

文章编号: 1001-7445(2002)04-0284-04

H22 III 氮氢气压缩机高效气阀研究与应用

潘树林¹, 卢朝霞¹, 张增营¹, 欧胜芳²

(1. 广西大学 化学化工学院, 广西南宁 530004; 2. 温州市 浙欧气阀制造有限公司, 浙江 温州 325027)

摘要:针对 H22 III 氮氢气压缩机原气阀存在的经济性及其可靠性较差的问题, 采用新型带缓冲片网状阀, 并从其气流通道的运动规律及可靠性等方面进行研究, 采取相应措施, 使这种气阀具有良好的经济性及其可靠性。新型气阀试验成功后, 在全国相关中型氮肥生产企业得到大面积推广。与传统 H22 III 氮氢气压缩机气阀相比, 这种压缩机气阀的寿命得到大幅度提高, 同时压缩机的容积流量也能提高 6% 以上。

关键词: H22 III 氮氢气压缩机; 气阀; 经济性; 可靠性

中图分类号: TH457 **文献标识码:** A

H22 III—165/320 氮氢气压缩机是为单机年产 2 万吨合成氨设计的四列对称平衡型压缩机, 它是目前中型合成氨装置中氮氢气压缩机的主要机型, 占中型合成氨企业氮氢气压缩机总数的 1/3 以上。原化工部组织进行的“中型氮肥生产企业压缩机调查”的统计结果表明, H22 III 氮氢气压缩机的平均运转率只有 69.15%, 而由于气阀故障造成压缩机停车的次数占其全部停车次数的 50% 以上。同时, 这种压缩机的容积流量也不足, 实际容积流量仅为设计值的 82%。

气阀是压缩机中最为关键的一个组件, 它的性能好坏直接影响到压缩机的容积流量、功耗及机器运行的可靠性^[1]。针对 H22 III 氮氢气压缩机存在的问题, 许多研究人员在这种压缩机的气阀改造方面做了大量的工作, 如气阀结构型式由最初的环状阀改为气垫阀; 阀片材料由 30CrMnSiA 改为 3Cr13、尼龙或聚醚醚酮等。改造后的气阀寿命有所提高, 但幅度不大, 而压缩机的容积流量未有任何提高。研究及开发 H22 III 氮氢气压缩机高效气阀成为相关中型氮肥生产企业面临的紧迫问题。

1 H22 III 氮氢气压缩机高效气阀研究

高效压缩机气阀指的是气阀有良好的经济性及其可靠性。良好的经济性是指气流流过气阀时流量大且阻力小, 良好的可靠性是指气阀的寿命长。下面从气阀结构形式、气流通道的运动规律及可靠性等方面阐述 H22 III 氮氢气压缩机高效气阀研究内容。

1.1 气阀结构形式

H22 III 氮氢气压缩机最初采用的是环状阀。环状阀阀片是简单的环形。这种气阀有结构简单、加工方便、成本低等优点, 但也有不少缺点, 如阀片在工作过程中易发生转动, 各环运动规律常常不一致, 气阀弹簧多等, 尤其是阀片直接与升程限制器碰撞, 因而寿命较低。针对传统环状阀寿命较低这一缺点, H22 III 氮氢气压缩机气阀一度经改造, 大量采用气垫阀。气垫阀结构与传统环状阀类似, 只是在升程限制器上有气垫腔^[1]。阀片在工作过程中受到气垫作用, 能使阀片与升程限制器的碰撞速度下降, 从而使气阀的寿命得到提高。但气垫阀阀片易延迟开启及延迟关闭, 升程限制器气流通道的流通面积小, 经济性较差。气垫阀在实际应用过程中, 气垫腔容易堵塞。尤其是以煤为原料的中型氮肥生产企业, 原料气中所含各种杂

收稿日期: 2002-07-02; 修订日期: 2002-10-09

基金项目: 广西教育厅科研基金(桂教财[1996]403 号, 桂教科研[2000]392 号); 温州市科技计划项目(温市科计[2001]02 号, 温财行[2001]236 号)

作者简介: 潘树林(1970-), 男, 湖南冷水江人, 广西大学副教授, 博士。

质较多,更易造成气垫腔的堵塞.另外,气垫阀比传统环状阀难加工,成本较高.

网状阀与环状阀及气垫阀相比而言,有许多优点.网状阀片各环连成一个整体,整个阀片运动规律较为一致.直径相同时,网状阀的通道数较多,有效通流面积大,经济性好.网状阀通过设置缓冲片,能有效降低阀片与升程限制器的碰撞速度,提高气阀寿命.采用无摩擦网状阀片及缓冲片,网状阀工作过程不需要导向,也不存在摩擦,有较高的可靠性.因此,虽然网状阀阀片较难加工、成本较高,但网状阀在绝大多数国家中,成为大、中型压缩机气阀的主要阀型.本文在H22Ⅲ氮氢压缩机中采用带缓冲片网状阀,并专门开发了一种新型带自弹缓冲片无摩擦网状阀^[2],用于H22Ⅲ氮氢压缩机低压级中,图1所示为采用这种新型结构的H22Ⅲ氮氢压缩机第一级吸气阀.这种气阀缓冲片中心不需要弹性臂,缓冲片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.同时缓冲片自身工作过程应力很小.这种气阀有较好的可靠性.

1.2 气阀气流通道

要保证气阀有良好的经济性,要求气阀工作过程中有效通流面积大.由于良好的气阀运动规律均有较长的全开期,因此首先要使气阀全开状态时,有效通流面积大.气阀有效通流面积与阀座、阀隙及升程限制器气流通道形状及通流面积有关.

在H22Ⅲ氮氢压缩机气阀中,我们将阀座通道沿气流方向设计成收敛形,取消气流通道中明显的台阶,气流通道接近流线.气流流过阀座时,流速上升,流动损失小.升程限制器则沿气流方向设计成扩张形,由于气流流过扩张形通道时,速度下降,边界层易分离,产生旋涡,从而把一些粉尘、油污等甩到气流通道壁面,因而同样通流面积时,升程限制器比阀座容易堵塞,因此需把升程限制器的气流通道加宽.阀座、阀隙及升程限制器气流通道形状及通流面积经过优化设计,同时通过烟气吹风试验,可使气阀全开状态时,有效通流面积最佳,并且不易堵塞^[3].

1.3 气阀运动规律

运动规律对压缩机气阀的经济性及可靠性有重要影响.良好的运动规律包括气阀能够及时开启、及时关闭及有较长的全开期,同时还要求阀片与阀座及升程限制器的碰撞速度小.气阀运动规律与压在阀片及缓冲片上的弹簧力密切相关.

我们在H22Ⅲ氮氢压缩机气阀改进设计中,应用气阀工作过程单质点数学模型及倾侧运动数学模型,分析弹簧力对压缩机气阀运动规律的影响^[3].适当提高压在缓冲片上的弹簧力而把压在阀片上的弹簧力略为降低,有利于降低阀片与升程限制器的碰撞速度,有利于阀片及时关闭、及时开启.同时,把压在阀片及缓冲片上的弹簧布置在气阀的外圈,能有效降低阀片倾侧运动的幅度.

1.4 气阀可靠性

压缩机气阀中,阀片、缓冲片不断与阀座或升程限制器碰撞,弹簧与阀片及缓冲片存在撞击与脱离,阀座密封边不断与阀片撞击,因而阀片、缓冲片、弹簧及阀座密封边容易损坏.部分H22Ⅲ氮氢压缩机运行企业因工艺原因,第四级吸气时,常混有液体,第四级吸气阀因而最容易因液击而导致损坏.

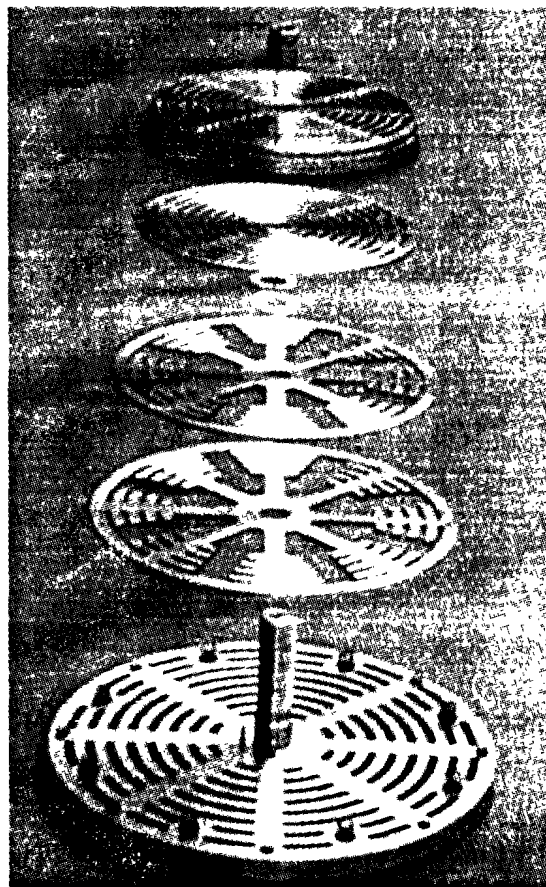


图1 H22Ⅲ氮氢压缩机第一级吸气阀

我们在 H22 Ⅲ 氮氢气压缩机气阀改进设计中,采用有限元方法,分析阀片、缓冲片、弹簧及阀座工作过程应力及冲击应力^[3]。同时首次采用一些新结构,以提高气阀寿命,如阀座最外侧密封边加宽、阀片外伸、阀片最外圈加宽等。阀座最外侧密封边相对于其它密封边而言,因气阀存在倾侧运动,最容易损坏,最外侧密封边加宽后,可有效提高阀座寿命^[4]。阀片外伸,即阀片最外圈外圆直径大于阀座最外侧密封边外圆直径,同时阀片最外圈加宽,因而阀片与阀座倾侧碰撞时,在碰撞点处产生的冲击应力波经过传递与反射后,到阀片最外圈外圆处时已有所衰减,阀片不容易发生崩裂或产生疲劳裂纹,阀片的寿命得到提高^[5]。气阀弹簧经优化,能使其工作过程应力及冲击应力最小^[6]。压缩机第四级吸气阀通过余隙容积加大,同时阀座各气流通道连接筋加宽,可提高气阀抗液击性能。

2 H22 Ⅲ 氮氢气压缩机高效气阀应用

我们在上述压缩机气阀研究的基础上,试制了新型 H22 Ⅲ 氮氢气压缩机气阀。试制的气阀于 1998 年在湖南大乘资氮集团有限公司合成氨分公司试验后,结果令人满意。经不断完善,迄今为止已在全国包括柳州化工集团有限公司、河池化工集团有限公司、福建石化集团三明化工有限公司、云南沾益化工有限公司等 20 余家主要 H22 Ⅲ 氮氢气压缩机运行企业推广。新型 H22 Ⅲ 氮氢气压缩机气阀使用情况如下:

采用新型气阀后,H22 Ⅲ 氮氢气压缩机的经济性明显提高。如第一级气阀采用新型气阀后,第一级的排气压力(表压)由 0.19 MPa 左右能提高到 0.21 MPa 左右。同时气阀堵塞程度较轻。一部分中型氮肥生产企业存在第四级排气压力超过设计值的问题,在第五级采用新型气阀后,问题得到顺利解决。从使用新型气阀前后有关企业生产报表来看,使用新型气阀后,产量能提高 6% 以上,也就是说,压缩机的容积流量能提高 6% 以上。

采用新型气阀后,H22 Ⅲ 氮氢气压缩机的可靠性明显提高。H22 Ⅲ 氮氢气压缩机原第一级气阀的使用寿命平均约在一个月左右,第二级至第六级气阀平均使用寿命约在两个月左右。采用本文所述的新型气阀后,第一级的气阀使用寿命平均超过四个月,第二级至第六级气阀平均使用寿命超过六个月,气阀的寿命得到大幅度提高。一部分 H22 Ⅲ 氮氢气压缩机运行企业第四级吸气阀容易因液击而损坏,在第四级采用新型气阀后,这个问题能顺利解决。

当然,采用新型压缩机气阀后,也存在一些问题。压缩机气阀的寿命仍比预期要低。压缩机气阀损坏的形式是弹簧靠阀片或缓冲片侧 1 至 2 圈内发生疲劳断裂,阀片最外圈沿径向疲劳断裂。目前我们正从弹簧、阀片的材料、加工及热处理等方面做一些改进。

3 结束语

在 H22 Ⅲ 氮氢气压缩机中,采用新型带缓冲片网状阀,并从气阀气流通道、运动规律及可靠性等方面进行研究,采取相应措施,使这种气阀成为具有良好经济性及可靠性的高效气阀。新型气阀试验成功后,在全国相关中型氮肥生产企业得到大面积推广,获得了较大成功,产生了显著的社会经济效益。

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[M].北京:机械工业出版社,2000.328-368.
- [2] 潘树林,谢莲花,杨霖.一种压缩机气阀[P].中国专利,ZL98217013.0,1999-09-29.
- [3] 潘树林.往复式压缩机网状阀工作特性研究[D].西安:西安交通大学,1996.
- [4] 潘树林,谢莲花,杨霖.一种往复式压缩机气阀[P].中国专利,ZL98240070.5,1999-10-20.
- [5] 潘树林,谢莲花,杨霖.一种活塞式压缩机气阀[P].中国专利,ZL98240071.3,1999-11-03.
- [6] 张英会,刘辉航,王德成,等.弹簧手册[M].北京:机械工业出版社,2000.237-246.

Study on the high efficiency valves of H22 Ⅲ type N₂/H₂ compressors and its applications

PAN Shu-lin¹, LU Zhao-xia¹, ZHANG Zeng-ying¹, OU Sheng-fang²

(1. College of Chemistry and Chemical Engineering, Guangxi University, Nanning 530004, China;

2. Wenzhou Zheou Valves Manufacture Limited Company, Wenzhou 325027, China)

Abstract: Because of the poor economy and reliability of the traditional valves in H22 Ⅲ type N₂/H₂ Reciprocating Compressors, the new plate valves with damping plates are adopted. In order to obtain the valves with high economy and reliability, their flow passages, motion performance and reliability are studied, and appropriate measures are taken. After the successful tests of the new valves, they are extensively used in many middle-sized nitrogenous fertilizer plants in China. Compared with the traditional valves in H22 Ⅲ type N₂/H₂ Compressors, the service life of the compressor valves is prolonged remarkably, and the valid volumetric flow rate of the compressor is enlarged by 6% and more.

Key words: reciprocating compressor; valve; economy; reliability

(责任编辑 刘海涛 张晓云 唐汉民)