



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

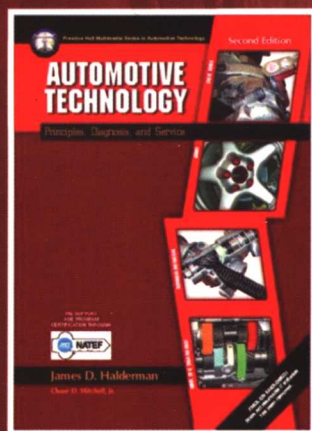
Prentice
Hall

高职高专院校汽车检测与维修技术专业

汽车发动机性能

Engine Performance

(彩色版)



内附光盘

【美】

詹姆斯·D·霍尔德曼 (James D. Halderman)

著

小蔡斯·D·米切尔 (Chase D. Mitchell, Jr)

张葵葵 主译 阳小良 主审



中国劳动社会保障出版社



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

汽车发动机性能

ENGINE PERFORMANCE

詹姆斯·D·霍尔德曼 (James D. Haldeman)
[美] 小蔡斯·D·米切尔 (Chase D. Mitchell, Jr.) (著)
张葵葵 主译
阳小良 孔七一 审稿

图书在版编目(CIP)数据

汽车维修技术——发动机性能(第2版)/(美)霍尔德曼(Halderman, J. D.), (美)米切尔(Mitchell, C. D.)著;张葵葵主译. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2007

书名原文: Automotive Technology

国外优秀高等职业教育教材

ISBN 978-7-5045-5797-1

I. 汽… II. 张… III. ①汽车—车辆修理—高等学校:技术学校—教材 ②汽车—发动机—性能—高等学校:技术学校—教材 IV. ① U472.4 ② U464

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第097745号

Authorized Adaptation from the English language edition, entitled AUTOMOTIVE TECHNOLOGY: PRINCIPLES, DIAGNOSIS, AND SERVICE, 2nd Edition, 0130994537 by HALDERMAN, JAMES D.; MITCHELL, CHASE D., published by Pearson Education, Inc, publishing as Prentice Hall, Copyright © 2003

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 ©2007

北京市版权局著作权合同登记号: 图字 01-2006-5331

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

*

北京乾沣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 16.75印张 436千字
2007年7月第1版 2007年7月第1次印刷
定价: 63.00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: 010-64954652

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。

为了满足我国高等职业院校教学需求,学习和借鉴国外先进的教学方法和教学经验,劳动和社会保障部教材办公室组织引进了美国培生教育出版集团的《汽车维修技术》(第2版)(*Automotive Technology, 2nd Edition*)。原书是美国高等职业院校汽车检测与维修技术专业的主干课教材,也是美国 ASE 认证考试学习指导用书。原书内容非常丰富,集理论与实训为一体,构成了几个相对独立的课题模块。考虑到目前我国高等职业院校教学设备、师资、教学模式等的实际情况,为便于教学,我们将原版教材拆分成以下7个模块进行编译并以全彩形式分册出版:

《汽车维修基础知识》

《汽车发动机维修》

《汽车电气、供暖与空调系统维修》

《汽车发动机性能》

《汽车制动系统维修》

《汽车悬架与转向系统维修》

《汽车手动与自动变速器及驱动桥系统维修》

上述这些教材侧重于汽车故障诊断,在讲述原理的过程中穿插故障现象分析、原因推断以及最终排除的一般步骤和方法的讲授,并列举了很多诊断案例,有助于学生解决实际问题能力的培养。教材中各章开头列出了学习目标,章内设置了技术提示、安全提示、常见问题、故障诊断、图示操作步骤等栏目,章后给出小结和复习题,内容丰富,形式活泼,助教助学。

本书附带的多媒体光盘包含现场录像和动画、汽车术语集、学生作业单等内容,用于帮助学生理解本书的内容。

原版书作者 James D.Halderman 和 Chase D.Mitchell, Jr. 是美国著名的汽车维修教育专家。国内多家高等职业院校的教师以及有关专家参与了教材的翻译和改编工作,在此表示衷心的感谢!

本书由湖南交通职业技术学院张葵葵老师担任主译工作,甘辉、刘智婷老师参与翻译,由阳小良、孔七一审稿。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。

劳动和社会保障部教材办公室

2007年1月

简介

本书是根据美国高等职业院校汽车检测与维修技术专业教材《汽车维修技术》(第2版) (*Automotive Technology, 2nd Edition*) 中汽车发动机性能 (*Engine Performance*) 模块翻译而成。主要包括电控汽油机的点火系统、燃油供给系统、电控燃油喷射系统、排放系统的工作原理、故障诊断及维修。同时也对车载计算机系统、常用传感器的工作原理、故障诊断与维修作了透彻的阐述。

本书对理论内容只作简明扼要的叙述, 而对实际问题进行深入探讨, 适合高等职业院校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学习参考。

目 录

CONTENTS

■ 第一章 点火系统的工作原理、故障诊断与排除 // 01

学习目标 // 01

点火系统工作原理 // 01

点火线圈 // 02

分电器点火系统 // 09

无效点火系统（无分电器同步点火系统） // 16

点火线圈在火花塞上的点火系统（独立点火） // 17

检查点火情况 // 20

电子点火系统排故过程 // 22

用欧姆表检测点火线圈 // 22

感应线圈检测 // 23

检测磁感应式传感器 // 24

检测霍尔效应式传感器 // 25

检测光电式传感器 // 25

目视诊断点火系统 // 25

检测动力不足故障 // 27

29	//	检测无法起动
30	//	点火系统的维修
30	//	点火顺序
31	//	分电器盖和分火头的检查
32	//	分高压线的检查
32	//	火花塞维修
34	//	火花塞检测
38	//	快速、简易检测次级点火电路
40	//	点火正时
43	//	用示波器检测点火系统
54	//	用示波器检测无分电器（同步）点火系统
58	//	小结
58	//	复习题
58	//	ASE 考证试题

第二章 计算机与随车诊断系统

61	//	学习目标
61	//	计算机控制
61	//	计算机的 4 种基本功能
63	//	数字计算机
66	//	燃油控制系统的工作模式
67	//	第二代随车诊断系统（OBD II）
76	//	诊断计算机问题
78	//	小结
78	//	复习题
79	//	ASE 证书考题

第三章 传感器工作原理、故障诊断与排除

81	//	学习目标
81	//	发动机冷却液温度传感器
87	//	进气温度传感器
89	//	进气歧管绝对压力传感器
90	//	大气压力传感器
93	//	节气门位置传感器
99	//	氧传感器

速度密度 // 104
叶片式空气流量传感器 // 106
热膜式空气质量传感器 // 107
热线式空气质量传感器 // 108
小结 // 118
复习题 // 118
ASE 证书考题 // 118

第四章 燃料特性

学习目标 // 121
汽油 // 121
正常和非正常燃烧 // 123
辛烷值 // 124
燃油等级和辛烷值 // 125
提高辛烷值 // 125
含氧化物的燃油 // 126
酒精类添加剂的优点和缺点 // 128
燃烧过程的化学反应 // 129
高海拔对辛烷值的要求 // 130
气门凹陷和无铅汽油 // 131
再生汽油 // 131
常规汽油使用建议 // 132
小结 // 135
复习题 // 135
ASE 证书考题 // 135

第五章 电控燃油喷射系统工作原理、故障诊断与排除

学习目标 // 139
电控燃油喷射系统的工作原理 // 139
节气门体燃油喷射 // 144
进气口燃油喷射 // 146
怠速空气控制 // 157
小结 // 166
复习题 // 166
ASE 证书考题 // 166

第六章 排放控制装置的工作原理、故障诊断与维护

169 // 学习目标

169 // 烟雾

170 // 曲轴箱强制通风 (PCV) 系统

173 // 空气泵送系统

177 // 燃油蒸发排放控制系统

180 // OBD II 燃油蒸发控制系统

182 // 废气再循环系统

187 // OBD II EGR 系统的监测

187 // 催化转换器

194 // 小结

194 // 复习题

194 // ASE 考证试题

第七章 发动机性能诊断和测试

197 // 学习目标

197 // 八步诊断过程

209 // 用故障码进行故障诊断

212 // 在通用汽车上提取闪码

212 // 调取福特汽车故障码

222 // 调取克莱斯勒汽车故障码

223 // 调取 OBD II 故障码——16 引脚

229 // 排放分析和燃烧效率

231 // I/M 240

241 // 小结

241 // 复习题

242 // ASE 证书考题

244 // 附录 ASE 证书样题

第一章 点火系统的工作原理、故障诊断与排除

学习目标

1. 能够知道如何用点火正时器检查点火正时。
2. 能够知道如何检测感应线圈、霍尔效应开关和曲轴位置传感器，如何判断光电式分电器工作是否正常。
3. 能够知道如何诊断起动的故障。
4. 能够知道如何用模拟或数字示波器检测点火系统。

点火系统负责产生高压电并将其传输到火花塞。初级点火电路（低压）的故障，将导致汽车不能起动；同样，次级点火电路（高压）的故障会导致发动机缺火、间歇停顿或排放超标。

■ 点火系统工作原理

点火系统由一些必需的部件和导线组成，能产生高压电并将其传输到火花塞（电压达 40 000 V 或更高）。点火线圈正极接蓄电池，负极通过开关搭铁。当点火线圈的负极搭铁，则初级（低压）电路闭合导通，点火线圈绕组内部形成磁场；当点火线圈负极侧断开，初级（低压）电路即断开，磁场衰减，点火线圈次级绕组中感应出高压电并用于点火。早期的点火系统采用机械触点控制点火线圈负极电路的通断。电子点火系统采用磁感应线圈或触发器来控制点火模块，控制点火线圈的初级电路通断。

注意：分电器点火系统（DI）是由美国汽车工程师协会（SAE）对于采用分电器的点火系统的专门定义，而电子点火系统（EI）是 SAE 对于不采用分电器的点火系统的专门定义。

■ 点火线圈

点火系统的核心元件是点火线圈。点火线圈通过电磁感应原理产生高压电。许多点火线圈包括两个分隔开的线圈，但两部分有铜导线连接点，如图 1-1 所示。其他点火线圈实质上就是变压器，初级绕组和次级绕组无电气上的连接。

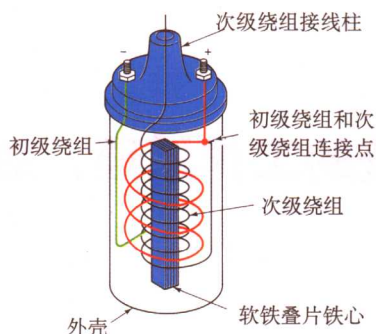


图 1-1 油冷式点火线圈的内部结构。注意：初级绕组和次级绕组有连接点；点火线圈的正负极性是由线圈绕组的绕向决定的

点火线圈中心的软铁叠片铁心是由薄的软铁片组成的，这种铁心能增强线圈的磁力。绕在叠片铁心的线圈绕组由近 20 000 匝细线（大约 42 个标准厚度）组成，这些绕组被称为次级绕组。绕在次级绕组外面的是近 150 匝的粗线（大约 21 个标准厚度），这些绕组被称为初级绕组。在许多点火线圈中，这些绕组由金属防护罩包裹，再用绝缘纸绝缘后放入金属容器中。金属容器和金属防护罩有利于保持线圈绕组中形成的磁场。由于初级绕组和次级绕组本身具有一定的电阻，其工作中会产生热量，因此，在许多点火线圈中灌有机油进行冷却。其他如通用（GM）公司生产的高能量点火系统（HEI），采用风冷式环氧密封 E 形点火线圈。之所以称为 E 形，是因为点火线圈中的软铁叠片的形状像字母“E”。这种点火线圈的初级绕组绕在 E 形铁心的中部，次级绕组也被 E 形铁心包围，并绕在初级绕组的外部，如图 1-2 和 1-3 所示。

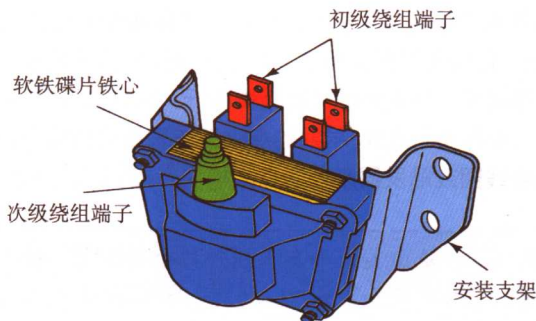


图 1-2 典型风冷式环氧密封 E 形点火线圈

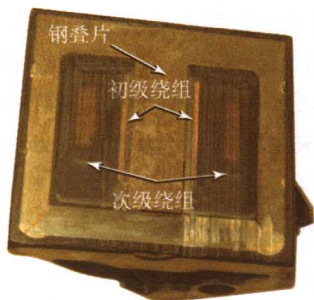


图1-3 通用公司第II代无分电器点火系统中的点火线圈断面图。

注意：该点火线圈的初级绕组在次级绕组的里面

点火线圈外壳上的正、负极是从初级绕组引出的，正极接点火开关，蓄电池提供的电流从正极流入点火线圈。点火线圈负极与电子点火模块（也称为点火器）连接，点火模块通过控制初级电路的回路是否搭铁来通、断初级电路。当打开点火开关，如果初级电路接通，电流就会流过点火线圈的正、负极。之所以把点火线圈的正极标示为“+”、负极标示为“-”，是因为点火线圈的正极比负极离蓄电池正极更近，这种情况被称为线圈极性。线圈的极性必须正确，以确保电子从热的火花塞中心电极流出。点火线圈的极性是由其内部绕组的绕向决定的。极性在点火线圈初级绕组引出端有所指示。如果点火线圈的正、负极接反，点火电压将增加40%。点火线圈输出的高电压正比于次级绕组与初级绕组的匝数比。

自感原理

当电流开始流入点火线圈，与此方向相反的电流在线圈绕组中产生。反方向电流的产生是由线圈自感形成的，被称为感抗。感抗与电阻相似，能阻止电流流入线圈。因此，从点火线圈开始通电到点火线圈内磁场强度达到最大，在时间上有一段0.01 s的轻微延迟。线圈磁场强度达到最大时，称为饱和。

互感原理

在点火线圈内有两个绕组，一个是初级绕组，另一个是次级绕组。当其中一个绕组内的磁场发生变化，就会引起另一个绕组内的磁场发生变化。因此，如果初级电路被切断，初级电流迅速下降到零，初级绕组形成的磁场随之迅速衰减以致消失，因而会在匝数多的次级绕组中感应出很高的电压，这种现象被称为互感。同时，在初级绕组中也会产生自感电压和电流，其电压高达250 V左右。

点火线圈如何产生40 000 V电压

所有的点火系统都利用电磁感应原理产生高压电。电磁感应就是指通过磁通变化在导体（线圈）中产生电流。点火线圈中的磁场是由初级线圈绕组通电产生的，通电电流是从点火开关流到点火线

圈的正极, 经过初级线圈绕组, 再从点火线圈的负极经点火模块后搭铁。

如果初级电路导通, 电流 (大约为 $2\sim 6\text{ A}$) 流经初级线圈绕组, 这样初级线圈绕组内产生强磁场。而当初级电路断开, 该磁场衰减, 此时在次级线圈绕组中产生高压电 ($20\ 000\sim 40\ 000\text{ V}$)、低电流 ($20\sim 80\text{ mA}$)。高压电经中央高压线引出分别流经分电器盖、分火头、火花塞导线, 最后到达火花塞。每点一次火, 点火线圈必须通、断电一次。控制初级线圈绕组通、断的元器件构成了初级点火电路, 输送和分配高压电的元器件构成了次级点火电路, 如图 1-4 所示。

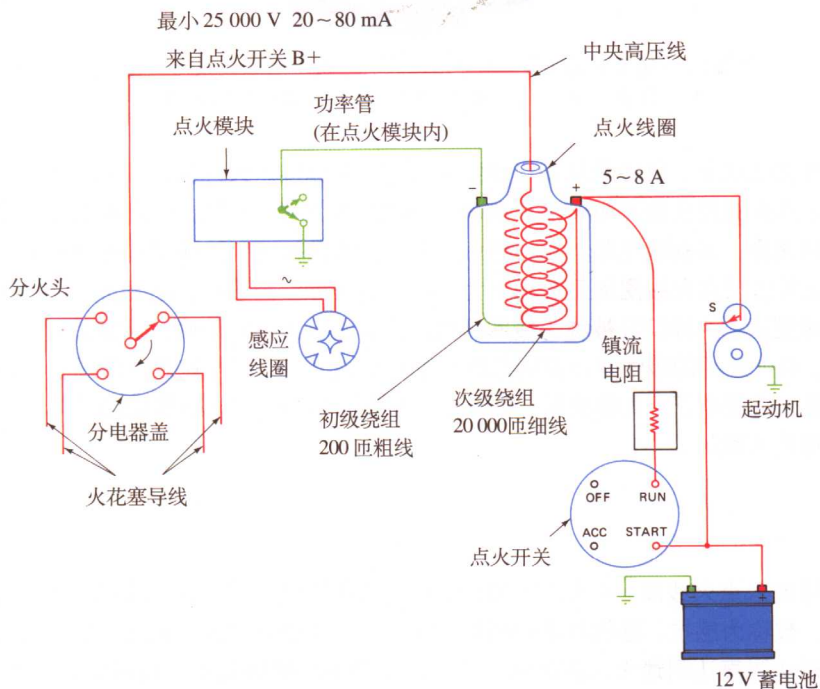


图 1-4 采用镇流电阻和分电器的点火电器。为了防止点火线圈在发动机转速比较低时过热, 许多电子点火系统已不采用镇流电阻了

初级电路

1. 蓄电池
2. 点火开关
3. 初级绕组
4. 感应线圈 (曲轴位置传感器)
5. 点火模块 (点火器)

次级电路

1. 次级绕组

2. 分电器盖和分火头
3. 高压导线
4. 火花塞

初级电路工作原理

为了点火，初级电路必须不断地通、断。初级电路导通电流是由点火模块内的功率管（电子开关）控制的，而控制功率管通、断的设计有以下几种类型：

■ **感应线圈（脉冲发生器）** 普遍使用的简单电子点火开关装置是磁脉冲发生器。大多数制造商使用的脉冲发生器为分电器内置型，并由分电器轴驱动。脉冲发生器包括一个触发轮和一个感应线圈。感应线圈包括一个外缠细线的铁心，铁心的另一端与永久磁铁相连。当触发轮在分电器轴驱动下旋转时，在感应线圈内会产生感应电动势，并驱动功率管通、断。该感应电动势也输入到电控单元，用于识别曲轴位置和发动机转速，如图 1-5 和 1-6 所示。

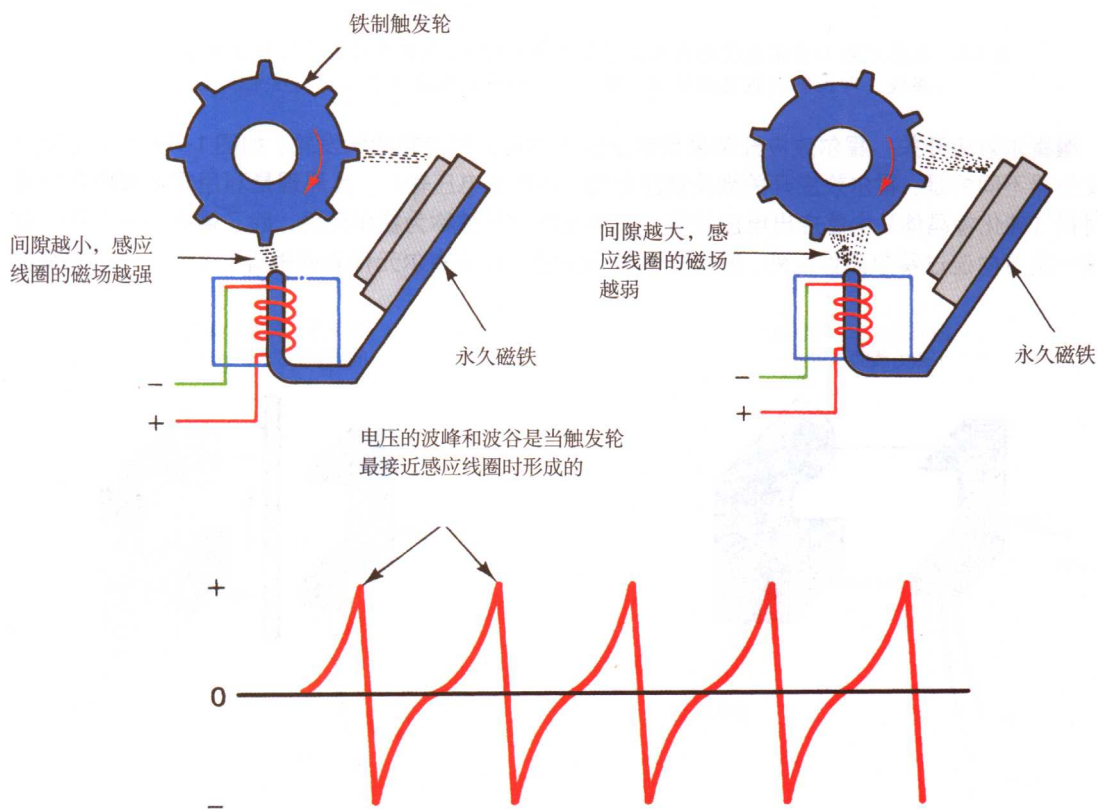


图 1-5 典型的磁脉冲触发器（感应线圈）工作原理。其中最下面的图描绘出了感应线圈输出电压波形。在信号电压从波峰向波谷渐变的过程中（正是触发轮齿转离拾取线圈时），点火模块接收来自于感应线圈的信号电压

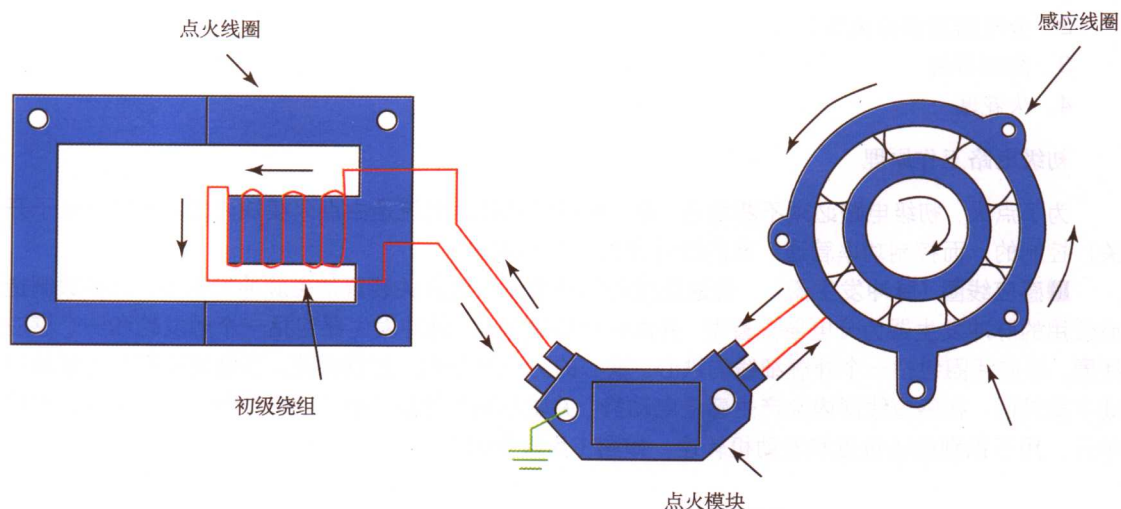


图1-6 从感应线圈输出变化的电压信号触发电点火模块,点火模块又控制初级电路是否搭铁,即控制初级电路的通、断,从而在点火线圈中感应出高压电点火

■ **霍尔效应开关** 霍尔效应开关采用静止的传感元件和旋转的触发轮,如图1-7所示。与磁脉冲发生器不同的是,霍尔效应开关需要低压电源,以产生电压输出。其原理是利用霍尔效应在半导体材料(砷化镓晶体)中感应出电压信号,该半导体材料被称为霍尔元件。除了需要低压电源,电流按一定方向流过霍尔元件之外,还需提供磁场使磁力线与霍尔元件表面垂直。在电流恒定的情况

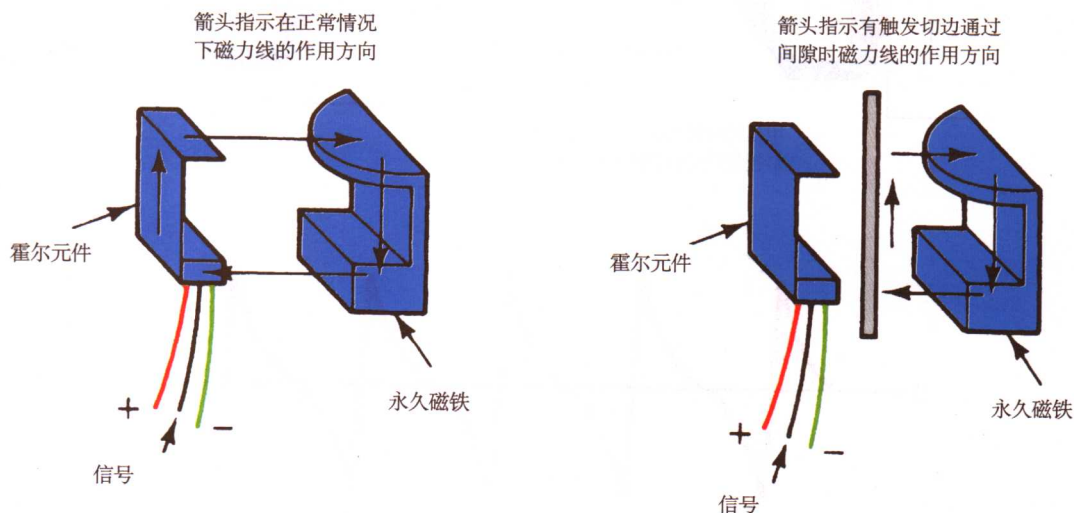


图1-7 霍尔效应开关采用金属切片来分隔作用在霍尔元件上的磁力线。所有的霍尔效应开关都能对每一次精确的触发输出方波电压信号

下,如果磁场强度有变化,就会在霍尔元件中感应出电压信号,且输出的该电压信号大小与磁场强度成正比。大多数的霍尔效应开关安装在分电器中,包括静止的霍尔元件、永久磁铁、与触发轮相似的带金属切边的转子(有些霍尔效应开关的霍尔元件是静止的,永久磁铁是转动的)。一些车子的霍尔效应开关的触发切边是下垂的,如博世(Bosch)公司和克莱斯勒(Chrysler)公司生产的霍尔效应开关;而另一些是在分电器轴上设置一个触发环,如通用(GM)公司和福特(Ford)公司生产的霍尔效应式分电器。当触发切边进入永久磁铁和霍尔元件之间时,切断磁场,改变了作用在霍尔元件上的磁场强度,导致霍尔元件输出模拟电压信号。如果霍尔元件集成逻辑门电路,通过逻辑门电路使晶体管开、关,则可把模拟电压信号转变为数字电压信号,而且数字电压信号的频率是变化的,以此来控制点火模块功率管的通、断或输送给随车计算机,如图1-8和1-9所示。

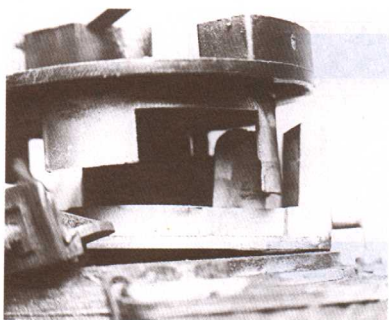


图1-8 转子触发切边正通过霍尔元件和永久磁铁之间的间隙

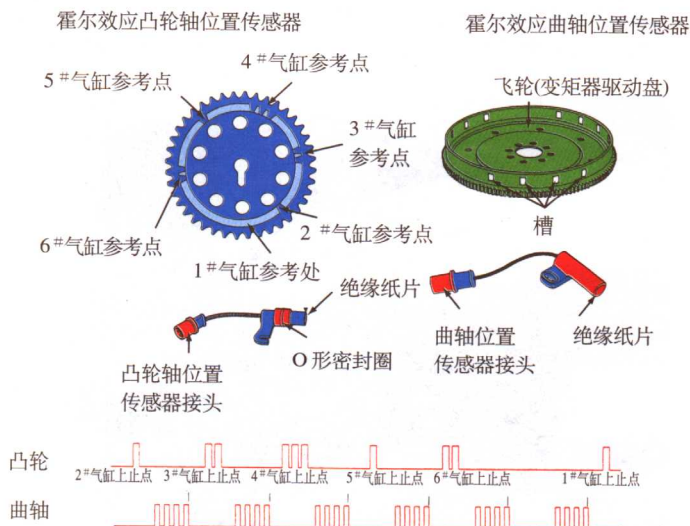


图1-9 一些霍尔效应传感器看起来很像磁感应式传感器。这种霍尔效应凸轮轴位置和曲轴位置传感器内置电子电路能发出0~5 V的信号。这种传感器有3个引脚的接线：一个是计算机提供的8 V电源线，一个是信号线（0~5 V），还有一个是搭铁线

■ **磁感应曲轴位置传感器** 这种传感器靠改变通过线圈的磁场强度来使线圈感应出电动势,从而驱动点火模块或输送给电控单元。此感应信号用作曲轴位置信号(即检测出活塞位置)或发动机转速信号,如图 1-10 和图 1-11 所示。

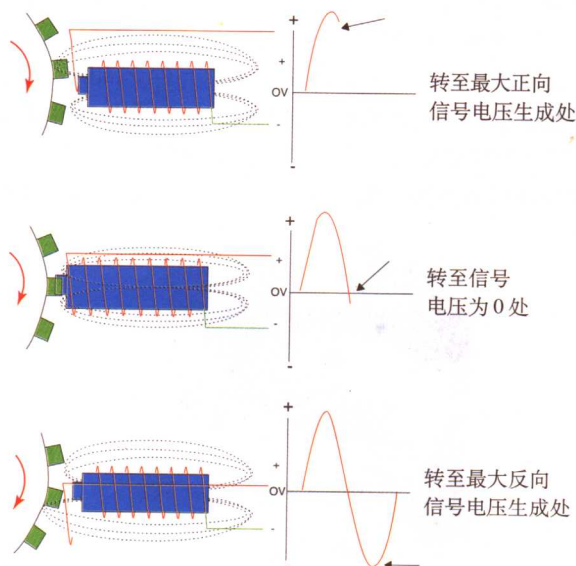


图 1-10 磁感应传感器采用永久磁铁,外缠感应线圈。当曲轴或凸轮轴信号转子的槽口转向感应线圈时,通过感应线圈的磁场强度发生改变。当信号转子的金属部分接近感应线圈时,由于金属导磁性比气体强,通过感应线圈的磁场增强

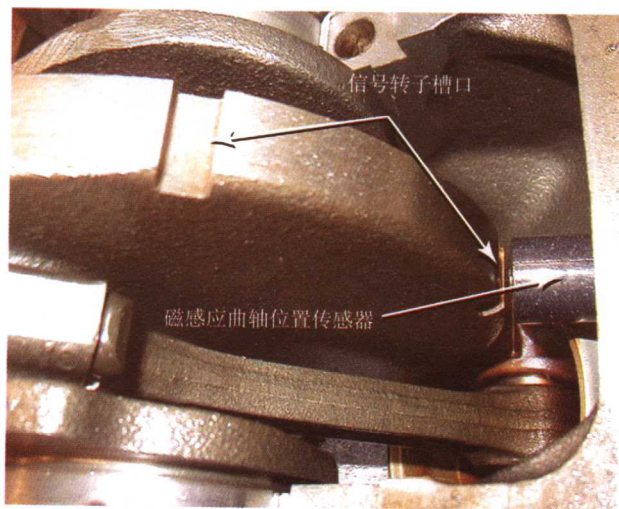


图 1-11 典型磁感应曲轴位置传感器