

内燃机先进技术译丛

 Springer

柴油机管理系统

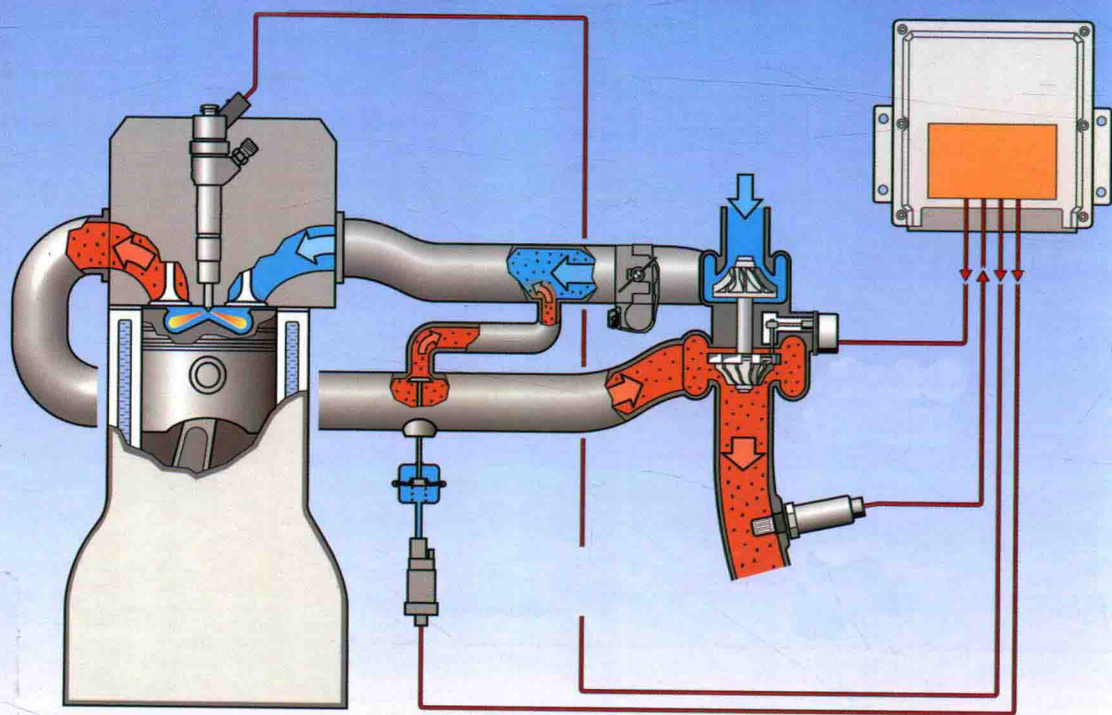
——系统、部件、控制和调节

Dieselmotor-Management

原书第5版

[德] 康拉德·赖夫 (Konrad Reif) 著

范明强 范毅峰 等译



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



内燃机先进技术译

柴油机管理系统

Dieselmotor – Management

——系统、部件、控制和调节

(原书第5版)

[德] 康拉德·赖夫 (Konrad Reif) 著
范明强 范毅峰 等译



机械工业出版社

Translation form German language edition:

Dieselmotor – Management by Konrad Reif

Copyright © 2012 Vieweg + Teubner Verlag

Vieweg + Teubner Verlag is a part of Springer Science + Business Media

All Rights Reserved

版权所有，侵权必究。

This title is published in China by China Machine Press with license from Springer. This edition is authorized for sale in China only, excluding Hong Kong SAR, Macao SAR and Taiwan. Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. Violation of this Law is subject to Civil and Criminal Penalties.

本书中文简体版由 Springer 授权机械工业出版社在中国大陆地区（不包括香港、澳门特别行政区以及台湾地区）独家出版与发行。未经许可之出口，视为违反著作权法，将受法律之制裁。

北京市版权局著作权合同登记 图字：01 - 2013 - 7252

图书在版编目（CIP）数据

柴油机管理系统/（德）赖夫（Reif, K.）著；范明强等译. —北京：机械工业出版社，2016. 1

（内燃机先进技术译丛）

ISBN 978-7-111-52468-7

I. ①柴… II. ①赖…②范… III. ①柴油机—控制系统 IV. ①TK42

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2015）第 301206 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：孙 鹏

责任编辑：孙 鹏

责任校对：杜雨霏

刘雅娜

封面设计：鞠 杨

责任印制：乔 宇

保定市中国画美凯印刷有限公司

2016 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 39 印张 · 2 插页 · 763 千字

0 001—3 000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-52468-7

定价：248.00 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

本书由 2012 年德国 Springer Vieweg 出版社出版的《Dieselmotor – Management》德文第 5 版翻译而成，它是由世界著名的内燃机燃油喷射装置跨国公司博世（Bosch）公司组织了各相关专业领域近 70 位富有实践经验的资深专家撰写的具有权威性的专业书籍。本书详细阐明了柴油机燃油喷射系统诸如高压燃油泵、喷油器、高压油管、电控单元和传感器及执行器等重要部件的工作原理和相互作用，不仅有传统的直列式和分配式喷油泵喷油系统，而且还详细介绍了现代电控高压共轨和泵喷嘴喷油系统的电子控制和调节，此外还阐述了废气排放法规、废气测量技术、诊断和维修技术等方面极为重要的内容。

本书适合于从事柴油机动力装置和燃油喷射系统以及汽车整车、零部件和系统设计、研究与开发的工程技术人员阅读，并可作为车辆工程、动力机械工程、能源与动力工程以及运载工具运用工程等学科专业的研究生或本科生教材，同样也非常适合于汽车和配件工业的产品鉴定人员以及电子工程师和软件开发人员阅读，以了解有关柴油机控制和调节方面的知识。

前 言

现在出版的这本《柴油机管理系统》包含了有关柴油机控制和调节方面的丰富内容,在这方面不仅喷射技术和发动机控制,而且燃油供应、起动辅助系统、转速调节、降低废气排放和废气后处理等也都是重要的课题,书中详细介绍了诸如高压燃油泵、喷油器、高压油管、电控单元和传感器等重要部件,并阐明了它们的工作原理和相互作用,其中不仅有传统的直列式和分配式喷油泵喷油系统,而且还详细介绍了现代共轨和泵喷嘴喷油系统,此外还阐述了废气排放法规、废气测量技术、诊断和维修技术等方面极为重要的内容。

在这次新出版的第5版中,有关柴油机燃料的章节已更新,并补充了最新的内容,特别是关于代用燃料一节的内容已被大大扩展了。充量控制一章补充了双涡轮两级增压和HC收集器等方面的内容。低压供油部分一章也作了重大的修订,其中已补充了各种油泵形式、用于泵喷嘴系统的回油系统和燃油分配以及燃油箱总成等方面的内容。关于共轨系统、泵喷嘴系统和单体泵系统章节的内容也都被更新。在废气后处理章节中已增加了有关SCR选择性催化还原系统和颗粒捕集器方面的内容。

新版本内容的重点放在现代化系统上。为了详细探讨用于直列式和分配式喷油泵的机械和电子调速器,将同类丛书中“传统柴油喷射系统”方面的内容已移至本书中。此外,在这里应该说明的是,本书中的部分内容可以从同一丛书中购买到被缩编的两本简装本,一是《柴油机管理系统概论》卷,其中简洁明了地阐明了柴油机管理系统最重要的内容,二是《现代柴油机喷油系统》卷,则专门介绍了关于共轨、泵喷嘴和单体泵等喷油系统方面的内容。

目前本书主要面向发动机和汽车开发工程师、汽车技师和汽车技术人员以及汽车和发动机技术专业的大学生,但是也非常适合于汽车和配件工业的产品鉴定人员和专家以及电子工程师和软件开发人员阅读,以了解有关柴油机控制和调节方面的知识。

这第5版若没有许多人的大力支持是不可能问世的。在本书完成的最后阶段,我要感谢工学博士 S. Engrlking 教授和工学硕士 A. Horozovic 女士与我所进行的专业讨论和给予的支持,此外我还要感谢所有的读者对于本书的修订所给予的宝贵指点。

康拉德·赖夫

于德国巴登-符腾堡州弗里德烈斯哈芬

2012年4月

译者的话

燃油喷射装置是柴油机最重要的关键部件，被誉为柴油机的“心脏”。纵观柴油机 100 余年的发展历史，燃油喷射装置的每次创新成果无不促成柴油机具有里程碑意义的发展。直列式喷油泵的发展促使柴油机从间接喷射式发展到直接喷射式燃烧过程，大大降低了柴油机的燃油耗，并显著改善了动力性能；轴向和径向柱塞式分配泵先后开发成功，使涡轮增压直喷式柴油机（TDI）进入轿车领域；随着微电子和计算机技术的飞速发展，燃油喷射装置电子控制和调节应运而生，电子控制系统成为柴油机的“大脑”和“中枢神经”，使柴油机迈入了现代化和自动化时代，特别是电控高压共轨喷油系统的问世，将燃油压力的产生与燃油喷射的计量分离，为燃油喷射的控制和调节带来了极大的灵活性，使柴油机无论是动力性能和燃油耗还是废气排放都获得了前所未有的改善，彻底改变了以往笨重、噪声响、振动大和冒黑烟的令人厌烦的形象，已成为轻声无烟的清洁动力，广泛应用于载货汽车和轿车。现代载货汽车几乎全部采用柴油动力，即使是以往汽油机占绝对优势的轿车也越来越多地应用柴油机作为动力，现在欧洲柴油机轿车的市场占有率已超过 50%，家庭第二辆用车几乎都购买柴油机轿车，甚至在高档轿车，特别是运动型 SUV 车上，现代清洁柴油机以其高转矩、机动性好和低燃油耗而博得了用户的青睐。所有这一切无不是喷油系统所作出的至关重要的不可替代的贡献。

本书由 2012 年德国 Springer Vieweg 出版社出版的《Dieselmotor - Management》德文第 5 版翻译而成，它是由世界最著名的内燃机燃油喷射装置跨国公司博世（Bosch）公司组织了各相关专业领域近 70 位富有实践经验的资深专家撰写的具有权威性的专业书籍。本书详细阐明了柴油机燃油喷射系统诸如高压燃油泵、喷油器、高压油管、电控单元和传感器及执行器等重要部件的工作原理和相互作用，不仅有传统的直列式和分配式喷油泵喷油系统，而且还详细介绍了现代电控高压共轨和泵喷嘴喷油系统的电子控制和调节，此外还阐述了废气排放法规、废气测量技术、诊断和维修技术等方面极为重要的内容。

本书适合于从事柴油机动力装置和燃油喷射系统以及汽车整车、零部件和系统设计、研究与开发的工程技术人员阅读，并可作为车辆工程、动力机

械工程、能源与动力工程以及运载工具运用工程等学科专业的研究生或本科生教材，同样也非常适合于汽车和配件工业的产品鉴定人员以及电子工程师和软件开发人员阅读，以了解有关柴油机控制和调节方面的知识。

本书由范明强教授级高级工程师和范毅峰工程师翻译，参加翻译工作的还有全逸敏、范明琦、刘斌和刘荣权等工程师。由于译者水平有限，敬请业内专家和广大读者对本书翻译的不当之处给予指正。

译 者

2014 年 12 月于江苏无锡

目 录

前言	
译者的话	
第1章 柴油机的发展历史	1
1.1 鲁道夫·狄塞尔	2
1.1.1 新发动机的想法	2
1.1.2 柴油机专利	2
1.1.3 发动机的实现	2
1.2 第一台柴油机的混合气形成	3
1.2.1 压缩空气喷射	3
1.2.2 预燃室柴油机	4
1.2.3 直接喷射	5
1.3 第一台汽车柴油机的应用	5
1.3.1 载货车柴油机	5
1.3.2 轿车柴油机	7
1.3.3 其它使用范围	8
1.4 博世柴油喷射	8
1.4.1 博世进入柴油机技术领域	8
1.4.2 对喷油泵的要求	9
1.4.3 喷油泵的开发	9
1.4.4 达到批量生产水平的博世 柴油机喷油泵	10
1.4.5 喷油器和喷油器体	11
1.4.6 喷油泵调速器	12
1.4.7 博世柴油喷射 技术的推广	12
第2章 柴油机应用领域	13
2.1 性能标准	13
2.2 应用领域	14
2.2.1 固定式发动机	14
2.2.2 轿车和轻型货车	14
2.2.3 重型载货车	15
2.2.4 工程机械和农业机械	16
2.2.5 铁路机车	16
2.2.6 船舶	16
2.2.7 多种燃料发动机	17
2.3 发动机特性数据	17
第3章 柴油机基本原理	19
3.1 工作原理	19
3.1.1 四冲程工作过程	19
3.1.2 配气相位	21
3.1.3 压缩比	22
3.2 转矩和功率	22
3.2.1 转矩	22
3.2.2 功率	24
3.3 发动机效率	24
3.3.1 混合循环	24
3.3.2 实际循环的 $p-V$ 图	26
3.3.3 效率	26
3.4 运行状态	27
3.4.1 起动	27
3.4.2 空载运转	29
3.4.3 怠速运转	30
3.4.4 全负荷运行	30
3.4.5 部分负荷运行	30
3.4.6 倒拖运行	31
3.4.7 稳态运行	31
3.4.8 非稳态运行	31
3.4.9 运行状态之间的过渡	31
3.5 运行条件	32
3.5.1 冒烟极限	32
3.5.2 燃烧压力极限	32
3.5.3 废气温度极限	32
3.5.4 转速极限	33
3.5.5 海拔极限和增压压力极限	33
3.6 燃油喷射系统	34

3.7 燃烧室	35	6.2.1 喷油始点和供油始点	70
3.7.1 统一式燃烧室（直接喷射式 燃烧室）	35	6.2.2 喷油量	73
3.7.2 分隔式燃烧室（非直接喷射式 燃烧室）	36	6.2.3 喷油持续期	73
3.7.3 M 燃烧过程	38	6.2.4 喷油规律	75
3.8 实际使用中的燃油耗	38	6.2.5 喷油压力	78
3.8.1 对降低燃油耗有利的因素 ...	38	6.3 喷油器和喷油器体的技术要求 ...	80
3.8.2 对降低燃油耗不利的因素 ...	39	6.3.1 二次喷射	80
第4章 燃油	40	6.3.2 残余容积	80
4.1 柴油	40	6.3.3 喷射方向	81
4.1.1 品质和特性参数	40	第7章 柴油喷射系统概论	82
4.1.2 添加剂	45	7.1 结构形式	82
4.2 代用燃料	46	7.1.1 直列式喷油泵	82
4.2.1 生物柴油	46	7.1.2 分配式喷油泵	83
4.2.2 菜籽油	48	7.1.3 单缸泵	85
4.2.3 生物烷烃	49	7.1.4 泵喷嘴系统	85
4.2.4 合成燃料	49	7.1.5 单体泵系统	86
第5章 进气控制系统	51	7.1.6 共轨系统	86
5.1 概述	51	7.2 柴油喷射的发展历史	87
5.2 增压	52	第8章 低压供油部分	89
5.2.1 充气系数	53	8.1 概述	91
5.2.2 增压空气冷却	53	8.2 输油泵	92
5.2.3 废气涡轮增压	53	8.2.1 电动燃油泵	93
5.2.4 多级增压	59	8.2.2 齿轮输油泵	95
5.2.5 机械增压	60	8.2.3 内齿轮泵	96
5.2.6 动力学增压	62	8.2.4 隔离滑片式输油泵	96
5.3 涡流阀	63	8.2.5 串联泵	97
5.4 发动机进气空气滤清器	64	8.3 燃油滤清器	98
5.4.1 空气滤清器的介质和结构 ...	64	8.3.1 柴油的滤清	98
5.4.2 进气消声器	65	8.3.2 任务和要求	99
5.4.3 轿车空气滤清器	65	8.3.3 结构形式	100
5.4.4 载货车空气滤清器	67	8.3.4 滤清介质	101
第6章 柴油喷射基本原理	68	8.3.5 辅助功能	101
6.1 混合气分布	69	8.3.6 滤清效应	102
6.1.1 过量空气系数 λ	69	8.4 泵喷嘴系统中的回油和 燃油分配	103
6.1.2 柴油机的 λ 值	69	8.4.1 低压限压阀	103
6.2 喷射参数	70	8.4.2 电控单元冷却器	103
		8.4.3 燃油冷却器	103

8.4.4 回油	104	11.4.1 泵油元件的结构	125
8.4.5 燃油分配管	105	11.4.2 泵油元件的工作原理 (升程阶段顺序)	127
8.4.6 单独供油	105	11.4.3 供油量调节	129
8.5 燃油箱、燃油管和油箱 安装单元	105	11.4.4 具有泄漏回油功能的 泵油元件	130
8.5.1 燃油箱	105	11.4.5 泵油柱塞的结构方案	131
8.5.2 燃油管	106	11.4.6 凸轮形状	132
8.5.3 油箱安装单元	106	11.4.7 出油阀	132
8.6 直列式喷油泵的辅助阀	106	11.5 结构形式	134
8.6.1 溢流阀	107	11.5.1 M 型喷油泵	135
8.6.2 停车电磁阀	107	11.5.2 A 型喷油泵	137
8.6.3 电液式停车装置	108	11.5.3 MW 型喷油泵	138
8.7 20 世纪 20 和 30 年代的飞机 柴油机	109	11.5.4 P 型喷油泵	139
第 9 章 直列式喷油泵系统概论 ..	111	11.5.5 P10 型喷油泵	139
9.1 应用领域	111	11.5.6 P9 型喷油泵	142
9.2 结构形式	112	11.5.7 ZW 型喷油泵	142
9.2.1 标准型直列式喷油泵	112	11.5.8 CW 型喷油泵	143
9.2.2 行程滑阀直列式喷油泵	114	11.5.9 用于特殊用途的直列式 喷油泵	144
9.3 系统配置	114	11.6 用于其它燃料的 PE 直列式 喷油泵	145
9.4 调节	115	11.7 直列式喷油泵的运行	146
9.4.1 机械调速器	116	第 12 章 直列式喷油泵调速器	148
9.4.2 供油提前器	116	12.1 调速器的发展历史	148
9.4.3 电子调速器	116	12.2 控制和调节	150
第 10 章 直列式喷油泵的 输油泵	117	12.3 调速器的作用	150
10.1 应用	117	12.4 相关术语的定义	151
10.2 结构和工作原理	118	12.5 调速率	152
10.2.1 单作用式输油泵	118	12.6 调速器的任务	154
10.2.2 双作用式输油泵	120	12.6.1 最高空转转速调节	154
10.3 手动泵	120	12.6.2 中间转速调节	155
10.4 粗滤器	121	12.6.3 怠速转速调节	155
10.5 自流式燃油箱运行	121	12.6.4 校正功能	155
第 11 章 PE 标准直列式喷油泵 ..	122	12.7 调速器形式	157
11.1 发展历史及其创造的纪录	122	12.7.1 机械调速器	158
11.2 系统配置	124	12.7.2 供油提前器	158
11.3 安装和驱动	125	12.7.3 电子调速器	158
11.4 结构和工作原理	125		

12.8 调速器概论	162	喷油泵	189
12.8.1 调速器的命名	162	15.1 使用范围和安装	190
12.8.2 最高转速调速器	163	15.2 结构	192
12.8.3 两极调速器	163	15.2.1 低压部件	192
12.8.4 全程调速器	165	15.2.2 具有分配功能的高压泵	192
12.8.5 组合式调速器	165	15.2.3 调节装置	192
12.8.6 机组调速器	166	15.2.4 液力式供油提前器	193
12.9 供油提前器	169	15.2.5 力的传递和调节杆	193
12.9.1 任务	169	15.2.6 燃油供应	194
12.9.2 结构	170	15.3 低压部分	195
12.9.3 工作原理	170	15.3.1 滑片式输油泵	195
12.9.4 结构尺寸	172	15.3.2 压力调节阀	198
12.10 电子调速器	172	15.3.3 溢流节流阀	199
12.10.1 结构和工作原理	172	15.4 具有分配功能的高压泵的 结构	199
12.10.2 升程滑阀调节机构	173	15.4.1 分配柱塞的驱动	200
第13章 升程滑阀—直列式 喷油泵	175	15.4.2 分配头	202
13.1 结构和工作原理	176	15.4.3 燃油计量	203
13.1.1 供油开始	176	15.4.4 预充油槽	205
13.1.2 供油終了	177	15.4.5 出油阀	206
13.2 电子调节	178	15.5 非道路运输用途	208
13.2.1 喷油始点调节	178	15.6 1972年的柴油机纪录	209
13.2.2 喷油量调节	179	第16章 分配式喷油泵的 附加装置	211
第14章 分配式喷油泵系统 概论	180	16.1 概述	211
14.1 应用范围	180	16.2 调速器	213
14.2 结构形式	181	16.2.1 任务	213
14.2.1 喷油量控制方式	181	16.2.2 调速精度	214
14.2.2 高压产生方式	181	16.2.3 结构	214
14.2.3 调节方式	181	16.2.4 全程调速器	214
14.3 边棱控制系统	182	16.2.5 两极调速器	219
14.3.1 机械调节分配式喷油泵	182	16.2.6 部分负荷调速器	221
14.3.2 电子调节分配式喷油泵	183	16.3 供油提前器	221
14.4 电磁阀控制系统	185	16.3.1 任务	221
14.4.1 电控单元的配置	185	16.3.2 结构	222
14.4.2 废气后处理	186	16.3.3 工作原理	223
14.4.3 系统图	186	16.4 机械式辅助装置	225
第15章 边棱控制分配式		16.4.1 用途	225

16.4.2 供油量校正装置	225	高压部分	260
16.4.3 增压压力补偿装置	229	17.7.1 结构	260
16.4.4 大气压力补偿装置	232	17.7.2 供油阶段(工作原理)	263
16.4.5 供油始点负荷提前器	233	17.8 出油阀	265
16.4.6 冷起动补偿装置	235	17.8.1 整体式回油节流阀	265
16.4.7 柔和运转装置	238	17.8.2 分离式回油节流阀	266
16.5 负荷信息	239	17.9 高压电磁阀	266
16.5.1 负荷开关	239	17.9.1 结构和工作原理	266
16.5.2 电位器	240	17.9.2 电磁阀的控制	267
16.6 供油信号传感器	240	17.10 供油提前器	268
16.6.1 用途	240	17.10.1 任务	268
16.6.2 结构和工作原理	241	17.10.2 概念	269
16.7 断油装置	241	17.10.3 结构和工作原理	270
16.7.1 电磁断油阀	242	17.10.4 供油提前器电磁阀	273
16.7.2 机械式断油装置	242	17.10.5 IWZ 系统及其转角 传感器	274
16.7.3 电子调节装置	242	17.10.6 供油始点调节	275
16.8 柴油机电子控制装置	243	17.11 电控单元	276
16.8.1 供油量电磁调节机构	243	17.11.1 要求	276
16.8.2 供油始点调节电磁阀	244	17.11.2 双电控单元方案	277
16.9 柴油机防盗保护装置	245	17.11.3 安装在喷油泵上的整体式 发动机电控单元	277
16.10 柴油机上的测量参数	246	17.12 总结	277
第 17 章 电磁阀控制分配式 喷油泵	248	17.13 1998 年的柴油机纪录	278
17.1 应用范围	248	17.14 微力学	279
17.2 结构形式	250	第 18 章 单缸喷油系统概论	281
17.3 安装和驱动	250	18.1 PF 单缸泵	282
17.4 结构和工作原理	251	18.1.1 应用	282
17.4.1 结构组成	251	18.1.2 结构和工作原理	282
17.4.2 燃油供应	253	18.1.3 调节	282
17.5 低压部分	253	18.1.4 燃油供应	283
17.5.1 滑片式输油泵	254	18.1.5 在共轨系统中的应用	283
17.5.2 调压阀	255	18.1.6 使用重油	283
17.5.3 溢流节流阀	255	18.2 泵喷嘴系统和单体泵系统	283
17.6 轴向柱塞分配式喷油泵的 高压部分	256	18.2.1 应用领域	283
17.6.1 结构和工作原理	256	18.2.2 结构	284
17.6.2 供油阶段	258	18.3 轿车泵喷嘴系统概论	285
17.7 径向柱塞分配式喷油泵的		18.4 载货车泵喷嘴和单体泵	

系统概论	287	22.4.1 燃油供应	321
第19章 PF 单缸泵	289	22.4.2 高压调节	322
19.1 结构和工作原理	289	22.4.3 轿车共轨喷油系统的组成	323
19.2 结构尺寸	291	22.5 载货车共轨喷油系统	325
19.2.1 单缸功率50kW以下柴油机用小型单缸泵	291	22.5.1 燃油供应	325
19.2.2 单缸功率50kW以上柴油机用大型单缸泵	292	22.5.2 载货车共轨喷油系统的组成	325
第20章 泵喷嘴系统	294	22.6 柴油机在欧洲畅销	328
20.1 安装和驱动	294	第23章 共轨喷油系统	
20.2 结构	295	高压部件	329
20.3 轿车泵喷嘴的工作原理	299	23.1 概述	329
20.3.1 预喷射	299	23.1.1 共轨喷油系统技术规格概要	330
20.3.2 主喷射	299	23.1.2 清洁度要求	330
20.3.3 喷油器针阀阻尼器	301	23.2 喷油器	332
20.3.4 泵喷嘴安全性	303	23.2.1 电磁阀式喷油器	332
20.4 载货车泵喷嘴的工作原理	303	23.2.2 压电直接控制式喷油器	338
20.5 高压电磁阀	305	23.2.3 压电效应	343
20.5.1 结构	305	23.3 高压燃油泵	344
20.5.2 工作原理	306	23.3.1 要求和结构	344
20.6 柴油机喷油系统发展历史	307	23.3.2 CPI 径向柱塞泵	345
第21章 单体泵系统	309	23.3.3 CPIH 径向柱塞泵	347
21.1 安装和驱动	309	23.3.4 CP3 径向柱塞泵	348
21.2 结构	311	23.3.5 CP4 径向柱塞泵	349
21.3 电流控制式喷油规律造型	311	23.3.6 CPN2 径向柱塞泵	353
21.4 柴油机喷油系统技术难度	312	23.4 共轨（高压存储器）	354
第22章 共轨喷油系统概论	314	23.4.1 结构	354
22.1 应用范围	314	23.4.2 应用	354
22.2 结构	314	23.5 高压传感器	355
22.3 工作原理	316	23.5.1 应用	355
22.3.1 燃油压力的产生	317	23.5.2 结构和工作原理	356
22.3.2 燃油压力的调节	317	23.6 压力调压阀	357
22.3.3 燃油的喷射	318	23.6.1 任务	357
22.3.4 液压工作能力的潜力	318	23.6.2 结构	357
22.3.5 控制和调节	318	23.6.3 工作模式	357
22.3.6 电控单元的配置	319	23.6.4 结构形式	358
22.3.7 喷油器油量补偿	319	23.7 限压阀	358
22.4 轿车共轨喷油系统	321		

23.7.1 任务	358	26.2 高压油管	385
23.7.2 结构和工作原理	358	26.3 高压燃油系统中的穴蚀	386
第24章 喷油器	360	第27章 起动辅助系统	389
24.1 概述	360	27.1 概述	389
24.2 柴油喷射技术的难度	361	27.1.1 用于轿车和轻型载货车的 预热系统	389
24.3 轴针式喷油器	362	27.1.2 技术要求	390
24.3.1 应用	362	27.2 预热系统	391
24.3.2 结构和工作原理	362	27.2.1 预热阶段	391
24.3.3 结构形式	363	27.2.2 传统的预热系统	391
24.3.4 热保护	365	27.2.3 低电压预热系统	392
24.4 孔式喷油器	365	27.2.4 高速金属预热塞	394
24.4.1 应用	365	27.2.5 快速预热塞	394
24.4.2 结构	365	27.2.6 降低低压缩比柴油机的 排放	395
24.4.3 分类	367	27.2.7 预热时间控制器	395
24.4.4 热保护	369	第28章 降低机内原始排放	397
24.4.5 对废气排放的影响	369	28.1 燃烧过程	398
24.4.6 喷束形状	370	28.1.1 喷油系统	399
24.5 喷油器的进一步开发	370	28.1.2 进气系统	399
24.6 柴油喷射技术的精密性	372	28.1.3 燃烧温度	400
第25章 喷油器体	374	28.2 影响有害物排放的其它因素	401
25.1 概述	374	28.2.1 转速	401
25.2 标准喷油器体	376	28.2.2 转矩	401
25.2.1 应用和结构	376	28.2.3 燃油	401
25.2.2 工作原理	377	28.2.4 燃油耗	402
25.3 阶梯式喷油器体	378	28.3 均质燃烧过程的开发	402
25.4 双弹簧喷油器体	379	28.4 柴油机喷射	403
25.4.1 应用	379	28.4.1 混合气分配	404
25.4.2 结构和工作原理	379	28.4.2 喷油始点和供油始点	405
25.5 带有针阀运动传感器的 喷油器体	381	28.4.3 喷油量	408
25.5.1 应用	381	28.4.4 喷油持续期	408
25.5.2 结构和工作原理	381	28.4.5 喷油规律	409
第26章 高压连接	383	28.4.6 喷油压力	414
26.1 高压接头	383	28.4.7 喷油器和喷油器体的 技术要求	415
26.1.1 带锁紧螺母的密封 圆锥头	383	28.5 废气再循环	416
26.1.2 进油管接头	383	28.5.1 原理	416
26.1.3 进油横杆	384		

28.5.2 高压 EGR	417	塞分配式喷油泵	448
28.5.3 低压 EGR	418	30.5 用于轿车的泵喷嘴	449
28.5.4 废气冷却	419	30.6 用于载货车的 UIS 和 UPS	450
28.5.5 展望	419	30.7 用于轿车的共轨喷油系统	451
28.6 曲轴箱通风	420	30.8 用于载货车的共轨喷油系统	452
28.6.1 曲轴箱漏气	420	30.9 数据处理	453
28.6.2 曲轴箱通风系统	421	30.10 喷油调节	454
第 29 章 废气后处理	422	30.10.1 起动油量	456
29.1 吸附式 NO _x 催化转化器	423	30.10.2 行驶运行	457
29.1.1 NO _x 的吸附	424	30.10.3 怠速运转调节	457
29.1.2 NO _x 的析出和转化	424	30.10.4 极限转速调节	
29.1.3 脱硫	425	(断油调节)	457
29.2 氮氧化物的选择催化还原	426	30.10.5 中间转速调节	458
29.2.1 概述	426	30.10.6 行驶速度调节	458
29.2.2 化学反应	427	30.10.7 行驶速度限制	458
29.2.3 计量策略	428	30.10.8 主动转速波动阻尼	459
29.3 柴油机颗粒捕集器	431	30.10.9 运转平稳性调节/喷油量	
29.3.1 封闭式颗粒捕集器	431	补偿调节	459
29.3.2 开放式颗粒捕集器	432	30.10.10 极限油量	460
29.3.3 再生	432	30.10.11 发动机制动器功能	460
29.3.4 系统配置	434	30.10.12 海拔修正	461
29.3.5 电控单元的功能	436	30.10.13 气缸切断	461
29.3.6 提高废气温度的发动机		30.10.14 喷油器喷油量补偿	461
措施	437	30.10.15 零油量标定	461
29.4 柴油机氧化催化转化器	439	30.10.16 喷油量平均值自适应	462
29.4.1 功能	439	30.10.17 压力波修正	462
29.4.2 结构	440	30.10.18 喷油始点调节	462
29.4.3 运行条件	441	30.10.19 停机	465
第 30 章 柴油机电子控制	442	30.11 附加的特殊匹配	466
30.1 系统概述	442	30.11.1 运行记录仪	466
30.1.1 要求	442	30.11.2 用于竞赛载货车的	
30.1.2 工作原理	443	特殊用途	466
30.1.3 系统组成部分	443	30.11.3 非道路车辆匹配	466
30.1.4 电子学的概念	444	30.11.4 竞赛载货车	466
30.2 直列式喷油泵	446	30.12 轿车柴油机的过量空气系数	
30.3 边棱控制的轴向柱塞分配式		λ 调节	467
喷油泵	447	30.12.1 应用	467
30.4 电磁阀控制的轴向和径向柱		30.12.2 基本功能	467

30.12.3 基于 λ 调节的废气再循环	469	30.18.3 其它方面的匹配	487
30.12.4 全负荷烟度限制	470	30.18.4 标定实例	488
30.12.5 非正常燃烧的识别	471	30.19 载货车柴油机的标定	489
30.12.6 调节的影响	471	30.19.1 优化目标	489
30.12.7 调节和控制	471	30.19.2 标定范围	490
30.13 转矩导向的 EDC 系统	472	30.19.3 标定实例	492
30.13.1 发动机特性参数	473	30.20 发动机试验台架	494
30.13.2 转矩控制	473	30.21 标定工具	495
30.13.3 发动机控制流程	474	第 31 章 电控单元	499
30.14 执行器的调节和控制	476	31.1 使用条件	499
30.14.1 冷却液的附加加热	476	31.2 结构	499
30.14.2 进气道调节	476	31.3 数据处理	500
30.14.3 增压压力调节	477	31.3.1 输入信号	500
30.14.4 风扇控制	477	31.3.2 信号准备	501
30.14.5 废气再循环	477	31.3.3 信号处理	501
30.15 备用功能	477	31.3.4 输出信号	503
30.16 与其它系统的数据交换	478	31.3.5 电控单元内的通信	504
30.16.1 燃油消耗信号	478	31.3.6 EOL 编程	504
30.16.2 起动机控制	478	31.4 对电控单元提出的要求	505
30.16.3 预热时间控制器	478	第 32 章 传感器	507
30.16.4 电子防盗锁	478	32.1 在汽车上的应用	507
30.16.5 外部转矩干预	479	32.2 温度传感器	508
30.16.6 发电机控制	479	32.2.1 应用	508
30.16.7 空调装置	480	32.2.2 结构和工作原理	509
30.17 与 CAN 总线的串行数据传输	480	32.3 微电子-机械式压力传感器	509
30.17.1 在轿车上的应用范围	480	32.3.1 应用	509
30.17.2 数据总线的配置	481	32.3.2 基准真空度空间位于罩盖内的结构形式	510
30.17.3 与内容相关的选址	481	32.3.3 基准真空度空间位于空穴内的结构形式	511
30.17.4 总线的分配	482	32.4 高压传感器	513
30.17.5 信息格式	483	32.4.1 应用	513
30.17.6 干扰识别	484	32.4.2 结构和工作原理	513
30.17.7 标准化	484	32.5 电感式发动机转速传感器	514
30.18 轿车柴油机的标定	485	32.5.1 应用	514
30.18.1 标定范围	485	32.5.2 结构和工作原理	514
30.18.2 与不同环境影响的匹配	487	32.6 转速传感器和增量转角传感器	515

32.6.1 应用	515	33.2.3 功能要求	537
32.6.2 结构和工作原理	516	33.2.4 OBD 功能	539
32.7 霍尔相位传感器	517	33.3 用于重型载货车的	
32.7.1 应用	517	OBD 系统	542
32.7.2 结构和工作原理	517	33.3.1 法规	542
32.8 加速踏板传感器	519	33.3.2 用于 3.5t 以上载货车和公共	
32.8.1 应用	519	汽车的 EOBD	542
32.8.2 结构和工作原理	519	33.3.3 用于 6.35t 以上重型载货	
32.9 HFM5 型热膜式进气质量		车的 CARB - OBD	542
流量计	522	33.4 全球售后服务	543
32.9.1 应用	522	第 34 章 维修技术	545
32.9.2 结构	522	34.1 维修车间业务	545
32.9.3 工作原理	523	34.1.1 发展趋势	545
32.10 LSU4 型平板宽带氧传感器	524	34.1.2 作用和效果	545
32.10.1 应用	524	34.1.3 维修车间作业流程	546
32.10.2 结构	525	34.1.4 电子维修信息	547
32.10.3 工作原理	526	34.1.5 汽车系统分析	548
32.11 半差动短路环传感器	526	34.1.6 检测手段	548
32.11.1 应用	526	34.1.7 维修车间流程实例	549
32.11.2 结构和工作原理	527	34.2 维修车间内的诊断	549
32.12 燃油箱油位传感器	528	34.2.1 进行故障查找	550
32.12.1 应用	528	34.2.2 离车检测仪器	552
32.12.2 结构	528	34.3 检测和试验仪器	552
32.12.3 工作原理	529	34.4 喷油泵试验台	554
第 33 章 诊断	530	34.5 直列式喷油泵的校验	556
33.1 汽车行驶中的监测 (OBD 车载		34.5.1 在试验台上的调整工作	556
诊断)	530	34.5.2 在发动机上的调整工作	557
33.1.1 概述	530	34.5.3 排除气泡	560
33.1.2 输入信号的监测	531	34.5.4 润滑	560
33.1.3 输出信号的监测	532	34.6 边棱控制分配式喷油泵的	
33.1.4 电控单元内部功能的		校验	561
监测	532	34.6.1 试验台测试	561
33.1.5 电控单元通信的监测	532	34.6.2 供油始点的动态测定	564
33.1.6 故障处理	532	34.6.3 供油始点的调整	565
33.2 用于轿车和轻型载货车的		34.6.4 怠速转速测量	565
OBD 系统	533	34.7 喷油器的校验	565
33.2.1 法规	533	34.7.1 喷油器校验台	566
33.2.2 对 OBD 系统的要求	535	34.7.2 校验方法	566