

看图识电子系列丛书

# 看图识 电子电路图

◆ 门宏 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

看图识电子系列丛书

# 看图识电子电路图

门 宏 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书是“看图识电子系列丛书”中的一本。全书共分 10 章,通过实例并借助大量插图,用通俗易懂的语言详细讲解电路图的基本概念、电路图的结构和绘图规则、各种元器件与集成电路的符号和作用、看电路图的基本方法和技巧、单元电路的分析方法、整机电路的分析方法和技巧等。

本书适合广大电子技术爱好者、家电维修人员和相关行业从业人员阅读学习,并可作为职业技术学校和务工人员上岗培训的基础教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有,侵权必究。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

看图识电子电路图 / 门宏编著. —北京:电子工业出版社, 2011. 1  
(看图识电子系列丛书)  
ISBN 978-7-121-12110-4

I. ①看… II. ①门… III. ①电子电路—识图法 IV. ①TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 207937 号

责任编辑:富 军

印 刷:涿州市京南印刷厂

装 订:涿州市桃园装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:880 × 1230 1/32 印张:10.875 字数:302 千字

印 次:2011 年 1 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:25.00 元

凡所购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。  
若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 [zlt@phei.com.cn](mailto:zlt@phei.com.cn), 盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

服务热线:(010) 88258888。

# 前 言

“看图识电子系列丛书”是专为电子技术初学者量身打造的入门宝典。丛书的编著宗旨是让初学者一看就懂、一学就会、一做就成。丛书将以其“看图识字”式的特色，助您轻松入门。

“看图识电子系列丛书”系统地介绍了电子元器件、电子电路图、电子小制作、识用万用表等电子技术基本知识和实用技能。在内容上精心编排，重点介绍实用技术，详细讲解操作步骤，特别突出操作技巧，避开了令初学者望而生畏的繁冗的理论阐述。在形式上以图为主，文字精练，形象直观，易看易懂，深入浅出，实用性强，真正起到手把手教你快速学会电子技术的效果。

《看图识电子电路图》是该系列丛书中的一本。全书共分10章，内容包括电路图的基本概念、电路图的结构和绘图规则、各种元器件与集成电路的符号和作用、看电路图的基本方法和技巧、单元电路的分析方法、整机电路的分析方法和技巧等。文中配有大量插图，用通俗易懂的语言详细讲解，并举例说明。

本书由门宏编著，参加编写的还有施鹏、门雁菊、张元景、吴敏、李扣全、吴卫星。本书适合广大电子技术爱好者、家电维修人员和相关行业从业人员阅读学习，并可作为职业技术学校 and 务工人员上岗培训的基础教材。书中如有不当之处，欢迎广大读者朋友批评指正。

编著者

# 目 录

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 第1章 电子的路线图——电路图 .....      | 1  |
| 1.1 不同侧面看电路——电路图的种类 .....  | 2  |
| 1.1.1 元器件连接图——电路原理图 .....  | 2  |
| 1.1.2 功能结构图——方框图 .....     | 3  |
| 1.1.3 电路安装图——电路板图 .....    | 3  |
| 1.1.4 写实的电路图——实物图 .....    | 4  |
| 1.2 符号和字符的集成——电路图的组成 ..... | 5  |
| 1.2.1 电路图图形符号 .....        | 5  |
| 1.2.2 电路图中的文字符号 .....      | 7  |
| 1.2.3 电路图中的注释性字符 .....     | 7  |
| 1.2.4 元器件数值的标注方法 .....     | 8  |
| 1.2.5 电路图中的轮廓与连接符号 .....   | 10 |
| 1.2.6 电路图中的限定符号 .....      | 11 |
| 1.2.7 导线与接地的符号 .....       | 13 |
| 第2章 约定俗成——电路图的绘图规则 .....   | 16 |
| 2.1 连接线的绘图规则 .....         | 17 |
| 2.1.1 导线的连接与交叉 .....       | 18 |
| 2.1.2 连接导线的简化画法 .....      | 18 |
| 2.1.3 连接导线的中断画法 .....      | 18 |
| 2.1.4 非电连接的表示方法 .....      | 19 |
| 2.2 电源线与地线的绘图规则 .....      | 19 |
| 2.2.1 电源线与地线的安排 .....      | 19 |
| 2.2.2 电源线与地线的分散表示法 .....   | 20 |
| 2.2.3 集成电路的电源线与地线 .....    | 21 |
| 2.3 图形符号的位置与状态 .....       | 21 |

|            |                          |           |
|------------|--------------------------|-----------|
| 2.3.1      | 图形符号的方位                  | 21        |
| 2.3.2      | 集中画法与分散画法                | 22        |
| 2.3.3      | 操作性器件的状态                 | 23        |
| <b>第3章</b> | <b>基本元件的符号及其在电路图中的作用</b> | <b>24</b> |
| 3.1        | 电阻器与电位器的符号和作用            | 25        |
| 3.1.1      | 电阻器与电位器的符号               | 26        |
| 3.1.2      | 电阻器的作用                   | 27        |
| 3.1.3      | 热敏电阻器的作用                 | 28        |
| 3.1.4      | 光敏电阻器的作用                 | 30        |
| 3.1.5      | 压敏电阻器的作用                 | 31        |
| 3.1.6      | 电位器的作用                   | 31        |
| 3.2        | 电容器的符号和作用                | 33        |
| 3.2.1      | 电容器的符号                   | 34        |
| 3.2.2      | 电容器的作用                   | 35        |
| 3.2.3      | 可变电容器的作用                 | 39        |
| 3.3        | 电感器的符号和作用                | 40        |
| 3.3.1      | 电感器的符号                   | 40        |
| 3.3.2      | 电感器的作用                   | 41        |
| 3.4        | 变压器的符号和作用                | 43        |
| 3.4.1      | 变压器的符号                   | 44        |
| 3.4.2      | 电源变压器的作用                 | 45        |
| 3.4.3      | 音频变压器的作用                 | 47        |
| 3.4.4      | 中频变压器的作用                 | 48        |
| 3.4.5      | 高频变压器的作用                 | 49        |
| <b>第4章</b> | <b>半导体管的符号及其在电路图中的作用</b> | <b>51</b> |
| 4.1        | 晶体二极管的符号和作用              | 52        |
| 4.1.1      | 晶体二极管的符号                 | 52        |
| 4.1.2      | 晶体二极管的作用                 | 53        |
| 4.2        | 稳压二极管的符号和作用              | 56        |
| 4.2.1      | 稳压二极管的符号                 | 57        |

|            |                          |           |
|------------|--------------------------|-----------|
| 4.2.2      | 稳压二极管的作用                 | 57        |
| 4.3        | 晶体三极管的符号和作用              | 59        |
| 4.3.1      | 晶体三极管的符号                 | 60        |
| 4.3.2      | 晶体三极管的作用                 | 60        |
| 4.4        | 场效应管的符号和作用               | 64        |
| 4.4.1      | 场效应管的符号                  | 65        |
| 4.4.2      | 场效应管的作用                  | 66        |
| 4.5        | 单结晶体管的符号和作用              | 70        |
| 4.5.1      | 单结晶体管的符号                 | 70        |
| 4.5.2      | 单结晶体管的作用                 | 71        |
| 4.6        | 晶体闸流管的符号和作用              | 74        |
| 4.6.1      | 晶体闸流管的符号                 | 74        |
| 4.6.2      | 晶体闸流管的作用                 | 75        |
| <b>第5章</b> | <b>集成电路的符号及其在电路图中的作用</b> | <b>80</b> |
| 5.1        | 集成运算放大器的符号和作用            | 81        |
| 5.1.1      | 集成运算放大器的符号               | 81        |
| 5.1.2      | 集成运算放大器的作用               | 82        |
| 5.2        | 常用集成稳压器的符号和作用            | 86        |
| 5.2.1      | 集成稳压器的符号                 | 87        |
| 5.2.2      | 集成稳压器的作用                 | 87        |
| 5.3        | 时基集成电路的符号和作用             | 91        |
| 5.3.1      | 时基集成电路的符号                | 91        |
| 5.3.2      | 时基集成电路的作用                | 92        |
| 5.4        | 数字电路的符号和作用               | 96        |
| 5.4.1      | 数字电路的符号                  | 96        |
| 5.4.2      | 门电路的作用                   | 104       |
| 5.4.3      | 触发器的作用                   | 108       |
| 5.4.4      | 计数器的作用                   | 115       |
| 5.4.5      | 译码器的作用                   | 119       |
| 5.4.6      | 移位寄存器的作用                 | 122       |

|              |                          |     |
|--------------|--------------------------|-----|
| <b>第 6 章</b> | <b>换能器件的符号及其在电路图中的作用</b> | 127 |
| 6.1          | 光电器件的符号和作用               | 128 |
| 6.1.1        | 光电器件的符号                  | 128 |
| 6.1.2        | 光电二极管的作用                 | 129 |
| 6.1.3        | 光电三极管的作用                 | 131 |
| 6.1.4        | 光电耦合器的作用                 | 133 |
| 6.1.5        | 发光二极管的作用                 | 134 |
| 6.1.6        | LED 数码管的作用               | 137 |
| 6.2          | 电声器件的符号和作用               | 139 |
| 6.2.1        | 电声器件的符号                  | 139 |
| 6.2.2        | 扬声器的作用                   | 140 |
| 6.2.3        | 耳机的作用                    | 142 |
| 6.2.4        | 讯响器的作用                   | 143 |
| 6.2.5        | 传声器的作用                   | 145 |
| <b>第 7 章</b> | <b>其他器件的符号及其在电路图中的作用</b> | 148 |
| 7.1          | 控制器件的符号和作用               | 149 |
| 7.1.1        | 控制器件的符号                  | 149 |
| 7.1.2        | 开关的作用                    | 153 |
| 7.1.3        | 继电器的作用                   | 156 |
| 7.2          | 保护器件的符号和作用               | 160 |
| 7.2.1        | 保护器件的符号                  | 160 |
| 7.2.2        | 熔断器的作用                   | 160 |
| 7.3          | 指示器件的符号和作用               | 164 |
| 7.3.1        | 指示器件的符号                  | 164 |
| 7.3.2        | 信号器件的作用                  | 166 |
| 7.3.3        | 测量仪表的作用                  | 167 |
| <b>第 8 章</b> | <b>掌握特点——巧看集成电路图</b>     | 168 |
| 8.1          | 集成电路的基本看图方法与技巧           | 169 |
| 8.1.1        | 了解集成电路的基本功能              | 169 |
| 8.1.2        | 识别集成电路的引脚                | 171 |
| 8.1.3        | 从集成电路的输入/输出关系上分析         | 178 |

|       |                      |     |
|-------|----------------------|-----|
| 8.1.4 | 从集成电路的接口关系上分析 .....  | 181 |
| 8.2   | 数字电路的基本看图方法与技巧 ..... | 182 |
| 8.2.1 | 掌握数字电路的引脚特征 .....    | 182 |
| 8.2.2 | 数字电路图的一般分析方法 .....   | 190 |
| 8.2.3 | 组合逻辑电路的分析方法 .....    | 192 |
| 8.2.4 | 时序逻辑电路的分析方法 .....    | 195 |
| 第9章   | 解剖麻雀——巧看单元电路 .....   | 200 |
| 9.1   | 单元电路的基本看图方法与技巧 ..... | 201 |
| 9.1.1 | 了解单元电路的作用与功能 .....   | 201 |
| 9.1.2 | 分析输入与输出的关系 .....     | 202 |
| 9.1.3 | 单元电路的结构特点 .....      | 204 |
| 9.1.4 | 等效电路分析法 .....        | 206 |
| 9.2   | 电压放大电路分析技巧 .....     | 208 |
| 9.2.1 | 单管电压放大电路 .....       | 208 |
| 9.2.2 | 双管电压放大电路 .....       | 212 |
| 9.2.3 | 具有负反馈的电压放大电路 .....   | 214 |
| 9.2.4 | 集成运放电压放大电路 .....     | 218 |
| 9.2.5 | 电压跟随器 .....          | 219 |
| 9.3   | 功率放大电路分析技巧 .....     | 223 |
| 9.3.1 | 单管功率放大器 .....        | 223 |
| 9.3.2 | 双管推挽功率放大器 .....      | 225 |
| 9.3.3 | OTL 功率放大器 .....      | 230 |
| 9.3.4 | OCL 功率放大器 .....      | 235 |
| 9.3.5 | BTL 功率放大器 .....      | 236 |
| 9.4   | 正弦波振荡器电路分析技巧 .....   | 239 |
| 9.4.1 | 变压器耦合振荡器 .....       | 240 |
| 9.4.2 | 三点式振荡器 .....         | 241 |
| 9.4.3 | 晶体振荡器 .....          | 245 |
| 9.4.4 | RC 振荡器 .....         | 247 |
| 9.5   | 多谐振荡器电路分析技巧 .....    | 250 |

|             |                            |            |
|-------------|----------------------------|------------|
| 9.5.1       | 门电路构成的多谐振荡器 .....          | 250        |
| 9.5.2       | 时基电路构成的多谐振荡器 .....         | 252        |
| 9.5.3       | 单结晶体管构成的多谐振荡器 .....        | 254        |
| 9.5.4       | 施密特触发器构成的多谐振荡器 .....       | 256        |
| 9.6         | 整流滤波电路分析技巧 .....           | 256        |
| 9.6.1       | 整流电路 .....                 | 257        |
| 9.6.2       | 滤波电路 .....                 | 262        |
| 9.6.3       | 负压整流电路 .....               | 267        |
| 9.6.4       | 倍压整流电路 .....               | 269        |
| 9.7         | 稳压电路分析技巧 .....             | 271        |
| 9.7.1       | 简单稳压电路 .....               | 272        |
| 9.7.2       | 串联型稳压电路 .....              | 274        |
| 9.7.3       | 采用集成稳压器的稳压电路 .....         | 278        |
| <b>第10章</b> | <b>融会贯通——看懂整机电路图 .....</b> | <b>282</b> |
| 10.1        | 看懂整机电路图的基本方法与步骤 .....      | 283        |
| 10.1.1      | 宏观掌控——了解电路整体功能 .....       | 283        |
| 10.1.2      | 确定方向——判断电路图走向 .....        | 284        |
| 10.1.3      | 化整为零——分解电路图 .....          | 287        |
| 10.1.4      | 重点分析——主通道电路 .....          | 288        |
| 10.1.5      | 深入分析——辅助电路 .....           | 289        |
| 10.1.6      | 不可忘记——分析直流供电电路 .....       | 289        |
| 10.1.7      | 各个击破——具体分析各单元电路 .....      | 290        |
| 10.2        | 怎样看自动调频收音机电路图 .....        | 290        |
| 10.2.1      | 电路结构与整机工作原理分析 .....        | 290        |
| 10.2.2      | 调频接收放大与鉴频电路分析 .....        | 292        |
| 10.2.3      | 立体声解码电路分析 .....            | 293        |
| 10.2.4      | 音频功率放大器电路分析 .....          | 294        |
| 10.3        | 怎样看开关稳压电源电路图 .....         | 295        |
| 10.3.1      | 电路图总体分析 .....              | 295        |
| 10.3.2      | 电源噪声滤波器电路分析 .....          | 298        |

|        |                        |     |
|--------|------------------------|-----|
| 10.3.3 | 三端开关电源集成电路分析 .....     | 298 |
| 10.3.4 | 脉宽调制电路分析 .....         | 299 |
| 10.3.5 | 高频整流滤波电路分析 .....       | 300 |
| 10.4   | 怎样看音频信号注入/寻迹器电路图 ..... | 301 |
| 10.4.1 | 整机电路图分析 .....          | 301 |
| 10.4.2 | 信号寻迹器电路分析 .....        | 303 |
| 10.4.3 | 信号注入器电路分析 .....        | 305 |
| 10.4.4 | 直流供电回路分析 .....         | 307 |
| 10.5   | 怎样看电子镇流器电路图 .....      | 307 |
| 10.5.1 | 电路原理总体分析 .....         | 308 |
| 10.5.2 | 市电直接整流电路分析 .....       | 310 |
| 10.5.3 | 高压高频振荡器电路分析 .....      | 311 |
| 10.5.4 | 谐振启辉电路分析 .....         | 313 |
| 10.6   | 怎样看外置频谱显示器电路图 .....    | 313 |
| 10.6.1 | 电路图总体分析 .....          | 314 |
| 10.6.2 | 有源带通滤波器电路分析 .....      | 316 |
| 10.6.3 | 电压比较器电路分析 .....        | 317 |
| 10.6.4 | 集成电平表驱动电路分析 .....      | 318 |
| 10.7   | 怎样看数字抢答器电路图 .....      | 319 |
| 10.7.1 | 电路原理总体分析 .....         | 319 |
| 10.7.2 | 第一信号鉴别电路分析 .....       | 322 |
| 10.7.3 | 发光指示电路分析 .....         | 324 |
| 10.7.4 | 复位电路分析 .....           | 324 |
| 10.7.5 | 声音提示电路分析 .....         | 324 |
| 10.8   | 怎样看模拟环绕声处理器电路图 .....   | 325 |
| 10.8.1 | 整机电路分析 .....           | 326 |
| 10.8.2 | 集成运放电压跟随器电路分析 .....    | 329 |
| 10.8.3 | 减法器与加法器电路分析 .....      | 330 |
| 10.8.4 | 集成运放反相器电路分析 .....      | 333 |
| 10.8.5 | 直流供电电路分析 .....         | 333 |

# 第 1 章

## 电子的路线图——电路图

- ✍ 1.1 不同侧面看电路——电路图的种类
- ✍ 1.2 符号和字符的集成——电路图的组成



看图识电子电路图



要看懂电路图，首先要了解电路图。什么是电路图，简单地说，电路图就是电子运动的路线图。电子按照电路图规定的路线行走，便可以实现各种电路的不同功能。要认识和看懂电路图，首先要对电路图的基本概念有所了解，本章就和大家谈谈电路图的基本概念。



### 1.1 不同侧面看电路——电路图的种类

就像地图有行政区划图、地形图、交通路线图等不同种类一样，电路图也有若干种类，以适应不同场合的需要。通常所说的电路图是指电路原理图，广义的电路图概念还包括方框图、电路板图和实物图等，如图 1-1 所示。

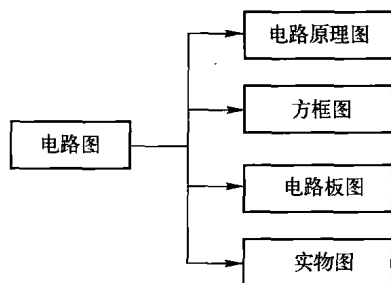


图 1-1 电路图的种类

#### 1.1.1 元器件连接图——电路原理图

电路原理图是一种反映电子设备中各元器件的电气连接情况的图纸。电路原理图由各种符号、线条和字符按照一定的规则组合而成，是电子制作和维修的最重要的依据。通过电路原理图，我们可以详细了解电子设备的电路结构、工作原理和接线方法，还可以进行定量的计算分析和研究。例如，图 1-2 为调频无线话筒电路原理图，用抽象的符号反映出调频无线话筒的电路结构与工作原理。

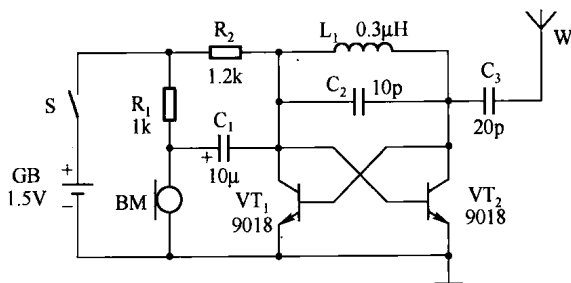


图 1-2 调频无线话筒电路原理图

## 1.1.2 功能结构图——方框图

方框图是一种概括地反映电子设备的电路结构与功能的图纸。方框图由方框、线条和说明文字组成。例如，图 1-3 为调频无线话筒方框图。方框图简明地反映出电子设备的电路结构和电路功能，有助于我们从整体上了解和研究电路原理。

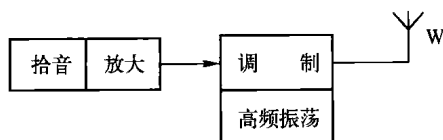


图 1-3 调频无线话筒方框图

## 1.1.3 电路安装图——电路板图

电路板图是一种反映电路板上元器件安装位置和布线结构的图纸。电路板图由写实性的电路板线路、相应位置上的元器件符号和注释字符等组成。例如，图 1-4 为调频无线话筒电路板图。电路板图是根据电路原理图设计绘制的实际安装图，标明各元器件在电路板上的安装位置，为实际制作和维修提供很大的方便。

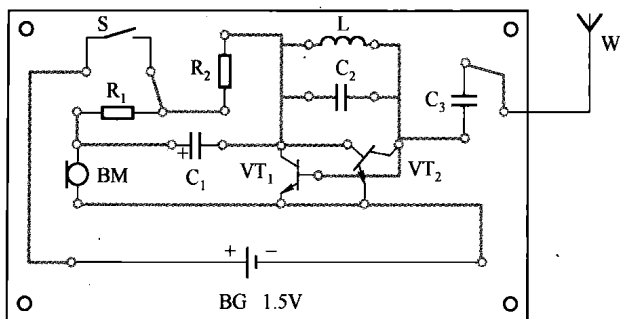


图 1-4 调频无线话筒电路板图

## 1.1.4 写实的电路图——实物图

实物图由写实的元器件图形和连接线条等组成，是一种用实物图形形象地表示电路原理图的图纸，可以帮助初学者较好、较快地理解电路图。例如，图 1-5 为调频无线话筒实物图，形象地反映出调频无线话筒各元器件的连接关系。

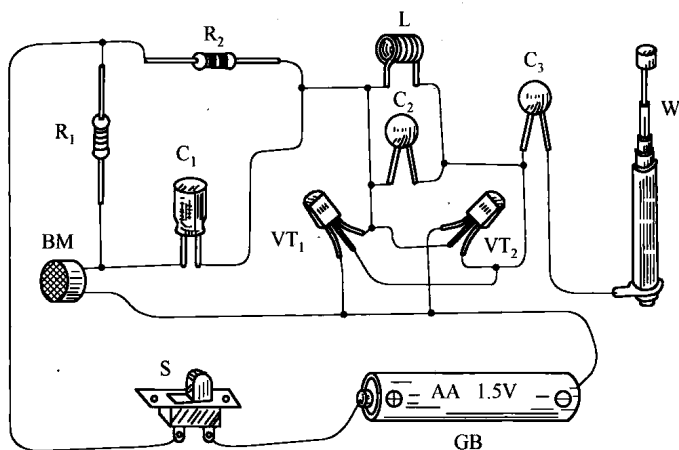


图 1-5 调频无线话筒实物图



## 1.2 符号和字符的集成——电路图的组成

一张完整的电路图是由若干要素构成的。这些要素主要包括图形符号、文字符号、连线及注释性字符等。下面我们通过如图 1-2 所示的调频无线话筒电路原理图做进一步的说明。

### 1.2.1 电路图图形符号

图形符号是指用规定的抽象图形代表各种元器件、组件、电流、电压、波形、导线和连接状态等的绘图符号。

图形符号是构成电路图的主体。在如图 1-2 所示调频无线话筒电路原理图中, 各种图形符号代表了组成调频无线话筒的各个元器件。例如, 小长方形“”表示电阻器, 两道短杠“”表示电容器, 连续的半圆形“”表示电感器等。各个元器件图形符号之间用连线连接起来, 就可以反映出调频无线话筒的电路结构, 即构成了调频无线话筒的电路图。

组成电路图的图形符号可以分为两大类: 一类是元器件和组件符号; 另一类是绘图符号。这些符号是绘制和解读电路图的基础语言, 由有关的国家标准予以统一规定, 熟悉并牢记这些电路图的图形符号, 是看懂电路图的基础。

(1) 元器件的图形符号包括电阻器、电容器、电感器和压电晶体等基本元件的符号, 半导体二极管、晶体闸流管、晶体管、场效应管、光电器件、电子管、显像管和显示器件等半导体管和电子管类元器件的符号, 电机、变压器、变流器、电池、电声器件、磁头和天线等换能器件的符号, 开关和触点、继电器、熔断器、避雷器、接插件、测量仪表和信号器件等控制、保护与指示器件的符号, 以及集成电路和数字电路的符号等, 如图 1-6 所示。



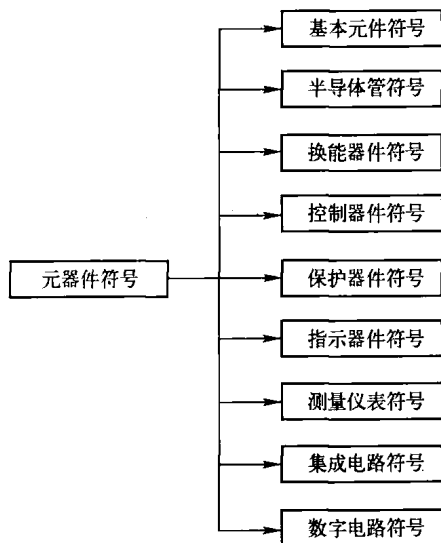


图 1-6 元器件符号的种类

(2) 绘图符号包括导线、波形、连接、接地、限定、轮廓、电压和电流的种类、运动和流动方向的符号等，如图 1-7 所示。

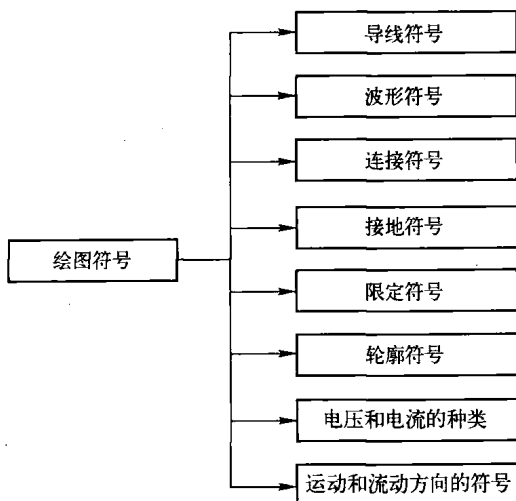


图 1-7 绘图符号的种类