

联邦德国 J·H·里德尔
李相群 译
西安交通大学出版社

轎車實用技術 手冊



基礎知識 • 故障情況 • 故障診斷 • 故障排除

轿 车 实 用 技 术 手 册

[联邦德国] H·里德尔

李相群 译

陈荫三 校

西安交通大学出版社

封面设计 杨政云
版式设计 胡 刚

Handbuch praktische Autotechnik

Heinrich Riedl

BLV Verlagsgesellschaft, 1986.

轿车实用技术手册
[联邦德国] H·里德尔
李相群 译
陈荫三 校
责任编辑 张明烈

西安交通大学出版社出版

(西安市咸宁路28号)

陕西省印刷厂印装

陕西省新华书店发行 各地新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 23 插页 字数: 583 千字

1990年3月第1版 1990年4月第1次印刷

印数: 1 ---- 5000

ISBN 7-5605-0318-7 TB·21 定价: 23.00 元

排版: 西安电子科技大学印刷厂电脑排版中心

前言

每个汽车驾驶员都有这种体会:故障总是偏偏在预料不到的时候出现。临赴重要的约会之前车子发动不起来,燃油泵出毛病,或在恶劣的天气里刮水器不能动作,这才是最倒霉的时刻。

如果您能马上确定故障部位,找出它的原因,您就摆脱了一半困境,即掌握了问题的症结所在。我们今天对汽车极其依赖,对它进行了深入研究,因此人们,至少是对技术感兴趣的人,掌握了一定的汽车基本知识,这几乎是毫无疑问的。而汽车的仪表和部件,以及它们的技术原理和内在联系的有关知识则是本书要介绍的。

排除汽车故障的第一步就是故障的诊断。利用本书的故障一览表,您就可确定故障的原因可能涉及哪些部件。为便于诊断起见,本书又对轿车的 250 种中的 177 种常见故障进行了细致的解释。

故障确诊后就能被排除。内行将会看到,书中详尽地叙述了排除 130 种故障的操作过程,并配以相应的插图。因为一种故障的原因往往会涉及到许多部件,所以即使汽车的一些简单故障,也会给专业修理厂带来难题。以致经常把还完好的部件换了下来,结果提高了修理费用。所以每个驾驶员应能自己进行准确的故障诊断,以便有目的地排除故障,或者给工厂一份明确无误的修理项目委托。此外还能推断将会发生的毛病,这对交通和行车的安全也是很重要的。

在您的汽车出现故障时,祝您总能找到原因的线索。

H.里德尔



车内提供的这套工具一般是不够的。您还要为您的车子准备一套专用工具!

目 录

前 言	I	2.汽车技术	19
1.基础知识	1	2.1 内燃机	19
1.1 电工学知识	1	2.1.1 汽油机	21
电压和电流	1	供油装置	21
电阻	2	化油器装置	23
能量和功率	3	双腔化油器	25
磁性	3	双腔分动式化油器	25
1.1.1 电子学	4	四腔分动式化油器	25
二极管	4	等压化油器	25
三极管	4	电子化油器	26
晶闸管	5	汽油喷射装置的主要部件	26
热敏电阻	5	热时间开关	29
压敏电阻	5	附加空气阀门	29
光敏电阻	5	暖机过程调节器	29
光电池	6	节流阀开关	29
电容器	6	空气流量测量器	29
集成电路	6	空气质量传感器	30
1.1.2 测量技术	6	喷射装置	30
动圈式测量仪表	7	舍菲尔汽油喷射器	30
交叉动圈式测量仪表	7	波许 K-Tetronic	31
电压测量	7	策尼特汽油喷射器	32
电流测量	8	波许 D-Jetronic	33
电阻测量	8	波许 L-Jetronic	33
1.1.3 电路图技术	8	波许 LE-Jetronic	34
电路图	8	波许 LH Jetronic	34
符号体系	9	波许 KE-Jetronic	34
电路符号	12	波许 Motronic	34
1.2 加工方法	16	三菱 ECI 喷射器	36
划线	16	点火装置	36
锉	16	2.1.2 柴油机	39
钻孔	16	柴油喷射装置	40
扩钻埋头孔(铤孔)	16	供油装置	41
铰孔	16	直列泵	45
螺纹切削	17	分配泵	50
锯	17	喷嘴	54
磨削	17	2.1.3 进气装置	55
刮研	17	涡轮增压器	56
连接	17	废气涡轮增压器	56
钎焊	18	Comprex 气波增压器	58
		废气再循环装置	58

进气管加热装置	59	脉冲发送器	82
2.1.4 润滑装置	59	温度探测器	82
压力循环润滑	59	热双金属开关	82
干油底壳润滑	60	压力传感器	82
2.1.5 冷却装置	61	压力开关	83
液体冷却	61	液面高度发送器	83
空气冷却	62	限位开关	83
2.1.6 启动装置	62	λ-探针	83
预热装置	63	2.7.2 测量设备	83
带预热塞的预热装置	64	液面高度测量	83
带销钉形预热塞的预热装置	64	速度测量	84
2.1.7 排气装置	66	转速测量	84
催化剂	66	电压测量	85
2.2 传动系	66	时钟	85
离合器	66	2.7.3 信号指示装置	85
变速器	67	充电指示灯	85
自动变速器	68	指示灯	85
差速器	69	2.8 刮水器装置	86
全轮驱动	69	2.9 车厢内部的通风和采暖	86
2.3 行走机构	70	停车采暖装置	87
前桥	70	空调装置	87
后桥	71	2.10 车窗加热	88
车轮	72	2.11 车辆电系	88
转向系	73	2.12 特殊设备	90
悬架系统	74	车厢内部照明	90
2.4 制动装置	75	香烟点火器	90
2.5 照明装置	79	无线电收音机	90
大灯	79	滑动车顶	91
停车灯和尾灯	79	大灯刮-洗装置	91
牌照灯	79	车门中央闭锁装置	91
倒车灯	80	车窗玻璃升降器	91
车内照明灯	80	座椅取暖装置	91
仪表板用照明灯	80	速度调节器	92
手套抽屉照明灯	80	采暖自动装置	93
烟灰盒照明灯	80	电子防盗报警装置	93
点火器照明灯	81	可编程序的座椅调节装置	93
采暖拨杆照明灯	81	3.故障情况	95
2.6 信号装置	81	3.1 故障情况一览表	96
警告信号	81	发动机启动	96
闪光信号装置	81	发动机运转	104
2.7 仪表	82	行驶性能	120
2.7.1 传感器	82	行走机构	128
电阻传感器	82		

照明装置	129	4.12 冷却装置	193
信号装置	130	冷却液的检查和加注	193
刮水器装置	131	恒温器的检查和更换	194
仪表	132	散热器电动风扇的检查	195
冷却装置	133	液体冷却装置密封性的检查	195
通风和采暖	134	冷却装置的密封	196
电气设备	134	冷却液软管的更换	197
特殊装置	135	冷却液泵的更换	198
3.2 故障情况解释	137	冷却系的净化	199
发动机	137	采暖阀的更换	200
润滑装置	142	4.2 汽油机	201
冷却装置	144	压缩压力的测量	201
供油装置	148	有故障连杆轴承的查明	202
进气装置	150	4.2.1 进气装置	202
化油器装置	151	空气滤清器滤芯的清洁和更换	202
燃油喷射装置	155	进气系统密封性的检查	203
启动装置	156	进气节流阀位置的检查	204
点火装置	158	进气温度调节器的检查和更换	204
排气装置	163	进气负压装置的检查和更换	206
传动系	163	4.2.2 化油器装置	207
行走机构	167	燃油滤网的清洁	207
制动装置	168	阻风门(闸门)的检查和调节	207
照明装置	170	自动启动装置的检查	209
闪光信号装置	171	自动启动装置的更换和调节	209
仪表	171	节流阀的检查和调节	211
电气设备	172	浮子针阀的检查和更换	212
车身	176	怠速转速的检查和调节	213
4.故障排除	177	怠速截止阀的检查和更换	214
用具和物品	181	加速泵的检查和调节	215
4.0 出现故障	182	化油器拉索的更换和调整	216
汽车安全	182	化油器的拆装	217
汽车的举升和落下	183	负压调节点火提前装置的检查	218
4.1 汽油机和柴油机	185	等压化油器的调整	219
三角皮带的检查、更换和再张紧	185	TN 型启动器的检查和调节	221
齿形皮带的检查和再张紧	186	4.2.3 汽油喷射装置	222
气门间隙的检查和调整	187	喷射装置失灵	222
4.1.1 润滑装置	189	控制器的检查	222
机油的检查和加注	189	高压喷射阀的检查和更换	223
限压阀的检查	190	低压喷射阀的检查和更换	224
机油压力的测量	190	启动阀的检查和更换	225
机油泵的检查	192	附加空气闸门的检查和更换	227
		热时间开关的检查	228
		暖机过程调节器的检查和更换	229

电子喷射阀的检查和更换	230	怠速和最高转速在分配泵上的检查 和调节	271
控制活塞的检查和清洗	231	油门拉索在分配泵上的调整	272
怠速转速的调节	232	冷启动拉索在分配泵上的调整	273
节流阀的检查和调节	233	4.3.2 喷嘴	273
节流阀开关的检查和调节	233	喷嘴的检查	273
空气流量测量器活门的检查	234	喷嘴的拆装	274
压力调节器的检查和调节	235	喷嘴用喷嘴检查仪检查	275
4.2.4 供油装置	236	4.3.3 供油装置	276
燃油滤清器的更换	236	直列泵供油装置的检查	276
输油装置的检查	236	分配泵供油装置的检查	277
供油装置的检查	237	燃油滤清器的更换和脱水	278
燃油泵滤清器的清洗	238	燃油回油管的检查和清洁	280
燃油泵的拆装	239	供油装置的放气	281
输油量的测量	239	4.3.4 预热装置	282
燃油泵继电器的检查和更换	240	带有金属丝预热塞的预热装置的 检查	282
电动燃油泵的检查	241	带销钉形预热塞的预热装置的检 查	284
电动燃油泵的拆装	241	预热塞继电器的检查	285
4.2.5 点火装置	242	预热塞或销钉形预热塞的检查	285
断电器的检查和更换	242	4.4 启动装置	287
点火电压的检查	244	临时启动试验	287
点火线圈的检查	245	启动机的检查	287
火花塞的检查和更换	246	启动机控制装置的检查	288
分电器的检查	248	启动机的拆装	289
分电器盖的检查和更换	250	磁继电器的更换	290
分火头的检查和更换	252	4.5 排气装置	290
高压线的检查和更换	253	排气装置的状况检查	290
火花塞插头的检查和更换	254	排气装置的更换	291
点火电容的检查和更换	255	4.6 传动系	292
负压控制点火提前装置的检查	256	离合器的测试	292
点火时刻用检查灯的检查和调节	257	离合器间隙的检查和调整	293
点火时刻用闪光仪检查和调节	258	离合器拉索的更换	294
晶体管点火装置的检查	259	离合器液压装置的放气	295
4.3 柴油机	261	自动变速器油的检查和加注	296
压缩压力的测量	261	主减速器中的变速器油的检查和加注	297
干式空气滤清器滤芯的更换	262	4.7 行走机构	297
4.3.1 喷射泵	263	轮胎气压的检查和校正	297
直列泵的拆装和调节	263	车轮的更换	298
直列泵供油时刻的检查和调节	265	车轮轴承的检查和调整	298
直列泵调节器调节止动装置的调节	267	转向间隙的检查	300
分配泵的拆装	268		
分配泵供油时刻的检查和调节	269		

液压装置备用油箱中液面的检查	300	前闪光信号灯的更换	330
液压装置滤清器的清洗	300	应急闪光信号器	331
液压油的更换	301	4.11 仪表	331
液压装置中的压力释放	302	油压开关的检查和更换	331
液力弹簧悬架压力调节器的更换	302	制动灯开关的检查和更换	332
弹簧悬架和制动装置液压系统的放气	303	温度传感器的检查和更换	333
液力弹簧悬架离地高度的调整	304	温度测量的检查	333
减震器的检查	304	燃油量测量部件的检查和更换	334
4.8 制动装置	305	4.12 刮水器装置	335
制动液的检查和加注	305	车窗玻璃洗刷水的检查和加注	335
制动装置的检查	305	刮水器胶片的更换	336
制动试验	307	刮水器臂的更换	337
制动踏板行程的检查	307	喷嘴的调整	338
手制动器空行程的检查和调整	308	刮水器马达的拆装	338
手制动器拉索的更换	309	4.13 电气设备	339
鼓式制动器的检查和调整	309	蓄电池接头的检查和清洁	339
制动增力器的检查	311	蓄电池的检查	339
盘式制动器摩擦衬片厚度的检查	311	蓄电池的充电和更换	340
盘式制动器摩擦衬片的更换	313	导线的检查	342
鼓式制动器摩擦衬片的安装	314	接地的检查	343
车轮制动缸的更换	315	发电机接触电刷的检查和更换	344
制动盘的更换	316	发电机和调节器的检查	345
制动管路的更换	317	发电机的拆装	345
制动软管的更换	318	发电机调节器的更换	346
制动装置的排气	319	继电器的检查	347
双紧蹄停车制动器摩擦衬片的检查	321	4.14 车厢内部	348
双紧蹄停车制动器摩擦衬片的更换和调整	322	组合仪表的拆装	348
4.9 照明装置	323	仪表控制台的拆装	348
大灯白炽灯泡的更换	323	汽车无线电收音机的拆装	348
尾灯白炽灯泡的更换	324	4.15 车身	349
牌照灯白炽灯泡的更换	325	车门锁的拆装	349
车内照明灯白炽灯泡的更换	325	车门把手的拆装	349
大灯的拆装	326	车门锁芯的拆装	350
尾灯的拆装	328	发动机罩拉索的调整	351
4.10 信号装置	329	车窗玻璃升降器的拆装	351
声信号装置的检查	329	挡风玻璃或后窗的密封	353
持续声信号的停止	329	拉杆天线的拆装	353
		5. 改进	354
		5.1 照明装置	354
		5.2 仪表	355
		5.3 点火装置	356
		5.4 柴油的预热	357

1. 基础知识

1.1 电工学

任何一种物质都是由原子组成的，而原子实质上是由电子、质子和中子组成的。

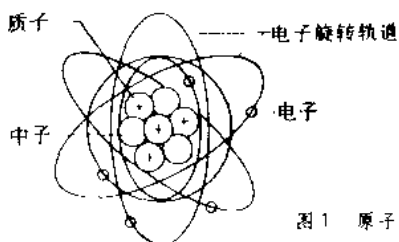


图1 原子的基本结构

为了能理解原子的一些变化，最好的办法是把原子中的质子和中子想象成一个球状的核(图1)，电子则围绕这个核在一定的轨道上(如同行星绕着太阳一样)旋转。除了具有一个质子和一个电子的氢原子外，所有其他元素的原子都有较多的质子和电子，质子带正电荷，电子则带负电荷。此外在原子核中，除了质子以外还有中子，中子是不带电荷的基本微粒，对外只显电中性。导体除了绕原子核旋转的电子外，其特征是还有一些自由电子，即不受原子核束缚的电子。在一定的电场作用下，这种电子的定向交换就形成了一种电子流，即电流。

象玻璃和橡胶这些非导体，都是没有自由电子的，它们的原子就不能互相交换电子。除了金属导体和非导体以外还有半导体，例如锗和硅。

电压和电流

为了便于理解这些概念，我们根据图2从水循环回路的角度来阐明。

马达带动水泵P，在阀门V关闭时，水泵压力侧 P_1 相对吸入侧 P_2 就会出现过压现象，就是说，在 P_1 和 P_2 之间产生了压力差 Δp 。图2B表示与图A对应的装有原电池(电源)的电路，此原电池可视为一个

电泵。水的压差 Δp 与电源 U_q 的电压 U 是相对应的。在电源内部，由于电压的作用，自由电子从一极移动到另一极。对原电池而言，其正极缺少电子，而负极则积聚了大量的电子。

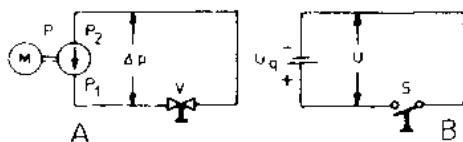


图2 A 水循环回路 B 电回路

打开水循环回路中的阀门V，水泵所产生的压差就会引起水流，这就是说水循环回路是闭合的。

与此相应，接通开关S，电路就导通且出现电子的移动。而电压就是电子移动的原因。如同水流一样，电流在电路上处处都是相等的。而电流强度则取决于电压的高低。

就迄今为止的研究而言，我们还是把原电池作为电源。当然任何一种发电机都可替代原电池。旋转式发电机，根据其结构不同，可以相应地产生直流电、交流电或三相电流。

在任一电压发生器上，电荷的分离都会产生电压。

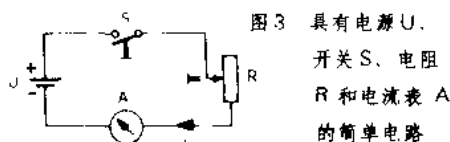
电流强度和电流方向均不变的电流称为直流电。电流强度和电流方向按正弦曲线变化的电流称为交流电。交流电网的频率是每秒50周或50赫兹。人们所说的电压和电流值，常指其有效值(平均值)，就是电压表和电流表的指示读数。所谓三相电是由相位差互为 120° 的一股交流电组成。电流强度的单位是安培，简称为安[A]，其表示符号为I。在硝酸银溶液中，电流在1秒钟内可析出1.118毫克银的电流强度称为1安。电压的单位是伏特，简称为伏[V]，其表示符号为U。在1欧姆电阻上产生1安电流的电压定为1伏。

根据图 2A, 如果水循环回路中的阀门 V 完全打开, 马达以一不变的转速带动水泵 P, 那么相应于压力差 Δp , 就出现一不变的水流。逐渐关闭阀门, 水管通道就随之变小, 水流也相应变小, 直到阀门关死(水阻最大)时完全断流。另外尤其在通道收缩处, 由于摩擦会产生很大的热量。因此会产生两种基本作用:

- 水阻(阀门)使水流变小,
- 水阻(阀门)这时会变热。

在具有电阻 R 的电路中, 根据图 3 会得出一些类似的关系。

电阻的单位是欧姆, 简写为 $[\Omega]$ (希腊字母欧米加), 表示符号为 R。



$1[\Omega]$ 是温度为 0°C 时截面为 $1[\text{mm}^2]$ 和长度为 $106.3[\text{cm}]$ 水银柱的直流电阻值。电压、电流和电阻之间的关系可用下列公式予以说明:

$$\text{电压}[\text{V}] = \text{电流}[\text{A}] \times \text{电阻}[\Omega]$$

$$U = I \times R$$

这就是电工学中最基本最重要的“欧姆定律”。

通过上述公式的变换可得出下式:

$$I = U / R \quad \text{或} \quad R = U / I$$

当电阻串联时, 在整个串联电路中的所有电阻上流过的电流是相等的。电路的总电压是各电阻上的分电压之和

$$U = U_1 + U_2 + \dots$$

且总电阻等于各个电阻 $R_1, R_2, \dots$ 等之和。

$$R = R_1 + R_2 + \dots$$

经过变换可得出等式:

$$R_1 = R - R_2 - \dots$$

$$R_2 = R - R_1 - \dots$$

把许多电阻并联于电路时, 每个电阻上流过的电流和其阻值相对应。总电流 J_G 等于各支路电流之和。

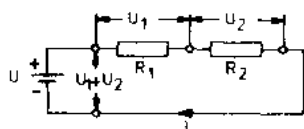


图4 具有两个电阻的串联电路

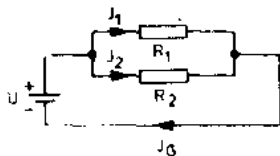


图5 具有两个电阻的并联电路

并联电路中所有电阻的总电阻值永远小于其中任一单个电阻的电阻值。

就两个并联的电阻而言, 其总电阻是

$$R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

例如为了能在 $12[\text{V}]$ 的电网上接入 $6[\text{V}]$ 的灯泡, 就要在此耗电器前串接入一固定电阻, 使规定的电压能按这两个串联电阻阻值进行分配。

这个串联电阻 R_V 的值可按欧姆定律算出。

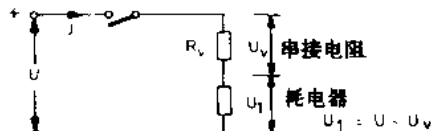


图6 串联电阻电路

在测量技术、调节技术和控制技术中, 常可遇见所谓的分压器。分压可用串接固定电阻、可调电阻或用一无级可调电阻(电位器)按图 7 接法来实现。

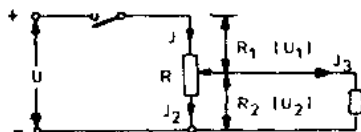


图7 分压器电路

当使用电位器时, 电压值可在零和满电压 U 之间任意调节。总电流 J 流经电阻 R_1 , 然后分成支路电流 J_2 和 J_3 , 这种分流是按 R_2 和 R_3 的阻值进行的。

在一定长的导线的两端加一恒定的电压, 就会流过一电流 $I = U / R$ (R 是导线的

电阻)。导线截面减半的话, 电流值也减小到原值的一半, 这是由于电阻增大了1倍的缘故。由此可以得出如下结论: 导线的电阻和其长度成正比, 而和其截面积成反比。

任何导电材料都有一固定的电阻率(铜为0.0178)。此值是指1[m]长和1[mm]²截面积的导线的电阻值, 其符号为 ρ (希腊字母鲁)。因此一根导线的电阻是

$$R = \frac{\rho[m] \times l[m]}{q[mm^2]} [\Omega]$$

能量和功率

一耗电器接到电源上时, 就会给其输入电能。输入的电能取决于电压U、电流强度I和接入的持续时间t。

电能的单位是瓦特, 简写为[W]

(1000[W] = 1[kW] = 1千瓦)

电能 = 电压 × 电流 × 时间

$$W = U \times I \times t$$

由于电能与其消耗时间有关, 并可能随时间发生较大的变化, 所以引入了电功率P这一物理量, 它与时间无关。

$$P[W] = U[V] \times I[A]$$

接受或消耗的电功率单位和发出的机械功率(例如发动机功率)单位均是[kW]

$$(1[kW] = 1.36[PS])$$

磁性

磁性是指某些物质的吸引铁的特性。根据原子物理学的知识, 永久磁铁所具有的磁性也可以由电流产生。有电流流过的导线四周会形成磁场, 磁场的磁力线沿导线的整个长度环绕着导线。

磁力线方向与电流方向有关。由图8可见, 电流流经的线圈和永久磁铁所形成的两个磁场, 没有本质上的差别。

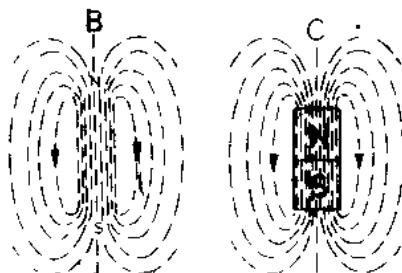
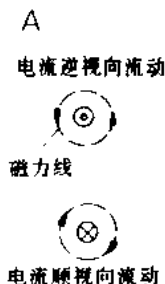
在通电线圈和永久磁铁的端部出现了两种情况: 一端是磁力线离开条形磁铁或线圈, 这一端是北极N; 另一端是磁力线返回, 为南极S。而在磁铁内部, 磁力线从S走向N且形成一均匀的磁场。此外磁铁的

异名极相吸, 而同名极相斥。

图8 A: 通电导线的磁场

B: 通电线圈的磁场

C: 永久磁铁的磁场



与永久磁铁不同的是, 只有在线圈通电时, 电磁铁才有磁效应。

有铁芯线圈与无铁芯的同一线圈相比, 前者的磁力线密度大于后者。其磁力由极面上发出的磁力线总数来确定, 也就是利用磁通来确定。

就空心线圈而言, 磁通 Φ_1 和流经线圈的电流的强度I成比例。而有心线圈则由于铁芯的磁化, 当线圈中的电流强度相同时, 其磁通 Φ_2 明显地大于空心线圈的磁通 Φ_1 (图9)。

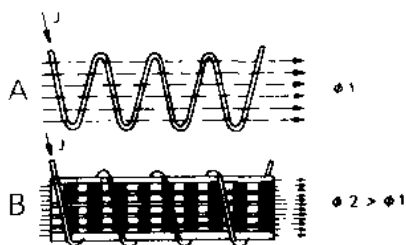


图9 A是无铁芯线圈(空心线圈)

B是有铁芯线圈(有心线圈)

在磁场中移动一根导线，使其切割磁力线，导线上就感应出一电势。如导线不动而磁场增强或变弱，导线上也会出现同样的现象。

现给一线圈通以交流电，那么线圈中就会产生一交变磁场，亦即穿过线圈的磁通是不稳定的，而是随着线圈内电流的变化而不断地变换其强度和方向。因此线圈中就感应出电势，称之为自感电势。

感应电势的大小取决于单位时间内导线切割磁力线的多少或磁场强度(亦即磁通)变化的快慢。当交流电变化曲线经过零时，磁通变化最大，因此此时产生的自感电势最高

1.1.1 电子学

电子学是电工学的一个分支，其中主要电子元件是用半导体制成的，再用这些元件制成在电子电路中普遍使用的二极管、三极管和晶闸管。

二极管

二极管的工作方式是以鲜明的单向阀门作用为基础的，这也就是说二极管在截止方向(二极管高阻值)和导通方向(二极管导通)有不同的电阻。

图 10B 表明，实际的电子流与技术上规定的电流表示方向相反，从负(-)到正(+)流经耗电器 R。半导体二极管主要用于把交流电变成直流电。

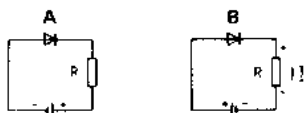


图 10 A: 截止方向 B: 导通方向

使用稳压二极管可保护灵敏易损的测量仪器和电子元件，顾名思义也可用于电压的稳定。在一定的电压下，以截止方向接入的稳压二极管，就会从不导通状态转变成良好的导通状态。这时如果电流增大，但稳压二极管上的电压仅有微小的变化。如要稳定较高的电压，只要把许多稳压二极管以截止方

向一一接入即可。

在汽车发电机的调节电路中，变容二极管用于限制电流。

三极管

三极管是由三个半导体区域构成。中区称为基极(B)，两个外区称为发射极(E)和集电极(C)。

在工作方式上，不存在什么原则的区别，但在 p-n-p 型三极管上，电压的正极接在发射极，负极接在基极上。而在 n-p-n 型三极管上却与此恰相反。如电压仅加在发射极和集电极上，则三极管在两个方向上都是截止的。只有当基极有电流时，三极管才能导通，这就是说，在发射极和集电极(图 11A)或集电极和发射极方向上(图 11B)流过的电流，要比当时的基极电流大许多倍。

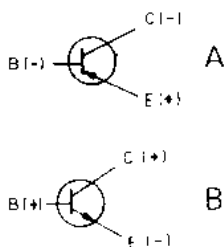


图 11 A: p-n-p
型三极管
B: n-p-n
型三极管

在集电极回路加一恒值的集电极电压时，基极回路中的电流愈大，集电极回路中的电流也就愈大(图 12)，这是三极管的特性。这意味着基极电流可控制集电极电流。

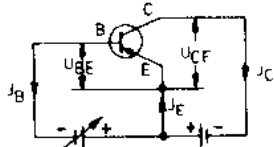


图 12 三极管基本电路

三极管可用作电压或电流放大器，也可用作功率放大器。图 13 是其基本电路。需要放大的信号(交流电压或交流电流)通过电容 C_1 加在基极回路上。基极电流随输入信号的变化，就会引起集电极电流相应的变化。由于三极管的放大作用，集电极电流要

比基极交流电流大好多倍。因此在集电极电流流过的负载电阻 R_C 上, 就会出现一按比例增高的电压, 并通过电容器 C_2 输出。

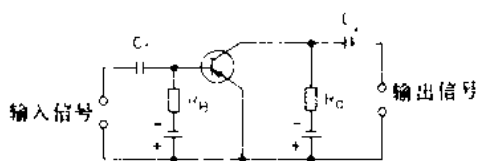


图 13 电压或电流放大器的基本电路



图 14 功率放大器的基本电路

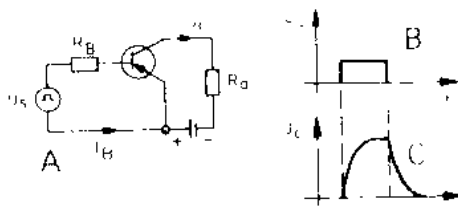


图 15 A 二极管作为开关使用时的基本电路

B: 控制电压脉冲

C: 瞬时反应(集电极电流)

功率放大器的工作原理和电压或电流放大器的工作原理是一样的。但功率放大器在输出端上, 是用一变压器把交流功率输入到负载电阻上的, 这是它们在工作方式上的个差别。

二极管还可作为开关使用, 这是因为二极管可快速地从截止状态转换为导通状态。利用基极发出的负电压脉冲, 电压源 U_C 通过电阻 R_B 来控制二极管。控制电压一定要大到使二极管能完全被控制住, 也就是说, 集电极电流能达到最大值。

晶闸管

晶闸管就是可控硅整流器。只要其控制回路是断开的, 二极管部分的基极和发射极之间就不会有电压从外部输入, 仅有很微弱

的电流通过。如果现在接通控制回路, 把正电压加到二极管部分的基极 B 上, 那么二极管部分的电流就导通。

由于二极管的截止作用现已结束, 工作回路中电流也就导通, 此电流的大小与电源电压 U_B 和负载电阻 R_L 有关。现在再断开控制电压, 但全部工作电流仍然继续流动, 这是因为可控硅整流器一经导通会继续保持电流流通。

如果要切断工作电流, 一种方法是断开可控硅整流器上的电压, 另一种方法是将此电压降低到某一确定值。

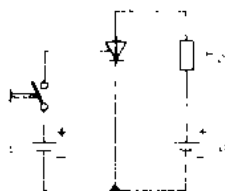


图 16 可控硅整流器电路

热敏电阻

热敏电阻是半导体电阻, 其电阻值随温度而明显变化。要能区别正温度系数和负温度系数的热敏电阻, 随着温度的升高, 正温度系数的热敏电阻阻值增大, 而负温度系数的热敏电阻阻值却减小。



图 17 热敏电阻的电路符号



图 18 压敏电阻的电路符号

压敏电阻

压敏电阻阻值的变化与压力关系很大, 这也就是说, 在压力很小时, 压敏电阻阻值明显变大, 反之亦然。

光敏电阻

光敏电阻也是一种半导体元件, 其导电能力随着光线的增强而提高。



图 19 光敏电阻的电路符号

光电池

光电池的工作原理是以光电效应为基础的。如把光电池接入一闭合的电路中(图20), 那么就有电流在标出的方向上流动。光电池所受光照越强, 其电压 U 越高。电流强度 I 取决于光电池的电压 U 的大小和电阻值 R_a 。

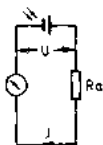


图20 闭合电路中的光电池

电容器

电容器是由两块极板或两电极构成的, 极板或电极相互之间是以空气、固体或液体绝缘物隔开的。如果按照图21 在电容器上

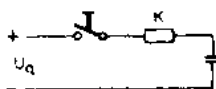


图21 施加直流电压的电容器

加一直流电压, 那么在开始的一刹那电容器两端电压是零, 则强电流流过电阻。随着电容器逐渐充电, 电容器和电源之间的电压差变得越来越小, 电流就减弱。如果此时断开直流电压, 则电子处在一种欲流动状态, 直到电极短接实现放电, 电子才能恢复其平衡状态。

电容器以上的工作特性, 使得交流电可以无阻地通过电容器。

集成电路

所谓集成电路就是把许多微型元件集中装到一起的电子电路单元, 这些元件例如有二极管、三极管、电阻、电容等。所有元件都是用薄铝膜相连接的。

1.1.2 测量技术

测量就是以测量值同测量量度单位进行比较。测量时要用到一些测量仪器或测量仪表。在电流强度相同的情况下, 一个测量仪表产生的旋转角或偏转角越大, 并且误差影响越小, 那么此仪表的灵敏变就越高。测量时要能区别出“主观误差”和“客观误差”。“主观误差”是操作者所引起的, 如读数误差或视觉误差; “客观误差”是仪表本身带来的误差, 如摩擦、温度影响等引起的误差。

测量仪表按其精度可分为精密测量仪表和工作测量仪表。仪表允许的极限误差以百分数给出, 精密测量仪表的极限误差级有0.1、0.2或0.5%, 而工作测量仪表有1、1.5、2.5或5%。以百分数表示的级别符号总是与测量范围终值有关, 必须在刻度盘上标出。任何一种电气测量仪表, 除了其测量值刻度外, 在刻度盘上还必须包括如下说明:

- 测量值单位
- 制造厂商
- 级别符号
- 电流种类符号
- 测量装置种类符号
- 试验电压符号
- 工作位置符号

测量仪表符号标记一览表在下面给出。

在称之为组合式测量仪表上, 可以转换为多量程测量或不同物理参数的测量。

测量仪表的符号标记

	直流测量仪表
	交流测量仪表
	直流和交流测量仪表
a) b)	动圈式测量装置 a)具有永久磁铁(直流测量仪表) b)具有整流器(交流测量仪表)

	交叉动圈式测量装置
	动圈式比例测量装置
	动铁式测量装置
	试验电压符号
	无数字: 500[V]、有数字: 以[kV]为单位指示
	有零: 无耐压试验
	垂直工作位置
	水平工作位置
	倾斜工作位置
	零点调整

动圈式测量仪表

由于测量原理的限制, 动圈式测量仪表只能适用于直流电(直流电压和直流电流)的测量。测量时, 被测直流电流流经可转动的线圈(动圈)。此线圈位于一永久磁铁的强磁场中, 通过电流的同时, 产生一转矩。

两个螺旋弹簧或张力带此时可提供机械的逆转矩, 弹簧或张力带还可用作线圈的引线。运动装置的旋转角与测量的电流强度成正比。通过在动圈前串入一整流器(有的仪表本身就带有整流器), 即可用来测量交流电

比率计, 它具有—固定的永久磁铁和两个相互固定连接、无机械导向力(无逆转矩)的电磁偏转动圈。

固定连接且交叉的动圈(图 23)位于—永久磁铁的强磁场中。两个线圈的绕制, 应使两者的转矩彼此相反。运动装置的转动位置仅与两线圈电流之比有关, 这里就不再需要用螺旋弹簧来产生逆转矩了。

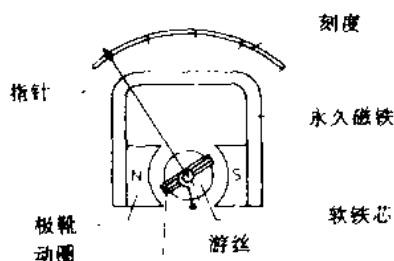


图 22 动圈式测量装置

交叉动圈式测量仪表

交叉动圈式测量仪表也称作动圈式电流

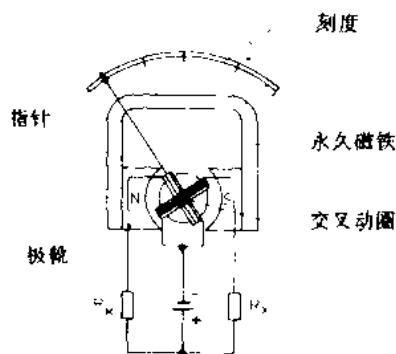


图 23 交叉动圈式测量仪表的测量装置和电路

电压测量

任何一种电压测量都要回到一种电流测量上来。根据图 24 的测量电路, 在电流表的测量装置上串接一内阻 R_i (电压表的内阻

是很大的, 这是为了在仪表上产生很小的电压降), 这样根据欧姆定律, 当电流强度为 I 时, 在测量仪表的两端产生的电压 $U = I \times R_1$ 。

$U =$ 电源(直流或交流电),
 $R_1 = R_w + R_s =$ 测量装置的内阻,
 $R_w =$ 测量装置的串接电阻,
 $R_s =$ 测量装置的线圈电阻。

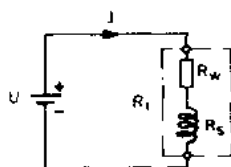


图 24 电压测量电路

电流测量

从图 25 能看出整个电流测量电路。

$R_1 =$ 仪表的内阻,
 $R_v =$ 仪表的串接电阻,
 $R_s =$ 仪表的线圈电阻,
 $R_n =$ 仪表中的分流电阻,
 $R_g =$ 电路电阻(不包括仪表电阻),
 $U =$ 电源(直流或交流)。

电路中接入电流表后, 电路电阻不能有明显的增大, 这对于具有小阻值电阻 R_g 的电路尤其重要, 因此, 这种测量仪表的电阻应该很小(线圈绕制的匝数少且导线较粗)。

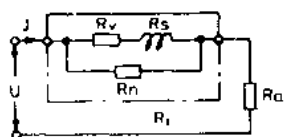


图 25 电流表电路

电阻测量

测量电阻可用欧姆表、绝缘表和电桥。欧姆表仅适用于粗略的电阻测量。其测量原理是以电流测量为基础的, 即通过测量电路的电流来求得未知电阻 R_x , 所以欧姆表的刻度盘直接以欧姆为单位表示的。在一次测量或批量测量开始之前, 先按按键 T , 通过改变调节电阻(校准电阻 R_c 或分压器 S_c)来使指针调零。为了补偿逐渐降低的电池电

压, 上述这种操作过程是必要的。如果不再能调零, 就必须换入一新电池。

绝缘表(即摇表)是便携式工作仪表, 可用来快速且无危险地确定绝缘电阻。由于这些电阻阻值的数量级可达 10^6 欧姆, 所以测量电压必须从约 500 伏到 2000 伏。这一测量电压 U 是用手摇发电机发出的。其绝缘电阻值可直接在刻度盘上读出, 单位为欧姆或兆欧。

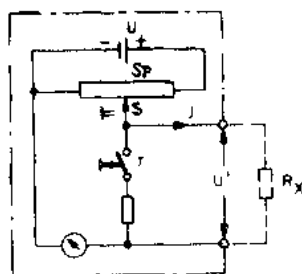


图 26 欧姆表电路

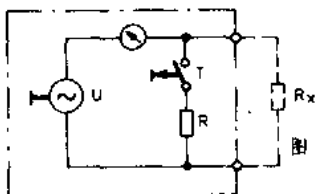


图 27 手摇发电机绝缘表电路

电桥是求得电阻阻值的一种最精密的测量仪表。它因为使用方便, 所以时常用作便携的工作测量仪表。

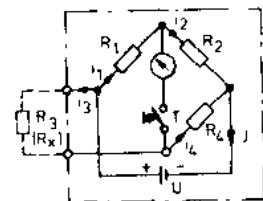


图 28 惠斯登电桥的电路原理

在测量时, 可操作按键 T 。测量结果同测量电压的高低无关。

1.1.3 电路图技术

电路图

汽车中安装的电器元件、仪表和部件, 均按照其电路功能以绝缘的铜丝(导线)连接, 并用电路图给予说明。要能按其应用目的识别如下一些电路图:

• 电路简图(框图)