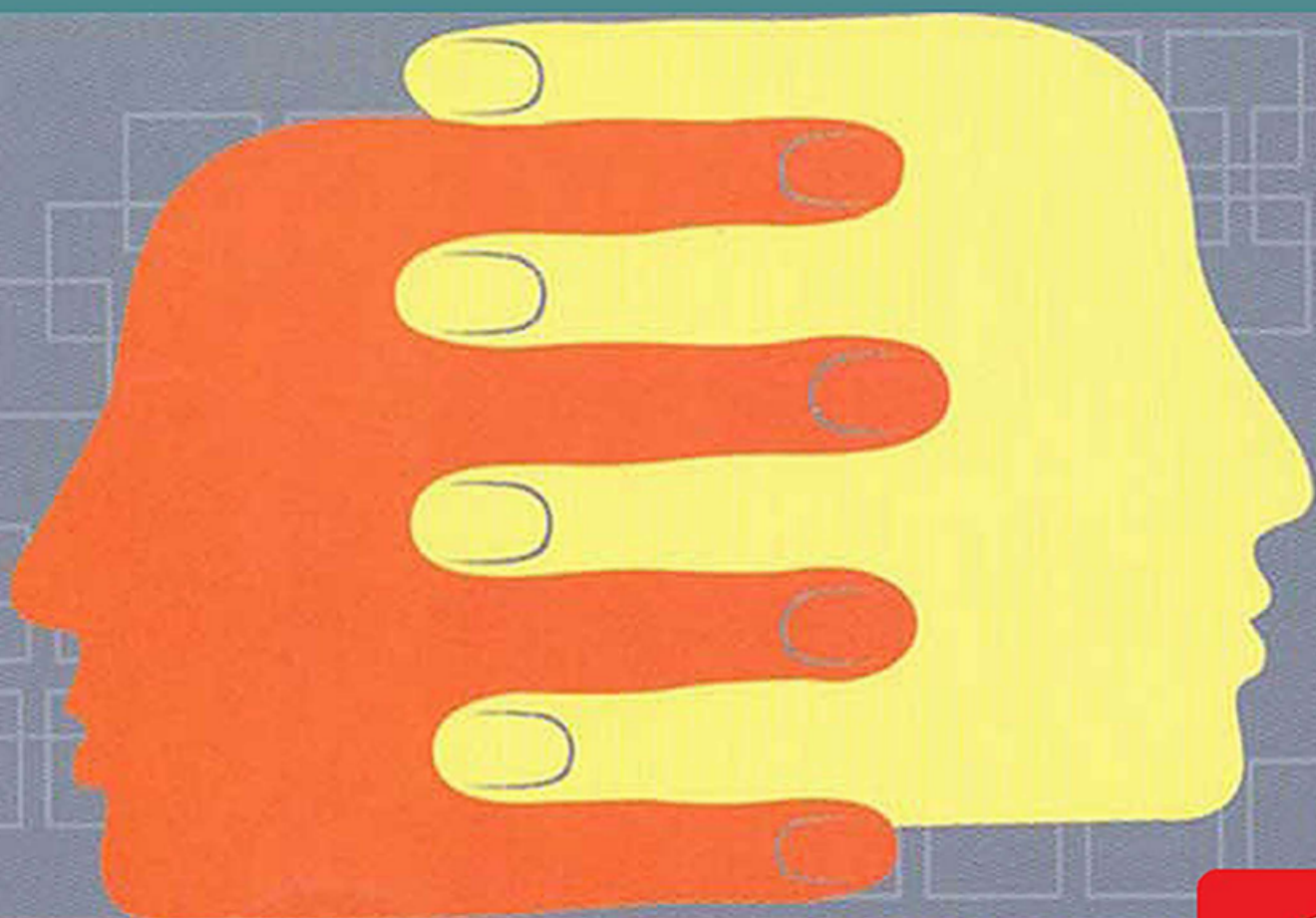


柴油发动机电控系统检测与修复

主编 张西振 金艳秋 万捷



北京理工大学出版社



柴油发动机电控系统检测与修复

主编 张西振 金艳秋 万 捷

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书以大众车车型为主,共设7个项目,23个学习任务,内容涉及柴油发动机电控分配泵系统检修、电控泵喷嘴系统检修、共轨式电控燃油系统检修、传感器检修、辅助控制系统检修、电控系统故障诊断等。每个学习任务包括学习目标、任务引入、相关知识、任务实施、拓展学习5个环节。

本书内容先进、资料翔实、图文并茂、通俗易懂,适合作为高等院校和专业培训相关课程的教材,同时也可作为汽车维修技术人员的参考书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

柴油发动机电控系统检测与修复/张西振,金艳秋,万捷主编. —北京:北京理工大学出版社,2017.2

ISBN 978-7-5682-3417-7

I. ①柴… II. ①张…②金…③万… III. ①汽车-柴油机-电气控制系统-检测②汽车-柴油机-电气控制系统-维修 IV. ①U472.43

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第044384号

出版发行/北京理工大学出版社有限责任公司

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010)68914775(办公室)

(010)68944990(批销中心)

(010)68911084(读者服务部)

网 址/<http://www.bitpress.com.cn>

经 销/全国各地新华书店

印 刷/

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/18

字 数/423千字

版 次/2017年2月第1版 2017年2月第1次印刷

定 价/54.00元

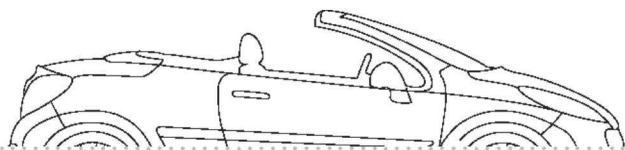
责任编辑/封 雪

文案编辑/张鑫星

责任校对/周瑞红

责任印制/马振武

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换



前言

P R E F A C E

柴油发动机广泛应用于船舶动力、发电、灌溉、车辆动力等领域，尤其在车用动力方面的优势最为明显。在美国、日本以及欧洲，100%的重型汽车使用柴油发动机为动力。在欧洲，90%的商用车及33%的轿车为柴油车；在美国，90%的商用车为柴油车；在日本，38%的商用车为柴油车，9.2%的轿车为柴油车。据专家预测，在今后20年，甚至更长的时间内柴油发动机将成为世界车用动力的主流。

20世纪90年代以来，随着电控技术在汽车柴油发动机上应用的日益增多，控制精度不断提高，控制功能不断强大，加上“共轨”技术、“时间控制”燃油喷射技术、涡轮增压中冷技术、多气门技术、废气再循环技术等汽车柴油发动机上应用的逐渐成熟，使汽车柴油发动机在质量、噪声、尾气等方面已取得重大突破，达到了汽油发动机的水平，在轿车和轻型车动力竞争中，柴油发动机的发展势头令人瞩目。

本书以大众车具体车型为主，共设7个项目，23个学习任务，内容涉及柴油发动机电控分配泵系统检修、电控泵喷嘴系统检修、共轨式电控燃油系统检修、传感器检修、辅助控制系统检修、电控系统故障诊断等。每个学习任务包括学习目标、任务引入、相关知识、任务实施、拓展学习5个环节。本书不仅对汽车柴油发动机应用广泛的电控燃油喷射系统、进气预热系统、进气控制系统、增压控制系统、排放控制系统等进行了系统、详细的阐述，对比较成熟的第三代共轨系统（压电式）、废气再循环冷却系统、选择性催化还原技术（SCR）、过滤器主动再生技术等新技术也做了详细介绍。此外，为使读者了解汽车柴油发动机的新技术发展方向，本书对处于研究阶段的静电吸附捕集技术、高压脉冲电晕等离子体技术等也做了简单介绍。

本书编写过程中，充分考虑了目前国内职业教育的特点，力求从生产一线对该专业人才知识、能力的需要出发，本着理论知识必需、够用的原则，重点对柴油发动机电控系统的基本组成、主要元件结构和工作原理、常见故障诊断方法、检修方法进行介绍，并列举了常见发动机电控系统实例以加强针对性。同时，也介绍了正在推广应用和正在研制但尚未成熟的柴油发动机新技术，以便使读者了解更多的汽车柴油发动机新技术知识。本书内容先进、资料翔实、图文并茂、通俗易懂，适合作为高等院校和专业培训相关课程的教材，同时也可作为汽车维修技术人员的参考书。

柴油发动机

电控系统检测与修复

CHÁIYÓUFADŌNGJĪ DIÀNKŌNG XITŌNG JIǎNCĒ YU XIUFU

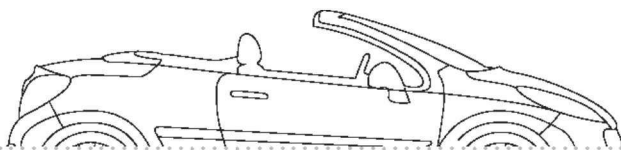
本书由张西振、金艳秋担任主编，其他参与编写的还有王丽梅、张风云、黄艳玲、翟静、修玲玲、刘杨、张丽丽、朱尚功等。

由于时间仓促和编者水平有限，书中不当甚至错误之处在所难免，恳请使用本书的师生和读者批评指正，在此对本书参考文献的作者表示感谢。

编 者



002



目 录

C O N T E N T S

项目一

柴油发动机电控系统和维修常用仪器设备的认识

学习任务 1 柴油发动机电控系统的认识	003
学习目标	003
任务引入	003
相关知识	003
一、柴油发动机电控技术的发展历程	003
二、柴油发动机电控技术的特点	007
三、柴油发动机与汽油发动机电控技术的区别	008
四、电控柴油发动机主要技术参数	008
五、柴油发动机电控系统分类	010
六、柴油发动机电控系统组成	014
七、柴油发动机电控系统传感器	015
八、柴油发动机电控系统 ECU	016
九、柴油发动机电控系统的执行元件	017
任务实施	018
学习任务 2 维修常用仪器设备认识	019
学习目标	019
任务引入	019
相关知识	019
一、跨接线	019
二、测试灯	020
三、数字式万用表	020
四、手动真空泵	022
五、燃油压力表	022
六、故障诊断仪	022

七、示波器·····	024
八、发动机综检仪·····	025
任务实施·····	026
习题·····	026

项目二

电控分配泵燃油系统检修

学习任务1 分配泵检修·····	029
学习目标·····	029
任务引入·····	029
相关知识·····	029
一、分配泵燃油系统的组成·····	029
二、轴向柱塞式分配泵电控系统·····	029
三、径向柱塞式分配泵电控系统·····	041
四、捷达 SDI 柴油发动机电控燃油系统·····	046
任务实施·····	051
一、拆装及检修流程·····	051
二、技能学习考核·····	051
学习任务2 喷油器检修·····	052
学习目标·····	052
任务引入·····	052
相关知识·····	052
一、喷油器的功用和工作原理·····	052
二、喷油器检修·····	054
任务实施·····	054
一、拆装及检修流程·····	054
二、技能学习考核·····	055
习题·····	055

项目三

电控泵喷嘴燃油系统检修

学习任务1 泵喷嘴检修·····	059
学习目标·····	059
任务引入·····	059
相关知识·····	059
一、P-T 燃油供给系统的组成·····	059

二、泵喷嘴电控系统·····	061
三、宝来泵喷嘴电控系统·····	064
四、宝来泵喷嘴电控燃油系统·····	064
五、宝来泵喷嘴的结构及工作过程·····	067
六、泵喷嘴检修·····	072
任务实施·····	074
一、注意事项·····	074
二、拆装及检修流程·····	074
三、技能学习考核·····	074
知识拓展·····	075
一、单体泵电控系统的优势·····	075
二、电控单体泵·····	076
学习任务2 泵喷嘴校正 ·····	078
学习目标·····	078
任务引入·····	078
相关知识·····	078
一、宝来轿车泵喷嘴结构·····	078
二、泵喷嘴的拆卸与安装·····	078
三、泵喷嘴的校正·····	081
任务实施·····	082
一、注意事项·····	082
二、拆装及检修流程·····	083
三、技能学习考核·····	083
习题·····	083

项目四

电控共轨式燃油系统检修

学习任务1 高压油泵检修 ·····	089
学习目标·····	089
任务引入·····	089
相关知识·····	089
一、共轨燃油系统的分类和组成·····	089
二、高压油泵·····	091
三、共轨·····	093
四、调压阀·····	095
五、燃油滤清器·····	096
六、奥迪3.0 A6 TDI 燃油系统·····	096
任务实施·····	098



一、注意事项	098
二、拆装及检修流程	099
三、技能学习考核	099
学习任务2 共轨喷油器检修	101
学习目标	101
任务引入	101
相关知识	101
一、高压共轨喷油器	102
二、中压共轨喷油器	103
三、压电共轨喷油器	104
四、奥迪 3.0 V6 TDI 压电喷油器	106
任务实施	108
一、注意事项	108
二、拆装及检修流程	109
三、技能学习考核	109
学习任务3 低压输油泵检修	110
学习目标	110
任务引入	110
相关知识	110
一、低压输油泵	110
二、奥迪 TDI 发动机输油泵检修	114
任务实施	115
一、拆装及检修流程	115
二、技能学习考核	115
习题	115

项目五

柴油发动机电控系统传感器检修

学习任务1 加速踏板位置传感器检修	119
学习目标	119
任务引入	119
相关知识	119
一、电位计式加速踏板位置传感器	119
二、差动电感式加速踏板位置传感器	120
三、霍尔式加速踏板位置传感器	121
任务实施	121
一、拆装及检修流程	121
二、技能学习考核	122

学习任务2 凸轮轴/曲轴位置传感器检修	123
学习目标	123
任务引入	123
相关知识	123
一、电磁感应式凸轮轴/曲轴位置传感器	123
二、霍尔式凸轮轴/曲轴位置传感器	125
任务实施	127
一、曲轴位置传感器检修	127
二、凸轮轴传感器检修	127
三、技能学习考核	128
学习任务3 针阀升程传感器检修	130
学习目标	130
任务引入	130
相关知识	130
一、针阀升程传感器的基本组成及工作原理	130
二、针阀升程传感器检修	131
任务实施	132
一、拆装及检修流程	132
二、技能学习考核	132
学习任务4 调节活塞位移传感器检修	134
学习目标	134
任务引入	134
相关知识	134
一、控制滑套位置传感器的基本组成及工作原理	134
二、控制滑套位置传感器检修	136
任务实施	137
一、拆装及检修流程	137
二、技能学习考核	137
学习任务5 温度传感器检修	139
学习目标	139
任务引入	139
相关知识	139
一、温度传感器的功用	139
二、温度传感器的结构原理	139
三、温度传感器检修	141
任务实施	143
一、燃油温度传感器的检修	143
二、进气歧管温度传感器的检修	143
三、冷却液温度传感器的检修	144



四、技能学习考核	144
学习任务6 压力传感器检修	145
学习目标	145
任务引入	145
相关知识	145
一、压力传感器的功用	145
二、压力传感器的结构原理	146
任务实施	147
一、进气歧管压力传感器的检修	147
二、大气压力传感器的检修	148
三、共轨压力传感器的检修	149
四、技能学习考核	149
学习任务7 空气流量传感器检修	150
学习目标	150
任务引入	150
相关知识	150
一、热线式空气流量计	150
二、热膜式空气流量计	151
任务实施	152
一、拆装及检测流程	152
二、技能学习考核	152
学习任务8 氧传感器检修	153
学习目标	153
任务引入	153
相关知识	153
一、普通型氧传感器	153
二、热型氧传感器	155
三、普通氧传感器	155
任务实施	156
一、氧传感器的检修	156
二、宽量程氧传感器的检修	157
三、技能学习考核	158
习题	159

项目六

柴油发动机辅助控制系统检修

学习任务1 废气涡轮增压控制系统检修	163
学习目标	163



任务引入·····	163
相关知识·····	163
一、废气涡轮增压系统·····	163
二、增压控制系统的功能·····	165
三、增压压力控制系统·····	165
四、增压空气循环控制系统·····	168
任务实施·····	170
一、拆装及检修流程·····	170
二、技能学习考核·····	171
知识拓展·····	171
一、怠速转速控制·····	172
二、各缸均匀性控制·····	172
学习任务2 预热系统检修 ·····	173
学习目标·····	173
任务引入·····	173
相关知识·····	173
一、起动预热系统（空气预热）·····	173
二、辅助预热系统（冷却液预热）·····	176
三、预热塞系统检修·····	177
任务实施·····	178
一、拆装及检修流程·····	178
二、技能学习考核·····	178
学习任务3 电控进气系统检修 ·····	180
学习目标·····	180
任务引入·····	180
相关知识·····	180
一、捷达 SDI 柴油发动机进气翻板的检修·····	180
二、宝来 TDI 柴油发动机进气翻板的检修·····	182
任务实施·····	184
一、捷达 SDI 柴油发动机进气翻板系统的检修·····	184
二、宝来 TDI 柴油发动机进气翻板系统的检修·····	184
三、技能学习考核·····	184
知识拓展·····	185
学习任务4 EGR 系统检修 ·····	189
学习目标·····	189
任务引入·····	189
相关知识·····	189
一、柴油发动机排放控制技术·····	189
二、废气再循环控制系统·····	192

任务实施·····	198
一、拆装及检修流程·····	198
二、技能学习考核·····	199
知识拓展·····	200
一、催化转化系统·····	200
二、颗粒过滤系统·····	205
习题·····	209

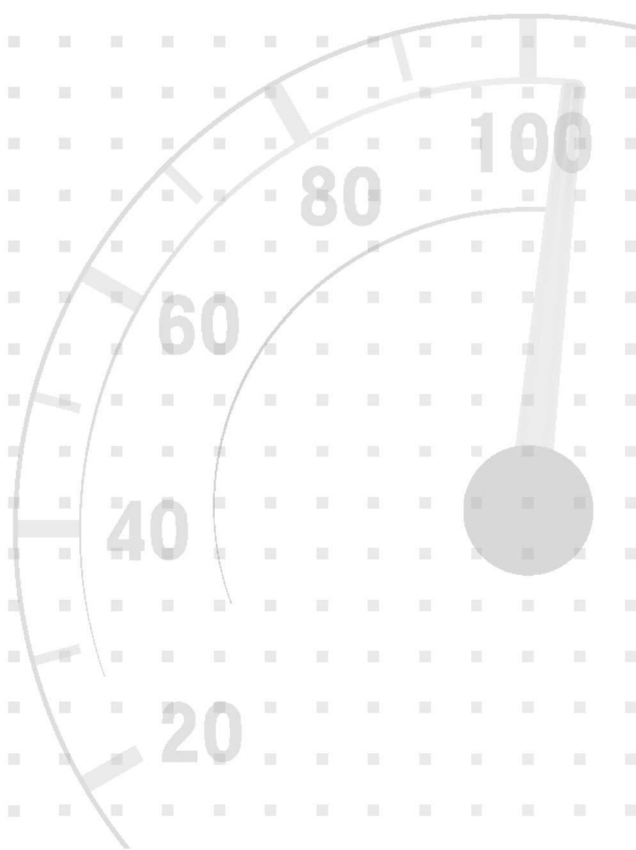
项目七

柴油发动机电控系统故障诊断

学习任务1 故障码读取和无故障诊断·····	213
学习目标·····	213
任务引入·····	213
相关知识·····	213
一、故障码读取与清除·····	213
二、无故障码故障诊断·····	223
任务实施·····	227
一、故障码读取·····	227
二、无故障码诊断·····	227
三、技能学习考核·····	227
学习任务2 数据流读取和执行元件测试·····	231
学习目标·····	231
任务引入·····	231
相关知识·····	231
一、读取数据块·····	231
二、执行元件诊断·····	242
三、发动机控制单元（ECU）编码·····	245
任务实施·····	246
一、数据流读取·····	246
二、执行元件测试·····	246
三、技能学习考核·····	246
习题·····	247
技能学习工作单·····	248
参考文献·····	275

项目一

柴油发动机电控系统和维修 常用仪器设备的认识



学习任务 1

柴油发动机电控系统的认识



学习目标

- (1) 了解柴油发动机电控技术的发展历程和现状。
- (2) 了解柴油发动机电控技术的特点。
- (3) 掌握部分车型柴油发动机电控系统的主要参数。
- (4) 熟悉柴油发动机电控系统的功用。
- (5) 掌握柴油发动机电控系统的基本组成。
- (6) 能够区分不同柴油发动机电控系统的类型。
- (7) 能够识别柴油发动机电控系统传感器的位置。
- (8) 能够识别柴油发动机电控系统执行器的位置。



任务引入

关于柴油发动机技术，大众对其的认知比汽油发动机技术的认知少得多，因为国内的乘用车绝大部分是汽油车。柴油发动机的技术特征命名五花八门，柴油发动机高压喷油系统的演变是从纯机械到电控，而电控柴油发动机大致经历了哪几个阶段？现在柴油发动机电控系统都有哪些特点？维修技师应该阅读维修手册并借助对实车的观察分析，掌握柴油发动机的特点以便正确制订维修计划。随着柴油发动机电控技术的发展，柴油发动机电控系统从最基本的燃油喷射控制，即供（喷）油量控制和供（喷）油正时控制，已扩展到包括对供（喷）油速率控制和喷油压力控制在内的多目标控制的燃油喷射控制；并从单一的燃油喷射控制扩展到全方位集中控制。柴油发动机电控系统都包括哪些？柴油发动机电控系统的基本组成包括哪些？维修技师要掌握柴油发动机的类型及其传感器、执行器的位置，以便制订维修计划。



相关知识



一、柴油发动机电控技术的发展历程

1892 年，德国工程师鲁道夫·狄赛尔（Rudolf Diesel）受面粉厂粉尘爆炸的启发，设想将吸入气缸的空气高度压缩，使其温度超过燃料的自燃温度，再用高压空气将燃料吹入气缸，使之着火燃烧。他首创的压缩点火式内燃机于 1897 年研制成功，这种内燃机大多用柴



油作为燃料，故又称为柴油发动机。

1898 年柴油发动机首先用于固定式发电机组，1903 年用作商船动力，1904 年装于舰艇，1913 年第一台以柴油发动机为动力的内燃机车制成。1927 年，德国 Bosch 公司研制出了直列式合成泵，带来了柴油发动机技术的第一次飞跃，从此机械式供油系统取代了蓄压式供油系统，为柴油发动机的高速化、改善燃烧、提高性能创造了条件，使柴油发动机在汽车上的应用成为可能。

20 世纪 50 年代出现的废气涡轮增压技术，带来了柴油发动机技术的第二次飞跃。在第二次世界大战期间，增压技术广泛应用在飞机发动机上，直到 1954 年，瑞典的沃尔沃（VOLVO）汽车公司首先将增压技术应用在汽车柴油发动机上，使柴油发动机的升功率大幅度提高的同时，也奠定了柴油发动机作为中、重型车辆动力装置的主导地位。

柴油发动机升功率低、比质量大、振动和噪声大、起动性能差、制造成本高的缺点，始终是限制柴油发动机在汽车（尤其是轿车和轻型车）上广泛应用的瓶颈。20 世纪 80 年代电子控制技术在柴油发动机上的应用，带来了柴油发动机技术的第三次飞跃，推进了轿车和轻型车柴油化的进程。

在柴油发动机技术发展的同时，随着 20 世纪 80 年代电控技术、增压技术、净化处理技术在柴油发动机上的广泛应用，柴油发动机的燃油经济性和升功率进一步提高，CO、HC 和 NO_x 的排放量进一步降低，在轿车和轻型车动力竞争中，柴油发动机的优势开始显现。

现代汽车柴油发动机发展面临的主要问题是进一步降低油耗、降低 NO_x 和颗粒排放、降低噪声（欧盟、美国、日本排放法规的发展如图 1-1 所示），解决这些问题，就必须实现柴油发动机循环喷油量的高精度控制、喷油正时和喷油速率的优化控制、喷油压力的独立控制（不受喷油量和转速的影响）。

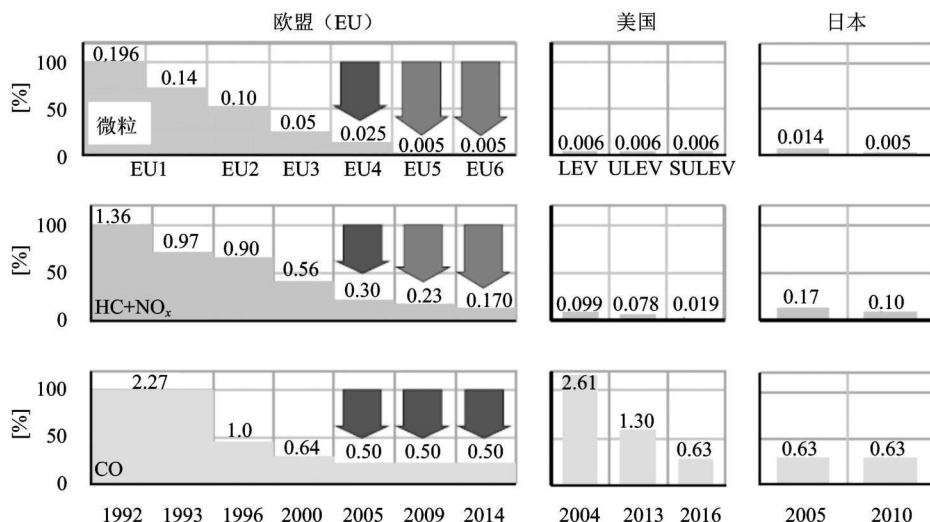


图 1-1 欧盟、美国、日本排放法规的发展

柴油发动机传统的机械式燃料供给系统无法实现上述要求的各种控制，汽油发动机电控技术发展的经验证明，只有以计算机为电控单元的电子控制技术，才能使柴油发动机的动力性、经济性、排放性及噪声等各个方面的指标进一步得到改善，从而提高柴油发动机与汽油