

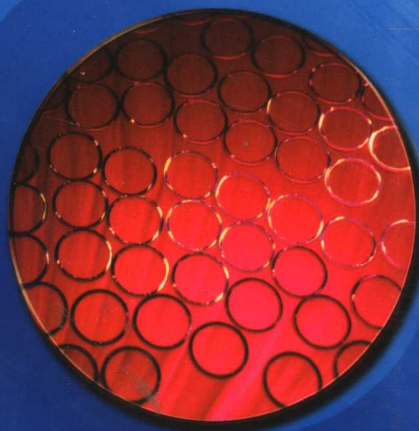
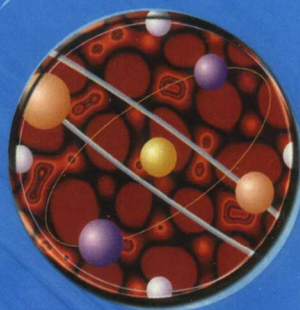
常用化工设备

故障分析及处理

ChangYong HuaGong SheBei

GuZhang FenXi Ji Chuli

马栖林 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

常用化工设备故障 分析及处理

马栖林 编著

机械工业出版社

本书通过对实际生产中发生的大量实例进行提炼和总结,详细介绍了设备的故障原因分析和处理过程。

本书共分 11 章。主要介绍了往复压缩机的现场应用过程中遇到的故障,以及如何解决;离心泵、柱塞泵、磁力泵和屏蔽泵在现场应用上经常出现的故障,以及如何分析处理;罗茨风机的故障、分析和处理,并总结出故障对应的现象;聚烯烃行业的挤出机、混炼机、切粒系统现场遇到的故障及如何处理,离心分离机故障处理方法;干燥机出现的故障,及如何处理;催化剂加料器的故障处理;在超高压反应器上的调节阀故障如何处理,如何改进填料,安全阀如何进行定压等问题;润滑油方面的知识及应用;其他类设备的故障分析和处理;状态监测方面根据现场实例,介绍如何对设备存在的故障进行分析诊断。

本书适合于从事石油、化工、制药、水泥、食品等诸多行业的设备使用、管理和设备维修人员。

图书在版编目(CIP)数据

常用化工设备故障分析及处理/马栖林编著. —北京:机械工业出版社, 2007. 9

ISBN 978-7-111-21379-6

I. 常… II. 马… III. ①化工设备—故障分析②化工设备—故障修复 IV. TQ05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 058544 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:沈红 版式设计:冉晓华 责任校对:张晓蓉

封面设计:陈沛 责任印制:李妍

北京中兴印刷有限公司印刷

2007 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm · 8.25 印张 · 319 千字

0 001—4 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-21379-6

定价:25.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)88379779

封面无防伪标均为盗版

前 言

设备是企业赖以生产的物质基础。设备在使用过程中,经常发生各种各样的故障,影响正常生产。故障的原因也是多种多样的,有的是原设计问题,有的是操作使用不当,有的是维修不当。相比较而言,转动设备的故障原因更复杂,判断也更困难。如果能够快速地判断出故障原因,就能及时进行修理,不致耽误生产。从以往的资料看,讲述设备原理的书籍较多,而讲述如何判断故障、处理故障的少。本书就是通过生产中发生的大量实例,介绍设备的故障原因分析和处理过程。

本书共分为11章。第1章简单介绍了往复压缩机的工作原理,在现场应用过程中遇到的故障,以及是如何进行解决的;超高压压缩机测振原理,易熔杆原理等。第2章介绍了离心泵、柱塞泵、磁力泵和屏蔽泵在现场应用上经常出现的故障,以及是如何分析处理的。第3章介绍罗茨风机的工作原理,出现的故障是如何分析和处理的,并总结出故障对应的现象。第4章、第5章介绍了聚烯烃行业的挤压机、混炼机、切粒系统的基本工作原理,现场遇到的故障及如何处理;切刀和造粒模板的制造工艺;讲述了离心机故障处理方法。第6章介绍了干燥机出现的故障及如何处理。第7章介绍了催化剂加料器的故障处理,把加料器比作碾米的磨盘,其工作原理一目了然。第8章介绍了在超高压反应器上的调节阀工作原理,故障如何处理,如何改进填料,安全阀如何进行定压的问题。第9章介绍了润滑油方面的知识及应用。第10章介绍了其他类设备的故障分析和处理。第11章介绍了状态监测方面的内容,根据现场实例,介绍如何对设备存在的故障进行分析诊断。第11章设备诊断技术在转动设备上的应用,由作者与大庆石化公司塑料厂董玉华工程师共同编写。

本书适合于从事石油、化工、制药、水泥、食品等诸多行业的设备使用、管理和设备维修人员。

作者在聚烯烃生产企业一直从事设备管理与维修工作。通过学习和钻研,以及向同事、同行学习和请教,积累了一些判断故障、处理故障的经验,解决了许多设备故障难题,愿将积累的知识和经验与同行共享,以期共同提高。由于作者水平有限,书中的缺点和不足,恳请广大读者指出,作者不胜感激!

在本书的编写过程中,有许多同志提供了宝贵资料,在此一并感谢!

作者
于黑龙江大庆

目 录

前言

第1章 往复压缩机故障分析及

处理..... 1

第1节 气阀..... 2

第2节 超高压组合阀..... 12

第3节 气缸和活塞部分..... 16

第4节 超高压压缩机填料..... 27

第5节 压缩机振动问题..... 30

第6节 辅助机构..... 39

第7节 运动部分..... 46

第8节 隔膜压缩机..... 49

第9节 离心压缩机..... 53

第10节 螺杆压缩机..... 59

第2章 泵类故障分析及处理..... 64

第1节 往复泵..... 64

第2节 离心泵..... 70

第3节 磁力泵和屏蔽泵..... 90

第4节 齿轮泵..... 94

第5节 其他类型泵..... 96

第3章 罗茨风机故障分析及

处理..... 100

第4章 造粒系统设备故障分析

及处理..... 112

第5章 离心机故障分析及

处理..... 143

第6章 干燥机故障分析及

处理..... 158

第7章 催化剂加料器故障分析

及处理..... 169

第1节 催化剂加料器原理..... 169

第2节 加料器的改进..... 171

第3节 其他故障分析及处理..... 172

第8章 高压、超高压阀故障

分析及处理..... 174

第1节 高压、超高压阀门..... 174

第2节 高压、超高压阀门

校验..... 181

第3节 安全附件..... 184

第9章 润滑油及相关知识..... 187

第1节 摩擦与磨损..... 187

第2节 润滑油性能及组成..... 190

第3节 润滑油的应用..... 194

第4节 润滑脂..... 198

参考文献..... 199

第10章 其他设备故障分析及

处理..... 200

第1节 旋转下料器..... 200

第2节 振动筛..... 202

第3节 反应管自增强检验..... 205

第4节 球阀驱动机构..... 208

第5节 机械密封..... 210

第6节 缝纫机..... 211

第7节 联轴器找正..... 213

第8节 其他..... 214

第11章 设备故障诊断技术在

转动设备上的应用..... 220

第1节 故障类型..... 221

第2节 设备故障诊断实例..... 225

第3节 大型减速器故障诊断 实例..... 244

第4节 造粒系统振动标准的 建立..... 249

第5节 转动设备振动标准..... 253

第6节 监测仪器简介..... 254

第 1 章 往复压缩机故障分析及处理

往复压缩机广泛应用于石油化工生产中的输送气体介质并提高其压能。与其他形式的压缩机相比,往复压缩机的优点是:①适用的压力范围广。依靠容积的变化,实现介质的吸入和排出,排出压力与流量没有直接关系,不论流量大小,都可达到很高的压力,如高压装置上的超高压压缩机,出口压力可达 300MPa。②适应性强。可用于较大范围的排量,而且排量受出口压力变化影响较小。③功率消耗较其他形式的压缩机低,节约能源。缺点是:①由于活塞通过曲轴将旋转运动转化为往复运动,存在着往复惯性力。由于惯性力与速度的平方成正比,因此转速不能太高。在设计压缩机时,基本的原则是,惯性力不能大于活塞力。因此,当需要大排量的压缩机时,机器就显得非常笨重。②结构复杂、零部件多,易损件多,故障率高,维修工作量大。以某高压聚乙烯装置的超高压压缩机为例,零部件总数为 2445 个。③由于不是连续排气,在出口处形成了气流压力脉动,导致管线振动。为了减小脉动,一般在出口要设置缓冲罐。有时为了减小振动,还要对出口管系采取减振措施。

由压缩机的理论压缩示功图可知,等温压缩所需要的功最小,压缩终了的温度最低,而且压力比越大时,这个优点越显著,但等温压缩在实际上很难实现。当压力比较大时,一般采用多级压缩,每级之间设有级间冷却器,使各级间的温度尽量接近等温。压缩机铭牌上的压力是设计额定压力,而实际运转时的排气压力并不总是符合设计压力值的,其值取决于排气系统的压力,即所谓的背压,这是所有容积式压缩机的特点。压缩机的实际排气压力是随背压而变化的,如果排气压力升高过大,就会对设备本身造成损坏,因此,在出口设有安全阀,一旦超过设定压力,安全阀就会释放系统内的压力,保证压缩机的安全。

压缩机的排气温度还会受到各种操作条件限制。温度过高会使润滑油的粘度降低,如果润滑油分解挥发,还会在气阀上形成积炭,影响气阀的密封和寿命,所以要求气体温度一般不能超过 160℃。

在实际生产中,要求压缩机的排气量在一定的范围内可以调节,当然是指调节到低于额定排气量,一般设计成 100%、50%、0% 等 3 个等级调节,通过带卸荷器的气阀来实现。通过这 3 个等级,在起动过程中,可以逐渐加大负荷,不致使电动机的起动电流过大。

实践证明,不能用增加压缩机转速的办法来提高排气量。增加压缩机的转速虽然暂时使排气量提高了,但随之而来的问题是:运动部件的惯性力增大,气阀

的工作条件发生了变化,气阀、填料、活塞环等部件的寿命会大大缩短,进而压缩机很快就会出现故障,得不偿失。

压力比是指气缸出口压力与入口压力的比值。由于气缸内的余隙容积是不可避免的,当压力比越大时,排出的压力越高,残留的气体膨胀后所占的容积也越大,使得吸入气体流量减小,效率随之降低。且气体受到压缩以后,温度升高,还会造成润滑油的分解。

压缩机的各级压力比一般取 $2\sim 4$,小型的冷却效果好的可以达到 $6\sim 8$,循环压缩机的压力比取 $1.1\sim 1.3$ 。

在理论上,各级压力比相等且吸入温度相同时,总指示功最小。但等压力比并不是设计的唯一原则,还要兼顾到其他因素,比如验算各级的排气温度,对有些气体,如烃类、氯气等,要优先按温度限制来选定级数和压力比;对烃类气体,选择较多级数可以防止积炭,特别是在1级和2级更容易积炭,因此,压力比要选择低些。

在多级压缩中,一般情况下第1级的压力比其他级低 $5\%\sim 10\%$,以提高容积系数,使气缸的尺寸不致过大。当然,末级压力比也不宜过大,以防背压变化时末级压力比过高。另外,各级的活塞力尽可能均衡。

压缩机在实际运转时,各级压力是随背压和外界条件变化而自动进行调整。总的吸气量主要由1级入口条件决定;末级排气压力由系统背压决定;中间各级压力变化的规律服从于气体流动的连续性原理和状态方程。

由于压缩机惯性力的存在,驱动功与阻抗功之间不均衡,造成压缩机不是匀速转动,常用设置飞轮的办法来解决,增大转动惯量,起到储能的作用。在实际应用上,既希望获得较大的转动惯量,又希望飞轮的质量不要太重,因此,大多设计成大直径,薄轮缘。

在实际应用中,往复压缩机出现的故障几率较其他设备频繁得多,故障类型多种多样,同一个故障现象,可能对应多种原因,相对而言,判断故障原因也比较困难。由于压缩机的部件多,相互配合的部位也多,检修工作比较复杂。这就需要不断总结和摸索,积累经验。往复压缩机的故障主要表现在以下几个方面:

1) 气体进出口阀和填料密封部分。主要部件是进气阀、排气阀、活塞环、导向环、填料(3、6瓣)、气缸、刮油环、活塞(柱塞)。统计表明,超过80%的故障发生在这些部分。

2) 动力部分。主要是曲轴瓦、十字头瓦。

3) 辅助部分。油泵、安全附件。

第1节 气 阀

气阀是压缩机上的重要部件,如图1-1所示。它的工作特性直接影响到压缩

机的排气量和功率消耗。气阀作为一种自动阀，其阀片的运动是由阀片两侧的气体压差、弹簧力和气体动力决定的。优质的气阀功率损失仅为轴功率的 3%~7%，而差的达到 15%~20%。

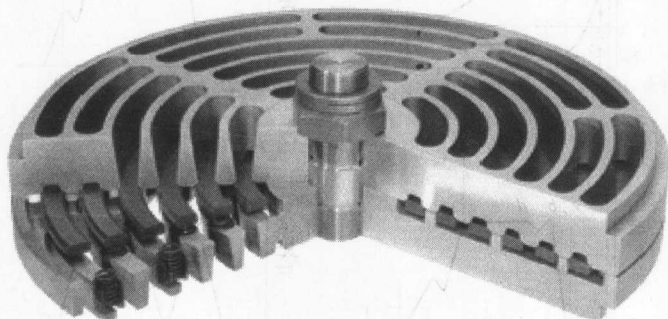


图 1-1 气阀

1. 气阀应满足的性能（以吸入阀为例说明）

1) 及时开启、及时关闭，即阀片的动作要与活塞运动相匹配。若设计的弹簧力较大，气阀就不能及时打开，由于气流流通时间短，吸入量也会不足。当活塞到达内止点而气阀还没有全部关闭的情况，称为延迟关闭。这是由于活塞到达内止点后立即回行，缸内压力上升，气流就会从未关死的吸气阀倒回到吸入腔内，使吸入量减少。而且由于气流倒流的推力与弹簧力方向一致，造成气阀猛烈关闭，剧烈的碰撞会导致阀片损坏，从而降低阀的寿命。图 1-2 为气阀启闭的升程曲线图。

2) 阀片升起时要稳定，不能产生颤振。由于弹簧力过大而产生的颤振，其结果是气流流通时间短，造成阀片撞击频率加大，寿命也会随之下降，图 1-3 为阀片颤振示意图。

3) 气阀的流通阻力小，可减少功率消耗。一般情况下，选取较大的升程会减少气阀的径向尺寸，但是，升程过大时，又会增大阀片的冲击力，缩短其寿命。现在设计气阀多趋向于小升程、多通道、增加流通面积的方式。

气阀的寿命主要取决于阀片和弹簧的寿命。压缩机在运转时，阀片在阀座和升程限制器之间来回跳动，产生撞击。尽管每次撞击的能量不大，属于小能量频繁撞击，很容易产生疲劳裂纹而使阀片损坏。此外，阀片撞击到限制器时，又与弹簧发生撞击，而此时的弹簧变形量和变形速度都很大，会产生很大的应力，导致弹簧损坏。现场实际应用表明，大多数情况是弹簧先损坏，继而导致了阀片损坏。

气阀的升程一般为 2~4mm，由升程限制器来调节。在正常情况下，气阀生产厂家已经调节好，用户不用对其进行调整。压缩机转速高或出口压力高时，要

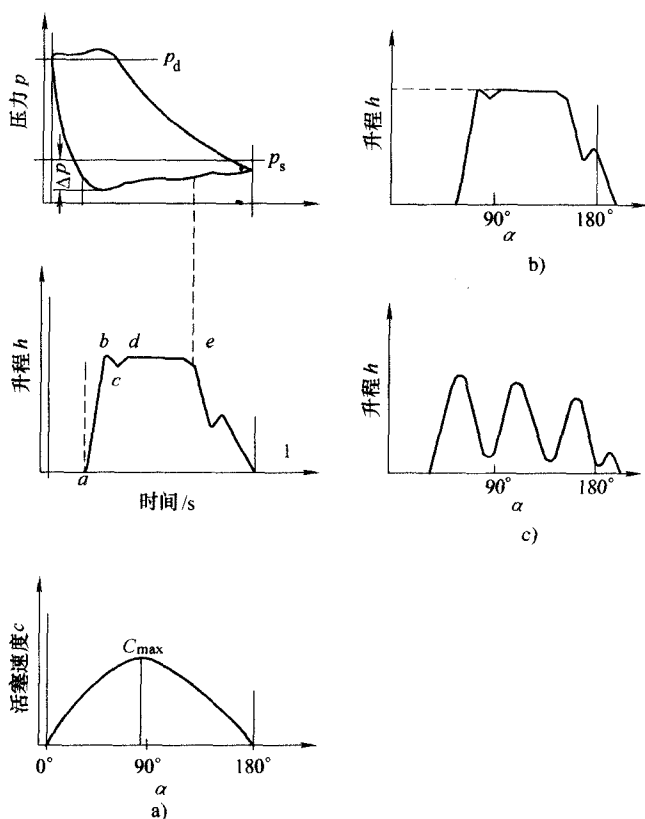


图 1-2 气阀启闭的升程曲线

a) 正常工作 b) 延迟关闭 c) 阀片颤振

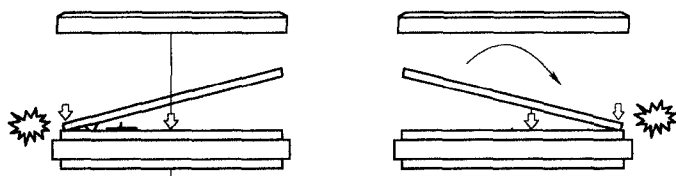


图 1-3 阀片颤振

取较小的升程。表 1-1 为某塑料厂 3 台压缩机的气阀升程值。

可以根据工作压力和转速选取升程 h ，图 1-4 可作为升程选取时参考。

升程值确定以后，就可以计算出气阀的通道尺寸。阀片在工作时承受往复冲击和交变弯曲负荷，因此要求阀片强度高、韧性好、耐磨性好。阀片常用的材料有 30CrMnSiA、50CrMnSiA、3Cr13 等；弹簧材料用 50CrVA、3Cr13、60Si2Mn2 等；

气阀螺栓、螺母材料一般选用 35、40、45、35CrMo、40Cr 等。

表 1-1 气阀升程值实例

设备名称	压缩机级数	升程/mm
高压聚乙烯 压缩机 C-303/415	1	2.6
	2	2
	3	1.6
	4	1.6
	5	1.5
	6	1.5
线性循环气 K-2004	1	1.8
丙烯气压缩机 PK-301	1	2.5
	2	3

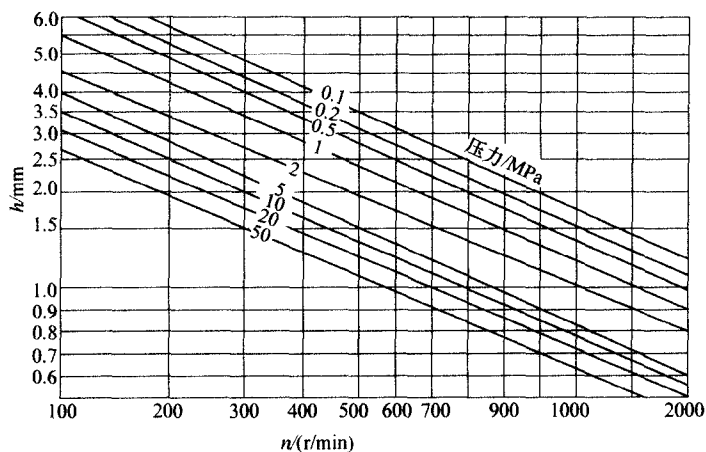
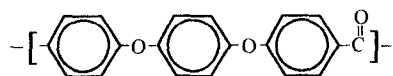


图 1-4 按压力和转速确定升程

2. 新材料的应用

随着工程塑料技术的发展，塑料阀片（PEEK 聚醚醚酮）也得到了广泛的应用，它具有抗腐蚀、抗疲劳、耐高温、耐磨损、耐冲击、跑合性能好、密度小、噪声低等优点，并且使用寿命长，可达到金属阀片的 3 倍以上。PEEK 树脂具有较高的玻璃化转变温度（143℃）和熔点（334℃），其负载热变型温度高达 316℃。

聚醚醚酮（PEEK）的分子结构如下：



PEEK 树脂耐热性好，而且高温流动性也好，因此加工很容易，可以模压成

形、注塑成形等。现在制作阀片是采用 PEEK 板进行激光切割的办法。此法可以消除内应力, 阀座密封面加工完以后, 做喷丸处理, 提高表面强度。当然, 塑料阀片也不是万能的, 在腐蚀性较强、压差较大的工况下不宜使用。另外, 氧压机不能用塑料阀片。

3. 气阀故障实例

实例 1 某塑料厂高压一聚乙烯装置, 一次压缩机 (由国外进口) 的轴功率为 1650kW, 转速为 369r/min, 共有 6 级压缩。气阀外径分别为 1 级 $\phi 275\text{mm}$, 2 级 $\phi 245\text{mm}$, 3 级 $\phi 215\text{mm}$, 4 级 $\phi 152\text{mm}$, 5 级 $\phi 134\text{mm}$, 6 级 $\phi 100\text{mm}$ 。配置的是金属阀片气阀, 投入运行以后, 使用时间短, 一般为 80d 左右, 决定与上海某公司共同研制塑料阀片, 提高其使用寿命。气阀做好以后, 安装试用, 运行了 23d 后, 气阀失效, 被迫停机检修。

原因分析: 由于系统含油量较大, 在气阀中形成了“油粘子”现象。也就是说, 介质中的油在阀片与阀盖之间形成的油膜, 产生了很大的吸附力, 当受到气体力的作用后, 阀片的外侧边缘首先打开并撞击阀座。在一个活塞行程中, 阀片外缘多次撞击阀座, 从而产生疲劳损坏。从阀片的损坏情况看, 都是阀片的外缘断裂, 也印证了阀片发生了图 1-2 所示的延迟关闭和图 1-3 所示的颤振现象。

当弹簧力过大时, 会产生延迟关闭现象。当介质有油粘滞力以后, 阀片的弹簧力必须首先克服较强的粘滞力, 而原设计没有考虑到介质条件, 因此, 设计的弹簧力相应变得小了。

解决办法: ①气阀设计时适当增加弹簧力, 以克服阀片的粘滞力; ②在气阀阀盖上加工防粘槽, 减小阀片与阀盖的接触面积, 从而减小粘滞力; ③气阀设计时适当增厚阀片, 提高强度, 厚度由原来的 6mm 增加到 8mm。

改进以后, 气阀的使用寿命大大提高。1、2、3 级的使用时间达到了 8 个月, 4、5、6 级的使用时间达到 13 月。虽然整个运转周期加长了, 但问题是由于 1、2、3 级的气阀先期损坏, 照样需要停机检修, 就还需考虑能否继续改进 1、2、3 级气阀, 使其也达到 4~6 级的 13 个月的寿命。这就要从图 1-3 所示的阀片损坏机理入手。由于 1、2、3 级的气阀外径大, 外缘撞击力也大, 为消除撞击力, 采用外圈多弹簧形式, 如图 1-5 所示。这种结构很好地解决了阀片颤振问题, 阀片边缘不再首先损坏, 从而提高了整个

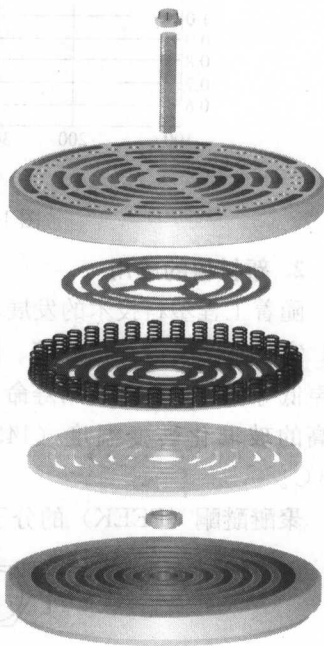


图 1-5 外圈多弹簧阀

设备的使用寿命。通过再次改进,1、2、3级气阀使用寿命也提高到13个月,与4、5、6级气阀一样,从而可以实现同步更换气阀了。

实例2 某聚丙烯装置丙烯气压缩机(由国外进口),轴功率为250kW,转速为740r/min,设计排量为3.0t/h。压缩机投入运行以后,排量一直为2.7t/h,每小时损失0.3t/h,排入火炬燃烧掉。

为了解决这个问题,同时提高气阀的使用寿命,决定重新计算,配置新的气阀。原来配置为金属阀片,现改用塑料阀片,并重新设计气流通道。气阀安装以后,排气量达到了设计的3t/h。然而,运行32d以后,气阀出现故障,1级气缸温度升高,确认为1级吸入阀出现故障,导致排气量下降,停机检修1级气缸。拆开1级气阀,发现阀片断裂。进一步仔细检查发现,断裂处恰好在卸荷器拨叉位置。卸荷器结构如图1-6和图1-7所示。压缩机正常工作时,卸荷器拨叉不应该与阀片接触,应留有一定的间隙。但在改进气阀时,测量拨叉长度尺寸出现误差,拨叉长度比实际需要的长度增加了2mm,结果在运行过程中,拨叉一直在撞击阀片,导致在碰撞处断裂。找出了这个原因以后,现场将拨叉用锉刀去掉了2mm,然后再安装气阀,气阀寿命达到了12个月,排气量也达到3.0t/h,效果很好。

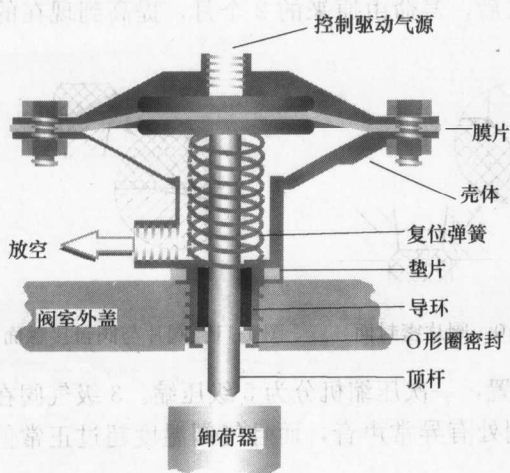


图1-6 卸荷器

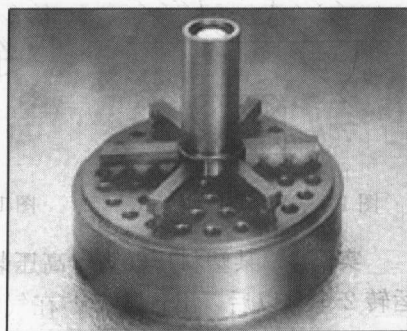


图1-7 卸荷器执行机构

在检修其他压缩机时,也曾发生过安装新阀以后,出口没有排量的问题,检查的结果也是卸荷器将阀片顶起,使阀片处在全开位置。因此,提醒检修人员在检修时,要检查卸荷器的拨叉位置是否正确。

实例3 某塑料厂线性装置排放气压缩机,原为金属网状气阀,由于介质中含有塑料粉尘,经常造成阀片损坏。

从拆下的气阀看,气阀阀座上有粉尘,并将气阀槽道堵塞,导致气阀的使用时间短,需要经常更换气阀。为了解决这个问题,决定采用环状塑料阀片,如图 1-8 所示。阀环采用填充碳纤维的 PEEK 材料,并有阀环导向设计,抗冲击、耐磨性好。

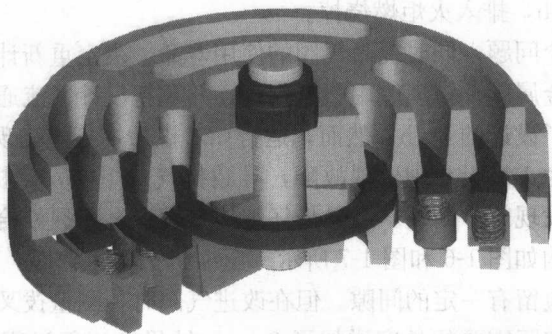


图 1-8 环状阀片

图 1-9 和图 1-10 为阀片密封处结构示意图,保证了密封的可靠性,并减小了冲击力。如图 1-11 所示的形式避免了阀片的粘滞性。弹簧在导向套内工作,防止其偏斜。使用这种结构的气阀以后,寿命由原来的 2 个月,提高到现在的 12 个月。

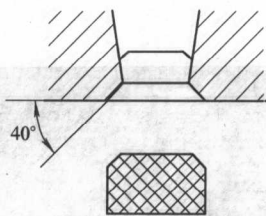


图 1-9 阀片与阀座形式

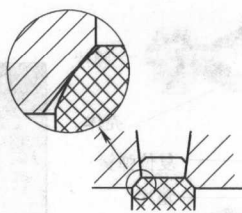


图 1-10 阀片密封面

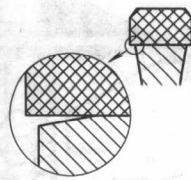


图 1-11 阀片与阀盖接触面

实例 4 某塑料厂 20 万 t 高压装置,一次压缩机分为 5 级压缩。3 级气阀在运转 2 个月以后,出现故障。在气阀处有异常声音,而且气阀温度超过正常值 10°C ,需停机检修。

原因分析: 拆下气阀,发现气阀的阀片断裂,固定气阀的螺栓断裂。螺栓断裂原因是:气阀在安装时没有被正确、有效地固定。由于气阀没被压紧,气体在阀窝内窜动,螺栓、螺母受到交变负荷,最终导致螺栓断裂。

解决方法: 更换上新的气阀。安装以后,进行气密试验,发现在气阀端盖处漏气。虽然加大了端盖螺栓预紧力,却没有效果,仍然泄漏。开始认为是铜垫片太硬所致,重新拆下气阀,检查铜垫片,确认没有问题。用卡尺测量阀套的长度尺寸,在圆周方向测量了 4 点,长度偏差最大达 2mm,径向偏差最大为 1mm,

原来是阀套变形了。阀套顶在气阀上，由于长度有 2mm 的偏差，造成气阀密封处受力不均，使密封铜垫片受力不均，尽管增大螺栓预紧力，密封比压还是不够，最终导致泄漏。经过重新加工修理，校正了阀套的同轴度和端面不平行度，再次安装并进行气密试验，不再泄漏。

实例 5 某聚丙烯装置的压缩机，分为 2 级压缩，介质为丙烯，在丙烯中还含有少量的三乙基铝。三乙基铝的特性是遇水和空气，会发生燃烧、爆炸。

此压缩机经过一段时间的使用以后，由于排气量下降，出口压力降低，初步判断为 2 级气阀故障。虽然经过 2 次更换 2 级入口气阀，但每次运行时间不足 30d。从拆下的气阀损坏情况看，2 级吸入阀损坏非常严重，且在气阀的表面有烧焦的痕迹，而 2 级排出阀却没有损坏。1 级出入口气阀均完好无损，2 级出口气阀也没有明显的损坏，唯独在 2 级入口损坏严重，如图 1-12 所示。

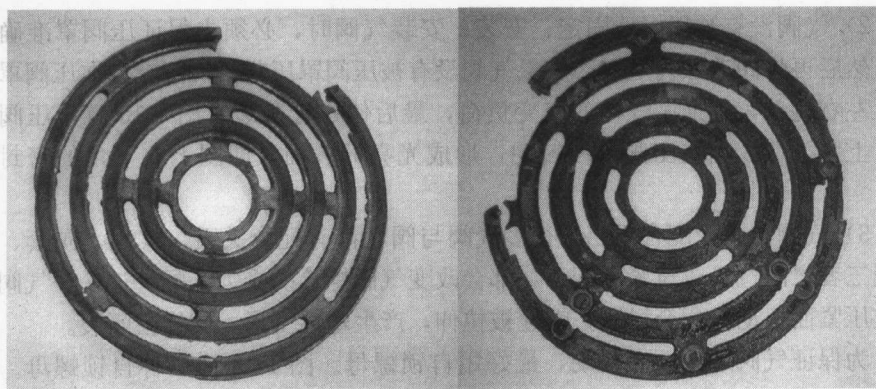


图 1-12 损坏的阀片

原因分析：气阀的阀片为 PEEK 材料，只有当温度达到 $250\sim 300^{\circ}\text{C}$ 时，阀片才会有如此的烧焦现象，如果找出热源是从何而来，原因就找到了。首先，气体压缩产生热量，但在压缩机出口线上有温度联锁，联锁值设定为 125°C 。当温度超过 125°C 时，设备会自动停机，说明气体温度没有超过 125°C ，即不是压缩热量导致气阀损坏。其次是阀片与阀座摩擦产生的热量，但其他级的气阀并没有故障，故也可以将摩擦热排除。第三就是在 2 级吸入口处有水存在，水与三乙基铝相遇，会产生爆燃，产生热量，有可能将阀片烧坏。段间冷却器采用循环水换热，循环水的压力是 0.5MPa，而 1 级出口压力为 0.4MPa，若换热器管程泄漏，水完全可以进到壳程的气体里。于是，打开段间冷却器进行压力试验，结果发现冷却器漏水。修理完冷却器以后，更换上新气阀，再开车，工作正常。这个实例说明的是介质对气阀的影响。

实例 6 某塑料厂线性装置的排放气压缩机，气阀时常出现故障，经常检修。

原因分析：从拆下的气阀看，有时阀片断裂，且阀片上粘满粉尘；有时气阀完好，但阀体被塑料粉尘沾满，又由于温度高，粉尘有的已经塑化，并将阀片封住，致使阀片无法开启而失效。原因很清楚，就是介质内的粉尘，影响了气阀的使用寿命。

解决办法：通过查找粉尘的来源了解到，在压缩机的入口处过滤网破损，使粉尘进入压缩机内。为了保证压缩机的正常运转，在操作规程上作出规定，过滤网必须定期更换。介质没有粉尘以后，压缩机运转正常。

4. 气阀螺栓断裂的原因

1) 原始螺栓预紧力过大。根据气阀种类和使用的条件不同，气阀在组装时，对上紧力矩有严格的要求，如果超出了给定力矩，就会造成螺栓塑性变形，特别是对于小尺寸的气阀，更应注意。

2) 气阀没有被很好地固定、安装。安装气阀时，必须先保证压阀罩准确到位，然后再将阀盖螺栓上紧。如果气阀没有被压阀罩压紧，气阀就会在压阀罩内上下左右晃动，增加了螺栓的交变负荷，最后使螺栓断裂。图 1-13 就是压阀罩没有上紧，造成阀在压阀罩内转动，形成光亮的表面，即图上右下角的密封面处。

3) 气阀与阀套配合不当。很多气阀与阀套都有配合关系。气阀、阀套、阀压盖三者之间过松或过紧的配合，都会改变气阀螺栓的受力。配合过松，气阀因没被压紧而振动；配合过紧，螺栓被拉伸，产生塑性变形，同样会断裂。

为保证气阀螺母不会松动，最好用自锁螺母。图 1-14 为一种自锁螺母。在适当的拧紧力作用下，螺母上部两条横槽间的间隙会发生变化，使螺母产生一定的永久变形，对螺母的松脱产生阻力，从而实现自锁的目的。对于用过的自锁螺母，由于已经发生过一次变形，不再具有自锁功能，因此不能重复使用。

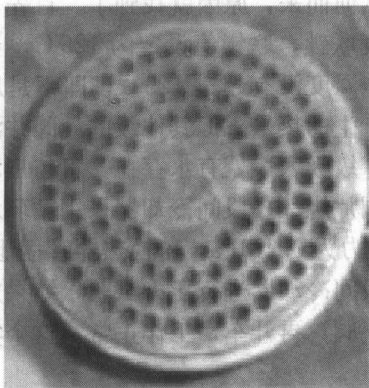


图 1-13 磨亮的气阀

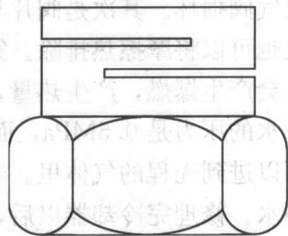


图 1-14 自锁螺母（上海贺尔碧格公司）

5. 气阀的故障判断方法

如果气阀出现故障,则排气量下降,排出压力就会降低。另外,有故障的气阀温度高,所以最有效的办法就是测量气阀温度。如果超过正常值,就能判断气阀有故障。除此之外,也可以用听诊器听气流声音,如有异常,也可判断其存在故障。

6. 气阀的气密性检验

以前,对气阀的气密性检验一般用煤油试漏,即将煤油浇到阀上,看其是否从阀片下面漏出来。随着科技水平的提高,以及塑料阀片的应用,此办法已经不适应现在的需要。由于阀片密封是靠压差来实现的,因此,测试装置也是基于压差来实现的。气阀绝对没有泄漏是不现实的,泄漏量只要在允许范围内,就可以保证使用。图 1-15 为气阀泄漏检验装置,既可以通过压力降来检验,也可以通过泄漏量来检验。

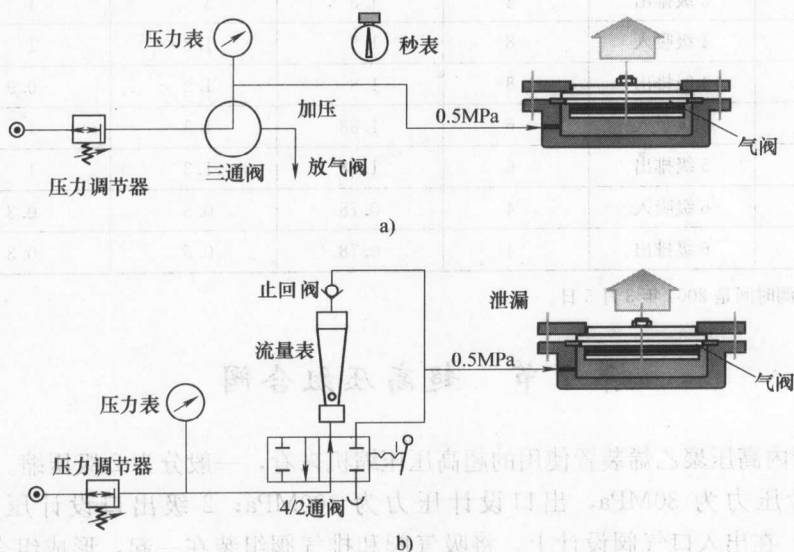


图 1-15 气阀泄漏检验装置

a) 在 0.5MPa 压力密封容积中检测压降 b) 在 0.5MPa 压力用流量表监测泄漏量

气阀的定量测试是煤油试漏做不到的。表 1-2 是某高压装置一次压缩机气阀气密性检验标准及实测数据,它采用流量泄漏量测试方法。

与金属阀片不同的是,塑料阀片可以在压缩机上通过跑合提高密封性。在跑合期内,非金属阀片可能会因变形而无法与阀座密封面很好地贴合,导致气阀少量的泄漏,造成压缩机的级间压力和温度有一定上升,这是正常现象。但压力和温度都会在短时间内稳定下来,并逐渐降低到正常值。只要现场操作人员调节压

缩机使之安全度过跑合期,跑合期后,非金属阀片与阀座之间将完全贴合,其密封效果将会优于金属阀片。塑料阀片存放时,不要破坏已经密封好的塑料袋,并远离潮湿环境,保持干燥,水平放置在货架上。同时,阀片本身应避免承重导致的变形。

表 1-2 一次压缩机气阀气密性检测标准及实测数据

序 号	气阀位置	数量/个	标准值/(m^3/h)	最大值/(m^3/h)	最小值/(m^3/h)
1	1 级吸入	12	6.2	4	2
2	1 级排出	12	6.2	4	2
3	2 级吸入	8	6.2	4.2	2.1
4	2 级排出	8	6.2	4	2
5	3 级吸入	4	4.3	3	1
6	3 级排出	4	4.3	3	1
7	4 级吸入	8	1.8	1.2	1
8	4 级排出	8	1.8	1.2	0.9
9	5 级吸入	6	1.88	1.3	1
10	5 级排出	6	1.88	1.3	1
11	6 级吸入	4	0.78	0.5	0.3
12	6 级排出	4	0.78	0.5	0.3

注:检测时间是 2004 年 3 月 5 日。

第 2 节 超高压组合阀

从国内高压聚乙烯装置使用的超高压压缩机来看,一般分为 2 级压缩。1 级入口设计压力为 30MPa,出口设计压力为 100MPa;2 级出口设计压力为 300MPa。在出入口气阀设计上,将吸气阀和排气阀组装在一起,形成组合阀,安装在气缸的头部,通过组合阀本体上的密封环,把吸入腔压力和排出腔压力分隔开。

图 1-16 为某塑料厂高压一装置超高压压缩机 1 级组合阀剖面图,G8 为碟簧,G9 为密封环。图 1-17 为实物图片,此密封环的材质为尼龙,相当于 V 形密封环,内唇和外唇与金属壁贴合,在压力作用下实现密封,用这个密封环把入口和出口压力隔开。G2 为阀芯,相当于单向阀上的钢球。G7 为弹簧,G3 为吸入和排出阀的阀座。每个组合阀上有 3 个吸入阀芯和 3 个排出阀芯,即相当于吸入和排出各有 3 个阀。由于吸入阀和排出阀需要很高的比压才能实现密封,仅靠弹簧力是远远不够的,因此在阀芯的对面设有阀芯复位孔,通过气体压力实现密