

汽修入门书系

柴油机 维修



快

速

入

门

60

天

一天一个专项

60天维修技能全掌握

一点一滴积累

2个月菜鸟轻松变高手

主 编◎赵国富

副主编◎赵阳 柏松



汽修入门书系

柴油机 维修



快

速

入

门

60

天

主 编◎赵国富
副主编◎赵阳 柏松



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书前四章介绍了柴油机基础知识、零部件检测及维修、柴油机保养和装配等；第五章到第十二章对各类型机械喷射柴油机、电控柴油机的结构和检修方法进行了阐述；第十三章和第十四章为柴油机新技术方面内容，包括柴油机后处理系统及 CAN 通信系统检修。

本书为汽车维修人员学习之用，也可供职业院校汽车检修相关专业师生、企业技术培训人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

柴油机维修快速入门 60 天/赵国富主编. —北京: 机械工业出版社, 2015. 4

ISBN 978-7-111-49591-8

I. ①柴… II. ①赵… III. ①柴油机—维修 IV. ①TK428

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 047431 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: 杜凡如 责任编辑: 杜凡如

责任校对: 张 力 封面设计: 鞠 杨 责任印制: 乔 宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2015 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 15.75 印张 · 387 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-49591-8

定价: 45.00 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

服务咨询热线: 010-88361066

机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: 010-68326294

机工官博: weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网: www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网: www.cmpedu.com

前 言

柴油机以其优良的性能，在工业、汽车、船舶、农用机械、工程机械等领域得到了广泛的应用。柴油机燃油系统种类繁多，可分为机械泵（转子分配泵、直列泵）、泵喷嘴、单体泵、电控机械泵（电控转子分配泵、电控直列泵）、电控泵喷嘴、电控单体泵、共轨燃油系统等类型。为帮助初学者掌握不同类型柴油机的结构特点以及检修技能，我们编写了本书。

机械喷射柴油机，为完成喷油量、喷油时刻的精确控制，燃油系统结构很复杂，性能进一步优化受到了限制。

电控柴油机的推出，是柴油机技术发展的里程碑。电控燃油喷射使得燃油喷射控制更精确，燃烧条件进一步得到改善，排放可达到更高的法规标准要求。多数电控柴油机都是由相应的机械喷射柴油机演变而来的，如单体泵演变为电控单体泵，泵喷嘴演变为电控泵喷嘴，转子泵演变为电控转子泵等。唯有共轨柴油机完全不见机械喷射系统的影子，它与汽油机缸内直喷系统有几分相似，但喷射压力要比汽油机高得多。

读者通过阅读本书，能够了解不同类型柴油机间差异，把握典型机型的检修要点。共轨柴油机技术先进、性能优异，代表了柴油机未来发展的方向，为此，本书重点阐述了共轨柴油机的结构及检测维修方法。

在本书后半部分，对柴油机后处理及 CAN 通信等新技术进行了介绍。

本书由赵国富主编，赵阳、柏松任副主编。参编人员有孙长勇、马果卫、曹国栋、蔡志涛。

本书编写中得到了山东华宇工学院的支持与帮助，谨在此表示感谢！

由于水平有限，不妥之处在所难免，希望广大读者提出宝贵意见。

编 者

目 录

前言

第一章 柴油机维修应知应会	1
第 1 天 柴油机的应用领域	1
第 2 天 柴油机的分类	3
第 3 天 柴油机的维修工具	5
第 4 天 柴油机的工作原理	10
第 5 天 柴油燃料	13
第二章 柴油机的基本测量	16
第 6 天 气缸测量	16
第 7 天 曲轴轴颈与轴瓦间隙测量	19
第 8 天 气缸压力测量	24
第三章 柴油机机件加工修理	27
第 9 天 气缸镗磨	27
第 10 天 气门铰削与研磨	30
第四章 柴油机的保养	34
第 11 天 柴油机保养规范	34
第 12 天 柴油机油料及选用	39
第五章 柴油机装配必知必会	44
第 13 天 曲轴飞轮组装配必知必会	44
第 14 天 活塞连杆组装配必知必会	50
第 15 天 气缸套、气缸盖装配必知必会	54
第 16 天 气门间隙调整必知必会	56
第 17 天 齿轮室装配必知必会	63
第六章 柴油机各系统检测	68
第 18 天 润滑系统的检测	68
第 19 天 冷却系统的检测	72
第 20 天 进、排气系统检测	78
第七章 柴油机机械故障诊断入门	83
第 21 天 柴油机动力不足故障诊断入门	83

第 22 天	柴油机高温故障诊断入门	86
第 23 天	柴油机不着火、起动困难故障诊断入门	89
第 24 天	柴油机润滑系统故障诊断入门	93
第 25 天	柴油机进、排气系统故障诊断入门	96
第 26 天	柴油机异响故障诊断入门	99
第 27 天	柴油机起动系统故障诊断入门	104
第 28 天	柴油机游车故障诊断入门	110
第 29 天	柴油机飞车故障诊断入门	116
第 30 天	柴油机怠速不稳故障诊断入门	118
第 31 天	潍柴 WEVB 排气制动系统故障诊断入门	121
第八章 柴油机电控系统故障诊断入门		126
第 32 天	柴油机电控系统概述	126
第 33 天	转速传感器故障与检测要点	129
第 34 天	温度传感器故障与检测要点	134
第 35 天	压力传感器故障与检测要点	140
第 36 天	加速踏板故障与检测要点	144
第 37 天	电控风扇系统故障诊断入门	148
第 38 天	巡航系统故障诊断入门	151
第 39 天	康明斯皆可博发动机制动系统故障诊断入门	154
第九章 共轨柴油机燃油系统故障诊断入门		160
第 40 天	高压共轨燃油系统概述	160
第 41 天	共轨柴油机燃油系统保养与检测	164
第 42 天	轨压传感器故障诊断入门	168
第 43 天	油量计量单元故障诊断入门	170
第 44 天	轨压异常故障诊断入门	173
第 45 天	喷油器、喷油泵的结构与拆装	175
第十章 电控泵喷嘴柴油机检修入门		180
第 46 天	电控泵喷嘴柴油机概述	180
第 47 天	电控泵喷嘴柴油机燃油系统检修入门	186
第 48 天	电控泵喷嘴柴油机装配要点	189
第十一章 电控分配泵柴油机检修入门		198
第 49 天	电控分配泵柴油机概述	198
第 50 天	电控分配泵柴油机电控系统	203
第 51 天	电控分配泵系统检修入门	207
第十二章 电控单体泵柴油机检修入门		211
第 52 天	电控单体泵柴油机概述	211
第 53 天	电控单体泵柴油机电控系统	214
第 54 天	电控单体泵系统检修入门	217

第十三章 柴油机排放控制与后处理系统检修入门	220
第 55 天 柴油机排放控制与后处理技术概述	220
第 56 天 气助式 SCR 系统检修入门	225
第 57 天 非气助式 SCR 系统检修入门	230
第 58 天 EGR 系统检修入门	234
第十四章 柴油机多路通信系统检修入门	238
第 59 天 多路通信技术概述	238
第 60 天 多路通信系统检修入门	242
参考文献	246

第一章

柴油机维修应知应会

第1天 柴油机的应用领域

学习目标

1. 了解柴油机的应用领域
2. 掌握不同应用类型柴油机的基本特点

柴油机的应用领域广泛，主要包括以下几个方面。

一、专用设备

如小型发电机（图 1-1）、榨油机等用的柴油机，这类柴油机多以固定转速运转，因此发动机在该速度上进行特定的最优化。柴油机的调速器能够根据负荷调整喷油量。这类柴油机，机械式控制燃油喷射系统仍在使

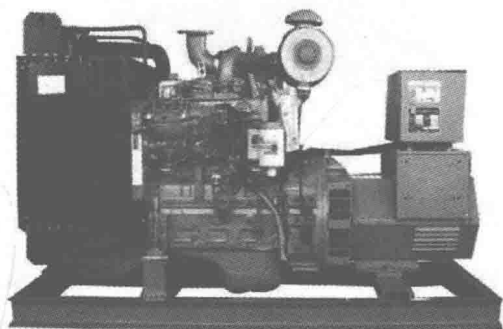


图 1-1 小型柴油发电机

二、汽车和轻型商用车

新型电控燃油喷射系统的应用，使得柴油机动力输出和转矩特性实现了质的飞跃。这使柴油机进入了中、高档轿车（图 1-2）市场。轿车使用高速柴油机，转速可达 5000r/min 以上。现在所有新型柴油机都采用直喷式设计，多装有涡轮增压器，与汽油机相比能够提供更好的转矩特性。

三、重型货车

对于重型货车（图 1-3）和商用车，柴油机的油耗经济性和动力性都明显优于汽油机。

因此在这一领域柴油机处于一统天下的地位。发动机转速通常在 3500r/min 以下。为控制排放，SCR、EGR 等排放控制技术得到普遍应用。



图 1-2 帕萨特 TDI 轿车



图 1-3 福田戴姆勒 GTL 重卡

四、农机和工程机械

在农机和工程机械领域（图 1-4），柴油机应用最为广泛。应用在工程和农业机械上的柴油机采用机械控制的燃油喷射系统的比率较高。由于风冷发动机具有耐久、简单化等特点，所在农业、工业和建筑上都有应用。

五、铁路机车

稳定的使用工况，大功率、大转矩的使用需求，使得柴油机在铁路机车（图 1-5）上大展身手，其功率范围涵盖了从大型货车到中等轮船的功率水平。



图 1-4 装载机



图 1-5 铁路机车

六、船用发动机

由于使用条件的特殊性，决定了船用柴油机（图 1-6）的多样化。例如，高速游艇要求柴油机有非常好的动力性能，多采用中速柴油机。而在其他一些大型轮船，为了获取最佳的经济性，较多使用两冲程低速柴油机，最低转速小于 300r/min，热效率明显高于高速柴油机，而且可以使用低廉的重柴油。



图 1-6 轮船



你学会了吗?

1. 柴油机的应用有哪些?
2. 车用柴油机有哪些特点?

第2天 柴油机的分类



学习目标

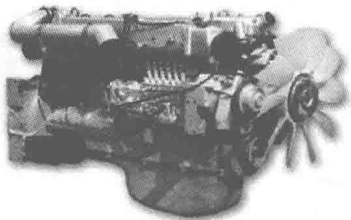
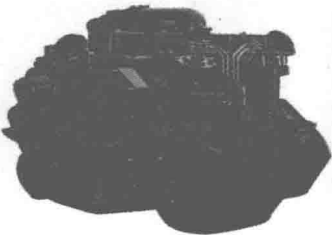
1. 了解机械喷射柴油机的类型及特点
2. 了解电控柴油机的主要类型及特点

柴油机的燃油喷射系统类型繁多,结构各异。机械喷射柴油机主要有直列泵、转子分配泵、泵喷嘴、单体泵几个类型。机械喷射柴油机设有调速器,用于发动机负荷变化时,油量的调节。一些发动机设有喷油提前调节装置,根据发动机的转速来调整喷油提前角。

机械喷射柴油机的燃油喷射系统日趋复杂,但性能进一步提高变得越来越困难。电控柴油机的出现突破了柴油机技术的发展瓶颈,喷油量控制、喷油时刻控制更加精准,柴油机的动力性和经济性都明显优于机械喷射柴油机。

柴油机的主要类别见表 1-1。

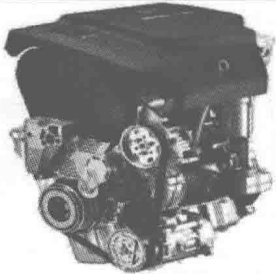
表 1-1 柴油机的主要类别

	类型	图例	特点
1. 机械喷射柴油机	直列泵柴油机		高压油泵可细分为 P 型、A 型、B 型等多种。油泵体积较大,结构相对复杂。柱塞数量与气缸数量相同。此类柴油机技术普及,应用广泛。除轿车之外,几乎无处不用
	转子分配泵柴油机		高压油泵结构紧凑、体积小。单柱塞负责为多缸供油。柱塞同时完成旋转和轴向往复运动。应用不及直列泵普遍

(续)

	类型	图例	特点
1. 机械喷射柴油机	泵喷嘴柴油机		油泵和油嘴二合一。每个喷油器兼有油泵和喷嘴两项功能。在电控柴油机推出之前，泵喷嘴柴油机以它的优异性能独树一帜。结构相对复杂，维修困难，决定了其应用范围较小
	单体泵柴油机		应用较少。一汽道依茨 BF6M1013 柴油机就为这一类型
2. 电控柴油机	共轨柴油机		应用最为广泛的电控柴油机。喷油压力、喷油量和喷油时刻均实现了计算机精确控制；对燃料要求较高、维修方便是其主要特点
	电控泵喷嘴柴油机		电控泵喷嘴柴油机结构复杂，维修难度较高；乘用车和商用车均有采用，但应用范围较小。大众宝来 TDI 发动机、西安康明斯 ISM 系列柴油机就为此类
	电控单体泵柴油机		玉柴 6L 电控单体泵柴油机、帕金斯单体泵柴油机为这种类型

(续)

	类型	图例	特点
2. 电控柴油机	电控转子分配泵柴油机		由机械转子泵柴油机演变而来，不是电控柴油机的 主流，在乘用车和轻型车上有少量应用。捷达柴 油先锋轿车配备的 SDI 发动机即为此类



你学会了吗?

1. 机械喷射柴油机有哪些类型?
2. 电控柴油机有哪些类型?
3. 与机械喷射柴油机相比，电控燃油喷射柴油机有哪些优势?

第3天 柴油机的维修工具

学习目标

1. 了解通用维修工具的类型及用途
2. 掌握柴油机专用维修工具用途

一、通用工具

通用工具包括各类扳手、锤子、螺钉旋具和各类钳子等。通用工具见表 1-2。


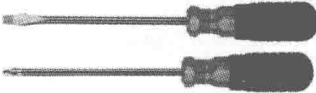

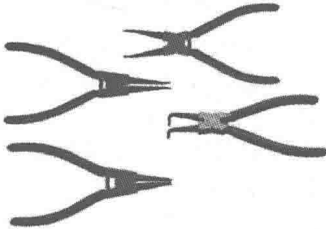
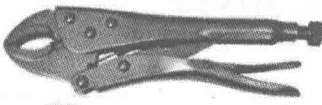
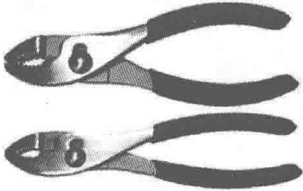
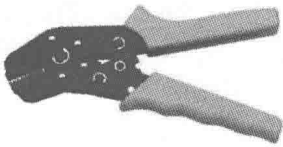
表 1-2 通用维修工具

序号	名称	图片	用途与用法
1	套筒扳手		<p>用于批量螺栓拆装，手工作业效率高于其他扳手；缸盖螺栓、连杆螺栓、飞轮螺栓等关键部位螺栓只能用套筒扳手拆装。套筒扳手配合扭力扳手能够准确掌握螺栓扭紧力矩</p> <p>套筒扳手一般称为套筒，它是由多个带六角孔或十二角孔的套筒配有手柄、接杆等多种附件组成的，特别适用于拧转空间狭窄或凹陷很深处的螺栓和螺母。套筒有米制和英制之分，套筒虽然内凹形状一样，但外径、长短等是针对相应设备的形状和尺寸设计的，国家没有统一规定，所以套筒的设计相对来说比较灵活，符合大众的需要。套筒扳手一般都附有一套各种规格的套筒头以及摇把、接杆、万向接头、旋具接头、弯头手柄等。套筒扳手的套筒头是一个凹六角形的圆筒；内六角、内六角套筒应用较少</p>

(续)

序号	名称	图片	用途与用法
2	呆扳手		<p>呆扳手又称开口扳手, 主要分为双头呆扳手和单头呆扳手。它的作用广泛</p> <p>双头呆扳手有以下多种规格 (以 mm 为单位): 4 × 5, 5.5 × 7, 8 × 10, 9 × 11, 12 × 14, 13 × 15, 14 × 17, 17 × 19, 19 × 22, 22 × 24, 30 × 32</p>
3	梅花扳手		<p>与呆扳手相似, 梅花扳手也有多种规格供选择</p> <p>在使用梅花扳手时, 左手推住梅花扳手与螺栓连接处, 保持梅花扳手与螺栓完全配合, 防止滑脱; 右手握住梅花扳手另一端施力。梅花扳手可将螺栓、螺母的头部全部围住, 因此不会损坏螺栓角, 可以施加较大力矩</p>
4	两用扳手		<p>两用扳手的一端为呆扳手, 另一端为梅花扳手, 而且两端尺寸规格相同</p>
5	内六角扳手		<p>内六角扳手为成 L 形的六角棒状扳手, 专用于内六角螺钉拆装</p> <p>内六角扳手也可做成套筒, 配合套筒工具使用</p>
6	棘轮扳手		<p>棘轮扳手一般配合组合套筒使用。活动扳柄可以方便地调整扳手使用角度</p> <p>棘轮扳手上的换向拨钮, 用于拆、装转换, 拆卸、装配拨钮处于不同位置。这种扳手所能承受力矩有限, 不得代用扭力扳手、施加过大扭矩</p>
7	T形扳手		<p>T形扳手是一种定型套筒, 用于扭矩较小的螺栓拆卸</p>
8	活扳手		<p>能够拆、装多种规格尺寸的螺栓。由于开口有一定活动量, 因此不要施加过大扭矩, 不然会使螺栓头受损</p> <p>作业效率不高, 因此相同规格、批量螺栓拆装, 一般不采用</p>

(续)

序号	名称	图片	用途与用法
9	扭力扳手		扭力扳手,也叫力矩扳手或扭矩扳子。在紧固螺栓、螺母时能够控制施加的力矩大小,以保证螺纹紧固力矩标准,不至于因力矩过大被破坏。发动机一些关键部位的螺栓一定要用扭力扳手来操作。扭紧螺栓前,首先设定好一个需要的扭矩值上限,当施加的扭矩达到设定值时,扳手会发出“咔嚓”声响
10	螺钉旋具		螺钉旋具俗称螺丝刀、起子等。按其头部形状可分为一字形和十字形两种。使用旋具时,需将旋具头部放至螺钉槽口中,并用力推压螺钉,平稳旋转旋具,特别要注意用力均匀,以免磨毛槽口
11	克丝钳		常用的一种手工工具,钳柄上包有绝缘保护套,主要用来剪断导线或金属丝
12	尖嘴钳		钳柄上套有绝缘套管。是一种常用的钳形工具。用来剪切线径较细的单股与多股线,它是电工常用工具之一
13	卡簧钳		卡簧钳是一种用来安装内卡簧和外卡簧的专用工具,外形上像尖嘴钳,钳头有内直、外直、内弯、外弯几种形式,不仅可以用于安装卡簧,也可用于拆卸。卡簧钳分为外卡簧钳和内卡簧钳两大类,分别用来拆装轴外用卡簧和孔内用卡簧
14	大力钳		大力钳主要用于夹持零件进行铆接、焊接、磨削等加工,其特点是钳口可以锁紧并产生很大的夹紧力,使被夹紧零件不会松脱,而且钳口有很多档调节位置,供夹紧不同厚度零件使用。有时也可作扳手使用
15	鲤鱼钳		因外形酷似鲤鱼而得名,其特点是钳口的开口宽度有两档调节。主要用于夹持圆形零件,也可代替扳手拆装小螺母和小螺栓,钳口后部刃口可用于切断金属丝
16	压接钳		导线压接钳是一种用冷压的方法来连接铜、铝导线的五金工具

(续)

序号	名称	图片	用途与用法
17	台虎钳		台虎钳, 又称虎钳, 是用来夹持工件的通用夹具。装在工作台上, 用以夹持零部件、完成拆卸或装配
18	锤子		装配常用工具, 严禁用锤头直接锤击零件
19	胶锤		装配常用工具, 橡胶锤头锤击零件, 能够避免零件损坏
20	游标卡尺		游标卡尺, 是一种测量长度、内外径、深度的量具。游标卡尺由主尺和附在主尺上能滑动的游标(副尺)两部分构成。主尺一般以 mm 为单位, 而游标上则有 10、20 或 50 个分格, 根据分格的不同, 游标卡尺可分为十分度游标卡尺、二十分度游标卡尺、五十分度分格游标卡尺等。分度越高测量精度越高
21	深度卡尺		仅用于测量深度的量具, 读数方法与游标卡尺相同
22	塞尺		塞尺俗称厚薄规, 是用于检验间隙的测量器具, 如检查调整气门间隙就要使用塞尺。米制塞尺以 mm 为单位, 英制塞尺以 in 为单位
23	万用表		万用表是电气测量最常用的工具, 可测量电压、电流和电阻等。万用表按显示方式分为指针万用表和数字万用表。维修电控发动机只能使用数字万用表, 这是因为数字万用表内阻高, 测试时不会对电路造成影响、导致测试不准确

二、专用工具

常用专用工具见表 1-3。

表 1-3 专用维修工具

序号	名称	图片	用途
1	缸套顶拔器		用于气缸套的拆装
2	内径百分表		用于气缸测量、曲轴轴瓦测量等
3	外径千分尺		用于曲轴、凸轮轴等轴颈的测量；也用于内径量表的校对。外径千分尺有 0 ~ 25mm、25 ~ 50mm、50 ~ 75mm、75 ~ 100mm、100 ~ 125mm、125 ~ 150mm 等多个规格
4	气缸压力表		用于气缸压力测量。使用时拆下喷油器，将缸压表装在喷油器孔中
5	磁性表座		安装千分表后，可以检测曲轴和凸轮轴的轴向间隙、湿式气缸套的高度等
6	气门铰刀		用于气门座圈的铰削加工。一般 45° 铰刀用于加工工作面，75° 和 15° 铰刀用于加工上口和下口

(续)

序号	名称	图片	用途
7	折射仪		用于检测电解液、防冻液和尿素水溶液等的密度
8	红外线测温仪		用于发动机冷却系统等温度的检测



你学会了吗?

1. 进行拆卸、装配时,同规格螺栓较多,而且装配扭矩要求严格(如缸盖螺栓),应使用何种工具?
2. 测量曲轴轴颈,应使用何种工具?
3. 测量曲轴轴向间隙,应使用何种工具?
4. 测量曲轴径向间隙,应使用何种工具?

第4天 柴油机的工作原理

学习目标

1. 了解柴油机主要结构组成
2. 掌握柴油机基本工作原理

一、柴油机的基本结构

柴油机是一种燃油和空气在气缸内部混合的压燃式发动机。由于空气在燃烧室内被高强度地压缩,这就产生了高温,当柴油喷入气缸时,可以实现自燃。柴油机是一种内燃机,具有较高的效率,较低燃油消耗和排放;还具有平稳加速的运行特性。柴油机更适于加装涡轮增压器,这不仅可以提高发动机的输出功率和效率,而且还可减少废气排放和燃烧噪声。

柴油机可分为两冲程柴油机和四冲程柴油机。用于汽车上的柴油机通常是四冲程柴油机。柴油机有一个或多个气缸,燃油混合气的燃烧产生的高压驱动每个气缸的活塞做往复