

# 顺酐装置熔盐电加热器典型故障分析及改进方法

张 杰

(兰州石化设备维修公司,甘肃 兰州 730050)

**摘 要:**熔盐电加热器是顺酐装置正丁烷反应器的主要加温设备之一,能否正常运行直接关系到顺酐装置的成本投资、动力消耗、经济效益。对兰州石化公司助剂厂2万 t/a 顺酐装置熔盐电加热器发生的典型故障进行了分析并做了改进,明显改善了加热效果。

**关键词:**熔盐电加热器; 渗漏; 固定卡盘; 密封垫; 接线方式

**中图分类号:**TE966

熔盐电加热器又称硝盐炉或硝石槽,是一种电加热设备,用于对流动的液态、气态介质的升温、保温、加热。熔盐电加热器利用特殊管状电热元件结合法兰集束的形式与压力容器组成一个供热整体,利用加热硝盐来融熔硝盐作为加热介质。一般这种加热方式与熔盐槽组成一个整体,当常温下的硝盐倒入熔盐槽中以后,利用熔盐槽内的少量电热元件给其预热,使之变为液态,然后通过熔盐泵抽取熔盐往加热器内部流,进一步给熔盐增温,到达熔盐加热器出口处已经基本完成加热的目的,并与用户的用热设备形成一个循环的整体,源源不断的给其加热,从而满足工艺的要求。

针对兰州石化公司助剂厂2万 t/a 顺酐装置熔盐电加热器发生的故障进行了分析并做了改进。

## 1 熔盐电加热器故障分析

兰州石化公司助剂厂2万 t/a 顺酐装置 E-1304 熔盐电加热器是顺酐装置正丁烷反应器的主要加温设备之一,它在生产工艺系统中的作用是:

反应系统短期停车时,用于维持熔盐系统温度在 350℃ 左右;

反应系统开车时,加热熔盐使反应器达到初始进料所需要的温度。

由此可见,熔盐电加热器能否正常运行直接关系到顺酐装置的正常运行和生产。但是,2万 t/a 顺酐装置自 2006 年 8 月建成投产以来,由于多种原因,熔盐电加热器每年发生的设备故障和电气故障多达 10 次左右,造成装置停工故障 3 次左右,特别是冬季,故障发生的频率尤其频繁,每次发生故障都给助剂厂造成较大的经济损失。

经过现场多次勘察、研究分析,认为造成盐电加

热器发生故障的原因有以下几点:

(1) 熔盐电加热器的加热管在建设安装时过密、而且管壁较薄(管壁厚度仅为 1.25mm),并且加热管之间没有固定卡盘。在加热管运行过程中,由于盐溶液的流动冲击,使加热管相互发生碰撞、摩擦,时间较长后造成加热管管壁磨损、破裂,使加热管损坏,发生加热管短路接地故障,平均每年因管壁的相互碰撞、摩擦造成加热管损坏的数量为 4 组,如图 1 所示。

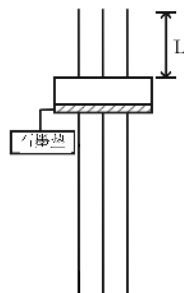


图1 改造前加热管

(2) 熔盐电加热器加热管使用的是石墨密封垫,在高温振动下易损坏,造成盐溶液渗漏,部分渗漏的盐溶液附着在加热管接线柱表面,在高温下汽化成盐蒸汽,由于加热管接线柱之间的距离较近,盐蒸汽在加热管接线柱附近发生放电、打火现象造成电源相间短路,产生大电流,使断路器电流速断保护动作,引起断路器跳闸。平均每年因加热管石墨密封垫损坏造成盐溶液渗漏现象 2 次(见图 1)。

(3) 熔盐电加热器加热管的接线柱接触面积过小(接触面积为  $\Phi 6\text{mm}$ ),而盐电加热器的加热功率较大(672kW),其运行电流也较大,较大的电流使接线柱发热崩烧,发生接地故障,造成盐电加热器无法正常运行。平均每年加热管接线柱损坏、断裂,发

生接地故障2次。

(4)熔盐电加热器在启用之前,必须投用氮封,打开氮气线上的吹气装置,保持(较小)恒定的氮气流量,以保护熔盐电加热器。氮气保护管线由下向上通过电气接线盒将盐水蒸汽置换,置换中电气接线盒内热气与外界冷空气相遇形成水滴,在盐电加热器启用时,造成电气线路短路,发生崩烧故障。平均每年电气接线盒因水蒸气腐蚀,造成电气线路绝缘损害、崩烧故障2次,如图2所示。

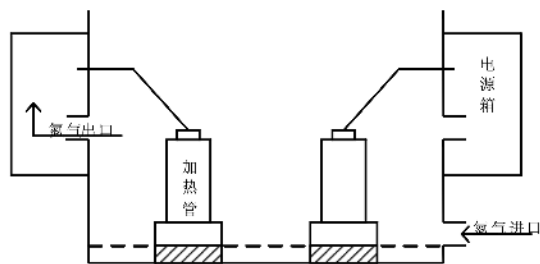


图2 改造前加热器氮气置换路线

原设计接线方式不合理:加热管加热较集中,并且在同一个加热管上由A、B、C三相电源中的两相电源同时加热。这样,易造成加热管局部管温较高,使加热管的加热丝损坏,而且A、B两相电源之间由于存在盐水蒸气易发生短路故障,造成接线柱崩烧,如图3所示。

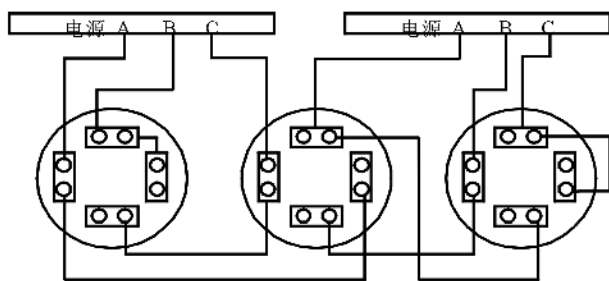


图3 改造前加热管接线

## 2 造成的经济损失

熔盐电加热器事故直接影响了反应器的正常反应。平均每年造成反应器停工处理的事故3次。每次停工最少需3天时间才能恢复正常生产。每次停工后因工艺原因装置大部分设备必须打循环运转,造成电能浪费。

### 2.1 直接损失

加热管平均每年损坏(磨损、碰撞、高温)4组×3根=12根×9800元=117600元。

每年溶盐泄露2次,造成加热管损坏(盐液、盐水蒸汽引起接线柱对地短路):

9根×9800元=88200元×2次=176400元。

装置停工后有50%的设备因工艺要求必须打循环运行:

电能的浪费:W(电路)=4600(kW)×24(小时)×3(天)=331200(度)。

每度电费按0.35元计算:331200(度)×0.35=115920元

熔盐电加热器发生事故,可直接造成的经济损失合计:

117600元+176400元+115920元=409920元。

### 2.2 间接损失(估算)

2万t/a顺酐装置每天可生产顺酐50t,每吨顺酐价格大约为10000元左右,停工3天造成的间接损失为:50×10000元×3(天)×3(停工3次)=4500000元。

## 3 改进措施

由于熔盐电加热器存在以上问题,造成熔盐电加热器多次发生故障,使生产装置无法正常运行,为了保证装置的正常生产、降低熔盐电加热器发生故障的频率和维护人员的劳动强度,2009年8月,在2万t/a顺酐装置检修期间,对E-1304熔盐电加热器进行了改进。

1)重新设计制作盐电加热器的加热管,如图4所示。

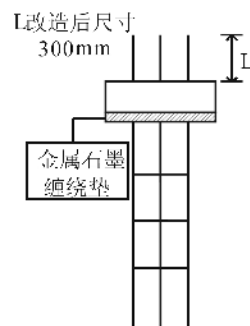


图4 改造后加热管

将加热管的长度比原来的尺寸缩短300mm,避免因加热管在加热器内外露的尺寸过长,造成的检修困难。

加热管的接线柱面积由原来的Φ6mm增加到Φ8mm,增加了加热管接线柱的接触面积,防止发生因加热管运行电流较大造成接线柱发热崩烧的故障。

加热管的管壁厚度由原来的1.25mm增加到1.5mm,增加了加热管的强度,避免因加热管的相互碰撞、摩擦造成加热管管壁的磨损、破裂。

2)用5mm厚的不锈钢钢板制作加热管的固定卡盘,用于固定各加热管的安装位置,防止由于盐溶液的流动冲击,使加热管发生相互碰撞、摩擦,造成加热管管壁磨损破裂,加热管损坏,发生短路接地故障,如图4所示。

3)购置金属缠绕密封垫,代替石墨密封垫。金属缠绕密封垫比石墨密封垫的强度、韧性高,在高温振动下不易损坏,可以避免因密封垫的损坏造成盐溶液的渗漏,产生盐蒸汽在加热管接线柱附近发生放电、打火现象造成电源相间短路的故障。

4)改进氮气置换管线,使氮气置换方式改变:氮气管线由下向上向盐电加热器内吹入氮气改为由上向下向熔盐电加热器内吹入氮气。可以避免盐液水蒸气在电气接线盒内与冷空气相遇形成水滴,从而避免发生电气设备的短路接地故障,如图5所示。

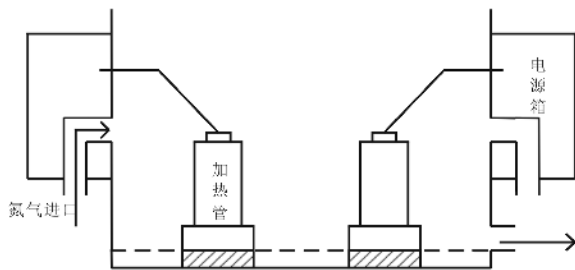


图5 改造后加热器氮气置换路线

5)改进熔盐电加热器加热管的接线方式:把三

相电源分别加在三支加热管上进行加热,使加热管局部管温均匀,盐液均匀受热。改造后,每个加热器上的接线电源为同一相电源,可以避免因盐液蒸汽造成的电源短路故障,如图6所示。

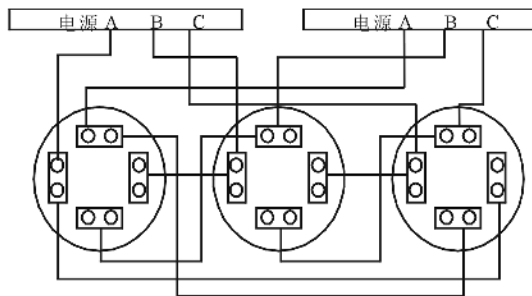


图6 改造后加热管接线

## 4 结论

熔盐电加热器经过改进、调试、投入运行,效果明显改善,运行至今没有发生影响装置正常生产的故障,消除了熔盐电加热器故障频发的隐患,避免了生产装置因熔盐电加热器故障造成的经济损失,同时降低了维护人员的劳动强度,取得了很好的改进效果。

## 参考文献:

- [1] 李正吾,赵文瑜,汤德忠.新电工手册[M].合肥:安徽科学技术出版社,2000.