



# 电解食盐法二氧化氯 协同消毒剂发生器

水利部农村饮水安全中心  
北京金水碧源科技有限公司

樊建明

电解**食盐**法二氧化氯

**协同消毒剂**发生器

电解食盐 →

二氧化氯  $\text{ClO}_2$

氯气  $\text{Cl}_2$

臭氧  $\text{O}_3$

过氧化氢  $\text{H}_2\text{O}_2$



# 突出优点



原料简单-----食盐



成本低-----0.005元/吨



安全可靠-----产生气体投加



准确控制投加量-----控制电流



# 发展历史

上个世纪90年代初期，电解食盐法二氧化氯发生器在国内的制造尚处在研究试用阶段，不论是材质的选用还是结构的设计均处于摸索时期。这个时期的电解食盐法二氧化氯发生器产气效率较低，**电极和隔膜**寿命较短，设备的运行不够理想，且设备成本高，因而阻碍了该设备在我国的发展。

研究人员以设备的使用现场为试验室，不断地总结经验，解决了一个又一个技术难题，改进制造工艺，选择更好的**电极和隔膜**，初步完善了整体结构，改善了设备性能，开发出电解法第二代产品。

同时，优化了电解室技术参数，降低了槽**电压**，改善了**冷却系统**，提高了电流效率，降低了运行成本。90年代后期，又升级为第三代产品，这代产品最明显的标志是以**电解盐水的循环方式**替代了溢流补偿加盐方式，并将**分体式循环方式**改为一体式循环方式，这是第四代产品的标志。

在2000年初研究人员对电解室整体结构布置进行了大胆的变革，解决了**特大型发生器**每小时产气量2000克以上到10000克的制造难题，这种产品被称之为第五代。



中华人民共和国环境保护行业标准

环境保护产品技术要求 电解法二氧化氯协同消毒剂发生器(HJ/T 257-2006)

# 发展历史

大类	小类	产生方法	成分及原料	备注
化学方法	氯化消毒	投加法 (消毒剂)	液氯	钢瓶瓶装
			次氯酸钙 (漂白粉或漂白精)	Ca(OCl) <sub>2</sub> 、白色粉状
			次氯酸钠 (漂白水或漂水)	NaOCl、纯品为白色粉末,通常为灰绿色结晶
			二氯异氰尿酸钠(优氯净或消毒氯片)	C <sub>3</sub> O <sub>3</sub> N <sub>3</sub> Cl <sub>2</sub> Na 白色粉状
			三氯异氰尿酸(强氯精或消毒氯片)	C <sub>3</sub> Cl <sub>3</sub> N <sub>3</sub> O <sub>3</sub> 、白色粉状
		化学反应法		
		电解法	电解食盐法氯气发生器	含有二氧化氯等
			电解食盐法次氯酸钠发生器	
	二氧化氯消毒	投加法	二氧化氯缓释片	ClO <sub>2</sub> 、白色粉状
		化学反应法	氯酸钠、亚氯酸钠、盐酸等	六种反应方式,原料及产生的二氧化氯浓度各不同
		电解法	电解食盐法二氧化氯发生器	含量不高
	臭氧消毒	高压放电式		
		紫外线照射式		
		电解式		
溴	投加法	溴氯海因 (溴片)	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> N <sub>2</sub> BrClO <sub>2</sub> 、白色或类白色粉末	
物理方法	紫外线法	低压灯系统		
		低压高强灯系统		
		中压灯系统		
	超声波法			
	膜过滤法			
	微电解法			

# 发展历史

	产生方法	消毒剂种类	成分及原料	备注
化学消毒剂消毒方法	投加消毒剂法	氯化消毒剂	液氯	钢瓶瓶装
			次氯酸钙（漂白粉或漂白精）	Ca(OCl) <sub>2</sub> 、白色粉状
			次氯酸钠（漂白水或漂水）	NaOCl、纯品为白色粉末，通常为灰绿色结晶
			二氯异氰尿酸钠（优氯净或消毒氯片）	C <sub>3</sub> O <sub>3</sub> N <sub>3</sub> Cl <sub>2</sub> Na 白色粉状
			三氯异氰尿酸（强氯精或消毒氯片）	C <sub>3</sub> Cl <sub>3</sub> N <sub>3</sub> O <sub>3</sub> 、 白色粉状
		二氧化氯消毒剂	二氧化氯缓释片	ClO <sub>2</sub> 、白色粉状
		溴	溴氯海因（溴片）	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> N <sub>2</sub> BrClO <sub>2</sub> 、白色或类白色粉末
		臭氧消毒剂		
	化学反应法	氯化消毒剂		
		二氧化氯消毒剂	氯酸钠、亚氯酸钠、盐酸等	六种反应方式，原料及产生的二氧化氯浓度各不同
		臭氧消毒剂		
	电解法	氯化消毒剂	电解食盐法二氧化氯协同消毒剂发生器	主要成分为氯气、二氧化氯、臭氧等
			电解食盐法次氯酸钠发生器	
二氧化氯消毒剂		电解食盐法二氧化氯协同消毒剂发生器	含量不高	
臭氧消毒剂		电解法臭氧发生器		



# 消毒设备介绍-----电解食盐法二氧化氯发生器

## 1) 设备结构

电解法二氧化氯发生器由电解槽和电解电源两部分构成



# 消毒设备介绍-----电解食盐法二氧化氯发生器

## 1) 设备结构

**电解电源：**是智能型高频开关恒流电解电源，将220V(或380V)交流电变为电压不超过12V（安全电压）的直流电，提供电解时所需要的直流电能、通过电流来调节设备消毒剂产量的大小、实现设备的各项自动化控制功能（远程监控，配合流量计或余氯传感器反馈控制）。



# 消毒设备介绍-----电解食盐法二氧化氯发生器

## 1) 设备结构

**电解槽：** 饱和食盐水在电解槽中电解，产生 $\text{ClO}_2$ 、 $\text{Cl}_2$ 等协同消毒气体，消毒气体通过水射器与水充分溶解产生二氧化氯协同消毒剂。



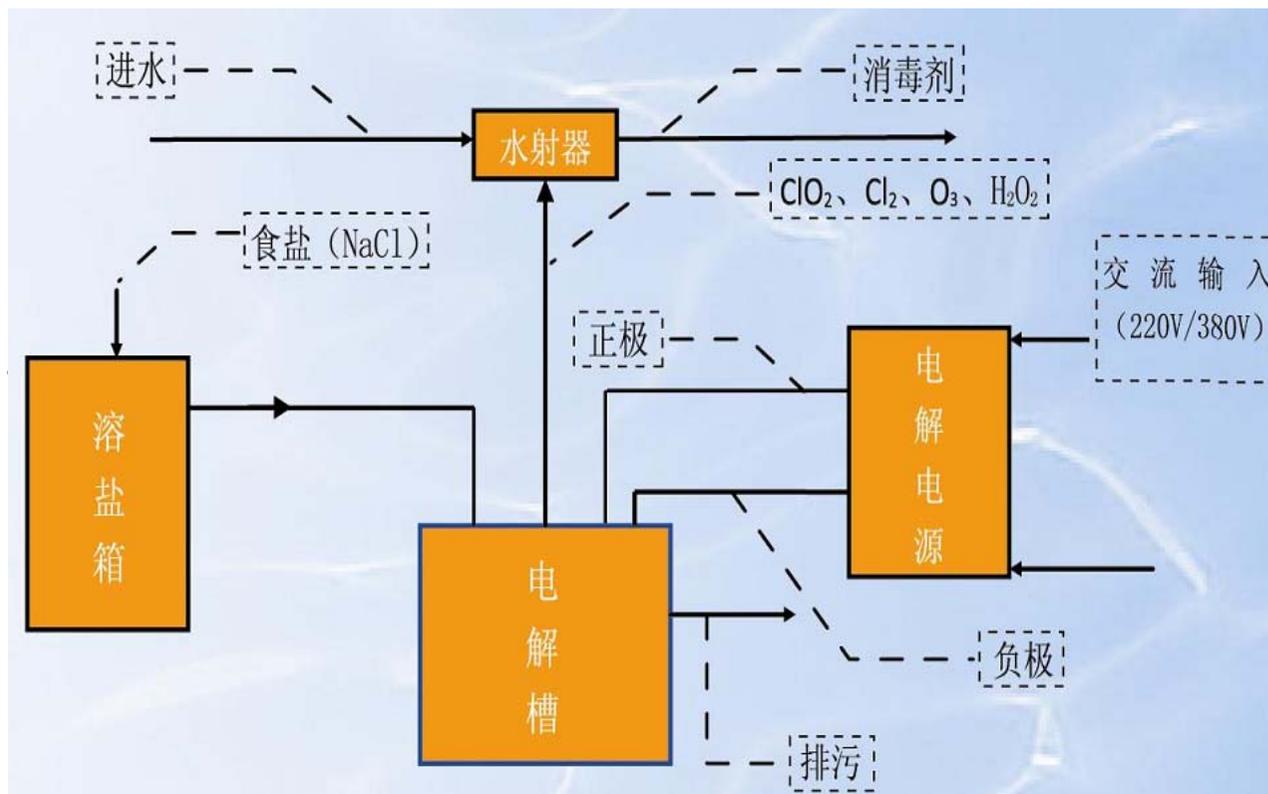
# 消毒设备介绍-----电解食盐法二氧化氯发生器

## 2) 工作原理

电解电源将交流电变为电压不超过12V直流电。

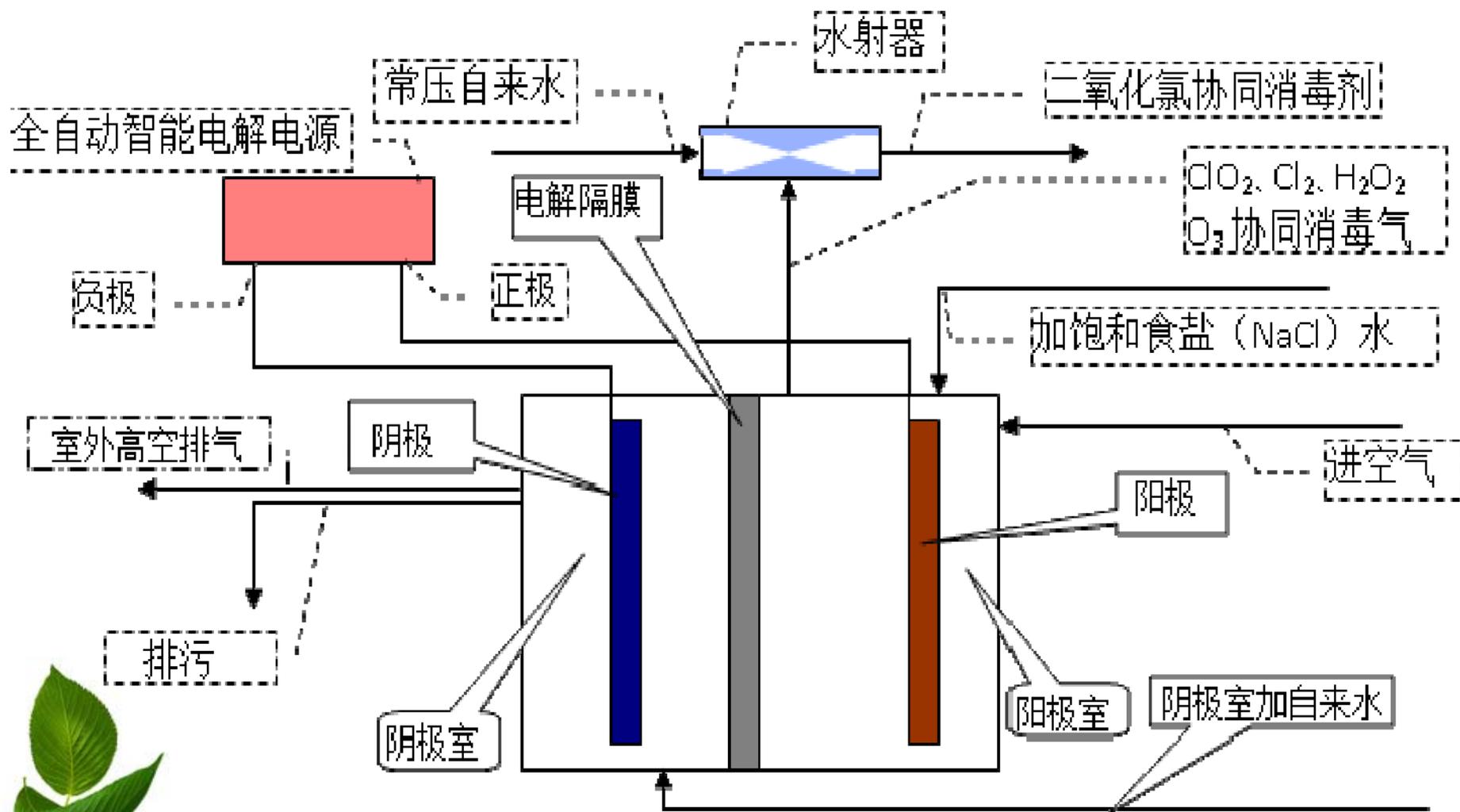
在特殊电极板（钛基涂覆钌、铱、铈、铂稀有金属氧化物）和UPVC电解隔膜的电解槽内电解饱和氯化钠水溶液，产生二氧化氯协同消毒剂。

消毒剂投加系统  
自动将设备产生的  
二氧化氯协同消毒剂  
投加到待消毒水体中



# 消毒设备介绍-----电解食盐法二氧化氯发生器

## 2) 工作原理

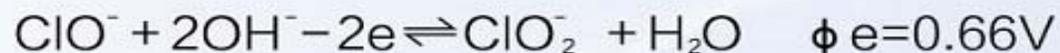
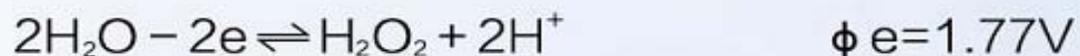
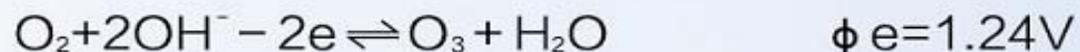
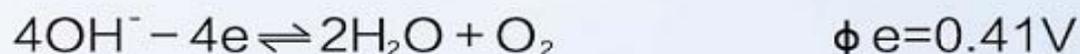


# 消毒设备介绍-----电解食盐法二氧化氯发生器

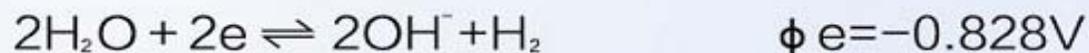
## 2) 工作原理

### 电解饱和食盐水溶液时电极反应

阳极反应：



阴极反应：



# 消毒设备介绍-----电解食盐法二氧化氯发生器

## 3) 设备特点

(1) **原料简单，易于获取**。以氯化钠为原料，电解饱和氯化钠水溶液产生 $\text{ClO}_2$ 、 $\text{O}_3$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}_2$ 等多种复合消毒剂。原料来源广，供应渠道非常畅通，采购十分方便。

(2) **运营成本低**。每一千吨水按投加1公斤有效氯计算，运行费用为0.0048元/吨。如此低的运行费用非常适合农村水厂的低成本运营要求。

(3) **设备运行为全自动免维护，安全可靠，操作简易**。只需定期向设备内添加食盐，不用其它复杂的操作。即使误操作或发生极端情况，都不会发生危险。经久耐用：一体化设计，全自动控制，使用寿命长，超过十年。

(4) **有效氯的产生可在线监控**，设备参数可在线监测，易于上级部门的监督管理。内设自动控制微型PLC，可实现通过调节电解电流的大小，从零到最大连续精确地控制二氧化氯复合消毒剂的发生量（控制精确度：1克有效氯/小时），并可实现远程自动监测与控制。



## 消毒设备介绍-----电解食盐法二氧化氯发生器

### 3) 技术特征:

- 1、使用原料为食盐；耗盐量： $\leq 1.6$ 克盐/克有效氯。
- 2、设备可以根据余氯测量仪的测量信号或流量计的流量信号自动调整消毒剂发生量。
- 3、有效氯的产生可在线监控，设备参数可在线监测，易于上级部门的监督管理。内设自动控制微型PLC，可实现从零到最大连续精确地控制二氧化氯复合消毒剂的发生量（控制精确度：1克有效氯/小时），并可实现远程监测与控制。
- 4、设备采用自动溶盐系统，无需人工配制饱和食盐水，设备缺盐时仅加固体的食盐，。
- 5、设备自动控制电解槽温度不超过40摄氏度。
- 6、电解隔膜电阻率低、耐腐蚀、免清洗、寿命长。
- 7、电解极板采用涂覆钎、铈、铈、铂的钛网制造。
- 8、设备自动补水、自动排污。
- 9、电解电源采用智能型高频开关电源，满负荷可以长期连续运行。



# 消毒设备介绍-----电解食盐法二氧化氯发生器

## 4) 设备安装使用的基本条件

电解槽的安装使用条件:

- 1、环境温度： $0^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ ，
- 2、空气相对湿度：不大于85%；
- 3、水温： $0^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ ；
- 4、水压： $0.20\text{MPa}\sim 0.65\text{Mpa}$ (管径见技术参数表)；
- 5、投药口压力小于： $0.02\text{Mpa}$ ；
- 6、设备间内具有排水设施地漏、排水沟、排水管、通风良好，设备间内不得放置易燃、易爆等危险品。设备间内不得吸烟，不得使用明火；
- 7、室内装有与投药点相连通的UPVC加药管路；且投药点的阻力不大于 $0.02\text{MPa}$ 。
- 8、室内设置二根管径为DN20的UPVC通风管，靠近设备，距地面距离不小于3米。
- 9、设备用水水质：符合GB5749-2006标准。
- 10、设备用食盐质量：符合GB5641-2000或GB/T5462-2003标准中精制盐优级标准。

电解电源的安装使用条件:

- 1、电解电源要在室内安装使用，室内温度范围 $0^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ ，空气相对湿度不大于85%，通风良好。
- 2、无阳光直射，无易燃、易爆气体及尘埃，无腐蚀金属及破坏绝缘的气体。
- 3、无剧烈震动。
- 4、电解电源配电见技术参数表



# 消毒设备介绍-----电解食盐法二氧化氯发生器

## 5) 产品型号系列及型号选择

需消毒的水体	深井水	地表水	游泳池水	中水	医院污水	其它水体
二氧化氯协同消毒剂投加量(克/吨)	1~2	2~4	4~6	5~10	30~40	实验确定
电解法二氧化氯协同消毒剂发生器选型	$\text{每小时最大用水量} \times \text{消毒剂投加量最大值} = \text{消毒设备有效氯额度产量}$					



参数 型号	有效氯 最大产 量	耗盐量	输入 功率	输入电压	设备外形尺寸(L×W×H)mm		外接管径		
	(g/h)	(g盐/g 有效氯 )	(KW)	(V)	发生器主机	电解电源	进 水 口	消 毒 剂 出 口	排 污 口
HOH-CI-50	50	1.6	<0.4	220	440×710×990	260×310×580	DN20	DN20	DN20
HOH-CI-100	100	1.6	<0.8	220	440×820×1120	260×310×580	DN20	DN20	DN20
HOH-CI-200	200	1.6	<1.6	220	500×820×1120	340×420×860	DN20	DN20	DN20
HOH-CI-300	300	1.6	<2.4	220/380	440×1660×1170	340×420×860	DN20	DN20	DN20
HOH-CI-400	400	1.6	<3.2	220/380	440×1660×1170	340×420×860	DN20	DN20	DN20
HOH-CI-500	500	1.6	<4.0	220/380	440×1660×1170	340×420×860	DN25	DN25	DN20
HOH-CI-600	600	1.6	<4.8	220/380	440×1660×1170	340×420×860	DN25	DN25	DN20

# 消毒设备介绍-----电解食盐法二氧化氯发生器

## 6) 设备的远程自动化

电解电压、电解槽温度、有效氯设定值、电解电流（有效氯产量）、工作状况等参数

监控管理软件主要功能如下

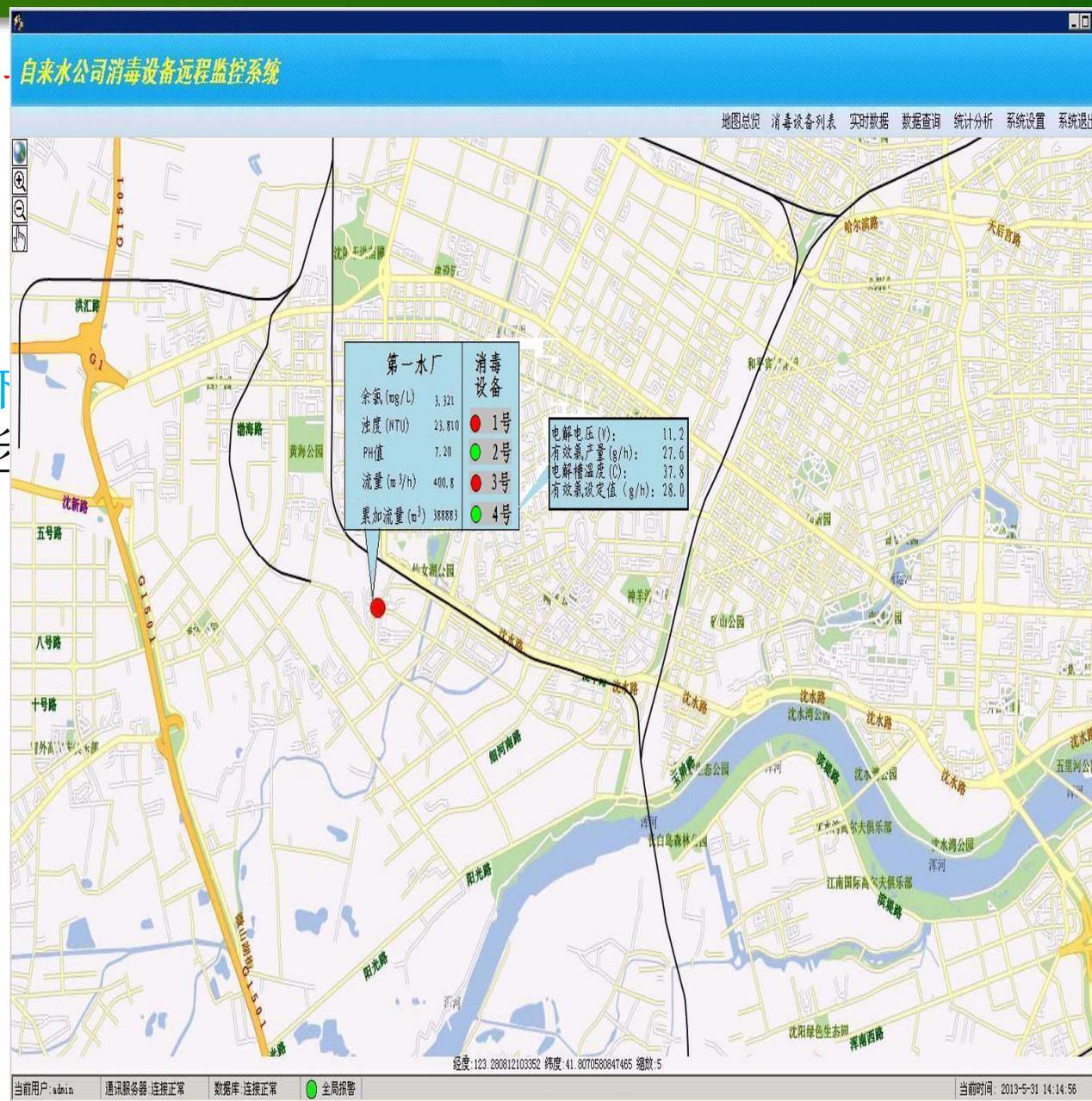
1) 数据采集与存储功能

2) 查询统计分析功能

3) 报警功能

4) 权限管理

5) 远程自动控制



# 消毒设备介绍-----电解食盐法二氧化氯发生器

## 6) 设备的远程自动化监控

远程监控系统

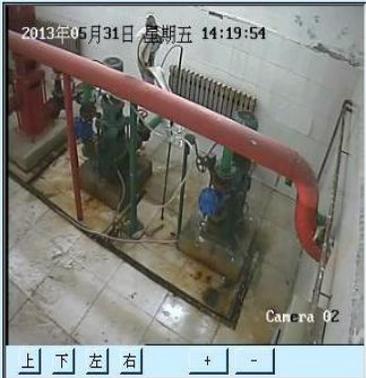
### 第一水厂消毒设备远程监控系统

地图总览 消毒器列表 实时数据 数据查询 统计分析 系统设置 系统退出

#### 第一水厂



2013年05月31日 星期五 14:19:53  
Camera 01

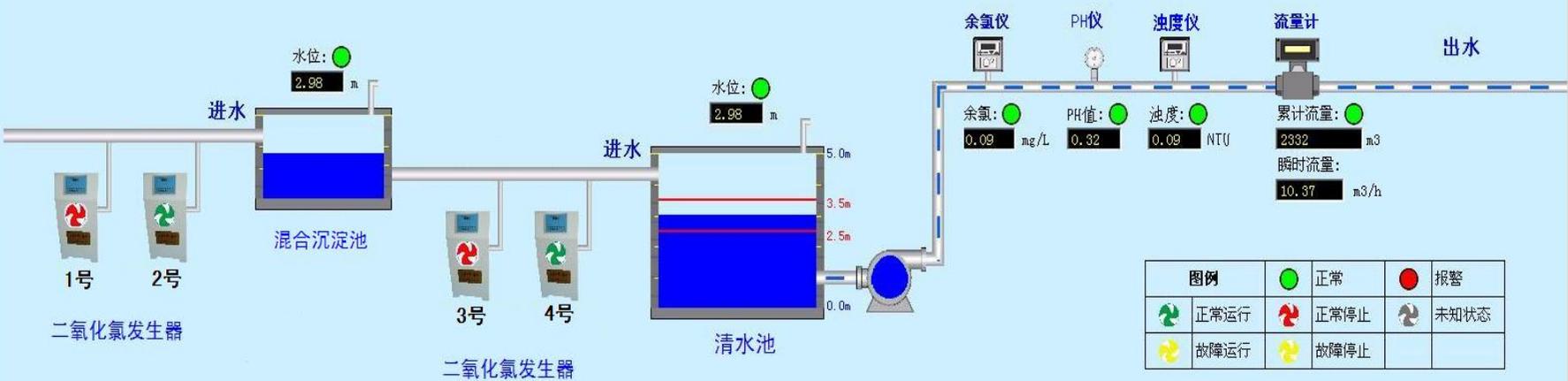


2013年05月31日 星期五 14:19:54  
Camera 02

供水人口	供水量 (t/h)	建设年份
5880	600	2010, 9

**4号 消毒设备运行状况**

箱门状态	通讯状态	投切状态
关闭	全部正常	切除
电解电压 (V)	11.2	控制盘
有效氯产量 (g/h)	27.6	自动 远程 <b>开启</b>
电解槽温度 (C)	37.8	<b>关闭</b>
有效氯设定值 (g/h)	28.0	



**进水** 混合沉淀池 清水池 **出水**

1号 2号 二氧化氯发生器      3号 4号 二氧化氯发生器

余氯仪: 0.09 mg/L    PH仪: 0.32    浊度仪: 0.09 NTU    流量计: 累计流量: 2332 m<sup>3</sup>, 瞬时流量: 10.37 m<sup>3</sup>/h

图例	正常	报警
正常运行	正常停止	未知状态
故障运行	故障停止	

当前用户: admin    通讯服务器: 连接正常    数据库: 连接正常    全局报警

当前时间: 2013-5-31 14:25:03

# 消毒设备介绍-----电解食盐法二氧化氯发生器

## 7) 与化学法二氧化氯发生器的比较

### (1) 设备运行的安全性:

电解法二氧化氯发生器仅以食盐为原料，设备运行绝对安全，即使误操作或发生极端情况，都不会发生危险。

化学法二氧化氯发生器以氯酸盐（主要是氯酸钠或亚氯酸钠）和酸（浓盐酸或稀硫酸）为原料，设备对运行条件要求苛刻。原料在运输贮存及使用过程中均需采取安全措施，否则极易发生安全事故。



# 消毒设备介绍-----电解食盐法二氧化氯发生器

## 7) 与化学法二氧化氯发生器的比较

### (2) 操作性

电解法二氧化氯发生器只需定期向设备内添加食盐，不用其它操作，设备自动运行，无需专人职守。

化学法二氧化氯发生器不仅需要定期加酸，而且还需要操作人员自己配制规定浓度（8%~30%）的氯酸盐水溶液。设备计量泵需定期校准、反应釜需定期清洗，原料的添加配置十分复杂，设备需专人职守，操作危险，不易掌握，对操作人员要求较高。

### (3) 二氧化氯发生量的控制

电解法二氧化氯发生器，通过调节电解电流的大小，从零到最大发生量随时连续精确地控制二氧化氯复合消毒剂的发生量，所以电解法二氧化氯发生器适用于对消毒剂投加量控制要求严格的水消毒。

化学法二氧化氯发生器是通过调整计量泵的泵药量，调整二氧化氯发生量，因受计量泵不能精确的连续调整投药量的限制，化学法二氧化氯发生器不能精准的调整二氧化氯消毒剂的发生量（控制精确度大于100克/小时）。



# 消毒设备介绍-----电解食盐法二氧化氯发生器

## 7) 与化学法二氧化氯发生器的比较

### (4) 设备寿命

电解法二氧化氯发生器是静止的电解设备，除电解液循环磁力泵外没有运动部件，设备故障率低，使用寿命长，使用寿命不低于十年。

化学法二氧化氯发生器，主要部件两台计量泵和反应釜是易损件。计量泵工作壹年以后需更换隔膜，使用三年以后整个计量泵需更换，反应釜需定期冲洗。化学法二氧化氯发生器使用寿命一般不超过五年。

### (5) 原料供应及管理

电解法二氧化氯发生器仅使用氯化钠一种原料，原料来源广价格低，供应渠道非常畅通，采购十分方便。

化学法二氧化氯发生器使用氯酸盐（主要是氯酸钠或亚氯酸钠）和酸（浓盐酸或稀硫酸）为原料，原料价格高、采购、运输困难，还需经过公安、安监等部门的特殊批准。



# 消毒设备介绍-----电解食盐法二氧化氯发生器

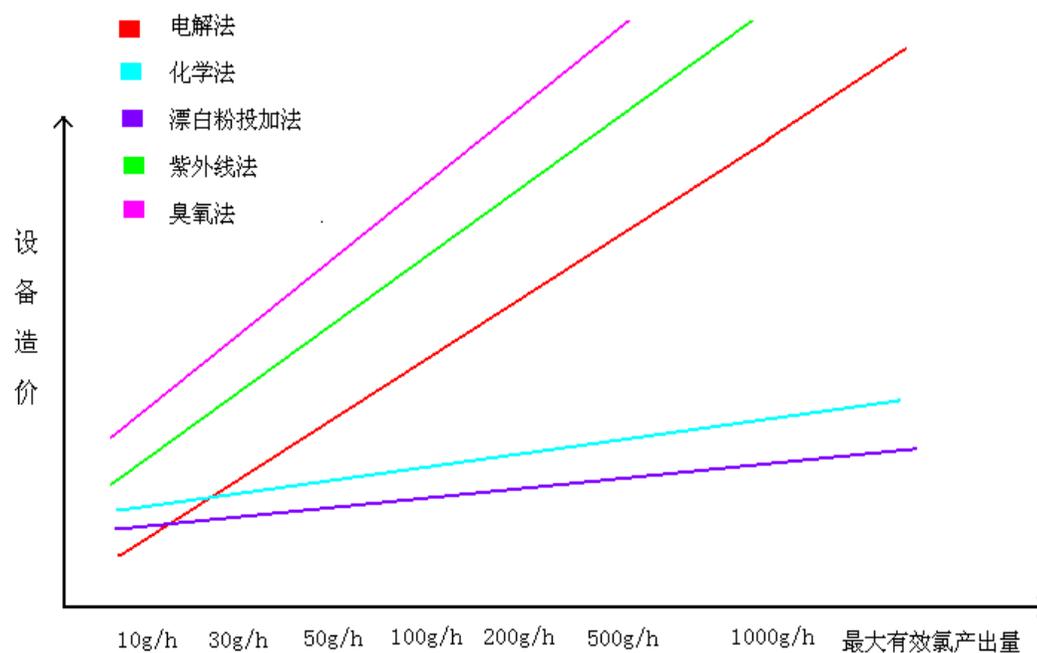
## 8) 与其它方法比较

单就造价方面讲，臭氧消毒相对其它方法明显较高，农村水厂除有特殊消毒需求外一般不予考虑。紫外线消毒的成本次之。

当有效氯最大投加量在50g/h以下时，电解食盐法二氧化氯及次氯酸钠发生器、化学法二氧化氯发生器、液氯及漂白粉投加法的造价差别不大。

但当有效氯最大投加量增加时，电解法的成本将增加很快，而化学法与液氯、漂白粉投加法基本增加不多，所以有效氯最大投加量越大，化学法与液氯及漂白粉投加法的成本优势就越明显。

电解食盐法二氧化氯发生器  
电解食盐法次氯酸钠发生器  
紫外线消毒法  
化学法二氧化氯发生器  
液氯及漂白粉投加法



消毒设备成本变化趋势



# 消毒设备介绍-----电解食盐法二氧化氯发生器

## 8) 与其它方法比较

投加法消毒

- 1) 液氯消毒
- 2) 次氯酸钠消毒液
- 3) 漂白粉消毒
- 4) ~~二氧化氯缓释剂~~

化学法~~二氧化氯~~消毒  
 电解法二氧化氯消毒  
 电解法次氯酸钠消毒  
 紫外线消毒  
 臭氧(~~O<sub>3</sub>~~)消毒

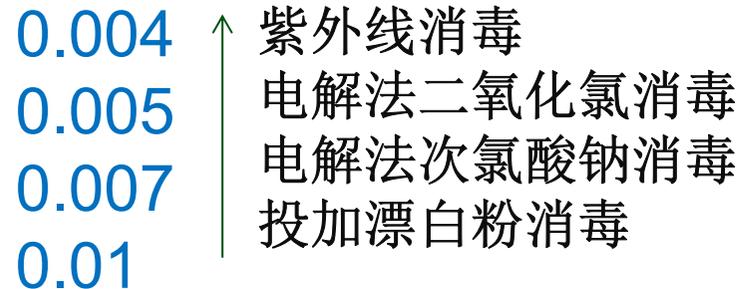
投加法消毒

- 1) ~~液氯消毒~~
- 2) ~~次氯酸钠消毒液~~
- 3) 漂白粉消毒

化学法~~二氧化氯~~消毒  
 电解法二氧化氯消毒  
 电解法次氯酸钠消毒  
 紫外线消毒

投加漂白粉消毒  
 电解法二氧化氯消毒  
 电解法次氯酸钠消毒  
 紫外线消毒

运行费用(元/吨):



# 消毒设备介绍-----电解食盐法二氧化氯发生器

## 9) 应用案例 湖北省利川水务局



# 消毒设备介绍-----电解食盐法二氧化氯发生器

## 9) 应用案例部 山东省邹城水务局



# 消毒设备介绍-----电解食盐法二氧化氯发生器

9) 应用案例 国家反恐训练基地

北京小学分校游泳池



# 消毒设备介绍-----电解食盐法二氧化氯发生器

## 9) 应用案例 宁夏银川兴庆区水务局



# 消毒设备介绍-----电解食盐法二氧化氯发生器

9) 应用案例 山西铁路局大同水电段



秦皇岛国际饭店



# 消毒设备介绍-----电解食盐法次氯酸钠发生器

## 1) 结构与工作原理

次氯酸钠发生器包括发生系统和投加系统

--发生系统是由盐水配水装置、发生装置、清洗装置组成

--投加系统是由存储及投加装置组成

### 工作原理

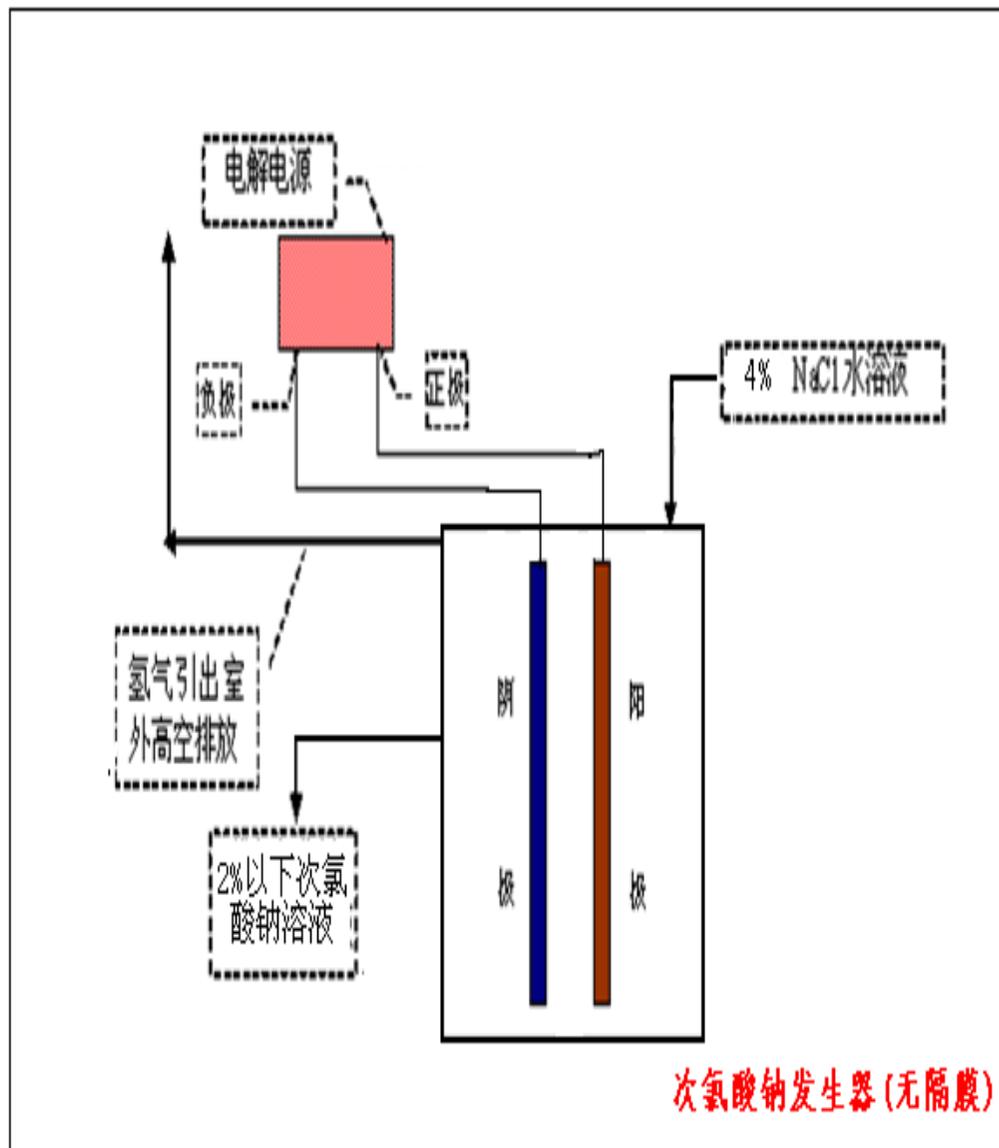
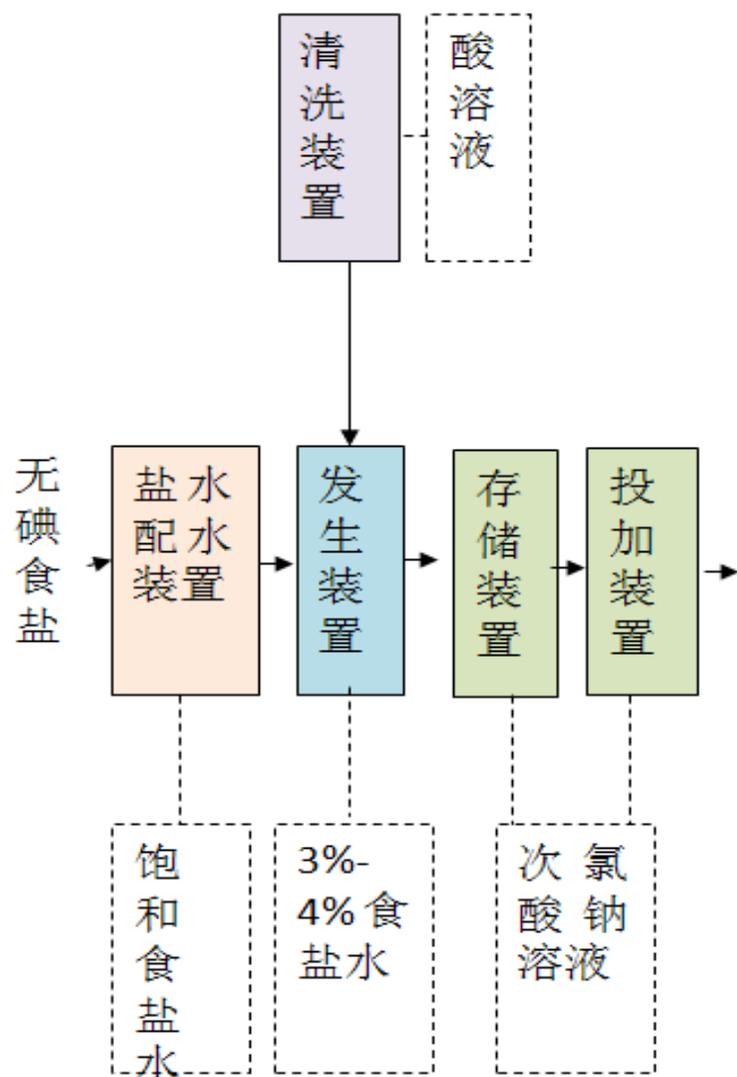
由低浓度食盐水通过通电电极发生电化学反应以后生成次氯酸钠溶液，其总反应表达如下：



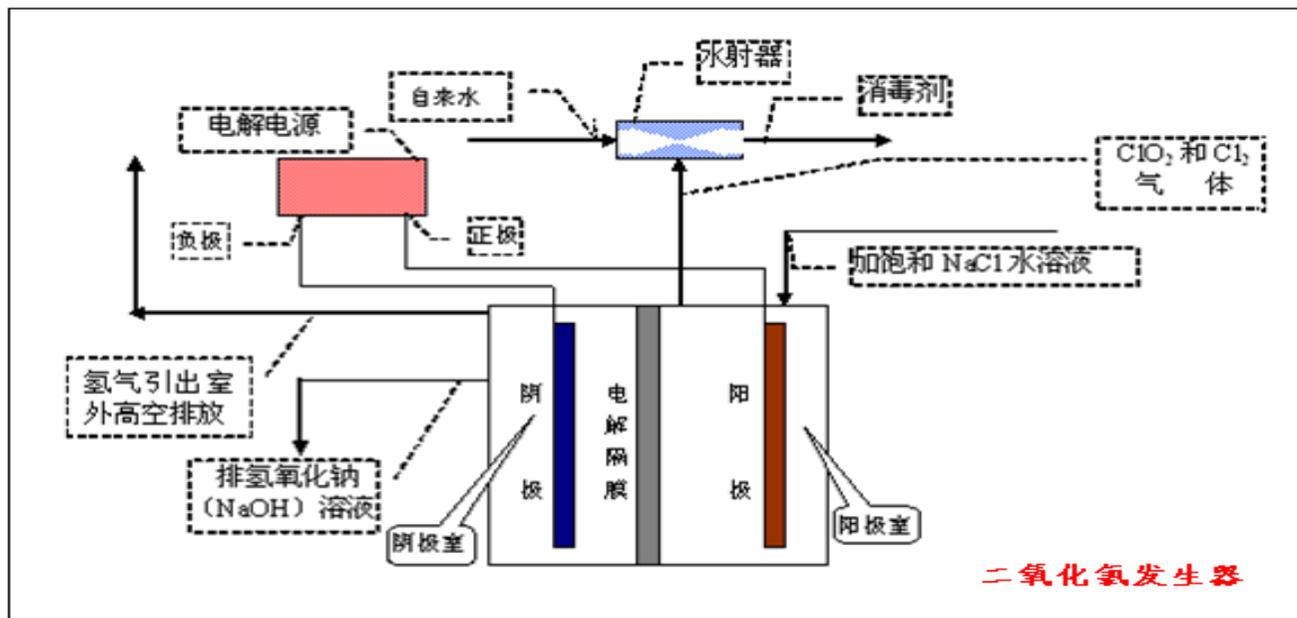
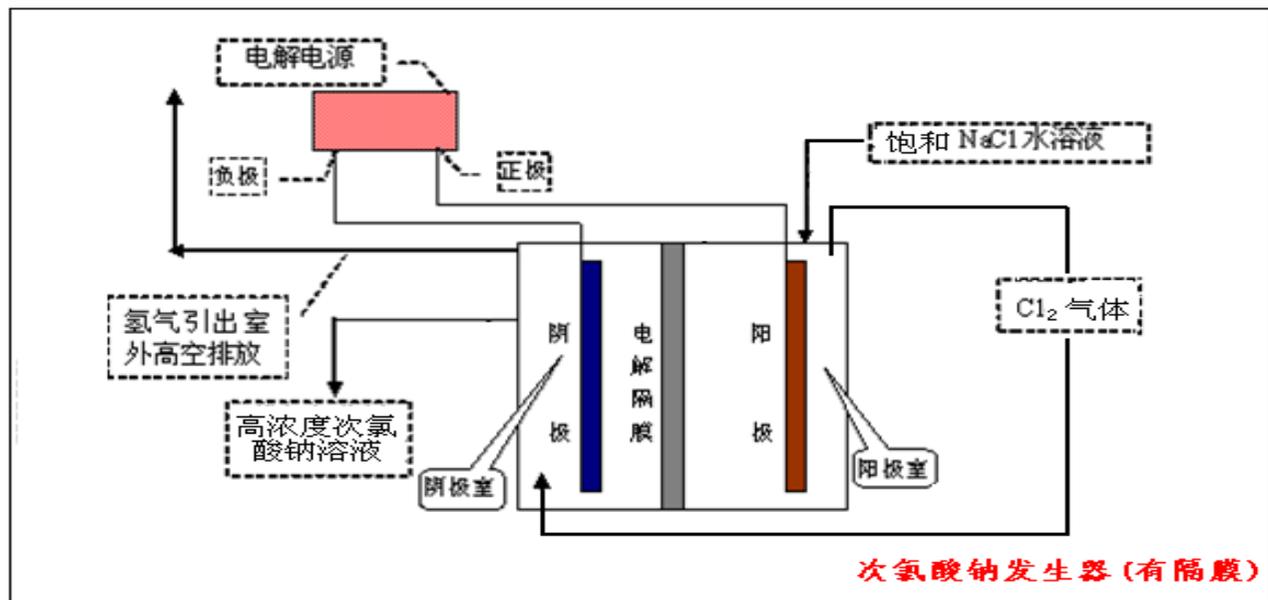
电极反应：



# 消毒设备介绍-----电解食盐法次氯酸钠发生器



# 消毒设备介绍-----电解食盐法次氯酸钠发生器



# 消毒设备介绍-----电解食盐法次氯酸钠发生器

## 2) 设备安装与运行条件

- 原水pH最好小于8.0（超过8.0时可采用不受pH影响的二氧化氯等其他消毒方式），以提高氯灭菌能力）；
- 原水COD<sub>Mn</sub>小于3.0、水质较好，浊度小于1NTU，一般采用滤后加氯消毒（铁锰微量超标时，可采用加氯氧化），以避免副产物超标；
- 水厂内最好有清水池，以保证氯消毒剂与水30min的接触时间；
- 次氯酸钠发生器应放置在独立消毒间，其使用空间应能满足操作要求；消毒间通水、通电，通风良好；
- 应有安全的尾气排放措施，外排口应远离明火
- 原料采用无碘食用盐 不可采用含碘盐和工业盐
- 运行的环境温度：0-40℃；空气中最大相对湿度不超过90%（以空气温度20±5℃时计）
- 次氯酸钠发生器工作电压380V，电解电压为9V~10V，电解电流为200A~220A。
- 应有去除进入电解槽食盐水硬度的措施，有条件宜采用纯净水配置食盐水
- 电解槽进水温度不应低于10℃
- 电解生成的次氯酸钠溶液不易久贮，夏天应当天生产、当天用完；冬天贮存时间不超过一周，并采取避光措施。

## 3) 设备特点（基本同电解食盐法二氧化氯发生器）





# 电解法二氧化氯协同发生器

产品获得卫生部饮用水卫生安全产品卫生许可证



北京金水碧源科技有限公司 研制  
水利部农村饮水安全中心 监制



谢谢！  
欢迎交流讨论

樊建明

电话：13701021424

QQ：1941248666