



汽车维修技能修炼丛书

QICHE WEIXIU JINENG XIULIAN CONGSHU

进口柴油机维修技巧 与故障案例精解

母忠林◎主编

JINKOU CHAIYOUJI WEIXIU JIQIAO
YU GUZHANG ANLI JINGJIE



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

汽车维修技能修炼丛书

进口柴油机维修技巧与 故障案例精解

主 编 母忠林

副主编 邢根轩 程 华 强道前



机械工业出版社

本书系统地介绍了部分进口(如道依茨、康明斯、斯太尔等)柴油机的使用、维修、故障诊断技巧及经典故障案例分析,有针对性地提出了进口柴油机使用要求、现场应急处理等操作要领和相关参考建议。本书具有较强的针对性和实用性,可以作为柴油机维修初学者和操作人员了解柴油机使用维修知识的入门教材,也可作为相关人员操作使用、维修保养柴油机的指导性资料和相关院校柴油机专业师生的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

进口柴油机维修技巧与故障案例精解/母忠林主编

—北京:机械工业出版社,2010.11

(汽车维修技能修炼丛书)

ISBN 978-7-111-32050-0

I. ①进… II. ①母… III. ①汽车—柴油机—车辆修理
②汽车—柴油机—故障诊断 IV. ①U472.43

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第190104号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:连景岩 责任编辑:孙鹏 责任校对:纪敬

封面设计:鞠杨 责任印制:乔宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2011年1月第1版第1次印刷

184mm×260mm·21.25印张·524千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-32050-0

定价:53.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

柴油机的维修与保养，特别是进口柴油机的维修与保养，由于资料相对缺乏，给使用者和维修者造成了不少的麻烦。很多进口柴油机由于使用保养不到位而出现早期损坏，不仅没能发挥出进口柴油机性能上的优越性，而且成为拥有者的负担。

本书从使用者和维修者的角度出发，尽可能多地讲述进口柴油机(特别是单体泵喷油系统、电控高压共轨燃油喷射系统、PT 喷油系统、VE 分配泵喷油系统柴油机)的使用、维修、保养、故障诊断与排除方面的知识和经验总结，有针对性地为广大柴油机使用者和维修者提供尽可能多的进口柴油机的使用维修知识和故障案例分析，以达到帮助柴油机维修服务人员拓宽柴油机维修与故障诊断思路的目的。

本书可以作为柴油机行业维修服务人员、操作驾驶人员了解柴油机使用维修知识的入门教材，也可作为相关人员操作使用、维修保养柴油机的指导性资料和相关院校柴油机专业师生的参考资料。

本书由“中国柴油机服务网(<http://www.cndeser.com>)”高级工程师母忠林任主编，武汉铁路客运专线基础设施维修基地邢根轩、程华和中汽南方集团湖南江滨活塞分公司强道前等三人任副主编，参与本书编写的还有山西柴油机厂高级工程师冯净照、深圳市道依茨柴油机服务有限公司高级工程师许建利。

本书所涉及的相关柴油机的技术数据或参数，如有与制造厂家的相关数据或参数不符者，以制造厂家数据为准。书中若有不足之处，敬请读者批评指正。

编者

目 录

前言

第一章 进口柴油机使用与保养要求	1
第一节 道依茨柴油机的使用与保养要求.....	1
第二节 康明斯柴油机的使用与保养要求	21
第三节 斯太尔柴油机的使用与保养要求	36
第四节 依维柯柴油机的使用与保养要求	42
第五节 奔驰柴油机的使用与保养要求	47
第六节 柴油机使用与保养的基本原则	55
第二章 柴油机曲柄连杆机构的维修与故障分析	57
第一节 柴油机曲柄连杆机构的基本构造	57
第二节 柴油机机体组的维修要点	62
第三节 柴油机曲轴飞轮组的维修要点	67
第四节 柴油机活塞连杆组的维修要点	74
第五节 柴油机气缸盖的装配维修要点	77
第六节 曲柄连杆机构主要螺栓的拧紧力矩与要求	82
第七节 柴油机曲柄连杆机构的故障分析	87
第八节 柴油机曲柄连杆机构的故障案例	94
第三章 柴油机配气机构的维修与故障分析	100
第一节 柴油机配气机构的维修要点.....	101
第二节 配气机构气门座圈的维修方法.....	104
第三节 柴油机气门间隙的就车调整技巧与方法.....	108
第四节 柴油机配气机构的故障分析.....	115
第五节 柴油机配气机构的故障案例.....	118
第四章 柴油机润滑系统的维修与故障分析	121
第一节 柴油机润滑系统的基本结构及使用要点.....	121
第二节 柴油机机油的选用与更换要求.....	127
第三节 柴油机润滑系统零部件的维修要点.....	134
第四节 柴油机润滑系统的故障原因分析.....	139
第五节 柴油机润滑系统的故障案例.....	147
第五章 柴油机冷却系统的维修与故障分析	154
第一节 柴油机冷却系统的基本结构.....	154
第二节 水冷柴油机冷却系统的使用维修要点.....	156
第三节 冷却液的选用要求及注意事项.....	159
第四节 水冷柴油机冷却系统部件的维修要点.....	161



第五节	风冷柴油机冷却系统的维修要点	171
第六节	柴油机冷却系统的故障分析	175
第七节	柴油机冷却系统的故障案例	178
第六章	柴油机起动系统的维修与故障排除	182
第一节	柴油机起动系统的基本结构	182
第二节	柴油机起动系统的使用维修要点	188
第三节	柴油机起动系统主要部件的维修要点	191
第四节	柴油机起动系统的故障分析	192
第五节	柴油机起动系统的故障案例	197
第七章	柴油机废气涡轮增压系统的维修与故障分析	203
第一节	柴油机废气涡轮增压系统的基本结构	203
第二节	柴油机废气涡轮增压系统的综合使用要求	207
第三节	涡轮增压器的维修保养要点	209
第四节	废气再循环系统的结构与维修要点	213
第五节	柴油机废气涡轮增压系统的故障分析	217
第六节	柴油机废气涡轮增压系统的故障案例	220
第八章	柴油机燃油喷射系统的维修与故障分析	226
第一节	柴油机燃油喷射系统的基本概念	226
第二节	直列泵式燃油喷射系统的维修要点	230
第三节	单体泵式燃油喷射系统的维修要点	236
第四节	PT 泵式燃油喷射系统的维修要点	245
第五节	VE 分配泵式燃油喷射系统的维修要点	255
第六节	国Ⅲ 电控共轨燃油喷射系统的维修要点	265
第七节	柴油机燃油喷射系统的故障分析	272
第八节	柴油机燃油喷射系统的故障案例	282
第九章	柴油机运行异常故障的诊断技巧与思路	290
第一节	柴油机运行故障诊断的必备条件和技巧	290
第二节	柴油机起动困难故障的诊断技巧与思路	292
第三节	柴油机动力不足故障的诊断技巧与思路	299
第四节	柴油机排气冒黑烟故障的诊断技巧与思路	308
第五节	柴油机曲轴箱废气大故障的诊断技巧与思路	314
第六节	柴油机过热运行故障的诊断技巧与思路	316
第七节	柴油机油耗太高故障的诊断技巧与思路	321
第八节	电控共轨柴油机的故障诊断方法	324
第九节	柴油机运行异常的故障实例	328

第一章 进口柴油机使用与保养要求

进口柴油机的使用、保养与国产柴油机一样，是非常重要的。在某些方面，进口柴油机的使用与保养比国产柴油机更为重要。如果使用保养不到位，不仅不能发挥进口柴油机质量可靠的优点，而且可能更快地造成早期损坏。因此，掌握进口柴油机的使用与保养知识是非常重要的。本章将重点讨论进口柴油机的使用与保养问题，目的是能够充分地发挥进口柴油机的使用性能。

第一节 道依茨柴油机的使用与保养要求

道依茨柴油机(包括道依茨风冷柴油机和水冷柴油机)是世界上较为先进的柴油机，在国内有着广泛的应用。就车用、工程机械领域而言，该柴油机在特种车辆、铁路养护机械、挖掘装载机械等行业，用途广泛，深受用户的喜爱。由于道依茨柴油机的特殊性，很多使用者在使用过程中遇到了不少的麻烦。编者根据多年的实际使用经验，对道依茨柴油机的使用与保养提出下列建议，以供大家参考。

一、FL513 系列风冷柴油机的使用与保养

FL513 系列风冷柴油机由德国道依茨(Deutz)公司出产，该系列柴油机机型品种有 4 缸、5 缸、6 缸直列柴油机和 V 形 6 缸、8 缸、10 缸、12 缸非增压、增压和增压中冷机型。非增压机型气缸直径为 128mm，增压机型为 125mm，活塞行程为 130mm；功率范围为 64 ~ 386kW，转速为 1500 ~ 2300r/min。在国内主要用于特种车辆、铁路养护机械、工程机械等行业。

1. FL513 系列风冷柴油机的结构特点

(1) 标准化、系列化、通用化程度高 所有机型零部件的通用性很高，按种类达 67% 以上，按件数达 85% 左右。不论是 6 缸、8 缸还是 12 缸发动机，除了曲轴箱、曲轴、凸轮轴、油底壳、喷油泵和进排气管外，其他零部件都是通用的或者是基本通用的。

(2) 结构简单、维修方便 一缸一盖结构，便于处理拉缸、调整气门间隙，以及更换活塞、缸套和活塞环等维修服务。

(3) 使用寿命长、可靠性好、故障率低 由于采用风冷系统，大大减少了冷却系统的故障率，与水冷柴油机相比，故障率降低 34% 左右，如图 1-1 所示。使用寿命可达 10000h 以上。在铁路或工程机械上使用时，该系列柴油机属于降低功率使用，实际使用功率低于额定功率 10% 以上，进一步提高了该系列柴油机的使用寿命，并且大大降低了柴油机出现故障和损坏的可能性。

(4) 噪声小、排气污染低 该系列柴油机由于采用了许多先进的燃烧理论和降低噪声的技术，因此，在其噪声水平低于相同功率的水冷柴油机的同时，也显著地降低了柴油机的排放指标。该系列柴油机的低污染机型(FL513W)，具有很好的排放指标，特别适用于矿山井下和坑道内使用，深受使用单位的欢迎。

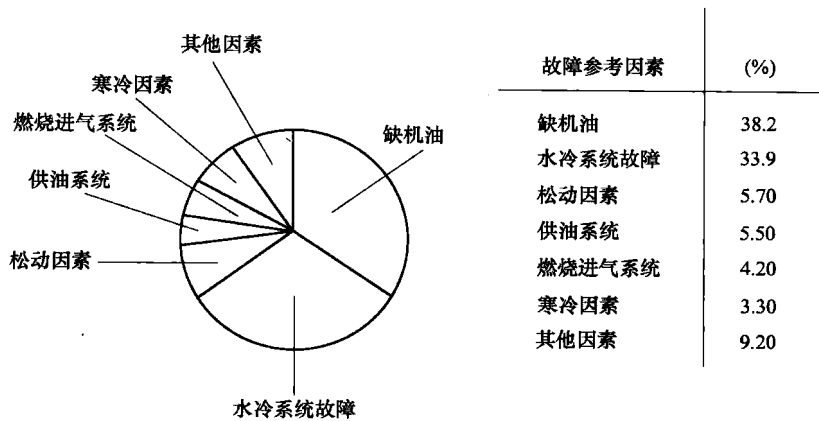


图 1-1 柴油机故障分类示意图

(5) 经济性能好 该系列柴油机，额定工况下的燃油消耗率为 $225\text{g/kW} \cdot \text{h}$ ，最低燃油消耗率为 $216\text{g/kW} \cdot \text{h}$ ，机油消耗量低于燃油消耗量的 1%。另一方面，由于其可靠的工作寿命和故障率低等特点，大大降低了柴油机在实际使用过程中的使用成本，从而进一步提高了柴油机的整体经济性能。

(6) 适应性好、动力性能好

- 1) 环境适应性强。可在 $-40 \sim 50^{\circ}\text{C}$ 的环境温度下正常使用。
- 2) 功率范围广($64 \sim 386\text{kW}$)，可满足多种用途。该系列柴油机广泛使用于载重汽车、工程机械、矿山机械、豪华客车和铁路养护机械。
- 3) 风冷柴油机的输出功率包括了风扇消耗的功率，其输出功率接近于柴油机的净输出功率，因此该柴油机具有良好的动力性能。

2. FL513 系列风冷柴油机气缸排列顺序

与国产柴油机气缸编号顺序不同，道依茨 FL513 系列风冷柴油机的气缸编号是从飞轮端开始的，也就是说，对于直列柴油机，飞轮端的气缸为第 1 缸，对于 V 形柴油机，飞轮端左侧气缸为第 1 缸，如图 1-2 所示，以此类推。

3. FL513 系列风冷柴油机的使用与保养要求

(1) 柴油机首次使用时的基本要求 新柴油机首次投入使用时，请注意以下几个方面：

- 1) 无论柴油机原来运行时间的长短，在正式投入使用之前，建议更换机油和机油滤芯。这是因为设备生产厂使用的试车机油的牌号不一定与用户使用的机油一致，为避免不同品牌机油的混用，所以，在新设备第一次投入使用前，应该将机油及机油滤芯（包括旁通机油滤芯或离心滤芯等）换掉。
- 2) 在起动柴油机之前，先用撬杠转动柴油机数圈，在确认柴油机无任何异常后再开始起动柴油机。

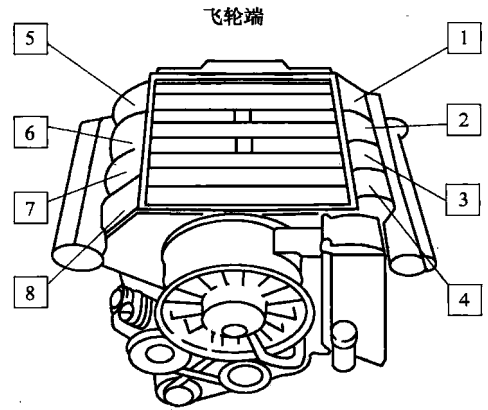


图 1-2 FL513 系列风冷柴油机气缸编号顺序示意图



3) 起动柴油机时, 不要一次起动成功, 应使起动机带动柴油机空转 2 ~ 3 次, 每次 5 ~ 6s, 再次确认柴油机无任何异常后再起动柴油机。

4) 柴油机起动后, 不要立即高速运转, 至少怠速 ($n = 700 \sim 800 \text{r/min}$) 运转 10min, 在此期间, 认真检查柴油机各部位的密封和紧固情况, 如有异常, 予以排除。

5) 柴油机正式投入施工作业后, 在磨合期内, 应严格按照使用说明书的要求, 对柴油机进行严格的保养和磨合运行。

6) 柴油机最初工作 20 ~ 30h 后, 需要进行下列保养工作:

① 认真检查并紧固排气管螺母和其他密封部位的紧固螺栓 (或螺母) 等, 避免新机使用后因热胀冷缩而引起的松动故障。

② 检查气门间隙。

③ 更换机油和机油滤芯。

④ 检查发电机等的驱动传动带的张紧度。

(2) 柴油机起动与停机的注意事项

1) 起动前的准备工作。当清洗柴油箱和更换柴油滤清器后, 或是柴油机新机或大修后的柴油机第一次使用时, 必须对燃油系统进行排气, 否则, 可能起动不了柴油机。拧开柴油精滤上的放气螺栓, 用手油泵泵柴油, 直至放气孔流出没有气泡的柴油为止。

2) 柴油机起动注意事项

① 分离工作装置, 确保柴油机无负荷起动。

② 将油门拉杆放置到全油门的 1/4 位置上。

③ 起动柴油机, 只要柴油机一旦起动, 立即松开起动开关。注意: 每次起动时, 起动机不能连续工作 10s 以上。连续 3 次不能起动时, 至少应停止 1min 的时间后再行起动。

④ 柴油机起动后, 至少预热 3min 后才能投入全负荷工作。冬季运行时, 起动后预热时间还应该适当长一些 (5min 以上)。

⑤ 起动后应注意观察机油压力。

3) 柴油机停机注意事项。柴油机不得从满负荷状态突然停机。正常情况下, 应该在去负荷后怠速运转 3 ~ 5min 后, 待柴油机温度降低后再停机。最好待机油温度低于 70℃, 缸盖温度低于 80℃ 后才停机; 特殊情况时也应该尽可能去负荷后再行停机。

如果柴油机在使用过程中 (全负荷工作状态下) 突然停机, 一定要设法立即转动柴油机曲轴, 避免柴油机运动部件由于余热回滞而产生拉缸、抱轴和烧瓦等故障。

(3) 柴油机冬季运行注意事项 柴油机冬季使用时, 必须注意以下几点:

1) 必须使用冬季机油。根据环境温度的不同, 选用不同牌号的冬季机油。具体可参照机油的选用要求或使用说明书的相关要求办理。

2) 使用冬季燃油。环境温度 -5℃ 以上时, 选用 -10 号柴油。-5 ~ -15℃ 时, 选用 -20 号柴油。-15 ~ -30℃ 时选用 -35 号柴油。环境温度低于 -30℃ 时, 选用 -50 号柴油。如果柴油选用不正确, 例如在 -5℃ 时, 使用 0 号柴油, 由于柴油析蜡可能堵塞滤芯而导致柴油机无法正常运转。因此, 必须选用与环境温度相适应的柴油。

3) 至少每月排出一次油箱中的沉淀物。

4) 在环境温度低于 -20℃ 以下时, 定期给飞轮齿圈涂抹耐寒油脂, 以保证起动良好。

5) 冬季起动柴油机时, 应特别注意:

① 冷起动的极限温度。温度太低时,要使用预热装置。

② 蓄电池的电量。电量一定要充足。

③ 火焰预热塞的使用。当环境温度在 -25°C 时,可以使用火焰预热塞预热起动柴油机。具体做法是:将起动开关放到预热位置,预热 60s,待黄色指示灯亮后再预热 20 ~ 30s,然后起动柴油机。如果一次没有起动成功,另行预热 1 ~ 3min 后,再次起动。每次起动时间不要超过 10s。

④ 当环境温度低于 -25°C 时,必须使用其他的方法对柴油机进行整体预热后才可以起动。

例如:采用燃烧加温装置产生的热风对柴油机内部进行预热循环或使用特殊加温装置预热油底壳内的机油等。

⑤ 冬季使用时,柴油机低温低速($n \leq 800\text{r/min}$)无负荷运转时间一般不得超过 30min。

⑥ 柴油机刚一起动时,一定要避免以最高空转转速运转。

(4) 柴油机夏季运行注意事项 夏季天气炎热,对于风冷柴油机来讲,运行环境变得相对恶劣。为保证风冷柴油机在夏季正常运行,应特别注意以下几点:

1) 柴油机全负荷连续工作时间不要超过 60min,如果作业限制必须连续长时间工作,则至少 60min 后降速($n = 800 \sim 900\text{r/min}$)冷却 3 ~ 5min,这样可以避免柴油机过热而造成非正常损坏。

2) 严格按照环境温度选择适合夏季使用的机油,经常检查机油的质量,如果机油出现发黑或变质等现象时,必须立即更换。

3) 经常检查风扇系统的运行状况,定期清洗风扇液力耦合器;确保风扇节温器或电控装置始终处于良好状态。

4) 经常清洗缸套、缸盖和机油散热器等冷却表面,防止因散热表面积尘太多而影响柴油机整机散热效率。

5) 不要在全负荷状态立即停机,停机前至少怠速($800 \sim 900\text{r/min}$)运转 3 ~ 5min,最好待机油温度低于 70°C ,缸盖温度低于 80°C 后才停机。

6) 如遇特殊情况柴油机在全负荷时突然停机,一定要采取措施防止“拉缸”或“抱轴”故障。

(5) 柴油机磨合运行的基本要求 FL513 系列风冷柴油机在出厂前经过台架试车检验,性能已达到出厂验收标准。但新的或经过大修后的柴油机在用户正式使用之前,还应该至少进行 50h 磨合运转或 2500km 磨合运行(经中、小修后的柴油机可适当地缩短磨合运转时间)。未经磨合运转的柴油机不得立即投入全负荷运行,否则不仅会引起零件摩擦表面的迅速磨损,还会造成零件损毁,并且将大大降低柴油机的经济性能、动力性能及使用寿命。因此,柴油机的磨合运行是非常重要的。道依茨 FL513 系列风冷柴油机的磨合参考运行规范见表 1-1 和表 1-2。

1) 在柴油机的磨合期内,要严格按照柴油机使用说明书的规定进行维护保养,定期更换机油,检查紧固螺母的锁紧状况,检查和排除漏油、漏气等现象。对柴油机的工作状况、有无异响、烟色有无异常、机油是否变质和短缺、各种仪表指示是否正常等都应仔细观察和注意,发现异常情况必须立刻排除。

2) 柴油机运转过程中常常会因为一些小的故障未能及时排除而酿成较大的机械损毁事



故。因此，必须随时观察和排除柴油机运行过程出现的任何问题，防患于未然。

表 1-1 车用柴油机 2500km 磨合运行规范

负 荷	转速(r/min)	运行里程(km)	负 荷	转速(r/min)	运行里程(km)
0 负荷	额定转速的 50%	0 ~ 250	50% 负荷	额定转速的 95%	500(1000 ~ 1500)
50% 负荷	额定转速的 50%	750(250 ~ 1000)	100% 负荷	额定转速的 100%	1000(1500 ~ 2500)

表 1-2 工程机械用柴油机 50h 磨合运转规范

负 荷	磨合运行工况	时 间	负 荷	磨合运行工况	时 间
无负荷 运转	额定转速的 40%~45%	5min	随机转 速运转	额定功率的 10%~20%	10h
	额定转速的 80%~85%	5min		额定功率的 40%~45%	10h
	额定转速的 100%	5min		额定功率的 70%~80%	15h
带机组空 负荷运转	额定转速的 40%~45%	15min		额定功率的 95%~100%	10h
	额定转速的 80%~85%	30min			
	额定转速的 100%	3h			

3) 柴油机的磨合运行很重要，如果磨合运行不到位，柴油机在今后的运行中，将不可避免地出现早期损坏、油耗高、动力不足、冒黑烟等严重故障。因此，柴油机的磨合运行是非常重要的，必须认真对待。

4. 柴油机定期检查的基本要求

(1) 定期检查简要说明 由于车辆及工程机械施工运行的特点，一般而言，平常使用中的保养工作相对不足，应该充分利用运行间歇对柴油机进行定期检查，至少每年对柴油机进行一次全面的维护保养。柴油机定期检查与保养，可以发现并排除柴油机存在的各类隐性故障，防范于未然，确保柴油机稳定可靠的运转。

柴油机定期保养，也可以称为预防性维护保养工作，它对延长柴油机的使用寿命是非常有利的，可以大大延长柴油机的使用期限和提高柴油机的使用效率。因此，柴油机的定期检查与保养，是一件既省时又省力、事半功倍的工作，应该长期坚持。FL513 系列风冷柴油机的定期保养内容见表 1-3。

表 1-3 FL513 系列风冷柴油机保养表

运行时间(h)	保 养 内 容	运行时间(h)	保 养 内 容
每天	① 检查机油油面	250	① 更换机油及机油滤芯
	② 检查各紧固件的紧固情况		② 张紧发电机等的驱动传动带
	③ 检查各密封处的密封情况	500	① 更换机油及机油滤芯
10	① 检查机油油面	1000	② 清洗风扇液力耦合器
	② 空气滤清器集尘器排尘		① 清洗燃油粗滤，更换燃油精滤芯
125	① 更换机油及机油滤芯	2000	② 检查调整气门间隙
	② 清洁气缸盖和气缸套等散热表面		① 清洁气缸盖和气缸套等散热表面
			② 检查并清洗曲轴箱呼吸器

(2) 柴油机外观的检查 全面检查柴油机外观，观察有无异常损坏和其他问题。用高压空气对柴油机缸套和缸盖散热片、机油散热器和液压油散热器风道进行清洁。有条件时，

也可用高压碱水进行清洗，但清洗完后，应立即起动柴油机运转若干分钟，使缸套等外表面的水蒸发，避免锈蚀。

(3) 喷油器的检查与更换 柴油机喷油器质量的优劣，直接影响柴油机的工作性能，由于喷油器长期处在高温高压的条件下工作，非常容易损坏，造成雾化不良、滴油等问题。如不及时更换，将使柴油机缸内积炭增多，可能出现活塞环卡死、活塞顶部烧蚀等严重的故障。所以，应该将全部喷油器拆卸下来，由专业人员进行调试，对雾化不良、滴油、阀针发卡的喷油器，一定要更换新的后才能使用。更换新的喷油器后，要检查喷油压力，对喷油压力偏高或偏低的喷油器，要进行喷油压力调整，以保证各缸喷油正时和良好的雾化性能。喷油器检查调整时应注意：

1) 喷油压力调整必须认真对待，同台柴油机喷油器的压力应保持一致，误差尽可能小一些。旧喷油器的喷油压力应该取标准值的上限。

2) 喷油压力调整垫一定要用钢质的垫圈，不得使用铜制的或铝制的调整垫圈。绝对不能使用易拉罐自制调整垫圈。

3) 不同机型的喷油嘴不能互换使用。除了喷油嘴外，喷油器体的其他零件，只要能够调出相应的喷油压力，原则上是可以互换使用的。

(4) 更换机油和“三滤” 无论柴油机机油、柴油滤芯、机油滤芯更换的时间长短，定期检查时都应该重新更换，并应该认真地清洗柴油机机油油道和柴油机油底壳，清洗风扇离心滤清器，清洁空气滤芯，清洗柴油箱和柴油管道。

(5) 气门间隙的检查与调整 无论柴油机每年运行的时间是否达到检查气门间隙要求的时间，都应该定期检查并调整气门间隙，这项工作至少每年进行一次。

气门间隙的检查调整，必须在冷机的状态下进行，即必须在柴油机工作停机冷却至少6h以后才能进行。在柴油机完全冷却的状态下，FL513系列风冷柴油机标准的气门间隙，进气门为0.2mm；排气门为0.3mm。这项工作应该由专业维修人员进行。

(6) 增压器检查与清洗 对于FL513系列风冷柴油机的增压机型，由于增压器长期处于高温高压的条件下工作，极易造成增压器工作故障。增压器常见故障主要有：叶轮转动不灵活、漏机油（机油漏到进气管和排气管）等。出现上述故障时，将出现柴油机功率不足、排气严重冒黑烟等现象。因此，至少每年对增压器进行一次保养。必要时，更换增压器浮动轴承、密封件或增压器总成。增压器的检修应该由专业人员进行。

(7) 喷油泵的检查与保养 喷油泵的检查和调整，应该由专业人员在喷油泵试验台上进行。在调校过程中，如发现柱塞、出油阀有漏油现象或表面有拉痕、磨损严重的，应予以更换。喷油泵各缸的供油量要均匀，误差要小于1%。不仅如此，还应特别注意：

1) 更换柱塞时，无论出油阀是否渗油，建议一同更换。

2) 如果柴油机长期停机后不能起动时，注意检查油门齿杆是否卡死。

3) 如果柴油机烟度、声音正常而动力不足时，注意检查输油泵和回油螺栓。

4) 当感觉到柴油机转速不稳定时，注意检查调速器是否有发卡现象或调速器内腔机油量是否符合要求。

(8) 柴油机上部漏油检查

1) 认真检查气门室体垫、进排气管垫、缸盖回油管、推杆护管等处的密封情况，酌情更换密封垫。



- 2) 认真检查喷油泵各处油管接头的密封性。
- 3) 认真检查火焰预热塞电磁阀的完好性和密封性。

(9) 风扇系统检查与维护

- 1) 检查风扇外观, 不得有动叶轮托底、掉块或静叶轮损坏等问题。
- 2) 检查风扇驱动橡胶辊、风扇轴弹性连接片, 酌情更换。
- 3) 清洗风扇液力耦合器。
- 4) 检查清洗排气节温器。
- 5) 注意观察检查风扇驱动齿轮(俗称:手榴弹齿轮)轴轴承和油封的完好性。
- 6) 注意观察和检查风扇传动箱的密封性和完好性。

(10) 相关紧固部位的检查 检查各紧固螺栓的紧固情况和各油管接头的密封情况。如有因振动而松脱或丢失螺钉、螺母的, 应予以紧固和补齐, 以避免造成更大的损坏。

新机或大修后第一次投入使用的柴油机, 在工作 10 ~ 20h 后, 建议再次拧紧排气管螺母和其他紧固件。

(11) 喷油泵联轴器的检查

1) 对于 FL413F 机型, 要认真检查喷油泵联轴器上的弹性连接片, 如有裂纹、变形或其他问题时, 一定要予以更换, 酌情更换联轴器总成。

2) 对于 FL513 系列机型, 虽然使用的是刚性联轴器, 但也需要对弹性连接钢片进行认真检查, 如有裂纹或损坏, 必须予以更换。

(12) 喷油提前角的检查 当认为有必要时, 如柴油机出现起动困难、排气冒黑烟等现象时, 应该检查喷油提前角并进行调整。

(13) 其他应该定期检查的项目

1) 有条件时, 应检查柴油机气缸压缩压力, FL513 系列风冷柴油机的气缸压缩压力应该在下列范围内: 增压机型为 2.2 ~ 3.0MPa; 非增压机型为 2.5 ~ 3.5MPa。

2) 检查空气压缩机, 必要时更换空气压缩机活塞环或空气压缩机总成。

3) 检查曲轴箱呼吸器, 清洁或更换呼吸器活塞和薄膜。

4) 检查和调整发电机传动带和外挂风扇传动带的张紧度, 更换已拉长和破损的传动带。

5) 认真检查柴油机气缸盖与液压油散热器之间的橡胶减振螺栓。如有损坏, 必须更换新的, 否则将导致柴油机振动加大。

以上预防性维护保养工作, 对柴油机的使用寿命是非常有利的, 它可以大大延长柴油机的使用期限和提高柴油机的使用效率。

5. 柴油机运行过程中的控制参数

由于 FL513 系列风冷柴油机采用风冷方式, 因此, 在使用过程中应特别注意观察机油温度、缸盖温度等参数, 使其始终在柴油机运行许可的范围内, 这对保证该系列柴油机正常工作是十分必要的。该系列柴油机运行控制参数见表 1-4。

表 1-4 FL513 系列风冷柴油机运行控制参数

参数名称	正常数值	许用数值
机油压力	0.36 ~ 0.48MPa	全负荷不低于 0.2MPa; 怠速不低于 0.1MPa
机油温度	90 ~ 105℃	短时不高于 115℃

(续)

参 数 名 称		正 常 数 值	许 用 数 值
缸盖温度		120 ~ 165℃	不高于 170℃
缸盖温度报警		高于 170℃	—
喷油压力/MPa	FL513	(23.5 ± 0.8)	[旧喷油器:(24.0 ± 0.8)]
	BFL513	(27.0 ± 0.8)	[旧喷油器:(27.5 ± 0.8)]
	FL413F	(17.5 ± 0.8)	[旧喷油器:(18.0 ± 0.8)]
气缸压缩压力/MPa		2.2 ~ 3.0(增压), 2.5 ~ 3.5(非增压)	
气门间隙/mm		进气门: 0.2; 排气门: 0.3	

如果柴油机在运行过程中,上述数值超过(或低于)许用值时,柴油机就应该降速停机并查找原因。在未查出故障原因之前,不要起动柴油机,更不能投入大负荷使用,否则可能造成意想不到的严重故障,这一点是非常重要的。

二、BFM1015 柴油机的使用与保养要求

BFM1015 水冷柴油机是德国道依茨公司生产的具有先进水平的增压(中冷)柴油机,该系列柴油机具有体积小、功率大、质量可靠等优点,被广泛用于重型车辆、特种车辆、工程机械和发电机组等领域,深受用户的好评。

1. BFM1015 柴油机结构简介

BFM1015 柴油机有 6 缸和 8 缸两种机型, BF6M1015 柴油机(6 缸)为单涡轮增压机型, BF8M1015 柴油机(8 缸)为双涡轮增压机型, 都有增压不中冷(BFM1015)和增压中冷(BFM1015C)两个品种, 另外根据需要还有强化机型(BFM1015CP), 功率可达 440kW 或更高。

该系列柴油机的气缸直径为 132mm, 活塞行程为 145mm; 功率范围为 187 ~ 440kW, 额定转速 2100r/min, 气缸排列为 V 形, 夹角 90°, 采用一缸一盖结构, 湿式气缸套, 便于更换和维修。BF6M1015 柴油机的外形结构如图 1-3 所示。

2. BFM1015 柴油机气缸编号顺序

与 FL513 系列风冷柴油机一样, BFM1015 柴油机的气缸编号顺序也是由飞轮端开始的(图 1-4), 面朝飞轮端时, 左侧为 A 列, 左侧第 1 缸为柴油机编号的第 1 缸(A1), 以此类推。右侧为 B 列。如果第 1 缸位置理解错误, 会给该柴油机的检查调整带来严重的后果。因此, 了解柴油机的基本概况是柴油机维修服务的关键。

3. 柴油机起动前的准备工作

新的 BFM1015 柴油机在第一次投入使用时, 应该注意下列几点:

(1) 为柴油机加注合格的机油 在柴油机使用前, 加注符合该柴油机使用要求的合格机油。机油的质量等级和粘度要求请参考该柴油机的使用说明书, 如果没有参考资料时, 建议选用 CF 级以上的重负荷柴油机机油。粘度要求按环境温度确定, 如果长年在南方地区或环境温度变化范围在 -10 ~ 35℃ 的地区使用时, 建议选用 15W/40。BFM1015 柴油机机油的参考加油量见表 1-5。

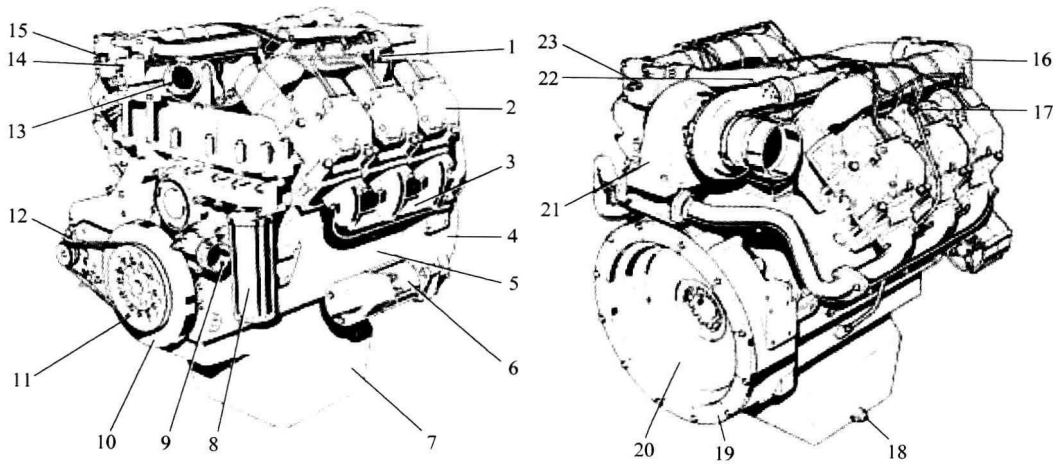


图 1-3 BF6M1015 柴油机外形示意图

1—机油加油口 2—气缸盖 3—排气歧管 4、20—飞轮 5—曲轴箱 6—起动机 7—油底壳
8—机油滤清器 9—柴油机进水口(来自散热器) 10—减振器 11—带轮 12—发电机
13—柴油机出水口(至散热器) 14—停机电磁铁 15、23—火焰预热塞 16—进气歧管
17—机油尺 18—放油螺塞 19—飞轮壳 21—增压器 22—高压油管

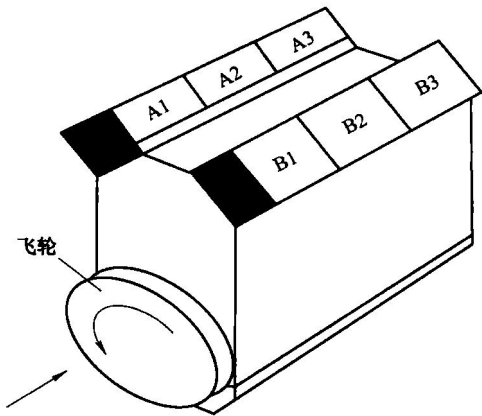


图 1-4 BFM1015 柴油机气缸编号顺序

表 1-5 BFM1015 柴油机机油的参考加油量

机 型	BF6M1015	BF8M1015
首次加注(不含机油滤芯)/L	34	45
首次加注(含机油滤芯)/L	36	47
首次加注(含分离安装机油滤芯)/L	38	50

(2) 油浴式空气滤清器内加注机油 如该柴油机安装的是油浴式空气滤清器，在使用前，在图 1-5 所示的油碗 1 中加入与柴油机相同标号的机油至箭头标记处。注意，一定不要加得太多，否则可能导致柴油机排气管出口滴机油。

(3) 加注冷却液

1) BFM1015 柴油机使用的冷却液必须符合表 1-6 中的规定值。

表 1-6 BFM1015 柴油机冷却液的质量要求

冷却液的质量	最小值	最大值	冷却液的质量	最小值	最大值
20℃ 的 pH 值	6.5	8.5	硫离子 (mg/dm ³)	—	100
氯离子 (mg/dm ³)	—	100	总硬度/°dGH	3	20

2) 冷却系统加注和排气。连接散热器和柴油机进水管 1 和出水管 2，如图 1-6 所示，然后加注冷却液，起动柴油机并运行至正常工作温度，即节温器打开(管 2 变热)，此时检查冷却系统中液位，如必要则补充加满。

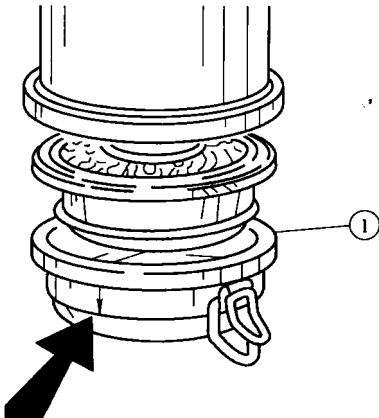


图 1-5 油浴式空气滤清器加注机油要求图

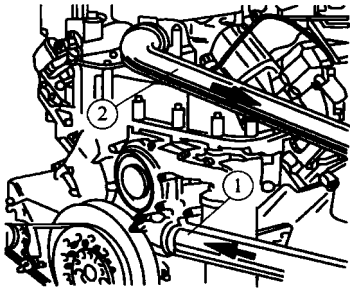


图 1-6 冷却液加注和冷却系统排气

3) 冷却系统保护液。如果有条件，可以向冷却系统中加入冷却系统保护液。冷却系统保护液提供防锈蚀、防穴蚀、防冻的高效保护作用，可以极大地延长柴油机冷却系统的使用寿命。冷却液中保护液的体积分数不应低于和超过表 1-7 所规定的极限。

表 1-7 冷却系统保护液的体积分数要求

冷却系统保护液	水	冷却系统保护液	水
最大体积分数 45%	55%	最小体积分数 35%	65%

4) 冷却液的配制要求。冷却液配制要求见表 1-8。

表 1-8 冷却液的配制要求及其相适应的环境温度

冷却液体积分数 (%)	环境温度 /℃	冷却系统的容积 /L	18	20	22	25	27	30	32	35
35	-22	保护液容积/L	6.30	7.00	7.70	8.75	9.50	10.5	11.2	12.3
40	-28	保护液容积/L	7.20	8.00	8.80	10.0	10.8	12.0	12.8	14.0
45	-35	保护液容积/L	8.10	9.00	9.90	11.3	12.2	13.5	14.4	15.8



4. 柴油机的起动、运转与停机

(1) 柴油机的起动 柴油机起动前,除了正确地添加机油、柴油和冷却液,检查各连接部位连接情况以及客户须知的检查外,还要重点进行以下准备:

- ① 检查蓄电池和蓄电池连接电缆。
- ② 带火焰预热塞起动时,不允许用任何其他的辅助起动方法(例如:起动液)。
- ③ 绝对不要在拆掉调速器的情况下起动柴油机。

1) 起动机的使用要求。起动机的通电时间一次不要超过 20s。如柴油机不能起动,等 1min 后再试。如果柴油机两次起动仍未成功,则需要检查原因,待查明原因并排除故障后再进行起动。

2) 起动柴油机的步骤:

- ① 分离离合器使驱动设备与柴油机脱开。
- ② 用手柄或脚踏板将油门手柄移至中速位置。
- ③ 插入钥匙,如图 1-7 所示,顺时针转动钥匙至 1 位,此时充电指示灯 1、油压指示灯 2 和预热指示灯 3 亮。继续顺时针转动钥匙至 2 位此时起动机开始工作。

④ 柴油机一着车立即松开钥匙,此时油压和充电指示灯灭(常温起动)。

⑤ 火焰预热塞系统工作如下(当温度低于 0℃ 时应当使用火焰预热塞预热,这可在温度较低但不需要起动辅助装置的温度下使起动容易):

插入钥匙,顺时针转动钥匙至 1 位,此时指示灯 1、2、3 亮,柴油机预热。直到预热指示灯 3 闪烁(最长 30s),此时柴油机起动准备就绪;继续顺时针方向转动钥匙至 2 位置,起动柴油机。一旦柴油机开始运转后立刻松开钥匙,此时指示灯熄灭,并平稳减速,使柴油机在中等负荷下运转,柴油机机油温度上来后再大负荷运转。

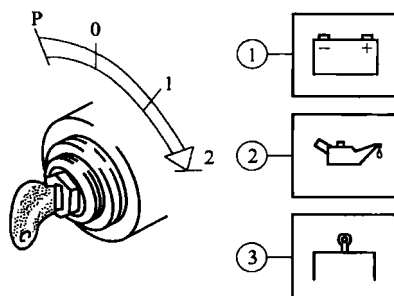


图 1-7 柴油机起动开关位置

(2) 柴油机的正常运转 柴油机运转过程中,应注意监视机油压力。柴油机起动后,机油压力应大于 0.1MPa,额定转速下不小于 0.3MPa。此时,充电指示灯和油压指示灯应熄灭,冷却液温度表的指针应在绿区。如有异常,应停机进行检查。运转过程中,避免猛踩油门和突然加减速,避免从满负荷突然停机,同时应避免柴油机长期在低温状态下工作,例如长期的怠速运转,会使柴油机早期磨损。

柴油机在正常工作时,会耗掉部分机油,需及时进行添加,但禁止采用只添加机油而不定期更换机油的方法。工作中时刻注意机油压力和冷却液温度是否正常。结束工作长时间露天存放时,要注意防止雨水进入油箱和排气管以及进气管等,以免引起故障。

提示:保证空气滤清器、机油滤清器和柴油滤清器工作可靠,加注符合要求的机油和冷却液,使用正确牌号的柴油,是保证柴油机可靠工作的关键。

(3) 柴油机停机要求 柴油机不得从满负荷工况突然停机,卸载后应经短时间空转使温度平稳后再停机。此时,充电指示灯和油压指示灯又亮,将起动钥匙反时针转动并拔出,充电指示灯和油压指示灯应熄灭。

(4) 新柴油机的磨合要求 新出厂的柴油机和经过大修后的柴油机,在投入正常使用