

GUZHANGZHENDUAN YU PAICHU

新型

柴油汽车易发故障诊断与排除

宋福昌 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

新型

柴油汽车易发故障诊断与排除

宋福昌 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书重点介绍了新型柴油汽车易发故障诊断与排除方面的内容,包括高压共轨电子燃油喷射欧Ⅲ发动机的易发故障诊断与排除。全书内容分五部分,包括:柴油车的正确使用;柴油发动机易发故障诊断与排除;传动系统易发故障诊断与排除;转向、制动系统易发故障诊断与排除;柴油汽车常见车型易发故障诊断与排除。

本书内容新颖、图文并茂,可供柴油汽车维修人员、工程技术人员和广大驾驶人员阅读参考,也可供大专院校汽车维修专业师生教学参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

新型柴油汽车易发故障诊断与排除/宋福昌编著. 北京:中国电力出版社,2006

ISBN 7-5083-3763-8

I. 新... II. 宋... III. ①柴油机-汽车-故障诊断②柴油机-汽车-故障修复 IV. U469.740.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 148027 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京密云红光印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2006 年 5 月第一版 2006 年 5 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 18 印张 406 千字

印数 0001—4000 册 定价 28.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

前 言



目前,我国的柴油机工业像井喷一样在不断发展,各大柴油发动机生产厂家,如一汽大柴、锡柴、潍柴、朝柴、玉柴以及上柴等大中型企业,都先后引进或自主研发了新机型,柴油机产量在日益增长。武汉第二汽车制造厂东风汽车公司与美国康明斯公司合作生产了高压柴油共轨电子燃油喷射式 ISB、ISC、ISL 柴油机,也已在高档豪华旅游客车上装车使用,其尾气排放达到欧Ⅲ标准。随着柴油机品种和数量的增多,在 2004 年,我国总计生产柴油载货汽车 126 万辆,占载货汽车总产量的 80.63%;生产汽油载货汽车 25 万 6 千辆,只占到了总产量的 19.37%。由此可见柴油载货汽车所占比例之大,柴油汽车的维修保有量也很是可观。针对庞大的柴油汽车维修市场,特编写了这本书,目的是帮助广大驾驶人员和维修人员,更好地掌握新型柴油汽车的结构特点,在维修中更准确地分析解决故障,确保车辆可靠工作和安全运行。

我国现在生产柴油发动机的燃油供给系统一般采用 A 型泵、AD 型泵、P 型泵、VE 分配泵和 PT 型泵。本书重点介绍了这些柴油车的维修方面内容。对于高压共轨电子燃油喷射欧Ⅲ发动机,如康明斯 ISC 蓄压器高压共轨发动机易发故障诊断与排除方面的技术问题,本书也做了部分介绍。

本书在编写过程中选取了解放、东风、斯太尔、康明斯中重型柴油汽车为参考车型,重点介绍了发动机和底盘易发故障产生的部位和故障排除方法。书中车辆结构介绍技术新颖、重点内容附有图例说明。书中内容简洁、通俗易懂、实用性强、贴近读者意图,可以使读者更好地掌握新型柴油汽车使用和维修方面的技术问题。

由于作者水平有限,书中不妥之处在所难免,希望广大读者多提宝贵意见,以便再版时修订完善。

编 者

目 录



前言

第一章 柴油车的正确使用	1
第一节 柴油车的正确驾驶操作.....	1
第二节 柴油的使用.....	6
第三节 柴油机润滑油的使用.....	9
第四节 齿轮油的使用	14
第五节 润滑脂的使用	17
第六节 制动液的使用	19
第七节 防冻液的使用	22
第二章 柴油发动机易发故障诊断与排除	24
第一节 柴油机起动困难或不能起动故障诊断与排除	24
第二节 柴油机运转不稳故障诊断与排除	34
第三节 冷却系统易发故障诊断与排除	43
第四节 润滑系统易发故障诊断与排除	50
第五节 燃油供给系统易发故障诊断与排除	64
第六节 PT 燃油系统易发故障诊断与排除	90
第七节 增压系统易发故障诊断与排除	97
第八节 发动机异响故障诊断与排除.....	106
第三章 传动系统易发故障诊断与排除	110
第一节 离合器易发故障诊断与排除.....	110
第二节 变速器易发故障诊断与排除.....	127
第三节 万向传动系统易发故障诊断与排除.....	138
第四节 驱动桥易发故障诊断与排除.....	143
第四章 转向制动系统易发故障诊断与排除	158
第一节 转向系统易发故障诊断与排除.....	158
第二节 制动系统易发故障诊断与排除.....	175

第五章 柴油汽车常见车型易发故障诊断与排除	201
第一节 斯太尔重型柴油汽车易发故障诊断与排除.....	201
第二节 康明斯 B 系列柴油机易发故障诊断与排除	232
第三节 康明斯 ISC 蓄压器高压柴油共轨发动机燃油系统易发故障 诊断与排除.....	249
参考文献	280

第一章 柴油车的正确使用

第一节 柴油车的正确驾驶操作

一、柴油车的起动

起动前应对柴油车进行检查，检查内容包括以下方面：

- (1) 检查车辆各部位零部件连接是否完好，各附属机件连接是否可靠。
- (2) 散热水箱中的冷却液是否加满及有无漏液现象。
- (3) 检查发动机润滑油油面高度是否在机油标尺规定刻线 $2/4 \sim 4/4$ 之间，机油不足应及时补充添加同牌号润滑油。
- (4) 检查仪表、灯光线路是否正常可靠，蓄电池充电是否充足。

经过上述各项检查合格后，可以起动，起动时应不加负荷，变速器换挡手柄置于空挡位置，拉紧驻车制动操纵杆、踩下离合器踏板，把钥匙转到起动挡即可起动发动机。发动机一旦起动，应立即松开钥匙，同时松开离合器踏板。

待发动机运转平稳后，松开驻车制动杆，左脚踩下离合器，右手挂挡，右脚逐渐踩下加速踏板的同时，左脚慢慢松开离合器，平稳起步。起步后要及时检查机油压力和冷却液的温度。

冬季起动时，把钥匙接通电源后应按下起动预热开关，当预热指示灯由绿变红时，表示可以起动，温度已达到预热温度，这时再起动。

柴油机起动时工作电流损耗较大，所以每次起动时间不应超过 5s，相邻两次起动之间应最小间隔 15s，如果连续起动三次都不能顺利起动，需要停 2min 后再起动，否则，会影响蓄电池和起动机的寿命。

柴油机起动后，应迅速放松加速踏板，将柴油机转速降到怠速转速，检查机油压力和冷却液温度上升情况是否正常，使发动机运转 3~5min，待水温升高后，再加大负荷运行。

柴油车正常运行的基本条件是：保证正常工作的冷却液温度和足够的机油压力。如果起动后马上进行全速、全负荷运行，可能会造成“拉缸”等事故。因为此时柴油机冷却水温度较低，活塞环与气缸套的摩擦加剧，必然加大磨损。并且，与此同时，柴油机转速上升很快，这时的机油压力和流量都还未达到高速时的工作要求，因此各个运动副，例如：曲轴主轴颈、连杆轴颈与主轴瓦、连杆瓦、气缸套与活塞环表面之间因没有足够的机油，没有形成润滑油膜，很容易因曲轴轴颈与轴瓦、气缸套与活塞环之间相互干摩擦，导致轴

瓦合金因高温熔化,使合金烧结在曲轴轴颈上或烧损曲轴轴颈,而气缸套、活塞环因高温摩擦而造成“拉缸”等事故。

所以,柴油车起动后,应在空载转速运转 3~5min,逐渐增加转速和负荷,直到冷却水温度和机油压力正常后,再进行全速、全负荷运行。

二、增压柴油机的正确使用

废气涡轮增压器用在增压柴油机上,用来提高进气压力、增加充气量,以及提高柴油机功率。增压器由涡轮组件和泵轮组件组成。发动机排出的废气吹动涡轮旋转从而带动同轴上的泵轮高速旋转向进气歧管鼓风,使发动机的进气压力增大,其增压压力随转速的增加而增大。发动机在 2200~2500r/min 时,增压器转子转速可高达 7000~100000r/min,可见转速之高。增压器转子轴系采用全浮式轴承,即轴与轴套之间的径向间隙靠一定压力的润滑油将转子轴浮起。由发动机主油道提供的压力润滑油直接流向增压器的转子轴腔,然后再流回油底壳。在涡轮壳与泵壳上分别安装有密封环,用来密封转子轴的润滑油,使其不会排出。增压器一般带中冷器,它安装在发动机散热水箱的前方,它可以把冷压后的空气温度由 116℃降低到 92℃,使空气密度增大,进而提高喷油量,使发动机输出功率增大。

由于增压器具有上述特点,所以在操作上一定要按下述内容进行。

(1) 发动机起动时,一定要等待机油压力和油温达到正常温度后,再增加负荷,特别是在冷天起动,否则极易使增压器轴承、密封环因缺油而发生早期磨损。

(2) 当发动机熄火时,必须怠速运转 3~5min,到增压器转子降低转速后再熄火。在熄火前决不能猛踩油门,因为猛轰空油会使发动机转速骤然升高,从而使增压器转子达到很高转速 $[(7\sim10)\times10^4\text{r/min}]$,这时如突然熄火,机油泵则立刻停止工作,机油停止循环,而增压器转子却因惯性还仍然在高速旋转,会导致转子轴、轴承和密封环因缺油而烧损。

(3) 长期停驶增压柴油机重新起动前,一定要先将增压器润滑。方法是拆卸增压器进油管,从进油口倒入一定量的干净润滑油实现润滑。否则增压器会因初次起动缺油而发生早期磨损。增压器发生早期磨损故障的现象是排机油。在使用当中,如果发现进气歧管或排气歧管接头处大量排油或经过检查发现增压器转子轴的径向与轴向间隙超出使用极限,则说明发生了磨损,需要修理或更换部件。增压器发生早期磨损,直接会使发动机输出功率下降。

(4) 增压器经常处在高温下工作,润滑增压器的油管受高温作用,机油容易在管壁上结焦,使润滑油管内径变小而使润滑不足。所以,润滑增压器的油管在柴油机运转 1500h 后要清洗检查。

(5) 保持增加器的进出管、卡箍不松动、连接牢固。

(6) 按规定对增压器进行日常维护,保持机油质量和数量。若机油变质或变脏,应立即更换,并同时更换机油滤芯。

三、柴油车的正确驾驶操作

1. 正常行驶

(1) 增压柴油机起动后，特别是在冬季，应使柴油机怠速运转 3~5min，使机油压力达到 0.25MPa、水温达到 75℃，气压表指针达到 0.45MPa、油温高于 50℃，方可逐步加负荷运转。

(2) 起步时应将驻车制动操纵杆松到底，汽车行驶中要注意调节百叶窗开度，使发动机水温保持在 80~95℃ 范围内。

(3) 汽车行驶中要注意观察各仪表的工作情况。发动机机油压力在低速行驶时不应低于 0.25MPa，高速行驶时不应超过 0.45MPa。如果出现异常，应及时停车检查，故障排除后方可继续行驶。

(4) 换挡时，离合器踏板要踩到底，变速手柄准确推到位。汽车加速时要均匀，不要猛踩加速踏板。应避免紧急起步、突然加速和紧急制动。

(5) 拖带挂车时，由于惯性质量大，起步一定要平稳，匀速行驶，避免不必要的紧急制动或突然加速。

2. 坡道行驶

(1) 在坡道上行驶时，如果车速在逐渐下降，应及时换入低速挡，避免输出功率不足。

(2) 为减少制动时摩擦片的磨损和发热，在下长陡坡路之前，应降低车速并换入低速挡。

(3) 在下长陡坡时，可以充分利用发动机排气制动，并将变速杆放在爬同样坡度的挡位上，以防止发动机超速。当感到发动机制动力不足时，可以使用行车制动。

(4) 汽车下坡时严禁发动机熄火，变速杆不允许挂空挡，必须保持足够压力的制动空气，并防止烧坏变速器轴承。

3. 冰雪路面行驶

(1) 在冬季，冰雪路面附着系数小，车轮容易打滑和侧滑，所以在冰雪路面上起步时，离合器在半联动状态下稍多加停留，油门配合要适中，防止起步时汽车猛烈前冲或牵引力过大而使车轮空转或出现侧滑。如果车轮空转难以起步，对于双速后桥带有差速锁的重型卡车，应挂上差速锁，扭矩不再平均分配，整个车桥变成一根刚性轴，车轮不再打滑，可以顺利起步。汽车起步后，应及时解除差速锁的作用。

(2) 在冰雪路面行车时，应根据道路情况，掌握好车速，合理使用变速器。上坡时，需要减挡时，应提前一些，避免发生脱挡，以保证有足够的动力不使汽车向后滑溜；下坡时要利用发动机的排气制动作用控制车速，避免使用脚制动，必须使用制动时，应间歇轻踩。

(3) 转弯时，必须提前减速慢行，尽量增大转弯半径。转向盘不能急转猛回或滑行制动，防止汽车溜滑甩尾而刮碰车辆。

(4) 在冰雪路面会车，要注意选择积雪少、路面宽的地段，会车时，最好一车靠边停

下让行，另一车低速通过。

(5) 冰雪路面行车中如果遇到紧急情况，可强行减挡，快摘准挂，采用间歇制动和松、拉驻车制动杆的方法减速停车，避免使用紧急制动，严防车辆侧滑、翻车事故发生。若制动引起侧滑，应立即松开制动，稳住或收油门，把前轮转向侧滑方向，直到车尾恢复直线时，再回正方向盘，并控制好车速，使汽车驶入正常路线。

(6) 在冰雪路面行车，应尽量少停车，防止撞车、溜滑。如雪地停车，应提前换入低挡，选择好安全地点，减速、靠边、慢拉驻车制动杆停车。

4. 泥泞道路行驶

(1) 汽车在泥泞、翻浆路段上行驶，车轮阻力增加，附着系数减小，容易产生车轮空转和侧滑。所以在转向时不能过猛，制动时不能过急。严禁使用紧急制动，防止侧滑或翻车。

(2) 带有前轮驱动的汽车，在进入泥泞、翻浆路段时，应使用前轮驱动装置，增加克服前进阻力的能力。

(3) 带有差速锁的车辆，在有一个车轮打滑空转时，可使用差速锁进行锁止，差速器不起差速作用，两侧车轮成为一个刚性整体等速转动，使一侧打滑空转的现象被消除，车辆可以顺利向前行驶。

(4) 要经常清除轮胎花纹中嵌入的石子和泥沙，以增强车轮对地面的附着力。经常行驶在泥泞、翻浆道路的汽车，最好使用越野花纹轮胎。

(5) 在驱动轮上安装防滑链，可有效地防滑，但在车辆通过泥泞道路后，应立即卸下防滑链，以防损伤轮胎和链条。安装防滑链时，松紧要适度，防止轮胎受损过大或不起防滑作用。防滑链使用后要洗净、除油，防止生锈。

5. 制动的使用

(1) 行驶中，若制动系统故障灯闪亮，应及时停车并查明原因，重点检查各管路接头是否漏气。

(2) 除非紧急时刻，否则不能紧急制动。紧急制动会使车轮抱死，导致车辆滑移。特别是在空载或载荷较轻的情况下下坡行驶，以及在泥泞、翻浆路面行驶时，应特别注意。紧急制动还会加速轮胎磨损，对车辆的其他装置也会造成不良影响。

(3) 不得连续踩下制动踏板或过度使用行车制动器，否则，制动气压急剧降低，制动器过热，将会导致制动效果下降。

6. 停车操作方法

(1) 准备停车时，应放松加速踏板，以降低车速。

(2) 均匀踩下制动踏板，待汽车将要停下时，再踩下离合器踏板，把变速杆置于空挡，拉紧驻车制动，使汽车处在制动状态。

(3) 关闭电源开关，将起动开关转到 LOCK 位置。

(4) 若停车点在陡坡上，必须用三角木垫好车轮。

7. 每日停驶后应做的工作

(1) 停车后，检查机油细滤器的工作情况。发动机熄火后，在发动机侧面应能听到离

心式机油细滤器转子持续旋转的声音。若听不到声音,说明转子不转,应及时维修。

(2) 放掉湿储气筒内的水。

(3) 放掉油水分分离器中的水。

(4) 检查轮胎胎面有无划伤、裂纹、异常磨损。轮胎胎面花纹夹杂异物要清除干净。

(5) 对于未使用防冻液的车辆,当气温在零度以下时,应放掉冷却水,以免冻裂缸体。放水开关有两个,一个在气缸体侧面,一个在散热水箱下面。放水时,在打开两个放水开关的同时,还要打开水箱盖,彻底放干净气缸体内的水。

四、柴油车驾驶节油

(1) 熟练的驾驶技能是对驾驶员的基本要求,驾驶者只有具备熟练的驾驶技能,充分利用节能方法与技巧,才能取得节油效果。

(2) 保持汽车技术状况良好是实现节油的根本。在用车辆,随着行驶里程的增多,技术状况逐渐变坏,需通过维修恢复其技术性能。汽车各总成、零部件配合间隙的变化都会改变技术性能,会直接影响汽车油耗。尤其是发动机总成技术性能的变化,对油耗的影响最大。所以,实现节油,必须保持汽车良好的技术性能。

(3) 在低温下起动发动机应做到一次成功。发动机若反复多次起动,不仅浪费燃料,还有因气缸内燃油不能完全蒸发、雾化而形成大量液膜,液膜会冲刷气缸壁上的润滑油膜,加剧气缸磨损。在发动机整个寿命中,起动所引起的气缸磨损约占总磨损量的50%~70%,而冬季起动又占起动磨损量的60%~70%,所以要求起动发动机时应做到一次成功。

(4) 发动机起动后,升温过程最好采用怠速升温。对汽油车,小轿车起动后,根据环境温度快怠速装置投入工作,使发动机处在高速运转,加快发动机暖机,当温度达到预定值时,快怠速装置自动关闭,使发动机进入正常怠速运转。柴油机起动后,为加快暖机过程,以较高转速运转,稳定1~2min后,缓慢减速至正常怠速进行升温。切忌不能猛踩加速踏板、浪费燃油。

(5) 发动机水温达50℃以上起步。车辆起步水温低,燃油雾化不好,发动机不能正常工作,又由于润滑油黏度大,摩擦损失功率增加,会使油耗增加。发动机水温达50℃以上再起步行驶,汽车在低速运行一段距离,到发动机水温和各总成润滑油温度升高后再进入正常行驶。

汽车正常行驶时,水温在80~90℃最为适宜。要求驾驶员根据气温、风向、车速、道路情况,载货量等因素,及时调节百叶窗开度,保持发动机水温始终在最佳范围,可以做到节油。

(6) 保持发动机的比油耗 g_e (单位为 $g/kW \cdot h$) 最低值运转。因为发动机的比油耗开始随功率的增大而减小,到一定程度以后才随功率的增大而加大。发动机的比油耗随负荷的变化有一最佳经济点,大约在接近全负荷的75%位置。所以,为了节油,应尽量使发动机在这种负荷下工作,不要将油门踩到底,以利于节油。

(7) 行车时,保持经济车速运行。汽车的油耗还与克服行驶阻力所输出的功率有关:

当车速低时,克服阻力所需的功率较小,但发动机的负荷低,而比油耗上升,会使总的油耗增加;当车速高时,发动机的负荷高,而比油耗下降,但车速提高克服行驶阻力所需的功率较大,超过了发动机比油耗下降的作用,也会导致油耗增加。所以,车速较低和较高都会增加油耗,只有在中间某一速度时油耗最低,这个车速称为经济车速。汽车在每个挡位行驶时,都有一个对应的油耗最低车速,这就是不同挡位的经济车速。汽车保持经济车速行驶,可以节油。

(8) 在平坦道路上,加速滑行可节油。在平坦道路上,挂高挡加速行速,达到一定车速后脱挡,依靠惯性继续行驶,直到行驶阻力使车速下降到一定程度后,再挂挡加速,采用加速行驶和滑行交替进行的操作,就是加速滑行。在平坦路面上采用加速滑行具有明显的节油效果。

(9) 减速滑行可以节油。汽车在狭窄的道路上,或前方施工、车流、行人较多的交通频繁的区段行驶,可采用发动机不熄火减速滑行,即松开加速踏板,使发动机怠速运转,依靠惯性滑行行驶,逐渐降低车速。当车接近障碍时,车速已经降低,可以不踩制动或轻踩制动顺利通过。这样操作可以节油。

(10) 下坡挂挡滑行实现节油。柴油车在下坡时,抬起加速踏板,汽车在高速挡上挂挡滑行,使发动机在高转速下靠惯性下坡,这时调速器的供油齿杆由正常怠速供油位置向减小供油方向移动,可实现节油。如果坡度大于6%,可使用发动机排气制动或挂次高挡滑行,充分利用发动机阻力制动,并间歇制动控制车速,不仅能确保行车安全和节约燃油,还能减少制动器磨损。



第二节 柴油的使用

一、柴油品质的要求

1. 抗爆性好

柴油在柴油机燃烧室中燃烧分为四个时期,即滞燃期、速燃期、慢燃期和后燃期。滞燃期又叫做发火落后期,是指从喷油开始到混合气开始着火之间的一段时间。一般只有1~3ms。如果所用柴油的自燃点太高,会使滞燃期增长,一旦出现自燃,由于积累的燃料太多,燃烧极为迅速,会出现金属敲击声,并由于火焰燃烧速度太快会导致已燃气和未燃气的混合,使燃烧不完全而导致从排气管冒黑烟,这就是柴油的爆燃。柴油的十六烷值表示柴油抗爆性的指标,它是指与柴油自燃性相当的标准燃料中所含正十六烷的体积百分数。标准燃料是用正十六烷与2-甲基萘按不同体积百分数配成的混合物。其中正十六烷自燃性好,设定其十六烷值为100,2-甲基萘自燃性差,设定其十六烷值为0。也有以2,2,4,4,6,8,8-七甲基壬烷代替2-甲基萘,设定其十六烷值为15。例如,柴油的抗爆性与含50%正十六烷的标准燃料相同,该柴油的十六烷值就为50。十六烷值的测定是在实验室标准单缸柴油机上按规定条件进行测试的。十六烷值高的柴油容易起动,燃烧均匀,输出功率大;十六烷值低的柴油,其着火慢,工作不稳定,容易产生爆燃。

柴油的十六烷值不是越高越好。对十六烷值的设计要求取决于发动机的设计，主要是转数和负荷变化大小，以及起动和环境温度等因素。要保证柴油燃烧均匀和消耗燃料不大，在高速柴油机上使用的轻柴油，其十六烷值为 40~55 为宜；中、低速柴油机用的重柴油，十六烷值可降到 35 以下。当十六烷值高于 50 后，再继续提高对缩短滞燃期作用已不大；当十六烷值高于 65 时，会由于滞燃期过短，燃料未能与空气均匀混合即着火自燃，以致使燃烧不完全，部分烃类热分解而产生游离碳粒，随废气排出，造成发动机冒黑烟、油耗增大、功率下降。

2. 含硫量低

柴油中的含硫量对发动机的寿命影响至关重要。活性硫能直接腐蚀金属，而且不论活性硫化物或非活性硫化物，燃烧后生成的 SO_2 和 SO_3 遇到燃烧产生的水和水蒸气，在温度不高时会生成亚硫酸和硫酸，严重腐蚀发动机机件。当含有硫的废气进入气缸壁和曲轴箱时，会促使润滑油变质。燃气中的 SO_2 和 SO_3 还会使气缸中生成沉积物，这种沉积物同时兼有腐蚀和机械磨损双重破坏作用，它所引起的磨损比单纯机械磨损要严重许多。尾气排放含有硫的废气又会严重污染环境。对于车用柴油机，含硫量每增加 0.1%，颗粒物排放就增加 0.034g/(kW·h)。柴油中硫的质量分数由 0.3% 减少到 0.05% 时，颗粒物污染减少 9%。

3. 蒸发性好

用闪点来表示柴油蒸发性的好坏。闪点的测定是将柴油在一定条件下加热，柴油蒸气与周围空气形成的混合气，在接近火焰时开始发出闪火的温度。所以闪点是表示柴油蒸发性和安全性的指标。它的测定要用明火，所以与柴油的自燃点不同。闪点低的柴油，蒸发性好，柴油机易起动，但闪点过低则容易使柴油机工作粗暴。

为了控制柴油的蒸发性不至过强，国家标准中规定了各号柴油的闭口闪点，要求 -35 和 -50 号轻柴油的闪点不低于 45℃，-20 号轻柴油的闪点不低于 60℃，其余各牌号的柴油的闪点均要求不低于 65℃。

4. 雾化性能好

柴油经喷油器喷入气缸后，必须在短时间内迅速雾化成细雾状油滴，并很快蒸发成气体，与空气混合后，迅速燃烧，这样才能发出强劲的动力。柴油经喷油器喷出雾滴的大小称为柴油的雾化性能。

黏度是表示液体流动时内摩擦力的物性数据，它是表明柴油使用性能的重要指标。因为柴油是由高压油泵将它输入喷油器后，由喷油器将柴油喷入气缸的，所以柴油的黏度是影响喷油雾化的重要因素。黏度过大会使油泵泵油效率下降，减少供油量，同时喷油雾滴大、喷射角小、射程远，使油滴的有效蒸发面积减小，蒸发速度慢，从而使混合气不均匀，燃烧不完全，油耗增大。由于柴油喷入气缸后，雾滴大，油滴落在气缸壁和活塞头上，会导致不完全燃烧而形成积炭，也会使发动机功率下降，油耗增大。如果柴油黏度过小，柴油的雾化会好一些，但喷油的射程近而喷射角大，使喷入的柴油集中在喷油器附近，不可能与全部空气混合，这样会使混合气中空气不足，燃烧不完全，发动机功率下降、油耗增大，排气管冒黑烟。并且，柴油黏度过小，易从柱塞和套筒间隙中渗漏，使喷

入气缸的燃料减少,发动机的功率也下降。所以,柴油的黏度必须适中,保证在一定范围,使喷油泵正常工作。

5. 低温流动性好

柴油的低温流动性是用凝点来表示的。凝点是指柴油冷却到失去流动性时的最高温度,是柴油的重要指标之一。柴油在接近凝点时,会结蜡堵塞滤清器和油管,使供油产生不畅,以至于中断,柴油机无法工作。所以,凝点是决定在何种气温下选用的依据。选用柴油时一般要求凝点比最低的工作温度低 5°C 左右,以保证柴油有良好的低温流动性。但凝点越低,生产柴油时脱蜡的程序就越多,生产成本也就越高,所以只能生产不同凝点的柴油,供在不同温度条件下的柴油机使用。

6. 含芳香烃组分低的柴油

柴油中的芳香烃组分包括单环、双环及少量三环芳香烃。双环和三环芳香烃统称多环芳香烃,它是致癌物质。柴油中芳香烃含量增加时,排放污染物中 NO_x 、CO、炭烟和颗粒物(PM)都会增加。

芳香烃成分增加导致炭烟生成量增加的原因是:芳香烃在较高温度下不易发生环破裂,相反更容易发生缩聚,生成多环芳香烃的炭烟前体,造成更多的炭烟生成,所以必须加以控制。

我国中石化 2003 年已实施芳香烃含量为 25%,相当于世界燃油规范的 II 类标准。

二、正确选用柴油

1. 国产柴油的规格牌号

我国生产的柴油分轻柴油、车用柴油、重柴油、农用柴油和军用柴油。汽车柴油机使用的是轻柴油和车用柴油,柴油的牌号是按凝点分类的。

GB 252—2000《轻柴油》有 10、5、0、-10、-20、-35、-50 号 7 个品种,其中凝点分别不高于 10、5、0、-10、-20、-35、-50 $^{\circ}\text{C}$ 。

GB/T 19147—2003《车用柴油》有 10、5、0、-10、-20、-35、-50 号 7 个品种,其凝点分别不高于 10、5、0、-10、-20、-35、-50 $^{\circ}\text{C}$ 。

GB/T 19147—2003《车用柴油》与 GB 252—2000《轻柴油》的主要差别在于硫含量由不大于 0.2%降为不大于 0.05%。为防止硫含量下降带来柴油润滑性能下降,车用柴油又增加了柴油抗磨性能指标,要求 60 $^{\circ}\text{C}$ 的磨痕直径不大于 460 μm 。车用柴油已于 2003 年 10 月 1 日起开始执行,主要供应城市车辆使用。

2. 正确选用柴油

柴油的十六烷值表示燃烧性能,十六烷值越高,柴油的燃烧性能越好,其凝点也较高。凝点是柴油的重要指标,但凝点与柴油的低温使用性能没有直接的对应关系。所以,选用柴油要根据使用时的环境温度。气温低可选用凝点较低的轻柴油;反之,则选用凝点较高的轻柴油。凝点应低于当地气温 5°C 。

柴油汽车主要选用 0、-10、-20、-35 和 -50 号这 5 个牌号的柴油。温度在 4°C 以上时,选用 0 号柴油;温度在 $-5\sim-4^{\circ}\text{C}$ 时,选用 -10 号柴油;温度在 $-14\sim-5^{\circ}\text{C}$ 时,选

用-20号柴油；温度在 $-29\sim-14^{\circ}\text{C}$ 时；选用-35号柴油；温度在 $-44\sim-29^{\circ}\text{C}$ 时选用-50号柴油。0号轻柴油适于全国各地4~9月份使用，长江以南冬季亦可使用；-10号轻柴油适于长城以北地区冬季和长江以南地区严冬使用；-20号轻柴油适用于长城以北地区冬季和长城以南、黄河以北地区严冬使用；-35号轻柴油适用于东北和西北地区严冬季节使用。

在选用柴油时应注意到，如果使用温度低于选用的柴油标号，在发动机的燃油管里可能结蜡而堵塞燃油管路，影响发动机起动，甚至发动机工作不正常。所以，在实际使用中应选择凝点较低的柴油。

第三节 柴油机润滑油的使用

一、柴油机润滑油性能要求

1. 适宜的黏度和良好的黏温性

发动机润滑油的黏度与发动机的起动性、机件的磨损程度、燃油和润滑油的消耗量以及功率损失的大小有很大关系。若机油黏度过大，流动性变差，进入配合副摩擦面时间长，燃油消耗、机件磨损会加大，清洗及冷却性能差；若黏度过小，不能形成很好的油膜保证润滑，同时密封性差，磨损大，功率下降。为保证发动机正常工作所必须的润滑和密封，要求负荷小、温度低、转速高的发动机应选用黏度值小的润滑油。反之，应选用黏度大的润滑油。

发动机润滑油要求在 300°C 左右有足够的黏度保证润滑；而在 0°C 以下，甚至 -40°C 时要求有足够的流动性，用以保证发动机起动顺利。所以，要求润滑油黏温性好，一般要求单级油黏度指数在90~105，多级油黏度指数在120~180之间。

2. 清净分散性好

由燃烧室漏入曲轴箱中的未燃烧的燃料、有机酸、烟、水分、硫的氧化物、氮的氧化物会混入润滑油中。发动机高温运转中，润滑油本身也分解产生各种氧化物，这些氧化物与零件磨损产生的金属粉末混合后生成油泥。这些油泥会导致发动机滤清器和油孔被堵塞，活塞环槽结焦、活塞环黏着，使发动机油耗增大、功率下降。为防止这种故障，必须有效地清除油泥，这要求向润滑油中添加油溶性的清净分散添加剂。

3. 润滑性好

发动机主轴颈和连杆轴颈轴承都是滑动轴承，滑动轴承承受很大的负荷。例如主轴承要承受5~10MPa（汽油机）、10~20MPa（柴油机）的负荷，连杆轴承要承受7~14MPa（汽油机）、12~15MPa（柴油机），个别部件要承受90MPa负荷。所以要求润滑油在高压、高负荷下必须具有很好的润滑性。

4. 抗氧化安定性好

润滑油在高温下与氧结合，生成的氧化物会使润滑油很快变质，失去润滑性，这是加

剧发动机机件磨损、发生故障的主要原因。在润滑油中添加抗氧化剂,可避免氧化变质。润滑油在活塞与气缸壁表面形成油膜,如果氧化安定性不好就容易生成漆膜,造成活塞环粘连和拉缸事故。

5. 酸中和性好

发动机润滑油中的有害产物和窜气中的有机酸等对金属有很大的腐蚀作用。柴油中含有大量的硫化物,柴油燃烧后产生的酸性气体与水结合会生成硫酸或亚硫酸等酸性物质,这些酸性物质对发动机内部机件产生腐蚀。所以要求润滑油应具有很好的酸中和能力,以减少酸性物质对机件的腐蚀。

6. 抗泡沫性好

油在油底壳中,由曲轴旋转搅动和飞溅润滑,很容易使润滑油产生气泡,造成润滑性能下降,与此同时,也会使机油泵抽空,导致机油泵泵油故障。现在车用润滑油都加有各种添加剂,例如加入抗泡剂,会有效地抑制气泡的生成。

二、柴油机润滑油牌号与性能识别

1. 柴机油牌号识别

在机油桶上可以看到 API 及 SAE 两组字母。

(1) API 是美国石油协会简称,API 代表发动机油质量等级分类。当一种油品已标明质量等级,也就表明该油通过了哪些发动机台架试验。API 将机油分为汽机油和柴机油。

1) 汽机油以“S”系列代表,如果包装上只标有 APIS* (* 代表 A、B、C、D、E、F、G、H、J、K、L) 的是汽机油,从“SA”直到“SL”每递增一个字母,机油的性能会优于前一种,机油中会含有更多的保护发动机的添加剂,字母越靠后,质量等级越高。SH、SJ、SK、SL 几个等级之间的差距并不大,主要差别是含磷量的多少及对催化转化器的毒害程度,字母越靠后含磷量越少,毒害催化剂的程度也越轻微。

2) 柴机油以“C”系列代表,若包装上只标有 API C* (* 代表 A、B、C、D、E、F、G 或 H) 的是柴机油,字母越靠后,质量等级越高。

当“S”和“C”两个字母同时存在时,表明为汽柴通用型机油,如果包装上有 APIS* 或 C*/S*, 如 API SF/CD 或 CF-4/SG, 则表示该机油适用于柴油机和汽油机的两用机油。如果“S”在前则主要用于汽油机,若“C”在前则主要用于柴油机。

(2) SAE 是美国汽车工程师学会的简称,它规定了机油黏度等级,该分类将机油分为冬季用油和春秋与夏季用油。黏度从低到高有十一个黏度等级:0W、5W、10W、15W、20、25W、20、30、40、50、60。

2. 柴机油性能识别

柴机油黏度等级中的“W”为 Winter (冬天) 的缩写,其含义为“W”级发动机油,适用于冬季使用。其牌号是根据最大低温黏度、最低边界泵送温度以及 100℃ 的运动黏度范围划分的。例如 5W、10W、15W 发动机油其最低泵送温度分别为 -30℃、-25℃ 及 -20℃。号数越低,也表示其所适用的环境温度越低,低温流动性越好,对发动机低温启动的磨损保护也越好。

不带“W”的为春夏季用油，牌号仅根据 100℃时的运动黏度划分。号数越大，表示其高温时的黏度越大，适用的最高气温越高，对发动机高温下的保护也越好，这类产品低温性能差。

上述十一个级别的机油中，只符合一个黏度等级要求，称为“单级油”。如果黏度既符合“W”系列低温黏度级别要求，又符合非“W”系列 100℃运动黏度级别要求，则称为多级油。SAE 把多级油分为 12 个级别，即 5W/10、5W/20、5W/30、5W/40、5W/50、10W/20W、10W/30、10W/40、10W/50、20W/30、20W/40、20W/50。多级油能同时满足高温及低温环境要求，一年四季通用。

在机油桶外包装上若有“API SE/CC SAE 20W/40”符号，表示这是一种汽、柴通用机油，主要适用于汽油机，但柴油机也可使用，适用环境温度为 -15~45℃的“多级”润滑油。而“API CDSAE40”表示仅适用于柴油机，适用环境温度为 30℃以上的“单级”油。

三、选用柴机油

1. 质量等级的选用

柴机油质量等级的选用主要根据柴机油的热状况。因为柴油机热负荷和机械负荷高，机油结焦和氧化变质的倾向大，因此对机油的高温性能、抗氧化、抗磨性能要求高。柴油机的热负荷一般用活塞上部环区（活塞—环槽）温度，强化系数 K 及增压比 π_K 表示。

热负荷高的柴油机，它的活塞—环槽温度也越高，高温下机油容易老化变质和生成沉积物。活塞环槽在 250℃以上为高档，应选用 CD 以上机油；230~250℃为中档，可选用 CC 机油。

上述提到的强化系数 K 及增压比，由下式计算

$$k = P_e \times C_m \times Z \times 10$$

式中 P_e ——平均有效压力，MPa；

C_m ——平均活塞运动速度，m/s；

Z ——常数，四冲程 $Z=0.5$ ，二冲程 $Z=1.0$ 。

增压比 π_K 由下式计算

$$\pi_K = \frac{p_K}{p_0}$$

式中 p_K ——增压压力，MPa；

p_0 ——标准大气压，MPa。

可根据柴油机 K ， π_K 等工况条件，由表 1-1 确定柴机油的质量等级。

表 1-1 柴机油质量等级的选用

强化系数	增压比 π_K	活塞—环槽温度 (℃)	质量等级
<30	非增压	<230	CA
30~50	<1.4	230~250	CC
>50	1.4~2 或 2	>250	CD 或以上