

某发动机风扇托架系统故障分析和解决方案

丁连耀¹ 李伟²

1 内燃机可靠性国家重点实验室 2 潍柴动力股份有限公司

DOI:10.12238/btr.v8i3.4688

[摘要] 某7L发动机进入工程机械市场后,出现风扇托架系统不断损坏的故障。通过分析零件质量、零件装配关系以及进行现场勘查,发现整车在凹凸不平路面上工作时,因为发动机与散热器的振动不同步,造成风扇叶片触碰到导风罩或者防护网上,导致此类故障发生。针对故障原因,建议加大导风罩内径,并建立相应的风扇安装使用规范。

[关键词] 发动机; 风扇托架; 风扇; 导风罩; 径向间隙

中图分类号: TH42 **文献标识码:** A

Engine Fan Bracket System failure Analysis and Solution

Lianyao Ding¹ Wei Li²

1 National Key Laboratory of Internal Combustion Engine Reliability

2 Weai Power Co., Ltd.

[Abstract] After a certain 7L engine entered the engineering machinery market, there was a fault of continuous damage to the fan bracket system. Through the analysis part quality, part assembly relationship and field investigation, it was found that when the whole vehicle works on uneven road surface, the engine and the radiator vibrate asynchronously, resulting the fan blade touching the air guide cover or the protective net, resulting in the occurrence of such faults. In view of the cause of the fault, it is suggested to increase the diameter of the air guide cover and establish the corresponding fan installation and use specifications.

[Key words] engine; fan support; fan; air guide cover; radial gap

引言

工程机械产品在建筑施工中发挥着非常重要的作用,能够高效的挖掘和填埋土石方,提高了建筑施工效率和质量。工程机械上采用的动力一般是发动机,而发动机的冷却系统结构由多个零部件组成,例如风扇托架、风扇、皮带、导风罩、散热器等。如果发动机的任何一个零件出现故障,车辆将不能正常工作,这将会直接影响工程机械的施工效率。本文主要针对市场上出现的工程机械发动机的风扇托架系统发生的故障,分析零部件的检测记录,再利用仿真技术^[1]进行强度计算,然后分析相关零件的装配关系,最后结合市场上工程机械的使用条件,最终分析出故障解决方案。

1 故障描述

某7L发动机进入工程机械市场后,在某些区域的挖掘机等工程车辆上出现集中故障,故障零件的运行时间集中在300h~600h左右。根据企业故障信息反馈进行分类,故障现象主要集中在风扇托架、轴承、皮带以及风扇等零件上,现场故障照片见图1。

2 故障原因分析



(a) 风扇托架损坏



(b) 风扇损坏

图1 故障件照片

从市场反馈的零件故障信息可以判断故障现象比较集中,主要是风扇托架系统的零件损坏故障。对于故障原因进行初步分析,认为故障原因主要有三个方面:一是产品零件本身存在质量问题;二是由于整机装配不合理造成零件之间存在安全隐患^[2];三是由于驾驶员操作不当或者故障车辆工作条件特殊而造成的损坏。因此。本文将从上述三个方面进行故障排查。

2.1 零件质量查询

针对某一个零件频繁发生的故障现象,首先考虑的是装配在发动机上的零部件的质量不合格造成的,本文分析的风扇托架系统曾经在工程机械的多个行业使用,出现故障的零部件是在不同的生产批次内,而且查询故障零部件的同批次内的前期的零件抽检结果,零件检验合格。

返查前期对风扇托架的强度计算分析,风扇托架系统中,皮带轮、轴承轴、风扇托架在各个冲击下应力计算结果如下表1所示:

表1 风扇托架系统应力计算结果

冲击方向	皮带轮	轴承轴	风扇托架
	最大主应力 (MPa)	最大主应力 (MPa)	Mises 应力 (MPa)
前	53.8	77.8	212
后	41.5	62	206.9
左	48	105.3	247.5
右	57.9	139.9	246
上	66.9	98.6	191.6
下	31.4	49.8	275.1

根据上述计算数据可知,皮带轮在各个方向上的冲击工况下产生的最大主应力为66.9MPa,此应力低于皮带轮的材料QT450的交变疲劳强度限值153MPa,因此皮带轮的静强度满足设计要求;轴承轴在各个方向冲击工况下产生的最大主应力为139.9MPa,此应力低于轴承轴的材料GCr15交变疲劳强度限值292.5MPa(按抗拉强度650MPa拟合),因此轴承轴的静强度满足设计要求;风扇托架在各个方向冲击工况下产生的最大Mises应力为275.1MPa,此应力低于风扇托架材料QT600的屈服强度限值370MPa,因此风扇托架的静强度满足设计要求。

返查前期对风扇的强度计算分析,在各向冲击下,风扇轮毂的Mises应力最大值为145MPa,低于所用材料SAPH440屈服强度的0.5倍,即152.5MPa,强度满足设计要求;在各向冲击下,风扇轮毂最大主应力为115MPa,低于所用材料SAPH440交变疲劳强度极限198MPa,因此风扇轮毂的强度满足设计要求;风扇轮毂高周疲劳安全系数最小数值为2.23,远大于设计要求的限值1.1,因此风扇轮毂的高周疲劳满足强度要求。

返查前期对皮带的寿命计算分析,根据皮带的计算结果,皮带的B10寿命可以达到448076km,折算成使用寿命大约5600h左右,因此皮带的寿命满足要求。

返查前期对风扇托架内部的轴承的寿命计算分析,风扇托架内部采用的6303轴承的B10寿命可以达到至少1838063km,折算成使用寿命大约22975h左右,因此轴承的寿命满足要求。

同时,根据发动机的生产批次号逆向排查,同批次生产的其它发动机安装到其他客户的挖掘机等工程机械设备上没有出现此类故障现象,而且此类风扇托架系统结构是很成熟的产品,结合上述各个零件的强度和寿命计算分析,由此可以初步判断风扇托架系统的零部件质量没有问题。

2.2 整机装配查询

发动机在整车上装配时,如果相对运动的零部件之间存在干涉现象或者潜在干涉装配,就会在发动机运转时造成零部件的损坏。经过与客户的技术人员一起排查整车的装配,风扇托架、风扇、散热器、发动机安装支撑等都没有与其它零部件的干涉现象,而且按照整车的生产批次号逆向排查,同批次生产的其它挖掘机没有出现此类故障现象,由此可以初步排除由于整车装配造成的零部件故障。

2.3 用户使用现场调查及故障分析

为了尽快分析出零件损坏的故障原因,并向设计人员提供解决措施,对于故障现象比较集中的市场进行了走访和现场勘察,通过走访和现场勘察发现,出现零件损坏的故障车辆使用区域基本上都是坑坑洼洼等路面非常崎岖的地带,见图2施工照片。现场查看正在施工的车辆,发现风扇叶片的叶尖与散热器导风罩之间有磨损,见图3磨损照片,从外观观察风扇、皮带、风扇托架等没有发现重大损坏,仍可以正常使用。现场测量三台整车的风扇与导风罩之间的径向间隙在15mm左右,均在安装使用设计范围内。但是整车在此种路面上行驶时上下颠簸的幅度比较大,而发动机与散热器的振动幅度不一样,因此造成风扇叶片与散热器导风罩之间有接触,进而造成风扇叶尖的磨损。



图2 现场施工照片



图3 磨损照片

3 改进措施

根据上述故障的分析,立即采取了改进措施:

(1) 加大散热器导风罩的直径, 将整车发动机的风扇与散热器导风罩之间的径向间隙增大, 由原来的15mm增加到20mm~25mm;

(2) 更换散热器导风罩后提醒司机, 不定期的观察风扇叶片尖部和导风罩内侧是否有磨损, 售后服务人员也在做定期保养过程中对风扇和导风罩进行检查。

截至发稿, 在该区域工作的改善后的挖掘机已经运行800小时左右, 没有再接到关于风扇、风扇托架等损坏的反馈。

4 风扇托架系统的定期保养

为了能够确保风扇托架系统的使用寿命^[3], 需要告知市场服务人员对手托架系统定期进行维修保养、检查维护, 才能确保其能够正常工作。

(1) 定期检查将风扇托架系统固定在发动机上的连接螺栓、将风扇固定在风扇托架系统上的连接螺栓、风扇导风罩与散热器连接的螺栓, 检查螺栓扭矩是否符合要求; 检查风扇与导风罩之间的径向间隙是否在20mm~25mm;

(2) 每隔400h或者五个月需要对风扇托架系统进行检查, 检查皮带是否张紧, 风扇托架是否需要加注润滑油;

(3) 对皮带张力进行检测, 多楔带的预紧力及运行张力按照下表2检测。

表2 多楔带张力基准值

皮带型号	压下（或拉上）距离（mm）		对应张力（N）
	新皮带	旧皮带	
PK	6~8/楔	8~10/楔	80~110/楔

5 总结

本文重点分析了市场上工程机械产品出现的风扇托架系统的故障, 通过对风扇托架系统的零件检验、仿真分析、整机装配核查、现场走访和勘察等方法, 查找出故障原因并制定出相应的解决方案。该方法的提出保证了工程机械设备的稳定运行, 也为将来发动机在工程机械产品上的应用配套提供了准确的设计基准值。

[参考文献]

[1]朱东月,李鹏飞,李艳君.柴油机风扇系统仿真分析与优化[J].机械制造,2022(2):25-28.

[2]王传宾,王树汾,姚章涛,等.某发动机风扇托架壳体故障分析及改进[J].重型汽车,2016(6):10-11.

[3]贾腾.730E卡车发动机冷却风扇驱动系统故障分析及排除方法[J].汽车知识,2024(10):147-149.

作者简介:

丁连耀(1990--),汉族,山东省潍坊市人,本科,中级工程师,主攻内燃机和非道路产品的开发。

李伟(1983--),男,汉族,山东省潍坊市人,硕士,高级工程师,主攻内燃机和非道路产品的开发。