

硝酸铵水溶液循环系统结晶原因分析与处理

乔宇 谢武化

神华准格尔能源有限责任公司炸药厂 内蒙古鄂尔多斯 010300

摘要: 本文主要介绍硝酸铵水溶液生产系统在乳胶基质生产结束后,调整至内循环状态后,由于硝酸铵水溶液浓度较高,循环系统局部管道或阀门保温效果不良,造成溶液结晶。处理此问题不仅劳动量大,同时也会造成环境污染,给生产组织带来很大困扰。通过研究分析,降低循环管道内存留溶液析晶点是解决此类问题的最佳方法,通过设备改造,在循环管道篮式过滤器处增加自来水注入稀释管道溶液,彻底解决了管道结晶难题,对安全生产起到积极作用。

关键词: 溶液结晶 处理 硝酸铵水溶液 设备改造

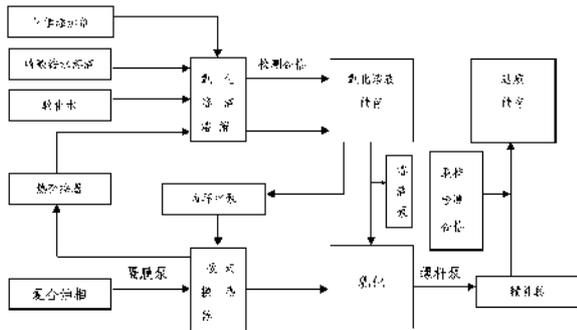
1.引言

我国在上世纪70年代开始研究乳化炸药生产工艺技术,半个多世纪过去了,在诸多科学技术领域飞速发展的今天,民爆行业生产工艺技术及装备也有了长足的发展。

2006年神华准能炸药厂因扩产能需求,引进了澳瑞凯公司的散装炸药生产工艺技术,其中包含的一条乳胶基质生产线,该生产线自动化程度较高,采用低温、常压、低转速乳化技术,加之关键设备加装了高温、高低压、断流等安全连锁保护,是当时国内乳化炸药生产工艺技术较为先进、安全性较高的乳胶基质生产线。

2.乳胶基质生产工艺概述

现该生产线的工艺技术路径主要分为硝酸铵水溶液转存、氧化溶液制备、转储存,复合油相准备,乳化,乳胶基质加装、敏化剂、抗冻剂制备等七个主要工序。工艺流程简图如下图2-1,主要工艺参数指标控制如表2-2。



2-1 乳胶基质生产工艺流程图

表 2-2 主要工艺参数控制

工艺参数	控制标准
循环热水温度(℃)	75-85℃
氧化溶液温度(℃)	70-75℃
溶液PH值	3.8-4.0
溶液析晶点(℃)	59-61
油相(℃)	45-55
乳化搅拌转速(r/min)	600
乳胶生产速率(kg/min)	200-250
乳胶湿度(%)	6.0-6.3
乳胶粘度(BU)	2.0-3.5

3.硝酸铵水溶液循环系统概述

硝酸铵水溶液循环系统主要包括:溶液储存罐(OS3363)、溶液输送泵、流量计、输送管道、气动三通阀门、溶液回流管道、保温系统等主要设备,该系统生产中主要有两个作用,一是精准质量控制。在乳胶基质生产前启动溶液泵,通过循环的方式使溶液流量稳定,精确控制后序进行生产时溶液与复合油相的注入质量比例,是确保乳胶基质质量的重要因素。二是生产过程安全环保。乳胶基质生产结束或生产过程中生产制乳系统异常停机,溶液循环系统会自动进入循环状态,既避免管道内溶液持续进入生产系统产生危废,又预防管道内溶液长时间静态停留造成泵送系统内的溶液出现结晶问题。溶液循环系统工艺流程图如下图3-1,及图3-2气动三通阀门及循环管道、3-3循环热水系统及循环热水泵。

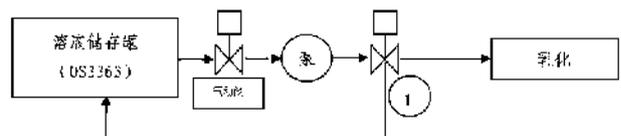


图 3-1 硝酸铵水溶液循环系统简图



图 3-2 气动三通阀门及循环管道



图 3-3 循环热水系统及循环热水泵

4.循环系统管道溶液结晶原因及分析

乳胶基质生产前,先启动溶液循环,在溶液稳定在 184kg/min 左右浮动时,方可以进行乳化工序操作。溶液图 3-1 标识的 1 号三通气动阀位置,回流管道内的溶液会长时间存留在管道内,虽然溶液循环系统有循环热水保温,但是由于气动阀门法兰连接处采用跨越保温的方式,气动阀门进出口处在溶液存留较长时间会容易造成结晶,从而堵塞管道,处理结晶的唯一方式就是将气动阀门法兰连接处打开用热水冲洗,不仅增加了职工的劳动量,而且大量溶液因无法集中收集造成环境污染。

5.管道溶液结晶解决方法与措施

硝酸铵水溶液之所以会出现结晶现象,是因为外界的温度低于溶液的析晶点,从而使溶液内容的硝酸铵析出形成固体结晶,依据汪旭光院士《乳化炸药》书中关于氧化溶液析晶点与浓度的关系,明确有 $Y=62.48+0.29X$ ($X > 60^{\circ}\text{C}$),其中 Y 为硝酸铵的百分含量%, X 为氧化溶液的析晶点 $^{\circ}\text{C}$ ^[1],从上述公式可以看出氧化溶液浓度与析晶点成一次函数关系,降低溶液浓度其析晶点也随之下降,下表 5-1 为硝酸铵水溶液浓度与析晶点对照表。

表 5-1 硝酸铵水溶液浓度与析晶点对照表

氧化溶液析晶点 ($^{\circ}\text{C}$)	硝酸铵的质量百分含量 (%)	氧化溶液析晶点 ($^{\circ}\text{C}$)	硝酸铵的质量百分含量 (%)
20	66	62	80.87
50	77.37	64	81.52
52	78.04	66	82.0
54	78.5	74	84.0
56	79.12	81	86.0
58	79.58	88	88.0
60	80.27		

基于上述理论,可以采取降低管道溶液浓度,从而可以有效预防或解决管道溶液结晶问题,下表 5-2 为合格硝酸铵水溶液浓度与析晶点对应表。

表 5-2 硝酸铵水溶液浓度与析晶点对应表

项 目	原材料	硝酸铵%	水%	析晶点
标准范围	硝酸铵溶液	79.8~80	19~20	59~61
标 准	硝酸铵溶液	80	20	60

根据表 5-1 硝酸铵水溶液浓度与析晶点对照表可以得出,将硝酸铵水溶液浓度降低至 66%,析晶点将至 20°C 。乳化工房四季环境温度都在 20°C 以上,可以避免结晶现象发生。根据溶液的浓度的计算公式:

$$C=(M_1/M_2) \times 100\% \quad (5-1)$$

其中: C 为溶液的质量百分比浓度,单位: m/m ;

M_1 溶质的质量,单位: kg ;

M_2 溶液的质量,单位: kg 。

循环系统内的溶液的质量计算公式:

$$M_3=p \times v \times 100\% \quad (5-2)$$

其中: M_3 溶液的质量,单位 kg ;

p 为溶液的密度,单位: kg/m^3 ;

v 溶液的体积,单位: kg 。

循环水溶液的管道直径 50mm,管道的长度 50 米,硝酸铵溶液

的密度 $p=1320\text{kg}/\text{m}^3$,代入上述公式 5-2,计算管道内的溶液的质量为 129kg。

将硝酸铵溶液浓度从 80%将至 66%,代入上述公式 5-1,计算出需加入水的量为 27kg。

根据上述理论计算结果,对循环管道进行设备改造,增加了一套注水装置,在篮式过滤盖板上增加一个与自来水相通的与系统并接的气动阀门控制的注水口,在生产结束后,通过关闭溶液出口阀门,开启注水阀门,设置溶液流速 $50\text{kg}/\text{min}$,开启溶液泵,即可调节循环管道内的硝酸铵溶液的浓度,从而彻底解决上述问题,下图 5-1 为改造增加注水装置,5-2 为注水操作系统。



图 5-1 为改造增加注水装置



5-2 为注水操作系统

6.结论

本文是阐述的是乳胶基质生产线局部生产工艺设备因涉及缺陷经常造成的局部管道及阀门内硝酸铵水溶液结晶,结晶处理需要将主要阀门拆卸,然后人工热水疏通处理,处理完成后重新将管道及阀门恢复,通过试运行确定问题是否的到有效处理,冲洗管道及阀门产生的废液需集中清理收集,否则会造成环境污染,上述处理过程不仅给生产组织带来了影响,降低工作效率,同时大量的人工操作,增加了职工的劳动量。

通过技术设备改造,上述难题得到了有效解决,对生产安全起到了促进作用,该研究问题的方法是以解决现场实际问题为导向,通过理论分析找到可行方法,通过采用有效的技术措施将理论与实践结合,既是理论在实践中的升华,又是一次技术创新,用实际效果来检验创新成果,具有一定的借鉴意义。

参考文献:

[1]汪旭光.乳化炸药.冶金工业出版社,2008:167~168

作者简介:

乔宇(150622199508278412)1995年8月出生,男,2018年6月毕业于武夷学院机械设计制造及其自动化专业,现任神华准格尔能源有限责任公司炸药厂制药车间副主任,从事地面站生产及硝酸铵水溶液配制,质量控制,产品性能检测等工作。