

从电工菜鸟到大侠

电工识图

自学手册

蔡杏山 © 主编



一本讲述电工识图知识的手册

电动机、机床、供配电系统等控制线路的识图详解

电子电路、电工电子电路和电力电子电路的识读过程解析

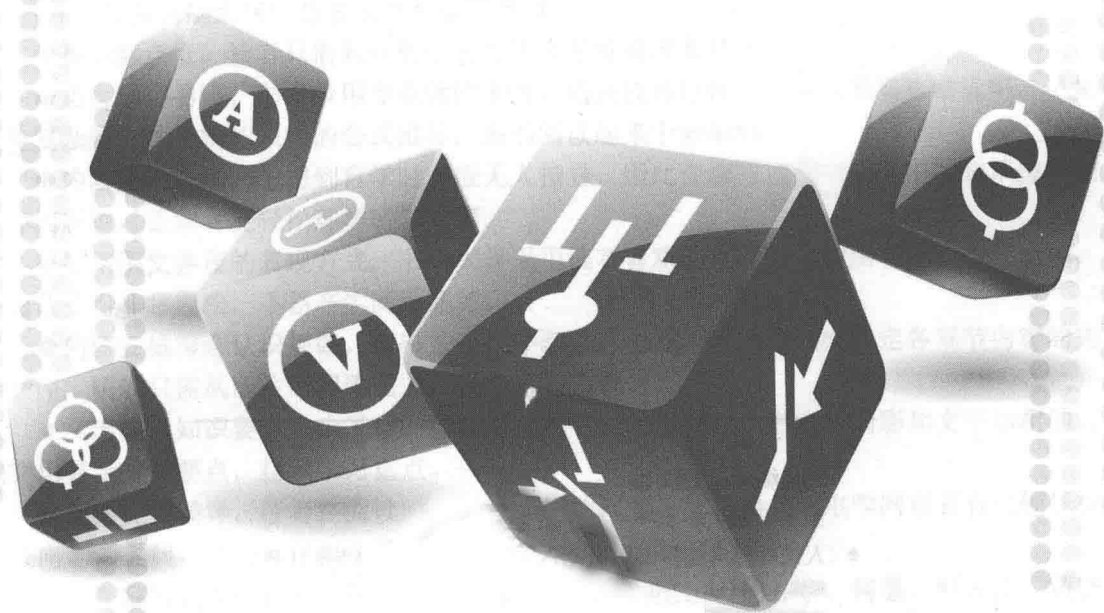
 中国工信出版集团

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

电工识图

自学手册

蔡杏山 © 主编



人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

电工识图自学手册 / 蔡杏山主编. — 北京 : 人民邮电出版社, 2019. 7
ISBN 978-7-115-51299-4

I. ①电… II. ①蔡… III. ①电路图—识别—手册
IV. ①TM13-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第094206号

内 容 提 要

本书是一本介绍电工识图的图书, 主要内容包括电工识图基础、电工测量电路识图、三相异步电动机常用控制线路识图、PLC 控制电动机的常用线路识图、常用机床的电气控制线路识图、照明与动力配电线路识图、供电系统电气线路识图、电子电路识图、实用电工电子电路识图和电力电子电路识图。

本书具有起点低、由浅入深、语言通俗易懂等特点, 并且内容结构安排符合学习认知规律。本书适合作为电工识图的自学图书, 也适合作为职业学校电类专业的电工识图教材。

-
- ◆ 主 编 蔡杏山
责任编辑 黄汉兵
责任印制 彭志环
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
固安县铭成印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 17 2019年7月第1版
字数: 425千字 2019年7月河北第1次印刷
-

定价: 69.00 元

读者服务热线: (010) 81055493 印装质量热线: (010) 81055316
反盗版热线: (010) 81055315

前 言

在当今社会,各领域的电气化程度越来越高,这使得电气及相关行业需要越来越多的电工技术人才。要想掌握电工技术并达到较高的层次,可以在培训机构培训,也可以在职业学校系统学习,还可以自学成才,不管是哪种情况,都需要一些合适的图书。选择一些好图书,不但可以让学习者轻松迈入电工技术大门,而且能让学习者的技术水平迅速提高,快速成为电工技术领域的行家里手。

为了让更多人能掌握电工技术,我们推出“从电工菜鸟到大侠”丛书,丛书分6册,分别为《电工基础自学手册》《电动机及控制线路自学手册》《电工识图自学手册》《家装水电工自学手册》《PLC自学手册》《变频器、伺服与步进技术自学手册》。

“从电工菜鸟到大侠”丛书主要有以下特点。

- ◆**基础起点低。**读者只需具有初中文化程度即可阅读本套丛书。
- ◆**语言通俗易懂。**书中少用专业化的术语,遇到较难理解的内容用形象比喻说明,尽量避免复杂的理论分析和烦琐的公式推导,图书阅读起来十分顺畅。
- ◆**内容解说详细。**考虑到自学时一般无人指导,因此在编写过程中对书中的知识技能进行详细解说,让读者能轻松理解所学内容。
- ◆**采用图文并茂的表现方式。**书中大量采用读者喜欢的直观形象的图表方式表现内容,使阅读变得非常轻松,不易产生阅读疲劳。
- ◆**内容安排符合认识规律。**图书按照循序渐进、由浅入深的原则来确定各章节内容的先后顺序,读者只需从前往后阅读图书,便会水到渠成。
- ◆**突出显示知识要点。**为了帮助读者掌握书中的知识要点,书中用阴影和文字加粗的方法突出显示知识要点,指示学习重点。
- ◆**网络免费辅导。**读者在阅读时遇到难理解的问题,可登录易天电学网观看有关辅导材料或向老师提问,读者也可以在该网站了解本套丛书的新书信息。

本书在编写过程中得到了很多老师的支持,其中蔡玉山、詹春华、何慧、蔡理杰、黄晓玲、蔡春霞、邓艳姣、黄勇、刘凌云、邵永亮、蔡理忠、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、吴泽民、蔡华山、王娟等参与了部分章节的编写工作,在此一致表示感谢。由于我们水平有限,书中的错误和疏漏之处在所难免,望广大读者和同仁批评指正。

编 者

2019年2月

目 录

第1章 电工识图基础	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	3
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、幅面尺寸和幅面分区	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	8
1.3.1 电气连接线的表示方法	8
1.3.2 电气元件的表示方法	11
1.3.3 电气线路的表示方法	14
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 电工测量电路识图	23
2.1 电流和电压的测量电路的识读	23
2.1.1 电流测量电路	23
2.1.2 电压测量电路	25
2.2 功率和功率因数的测量电路的识读	28
2.2.1 功率的类型与基本测量方法	28
2.2.2 单相和三相功率测量电路	28



2.2.3	功率因数测量电路	31
2.3	电能的测量电路的识读	31
2.3.1	电能表的结构与原理	31
2.3.2	单相有功电能的测量电路	33
2.3.3	三相有功电能的测量电路	33
2.3.4	三相无功电能的测量电路	35
第3章	三相异步电动机常用控制线路识图	36
3.1	正转控制线路	36
3.1.1	简单的正转控制线路	36
3.1.2	自锁正转控制线路	37
3.1.3	带过载保护的自锁正转控制线路	37
3.1.4	连续与点动混合控制线路	38
3.2	正、反转控制线路	39
3.2.1	倒顺开关正、反转控制线路	39
3.2.2	接触器联锁正、反转控制线路	40
3.2.3	按钮联锁正、反转控制线路	41
3.2.4	按钮、接触器双重联锁正、反转控制线路	43
3.3	限位控制线路	44
3.3.1	行程开关	44
3.3.2	限位控制线路	44
3.4	自动往返控制线路	45
3.5	顺序控制线路	47
3.5.1	顺序控制线路一	47
3.5.2	顺序控制线路二	48
3.6	多地控制线路	49
3.7	降压启动控制线路	50
3.7.1	定子绕组串接电阻降压启动控制线路	50
3.7.2	自耦变压器降压启动控制线路	52
3.7.3	星形-三角形(Y- Δ)降压启动控制线路	55
3.8	制动控制线路	58
3.8.1	机械制动线路	59
3.8.2	电力制动线路	61
第4章	PLC控制电动机的常用线路识图	65
4.1	了解PLC	65
4.1.1	什么是PLC	65

4.1.2	PLC 控制与继电器控制的比较	66
4.2	PLC 的组成与工作原理	67
4.2.1	PLC 的组成	67
4.2.2	PLC 的工作方式	71
4.2.3	PLC 用户程序的执行过程	71
4.3	PLC 编程软件的使用	72
4.3.1	软件的安装和启动	72
4.3.2	程序的编写	73
4.3.3	程序的转换与传送	75
4.4	PLC 控制电动机的硬件线路与程序开发实例	77
4.4.1	PLC 应用系统的一般开发流程	77
4.4.2	PLC 控制三相异步电动机正、反转线路与程序的开发	77
4.5	PLC 控制电动机的常用硬件线路及梯形图程序	80
4.5.1	启动、自锁和停止控制的 PLC 线路与梯形图	80
4.5.2	正、反转联锁控制的 PLC 线路与梯形图	81
4.5.3	多地控制的 PLC 线路与梯形图	82
4.5.4	定时控制的 PLC 线路与梯形图	84
4.5.5	定时器与计数器组合延长定时控制的 PLC 线路与梯形图	86
4.5.6	多重输出控制的 PLC 线路与梯形图	87
4.5.7	过载报警控制的 PLC 线路与梯形图	89
第 5 章	常用机床的电气控制线路识图	91
5.1	车床的控制线路	91
5.1.1	CA6140 车床简介	91
5.1.2	CA6140 车床的控制线路	92
5.2	刨床的控制线路	94
5.2.1	常见刨床的特点	94
5.2.2	B690 型刨床的控制线路	94
5.3	磨床的控制线路	96
5.3.1	M7130 型磨床介绍	96
5.3.2	M7130 型磨床的控制线路	96
5.4	钻床的控制线路	99
5.4.1	Z3050 型钻床介绍	99
5.4.2	Z3050 型钻床的控制线路	99
5.5	铣床的控制线路	103
5.5.1	X62W 型铣床介绍	103
5.5.2	X62W 型万能铣床的控制线路	103



5.6	镗床的控制线路	108
5.6.1	T68 型镗床介绍	108
5.6.2	T68 型镗床的控制线路	108
第 6 章	照明与动力配电线路识图	114
6.1	基础知识	114
6.1.1	照明灯具的标注	114
6.1.2	配电线路的标注	115
6.1.3	用电设备的标注	117
6.1.4	电力和照明设备的标注	117
6.1.5	开关与熔断器的标注	117
6.1.6	电缆的标注	118
6.1.7	照明与动力配电电气图常用电气设备符号	118
6.2	住宅照明配电电气图的识读	119
6.2.1	整幢楼总电气系统图的识读	119
6.2.2	楼层配电箱电气系统图的识读	121
6.2.3	户内配电箱电气系统图的识读	121
6.2.4	住宅照明与插座电气平面图的识读	122
6.3	动力配电电气图的识读	124
6.3.1	动力配电系统的三种接线方式	124
6.3.2	动力配电系统图的识图实例	125
6.3.3	动力配电平面图的识图实例	127
6.3.4	动力配电线路图和接线图的识图实例	128
第 7 章	供配电系统电气线路识图	131
7.1	供配电系统简介	131
7.1.1	供配电系统的组成	131
7.1.2	变电所与配电所	132
7.1.3	电力系统的电压规定	132
7.2	变配电所主电路的接线形式	133
7.2.1	无母线主接线	134
7.2.2	单母线主接线	136
7.2.3	双母线主接线	138
7.3	供配电系统主接线图的识读	140
7.3.1	发电厂电气主接线图的识读	140
7.3.2	35kV/6kV 大型工厂降压变电所电气主接线图的识读	146
7.3.3	10kV/0.4kV 小型工厂变电所电气主接线图的识读	147

7.4 供配电系统二次电路的识读	149
7.4.1 二次电路与一次电路的关系说明	149
7.4.2 二次电路的原理图、展开图和安装接线图	150
7.4.3 直流操作电源的识读	156
7.4.4 断路器控制和信号电路的识读	157
7.4.5 中央信号电路的识读	159
7.4.6 继电器保护电路的识读	161
7.4.7 电测量仪表电路的识读	163
7.4.8 自动装置电路的识读	165
7.4.9 发电厂与变配电所电路的数字标号与符号标注规定	166

第8章 电子电路识图 169

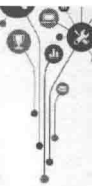
8.1 放大电路的识读	169
8.1.1 固定偏置放大电路	169
8.1.2 电压负反馈放大电路	170
8.1.3 分压式电流负反馈放大电路	171
8.1.4 交流放大电路	172
8.2 谐振电路	174
8.2.1 串联谐振电路	174
8.2.2 并联谐振电路	175
8.3 振荡器	176
8.3.1 振荡器组成与原理	177
8.3.2 变压器反馈式振荡器	177
8.4 电源电路	178
8.4.1 电源电路的组成	178
8.4.2 整流电路	179
8.4.3 滤波电路	181
8.4.4 稳压电路	185
8.4.5 开关电源的特点与工作原理	187
8.4.6 自激式开关电源的电路分析	190
8.4.7 他激式开关电源的电路分析	192

第9章 实用电工电子电路识图 194

9.1 电源与充电器电路的识读	194
9.1.1 单、倍压整流电源电路	194
9.1.2 0~12V 可调电源电路	194
9.1.3 采用集成稳压器的可调电源电路	195
9.1.4 USB 手机充电器电路	196



9.2	LED 灯电路的识读	198
9.2.1	LED 灯介绍	198
9.2.2	直接电阻降压式 LED 灯电路	199
9.2.3	直接整流式 LED 灯电路	199
9.2.4	电容降压整流式 LED 灯电路	200
9.2.5	整流及恒流供电的 LED 灯电路	200
9.2.6	采用 1.5V 电池供电的 LED 灯电路	201
9.2.7	采用 4.2~12V 直流电源供电的 LED 灯电路	202
9.2.8	采用 36V/48V 蓄电池供电的 LED 灯电路	202
9.3	音频电路的识读	202
9.3.1	可调音频信号发生器电路	202
9.3.2	小功率集成立体声功放器电路	203
9.3.3	2.1 声道多媒体有源音箱电路	204
9.4	其他实用电路的识读	206
9.4.1	两个开关控制一盏灯电路	206
9.4.2	五个开关控制五层楼道灯电路	207
9.4.3	简易防盗报警电路	207
第 10 章	电力电子电路识图	208
10.1	整流电路 (AC-DC 变换电路)	208
10.1.1	不可控整流电路	208
10.1.2	可控整流电路	210
10.2	斩波电路 (DC-DC 变换电路)	214
10.2.1	基本斩波电路	214
10.2.2	复合斩波电路	218
10.3	逆变电路 (DC-AC 变换电路)	221
10.3.1	逆变原理	221
10.3.2	电压型逆变电路	222
10.3.3	电流型逆变电路	226
10.3.4	复合型逆变电路	229
10.4	PWM 控制技术	231
10.4.1	PWM 控制的基本原理	231
10.4.2	SPWM 波的产生	232
10.4.3	PWM 控制方式	234
10.4.4	PWM 整流电路	238
10.5	交流调压电路	240
10.5.1	单向晶闸管交流调压电路	240



10.5.2	双向晶闸管交流调压电路	241
10.5.3	脉冲控制交流调压电路	241
10.5.4	三相交流调压电路	243
10.6	交-交变频电路 (AC-AC 变换电路)	244
10.6.1	单相交-交变频电路	244
10.6.2	三相交-交变频电路	246
附录一	常用电气图用图形符号	248
附录二	常用电气设备用图形符号	254
附录三	电气设备基本文字符号	256
附录四	电气设备辅助文字符号	259

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

电气图的分类方法有很多，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）、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所示的为某变电所的供电系统图，该图表示变电所用变压器将10kV电压转换成380V的电压，再分成3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。

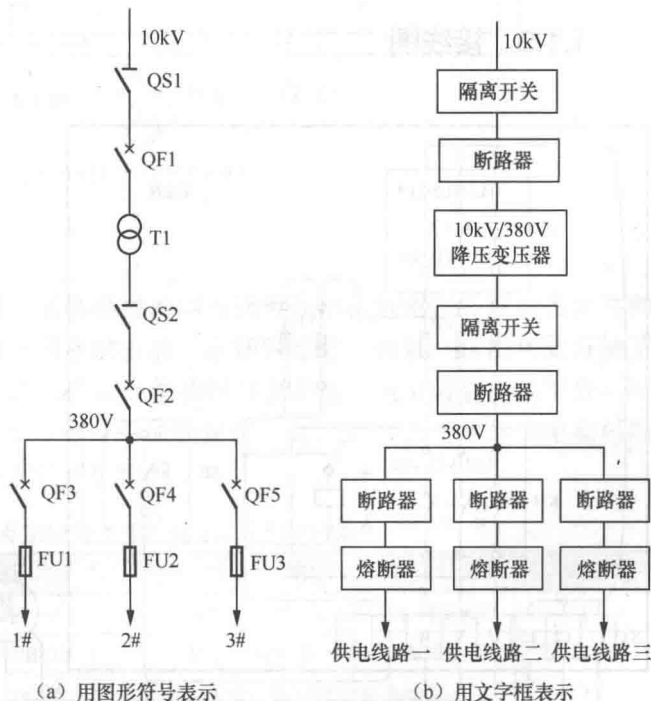


图 1-1 某变电所的供电系统图



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理解设备的工作原理、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 所示的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。

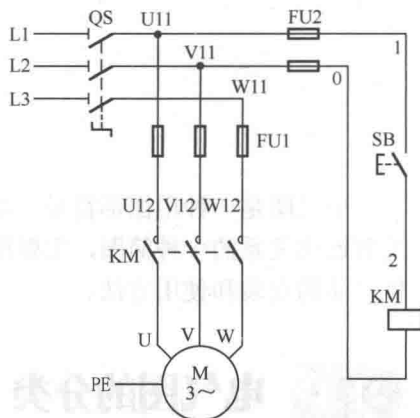


图 1-2 三相异步电动机的点动控制电路

1.1.3 接线图

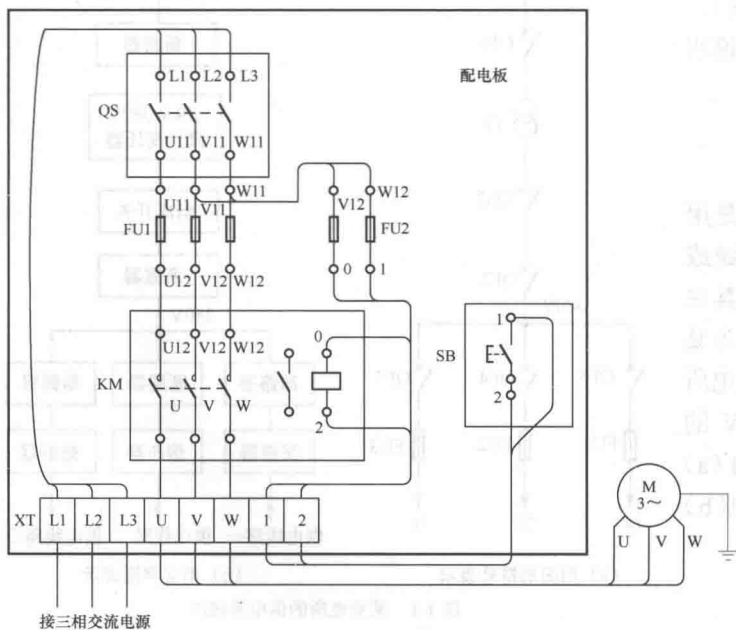


图 1-3 三相异步电动机点动控制电路的接线图

接线图是用来表示成套装置、设备或装置的关系，用以进行安装、接线、检查、实验和维修等的一种简图。图 1-3 所示的是三相异步电动机的点动控制电路（如图 1-2 所示）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 所示的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 表示布线用的塑料铝导线；500 表示导线绝缘耐压为 500V；3×35-1×16 表示 3 根截面积为 35mm² 和 1 根截面积为 16mm² 的导线；SC40 表示穿直径为 40mm 的钢管；FC 表示沿地暗敷（导线穿入电线管后埋入地面）。

图中的 $\frac{1,2}{5.5+0.16}$ 意为 1、2 号机床的电动机功率均为 5.5kW，机床安装离地 16cm。

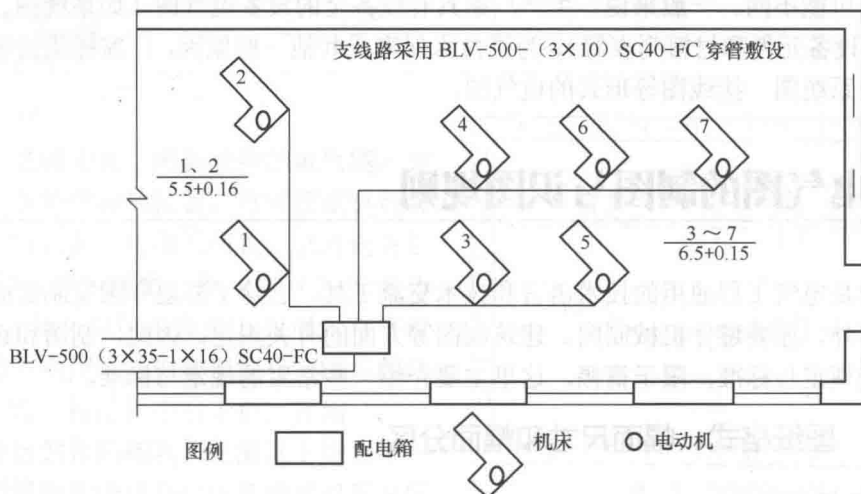


图 1-4 某工厂车间的动力电气平面图

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（如图 1-3 所示）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、Δ接法、8.8A、1 440r/min	1
QS	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
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



续表

符号	名称	型号	规格	数量
XT	端子板	TD—1515	15A、15 节、660V	1
	配电板		500 mm×400 mm×20 mm	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

电气图种类有很多，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，制图和识图人员必须了解这些规定与标准，限于篇幅，这里主要介绍一些常用的规定与标准。

1.2.1 图纸格式、幅面尺寸和幅面分区

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。电气图图纸的格式如图 1-5 所示。

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 所示的是一种较典型的标题栏格式。会签栏通常用作水、暖、建筑和工艺等相关专业设计人员会审图纸时签名，如无必要，也可取消会签栏。

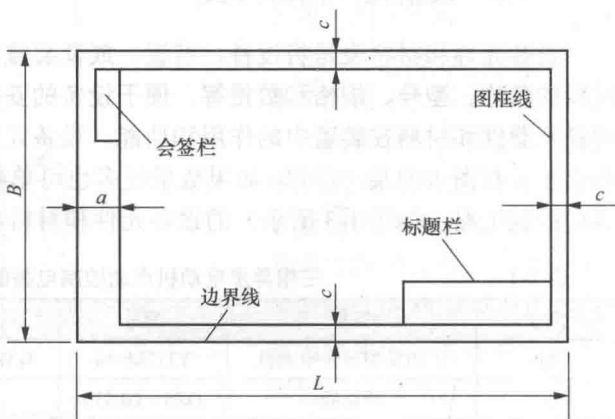


图 1-5 电气图图纸格式

2. 图纸幅面尺寸

电气图图纸的幅面一般分为 5 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，其装订边宽（ a ）留空要多一些。

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		技核				
专业工程师		制图		图号		
组长		描图				
日期		比例				

图 1-6 典型的标题栏格式

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（ $B \times L$ ）	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
边宽（ c ）	10			5	
装订侧边宽（ a ）	25				

3. 幅面分区

对于一些幅面大、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。

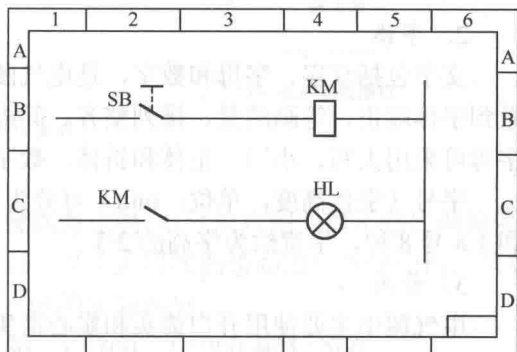


图 1-7 图纸分区示例

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、粗点划线、细点划线和双点划线。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



续表

序号	名称	形式	宽度	应用举例
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	双点划线		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, 剖视图中被剖去的前面部分的假想投影轮廓线
7	粗点划线		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	细点划线		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 8 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 3 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。

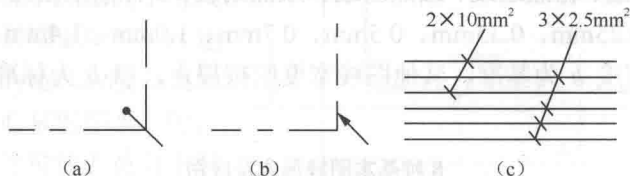


图 1-9 指引线的三种形式

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(点划线)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,