

沙漠环境车辆柴油机故障分析

何 星^{1,2}, 韩 树¹, 杨 勇³

(1. 装甲兵工程学院, 北京 100072; 2. 76327 单位, 湖南郴州 423026; 3. 76324 单位, 广西桂林 541001)

摘 要: 针对我国沙漠地区特殊地理环境和气候特点, 对沙漠环境条件下车辆柴油机故障进行分类, 结合沙漠环境因素与车辆使用状况, 具体分析故障产生的原因、故障模式及影响过程, 基于故障原因并立足于现行的维护保养规范, 提出了相应的改善措施。

关键词: 柴油机; 沙漠环境; 故障; 维护保养

中图分类号: TK428 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-4357(2010)06-0030-04

Fault Analysis for the Vehicle Engine in Desert

He Xing^{1,2}, Han Shu¹, Yang Yong³

(1. Academy of Armored Force Engineering, Beijing 100072;

2. Troop No. 76327 of PLA, HunanChenzhou 423026;

3. Troop No. 76324 of PLA, GuangxiGuilin 541001)

Abstract: In accordance with the special geographic and weather conditions of desert of our country, the faults of the vehicle engine operated in desert are classified. Considering the environment of desert and vehicle application, the causes of the faults, fault mode and influencing process are studied in detail. Based on the causes of the faults and current maintenance standards, the improvement solutions are given.

Keywords: diesel engine; desert environment; fault; maintenance

1 概 述

我国沙漠地区包括新疆维吾尔自治区南部、甘肃省西北部、青海、内蒙古自治区和宁夏回族自治区等省、区的一部分地方, 约占全国总面积的 11.4%。沙漠地区的地理环境和气候条件对车辆柴油机的使用造成巨大影响, 对新疆某地车辆柴油机使用调研表明: 车辆动力装置故障模式特殊, 故障率高, 维修保障条件恶劣, 可靠性低。

2 沙漠地区的地理气候特点

沙漠地区一般为大陆性气候, 冬寒夏热, 日温差大。夏季地表温度一般在 50 ~ 60 ℃, 最高可达 80 ℃, 昼夜温差可达 30 ℃。

沙漠地区气候干燥, 雨水稀少, 蒸发量大, 水源奇缺。有的地方年降雨量不超过 80 mm, 水蒸发量很大。

沙漠地区风沙大, 尘土多。由于沙漠地区土壤是沙土和黄土, 地面干燥, 刮风时尘土飞扬。春夏天常刮大风, 严重时风沙遮天蔽日, 车辆行驶困难。黄土颗粒直径为 1 ~ 5 μm, 最易形成尘土。车辆行驶时扬起的尘土可使空气中的含尘量高达 6 g/m³[1]。

沙漠地区主要地形为沙丘、沙岭, 硬戈壁、软戈壁, 草地和盐碱沼泽, 车辆通行困难, 甚至不能通行。

3 沙漠环境柴油机故障统计分类

对新疆地区 97 起车辆柴油机故障进行统计分析, 各类型故障分布如图 1 所示。

收稿日期: 2010-05-06

作者简介: 何星, (1986-), 男, 研究生, 主要研究方向为装甲车辆发动机性能, E-mail: xinghe1986@163.com。

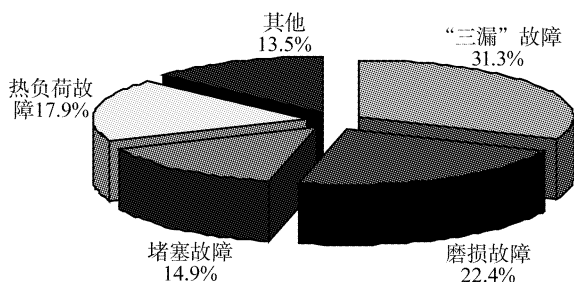


图1 柴油机各类型故障比例分布

其中,“三漏”故障包括:柴油机漏油、漏水及漏气;磨损故障包括:缸套-活塞环、涡轮增压器、空气压缩机、喷油器磨损等;堵塞故障包括:空气滤清器、机油滤清器、柴油粗细滤清器堵塞等;热负荷故障包括:气缸垫烧损、排气管与铜石棉垫烧蚀及水温油温过高等;其他故障包括:仪表、传感器及部件功能失效等。

4 柴油机主要故障原因分析

沙漠地区较一般环境地区,其柴油机故障特殊性表现为空气滤清器堵塞频繁、机件磨损严重及柴油机热负荷高,针对故障原因及影响过程具体分析如下。

3.1 空气滤清器易堵塞,引发“击穿”现象

柴油机工作时,沙尘颗粒淤积在一级滤清器和二级滤清器表面,加大空气滤清器的进气阻力,引起空气滤清器堵塞;部分细微沙尘颗粒因进气阻力的不断增加,会直接透过滤清器二级滤尘盒,造成空气滤清器“击穿”的严重故障,使大量沙尘进入柴油机气缸内部,加剧柴油机摩擦部件的磨损,严重时造成活塞组件早期磨损,提前返厂大修。

在我国沙漠地区,空气中沙尘浓度大,沙尘颗粒细小,尤其是车辆训练场,浮土厚达 30 cm,车辆经过后扬起的沙尘长时间悬浮在空中经久不散,导致大气中沙尘含量高且沙粒细小。有关部门曾对新疆地区柴油机进气口附近的空气取样并进行粒度分析^[2],结果如图 2 所示。

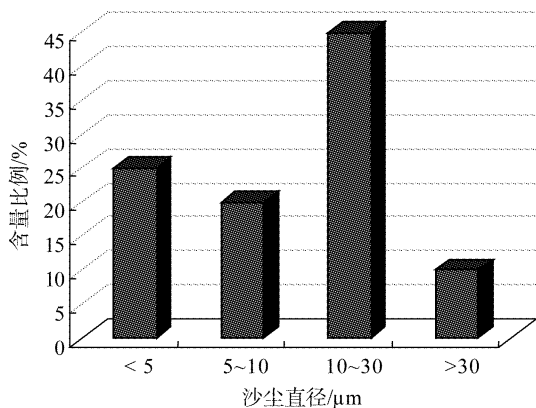


图2 不同粒径沙尘含量分布

据图可知,新疆沙漠地区大部分沙尘直径小于 $30\ \mu\text{m}$,沙尘直径小,使得一级滤清器滤清效率降低,加大二级滤清器的过滤负荷,易使二级滤清器堵塞及“击穿”。

在多车纵队行进过程中,车间距保持在 50 m 的条件下,车辆以三档行驶,在车体尾部的最大诱发沙尘浓度高达 $5\text{g}/\text{m}^3$,大大超过了承受的沙尘浓度极值 $2\text{g}/\text{m}^3$ ^[2],如图 3 所示。

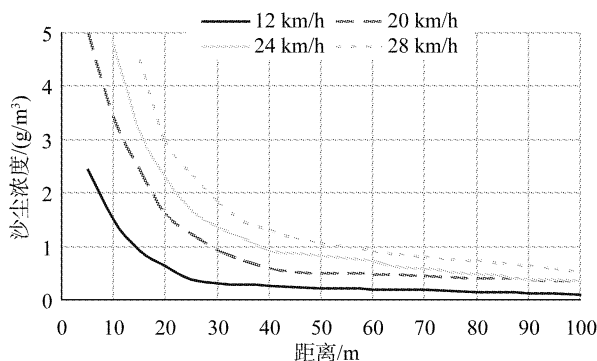


图3 某车辆距地面 1.5 m 高处沿车体纵轴方向诱发沙尘浓度随车后距离变化的曲线

鉴于沙尘颗粒将加剧柴油机的磨损和使用寿命,对沙漠环境下空气滤清器的使用和维护保障提出了更高的要求。

3.2 柴油机关键部件磨损严重,机油消耗率高

在沙漠地区行驶的车辆,因沙尘进入柴油机内部并随着润滑油进入各摩擦副表面,加剧了柴油机关键部件的磨损。在对几辆返厂大修的柴油机进行拆卸鉴定时发现,柴油机活塞裙部、缸套有明显研磨痕迹,活塞环、喷油器、增压器叶片和转轴严重磨损,空气压缩机提前报废。

如图 4 所示:沙尘随空气进入柴油机内部,透过滤清器后进入增压器,鉴于增压器转速很高,叶片与壳体的间隙极小,沙尘的流通和淤积会使叶片磨损加剧。

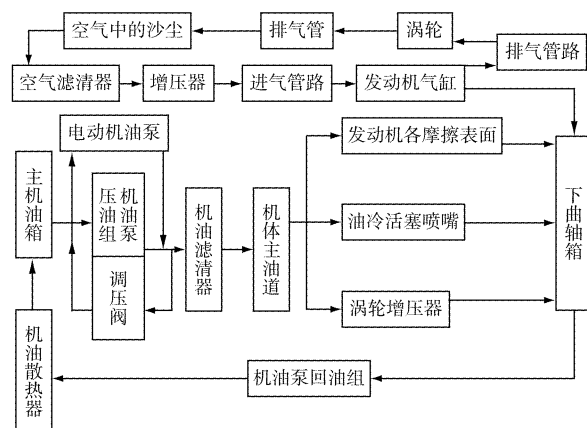


图4 柴油机内沙尘流动过程

由于进入气缸流到润滑系中的沙尘颗粒多且细,部分沙尘透过机油滤清器(精滤后机油中的颗粒直径不大于 0.01 mm)在柴油机运动件的摩擦表面之间形成磨料,加剧缸套活塞组件、曲轴轴承、涡轮增压器轴承及凸轮轴承等零部件的磨损,降低柴油机使用寿命。

随着缸套-活塞环磨损加剧,活塞与气缸壁的间隙加大,使得大量机油进入燃烧室参与燃烧,机油消耗量急剧增大。

在对沙漠地区使用的某柴油机连续 115 h 的机油消耗率监测(如图 5 所示)中发现:柴油机在 350 h 后,其机油消耗率明显增大,超过额定功率下最大机油消耗率,该柴油机出厂额定功率下机油消耗率为不大于 1.2 L/h。

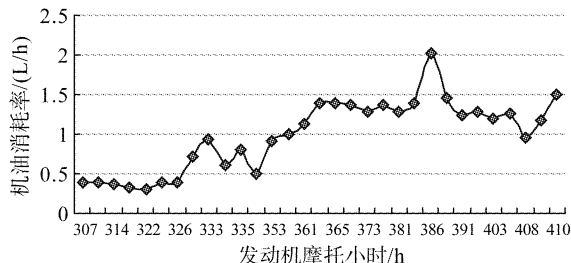


图 5 柴油机机油消耗率变化过程

通过以上分析可以得出结论:沙漠地区由于沙尘含量高且颗粒度坚硬细小,造成车辆动力装置关键部件磨损严重,使用寿命缩短。

3.3 柴油机热负荷高,零件易烧损

在沙漠地区,因天气干燥、温度高及大气压力低,导致柴油机后燃严重,热负荷加剧,部件持续受热,柴油机排气管、波纹管、铜石棉垫、气缸垫等易烧蚀,其故障比例占 17.9%,对车辆柴油机影响恶劣。

同时,柴油机冷却水和机油温度偏高,超出正常运行时冷却水和机油温度范围(70℃~90℃),迫使车辆停车降温(某车辆一段时间停车降温时冷却水及润滑油温度如图 6 所示),严重影响车辆的连续性行驶性能。

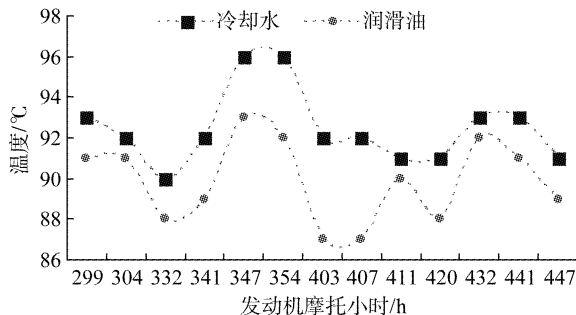


图 6 柴油机冷却水及润滑油最高温度分布

我国沙漠大都位于西北高原,由于海拔高度的增加,空气密度下降,使柴油机的进气量减少,在供油量不改变的情况下过量空气系数降低,引起压缩终了压力也降低,导致柴油机燃烧过程恶化,后燃严重,热负荷高。

沙漠环境车辆行驶阻力大,柴油机常处于大负荷下工作,而空气密度小,使冷却风扇质量流量减少,散热速度变慢,热负荷进一步加剧。另外,由于沙漠环境下水散热器外表面易被油泥脏污,使散热器效率降低。

4 沙漠环境柴油机维护保养措施

提高在沙漠环境下行驶车辆的柴油机的可靠性,主要措施就是减少进入柴油机内部的沙尘量,降低关键部件的磨损;改善缸内燃烧过程,降低冷却水的消耗,减小柴油机热负荷。

4.1 缩短柴油、机油和空气滤清器的保养周期

据新疆某单位车辆的使用经验表明:空气滤清器清洗周期为 6~8 h(如图 7),机油、柴油粗、细滤清器的清洗周期为 25~30 h,可有效降低滤清器堵塞的故障率^[3]。

注意检查进气歧管、抽尘管和空气滤清器各结合处的紧密性,发现有漏气处应立即排除。

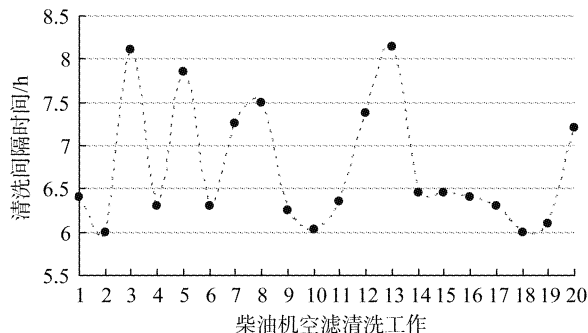


图 7 车辆空气滤清器清洗间隔期

4.2 缩短机油更换间隔期,及时补加机油

沙漠环境下柴油机机油理化指标失效主要是其内部微粒元素浓度超标,通过对 15 台柴油机油进行光谱监测分析,确定 Fe 元素浓度为机油失效特征参数,其浓度随摩托小时变化关系如图 8 所示。

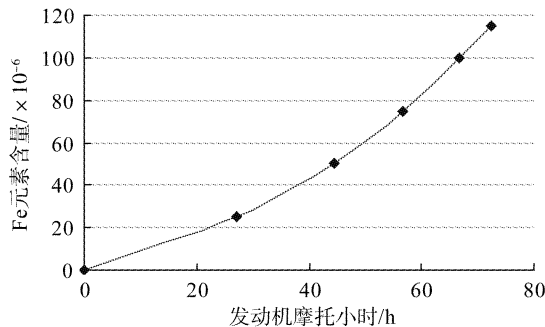


图 8 机油中 Fe 元素含量随摩托小时变化关系

依据柴油机油光谱分析，将 Fe 元素浓度界限值定为 100×10^{-6} ，机油的更换周期缩短为 65 ± 5 摩托小时，同时在每次出车前及当日一级保养时检查机油量，不够标准时应及时添加，若发现漏油或渗油应立即停车检查并排除故障。

4.3 调整加水口盖蒸汽活门开启压力，经常检查冷却水量

在平原地区，当蒸汽活门压力调到 58.8 ~ 78.4 kPa 时，冷却水的沸点可提高到 114 ~ 118 ℃，随着海拔高度升高，水的沸点也降低。为提高冷却液的沸点，减少冷却液的蒸发，可将加水口盖蒸汽活门的开启压力适当调大，使冷却水的压力始终保持在一定的范围^[4]，如表 1 所示。

表 1 加水口盖蒸汽活门压力与海拔高度的关系

海拔高度/m		0	500	1 000	1 500
开启压力 /kPa	最低值	58.8	63.7	68.6	83.3
	最高值	78.4	83.3	88.2	102.9

要经常检查冷却液量，加水时要加到散热器加水口螺纹的起点。冬季加注防冻液时应少加 5 ~ 6 L，即散热器上面两排散热管露出水面。同时，要注意夜间车辆保温或防水防冻等。

4.4 适当调大柴油机的供油提前角

为了改善柴油机在高海拔沙尘地区工作时的燃烧状况，提高其功率，降低排温，可适当调大柴油机供油提前角(海拔高度在 500 ~ 1 000 m 时，增大 2°；在 2 000 m 左右时，增大 3°；在 2 500 ~ 3 000 m 时，增大 4°^[4])，这样有利于燃烧趋于及时，降低后燃程度。同时，柴油机每工作 100 h 后应检查供油提前角，进行合理调整。

4.5 及时保养柴油机，并注意防风沙

车辆使用后，及时清除柴油机内外各机件及散

热器上的尘土，并润滑各操纵装置的活动关节。加油时，应首先清除加油口螺塞及加油口周围的沙尘，严防沙尘进入油箱。在清洗各机件时应选择避风沙处，清洗后的机件用布包好，以避免沙尘进入机件内部。

5 结 论

通过对沙漠地理气候特点分析及柴油机故障统计分类表明，空气滤清器堵塞、关键部件磨损严重及热负荷高是沙漠环境柴油机主要故障模式。鉴于空气中沙尘含量高、颗粒细小且坚硬，通过进排气过程及润滑系统引起空气滤清器堵塞和关键部件磨损，由于大气压力低、温度高、气候干燥及柴油机磨损严重等因素引起柴油机后燃严重，热负荷高，部件易烧损等原因，通过缩短空气滤清器清洗间隔期、缩短润滑油更换间隔期和机油、柴油粗、细滤清器清洗间隔期，可以降低空气滤清器堵塞故障率及缓解关键部件的磨损；而防止柴油机热负荷高的有效措施是调节合适的供油提前角度和蒸汽活门开启压力。

参考文献

[1] 车用柴油机环境影响评估研究[R]. 北京:装甲兵工程学院,2007. 10
[2] 《装甲车空气滤改进》技术总结报告[R]. 北京:装甲兵技术研究所,2006. 01
[3] 孔繁柯等. 军用车辆运用工程[M]. 北京:国防工业出版社,1991.
[4] 张雨等. 装甲车辆维护保养[M]. 北京:装甲兵工程学院,2004.
[5] 张家玺. 高原环境对车用柴油机使用性能影响分析[J]. 车用柴油机,2003(146):52 ~ 53.

(上接第 29 页)

意义的按质换油。尤其近年来伴随国际市场原油价格节节攀升，滑油及其它油品成本大幅增加，在线式滑油分析传感测量技术的应用，一方面能充分发挥滑油最大使用效能，节约能源，从而降低设备使用成本；另一方面，通过对油液质量的实时监测来

判断柴油机实际运行状态，避免故障发生，提供预先报警，从而延长设备使用寿命；并可对其他油品的在线检测提供借鉴意义。相信凭借润滑油品质分析传感技术出众的实时性能，必定会有广阔的应用前景。