



国家级职业教育培训规划教材

劳动和社会保障部教材办公室组织引进

PEARSON

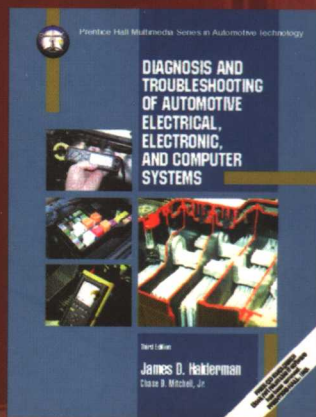
Prentice
Hall

高职高专院校汽车检测与维修技术专业

汽车电子控制与尾气排放技术

Diagnosis and Troubleshooting of Automotive Electrical, Electronic, and Computer Systems

(第3版)
Third Edition



内附光盘

【美】

詹姆斯·D·霍尔德曼 (James D. Halderman)

小蔡斯·D·米切尔 (Chase D. Mitchell, Jr.)

著

刘存友 祁传琦 蒋琳 邢茜译



中国劳动社会保障出版社



(第3版)



汽车电子控制与尾气排放技术

劳动和社会保障部教材办公室组织引进
国家级职业教育培训规划教材



【美】詹姆斯·D·霍尔德曼 (James D. Halderman) 著
小蔡斯·D·米切尔 (Chase D. Mitchell, Jr.)

刘存友 祁传琦 蒋琳 邢茜译

 中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车电子控制与尾气排放技术(第3版)/(美)霍尔德曼(Halderman, J.D.), (美)米切尔(Mitchell, C.D.)著; 刘存友, 祁传琦, 蒋琳, 邢茜译.—北京: 中国劳动社会保障出版社, 2006

ISBN 7-5045-5444-8

I. 汽… II. ①霍…②米…③刘…④祁…⑤蒋…⑥邢… III. ①汽车-电子控制②汽车排气-控制系统 IV. ①U463.6②U467.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第033664号

Authorized translation from the English language edition, entitled *Diagnosis and Troubleshooting of Automotive Electrical, Electronic, and Computer Systems*, 3rd Edition, 0130799793 by Halderman, James D; Mitchell, Chase D. published by Pearson Education, Inc., publishing as Prentice Hall, Copyright©2001.

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 by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc.

中文简体字版由培生教育出版亚洲有限公司和中国劳动社会保障出版社出版©2006

北京市版权局著作权合同登记号: 图字 01-2005-6550

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街1号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

北京市艺辉印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

787毫米×1092毫米 16开本 11印张 248千字

2006年6月第1版 2006年6月第1次印刷

定价: 19.50元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344

本书封面贴有 Pearson Education (培生教育出版集团) 激光防伪标签。无标签者不得销售。



内容简介



本书为自美国引进的汽车检测与维修技术高职教材，同时也是美国 ASE 认证考试学习指导用书。主要内容包括：点火系统工作原理、点火系统故障诊断与排除、示波器测试、计算机基础和原理、计算机传感器工作原理和故障诊断、电子燃油喷射工作原理和故障诊断、排放控制装置工作原理和故障诊断、发动机运行故障诊断。本教材内附英文原版多媒体光盘。

本书可供高职高专汽车检测与维修技术专业师生使用，也可供汽车维修技术人员参考学习。

本书第 1 章、第 2 章由祁传琦翻译，第 3 章与教师手册由蒋琳翻译，第 4 章、第 5 章由邢茜翻译，第 6 章、第 7 章、第 8 章由刘存友翻译，全书由刘存友统稿。

由于时间仓促，翻译错误和疏漏之处在所难免，欢迎广大读者批评指正。

出版说明

近年来,随着我国经济的快速发展,汽车保有量迅猛增加,社会对汽车维修方面的人才需求也直线上升。汽车维修技术人员成为国家确立的技能型紧缺人才之一。为了培养合格的高技能人才,各高职院校都加强了对高职汽车检测与维修技术专业的教学体系和教学方法的创新和改革。为满足国内高职高专院校对一体化教学的教材的需求,学习和借鉴国外先进的教学方法,劳动保障部教材办公室组织引进了美国培生教育出版集团出版的汽车检测与维修技术系列教材,国内多家高职院校的教师参与了教材的翻译与改编工作。该系列教材同时也是美国 ASE 认证考试学习指导用书。第一批引进的教材共 8 种,它们是:

《汽车发动机理论与维修》(第 5 版)

《汽车电子与电气系统》

《汽车电子控制与尾气排放技术》(第 3 版)

《汽车制动系统》(第 3 版)

《汽车操纵与悬架系统》(第 3 版)

《汽车手动传动系与驱动桥》(第 4 版)

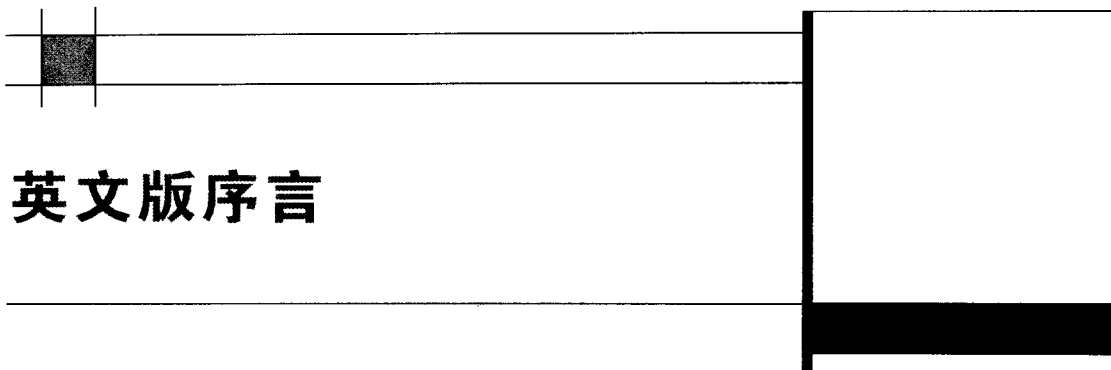
《汽车自动变速器与驱动桥》(第 3 版)

《汽车供暖与空调系统》(第 4 版)

本系列教材坚持理论与实践相结合,在讲述原理的过程中穿插进行故障现象分析、原因推断、位置确定以及最终排除的一般步骤和方法的教授。教材中

各章包括有专业术语、技术提示、安全提示、常见问题、故障诊断、图示操作步骤、章节测验等栏目，不但丰富了知识点，而且有助于锻炼学生解决实际问题和“疑难杂症”的能力。书内还附有英文原版的多媒体光盘。为了方便国内教师使用本系列教材，我们还同时引进了与教材配套的教师手册，内容包括章节概要、教学大纲、习题答案等。

本系列教材不但适用于全日制的高职院校汽车检测与维修技术专业的师生，也可作为汽车维修技术人员以及欲参加国家职业技能鉴定人员的参考书。



英文版序言

本教材侧重于汽车故障诊断。作者经常听说技术人员急需加强故障诊断技术和方法等方面的培训，为了满足这些需求，本教材包含了很多诊断案例。教材的每一部分都包含所涉及内容的目的、功能、操作方法以及如何进行检测和诊断。

章节内容

- 每章开头都列出了该章的学习目标。
- 多数章节都包含了“技术提示”“诊断案例”“常见问题”“安全提示”等。
- 每章后面的小结中总结了该章的重点内容。
- 每章后面都有复习讨论题。
- 每章最后都有 ASE 选择题。

多媒体系统

本书附带的英文原版多媒体光盘为您的学习增加了乐趣，内容如下：

- PowerPoint 格式的囊括本书全部内容的材料。
- 生动的视频资料帮助学生了解复杂的系统。
- 汽车术语表。
- ASE 样题及答案。



- 作业单样本。
- ASE 电子电气部分相关内容。
- NATEF 电子电气部分相关内容。

故障诊断图

在涉及检修内容的章节后面有故障诊断图。这些图表有助于读者诊断和维修常见故障。

致谢

许多组织和个人提供了本书用到的参考资料和技术信息。作者对下列组织所做的贡献表示诚挚的谢意：

Arrow Automotive Industries

Automotion, Inc.

Automotive Parts Rebuilders Association (APRA)

Automotive Transmission Rebuilders Association (ATRA)

Battery Council International (BCI)

Bear Automotive

British Petroleum (BP)

Fluke

Society of Automotive Engineers (SAE)

技术和内容审阅

以下人员参与了书稿的审阅，在终审稿中包含了他们的意见和建议。在保留本书通俗易懂风格的同时，审阅人员使本书所涉及的技术数据准确，表达清楚，这也使得本书作者的其他书深受读者欢迎。

Jim Anderson

Greenville High School

Victor Bridges

Umpqua Community College

Dr. Roger Donovan

Illinois Central College

A.C. Durdin

Moraine Park Technical College



Herbert Ellinger	Western Michigan University
Al Engledahl	College of Dupage
Larry Hagelberger	Upper Valley Joint Vocational School
Oldrick Hajzler	Red River College
Betsy Hoffman	Vermont Technical College
Steven T. Lee	Lincoln Technical Institute
Carlton H. Mabe, Sr.	Virginia Western Community College
Roy Marks	Owens Community College
Tony Martin	University of Alaska Southeast
Kerry Meier	San Juan College
Mike Morse	Yuba College
Fritz Peacock	Indiana Vocational Technical College
Dennis Peter	NAIT (Canada)
Kenneth Redick	Hudson Valley Community College
Mitchell Walker	St. Louis Community College at Forest Park
Jennifer Wise	Sinclair Community College

图示操作步骤

感谢 Blaine Heeter, Frank Clay 和 Rick Henry, 是他们拍摄了本书的图示操作步骤系列中的照片。特别感谢所有给予作者帮助的人员和机构, 他们是:

B P ProCare	Dayton, Ohio
Rodney Cobb Chevrolet	Eaton, Ohio
Dare Automotive Specialists	Centerville, Ohio
Electric Garage	Beavercreek, Ohio
Foreign Car Service	Huber Heights, Ohio
Genuine Auto Parts Machine Shop	Dayton, Ohio
Import Engine and Transmission	Dayton, Ohio
J and B Transmission Service	Dayton, Ohio



Saturn of Orem

Orem, Utah

University of Alaska Southeast

Juneau, Alaska

同样感谢位于俄亥俄州代顿市的辛克莱社区学院 (Sinclair Community College) 和位于犹他州奥勒姆市的州立犹他谷学院 (Utah Valley State College) 的教师和学生, 以及 Richard Reaves, 他们给本书提出了非常宝贵的建议。尤其感谢 Michelle Halderman, 她在整个书稿准备的过程中给予作者极大的帮助。

詹姆斯·D·霍尔德曼 (James D. Halderman)

小蔡斯·D·米切尔 (Chase D. Mitchell, Jr.)

目录

第1章 点火系统工作原理 1

学习目标	1
点火系统工作原理	1
点火线圈	1
自感	3
互感	3
点火线圈如何产生 40 000 V 的高电压	3
电子点火系统工作原理	3
拾波线圈（脉冲发生器）	4
霍尔传感器	6
磁脉冲传感器	7
光电传感器	7
双火花点火系统	8
点火线圈—火花塞一体式点火系统	9
通用汽车高能电子点火系统	9
通用汽车霍尔传感器触发点火系统	10
通用汽车磁传感器触发点火系统	11
福特电子点火系统	12
福特厚膜—集成点火系统	14
福特模块的识别	14

福特电子点火系统工作原理	14
福特 DIS 和 EDIS	15
克莱斯勒电子点火系统	15
克莱斯勒镇流电阻器	16
克莱斯勒双火花点火系统	16
克莱斯勒点火线圈—火花塞一体式点火系统	16
计算机控制点火正时	16
小结	18
复习题	18
ASE 选择题	18

第2章 点火系统故障诊断与排除 20

学习目标	20
电火花检查	20
电子点火系统故障诊断步骤	22
点火线圈—火花塞一体式点火系统故障诊断	22
点火线圈测试	22
电容测试	24
拾波线圈测试	24
点火控制模块测试	24
无分电器式点火系统测试	25
发动机运行故障诊断	26
无法起动故障检测	28

点火系统检修	30
分电器盖检查	30
火花塞导线检测	32
点火顺序	33
点火系统硅油脂	33
火花塞检修	34
原装火花塞	37
次级点火简易测试方法	37
点火正时	39
点火正时预检	40
点火正时指示灯连接	40
第1缸位置确定	40
检查或调整点火正时	42
磁点火正时显示装置	43
机械点火正时提前	43
真空点火正时提前装置	44
计算机控制点火正时提前	44
点火系统故障诊断指南	44
小结	51
复习题	51
ASE 选择题	52

火花线斜率	59
电子点火和闭合时间	60
闭合时间变化(电子点火系统)	60
点火线圈测试	61
加速测试	61
转子间隙电压测试	61
双火花点火系统示波器测试	62
双缸连接	62
功率平衡测试	62
计算机控制的发动机功率平衡测试	63
发电机示波器测试	63
示波器的其他测试功能	63
双波形示波器	63
频率	64
占空比	65
脉冲宽度	65
小结	65
复习题	66
ASE 选择题	66

第3章 示波器测试 53

学习目标	53
用示波器测试点火系统	53
示波器连接	53
如何解读示波器波形	54
点火线	54
火花(保持)线	55
中间波动	56
晶体管接通点	56
闭合时间	56
初级线圈波形	57
示波器波形分析	57
选择波形显示方式	57
解读并列模式波形	58
点火线故障显示示例	58
解读火花线	58

第4章 计算机基础和原理 67

学习目标	67
计算机工作原理	67
发动机计算机管理系统的功能	67
计算机输入	69
计算机输出	69
计算机电路及接线图	69
二进制	72
开环和闭环运行	72
静电防护	72
无线电频率干扰	73
计算机测试	73
小结	74
复习题	74
ASE 选择题	74

第 5 章 计算机传感器工作原理 和故障诊断

76

学习目标	76
发动机冷却液温度传感器	76
进气歧管绝对压力传感器	78
大气压力传感器	79
节气门位置传感器	80
氧传感器	83
进气温度传感器	87
空气流量计 (传感器)	88
质量型空气流量计测试	89
小结	97
复习题	97
ASE 选择题	97

第 6 章 电子燃油喷射工作原理 和故障诊断

99

学习目标	99
电子燃油喷射系统工作原理	99
节气门体燃油喷射装置	103
多点燃油喷射	104
怠速空气速度 (流量) 控制	111
小结	118
复习题	118
ASE 选择题	118

第 7 章 排放控制装置工作原理 和故障诊断

120

学习目标	120
曲轴箱强制通风 (PCV) 系统	121
PCV 系统运行状态检查	121
空气泵系统	122
空气泵系统故障诊断	124
四种废气成分分析	124
燃油蒸发排放控制 (EVAP) 系统	125
废气再循环系统	127
三元催化装置 (器)	130
小结	134
复习题	134
ASE 选择题	134

第 8 章 发动机运行故障诊断

136

学习目标	136
八步故障诊断程序	136
用故障代码进行诊断	144
第二代车载故障诊断系统 (OBD II)	149
尾气分析和燃烧效率	150
I/M 240 测试	153
小结	160
复习题	160
ASE 选择题	161

点火系统工作原理

学习目标

1. 能够列举出点火系统的零部件。
2. 能够描述点火系统是如何产生高压电火花的。
3. 能够讨论拾波线圈和曲轴位置传感器的功能。
4. 能够解释点火控制模块的功能。

所有的火花点火发动机，都需要在火花塞处产生高压电火花来点燃发动机气缸内的空气—燃油混合气。点火系统的功能就是产生和分送高压电火花。

点火系统工作原理

点火系统包含产生和分送高电压（40 000 V 或更高）所必需的元器件和线路。所有的点火系统的点火线圈正极接蓄电池正极，所获电压接近电池电压，负极间歇式地接地。无论何时，只要点火线圈的负极接地，线圈的初级（低压）电路就接通，并在线圈绕组上产生一个磁场。当初级电路断开时，磁场突然消失，此时会在点火线圈的次级绕组上感应出一个高电压。早期的点火系统使用一个机械触点接通和断开接地回路。电子点火装置使用一个传感器（如拾波线圈或触发器），传递信号给电子模块以接通和断开点火线圈的初级接地回路。

注意

分电器式点火（DI）是由汽车工程师协会（SAE）具体指定的一个术语，指的是使用了一个分电器的点火系统。电子点火（EI）也是由 SAE 指定的一个术语，它指的是没有使用分电器的点火系统。

点火线圈

所有点火系统的核心是点火线圈。点火线圈通过电磁感应产生一个高电压。大多数点火线圈都有两个分开但是电气连接的铜线绕组。某些点火线圈实际上就是变压器，这种点火线圈

圈的初级和次级绕组没有电气相连。如图 1—1 所示。

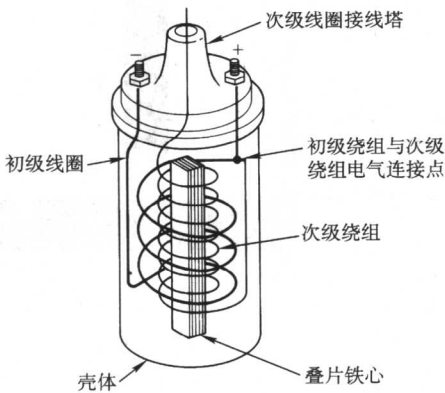


图 1—1 油冷式点火线圈内部结构。注意初级线圈与次级线圈之间的电气连接。点火线圈的极性（正极或负极）由点火线圈的缠绕方向决定

点火线圈的中心含有一个叠片铁心（长条状的软铁）。这个铁心是用来增强线圈的磁场强度的。大约有 20 000 圈的精细导线（规格大约是 42 #）环绕在铁心外面，这些线圈被称为次级线圈绕组。在次级绕组外面大约有 150 圈的粗导线（规格大约是 21 #）环绕着次级绕组，这些粗导线绕组被称为初级线圈绕组。在许多点火线圈里面，线圈绕组用一个薄金属护罩和绝缘纸包裹起来，然后再放入一个金属容器中。金属容器和护罩的作用是保持由线圈绕组产生的磁场。由于线圈绕组有电阻，所以初级和次级绕组会产生热量。因此，许多点火线圈外有起冷却作用的油。而通用公司的 HEI 系统，用一个环氧树脂密封的 E 形线圈进行空气冷却。这种线圈有一个呈 E 形的叠片铁心。线圈的绕线把 E 形铁心的中心“手指”给包起来，初级线圈绕组被次级线圈绕组包在里面。如图 1—2 和图 1—3 所示。

点火线圈的初级绕组延伸出线圈外壳，并标出正负极。线圈正极与点火开关相连，

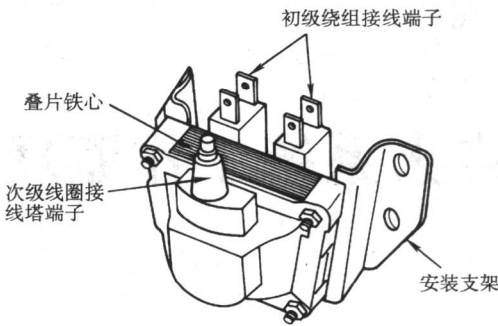


图 1—2 典型的空冷式环氧树脂密封 E 形点火线圈

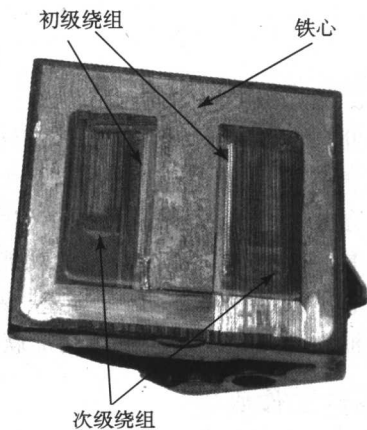


图 1—3 通用 II 型双火花点火线圈。注意初级绕组在次级绕组的外面

并从蓄电池正极获得电流。线圈负极与一个电子点火控制模块（点火器）相连，通过接通或断开接地回路实现初级回路的通断。打开点火开关，如果线圈初级绕组（电路）导通，电流将在线圈的正极端和负极端流过。线圈的正（+）负（-）极是指正极端比负极端更显正极特性（更接近蓄电池正极端）。这就是线圈的极性。线圈的极性必须正确，以保证电子从火花塞的热源中心电极流过。点火线圈的极性由线圈绕组的缠绕方向决定。初级线圈的两个端子标示出正确的极性。如果线圈极性标示错误，点燃火花塞所需要的电压将增加大约 40%。点火线圈的

输出电压与次级绕组和初级绕组的线圈匝数成正比。

自感

电流一旦开始流入点火线圈,在线圈绕组中就会产生一个反方向的电流。这个反方向的电流是由自感引起的,通常被称为感应电流。感应电流和电阻相似,因为它阻止线圈中电流的增加。因此,无论何时,点火线圈激活后大约 0.01 s,点火线圈才达到最大的磁场强度。磁场强度最高点被称为饱和状态。

互感

在一个点火线圈中有两个绕组,一个初级绕组和一个次级绕组。无论何时,一个绕组中的磁场发生变化,另一个绕组中的磁场也会发生变化。因此,当电流断开(回路开路)时,突变(突然消失)的磁场切割次级绕组的线圈,在次级绕组上产生一个高电压。突变(突然消失)的磁场也在初级绕组上产生一个高达 250 V 的电压。

点火线圈如何产生 40 000 V 的高电压

所有的点火系统都由电磁感应在线圈上产生一个高电压。电磁感应是指由于磁场的变化,在一个导体上产生电流。点火线圈的磁场是由流过初级绕组上的电流产生的。初级绕组上的电流又是通过点火开关提供的,点火开关与点火线圈的正极端相连。点火线圈的负极端通过一个可动的机械触点或一个点火控制模块接地。

如果初级回路接通,就有大约 2~6 A 的电流从初级线圈绕组流过。此时,线圈内部产生一个强大的磁场。当初级线圈绕组接地回路断开时,磁场突变(突然消失),并在次级线圈绕组上感应出一个高电压(20 000~40 000 V)和 26~80 mA 的低电

流。这个高电压脉冲流过线圈导线(如果汽车是这样配置的)、分电器盖、转子、火花塞导线,最后流到火花塞。每一次火花的产生都需要点火线圈初级电路充电,然后再放电(磁场建立和突然消失)。控制初级线圈绕组电流接通和断开的点火元器件统称为初级点火回路。产生和分送次级线圈绕组高电压所需的所有元器件被称为次级点火回路。如图 1—4 所示。

初级和次级点火回路的元器件如下所示:

初级点火回路

1. 蓄电池。
2. 点火开关。
3. 初级线圈绕组。
4. 拾波线圈 [曲轴位置传感器 (CKP sensor)]。
5. 点火控制模块 (点火器)。

次级点火回路

1. 次级线圈绕组。
2. 分电器盖与转子(如果汽车是这样配置的)。
3. 火花塞导线。
4. 火花塞。

在计算机控制的点火系统中,计算机并不直接控制点火线圈。但当点火控制模块应该触发点火线圈以达到最佳运行效果和燃油经济性以及可能最低的尾气排放时,计算机就直接控制点火系统。许多安装有分电器的发动机用拾波线圈触发点火控制模块。拾波线圈一般叫做脉冲发生器,因为它会产生一个电压脉冲并输送给电子点火控制模块。

电子点火系统工作原理

所有的电感式点火系统用点火线圈来储存电磁能量。当点火线圈电源断开时,线圈储存的能量就以高电压脉冲的形式从次级绕组释放。这个高电压、低电流的电能最后被

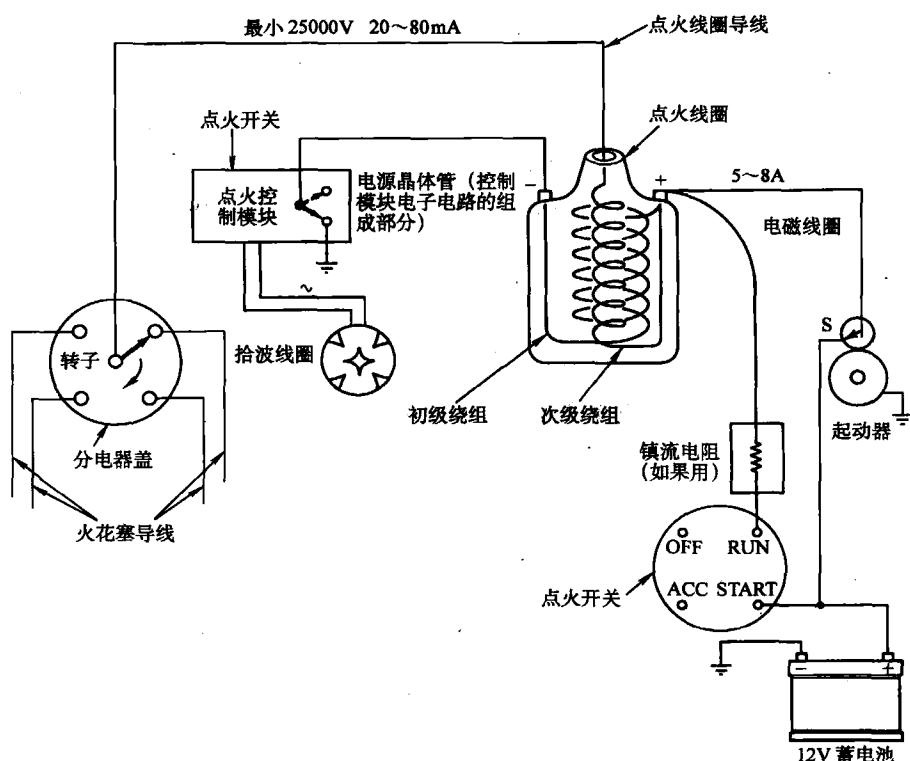


图 1—4 典型的使用镇流电阻和分电器的电子点火系统。为防止点火线圈在发动机低转速时过热，许多电子点火系统不使用镇流电阻，而在点火控制模块中使用电子电路

送到火花塞。火花塞产生电弧点燃由空气和燃油组成的混合气。

在大多数电子点火系统中，点火线圈的正极通过点火开关与蓄电池连接，蓄电池电压直接加在点火线圈正极，点火线圈负极与点火控制模块连接。点火控制模块控制着点火线圈上电流的通断（接通和断开初级电流）。如图 1—5 所示。

为接通和断开点火线圈初级回路，点火控制模块本身必须被触发。点火控制模块的触发器是分电器内的拾波线圈或曲轴位置传感器。点火线圈的工作过程归纳如下：

1. 拾波线圈或曲轴传感器触发电火控制模块。
2. 点火控制模块触发电火线圈。
3. 点火线圈（初级电路）的接通和断

开产生高电压。

从 20 世纪 80 年代初开始，大多数电子点火系统由控制发动机的计算机控制。计算机控制点火正时。点火正时即火花产生的时间与活塞位置之间的关系。点火控制模块根据发动机转速和活塞位置（通过拾波线圈或曲轴传感器）向计算机发送一个脉冲信号。计算机根据所有传感器输入的信息和数据计算出最佳点火正时后向点火控制模块回送一个脉冲信号，使其触发电火线圈。

拾波线圈（脉冲发生器）

一个典型的拾波线圈（也叫脉冲发生器）包括下列元件：

1. 一块永久磁铁（固定件）。
2. 一个极片（固定件）。