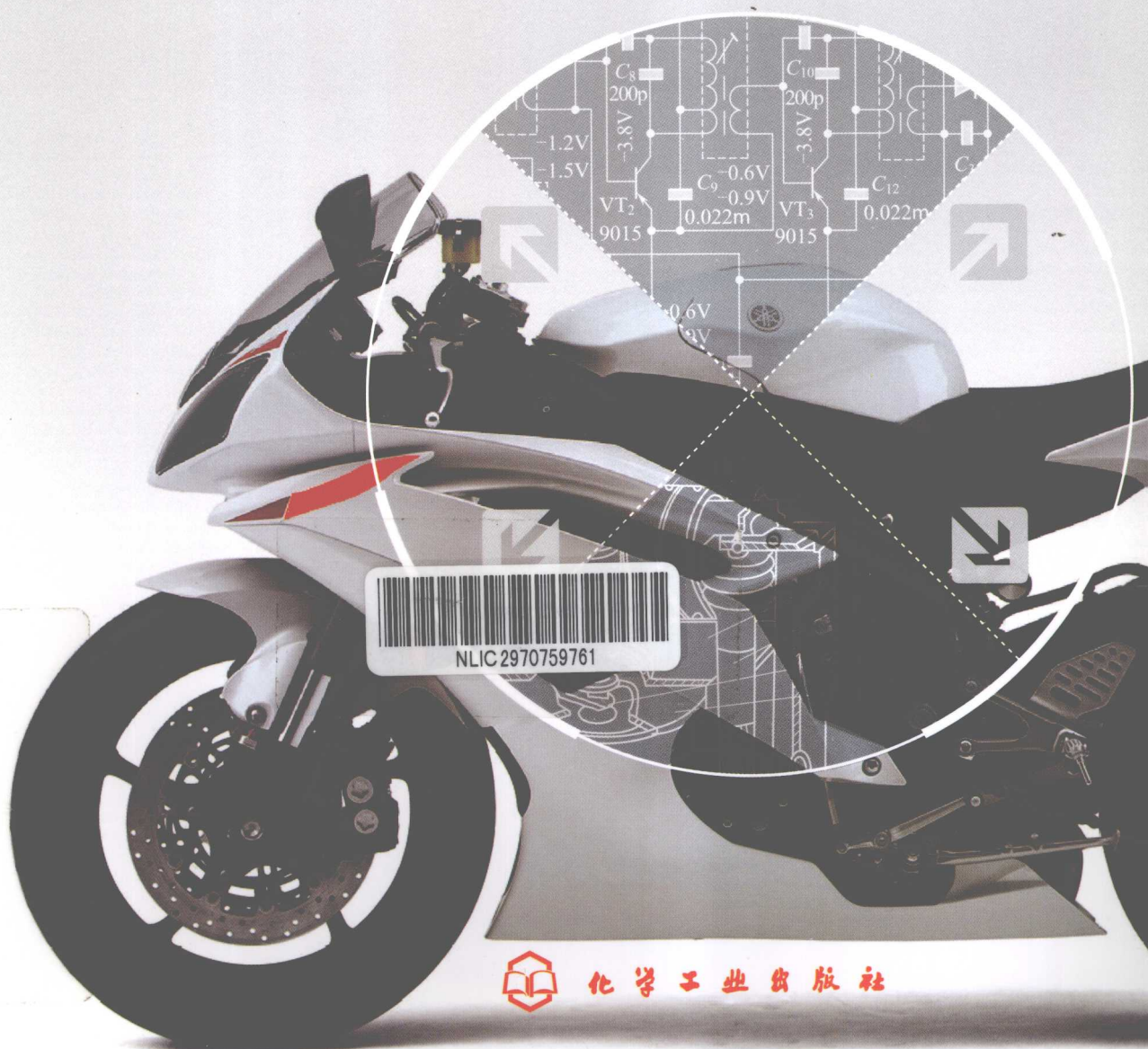




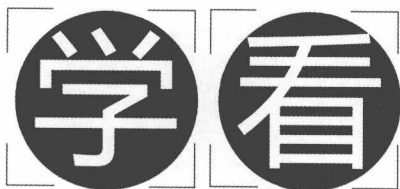
XUEKAN  
MOTUOCHE  
DIANLUTU

何琨 主编

# 摩托车电路图



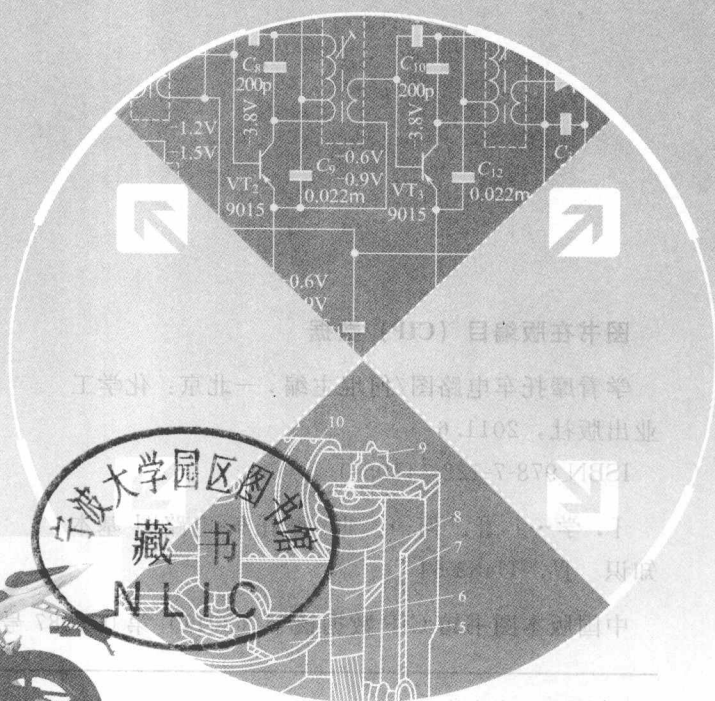
化学工业出版社



XUEKAN  
MOTUOCHE  
DIANLUTU

何琨 主编

# 摩托车电路图



NLIC2970759761



化学工业出版社

· 北京 ·

责任编辑：高维明

定价：38.00元

主 编

副 编



# 图书在版编目(CIP)数据

## 图书在版编目 (CIP) 数据

学看摩托车电路图/何琨主编. —北京: 化学工业出版社, 2011. 6

ISBN 978-7-122-11105-0

I. 学… II. 何… III. 摩托车-电路图-基本知识 IV. U483-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 071087 号

责任编辑: 卢小林

责任校对: 蒋 宇

文字编辑: 高 震

装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 14½ 字数 308 千字 2011 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

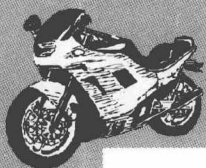
网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 38.00 元

版权所有 违者必究





## 前言

自 1885 年德国人戴姆勒发明出世界上第一辆以汽油发动机为动力源的摩托车以来，摩托车的发展已经历了 100 多年的沧桑巨变。1951 年 8 月，我国正式开始自行试制、生产摩托车，到今天我国已成为了世界摩托车生产量最大的国家，摩托车工业已成为我国国民经济支柱产业——汽车工业中的重要组成部分。

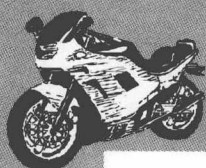
进入 21 世纪以来摩托车工业的发展走进了一个全新的时期，尤其是现代电气电子技术、机电一体化技术的广泛应用，使得摩托车成为一个集中了人类智慧的高科技产物。这同时也给摩托车的维修带来了严峻的挑战。为了满足广大摩托车维修人员和爱好者学习摩托车电气维修技术的需要，我们编写了本书。

本书主要介绍了摩托车电气系统的组成与功用、电路原理图的识读方法等，此外，为适应摩托车电子化发展需要，书中还介绍了摩托车音响功放电路、现代摩托车电子控制技术的控制电路、原理及其电气线路图，书中还附有国内保有量较大的品牌摩托车的整车电路图，以方便维修人员查阅。

本书内容丰富、资料翔实、通俗易懂，阅读本书可使读者快速掌握摩托车电气线路图的识读诀窍，指导学习者快捷找出电气故障所在，提高车辆电系故障排除技能，是维修技术人员、摩托车爱好者的良师益友，尤其适合摩托车维修电工阅读和学习。

本书由何琨主编，参加编写的人员有宋广辉、王作鹏、温锦辉、聂进、董菁尧、程俊、卫登科、陶小恒。由于编者水平有限，书中难免会有不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编者



# 目 录

|     |                 |     |
|-----|-----------------|-----|
| 第一章 | 看摩托车电路图的基本方法    | /1  |
| 第一节 | 现代摩托车电路的组成与特点   | 1   |
| 第二节 | 摩托车电气元件         | 9   |
| 第三节 | 看摩托车电路图的基本方法    | 14  |
| 第二章 | 摩托车充电系统电路       | /17 |
| 第一节 | 摩托车充电系统的组成及控制开关 | 17  |
| 第二节 | 摩托车充电系统常用电路     | 28  |
| 第三节 | 摩托车充电系统电路实例     | 35  |
| 第三章 | 摩托车电启动系统电路      | /40 |
| 第一节 | 摩托车电启动系统组成      | 40  |
| 第二节 | 摩托车电启动系统常用电路    | 47  |
| 第三节 | 摩托车电启动系统电路实例    | 50  |
| 第四章 | 摩托车点火系统电路       | /55 |
| 第一节 | 摩托车点火系统组成       | 55  |
| 第二节 | 摩托车点火系统常用电路     | 71  |
| 第三节 | 摩托车点火系统电路实例     | 78  |
| 第五章 | 摩托车仪表系统电路       | /83 |
| 第一节 | 摩托车仪表系统组成       | 83  |
| 第二节 | 摩托车仪表系统常用电路     | 89  |
| 第三节 | 摩托车仪表系统电路实例     | 95  |

## 第六章

### 摩托车照明系统电路 /102

- 第一节 摩托车照明系统组成 ..... 102
- 第二节 摩托车照明系统常用电路 ..... 107
- 第三节 摩托车照明系统电路实例 ..... 114

## 第七章

### 摩托车信号系统电路 /120

- 第一节 摩托车信号系统组成 ..... 120
- 第二节 摩托车信号系统常用电路 ..... 129
- 第三节 摩托车信号系统电路实例 ..... 130

## 第八章

### 摩托车燃油喷射系统电路 /134

- 第一节 摩托车燃油喷射系统组成 ..... 134
- 第二节 摩托车燃油喷射系统常用电路 ..... 148
- 第三节 摩托车燃油喷射系统电路实例 ..... 152

## 第九章

### 摩托车音响系统电路 /163

- 第一节 摩托车音响系统组成 ..... 164
- 第二节 摩托车音响系统功放常用电路 ..... 175
- 第三节 摩托车音响系统功放电路实例 ..... 183

## 第十章

### 摩托车整车电路实例 /190

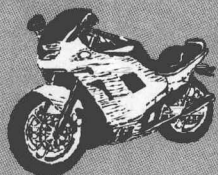
## 附录 1

### 摩托车电路图上的图形符号与标志 ..... /216

## 附录 2

### 摩托车部分电子模块插座标识图 ..... /219

### 参考文献 ..... /223



# 第一章 看摩托车电路图的基本方法

摩托车全车电路是将电源充电系统、电启动系统、点火系统、信号系统、照明系统、仪表系统等,按照它们各自的工作特性以及相互的内在联系,通过开关、导线等连接起来,所构成的一个整体。摩托车电路图的表达方法有布线图、原理图和线束图三种。

布线图是传统的表达方法,它是把电器在摩托车上的实际位置用线从电源、开关到搭铁——连接起来所构成的线路图。这种画法与电气设备的外形、安装位置的实际情况一致,因此可以跟踪查线,导线之间的分支、接点容易找到,便于制作线束,故目前仍有不少厂家在采用。缺点是线路中线束密集、纵横交错,读图和查找、分析故障不便。

原理图是用简明的图形符号按电路原理将每个系统由上到下合理地连接起来,再将每个系统排列起来。这种画法对线路图做了高度的简化,图面清晰、电路简单明了、容易读懂、电路连接控制关系清楚,因此对于迅速分析排除电气设备故障十分有利。采用原理图表示,符合摩托车电气图趋于简化、规范化的总趋势。

线束图主要表明导线束各用电器的连接部位、接线柱的标记、线头、插接器(连接器)的形状及位置等,所谓线束是将有关电器的导线汇合在一起组成,以便在摩托车上安装。

## 第一节 现代摩托车电路的组成与特点

### 一、摩托车电路系统的基本组成

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 为摩托车电气设备的配置图,各部分通过导线、各种开关、按钮等连接而成。摩托车电气设备由电源部分、电启动部分、点火系统照明系统、信号系统、仪表系统等组成。

#### 1. 电源部分

电源部分主要包括蓄电池、发电机及充电电路。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。摩托车发电设备向用电设备提供电能的方式有三种。

(1) 直流供电形式。如长江 750 摩托车,使用直流发电机(早期产品)或交流发电机经整流电路整流后向所有用电设备提供直流电。



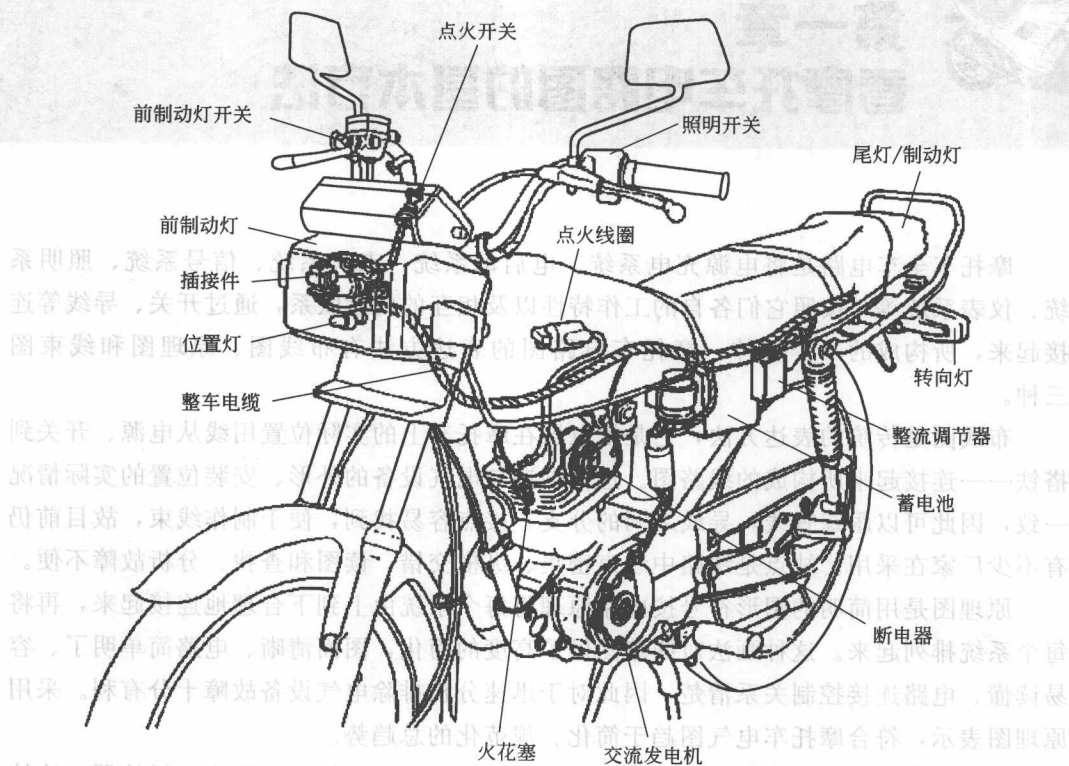


图 1-1 电气设备在摩托车上的分布

(2) 交流供电形式。如轻骑 15 型轻便摩托车，它的照明系统、信号系统、点火系统全部使用磁电机发出的交流电。电源设备只有一个磁电机，没有整流器也没有蓄电池。

(3) 交、直流混合供电形式。一般两轮摩托车均采用交、直流混合供电形式，如南方 M125、金城 JC70 等型号的摩托车。这类摩托车的点火系统、照明系统由磁电机直接供给交流电；信号系统、电启动系统则由蓄电池供给直流电。

## 2. 电启动系统

电启动系统由启动机带动曲轴旋转，使发动机运转。主要包括启动继电器、启动按钮及其连线。启动机由蓄电池供电。

## 3. 点火系统

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。

点火系统又可分为有触点式点火系统 and 无触点式点火系统两类。

有触点式点火系统主要由点火电源、点火凸轮、断路器、电容器、点火线圈、高压导线、火花塞帽、火花塞等组成。

无触点式点火系统主要由点火电源、电子点火器 (CDI 装置)、点火线圈、高压导线、火花塞帽、火花塞等组成。





#### 4. 照明系统

照明系统可分为直流照明系统和交流照明系统两类。交流照明系统由磁电机或交流发电机发出的交流电供电；直流照明系统则由蓄电池供电，发电机发出的交流电经整流后向蓄电池充电。

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。

#### 5. 信号系统

凡有蓄电池的摩托车，信号系统都使用直流电。只有很少的轻便摩托车（如轻骑15型摩托车），信号系统使用交流电。

信号系统包括灯光信号和音响信号两种，主要包括电喇叭、电喇叭按钮、闪烁继电器、转向灯开关、转向灯、转向指示灯、制动灯、制动灯开关等组成。有些摩托车还有空挡开关及空挡指示灯、充电指示灯、机油传感器及机油警告灯、燃油传感器及燃油表和倒挡开关及倒挡指示灯等，以及其控制开关。其作用是产生声、光信号提醒周围的行人或车辆注意，保证行驶安全。制动灯、空挡指示灯等用来指示摩托车的行驶状态。

#### 6. 仪表系统

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应用，而电脑控制燃油喷射系统EFI也将越来越多，摩托车音响也备受欢迎，电动摩托车也越来越普及，要全面掌握摩托车技术，必须了解电气设备的基本原理和电路分析方法。

## 二、摩托车电路图

利用导线将电源设备与用电设备连接起来而构成的电流回路称为电气系统电路。电气系统电路的表示方法有多种，如电气配线图、电气设备原理图和电气元件连接图。

图1-2所示为一个完整的电气系统元件连接图，它把电气元件放在一起再用导线连接成一个整体，对于了解电气系统的结构十分方便。

如图1-3所示是雅马哈RX125型摩托车电气原理图，它根据整车电气原理和接线关系绘制而成。一般是在设计整车电路时绘制。这种图只表现各电气设备之间的关系，对分析整个电气系统的工作原理十分方便，绘制和读图也比较简单。

图1-4所示，为建设JY55型摩托车的电气配线图，它是按照电器在摩托车上的实际位置进行绘制的，并标出各电气连接导线的颜色、接插件、导线束的始端位置和末端位置，看起来比较直观，维修时也比较方便进行故障分析。因此这种配线图通常被作为摩托车使用说明书和维修手册上的电路参考资料，但由于电气元件在摩托车上是空间布置的，要画成平面图，其线束十分复杂，纵横交错，对于了解电路原理十分不方便。

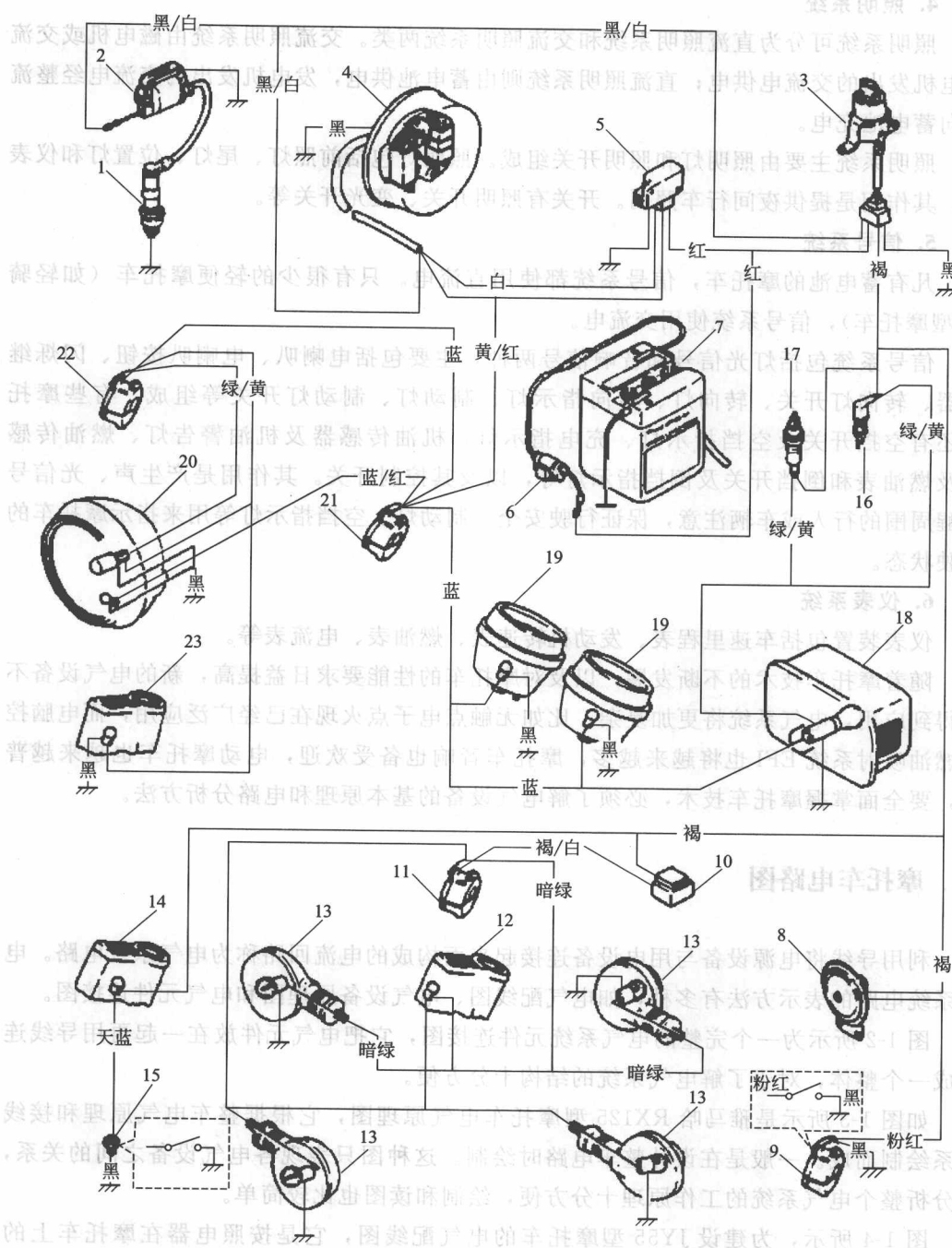


图 1-2 雅马哈 RX125 型摩托车电气元件连接图

- 1—火花塞；2—点火线圈；3—总开关；4—飞轮磁电机；5—整流稳压器；6—熔丝；  
7—蓄电池；8—喇叭；9—喇叭开关；10—闪光器；11—转向灯开关；12—转向指  
示灯；13—左右转向灯；14—空挡指示灯；15—空挡开关；16—后制动灯开  
关；17—前制动灯开关；18—尾灯制动灯；19—仪表灯；20—前照灯；  
21—照明开关；22—变光开关；23—远光指示灯

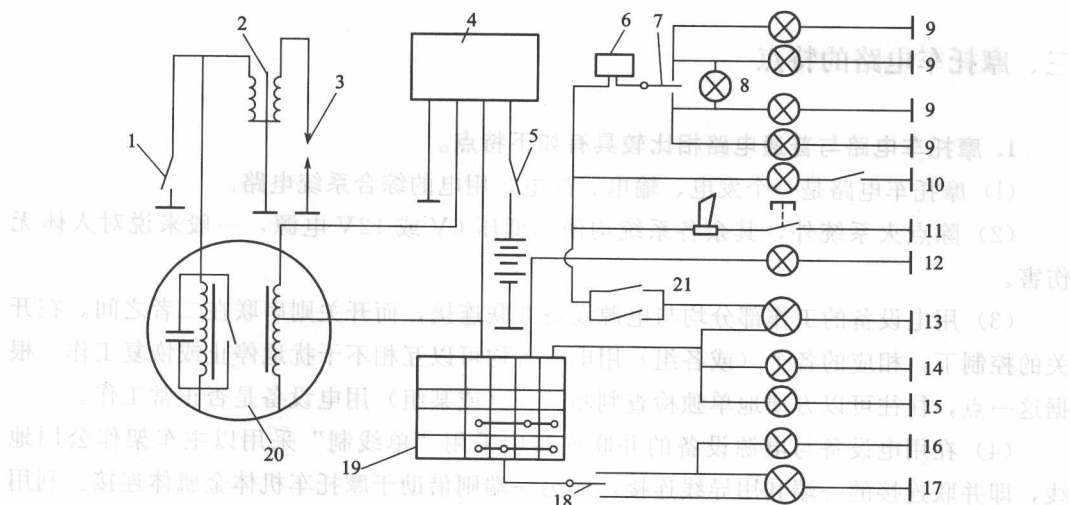


图 1-3 雅马哈 RX125 型摩托车电气原理图

1,5—点火开关; 2—点火线圈; 3—火花塞; 4—整流稳压调节器; 6—闪光器; 7—转向开关; 8—转向指示灯; 9—转向灯; 10—空挡指示灯和空挡开关; 11—喇叭和喇叭按钮; 12—位置灯; 13—尾灯制动灯; 14,15—仪表照明灯; 16—远光指示灯; 17—前照灯; 18—变光开关; 19—照明开关; 20—磁电机; 21—制动开关

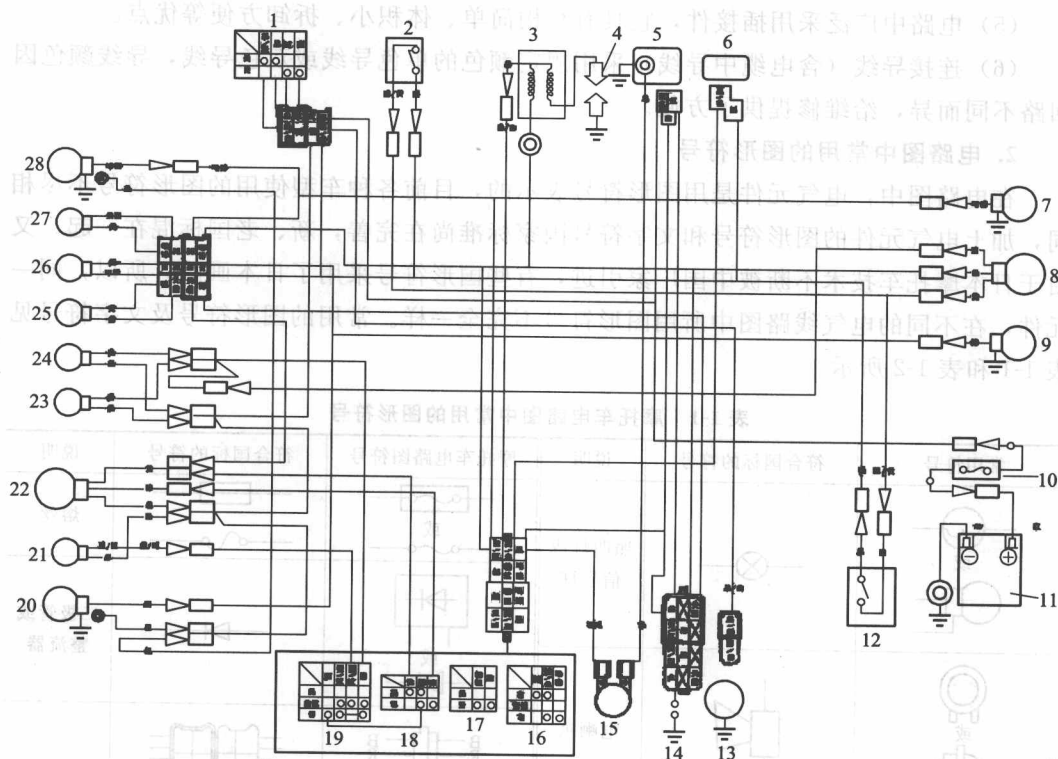


图 1-4 建设 JY55 型摩托车电气配线图

1—总开关; 2—前制动开关; 3—点火线圈; 4—火花塞; 5—整流稳压调节器; 6—闪光器; 7—右后转向灯; 8—尾灯; 9—左后转向灯; 10—熔丝; 11—蓄电池; 12—后制动开关; 13—磁电机; 14—空挡开关; 15—喇叭; 16—转向开关; 17—喇叭开关; 18—变光开关; 19—照明开关; 20—左前转向灯; 21—位置灯; 22—前照灯; 23—车速里程表照明灯; 24—发动机转速表照明灯; 25—远光指示灯; 26—转向灯; 27—空挡指示灯; 28—右前转向灯

### 三、摩托车电路的特点

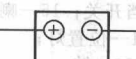
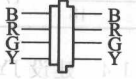
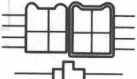
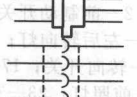
#### 1. 摩托车电路与普通电路相比较具有如下特点。

- (1) 摩托车电路是一个发电、输电、配电、用电的综合系统电路。
- (2) 除点火系统外，其余各系统均使用低压 6V 或 12V 电源，一般来说对人体无伤害。
- (3) 用电设备的工作部分均与电源设备并联连接，而开关则串联在二者之间。在开关的控制下，相应的各个（或各组）用电设备均可以互相不干扰地停止或恢复工作。根据这一点，往往可以方便地单独检查判断某一（或某组）用电设备是否正常工作。
- (4) 在用电设备与电源设备的并联连接中采用“单线制”采用以主车架作公用地线，即并联连接的一端利用导线连接，而另一端则借助于摩托车机体金属体连接。利用导线连接的一端通常称为火线端；借助机体连接的一端通常称为搭铁端或接地端。根据电源设备（如蓄电池）搭铁的极性的不同，电气系统有“正极搭铁”和“负极搭铁”之分。在电路图中，采用单线制的接地回路一般省去不画。
- (5) 电路中广泛采用插接件，它具有结构简单、体积小、拆卸方便等优点。
- (6) 连接导线（含电缆中导线）采用规定颜色的单色导线或双色导线，导线颜色因回路不同而异，给维修提供了方便。

#### 2. 电路图中常用的图形符号

在电路图中，电气元件是用图形符号表示的，目前各种车型使用的图形符号不尽相同，加上电气元件的图形符号和文字符号国家标准尚在完善，新、老国标混在一起；又由于日本摩托车技术不断被中国厂家引进，有些图形符号采用了日本画法，所以，同一元件，在不同的电气线路图中所用图形符号不完全一样。常用的图形符号及文字符号见表 1-1 和表 1-2 所示。

表 1-1 摩托车电路图中常用的图形符号

| 常用符号                                                                                                                                                                            | 符合国标的符号                                                                             | 说明      | 摩托车电路图符号                                                                                                                                                                        | 符合国标的符号                                                                                                                                                                           | 说明      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <br>或<br> |  | 照明灯或信号灯 | <br>或<br> | <br>或<br>   | 熔丝      |
| <br>或<br> |  | 电喇叭     | <br>或<br> |                                                                                                | 二极管或整流器 |
|                                                                                              |  | 蓄电池     | <br>或<br> | <br>或<br> | 多极的头插座  |



符号文字使用第 1-1 表

续表

| 常用符号 | 符合国标的符号 | 说明             | 摩托车电路图符号 | 符合国标的符号 | 说明      |
|------|---------|----------------|----------|---------|---------|
|      |         | 电感线圈           |          |         | 搭铁      |
|      |         | 电阻器            |          |         | 连接插座和接头 |
|      |         | 转向开关或中间断开的双向触点 |          |         | 电喇叭按钮   |
|      |         | 火花塞            |          |         | 空挡开关    |
|      |         | 照明开关           |          |         | 制动灯开关   |

表 1-2 摩托车电路图中常用的文字符号

| 名 称    | 文字符号  | 名 称 | 文字符号 | 名 称 | 文字符号 |
|--------|-------|-----|------|-----|------|
| 电阻     | R     | 可控硅 | SCR  | 整流器 | ZL   |
| 电容     | C     | 电池  | DC   | 灯   | D    |
| 电感     | L     | 熔断器 | RD   | 发电机 | F    |
| 线圈     | Q 或 L | 开关  | K    | 电动机 | D    |
| 半导体二极管 | D     | 按钮  | AN   | 闭合  | BH   |
| 稳压二极管  | WD    | 继电器 | J    | 断开  | DK   |
| 半导体三极管 | BG    | 闪烁器 | SG   |     |      |

### 3. 电路图中常用的文字符号

摩托车电路图中各种开关的位置和电气元件名称常用英文文字符号表示。常用的英文文字符号见表 1-3 所示。

### 4. 导线颜色的文字符号

摩托车电路中所使用的导线有单色线和双色线两种，双色线上的两种颜色又有主色和辅色之分，辅色成条状，其余为主色。有的摩托车电路用中文标出线色，如黄色线即标“黄”字；有的摩托车电路用英文字母标出线色，如红色线标“R”。导线颜色文字符号见表 1-4 和表 1-5 所示。

表 1-3 常用英文文字符号

| 名 称    | 文字符号 | 英文名称                         | 名 称    | 文字符号 | 英文名称         |
|--------|------|------------------------------|--------|------|--------------|
| 电路图    | WD   | wiring diagram               | 近光     | LO   | low          |
| 开关     | SW   | switch                       | 尾灯     | TL   | tail light   |
| 开      | ON   | on                           | 信号灯    | SL   | signal light |
| 关      | OFF  | off                          | 左转     | L    | left         |
| 按钮开关   | BS   | button swith                 | 右转     | R    | right        |
| 接地     | E    | earth                        | 闪烁器    | W    | wink         |
| 位置     | PO   | position                     | 喇叭     | HO   | horn         |
| 空挡     | N    | neutral                      | 蓄电池    | BAT  | battery      |
| 点火     | IG   | ignition                     | 调节器    | REG  | regulator    |
| 电容放电点火 | CDI  | capacitor discharge ignition | 永磁式发电机 | MAG  | magneto      |
| 灯      | L    | light                        | 整流器    | RECT | rectifier    |
| 前照灯    | HL   | headlight                    | 熔断器    | FU   | fuse         |
| 远光     | HI   | high                         | 仪表     | M    | meter        |

表 1-4 单色导线文字符号

| 导线颜色 | 文字符号    | 英文名称        | 导线颜色 | 文字符号   | 英文名称       |
|------|---------|-------------|------|--------|------------|
| 红    | R       | Red         | 黑    | B 或 Bk | black      |
| 黄    | Y       | Yellow      | 绿    | G      | Green      |
| 蓝    | BL 或 BU | Blue        | 棕    | Br     | Brown      |
| 白    | W       | White       | 粉红   | P      | Pink       |
| 深棕   | Ch      | Chocolate   | 天蓝   | Sb     | Sky blue   |
| 灰    | Gr      | Gray        | 橙    | O      | Orange     |
| 浅蓝   | Lbl     | Light blue  | 深绿   | Dg     | Dark green |
| 浅绿   | Lg      | Light green |      |        |            |

表 1-5 双色导线文字符号

| 文 字 符 号 | 导 线 颜 色 | 文 字 符 号 | 导 线 颜 色 |
|---------|---------|---------|---------|
| B/W     | 黑色带白条   | W/BL    | 白色带蓝条   |
| B/Y     | 黑色带黄条   | W/G     | 白色带绿条   |
| BL/R    | 蓝色带红条   | W/R     | 白色带红条   |
| Br/R    | 棕色带红条   | W/Y     | 白色带黄条   |
| G/W     | 绿色带白条   | Y/R     | 黄色带红条   |
| G/BL    | 绿色带蓝条   | Y/W     | 黄色带白条   |
| O/W     | 橙色带白条   | Y/Bl    | 黄色带蓝条   |
| R/B     | 红色带黑条   | Y/G     | 黄色带绿条   |
| R/G     | 红色带绿条   | Lg/R    | 浅绿色带红条  |
| R/W     | 红色带白条   | BL/W    | 蓝色带白条   |
| W/B     | 白色带黑条   | Br/W    | 棕色带白条   |

5. 对应连接

低压电路中的连接导线均采用规定颜色的单色线或双色线。对应连接部件的接线柱上都用文字或字母标记（如直流发电机充电电路、启动机电路）。在直接连接的电路中，通常采用相同颜色的导线，而在间接连接的电路中则采用不同颜色的导线。根据这一特

点, 可以比较方便地查找电路连接的故障。

## 6. 线路插接

在电路的连接中广泛采用插接器, 在保养与检查电路时, 可以方便地断开或恢复电路的连接。

# 第二节 摩托车电气元件

## 一、常用的半导体元件

半导体元件是由在纯净的半导体材料中掺入少量的有用杂质而形成的一种新型导电材料。它能在某些情况下表现为导体的特性, 而在另外一种情况下又表现为绝缘体的特性。在摩托车电气设备中, 应用较多的半导体元件有二极管, 可控硅 (SCR) 和三极管等。

### 1. 二极管

二极管有两个电极, 一个是阳极 A, 一个是阴极 C, 其符号如图 1-5(a) 所示。二极管具有单向导电性, 即当阳极 A 的电位高于阴极 C 的电位时, 二极管的两极间表现为导通, 呈现导体的特征 [如图 1-5(b) 所示]; 当阳极 A 的电位低于阴极 C 的电位时, 二极管两极间表现为不导通, 呈现绝缘体的特性 [如图 1-5(c) 所示]。在导通状态下, 由于二极管有一定电阻, 所以在二极管两极之间有一定的电位差。

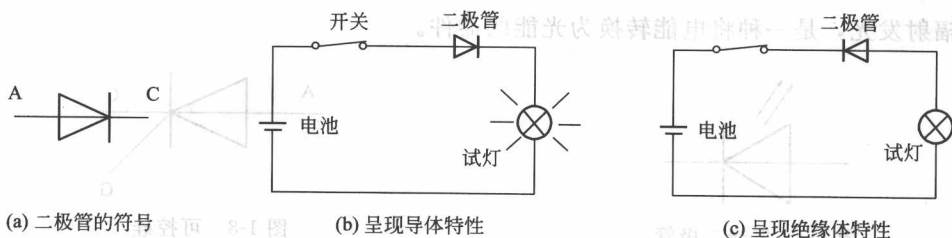


图 1-5 二极管及单向导电性

在摩托车电气设备中, 利用二极管的单向导电性, 可以将交流发电机发出的交变电流变为单一方向流动的直流电。

二极管还有一种类型, 叫做稳压二极管, 它同样具有单向导电的性质, 不过, 它的作用主要是用来稳压, 即如果反向加电压到稳压二极管上, 当电流超过很小值后, 稳压二极管两极之间的反向电压几乎维持不变, 这时处于反向导通状态。利用这一性质, 能在电路中提供稳定的电压, 如图 1-6 所示。

稳压二极管实质上就是一个二极管, 因为它具有稳定电压的特点, 所以叫稳压二极管。一般二极管加反向电压时, 二极管不导通; 当反向电压增长到某一数值以后, 二极管被击穿, 二极管即损坏, 而稳压二极管则不然, 当反向击穿后, 能使通过管子的电流在很大范围内变化, 但是管子两端的电压却变化很小, 而且当反向电压去除后仍能恢复

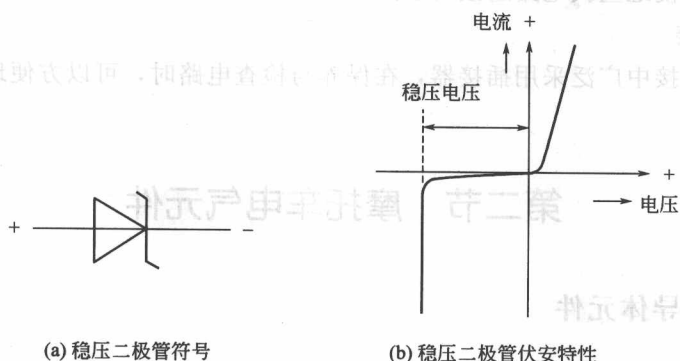


图 1-6 稳压二极管符号及伏安特性

正常，并没有损坏。

稳压二极管的电压（即击穿电压），各种管子具有不同的值，就是同一类管子的值也是在某一范围内，而不是一个固定值，如 2CW1 的稳压值为 7~8.5V；2CW18 的稳压值是 10~12V，这就是说不同型号的稳压管有不同的稳压范围、就是同一型号的两只 2CW18 管子，也有不同的稳压值，但这种值是在这类型管子稳压范围内。一只可能是 10.5V，而另一只可能是 11.8V。选用的管子不同，稳定的电压也不同，稳定电压完全相同的管子是极少的。

稳压二极管在摩托车整流电压调节器中广泛应用。

发光二极管 LED 的符号如图 1-7 所示，它是通过电场或电流激发固体发光材料并使之辐射发光，是一种将电能转换为光能的器件。

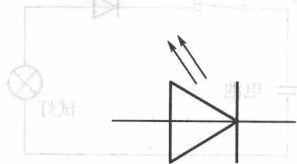


图 1-7 发光二极管

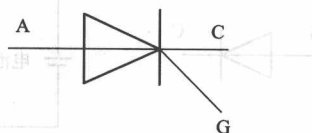


图 1-8 可控硅

发光二极管的发光是靠驱动电源的作用，将电能转化为光能，这种驱动电源可以是直流的也可以是交流的。但应注意，由于 LED 是电流控制器件，因此驱动电源必须能提供足够而且安全的驱动电流，才能使 LED 安全可靠工作、正常发光。

## 2. 可控硅 (SCR)

可控硅上有三个电极：阳极 A。阴极 C 和控制极 G，其符号如图 1-8 所示。可控硅有下列特性。

(1) 当可控硅阳极 A 与阴极 C 间加正向电压，控制极 G 与阴极 C 之间加一正向电压（控制极 G 电位高于阴极 C 电位）时，可控硅阳极 A 与阴极 C 之间呈现导通状态，如图 1-9(b) 所示。

(2) 当阳极 A 与阴极 C 已处于导通状态时，取掉控制极 G 与阴极 C 间的正向电压（开关 S 打开）时，可控硅仍处于导通状态，如图 1-9(c) 所示。



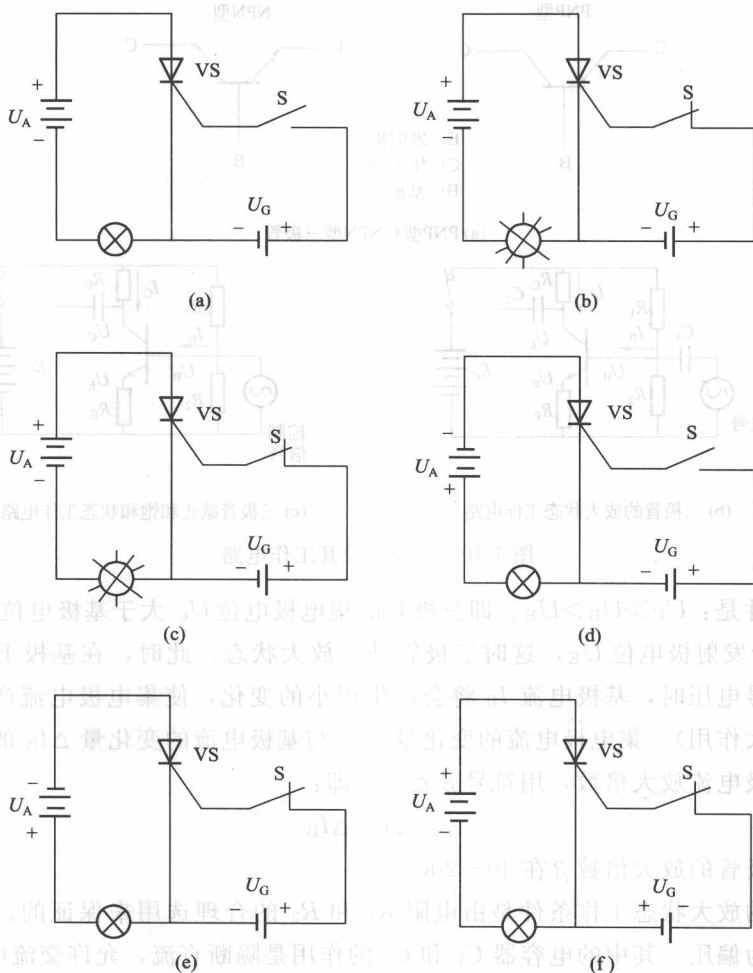


图 1-9 可控硅及其特性

(3) 当控制极 G 与阴极 C 间加反向电压（控制极 G 电位低于阴极 C 电位）时，可控硅阳极 A 与阴极 C 之间呈现不导通。如图 1-9(f) 所示。

(4) 当阳极 A 与阴极 C 之间加反向电压时，可控硅阴 A 与阴极 C 呈现不导通，如图 1-9(e) 所示。

简而言之，在反方向上，可控硅与二极管一样，即使加电压。电流也不导通；正方向上，通常状态下电流也不能导通；但是，如果在控制极 G 上加以一定的正向电压，则会使可控硅进入“开”的状态，即控制可控硅进入正向导通。如果从阳极 A 到阴极 C 的电流改变了方向，或者正极上电压变成为零，可控硅就回复成“关”的状态。

### 3. 三极管

三极管有三个电极：基极 B、集电极 C 和发射极 E。它有 PNP 型和 NPN 型两种，其符号如图 1-10(a) 所示。三极管有三种工作状态：放大状态、截止状态和饱和状态。

(1) 放大状态 三极管放大状态工作电路如图 1-10(b) 所示。三极管处于放大工