

超期服役真空转鼓过滤机长周期运行研究

惠红鲸 孙源智 刘闯 金圆圆

中国石油天然气股份有限公司抚顺石化分公司, 辽宁 抚顺 113000

[摘要]真空转鼓过滤机原产于德国 DORR 公司生产, 是通过连续过滤将蜡从蜡、油和溶剂的冷冻混合物中分离出来, 是酮苯产蜡装置生产的主要核心设备, 其如何实现长周期运行行为生产提供可靠保障尤为必要。

[关键词]真空转鼓过滤机; 泄漏; 长周期; 转鼓油气平衡超声回收装置

DOI: 10.33142/ect.v3i6.16887

中图分类号: TE9

文献标识码: A

Research on Long Cycle Operation of Extended Service Vacuum Drum Filter

HUI Hongjing, SUN Yuanzhi, LIU Chuang, JIN Yuanyuan

PetroChina Fushun Petrochemical Branch, Fushun, Liaoning, 113000, China

Abstract: The vacuum rotary drum filter machine is originally produced by DORR company in Germany. It separates wax from a frozen mixture of wax, oil, and solvent through continuous filtration. It is the main core equipment for the production of ketone and benzene wax. It is particularly necessary to achieve long-term operation to provide reliable guarantee for production.

Keywords: vacuum drum filter; leak; long cycle; drum oil gas balance ultrasonic recovery device

引言

超期服役转鼓真空过滤机(投入运行超设计寿命(20年))运行中频发故障:“非驱端传动轴和耳轴螺栓折断、传动轴(驱动端)折断、耳轴(非驱端)轴套开裂、耳轴(非驱端)折断和转鼓内带液等一系列较大问题。”连续运行周期仅为8个月,难以实现长周期运行。

经研究分析,超期服役转鼓真空过滤机鼓内积液是设备故障根本问题,增设双舀出装置、滤机斗管引出装置和转鼓油气平衡超声回收装置等一系列设备基本实现长周期运行。

1 超期服役转鼓真空过滤机故障频发分析

现场故障现象。

1.2 故障频发分析

真空转鼓过滤机转鼓在长期冷热交变载荷(工艺操作决定)作用下,造成转鼓表面收液管焊口存在微裂纹,溶剂慢渗入转鼓内累积至50%液面(工艺处理时已验证),其附加载荷增加34t,造成滤机非驱动端耳轴力矩增大,

在剪切力作用下耳轴轴套疲劳应力开裂,耳轴轴套开裂属导致耳轴螺栓折断,最终造成“转鼓轴套开裂、耳轴折断、转鼓下沉、转鼓滤布和绕线及刮蜡板损坏等一系列故障。”

2 真空转鼓过滤机相关基础设计原则

2.1 真空转鼓过滤机设计力学模型

因转鼓两侧为半轴设计,其初始力学模型为:转鼓(含传动轴和耳轴)在垂直方向承受上下弯曲交变应力载荷,转动只附加载荷而已。同时在申请专利(指103m²转鼓真空过滤机)前委托第三方检验机构(国家资质)按此力学模型进行了有限元应力分析,得出结论:“转鼓两侧及端板、传动轴和耳轴定位盘及输蜡器中间连接法兰其根部”承受应力最大,同时非驱端应力值远高于传动端应力值。

基于以上力学模型及应力分析,兰州兰石重型装备股份有限公司和德国DORR公司生产的103m²转鼓真空过滤机强度数据对比如下:



图1 真空转鼓过滤机现场故障部位图



图2 真空转鼓过滤机现场故障部位图

表 1 进口和国产设备数据对照表

项目	制造单位	德国 DORR 公司	兰州兰石重型装备股份有限公司
转鼓自重		21 吨	24 吨（因改进部分增加重量）
转鼓筒面板厚和端板板厚		8mm; 10mm	8mm; 12mm
传动轴和耳轴最大轴径及连接螺栓尺寸		Φ195mm; M24×70	加粗尺寸: M27×90
转鼓轴套外加强筋板数量及长度	6 件; 直径方向一半长度		10 件; 直径方向全长且与鼓面板相焊
转鼓轴套内加强筋板数量及长度	6 件; 直径方向全长		10 件; 直径方向全长且与外套筋板相焊

以上理论分析也验证了德国 DORR 公司生产的 103m² 转鼓真空过滤机超期服役出现了“传动轴和耳轴螺栓折断、耳轴轴套开裂、改进轴套后耳轴折断和输蜡器联轴器滚键”一系列故障现象。

2.2 过滤机转鼓集液管焊口分布、数量、焊接方式和气密方案

(1) 转鼓表面收液管 900 根，鼓内收液集合管 60 根，两者组焊后耐压试验合格后与转鼓组焊，转鼓外表面强度焊，内表面密封焊。

(2) 进分配头收液管 Φ60 和 Φ48 管各 30 根，总计 60 根分配头收液管。与鼓内收液集合管采用套接短管角焊缝施焊，与分配头端板进行表面角焊缝强度焊和强度胀（为最大限度贴合）。

基于以上制造过程进行分析，转鼓集液管最可能泄漏是表面收液管。同时兰石重装要求舀出装置外伸管必须时刻保持通畅，否则会导致“转鼓鼓面长期在冷热交变载荷下，转鼓表面收液管焊口开裂”。

(3) 转鼓各部件组焊结束后进行气密，鼓内灌 20% 液位煤油，转鼓表面焊口涂表面着色剂，封闭人孔进行通风加压至 0.035MPa 进行气密，气密时间为期 3 天，其间慢速转动转鼓。通过观察转鼓表面着色剂是否浸润来确认集液管焊缝合格。

3 转鼓内存液事宜探讨

每次设备故障发生后，发现转鼓内存有近 50% 溶剂。经多方研究探讨，初步意见如下：

(1) 鼓内存有近 50% 溶剂，其附加载荷增加 34t，最终造成“转鼓轴套开裂、耳轴折断、转鼓下沉、转鼓滤布和绕线及刮蜡板损坏等一系列故障。”

(2) 溶剂进入转鼓内按设备结构存在两条通道，一是从传动端斗管处延舀出装置反向进入转鼓。二是转鼓集液管泄漏造成。

4 故障解决方案对比

4.1 耳轴及轴套修复方案

现场通过切削和焊接等措施更换真空转鼓过滤机轴

套，修理生效费用 29.5 万元，质保期一年。现场修理存在必然安全风险，而且每次修理周期近一个月，车间消耗人力很大，而且生产承担工作压力也很大。综述此方案施工现场难度大且安全风险高，同时施工时间较长且无法杜绝此类转鼓故障再次发生。

4.2 转鼓修复及验收方案

现场对真空转鼓过滤机转鼓表面收液管焊口进行修复后，转鼓气密验收工作执行困难非常之大，煤油费用和装卸煤油时间及能否一次气密成功都是现场工作的难点。与兰石重装深度交流后确认现场可行的转鼓气密方案：在槽体内灌水，转鼓内通风，转鼓表面附属配件全部拆除反做气密。此方案现场可行，但是能否检查出集液管焊口开裂有待于实践证明，同时也验证了转鼓表面收液管焊口进行现场修复工作难度之大且可行性未知。

4.3 真空转鼓滤机转鼓更换方案

国内兰石重装初步报价 128 万元，设计寿命运转 20 年。国内兰石重装生产的转鼓总重 24t，而现场滤机厂房桥式起重机台账登记额定起重量为 32t，满足使用；转鼓鼓长 9.5m，现场吊装间尺寸满足。利用装置检修期间进行更换是可行的。更换前应考虑转鼓制造工期 6 个月。综述此方案一劳永逸。

4.4 故障最终解决方案

增设双舀出装置、滤机斗管引出装置和转鼓油气平衡超声回收装置等一系列设备，同时在传动轴后端盖加设定尺寸四氟环，将渗入转鼓内溶剂通过舀出装置和引出装置导入转鼓油气平衡超声回收装置，由 PLC 控制超声波液位仪（30%~100%）实现自动回收进三部真空抽回系统，此方案投资少（总计设备费 8.1 万元）实现真空转鼓过滤机长周期运行。图纸如下图 3 和图 4：

5 单台提质增效实现 469.1 万/年

效益计算：节约过滤机转鼓修理费 59.6 万/年，溶剂回收节约消耗 4.5 万，实现全年满负荷生产，挽回蜡量损失 405 万（每天降量 30 吨，累计 45 天，蜡收率 40%，蜡销售单价 7500 元/吨），同时降低生产操作安全风险。

6 真空转鼓过滤机长周期运行操作指导意见

按照基础设计，操作液面达至转鼓下半径的 2/3 处，此时转鼓为零受力位。考虑实际运行，按设计要求操作液面必须达至转鼓下半径的 1/3 处和 2/3 处的中间位（即操作液位距转鼓最底部为 876mm）。同时操作液位达到设计要求时，工作中心扇角满足真空要求，有效提高转鼓真空度。

德国 DORR 公司生产的 103m² 转鼓真空过滤机给定操作液位标尺线距转鼓最底部现场测量为 810mm。按要求进行反推，要求正常生产时操作需达到 16%。

两者操作液位虽有差距，可能因转鼓自重不同，其设计稍有差异，但设计理念核心思想一致。

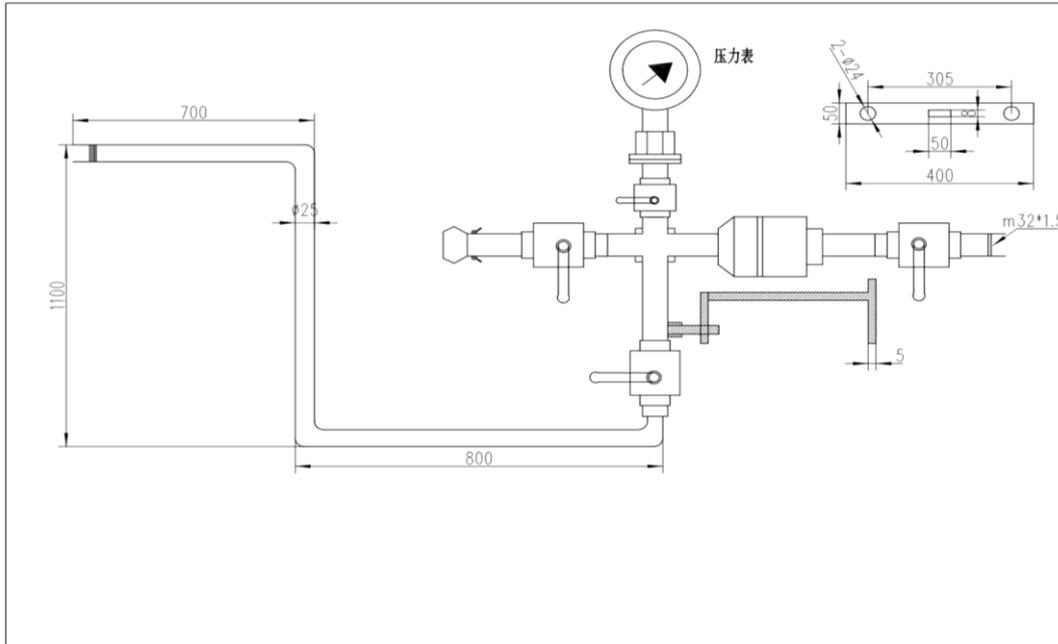


图3 引出装置图

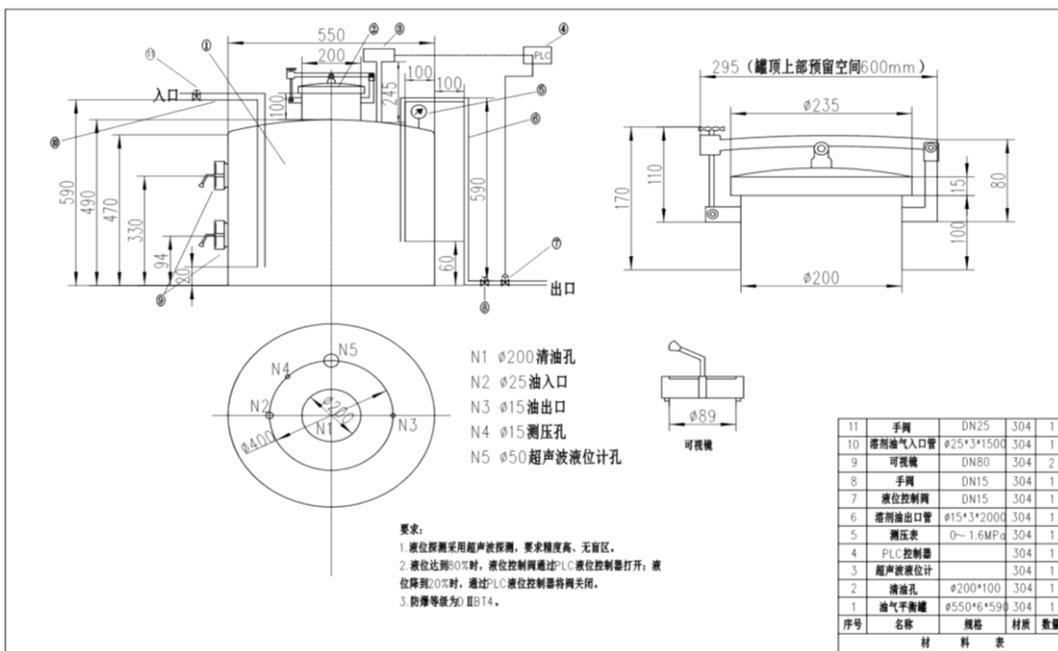


图4 转鼓油气平衡超声回收装置图

[参考文献]

- [1]兰州兰石重装设备股份有限公司转鼓真空过滤机设计说明[Z].
[2]脱蜡转鼓真空过滤机质量等级评定及检查细则：SH/T2001-91[Z].
[3]外滤面转鼓真空过滤机：JB/T3200-1997[Z].
[4]脱蜡转鼓真空过滤机技术条件：SH2001-91[Z].
作者简介：惠红鲸（1971.1—），男，工程师，目前就职

于中国石油天然气股份有限公司抚顺石化分公司，设备主管岗位，一直从事厂设备管理工作；孙源智（2004.2—），男，本科，长沙理工大学，给排水专业，从事设备设计工作；刘闯（1983.2—），男，助理工程师，就职于中国石油天然气股份有限公司抚顺石化分公司，运行工程师岗位，长期从事脱蜡脱油装置设备管理工作；金圆圆（1978.9—），男，技师，中国石油天然气股份有限公司抚顺石化分公司，班长岗位，长期从事脱蜡脱油装置生产工作。