

高原区域柴油机启动困难原因及解决方法

Causes and Solutions of Difficult Starting of Diesel Engine in Plateau Area

刘喜林 宋学峰*

Xilin Liu Xuefeng Song*

中国人民解放军 69241 部队 中国·新疆 吉木萨尔 831707

Unit 69241 of the Chinese People's Liberation Army, Jimusaer, Xinjiang, 831707, China

摘要: 由于中国西藏地区地处高原,海拔平均在 4000m 以上,缺氧和低温的自然条件使得许多车辆柴油发动机启动困难。论文针对柴油发动机车辆在高寒地带的使用现状,分析了导致其柴油机启动困难的常见原因,并针对该类问题提出柴油机在高寒地带故障解决方法及合理使用建议。

Abstract: Because Tibet, China is located on a plateau with an average altitude of more than 4000 meters, the natural conditions of hypoxia and low temperature make it difficult for many vehicle diesel engines to start. Aiming at the current situation of diesel engine vehicles in alpine areas, this paper analyzes the common reasons for the difficulty of diesel engine starting. In view of this kind of problem, the troubleshooting methods and reasonable use suggestions of diesel engine in alpine zone are put forward.

关键词: 高寒地带; 柴油发动机; 启动困难; 解决方法

Keywords: alpine zone; diesel engine; difficulty in starting; resolvent

DOI: 10.12346/etr.v4i7.6650

1 引言

高原地区的高山地区占据了我国广袤土地面积的一半,中国的高原不仅面积大,而且有绵延数千公里的高原和高山环境的分界线。海拔平均在 4000m 以上的西藏地区是典型的高原地带,这里的空气稀薄、大气干燥,并且有很大的昼夜温差,路况恶劣,很多路都建在山间悬崖边、坡陡。气候变化无常,冬季气温低,降雪时间长,多霜冻,风力大,辐射强。夏季积雪融化,随处可见山洪沿沟壑倾流而下,部分路面经常处于泥泞状态,并易发生泥石流、山体滑坡等自然灾害。其恶劣的气候条件特点对发动机工作影响较大:

①海拔高、空气压力低,发动机燃烧不及时。随着海拔的升高,气压不断降低,气缸压力也相应降低。喷入气缸的燃油不容易雾化、蒸发并着火,这使得喷射困难。点火延迟时间增加,燃烧不及时未完成燃烧,导致发动机功率低下。海拔越高,空气密度和大气压力越低,据统计,海平面空气密度约为 $1.2 (\text{kg} \cdot \text{m}^3)$,而当海拔达到 4000m 时,密度则下降到了 $0.8 (\text{kg} \cdot \text{m}^3)$,下降幅度达到 33%,气压下降幅

度则超过 40%。

②氧气不足、路况不佳,发动机容易过热。在高原上寒冷地区,空气稀薄,道路单一而危险,有许多“搓衣板”道路。发动机经常在重载下工作,燃烧恶化。因此,冷却液会吸收单位时间内热量增加,高原寒冷地区的空气密度小散热器内的空气质量和流量降低,发动机在使用过程中容易过热。低气压和低氧含量使发动机燃烧更差,发动机水温升高,容易导致发动机故障。据统计,海拔每上升 100m,气温下降 0.6°C ,对海拔平均在 4000m 以上的西藏地区来说,其温度一般要比内地低 20°C 以上,冬季时间漫长。

③坡度大、地形复杂,零件易损坏。高原地区由于人员稀少,道路交通状况普遍比较恶劣,道路狭窄、碎石众多,多为易发生泥石流、山体滑坡等自然灾害的冻土、山间河道、峡谷路况。机油黏度增加,润滑不良,灰尘量大,空气滤清器容易脏。发动机的操纵装置磨损严重,故障率增加,同时,路面上有很多沟壑,路面上有很多石头,行驶中颠簸剧烈,各部件的固定容易松动,故障率甚至可以达到 30%。

【作者简介】刘喜林(1989-),男,中国陕西榆林人,本科,助理工程师,从事车辆故障诊断与维修研究。

【通讯作者】宋学峰(1983-),男,中国辽宁阜新人,本科,助理工程师,从事车辆改装、维修及技术性能研究。

近些年来,随着中印边境摩擦,中国加大部队赴西藏开展适应性训练力度,所在地区部署的兵力装备越来越多,军事活动越加频繁。军用车辆一般搭载柴油发动机,在西藏地区恶劣的气候条件下行驶很容易导致发动机启动困难、燃油经济性下降,并造成机件的损坏,给军事活动带来很大的不便。

在此背景下,论文研究柴油机在高寒地区容易发生的一些导致其启动困难问题,并针对这些问题提出解决办法措施,对延长发动机维修周期、提高发动机的使用寿命,防止行车事故,提高军事活动的效率具有重要意义。

2 柴油发动机的结构及工作原理

2.1 柴油机的机构组件

柴油机的主要机构组件一般包括:机体、曲柄连杆机构、配气机构、燃油系统、润滑系统、冷却系统、电器系统。机体:是柴油机的骨架,由它来支撑和安装其它部件,包括:缸体、缸套、缸盖、缸垫、油底壳、飞轮壳、正时齿轮壳、前后脚。曲柄连杆机构:是柴油机的主要运动件,它可以把燃料燃烧产生的能量,通过活塞、活塞销、连杆、曲轴、飞轮转变成机械能传出去。燃油供给系:是按柴油机的需要,定时、定量地把柴油供给燃烧室燃烧。润滑系:是把润滑油供给各运动摩擦副,包括机油泵、机油滤清器、调压阀、管路、仪表、机油冷却器等。冷却系:是把柴油机工作时产生的热量散发给大气。电器:是启动、照明、检测、操作的辅助设备。

2.2 柴油机的工作原理

普通柴油机的是由发动机凸轮轴驱动,借助于高压油泵将柴油机输送到各缸燃油室。这种供油方式要随发动机转速的变化而变化,做不到各种转速下的最佳供油量。而现在已经愈来愈普遍采用的电控柴油机的共轨喷射式系统可以较好地解决了这个问题。共轨喷射式供油系统由高压油泵、公共供油管、喷油器、电控单元(ECU)和一些管道压力传感器组成,系统中的每一个喷油器通过各自的高压油管与公共供油管相连,公共供油管对喷油器起到液力蓄压作用。工作时,高压油泵以高压将燃油输送到公共供油管,高压油泵、压力传感器和ECU组成闭环工作,对公共供油管内的油压实现精确控制,彻底改变了供油压力随发动机转速变化的现象。其主要特点有以下三个方面:①喷油正时与燃油计量完全分开,喷油压力和喷油过程由ECU适时控制;②可依据发动机工作状况去调整各缸喷油压力,喷油始点、持续时间,从而追求喷油的最佳控制点;③能实现很高的喷油压力,并能实现柴油的预喷射。

3 柴油发动机在高寒地带可能发生的问题

3.1 发动机性能变化

3.1.1 发动机功率下降

空气密度和气压随着海拔的增大而越来越低,发动机

的进气量也会随之减小,在功率下降的同时,其对燃油的消耗也明显增加。目前,中国多使用进口柴油发动机,例如NT855-C280康明斯增压发动机,该发动机正常工作海拔为3600m以内,当在超过海拔3600m以上地区工作时,每上升300m,燃油消耗率增加2%~4%,发动机功率下降2%~3%^[1]。

3.1.2 扭矩下降

高海拔的气候条件会导致柴油发动机低速时可利用的废气能量减小,增压器转速下降,从而造成发动机进气量不足,最终导致发动机输出扭矩小于标定值,适应性系数减小。据统计,当海拔为0m时,发动机的最大扭矩比标定功率点对应的值增加约15%,而当海拔达到4500m时,该数值将减小至10%,并在标定转速75%处出现最大扭矩点。

3.1.3 发动机冒黑烟

在高寒地带,由于空气稀薄,发动机进气量明显减小。由于过量空气系数的下降,造成发动机燃烧不充分,未充分燃烧的燃料将会随着发动废气排除,从而导致发动机冒黑烟,并且发动机排气温度也会随之上升。相关实验表明,海拔每升高1000m,在增压发动机增油量不变的情况下,发动机的排气温度将升高10℃~20℃。

3.1.4 增压器转速增加

目前增压发动机应用越来越多,在高寒地区可采用增压技术对损失的功率进行补偿,但是随之而来的问题是增压器的转速也将随着海拔的升高而增大,当海拔达到一定高度时,将会导致增压器超速。据实验统计,海拔每上升1000m,增压器转速将会提高5%,而通常情况下增压器的极限转速是其额定转速2.5倍左右。

3.2 发动机启动困难常见原因

在高寒地带,发动机故障模式和平原地区有所不同,泄露、烧蚀、启动困难等严重的致命的故障增多,对军事活动造成了很大的不便。与汽油发动机类似,一般四冲程柴油机也包括进气、压缩、燃烧膨胀、排气四个冲程。冲柴油机要正常启动必须具备以下条件:

- ①压缩行程结束时,气缸内的空气温度不能低于200℃,以达到柴油自燃的温度;
- ②柴油机机体温度不能低于20℃;
- ③压缩冲程结束时气缸内气压不能低于3MPa;
- ④柴油机启动转速高于150r/min,才能保证燃油能顺利雾化。

柴油发动机在高寒地区无法正常启动主要有以下几方面原因。

3.2.1 启动时间太短

柴油机无法正常启动的一个重要原因就是蓄电池储电和放电能力的下降。在环境温度较低时,气温每下降一度,蓄电池缓慢放电容量下降约1.5%^[2]。当温度下降到-20℃时,蓄电池的容量几乎减半。所以在高原环境中,一般的蓄电池

所储存的能源不能提供多次、长时间的点火启动，柴油机机体温度无法达到启动温度（20℃）以上。

3.2.2 空气密度、温度低

空气密度、温度低是柴油机无法正常启动的另一重要原因。海拔超过 4000m 的高寒地带常年处于低温环境中，昼夜温差大，早晚温差可达到 40℃。空气稀薄，相对于平原地区，高寒地带的空气密度和气压可下降约 40%。气压下降、温度低导致柴油机在进气行程中充气量不足，经过多次点火启动后，在压缩行程结束时，气缸内低温空气很难达到燃油自然温度。同时，较低的空气密度易造成气缸内混合气体充气量不足，空气压力无法达到 3MPa 以上，造成启动困难。

3.2.3 启动电机功率过小

在高寒地区，柴油机润滑油黏度变大，活塞、活塞环、气缸与其他摩擦之间的摩擦阻力增大。一般情况下，柴油原配启动电机功率在 4kW 以下，导致柴油机启动转速达不到最低的 150r/min 的启动要求，从而无法正常启动。

4 解决方法

4.1 增长启动时间

4.1.1 高性能固态酸蓄电池

在高寒地区可使用与普通蓄电池结构不同的高性能固态酸蓄电池，这种电池在低温时不会出现液态酸冰冻现象，其充电速度、冷启动功率等指标具有明显高于普通蓄电池，在 -40℃也可正常工作，解决了低温状态下蓄电池无法提供长时间、多次启动的难题，尤其是柴油机机体以及进气管道内的空气充分预热时，尤其需要这种高性能固态酸蓄电池。

4.1.2 保温处理

在高寒地区可采用一些措施对蓄电池进行保温处理，通过包裹保温套、缠绕电阻丝等方式，提高蓄电池温度，保证在低温条件下电池能有稳定的电流输出和能量储备，提升了柴油机在低温时启动的可能性。于此同时，可通过搭设保温棚，架设电暖器、火炉等方式提高存储温度，在夜间可有效抵御寒冷天气，从而提高整装的自身体温。

4.2 增大启动电机功率

柴油机原装的 4kW 小功率电机更换为 6kW 以上的大功

率启动电机，柴油机机体温度会在柴油机启动反复点火时不断升高，导致活塞、活塞环、气缸以及其他摩擦之间的机油温度随之升高，机油黏度下降，减小了启动阻力矩，提高了柴油机的启动转速，增加了正常启动的可能性。

4.3 增加预热装置

由于柴油机难以启动很大一部分原因是低温导致的，可以在机体、进气管道等部位加装电加热预热装置。启动之前，通过该装置对柴油机机体、进气管道内的空气进行预加热，提升机体和进气管道内空气温度，比如可采取加装加温锅的方式提高温度，通常加温锅可预热 10min 左右方可启动。当压缩行程结束时，气缸内气体温度更易达到燃料自燃点。使用预热装置时预热时间一般不要超过 15s，以免损坏预热装置且浪费电量。

4.4 喷射启动液

乙醚燃点比较低，3MPa 条件下只有 57℃左右。当柴油机转动时，喷射一定比例的乙醚启动液在空气滤芯器进气口处，柴油机不需要达到最低启动转速就能正常点火启动，有效地改善了启动性能^[3]。需要注意的是，启动液不要直接喷在预热装置上且一次喷射量不得超过空气中乙醚含量的 4%。否则易引起爆炸。

5 结语

论文针对车辆柴油发动机在高寒地区启动困难的问题，研究了导致该问题发生的原因，并分析了解决方法，配合定期的维护可有效提升柴油发动机在高寒地带的可靠性，降低事故率，为中国在高原地区经济建设提供有力保障。

参考文献

- [1] 钟建.风冷式柴油发动机典型故障分析与诊断方法[J].内燃机与配件,2019(16):3.
- [2] 李文瀚.军用车辆柴油发动机故障诊断与维修分析[J].南方农机,2019(5):2.
- [3] 何西常,许翔,王威.高原地区适用的新型燃油加热器[J].工程机械与维修,2012(9):3.