

零起步巧学  
电工技术丛书

# 零起步巧学

## 电工识图

杨清德 编著



中国电力出版社

[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

零起步巧学  
电工技术丛书

# 零起步巧学

## 电工识图

杨清德 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

中国电力出版社用电

## 内 容 提 要

目前,由于国家大力提倡农村剩余劳动力转移,工人技术入门和培训的书籍目前是比较需要的。根据这部分读者的特点,特编写了本套丛书。本书从一个无专业基础的人要学电工技术的角度编写,在编写的过程中多用图表来讲解,重点讲如何巧学、巧用。本套丛书包括《零起步巧学电动机使用、维护与检修》、《零起步巧学万用表使用与维护》、《零起步巧学电工工具的使用与维护》、《零起步巧学电工识图》和《零起步巧学低压电控系统》等。

本书为其中的一本。主要介绍了电气工程制图与识图基础知识、用软件绘制电路图的方法,识读仪表与保护电路图、供电系统图、机电设备电气图和建筑电气工程图等内容,以看图实例、识图口诀为载体,详细介绍了各种电路图的识图方法和要领。穿插有知识链接、技能提高、知识点拨等小栏目,以增加趣味性,提高可读性;各章配有思考题,供读者检查和巩固所学知识。

本书通俗易懂,适合于电工初学者阅读,可作为培训教材,也可供职业学校电工、电子专业师生参考。也可供有一定经验的电工技术人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

零起步巧学电工识图 / 杨清德编著. —北京:中国电力出版社, 2009

(零起步巧学电工技术丛书)

ISBN 978-7-5083-8134-3

I. 零… II. 杨… III. 电路图—识图法 IV. TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 190640 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

\*

2009 年 4 月第一版 2009 年 4 月北京第一次印刷

880 毫米×1230 毫米 32 开本 11.375 印张 354 千字

印数 0001—4000 册 定价 22.00 元

## 敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失  
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

# 致读者

亲爱的读者、作者朋友们：

您好！自我社用电技术出版中心成立以来，一路得到广大读者、作者朋友们的关心和支持。作为出版工作者，我们深刻地意识到读者与作者在出版工作中的重要作用，因此，我们一贯的工作宗旨就是服务读者、帮助作者。如何把作者的创作与读者的需求联系起来，急读者所需，忧作者所想，更好地帮助作者写出更多、更好、真正反映读者需求的图书，是我们一直在思考的问题与难题。

为此，我们特写此信，致广大读者与作者，以期加强沟通，集思广益，完善我们的出版工作，更好的为读者、作者服务。

## 致读者

如果您阅读我社的图书之后，对图书的内容或者结构等方面有任何感想或建议，请与我们联系。如果您觉得电工、自动化等专业的图书，有哪些方面的内容是您所需要的，而图书市场为空白，需要出版，请与我们联系。如果您对我社其他方面的发展有何建议，也欢迎与我们联系。我们将虚心接受您的意见或者建议，并及时地、针对性地调整我们的图书内容或者出版思路。

## 致作者

如果您是一名成熟的作者，请与我们联系，我们需要您的支持，互通有无，优化选题，争取通过共同的努力，出版更多深受读者欢迎的图书；如果您没有写作经历，但有写作的想法或者宝贵的工作经验，不管成熟与否，也竭诚欢迎您与我们联系，以便共同完善写作思路，把您的宝贵经验通过出版与更多的读者分享。

您可以通过以下任何一种联系方式与我们沟通：

- 电话：010-63416214
- 编辑：马淑范
- Email: xiaoma1809@163.com 或者 ma\_shufan@cepp.com.cn
- 传真：010-63416665
- 通信地址：北京宣武区白广路二条一号综合楼912房间
- 中国电力出版社用电技术出版中心
- 邮编：100761



## 前言

Preface

基于当前大量农民工就业、在职职工转岗就业、毕业生择业上岗和有志青年自学成才急需电工技术入门读物的需求,由中国电力出版社策划并组织有关专家、学者编写了《零起步巧学电工技术丛书》。

电工技术是一门知识性、实践性和专业性都比较强的实用技术,其应用领域较广,各个行业及各个岗位涉及到的技术各有侧重。为此,本丛书在编写时充分考虑了多数电工初学者的个体情况,以一个无专业基础的人从零起步初学电工技术的角度,将初学电工的必备知识和技能进行归类、整理和提炼,并选择了近年来中小型企业电工紧缺岗位从业人员必备的几个技能侧重点,用通俗的语言,多用图、表来讲解,重点讲如何巧学、巧用,回避了一些实用性不强的理论阐述,以便让文化程度不高的读者能通过直观、快捷的方式学好电工技术,为今后工作和进一步学习打下基础。书中穿插了“知识链接”、“知识点拨”、“技能提高”等板块,以增加趣味性,提高可读性;每章之后设计了思考题,以留给读者较大的思维空间和探索空间。

本套丛书第一主编由杨清德担任,他是国家级重点职业学校的重庆市市级骨干教师、维修电工高级技师、国家职业技能鉴定高级考评员、工程师,发表文章四百余篇,出版专著十余本,是从事职业技术教育二十余年的专家和多家企业的技术顾问,具有丰富的教学经验和实践经验。在杨清德老师的组织下,由杨清德、胡萍、杨卓荣、余明飞、康娅、黎平、成世兵、谭光明、胡大华等同志组成丛书编委会(谭光明主要负责资料收集和部分插图的计算机绘制),分工合作编写了这套适合于初学者阅读的丛书,包括《零起步巧学巧用万用表》、《零起步巧学巧用电工工具》、《零起步巧学电工识图》、《零起步巧学低压电控系统》、《零起步巧学电动机使用、维护与检修》等5本。为帮助读者能尽可能多地获取近年来的电工技术新知识,本丛书在编写过程中,吸取了许多书籍

的精华,借鉴了众多电气工作者的成功经验,在此向原作者表示真诚的感谢。

《零起步巧学电工识图》是本丛书中的一本,由杨清德编著,谭光明同志编写第3章的部分内容。

电气图是沟通电气设计人员、安装人员、操作人员的工程语言,是进行技术交流的重要手段。会看图、能看懂图是对电工初学者的基本能力要求。本书主要介绍了电气工程图制图与识图基础知识、用软件绘制电路图的方法,识读仪表与保护电路图、供配电系统图、机电设备电气图和建筑电气工程图等内容,以看图实例、识图口诀为载体,详细介绍了各种电路图的识图方法和要领。本书涉及到的工程图比较多,读者可根据自己的实际工作需要,选学书中的部分内容。

本书通俗易懂,适合于电工初学者阅读,可作为培训教材,也可供职业学校电工、电子专业师生参考,亦可供有一定经验的电工技术人员参考。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免存在缺点和错漏,敬请各位读者多提意见和建议,盼赐教至 [yqd611@163.com](mailto:yqd611@163.com),以期再版时修改。

编者

# 目 录

Contents

## 前言

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 第1章 电工识图重基础 .....                | 1   |
| 1.1 电气符号 .....                   | 1   |
| 1.2 工程图纸的基本规定 .....              | 18  |
| 1.3 建筑施工图中的有关规定 .....            | 24  |
| 1.4 连接线 .....                    | 27  |
| 1.5 电工常用的电气图 .....               | 29  |
| 第2章 制图识图守规范 .....                | 43  |
| 2.1 电气制图的一般规则 .....              | 43  |
| 2.2 “五结合法”和“五步法”识读电气图 .....      | 56  |
| 2.3 电子电路图的识读 .....               | 65  |
| 第3章 学用软件绘制电气图 .....              | 76  |
| 3.1 用 Windows 软件绘制电路图 .....      | 76  |
| 3.2 用 Protel 99 SE 软件绘制电路图 ..... | 80  |
| 第4章 仪表与保护电路识图有妙招 .....           | 110 |
| 4.1 仪表测量电路 .....                 | 110 |
| 4.2 保护电路 .....                   | 130 |
| 第5章 理清供配电系统电气图 .....             | 140 |
| 5.1 电力系统电气图 .....                | 140 |
| 5.2 一次系统图 .....                  | 144 |
| 5.3 二次回路图 .....                  | 167 |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 第 6 章 常用机电设备电气图心中有数 ..... | 190 |
| 6.1 机电设备控制电气图 .....       | 190 |
| 6.2 电动机控制电路图 .....        | 201 |
| 6.3 机床控制系统电气图 .....       | 218 |
| 6.4 起重机控制系统电气图 .....      | 248 |
| 6.5 PLC 控制系统电气图 .....     | 263 |
| 第 7 章 胸有成竹看建筑电气工程图 .....  | 272 |
| 7.1 建筑电气工程图基础知识 .....     | 272 |
| 7.2 建筑安装平面图 .....         | 276 |
| 7.3 动力与照明电气工程图 .....      | 290 |
| 7.4 建筑弱电工程图 .....         | 324 |
| 参考文献 .....                | 355 |



# 第 1 章



## 电工识图重基础

电气图是沟通电气设计人员、安装人员、操作人员的工程语言，是进行技术交流不可缺少的重要手段。要做到会看图和看懂图，必须从有关电气图的基础知识，如电气符号、电气绘图的基本规定、连接线、技术说明和常用电气图等知识入门，为看图打下基础。

### 1.1 电气符号

电路图必须采用国家规定的统一的图形符号和文字符号来表示电气元件的不同种类、规格及安装方式。其电气符号一般包括文字符号、图形符号和回路标号。

#### 1.1.1 文字符号

文字符号用来表示电气设备、装置、元器件种类及功能的字母代码，分为基本文字符号和辅助文字符号两种。

##### 一、基本文字符号

基本文字符号有单字母符号和双字母符号两种表达方式。

(1) 单字母符号用拉丁字母将各种电气设备、电器元件分为 23 大类。每大类用一个专用字母符号表示，如“C”表示电容器类，“R”表示电阻类。其中，“I”、“O”容易和阿拉伯数字“1”、“0”混淆，不允许使用；字母“J”未使用。

(2) 双字母符号由一个表示种类的单字母符号后面加一个字母组成，如“GB”表示蓄电池，其中，“G”为电源的单字母符号。又如“GS”表示同步发电机，其中，“G”为电源的单字母符号，“S”为同步发电机的

英文名称的首字母。

常用基本文字符号见表 1-1 所示。

表 1-1 常用基本文字符号举例

| 名 称         | 单字母符号 | 多字母符号  | 名 称   | 单字母符号 | 多字母符号  |
|-------------|-------|--------|-------|-------|--------|
| 发电机         | G     |        | 电流表   | A     |        |
| 励磁机         | G     | GE     | 电压表   | V     |        |
| 电动机         | M     |        | 功率因数表 |       | cos    |
| 绕组          | W     |        | 电磁铁   | Y     | YA     |
| 变压器         | T     |        | 电磁阀   | Y     | YV     |
| 隔离变压器       | T     | TI (N) | 牵引电磁铁 | Y     | YA (T) |
| 电流互感器       | T     | TA     | 插头    | X     | XP     |
| 电压互感器       | T     | TV     | 插座    | X     | XS     |
| 电抗器         | L     |        | 端子板   | X     | XT     |
| 开关          | Q、S   |        | 信号灯   | H     | HL     |
| 断路器         | Q     | QF     | 指示灯   | H     | HL     |
| 隔离开关        | Q     | QS     | 照明灯   | E     | EL     |
| 接地开关        | Q     | QG     | 电铃    | H     | HA     |
| 行程开关        | S     | SP     | 蜂鸣器   | H     | HB     |
| 脚踏开关        | S     | SF     | 测试插孔  | X     | XJ     |
| 按钮          | S     | SB     | 蓄电池   | G     | GB     |
| 接触器         | K     | KM     | 合闸按钮  | S     | SB (L) |
| 交流接触器       | K     | KM (A) | 跳闸按钮  | S     | SB (I) |
| 直流接触器       | K     | KM (D) | 试验按钮  | S     | SB (E) |
| 星-三角<br>启动器 | K     | KS (D) | 检查按钮  | S     | SB (D) |
| 继电器         | K     |        | 启动按钮  | S     | SB (T) |
| 避雷器         | F     | FA     | 停止按钮  | S     | SB (P) |
| 熔断器         | F     | FU     | 操作按钮  | S     | SB (O) |

## 二、辅助文字符号

辅助文字符号用来表示电气设备、装置和元器件及线路的功能、状态和特征，通常由英文单词的前一两个字母构成。如“SYN”表示同步，“L”表示限制，“RD”表示红色，“F”表示快速。

常用辅助文字符号见表 1-2。

表 1-2 常用辅助文字符号

| 名 称  | 单字母符号 | 多字母符号 | 名 称 | 单字母符号 | 多字母符号 |
|------|-------|-------|-----|-------|-------|
| 交流   |       | AC    | 控制  | C     |       |
| 直流   |       | DC    | 制动  | B     | BRK   |
| 电流   | A     |       | 闭锁  |       | LA    |
| 电压   | V     |       | 异步  |       | ASY   |
| 接地   | E     |       | 延时  | D     |       |
| 保护   | P     |       | 同步  |       | SYN   |
| 保护接地 | PE    |       | 运转  |       | RUN   |
| 中性线  | N     |       | 时间  | T     |       |
| 模拟   | A     |       | 高   | H     |       |
| 数字   | D     |       | 中   | M     |       |
| 自动   | A、A   | AUT   | 低   | L     |       |
| 手动   | M     |       | 升   | U     |       |
| 辅助   |       | AUX   | 降   | D     |       |
| 停止   |       | STP   | 备用  |       | RES   |
| 断开   |       | OFF   | 复位  |       | R     |
| 闭合   |       | ON    | 差动  | D     |       |
| 输入   |       | IN    | 红   |       | RD    |
| 输出   |       | OUT   | 绿   |       | GN    |
| 左    | L     |       | 黄   |       | YE    |
| 右    | R     |       | 白   |       | WH    |
| 正、向前 |       | FW    | 蓝   |       | BL    |
| 反    | R     |       | 黑   |       | BK    |

### 三、特殊用途文字符号

在电气图中，一些特殊用途的接线端子、导线等通常采用一些专用的文字符号。

例如：交流系统电源的第一、第二、第三相，分别用文字符号 L1、L2、L3 表示；交流系统设备的第一、第二、第三相，分别用文字符号 U、V、W 表示；直流系统电源的正极、负极，分别用文字符号 L+、L- 表

示；交流电、直流电分别用文字符号 AC、DC 表示；接地、保护接地、不接地保护分别用文字符号 E、PE、PU 表示。

在电路图中，文字符号组合的一般形式为

基本文字符号 + 辅助文字符号 + 数字序号

例如：KT1 表示电路中的第一个时间继电器；FU2 表示电路中的第二个熔断器。

#### 四、数字代码

文字符号除有字母符号外，还有数字代码。数字代码的使用方法主要有两种。

(1) 数字代码单独使用。数字代码单独使用时，表示各种元器件、装置的种类或功能，应按序编号，还要在技术说明中对代码意义加以说明。例如，电气设备中有熔断器、刀开关、接触器等，可用数字代表器件的种类，如“1”代表熔断器，“2”代表刀开关，“3”代表接触器等。另外，电路图中电气图形符号的连线处常标有数字，这些数字称为线号，线号是区别电路接线的重要标志。

(2) 数字代码与字母符号组合使用。将数字代码与字母符号组合起来使用，可说明同一类电气设备、元器件的不同编号。数字代码可放在电气设备、装置或元器件的前面或后面，放在前面通常表示同一图上不同回路，放在后面表示同一类设备、装置、元器件不是同一个。



#### 【技能提高】

#### 文字符号的使用

(1) 一般情况下编制电气图及电气技术文件时，应优先选用基本文字符号、辅助文字符号以及它们的组合。而在基本文字符号中，应优先选用单字母符号。当单字母符号不能满足要求时，可采用双字母符号。基本文字符号不能超过 2 位字母，辅助文字符号不能超过 3 位字母。

(2) 辅助文字符号可单独使用，也可将首位字母放在表示项目种类的

单字母符号后面组成双字母符号。

(3) 当基本文字符号和辅助文字符号不够用时,可按有关电气名词术语国家标准或专业标准中英文术语缩写加以补充。

(4) 文字符号可作为限定符号与其他图形符号组合使用,以派生出新的图形符号。

(5) 文字符号不适用于电气产品型号的编制与命名。



### 1.1.2 图形符号

图形符号是表示设备或概念的图形、标记或字符等的总称。图形符号是构成电气图的基本单元,电工把它比喻为技术文件中的“象形文字”。

#### 一、图形符号的几个概念

图形符号有以下几个概念。

(1) 基本符号。基本符号用来说明电路的某些特征,但不表示独立的电气元件。如“~”表示交流,“-”表示直流。

(2) 一般符号。一般符号是用来表示一类产品特征的一种简单图形,如“(M)”表示交流电动机,“8”表示双绕组变压器。

(3) 限定符号。限定符号是用来提供附加信息的一种加在其他图形符号上的符号,一般由具有一定方向的箭头、短横线或小圆点等构成,如图1-1所示。限定符号可以表示电量的种类、可变性、力和运动的方向、(流量与信号)流动方向等。限定符号一般不能单独使用。

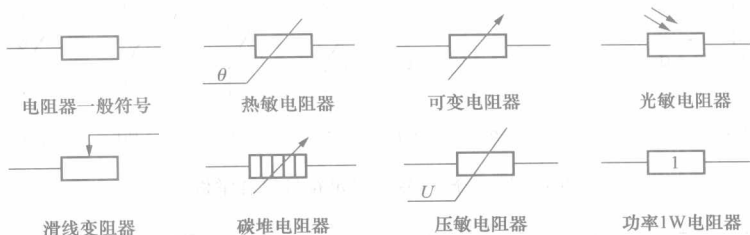


图1-1 限定符号应用举例

(4) 符号要素。符号要素是一种具有确定含义的简单图形,表示元件的轮廓或外表。它必须和其他图形符号一起构成完整的符号。

(5) 方框符号。方框符号用来表示元件、设备等的组合及其功能,并不给出它们的细节,也不反映它们间的任何连接关系,是一种简单的图形符号。

方框符号通常只用于电气概略图。方框符号及应用示例如图 1-2 所示。

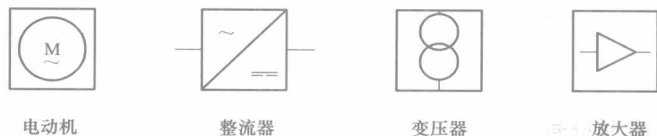


图 1-2 方框符号及应用示例

## 二、图形符号的构成形式

实际用于电气图中的图形符号的构成形式有以下几种。

(1) 一般符号 + 限定符号。如图 1-3 所示,将表示开关的一般图形符号,分别与接触器功能符号、断路器功能符号、隔离器功能符号、负荷开关功能符号等限定符号结合组成接触器图形符号、断路器图形符号、隔离开关图形符号、负荷开关图形符号。图 1-3 (a) 为开关一般符号;图 1-3 (b) 为接触器功能符号;图 1-3 (c) 为断路器功能符号;图 1-3 (d) 为隔离器功能符号;图 1-3 (e) 为负荷开关功能符号;图 1-3 (f) 为接触器图形符号;图 1-3 (g) 为断路器图形符号;图 1-3 (h) 为隔离开关图形符号;图 1-3 (i) 为负荷开关图形符号。

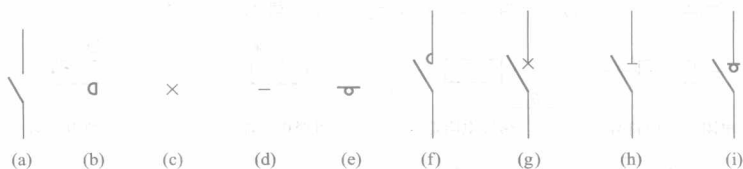


图 1-3 一般符号与限定符号组合举例

(2) 符号要素 + 一般符号。如图 1-4 所示,保护接地图形符号,由表示保护的符号要素与接地的一般符号组成。



图 1-4 符号要素与一般符号组合举例

(3) 符号要素 + 一般符号 + 限定符号。如图 1-5 所示为自动增益放大器的图形符号，它由表示功能单元的符号要素与表示放大器的一般图形符号、表示自动控制的限定符号以及文字符号 dB（作为限定符号）构成。



图 1-5 符号要素、一般符号和限定符号的组合举例

### 三、图形符号的分类

电气图形符号种类繁多，GB/T 4728《电气简图用图形符号》将其分为 11 类。

(1) 导线和连接器件。导线和连接器件包括各种导线、接线端子、端子和导线的连接、连接器件、电缆附件等。

(2) 无源元件。无源元件包括电阻器、电容器、电感器、铁氧体磁心、磁存储器矩阵、压电晶体、驻极体、延迟线等。

(3) 半导体管和电子管。半导体管和电子管包括二极管、三极管、晶闸管、电子管、辐射探测器等。

(4) 电能的发生和转换。电能的发生和转换包括绕组、发电机、电动机、变压器、变流器等。

(5) 开关、控制和保护装置。开关、控制和保护装置包括触点（触头）、开关、开关装置、控制装置、电动机启动器、继电器、熔断器、保护间隙、避雷器等。

(6) 测量仪表、灯和信号器件。测量仪表、灯和信号器件包括指示、

记录仪表、热电偶、遥测装置、电钟、传感器、灯、喇叭和电铃等。

(7) 电信交换和外围设备。电信交换和外围设备包括交换系统、选择器、电话机、电报和数据处理设备、传真机、换能器、记录和播放器等。

(8) 电信传输。电信传输包括通信电路、天线、无线电台及各种电信传输设备。

(9) 电力、照明和电信布置。电力、照明和电信布置包括发电站、变电站、网络、音响和电视的电缆配电系统、开关、插座引出线、电灯引出线、安装符号等，适用于电力、照明和电信系统的平面图。

(10) 二进制逻辑单元。二进制逻辑单元包括组合和时序单元、运算器单元、延时单元、双稳、单稳和非稳单元、位移寄存器、计数器和存储器等。

(11) 模拟单元。模拟单元包括函数器、坐标转换器、电子开关等。

此外，还有一些其他符号，如机械控制、操作件和操作方法、非电量控制、接地、接机壳和等电位、理想电路元件（电压源、电流源）、电路故障和绝缘击穿等。

#### 四、常用图形符号

电气图中涉及的符号很多，表 1-3 只是列举了一部分最常用的图形符号，旨在引导读者入门，为后面的学习奠定基础。

表 1-3 图 形 符 号 举 例

| 名 称  | 图形符号 | 文字符号 | 名 称        | 图形符号 | 文字符号 |
|------|------|------|------------|------|------|
| 动合触点 |      | SQ   | 欠压继电器线圈    |      | FV   |
| 动断触点 |      | SQ   | 过电流继电器线圈   |      | FA   |
| 复合触点 |      | SQ   | 继电器延时线圈    |      | SJ   |
| 启动按钮 |      | SB   | 通电延时线圈     |      | SJ   |
| 停止按钮 |      | SB   | 三相鼠笼式异步电动机 |      | M    |

续表

| 名 称   | 图形符号 | 文字符号 | 名 称        | 图形符号 | 文字符号 |
|-------|------|------|------------|------|------|
| 复合按钮  |      | SB   | 三相绕线式异步电动机 |      | M    |
| 接触器线圈 |      | KM   | 串励直流电动机    |      | M    |

### 五、图形符号表示的状态

图形符号所示状态均是在无电压、无外力作用时电气设备或电气元件所处的状态。继电器和接触器被驱动的动合触点都在断开位置，动断触点都在闭合位置；断路器和隔离开关在断开位置；带零位的手动开关在零位位置；不带零位的手动控制开关处于图中规定的位置。

事故、备用、报警等开关应表示在设备正常使用时的位置，如在特定的位置时，应在图上有说明。

机械操作开关或触点的工作状态与工作条件或工作位置有关，它们的对应关系应在图形符号附近加以说明，以便在看图时能较清楚地了解开关和触点在什么条件下动作，进而了解电路的原理和功能。按开关或触点类型的不同，采用不同的表示方法。

(1) 对非电或非人工操作的开关或触点，可用文字、坐标图形或操作器件简单符号来说明其工作状态，如图 1-6 所示。

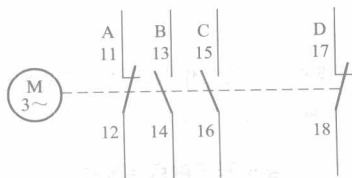


图 1-6 开关或触点运行方式用文字说明

A—在启动位置闭合；B—在  $100 < n < 200 \text{ r/min}$  时闭合；

C—在  $n \geq 1400 \text{ r/min}$  时闭合；D—未使用的一组触点

(2) 对多位操作开关，如组合开关、转换开关、滑动开关等，具有多个操作位置，其内部触点较多，旋钮在不同的操作位置上时，各触点