



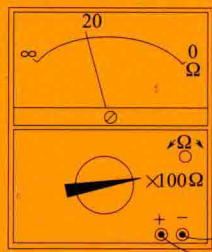
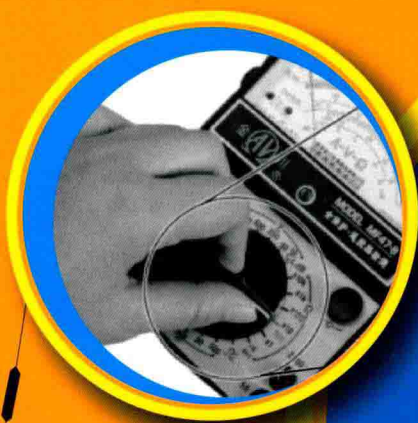
DIANGONG SHANGGANG PEIXUN DUBEN

电工上岗培训读本

电工线路 安装与调试

DIANGONG XIANLU ANZHUANG YU TIAOSHI

邱勇进 主编



化学工业出版社

电工上岗培训读本

电工线路 安装与调试

DIANGONG XIANLU ANZHUANG YU TIAOSHI

邱勇进 主编

王大伟 于 贝 刘 丛 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

电工线路安装与调试/邱勇进主编. —北京: 化学工业出版社, 2017. 8

(电工上岗培训读本)

ISBN 978-7-122-29957-4

I. ①电… II. ①邱… III. ①电路-安装-岗前培训-教材②电路-调试方法-岗前培训-教材 IV. ①TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 135323 号

责任编辑: 高墨荣
责任校对: 边涛

文字编辑: 孙凤英
装帧设计: 刘丽华

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: 北京云浩印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 14 $\frac{3}{4}$ 字数 360 千字 2017 年 9 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: 48.00 元

版权所有 违者必究

编写人员名单

邱勇进 邱音良 王大伟 高华宪 邱淑芹 邱美娜 李淳惠
刘佳花 孔 杰 邱伟杰 韩文翀 郝 明 宋兆霞 于 贝
冷泰启 孙晓峰 高宿兰 侯丽萍 丁佃栋 丁根生 刘 丛

——>>> 前言

电的应用不仅影响到国民经济的方方面面，而且越来越广泛地渗透到人们生活的各个层面。在某种程度上，电气化已成为现代化不可或缺的组成部分之一，电气化程度也已成为衡量社会发展水平的一个重要标志。做一名合格的电工，学到一技之长，是许多电工人员的迫切愿望。

为了帮助广大从事电气工作的技术人员掌握更多电气方面的知识与技能，我们组织编写了“电工上岗培训读本”系列，包括《电工基础》、《电工技能》、《电工识图》、《电工线路安装与调试》、《电子元器件及应用电路》、《维修电工》共6本。本丛书力求从读者的兴趣和认知规律出发，一步一步地、手把手地引领初学者学习电工职业所必须掌握的基础知识和基本技能，学会操作使用基本的电气工具、仪表和设备。本丛书编写时力图体现以下特点：

① 在内容编排上，立足于初学者的实际需要，旨在帮助读者快速提高职业技能，结合职业技能鉴定和职业院校双证书的需求，精简整合理论课程，注重实训教学，强化上岗前培训。

② 教材内容统筹规划，合理安排知识点、技能点，避免重复。内容突出基础知识与基本操作技能，强调实用性，注重实践，轻松直观入门。力求使读者阅读后，能很快应用到实际工作当中，从而达到花最少的时间，学最实用的技术的目的。

③ 突出职业技能培训特色，注重内容的实用性，强调动手实践能力的培养。让读者在掌握电工技能的同时，在技能训练过程中加深对专业知识、技能的理解和应用，培养读者的综合职业能力。

④ 突出了实用性和可操作性，编写中突出了工艺要领与操作技能，注重新技术、新知识、新工艺和新标准的传授。并配有知识拓展训练，具有很强的实用性和针对性，加深了对知识的学习和巩固。

本书是《电工线路安装与调试》分册。全书共8章，主要内容包括电工识图基本知识、电子元器件识读与检测、低压电器识读与检测、常用电工仪表的使用、照明电路的安装与调试、电力拖动线路的安装与调试、机床控制电气线路的识别与维修、变频器和PLC使用等。本书力求将不同类型电工线路的安装调试过程准确、真实地“展现”给学习者，使学习者能够在短时间内掌握电工线路的安装和调试技能。

本书由邱勇进主编，参加编写的还有王大伟、于贝、刘丛、宋兆霞、邱伟杰、郝明等。编者对关心本书出版、热心提出建议和提供资料的单位和个人在此一并表示衷心的感谢。

本书可作为电工岗前培训和电工职业资格考核认证教材，也可作为职业技术学校相关专业的培训教材，既适合电工从业人员阅读，也适合电工、电子爱好者阅读。

由于水平有限，书中难免会有不足之处，欢迎广大读者批评指正。

编者

第1章 电工识图基本知识

1

- 1.1 电气图的基本构成 1
- 1.2 电气符号 6
- 1.3 电气图的绘制 9
- 1.4 电气图的识读 13

第2章 电子元器件识读与检测

18

- 2.1 电阻器 18
 - 2.1.1 固定电阻器 18
 - 2.1.2 电位器 23
 - 2.1.3 敏感电阻器 25
- 2.2 电容器 34
 - 2.2.1 固定电容器 34
 - 2.2.2 可变电容器 38
- 2.3 电感器 39
 - 2.3.1 外形与图形符号 39
 - 2.3.2 主要参数 40
 - 2.3.3 参数标注 40
 - 2.3.4 种类 41
 - 2.3.5 检测 43
- 2.4 二极管 44
 - 2.4.1 构成 44
 - 2.4.2 结构与图形符号 44
 - 2.4.3 性质 44
 - 2.4.4 主要参数 46
 - 2.4.5 极性判别 46
 - 2.4.6 常见故障及检测 48
 - 2.4.7 识读二极管 48
 - 2.4.8 常用的二极管 49
- 2.5 三极管 52
 - 2.5.1 外形与图形符号 52
 - 2.5.2 结构 52

2.5.3	主要参数	53
2.5.4	检测	54
2.6	晶闸管	57
2.6.1	单向晶闸管	57
2.6.2	双向晶闸管	59

第3章 低压电器识读与检测

61

3.1	闸刀开关	61
3.2	组合开关	62
3.3	熔断器	64
3.4	低压断路器	66
3.5	交流接触器	68
3.6	热继电器	72
3.7	中间继电器	75
3.8	时间继电器	77
3.9	速度继电器	80
3.10	按钮	82
3.11	行程开关	84

第4章 常用电工仪表的使用

87

4.1	指针式万用表	87
4.2	数字式万用表	92
4.3	钳形电流表	96
4.4	兆欧表	101

第5章 照明电路的安装与调试

107

5.1	电工基本工具的使用	107
5.2	导线的剖削与连接	109
5.3	照明设备的安装	111
5.4	照明电路的原理图和安装图	117
5.5	照明电路的常见故障及排除	118

第6章 电力拖动线路的安装与调试

124

6.1	单向连续运转控制线路安装与调试	124
6.2	单向点动与连续运转混合控制线路安装与调试	134
6.3	接触器联锁正反转控制线路安装与调试	138
6.4	双重联锁正反转控制线路安装与调试	143
6.5	自动往返控制线路安装与调试	148
6.6	顺序控制线路安装与调试	156
6.7	两地启停控制线路安装与维修	160

6.8	按钮控制 Y- Δ 降压启动线路安装与维修	163
6.9	时间继电器自动控制 Y- Δ 降压启动线路安装与维修	168
6.10	电动机制动控制线路安装与调试	172

第 7 章 机床控制电气线路的识别与维修

177

7.1	车床电气控制线路的分析与检修	177
7.2	万能铣床电气控制线路的分析与检修	185
7.3	摇臂钻床电气控制线路的分析与检修	191
7.4	磨床电气控制线路的分析与检修	199

第 8 章 变频器和 PLC 使用

204

8.1	变频器的安装	204
8.2	变频器的使用	205
8.3	变频器的电气控制线路	205
8.4	变频器的常见故障及检修方法	209
8.5	软启动器的电气控制线路	212
8.6	PLC 的组成结构	214
8.7	PLC 的安装	218
8.8	PLC 的使用与维护	221

参考文献

225

电工识图基本知识

电工图是用各种电气符号、带注释的围框、简化的外形来表示系统（包括电气工程）、设备、装置、元件等之间的相互关系及其连接关系的一种简图。电工图阐述电的工作原理，描述电气产品的构成和功能，用来指导各种电气设备、电气电路的安装、接线、运行、维护和管理。它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手段。

要做到会看图和看懂图，首先必须掌握有关电气图的基本知识，即应该了解电气图的构成、种类、特点以及在工程中的作用。了解各种电气图形符号，还应该了解绘制电气图的一些规定，以及看图的基本方法和步骤等。

1.1 电气图的基本构成

电气图一般是由电路图、技术说明和标题栏三部分组成的。

(1) 电路图

用导线将电源和负载以及有关的控制元件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。

实际电路的结构形式和所能完成的任务是多种多样的，就构成电路的目的来说有两个：一是进行电能的传输、分配与转换，如图 1-1 所示的电力系统示意图；二是进行信息的传递和处理，如图 1-2 所示的电视机原理框图。根据不同的电气设备和电路，电气图可分为电力系统电气图、电力拖动电气图、电子电路图（包括模拟电路、数字电路、可编程序控制器电路等）、建筑安装电气图、电梯控制电气图等。

进行电能传输、分配与转换的电路通常包含两部分——主电路和辅助电路。主电路也叫一次回路，是电源向负载输送电能的电路。它一般包括发电机、变压器、开关、接触器、熔断器和负载等。辅助电路也叫二次回路，是对主电路进行控制、保护、监测、指示的电路。它一般包括继电器、仪表、指示灯、控制开关等。通

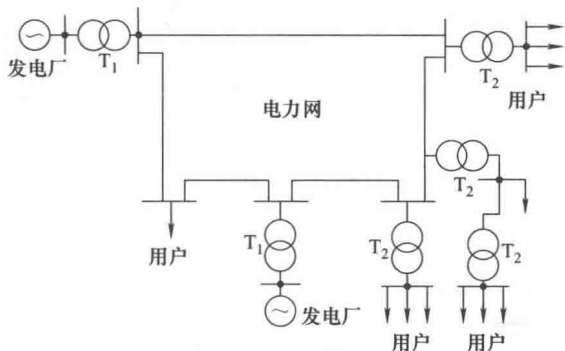


图 1-1 电力系统示意图

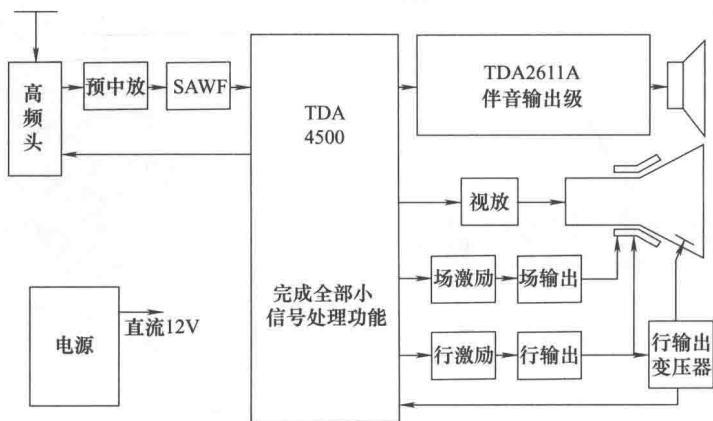


图 1-2 电视机原理框图

常，主电路中的电流较大，线径较粗；而辅助电路中的电流较小，线径也较细。

电路图是反映电路构成的。由于电气元器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器件的不同种类、规格以及安装方式。此外，根据电气图的不同用途，要绘制成不同的形式。如有的电路只绘制其工作原理图，以便了解电路的工作过程及特点；而有的只绘制装配图，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（又叫展开接线图）、平面布置图等，以供生产、安装部门和用户使用。

(2) 技术说明

电气图中的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及安装要求等，通常写在电路图的右上方，若说明较多，也可另附页说明。元件明细表列出电路中各种元件的符号、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向上编排。技术说明及元件明细表的示例见表 1-1。

表 1-1 技术说明及元件明细表的示例

技术说明：

1. 继电器 $KC_1 \sim KC_4$ 、 $KA_1 \sim KA_8$ 、 KT_1 、 KT_2 接线端子采用制造厂在产品上标出的标记。
2. 电流互感器 $TA_1 \sim TA_3$ 二次接线端子标记采用制造厂的标记。

7	-TA	电流互感器	LMZJ-0.5	3
6	-SB	按钮	LA2	1
5	-FU	熔断器	RL1-100	3
4	-QF	低压断路器	DZ8-100 330	1
3	-KM	交流接触器	CJ8-40	2
2	-KR	热继电器	JR17-60 3	1
1	-M ₁	电动机	Y180M-2	1
序号	代号	名称	规格	数量

注：本表所列元件名称、规格、数量只是用来说明“技术说明”中应包含的项目及内容，并不代表某一具体电路所使用的元器件。

(3) 标题栏

标题栏画在电路图的右下角，其中注明工程名称、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。标题栏是电路图的重要技术档案，栏目中的签名者对图中的技术内容各负其责。标题栏示例见表 1-2。

表 1-2 标题栏示例

××设计院			工程名称		
审核		总工程师	电动机控制电路图	专业	
校核		总专业师		单位	
制图		项目负责人		日期	
设计		专业负责人		图号	

(4) 图面的构成

① 图面格式和图幅尺寸 图面(也称图纸)通常由纸边界线、图框线、标题栏、会签栏组成,格式如图 1-3 所示。其幅面代号及尺寸见表 1-3。

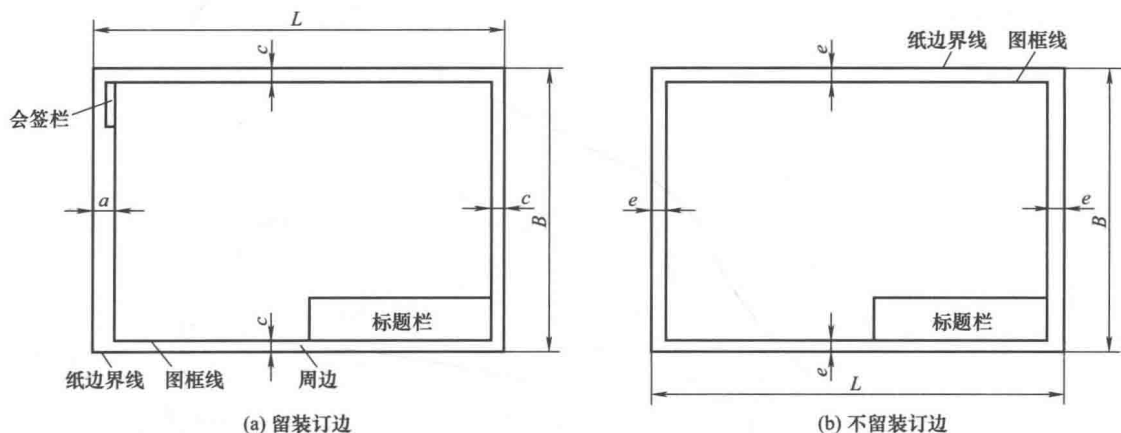


图 1-3 图幅格式

表 1-3 基本幅面代号及尺寸

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
宽×长(B×L)	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
留装订边宽(c)	10			5	
不留装订边宽(e)	20		10		
装订侧边宽(a)	25				

图纸幅面简称图幅,指由边框线所围成的图面。电气图的常用幅面规格有五种。

② 图线 绘制电气图所用的各种线条统称图线,线型包含了一定信息。要表达清楚电气图的内容。其图线的使用必须符合规范。电气图图线的线型和应用范围见表 1-4。

表 1-4 电气图图线的线型和应用范围

线型	说明	一般应用
A	粗实线	简图常用线、方框线、主汇流条、母线、电缆
B	细实线	基本线、简图常用线。如导线、轮廓线
E	粗虚线	隐含主汇流条、母线、电缆、导线
F	细虚线	辅助线、屏蔽线、隐含轮廓线、隐含导线、准备扩展用线
G	细点划线	分界线、结构、功能、单元相同围框线
J	长短划线	分界线、结构、功能、单元相同围框线
K	双点划线	辅助围框线

③ 箭头和指引线 电气图中的尺寸标注,表示信号传输或表示非电过程中的介质流向时都需要用箭头。若将文字或符号引注至被注释的部位,需要用指引线。

电气图中有三种形状的箭头,如图 1-4 所示。图 1-4 (a) 所示为开口箭头,用于说明电气能量、电气信号的传递方向(能量流、信息流流向);图 1-4 (b) 所示为实心箭头,用于说明非电过程中材料或介质的流向;图 1-4 (c) 所示为普通箭头,用于说明可变性力或运动的方向以及指引线方向。

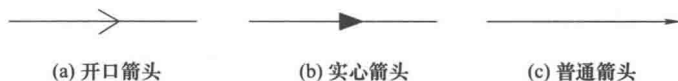


图 1-4 电气图中的箭头

指引线用来指示被注释的对象,它为细实线,并在其末端加注标记。指引线末端有三种形式,如图 1-5 所示。

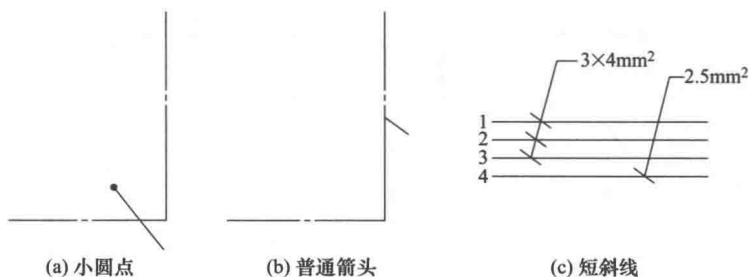


图 1-5 指引线末端形式

当指引线末端伸入被注释对象的轮廓线内时,指引线末端应画一个小圆点,如图 1-5 (a) 所示。当指引线末端恰好指在被注释对象的轮廓线上时,指引线末端应用普通箭头指在轮廓线上,如图 1-5 (b) 所示。当指引线末端指在不用轮廓图形表示的电气连接线上时,指引线末端应用一短斜线示出,如图 1-5 (c) 所示。图 1-5 (c) 表示从上往下第 1、2、3 根导线的截面积为 4mm^2 、第 4 根导线的截面积为 2.5mm^2 。

(5) 图上位置的表示方法

电气图上各种电气设备、元器件很多,有时某些项目的某一部分要与另一项目的某一部分相连,一条连接线可能从一张图上连接到另一张图上的某个位置。为使图面清晰,在连接线的中断处要标明另一端所在的位置,以便清楚表达图与图、元器件与元器件之间的连接情况。当确定电路图上的内容需补充、更改时,要在修改文件中表明修改内容,在图上修改内容的位置也要采用适当的方法表示。

图上位置的表示方法有三种,即图幅分区法、电路编号法、表格法。

① 图幅分区法(也称坐标法) 图幅分区即将整个图纸的幅面分区,先将图纸相互垂直的两边各自加以等分,分区的数目取决于图的复杂程度,但必须取偶数,每一分区长度为 $25\sim 75\text{mm}$ 。然后从图样的左上角开始,在图样横向周边的用数字编号,竖向周边的用拉丁字母编号,如图 1-6 所示。图幅分区后,相当于建立了一个坐标。图中某个位置的代号用该区域的字母和数字组合起来表示,且字母在前,数字在后。如 C2 区、B5 区等。这样在识读电路图时,就可用分区来确定、查找电气元器件,这为分析电路工作原理带来了极大的方便。

在某些电路图中(例如机床电气控制电路图),由于控制电路内的支路多,且各支路元器件布置与功能也不相同,因此图幅分区可采用如图 1-7 所示的方法。这种分区方法只对图

的一个方向分区，分区数不限，各个分区长度也可不等。这种方法既不影响分区检索，又可反映用途，有利于识图。

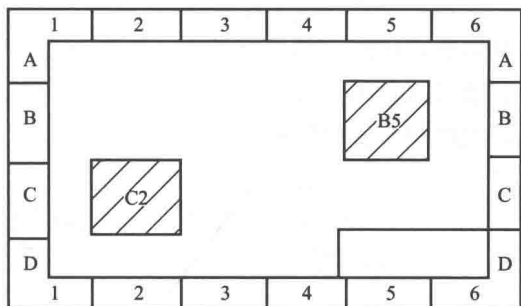


图 1-6 普通电气图的图幅分区

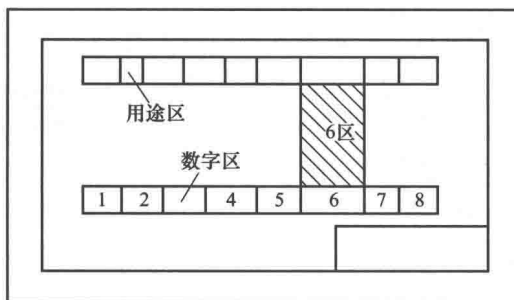


图 1-7 机床电气控制电路的图幅分区

② 电路编号法 电路编号法是对图样中的电器或分支电路用数字按序编号。若是水平布图，数字编号按自上而下的顺序；若是垂直布图，数字编号按自左而右的顺序。数字分别写在各支路下端，若要表示元器件相关联部分所在位置，只需在元器件的符号旁标注相关联部分所处支路的编号即可，如图 1-8 所示。图中电路从左向右编号。线圈 K_1 下标注“5”，说明受线圈 K_1 驱动的触点在 5 号支路上；而在 5 号支路上，触点 K_1 标注“4”，说明驱动该触点的线圈在 4 号支路上。其余可依此类推。

③ 表格法 表格法指在图的边缘部分绘制一个按项目代号进行分类的表格。表格中的项目代号和图中相应的图形符号在垂直或水平方向对齐，图形符号旁仍需标注项目代号。图上的各项目与表格中的各项目一一对应。这种位置表示法便于对元器件进行归类 and 统计。图 1-9 所示是一个功率放大器电路，其元器件位置就是采用表格法来表示的。

电阻器	R_1	R_2	R_3
电容器	C_1		
晶体管	V_1 V_2		
变压器	T_1	T_2	
扬声器	B		

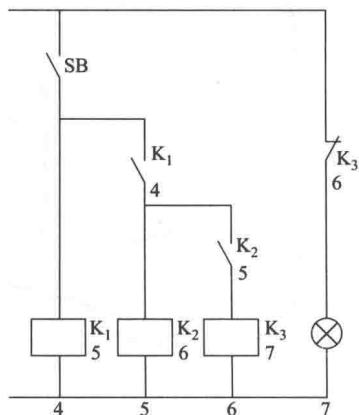


图 1-8 用电路编号法表示图中位置

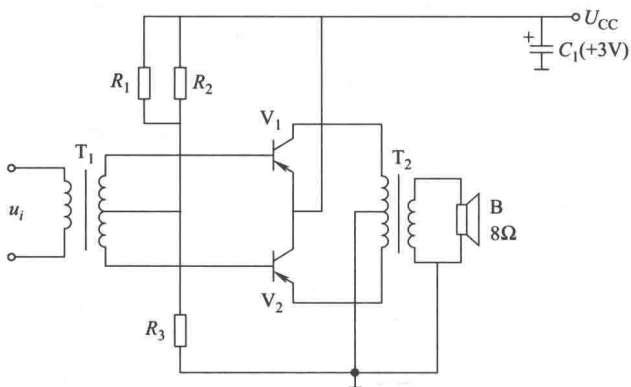


图 1-9 用表格法表示图中位置的功率放大电路

1.2 电气符号

电气图，也称电气控制系统图。必须根据国家标准，用统一的文字符号、图形符号及画法绘图，以便于设计人员的绘图与现场技术人员、维修人员的识读。在电气图中，代表电动机、各种电器元件的图形符号和文字符号应按照我国已颁布实施的有关国家标准绘制。

(1) 图形符号

图形符号通常用于图样或其他文件中，用以表示一个设备或概念的图形、标记或字符。图形符号含有符号要素、一般符号和限定符号。常用图形符号见表 1-5。

表 1-5 常用电气图形符号和文字符号

名称	新标准		旧标准		名称	新标准		旧标准	
	图形符号	文字符号	图形符号	文字符号		图形符号	文字符号	图形符号	文字符号
一般三极电源开关		QS		K	接触器	线圈			C
低压断路器		QF		UZ		主触头			
						常开辅助触头			
						常闭辅助触头			
位置开关	常开触头	SQ		XK	速度继电器	常开触头			SDJ
	常闭触头								
	复合触头								
熔断器		FU		RD	时间继电器	线圈			SJ
按钮	启动	SB		QA		常开延时闭合触头			
	停止			TA		常闭延时打开触头			
	复合			AN		常闭延时闭合触头			

续表

名称		新标准		旧标准		名称	新标准		旧标准	
		图形符号	文字符号	图形符号	文字符号		图形符号	文字符号	图形符号	文字符号
时间继电器	常开延时打开触头		KT		SJ	桥式整流装置		VC		ZL
	热继电器	热元件	FR		RJ		照明灯		EL	
	常闭触头							信号灯		HL
继电器	中间继电器线圈		KA		ZJ	电阻器		R		R
	欠电压继电器线圈		KV		QYJ	接插器		X		CZ
	过电流继电器线圈		KI		GLJ	电磁铁		YA		DT
	常开触头		相应继电器符号		相应继电器符号	电磁吸盘		YH		DX
	常闭触头						串励直流电动机		M	
	欠电流继电器线圈		KI		QLJ	并励直流电动机				
	万能转换开关		SA		HK	他励直流电动机				
制动电磁铁		YB		DT	复励直流发电机					
电磁离合器		YC		CH	直流发电机		G		ZF	
电位器		RP		W	三相笼式异步电动机		M		D	

① 符号要素 它是一种具有确定意义的简单图形，必须同其他图形结合才能构成一个设备或概念的完整符号。如接触器常开主触点的符号就由接触器触点功能符号和常开触点符号组合而成。

② 一般符号 用以表示一类产品和此类产品特征的一种简单的符号。如电动机可用一个圆圈表示。

③ 限定符号 是一种加在其他符号上提供附加信息的符号。

运用图形符号绘制电气图时应注意:

a. 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,统一符号的尺寸应保持一致,各符号之间及符号本身比例应保持不变。

b. 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,但是文字和指示方向不得倒置。

大多数符号都可以附加上补充说明标记。

c. 对标准中没有规定的符号,可选取 GB 4728—2005~2008《电气图常用图形符号》中给定的符号要素、一般符号和限定符号,按其中规定的原则进行组合。

(2) 文字符号

文字符号用于电气技术领域技术文件的编制,也可以标注在电气设备、装置和元器件上或近旁,以表示电气设备、装置和元器件的名称、功能、状态和特性。

文字符号分为基本文字符号和辅助文字符号,常用文字符号见表 1-5。

① 基本文字符号 基本文字符号有单字母符号与双字母符号两种。单字母符号按拉丁字母顺序将各种电气设备、装置和元器件划分为 23 大类,每一类用一个专用单字母符号表示,如“C”表示电容器类,“R”表示电阻器类等。

双字母符号由一个表示种类的单字母符号与另一个字母组成,且以单字母符号在前,另一个字母在后的次序排列,如“F”表示保护器件类,则“FU”表示熔断器,“FR”表示热继电器。

② 辅助文字符号 辅助文字符号用来表示电气设备、装置和元器件以及电路的功能、状态和特征。如“L”表示限制,“RD”表示红色等。辅助文字符号也可以放在表示种类的单字母符号之后组成双字母符号,如“YB”表示制动电磁铁,“SP”表示压力传感器等。辅助字母还可以单独使用,如“ON”表示接通,“M”表示中间线,“PE”表示保护接地等。

(3) 接线端子标记

① 三相交流电路引入线采用 L_1 、 L_2 、 L_3 、N、PE 标记,直流系统的电源正、负线分别用 L+、L- 标记。

② 分级三相交流电源主电路采用三相文字代号 U、V、W 的前面加上阿拉伯数字 1、2、3 等来标记。如 1U、1V、1W、2U、2V、2W 等。

③ 各电动机分支电路各接点标记采用三相文字代号后面加数字来表示。数字中的个位数表示电动机代号,十位数字表示该支路各结点的代号,从上到下按数值大小顺序标记。如 U_{11} 表示 M_1 电动机的第一相的第一个节点代号, U_{21} 表示 M_1 电动机的第一相的第二个节点代号,以此类推。

④ 三相电动机定子绕组首端分别用 U_1 、 V_1 、 W_1 标记;绕组尾端分别用 U_2 、 V_2 、 W_2 标记;电动机绕组中间抽头分别用 U_3 、 V_3 、 W_3 标记。

⑤ 控制电路采用阿拉伯数字编号。标注方法按“等电位”原则进行。在垂直绘制的电路中,标号顺序一般按自上而下、从左至右的规律编号。凡是被线圈、触点等元件所间隔的接线端点,都应标以不同的线号。

1.3 电气图的绘制

常用的电气图包括：电气原理图、电器元件布置图、电气安装接线图。各种图纸的图纸尺寸一般选用 297mm×210mm、297mm×420mm、297mm×630mm、297mm×840mm 四种幅面，特殊需要可按《机械制图》国家标准选用其他尺寸。

(1) 电气原理图

用图形符号、文字符号、项目代号等表示电路各个电气元件之间的关系和工作原理的图称为电气原理图。电气原理图结构简单、层次分明，适用于研究和分析电路工作原理，并可为寻找故障提供帮助，同时也是编制电气安装接线图的依据。因此在设计部门和生产现场得到广泛应用。

电气原理图是把一个电器元件的各部件以分开的方式进行绘制，现场也有将同一电器上各个零部件集中在一起，按照其实际位置画出的电路结构图，如图 1-10 所示就是三相异步电动机的全压启动控制线路的电路结构图，其中用了刀开关 QS、交流接触器 KM、按钮 SB、热继电器 FR、熔断器 FU 等几种电器。

结构图的画法比较容易识别电器，便于安装和检修。但是，当线路比较复杂和使用的电器比较多时，线路便不容易看清楚。因为同一电器的各个部件在机械上虽然连在一起，但是在电路上并不一定相互关联。

而如图 1-11 所示的三相异步电动机的全压启动控制线路电气原理图中，根据工作原理把主电路和控制电路清楚地分开画出，虽然同一电器的各部件（譬如接触器的线圈和触点）是分散画在各处的，但它们的动作是相互关联的。为了说明它们在电气上的联系，也为了便于识别，同一电器的各个部件均用相同的文字符号来标注。例如，接触器的主触点、辅助触点及吸引线圈，都用 KM 来标注。

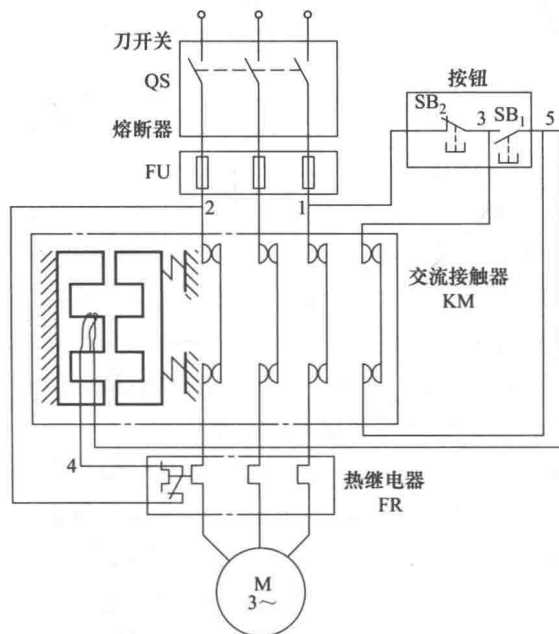


图 1-10 全压启动控制线路的电路结构图