓶，用无需氯水洗净晾干待用；
- (7) 水浴恒温锅；
- (8) 20 mL具塞刻度试管，个数多于8，标准曲线绘制需8个，每个待检水样需要1个。

#### 五 样品

使用采样瓶采集水样，将高纯氮气通入水样中10min（1.0L/min），加氯消毒的水样可省略此步骤。若需要保存，加入乙二胺溶液密封放置于冰箱中，最迟24h内完成测定；可不加保存液，在采集后2h内完成检测。

#### 六 分析步骤

##### 1、标准样品分析

(1) 分别取各个浓度的标准样品5mL置于20mL具塞比色管中，分别加入6滴联苯胺溶液和4滴掩蔽剂（若有余氯和次氯酸，则再加4滴甘氨酸掩蔽剂）；

(2) 使用浓盐酸，将以上反应液定容到10mL；同时至少设置3个空白水样，做同样操作；

(3) 放置于水浴锅中反应10min后，在438nm处检测各自吸光度，记为A；（水浴锅温度 22浴锅℃，或常温状态，非室温；这是由于浓盐酸在使用过程中产热显著，温度对此反应过程影响较大，因此需保持温度在此范围内恒定。）



(4) 空白水样吸光度的平均值作为a值， $A-a$ 为样吸作为纵坐标；标液浓度作为横坐标，绘制线性标准曲线。

## 2、样品分析

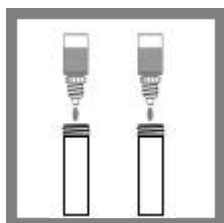
取5mL待测水样置于具塞比色管中，分别加入6滴联苯胺溶液和4滴掩蔽剂；使用浓盐酸将上述反应液定容到10mL，放置于水浴锅中反应10min，在438nm处检测吸光度。

## 七 结果的表示

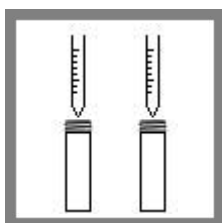
根据样品实测吸光度值，直接在标准曲线上查得氯酸盐浓度。

### 方法二：氯酸盐检测方法采用3,3',5,5'-四甲基联苯胺（TMB）光度法

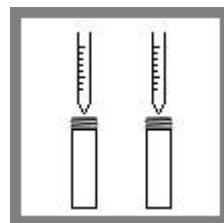
可直接采用联合开发的氯酸盐测定仪，或配置不同pH缓冲液，开展实验室检测。



1. 往两个干净的比色瓶中分别加入两滴R1。



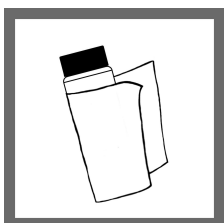
2. 往其中一个比色瓶加入2.5ml的R2,另一个加入2.5ml的R3。



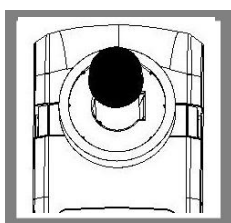
3. 两个比色瓶都加入1ml的水样，拧紧盖子，摇匀。



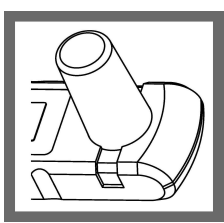
4. 准确计时20分钟。温度低于20℃时，需在25~37℃的水浴中反应20分钟。



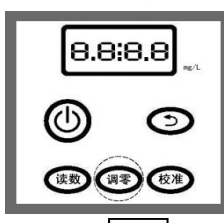
5. 将加入R2试剂的比色瓶擦拭干净。



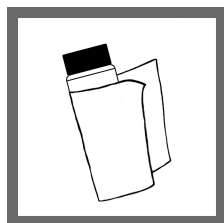
6. 放入比色槽中。



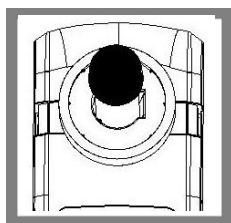
7. 盖上遮光罩。



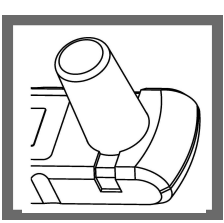
8. 按一下调零键，约1秒后显示“0”为调零成功。



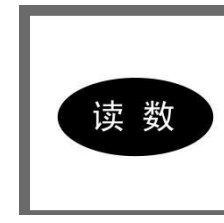
9. 将加入R3试剂的比色瓶擦拭干净。



10. 放入比色槽中。



11. 盖上遮光罩。



12. 按读数键，显示结果即为氯酸盐，单位是mg/L（以氯酸根计）。每个水样均需从第1步开始进行。

## 附录 E 亚氯酸盐厂级快速检测方法

### (资料性附录)

方法一：二氧化氯、亚氯酸盐同时检测方法采用LGB-HRP分光光度法

#### 一 范围

本方法适用于使用二氧化氯预氧化/消毒的水厂，其日常出水中二氧化氯和亚氯酸盐含量的厂级实验室检测。两物质的检测总浓度范围为0.20~2.20mg/L。

#### 二 原理

LGB（丽丝胺绿B）是一种染料，在633nm处有特定吸收峰，能够被二氧化氯氧化褪色；亚氯酸盐能够被HRP（辣根过氧化物酶）专一性地催化转化为二氧化氯。

(1) 经二氧化氯预氧化/消毒后的水样，当LGB和HRP同时存在时，可通过LGB浓度的变化测得二氧化氯与亚氯酸盐的总浓度；

(2) 水样经纯氮吹脱二氧化氯后，当LGB和HRP同时存在时，可通过LGB浓度的变化测得亚氯酸盐的浓度；

由此可实现二氧化氯和亚氯酸盐的含量测定。

#### 三 试剂和材料

本法配制试剂、稀释标准溶液、洗涤玻璃仪器均需无需氯水。

无需氯水配制方法：每升纯水加入5mg游离氯，避光放置两天，游离余氯至少应大于2mg/L，将加氯放置后的纯水煮沸后在日光或紫外灯下照射，以分解余氯，检查无余氯后使用。

(1) 柠檬酸-甘氨酸缓冲液：9g柠檬酸三钠+5g柠檬酸二氢钠+1g甘氨酸+125mL纯水+1滴三氯甲烷。可储存于4℃以下冰箱中。缓冲液变浑浊时，需要重新配置。

校检：pH=6.0~6.2，若测量值偏小，多加入适量柠檬酸三钠；反之再加入适量柠檬酸二氢钠。

(2) 丽丝胺绿B（LGB）：240mg LGB/250mL试剂水，搅拌24h。要求药剂纯度大于七个百分点。放在500mL带聚四氟乙烯瓶盖的棕色玻璃瓶中储存在冰箱中。可保存使用2月。

校检：4mL缓冲溶液加入到100mL容量瓶中，加入30mL左右的水之后，再加入1mL该溶液，定容后混匀。633nm吸光度值需大于0.99，说明药剂可用，若不满足条件，需换药剂。

(3) LGB缓冲液：40mL LGB（精确）+6mL柠檬酸/甘氨酸缓冲溶液，用纯水溶解到100mL容量瓶中。需要现用现配。

校检：检测时空白水样吸光度值需要在1.4~1.6。

检测方法如下：将上述溶液倒入16mL水样瓶中，去除1mL溶液，加入1mL柠檬酸缓冲溶液，加盖混匀。然后去除0.5mL水样，加入0.5mLLGB缓冲溶液，加盖摇匀。将溶液放在1cm吸光皿中测量633nm情况下的吸光度。

调整体积为 $V_{req}=V_{added} * (1.5/A_{mean})$ 。转移 $V_{req}$  mL LGB浓溶液到100mL容量瓶中，加入6mL缓冲溶液，定容后混匀。即得到最终所需的LGB缓冲储备液。

(4) HRP缓冲液：辣根过氧化氢酶（HRP）溶解于低于4°C的去离子水中。120mgHRP+ 6mL柠檬酸/甘氨酸缓冲溶液，用去离子水溶解到100mL容量瓶中，此溶液不能单独储存，现用现配。

(5) LGB/HRP混合储存液：将溶液（3）和溶液（4）以体积比1:1的比例混合倒入500mL棕色瓶中（有聚四氟乙烯旋转盖），加约五滴三氯甲烷用于抗微生物，pH=6。首次使用至少放置一小时，用前摇匀，每两周换一次。

(6) 亚氯酸盐标准溶液：0.2mg/L、0.5 mg/L、1.0 mg/L、1.5 mg/L、2.2 mg/L，此浓度为亚氯酸根的浓度，不是亚氯酸钠的浓度。使用亚氯酸钠配置时，注意相对质量分数的转换。

#### 四 仪器

(1) 分光光度计：光程包括 633nm 光程包带1cm比色皿；

(2) 分析天平：灵敏度0.1mg 1台、灵敏度10mg 1台；

(3) 称量铲：2只，用于精确移取粉末状药剂（HRP易被吹落，注意移取准确）；

(4) 移液管：0.5mL、1mL、5mL优等（A）各一个；

(5) 样品瓶：20mL棕色玻璃小瓶（带聚四氟乙烯旋转盖的）至少10个，依据测样数量决定。使用前做体积差检测，保证各个水样瓶的净体积差在5%以内，推荐使用规格统一的进口瓶；

(6) 带针头蓝芯注射器：量程为1mL，至少3只。1只用来吸出样品瓶中的水样，1只专用于柠檬酸缓冲溶液的注射，另1只用于注射LGB-HRP药剂；

(7) 棕色玻璃瓶：（带聚四氟乙烯旋转盖）若干，用于保存药剂；

(8) 容量瓶：若干，用于配置标准溶液及药剂等；

(9) 鼓气装置（氮气一罐，配套鼓气玻璃器皿）：纯净度>99.995%，或空气泵曝气装置。

## 五 样品

使用采样瓶采集水样，将水样分成两份，其中一份使用高纯氮气通入水样中10min（1.0L/min），加氯消毒的水样可省略此步骤，记为样品A，另一份记为B。在100mL容量瓶中预先加入4mL柠檬酸/甘氨酸缓冲溶液，分别将A和B水样将缓冲溶液定容至100mL待用。

## 六 分析步骤

### 1、标准样品分析

(1) 将各个浓度的标准溶液装满样品瓶，以倒置无气泡为准；

(2) 分别使用针头注射器取出1mL水样舍弃，另一只注射器注入1mL LGB-HRP溶液填补，摇匀静置；反应10min后，在633nm处检测各自吸光度，记为 $A_i$ ；至少设置三个空白水样，测出吸光度平均值为 $a$ ；

(3) 计算 $A_i$ 的吸光度值与 $a$ 的差值记为 $\Delta A$ ，将其作为纵坐标，对应的亚硝酸盐浓度作为横坐标。可得到标准曲线。

### 2、样品分析

将A和B水样同时进行以下操作：分别使用针头注射器抽取1mL水样，另一只注射器注入1mL LGB-HRP溶液，摇匀静置；反应10min后，在633nm处检测各自吸光度。（使用密闭性好的注射器定量移取水样及药剂，有气泡会影响检测准确性。）

## 七 结果的表示

根据样品实测吸光度值，直接在标准曲线上查得浓度。

其中A样本的浓度为水样中亚氯酸盐的浓度，B样本为水样中二氧化氯和亚氯酸盐的总浓度，两者的差值为水样中二氧化氯的浓度。

## 方法二：同时检测二氧化氯、亚氯酸盐的现场检测方法

### 一 范围

本方法规定了用DPD光度法测定生活饮用水中二氧化氯和亚氯酸盐的方法。

本方法适用于生活饮用水中二氧化氯浓度为0.02~10.00 mg/L、亚氯酸盐浓度为0.00 mg/L~2.00 mg/L的水样直接测定。

氧化态锰和铬酸盐会对结果产生干扰，可加入亚砷酸钠或硫代乙酰胺校正。

### 二 原理

水中二氧化氯、亚氯酸盐、游离余氯、总氯与DPD反应呈一定比例关系，根据此原理，可采用DPD光度法对水中的二氧化氯、亚氯酸盐含量进行比色测定。

### 三 试剂和材料

- 1 试剂①号。
- 2 试剂②号。
- 3 试剂③号。
- 4 试剂④号。
- 5 试剂⑤号。

### 四 仪器

1 二氧化氯双参数快速测定仪。

2 比色瓶。

### 五 分析步骤

1 用比色瓶取12.5 mL待测水样，作为空白对照放入比色槽中，盖上遮光罩，按调零键调零。

2 取出比色瓶，加入1包①号试剂，轻摇至完全溶解；再加入1包②号试剂，轻摇至大部分溶解。将比色瓶放入比色槽中，盖上遮光罩，静置30 s左右，按读数键，仪器将显示水样中二氧化氯浓度（以mg/L为单位）。

3 取出比色瓶，倒出水样并清洗干净，然后另取12.5 mL相同待测水样，加入1包③号试剂，轻摇至大部分溶解（少量未溶解不影响测试）。将比色瓶放入比色槽中，盖上遮光罩。静置30 s左右，按读数键，仪器将显示第二个测试中间值，无需记录。

4 取出比色瓶，加入2滴④号试剂，颠倒数次混匀。计时2分钟，然后加入2滴⑤号试剂，颠倒数次混匀。将比色瓶放入比色槽中，盖上遮光罩，按读数键，仪器将显示水样中亚氯酸盐浓度（以mg/L为单位）。

注1：严格掌握反应时间，步骤2和3加入试剂后，样品的比色测定应在1 min左右完成。

---

## 引用标准名录

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。

注：对不注日期的引用文件，如果最新版本未包括所引用的内容，那么包含了所引用内容的最后版本适用。

GBZ 2.1 工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素

GB/T 4219 化工用硬聚氯乙烯（PVC-U）管材

GB/T 10002.1 给水用硬聚氯乙烯（PVC-U）管材

GB/T 10002.2 给水用硬聚氯乙烯（PVC-U）管件

GB/T 13527.1 软聚氯乙烯管 流体输送用

GB 15603 常用化学危险品贮存通则

GB/T 17219 生活饮用水输配水设备及防护材料卫生安全评价规范

GB 28931 二氧化氯消毒剂发生器安全与卫生标准

---

## 条文说明

### 3 基本规定

**3.1.1** 根据国家“十二五”水专项“中小水厂消毒工艺优化及副产物控制技术与示范”课题研究成果，对 1000 余座中小水厂调研发现，中小水厂最常用的消毒工艺类型为二氧化氯，其中混合发生器使用占比最高，达到 70%，纯二氧化氯发生器占比约 12%，氯消毒占比约 18%。二氧化氯的应用综合考虑技术及经济性。预氧化一般用于原水中藻类、臭味、铁、锰或有机物高的条件下。采用二氧化氯消毒的供水厂应有稳定合格的原料供应渠道。

**3.1.2** 因二氧化氯发生器开机稳定时间等影响，可能导致运行初期二氧化氯浓度不稳定，一般多用于连续供水的城镇供水厂。间接运行城镇供水厂在严格控制发生器运行参数，监测水量和投加量匹配及副产物严格检测条件下，确保发生器拥有完善的自动控制、安全系统，也可采用二氧化氯发生器，但应重点关注发生器性能及稳定性。

**3.1.3** 由于二氧化氯性质不稳定，易燃易爆，运输、贮存、应用极不方便，因此主要采用现场制备的方法生产二氧化氯。《室外给水设计标准》（GB 50013-2018）要求二氧化氯应采用化学法现场制备后投加，制备宜采用还原法和氯气氧化法，《城镇供水厂运行、维护及安全技术规程》（CJJ 58-2009）要求使用二氧化氯消毒，一般在使用现场制备。AB 药剂等无反应设备的方式生产二氧化氯，因反应条件不便控制，存在较大安全隐患和水质影响，在城镇供水厂禁止使用。电解法生成二氧化氯主要采用氯化钠和氯酸钠为原料进行生产，但由于其产率低，产物不纯，能耗大，使用较少。目前有新的电解设备，效能较好，但总体效果尚待长期跟踪。



## 4 工艺要求

### 4.1 发生器选型

**4.1.1** 目前，国内发布二氧化氯发生器（不含电解法发生器，文中均为化学法发生器）标准共有 5 项，发生器标准现状及内容见表 4-1、4-2。各标准标龄较新，内容相似，主要关注发生器的环保要求与技术要求。从 2007 年开始，标准类型从推荐性行业标准上升为强制性国家标准，说明对二氧化氯发生器的管理与要求更加严格，随着二氧化氯发生器行业发展，目前发生器国家标准已初步完成修订，在发布报审过程中。

表 4-1 国内二氧化氯发生器标准现状及内容

序号	名称	标准号	实施日期	适用对象	适用范围	主要内容
1	生活饮用水消毒剂 和消毒设 备卫生安 全评价规 范(试行)	卫监督发 [2005]336 号	2005.12.1	消毒剂和 消毒设备	生活饮用水 消毒	消毒剂和消毒设备的 卫生安全要求和检验 方法
2	环境保护 产品技术 要求：化 学法二氧 化氯消毒 剂发生器	HJ/T 272-2006	2006.9.15	化学法二 氧化氯消 毒剂发生 器	饮用水消 毒、废水处 理、卫生防 疫及工业生 产	发生器的分类与命名、 要求、试验方法、检验 规则、标志、包装、运 输和贮存
3	化学法复 合二氧化 氯发生器	GB/T 20621-2006	2007.2.1	化学法复 合二氧化 氯发生器	各种水体的 杀菌、消毒、 灭藻、除臭、 漂白、脱色 及氧化等	发生器的要求、试验方 法、检验规则以及标 志、标签、包装、运输、 贮存
4	二氧化氯 消毒剂发 生器安全 与卫生标 准	GB 28931-2012	2013.5.1	化学反应 产生二氧 化氯的发 生器	各种水体、 食品及加工 设备、空气、 医疗器械、 疫源地等消 毒	化学法二氧化氯消毒 剂发生器的原材料要 求、技术要求、使用范 围、使用方法、检验 方法、运输和贮存、铭 牌和使用说明书。
5	饮用水二		即将实施	化学法二	饮用水消毒	发生器使用场所卫生

序号	名称	标准号	实施日期	适用对象	适用范围	主要内容
	氧化氯消毒设施卫生规范			氧化氯消毒剂发生器		要求、消毒装置卫生要求、安装与运行管理要求、日常使用卫生要求和水质检验要求

表 4-2 国内二氧化氯发生器标准性能要求

序号	类别	评价参数	HJ/T 272-2006		GB/T 20621-2006		GB 28931-修订 <sup>a</sup>	
			二氧化氯消毒剂发生器	二氧化氯复合消毒剂发生器	化学法复合二氧化氯发生器 一等品	化学法复合二氧化氯发生器 合格品	纯二氧化氯消毒剂发生器	二氧化氯与氯混合消毒剂发生器
1		二氧化氯产量 (g/h)	≥额定值	/	≥额定值	≥额定值	/	/
2		有效氯产量 (g/h)	/	≥额定值	≥额定值	≥额定值	/	/
3		产量波动范围					额定值 ±10%	额定值 ±10%
4		二氧化氯 (以有效氯计) 占总有效氯的质量百分数 (%)	≥95	≥55	/	/	/	/
5	技	二氧化氯纯度	/	/	/	/	≥90%	/
6	术	二氧化氯与氯气的质量比值 (%)	/	/	≥0.90	≥0.75	/	≥1.0
7	求	原料转化率 (%)	≥80	≥60%	/	/	/	/
8		二氧化氯转化率 (%)	/	/	≥60	≥50	/	/
9		氯酸钠耗率 (kg/kg)	/	/	≤0.70	≤0.90	/	/
10		二氧化氯收率 <sup>b</sup>	/	/	/	/	≥85%	≥80%
		二氧化氯收率 <sup>c</sup>	/	/	/	/	≥65%	≥60%
11		出口溶液 pH	/	/	≥2	≥2	/	>1.5
12		出口溶液外观	/	/	黄色或淡黄色, 清澈透明, 无可见机械杂质	黄色或淡黄色, 清澈透明, 无可见机械杂质	黄色透明, 无不溶物	黄色透明, 无不溶物
13		其他技术要求	1、使用寿命≥5年、平		1、用于饮用水处理		1、用于饮用水	

序号	类别	评价参数	HJ/T 272-2006	GB/T 20621-2006	GB 28931-修订 <sup>a</sup>
			二氧化氯 消毒剂发 生器	二氧化氯 复合消毒 剂发生器	化学法复合二氧化氯 发生器 一等品 合格品
			均无故障工作时间 ≥8000h 2、环境温度 5 至 40°C, 环境中氯气浓度应< 1mg/m <sup>3</sup> 3、用于饮用水时, 消 毒后水中亚氯酸根、氯 酸根等原料残留总量 应≤0.7mg/L	时, 处理后水质达到 《生活饮用水水质卫 生规范》要求 2、连续运转稳定性能 要求 (72h 内平均抽 样不少于 10 次, 标准 相对偏差≤15%)	消毒时, 出厂 水的微生物指 标、二氧化氯 余量、亚氯酸 根、氯酸根应 满足 GB 5749 的要求。 2、连续运转稳 定性能要求 3、连续无故障 使用寿命 ≥8000h
14	基本 要求	基本要求	消毒剂溶液清澈透明, 无可见物; 设计、电气、制造、发 生器及部件的材料、反 应原料、安全防爆措施	设计、电气、制造、 发生器及部件的材 料、反应原料、安全 防爆措施; 管道无泄漏、原料液 输送应有连动装置	设计、电气、 制造、发生器 及部件的材 料、反应原料、 安全措施; 环 境温度、环境 湿度; 原料输 送应采用精确 计量装置, 发 生器自动保护 功能, 氯酸钠 法制备发生器 应配备分离装 置, 采用流量 或二氧化氯余 量控制其投加

注: a.安全性要求、技术指标、在线监测与控制要求为强制性条款; 部分指标采用修订版值, 以实际发布稿为准; b.为无分离装置的数值; c.为饮水消毒加分离器的数值。

---

**4.1.2 城镇供水厂二氧化氯发生器主要性能指标现状及说明：**二氧化氯产量波动指由于发生器内部因素（温度、单位进药量、压力等）变化影响导致在额定产量上下浮动的现象。一般波动范围在额定值 $\pm 10\%$ ，本标准值与《二氧化氯消毒剂发生器安全与卫生标准》（GB28931 修订版）一致。原料转化率是指每小时产生二氧化氯的摩尔数与每小时进入反应器的氯酸钠的摩尔数之比。由于城镇供水厂中氯酸盐主要来源于发生器原料带入，当原料转化率出现较低的情况下，可能会造成水质中氯酸盐超标。标准性能指标主要考虑纯二氧化氯消毒剂发生器与混合发生器差异，对于纯二氧化氯消毒剂发生器主要考虑纯度、收率，主要是二氧化氯在水处理工艺中的作用，而混合发生器综合考虑二氧化氯及氯气的效果，从原料转化率控制带入氯酸盐等风险，又从二氧化氯与氯气质量比控制发生器主要产物为二氧化氯。综合考虑设备使用的安全性，对安全自动复位和安全在线监测装置进行了定性规定。

**4.1.3 反应温度和原料进量比是影响二氧化氯发生器性能的重要因素。**为实现发生温度控制 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，一般采用 PID 温控技术。原料精确计量可通过计量泵装置（蠕动泵、数字泵和配置校正装置）或微小流量控制技术实现。

**4.1.5 一般采用 30min 二氧化氯消耗量作为二氧化氯消毒剂发生器的选型依据。**具体操作要求为：取单位体积水样加入相似容积的棕色玻璃瓶中，加盖密闭，分别加入不同浓度梯度的二氧化氯，避光放置 30min，依据二氧化氯余量要求选定某一投加量的水样，二氧化氯前后差值即为该条件下 30min 二氧化氯消耗量。

**4.1.6 城镇供水厂使用二氧化氯作为预氧化、消毒或中途二次加压泵站中补充消毒，**均可参照实际设计运行、水质变化等因素，按照现状模拟试验进行二氧化氯消耗量校核或副产物检测，确保二氧化氯使用的水质安全性。通过现场实测可得知发生器二氧化氯出口产量，连续测量出厂余二氧化氯值，当其值 6 h 内变化稳定在 $\pm$ 变化稳，可以单位时间投入二氧化氯总量（二氧化氯产量）与水厂累计水量（出厂水量）的比值与出厂余二氧化氯相减，即可估算出二氧化氯消耗量。

## 4.2 系统设计

**4.2.1 城镇供水厂二氧化氯应用应进行系统设计，**确保应用流程的完整性和安全

---

性。

#### 4.2.2 原料间应符合下列要求

- 1 原料间储量参照《室外给水设计标准》（GB50013-2018）要求，二氧化氯制备的原料库房储存量 10 d 计。在安全管理要求下，建议可按最大用量 10~15 d 计，考虑重大危险源临界量，氯酸钠存储量不宜大于 100 吨。
- 2 在国家应急管理部《危险化学品目录（2015 版）》里，氯酸钠与氯酸钠溶液，亚氯酸钠与亚氯酸钠溶液分开说明。

4.2.4 设备配置应接近期最大投加量确定，并考虑远期规模，合理配置发生器规格和台数，考虑适宜的设备备用数量和不同规格搭配。依据水厂实际情况，如投加点数量等进行配置，一般按照单台设备在 30%至 80%运行进行设备配置，且每台主设备均宜配备 1 台备用设备。

#### 4.2.6 投加方式应符合下列要求

- 1 因安全考虑，二氧化氯一般在负压状态制备，需要水射器提供反应系统负压运行，同时消毒液容易计量检测。在处理水量较小的情况下，可采用正压投加，如亚氯酸钠法。水射器应根据抽气量、投加点管道压力等合理选型，按厂家要求参数配置，配套管线布置短，保证二氧化氯发生器产生的负压或抽气量。
- 2 水射器动力水宜采用专用管道，且应提供不间断动力水；若水压不足，应设置加压泵，保障设备运行与安全性。

4.2.7 由于日常要监测设备出口浓度，以及二氧化氯产量，所以设置取样口。发生器现场取样应在发生器给水管路上安装压力表，二氧化氯出口管道与投加点之间的管路上安装采样口。

4.2.8 二氧化氯消毒的余量宜检测余二氧化氯，水厂宜设置余二氧化氯在线监测仪表，根据实际需要，定期与实验室数据进行比对，可参照《生活饮用水水质在线监测技术规范》（T/WSJD 010—2020）的误差范围进行判断及校准。在线监测仪表完成一次检测流程需要一定时间，消毒剂余量的在线监测采用 DPD 光度法，一次检测用时约为 2 min；实际的监测频率各水厂根据应用需要进行设置，

---

根据《生活饮用水水质在线监测技术规范》（T/WSJD 010—2020），原则上一般不小于 4 次/h。

**4.2.10** 根据《二氧化氯消毒剂发生器安全与卫生标准》（GB28931 修订版）要求，结合纯度与原料转化率相关性，建议混合发生器原料转化率低于 80%宜配置气液分离装置。城镇供水厂中氯酸盐主要来源于发生器原料带入，尤其是原料转化率的情况下，随着发生器性能提升，原料转化率高于 80%的发生器，在一般水厂正常投加量下，氯酸盐带入量少，不会造成水质中氯酸盐超标隐患。因此原料转化率低于 80%的混合发生器，在设置气液分离装置后，考虑残液成分的危险性，必须设计安全的储存及有效的处理处置措施。目前，大部分水厂采用残液外运的方式进行处理，少量进行碱性中和后排放。

### 4.3 投加要求

**4.3.1** 二氧化氯应根据预氧化、消毒或中途二次加压泵站中补充消毒等应用点位，设置适宜的投加点位。根据二氧化氯不同的使用情况和功能，可依据设定的处理效果，进行投加量、投加点位和接触时间的优化调整。

**4.3.2** 光照强度是影响二氧化氯衰减的重要因素，在阳光直射、自然光和避光三种环境下，90min 内氯酸盐增量占二氧化氯衰减量的比平均值分别为 27.19%、21.71%和 17.10%，光照强度越大，二氧化氯越容易歧化分解生成氯酸盐，氯酸盐生成量受光照影响的平均值约为 22.00%。纯二氧化氯衰减过程中副产物氯酸盐及亚氯酸盐的生成量随光照强度的升高而升高。其中，氯酸盐的生成量约占二氧化氯消耗量的 7.10%~12.13%，亚氯酸盐的生成量约占二氧化氯消耗量的 1.19%~3.87%，且光照强度越大，比值约高。因此在二氧化氯投加时应保证避光条件。为保证二氧化氯利用率提高，适当的混合条件也是必要的。

### 4.4 控制要求

**4.4.1** 二氧化氯设备控制系统应包含 1-5 的基本功能，且满足 4.4.2 操作简易，实现自动化的安全管理。

**4.4.2** 显示功能要求核对设备显示屏上的各类数据是否正确，查阅其历史记录是否完整。

---

**4.4.4** 随着互联网+功能的普及，有条件的城镇供水厂，可以实现用户和制造商在手机、电脑上能掌握设备的运行情况，时刻了解发生器的运行情况，出现异常情况用户未发现时，厂家可电话通知用户处理。

---

## 5 安装调试与验收

### 5.1 设备安装

**5.1.1** 二氧化氯系统设备应在满足 4.2.3 条的规定后安装。发生器应安装在设备间内，避免阳光直射，设备间应通风良好，具有低位排风。设备间应有压力水源，管径和水压应符合发生器的要求。控制室应有三相五线制电源。

**5.1.2** 发生器设备应按照生产厂家的要求进行规范安装。一般设备应安装在离投药点近，离压力水源近，且操作方便的位置；设备安装时应留出检修空间；水射器同消毒剂出口的连接要用硬 PVC 管连接；管道管件按照规范可靠支撑固定；进气口管道安装时应高于设备进气口，防止反应室液体外溢；发生器进气管应接到室外通风处，一定要保持空气畅通；残液分离排放管的安装位置不能高于其出口位置；强电线路和弱电线路应分开进行布设等。

### 5.2 设备调试

**5.2.4** 应先进行系统试压、加水调试，合格后再进行带料调试。（1）系统试压。按照设备厂家各部件要求进行试压。（2）加水调试。发生器试压合格后，在原料罐中加入自来水，启动计量泵对计量泵进行流量校正，并将发生器的控制参数设置在正常运行指标要求。按发生器的操作程序启动运行，检查各运行参数是否符合正常。（3）发生器调试。发生器加水调试合格后将原料罐的水排出，加入原料后再次启动计量泵进行校正，校正合格后根据水厂的实际情况设置二氧化氯参考投加量，按操作程序启动发生器，检查各运行参数是否正常，2 小时后根据出厂水二氧化氯余量增加或减少二氧化氯投加量，使出厂水二氧化氯余量稳定在 0.2mg/L，调试中密切观察设备的运行参数，出现异常立即进行处理，设备运行 24 小时无异常为合格。

### 5.3 性能验收

**5.3.1** 发生器安装调试合格后应对其性能指标进行检测和验收。发生器技术指标应符合表 4.1 的要求。性能检测应按附录 B 进行。

**5.3.2** 二氧化氯消毒剂发生器连续运转稳定性测试应按照附录 A 进行，确保发生



---

器性能稳定，并达到要求。

---

## 6 运行维护

### 6.1 日常运行

**6.1.2** 启动前应检查发生器及配套设备电路连接是否正确，检查供水、投药和原料管路是否有泄漏，检查相关仪表的运行是否正常。

**6.1.5** 关机时，应提前 1~2 小时关闭计量泵和加热系统，停止加料，使水射器将设备内的二氧化氯气体尽量抽完，以防止滞后反应所产生的气体外溢。停料 1~2 小时后关闭出气管阀门，同时关闭水射器两端的阀门，再关闭动力水总阀门，水射器停止工作，设备即关机。

### 6.2 水质检测

**6.2.5** 出厂水消毒副产物指标根据水厂风险情况确定频率。风险值在国标限制 30%以下，可每月检测。

**6.2.6** 水中氯酸盐、亚氯酸盐检测可采用有资质单位外检或厂级检测方法水厂自检，氯酸盐、亚氯酸盐的厂级快速检测方法可参照附录 D、附录 E。城镇供水厂宜配备与供水规模和水质检验要求相适应的检验人员和检验所需的仪器设备，加强开展二氧化氯副产物等水质检验与记录。

### 6.3 氯酸盐综合控制措施

**6.3.1** 中小水厂调研结果显示，氯酸盐原料带入占比高，约占 50%左右，通过源头控制，优先选用原料转化率高的发生器，可有效控制氯酸盐超标风险。

**6.3.2** 反应条件，如遮光、pH、混合效果等，仅可抑制部分氯酸盐生成。应控制二氧化氯反应时 pH 小于 8.0，并维持在中性偏酸条件，可抑制氯酸盐生成。

**6.3.3** 氯酸盐生成量约为二氧化氯投加量的 10%左右，根据二氧化氯使用地点，参照 30min 耗二氧化氯量或现场运行实际投加量，控制二氧化氯投加量，结合其他方式（联合消毒等），可进一步削减氯酸盐超标风险。

### 6.4 亚氯酸盐综合控制措施

**6.4.1** 反应条件，如遮光、pH、混合效果等，仅可抑制部分亚氯酸盐生成。应控

---

制二氧化氯反应时 pH 小于 8.0，并维持在中性偏酸条件，可抑制亚氯酸盐生成。

**6.4.2** 亚氯酸盐生成量约为二氧化氯消耗量的 50%至 70%，根据二氧化氯使用地点，参照 30min 耗二氧化氯量，在保障水处理效果前提下，可通过控制二氧化氯投加量，结合其他方式（联合消毒等），有效控制亚氯酸盐超标风险。

**6.4.3** 亚铁还原去除亚氯酸盐时，去除率达 97%左右，一般作为应急控制技术，采用亚铁对混凝阶段也有较好的去除效果，但应控制亚铁盐投加量在 7mg/L 以下。亚铁还原去除亚氯酸盐反应条件控制：pH 为 5 至 7 时，亚铁离子与亚氯酸盐质量比为（1.8~2.3）：1。

**6.4.4** 活性炭滤池或炭砂滤池去除亚氯酸盐时，宜在使用纯二氧化氯时采用。活性炭滤池或炭砂滤池去除亚氯酸盐一般用于水质整体提升的工程，对有机物去除会对亚氯酸盐去除有影响，活性炭去除效果长期工程数据不足，短期内去除效果 60%至 90%，有待长期跟踪。

## 6.5 运行维护与管理

**6.5.1** 城镇供水厂应建立健全进出料、原料使用量、设备产量、设备设施启停及安全状态等运行记录档案。二氧化氯应用设施管理人员应经过专业培训，在原料配制、设备检修等操作过程中佩戴防护用品，做好自身防护。

**6.5.2** 应根据反应原理和发生器类型选用相应规格和等级的化学原料。所用原料应符合 GB/T 534 工业硫酸、GB/T1616 工业过氧化氢、GB/T1618 工业氯酸钠、HG/T3250 工业亚氯酸钠、GB320 工业用合成盐酸、GB2440 尿素、GB317 白砂糖或相应的国家标准和卫生安全要求。水厂应对制备二氧化氯的原料执行质量验收制度，可增加原料索证等相关管理要求。对按照要求配制后的每批原料定期检验。

**6.5.3** 投药泵管理目前采用 PLC 脉冲控制步进马达式计量泵进行进药，其中 PLC 控制具有自动化程度高、稳定性强、控制精度高等特点，为发生器的联动控制以及精准进药提供了技术支持，同时步进马达式计量泵采用步进马达驱动，一体化单片式膜片。流量精准度高，稳定耐用。准确投药标定系统，该系统是安装在二氧化氯发生器计量泵与药液储罐之间的一种标定系统，使用触摸屏、PLC 等相关

程序实现的联动控制，自动检测标定计量泵的进药量，防止偏药、漏药等情况的发生。

**6.5.4** 发生器性能定期检测可采用发生器投加管路的取样点取样，进行性能指标检测，除技术参数外，发生器安全、经济、可操作、卫生指标也可纳入综合运行评估。

**6.5.5** 城镇供水厂二氧化氯发生器相关操作规程应粘贴在操作部位墙面，并由专业人员依据操作执行。二氧化氯及相关设备设施日常观测与运行维护要求参照附录 C，包含二氧化氯应用设施日常观测要求、二氧化氯应用设施定期维护要求、二氧化氯应用设施修理要求。校验和清洗频率也可按照设备说明书和实际情况进行调整。所有操作均应记录备存。

**6.5.6** 发生器日常监测以出厂水余二氧化氯量的稳定性、温度控制的稳定性、原料的消耗量进行评价。除水质波动导致投加量变化情况下，发生器的原料消耗量，可通过技术协议要求，实际消耗量不大于签订的技术协议要求，每月进行一次评价。

**6.5.7** 发生器安装调试合格后首次进行运行效果评价，评价内容应符合附录 A、附录 B 的要求。标准提供了二氧化氯发生器性能测试表和性能检测方法，可参照使用。发生器首次运行效果评价后，每间隔 3 个月进行一次运行效果评价。若达不到要求，应开展针对性技术改进分析，及时发现问题并进行参数调节、配件更换等。

## 6.6 残液处理与处置

**6.6.1** 二氧化氯发生器残液应进行妥善处理、无害化处理，包含收集、储存、运输、管理等各环节。

对深圳市部分水厂使用的二氧化氯发生器残液成分进行鉴定与分析，残液成分入下：

表 6-1 二氧化氯发生器残液成分分析

采样地点	pH	ClO <sub>2</sub> (g/L)	ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (g/L)	ClO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (g/L)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (g/L)
水厂 1	0.07~0.2	0.35	1~1.6	0.35~0.45	-

采样地点	pH	ClO <sub>2</sub> (g/L)	ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (g/L)	ClO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (g/L)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (g/L)
水厂 2	0.74~0.80	0.15	23.73	0.12~0.54	-
水厂 3	0.06~0.10	2.78	9.36	0.34~0.40	-
水厂 4	1.83~1.90	0.42	1.02	0.06~0.18	441.65

残液 pH 很低，属于酸性废水，其中残余的二氧化氯和亚氯酸盐较少，可忽略不计，但混合发生器残液中含有很高浓度的氯酸盐，纯二氧化氯发生器残液中含有较高浓度的硫酸盐。有残液分离器的发生器残液中含有氯酸根浓度为 1.0~1.6 g/L，而没有分离器的发生器其排放的残液中氯酸根浓度为 9.36~23.73 g/L，这些氯酸盐进入消毒水体会增加处理水中副产物的含量，从而造成危害。故应提高二氧化氯发生器性能，对性能较差的发生器进行气液分离，并妥善处理残液。

**6.6.2** 二氧化氯发生器残液处置方法有外运回用、中和、资源化处理等。

**6.6.3** 外运回用应委托有残液等处理资质的公司，集中收集处理后回用。城镇供水厂应事先负责厂内残液收集和安全储存，并做好残液运转记录。

**6.6.4** 残液中和、资源化处理可采用碱性中和法、铁粉还原法等。残液碱性中和处理可采用石灰、碳酸钠或氢氧化钠等，将残液与中和液在混合池中充分混合，达标后排入城市污水管网。残液资源化利用可采用铁粉还原去除氯酸盐，投加铁粉至采用中和后的残液中，产物亚铁离子可作为水厂排泥水的絮凝剂。对于不同原料发生器，残液处理方式有差异。纯二氧化氯发生器的残液可采用真空浓缩法对残液进行浓缩后，分离残液中的硫酸氢钠，母液返回发生器使用，实现残液的循环使用。

## 6.7 应急处理

**6.7.1** 对于相应危化品原料，应编写应急处理预案，并组织相关培训演练。每项预案下增加明确、可行的操作细则。

**6.7.2** 应编写二氧化氯发生器应用应急处理预案，并组织相关培训演练。应急预案包含二氧化氯发生器应用停电、动力水不足等故障、二氧化氯泄露应急预案等。应急事故中事故等级、响应流程及应急操作应明确，自行解决的同时，与厂家充分沟通，并进行事后评估与方案提升。

---

**6.7.3** 编写残液处理处置问题，应急处理预案，并组织相关培训演练。主要针对城镇供水厂内流程，同时考虑外运处置等问题下的出路等预案。

---

## 7 人员培训

### 7.1 培训基本要求

发生器的操作与维护人员宜具有一定的化工、电气方面的基础知识，并应积极参加二氧化氯厂家、水厂自行组织的应用培训及行业交流，提升专业技能和操作水平。开展现场应急预案演练活动，掌握应急事故处理流程。

### 7.2 培训要点

培训内容包括法律法规、基础知识、实际操作与维护、常见故障处理、应急处理、现场考评等，并应保留记录。通过发生器操作等基础知识学习，完成水厂发生器作业指导书并定期修订完善，确保发生器的正确、高效使用。