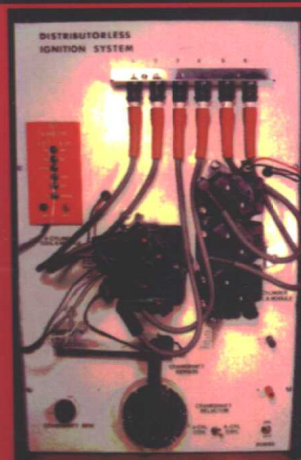


汽车电气电子 及计算机系统 故障诊断与排除



James D Halderman 编
徐汉群 杜巍 沈宏继 罗正云 译



北京理工大学出版社
西蒙与舒斯特国际出版公司

汽车电气 电子及计算机系统故障诊断与排除

James D Halderman 编

徐汉群 杜 巍 沈宏继 罗正云 译

北京理工大学出版社

内 容 简 介

本书是引进美国西蒙与舒斯特出版公司出版的汽车维修技术人员的培训教材中的一本。该书针对维修人员的特点,对汽车电气、电子及计算机系统的概念、原理只作扼要讲述,重点放在了如何在实际诊断过程中判断故障和排除故障。

本书系统性强、图文并茂、内容新、实用性强,是初级和中级汽车维修人员学习汽车电气、电子及计算机系统维护的参考书,也可以作为汽车培训学校的培训教材。

Diagnosis and Troubleshooting of Automotive Electrical, Electronic, and Computer Systems
2nd Edition

James D. Halderman

Translation copyright © 2001 by Beijing Institute of Technology Press.

Copyright © 1998 by Prentice Hall Inc.

All rights reserved. Published by arrangement with the original publisher, Prentice Hall Inc. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopy, recording or any information storage and retrieval system, without written permission from the publisher.

本书中文简体字版由北京理工大学出版社出版,未经出版者书面许可,本书的任何部分不得以任何形式或方式进行复制或采纳。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电气电子及计算机系统故障诊断与排除/(美)霍尔德曼编著;徐汉群等译. —北京:北京理工大学出版社, 2001.5

ISBN 7-81045-798-5

I. 汽… I. ①霍…②徐… II. ①汽车-电气设备-故障诊断②汽车-电气设备-维修
IV. U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 022926 号

北京市版权局著作权合同登记号 图字: 01-1999-2269 号

责任印制: 李绍英 责任校对: 郑兴玉

北京理工大学出版社出版发行

(北京市海淀区中关村南大街5号)

邮政编码 100081 电话(010)68912824

各地新华书店经售

北京神剑印刷厂印刷

*

787毫米×1092毫米 16开本 23印张 514千字

2001年5月第1版 2001年5月第1次印刷

印数: 1—5000册 定价: 35.00元

※图书印装有误,可随时与我社退换※

译者前言

随着汽车技术和电子技术的迅速发展,电子技术和计算机技术在汽车上得到了广泛的应用,发动机的燃油喷射、电子点火系统、怠速控制系统、进气控制、废气排放以及传动系统、行驶系统、转向系统、制动系统和车身,普遍采用了电子控制装置。汽车已经成为了一个机电一体化的产品。电子和计算机技术在汽车上的应用,使汽车的动力性、燃油经济性、安全性、舒适性、可靠性均得到了显著的改善和提高,但是,对汽车维修人员的要求也有了更高的要求。

本书系统地讲述了汽车电子、电气和计算机系统的基本工作原理、使用维修与故障诊断等内容。该书的英文第一版在美国和加拿大汽车维修行业的教学和培训中得到了广泛的应用,现出版的中文本为该书的第二版。第二版根据读者和任课教师的反馈意见和信息,为了使读者更容易学习电气、电子和计算机系统的知识,在第一版的基础上进行了更新和改进。

本书针对维修人员的特点,只是简明扼要地讲述了汽车电气、电子和计算机系统的概念和原理,而没有对这些内容进行详细的讲解,把重点放在了故障诊断和维护流程上,使读者在有一定的概念和原理的基础上,学会如何在实际工作中运用这些知识。为了提高读者的故障诊断技巧和故障排除技巧,本书还同时讲解了某些关键部件或电路的作用。

本书系统性强、图文并茂、内容适中、知识新、实用性强,适合于广大汽车维修人员、汽车培训学校的师生阅读。

由于美国教材和我国教材的编写方法的不同,内容的编写方法上有些地方不太符合我国的阅读习惯。在翻译过程中,对有些地方进行了修改,例如安排了章节。但是,由于译者的翻译水平和专业技术水平有限,翻译过程中难免有不妥之处,请读者和专家进行指正。

本书的第1章至第5章由徐汉群翻译,第6、7章由罗正云翻译,第8、9、11章由杜巍翻译,第10、12、13、14、15、16、17章由沈宏继翻译。

前 言

为了使读者更容易学习电气和电子系统，本书在第一版的基础上做了更新和改进。根据遍布美国和加拿大的服务技术人员和培训教师的要求，增加了计算机传感器、高强度放电（HID）前照灯、防抱死制动系统、OBD II（第二代在线诊断）和数字式仪表应用等内容。在附录中还包含了 ASE 类型的测试。

同第一版一样，和大多数有关电气系统的书相比，本书只是简明扼要地表述了汽车电气和电子系统的概念和操作，而把重点放在故障诊断和维护的讲解上。为了使读者提高故障诊断技巧和故障排除技巧，本书还同时讲解了某种元件或电路对另一种元件和电路产生的作用。

本书包括以下内容：

1. 在每章开始部分有这一章的学习目标。
2. 在正文部分和术语表中对术语有清楚、简练的定义。
3. 故障部件的症状描述和故障排除方法。
4. 数百张照片和电路图。
5. 详尽的标题帮助读者更容易理解插图。
6. 采用专业人士在实际生活中遇到的问题作为故障排除的例子。
7. 对操作的解释都强调了其原因。
8. 每章都有例子和实际应用的说明。
9. 通用、福特、克莱斯勒、本田、丰田等车系常用的 OBD II 故障诊断码。
10. 附录中包含 ASE 认证测试的样题。

为了满足读者的需要，每个主题都包含了下列内容：

1. 基本操作。
2. 主题涉及的相关部分。
3. 采用一般简单的设备和采用电子测试设备进行测试的方法和结果。
4. 不当操作的症状（特征）。
5. 诊断和服务的程序。
6. 解决故障的例子。
7. 在相关章节中包含故障排除指南。
8. 在每章结束部分都有本章总结。
9. 在每章结束部分有 ASE 类型的多重选择题。
10. 知识点滴贯穿全书。

目 录

第一章 电气系统原理	(1)
1.1 目标.....	(1)
1.2 电.....	(1)
1.3 导体.....	(3)
1.4 电流.....	(4)
1.5 伏特.....	(5)
1.6 欧姆.....	(5)
1.7 导体和电阻.....	(6)
1.8 电阻.....	(6)
1.9 直流电源.....	(8)
1.10 电容器	(9)
1.11 磁	(10)
1.12 电磁现象	(12)
1.13 电磁开关	(13)
1.14 电磁感应	(14)
1.15 总结	(16)
复习题	(16)
多项选择题	(17)
第二章 电路与欧姆定律	(18)
2.1 目标.....	(18)
2.2 电路.....	(18)
2.3 大地、底盘地和浮动地.....	(21)
2.4 单线制系统.....	(22)
2.5 串联电路.....	(23)
2.6 并联电路.....	(25)
2.7 串—并联电路.....	(25)
2.8 四种基本的汽车电路.....	(26)
2.9 欧姆定律.....	(26)
2.10 瓦特	(27)
2.11 欧姆定律和串联电路	(27)
2.12 串联电路定律	(28)
2.13 电压定律	(28)
2.14 并联电路中的电流	(30)
2.15 魔力圈	(34)
2.16 总结	(34)
复习题	(34)
多项选择题	(35)
第三章 电子与半导体基础	(36)

3.1	目标	(36)
3.2	半导体	(36)
3.3	二极管	(37)
3.4	光敏电阻	(42)
3.5	非线性电阻	(42)
3.6	可控硅整流器	(42)
3.7	热敏电阻	(43)
3.8	整流桥	(43)
3.9	被动电路与主动电路	(43)
3.10	晶体管	(44)
3.11	固态、集成电路和双列直插式封装芯片	(46)
3.12	散热器	(46)
3.13	什么会引起晶体管或二极管熔毁	(46)
3.14	光敏晶体管	(47)
3.15	太阳能电池	(47)
3.16	如何测量二极管和晶体管	(47)
3.17	晶体管的门	(49)
3.18	晶体管—晶体管逻辑电路	(49)
3.19	运算放大器	(50)
3.20	极性	(50)
3.21	电子元件故障原因	(50)
3.22	静电危害	(51)
3.23	总结	(52)
	复习题	(52)
	多项选择题	(52)
第四章	电器与电子测试设备	(54)
4.1	目标	(54)
4.2	测试仪器	(54)
4.3	输入阻抗	(57)
4.4	电学单位的前缀	(58)
4.5	如何读取数字式万用表	(59)
4.6	检测灯(电笔)	(60)
4.7	逻辑探针	(62)
4.8	跳线	(63)
4.9	总结	(64)
	复习题	(64)
	多项选择题	(64)
第五章	导线、电路图和故障诊断	(66)
5.1	目标	(66)
5.2	汽车线束	(66)
5.3	保险装置	(68)
5.4	电路断路器	(73)
5.5	PTC 电路保护器	(74)

5.6	熔断器	(74)
5.7	接线端子和连接器	(76)
5.8	导线和电缆	(77)
5.9	焊料	(77)
5.10	导线维修程序	(77)
5.11	卷封式连接器	(79)
5.12	铝质导线的维修	(80)
5.13	电路图	(80)
5.14	欧洲配线代码	(85)
5.15	日本配线代码	(87)
5.16	热及移动	(87)
5.17	确定短路的位置	(87)
5.18	电子故障诊断指南	(89)
5.19	总结	(90)
	复习题	(91)
	多项选择题	(91)
第六章	照明与信号系统电路的故障诊断与检修	(93)
6.1	目标	(93)
6.2	照明系统	(93)
6.3	前大灯开关	(96)
6.4	白天使用的灯光	(100)
6.5	变光开关	(101)
6.6	转向(方向)信号	(101)
6.7	事故报警灯	(102)
6.8	踏步灯	(102)
6.9	照明入口	(102)
6.10	光纤	(102)
6.11	反馈	(104)
6.12	灯光系统故障维修指南	(104)
6.13	总结	(105)
	复习题	(105)
	多项选择题	(105)
第七章	仪表板的故障诊断和排除	(107)
7.1	目标	(107)
7.2	模拟式仪表板	(107)
7.3	计算机控制的仪表板	(108)
7.4	仪表板仪表	(110)
7.5	数字式(电子式)仪表操作	(112)
7.6	维修提示灯	(118)
7.7	总结	(118)
	复习题	(118)
	多项选择题	(118)
第八章	辅助电气设备电路的诊断和排除	(120)

8.1	目标	(120)
8.2	鼓风电动机	(120)
8.3	挡风玻璃刮水器	(121)
8.4	喇叭	(123)
8.5	速度控制原理	(123)
8.6	电动车窗	(125)
8.7	电动座椅	(126)
8.8	电动门锁	(128)
8.9	后车窗除雾器	(128)
8.10	收音机	(130)
8.11	扬声器	(131)
8.12	天线	(131)
8.13	车载电话	(133)
8.14	安全气囊	(133)
8.15	防抱死系统电气元件的检测维修	(137)
8.16	电气辅件的检测与维修	(138)
8.17	总结	(140)
	复习题	(141)
	多项选择题	(141)
第九章	蓄电池及其检测	(143)
9.1	目标	(143)
9.2	蓄电池的用途	(143)
9.3	蓄电池的结构	(143)
9.4	蓄电池的工作原理	(146)
9.5	蓄电池故障原因和故障类型	(148)
9.6	蓄电池维修安全事项	(149)
9.7	蓄电池的生产日期代码	(155)
9.8	蓄电池漏电检测	(155)
9.9	蓄电池维修指南	(158)
9.10	总结	(158)
	复习题	(159)
	多项选择题	(159)
第十章	起动系统的使用与维护	(161)
10.1	目标	(161)
10.2	起动系统	(161)
10.3	起动减速齿轮	(165)
10.4	起动传动装置	(166)
10.5	起动系统的故障	(168)
10.6	压降的测试	(169)
10.7	控制电路的测试	(173)
10.8	起动装置的电流测试	(174)
10.9	起动装置检查	(174)
10.10	测试起动机电枢	(180)

10.11	台架检测	(181)
10.12	起动装置传动齿轮与飞轮的间隙	(181)
10.13	接地线电流	(182)
10.14	起动系统故障诊断	(182)
10.15	总结	(184)
	复习题	(184)
	多项选择题	(184)
第十一章	充电系统的工作原理、诊断和维修	(186)
11.1	目标	(186)
11.2	发电机的工作原理	(186)
11.3	交流发电机	(186)
11.4	交流发电机的工作原理	(188)
11.5	电子电压调节器	(192)
11.6	计算机控制的交流发电机	(194)
11.7	充电系统的检测和维护	(195)
11.8	通用公司 CS 系列交流发电机	(201)
11.9	交流发电机输出的检测	(201)
11.10	交流发电机总成	(204)
11.11	总结	(224)
	复习题	(224)
	多项选择题	(224)
第十二章	电子或无分电器式点火系统的工作原理	(226)
12.1	目标	(226)
12.2	点火系统	(226)
12.3	电子点火系统的工作原理	(228)
12.4	脉冲发生器	(229)
12.5	霍尔效应式传感器	(230)
12.6	通用公司 HEI 电子点火系统的操作	(232)
12.7	福特公司电子点火系统电磁触发式点火系统	(236)
12.8	克莱斯勒公司电子点火系统	(239)
12.9	微机控制点火正时	(241)
12.10	总结	(241)
	复习题	(241)
	多项选择题	(241)
第十三章	点火系统的故障诊断与检测	(243)
13.1	目标	(243)
13.2	点火火花检测	(243)
13.3	电子点火系统的工作原理	(244)
13.4	电子点火系统故障检测程序	(245)
13.5	点火系统维护	(253)
13.6	点火正时	(263)
13.7	点火系统故障诊断指南	(269)

13.8 总结	(269)
复习题	(269)
多项选择题	(270)
第十四章 示波器测试	(271)
14.1 目标	(271)
14.2 示波器测试点火系统	(271)
14.3 示波器阵列图解	(275)
14.4 电子点火系统静态部分	(278)
14.5 线圈测试	(279)
14.6 加速性测试	(281)
14.7 分火头间隙电压	(281)
14.8 功率平衡测试	(282)
14.9 示波器测试交流电极	(283)
14.10 可用示波器检测的其它部件和系统	(283)
14.11 双扫描台架式示波器	(284)
14.12 频率	(284)
14.13 负载周期	(285)
14.14 脉冲宽度	(285)
14.15 总结	(286)
复习题	(286)
多项选择题	(286)
第十五章 计算机维修操作基础	(288)
15.1 目标	(288)
15.2 计算机管理	(288)
15.3 可编程只读存储器 (PROM)	(290)
15.4 输入部分	(290)
15.5 输出部分	(292)
15.6 升压式电阻和降压式电阻	(292)
15.7 二进制数	(294)
15.8 开环操作与闭环操作	(294)
15.9 静电防护措施	(295)
15.10 总结	(295)
复习题	(295)
多项选择题	(296)
第十六章 与计算机相关的传感器的操作与测试	(297)
16.1 目标	(297)
16.2 发动机冷却液温度传感器	(297)
16.3 压力传感器	(299)
16.4 节气门位置传感器	(300)
16.5 氧传感器	(302)
16.6 进气温度传感器	(305)
16.7 车速传感器	(305)

16.8 车轮转速传感器	(305)
16.9 空气流量传感器	(305)
16.10 其它计算机输出部件	(307)
16.11 爆震传感器	(308)
16.12 空气管理	(308)
16.13 怠速控制	(308)
16.14 点火正时控制	(309)
16.15 计算机控制装置	(309)
16.16 混合气控制	(310)
16.17 总结	(310)
复习题	(311)
多项选择题	(311)
第十七章 计算机控制的化油器和燃油喷射系统	(313)
17.1 目标	(313)
17.2 计算机控制的化油器	(313)
17.3 电子燃油喷射	(317)
17.4 计算机控制什么	(320)
17.5 发动机运行的正常模式	(321)
17.6 典型的燃油泵压力	(322)
17.7 喷油器阻塞	(323)
17.8 总结	(323)
复习题	(323)
多项选择题	(323)
第十八章 计算机系统故障分析与诊断	(325)
18.1 目标	(325)
18.2 计算机的保护	(325)
18.3 典型的非计算机类故障	(326)
18.4 计算机控制的发动机故障诊断	(326)
18.5 记录仪检查	(328)
18.6 通用公司系统故障检测与维护	(329)
18.7 福特公司系统故障检测与维护	(333)
18.8 克莱斯勒公司系统故障检测与维护	(337)
18.9 本田公司系统故障检测与维护	(339)
18.10 丰田公司系统故障检测与维护	(342)
18.11 OBDII 型诊断系统	(345)
18.12 喷油器的平衡测试	(348)
18.13 总结	(349)
复习题	(349)
多项选择题	(349)
附录 ASE 认证测试样题	(351)

第一章 电气系统原理

1.1 目 标

学习了本章后，读者应能：

1. 给出电的定义。
2. 说明电子测量的单位。
3. 讨论伏特、安培和欧姆之间的关系。
4. 解释在汽车上是如何使用磁的。

在当代汽车中，电气系统是最重要的系统之一。每年越来越多的部件和系统会用到电，因而十分需要真正了解汽车电气和电子系统的技术人员。

1.2 电

英语的“电”(electricity)起源于希腊语中的“elektron”，意思是琥珀(一种树脂化石)。古人磨擦琥珀和木头产生电荷，这样产生的电是静电，它是人类最早知道的电。它之所以被称为静电是因为这样产生的电是静止的，而不在导线中移动。

人们发现实际上存在两种类型的电荷。当将一个橡胶棒在法兰绒或皮毛上磨擦时，橡胶棒上生成的是负电荷(-)，而将一个玻璃棒在丝绸上磨擦时，玻璃棒上生成的是正电荷(+)，参见图1-1。

人们同时还发现，带有同种电荷的物体(都带正电荷或都带负电荷)相互排斥；带有不同电荷的物体(一个带正电荷而另一个带负电荷)相互吸引。负电荷是由一个带多余负电荷电子的原子产生的，参见图1-2。电实际上就是电子由一个原子向另一个原子的运动。

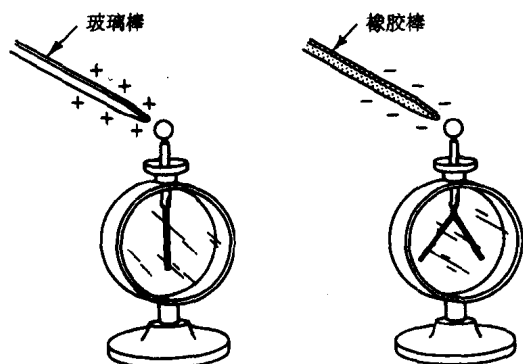


图1-1 一种称作验电器的测试仪器表明正负电荷的属性是相反的

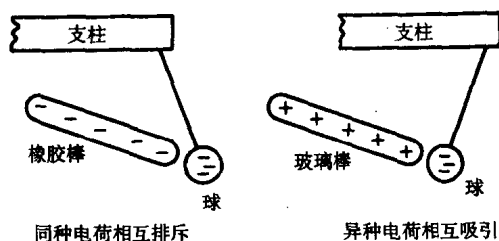


图1-2 两个负电荷(正电荷)相互排斥，而正负电荷相互吸引

1.2.1 原子和电子

在解释电之前，必须对原子的构成有所了解。

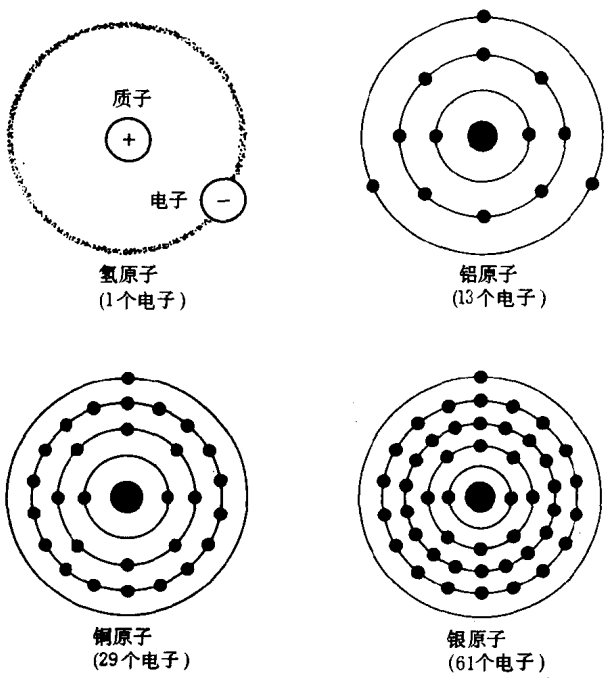


图 1-3 原子示例

原子是宇宙中所有物质的最小单位。我们的宇宙由物质构成，这些物质具有质量并占据一定的空间。因此，物质可以是除了虚无空间外的任何东西，它可以是固态的，例如一张桌子；可以是液态的，例如水和汽油；还可以是气态的，就像水蒸气和汽油蒸气。所有物质都由被称为元素的独立成分构成，元素的种类超过 100 种。

如果元素可以分解的话，那么分解后仍能被识别为某一特定元素的最小部分就称为原子，参见图 1-3。每个原子密集的中心部分称作原子核。原子核包含带有正电荷的质子和电中性（不带电）的中子。带有负电荷的电子处于环绕原子核的轨道上，质量只有一个质子质量的 1/1 800。每个原子含有相同数量的电子和质子。因为带负电荷的电子数量与同样数量的带正电荷的质子是平衡的，所以，原子为中

性电荷（没有电荷）。

注意：为了对原子之间各个部分的大小有一个感性上的认识，假设放大一个原子。如果原子核的大小相当于这个句子结尾处的句号的话，那么整个原子会比一幢房子还大。

1.2.2 电子轨道

宇宙中的每种元素都有其特殊属性的原子，它的质子、中子和电子的数量与其它元素都不同。一个原子中，环绕原子核的轨道上的电子数目与其质子数目一样多。这些电子根据其不同的数量，在环绕原子核中心的不同距离的轨道上运动。这些轨道按字母分成不同的层：K、L、M、N 等等。

离原子核最近的轨道是 K 轨道，它只有两个电子。如果一个原子有超过两个的电子，多余的电子只能远离原子核，参见图 1-4。原子核外的第二层轨道称为 L 层，它的最大容量是 8 个电子。还有许多不同的轨道层，这些轨道层对其填充的电子数量都有限制。五个离原子核最近的轨

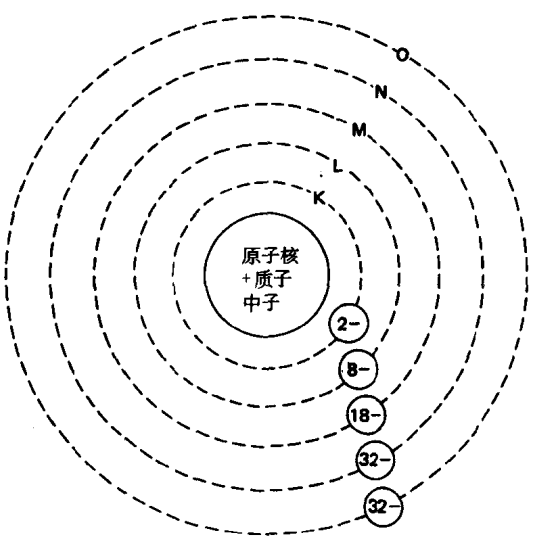


图 1-4 电子轨道层

道层及其填充的电子数目如下所示：

K 层	2 个电子
L 层	8 个电子
M 层	18 个电子
N 层	32 个电子
O 层	32 个电子

1.2.3 能量级

离原子核越远的电子，其能量级越高，具有较高能量的电子会在外围的轨道中围绕原子核运动。所有元素最外围轨道上的电子数目都不超过 8 个。

铝元素有 13 个电子，它们在填满 K 层（2 个）和 L 层（8 个）后用余下的 3 个电子填充 M 层。因为 M 层的容量是 18 个电子，所以这仅有的 3 个电子使得其最外围的轨道相对比较空。

如果一个元素在其最外围的轨道上的电子数目少于 4 个，这些电子就被称作自由电子，因为它们很容易被“撞出”其轨道层，而被碰撞至与其相邻的同一种原子的轨道层中。

这些外围的电子也被称作“价电子”，因为它们可以和其它电子相互作用形成元素间的共用价（电子）键，或者它们可以和同种元素的其他原子生成分子、化合物或其他原子结合物。

自由电子离原子越远，原子核中质子的正电对电子负电的“引”力越弱。图 1-5 是一个只有一个自由电子的原子的示例。元素外围轨道中的电子越少，自由电子从一个原子向另一个原子移动的阻力越小。

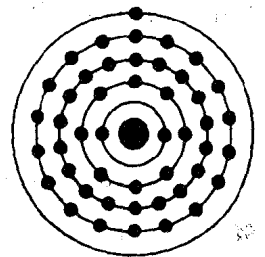


图 1-5 银原子

自由电子的运动可以解释静电荷是如何产生的。一根橡胶棒和法兰绒或皮毛相摩擦，实际上就将自由电子从法兰绒或皮毛上转移到橡胶棒

上，使橡胶原子中的负电子暂时比正质子多。如果一根玻璃棒和丝绸摩擦，丝绸从玻璃棒上移走电子，使玻璃棒带了正电荷。

1.3 导 体

导体是原子外围轨道上的电子数量少于 4 个的材料。例如，由于铜的外围轨道上只有一个电子，所以它是一种良导体。由于这个轨道离原子核的距离很远，铜原子保持这些最外围电子的能力相对较弱（因为相对于同样性能的其他导体，铜的价格是最合理的，所以铜是汽车中最常用的导体）。

所有电的良导体也都是热和冷的良导体。导体也被归类到金属。例如，铁、钢、铜、铝、银和金都是金属（导体）。金属还可以进一步分成含铁的金属（铁金属）和不含铁的金属（非铁金属），例如铸铁或钢是含铁的金属，而铜、银、镁、金和铝都是非铁金属。

1.3.1 导体电阻为何因受热而上升

任何导体，例如铜电线，其电阻会因温度上升而加大。这种阻力的增加是导体原子快速振动和电子无数次的碰撞造成的。温度越高，原子的振动就越强烈，对电流的阻力就越大，参

见图 1-6。

正因为这个原因，许多起动机配有热屏蔽板，以防止发动机热量影响发动机起动。如果移开热屏蔽板，发动机的热量会使起动机的铜绕线的电阻增加。这样即使发动机在较冷时起动机也能正常运行，可是一旦发动机变热，起动机的转速就会变慢。

1.3.2 绝缘体

绝缘体是原子外围轨道上的电子数量大于 4 个的材料。由于它们的外围轨道电子数大于 4 个，这些材料获得电子比释放电子更容易。绝缘体包括塑料、木材、玻璃、橡胶、陶瓷（火花塞）以及交流发电机和起动机中的铜导线表面的清漆（绝缘）。

1.3.3 半导体

外围轨道上的电子只有 4 个的材料既不是导体也不是绝缘体，它们被称作半导体。详细介绍和应用参见第三章。

1.4 电 流

相对于没有电子移动的静电而言，电子在导体中的运动被称为电流。事实上，一旦静电被放电，由于电荷处于运动中，而不再静止，它也就变成了电流。

1.4.1 电子如何在导体中移动

导体包含中性的原子，它们的电子在材料中不停地随机运动。电子通常被每秒振动数百万次的原子从各个方向上进行撞击。如果有一种外力，例如蓄电池，连接在导体的两端，一端放上正电荷，一端放上负电荷。负电荷将排斥导体原子中的自由电子，而在导体的另一端正电荷将吸引电子。异性相吸、同性相斥的结果造成了电子在导体中的流动，参见图 1-7。因为在连锁反应中，每个电子同其它电子相互碰撞，整体结果就是电子流在导体中以接近光速流动。电子的这种行为同碰倒一系列多米诺骨牌或击打一系列台球的情形类似，参见图 1-8。

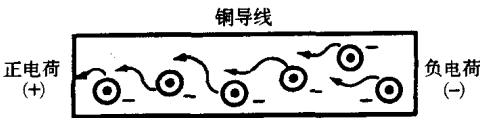


图 1-7 电流是电子流过导体的运动

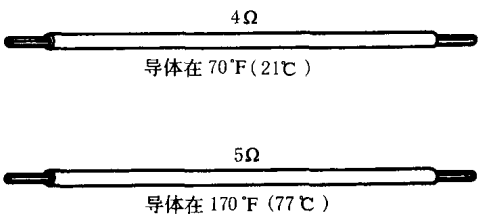


图 1-6 当一种导体的温度上升时，其电阻也变大

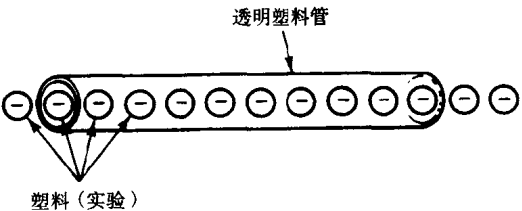


图 1-8 电子流过导体的运动与高尔夫球被推入塑料管的情况类似

1.4.2 传统学说与电子学说

曾经有一种看法认为电只有一个电荷，并从正极流向负极，这种理论被称为电流传统学说，参见图 1-9。在发现了电子和它所带的负电荷后，就出现了主张电子流从负极流向正极的电子学说。大多数汽车电子应用都采用传统学说。本书除了特别声明外将采用传统学说。

1.4.3 安培

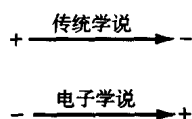


图 1-9 电流传统学说认为电流从正极流向负极；电子学说认为电流从负极流向正极

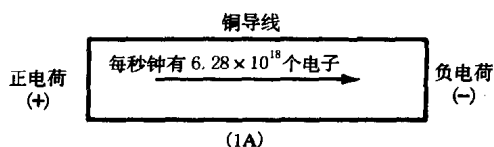


图 1-10 1A 表示在 1s 内通过某点的电荷为 1C (6.28×10^{18} 个电子)

安培是全世界通用的电流量的测量单位。当 6.24×10^{18} 个电子（这么多数量的电子称为 1 库仑，1C）在 1s 内通过导体横截面时，这就表示电流强度为 1A，参见图 1-10。安培是电流量的电子学单位，就像 m^3/s 是用来测量水流量的单位一样。它是为了纪念法国电子学家安德鲁·马里·安培（Andre Marie Ampere 1775—1836）而得名的。安培的用法、习惯缩写方式和测量方法概括如下：

1. 安培是电流量的测量单位。
2. A 和 amps 可作为安培（amperes）的缩写。
3. 表示强度的大写字母 I ，在数学计算中被用来代表安培。
4. 可用安培表测量安培数。

1.5 伏 特

伏特是电压的测量单位。它是以一位意大利物理学家阿莱萨多·伏特（Alessandro Volta 1745—1827）的名字命名的。可以用水来做比较，可能压力（伏特）很高而水流（安培）很低，也可能水流（安培）很高而压力（伏特）很低。电压也称为电动势，因为如果导体中有电压，电流流动就有势能。电压并不流经导体，但电压可以导致电流在导体中流动。电压的用法、习惯缩写方式和测量方法概括如下：

1. 伏特是测量电压的单位。
2. 电动势，缩写为 EMF，是电压的另外一种表示方法。
3. V 通常作为伏特（volts）的缩写。
4. 符号 E 通常在计算中被用来表示电动势。
5. 可用伏特表来测量伏特数。

1.6 欧 姆

电流经过导体流动的电阻以欧姆为测量单位。它是一位德国物理学家乔治·西蒙·欧姆