

KDN-3000 制氮装置冷箱内泄漏的处理

赵 云 海*

(齐鲁石油化工公司腈纶厂动力车间, 山东淄博张店区中心路 202 号, 255040)

摘要 文章详细介绍了 KDN-3000 制氮装置外喷珠光砂的冷箱内泄漏现象; 结合实际, 分析了封头裂开、部分铝合金管被腐蚀、主冷内漏等故障原因及采取的措施; 最后阐述了此次故障处理后的体会。

关键词: 中型空气分离设备 冷箱 泄漏 珠光砂 故障处理

齐鲁石化腈纶厂共有两套 KDN-3000 型空气分离制氮设备, 由四川空分设备厂于 1989 设计、制作, 1991 年开始安装, 1992 年 6 月 1 日空分设备开车一次成功, 各项工艺参数、产品质量、产量均达到设计要求, 很好地满足了我厂腈纶装置试车、生产的全面需要。

1 设备生产现状

因多方面的原因, 目前两套空分设备存在着一个通病, 即运行周期达不到设计的 12 个月, 一般仅正常运行 2~3 个月。当一套空分设备运行两个月左右时, 其冷凝蒸发器(主冷)中压废气压力开始由 0.42MPa 左右缓缓下降, 液空液位由 15kPa 左右渐渐上升, 一直到满液位, 液氮产量日益减少, 使精馏塔阻力开始由 15kPa 渐降。为确保氮气连续供应, 我们一般就提前切换, 启动另一套空分设备后, 停运工况不良的设备, 加温备用。

为了缩短停车后加温时间和确保加温效果, 我们不再使用原设计的硅胶干燥器及鼓风机, 而将自产氮气引入加温系统, 对精馏系统逐路加温吹扫, 保证了各系统的干燥, 减少了加温时间。在全面停车加温时, 则用干燥的仪表或工艺风吹扫。

2 故障现象

1999 年 8 月 26 日 0 30, 操作人员巡检时发现 F101 冷箱最上层(主冷)西南侧出现大面积结露、结霜情况。3 10, 第三层平台的珠光砂充填口间断向外喷珠光砂粉末。主冷西侧珠光砂已全部下沉,

露出中压废气管、安全阀管及部分主冷外壳。

因为精馏系统各点的压力、温度、温差、液位等工艺参数都正常, 没有任何变化, 氮气纯度合格, 为 $1.8 \times 10^{-6} \text{O}_2$ 左右, 我们认为泄漏不严重, 对工况无影响, 可以连续运行。但 8 月 28 日珠光砂喷出量增大, 情况严重了, 遂决定启动 F102 塔, 停运 F101 塔, 放液加温吹除。

9 月 1 日, 全面扒除 F101 塔的珠光砂。9 月 2 日向 F101 塔内通气查漏, 即发现与切-501 阀相联的空气 1[#] 通道板式封头与板式焊接处有一条明显的约 23cm 的裂缝, 裂缝附近板式上有多处气流冲刷所形成的凹坑, 深者达 5mm 左右, 在打磨清理后发现, 该裂缝左右延伸总长达 52cm。同时, 切-506 阀所在进气管口圈有一长约 8cm 的腐蚀裂口。

在随后进行的全面检查中发现许多管路在管卡处存在较严重的腐蚀现象, 蚀坑深浅不一。

我们于 9 月 6 日用四氯乙烯浸泡主冷 20 小时, 9 月 7 日用耐腐蚀饮料泵打循环 5 小时, 后用清水冲洗干净, 用压缩空气吹扫无味后, 于 9 月 8 日清洗精馏塔, 并吹扫完毕。但 9 月 15 日通气查漏时, 发现高压精馏系统向中压废气系统串气, 当精馏塔内压力为 0.75MPa 时, 主冷废气侧压力在 20 分钟内由 0.1MPa 升到 0.35MPa, 说明漏气较严重。

我们先将切换式换热器顶部与纯氮液化器之间的氮气管路锯开, 从主冷中压侧进气, 排除切换式换热器内漏。又将精馏塔去主冷的氮气管路锯开, 再从主冷中压侧进气, 主冷侧仍有气流出, 证实是

* 赵云海, 男, 工程师, 1968 年 7 月出生, 1991 年 7 月西安交通大学制冷设备及低温技术专业本科毕业。现为齐鲁石化公司腈纶厂动力车间设备副主任。

主冷内漏了。

10月13日10:50,按四阶段冷却法启动F101塔装置后,开始进展非常顺利。10月14日3:00,开始积液调纯,但直到6:00精馏塔阻力一直为1.5~1kPa,即使将通-6阀全开,阻力也不上升。但开通-4阀后L1液位下降、L2液位上升,说明精馏塔无回流液,只好停车全面加温,并扒除F101塔上部珠光砂,到露出通-6阀及U型弯管后为止。

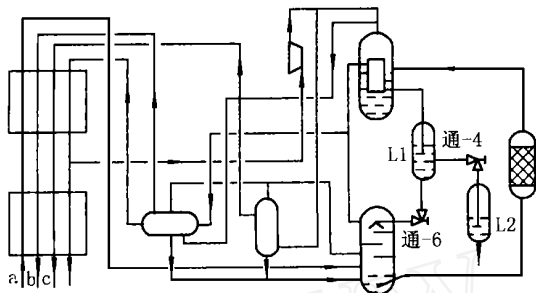


图1 KDN-3000空分设备流程简图

L1、L2—贮液器

a—空气 b—压力氮 c—废气

3 故障原因分析及措施

3.1 封头裂开及与封头相连的管道出现裂缝

焊接不规范,质量不过关。从裂口看,封头上未见焊接坡口。如果不对封头打适当的坡口,势必降低焊接接头抗拉强度,同时,若施焊过程中,对焊接工艺要求的各项参数值控制不良,同样会对焊缝质量和使用寿命产生较大影响。

另外,与封头相连的长约2m的 $\Phi 312\text{mm} \times 6\text{mm}$ 的铝镁合金管底部无支撑,并有两只弯头过度。这样,长期在每隔4分钟一周期的高低压气流切换冲击、振动下使焊缝出现裂痕,直到裂缝。起初气量较少,在高压正流空气通过时,0.75MPa的空气泄漏,在冲击振动下,珠光砂被压实下沉。泄漏后的空气穿过高达7m的珠光砂层缓冲后压力已非常小,珠光砂只是轻微地散发出来。在通过低压返流废气时,0.025MPa的气流到顶部就看不到泄漏了。裂缝增大后,正流空气泄漏量明显增大,吹动珠光砂,而被大量喷出。

处理措施:打坡口补焊,并对所有封头进行表面着色检查,将表面有裂纹的进行补焊。同时在四根 $\Phi 312\text{mm} \times 6\text{mm}$ 管下全部增设支撑,做减振处理。

3.2 部分铝合金管在管卡处出现程度不一的腐蚀

部分铝合金管在管卡处出现程度不一的腐蚀,而其它管路没有被腐蚀。我们认为:在管卡与铝合

金管之间是毛毡,而管卡材质采用的是普通碳钢。在运行中冷箱内温度远远低于冷箱外大气温度,空气中的水分就随空气进入冷箱,渗入毛毡内,在湿状态下,管卡发生氧化腐蚀,再与铝合金之间发生电解腐蚀,造成铝管腐蚀。

经过多年的运行后,凡是有铁管卡处的铝管都程度不同地存在坑蚀,腐蚀深度和面积略有不同,大致情况是距冷箱壁较近处腐蚀多且严重。比如与通-6阀、LCV-503阀相连管路都靠近箱壁,其管内温度低达-170以下,因而空气中的水分最容易通过隔热珠光砂汇集到毛毡上,发生腐蚀反应。而其它离箱壁较远的管卡处的铝管腐蚀程度较浅,没有设管卡的铝管则基本没有任何腐蚀,表面能保持安装时的光滑和硬度。

因为珠光砂的隔热保温,主要依靠干燥松散的颗粒实现。但在精馏系统运行时,冷箱内外高达200的温差梯度,必然使空气窜入冷箱的人孔、呼吸阀、阀门冷箱连接处等非金属密封处,通过自然对流的形式进入冷箱内。一旦进入,空气中的水分则遇冷成露、成霜、结冰,并使珠光砂受潮变湿,使珠光砂的导热系数增大,保温(冷)效果变差,冷箱的跑冷损失增加。而且因珠光砂吸潮后重量增加,有损坏内部管路的危险和可能性。所以,冷箱上一般都设有密封气通过阀,运行时,要求通入氮气或干燥的空气、废气,以保证冷箱内维持正压,不让外界空气侵入。KDN-3000装置可以通过吹封-1、-2或热材-1引入氮气实现上述目的。

处理措施:对腐蚀严重、难以修补的,更换为新管。各种不同管径的管子共更换11处,约8m。将所有碳钢管卡更换为不锈钢板管卡,并重新更换新毛毡。同时要求在装置运行过程中,通过冷箱密封气充入阀吹封-1、2,向冷箱内充入氮气,使冷箱内始终保持正压。有资料表明,要求此正压为400mmH₂O,以减少空气及水或其它腐蚀介质如二氧化硫的渗入。

3.3 主冷内漏

主冷内漏,一般是由液空中乙炔、二氧化碳固体甚至珠光砂在压力脉冲、静电等作用下,发生局部微爆所致。由于我们的KDN-3000装置采用切换流程,二氧化碳进入主冷的可能性较大,乙炔及其它碳氢化合物也会从液空吸附器进入主冷液空中。而停车前切换板式封头的开裂又使珠光砂可能随空气进到精馏塔及主冷中,在一定条件下,液空中的

固体颗粒即会触发微爆。同时,多年的低温运行及频繁、急剧的冷热变化,也会使主冷板式中本来就存在缺陷的焊缝开裂。

因为 KDN-3000 不产氧气,而氮气为高压,主冷板式的泄漏,只会使氮气漏到中压废气侧。泄漏严重时会影响氮气产量和中压废气压力,并使中压液空中氧气含量下降,沸点降低,主冷换热温差增大,工况却不会有异常。所以泄漏不严重时很难发现主冷内漏。

处理措施:更换主冷凝器,经三个月的运行未见异常。对拆下的主冷进行放水通气查漏,在距板式底部约 45cm 处氮气通道的隔板与封条之间有一条长约 4cm 的裂缝,实施补焊,作为备用。

3.4 液氮回流管被堵塞

液氮回流管的堵塞,则完全是由于检修洗塔后考虑不细、分析检查不周所致。

再次部分扒塔,发现回流液 U 型管中距底部 550mm 以下包括通-6 阀体内全部是冻结的四氯乙烯和水的混合液。混合液怎么来的呢?可能有两个途径:一是清洗精馏塔时从洗涤口处直接流下积存的;二是清洗主冷液空侧时,尤其是用四氯乙烯浸泡时,洗液由内漏处流入 L1,再由通-6 阀流下存到 U 型管内。

因 U 型弯管前后或通-6 阀前后通道是相连的,该 U 型弯管实际起着“水封”作用,所以无论从哪一侧进气吹除,都不可能将存在 U 型管内的积液吹干净,只有在刚刚进气吹除的瞬间,压力未平衡时吹掉一部分。我们虽然在吹扫时也特别对该处

进行了吹扫检查,由贮槽反向进气经 L2 后间断吹扫,从精馏塔吹液-1 阀处也确实吹出一定量的四氯乙烯,但忽略了其“水封”作用,实际上是无法吹扫彻底的,所以启动开车后逐步冻结而不能正常回流液氮。

处理方法:局部扒除珠光砂后,用汽油喷灯从外部加热 U 型管,使四氯乙烯融化,拉出通-6 阀的阀杆、阀芯,将残存的洗液用橡胶软管引出,再用干净的白布擦干,并通气吹除,确保畅通后,装回阀杆、阀芯。

4 实践后的认识

空分设备的管理是由专业技术人员、操作人员、维修人员全方位认真负责的系统工程,我们针对这次检修过程所暴露出的问题,对空分设备的管理有了新的认识。

(1) 冷箱的内外连接处要密封严实,减少冷损和空气入侵,并通过热材-1 或吹封-1、吹封-2 等阀门通入氮气,形成内部正压,减少或避免空气的进入。

(2) 检修过程中,必须预先制订详细、周密的施工方案。施工过程及检修交出、验收时,都要逐项检查,不留死角,且尽量要进行裸冷,进一步暴露问题,检验质量,避免因失误造成的重复扒塔。

(3) 日常操作中,严格控制各点工艺参数,尤其是稳定切换式换热器温度工况;冷凝蒸发器内二氧化碳、粉末的定期排放,一定要严格执行。

收二稿日期:2000-09-07

江苏姜堰发生氢气球爆炸 20 人烧伤

2000 年 8 月 15 日 11 时左右,江苏省姜堰市大泗镇小马村发生一起因氢气球爆炸,造成 20 人受伤的重大意外事故。据当地群众反映,该气球在 10 时许从北方飘至小马村,掉落田头。突然一声巨响,气球炸碎,碎片四处飞溅,使围观群众 20 人受伤,其中 9 人重伤,11 人轻伤。经查,此氢气球是湖南省一家广告公司生产的。

杭氧公司标准化室 项 红摘自《化工安全与环境》2000 年第 34 期

世界上最大的液氮装置投产

美国空气制品公司 (APCI) 世界上最大纯氮/液氮生产装置已投产,生产能力为 6 亿立方英尺/年 (约 1700 万 m^3 /年)。

液氮广泛应用于核磁共振图象 (MRI)、半导体、光纤、激光、检漏、焊接等领域。世界范围内对氮的需求在过去的 25 年中,每年以 8% 的增长率增加,亚洲对氮的需求增长更快。

(南京南化公司氮肥厂 江镇海)