

# 探析氯碱装置氯化氢合成炉安全联锁

乔伟伟

山东海化氯碱树脂有限公司 山东潍坊 262737

**摘要:** 在氯碱化工企业生产过程中,氯化氢合成炉是氯气、氢气燃烧反应的关键设备,氯气、氢气的配比通常理论值为1:1.05~1.10(体积),但在实际生产过程中的氯气、氢气量,根据盐酸浓度进行氯氢比例的调节。如比例过大,生成的HCl气体会中含游离氯,生产盐酸时会造成尾气冒氯、污染环境、成品中游离氯超标;如比例过小,生成的HCl气体纯度低,生产盐酸时尾气中氢气含量高、易发生爆炸危险。氯化氢气体极易溶于水,用纯水或生产水吸收后成为盐酸。

**关键词:** 氯碱装置;氯化氢合成炉;全球联锁;研究

## 引言:

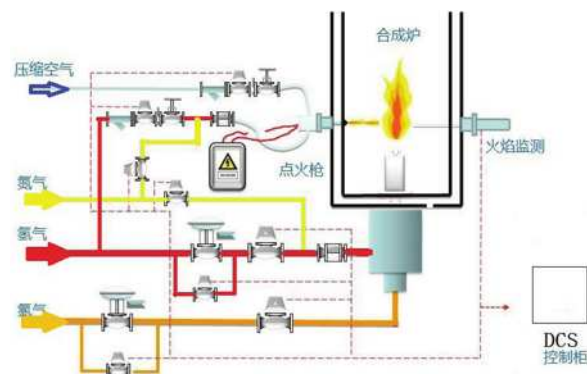
在氯碱生产工艺流程中,氯化氢合成炉做为重要的生产装置,一方面消耗电解装置产生的氯气和氢气,合成炉是氯气、氢气燃烧反应的关键设备,点火阶段是可能发生事故造成人身伤害的关键环节,目前采用的点火方式是现场人工点火,存在较大风险。实现远程自动点火,既是保障人身安全的必要安全措施,又是在2020年国务院安委会发布的《全国安全生产专项整治三年行动计划》中明确提出的“进一步提升危险化学品企业自动化控制水平”的具体要求,在海油及政府部门安全检查时也已提出,要求实现合成炉远程自动化点火及控制。目前,多数同行已经实现远程自动点火,该技术成熟安全。同时,氯化氢合成炉安全联锁不仅需要针对自身安全运行,更要保证其在过氯或者超压情况下能够及时联锁停炉,从而确保整个氯碱装置的安全稳定运行。

## 一、生产工艺简介

山东海化氯碱树脂有限公司现有氯化氢合成(盐酸)炉12台,其中一期6台(大炉TQZ-120四台,小炉TQZ-70两台),二期6台(大炉TQZ-120四台,小炉TQZ-90两台)。根据炼化公司批复的安全专项整治三年行动计划项目安排,计划两年完成全部12台炉的自动点火改造。本次改造主要包括新增自动点火设备、更新远程视频监控系统以及合成炉自控系统改造等。考虑到利用效率和资金占用情况,计划投资255.1万元,先对4台

大合成炉(一、二期各2台大炉)进行自动点火改造,其余8台炉后续实施。

自动点火系统示意图片:



改造完成后,合成炉将实现自动点火、远程自动控制、远程监控等功能,避免了人工现场操作,降低了人身伤亡事故的发生概率,符合安全生产标准化要求,大大提高现有装置本质安全水平。现场增加点火控制柜,由PLC控制整个引火及点火的全进程,PLC接受DCS来的允许点火指令。PLC在获得允许点火指令后,分步执行允许引火、允许点火、停止等进程,PLC执行的上述进程在控制屏上都通过指示灯来显示。

在整个进程中PLC也可以把过程中的状态信号输送到DCS上,有引火器着火信号、点火失败信号、主管道上氢气、氯气点火小阀信号、火焰检测器信号等。点火实施,可以选择[远程]和[就地]两种功能的控制方式。

## 二、原氯化氢合成炉联锁描述

原联锁方案为合成炉生产厂家提供,其具体内容包包括:当下列联锁条件之一发生时,产生联锁动作:1) 全厂联锁发生;2) 氢气压力 $\leq 85\text{kPa (G)}$ ;3) 氢气压缩机停。

以上氯化氢合成炉安全联锁方案仅仅对氯化氢合成炉自身运行或停炉过程提供安全保障,并未对合成炉过

**作者简介:** 乔伟伟, 出生年月: 1987.06.05, 男, 汉, 籍贯: 山东省德州市临邑县兴隆镇, 工程师, 职务: 安全主管, 本科(2013年毕业于潍坊科技学院), 研究方向: 化学工程与工艺, 从事: 无机化工, 危险化学品, 重大危险源, 氯碱行业。

氯、过氢及炉压过高进行安全连锁保护。但是在实际生产中,合成炉过氯及炉压过高等现象时有发生,因此,需要结合氯碱生产工艺对合成炉连锁进行改进。

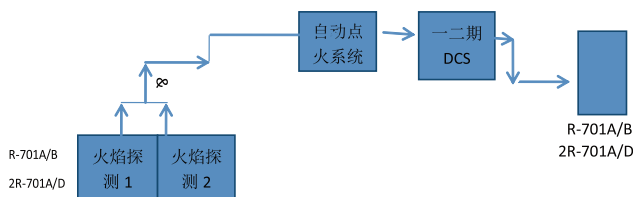
### 三、氯化氢合成炉安全连锁逻辑改进

首先,增设合成炉热水泵热水压力连锁,防止因进入合成炉的热水压力过低或者无热水进入合成炉炉体内部而造成炉体干烧损坏设备。并在该热水压力点做4分钟的压力连锁延时,当压力低于0.1Mpa时,在4分钟之内岗位人员可采取有效手段,避免停炉事故的发生。

其次,生产中,氯气、氢气的配比通常理论值为1:1.05~1.10(体积),但在实际生产过程中根据实际的氯气、氢气量,根据实际盐酸浓度进行氯氢比例的调节。如比例过大,生成的HCl气体中会含游离氯,生产盐酸时会造成尾气冒氯、污染环境、成品中游离氯超标。如比例过小,生成的HCl气体纯度低,生产盐酸时尾气中氢气含量高、易发生爆炸危险。因此,我们将氢氯配比作为合成炉过氯连锁停炉判定条件,增设单台合成炉氯氢比例高高和低低连锁,防止氯氢比例失调而造成的异常情况的发生。根据实际生产情况,每台合成炉的氯氢比例不太相同,因此我们根据每台炉的不同特点分别设置不同的高高低低连锁值,保证了单台炉的氯氢比例连锁值在合理范围内。

最后,改造后的每台合成炉都从自动点火系统引入两路火焰探测器信号,分别接入一二期DCS系统。合成炉正常运行过程中,当两路火焰探测器均检测不到火焰信号时,触发停炉连锁,停止合成炉运行。本次变更仅增加火焰探测连锁信号,并入原合成炉停炉连锁,原连锁输出保持不变。

示意图:



公司在保持原有氯化氢合成炉连锁逻辑基础上,结合实际生产工艺状况,对其进行了升级改造。主要增加以下内容:

在氯化氢合成炉运行过程中,当下列条件发生时,立即连锁停合成炉:当下列连锁条件之一发生时,产生连锁动作:1)全厂连锁发生;2)氢气压力 $\leq 85\text{kPa}$ (G);3)氢气压缩机停;4)合成炉热水压力 $\leq 0.1\text{Mpa}$ ,延时4分钟;5)单台合成炉比例高高、低低及比例坏值时连锁单台合成炉停炉。6)使用点火枪的合成炉都从自

动点火系统引入两路火焰探测器信号,分别接入一二期DCS系统,合成炉正常运行过程中,当两路火焰探测器均检测不到火焰信号时,触发合成炉停炉连锁,停止合成炉运行。

当连锁发生时:

合成炉氯气阀HV-5402ABCD(2HV-5404ABCD)及调节阀FV-5402ABCD(2FV-5402ABCD)立即关闭;连锁发生延时2S合成炉氢气阀HV-5403ABCD(2HV-5403ABCD)及调节阀FV-5401ABCD(2FV-5401ABCD)关闭。吸收水阀门FV-5403AB、FV-5411AB、FV-5404AB(2FV-5403AB、2FV-5411AB、2FV-5404AB)保持原阀位不变,延时3分钟后关闭;盐酸炉氯气阀HV-5406AB(2HV-5404EF)及调节阀FV-5406AB(2FV-5406AB)立即关闭;连锁发生延时2S合成炉氢气阀HV-5405AB(2HV-5403EF)及调节阀FV-5405AB(2FV-5405AB)关闭。

连锁程序中,每个判定条件均设置投用/切除软开关,当合成炉连锁仪表检修、点炉等操作时,应首先办理连锁解除手续,待安全措施落实完毕后切断连锁开关,防止因参数变化造成连锁停炉。待合成炉运行稳定后再将连锁投入,从而确保氯化氢合成炉在各种状态下安全稳定运行。

### 四、结论

通过以上安全连锁方案的改进,全面提高了氯化氢合成炉自动化水平,从根本上杜绝因各类设备、人员操作及工艺故障导致合成炉过氯或过氢造成的安全事故,有效确保了氯碱装置的安全稳定运行。

参考文献:

- [1]辛加国.氯碱焚烧装置影响正常运行的因素及处理方法[J].中国氯碱,2021(06):36-38.
- [2]范东辉.氯碱装置生产中出现的问题及处理方法[J].氯碱工业,2021,57(06):19-21+25.
- [3]张民英.氯碱化工废水综合利用解析[J].现代盐化工,2021,48(02):1-2.
- [4]钢骨架PE复合管及其在氯碱企业中的应用[J].氯碱工业,2021,57(02):48.
- [5]高海阳,武林,赵鹏,杨茂勤.硫酸提浓装置在氯碱工业中的应用总结[J].中国氯碱,2020(12):1-4.
- [6]宋伟,杨秀玲,唐湘军,黄小虎.利用氯碱副产物生产 $\text{NaHSO}_4$ 产业化装置分析[J].氯碱工业,2020,56(10):28-32.
- [7]申文涛,陈祥辉,刘存伟,魏旭.36万t/a烧碱装置配套氯气压缩装置改造[J].氯碱工业,2020,56(09):25-27.