

# 氧压罗茨鼓风机的设计

## Design of Oxygen Roots Blower

卢哲辉 / 长沙鼓风机厂有限责任公司

**摘要:**对氧压罗茨鼓风机在变压吸附制氧行业的应用作了详细的介绍,并对氧压罗茨鼓风机的设计要点进行了充分的说明。

**关键词:**罗茨鼓风机 变压吸附 氧压机 设计

**中图分类号:**TH444 **文献标识码:**B

**文章编号:**1006-8155(2005)05-0013-03

**Abstract:** The application of oxygen Roots blower on PSA oxygen-making industry is introduced in details, and design point of oxygen Roots blower is fully described.

**Key words:** Roots blower PSA Oxygen compressor Design

### 1 引言

变压吸附(简称 PSA)制氧较传统的深冷制氧在许多方面具有独特的优势,因此在氧气纯度要求不太高的场合,使用日益广泛,具有装置逐步扩大的趋势,其装置示意图见图 1。鼓风机先将原料空气送入塔内,塔中分子筛吸附空气中的氮气、二氧化碳及水份等,在塔内获得一定纯度的氧气,吸附剂饱和后切换空气进入塔 B,同时利用真空泵抽气,使塔 A 的压力下降,将氮气等从分子筛中脱离出来。这样循环,则可获得氧气,氧气再经过压缩机的加压进入两个缓冲罐,由缓冲罐向用氧单位供气。变压吸附装置中的关键动力设备,原料空气的正压输送一般采用罗茨鼓风机,真空解吸过程中废气的抽除,通常也采用罗茨真空泵。关于向用户加压供气的压缩机,以前一般采用螺杆或活塞式压缩机,但这两种机器的压力比较高,适合高压气体的输送,但随着工艺水平的不断改进,对于低压小流量产品的气体输送也开始转向使用罗茨鼓风机,简称氧压罗茨鼓风机,本文针对氧压

罗茨鼓风机的市场、结构特点、设计制造关键及使用运行作简单的说明,进一步推进罗茨鼓风机在制氧行业的应用。

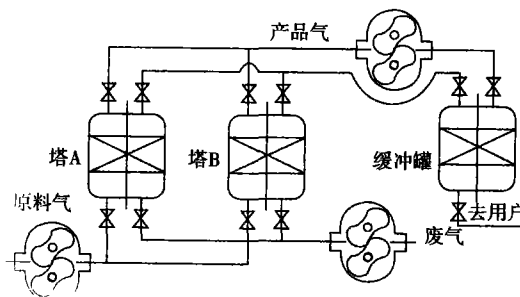


图 1

### 2 应用范围

目前,作为 50000t/a 的钢厂所需氧气量为 50~75m<sup>3</sup>/min,压力为 29.4~39.2kPa,它与空气混合后送入冶金炉助燃,从性能来说刚好落在罗茨鼓风机的型谱范围内,但因输送的介质为氧气,它是一种对温度、油料、火花特别敏感的助燃、易爆性气体,因此很多厂家一直以来也十分谨慎,使得国内罗茨鼓风机在这一领域的运用受到限制,氧压机多采用国外进口配套产品。

最近,在北大先锋及四川天一科技等制氧行业厂家的要求与配合下,我公司首制的第一批共 4 台氧压罗茨鼓风机已完工下线,并成功实现了与 PSA 装置的顺利对接。

### 3 设计要点

罗茨鼓风机作为输送氧气这种特殊介质的机械,保证它的安全性、可靠性则是首要任务,因此

收稿日期:2005-02-16 长沙市 410014

从忌温、忌油、忌火花及忌振等方面入手,在以下几个方面对罗茨鼓风机作了特殊处理。

### 3.1 密封结构

首先要保证氧气能够密封在机壳与墙板所形成的密封腔内,不会由于轴封泄漏到两端的油箱内与油接触,致使在达到一定的温度、浓度时发生爆炸而酿成事故。为达此目的,选用了合肥通用机械研究所的机械密封结构(图2),该结构为非平衡式双端面机械密封,具有结构简单、装配方便、密封可靠等特点,端面配以衬套上的两组“O”型圈1和2,可以从径向、轴向两个方向实现气体的可靠密封,以保证气体不外漏,端面配以“O”型圈3和4,可以保证机械密封的密封冷却液不向内、外泄漏。

考虑到万一有少量氧气泄漏的特殊情况下,

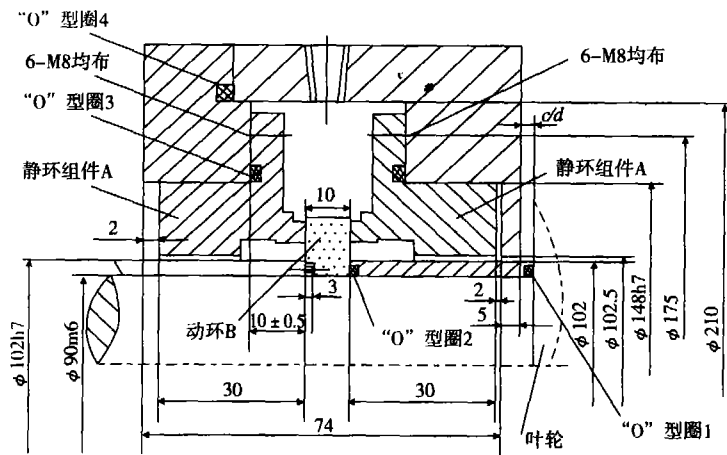


图2

如果同时采用润滑油作为封液,那么势必会采用循环使用的方式,从而导致油池温度升高,增加了安全隐患,而且一旦密封失效,产生内漏,将会对系统介质产生严重污染,因此经过与厂家协商,决定用软水作为封液(系统压力低时可用自来水,系统压力高时可采用加压泵加压),对机封密封端面进行冷却与润滑,充分消除了用油作为封液可能存在的隐患。

密封材质必须考虑与氧气的适应性,机封座采用不锈钢,密封面动环采用硬质合金,静环采用石墨。既有良好的抗磨性,又有充分的抗氧化性。

### 3.3 冷却

为进一步降低油箱内润滑油的油温,保证风机轴承与齿轮的可靠运行,减少由于机械故障产生的擦机壳、擦墙板,以避免引起火花,对主、副油

会在墙板间形成的氧气聚积,将风机墙板改为开式结构,确保漏出的氧气不会产生聚积,能在低浓度下立即向外扩散,从而可减少事故的发生。

### 3.2 润滑油(脂)与封液

普通的油(脂)在有氧气的条件下,极易燃烧而使气体膨胀爆炸,同时,由于油脂的氧化变质,还会使其失去润滑功能,因此对于任何有可能与氧气接触的油和脂都必须采取特殊处理,选用抗氧化性、阻燃性、润滑性及稳定性俱佳的特种合成油,一般有合成硅基压缩机油、氟基硅油两种,它们均具有优异的热稳定性和化学稳定性,不易形成残碳和胶质,可防止由于气体稀释导致的油品粘度下降而引起的润滑不良,以适合氧压罗茨鼓风机的需要。

箱均采用了水冷结构。

### 3.4 油污

机械设备的所有零部件(包括标准件、外购件),无论是在加工过程中,还是在防锈保存过程中均有油污的粘染,通常装配前的清洗均不能满足深度除油的要求,根据HG20202-2000《脱脂工程施工及验收规范》的要求,按以下工艺过程对所有零部件(部件散体)进行脱脂:(1)用香蕉水全面清洗两遍,后用四氯化碳浸泡(小件)或局部逐渐淋洗抹擦(大件)至材料本色,直至抹布无锈迹、油污为止;(2)油除干净后,立即用无油的干热空气(50~60℃)对各表面进行吹除,以达到深度除油和防锈的作用;(3)管道系统由用户按标准进行除油处理。

(下转第23页)

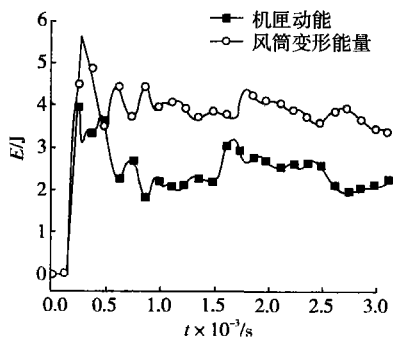


图7 撞击过程中风筒能量时间历程

## 5 结束语

应用大型非线性有限元程序成功地模拟了某型风机的风筒叶片撞击过程,评估了该型风机叶片的包容性,数值结果可以为风机风筒叶片撞击损伤设计提供指导。为了更准确地评估风筒叶片撞击损伤,需要进一步开展整级叶片交互作用下

叶片撞击风筒的模拟和试验工作。

## 参考文献

- [1] 郝仁礼. 锅炉一次风机飞车事故原因分析及预防措施. 太原科技, 2001(5).
- [2] 郑国, 李涛, 牛海峰等. 600MW 机组风机叶片断裂分析. 黑龙江电力技术, 1999, 21(2).
- [3] 刘义忠. ASN-2880/1600 轴流引风机叶片断裂原因分析及处理. 技术交流, 2003(1).
- [4] 刘家钰, 陈健英. 锅炉引风机多次断叶片事故分析. 中国电力, 1997(6).
- [5] 刘家钰. 国产电站风机典型事故的分析研究. 中国电力, 1998(11).
- [6] 李勇. 煤气高压风机爆炸原因分析. 冶金动力, 1995(6).
- [7] 赵旭. 双叶片轴流通风机叶片断裂原因分析及改造. 风机技术, 2000(6).
- [8] 王爱俊, 乔新, 厉蕾等. 飞机座舱风挡层合玻璃弹穿有限元分析. 南京航空航天大学学报, 1998, 30(4).
- [9] SAS IP Inc. ANSYS/LS-DYNA User's Manual.
- [10] S. Sarkar, S. N. Atluri. Effects of multiple blade interaction on the containment of blade fragments during a rotor failure. Finite Elements in Analysis and Design 1996, 23:211-223.

(上接第 14 页)

### 3.5 主机零部件的精度

为避免风机在运行中出现危险,除了零部件加工精度外,机械密封的密封性能也对零部件的精度,特别是几何精度、形位公差特别敏感,稍有不慎就会密封失效,因此装配前必须按照图纸对主机的各零部件进行细致的检验,采用选优的办法选定所需的零件。

同时机壳、叶轮、墙板部位的间隙可适当放大 0.05 mm 左右,以保证风机在运行过程中不出现磕碰。

### 3.6 装配

首先要求必须绝对的干净,包括吊索、抹布等均不能粘油,工作场地做初步除油处理后也需要用干净的塑料或抹布与零部件隔开。

在机械密封的装配过程中,轴承不能采用敲击的方法强行打入,只能采用热套或用锁母锁紧的方法压入,否则,由于敲击时产生强烈的振动会使机封的静环产生跳动且不复位,在动静环的密封面间也可能产生一个小间隙,最后导致密封失效而返工;同样在主机装好后,联轴器或皮带轮的装配也只能采用热装的方式装配到位,不能敲击,以免震碎机封。

最后在装配过程中,所有“O”型圈、骨架油封以及所有有垫的地方均可涂上少量的特种润滑脂,这对密封及润滑均有好处;同时所有联接螺栓在装配前均需粘取少量这种特种油,以免由于除油过净,在拧紧的过程中由于润滑程度不够而将螺丝拧坏。

### 3.7 试验

先对机封通水进行密封试验,通水压力比系统介质压力高 0.1 MPa 左右即可,30min 后,以每分钟漏水不超过 5 滴为合格。

密封合格后,对整机进行气密封试验,通入洁净氮气,压力为 1.5 倍系统压力,浸水保压 15min,无气泡外冒为合格。

按 JB/T 8941.2-1999《一般用途罗茨鼓风机性能试验方法》进行性能试验。

按 HG 20202-2000《脱脂工程施工及验收规范》进行脱脂验收。

## 4 实际效果

根据以上工艺方案及技术要求,已成功地为北大先锋、包头、杭州项目以及四川天一科技配套了 ARE-195NE、ARE-200NE、ARD-125NE 共 3 种机型 4 台氧压鼓风机,均已投入正常使用,为这些企业节约了大量的资金,并在售后服务和配件供应上提供了一条更为便捷的渠道,解决了使用单位的后顾之忧,成为国产罗茨鼓风机在制氧行业成功应用的良好范例,为国产罗茨鼓风机开创了一个新的应用领域。

## 参考文献

- [1] 苏春模. 罗茨鼓风机及其使用. 中南工业大学出版社, 1999.
- [2] HGJ 202-82 脱脂工程施工及验收规范. 化工部, 1982.
- [3] JB/T 8941.1~8941.2-1999 一般用途罗茨鼓风机. 国家机械工业局, 1999.