

【产 品】

<https://www.cilvsuanna.com/>

## A 型次氯酸钠生产工艺的优化

鄢明雄\*

(中石化江汉盐化工湖北有限公司,湖北 潜江 433121)

【关键词】次氯酸钠;事故氯气;处理装置;工艺参数;自动化控制

【摘 要】对事故氯气处理装置进行了工艺改进,当碱液氢氧化钠质量分数 16%、氯气流量 100 kg/h、通氯时间 8 h、反应终点 ORP 值为 560 mV 时,生产出的 A 型次氯酸钠产品有效氯质量分数在 13%~14%、过碱量质量分数在 0.65%~0.70%、氯酸盐质量分数在 0.27%~0.28%,满足了用于自来水消毒的要求。

【中图分类号】TQ124.44 【文献标志码】B 【文章编号】1008-133X(2020)01-0024-03

### Optimization of A-type sodium hypochlorite production process

YAN Mingxiong

(SINOPEC Jiangnan Salt Chemical Hubei Co., Ltd., Qianjiang 433121, China)

**Key words:** sodium hypochlorite; accidentally released chlorine; processing device; process parameters; automatic control

**Abstract:** The process of the unit for handling accidental release of chlorine was improved. When the mass fraction of sodium hydroxide in caustic solution was 16%, the chlorine flow rate was 100 kg/h, the chlorination time was 8 h, and the ORP value at the reaction end point was 560 mV, A-type sodium hypochlorite was produced. In the product, the mass fraction of effective chlorine was 13% - 14%, sodium hydroxide 0.65% - 0.70%, and chlorate 0.27% - 0.28%. The product met the requirements for disinfection of tap water.

消毒是自来水净化处理最重要的环节,其运行的好坏直接影响自来水水质。氯气因其使用成本低、投用设备简单等优点作为饮用水消毒处理剂已有上百年的历史,目前仍有城市自来水厂采用氯气进行自来水消毒。但由于氯气在生产、储存、运输、使用等环节安全风险较大<sup>[1]</sup>,部分城市已经逐步禁止液氯槽车及液氯钢瓶进入市区。寻找高效、稳定、安全的氯消毒剂成为自来水消毒剂开发的焦点。次氯酸钠作为一种广谱的消毒杀菌剂,具有较好的杀菌灭藻效果,运输过程中安全性好,使用次氯酸钠替代液氯消毒已经成为供水行业的趋势<sup>[2-4]</sup>。

GB/T 19106—2013《次氯酸钠》中将次氯酸钠分为 A 型和 B 型两种规格。A 型次氯酸钠对重金属铅和砷有明显的含量最高要求,适用于消毒、杀菌及水处理等;B 型仅适用于一般工业。因此,自来水

厂所选用的次氯酸钠消毒产品必须是符合 GB/T 19106—2013 中要求的 A 型次氯酸钠产品。

中石化江汉盐化工湖北有限公司(以下简称“江汉盐化工”)是一家以氯碱化工、高效水处理消毒剂为主要产品的大型化工公司。其主要生产装置包括 60 万 t/a 盐硝联产装置、20 万 t/a 氯碱装置、7 万 t/a 钠法漂粉精装置和 3 万 t/a 三氯异氰尿酸装置。为进一步提高装置的利用效率,江汉盐化工在进行充分安全评估的基础上,对氯碱厂事故氯气处理装置进行了工艺改进,改进后的事故氯气处理装置具备了连续稳定生产 A 型次氯酸钠产品的能力。

### 1 生产工艺

江汉盐化工事故氯气处理装置采用三塔吸收工

\* 【作者简介】鄢明雄(1964—),男,高级工程师,2001 年获武汉理工大学工商管理硕士学位,现于中石化江汉盐化工湖北有限公司从事氯碱化工企业管理工作。

【收稿日期】2019-09-27

艺。其中 1<sup>#</sup>吸收塔为主要的氯气吸收塔,2<sup>#</sup>吸收塔和 3<sup>#</sup>吸收塔作为保护塔运行。装置的氯气来源主要有:由电解装置送来的高浓度原氯,液化、盐酸、液氯库、检瓶站送来的低浓度尾氯,电解经事故管线送来的事故氯气。装置的氢氧化钠来源于电解装置。

氯气经管线进入吸收塔后与氢氧化钠逆流接触,反应生成次氯酸钠,反应产生的热量由冷冻水换热带走,不可吸收的气体经监测达标后由风机排入大气。

吸收塔中发生的化学反应方程式为:

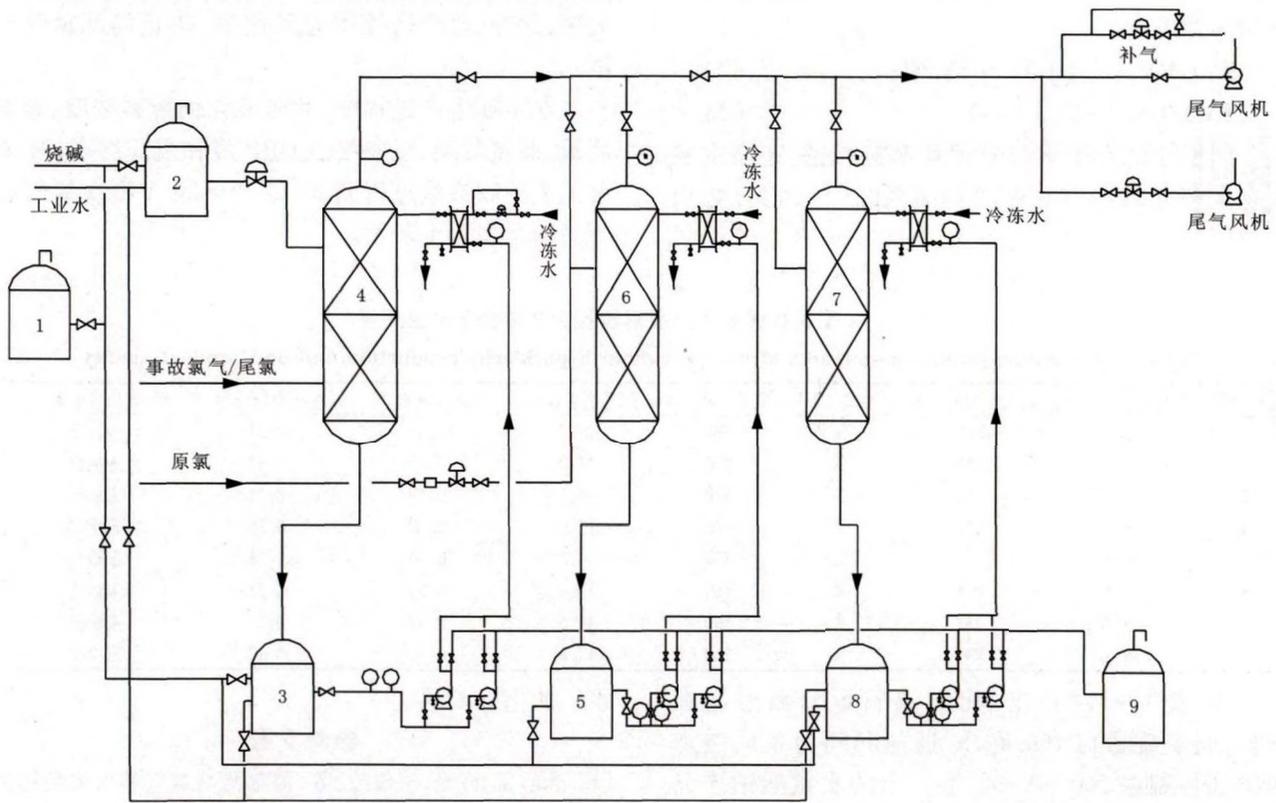


## 2 工艺改进

为确保生产出的 A 型次氯酸钠产品纯净,江汉

盐化工对事故氯气处理装置进行了工艺改进,主要做了如下工作:①从电解装置输送至氯气处理的氯气主管道上引出一根 DN50 氯气管线,管线进 2<sup>#</sup>吸收塔;②在新增的氯气管线上加装流量计及电动控制阀;③在 1<sup>#</sup>吸收塔进 2<sup>#</sup>吸收塔的氯气管道上安装自动切断阀,并加装手动阀。

改进后的工艺流程图如图 1 所示。工艺改进后,事故氯处理装置流程划分为事故氯处理和 A 型次氯酸钠生产两个部分。其中 1<sup>#</sup>吸收塔及 3<sup>#</sup>吸收塔串联处理尾氯及事故氯气,作为氯碱生产的安全保障;2<sup>#</sup>吸收塔用于 A 型次氯酸钠的生产,紧急情况下可以并入事故氯处理装置。



1—烧碱罐;2—烧碱高位槽;3,5,8—吸收液受槽;4—1<sup>#</sup>吸收塔;6—2<sup>#</sup>吸收塔;7—3<sup>#</sup>吸收塔;9—次氯酸钠储罐。

图 1 次氯酸钠生产工艺流程图示意图

Fig. 1 Process flow diagram of sodium hypochlorite production

改进后的事故氯气装置用于生产 A 型次氯酸钠的 2<sup>#</sup>吸收塔原料气为原氯,避免了事故氯气中含有的杂质进入吸收塔中,保证了产品的纯度达标。

## 3 自动化升级

事故氯气处理装置建于 2011 年,自动化程度较低,氢氧化钠碱液配制、次氯酸钠产品倒槽均须通过人工开关阀门切换相关流程,存在碱液配比浓度不稳定、人工劳动强度大、跑氯风险大等不利因素;装置还存在仪表配置位置不合理、数量偏少等问题。

为确保稳定连续生产 A 型次氯酸钠产品,江汉盐化工对事故氯气装置进行了自动化升级改造。

(1)配碱自动化。将 1<sup>#</sup>吸收塔加碱及补水阀、2<sup>#</sup>吸收塔加碱及补水阀改为自动控制阀,并将控制信号引入氯氢处理中控 DCS 事故氯气处理装置控制系统。

(2)产品倒槽自动化。将 1<sup>#</sup>、2<sup>#</sup>循环槽循环泵出口阀、倒槽阀改为自动控制阀,1<sup>#</sup>循环槽、2<sup>#</sup>循环槽 4 台泵控制信号引入氯氢处理中控 DCS 事故氯

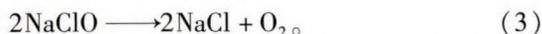
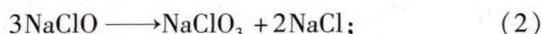
气处理装置控制系统。

(3)合理布局监控仪表。2<sup>#</sup>吸收塔新增2只热电阻温度探头,分布在2<sup>#</sup>吸收塔氯气进口,准确测定吸收塔内温度分布,并与氯气进口流量进行联锁设置,超温时降低氯气流量;还对检测点位置不合理的pH值及ORP探头进行了重新移位。

自动化升级改造后,事故氯气处理装置实现了碱液配比自动化,产品倒槽自动化,且仪表监控参数更加符合实际工艺流程,提高了生产效率,降低了人工劳动强度,减小了装置的安全风险。

#### 4 工艺控制参数选定

氯气与氢氧化钠反应是放热反应,吸收过程中应及时移出反应热,否则会使吸收液温度上升,发生下面的副反应:



副反应的发生不仅会消耗次氯酸钠,还会生成具有生理毒副作用的副产物氯酸盐<sup>[5]</sup>,因此,必须控制副反应的发生。分析A型次氯酸钠生产工艺可知,导致副反应发生的主要原因有如下2点。

表1 A型次氯酸钠生产装置运行工艺参数及产品质量

Table 1 Operation process parameters of A-type sodium hypochlorite production unit and product quality

生产批次	配碱质量分数/%	氯气流量/(kg/h)	通氯时间/h	终点ORP/mV	产品有效氯/%	产品过碱量/%	氯酸盐质量分数/%	铅、砷质量分数/%
1	18.0	300	3	520	13.2	1.10	0.37	未检出
2	17.0	250	3	540	14.2	0.40	0.42	未检出
3	16.5	220	3	580	14.1	0.50	0.38	未检出
4	16.5	200	5	570	15.0	0.50	0.36	未检出
5	16.0	150	8	560	14.0	0.70	0.26	未检出
6	16.0	100	8	560	13.8	0.70	0.28	未检出
7	16.0	100	8	560	14.6	0.65	0.27	未检出
8	16.0	100	8	565	13.8	0.60	0.22	未检出

从表1可以看出:配碱液质量分数控制在16%,通氯流量在100 kg/h,通氯时间为8 h,终点ORP值控制在560 mV时,生产出的次氯酸钠产品有效氯、过碱量、氯酸盐含量、重金属元素铅与砷含量均低于标准要求。可以作为城市自来水消毒剂使用。

#### 5 结语

(1)对事故氯气处理装置进行工艺改进,自动化升级,在满足装置安全生产的前提下,生产出的A型次氯酸钠产品可以作为城市自来水消毒剂使用。

(2)当氢氧化钠碱液质量分数16%、氯气流量100 kg/h、通氯时间8 h、反应终点ORP值为560 mV时,生产出的A型次氯酸钠产品有效氯质量分数13%~14%、过碱量质量分数0.65%~0.7%、氯酸盐质量分数0.27%~0.28%,满足了下游客户自来

(1)反应温度过高。温度高于35℃时会发生反应(2)。因此在工艺控制过程中,采取的措施有:将对循环液换热的冷冻水调节阀门开度与2<sup>#</sup>吸收塔温度探头进行联锁控制,温度超过30℃时,冷冻水调节阀门自动开大;设置反应温度高温报警,温度达到29℃时,操作人员手动降低进料氯气流量。

(2)局部氯气过量。局部氯气过量现象,一方面取决于通入氯气的速度;另一方面,在通入氯气速度一定时,取决于氯气在氢氧化钠溶液中的分散速度<sup>[6]</sup>。氢氧化钠溶液的浓度越高,其密度和黏度就越大,而氯气在氢氧化钠中的分散性就越差,造成局部氯气浓度过大,副反应增加。因此在A型次氯酸钠生产过程中,须控制氢氧化钠溶液的浓度不能太高;此外,要严格控制通氯速率,防止局部氯气过量。

在实际生产过程中,对氢氧化钠配碱浓度、通氯流量、通氯时间、反应终点ORP值和反应终点pH值等工艺控制参数进行调控,生产出的A型次氯酸钠产品情况如表1所示。

水厂的指标要求。

#### 参考文献

- [1] 张春雷,许光,王俊波,等. 消毒药剂氯气和次氯酸钠的比较[J]. 城镇供水,2014(2):34-37.
- [2] 陆宇骏. 次氯酸钠现场生产系统在大中型水厂的应用[J]. 净水技术,2010,29(1):70-73.
- [3] 陈志平. 次氯酸钠消毒在水厂中应用[J]. 城镇供水,2009(4):37-41.
- [4] 秦晔. 次氯酸钠消毒工艺在水厂中的应用[J]. 供水技术,2014,8(3):21-23.
- [5] 黎华寿,张修玉,姜春晓. 氯酸盐生态毒理研究进展[J]. 生态学杂志,2005,24(11):1323-1328.
- [6] 王宇庆. 次氯酸钠合成工艺方法的改进优化[J]. 镇江高专学报,2011,24(5):46-48.

[编辑:董红果]