

# 探析空分设备冷箱内管道变形和防范方法

张广锐

中冶天工集团有限公司 天津 300000

**摘要:** 目前国内外大、中型空分设备管道大部分是铝合金制造的,冷箱的管道变形是一个常见的问题。轻者会影响一系列空分设备的使用寿命,严重的会危及整个空分设备集的正常运行。

**关键词:** 空分设备;冷箱内;管道变形;防范方法

## 1 出现冷箱内管道变形问题的原因

### 1.1 管道强度方面

20世纪80年代初,空分设备冷箱内管道应力分析开始。计算软件的优化升级大大提高了应力分析的精度。但是,由于输送机的应力分析繁琐,工作量重,容易受到人为因素的阻碍,因此在输送机运行状态的模拟中存在许多不确定因素。例如,在分析中,一些参考点被分类为用于计算的固定点,但实际上这些位置会发生一些偏移,从而影响计算的准确性。此外,一些小直径管道在设计过程中通常会被忽略,导致计算不准确,并影响应力分析的准确性。

### 1.2 开停车多次数加温

若是空分设备反复的进行停车、启动和加温等措施,则会破坏冷箱内管道。塔器在垂直方向的刚度和强度优质,因此不容易出现变形,铝合金管道处于悬臂梁状态,容易有变形出现。空分设备在正常温度下的管道和塔器无热应力存在,处于原始位置。将透平膨胀机启动,开展冷开车后,则空分设备的管道和塔器会收缩。塔器会向下收缩,管道也随之收缩,未受到任何阻力。空分设备在加温、排液和停车过程中,管道和塔器会有热膨胀情况出现,因塔器的刚度和强度好,因此其上移并未受到珠光砂的阻挡。铝合金管道的力矩大,珠光砂受到阻碍会上移,力矩会随着管道的增加而上升。当管道受热向上移,则无法回到原位置,因此管道便会下移为另一个量。频繁的停车、启动和加温,如果不合理设置管道,则每一次均会使管道向下移。随着加温、启动和停车的次数增加,管道下移量也会增大,甚至高达几米,从而损坏管道,导致空分设备无法正常开展工作,使空分设备被迫停车检修。因此进行开车、停车和加温的过程均会伤害到空分设备。

### 1.3 珠光砂扒卸

扒珠光砂对空分设备的危害非常大,特别是在冰冷的箱子里,珠光砂冻在冰里,巨大的冰滴破坏了空分设备的

管道,严重变形。因此,冷箱内珠光砂形成冰块后必须从上部人孔将其吊出。如果冷箱没有泄漏,机器正常工作,建议不要去清除珠光砂来维持冷箱的内部设备和管道。因为每次清洁珠光砂时,空分设备制冷室的设备和管道都会受损。根据行业标准,珠光砂其余角度应小于 $30^\circ$ 。而现在从市场上买来的珠光砂,有很多都达不到这一性能指标,有些达到60至70以上。这种流动性差的珠光砂在装卸过程中对管道和支撑施加了很大压力,导致管道和支撑严重变形。当然,珠光砂的密度也是一个非常重要的参数,不能忽视。在剥离和卸下珠光砂的过程中,珠光砂的流动性不是很好,不会像水一样从冷箱里缓慢流出,而是以沙柱的形式冲到冷箱之间的缝隙里,有时会给整个冷箱盒子带来一些震动。这一过程将严重破坏管道和支撑。特别是空气分离设备长时间工作时,珠光砂变成块,或者珠光砂渗入冰冷的箱子,成为巨大的冰块。在剥珠光砂子的过程中,为了剥沙子,经常会打开下方的舱口,但冷箱盒子顶部的舱口被忽略了。清洁下方珠光砂后,上方珠光砂会凝结很长时间,不会脱落。但是,如果掉下来,看起来就像一根巨大的珠光砂柱,使下部的工艺管道、仪表管道和支架被砸坏。

## 2 空分设备冷箱内管道变形的防范方法

### 2.1 优化管路安装

堵塞需要更换或调整的工艺管道。切割时,注意不要把切口掉在机器或其他管道上。清洁需要安装的工艺管道,并根据需要安装管道。特殊安装要求:(1)管道的安装应符合计划要求,管道路径不得任意改变。(2)所有准备工作应在管道安装前完成。确保容器的方位(如喷嘴方向)和阀门的进、出口方向正确。管件应彻底清洗,并严格脱脂(紫外线可用于表面润滑的宏观质量控制,不得有亮点)。同时开好焊接坡口等。为减少冷箱内管道焊口,可根据塔内管道图在地面上预制。而后进行最终配制。(3)管道外壁与冷箱钢内壁的距离要求:低温液体管不得小于400毫米。低温气体管道300毫米以上。(4)管道的工作

状态(如管道的液体质量、珠光砂的压力以及由于热膨胀和冷收缩造成的管道位移)对于管道之间的距离应加以考虑,以免抑制其它管道。因此,典型的管道安装间隔应大于100毫米。(5)管道在焊接前应自然对齐。不要通过机器和人员强行对齐,以免增加髌关节应力。(6)对于铝管壁厚 $\delta \geq 5$ 毫米,直径 $DN \geq 80$ 毫米,不锈钢衬里环嵌入对接焊接处。 $\phi 12\text{MM} \times 2$ 和 $\phi 18\text{MM} \times 2$ 铝管,采用外环焊。(7)在安装过程中,卫生洁具不能连续进行,且所有开口必须用塑料板材加盖或包扎。(8)铝管安装工具和设备不得生锈。钢刷要用不锈钢刷。(9)管道准备时,自喷力应自始至终考虑。如果特定管道的自补偿能力不足,必须允许施加应力,并提前增加10-15毫米的冷收缩方向,以补偿正常工作时的变形。冷箱壁附近的值较大,而远离冷箱壁的值较小。(10)管柱在塔内的安装:管柱管应稳定牢固,不得意外晃动,并应考虑暖缩管与冷缩管的膨胀,且应按照管柱图的要求进行。(11)安装前,应严格检查管件和管阀内表面的清洁度。如果有油污染,则不应安装。(12)焊接过程中,管子直截面的两个环缝之间的距离应不小于100毫米,环缝与支架和吊架之间的距离不应小于50毫米。(13)安装管道时,对不锈钢、合金钢,防锈铝螺栓和螺母,应涂以石粉之类非油润滑剂,以保证能顺利装拆。

## 2.2 设计制造方面

管道支架的安装直接影响管道的变形程度。空分设备制造商必须不断优化管道支架的安装,包括数量和位置。对设计要有明确的量化概念和观点。管道支架可根据需要安装在冷箱或塔壁上。目前,只有用液-气生产方法制造的空分装置的塔、冷室的管道在国内外用不锈钢制造,强度和刚度相对较好。但是大多数空分设备,特别是板间热交换器,都是铝合金制造的,强度相对较弱。在条件允许的情况下,特别是在许多有内部压缩工艺的空分设备中,使用不锈钢和铝合金接头将铝管转换成不锈钢管,以提高管道的强度,减少变形的可能性。工具管道是制冷箱中最弱的管道。采用 $\Phi 12\text{mm} \times 1\text{mm}$ 的普通铝合金(5A02)制成。如果条件允许,还可以将不锈钢和铝合金连接起来,转换成不锈钢管道。不锈钢管道的长度可以无限制,有效避免冷箱的工具管道泄漏。目前,中国单一空分设备的规模正在增加。宝钢的60,000 $\text{m}^3/\text{h}$ 空分设备处于设计和施工阶段,较大的空分设备处于规划和准备阶段。制冷室的长度、宽度和高度达到了新的水平,工艺管道和仪表管道的水平段较长,大大增加了工艺管道和仪表管道受损的可能性。为了解决这个问题,一方面冷箱的室内设计要尽可能紧凑,工艺管

道和工具管道要尽可能靠近冷箱壁布置。塔上仪器的测量点不应离冷箱壁太远。工艺管道的温度、分析和压力测量点应安装在离冷箱壁最近的管道上,这将大大缩短仪表管道和支架的长度,以免相对薄弱的仪表管道和支架容易受损。

## 2.3 操作运行方面措施

空分设备运行过程中,会出现许多情况,使企业应用束手无策。虽然已知频繁的设备启停会损坏空分设备,容易引起管道变形,但企业只能根据生产计划而不是空分设备的运行来启停。虽然空分设备体积庞大,但其部件非常敏感和脆弱。因此,人员在卸珠光砂时,应遵循注意和耐心的原则,并遵守规范和法规的要求。制冷箱顶部的所有人孔都必须打开,排放必须从顶部排放口开始,操作必须在一层后面进行。有冰时,应从冷箱顶部的人孔提起,以避免损坏冷箱管道,延长空分设备的运行时间。

## 2.4 加强监管,减少损坏情况

加强监管冷箱内管道,确保空分设备能够稳定的运行。空分设备运行时间长,稳定性高,因此需要厂矿企业的人员把握空分设备施工过程。加强监管冷箱内设备和管道工作的时间,定期检查仪表管、穿越冷箱壁区域是否受到珠光砂的保护和作用力,同时也需要详细检查管径较小的管道,查看管道是否受到外界作用力影响而出现变性,同时需要监管低温液体管道周围的冷箱板是否出现裂纹。定期做好监管记录,若是出现裂纹,要及时的进行补焊,增加冷箱板的强度。焊接工作在开展时,要保证串接的部位无其他气体,机具检测焊口容易发现有气孔存在,因此监修多套运行空分设备有着重要的作用。若是未实施气体保护的相关策略,则可能会降低焊接的质量。在更换和改造液体管道承重支架时,若是支架与冷箱板的距离远,则不可焊接角钢。若使用整体角钢,确保其强度符合标准。斜撑和水平角钢接触过程要开展双面焊接,冷箱骨架和角钢接触过程,也要开展双面焊接,维持其强度。在检修和改造管道时,要根据单线施工图由单个方向开展配管,确保管道的垂直度和水平度得到保证,防止安装管道时出现误差。若是产生误差,则焊接作业的过程会有管段移动的情况出现,导致应力对口影响系统安全作业。管段试压时,要检查承重支架管段和导向支架,防止施工人员由于不规范作业影响管段工作,比如工人在开展焊接支架的工作,在无意间焊接移动,导致焊条和管道触碰,此些隐患均需要受到大家的注意。在检修冷箱内管道后,开展装填珠光砂之前,要详细检查检修管道四周,防止损伤周围的

管段。在检查施工作业下方时，防止工具由于脱落损坏作业下方的管段。

#### 结束语

综上所述，空分设备管道多数是使用铝合金制作，冷箱内管道变形大多数是由于出现上述问题导致，这也会影响到冷箱内管道使用的时间，损害空分设备的运行效益。因此需要使空分设备维持正常运行，避免冷箱内管道受损，才能够为企业构建更多经济效益。

#### 参考文献

[1]康庆元.空分装置冷箱变形的原因与处理措施[J].化

工管理,2020(22):145-146.

[2]任新娟.空分装置冷箱变形分析与处理[J].化工管理,2020(18):146-147.

[3]朱致欣,江福,叶向忠,谭军.空分装置冷箱变形分析与处理[J].大氮肥,2019,43(01):3-6.

[4]余剑锋.大型空分设备设计及安装质量控制[J].石油工业技术监督,2019,34(03):27-29+62.

[5]盛梦超.空分设备冷箱内管道变形和防范措施[J].化工管理,2019(08):17.