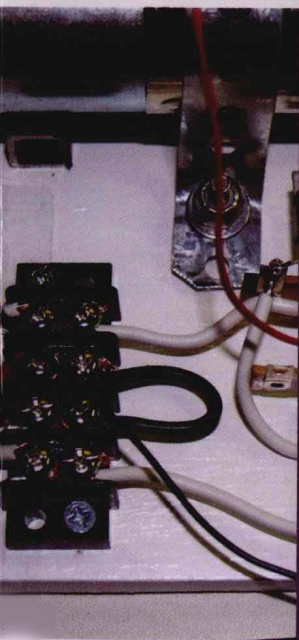



电工书架

陈家斌 主编

Electrician shelves

# 电工实用 电路精选



 河南科学技术出版社

## 内 容 提 要

本书精选的电工实用电路图包括电力配电系统接线图, 电气仪表安装接线图, 照明灯控制电路图, 电动机控制电路图, 电视、通信电路图, 家用电器电路图, 设备保护电路图, 安全报警电路图。书中对电路图中有关元器件作了介绍, 同时对每个图例的工作过程进行了介绍, 便于读者参阅。

本书适合广大的电气安装、维修人员以及技术管理人员和产品设计开发人员阅读, 也可供大中专院校师生参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

电工实用电路精选/陈家斌主编. —郑州: 河南科学技术出版社, 2009. 1

(电工书架)

ISBN 978 - 7 - 5349 - 3924 - 2

I. 电… II. 陈… III. 电路 - 基本知识 IV. TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 049395 号

---

出版发行: 河南科学技术出版社

地址: 郑州市经五路 66 号 邮编: 450002

电话: (0371) 65737028

网址: [www.hnstp.cn](http://www.hnstp.cn)

策划编辑: 孙 彤

责任编辑: 孙 彤

责任校对: 李 华 张景琴

封面设计: 张 伟

版式设计: 栾亚平

印 刷: 河南第一新华印刷厂

经 销: 全国新华书店

幅面尺寸: 140 mm × 202 mm 印张: 11.5 字数: 296 千字

版 次: 2009 年 1 月第 1 版 2009 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 1—6 000

定 价: 25.00 元

---

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与出版社联系调换。



# 前言

随着新时代的到来，科学技术不断推陈出新，电力技术的发展更是日新月异。电气设备不断更新换代，不断引进高新技术。这就需要电工队伍素质也必须跟上新时代的步伐，不断提高自身业务技术水平，熟悉和掌握各种新的、先进的电气设备及电路原理，这样才能胜任本职工作。为此，我们组织了一些电力生产第一线的专家，编写了这本《电工实用电路精选》，供广大电工学习参考。

本书从电工工作岗位的实际需要出发，选材广泛，力求电路类型齐全，以实用为目的，对电力设计人员、安装调试人员、运行维修人员，以及研发人员都有很高的参考价值。

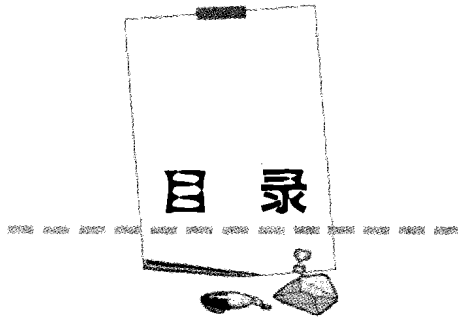
在编写的方法上，为了方便初学者，本书在介绍每个图例时，先介绍电器元件的结构原理、作用、性能参数、特点等，然后对电路的工作过程进行分析。由浅入深，通俗易懂。

在本书编写过程中，得到了电业部门有关领导及专家的大力支持和热情帮助，提供很多有价值的技术资料和建议，在此对他们表示衷心的感谢！

限于编者水平，书中不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编者

2008年5月



<b>第一章 电气图基本知识</b> .....	(1)
一、电气符号 .....	(1)
二、电气图的分类 .....	(9)
三、电气图的组成 .....	(11)
四、电气图的布局 .....	(12)
五、电气图上位置的表示方法 .....	(15)
六、电路的多线表示法和单线表示法 .....	(16)
七、电气图连接线的表示方法 .....	(17)
八、电气图连接线的连续表示法和中断表示法 ...	(18)
九、读电气图的基本要求 .....	(19)
十、读电气图的一般步骤 .....	(21)
<b>第二章 配电系统及照明电路</b> .....	(24)
<b>第一节 配电系统电路</b> .....	(24)
一、电力系统一次电路 .....	(24)
二、厂矿变配电系统一次电路 .....	(25)
三、工厂供电系统一次电路 .....	(27)
四、35 kV 深入工厂负荷中心的供电系统一次电路 .....	(28)
五、6~10 kV 配电所的工厂供电系统一次电路 ...	(28)
六、变电所单台变压器一次电路 .....	(30)

七、变电所两台主变压器一次电路 .....	(30)
八、车间高压配电一次接线电路 .....	(31)
九、工厂变电所或配电所一次电路 .....	(32)
十、几种高压配电线路 .....	(36)
十一、几种低压配电线路 .....	(38)
<b>第二节 动力配电线路 .....</b>	<b>(40)</b>
一、某车间动力电气线路布置图 .....	(40)
二、某锅炉房的动力供电系统平面布置图 .....	(42)
三、某车间动力平面图 .....	(45)
四、某机械加工车间动力平面图 .....	(46)
<b>第三节 照明电路 .....</b>	<b>(47)</b>
一、正常照明供电线路 .....	(47)
二、较重要工作场所照明供电线路 .....	(47)
三、重要工作场所照明供电线路 .....	(49)
四、特殊重要照明场所供电线路 .....	(50)
五、照明配电网络组成电路 .....	(50)
六、照明配电网络电路 .....	(51)
七、照明配电网络典型接线方式 .....	(52)
八、照明器具的图形及文字表示方法 .....	(54)
九、照明附件及其他电器的图形表示方法 .....	(57)
十、常用电器的图形表示方法 .....	(59)
十一、照明接线平面图 .....	(59)
十二、某风机房的照明系统图和平面图 .....	(63)
十三、某建筑物的照明配电系统图和平面图 .....	(65)
十四、高建筑物某层电气照明平面图和系统图 .....	(71)
十五、某实验室照明平面图 .....	(74)
<b>第三章 电气仪表测量接线电路 .....</b>	<b>(78)</b>
<b>第一节 电压、电流表测量电路 .....</b>	<b>(78)</b>
一、交流电压表测量三相交流电压接线电路 .....	(78)

---

二、交流电压表测量单相交流电压接线电路 .....	(79)
三、直流电压表测量接线电路 .....	(79)
四、直流电流表测量接线电路 .....	(80)
五、交流电流表测量接线电路 .....	(81)
六、三相交流电流表测量接线电路 .....	(81)
七、监视电动机运行的电流表切换电路 .....	(82)
八、单相电能表顺入式接线电路 .....	(84)
九、单相电能表跳入式接线电路 .....	(85)
十、带电流互感器电能表的接线电路 .....	(85)
十一、三相三线 $60^\circ$ 无功电能表的接线电路 .....	(86)
十二、三相三线制电能表的接线电路 .....	(87)
十三、三相四线制电能表的接线电路 .....	(88)
十四、用单相功率表测量三相四线制电源功率的接线电路 .....	(88)
十五、用单相功率表测量三相三线制电源功率的接线电路 .....	(89)
十六、用单相功率表测量单相交流电的接线电路 .....	(90)
十七、用三相功率表测量三相电路功率的接线电路 .....	(90)
<b>第四章 照明灯控制电路 .....</b>	<b>(92)</b>
一、一只单联开关控制一只照明灯电路 .....	(92)
二、用单联开关控制多只照明灯电路 .....	(93)
三、两只一位双联开关控制一只照明灯电路 .....	(93)
四、用双控开关三地控制一只照明灯电路 .....	(96)
五、多地独立控制 1 盏灯电路 .....	(98)
六、用二极管和双联开关控制 1 盏照明灯电路 ...	(100)
七、1 只开关控制 2 组灯电路 .....	(100)
八、多个开关控制 1 盏灯电路 .....	(101)

九、光控和声控走道照明灯延时关断电路	(103)
十、路灯自动光控电路	(107)
十一、用晶体管构成的路灯自动光控电路	(108)
十二、声控照明电路	(109)
十三、无级调光灯电路	(111)
十四、用转换开关调光灯电路	(113)
十五、用晶闸管调光灯电路	(114)
十六、渐亮、渐暗电灯开关电路	(115)
十七、触摸式开关控制照明灯电路	(117)
十八、荧光灯安装电路	(117)
十九、四线镇流器组成的荧光灯电路	(119)
二十、低温低压启动的荧光灯电路	(119)
二十一、光控启辉器工作的荧光灯电路	(120)
二十二、荧光灯亮度调整电路	(121)
二十三、具有无功功率补偿的荧光灯电路	(122)
二十四、快速启动的荧光灯电路	(122)
二十五、电子灭蚊灯电路	(123)
二十六、黑光灯电路	(124)
二十七、镇流器式高压汞灯电路	(125)
二十八、钠灯电路	(126)
二十九、触摸式三状态照明灯电路	(127)
<b>第五章 电动机控制电路</b>	<b>(130)</b>
一、异步电动机用接触器控制点动电路	(130)
二、异步电动机用接触器控制自锁电路	(131)
三、异步电动机具有过载保护的自锁电路	(132)
四、异步电动机重载启动控制电路	(132)
五、异步电动机因电压波动停车控制电路	(134)
六、异步电动机正反转控制电路	(136)
七、用按钮控制异步电动机正反转电路	(138)

---

八、用按钮、接触器控制的异步电动机正反转电路 .....	(140)
九、用接触器控制的三相鼠笼异步电动机的 Y - $\Delta$ 降压启动电路 .....	(141)
十、用时间继电器控制的三相异步电动机 Y - $\Delta$ 降压启动控制电路 .....	(141)
十一、具有弧光短路保护的三相异步电动机 Y - $\Delta$ 降压启动控制电路 .....	(143)
十二、三相异步电动机自耦降压启动控制电路 ...	(145)
十三、采用时间继电器熄弧的三相异步电动机自耦降压启动控制电路 .....	(147)
十四、用晶闸管控制的三相异步电动机自耦降压启动控制电路 .....	(148)
十五、三相鼠笼异步电动机的机械制动控制电路 .....	(150)
十六、异步电动机单向运行反接制动控制电路 ...	(151)
十七、异步电动机双向运行反接制动控制电路 ...	(152)
十八、异步电动机单向运行能耗制动控制电路 ...	(155)
十九、异步电动机双向运行能耗制动控制电路 ...	(156)
二十、异步电动机单向运行用速度继电器控制的能耗制动电路 .....	(157)
二十一、异步电动机双向运行用速度继电器控制的能耗制动电路 .....	(158)
二十二、绕线型异步电动机串电阻启动控制电路 .....	(159)
二十三、绕线型电动机转子绕组串联频敏变阻器的启动控制电路 .....	(161)
二十四、绕线型异步电动机的正反转与调速电路 .....	(162)



	二十五、用机械设备限位控制电路 .....	(165)
	二十六、工作台自动往返控制电路 .....	(166)
	二十七、并励直流电动机单向运转启动电路 ...	(167)
	二十八、并励直流电动机正反转控制电路 .....	(168)
	二十九、串励直流电动机正反转控制电路 .....	(169)
	三十、并励直流电动机单向运转能耗制动电路 ...	(169)
	三十一、并励直流电动机正反向启动和能耗制动 电路 .....	(171)
	三十二、并励直流电动机反接制动电路 .....	(172)
	三十三、直流电动机调速电路 .....	(174)
<b>第六章</b>	<b>常用电器具电路 .....</b>	<b>(175)</b>
	一、交流电焊机控制电路 .....	(175)
	二、具有缺相保护的空气压缩机压力控制电路 ...	(176)
	三、空气压缩机压力控制电路 .....	(177)
	四、异步发电机电路 .....	(179)
	五、电动葫芦控制电路 .....	(181)
	六、混凝土搅拌机控制电路 .....	(183)
	七、QTZ-60 型塔式起重机控制电路 .....	(185)
	八、5 t 桥式起重机电路 .....	(189)
	九、电瓶铲车控制电路 .....	(193)
	十、水箱自动放水电路 .....	(196)
	十一、大型水塔自动供水电路 .....	(197)
	十二、水塔和水井并联自动控制电路 .....	(199)
<b>第七章</b>	<b>电视、通信电路 .....</b>	<b>(201)</b>
	一、电视共用天线系统主要设备电路 .....	(201)
	二、电视系统图常用图形符号 .....	(205)
	三、共用天线电视系统示意图 .....	(206)
	四、住宅楼电视共用天线工程图 .....	(211)
	五、共用天线电视工程平面图 .....	(213)

---

六、综合楼电视共用天线工程图 .....	(214)
七、闭路电视监控系统图 .....	(215)
八、电话系统工程图 .....	(222)
九、扩声与音响工程图 .....	(227)
<b>第八章 家用电器电路 .....</b>	<b>(237)</b>
一、洗衣机电路 .....	(237)
二、双桶洗衣机电路 .....	(240)
三、“新水流”洗衣机电路 .....	(241)
四、机械程控全自动洗衣机电路 .....	(242)
五、微电脑控制全自动滚筒洗衣机电路 .....	(245)
六、电热式空调器电路 .....	(250)
七、热泵式空调器电路 .....	(254)
八、微电脑控制空调器室外机接线电路 .....	(255)
九、微电脑控制空调器室内机接线电路 .....	(256)
十、电冰箱控制电路 .....	(256)
十一、电饭锅电路 .....	(261)
十二、电吹风电路 .....	(263)
十三、电熨斗电路 .....	(265)
十四、电热水瓶电路 .....	(266)
<b>第九章 设备保护电路 .....</b>	<b>(269)</b>
一、交流电动机缺相保护电路 .....	(269)
二、异步电动机 Y- $\Delta$ 启动缺相保护电路 .....	(271)
三、异步电动机自耦降压启动缺相保护电路 .....	(274)
四、电动机用负温度系数热敏电阻 (NTC) 保护 电路 .....	(275)
五、电动机用正温度系数热敏电阻 (PTC) 保护 电路 .....	(277)
六、单相异步电动机正温度系数热敏电阻 (PTC) 保护电路 .....	(279)

七、电动机重负载启动用热继电器保护电路	… (280)
八、用熔丝保护电动机电路	…………… (283)
九、用固态断相继电器保护电动机电路	…………… (284)
十、用光电式断相保护器保护电动机电路	…………… (286)
十一、用自动开关作电动机过电流和断相保护电路	…………… (288)
十二、高压电动机相间短路及过流保护电路	… (289)
十三、高压电动机过流及接地保护电路	…………… (290)
十四、电动机低电压保护电路	…………… (291)
十五、电动机晶闸管式过电流保护电路	…………… (293)
十六、单相异步电动机过电流保护电路	…………… (293)
十七、直流电动机失磁保护电路	…………… (296)
十八、直流电动机过电流保护电路	…………… (296)
十九、水泵防空抽保护电路	…………… (297)
二十、钻床安全保护电路	…………… (298)
二十一、冲床安全保护电路	…………… (299)
<b>第十章 安全报警电路</b>	…………… (301)
一、触摸式防盗报警电路	…………… (301)
二、断线式防盗报警电路	…………… (303)
三、感应式防盗报警电路	…………… (304)
四、激光探测防盗报警电路	…………… (305)
五、传感式防盗报警电路	…………… (306)
六、汽车防盗报警电路	…………… (307)
七、摩托车防盗报警电路	…………… (308)
八、电缆线防盗割报警电路	…………… (310)
九、电力电路防盗割报警电路	…………… (311)
十、火灾报警电路	…………… (313)
十一、防触电报警电路	…………… (315)
十二、感应式高压安全警示电路	…………… (316)

---

十三、可燃气体检测报警电路 .....	(318)
十四、瓦斯气体超限报警电路 .....	(321)
十五、危险区域警示器电路 .....	(322)
十六、保安系统工程电路 .....	(324)
十七、消防系统工程电路 .....	(339)
<b>参考文献</b> .....	<b>(349)</b>

# 第一章 电气图基本知识

电气图是用各种符号、带注释的围框、简化的外形表示系统、设备、装置、元件的相互关系或连接关系的一种图。电气图阐述电气设备的工作原理，描述电气产品的构成和功能，用来指导各种电气设备、电路的安装接线。它是沟通电气设计人员、安装人员、操作人员与电气工程的语言，是进行技术交流的途径。

要做到读懂图，首先必须掌握电气图知识，即应该了解电气图的组成、种类、特点以及在工程中的作用，了解各种电气图形符号，了解常用的建筑图形符号，了解绘制电气图的一些规则，以及了解识图的基本方法和步骤等。

## 一、电气符号

电气符号包括图形符号、文字符号、项目代号和回路标号等，它们相互关联，互为补充，以图形和文字的形式从不同角度为电气图提供了各种信息。

1. 图形符号 电气图形符号用于图样或其他文件，以表示设备（如变压器）或概念（如接地）的图形、标记或字符。正确地、熟练地理解、绘制和识别各种电气图形符号是电气制图与识图的基本功。

(1) 电气图形符号的概念：图形符号由符号要素、一般符号和限定符号组成。

1) 符号要素：它是指一种具有确定意义的简单图形，表示轮廓或外壳。符号要素必须同其他图形符号组合，以构成表示一个设备或概念的完整符号。

2) 一般符号：它是用以表示一类产品或此类产品特征的一种简单符号。一般符号可直接应用，也可加上限定符号使用。

3) 限定符号：它是指用来提供附加信息的一种加在其他图形符号上的符号。限定符号一般不能单独使用，但一般符号有时也可用做限定符号。

限定符号的应用使图形符号更具有多样性。例如，接触器的动合主触头的符号（图 1-1），就是由接触器的触点功能符号（限定符号）和动合触点（常开）符号（一般符号）组合而成的。再如，在电阻器一般符号的基础上，分别加上不同的限定符号，则可得到可变电阻器、滑线变阻器、压敏（ $U$ ）电阻器、热敏（ $\theta$ ）电阻器、光敏电阻器等。

电气图形符号还有一种方框符号。用以表示设备、元件间的组合及功能。它既不给出设备或元件的细节，又不反映它们之间的任何联系，是一种简单的图形符号，通常只用于系统图或框图。方框符号的外形轮廓一般应为正方形，如图 1-2 所示。

## (2) 图形符号的应用：

1) 用图形符号表示的状态：图形符号是按未得电、无外力作用的“自然状态”画成的。例如，开关未合闸；继电器、接触器的线圈未得电，其被驱动的动合触点处于断开位置，而动断触点处于闭合位置；断路器和隔离开关处于断开位置；带零位的手动开关处于零位位置，不带零位的手动开关处于图中规定的位置。

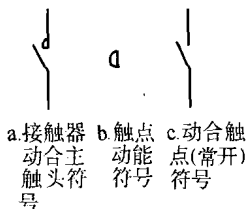


图 1-1 接触器动合主触头符号组成

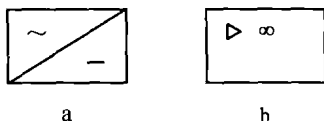


图 1-2 方框符号

置。

2) 采用优选形符号：某些设备或电器元件有几个图形符号，在选用时应尽可能采用优选形，用最简单的形式，在同类图中应使用同一种形式。

3) 突出主次：为了突出主次和区别不同用途，对相同的图形符号，其符号尺寸大小、线条粗细依国家标准可放大与缩小。但在同一张图样中，同一符号的尺寸应保持一致，各符号间及符号本身比例应保持不变。

4) 符号方位：标准中示出的符号方位，在不改变符号含义的前提下，可根据图面布置的需要旋转或成镜像位置，但文字和指示方向不得倒置。

有方位规定的图形符号为数很少，但其中在电气图中占重要位置的各类开关、触点，当符号呈水平形式布置时，应下开上闭；当符号呈垂直布置时，应左开右闭，如图 1-3 所示。

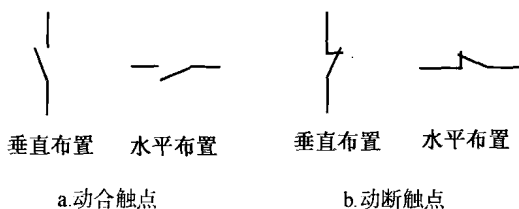


图 1-3 开关、触点符号的方位

5) 图形符号的引线：图形符号所带的连接线不是图形符号的组成部分，引线可取不同的方向。例如图 1-4 所示的变压器和整流器中的引线可以改变方向。

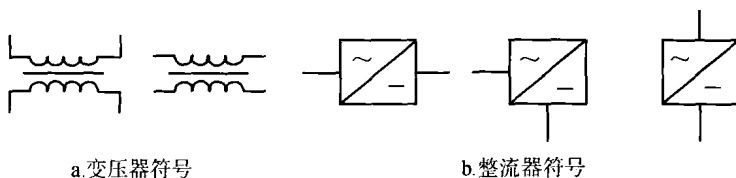


图 1-4 符号引线方向改变示例

6) 大多数符号都可以加上补充说明和标记,有些具体电器元件的符号由设计者根据国家标准的符号要素、一般符号和限定符号组合而成。国家标准未规定的图形符号,可根据实际需要,按突出特征、结构简单、便于识别的原则进行设计,但需要报国家标准局备案。当采用其他来源的符号或代号时,必须在图样和文件上说明其含义。

2. 文字符号 电气用文字符号是表示电气设备、装置、电器元件的名称、状态和特征的字符代码。

(1) 文字符号的用途:为项目代号提供电气设备、装置和电器元件种类字符代码和功能代码。作为限定符号与一般图形符号组合使用,以派生新的图形符号。在技术文件或电气设备中表示电气设备及电路的功能、状态和特征。

(2) 文字符号的组成:文字符号分为基本文字符号和辅助文字符号两大类。文字符号可以用单一的字母代码或数字代码来表达,也可以用字母与数字组合的方式来表达。

1) 基本文字符号:主要表示电气设备、装置和电器元件的种类名称,分为单字母符号和双字母符号。

单字母符号用拉丁字母将各种电气设备、装置、电器元件划分为23个大类,每大类用一个大写字母表示。如“R”表示电阻器类,“S”表示开关类。对于标准中未列入8种分类的各种电器元件、电气设备,可以用字母“E”来表示。

双字母符号由一个表示大类的单字母符号与另一个字母组成,组合形式以单字母符号在前,另一字母在后的次序标出。例如,“G”表示电源类,“GB”表示蓄电池,“B”为蓄电池的英文名称(Battery)的首位字母。

标准给出的双字母符号不够使用时,可以自行增补。自行增补的双字母代号,可以按照专业需要编制成相应的标准,在较大范围内使用;也可以用设计说明书的形式在小范围内约定俗成,只应用于某个单位、部门或某项设计中。



2) 辅助文字符号：电气设备、装置和电器元件的种类名称用基本文字符号表示，而它们的功能、状态和特征用辅助文字符号表示，通常用表示功能、状态和特征的英文单词的前一二位字母构成，也可采用缩略语或约定俗成的习惯用法构成，一般不能超过三位字母。例如，表示“启动”，采用“START”的前两位字母“ST”作为辅助文字符号；而表示“停止（STOP）”的辅助文字符号必须再加一个字母“P”，称“STP”。

辅助文字符号也可放在表示种类的单字母符号后边组合成双字母符号，此时辅助文字符号一般采用表示功能、状态和特征的英文单词的第一个字母。如“GS”表示同步发电机，“YB”表示制动电磁铁等。某些辅助文字符号本身具有独立的、确切的含义，也可以单独使用。例如，“N”表示交流电源的中性线，“DC”表示直流电，“AC”表示交流电，“AUT”表示自动，“ON”表示开启，“OFF”表示关闭等。

3) 数字代码：数字代码的使用方法有两种。

①数字代码单独使用。单独使用时，表示各种电器元件、装置的种类或功能，须按序编号，还要在技术说明中对代码意义加以说明。例如，电气设备中有继电器、电阻器、电容器等，可用数字来代替电器元件的种类，如“1”代表继电器，“2”代表电阻器，“3”代表电容器。再如，开关有“开”和“关”两种功能，可以用“1”表示“开”，用“2”表示“关”。

电路图中电气图形符号的连线处经常有数字，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、电器元件的不同编号。数字代码可放在电气设备、装置或电器元件的前面或后面。例如，三个相同的继电器可以表示为“1KA、2KA、3KA”或“KA1、KA2、KA3”。

(3) 电气用文字符号的使用：