

浅析天然气净化厂二氧化氯发生器的应用

谌 波

中石化广元天然气净化有限公司 四川 广元 628415

【摘 要】：本文结合天然气净化厂的工艺特点，从二氧化氯发生器选型、系统介绍，工艺原理、水质分析项目及频次、常规维护方法及现场投运情况着手，简要介绍二氧化氯发生器的应用。

【关键词】：天然气净化厂；二氧化氯发生器；应用

DOI:10.12417/2811-0722.24.08.003

1 前言

元坝净化厂是国内建设的第二大高含硫天然气净化厂，元坝净化厂用水取自东河的主干流上，引单路管线 DN450 至净化厂边界外 1 米处，原水压力不小于 0.1MPa。净化水场设计处理水量为 750t/h，其中考虑 10% 的自用水量。生产、生活水加压系统采用清水泵(401-P-101A/B/C)单台流量 400m³/h，扬程 55 m，共 3 台（2 用 1 备）。其中生活用水量为 25m³/h，生活用水加二氧化氯进行消毒，并符合《生活饮用水卫生标准》GB5749-2006 二氧化氯要求。装置设计年运行时间 8000 小时。

2 二氧化氯的介绍

二氧化氯是介于氯和臭氧性能之间的氧化剂和消毒剂。由于二氧化氯氧化还原电位高，分子中的电中性特点，不会与带负电荷的病原微生物相斥，容易穿透微生物外壁，直达细胞内活性物质，所以它的杀菌能力较氯更强，剩余量更稳定，并能有效地控制水的色度、嗅味，此外二氧化氯与水中的有机物不产生或产生少量的危害健康的氯化有机物。因此二氧化氯消毒在欧美的应用极为广泛。^[1]

3 二氧化氯发生器选型

二氧化氯多为现场制备，生产工艺简单，随制随用，不用气瓶储存，万一管道发生泄漏，制备装置的连锁信号会控制反应，不会造成大量泄漏。设备具有断水、断电、过温报警等安全保护功能，因此生产现场安全性较高，另外由于二氧化氯消毒能力强，保证水质，所以近年来国内较多的化工厂逐步改用二氧化氯作为净水消毒剂。二氧化氯现场制备的常见方法有正压式和负压式。天然气净化厂选择的类型为负压式二氧化氯发生器，是目前最先进和可靠的二氧化氯发生器。

负压式发生器主要通过水射器形成真空，在反应系统内产生负压，故称为负压式。由反应器内形成的负压将原料吸入，反应产生的 ClO₂ 经水射器与水混合带出。它具有负压进料、负压曝气反应、负压吸收、负压投加等环节，全程负压运行，有较高的安全

性和可靠性。负压式反应工艺的采用，主要是基于安全上的考虑。由于二氧化氯是极不稳定的气体物质，若与空气混合很容易产生爆炸。反应器的全程负压反应工艺较好地解决了

ClO₂ 泄露的问题。

4 二氧化氯发生器的系统介绍

二氧化氯发生器系统是由二氧化氯发生系统、二氧化氯储存系统、二氧化氯投加系统、电控系统共四个主要部分组成。

(1) 二氧化氯发生系统：在真空状态下两种化学原料因负压而被吸入混合并反应生成二氧化氯。

(2) 二氧化氯储存系统：配有 200L 的储液罐，储液罐上配有连杆浮球液位开关，共有三个液位点，从而控制二氧化氯发生器的启停并提供设备的安全保护。二氧化氯储存系统可连续不断提供二氧化氯溶液供投加点使用。

(3) 二氧化氯投加泵系统：通过计量泵向投加点提供二氧化氯溶液，起到杀菌消毒的效果。

(4) 电器控制系统：保证操作的安全可靠，并提供所有必要的连锁电路。

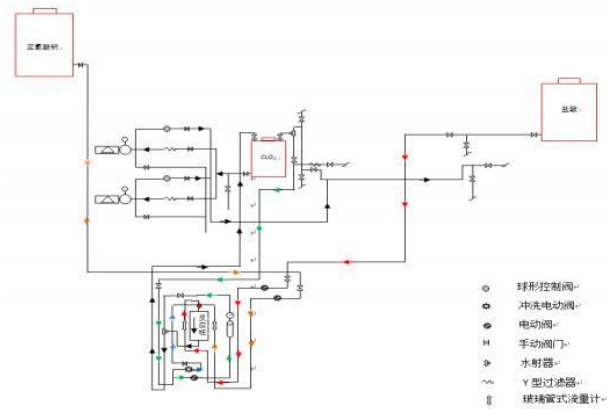
5 二氧化氯工艺原理

天然气净化厂使用的二氧化氯发生装置，采用亚氯酸钠和盐酸作为反应原料生成二氧化氯。其反应转化率大于 95%。发生器利用满足系统要求的动力水通过水射器产生真空，使两种反应原料充分混合并瞬间反应产生二氧化氯，然后经过水射器与稀释水流混合，形成一定浓度的二氧化氯溶液，直接送到投加点。

工艺流程：压力水进入到二氧化氯发生器（401-CL-101D）后，0.4-0.45MPa 的水压使水射器产生足够的真空。

8%浓度 NaClO₂ 溶液和 9%浓度 HCl 溶液由于真空的作用，从化学原料进口处吸入，通过 3/8 英寸 PP 原料管进入计量装置，最终进入反应器反应。反应生成的高浓度 ClO₂ 再由真空吸入水射器，经喷射水稀释成恒定浓度的 ClO₂ 溶液。稀释后的 ClO₂ 溶液此时已处于常压状态（非真空状态），然后进入二氧化氯储存箱以供投加使用。

二氧化氯（401-CL-101D）流程图



二氧化氯投加点分别设置在高效沉淀池(401-VRT-101)前入原水管线和净化水场外供的生活供水管线中。高效沉淀池前加氯工艺主要是利用二氧化氯氧化作用有效地将原水中二价铁离子转化为三价铁离子，同时还起到除藻的作用。可根据生产水中氯离子含量变化来人工调整加氯量（标准为过滤提升水池内水体中氯离子含量）。生活用水加氯消毒量应根据生活供水在线监测的二氧化氯值人工调整加药量（出场水二氧化氯量 $\geq 0.1\text{mg/L}$ 、 $> 0.8\text{mg/L}$ ，供水管网末端 $\geq 0.02\text{mg/L}$ ）。

6 水质分析项目及频次

表 6-1 水质分析项目及频次表

	取样号	取样地点	分析介质	介质状态		分析项目	控制指标	分析频次	分析方法	备注
				温度(℃)	压力 (Mpa)					
序号 1	401-SN-003	管网末梢	生活给水			浑浊度	$\leq 1\text{ NTU}$	1 次/日	比色法	
						色度	$\leq 5\text{ 度}$	1 次/日	铂-钴比色法	
						臭和味	不得有异臭、异味	1 次/日	嗅探	
						肉眼可见物	不得检出	1 次/日	目测	
						COD (Mn)	$\leq 3\text{ mg/L}$	1 次/日	化学滴定	
						二氧化氯	$\geq 0.02\text{ mg/L}$	2 次/日	仪器法	
						细菌总数	$\leq 100\text{ CFU}$	1 次/日	平皿计数法	
						总大肠菌群	不得检出	1 次/日	滤膜法	
						耐热大肠菌群	不得检出	1 次/日	滤膜法	

7 二氧化氯发生器常规维护方法

- (1) 安装时，电气控制系统要远离潮湿和酸性腐蚀的环境。
- (2) 定期检查设备的动力和安全系统。
- (3) 不定期的检查原料消耗情况，要保证两种原料消耗的一致性（计量泵、背压阀）。
- (4) 突然断电时，要尽快回复电力供应。若停电时间较长，应考虑排掉反应器残液并冲洗设备。
- (5) 长时间停机时要充分冲洗设备内部反应器和残液分离器。
- (6) 设备运行正常时，余氯突然降低或测不到了。
- ①检查原料的质量（包括配比情况）

- ②检查计量泵是否工作正常；
- ③检查背压阀是否能够正常工作；
- ④检查设备加热系统是否工作正常；
- ⑤设备内有杂质，应冲洗设备；
- ⑥与厂家联系咨询；
- (7) 水质突然发黄
- ①水源水当中的铁、锰超标；
- ②增开滤池，降低滤速；
- ③适当减少二氧化氯投加量；
- ④找厂家咨询。

8 二氧化氯发生器现场投运情况

(1) 该项目于 2019 年下半年开始规划, 12 月底正式投入运维。经过半年来的现场应用, 负压式二氧化氯发生器在净化水厂取得明显效果。

表 8-1 与原二氧化氯发生器使用效果对比表

日期	亚氯酸钠 t	盐酸 t	日期	亚氯酸钠 t	盐酸 t
2019年1月	0.1590	0.1600	2020年1月	0.0113	0.0254
2019年2月	0.1400	0.1400	2020年2月	0.0078	0.0141
2019年3月	0.1600	0.1600	2020年3月	0.0100	0.0148
2019年4月	0.1700	0.1700	2020年4月	0.0097	0.0155
2019年5月	0.1090	0.1290	2020年5月	0.0154	0.0198
2019年6月	0.1092	0.1099	2020年6月	0.0119	0.0127
合计	0.8472	0.8679	合计	0.0662	0.1024
			同比差值	-0.7810	-0.7655

由表 8-1 半年来投运后使用药剂损耗情况同比数据, 与原发生器半年损耗亚氯酸钠 0.8472t 相比, 本设备使用量为 0.0662t, 同比下降 0.781t; 损耗盐酸由原来的 0.8679t 下降至目前的 0.1024t, 下降 0.7655t, 药剂损耗量下降显著。



图 8-1 亚氯酸钠损耗量对比图



图 8-2 盐酸损耗量对比图

通过对本新型二氧化氯发生器的引进, 其产生 ClO_2 化学反应的两种化学药剂损耗量呈大幅下降, 下降幅度达 92.8%和 88.2%, 有效的降低了药剂成本。

(2) 岗位操作人员劳动强度也得到较大改善。原设备亚

氯酸钠半年需用量 0.8472t,

月均 0.1412t, 平均每 20 天左右需配药一次, 盐酸约需每月配制一次。采用该设备后目前配制的 8.0%浓度的亚氯酸钠药剂, 只需每半年配制一次; 9.0%浓度盐酸药剂配制频次由每月配制一次, 调整为现在的约 7 个月配制一次。不仅降低了员工的劳动强度, 同时也降低了盐酸等危险化学品运输、配制过程中的不安全因素。

(3) 由于生活水的特殊性, 因此对其指标要求也极为严格, 化验员每天对其进行 2 次取样化验, 确保产品达标率 100.0%。

上半年数据显示, 其化验合格率 100.0%, 完全达到国家居民饮用水标准。余氯最大值 0.14mg/L, 最小值 0.04mg/L, 平均值 0.08mg/L, 能够完全满足生活用水需要。

表 8-2 生活水余氯检测数据统计表

月份	最大值 (mg/L)	最小值 (mg/L)	平均值 (mg/L)	分析次数	合格率(%)
1月	0.11	0.04	0.08	62	100
2月	0.09	0.05	0.07	56	100
3月	0.10	0.04	0.07	62	100
4月	0.12	0.06	0.09	60	100
5月	0.12	0.05	0.09	62	100
6月	0.14	0.05	0.09	60	100

9 结语

综上所述, 该新型设备的投运主要有以下几个方面特点:

- (1) 药剂使用量大幅下降, 节约了药剂成本;
- (2) 员工劳动强度得到大幅改善, 药剂配制频次平均由 12 次/年, 下降为目前的 2 次/年;
- (3) 减少了员工与亚氯酸钠和盐酸危险化学品的接触, 不安全因素得到大幅减少;
- (4) 出水水质指标完全达到国家对居民饮用水要求, 达标率 100.0%。

通过这设备的引进及应用, 不仅解决了设备上单一运行(无备用)的状况, 同时, 通过半年来的现场实际应用情况, 完全达到了预期引进设备的目的, 满足了生产、生活需要, 具备了将该设备在其他净化厂推广应用的可能性。

参考文献:

- [1] 傅士盛;张大钰;王永芳;郭博文;曲莹.二氧化氯发生器在污水深度处理中的应用.水工业市场,2011(6).