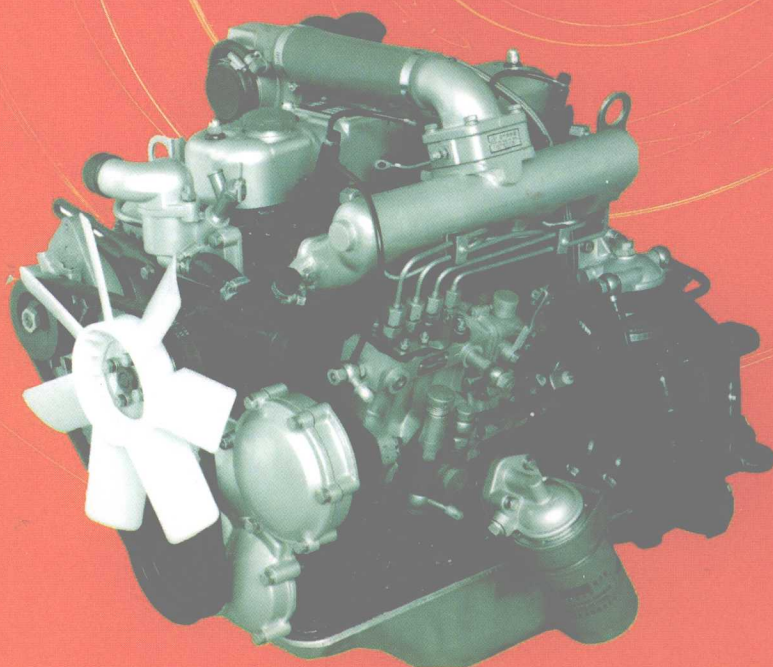


柴油机喷油泵喷油器

(第二版)

维修与调试

简晓春 杜仕武 主 编



人民交通出版社
China Communications Press

Chaiyouji Penyoubeng Penyouqi Weixiu yu Tiaoshi

柴油机喷油泵喷油器维修与调试

(第二版)

简晓春 杜仕武 主编

主编：— 2 版，— 北京：人民交通出版社，2011.8

ISBN 978-7-114-09090-2

I. ① 柴… II. ① 简… ② 杜… III. ① 柴油… IV. ① TK453.8

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第081393号

各：柴油… 简晓春、杜仕武

简晓春、杜仕武

李：李

人民交通出版社

址：(100011) 北京市朝阳门大街14号

址：http://www.cctpress.com.cn

社：(010) 29252969, 29252973

社：人民交通出版社发行部

社：各地新华书店

社：北京交通印务有限公司

本：787×1092 1/16

张：22.75

字：270千

次：2011年8月第1版

次：2011年8月第1次

号：ISBN 978-7-114-09090-2

册：0001-3000册

价：46.00元



227655

广西工学院鹿山学院图书馆



d227655

人民交通出版社

内 容 提 要

本书是2004年版的修订版。全书以介绍车用柴油机为主,全面、详细地介绍了现代柴油机喷油泵喷油器维修与调试的基础知识,主要介绍了日益普及的A系列、P系列直列柱塞泵调速器总成、VE分配泵和PT供油系的结构、工作原理和维修调试知识,最后还汇集了大量的常见喷油泵调速器总成的维修与调试参数。

本书实用性强,可作为柴油机喷油泵和喷油器维修人员及调试工的教材或工作手册,同时适合于柴油机汽车驾驶员、管理人员以及相关专业的工程技术人员和大中专院校师生使用。

图书在版编目(CIP)数据

柴油机喷油泵喷油器维修与调试 / 简晓春, 杜仕武

主编. —2版. —北京:人民交通出版社, 2011.8

ISBN 978-7-114-09090-5

I. ①柴… II. ①简… ②杜… III. ①柴油机—喷油泵—维修②柴油机—喷油器—维修 IV. ①TK423.8

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第081363号

书 名: 柴油机喷油泵喷油器维修与调试(第二版)

著 作 者: 简晓春 杜仕武

责任编辑: 智景安 李 娜

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010) 59757969, 59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京交通印务实业公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 22.75

字 数: 570千

版 次: 2011年8月第1版

印 次: 2011年8月第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-09090-5

印 数: 0001-3000册

定 价: 46.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前 言

柴油机是广泛应用于汽车、工程机械、农业机械、发电机组等移动和固定设备的动力装置。随着国外柴油机技术的引进和国内柴油机技术的发展,一些过时的喷油系统已逐渐被淘汰,新的喷油技术和装置正逐渐被广泛使用。为了满足柴油机维修人员及时了解和掌握不同柴油机喷油系统的使用和维修调试方法的需要,我们对2004年版《现代柴油机喷油泵喷油器维修与调试》进行了修订。新版淘汰了国产系列泵,充实了VE分配泵等现在使用较多的喷油系统实例和维修调试参数。由于电控燃油系统特别是高压共轨系统使用越来越多,2004年版的这部分内容已不能满足读者需要,为此,这次修订时将其全部取掉。新版在编排体系上也作了较大改动,将直列柱塞喷油泵、VE分配泵、PT燃油泵的构造与工作原理作为构造基础集中进行介绍,直列柱塞喷油泵维修调试中具有共性的部分作为维修调试基础独立成章,其余各章主要介绍维修调试方法与规范,以便读者根据需要查找。

本书共分为八章,其中:第一章为概述;第二章介绍直列柱塞喷油泵、VE分配泵、PT燃油泵的构造与工作原理;第三章叙述直列柱塞泵总成的维修与调试基础;第四章介绍常见直列柱塞喷油泵调速器总成的维修与调试方法;第五章叙述VE分配泵的维修与调试方法;第六章叙述喷油器的维修与调试;第七章介绍PT燃油泵和喷油器维修与调试;第八章为国内外柴油机喷油系统主要零部件的编号规则,同时汇集了各种柴油机喷油泵喷油器维修调试参数。本书语言通俗易懂、图文并茂、实用性强,具有初中及以上文化程度的柴油机维修人员、喷油泵维修与调试工和柴油车驾驶员即可读懂。

本书由简晓春、杜仕武主编,参加编写的有:简晓春(第一、二章,第五章部分内容,第八章部分内容)、斯海林(第三章)、杜仕武(第四、六章,第八章部分内容)、向精权(第五章部分内容)、陈作明(第七章部分内容)、张军(第七章部分内容)。

本书编写时,参考引用了包括厂家维修调试手册在内的大量文献资料,在此谨向这些文献的作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,疏漏谬误之处在所难免,欢迎广大读者批评指正。

编 者
2011年4月

目 录

第一章 概述	1
一、柴油机的发展与应用	1
二、柴油机燃油供给系统的分类及其要求	1
三、泵—管—嘴燃油供给系统的组成及其作用	3
第二章 喷油泵总成的构造及工作原理	4
第一节 直列柱塞喷油泵总成的构造及工作原理	4
一、直列柱塞喷油泵的构造及工作原理	4
二、调速器的构造及工作原理	8
三、直列柱塞喷油泵总成附属装置	16
第二节 VE 分配泵的构造及工作原理	25
一、VE 分配泵供油系统的组成	25
二、VE 分配泵的结构及工作原理	26
第三节 PT 燃油泵的构造及工作原理	40
一、PT 泵供油系的基本组成及工作原理	41
二、PT 燃油泵的构造	42
第三章 直列柱塞喷油泵总成的维修与调试基础	51
第一节 喷油泵试验台的基础知识	51
一、喷油泵试验台的基本组成及功用	51
二、变速驱动装置	52
三、喷油量测量装置	54
四、喷油时刻测量装置	55
五、转速测量装置	56
六、供油系统	56
七、喷油泵试验台的使用与维护	58
第二节 直列柱塞喷油泵总成的维修基础	60
一、喷油泵的维修基础	60
二、调速器的检修基础	74
三、喷油泵总成附属装置的维修与调试基础	74
第三节 喷油泵总成调试基本知识	79
一、基本术语和常用计算公式	79
二、调试的作用、要求与试验条件	81
三、调试的内容及方法	83
第四节 喷油泵总成的使用维护与故障排除	90
一、喷油泵调速器总成的使用和维护	90
二、喷油泵调速器总成的故障与排除	91
三、喷油泵调速器总成调校中的故障与排除	92

第四章 常见直列柱塞喷油泵调速器总成的维修与调试	96
第一节 A 型泵配各种调速器总成的维修与调试	96
一、A 型泵配 RAD 调速器总成的维修与调试	96
二、A 型泵配 RSV 调速器总成的维修与调试	106
三、AD 泵配 RFD 全速两速调速器总成的维修与调试	109
第二节 P 型泵配 RQ 调速器总成的维修与调试	112
一、P 型泵的构造与维修	112
二、RQ 型调速器的构造与维修	117
三、P 型泵配 RQ 调速器总成的调试	122
第三节 K 系列喷油泵及其调速系统的维修与调校	124
一、K 系列喷油泵及其调速系统的构造与工作原理	124
二、K 系列喷油泵及其调速系统的维修与调试	126
第四节 MZ/MN 调速器及 RBD 调速器的维修与调试	128
一、MZ/MN 气动式调速器的结构和工作原理	128
二、RBD 型气动-机械复合式调速器结构和工作原理	129
三、MZ/MN 调速器及 RBD 调速器的维修	130
四、MZ/MN 调速器及 RBD 调速器的调试	132
第五章 VE 分配泵的维修与调试	135
第一节 VE 分配泵的分解、检修与装配	135
一、VE 分配泵的分解	135
二、VE 分配泵零件的检查与装配	141
第二节 VE 分配泵的试验检查与调试	149
一、自然吸气柴油机用 VE 分配泵的调整	149
二、增压柴油机用 VE 分配泵(带增压补偿装置)的调整	154
第三节 五十铃 VE 分配泵的分解、检修与装配	157
一、五十铃 VE 泵的分解	157
二、五十铃 VE 泵的检测与维修	161
三、五十铃 VE 泵的装配	163
第四节 VE 分配泵的常见故障及其排除	167
一、发动机起动困难	167
二、发动机功率不足或转速不稳定	167
三、发动机冒烟	167
四、发动机突然停机	167
第六章 喷油器的维修与调试	169
第一节 喷油器的结构与工作原理	169
第二节 喷油器的维修	171
一、喷油器的分解与清洗	171
二、喷油器零件的检修	172
三、喷油器的装配	175
第三节 喷油器的调试	175

一、针阀偶件密封性的检验	176
二、喷油压力的检验与调整	176
三、喷雾质量的检验	176
第四节 喷油器的故障与排除	177
第七章 PT 燃油泵和喷油器的维修与调试	178
第一节 PT 泵的维修与调试	178
一、PT 燃油泵维修与调试工具	178
二、PT 泵的分解、检修与装配	179
三、PT 喷油泵在试验台上的试验与调整	182
四、PT 喷油泵在发动机上的试验与调整	193
五、PT 喷油泵的故障诊断与排除	201
第二节 PT 喷油器的组成与工作原理	205
一、PT 喷油器的燃油计量原理	205
二、PT 喷油器的结构及工作原理	206
第三节 PT 喷油器的维修与调试	208
一、PT 喷油器维修专用工具	208
二、在汽缸盖上拆装 PT 喷油器	208
三、PT-D 型喷油器的分解	210
四、PT-D 型喷油器的清洗	211
五、PT-D 型喷油器零部件的检验	211
六、PT-D 型喷油器的装配	214
七、PT 喷油器在试验台上的调试与维修	215
八、PT 喷油器的故障诊断与排除	222
第八章 常见柴油机供油系统的零部件代号与型号的含义及调试参数	225
第一节 喷油泵和喷油器零部件代号与型号的含义	225
一、国产零部件的代号与型号的含义	225
二、德国 BOSCH 公司产品	228
三、日本柴油机机器公司和电装公司产品	231
第二节 常见喷油泵调速器总成的维修与调试参数	237
一、常见国产汽车及工程机械柴油机用直列柱塞式喷油泵调速器总成及 喷油器调试参数	237
二、常见进口汽车柴油机用直列柱塞式喷油泵调速器总成及喷油器调试参数	243
三、常用直列喷油泵调速器总成的调试参数	256
四、常用喷油器总成调试参数	308
五、PT 燃油泵和喷油器的调试数据	310
六、VE 型分配式喷油泵调试参数	312
七、五十铃 VE 泵校准数据	340
八、柴油机供油提前角调整参数	353
九、常用汽车柴油机输油泵调试参数	355
参考文献	356

第一章 概述

一、柴油机的发展与应用

柴油机以其热效率高、功率大、结构紧凑、寿命长、运行维护简便等优点著称于世。100 多年以来,柴油机的巨大生命力经久不衰。现代柴油机更是成为当今用量最大、用途最广的热能机械。

1892 年,在法国出生的德裔狄塞尔博士获得压缩点火压缩机的技术专利,1897 年研制成功可供实用的第一台压缩点火的“狄塞尔”内燃机,即柴油机。由于它明显地提高了热效率而引起人们的重视。起初,柴油机用空气喷射燃料,附属装置庞大笨重,只能用于固定作业。20 世纪初,柴油机开始用于船舶,1905 年制成第一台船用二冲程柴油机。1922 年,德国的博士发明机械喷射装置,并逐渐替代了空气喷射装置。20 世纪 20 年代后期出现了高速柴油机,并开始用于汽车。到了 20 世纪 50 年代,一些结构性能更加完善的新型系列化、通用化的柴油机发展起来,从此,柴油机进入了专业化大量生产阶段。特别是在采用了废气涡轮增压技术以后,柴油机已成为现代动力机械中最重要的部分。

柴油机可按不同特征进行分类:按转速不同,可分为高速、中速和低速柴油机;按燃烧室形式不同,可分为直接喷射式、涡流室式和预燃室式柴油机等;按汽缸进气方式不同,可分为增压和非增压柴油机;按气体压力作用方式不同,可分为单作用式、双作用式和对置活塞式柴油机等;按用途不同,可分为车用柴油机、船用柴油机、机车柴油机等。此外,柴油机还广泛应用于各种工程机械、农用动力、发电机组等。

100 多年来,柴油机的热效率提高了近 80%,比功率提高几十倍,空气利用率达 90%。当今柴油机的技术水平主要表现在优良的燃烧系统、采用 4 气门技术、超高压喷射、增压和增压中冷、可控废气再循环和氧化催化器、降低噪声的双弹簧喷油器、全电子发动机管理等方面。并集中体现在以采用电控共轨式燃油喷射系统为特征的新一代柴油机上。

二、柴油机燃油供给系统的分类及其要求

柴油机燃油供给系统是柴油机的一个非常重要的系统,也是柴油机使用与维修的一个重点部位,其技术状况的好坏不仅直接影响着柴油机的动力性、经济性及使用的可靠性,而且对环境也有着极其重要的影响。同时,在使用过程中,燃油供给系的故障在柴油机故障中占很大的比例。

1. 柴油机燃油供给系统的分类

如图 1-1 所示,现代柴油机燃油供给系统可分为凸轮驱动型系统和液压(或电/液)驱动型系统两大类。

(1) 凸轮驱动型系统。凸轮驱动型系统又可进一步分为传统的喷油泵—高压油管—喷油器(简称泵—管—嘴系统)形式和喷油压力在插入汽缸盖中的泵—喷油器总成中产生、没有高压油管的泵喷嘴形式。而传统的泵—管—嘴形式中还可再分成直列式柱塞泵(简称直列泵,

也称合成泵)、单体泵和分配泵(径向柱塞式或轴向柱塞式)。

(2) 液压(或电/液)驱动型系统。液压(或电/液)驱动型系统也就是共轨式系统,可分为无液压放大的高压(蓄压)共轨系统和有液压放大的增压共轨系统。不同的燃油喷射系统的特性比较见表 1-1。

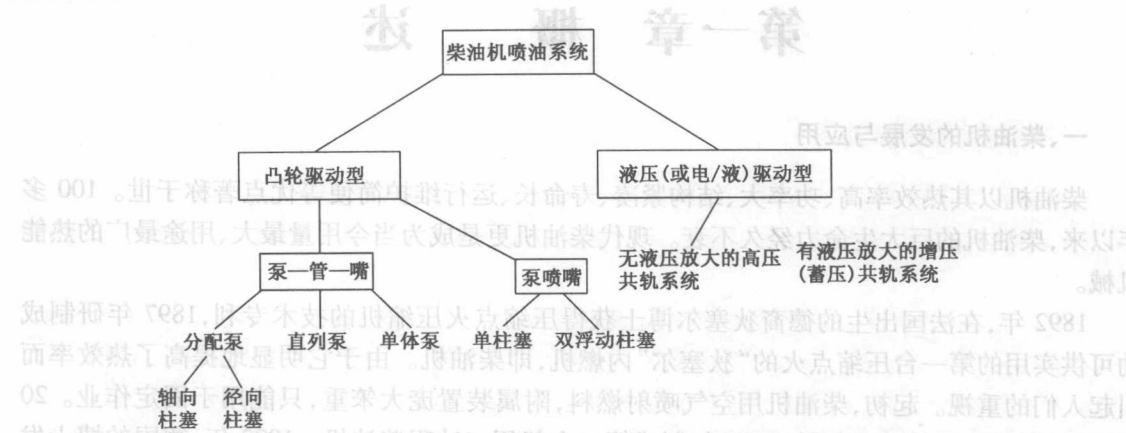


图 1-1 现代汽车柴油机燃油喷射系统分类

现代汽车柴油机喷射系统特性比较 表 1-1

驱动方式	凸轮轴驱动				液压(或电/液)驱动	
系统形式	泵—管—嘴			泵喷嘴	无液压放大的高压共轨系统	有液压放大的增压(蓄压)共轨系统
	直列泵	分配泵	单体泵			
应用的柴油机级别	中—重载	轻—中载	轻—重载	轻—重载	轻—重载	轻—重载
现有最大喷射压力(MPa)	145	140	180	180	140	150
潜在最大喷射压力(MPa)	160	150	220	220	180	180
喷射压力特性						

2. 柴油机对燃油供给系统的要求

燃油供给系统应按柴油机的工作需要,将适量的燃油在适当的时刻内,以适当的空间状态喷入燃烧室,以保证混合气的形成及燃烧过程能在最有利的条件下进行,从而使柴油机获得良好的经济性、动力性、稳定性及排污、噪声等指标。

供油系统应满足下列条件:

- (1) 应正确地供给与柴油机负荷相适应的油量,并保持各缸供油量的均匀性。
- (2) 应能自动改变喷油定时,以适应柴油机转速或负荷变化的需要。
- (3) 当柴油机转速和负荷变化时,供油系统应有足够的响应速度,提供所要求的供油量。
- (4) 喷雾特性应与燃烧室有良好配合,应使柴油机能获得最佳的燃烧过程。
- (5) 可靠耐用,结构简单,制造容易,维修方便。

三、泵—管—嘴燃油供给系统的组成及其作用

泵—管—嘴燃油供给系的典型布置如图 1-2 所示,主要由燃油箱、输油泵、喷油泵、柴油滤清器、溢流阀、调速器、喷油器、供油提前角自动调节器以及高、低压油管等部件组成。其中输油泵、喷油泵、调速器、供油提前角自动调节器往往组成一个整体,俗称“喷油泵总成”或“高压油泵”。

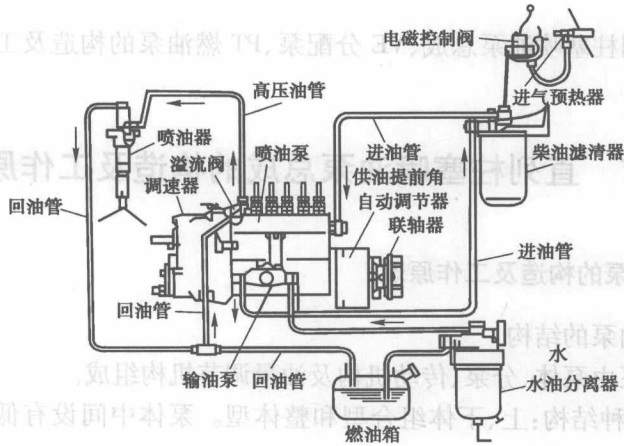


图 1-2 泵—管—嘴燃料供给系示意图

在柴油机驱动下,输油泵从燃油箱内吸进燃油,并以 147 ~ 245kPa 的压力,经燃油滤清器过滤后送到喷油泵。该燃油在喷油泵内被加压后,经高压油管至各缸喷油器,向各个汽缸进行精确的喷射,过量的燃油经回油管返回低压油路。

喷油泵总成是柴油机的燃油供给系中很重要的总成部件,常被称为柴油机的心脏。柴油机燃油供给的计量、正时、加压、雾化、分配、控制开始喷射和停止喷射等都是由它们完成的,它们是经过精密加工和装配、调试后才装机使用的。因此,在柴油机的使用中,需要严格按技术规范对这些部件进行精心维修与调校。

喷油泵的结构形式很多。车用柴油机的喷油泵按作用原理不同大体可分为 3 类:柱塞式喷油泵、喷油泵—喷油器和转子分配泵。目前我国在用车的柴油机喷油泵主要有 A、B、P、Z 型直列柱塞泵,另外还有相当部分的引进车型和进口车装用的国外产 PE-A、PE-P 柱塞泵、转子分配泵和 VE 分配泵。

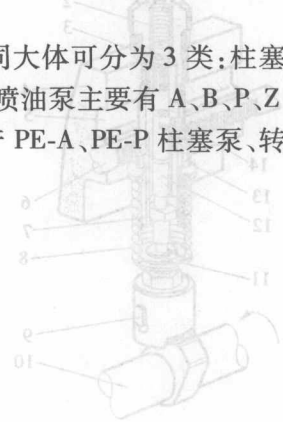
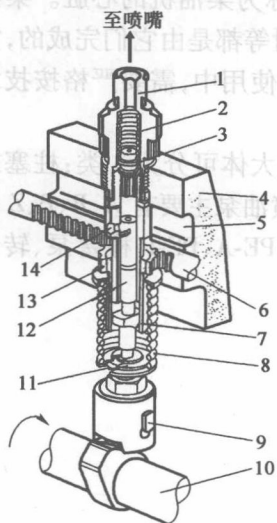


图 1-3 柱塞式喷油泵结构示意图

[illegible]

柱塞式喷油泵泵油原理如图 2-3 所示,柱塞 1 的圆柱面上有直线型(或螺旋型)斜槽 3,斜槽内腔和柱塞上面的泵腔用孔连通。柱塞套 2 上有两个油孔 4 和 8,都与喷油泵泵体上的低



1-出油阀接头;2-出油阀弹簧;3-出油阀偶件;4-喷油泵体;5-低压腔;6-齿杆;7-油量控制套筒;8-柱塞弹簧;9-挺柱体部件;10-凸轮轴;11-弹簧座;12-柱塞偶件;13-调节齿圈;14-进回油孔

压油腔相通。如图 2-3a) 所示,当柱塞下行到两个油孔 4 和 8 与柱塞上面的泵腔相通时,由输油泵经滤清器输送到喷油泵的低压油腔里的燃油经油孔 4 和 8 被吸入并充满泵腔。当柱塞自下止点上移的过程中,起初有一部分剩余柴油从泵腔被挤回低压油腔,直到柱塞上部的圆柱面将两个油孔 4 和 8 都完全封闭时为止。此后,柱塞继续上升,如图 2-3b) 所示。柱塞上部的燃油压力顿时增高到足以克服出油阀弹簧 7 的作用力,出油阀 6 即开始上升。当出油阀上的圆柱形环带离开出油阀座 5 时,高压柴油便自泵腔通过高压油管而向喷油器供油,当柱塞再上移到如图 2-3c) 所示的位置时,斜槽 3 同油孔 8 开始接通,也就是泵腔与低压油腔接通,于是泵腔内的柴油便开始经柱塞中的孔道、斜槽和油孔 8 流向低压油腔。这时,泵腔中油压迅速下降,出油阀在弹簧压力作用下立即复位,喷油泵停止供油,此后柱塞仍继续上行,直到上止点为止,但不再泵油。

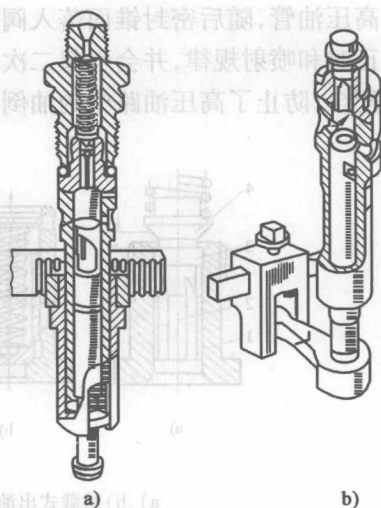


图 2-2 喷油泵供油量调节机构

a) 齿杆式机构; b) 拨叉式机构

由上述泵油过程可知,由驱动凸轮轮廓曲线的最大矢径决定的柱塞行程 h ,即柱塞的上、下止点间的距离(图 2-3e)是一定的,但并非在整个柱塞上移行程 h 内都在泵油。喷油泵只是在从柱塞完全封闭油孔 4 和 8 之后到柱塞斜槽 3 和油孔 8 开始接通之前的这一段柱塞行程 h_g (图 2-3e)内才进行对外供油。所以, h_g 称为柱塞有效行程。显然,喷油泵每次泵出的油量取决于 h_g 的大小。因此,欲使喷油泵能随发动机工况不同而改变供油量,只需改变 h_g 的大小, h_g 的改变常靠改变柱塞斜槽与柱塞套油孔 8 的相对角位置来实现。将柱塞按图 2-3e) 中箭头所示的方向转动一个角度, h_g 增大,使供油量增加;反之, h_g 减小,供油量便减少。当柱塞转到图 2-3d) 所示位置时,柱塞根本不可能完全封闭油孔 8,因而 h_g 为零,喷油泵处于不泵油的状态。油量调节机构也正是通过转动柱塞某一角度值来改变柱塞有效行程 h_g ,从而来改变供油量的。

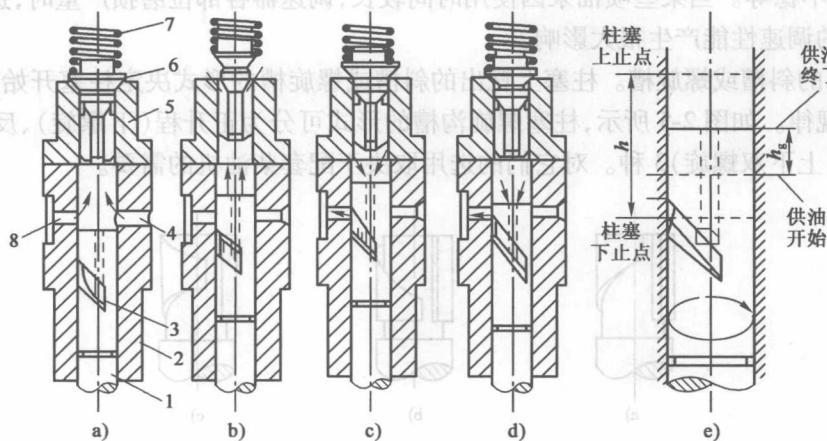


图 2-3 柱塞式喷油泵泵油原理示意图

1-柱塞;2-柱塞套;3-斜槽;4、8-油孔;5-出油阀座;6-出油阀;7-出油阀弹簧

出油阀偶件是一个特殊的止回阀,如图 2-4 所示。由于出油阀弹簧的作用,在供油終了出油阀落座时,出油阀上的减压环带首先进入出油阀座导向孔而切断泵腔出口,使燃油停止进入

高压油管,随后密封锥面落入阀座,从而消除了高压油管中的残余压力。残余压力会影响喷射正时和喷射规律,并会引起二次喷射和滴油。在吸油过程,出油阀上部圆锥面与出油阀座严密配合,防止了高压油路中的油倒流回喷油泵,以免减少供油量。

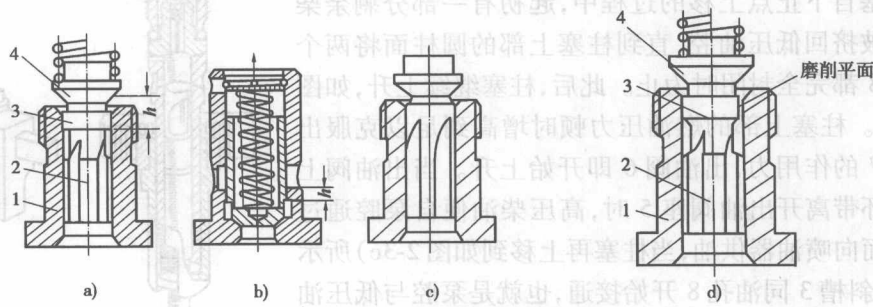


图 2-4 出油阀的结构

a)、b) 卸载式出油阀; c) 卸载容积可变式出油阀; d) 卸载作用可变的出油阀
1-阀座; 2-导行部分; 3-减压带; 4-密封锥面

3. 柱塞式喷油泵主要零件的结构特点

1) 柱塞偶件

(1) 柱塞直径。其大小与柴油机不同工况对循环供油量的需要和不同燃烧室形式对喷射规律、喷油延续时间的要求有关。当柴油机额定供油量确定之后,选用的柱塞直径愈大,则柱塞为调节供油量而旋转的角度就愈小,也就是驾驶员踏加速踏板的操纵行程可缩短,从而使供油速度愈快,且供油延续角也愈小。

柱塞直径的范围一般为 6 ~ 12mm,以 0.5mm 为尺寸级差。常用的直径为 8 ~ 10.5mm。柱塞直径的选定应以柴油机出厂时原配的喷油泵柱塞直径为准,维修更换时不要随意改变,特殊情况除外。若用其他柱塞偶件代替时,原则上与原柱塞直径的级差不大于 0.5mm,因为柱塞直径加大会提高喷油速率,使柴油机的工作变得比原来粗暴;而柱塞直径变小,会使改变同等供油量时,齿杆调节行程和操纵臂摆动角度增大,这将可能出现与调速器原定性能的不协调,造成转速不稳等。当某些喷油泵因使用时间较长,调速器各部位磨损严重时,选代替品后,会对喷油泵的调速性能产生很大影响。

(2) 柱塞的斜槽或螺旋槽。柱塞上铣出的斜槽或螺旋槽的形式决定柱塞开始泵油和结束泵油的变化规律。如图 2-5 所示,柱塞螺旋沟槽的形式可分为正升程(下螺旋)、反升程(上螺旋)、双升程(上下双螺旋)3 种。对它们的选用取决于配套柴油机的需要。

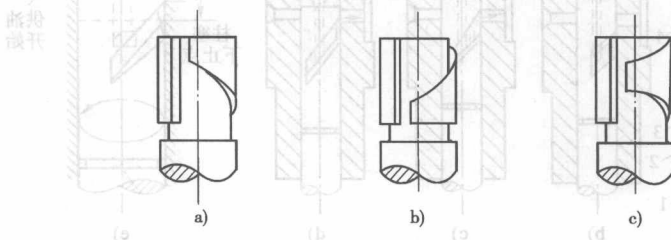


图 2-5 柱塞斜槽形式

a) 正开程(下螺旋); b) 反开程(上螺旋); c) 双开程(上下双螺旋)

正升程柱塞(下螺旋)的顶部为一圆平面,它的供油开始点固定不变而结束点却是可变的。这种形式原来只用于工作转速比较恒定的场合(如发电用柴油机),现在在汽车、拖拉机

的喷油泵上也广泛采用。因为一方面是正升程柱塞加工工艺较简单,另一方面是在柴油机的喷油泵上,一般都装有供油自动提前器。提前器可在柴油机工作转速较高时,自动地使喷油泵的凸轮轴比与之联动的柴油机传动轴的转角有所提前,从而克服正升程柱塞供油开始点不能改变的缺陷。

反升程柱塞(上螺旋)的供油开始点可变而供油结束点却是固定不变的,这种形式适用于转速与供油量变化一致的柴油机,如船舶用柴油机。反升程柱塞可使供油量、转速、供油提前角在各种工况上都得到很好的配合,使柴油机的工作稳定。但需要这种负载特性的柴油机毕竟不多,所以反升程柱塞应用不多。

上下升程柱塞吸收了正、反升程的优点,它的供油开始点和供油结束点均是可变的,这对于负荷和转速经常变化的柴油机较为有利,可使柴油机的工作比较柔和。但因其加工工艺较复杂,产品的合格率不高,因此实际应用比正升程柱塞要少一些。上下升程柱塞的上下螺旋的形状并不一定是一样的,目前市场上常见的上下升程柱塞大都以正升程螺旋为主,反升程螺旋为辅。

(3) 柱塞的增油方向。柱塞的增油方向是指旋转柱塞时能使供油量增加的那个方向。增油方向取决于柱塞上沟槽的旋向,一般可分为右旋和左旋两种,如图 2-6 所示。判断柱塞沟槽旋向的方法是:将柱塞直立,柱塞脚朝下,斜槽正对观察者,看沟槽(或螺旋棱边)最高点在右边还是在左边,若在右边则为右旋,若在左边则为左旋。

对于同一个喷油泵,右旋和左旋的柱塞都可以装进去,选用哪一种,取决于喷油泵在柴油机上的安装位置(即坐在驾驶室向前看,喷油泵是装在柴油机的左侧还是右侧)和喷油泵的油量调节机构的类型(拨叉式或齿杆式),更换柱塞时是绝对不能弄错的。

(4) 燃油回油通道。燃油回油通道是指柱塞在停止供油时,柱塞上方的高压油向低压储油室回流的回油通道。通常有两种不同的回油通道形式:一种是在柱塞头部的外表面上开出直切槽,另一种是在柱塞上端面中心有一个与斜槽相连的通孔。

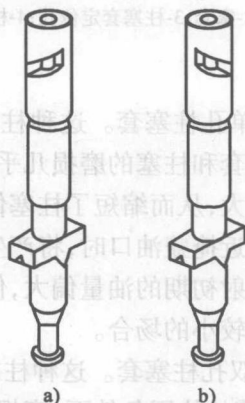


图 2-6 左、右升程式柱塞
a) 右升程式柱塞(右旋); b) 左升程式柱塞(左旋)

外开槽式柱塞回油速度快,有利于迅速地切断燃油供应,但与直切槽回油通道邻近的圆柱面因与燃油中杂质摩擦的机会增多而使磨损也增加,使柱塞的使用寿命有所降低。而中心孔回油式柱塞的回油是通过中心孔回流的,这就使回油时油中杂质不直接与柱塞上部的工作圆柱面接触,使磨损程度得以减轻,同时中心回油方式可使柱塞泵油时高压油的反作用力能均匀地分布在柱塞上平面,大大减轻了柱塞受到的侧压力,改善了柱塞上部的压力分布,有利于柱塞本身的润滑,提高了柱塞的使用寿命。但中心孔回油式柱塞的回油速度受中心孔截面积和因油路急转弯而产生的阻力限制,而且不便在此种柱塞上加工出具有上下升程的斜槽。

在维修时,两种形式可以互相代用,不过在同一喷油泵中,只能选用其中一种,不能混用。

(5) 带起动机槽的柱塞。如图 2-7 所示,为了便于柴油机的起动,在柱塞顶部开有一个短槽。柴油机在冷起动时,由于汽缸内温度低,柴油不易蒸发着火,因此需要将喷油延迟到活塞更接近压缩上止点时,以使汽缸压缩温度升高,再将柴油喷入。带有起动机槽的柱塞就可以减小喷油泵的供油提前角,以利于柴油机的起动。柱塞上的起动机槽只有在起动供油位置时,才与进油孔

处于相对位置。此时的开始供油时刻不受柱塞上平面控制,而是当起动槽的下端面完全封闭进油孔时,供油才开始,这样可以使供油提前角延迟曲轴转角 $4^{\circ} \sim 8^{\circ}$ 。

2) 柱塞套

柱塞套的结构形式有很多种,主要区别在于进、排油孔的数目和位置不同,是否带集油槽也是分类的依据。柱塞套主要有单孔式、双孔对称式、双孔不对称式和带集油槽式柱塞套等,如图2-8所示。

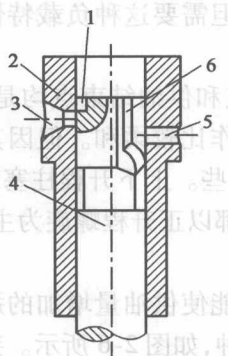


图 2-7 带起动槽的柱塞

1-起动槽;2-套筒;3-柱塞套定位孔;4-柱塞;5-油孔;6-油槽

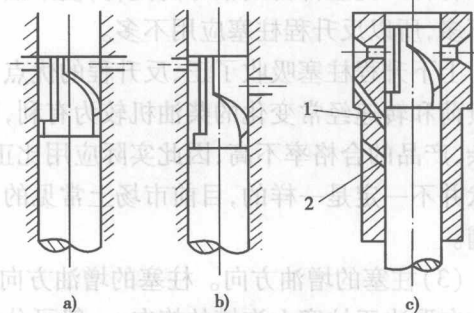


图 2-8 柱塞套形式

a) 双孔对称式柱塞套;b) 双孔不对称式柱塞套;c) 带集油槽的柱塞套

1-集油槽;2-密封槽

(1)单孔柱塞套。这种柱塞套上有一个油孔,它既是进油口,也是回油口,因此,较易磨损。柱塞套和柱塞的磨损几乎集中在进、回油口的工作表面上,使此处柱塞和柱塞套的配合间隙很快增大,从而缩短了柱塞偶件的使用寿命。单孔柱塞套由于只有一个进、回油口,当柱塞上升到接近掩盖油口时,将产生较强的节流作用,特别是在高速运转时,节流作用的增强将导致燃油喷射初期的油量偏大,使柴油机的工作变得较为粗暴。因此,单孔柱塞套一般只适用于柱塞直径较小的场合。

(2)双孔柱塞套。这种柱塞套有两个油孔,分别用于进油和回油。由于磨损点分到了两处,在同等的使用条件下,磨损程度比单孔柱塞套大大降低。

双孔柱塞套按双孔相对位置的不同又可分为平孔和高低孔两种。平孔柱塞套的进、回油孔处于同一高度,这种形式的油孔便于加工,可一次钻成。高低孔柱塞套上的进、回油孔不处于同一高度,回油孔的位置较低,这样设计的目的是为了增加柱塞头部的密封长度,使高压油的泄漏减少,但这种形式的柱塞套加工比较复杂一些。

(3)带集油槽的柱塞套。有些柱塞套的内表面加工有环形集油槽,它的作用与大多数柱塞都加工有环形集油槽一样,都是为了收集柱塞偶件间隙泄漏的燃油,并通过回油孔与喷油泵体的低压储油室相通,这样大部分泄漏的燃油就都可以回流至低压油腔,再次循环使用,只有微量的燃油沿柱塞表面继续下泄,起到必不可少的润滑作用。有些环形集油槽还起到一种液压垫的作用,它既可加强密封性和润滑性,又可阻止柱塞上下移动时向柱塞套的某一侧偏挤,因此可以减轻柱塞的磨损和防止柱塞咬死。

二、调速器的构造及工作原理

调速器是一种自动调节喷油泵供油量大小的装置,它可以根据柴油机负荷的变化而自动进行调节,可使柴油机以较稳定的转速进行运转,从而保证柴油机既不会产生超速,也不会在

怠速时停止运转。

1. 调速器的分类

调速器的种类和形式很多,通常可按以下两方面进行分类。

1) 按工作原理分类

(1) 机械式调速器(图 2-9)。它主要是利用飞锤 2 随凸轮轴 3 旋转时所产生的离心力与调速弹簧 5 的预紧力相平衡的原理进行工作。飞锤装在凸轮轴 3 上,随着转速的改变,产生大小不同的离心力,并与调速弹簧平衡在不同位置,通过调速套筒 4 及杠杆机构 6 改变齿杆 1 的行程,从而实现自动调节。

(2) 气动调速器(图 2-10)。它是应用真空吸力与调速弹簧 1 的预紧力的平衡原理进行工作的。气动调速器通过柴油机转速的变化和节流阀开度大小的变化,使与进气管相通的真空室内产生不同的吸力,膜片 2 平衡在不同的位置,并通过膜片直接调节齿杆 3 的行程。节流阀开度一定时,柴油机转速愈高,真空室内真空度愈大,愈容易把齿杆吸向较小供油位置。

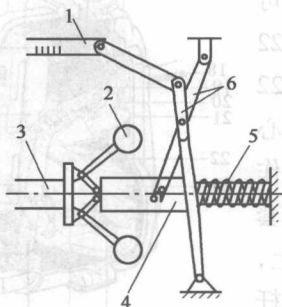


图 2-9 机械式调速器

1-齿杆;2-飞锤;3-凸轮轴;4-调速套筒;5-调速弹簧;6-杠杆机构

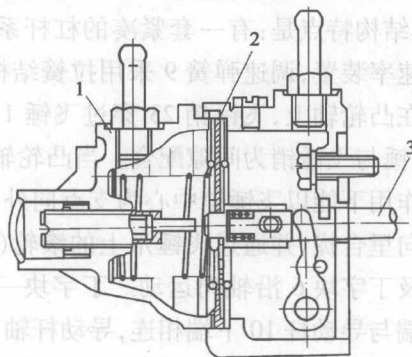


图 2-10 气动调速器

1-调速弹簧;2-膜片;3-齿杆

(3) 复合式调速器。它是将机械和气动调速器组合在一起的调速器,利用两种调速器各自的长处,使柴油机在低速和高速工作时都更加稳定,从而改变调速器的调速性能。其中,气动部分起全速调速器的作用,即在由低速到高速的全范围内都起作用;而机械部分则只在高速时和气动部分共同调节。

(4) 液压调速器。它是利用流体压力随柴油机转速变化而变化的原理来调节喷油泵的供油量的。它的特点是感应元件小,通用性强,且具有良好的稳定性和很高的调节精度,但其结构复杂,制造工艺要求高,在中小功率柴油机中的应用不如机械调速器广泛。

(5) 电子调速器。它具有很高的响应速度和静态、动态调节精度,能够实现无差并联运行。

2) 按功能分类

(1) 单速调速器。单速调速器只控制高速,主要用于恒定转速的柴油机,如发电机组。

(2) 两速调速器。两速调速器只能自动稳定和限制柴油机最低和最高转速,而在所有中间转速范围内则由驾驶员直接操纵供油齿杆和拉杆来控制。它适用于一般条件下使用的车用柴油机。

(3) 全速调速器。全速调速器可使柴油机由怠速到最高转速的任何转速下都能自动调节

供油量的大小,在各种负荷下都能进行自动控制,这种调速器用途很广,如用于拖拉机、工程机械、汽车、船舶和机车等。

(4)全速两速调速器。这种调速器既具有全速的功能,又具有两速的作用,适用于工程汽车,如起重机汽车、搅拌器汽车等。这些车辆都有行驶和作业双重任务,行驶时两速可省力,作业时全速更可靠。

2. 调速器的构造及工作原理

不管调速器的结构形式如何,大多数调速器都是由许多相同的基本零部件组成的,其基本工作原理都是一样的。下面以两种常用的调速器为例进行介绍。

1) RSV 调速器

RSV 调速器是一种典型的机械离心式全速调速器,可用于 M 型泵、A 型泵、AD 泵、P 型泵,能与汽车、拖拉机、发电、船用、工程机械等主机配套,用途十分广泛。

(1)RSV 调速器结构。RSV 调速器的结构如图 2-11 所示,其结构特点是:有一套紧凑的杠杆系统,并具有独特的可变调速率装置,调速弹簧 9 采用拉簧结构。飞锤座架部件 22 固定在凸轮轴上,飞锤销 23 穿过飞锤 1,压配在飞锤座架 22 中,飞锤与飞锤销为间隙配合。当凸轮轴旋转时,飞锤在离心力的作用下能以飞锤销中心为支点向外飞张或在弹簧力的作用下向里合拢,并通过飞锤爪上的滚轮(或滑锤)推动调速套筒 2 及丁字块 6 沿轴向运动。丁字块一端压配在滑动套上,另一端与导动杆 10 下端相连,导动杆轴 7 上装有拉杆 3,拉杆下端通过滑块与停车拨叉相连,上部通过齿杆连接板 19 与齿杆 18 连接。因此,飞锤张开可通过一套杠杆机构使齿杆向减油方向移动。拉杆顶端挂有起动弹簧 16,始终把齿杆拉向加油方向。支撑杆 11 与导动杆 10 一起悬挂在支撑杆销 13 上,调速弹簧一端挂在支撑杆上,另一端挂在弹簧摇臂部件上,弹簧拉力使支撑杆压丁字块,通过丁字块、滑动套使滚轮压飞锤合拢。在丁字块运动的同时,通过导动杆、拉杆等部件使齿杆 18 向增油方向移动。操纵杆 15 转动时可改变弹簧摇臂倾角(与水平线的夹角)和调速弹簧作用在支撑杆上的力的大小,使柴油机在各种转速及负荷下工作都受调速器的控制。

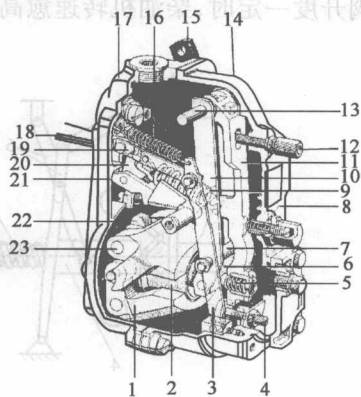


图 2-11 RSV 调速器结构

1-飞锤;2-调速套筒;3-拉杆;4-行程调节螺钉;5-校正弹簧;6-丁字块;7-导动杆轴;8-怠速稳定弹簧;9-调速弹簧;10-导动杆;11-支撑杆;12-怠速限位螺钉;13-支撑杆销;14-调速器后壳;15-操纵杆;16-起动弹簧;17-调速器前壳;18-齿杆;19-齿杆连接板;20-弹簧挂耳;21-弹簧摇臂;22-飞锤座架;23-飞锤销

(2)RSV 型调速器的工作原理。

①起动加浓(图 2-12):起动前,将操纵杆拉到全供油位置。柴油机起动时油泵转速较低,飞锤离心力很小,支撑杆在调速弹簧的拉力作用下,下端与齿杆行程调节螺钉接触,同时在起动弹簧的作用下,拉杆把齿杆拉到起动加浓位置,并通过拉杆、导动杆、丁字块、调速套筒等零部件把飞锤压到合拢位置,这时丁字块与支撑杆上的校正顶杆大端脱开,使齿杆行程达到最大的起动加浓位置。柴油机起动后转速瞬时上升,飞锤离心力很快增大到能克服起动弹簧拉力的作用,使齿杆向减油方向移动。当转速继续增加,致使丁字块与顶杆大端面接触,在校正弹簧的作用下,齿杆停止运动。于是,柴油机转速停止上升。

②怠速工况:柴油机起动完成后,将操纵杆拉回到怠速位置,调速弹簧挂耳 10 与怠速限位