

车用发动机涡轮增压器常见故障及原因

靳 嵘,朱向国,葛 炜

(中国北方发动机研究所柴油机增压技术国家级重点实验室,山西大同 037036)

摘 要:介绍了车用发动涡轮增压器常见的几类故障现象,对故障现象及零部件失效原因进行了分析,并进行了归类总结,可用于涡轮增压器的设计、加工及使用维护参考。

关键词:车用发动机;增压器;故障

中图分类号:TK413.5 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-4357(2010)04-0051-03

1 引 言

涡轮增压器是一种高速回转机械,在高速、高温、高压运转工况下,经常出现性能恶化和异常现象。增压器出现故障后,发动机会出现功率下降、冒黑烟、冒蓝烟或机油消耗量明显过多及增压器声音异常等现象,而且增压器一旦出现故障,特别是运动件发生故障,将导致整个增压器在极短时间内损坏。因此,随着涡轮增压器的压比和转速的不断提高,其可靠性问题越来越引起人们的重视。

2 涡轮增压器常见故障及原因

2.1 增压效果差

主要表现在动力下降,冒黑烟、蓝烟,燃油经济性差,机油消耗量明显过多。其原因有三方面:

(1) 空气滤清器太脏,不能向发动机提供高密度的洁净空气;

(2) 叶轮破损,引起进气量不足;

(3) 进气的灰尘太多,叶轮和增压器壳接缝处有油泥,影响了增压器叶轮转速,造成进气量不足。

2.2 增压压力偏低

增压压力偏低是指与正常情况相比(增压压力低于正常值的 90%)。增压压力偏低,使气缸内充量减少,不但柴油机功率下降,而且会使气缸内燃烧过程恶化,油耗和排气温度升高。

2.3 增压器一端或两端漏油

这是比较常见的故障,也是影响增压器使用寿命的主要原因。增压器转速很高,其浮动轴承的润滑全靠来自油底壳的润滑油润滑。以正常压力进入轴承间隙的机油在通过轴承工作面后,机油压力变

为零,靠自身重力流回油底壳,不会从增压器两端流出。在正常工作时,增压器两叶轮之间有一定的压力,机油是不会从低压的轴承区流向两端高压区的,而且两叶轮和浮动轴承之间还有密封环,一般情况下不会发生漏油现象,但在下列情况下机油有可能从增压器两端漏出。

(1) 浮动轴承磨损。长期不换机油或空气滤清器失效造成太多沙尘进入增压器,严重磨损浮动轴承,造成轴承间隙过大,油膜不稳定,在高转速下,增压器很快就出现不平衡,转子轴系振动加剧,破坏了两端的密封,造成润滑油泄漏。

(2) 空气滤清器太脏或堵塞。当空气滤清器因灰尘过多或其他原因造成供气不良时,会导致压气机进气负压太高,使压气机一端内压高于外压,机油在压力差的作用下从进气管一端流出。

(3) 回油不畅。当机油从增压器浮动轴承流出后,靠自身重力流回油底壳。但当回油管路发生变形或堵塞,或当曲轴箱内因废气压力过高造成回油管内压力时,从浮动轴承流出的机油就不会很畅快地流回油底壳,而沿转子轴从两端密封环流出,造成漏油。

(4) 发动机长时间怠速运转也会造成增压器漏油。当发动机长时间怠速运转时,会在增压器涡轮及压气机叶轮后产生负压,从而造成从浮动轴承流出的机油在压力差作用下向外泄漏。

2.4 增压器喘振

除因增压器与柴油机匹配不当而引起压气机喘振外,匹配良好的增压器在运行条件变化时,仍可能出现喘振现象,其根本原因是压气机空气流量减少。

2.5 排气温度过高

排气温度过高, 将影响涡轮寿命, 原因是气缸后燃严重, 可能是增压压力偏低, 气缸内空气不足; 或因喷油提前角偏小, 喷油器雾化不良, 供油量偏大等。

2.6 增压器转速过高

增压器转速过高的原因是涡轮进气口处能量相对过高或压气机的负荷相对过小。

2.7 增压器异常振动及噪声

增压器产生异常振动和噪声, 直接影响增压器的使用寿命。其主要原因有:

- (1) 增压器转子轴弯曲变形或叶片变形;
- (2) 轴承损坏使叶轮外弧与壳体间隙消失, 发生摩擦;
- (3) 转子积炭造成动平衡精度下降;
- (4) 与增压器连接的管路局部漏气。

3 增压器主要零部件失效分析

3.1 涡轮增压器两轮叶片损坏

3.1.1 异物进入

(1) 由于未安装空气滤清器或其功能失效, 造成环境中脏物、粉尘、杂质直接进入压气机, 将压气机叶轮叶片打坏, 见图 1。

(2) 由于发动机零部件损坏脱落或排气管中的积炭、杂质造成异物进入涡轮端, 将涡轮叶轮叶片打坏, 见图 2。

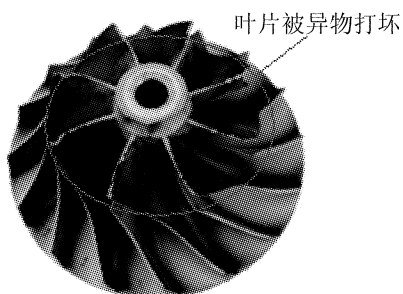


图 1 被异物损坏的压气机叶轮

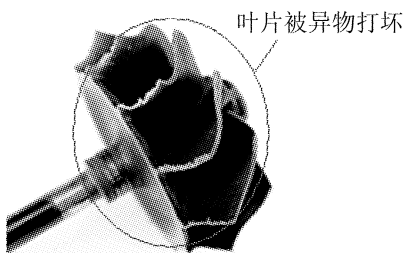


图 2 被异物损坏的涡轮叶轮

3.1.2 叶轮与壳体刮蹭

(1) 压气机叶轮与蜗壳吸入油雾过多, 使用

中造成油垢积聚, 并与叶轮圆弧相蹭;

(2) 轴承损坏使叶轮外弧与壳体间隙消失, 发生摩擦;

(3) 增压器转子发生不平衡, 导致两轮与壳体发生刮蹭, 见图 3。

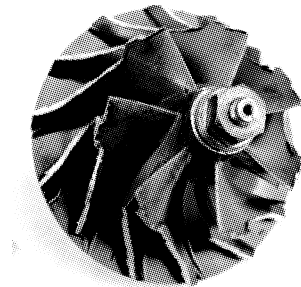


图 3 被壳体刮蹭后的压气机叶轮

3.1.3 叶片疲劳断裂

(1) 铸造缺陷造成了个别叶片疲劳断裂, 见图 4;

(2) 叶轮超速产生的离心应力增大、倍频比降低, 导致叶片疲劳断裂, 见图 5;

(3) 外加激振频率和叶片的固有频率相等引起共振, 导致叶片疲劳断裂。

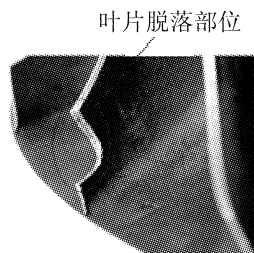


图 4 某叶片脱落的涡轮叶轮

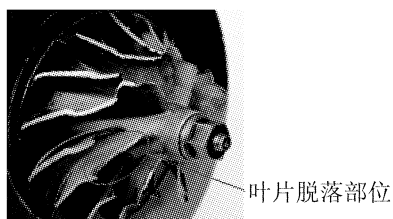


图 5 某叶片脱落的压气机叶轮

3.2 增压器轴端螺母松脱

(1) 螺母与转轴螺纹部位配合精度差, 影响螺母预紧力;

(2) 轴端螺母牙型角超差;

(3) 压气机叶轮发生塑性变形(蠕变), 轴端螺母无法压紧叶轮导致松脱。

3.3 增压器涡轮转轴断裂

(1) 增压器供油系统不畅, 润滑不良, 浮动轴承滑动系统过热、严重摩擦卡滞;

(2) 异物进入或发动机排温过高或轴承系统润滑不良。

3.4 增压器轴系件磨损

- (1) 滑油供给不足, 进油管路阻塞或机油过脏, 引起轴承损伤咬死;
- (2) 轴向止推力过大造成止推轴承板、止推

片等零件严重磨损。

4 增压器零部件失效原因分类

根据统计数据, 增压器零部件失效原因可分成以下几类(表 1)。

表 1 增压器零部件失效原因分类表

零件名称	损伤部位	失效原因					
		异物混入	机油润滑不良 机油冷却不当	机油不干净	安装不当	排气温度异常	其它
涡轮转轴	叶片磨损变薄边缘损坏	●					
	叶片弯曲啃伤	●					
	叶片疲劳断裂						●显微疏松铸造缺陷
压气机叶轮	涡轮叶片挤歪边缘啃伤	●					
	涡轮叶片扭曲变形		●				
	涡轮叶片疲劳断裂						●显微疏松铸造缺陷
	轴颈划伤拉毛		●	●			
	轴颈拉伤发兰		●			●	
	转轴断裂	●	●		●	●	
	转子变形					●	
浮动轴承	过度磨损发兰烧结		●	●		●	
止推轴承板	过度磨损热裂		●	●			●轴向止推力过大
密封环	磨损过度烧伤		●	●			
止推片	磨损划伤		●	●			●轴向止推力过大
轴端螺母	松脱						●压气机叶轮塑性变形 ●螺纹配合精度差 ●牙型角超差
	与转轴抱死						●装配时配合处螺纹不清洁 ●多次拆装引起螺纹损坏 ●长时间高温引起材料塑性变形
压气机蜗壳	壳体破损				●		
	与叶轮相蹭划伤	●					●转子不平衡
涡轮箱	壳体破损				●		
	与涡轮叶轮相蹭划伤	●					●转子不平衡
轴承体	轴承及密封环部位拉毛划伤	●	●	●			

5 结束语

(1) 通过对车用发动机涡轮增压器常见故障及零部件失效原因进行分析, 可有效指导今后涡轮增压器的设计、加工及使用维护, 尽可能地避免产品故障的发生。

(2) 在对涡轮增压器进行维修时, 要根据不同的故障, 认真仔细分析, 做出正确判断, 找到问题的根源所在。同时, 要注意使用、保养事项, 做到

定期检查, 尽早发现问题, 防止严重故障的出现。

参考文献

[1] 朱大鑫等. 涡轮增压与涡轮增压器[R]. 大同:中国北方发动机研究所,1997.

[2] 刘晋生. 发动机废气涡轮增压器损坏的原因及预防措施[J]. 汽车科技,2005(12).

[3] 王延生,黄佑生. 车辆发动机废气涡轮增压器[M]. 北京:国防工业出版社,1984.