

滚动转子式压缩机气缸的降高减隙设计及变形测试

吴丽华

南昌海立电器有限公司 江西 南昌 330000

[摘要]为了让转子式压缩机工作效率得到提升,减少设备的能源消耗,研究滚动转子式压缩机气缸的降高减隙设计及变形测试。根据压缩机结构与工作原理,建立压缩机气缸流动模型,明确降低压缩机气缸高度,可以减少缝隙的产生,进而减少冷媒气体的泄漏。测试结果可知:对气缸采取降高减隙改进后,上气缸与下气缸累积的形变量最多为4um。由此可见,气缸采用降高减隙设计后,减少冷媒气体泄漏的同时,有效改善了形变现象的发生。

[关键词]滚动转子式;压缩机;气缸;降高减隙;变形测试

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2020.04.495

0 引言

滚动的转子式压缩机广泛应用在家电与冷库中,为了能够实现降低能源消耗、降低空气污染的目标,就需要对滚动的转子式压缩机内部主要的零部件,特别是作为整个压缩机核心的气缸进行不断的改进与优化,以此来提升整个压缩机的性能^[1]。要想使余隙的体积做到尽可能小的范围,并且对气缸容积的效率进行有效改善,就必须对气缸进行降高减隙的设计。因此本文针对滚动转子式压缩机气缸的降高减隙进行设计,并开展变形测试。

1 压缩机气缸降高减隙设计

1.1 压缩机的工作原理

气缸的内部会跟滚珠套之间形成一个“月牙”形状的空腔,这个空腔主要就是压缩机进行吸气、压缩以及排气的主要工作腔,而叶片则会将这个空腔分为吸收气体腔与压缩排气腔这两个主要部分^[2]。随着曲轴的不断转动使吸气的容积也在不断增加,压缩排气的容积在不断减少,一旦压缩机排气腔里面所产生的废气压力比在压缩机外面的气体压强大的时候,排气阀也会自动进行开启,使气体可以及时地排出到泵体外。假设吸气腔的容积达到最大状态时,此时压缩排气腔的容积则达到最小状态,就意味着此次吸收、压缩以及排气的过程结束,也就意味着下一次的循环开始^[3]。

1.2 压缩机气缸流动模型建立

压缩机的泵体在运行的过程中,叶片可以跟着滚珠套的转动而进行往复运动,叶片与滚珠套始终维持着充分地接触,并且接触的区域也始终会存在油膜。而叶片的背部与压缩机泵体的外部进行充分连接时,其所受到的压力要比泵体内部的压力要大很多,这就会通过压缩机润滑油受到自身压力的影响,使其可以通过泵体而进入到气缸的叶片槽与叶片

之间形成缝隙处,从而实现将其进行密封^[4]。滚珠套内部的直径跟气缸内部相互接触的区域所产生的缝隙,会受到曲轴偏心圆外部直径跟滚珠套内部直径之间所形成的动态缝隙、滚珠套与气缸接触过程中产生的变形等原因的影响,这也是冷媒气体出现泄漏的主要途径之一,因此缩短滚珠套内部直径的缝隙,对于阻止冷媒气体出现泄漏,并且提高压缩机的工作效率都有着非常重要的影响。假设滚珠套与气缸之间缝隙所通过冷媒气体的泄漏数量为 k ,那么就可以通过计算得到下式(1)。

$$k = \frac{\chi G o_w V_w}{R E_w} \quad (1)$$

其中: χ 代表着滚珠套外部直径跟气缸接触区域所形成的缝隙; G 代表着气缸的整体高度; o_w 代表着所形成的缝隙横截面处,受到的压力; V_w 代表着所形成的缝隙横截面处,产生的流动速度; E_w 代表着所形成的缝隙横截面处的温度;而 R 则代表着气缸内部的直径距离^[5]。

根据所建立的压缩机气缸流动模型所计算出来的冷媒气体出现泄漏现象时,所产生的泄漏数量可以知道,通过滚珠套与上、两个轴承之间所形成缝隙的泄漏数量最多,并且占整体泄漏数量的2/3以上。因为会受生产条件的限制,要想使滚珠套与上、两个轴承之间所形成缝隙减少,就需要将压缩机气缸的高度进行降低,就可以减少冷媒气体出现泄漏。

2 压缩机气缸变形仿真测试

利用压缩机气缸的变形试验,来对气缸变形量之间的差异进行测量,并且对其所受力的结果进行验证,根据结果来对气缸降高减隙设计进行调整,使其可以达到最合理的状态。将气缸改进前后内部直径的尺寸变化进行对比,按照装配的工序(一至五道工序)来对气缸内部直径的宽度进行分

表1 改进前后气缸内径累计形变量/ μm

测试位置		测试对象	步骤一	步骤二	步骤三	步骤四	步骤五
改进前	1号	上气缸	2.325	3.124	4.256	4.965	5.214
		下气缸	2.321	3.154	4.251	4.856	5.324
	2号	上气缸	2.465	3.275	4.268	4.954	5.624
		下气缸	2.471	3.331	4.251	5.124	5.654
	3号	上气缸	2.481	3.412	4.265	5.163	5.725
		下气缸	2.446	3.432	4.274	5.224	5.956
改进后	1号	上气缸	0.235	1.235	1.965	2.521	2.635
		下气缸	0.226	1.314	1.895	2.654	2.856
	2号	上气缸	0.233	1.354	1.921	2.457	3.458
		下气缸	0.244	1.365	1.964	2.665	3.495
	3号	上气缸	0.314	1.428	1.911	2.741	3.551
		下气缸	0.321	1.466	1.924	2.314	3.854

别测量，并将结果汇总后对其进行分析。假设，气缸内部直径的宽度为规定的基准值，步骤一到步骤五所测量的数值则是实际测量宽度与固定数值之间形成的差值，具体结果如下表1所示。

根据表1数据可以看出：改进后的上气缸与下气缸累积的形变量最多为4 μm 。证明经过设计方法改进后可以有效减少压缩机气缸形变的产生。

3 结束语

对压缩机气缸使用降低减隙的设计，在减少内部冷煤气体泄漏的同时，可以使工作效率得到提升。但该测试全程在实验室的条件下进行，因此在后续的研究中将结合实际运行

情况进行设计，以期提高转子式压缩机工作效率。

参考文献

[1] 孙军, 张执, 张一, 等. 滚动转子式压缩机气缸的降低减隙设计及变形测试[J]. 液压与气动, 2018(11): 6.

[2] 张执. 滚动转子式压缩机气缸结构改进措施与试验研究[D]. 沈阳建筑大学, 2019.

[3] 文航. 滚动转子式压缩机性能实验研究与模型分析[D]. 上海交通大学, 2007.

[4] 尹应德, 朱冬生, 刘世杰, 等. 双缸滚动转子式压缩机采暖热泵低温制热性能[J]. 化工学报, 2019, 70(A02): 8.