

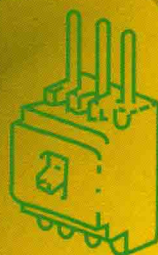
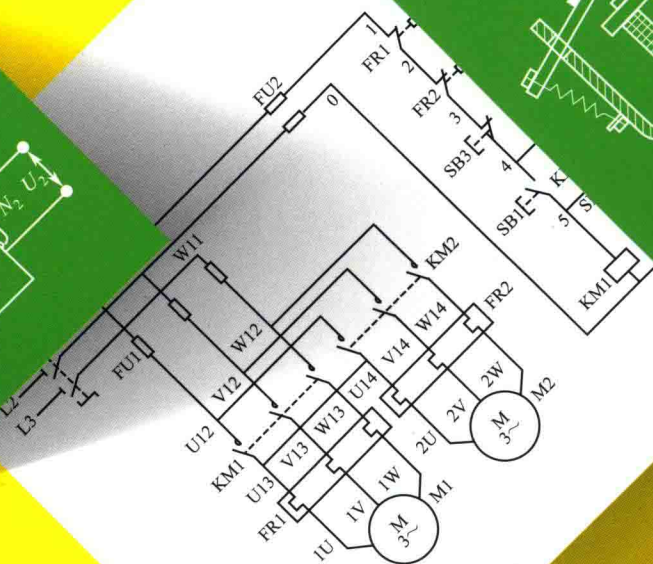
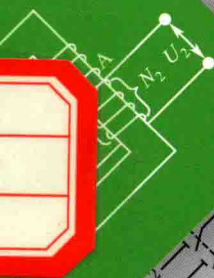
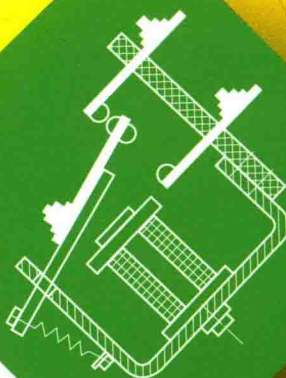
蔡杏山 ◎ 主编

图解

电工识图

看就懂

TUJIE
DIANGONG
SHITU
YIKAN
JIUDONG



化学工业出版社

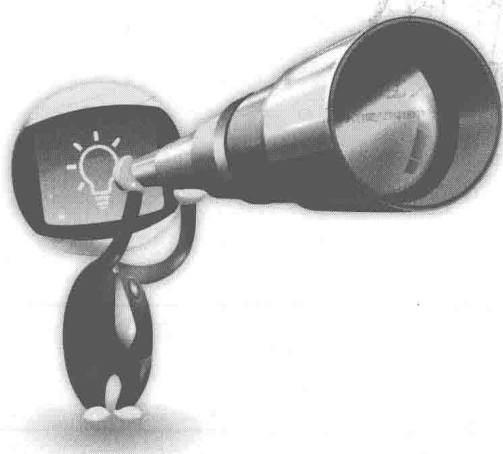
图解

蔡杏山 ◎ 主编

电工识图

一看就懂

TUJIE
DIANGONG
SHITU
YIKAN
JIUDONG



TMD
102



化学工业出版社

· 北京 ·

本书采用图解的形式,系统介绍了电工识图基础知识、低压电器与电动机控制线路的识读、变频器的使用及控制线路的识读、PLC 的使用及软硬件线路的识读、常用机床电气线路的识读、电工测量电路的识读、照明与动力配电线路的识读、供电系统电气线路的识读等内容。

本书立足基础,重在应用,内容由浅入深,语言通俗易懂,突出一看就懂的特点,读者可以通过学习本书而轻松迈入电子技术的殿堂。

本书适合电工技术初学者,也适合做职业院校相关专业的教材。

图书在版编目(CIP)数据

图解电工识图一看就懂/蔡杏山主编. —北京:化学工业出版社, 2015.4

ISBN 978-7-122-23244-1

I. ①图… II. ①蔡… III. ①电路图-识别 IV. ①TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 043773 号

责任编辑:李军亮

文字编辑:吴开亮

责任校对:王素芹

装帧设计:史利平

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 刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 14½ 字数 356 千字 2015 年 6 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: 38.00 元

版权所有 违者必究



前言

FOREWORD

一个合格的电工技术人员,除了要有扎实的电工理论知识和丰富的实践操作经验,还要有一定的电工识图能力。电气图是电气技术领域的一种技术资料,对于设计人员,需要将设计意图用电气图表达出来;对于施工人员,需要读懂设计人员提供的电气图并按图在现场做出来;对于维修人员,当线路设备出现故障时,需要读懂电气图进行分析再进行检修。电气图的识读能力是衡量电工技术人员水平的重要标准之一,为了适应科学技术发展和社会的不断进步,电工技术人员还需要不断提高各种电气图和新型电气图的识读能力。

本书共分 8 章,各章内容简介如下。

第 1 章 电工识图基础知识: 主要介绍电气图的分类、电气图的制图与识图规则、电气图的表示方法和电气符号。

第 2 章 低压电器与电动机控制线路的识读: 主要介绍低压电器和三相异步电动机控制线路的识读,具体有正转控制线路、正反转控制线路、限位控制线路、自动往返控制线路、顺序控制线路、多地控制线路、降压启动控制线路、绕线式电动机启动控制线路和制动控制线路。

第 3 章 变频器的使用及控制线路的识读: 主要介绍变频器的原理、结构和使用,变频器正转控制线路的识读,变频器正反转控制线路的识读,工频与变频切换控制线路的识读,变频器多挡转速控制线路的识读。

第 4 章 PLC 的使用及软硬件线路的识读: 主要介绍 PLC 基础知识、PLC 编程软件的使用、PLC 应用系统的开发流程及举例、PLC 基本控制线路与梯形图的识读。

第 5 章 常用机床电气线路的识读: 主要介绍车床控制线路的识读、磨床控制线路的识读、钻床控制线路的识读、铣床控制线路的识读、镗床控制线路的识读和刨床控制线路的识读。

第 6 章 电工测量电路的识读: 主要介绍电流和电压测量电路的识读、功率和功率因数测量电路的识读及电能测量电路的识读。

第 7 章 照明与动力配电线路的识读: 首先对照明及动力配电线路常用标注方法进行了说明,然后介绍了住宅照明配电电气图的识读和动力配电电气图的识读。

第 8 章 供配电系统电气线路的识读: 本章首先对供配电系统进行了全面简单的说明,然后介绍了变配电所主电路的接线形式、供配电系统主接线图的识读、供配电系统二次电路的识读等。

电工识图是电工技术人员必须掌握的技能,本书可让你轻松快速掌握电工识图技能。后续我们还将继续推出电工方面的参考书,有关新书信息读者可登录学习辅导网站 www.eTV100.com 了解,也可在该网站下载与书有关的技术资料。

本书由蔡杏山任主编,蔡玉山、詹春华、何慧、黄晓玲、朱球辉、蔡春霞、邓艳姣、黄勇、刘凌云、邵永亮、刘元能、何彬、刘海峰、蔡理峰、李清荣、万四香、蔡任英、邵永明、蔡理刚、何丽、梁云和唐颖等参与了本书的编写工作。

由于笔者水平有限,书中的疏漏之处在所难免,望广大读者和同仁予以批评指正。

编者

目录

CONTENTS

第1章 电工识图基础知识

1

1.1 电气图的分类	1
1.1.1 系统图	1
1.1.2 电路图	2
1.1.3 接线图	2
1.1.4 电气平面图	2
1.1.5 设备元件和材料表	3
1.2 电气图的制图与识图规则	4
1.2.1 图纸格式、图纸幅面尺寸和图幅分区	4
1.2.2 图线和字体等规定	5
1.2.3 电气图的布局	8
1.3 电气图的表示方法	9
1.3.1 电气连接线的表示方法	9
1.3.2 电气元件的表示方法	10
1.3.3 电气线路的表示方法	15
1.4 电气符号	15
1.4.1 图形符号	15
1.4.2 文字符号	17
1.4.3 项目代号	17
1.4.4 回路标号	21

第2章 低压电器与电动机控制线路的识读

23

2.1 低压电器	23
2.1.1 开关	23
2.1.2 熔断器和断路器	30
2.1.3 接触器	34
2.1.4 继电器	35
2.2 正转控制线路的识读	42
2.2.1 简单的正转控制线路	42
2.2.2 点动正转控制线路	43
2.2.3 自锁正转控制线路	43

2.2.4	带过载保护的自锁正转控制线路	45
2.2.5	连动与点动混合控制线路	46
2.3	正反转控制线路的识读	46
2.3.1	倒顺开关正反转控制线路	46
2.3.2	接触器联锁正反转控制线路	47
2.3.3	按钮联锁正反转控制线路	48
2.4	限位控制线路的识读	49
2.4.1	行程开关	50
2.4.2	限位控制线路	50
2.5	自动往返控制线路的识读	51
2.6	顺序控制线路的识读	53
2.7	多地控制线路的识读	54
2.8	降压启动控制线路的识读	54
2.8.1	定子绕组串接电阻降压启动控制线路	55
2.8.2	自耦变压器降压启动控制线路	56
2.8.3	星形-三角形降压启动控制线路	58
2.9	绕线式电动机启动控制线路的识读	60
2.9.1	绕线式电动机的调速与启动方式	60
2.9.2	转子绕组串接电阻启动控制线路	62
2.9.3	转子绕组串接频敏变阻器启动控制线路	63
2.9.4	凸轮控制器启动、调速和正反转控制线路	64
2.10	制动控制线路的识读	66
2.10.1	机械制动线路	66
2.10.2	电力制动线路	69

第3章 变频器的使用及控制线路的识读

75

3.1	变频器的原理、结构和使用	75
3.1.1	变频器的调速原理与基本组成	75
3.1.2	变频器的结构与接线说明	77
3.1.3	变频器操作面板的使用	80
3.1.4	变频器的使用举例	84
3.2	变频器正转控制线路的识读	87
3.2.1	开关控制式正转控制线路	87
3.2.2	继电器控制式正转控制线路	88
3.3	变频器正反转控制线路的识读	89
3.3.1	开关控制式正、反转控制线路	89
3.3.2	继电器控制式正、反转控制线路	90
3.4	工频与变频切换控制线路的识读	91
3.4.1	变频器跳闸保护线路	91
3.4.2	工频与变频的切换线路	92

3.5 变频器多挡转速控制线路的识读	93
3.5.1 变频器的多挡转速控制端子	94
3.5.2 多挡控制参数的设置	94
3.5.3 多挡转速控制线路	95

第4章 PLC 的使用及软硬件线路的识读

97

4.1 PLC 基础知识	97
4.1.1 什么是 PLC	97
4.1.2 PLC 控制与继电器控制的比较	98
4.1.3 PLC 的组成	99
4.1.4 PLC 的工作方式	102
4.1.5 PLC 用户程序的执行过程	103
4.2 PLC 编程软件的使用	104
4.2.1 软件的安装和启动	104
4.2.2 程序的编写	105
4.2.3 程序的转换与传送	107
4.3 PLC 应用系统的开发流程及举例	109
4.3.1 PLC 应用系统的一般开发流程	109
4.3.2 PLC 控制电动机正反转的开发举例	109
4.4 PLC 基本控制线路与梯形图的识读	111
4.4.1 启动、自锁和停止控制的 PLC 线路与梯形图	111
4.4.2 正、反转联锁控制的 PLC 线路与梯形图	113
4.4.3 多地控制的 PLC 线路与梯形图	114
4.4.4 定时控制的 PLC 线路与梯形图	115
4.4.5 定时器与计数器组合延长定时控制的 PLC 线路与梯形图	116
4.4.6 多重输出控制的 PLC 线路与梯形图	117
4.4.7 过载报警控制的 PLC 线路与梯形图	117
4.4.8 闪烁控制的 PLC 线路与梯形图	118

第5章 常用机床电气线路的识读

120

5.1 车床控制线路的识读	120
5.1.1 CA6140 车床简介	120
5.1.2 CA6140 车床的控制线路	120
5.2 磨床控制线路的识读	123
5.2.1 M7130 型磨床介绍	123
5.2.2 M7130 型磨床的控制线路	123
5.3 钻床控制线路的识读	125
5.3.1 Z3050 型钻床介绍	126

5.3.2	Z3050 型钻床的控制线路	126
5.4	铣床控制线路的识读	129
5.4.1	X62W 型铣床介绍	129
5.4.2	X62W 型万能铣床的控制线路	130
5.5	镗床控制线路的识读	133
5.5.1	T68 型镗床介绍	134
5.5.2	T68 型镗床的控制线路	134
5.6	刨床控制线路的识读	139
5.6.1	常见刨床的特点	139
5.6.2	B690 型刨床的控制线路	140

第 6 章 电工测量电路的识读

141

6.1	电流和电压测量电路的识读	141
6.1.1	电流测量电路	141
6.1.2	电压测量电路	143
6.2	功率和功率因数测量电路的识读	145
6.2.1	功率的类型与基本测量方法	145
6.2.2	单相和三相功率测量电路	146
6.2.3	功率因数测量电路	149
6.3	电能测量电路的识读	150
6.3.1	电能表的结构与原理	150
6.3.2	单相有功电能的测量电路	150
6.3.3	三相有功电能的测量电路	151
6.3.4	三相无功电能的测量电路	152

第 7 章 照明与动力配电线路的识读

155

7.1	基础知识	155
7.1.1	照明灯具的标注	155
7.1.2	配电线路的标注	156
7.1.3	用电设备的标注	157
7.1.4	电力和照明设备的标注	158
7.1.5	开关与熔断器的标注	158
7.1.6	电缆的标注	158
7.1.7	照明与动力配电电气图常用电气设备符号	159
7.2	住宅照明配电电气图的识读	160
7.2.1	整幢楼总电气系统图的识读	160
7.2.2	楼层配电箱电气系统图的识读	160
7.2.3	户内配电箱电气系统图及接线图的识读	160

7.2.4	住宅照明与插座电气平面图的识读	164
7.2.5	住宅照明线路接线图的识读	166
7.2.6	住宅插座线路接线图的识读	167
7.3	动力配电电气图的识读	167
7.3.1	动力配电系统的三种接线方式	167
7.3.2	动力配电系统图的识图实例	168
7.3.3	动力配电平面图的识图实例	170
7.3.4	动力配电线路图和接线图的识图实例	171

第 8 章 供配电系统电气线路的识读

174

8.1	供配电系统简介	174
8.1.1	供配电系统的组成	174
8.1.2	变电所与配电所	175
8.1.3	电力系统的电压规定	175
8.2	变配电所主电路的接线形式	176
8.2.1	无母线主接线	177
8.2.2	单母线主接线	179
8.2.3	双母线主接线	181
8.3	供配电系统主接线图的识读	183
8.3.1	发电厂电气主接线图的识读	183
8.3.2	35/6kV 大型工厂降压变电所电气主接线图的识读	188
8.3.3	10/0.4kV 小型工厂变电所电气主接线图的识读	188
8.4	供配电系统二次电路的识读	192
8.4.1	二次电路与一次电路的关系说明	192
8.4.2	二次电路的原理图、展开图和安装接线图	193
8.4.3	直流操作电源的识读	200
8.4.4	断路器控制和信号电路的识读	201
8.4.5	中央信号电路的识读	202
8.4.6	继电器保护电路的识读	205
8.4.7	电测量仪表电路的识读	207
8.4.8	自动装置电路的识读	207
8.4.9	发电厂与变配电所电路的数字标号与符号标注规定	210

附录

212

附录一	常用电气图用图形符号	212
附录二	常用电气设备用图形符号	219
附录三	电气设备基本文字符号	221
附录四	电气设备辅助文字符号	223

第1章

电工识图基础知识



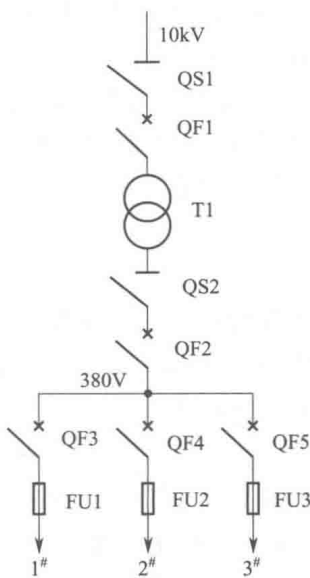
电气图是一种用图形符号、线框或简化外形来表示电气系统或设备各组成部分相互关系及其连接关系的一种简图，主要用来阐述电气工作原理，描述电气产品的构造和功能，并提供产品的安装和使用方法。

1.1 电气图的分类

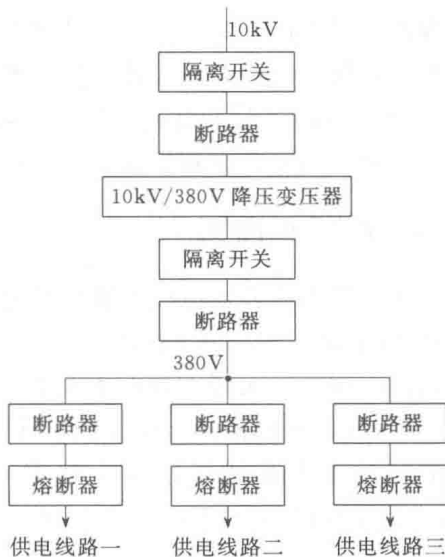
电气图的分类方法很多，如根据应用场合不同，可分为电力系统电气图、船舶电气图、邮电通信电气图、工矿企业电气图等。按最新国家标准规定，电气信息文件可分为功能性文件（如系统图、电路图等）、位置文件（如电气平面图）、接线文件（如接线图）、项目表、说明文件和其他文件。

1.1.1 系统图

系统图又称概略图或框图，是用符号和带注释的框来概略表示系统或分系统的基本组成、相互关系及其主要特征的一种简图。图 1-1 为某变电所的供电系统图，该图表示变电所用变



(a) 用图形符号表示



(b) 用文字框表示

图 1-1 某变电所的供电系统图

压器将 10kV 电压变换成 380V 的电压,再分成三条供电支路,图 1-1(a) 是用图形符号表示的系统图,图 1-1(b) 是用带文字的框表示的系统图。

1.1.2 电路图

电路图是按工作顺序将图形符号从上到下、从左到右排列并连接起来,用来详细表示电路、设备或成套装置的全部组成和连接关系,而不考虑其实际位置的一种简图。通过识读电路图可以详细了解设备的工作原理、分析和计算电路特性及参数,所以这种图又称为电气原理图、电气线路图。

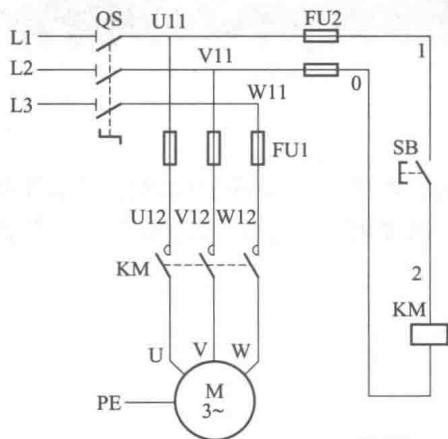


图 1-2 三相异步电动机的点动控制电路

图 1-2 为三相异步电动机的点动控制电路,该电路由主电路和控制电路两部分构成,其中主电路由电源开关 QS、熔断器 FU1 和交流接触器 KM 的 3 个主触点和电动机组成,控制电路由熔断器 FU2、按钮开关 SB 和接触器 KM 线圈组成。

当合上电源开关 QS 时,由于接触器 KM 的 3 个主触点处于断开状态,电源无法给电动机供电,电动机不工作。若按下按钮开关 SB, L1、L2 两相电压加到接触器 KM 线圈两端,有电流流过 KM 线圈,线圈产生磁场吸合 3 个 KM 主触点,使 3 个主触点闭合,三相交流电源 L1、L2、L3 通过 QS、FU1 和接触器 KM 的 3 个主触点给电动机供电,电动机运转。

此时,若松开按钮开关 SB,无电流通过接触器线圈,线圈无法吸合主触点,3 个主触点断开,电动机停止运转。

1.1.3 接线图

接线图是用来表示成套装置、设备或装置的连接关系,用以进行安装、接线、检查、实验和维修等的一种简图。图 1-3 是三相异步电动机的点动控制电路(图 1-2)的接线图,从图中可以看出,接线图中的各元件连接关系除了要与电路图一致外,还要考虑实际的元件,如 KM 接触器由线圈和触点组成,在画电路图时,接触器的线圈和触点可以画在不同位置,而在画接线图时,则要考虑到接触器是一个元件,其线圈和触点是在一起的。

1.1.4 电气平面图

电气平面图是用来表示电气工程项目的电气设备、装置和线路的平面布置图,它一般是在建筑平面图的基础上制作出来的。常见的电气平面图有电力平面图、变配电所平面图、供电线路平面图、照明平面图、弱电系统平面图、防雷和接地平面图等。

图 1-4 是某工厂车间的动力电气平面图。图中的 BLV-500 (3×35-1×16) SC40-FC 表示外部接到配电箱的主电源线规格及布线方式,其含义为:BLV——布线用的塑料铝导线;500——导线绝缘耐压为 500V;3×35-1×16——3 根截面积为 35mm² 和 1 根截面积为 16mm² 的导线;SC40——穿直径为 40mm 的钢管;FC——沿地暗敷设(导线穿入电线管后埋入地面)。图中的 $\frac{1, 2}{5.5+0.16}$ 表示 1、2 号机床的电动机功率均为 5.5kW,机床安装离地 16cm。

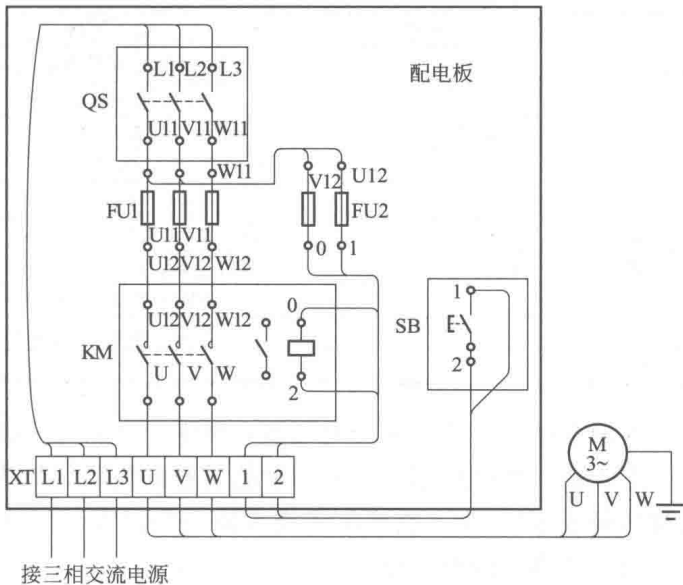


图 1-3 三相异步电动机点动控制电路的接线图

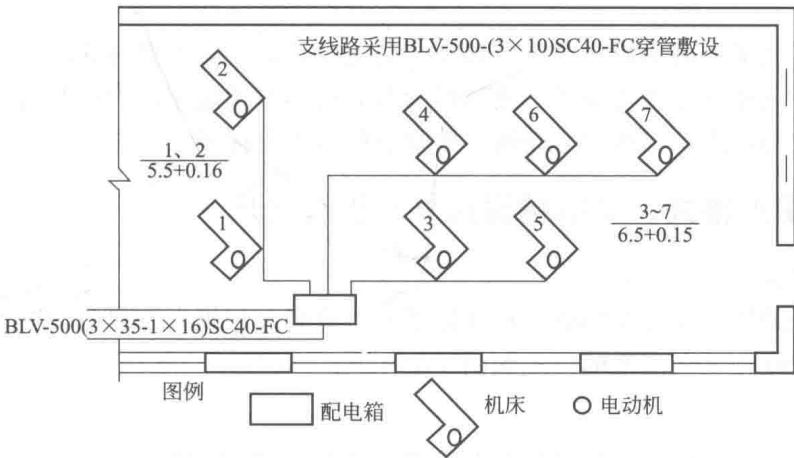


图 1-4 某工厂车间的动力电气平面图

1.1.5 设备元件和材料表

设备元件和材料表是将设备、装置、成套装置的组成元件和材料列出，并注明各元件和材料的名称、型号、规格和数量等，便于设备的安装、维护和维修，也能让读图者更好地了解各元器件和材料在装置中的作用和功能。设备元件和材料表是电气图的重要组成部分，可将它放置在图中的某一位置，如果数量较多也可单独放置在一页。

表 1-1 是三相异步电动机的点动控制电路（图 1-2）的设备元件和材料表。

表 1-1 三相异步电动机点动控制电路的设备元件和材料表

符号	名称	型号	规格	数量
M	三相笼型异步电动机	Y112M-4	4kW, 380V、△接法, 8.8A, 1440r/min	1
QF	断路器	DZ5-20/330	三极复式脱扣器, 380V, 20A	1
FU1	螺旋式熔断器	RL1-60/25	500V, 60A、配熔体额定电流 25A	3

续表

符号	名称	型号	规格	数量
FU2	螺旋式熔断器	RL1-15/2	500V、15A、配熔体额定电流 2A	2
KM	交流接触器	CJT1-20	20A、线圈电压 380V	1
SB	按钮	LA4-3H	保护式、按钮数 3(代用)	1
XT	端子板	TD-1515	15A、15 节、660V	1
	配电板		500mm×400mm×20mm	1
	主电路导线		BV1.5mm ² 和 BVR1.5mm ² (黑色)	若干
	控制电路导线		BV1mm ² (红色)	若干
	按钮导线		BVR0.75mm ² (红色)	若干
	接地导线		BVR1.5mm ² (黄绿双色)	若干
	紧固体和编码套管			若干

电气图种类很多，前面介绍了一些常见的电气图，对于一台电气设备，不同的人接触到的电气图可能不同，一般来说，生产厂家具有较齐全的设备电气图（如系统图、电路图、印制板图、设备元件和材料列表等），为了技术保密或其他一些原因，厂家提供给用户的往往只有设备的系统图、接线图等形式的电气图。

1.2 电气图的制图与识图规则

电气图是电气工程通用的技术语言和技术交流工具，它除了要遵守国家制定的与电气图有关的标准外，还要遵守机械制图、建筑制图等方面的有关规定，因此制图和识图人员有必要了解这些规定与标准，下面主要介绍一些常用的规定与标准。

1.2.1 图纸格式、图纸幅面尺寸和图幅分区

(1) 图纸格式

电气图图纸的格式与建筑图纸、机械图纸的格式基本相同，一般由边界线、图框线、标题栏、会签栏组成。电气图纸的格式如图 1-5 所示。

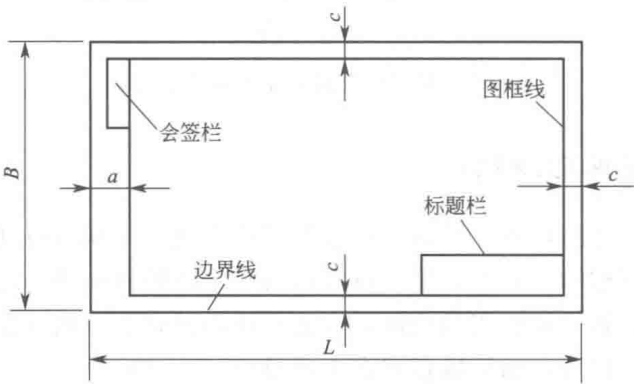


图 1-5 电气图图纸格式

电气图应绘制在图框线内，图框线与图纸边界之间要有一定的留空。标题栏相当于图纸的铭牌，是用来记录图样的名称、图号、张次、更改和有关人员签署等内容的栏目，位于图纸的下方或右下方，目前我国尚未规定统一的标题栏格式，图 1-6 是一种较典型的标题栏格式。会签栏通常供水、暖、建筑和工艺等相关专业设计人员会审图纸时签名用，如无必要，

也可取消会签栏。

设计单位名称				工程名称	设计号	页张次
总工程师		主要设计人		项目名称		
设计总工程师		技术审核				
专业工程师		制图				
组长		描图		图 号		
日期		比例				

图 1-6 典型的标题栏格式

(2) 图纸幅面尺寸

电气图图纸的幅面一般分为五种：0 号图纸(A0)、1 号图纸(A1)、2 号图纸(A2)、3 号图纸(A3)、4 号图纸(A4)。电气图图纸的幅面尺寸规格见表 1-2，从表中可以看出，如果图纸需要装订时，其装订侧边宽（a）留空要多一些。

表 1-2 电气图图纸的幅面尺寸规格 单位：mm

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

(3) 图幅分区

对于一些大幅面、内容复杂的电气图，为了便于确定图纸内容的位置，可对图纸进行分区。分区的方法是将图纸按长、宽方向各加以等分，分区数为偶数，每一分区的长度为25~75mm，每个分区内竖边方向用大写字母编号，横边方向用阿拉伯数字编号，编号顺序从图纸左上角（标题栏在右下角）开始。

图纸分区的作用相当于在图纸上建立了一个坐标，图纸中的任何元件位置都可以用分区号来确定，如图 1-7 所示，接触器 KM 线圈位置分区代号为 B4，接触器 KM 触点的分区代号为 C2。分区代号用该区域的字母和数字表示，字母在前，数字在后。给图纸分区后，不管图纸多复杂，只要给出某元件所在的分区代号，就能在图纸上很快找到该元件。

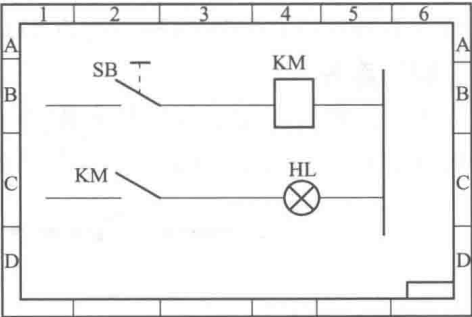


图 1-7 图纸分区示例

1.2.2 图线和字体等规定

(1) 图线

图线是指图中用到的各种线条。国家标准规定了 8 种基本图线，分别是粗实线、细实线、中实线、双折线、虚线、粗点画线、细点画线和双点画线。8 种基本图线形式及应用见表 1-3。图线的宽度一般为 0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1.0mm、1.4mm。在电气图中绘制图线时，以粗实线的宽度 *b* 为基准，其他图线宽度应按规定，以 *b* 为标准按比例（1/2、1/3）选用。

表 1-3 8 种基本图线形式及应用

序号	名称	形式	宽度	应用 举例
1	粗实线		b	可见过渡线,可见轮廓线,电气图中简图主要内容用线,图框线,可见导线
2	中实线		约 $b/2$	土建图上门、窗等的外轮廓线
3	细实线		约 $b/3$	尺寸线,尺寸界线,引出线,剖面线,分界线,范围线,指引线,辅助线
4	虚线		约 $b/3$	不可见轮廓线,不可见过渡线,不可见导线,计划扩展内容用线,地下管道,屏蔽线
5	双折线		约 $b/3$	被断开部分的边界线
6	双点画线		约 $b/3$	运动零件在极限或中间位置时的轮廓线,辅助用零件的轮廓线及其剖面线,剖视图图中被剖去的前面部分的假想投影轮廓线
7	粗点画线		b	有特殊要求的线或表面的表示线,平面图中大型构件的轴线位置线
8	细点画线		约 $b/3$	物体或建筑物的中心线,对称线,分界线,结构围框线,功能围框线

(2) 字体

文字包括汉字、字母和数字，是电气图的重要组成部分。根据国家标准规定，文字必须做到字体端正、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀。其中汉字采用国家正式公布的长仿宋体，字母可采用大写、小写、正体和斜体，数字通常采用正体。

字号（字体高度，单位：mm）可分为 20 号、14 号、10 号、7 号、5 号、3.5 号、2.5 号和 1.8 号八种，字宽约为字高的 2/3。

(3) 箭头

电气图中主要使用开口箭头和实心箭头，如图 1-8 所示，开口箭头常用于表示电气连接上电气能量或电气信号的流向，实心箭头表示力、运动方向、可变性方向或指引线方向。



图 1-8 两种常用箭头

(4) 指引线

指引线用于指示注释的对象。指引线一端指向注释对象，另一端放置注释文字。电气图中使用的指引线主要有三种形式，如图 1-9 所示，若指引线末端需指在轮廓线内，可在指引线末端使用黑圆点，如图 1-9(a) 所示；若指引线末端需指在轮廓线上，可在指引线末端使用箭头，如图 1-9(b) 所示；若指引线末端需指在电气线路上，可在指引线末端使用斜线，如图 1-9(c) 所示。

(5) 围框

如果电气图中有一部分是功能单元、结构单元或项目组（如电器组、接触器装置），可用围框（点画线）将这一部分围起来，围框的形状可以是不规则的。在电气图中采用围框时，围框线不应与元件符号相交（插头、插座和端子符号除外）。

在图 1-10(a) 的细点画线围框中为两个接触器，每个接触器都有三个触点和一个线圈，

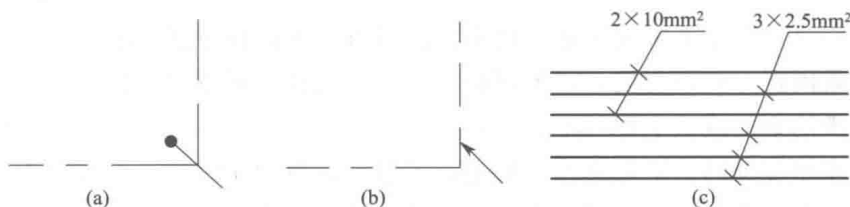


图 1-9 指引线的三种形式

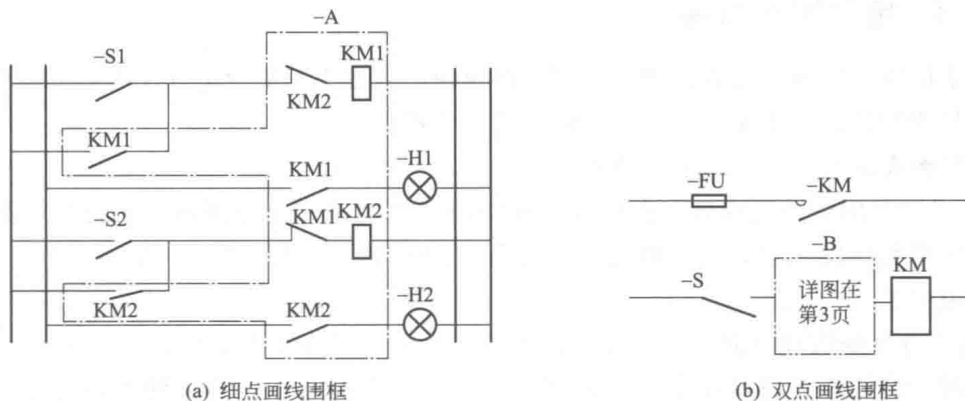


图 1-10 围框使用举例

用一个围框可以使两个接触器的作用关系看起来更加清楚。如果电气图很复杂，一页图纸无法放置时，可用围框来表示电气图中的某个单元，该单元的详图可画在其他页图纸上，并在图框内进行说明，如图 1-10(b) 所示，表示该含义的围框应用双点画线。

(6) 比例

电气图上画的图形大小与物体实际大小的比值称为比例。电气原理图一般不按比例绘制，而电气位置平面图等常按比例绘制或部分按比例绘制。对于采用比例绘制的电气平面图，只要在图上测出两点距离就可按比例值计算出现场两点间的实际距离。

电气图采用的比例一般为 1:10、1:20、1:50、1:100、1:200 和 1:500。

(7) 尺寸

尺寸是制造、施工、加工和装配的主要依据。尺寸由尺寸线、尺寸界线、尺寸起点（实心箭头和 45°斜短画线）和尺寸数字四个要素组成。尺寸标注如图 1-11 所示。

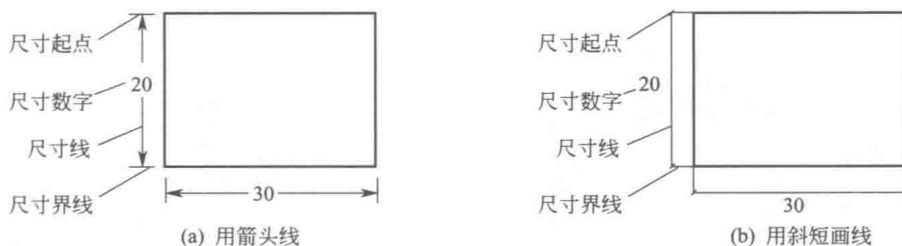


图 1-11 尺寸标注的两种方式

电气图纸上的尺寸通常以 mm（毫米）为单位，除特殊情况外，图纸上一般不标注单位。

(8) 注释

注释的作用是对图纸上的对象进行说明。注释可采用两种方式：①将注释内容直接放在所要说明的对象附近，如有必要，可使用指引线；②给注释对象和内容加相同标记，再将注释内容放在图纸的别处或其他图纸上。

若图中有多个注释时，应将这些注释进行编号，并按顺序放在图纸边框附近。如果是多张图，一般性注释通常放在第一张图上，其他注释则放在与其内容相关的图上。在注释时，可采用文字、图形、表格等形式，以便更好地将对象表达清楚。

1.2.3 电气图的布局

图纸上的电气图布局是否合理，对正确快速识图有很大影响。电气图布局的原则是：便于绘制、易于识读、突出重点、均匀对称、清晰美观。

在电气图布局时，可按以下步骤进行。

① 明确电气图的绘制内容。在电气图布局时，要明确整个图纸的绘制内容（如需绘制的图形、图形的位置、图形之间的关系、图形的文字符号、图形的标注内容、设备元件明细表和技术说明等）。

② 确定电气图布局方向。电气图布局方向有水平布局和垂直布局，如图 1-12 所示，在水平布局时，将元件和设备在水平方向布置，在垂直布局时，应将元件和设备在垂直方向布置。

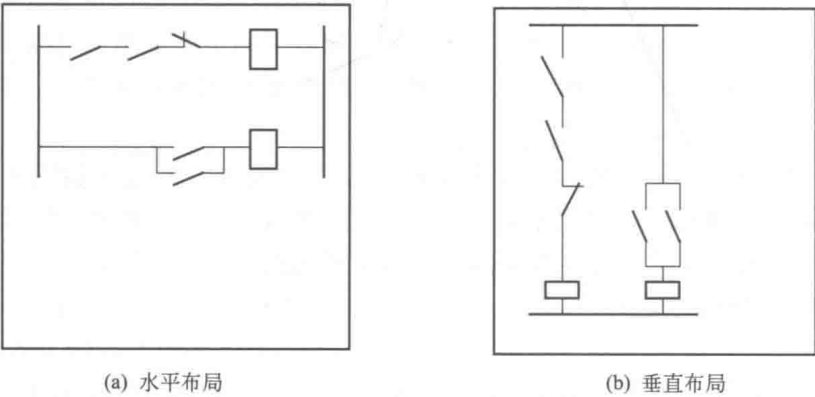


图 1-12 电气图的两种布局方向

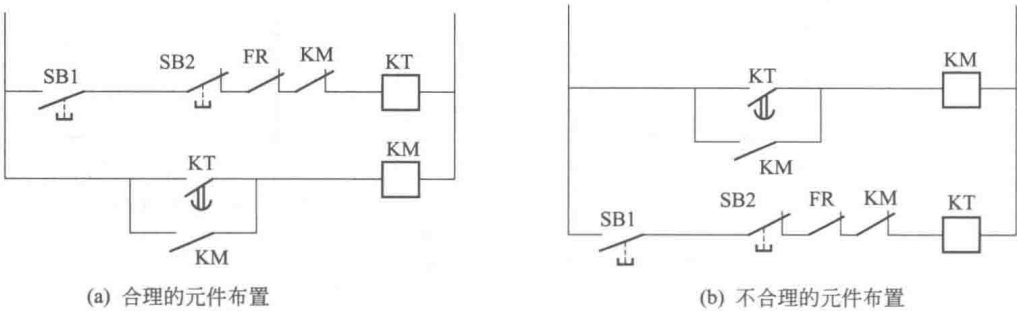


图 1-13 元件的布局示例