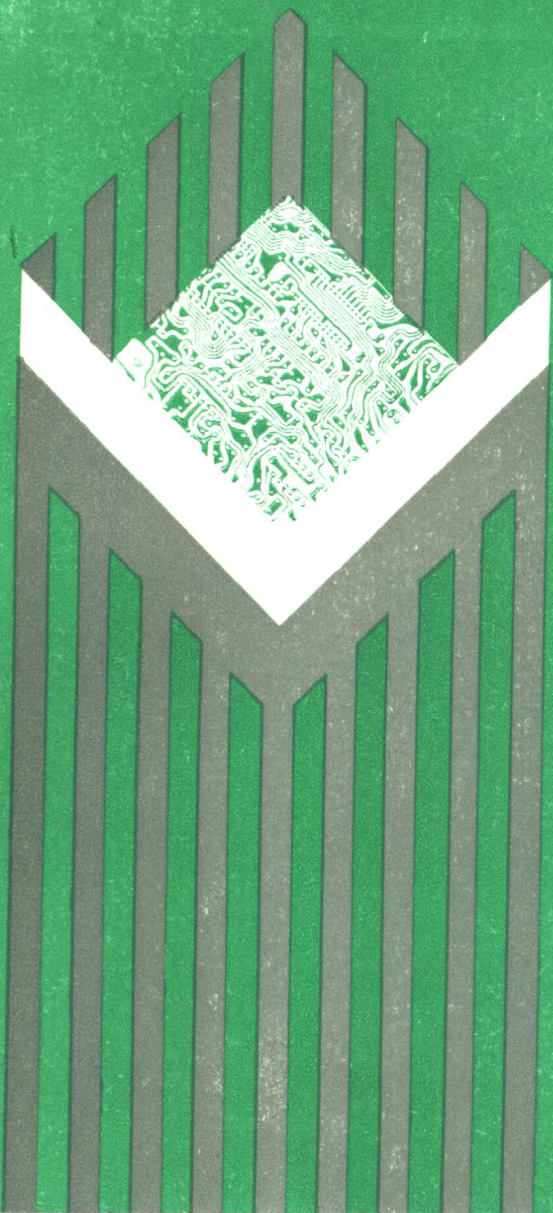


# 汽车电子学

〔日〕林田洋一 著  
蔡 锐 彬 译  
人民交通出版社



QICHE DIANZIXUE

# 汽车电子学

〔日〕 林田洋一 著

蔡 锐 彬 译

人民交通出版社

カーエレクトロニクス

林田洋一

株式会社大河社昭和59年7月20日

---

汽车电子学

〔日〕林田洋一 著

蔡锐彬 译

责任编辑 张玉栋

人民交通出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本：850×1168 1/32 印张：7.875 插页：1 字数：173千

1988年2月 第1版

1988年2月 第1版 第1次印刷

印数：0001—10,100册 定价：2.00元

## 内 容 简 介

本书包括汽车发动机的基础知识，汽油机、柴油机的电子控制，传感器及汽车电子化的发展等内容。叙述了最近十多年来电子技术在汽车上的应用和发展概况。

本书取材丰富、内容新颖、叙述简明易懂，可供汽车工程科技人员、技术工人阅读，也可作为大专院校汽车专业师生的参考书。

## 前 言

IC（集成电路）正在闯入一切需要控制的机械领域，汽车也不例外。因为现代社会对汽车排气净化和省油的要求非常明确，故 IC 在汽车上的应用，首先从发动机领域开始。

汽车发动机，与其他任何交通工具的发动机相比，使用条件变化更大。加速、减速、急剧增减扭矩，从冷机突然启动进入行驶状态等。在这样剧烈变化的条件下，必须使其热效率、输出功率、行驶性和排气清净性，经常都处于最佳状态。

在实行电子控制方面，汽车发动机的确是理想的控制对象。近十年来，汽车发动机控制电子化的速度突飞猛进。发展到今天，终于大致告一段落。

可是，环顾周围我们即可发现，在现有的内燃机教科书中，详细叙述电子控制的书却一本也没有。这对于今后想学习汽车发动机的人来说，非常不便。写这本书的目的，正是为了填补内燃机教科书（有各种很好的教材）中的这一空白。

对汽车发动机电子化持有兴趣的人们中，有许多是从电子工程领域迈向发动机领域的。因此，与电子控制部分有关的发动机要点（关于燃烧的叙述），本书中也一并加以阐明。

与发动机相比，汽车其他部件的电子化还刚刚开始，正处于日新月异的阶段，还看不到象发动机那样成熟。因此，尚未达到把那些内容写进书里的阶段。故也担心本书问世之时，或许都成了陈旧的知识。

不过，正因为汽车电子化处在日新月异的发展阶段，故大家

对此深为关心。因此，尽管是尚未成熟的技术，如发动机以外的汽车传动系、行驶系、信息显示系统等的电子化现状，在本书的后半部，也予以简单介绍。不足之处，将随着汽车电子化的进展，待告一段落之时，加以补充和修正。

林 田 洋 一

1984年6月

## 译者序

本书系统介绍了最近十多年来电子技术在汽车上的应用推广概况，取材于日、美汽车的先进车型，其内容包括化油器式汽油机、汽油喷射发动机及柴油机的电子控制原理与实用装置，车用传感器，汽车传动系、行驶系及信息显示系统的电子技术发展动向。

随着电子技术的飞速发展，加上人们对汽车排气净化与节油的要求日趋严格，新型汽车上各种电子设备日益增多。而这一方面的知识是以往各种汽车技术书籍所未曾述及的，从而给广大汽车工程技术人员和技术工人带来了某些困难。本书正可以满足有关人员在这方面知识的迫切需要，故译出以供国内广大读者参考。

原书于1984年7月在日本初版发行，十分畅销。译文本系根据原书初版译出。对原书中个别错误疏漏之处，译者均已予以订正。

译者才疏学浅，加之时间仓促，译文中难免尚有不确切或错误之处，敬请读者批评指正。

1986年11月

## 本书英语缩略语词汇

AAC	空气辅助控制		制
A/D	模拟/数字	EFI	电子喷油式
ACV	空气控制阀	EGR	排气再循环
ASCD	汽车速度控制 装置	ELBS	电子式稀混合 气燃烧系统
BTDC	上止点前	ERS	经济行驶系统
CFI	集中喷油	FB	反馈
CLCC	化油器闭环控 制	FF	发动机前置与 前轮驱动
CPU	中央处理器	GM	通用汽车公司 (美国)
CRT	阴极射线管	HEI	高能点火
CVT	无级变速器	I/O	输入/输出
D/A	数字/模拟	I-TEC	五十铃全电子 控制
DI	直接喷射	IDI	间接喷射
EACV	空气控制阀	ISC	怠速速度控制
ECCS	电子式发动机 集中控制系统	JASO	日本汽车技术 协会标准
ECD	电子控制式柴 油机	LED	发光二极管
ECI	电子控制喷射	LSI	大规模集成电 路
ECM	电子控制模块	LVDT	线性可调关系 变压器
ECT	锁止式变扭器	MBT	最大制动力矩
ECU	电子控制装置		
EEC	发动机电子控		



MD	可变排量		钟模块
MISAR	微过程控制计 算机和自动 调节	PZT	压电跃变
		RAM	随机存储器
		ROM	只读存储器
MPI	多点喷射	SAE	美国汽车工程 师学会
MPU	微处理器		
NTC	负温度系数	SAW	表面弹性波
OD	超速档	S/N	信噪比
ON/	开启/关闭、接	SPI	单点喷射
OFF	通/断开	TBI	节气门喷油
PAN	聚丙烯腈	TCCS	丰田计算机控 制系统
PIA	外围接口适配 器	TI	得克萨斯仪器 公司
PROM	可编程序只读 存储器	VCM	真空控制调节
PSI	磅力每平方英 寸(已废除)	VLSI	超大规模集成 电路
PTC	正温度系数	VSV	真空开关阀
PTM	可编程序的时		

# 目 录

本书英语缩略语词汇..... 1

## 第一章 汽车发动机的基础知识

第一节 微型计算机时代的汽车发动机..... 1

第二节 汽车发动机的种类..... 2

第三节 四行程汽油机的特性和最佳控制..... 4

一、四行程循环..... 4

    1. 进气行程..... 5

    2. 压缩行程..... 5

    3. 膨胀行程..... 6

    4. 排气行程..... 6

二、气缸压力..... 7

三、配气相位..... 9

四、点火时刻..... 10

    1. 燃烧过程和点火时刻..... 10

    2. 爆燃与点火时刻..... 11

    3.  $\text{NO}_x$ 、HC 和点火时刻..... 12

    4. 以往的点火时刻控制法..... 13

五、空燃比..... 16

    1. 动力性、经济性和空燃比..... 16

    2. 排气与空燃比..... 17

    3. 轻负荷区域的稳定燃烧和空燃比..... 23

六、EGR (排气再循环) ..... 24

七、燃烧稳定性..... 26

八、行驶性..... 31

第四节 汽车电子零件的使用环境.....32

- 一、温度、湿度环境.....32
  - 1. 温度、湿度的记录.....32
  - 2. 温度与湿度试验.....35
- 二、振动、冲击试验.....38
- 三、电的环境.....38
  - 1. 电源电压的波动.....39
  - 2. 脉冲电压.....40
  - 3. 干扰电波.....42
- 四、其他的环境条件.....42
- 五、可靠性和故障诊断.....43
  - 1. 可靠性.....43
  - 2. 故障诊断的问题.....44

**第二章 汽车发动机的电子控制**

第一节 汽车的电子化.....45

第二节 电子式喷油系统的构造和特征.....53

- 一、日产汽车的 ECCS .....56
  - 1. 控制装置的工作.....56
  - 2. 喷油控制.....58
  - 3. 点火时刻的控制.....70
  - 4. 怠速转速的控制.....75
  - 5. EGR (排气再循环) 控制.....81
- 二、丰田汽车的 TCCS .....85
  - 1. 喷油控制.....87
  - 2. 点火时刻的控制.....89
  - 3. 怠速转速的控制.....90
  - 4. 其他的功能.....91
  - 5. 控制装置.....93
- 三、五十铃汽车的 I-TEC.....94

四、SPI 系统 .....	96
1.化油器式与喷油式的比较 .....	96
2.SPI 系统的意义 .....	97
五、三菱汽车的 ECI .....	97
1.卡尔曼空气流量传感器 .....	98
2.控制装置 .....	101
3.喷油混合器 .....	102
六、福特汽车公司的 CFI .....	103
七、通用汽车公司的 TBI .....	106
第三节 化油器式发动机的电子控制 .....	111
一、化油器的功用和特性 .....	111
1.主供油系——决定基本的空燃比 .....	112
2.主空气量孔——调整大负荷时的空燃比 .....	114
3.怠速装置——调整低负荷区的空燃比 .....	115
4.大负荷加浓装置 .....	116
5.加速装置 .....	117
6.阻风门 .....	117
二、化油器的电子控制 .....	118
1.直接修正供油的方式 .....	119
2.间接修正供油的方式 .....	120
3.渗气控制式 .....	122
4.浮子室压力控制方式 .....	125
5.二次空气调整方式 .....	125
三、丰田汽车的经济行驶系统 ERS .....	128
四、三菱汽车的 MD 发动机 .....	128

### 第三章 传 感 器

第一节 温度传感器 .....	131
第二节 压力传感器 .....	133
第三节 流量传感器 .....	136

一、空气流量传感器	137
二、燃料流量传感器	139
第四节 曲轴位置、转速传感器	140
第五节 氧传感器	143
第六节 NO <sub>x</sub> 传感器	145
第七节 爆燃传感器	147
一、爆燃传感器的构造	148
二、爆燃的判断和点火时刻的控制	150
第八节 未来的传感器	154

## 第四章 柴油机的电子控制

第一节 柴油机的燃烧原理和喷油	156
一、柴油机的燃烧	157
1. 燃烧过程	157
2. 柴油机的工作粗暴	159
3. 柴油机的燃烧是扩散燃烧	160
4. 促进混合的手段	162
二、喷油和排气	165
1. 喷油装置	165
2. 柴油机的排气	170
三、柴油机电子控制化的特征	172
第二节 各厂的柴油机电子控制方式	174
一、丰田汽车公司的 ECD	174
1. 喷油量的控制	174
2. 怠速转速等的控制	178
3. 喷油时刻的控制	178
4. 进气节流控制	180
5. 自我诊断和安全装置	181
二、五十铃汽车的 I-TEC	182
1. 喷油量的控制	184

目  
6  
一

- 2. 喷油时刻的控制.....186
- 3. 自我诊断和安全功能.....186
- 三、英国路卡斯公司的海豚式和太阳神式.....187
  - 1. 海豚式（压电式）.....187
  - 2. 太阳神式（电磁阀式）.....190

### 第五章 汽车电子化的发展

- 第一节 传动系的控制.....192
  - 一、变速器的电子控制.....193
  - 二、变速器控制的最终目标.....197
  - 三、自动行驶.....200
- 第二节 行驶系统的控制.....203
  - 一、防抱死系统（防滑系统）.....204
  - 二、车高自动调整装置.....207
- 第三节 信息、显示系统.....209
  - 一、显示方法.....210
    - 1. 电子显示.....210
    - 2. 声音显示.....211
    - 3. 计算信息的显示.....212
  - 二、光通信.....216
    - 1. 光通信的原理与特征.....216
    - 2. 光通信系统的应用.....218
  - 三、反声纳.....222
  - 四、导航系统.....224
    - 1. 导向行驶系统.....226
    - 2. 惯性行驶系统.....229
- 第四节 提高舒适性.....233

# 第一章 汽车发动机的基础知识

## 第一节 微型计算机时代的汽车发动机

汽车驾驶员通过控制加速踏板的行程，来增减发动机的输出功率。这时，驾驶员所控制的只是加速踏板，而加速踏板则用钢丝绳和杠杆等与节气门相连接。

节气门系用来改变进气通路的截面积，调节发动机的充气量。缩小节气门开度，发动机充气量减少。加大节气门开度，发动机充气量增加。

化油器依充气量供给相应的燃料，形成空气与燃料的混合比恰好适于燃烧的混合气。汽油完全燃烧的理论空燃比(重量比)，大约为14.7。

要使发动机运转良好，除了空燃比以外，还必须选定合适的点火时刻。以往的发动机，点火时刻由分电器内的断电器决定。最佳点火时刻依转速和负荷而改变，并借助于装在分电器内的离心点火提前和真空点火提前装置，进行调节。

这是微型计算机时代以前，发动机的控制状态。

用化油器调节空燃比，靠离心点火提前或真空点火提前装置调节点火时刻，都是直接利用空气流动或离心力和进气真空度等物理现象，理论上很难精确控制。由于汽车是一种加减速频繁，能立即起动、停止的交通工具。因此理论上的控制，显得更难。

60年代后半期，又发生了令人烦恼的事情。汽车排气中所含有的HC(碳氢化合物)和 $\text{NO}_x$ (氮的氧化物)，在大气中发生光化学反应，生成 $\text{O}_x$ (氧化剂，如臭氧 $\text{O}_3$ 、PAN等的总称)。对人体和动植物造成危害。这个问题，受到整个人类社会的关注。汽车排气净化成了不能回避的课题。

这一时期，半导体技术取得了长足的进步，达到能用于发动机控制的水平。

与此同时，在1973年秋发生了石油危机。发动机必须同时解决排气净化和省油的两大问题。

于是，作为最有希望的发动机控制手段，微型计算机开始进入这一领域。

微型计算机根据曲轴位置传感器、转速传感器、进气流量传感器、冷却水温度传感器、氧传感器和其他传感器所传来的信号，几乎在瞬间便算出最佳空燃比和点火时刻，并给出指示，从而证实这些主要因素是能够控制的。

迄今为止，汽车发动机只是接受开式控制法。就是说，还没有采用那种根据执行的结果，回头再改变控制方法的反馈控制法。

例如，离心点火提前和真空点火提前装置，如果开始时选定不当，那么直到最后，都不能获得正确的调节。

但是，微型计算机则不同。根据执行的结果，再改变控制方法。事情经过之后又回到原来的状态。从而能够实行闭式的反馈控制。这种控制，可通过使用氧传感器的空燃比反馈控制系统与爆燃传感器的点火时刻反馈控制系统予以实现。

## 第二节 汽车发动机的种类

现在，用作汽车动力的发动机，一般有四行程汽油机、二行程汽油机、转子发动机和柴油机四种。

这些发动机更准确的名称如下所述。

●四行程汽油机：四行程、火花点火、奥托循环、化油器式（或者缸外喷射式）、均匀混合气、活塞式发动机。

●二行程汽油机：二行程、火花点火、奥托循环、化油器式、扫气口式、均匀混合气、活塞式汽油机。

●四行程转子汽油机：四行程、火花点火、奥托循环、化油



器式、均匀混合器、旋转活塞式汽油机。

●四行程柴油机：四行程、压燃式、复合循环、缸内喷射、不均匀混合气、活塞式柴油机。

其特征和内容如表1-1所示。

汽车发动机的特性

表1-1

	四行程汽油机	二行程汽油机	转子发动机	四行程柴油机
燃料	汽油	汽油	汽油	柴油
热机循环	奥托四行程	奥托四行程	奥托四行程	复合四行程
点火手段	电火花	电火花	电火花	压缩温度
负荷调节方法	化油器(节气门开度)缸外喷油器(喷油时间)	化油器(节气门开度)	化油器(节气门开度)	缸内喷油器(喷油时间)
混合气形成的主要方法	均匀混合化油器(喉管)或缸外喷油器	均匀混合化油器(喉管)	均匀混合化油器(喉管)	不均匀混合缸内喷油器(喷雾)
旋转动力输出方法	活塞-曲轴	活塞-曲轴	汪克尔转子系统	活塞-曲轴
特征和问题	能获得最佳综合性能未经净化时,排气肮脏注:一部分使用LPG燃料(出租汽车用)	构造简单、成本低、易实现高速化、HC的排放多、扫气口式	紧凑、面向高速、振动与噪声低、经济性差、HC的排放多	经济性好、高速化难、成本高、比功率低、笨重、振动与噪声大、有排烟

大部分轿车和多数小型载货汽车、公共汽车,都装着四行程汽油机。不管怎么说,这种发动机的综合性能最好。

二行程汽油机,从前广泛用作轻型汽车发动机。但到了排气法规强化阶段,由于很难消除其HC排放量多的天生弱点,已经逐渐被淘汰。只有铃木汽车公司的二行程发动机仍然保留下来。但是,摩托车的发动机,现正在更广泛地采用二行程汽油机。

转子发动机,虽因东洋工业公司的努力而取得了很大的进步。但因其油耗率高,故仅限于用在竞赛汽车上。不过,由于这种发动机结构紧凑,平衡性好,以提高经济性为中心的改良研究,仍在继续进行中。