



刘丹青 龙熙涛 主编

原理与维修

电气设备

摩托车



摩托车职业
技术教育
丛书





摩托车职业技术教育丛书

摩托车

电气设备

原理与维修

主 编 刘丹青 龙熙涛
编 者 刘丹青 贺建群 黄德壮
陈勇宏 刘援农 李世华



(闽)新登字 03 号

摩托车职业技术教育丛书

摩托车电气设备原理与维修

主编:刘丹青 龙熙涛

*

福建科学技术出版社出版、发行

(福州市东水路 76 号)

各地新华书店经销

福建省科发电脑排版服务公司排版

福建地质印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/16 12 印张 2 插页 292 千字

1999 年 7 月第 1 版

1999 年 7 月第 1 次印刷

印数:1—5 000

ISBN 7-5335-1412-2/U · 56

定价:15.80 元

书中如有印装质量问题,可直接向承印厂调换

编者的话

摩托车以其结构简单、售价适宜、越野能力和通过能力强等优越性，而得到广泛运用。上班者利用它代步，旅游者开着它兜风，年青人骑着它体现力量，运动爱好者驾驶它追求胜利的喜悦……摩托车已经广泛进入我国城乡人民生活的各个领域。中国已成为世界摩托车大国，据有关报告显示，我国生产的摩托车品种多达1000多个，年总产量已突破1000万辆，加上一些进口车型，目前的摩托车保有量已经超过3500多万辆。

摩托车品种的不断增多，技术含量的日益提高，以及摩托车保有量的迅速增长，致使广大摩托车用户、爱好者迫切需要了解更先进更系统的摩托车构造与维修知识；如雨后春笋般地迅速发展起来的摩托车生产企业、经销公司和维修中心，也迫切需要更专业化的从业人员；各级各类摩托车技术培训班，更迫切需要适用于职业教学的摩托车专业技术教材。为此，编者撰写了这套《摩托车职业技术教育丛书》。全套丛书包括《摩托车整车构造原理与维修》、《摩托车发动机构造原理与维修》、《摩托车电气设备原理与检修》三个分册，各分册既相互联系又自成一体。

三个分册风格统一，体系连贯，即分别以摩托车整车、发动机和电气设备为重点内容，尤其侧重于摩托车新结构、新技术，将构造原理和实际应用相结合，采用大量的图、表、数据，直观形象、深入浅出、全面系统地介绍摩托车构造、原理和保养维修。为配合讲解而涉及的车型均为国内近年流行的结构典型的代表性车型，其中有嘉陵·本田 JH70、重庆·雅马哈 CY80、长春·铃木 AX100、南方 NF50Q、NF125、凌鹰 ZY125A、本田 CB125T、雅马哈 RX125、SR125Z、本田 CH125、CHA125、名流 CH100、光阳 GY125 等。意在通过内容翔实、图文并茂的介绍，帮助读者对摩托车技术不但能“知其然”，更能“知其所以然”，满足各种实际需要。

本丛书由刘丹青、龙熙涛主编，由刘丹青统稿、编审。参与编写的人员有刘丹青、贺建群、刘援农、陈勇宏、黄德壮、李世华、许群等同志。

在本丛书编写过程中，我们参阅了大量的书籍和资料，得到了武汉汽车工业大学的张安祥、陈华新、艾兆虎等老师的帮助。在此，谨向有关作者及为本书提供过帮助的同志表示由衷的感谢！

由于水平有限，时间仓促，书中难免有错漏之处，敬请广大读者、朋友批评指正。

编 者
1998.6

NA T94/05

目 录

编者的话

第一章 摩托车电气基础 (1)

第一节 摩托车电气系统的基本组成 (1)

第二节 摩托车电气系统的基本原理 (2)

一、电学基础..... (2)

1. 电荷与电流 (2)
2. 电压 (3)
3. 电阻与欧姆定律 (3)
4. 串联与并联电路 (4)
5. 交流与直流 (5)
6. 电阻器与电容器 (5)

二、电磁学基础..... (6)

1. 磁场 (6)
2. 电磁感应 (7)

三、半导体元件..... (9)

1. 二极管 (9)
2. 可控硅 (SCR) (10)
3. 三极管 (10)

第三节 摩托车电气系统图 (11)

一、摩托车电路图中常用的图形、符号和文字 (11)

二、摩托车电气系统图 (14)

1. 并联连接 (16)
2. 单线制 (16)
3. 对应连接 (18)
4. 接插连接 (18)

第四节 摩托车电气检测常用设备 (18)

一、万用表 (18)

1. 直流电流的测量 (18)
2. 直流和交流电压的测量 (19)
3. 电阻的测量 (19)
4. 使用万用表注意事项 (19)

二、试灯 (19)

三、点火正时灯 (19)

1. 工作原理 (19)
2. 使用方法 (20)

四、电气测试仪 (20)

小结与思考 (21)

第二章 电源系统	(22)
第一节 蓄电池	(22)
一、蓄电池的作用	(22)
二、蓄电池的分类	(22)
三、铅酸蓄电池的构造	(23)
1. 极板 (23) 2. 隔板 (24) 3. 电解液 (24) 4. 壳体 (24)	
5. 壳盖 (24)	
四、蓄电池的型号表示和容量	(24)
1. 蓄电池的型号 (24) 2. 蓄电池的容量 Q (25)	
五、电解液的比重	(25)
六、蓄电池的充、放电	(27)
1. 充、放电作用 (27) 2. 充、放电特性 (28)	
七、蓄电池的使用与维护	(29)
1. 蓄电池的拆卸和安装 (29) 2. 检查电解液的比重 (29) 3. 蓄电池的充电 (30)	
4. 蓄电池的搭铁 (31)	
八、蓄电池的故障检修	(31)
1. 极板硫酸化 (31) 2. 极板活性物质严重脱落 (32) 3. 严重自行放电 (32)	
4. 极板短路 (32)	
第二节 单相交流发电机及其充电系统	(32)
一、单相交流发电机系统	(33)
1. 磁铁转子式交流发电机工作原理 (33) 2. G76 型交流发电机 (33)	
3. 本田 C90 型摩托车磁铁转子式交流发电机 (34)	
二、单相交流发电机的充电系统	(34)
1. 单相半波整流方式 (35) 2. SCR 转换整流方式 (36) 3. 单相全波整流方式 (37)	
第三节 三相交流发电机及其充电系统	(38)
一、三相交流发电机的工作原理与构造	(38)
1. 三相交流发电机的工作原理 (38) 2. 三相交流发电机的构造 (39)	
二、三相交流发电机的充电系统	(40)
1. 整流器及整流充电原理 (40) 2. 励磁方法 (41) 3. 三相交流发电机的充电电路 (42)	
4. 三相交流发电机调节器 (43)	
第四节 磁电机及其充电系统	(45)
一、磁电机的原理和构造	(45)
1. 飞轮式磁电机的工作原理 (45) 2. 飞轮式磁电机的结构 (46)	
二、磁电机充电系统	(49)

1. 输出分接式 (50) 2. 电阻平衡式 (50) 3. 电子调节式 (51)

第五节 发电机及其充电系统的保养与检修 (53)

一、交流发电机的保养与检修 (53)

1. 交流发电机的使用保养 (53) 2. 交流发电机的拆卸和安装 (54) 3. 励磁线圈的检修 (55) 4. 定子线圈的检修 (56) 5. 炭刷及滑环的检修 (57)

二、磁电机的保养与检修 (58)

1. 磁电机的使用保养 (58) 2. 飞轮的检修 (58) 3. 线圈的检修 (59)

三、整流器、调节器的保养检修 (60)

1. 使用注意事项 (60) 2. 调节器、整流器的性能测试 (60) 3. 调节器的检修 (62)

小结与思考 (61)

第三章 电起动和点火系统 (66)

第一节 电起动系统 (66)

一、电起动系统及起动电路 (66)

1. 电起动系统组成 (66) 2. 起动系统电路 (67)

二、起动电机及其传动机构 (68)

1. 起动电机 (68) 2. 减速机构 (68) 3. 起动离合器 (69)

三、电起动系统的保养与检修 (71)

1. 电起动系统的保养 (71) 2. 电起动系统的检修 (71)

第二节 点火系统 (75)

一、点火系统的作用和种类 (75)

1. 点火系统的作用 (75) 2. 点火系统的种类 (76)

二、点火系统主要元件的工作原理及性能 (76)

1. 点火线圈 (76) 2. 火花塞 (78) 3. 断电器 (80) 4. 电容器 (81) 5. 点火开关 (81)

三、点火系统的电路和工作原理 (82)

1. 蓄电池有触点式点火系统 (82) 2. 蓄电池全晶体管三极管无触点点火系统 (83) 3. 磁电机有触点式点火系统 (84) 4. 磁电机无触点 CDI 点火系统 (85) 5. 点火提前角与点火正时 (86)

四、点火系统的保养与检修 (90)

1. 火花塞 (90) 2. 点火线圈 (92) 3. 断电器 (94) 4. 电容器的保养检修 (95) 5. 电子点火器的检修 (95)

小结与思考	(97)
-------------	------

第四章 照明、信号系统和仪表设备

(99)

第一节 照明系统.....

(99)

一、照明系统的组成

(99)

1. 前照灯 (99)
2. 尾灯/制动灯 (99)
3. 位置灯 (99)
4. 仪表照明灯 (99)
5. 指示灯 (99)
6. 照明系统开关 (100)
7. 照明电源 (100)

二、直流电照明系统.....

(100)

三、交流电照明系统.....

(101)

1. 采用多个定子线圈分别供电的照明系统 (101)
2. 采用一个线圈集中供电的照明系统 (101)

四、照明系统的元件和部件.....

(104)

1. 照明稳压器 (104)
2. 整流稳压调节器 (104)
3. 前照灯 (106)
4. 尾灯/制动灯 (107)

五、照明系统的保养与检修.....

(108)

1. 照明系统的保养 (108)
2. 照明系统器件的检修 (108)

第二节 信号系统

(109)

一、信号系统的组成及电路.....

(109)

1. 喇叭电路 (110)
2. 转向灯控制电路 (110)
3. 制动灯控制电路 (111)

二、信号系统的主要元件和组件.....

(111)

1. 电喇叭 (111)
2. 闪烁器 (112)
3. 转向指示灯 (113)

三、信号系统的保养与检修.....

(114)

1. 信号系统的保养 (114)
2. 信号系统的检修 (114)

第三节 仪表装置和辅助设备

(115)

一、车速里程表和发动机转速表.....

(115)

二、燃油表.....

(116)

三、其它仪表装置.....

(117)

1. 空档指示灯 (117)
2. 充电指示灯 (117)
3. 机油指示灯 (117)
4. 转向指示灯 (117)
5. 远光指示灯 (117)

四、辅助设备.....

(117)

1. 电路开关 (117)
2. 导线及电缆总线 (118)
3. 保险丝 (118)

小结与思考	(119)
第五章 摩托车电路分析和故障排除	(121)
第一节 摩托车电路分析	(121)
一、摩托车电路识图的几项原则.....	(121)
1. 注意摩托车连线的特点 (121)	2. 认清电路图中图形及文字符号 (122)
3. 牢记回路原则 (122)	4. 熟悉各系统电路特点 (122)
5. 要多读典型电路图 (122)	
二、电路识图步骤.....	(122)
三、典型摩托车电路介绍.....	(122)
1. 南方 NY125 摩托车电路 (122)	2. 本田 CB125T 摩托车电路 (126)
第二节 摩托车电路故障的检查、分析与排除	(130)
一、电路故障检查分析方法.....	(130)
1. 分析法 (131)	2. 试火法 (131)
3. 短接法 (131)	4. 检测法 (132)
5. 替换法 (132)	
二、摩托车电气系统常见故障分析与排除.....	(133)
1. 电源充电系统 (133)	2. 电起动系统 (137)
3. 点火系统 (140)	
4. 照明系统 (145)	5. 信号系统 (149)
小结与思考	(152)
附录 常见摩托车电气维修调整数据及电气线路总图	
一、南方 NF50	(153)
二、嘉陵·本田 JH70	(153)
三、重庆·雅马哈 CY80	(156)
四、长春·铃木 AX100	(156)
五、本田 WIN100	(160)
六、南方 NF125	(160)
七、幸福 XF125	(164)
八、轻骑·铃木 GS125 (铃木王)	(164)
九、雅马哈 TZR125 (王中王)	(168)
十、本田 CB125T (本田王)	(168)
十一、本田 CH125 (SPACY125)	(173)

十二、光阳豪迈 125 (GY6)	(173)
十三、建设·雅马哈 SR125Z	(178)
十四、光阳名流 CH100	(178)
十五、凌鹰 ZY125、ZY125A	(181)

第一章 摩托车电气基础

第一节 摩托车电气系统的基本组成

为了保证摩托车能够正常行驶,在摩托车上配有许多电气设备,如蓄电池、点火线圈、车大灯和转向灯等。按照用电的性质,摩托车电气系统可分为两大部分:电源部分和用电设备部分。

图 1-1 所示为摩托车电气设备的配置图。它包括电源及充电系统、点火系统、起动系统、

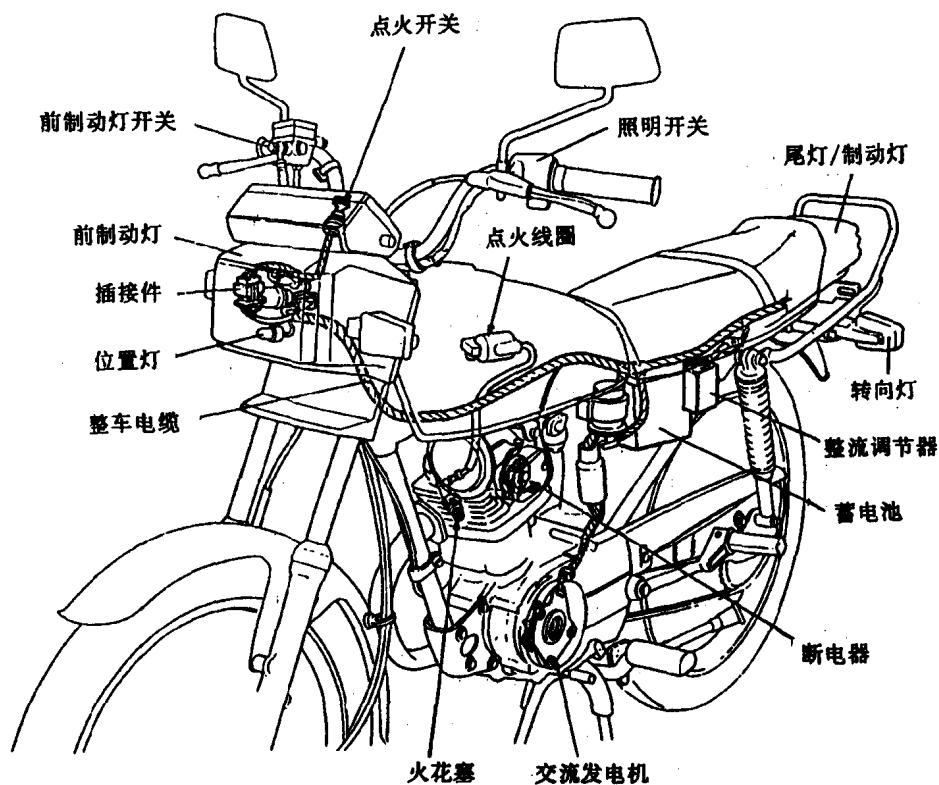


图 1-1 摩托车电气设备的配置图

照明系统与信号系统等。各部分通过导线、各种开关、按钮等连接而成。

电源部分主要包括蓄电池、发电机及蓄电池充电系统。其作用是在发电机发电充足时，除了向用电设备供电外，还向蓄电池充电，使蓄电池储存一部分能量，保证在发电机供电不足的情况下向用电设备供电。

用电设备部分包括起动系统、点火系统、照明系统和信号系统四大部分。

起动系统主要包括起动电机、起动继电器、起动按钮及其连线。起动电机由蓄电池供电，带动曲轴旋转，使发动机运转。

点火系统按使用电源的不同有蓄电池点火系统和磁电机点火系统两种，其作用是在需要点火的时候产生电火花，点燃被压缩的混合气。

照明系统主要由照明灯和照明开关组成。照明灯包括前照灯、尾灯、位置灯和仪表灯，其作用是提供夜间行车照明。开关有照明开关、变光开关等。

信号系统包括灯光信号和音响信号两种，主要包括转向灯、制动灯、空档指示灯、充电指示灯和电喇叭等，以及其控制开关。其作用是产生声、光信号，指示摩托车的行驶状态，提醒周围的行人或车辆注意，保证行驶安全。

仪表装置包括车速里程表、发动机转速表、燃油表、电流表等。

随着摩托车技术的不断发展，以及对摩托车的性能要求日益提高，新的电气设备不断得到应用，电气系统将更加复杂。比如无触点电子点火现在已经广泛采用，而电脑控制燃油喷射系统也将在摩托车上出现，甚至电动摩托车也为时不远了！要全面掌握摩托车技术，必须了解电气设备的基本原理。

第二节 摩托车电气系统的基本原理

一、电学基础

1. 电荷与电流

我们知道，固体、液体、气体等物质都是由原子组成的。在原子中，电子围绕着由质子和中子组成的原子核旋转，如图 1-2 所示。电子和质子的带电量相等，但电子带负电，质子带正电，它们的带电量称为基本电荷，它是物体所能带电的最小单位。

在通常情况下，原子中核外电子的数目和原子核中质子的数目相等，所以，原子呈电中性。当物体受到某种作用，比如摩擦作用、磁场作用之后，可以导致其原子的核外电子得（失），从而原子就因得（失）电子而带负电（正电）。也就是物体因电子增多而带负电，或物体因电子减少而带正电。带电的物体具有相互作用力，异性电荷相互吸引，同性电荷相互排

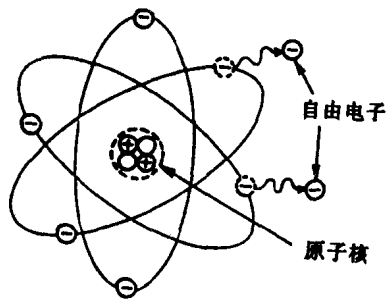


图 1-2 原子的结构示意图

斥。例如，用一根玻璃棒和一块绢布互相摩擦，玻璃棒就能吸引绢布。这是由于摩擦使玻璃棒上的电子转移到绢布上，使玻璃棒上带正电，而绢布带负电。结果，玻璃棒靠近绢布的时候，两者就相互吸引。如图 1-3 所示。

物体带电荷量的多少称为带电量，用库仑作单位，符号为 C。例如电子的带电量为基本电量，基本电量 $e=1.6\times 10^{-19}\text{C}$ 。

如果用导体将带正电荷的物体和带负电荷的物体连接在一起，自由电子就通过导体向正电荷移动并与正电荷结合。我们把这时的电子流动称为电流。电流的方向规定为正电荷流动的方向，也就是电子运动的方向的反方向。如图 1-4 所示。电流的大小用安培(A)表示，1A 电流就是导体内任意一截面上在 1 秒钟内通过了 1C (6.24×10^{18} 个电子)的电荷。比安培还小的单位还有毫安(mA)， $1\text{A}=1000\text{mA}$ 。

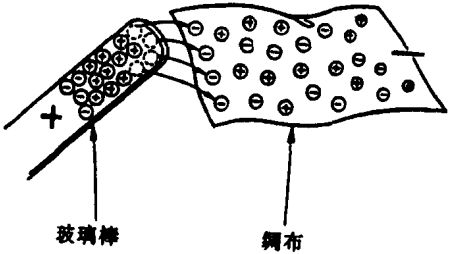


图 1-3 摩擦起电示意图

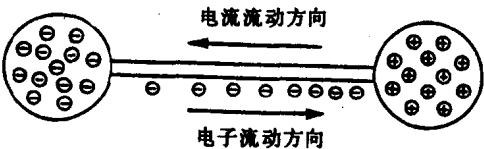


图 1-4 导体中的电流示意图

2. 电压

电流的产生是因为带负电荷的物体排斥导体中的自由电子，而带正电荷的物体吸引导体中的自由电子的缘故。从另一观点来看，这种移动电荷的能量来自于两个带电体之间的电位差。为了理解这一概念，可以用水作为例子。如图 1-5 所示，假设两个水箱位于不同的高度，并用一根管子将它们连接起来。由于有水位差，水就从高势能处流向低势能处，即流向下方的水箱。同样道理，当两个分别带正负电荷的物体用导线连接起来后，由于两带电体之间有电位差，电荷在电位差的作用下，也从高势能处流向低势能处，即表现为电流从正电荷端流向负电荷端。

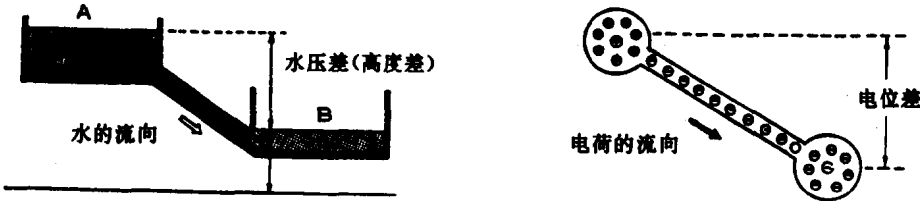


图 1-5 电位差的概念示意图

水位差可以用两水箱的高度差来表示，而电位差可以用移动单位正电荷时电场力所作的功来描述。在电学中，电位差又称为电压，用符号 U 表示。电压的单位为伏特 (V)，它表示能对 1 库仑 (C) 的电荷作 1 焦耳 (J) 的功的电位差。一般人们规定大地的电位为零，相对大地的电位差 (或电压) 就是物体的电位。物体带正电荷越多，其电位就越高；带负电荷越多，则其电位就越低。

3. 电阻与欧姆定律

在物体导电时，自由电子移动，在移动的过程中与构成物体的原子点阵发生碰撞，由此而受到阻力的作用。物体这种对电流的阻碍性质称为电阻，它是物体的导电的性质，用符号

R 表示。电阻的单位叫欧姆 (Ω)。有些物质,如金、银、铜、铝、铁等,电阻极小,很容易导电。故称为导体;而有些物质,如塑料、陶瓷、玻璃、橡胶等,电阻极大,几乎不导电,故称为绝缘体;还有的物质,如硅、锗等,导电性介于导体和绝缘体之间,故称为半导体。通常,导线越细长,电阻越大。

电路里通过某导体的电流同加在该导体上的电压(或电位差)成正比,与该导体的电阻成反比。这就是著名的欧姆定律。用公式表示为:

$$I=U/R$$

例如,将 12V 的蓄电池和 6Ω 的电阻相连时,流过的电流是 $12V \div 6\Omega = 2A$ 。

用电点灯(或用电驱动电机)时,会产生热量并作功。这就是电能通过用电电器转化为热能、光能(或机械能)。单位时间内电能所作的功称为电功率,用 P 表示,单位为瓦特(W)。电功率等于电压和电流的乘积。即:

$$P=U \times I$$

电压越高,电流越大,电功率就越大。由于电阻和用电电器消耗电能,因此,要维持电路中的电流,就必须有能维持电路中电位差的电源。电源实际上是把化学能或机械能转化为电能的装置,它把从电源正极流到负极的正电荷再送到正极,以维持正负极之间的电位差(或电压)。当将用电设备(如灯泡)用导线与蓄电池相连时,电流从电源的正极流向负极,构成回路。在摩托车上,常常以发动机、车架等金属部分代替一部分导线,同电路回路的接地部分相连,这种配线方法叫单线式配线法,如图 1-6 所示。

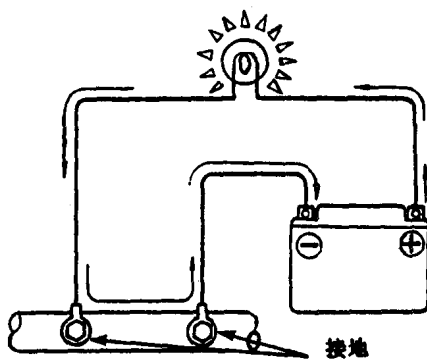


图 1-6 摩托车上单线式配线回路

4. 串联与并联电路

电路的连接方法有两种,一种是将一系列负载(如电阻)首尾相接连在一起,叫串联;另一种是将各个负载两端分别并接在一个点上,叫并联。

如图 1-7a 所示,串联电路中各个负载上流过的电流相等,各个负载上的电压因电阻不同而有不同的分配值,总电压等于各负载上电压之和。而且,总电阻等于各电阻之和。用公式表示即为:

$$I=I_1=I_2; U=U_1+U_2=I(R_1+R_2); R=R_1+R_2$$

如图 1-7b 所示,并联电路中各个负载上的电压相等,各个负载上的电流因电阻不同而有不同的分配值,总电流等于各负载上分电流之和。而且,总电阻等于各电阻倒数之和的倒数。用公式表示即:

$$U=U_1=U_2; I=I_1+I_2=U(1/R_1+1/R_2); 1/R=1/R_1+1/R_2$$

对于一个含电源的回路,如果电源电动势为 E,电源内阻为 r,回路总电阻为 R,则由欧

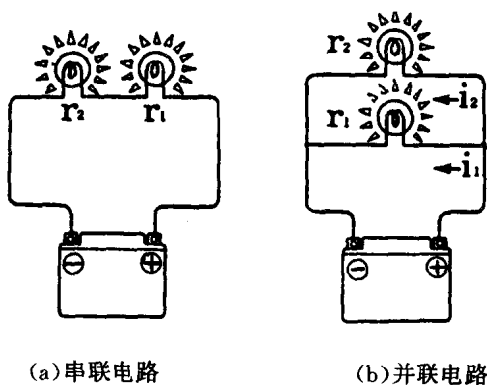


图 1-7 串联和并联电路

姆定律可知，流过回路的总电流为：

$$I = E / (r + R)$$

5. 交流与直流

摩托车电器使用的电源有交流和直流两种形式。电流流动方向和大小都恒定的叫直流(DC)，如图 1-8 (a) 所示。而交流电 (AC) 的电流的方向和大小随着时间的变化而变化。

蓄电池、干电池等发出的电都是直流电。同交流电相比，直流电具有如下特点：

- (1) 直流电可用于对蓄电池充电 (交流电不能)；
- (2) 直流电对发电机的起动力比交流电强 (直流电可以提供大电流)；
- (3) 直流电不能变压 (而交流电可以通过变压器变压)。

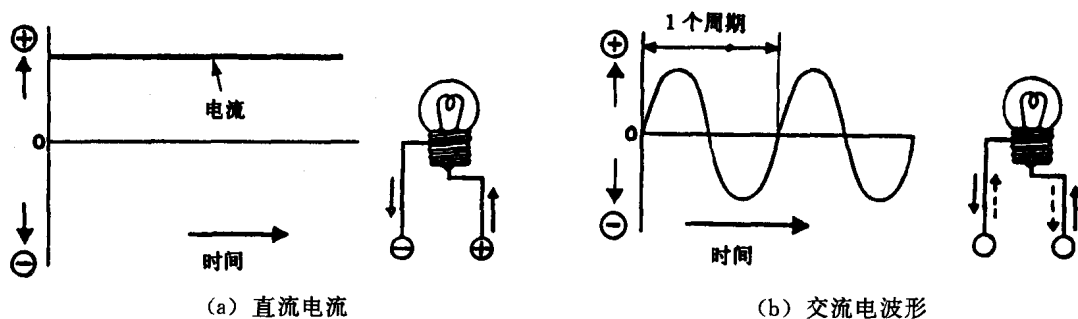


图 1-8 直流电和交流电

交流电是由交流发电机产生的，随着时间的推移，电流的正、负极性交替更换。通常使用的是正弦交流电，电流按照正弦规律周期变化，如图 1-8(b) 所示。现在，许多摩托车发电机都采用交流发电机，因此，现代摩托车多采用交流电，在使用中再根据需要整流成直流电。

6. 电阻器与电容器

电阻器是按照不同用途而制作的一种具有一定数值电阻的元件，通常用字母“R”表示。通常所用的用电设备，如灯泡、电热丝等，可以看作是电阻器件。电阻器件在电路图中用符号“□”表示。电阻大小的单位除了用 Ω 外，还有千欧姆 (k Ω) 和兆欧姆 (M Ω)。

$$1\text{M}\Omega = 10^3\text{k}\Omega = 10^6\Omega。$$

电容器是由两个互相靠近并且中间有各种介质绝缘的金属薄片组成。两个金属薄片分别称为电容的两极。用纸作介质的电容器叫纸电容器，用云母作介质的电容器叫云母电容器，用电解质作介质的叫电解电容。电容器在电路中的符号为“ $\text{—}\text{||}\text{—}$ ”，电解电容的符号为“ $\text{—}\text{||}\text{—}$ ”，通常用字母“C”表示。

电容器的作用是用来存放电荷。电容存放电荷的能力称为电容量，它反映电容储存电荷的本领大小，其单位为法 (F)，1F 表示在 1V 电压下储存 1C 的电量。法这个单位较大，通常用微法 (μF)、微微法 ($\mu\mu\text{F}$)。

$$1\text{F} = 10^6\mu\text{F} = 10^{12}\mu\mu\text{F}$$

电容器储存电量的多少，与电容量 C 有关，还与电容器两端的电压有关。电容量越大，储存电荷的本领越大，能储存的电荷越多；加在电容两端的电压越高，储存的电荷也越多。在

向电容器充电时, 电容量越大, 则充满电所用的时间越长。在电路中, 由于电容器储存与释放电荷的作用, 较高频率的交流电相当于能通过电容器, 相反, 较低频率的电流不能通过电容器, 即电容器具有隔断直流电的作用。

二、电磁学基础

1. 磁场

我们知道, 许多物质具有磁性, 它们能吸引铁或其它磁铁。磁性物质间的相互作用力称为磁力。在磁性物质周围存在一个磁力的区域, 叫做磁场。磁场虽看不见, 但能通过它对小铁屑或小磁针的作用力而表现出来。例如, 在磁铁上面放一块玻璃或硬纸板, 在板上均匀地撒一层铁屑, 稍加震动, 就会发现铁屑在磁力的作用下, 有规则地排列成图 1-9 (a) 所示形状。为了研究方便, 把铁屑受磁场作用而排列的方向用线连起来, 这些线条就叫磁力线。

磁力线描述了磁场的分布情况, 磁力线的稠密反映磁场的强弱。磁力线密集的地方, 磁场就强, 对铁屑的磁力就大; 磁力线稀疏的地方, 磁场就弱, 对铁屑的磁力就小。从图中可以看出, 在磁铁两极附近, 磁力线最密集, 磁场最强。如果把一根条形磁铁用细线悬挂在空中, 它的两极会分别指向地球的南极和北极方向。其中指向南方的磁极称为南极, 用符号 S 表示; 指向北方的磁极称为北极, 用符号 N 表示。规定磁力线的方向是从 N 极指向 S 极, 如图 1-9 (b) 所示。

在磁场中, 通过某一面积磁力线的条数称为该面积上的磁通量, 用符号 Φ 表示。磁场中, 垂直通过单位面积上的磁通量就是该处的磁场强度。

物质的磁性实质上是电荷运动的结果。在载流 (通电) 导体周围也存在磁场。同样也可以用铁屑的排布反映出来。如图 1-10 所示, 为一根载流直导线周围的磁力线分布图, 其磁力线构成以导体为中心, 里面密集、向外稀疏的同心圆。磁力线的方向可以用右手螺旋方向指示: 让右手大拇指指向电流方向, 握紧的四指的指向即为磁力线方向。

载流导线周围的磁场强度, 与导线中的电流强度成正比。通过的电流越大, 产生的磁场越强。圆环状载流导线周围的磁力线如图 1-11 (a) 所示。在圆环中的磁力线, 同样可用右手定则确定: 右手四指沿电流方向握紧, 则大拇指方向指向磁力线方向。为了增强线圈中的磁场, 在摩托车上发电机、点火线圈等都是绕制在铁芯上, 能够大大增大线圈中的磁场强度, 如图 1-11 (b) 所示。

既然磁铁之间能够相互作用, 那么, 载流导线与磁铁、载流导线与载流导线之间, 也可



图 1-9 磁铁周围的磁力线

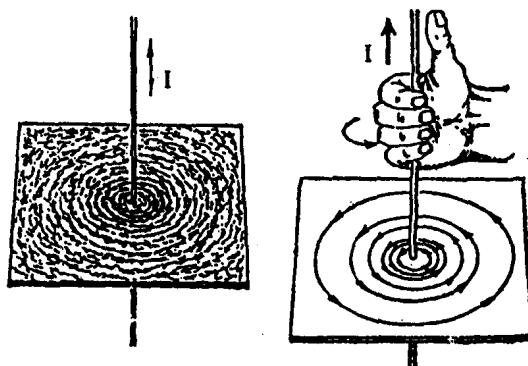


图 1-10 载流直导体周围的磁场

有相互作用力。如图 1-12 所示,当把一根通电导线置于两磁极之间时,磁铁的磁场对载流导线产生的作用力,使导线向外运动。载流导线的受力方向可以用左手定则确定:即把左手张开,让四指指向电流方向,并让磁力线穿入掌心,则大拇指指向导线受力方向。

电动机(如摩托车上的起动电机)就是利用磁场对载流导线的作用,使通电导线圈转动的装置。

2. 电磁感应

电流能够产生磁场,那么反过来,能不能用磁场产生电流呢?人们通过大量的实验发现了以下事实:

(1) 不论用何种方式,只要使某一闭合回路所包围面积中的磁通量发生变化,那么,该回路中便会产生感生电流。

(2) 感生电流产生的磁场,总是阻碍原来磁场的变化。具体来说,如果穿过闭合回路的磁力线发生增加的变化时,感生电流产生的磁力线与原来磁场的磁力线方向相反;如果穿过闭合回路的磁力线发生减少的变化,感生电流产生的磁力线与原来磁场的磁力线方向相同。

(3) 感生电动势 E (线圈两端的电压) 的大小,与穿过闭合回路的磁通量 Φ 的变化率 $\Delta\Phi/\Delta t$ 相等。用公式表示为:

$$E = \Delta\Phi / \Delta t$$

电磁感应 在摩托车上,例如点火线圈、发电机等中得到广泛的应用。下面举例来进一步说明。

例一:两个线圈之间的电磁感应

如图 1-13 所示,取两个线圈,一个用电流计连成闭合回路,另一个线圈连接一开关和电池。在开关闭合与断开瞬间,电流计的指针发生偏转,并且在开关闭合和断开时,指针偏转的方向相反。如果在线圈中再插入一铁芯,则电流计指针偏转更大。

这是因为,线圈 B 中电流产生的磁场的磁力线穿过线圈 A,当开关闭合或断开时,穿过线圈 A 的磁通量发生变化。当开关闭合时,线圈 B 中电流增加,产生的磁力线随之增多,导致穿过线圈 A 的磁通量增大。根据电磁感应的规律,在线圈 A 中产生感生电流,它所产生的磁力线抵抗上述磁通量的增大,其电流方向可用右手定则确定:让右手大拇指指向抵抗磁通量增加的方向,则四指指向感生电流的方向。当开关断开时,线圈 B 中电流减少,产生的磁力线随之减少,导致穿过 A 的磁通量减少。于是线圈 A 中产生感生电流,它所产生的磁力线补充上述磁通量的减少,其电流方向用右手定

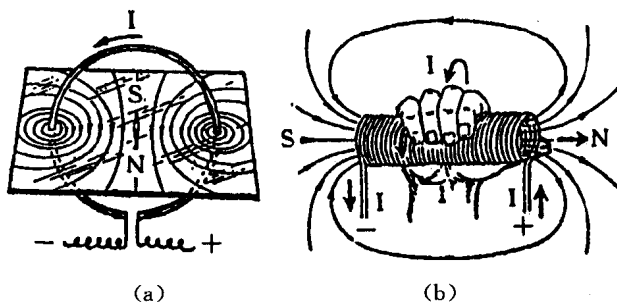


图 1-11 载流线圈的磁场

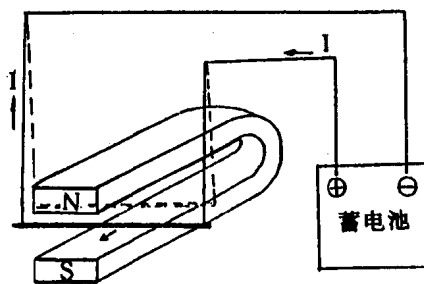


图 1-12 磁场对载流导线的作用力

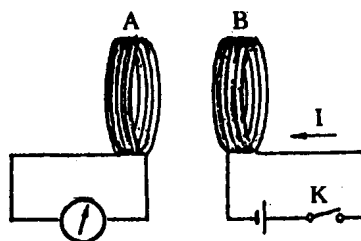


图 1-13 线圈之间的电磁感应