



# 经典 电工电路

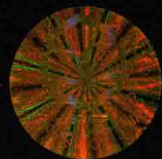
张伯虎 主编

全彩图解  
+  
视频教学

140段视频 • 140种电路



化学工业出版社



# 经典 电工电路

张伯虎 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书以电路实物图加视频讲解的方法分别讲解了电工单元电路与整机设计、电气设备原理、识图、布线接线与调试维修技术，主要内容有：电动机启动运行控制电路；电动机降压启动控制电路；电动机正反转控制电路；电动机制动控制电路；电动机调速电路；电动机保护电路；变频器应用及与 PLC 组合控制电路；配电电路；照明电路；典型应用控制电路；机床设备控制电路；附录部分还有 PLC、变频器的安装、接线、调试与检修，经典电气设备整机控制电路图等内容。章节中设有知识拓展，讲解了很多在实际应用中的注意事项及接线、布线的相关知识，视频教程讲解电路检修过程。

本书内容丰富，涉及知识面广，电路接线、布线实例的实用性强，是一本不可多得的集理论、实操于一体的电工书籍。本书可供电工、电子技术爱好者、电子类院校学生及设备维修、设计人员阅读。

## 图书在版编目 ( CIP ) 数据

经典电工电路 / 张伯虎主编. —北京: 化学工业出版社, 2019.3

ISBN 978-7-122-33648-4

I. ①经… II. ①张… III. ①电路-基本知识  
IV. ①TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 003639 号

责任编辑: 刘丽宏  
责任校对: 宋 玮

文字编辑: 陈 喆  
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 装: 北京新华印刷有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 23<sup>3</sup>/<sub>4</sub> 字数 564 千字 2019 年 6 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888

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: 99.00 元

版权所有 违者必究

此为试读, 需要完整 PDF 请访问: [www.ertongbook.com](http://www.ertongbook.com)

现代电工的工作内容不是简单的接接线、换换灯泡，真正的电工不但要学会电气电路分析，掌握电路组装、调试、检修，同时由于电工电子技术高速发展，新型电气控制电路不断产生，还要学会一些电子电路分析、自动化控制电路、电气控制编程应用等技术。因此，本书详细讲解了电气线路接线、电路原理分析维修以及自动化控制电路，其中电气实例中有实物电路接线布线组装、调试检修的过程；同时，本书设有知识拓展内容，并有典型设备的整机分析及电气图供读者参考。

本书有以下特点：

• **内容全面。**书中涉及电动机启动运行控制电路、电动机降压启动控制电路、电动机正反转控制电路、电动机制动控制电路、电动机调速电路、电动机保护电路、变频器应用及与PLC组合控制电路、配电电路、照明电路、典型应用控制电路、机床设备控制电路；附录部分还有变频器的安装、接线、调试与检修，经典电气设备整机控制电路图等内容。本书电路布线接线部分为实物接线图，非常直观，避免了枯燥无味的学习，读者在组装过程中按照图接线即可，有助于读者提高对电路理解与组装布线的兴趣。

• **拓展性强。**书中设有知识拓展内容，对电工电气组装及识图过程中的细节及注意事项进行了详细的分析，使电工在作业时使自己设计组装的电路更完美。

• **进阶编排，容易理解。**本书在内容安排方面，遵循了从典型单元电路到典型整机电路再到复杂大型设备电气控制线路的编排模式，循序渐进，使读者比较容易地理解电路原理，快速掌握组装、调试、检修的步骤，因此可使读者轻松入门。

• **基础起点低，语言通俗易懂。**由于本书采用进阶式编排，内容图文并茂且循序渐进，以电路基本原理分析、元件选择、电气线路实物接线及调试维修为主，因此只要有初中基础就能看懂学会书中讲解的知识。

• **配套视频讲解。**详细讲解了电路维修技能，部分内容设有电路分析及一些技巧，有如老师亲临指导。读者如有疑问，请发邮件到 [bh268@163.com](mailto:bh268@163.com) 或关注下方二维码，我们会尽快给您回复解答。

全书由张伯虎主编，参加本书编写的还有曹振华、张伯龙、张振文、赵书芬、王桂英、张校铭、曹祥、焦凤敏、张校珩、张胤涵、曹振宇、王俊华、曹铮、孔凡桂、孔祥涛、张书敏等。

本书内容丰富，涉及知识面广，电路制作实例的实用性强，可供电子技术爱好者、电子类院校学生及设备维修、设计人员阅读。

由于编者的水平有限，书中难免有不足之处，恳请广大读者批评指正。

编者



# 致读者


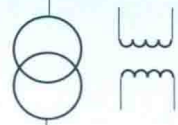


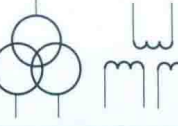
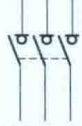

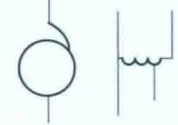


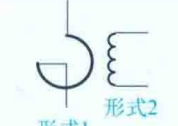

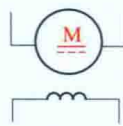
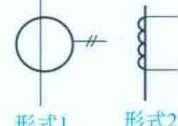

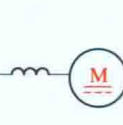
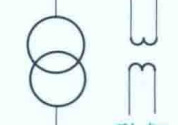

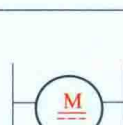
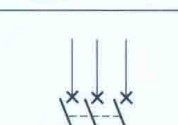

## ——电路必备视频课与八项常识

识读电气图，需弄清识图的基本要求，掌握好识图步骤，才能提高识图的水平，加快分析电路的速度。本部分内容旨在帮助读者初步掌握电气图的基本知识，熟悉电气图中常用的图形符号、文字符号、项目代号和回路标号，以及电气图的基本构成、分类和主要特点识读电气图的基本要求和基本步骤，为以后识读、绘制各类电气图提供总体思路和引导。

### 一、常用电气图形符号

电气图常用图形符号如表 1 所示。

表 1 电气图中常用的图形符号

图形符号	说明及应用	图形符号	说明及应用	图形符号	说明及应用
	发电机		双绕组变压器		隔离开关
	三相笼型感应电动机		三绕组变压器		负荷开关
	单相笼型感应电动机		自耦变压器		具有内装的测量继电器或脱扣器触发的自动释放功能的负荷开关
	三相绕线转子感应电动机		扼流圈、电抗器		手动操作开关的一般符号
	直流他励电动机		电流互感器脉冲变压器		具有动合触点且自动复位的按钮开关
	直流串励电动机		电压互感器		具有复合触点且自动复位的按钮开关
	直流并励电动机		断路器		操作器件的一般符号继电器、接触器的一般符号 具有几个绕组的操作器件，在符号内画与绕组数相等的斜线

续表

图形符号	说明及应用	图形符号	说明及应用	图形符号	说明及应用
	操作器件的一般符号继电器、接触器的一般符号 具有几个绕组的操作器件，在符号内画与绕组数相等的斜线		热继电器的热元件		接近开关的动触点
	接触器主动合触点		热继电器的动合触点		磁铁接近动作的接近开关的动合触点
	接触器主动断触点		热继电器的动断触点		通电延时时间继电器线圈吸合时，延时闭合的动合触点
	动合（常开）触点 该符号可作开关一般的符号		通电延时时间继电器线圈		通电延时时间继电器线圈吸合时，延时断开的动断触点
	动断（常闭）触点		位置开关的动合触点		断电延时时间继电器线圈
	先断后合的转换触点		位置开关的动断触点		熔断器式负荷开关
	具有动合触点且自动复位的拉拨开关		断延时时间继电器线圈释放时，延时闭合的动断触点		火花间隙
	具有动合触点但无自动复位的旋转开关		断延时时间继电器线圈释放时，延时断开的动合触点		避雷器
	位置开关先断后合的复合触点		接触敏感开关的动合触点		灯和信号灯的一般符号

续表

图形符号	说明及应用	图形符号	说明及应用	图形符号	说明及应用
	电喇叭		电阻器的一般符号		具有N型基极的单结晶体管
	熔断器的一般符号		可变(调)电阻器		NPN型晶体管
	熔断器式开关		稳压二极管		PNP型晶体管
	熔断器式隔离开关		半导体二极管的一般符号		反向晶体管
	压敏电阻器		热敏二极管		N沟道结型场效应晶体管
	热敏电阻器		光敏二极管		P沟道结型场效应晶体管
	光敏电阻器		发光二极管		N沟道耗尽型绝缘栅场效应晶体管
	电容器的一般符号		双向晶闸管		P沟道耗尽型绝缘栅场效应晶体管
	极性电容器		双向击穿二极管		N沟道增强型绝缘栅场效应晶体管
	电铃		双向二极管		P沟道增强型绝缘栅场效应晶体管
	具有热元件的气体放电管荧光灯起动机		具有P型基极的单结晶体管		桥式整流器

图形符号通常由符号要素、一般符号和限定符号组成。

① 符号要素 符号要素是一种具有确定意义的简单图形，通常表示电气元件的轮廓或外壳。它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，如接触器的动合主触点的符号 [如图 1 (a)]，就由接触器的触点功能符号 [如图 1 (b)] 和动合触点(常开)符号 [如图 1 (c)] 组合而成。符号要素不能单独使用，而通过不同形式组合后，即能构成多种不同的图形符号。



图1 接触器动合主触点符号组成

② 一般符号 一般符号用以表示某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。如“○”为电动机的一般符号，“□”为接触器或继电器线圈的一般符号。图2所示为一些常用元器件的一般符号。

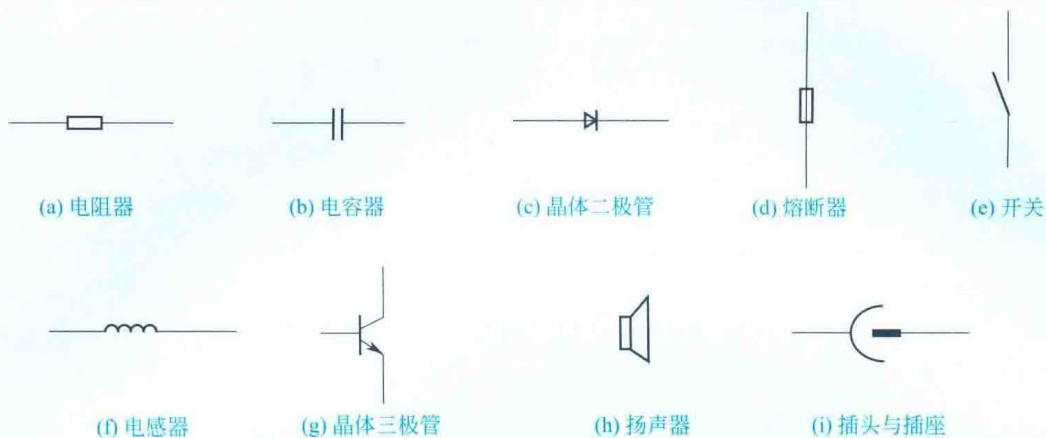


图2 常用元器件的一般符号

③ 限定符号 限定符号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，它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，但一般符号有时也可用作限定符号。由于限定符号的应用，图形符号更具有多样性。例如，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、滑动变阻器、压敏( $U$ )电阻器、热敏( $\theta$ )电阻器、光敏电阻器、碳堆电阻器、功率为1W的电阻器等，如图3所示。

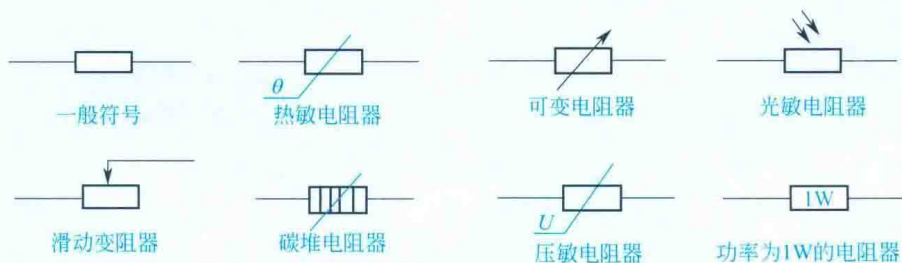


图3 限定符号的应用示例

④ 方框符号 电气图形符号还有一种方框符号，用以表示设备、元件间的组合及其功能。它既不给出设备或元件的细节，也不反映它们之间的任何关系，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为正方形，如图4所示。

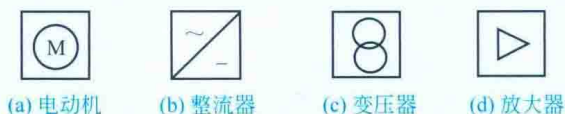


图4 方框符号的应用图例

**图形符号的使用规则：**图形符号所表示的状态均是在未得电或无外力作用时电气设备和电气元件所处的状态。例如，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。

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

机械开关或触点的工作状态与工作条件或工作位置有关，它们的对应关系在图形符号附近加以说明，以利识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。

## 二、文字符号

文字符号是表示电气设备、装置、电气元件的名称、状态和特征的字符代码，在电气图中，一般标注在电气设备、装置、电气元件上或其近旁。电气图中常用的文字符号见表2和表3。

**表2 常用电气文字符号**

单字母符号		双字母符号		
符号	种类	举例	符号	类别
D	二进制逻辑单元延迟器件、存储器件	数字集成电路和器件、延迟线、双稳态元件、单稳态元件、磁性存储器、寄存器磁带记录机、盒式记录机		
E	其他元器件	本表其他地方未提及的元件		
		光器件、热器件	EH	发热器件
			EL	照明灯
F	保护器件	熔断器、避雷器、过电压放电器件	EV	空气调节器
			FA	具有瞬时动作的限流保护器件
			FR	具有延时动作的限流保护器件
			FS	具有瞬时和延时动作的限流保护器件
			FU	熔断器
G	信号发生器、发电机、电源	旋转发电机、旋转变频机、电池、振荡器、石英晶体振荡器	FV	限压保护器件
			GS	同步发电机
			GA	异步发电机
			GB	蓄电池
H	信号器件	光指示器、声响指示器、指示灯	GF	变频器
			HA	声光指示器
			HL	光指示器
K	继电器、接触器		HL	指示灯
			KA	电流继电器
			KA	中间继电器
			KL	闭锁接触继电器
			KL	双稳态继电器
			KM	接触器

续表

单字母符号		双字母符号		
符号	种类	举例	符号	类别
K	继电器、接触器		KP	压力继电器
			KT	时间继电器
			KH	热继电器
			KR	簧片继电器
L	电感器、电抗器	感应线圈、线路限流器、电抗器（并联和串联）	LC	限流电抗器
			LS	启动电抗器
			LF	滤波电抗器
M	电动机		MD	直流电动机
			MA	交流电动机
			MS	同步电动机
			MV	伺服电动机
N	模拟集成电路	运算放大器、模拟 / 数字混合器件		
P	测量设备、试验设备	指示、记录、计算、测量设备，信号发生器、时钟	PA	电流表
			PC	（脉冲）计数器
			PJ	电能表
			PS	记录仪器
			PV	电压表
			PT	时钟、操作时间表
Q	电力电路的开关	断路、隔离开关	QF	断路器
			QM	电动机保护开关
			QS	隔离开关
			QL	负荷开关
R	电阻器	电位器、变阻器、可变电阻器、热敏电阻、测量分流器	RP	电位器
			RS	测量分流器
			RT	热敏电阻
			RV	压敏电阻
S	控制、记忆、信号电路的开关器件	控制开关、按钮、选择开关、限制开关	SA	控制开关
			SB	按钮
			SP	压力传感器
			SQ	位置传感器（包括接近传感器）
			SR	转速传感器
T	变压器	电压互感器、电流互感器	TA	电流互感器
			TM	电力变压器
			TS	磁稳压器
			TC	控制电路电力变压器
			TV	电压互感器

单字母符号		双字母符号		
符号	种类	举例	符号	类别
V	电真空器件、半导体器件	电子管、气体放电管、晶体管、晶闸管、二极管	VE	电子管
			VT	晶体三极管
			VD	晶体二极管
			VC	控制电路用电源的整流器
X	端子、插头、插座	插头和插座、端子板、连接片、电缆封端和接头测试插孔	XB	连接片
			XJ	测试插孔
			XP	插头
			XS	插座
			XT	端子板
Y	电气操作的机械装置	制动器、离合器、气阀	YA	电磁铁
			YB	电磁制动器
			YC	电磁离合器
			YH	电磁吸盘
			YM	电动阀
			YV	电磁阀

注：实际电路图中可根据实际需要参考此表标识或调整。

表3 常用电气辅助文字符号

H	高	RD	红	ADD	附加
L	低	GN	绿	ASY	异步
U	升	YE	黄	SYN	同步
D	降	WH	白	A (AUT)	自动
M	主	BL	蓝	M (MAN)	手动
AUX	辅	BK	黑	ST	启动
N	中	DC	直流	STP	停止
FW	正	AC	交流	C	控制
R	反	V	电压	S	停号
ON	开启	A	电流	IN	输入
OFF	关闭	T	时间	OUT	输出

### 文字符号的使用：

① 一般情况下，编制电气图及编制电气技术文件时，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，应优先选取用单字母符号，只有当单字母符号不能满足要求时方可采用双字母符号。基本文字符号不能超过两位字母，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规定的英文术语缩写进行补充。

④ 由于字母“I”“O”易与数字“1”“0”混淆，因此不允许用这两个字母作文字符号。

⑤ 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。

⑥ 文字符号一般标在电气设备、装置或电气元件的图形符号上或其近旁。

⑦ 文字符号不适于电气产品型号编制与命名。

### 三、项目代号

在电气图上，通常用一个图形符号表示的基本件、部件、组件、功能单元、设备、系统等，称为项目。项目有大有小，可能相差很多，大至电力系统、成套配电装置，以及发电机、变压器等，小至电阻器、端子、连接片等，都可以称为项目，因此项目具有广泛的概念。

项目代号是用以识别图、表图、表格中和设备上的项目种类，并提供项目的层次关系、实际位置等信息的一种特定的代码，是电气技术领域极为重要的代号。由于项目代号是以一个系统、成套装置或设备的依次分解为基础来编定的，它建立了图形符号与实物间一一对应的关系，因此可以用来识别、查找各种图形符号所表示的电气元件、装置和设备及其隶属关系、安装位置。

项目代号由高层代号、位置代号、种类代号、端子代号根据不同场合的需要组合而成，它们分别用不同的前缀符号来识别。前缀符号后面跟字符代码，字符代码可由字母、数字或字母加数字构成，其意义没有统一的规定（种类代号的字符代码除外），通常可以在设计文件中找到说明，大写字母和小写字母具有相同的意义（端子标记例外），但优先采用大写字母。一个完整的项目代号包括4个代号段，其名称及前缀符号见表4。

表4 项目代号段及前缀符号

分段	名称	前缀符号	分段	名称	前缀符号
第一段	高层代号	=	第三段	种类代号	—
第二段	位置代号	+	第四段	端子代号	:

① 高层代号 系统或设备中任何较高层次（对给予代号的项目而言）的项目代号，称为高层代号。由于各类子系统或成套配电装置、设备的划分方法不同，某些部分对其所属下一级项目就是高层。例如，电力系统对其所属带的变电所，电力系统的代号就是高层代号，但对该变电所中的某一开关（如高压继电器）的项目代号，则该变电所代号就为高层代号。因此，高层代号具有项目总代号的含义，但其命名是相对的。

② 位置代号 项目在组件、设备、系统或建筑物中实际位置的代号，称为位置代号。位置代号通常由自行规定的拉丁字母及数字组成，在使用位置代号时，应画出表示该项目位置的示意图。

③ 种类代号 种类代号是用于识别所指项目属于什么种类的一种代号，是项目代号中的核心部分。

④ 端子代号 端子代号是指项目（如成套柜、屏）内、外电路进行电气连接的接线端

子的代号。电气图中端子代号的字母必须大写。

电气接线端子与特定导线（包括绝缘导线）相连接时，规定有专门的标记方法。例如，三相交流电机的接线端子若与相位有关系时，字母代号必须是“U”“V”“W”并且与交流三相导线“L<sub>1</sub>”“L<sub>2</sub>”“L<sub>3</sub>”一一对应。电气接线端子的标记见表5，特定导线的标记见表6。

**表5 电气接线端子的标记**

电气接线端子的名称		标记符号	电气接线端子的名称	标记符号
交流系统	1相	U	接地	E
	2相	V	无噪声接地	TE
	3相	W	机壳或机架	MM
	中性线	N	等电位	CC
保护接地	PE			

**表6 特定导线的标记**

电气接线端子的名称		标记符号	电气接线端子的名称	标记符号
交流系统	1相	L <sub>1</sub>	保护接线	PE
	2相	L <sub>2</sub>	不接地的保护导线	PU
	3相	L <sub>3</sub>	保护接地线和中性线公用一线	PEN
	中性线	N	接地线	E
直流系统的电源	正	L <sub>+</sub>	无噪声接地线	TE
	负	L <sub>-</sub>	机壳或机架	MM
	中性线	L <sub>M</sub>	等电位	CC

**项目代号的应用：**为了根据电气图能够很方便地对电路进行安装、检修、分析或查找故障，在电气图上要标注项目代号。但根据使用场合及详略要求的不同，在一张图上的某一项目不一定都有4个代号段。如有的不需要知道设备的实际安装位置时，可以省掉位置代号；当图中所有高层项目相同时，可省掉高层代号而只需要另外加以说明。

## 四、回路标号

电路图中用来表示各回路种类、特征的文字和数字统称回路标号，也称回路线号，其用途为便于接线和查线。

### 1. 回路标号的一般原则

① 回路标号按照“等电位”原则进行标注，即电路中连接在同一点上的所有导线具有同一电位而应标注相同的回路标号。

② 由电气设备的线圈、绕组、电阻、电容、各类开关、触点等电气元件分隔开的线段，应视为不同的线段，标注不同的回路标号。

③ 在一般情况下，回路标号由3位或3位以下的数字组成。

### 2. 直流回路标号

在直流一次回路中，用个位数字的奇、偶数来区别回路的极性，用十位数字的顺序来区分回路中的不同线段，如正极回路用11、21、31、…顺序标号。用百位数字来区分不同供



对于同类型的三相用电器，在其首端、尾端标记字母 U、V、W 前冠以数字来区别，即用  $1U_1$ 、 $1V_1$ 、 $1W_1$  与  $2U_1$ 、 $2V_1$ 、 $2W_1$  来标记两个同类型的三相用电器的首端，用  $1U_2$ 、 $1V_2$ 、 $1W_2$  与  $2U_2$ 、 $2V_2$ 、 $2W_2$  来标记两个同类型的三相用电器的尾端。

电动机动力电路的标号应从电动机绕组开始，自下而上标号。以电动机  $M_1$  的回路为例，电动机定子绕组的标号为  $1U_1$ 、 $1V_1$ 、 $1W_1$ ，热继电器  $FR_1$  的上接线端为另一组导线，标号为  $1U_{11}$ 、 $1V_{11}$ 、 $1W_{11}$ ；经接触器 KM 主触点的静触点，标号变为  $1U_{21}$ 、 $1V_{21}$ 、 $1W_{21}$ ；再与熔断器  $FU_1$  和电源开关的动触点相接，并分别与  $L_{11}$ 、 $L_{12}$ 、 $L_{13}$  同电位，因此不再标号。电动机  $M_2$  的主回路的标号可依次类推。由于电动机  $M_1$ 、 $M_2$  的主回路共用一个电源，因此省去了其中的百位数字。若主电路为直流回路，则按数字的个位数的奇偶性来区分回路的极性，正电源则用奇数，负电源则用偶数。

② 辅助（二次）回路的标号 以压降元件为分界，其两侧的不同线段分别按其个位数的奇偶数来依次标号，压降元件包括继电器线圈、接触器线圈、电阻、照明灯和电铃等。有时回路较多，标号可连续递增两位奇偶数，如：“11、13、15、…”“12、14、16…”等。

在垂直绘制的回路中，标号采用自上至中、自下至中的方式标号，这里的“中”指压降元件所在位置，标号一般标在连接线的右侧。在水平绘制的回路中，标号采用自左至中、自右至中的方式标号，这里的“中”同样指压降元件所在位置，标号一般标在连接线的上方。如图 5 所示的垂直绘制的辅助电路中，KM 为压降元件，因此，它们上、下两侧的标号分别为奇、偶数。

## 五、电气图的组成

电气图一般由电路、技术说明和标题栏三部分组成。

### 1. 电路

电路是电流的通路，用导线将电源（提供电能的电气设备）、负载（消耗电能的电气设备）和其他辅助设备（连接导线、控制设备等）按一定要求连接起来构成闭合回路，以实现电气设备的预定功能，这种电气回路就叫电路。把这种电路画在图纸上，就是电路图。

电路的结构形式和所能完成的任务是多种多样的，但电路的目的一般有两个：一是进行电能的传输、分配与转换；二是进行信息的传递和处理。

不论电能的传输和转换，或者信号的传递和处理，其中电源或信号源的电压或电流称为激励，它推动电路工作；激励在电路各部分产生的电压和电流称为响应。所谓电路分析，就是在已知电路的结构和电气元件参数的条件下，讨论电路的激励与响应之间的关系。本书着重介绍前一类电路，即进行电能的传输、分配与转换的电路，以下简称电路。

进行电能的传输、分配与转换的电路通常包括两部分，即主电路和辅助电路。

- 主电路也叫一次电路，是电源向负载输送电能的电路，一般包括发电机、变压器、开关、熔断器和负载等。

- 辅助电路也叫二次电路，是对主电路进行控制、保护、监测、指示的电路，一般包括继电器、仪表、指示灯、控制开关等。

由于电气元件的外形和结构比较复杂，因此在电路图中采用国家统一规定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。根据电气图的不同用途，电路要绘制成不同的形式。如有的电路只绘制电路图，以便了解电路的工作过程及特点；有的电路只绘制装配图，以便了解各电气元件的安装位置及配线方式。对于比较复杂的电路，通常还绘

制安装接线图，必要时，还要绘制分开表示的接线图（俗称“展开接线图”）、平面布置图等，以供生产部门和用户使用。

## 2. 技术说明

电气图中文字说明和元件明细表等总称为技术说明。文字说明注明电路的某些要点、安装要求及注意事项等，通常写在电路图的右上方，若说明较多，也可附页说明。元件明细表列出电路中元件的名称、符号、规格和数量等。元件明细表以表格形式写在标题栏的上方，元件明细表中序号自下而上逐项列出。

## 3. 标题栏

标题栏画在电路图的右下角，其中注有工程名称、设计类别、设计单位、图名、图号，还有设计人、制图人、审核人、批准人的签名和日期等。标题栏是电气图的重要技术档案，栏目中的签名人，对图中的技术内容各负其责。

## 六、电气控制电路图的绘制规则

### ① 电气控制电路一般分为主电路和辅助电路两部分

- 主电路是电气控制电路中通过大电流的部分，包括从电源到电动机之间相连的电气元件，一般由组合开关、熔断器、接触器主触点、热继电器的热元件和电动机等组成。

- 辅助电路是控制电路中除主电路以外的电路，其流过的电流比较小。辅助电路包括控制电路、信号电路、保护电路和照明电路，由继电器和接触器的线圈、继电器的触点、接触器的辅助触点、热继电器的触点、按钮、照明灯、信号灯、控制变压器等电气元件组成。

② 电路图中应将电源电路、主电路、控制电路和信号电路分开绘制。电路图中电路一般垂直绘制，电源电路绘成水平线，相序  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$  由上而下排列，中性线  $N$  和保护线  $PE$  放在相线之下。

主电路用垂直线绘制在图的左侧，辅助电路绘制在图的右侧，辅助电路中的耗能元件画在电路的最下端。绘制应布置合理、排列均匀。

电气控制电路中的全部电动机、电器和其他器械的带电部件，都应在电气控制电路图中表示出来。

电气元件应按功能布置，并尽可能按工作顺序排列，其布局顺序应该是从上到下，从左到右。垂直布置时，类似项目应横向对齐；水平布置时，类似项目应纵向对齐。

③ 绘制电路图中，应尽量减少线条和避免交叉。电气控制电路图中，应尽量减少线条和避免交叉，各导线之间有电联系时，在导线十字交叉处画实心黑圆点。根据图面布置的需要，可以将图形符号旋转绘制，一般顺时针方向旋转  $90^\circ$ ，但文字符号不可倒置。

④ 图幅分区及符号位置的索引。为了便于确定图上的内容，也为了在识图时查找各项目的位 置，往往需要将图幅分区。图幅分区的方法是：在图的边框处，竖的方向按行用大写拉丁字母，横的方向按列用阿拉伯数字，编号顺序从左上角开始。

在机床电气控制电路图中，由于控制电路内的支路多，且支路元件布置与功能也不相同，图幅分区可采用图 6 的形式，只对一个方向分区。这种方式不影响分区检索，又可反映支路的用途，有利于识图。



图6 图幅分区

图纸下方的 1、2、3、…数字是图区的编号，它是为了检索电气控制电路，方便阅读分析从而避免遗漏而设置的。图区编号也可设置在图的上方。

图区编号上方的“电源总开关及保护……”文字，表明它对应的下方元器件或电路的功能，使读者能清楚地知道某个元器件或某个电路的功能，以利于理解全部电路的工作原理。

电气控制电路图中的接触器、继电器和线圈与受其控制的触点的从属关系（即触点位置）应按下述方法标志。

在每个接触器线圈的文字符号下面画两条竖直线，分成左、中、右 3 栏，把受其控制而动作的触点所处的图区号数字，按表 7 规定的内容填上。对备而未用的触点，在相应的栏中用记号“×”标出。

在每个继电器线圈的文字符号（如 KT）下面画一条竖直线，分成左、右两栏，把受其控制而动作的触点所处的图区号数字，按表 8 规定的内容填上，同样，对备而未用的触点在相应的栏中用记号“×”标出。

**表 7** 接触器线圈符号下的数字标志

左栏	中栏	右栏
主触点所处的图区号	辅助动合（常开）触点所处的图区号	辅助动断（常闭）触点所处的图区号

**表 8** 继电器线圈符号下的数字标志

左栏	右栏
动合（常开）触点所处的图区号	动断（常闭）触点所处的图区号

## 七、电路连接线的表示方法

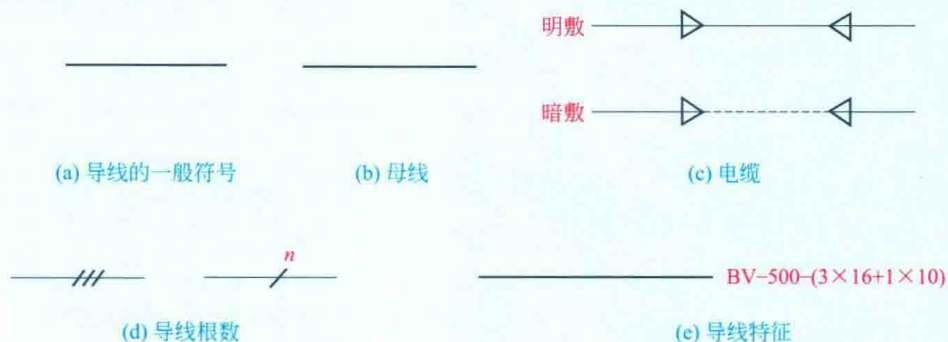
电气图上各种图形符号之间的相互连线，统称为连接线。连接线可能是表示传输能量流、信息流的导线，也可能是表示逻辑流、功能流的某种特定的图线。

### 1. 连接线的一般表示方法

① 导线的一般表示符号如图 7(a) 所示，它可用于表示单根导线、导线组、母线、总线等，并根据情况通过图线粗细、加图形符号及文字、数字来区分各种不同的导线，如图 7(b) 所示的母线及图 7(c) 所示的电缆等。

② 导线根数的表示法。如图 7(d) 所示，若根数较少时，用斜线（45°）数量代表线根数；根数较多时，用一根小短斜线旁加注数字  $n$  表示，图中  $n$  为正整数。

③ 导线特征的标注方法。如图 7(e) 所示，导线特征通常采用字母、数字符号标注。



**图 7** 导线的一般表示方法及示例