

COMPUTERIZED ENGINE CONTROLS

发动机计算机管理系统

—— 汽车电喷技术



〔美〕 Dick H. King 著

星 关 文 史宗海 译

- 电学基础
- 计算机基础
- 电子点火
- 电喷技术
- 车体计算机
- 计算机网络
- 车载诊断系统
(OBD II)

★ 美洲车
★ 欧洲车
★ 亚洲车
★ 柴油车



ITP



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

URL: <http://www.phei.com.cn>

COMPUTERIZED ENGINE CONTROLS

发动机计算机管理系统

——汽车电喷技术

〔美〕 Dick H. King 著

谭 星 关 文 史宗海 译

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

内 容 提 要

近年来由于限制汽车造成污染的法规愈加严格,计算机技术(及其相关器件)的快速进步,人们很自然地想到了将电子技术用于改善汽车的排放质量。这样,自七十年代开始,汽车电子技术得到了迅猛发展,从最初简单的电子点火,到如今对汽车进行全面管理的计算机网络系统。

本书比较全面地介绍了基于计算机的发动机管理系统。由浅入深,首先介绍了电学基础、传感器基础、计算机基础,继而详细地介绍了发动机管理系统;由近及远,从最初的简单系统,到最新的复杂网络系统;由此及彼,书中介绍了美洲、欧洲和亚洲各主要汽车厂家的发动机控制系统,并用专门一章介绍了计算机控制的柴油发动机系统。本书最后介绍了车载诊断系统OBD II。

本书可作汽车技师的培训教材,并可作为汽车维修人员、科技人员、汽车爱好者和广大司机的参考资料。



Copyright©1997 by Van Nostrand Reinhold, an Division of
International Thomson Publishing Inc.

ALL RIGHTS RESERVED. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording, or any information storage and retrieval system, without permission, in writing, from the Publisher.

本书版权由美国ITP集团公司的子公司出版,ITP公司已将本书的中文版独家版权授予中国电子工业出版社和北京美迪亚电子信息有限公司。未经许可,不得以任何形式和手段复制或抄袭本书内容。

书 名: 发动机计算机管理系统——汽车电喷技术

著 者: [美] Dick H. King

译 者: 谭星 关文 史宗海

责任编辑: 慧文

印 刷 者: 北京天竺颖华印刷厂

装 订 者: 三河金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社出版、发行

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编: 100036 发行部电话: 68279077

北京市海淀区万寿路甲15号南小楼三层 邮编: 100036 发行部电话: 68215345

URL: <http://www.phei.com.cn>

经 销: 各地新华书店经销

开 本: 787×1092 1/16 印张: 36 字数: 930 千字

版 次: 1999年1月第1版 1999年1月第1次印刷

书 号: ISBN 7-5053-4895-7/TP·2389

定 价: 60.00 元

著作权合同登记号 图字: 01-98-1146

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换。

版权所有·翻版必究

致 谢

我非常感谢以下各位在本书编著过程中所给予的多方面帮助:

- Theresa Murphy帮助录入了书稿
- Margery Rothschild帮助整理了各种说明
- Tim Turpin翻印了本书的图片
- Renault Catalano提供了电子技术的建议
- 还有提供关键建议和/或问题答案的人员:

姓名	单位
Tomas Baird	Butte Community College
Lawrence W.Breeden	Albany Technical Institute
Joel Copper	Muskingum Area Technical College
John Gahrs	Ferris State University
Harold Gubler	Columbia-Greene Community College
Dan Hall	Kirkwood Community College
Carl Hinkley	Central Maine Technical College
Mike Huneke	Texas State Technical College
Dale Jaenke	John Tyler Community College
Steven Levin	Columbus State Community College
Randall Pollmeier	Indian River Community College
Danny Rakes	Danville Community College
Lester Smith	Monroe Community College
Patrick Tiekamp	University of New Mexico-Gallup

译者致谢

本书在翻译过程中曾得到清华大学袁大宏教授和王铭光教授的热情指导，特此致谢。

译者

前 言

由于微处理器及其相关器件和电路在汽车领域的应用，促进了汽车技术的快速发展。这一技术的发展表明，在这个领域需要大批受过训练的技术人员从事技术服务。

本书的内容是在较宽的范围内满足这一技术要求：帮助学习者全面掌握计算机化发动机管理系统以及如何进行维修。学习本书之后，就会发现，计算机化发动机管理系统，并不比其它计算机更复杂。

本书的编写是假定读者已熟悉传统发动机的电气系统和燃料系统。这些内容，本书不再重复。

计算机化发动机管理系统实质上是发动机电气和燃料系统的集成，它的重要性和复杂性，使它在发动机的教材中自成科目。在教学中这一科目也应自成系统。在明白了本系统的目的、原理、调试方法、以及服务手册中的调试步骤后，就会进一步地了解本系统作为发动机支持系统中一个独立部分的意义。

本书对每一种流行的、多功能的计算机系统，都用单独的一章进行介绍。每一系统都涵盖足够的规范信息和细节，以使读者能充分了解其工作全貌。编写本书的原则是：在了解系统原理的基础上，提出的维修步骤要简单，而且清晰易懂。正确地解释调试步骤至关重要，不然，技术人员会弄不清测试过程中，那些读数现象是正常的，而那些情况会出现不正常的读数和现象。

本书经常给出一些产品技术手册中的信息，以帮助读者熟悉这些数据。另外，对技术手册的引用，是帮助读者加深对调试中使用技术手册重要性的认识。本书努力帮助读者获得必要的知识，以解决调试和维修计算机化发动机控制系统时所遇到的问题。

每章中开头的摘要，是帮助读者了解本章的主要内容。每章结尾有复习问题，可帮助读者复习并加深对重要概念的理解。复习问题也同时强调了主要内容。本书还给出了非常适用的来自实践的问题。维护和诊断提示，以及诊断练习。

在实际使用中，对某些发动机计算机管理系统中的人身安全方面，予以特别强调。本书根据工业标准使用如下术语以示强调：

警告 (Warnings)：指明如果没有遵循正确的诊断和修理步骤，会招致人身事故甚至危及生命。

注意 (Cautions)：指明如果没有遵循正确的诊断和修理步骤会损坏工具、设备或维修的车辆。

附注 (Note)：说明步骤或操作，可使手边的工作更方便，或给出另外一种方法，以解决问题，或对一个特别问题的理解。

每一读者都应了解，只要遵循安全规则，在计算机控制的发动机上工作并无危险。认真学习并遵守安全规则，将终生受益。

计算机化发动机管理系统中的专门术语，在它们的第一次出现时予以特别强调，它们的意义也在相关处予以阐明。在每章列出了重要术语。在使用缩写词较多的一章之后，有一个缩写词表。对读者可能关心的背景材料将插在书中叙述。

如何使用本书

请先读一下基础部分和前两章，这两章提供了对各系统都通用的部件的工作原理。其余各章都是涉及个别系统，阅读的先后次序关系不大。读者会发现按照书中的顺序（按照制造商及其推出的时间排序）学习会比较容易。一般说来，时间愈长，系统会变得愈复杂。如果对早期的，简单系统有很好的背景知识，那么对近期产品就容易理解。很多读者不愿学习每一章，或老师不指定每章都学，可在读完基础之后至少对规定的系统再读三章，其余各章可作为参考，将来使用（译者建议除基础之外，第1章、第2章和第18章为必读，此外再选读至少一个系统）。

目 录

基础： 电学和电子技术知识	1
电学电路与电子电路的比较	1
电子理论	1
磁场	4
导体与绝缘体	13
电路	13
极性	18
电路检查：故障	19
测试	20
半导体	26
集成电路（ICs）	36
第1章 车用计算机	37
为何使用计算机	37
排放的气体	44
经济性和驱动性	48
闭环和开环	49
技术人员的态度	50
系统诊断和维护故障诊断的方法	50
本章小结	51
诊断练习	51
复习问题	52
第2章 发动机管理系统中的通用部件	54
共同特点	54
传感器	58
执行器	71
系统诊断与维修	74
本章小结	77
诊断练习	77
复习问题	77
第3章 GM：计算机命令控制	79
电子控制模块（ECM）	80
工作模式（Operating Modes）	81
输入	82

输出	90
系统诊断与维修	114
本章小结	127
诊断练习	129
复习问题	129
第4章 GM: 电子喷油	132
电子控制模块 (ECM, Electronic Control Module)	133
运行模式	134
输入	136
输出	139
系统诊断与维修	149
本章小结	153
诊断练习	153
复习问题	154
第5章 GM: 进气口燃油喷射	156
电子控制模块 (ECM)	157
运行模式	157
燃油供给系统	159
喷嘴	159
节流阀体	162
非ECM排放控制	163
输入	164
输出	173
系统诊断与维修	190
本章小结	195
诊断练习	197
复习问题	197
第6章 GM: 发动机控制的最新进展	199
通用系统性能	200
输入/输出	205
系统诊断与维修	216
其它发展	217
本章小结	217
诊断练习	217
复习问题	218
第7章 CADILLAC数字燃油喷射	220
电子控制模块 (ECM)	222
运行模式 (Operating Modes)	222

输入	225
输出	229
车体计算机模块 (BCM)	242
系统诊断和维修	251
本章小结	262
诊断练习	262
复习问题	262
第8章 FORD微处理器控制单元	264
MCU模块	264
输入	266
输出	271
系统诊断与维修	275
本章小结	277
诊断练习	277
复习问题	277
第9章 Ford EEC I, EEC II和EEC III系统	279
电子发动机控制 (EEC) I	279
系统诊断和维修	287
EEC II	288
输出	290
系统诊断和维修	292
EEC III	292
系统诊断和维修	294
小结	294
诊断练习	295
复习问题	295
第10章 FORD的EEC IV系统	297
电子控制部件 (ECA, Electronic Control Assembly)	299
运行模式	300
输入	304
输出	324
车速控制 (VSC, Vehicle Speed Control)	351
系统诊断与维修	352
本章小结	360
诊断练习	360
复习问题	360
第11章 Ford的最新发动机管理系统	362
发动机管理系统	362

输入	363
输出	368
排放控制	370
系统诊断与维修	373
本章小结	374
诊断练习	376
复习问题	377
第12章 CHRYSLER的氧回馈系统	380
控制燃烧计算机	380
输入	382
输出	385
系统诊断与维修	390
本章小结	391
诊断练习	391
复习问题	392
第13章 CHRYSLER的单点和多点燃油喷射	394
逻辑模块/功率模块	394
输入	399
输出	407
系统诊断与维修	415
本章小结	417
诊断练习	417
复习问题	417
第14章 Chrysler的多路复用和计算机的发展	419
动力系控制模块 (PCM, Powertrain Control Module)	419
多路复用系统 (Multiplexing System)	420
燃油系统	422
系统诊断与维修	423
本章小结	427
诊断练习	427
复习问题	427
第15章 欧洲 (Bosch) 发动机控制系统	430
系统概况	430
脉冲系统	436
MOTRONIC	437
控制单元	437
运行模式	438
输入	442

输出	446
系统诊断与维修	455
本章小结	456
诊断练习	456
复习问题	456
第16章 亚洲的计算机控制发动机	459
NISSAN: 系统综述	460
输入	462
输出	469
系统诊断与维修	474
TOYOTA: 系统综述	474
输入	474
输出	478
系统诊断与维修	483
本章小结	483
诊断练习	485
复习问题	485
第17章 电子控制的柴油机系统	488
柴油和汽油发动机	488
GM 6.5L柴油机: 系统综述	491
输入	493
输出	497
输入	508
输出	508
VOLKSWAGEN 1.9L TDI 柴油机: 系统综述	511
输入	511
本章小结	512
诊断练习	513
复习问题	513
第18章 OBD II自诊断系统	515
OBD II	515
OBD II的作用	516
标准化	516
监视条件	519
置位DTC并燃亮MIL	522
诊断管理软件	522
监视序列 (Monitoring Sequences)	524

美国制造商用编码	530
欧洲的方法	530
亚洲的例子: TOYOTA	532
诊断设备	532
本章小结	540
诊断练习	540
复习问题	545
词汇表	548
附: 书中汽车厂商英文简称及中文对照表	562

基础：电学和电子技术知识

早期的汽车只有很少的电气设备。但随着汽车技术的进步，附件日增，其电子系统成为今日汽车的主要特征。但为达到政府标准和满足用户需求，汽车制造厂还要继续增加电子控制系统。汽车制造商预言，本世纪结束前，多数汽车将由计算机控制。

电气和电子系统的增加，对汽车维修技师来说有两层意义：首先，不管他们的专业如何，要想继续有效工作，就必须具备电子诊断和修理的技巧。其次，具备这种技术的技师将得到更多的经济回报。

电气系统赖以工作的若干原理都很简单，学习起来并不难。读者学过这些原理应能理解掌握并能回答问题。要经常复习并完成导师指定的练习。

电学电路与电子电路的比较

电学电路与电子电路之间的区别有时并不是很清楚很明晰。这也给电气系统与电子系统的区分带来混淆。下面的比较会有助益。

电学电路	电子电路
做功：运动、热、光、磁场	交换信息：电压值，或开关信号
使用机电设备如开关、线圈或继电器	使用固态器件，没有运动的部件（如半导体三极管或二极管）
运行在相对大的电流值	运行在非常小的电流值
电路包含相对低的电阻值	电路包含非常高的电阻值

即便将固态器件认作电子电路的判据，但像功率晶体管这样的固态器件也可用于电气电路。功率晶体管是一种典型的半导体，它是专门设计运行在大电流情况，这不同于通常的电子电路。功率晶体管基本上是一种高可靠性的继电器。

电子理论

分子和原子

对电的研究，是从物质的最小微粒开始的。所有的物质——空气、水、木材、钢、石、以及组成我们身体的各种物质都是由相同的物质微粒组成。各种物质都是由称为分子的单元构成。而分子是由原子组成。分子是一种物质在保有其特性的情况下所能分割的最小单元。例如，水分子（ H_2O ）是由两个氢原子和一个氧原子组成。如果把水分子分裂为组成它的原子，那么它也不再成其为水了。

分子是由原子组成，而组成原子的是：

- 负电子，或带负电荷的粒子。

- 质子，或带正电荷的粒子。
- 中子，不带电荷的粒子，它增加了原子的质量。

最小最轻的原子是氢原子。它包含一个质子和一个电子（这是唯一没有中子的原子），如图0-1所示。第二个最小最轻的原子是氦原子。它有两个质子，两个中子，和两个电子，如图0-2所示。因为氢原子最小，最轻，而且有一个电子，一个质子，它的原子序数就定为1。因为氦原子是第二个最小最轻的原子，有二个电子，二个质子，和二个子，它的原子序数就定为2。每一种原子都有一原子序数，以表明其大小，重量（或质量），以及所包含的电子数目、质子数目、和中子数目。一个原子所含电子数和质子数总是相等的。

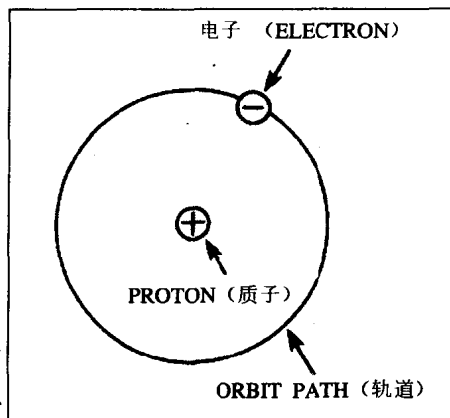


图0-1 氢原子

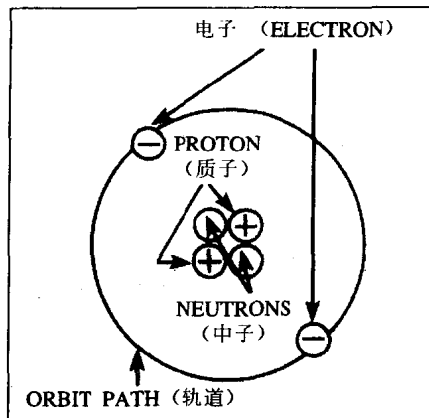


图0-2 氦原子

元素

电子、质子和中子组成原子，原子组成分子，如果组成分子的原子是相同的，这种分子称为元素。不同的元素由组成它的原子来区别。而原子间则是以它由多少质子、中子和电子所组成来区分。有100多种不同的元素。氢、氧、碳、铁、铅、金、硅、钠都是元素。元素是一种纯净的物质，它的分子只含有一种原子。如水包含氢和氧原子；这种物质称为化合物。

原子结构与电学

从图0-1和图0-2中可以注意到，质子和中子是集中在原子的中心。称为原子核。电子围绕原子核周围运动，其运动轨道如同地球绕太阳运行一样。但因一个原子往往有多个电子围绕其原子核运动，所以电子运动的轨道是分层的，而不是在同一轨道，见图0-3。图中可见，有的电子是在同一轨道。本书只对最外层电子感兴趣。这一层称为外壳或价环。请读者注意，这里所说的电子在外壳的轨道上，是不严格的比如，现代物理对电子在外壳上准确描述是用概率方程，而不是围绕在圆形轨道上的物理质点。在这里我们只用简单的解释（称为Rutherford电子模型），能说明电子运动的本质即可。

如前所述，电子带有负电荷，质子带有正电荷。同电荷相斥，异电荷相吸；电子永远以光速运动。这些特性，可用来解释原子间是如何产生电流的。电流是大量电子沿同一方向运动的结果。

注意：电流有两种：直流（DC）和交流（AC）。直流中电子的流动方向不变。蓄电池的电流是最好的实例。汽车中的多数设备使用DC。而交流电路则交替的接通正极和负极，这样，电流的方向也重复地改变。使用的市电是AC，每秒60周（中国为50周/秒）。一周就是电流流动的方向改变一次。汽车上的交流发电机，就是先产生交流电流，然后变为直流之后，再送出发电机。

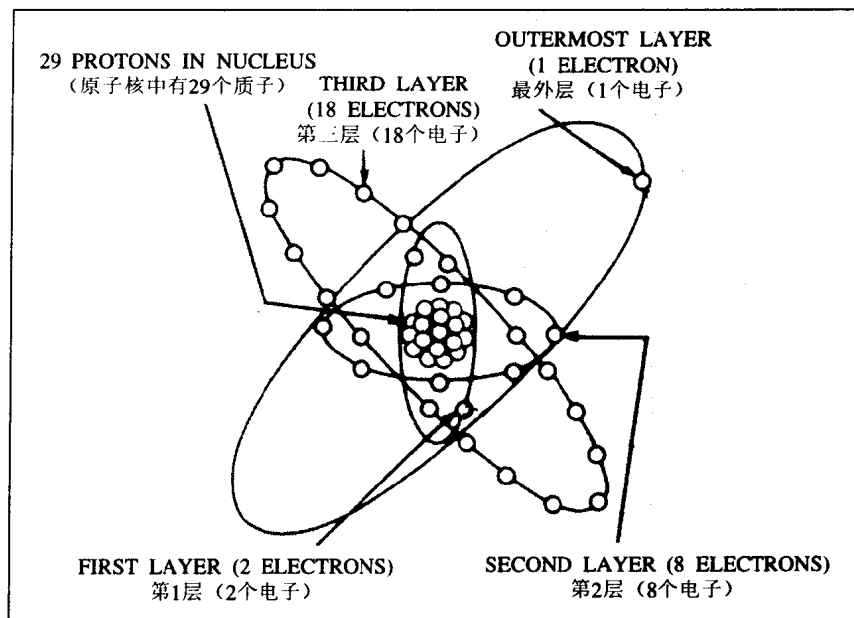


图0-3 围绕铜原子核的电子层

由于惯性的原因，高速运动的电子是要作直线运动的，但由于质子核的吸引，它像用线拴住的球一样绕核旋转。而电子间的斥力使它们保持距离，这也与原子核对它们的吸力相关。

外层的电子越少，电子的层数越多，则外层电子与原子核的束缚力愈弱。如果一个外层电子脱离其轨道进入其相邻原子的外层轨道，就造成了两个不平衡的原子。第一个原子失去一个电子，带有正电荷，称为正离子。第二个原子有一多余的电子，带有负电荷称为负离子。离子是不稳定的。它们或者想获得一个电子，或者想驱除一个电子，以求平衡。

电位

在上例中第一个原子具有正电位，它的正电荷多于负电荷，这是因为它的质子多于电子。假定这种原子在电路的一端，如图0-4。假定在电路的另一端的原子具有多余的电子，它具有负电位。由于电路两端电位的差别，负电荷端的电子，会向正电荷端运动。电路两端的电位差愈大（相反电荷离子的数目愈多）电子流动的数目会愈多。

在电路两端放上能产生正负离子的设备就可产生这种情况。这就是电池或发电机的作用，见图0-4。如果把电路两端接到蓄电池，并在电路中接入某种形式的电阻，或能保持稳定的阻力（为何需要电阻在后面介绍），这一示例就可完满工作。请记住，是电位差，才使得电流流动。实质上一个电路中要具备三个因素电路才能正常工作，电流才能流过它。

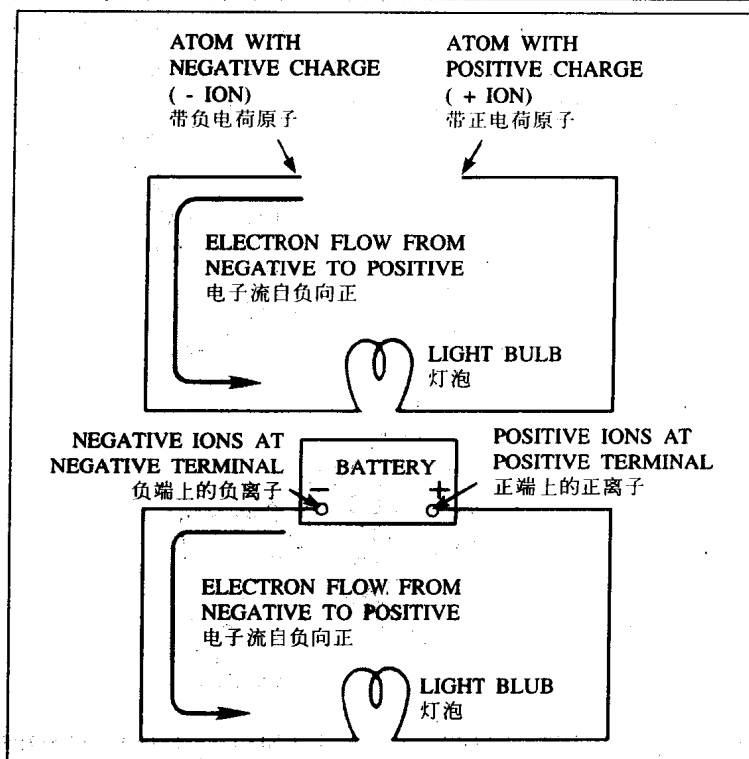


图0-4 正电位和负电位

磁场

磁场与电的产生和使用密切相关。理论认为，电子运动会产生磁场。一些材料的特性与磁密切相关，另一些则没有关系。强烈显示出磁的特性的材料如铁，称为具有高导磁率。另外不是这样的材料如玻璃、木材、铝，称为具有高磁阻。

磁力线

磁力线是一种物质。它会产生力。磁力线存在于自然界，并可用它做各种工作。赋予磁力线一些特性，就可以解释磁的现象：

1. 它是有方向的力线（在磁铁外面是从N极到S极）。
2. 磁力线在两极之间取最短路径（就像固定在两点之间收紧的橡皮筋）。
3. 形成一个闭合回路。
4. 空气与铁相比，磁力线更易通过铁。
5. 抗拒互相接近（特别在空气中）。
6. 抗拒切断。
7. 不相交（首先会弯曲）。

磁力线从制成磁铁时就存在，普通称为磁场。更正确地应称磁通量，见图0-5。一个磁铁，如果不是靠近导磁材料的物体，力线将从N极穿过空气到S极（特性1）。力线将继续穿过磁铁本身回到N极，形成闭合回路（特性3）。每一磁铁都具有N极和S极。极是磁铁的两