

48000m³/h内压缩流程空分设备的 检修和优化改造

杭州杭氧股份有限公司 姚大明

摘要: 简介48000m³/h内压缩流程空分设备检修和优化改造的背景, 从下塔优化改造施工过程及控制、冷箱内管道及支架检修过程等方面, 介绍了检修和优化改造的全过程。检修后空分设备的运行值均达到或超过设计值。

关键词: 大型空分设备; 内压缩流程; 优化改造; 检修

1 48000m³/h内压缩流程空分设备简介

2006年, 中国石油化工股份有限公司安庆分公司煤代油改造工程配套的国产首套48000m³/h内压缩流程空分设备一次开车成功。该空分设备由杭州杭氧股份有限公司设计、制造, 采用分子筛吸附净化、氮气循环、双出轴汽轮机驱动主空压机及循环氮压机、中压氮气增压膨胀、规整填料上塔、全精馏制氩技术、氧气内压缩流程, 工艺新颖, 能生产多种压力等级的产品(产品压力氮气最高压力达8.2MPa、内压缩氧气压力为4.52MPa)。这套空分设备的成功开车, 标志着国产大型空分设备已进入新的技术领域, 结束了该等级空分设备一直从国外进口的历史。

该套空分设备自开车成功以来, 一直平稳运行, 但产品氮气中氧含量有所偏高, 氧气产量与设计值也稍有偏差。针对空分设备的运行情况, 在业主的大力协助下, 杭氧决定于2009年对该空分设备进行优化改造, 主要包括下塔和冷箱内管道优化以及部分支架整改和检修等。

2 下塔优化改造施工过程及控制

2.1 下塔改造施工安全的相关保证措施

(1) 严格执行施工现场相关安全制度, 对进入施工现场的施工人员必须进行安全教育, 要求其正确穿戴安全帽及其他个人防护用品。进入塔内施工前, 必须对塔内气体进行置换、测试, 确认塔内空气中氧气含量符合国家安全标准要求, 施工人员才能

进入施工。进入工作平台要换上干净、绝缘的工作鞋、工作服。

(2) 严禁向塔下抛掷工具、材料等各种物件。

(3) 吊装前要检查绳索、吊具等是否安全、可靠；吊装时要有专人指挥，严禁违章指挥、违章作业。

(4) 施工作业场地必须同时有两人以上才能施工。

(5) 配电箱必须由专业人员管理，其他人员不得进行关、开电闸等配电箱的操作工作。使用电动工具及设备必须有可靠的接地、接零措施，传动部分必须有安全防护装置。

(6) 施工场所物品有序安放，保证场地整洁，文明施工。

2.2 下塔改造施工的准备工作的

2.2.1 冷箱扒砂

做好冷箱扒砂前的排液、加温工作，在具备扒砂的工艺条件后方可扒砂。根据现场实际情况制订冷箱扒砂操作规程，确保冷箱扒砂安全进行。为给下塔改造提供良好的施工环境，以免影响安装质量，可对冷箱内残留的珠光砂进行水冲洗。对珠光砂进行水冲洗的同时，要注意做好相关电气仪表的保护，尤其要注意对板翅式换热器工艺孔的保护，以免进水。若不慎进水，在裸冷前必须用干燥气体吹干并保护好，以免裸冷时冻裂板翅式换热器。

用自来水将冷箱管道、容器及支架外表面等冲洗干净，冷箱内、外地面不得有珠光砂存在，以防止飞扬的珠光砂被吹入塔内。

2.2.2 准备存放零部件木箱的场地及吊机

在冷箱外地面就近准备存放零部件木箱的场地；准备一台可将零部件木箱及施工设备等由地面吊至18m高平台，提升高度为30m的25t吊机。

2.2.3 搭建冷箱内平台

(1) 平台高度离冷箱内地面17m，主冷人孔中心下1m。

(2) 割除平台区域内管道，平台以上的空间区域高度不低于3m。

(3) 平台面应平整、牢固，地面搁板间无缝，在平台地面铺上橡胶板。

(4) 平台上应设置顶蓬，防止杂物坠落。

2.2.4 搭建冷箱外平台

(1) 平台承重量不小于3t，必须安全可靠，并符合国家相关标准。

(2) 为保证冷箱内、外搭建的平台在同一平面，冷箱内平台搭完后，由冷箱内平

台地平面向外气割冷箱板，确定冷箱外平台位置，保证冷箱内、外平台在同一平面。

(3) 割除冷箱面板、斜撑和横梁。

2.2.5 电气设备配置

在冷箱平台安装电源总开关配电箱，在冷箱内、外平台区域安装照明灯、控制开关及220V、380V插座，配电箱电容量为160~200A、380V。

2.2.6 安装通风设备

在下塔底部和上部人孔口分别安装通风设备，保持塔内空气正常流通。

2.3 下塔改造施工过程

(1) 测量并校正下塔垂直度。

(2) 在冷箱内左面、主冷的255°位置开设椭圆孔。

(3) 拆除下塔内原有塔内件。

(4) 搭设塔内施工作业平台。

(5) 安装经重新优化核算后加工制作的新塔内件。新塔内件安装过程中，质检人员要一直随同监控相关质量控制点，并做好记录。

(6) 所有塔内件均安装完成，并经各方共同检验确认合格后，封闭椭圆孔。按经审定批准的焊接工艺将人孔板与筒体焊合，并经100%探伤检测合格。

2.4 试压与报检

下塔改造施工前预先办理《特种设备安全监察条例》要求的告知手续，中间关键控制点请监检人员现场监检，施工完成并经探伤检测合格后办理监检证书。由于空分设备已联动，受到现场压缩机出口压力和管路系统限制，所以现场实际试验压力不能达到图纸设计要求的强度试验压力，经设计部门、业主和监检部门确认后系统进行气密试验即可。

3 冷箱内管道及支架检修过程

在对下塔进行优化改造的同时，同步对冷箱内管道及支架进行检修。

3.1 冷箱内工艺管路的优化整改

随着空分设备规模的不断扩大，冷箱的规格也在不断扩大，对管路配置也提出了更高的要求。空分设备的管路都是在常温下进行配管，却在低温下工作运行，温度的变化引起管道的热胀冷缩，必然产生相应的热应力。如果管路配置或管道安装不合理，应力超过其强度极限，管道即有断裂的危险。在充分考虑管道应力补偿的同时，也要

考虑降低管路流道的阻力，对冷箱内部分管路系统（如压力氮气管路等）进行优化整改，同时也对冷箱内因扒砂等原因引起的管道变形进行检修。在现场割除原管道时，要注意对切割铝屑的清除，以免进入设备。整改完后，对整改位置进行100%探伤检测。

3.2 冷箱内管架、阀架和仪表护架的整改

3.2.1 管架的合理布置

合理地设置管架对于管路系统的安全运行起到重要作用，设置不合理的管架不仅阻碍了管道的变形，而且会产生过大的应力，产生适得其反的效果。针对扒砂后冷箱内管路系统的现状，着重对已产生严重变形管道的支架进行分析并整改。垂直管道宜采用抱箍形式，如果是承重管架，则必须抱紧或添加承重限位挡块，导向支架可适度抱紧，小管径管道由于自身刚性和应力补偿足够可抱紧。水平段的管道要适量控制长度，充分考虑管道自重和介质重量引起的变形。水平管道托架还需根据运行后冷缩情况考虑留有一定间隙，以适应管道的热胀冷缩。

3.2.2 冷箱内仪表管及其保护支架的合理布置

冷箱内仪表管及其保护支架是冷箱检修的重点，也是引起很多空分设备冷箱扒砂的直接原因。随着冷箱规格的不断升级，仪表管路的布置、安装要求也更高，主要从以下几方面考虑：

- (1) 尽量采用整根仪表管，以减少冷箱内仪表管的焊口。
- (2) 仪表管布线安装时，可充分考虑利用设备或管道为掩体，在离冷箱壁就近处引至冷箱壁，整齐排列。
- (3) 尤其要注意仪表管根部焊口的保护和运行过程中热胀冷缩的补偿。
- (4) 保护支架要求提供的保护充分、牢靠。

3.3 检修后的试压查漏、裸冷

试压查漏和裸冷是对空分设备检修质量的检验。试压查漏过程要认真、全面、细致，尤其注意对仪表管路的检查。裸冷过程中，除对冷箱内各系统进行检查外，还需对冷箱内紧固件进行冷紧工作，以满足此后的低温运行状况。

3.4 脚手架拆除、珠光砂装填

脚手架拆除和珠光砂装填是检修施工的最后阶段，为保证检修成果，在此阶段需要注意人员和设备安全，防止管道被砸坏等。可对冷箱系统进行充气保压，以便随时监控。

4 结束语

48000m³/h空分设备经过优化改造后顺利开车,进行了多方案、多步骤的调试,在进冷箱空气量接近设计值(244000m³/h)的基本前提下,实际的氧气量(48000m³/h)和纯度(99.99%)、压力氮气纯度(0.4×10⁻⁶)均达到或超过设计值,达到优化改造的预期目标。

参考文献:

- [1] 毛绍融,朱朔元,周智勇. 现代空分设备技术与操作原理 [M]. 杭州:杭州出版社, 2005.

