

4M22 系列二氧化碳压缩机气阀的改造

潘树林 卢朝霞 莫乾赐

欧胜芳

(广西大学化学化工学院 南宁 530004)

(温州市浙欧气阀制造有限公司 325027)

摘要 分析气阀对中氮肥企业尿素系统 4M22 系列二氧化碳压缩机性能的影响,并从结构形式、气流通道、运动规律及可靠性等方面对这种压缩机气阀进行改造。试验表明,气阀改造后压缩机的经济性 & 可靠性得到较大幅度提高。

关键词 4M22 二氧化碳压缩机 气阀 改造

4M22 系列二氧化碳压缩机是国内企业引进国外技术生产的大型 4 级 4 列对称平衡型压缩机,是目前国内中氮肥尿素系统,尤其是扩建后的新尿素系统广泛采用的机型之一。4M22 系列二氧化碳压缩机有多种型号,如 4M22A、4M22D、4M22H 等,各种型号的压缩机大同小异,仅是部分级(如第一级、第四级)气缸的直径略有变化。

4M22 系列二氧化碳压缩机具有结构紧凑、检修方便等优点,但这种压缩机也存在不足之处,具体表现在压缩机的容积流量达不到设计要求、各级排气温度偏高、气阀的运行寿命低等方面,这些都与压缩机气阀性能有关。为此,笔者分析了气阀对这种压缩机性能的影响,并对气阀进行改造,改造后的气阀运行状况令人满意。

1 气阀对二氧化碳压缩机性能的影响

4M22 系列二氧化碳压缩机铭牌上标注的额定容积流量为 $154 \text{ m}^3/\text{s}$,吸气状态下的质量流量为 $1.59 \times 10^4 \text{ kg/h}$,但实际容积流量小于设计值。如广西河池化学工业集团公司从新尿素系统产量上分析,新装机的 4M22D 型二氧化碳压缩机的质量流量为 $1.32 \times 10^4 \text{ kg/h}$ 左右,折算成吸气状态下的容积流量为 $128 \text{ m}^3/\text{s}$,仅为设计值的 83%。云南沾化有限责任公司通过与原尿素系统 4D12 二氧化碳压缩机进行对比分析,新尿素系统 4M22A 型二氧化碳压缩机的实际容积流量也远低于设计值。安徽淮化集团有限公司新尿素系统采用的是 4M22H 型二氧化碳压缩机,其一级气缸直径加大 5%,但容积流量仍小于设计值。同时,这

种压缩机各级的排气温度偏高。

4M22 系列二氧化碳压缩机气阀的使用寿命也较低,其中第四级吸气阀寿命最低,其平均使用寿命不到 15 d,主要体现在阀座开裂、连接螺栓断裂、升程限制器最里圈开裂等,其余气阀的使用寿命平均也不超过 60 d。这些气阀失效方式与大多数压缩机气阀一样,主要表现为气阀弹簧、阀片断裂。气阀频繁更换检修造成压缩机频繁停车,运转率低。

4M22 系列二氧化碳压缩机存在的上述问题都与气阀性能有关。气阀是控制气体进出气缸的部件,气体进出气缸流量、阻力损失与气阀的性能密切相关。当气阀通流面积小、流动损失系数大时,气阀的有效通流面积小。这样,当气阀两侧压差一定时,流过气阀的流量小,从而使压缩机的容积流量小。或者说,流过气阀的流量一样时,气阀两侧的压差大,压缩机实际压比增大,从而使压缩机的排气温度上升。对二氧化碳压缩机而言,因二氧化碳的分子量、密度较大,流过气阀时的阻力损失更大,流量更小。

气阀的运动规律对压缩机的容积流量及排气温度也有影响。以吸气阀为例,当气阀的弹簧力过大时,气阀延迟开启、提早关闭,气阀运动规律呈颤振型^[1],通流截面减小,从而使压缩机容积流量下降,同时流动阻力损失也增大。当气阀的弹簧力过小时,气阀延迟关闭,气阀运动规律呈延迟型^[1],会使已经吸入气缸的气体又经过吸气阀返回吸气腔,从而使压缩机容积流量下降。

气阀的寿命与压缩机的运行状况、自身的材

料、加工、热处理等有关,也与气阀的结构型式、结构尺寸及运动规律等密切相关。不同结构型式及结构尺寸的气阀可靠性都不相同,气阀运动规律不同则可靠性也不同。如颤振型运动规律使阀片来回撞击阀座及升程限制器的次数增加,气阀的可靠性下降。延迟型运动规律则会造成阀片与阀座撞击速度增大,气阀的可靠性下降^[1]。

2 二氧化碳压缩机气阀的改造

在气阀结构型式上,4M22 系列二氧化碳压缩机各级均采用闭式气垫阀。闭式气阀比开式气阀通流面积小;气垫阀存在气垫腔,通流面积小;气垫阀阀片各环独立,起落不一致,气流通道数较大时,气阀运动规律差。通过与类似机型进行对比及相关软件分析,发现 4M22 系列二氧化碳压缩机一、二级气缸总气阀安装面积偏小,但三、四级气缸总气阀安装面积略偏大。考虑到一级气阀安装直径大($\varnothing 290$),改造后的 4M22 系列二氧化碳压缩机一级气阀采用开式无摩擦带缓冲片网状阀。二级气阀安装直径较一级小($\varnothing 220$),则采用开式有摩擦带缓冲片网状阀。三、四级气阀则采用开式气垫阀。

在气阀气流通道上,改造后的一、二级气阀阀座、升程限制器气流通道尽可能取消截面突变,气流通道接近流线。阀座、阀隙及升程限制器通流面积经优化设计,使其全开时有效通流面积最佳^[2]。一般气阀设计过程中,在分析气阀的有效通流面积及流量系数时,升程限制器结构往往被忽略^[1]。但事实并非如此,气垫阀设计类似于环状阀时,因存在气垫腔,其腔壁占了一定的空间,使升程限制器的通流面积小于阀座通流面积,从而对气阀有效通流面积及流量系数产生较大影响。改造后,一、二级网状阀升程限制器的通流面积大于阀座通流面积,三、四级气垫阀升程限制器的通流面积等于阀座通流面积。

在气阀运动规律上,传统气阀设计时气阀的弹簧力通过经验选取,或建立气阀平动数学模型模拟气阀运动规律,通过调整气阀的弹簧力使气阀及时开启和关闭、有较长的全开期^[1]。但气阀工作过程总存在不同程度的倾侧运动,采用倾侧运动数学模型分析气阀的运动规律更切合实际^[2]。采用倾侧运动数学模型得到的最佳气阀弹

簧力比平动数学模型得到的要高。由于第四、第二级气缸垂直方向上振动大,气阀的弹簧力还要适当加大。气垫阀或带缓冲片网状阀设计时,通过调整气阀结构参数,使阀片与阀座及升程限制器碰撞速度较小,弹簧与阀片脱离与撞击的幅度较小^[1]。

在气阀可靠性上,传统网状阀阀片工作过程应力复杂,容易损坏。为提高气阀寿命,改造后的一、二级网状阀采用了一些新结构。一级气阀无摩擦缓冲片中心不采用弹性臂,自身设计成为一弹性体,因而缓冲片能承受较大的弹簧力,缓冲效果好,且缓冲片自身工作过程应力很小,可靠性高^[3]。一、二级气阀直径较大,相对来说倾侧运动的幅度也大,阀片最外圈、阀座最外侧密封边最容易因倾侧撞击损坏。为此,阀座最外侧密封边加宽,使阀片最外圈与阀座最外侧密封边碰撞接触面积增大,以提高阀片及阀座的寿命^[4]。阀片采取外伸,即阀片最外圈外圆直径大于阀座最外侧密封边外圆直径,这时阀片与阀座的碰撞部位不在阀片的最外侧,阀片相对不容易发生崩落及产生疲劳裂纹,阀片的寿命能得到提高^[4]。

四级闭式气垫阀改为开式气垫阀后,阀座外圆加厚,阀座总厚度加大,因而阀座不易开裂。升程限制器气流通道加宽后,两侧压差小,不易开裂。连接螺栓螺纹由 M16 加大为 M24 × 2 后,也不易断裂。

3 气阀改造后二氧化碳压缩机性能试验

改造后的气阀从 2001 年年底起先后在云南沾化有限责任公司、广西河池化学工业集团公司及安徽淮化集团有限公司等企业新尿素系统 4M22 系列二氧化碳压缩机中应用,压缩机的容积流量提高 5% ~ 8%。如广西河池化学工业集团公司 2002 年上半年尿素产量比上年同期增加 1.1 万 t,且改造后第四级气阀从未出现阀座、升程限制器及连接螺栓开裂现象,各级气阀的寿命都有不同程度的提高,改造后整机气阀平均使用寿命达到 120 d 以上。

安徽淮化集团有限公司共有 3 台 4M22H 型二氧化碳压缩机,2 开 1 备,气阀改造前、后压缩机性能指标如表 1 所示。表 1 中 2# 机气阀未改造,3# 机气阀经过改造。

表 1 气阀改造前、后 4M22H 型二氧化碳压缩机性能指标

机号	一级出口压力 (MPa)	一级出口温度 (℃)	二级出口压力 (MPa)	二级出口温度 (℃)	三级出口压力 (MPa)	三级出口温度 (℃)	四级出口压力 (MPa)	四级出口温度 (℃)	电机 电流 (A)
2 [#]	0.260	161	1.40	164	5.2	156	15.3	136	190
3 [#]	0.275	145	1.43	158	5.0	150	15.5	127	198

以第一级为例进行分析。从表 1 可知,相同吸气状态下,气阀改造后压缩机第一级的出口压力上升 0.015 MPa,第一级排气温度反而下降了 16 ℃。这表明,气流流过改造后气阀的阻力损失小,因而虽然第一级的名义压比上升,但实际压比下降,使得排气温度下降。同时也表明气阀改造后压缩机单位容积流量消耗的功率有所下降。

压缩机容积流量主要取决于第一级气量:第一级气阀损坏、泄漏加剧时,则第一级的排气压力下降;当后面各级运行状况正常,第一级的排气压力上升,则表明第一级的气量增大,压缩机的容积流量增大。由于同一系统吸气状态参数一致,表 1 中气阀改造后压缩机第一级排气压力上升只能表明改造后气阀运行过程中通流能力增强。另外,压缩机电机电流上升,也能反映出压缩机的容积流量上升,气阀的通流能力增大。

压缩机各级排气温度下降也有利于压缩机的可靠运行。

4 结语

2 种简单可靠的锅炉安全运行保护装置

1 燃料输送断料报警装置

沸腾炉或循环流化床锅炉对燃料的连续供给要求很高,为了确保锅炉不断煤,可在输煤皮带上安装 1 个可转动的挡板,挡板的一端与煤层接触,抬高运行,另一端安装一个电源接点。当锅炉内断煤时,挡板自动向下倾斜而挡板的另一端就与电源接通,此时报警指示红灯亮及报警电铃鸣响。

2 炉膛内部燃烧状况监视装置

在炉膛的看火孔(管)上端口一定角度,安装 1 块反光镜,将炉膛燃烧状况反射到司炉工操作室,供司炉工观看。这样,司炉工可以不到炉膛边看火孔(管)就可以看到炉膛燃烧状况并及时调整。

从上述分析及试验可知,改造后的气阀运行过程中阻力损失小,通流能力大,运行寿命长,具有较好的经济性及较高的可靠性。气阀改造后,4M22 系列二氧化碳压缩机容积流量增大,排气温度下降,单位容积流量消耗的功率下降,因气阀损坏造成的停车次数减少,压缩机的经济性及可靠性得到提高。

当然,改造后的气阀也并非十全十美,主要表现为改造后气阀的寿命仍距预期有一定差距,目前正从气阀的材料、加工、热处理等方面采取措施,以期进一步提高气阀的寿命。

参考文献

- 1 郁永章,孙嗣莹,陈洪俊等.容积式压缩机技术手册.北京:机械工业出版社,2000
- 2 潘树林.往复式压缩机网状阀工作特性研究:[学位论文].西安:西安交通大学,1996
- 3 潘树林,卢朝霞,张增营等.压缩机无摩擦网状阀缓冲片改造.压缩机技术,2002,(5):43-45
- 4 潘树林,卢朝霞,张增营等.倾侧运动对压缩机网状阀可靠性的影响.压缩机技术,2003,(1):21-22

(收稿日期 2003-04-15)

3 实际效果

广东省某厂从 2001 年 1 月起采用了以上 2 种锅炉安全运行的保护装置,至今运行已有 2 年多,从未因输送断料而停炉,也未因结焦而灭火。2 种安全运行保护装置安装前、后情况比较见表 1。

表 1 应用 2 种安全保护装置情况的对比 (次)

时 间	断燃	灭火	停炉
安装前 (2000 年 1 月 - 2000 年 7 月)	10	5	7
安装后 (2001 年 1 月 - 2002 年 7 月)	0	0	0

(广东省云浮市磷肥厂 527500
黄丰婵 吴金福)