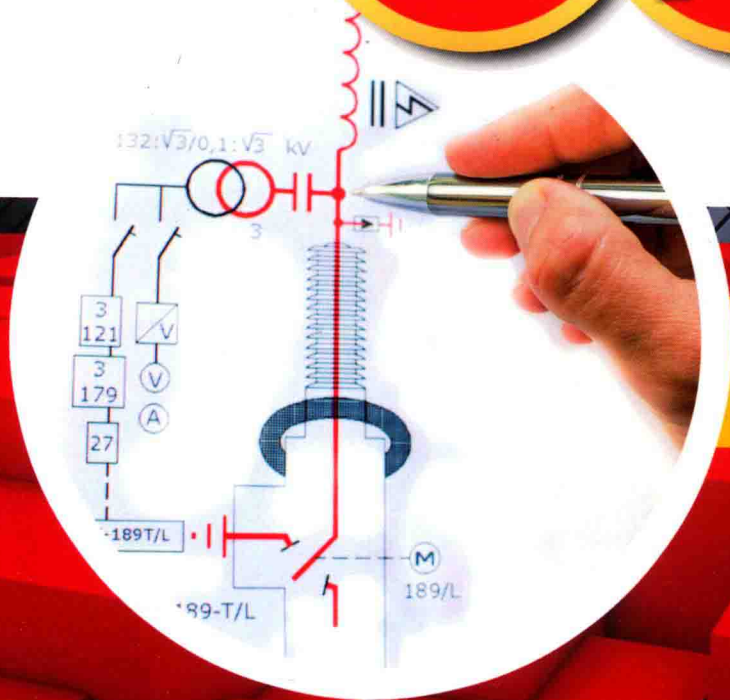


学技能超简单

学电工识图 超简单

蔡杏山◎主编

全新升级版



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

学技能超简单

学电工识图超简单

(全新升级版)

蔡杏山 主编



机械工业出版社

本书是一本介绍电工识图的图书，主要内容有电工识图基础，电工测量电路图的识读，低压电器与电动机控制电路图的识读，变频器使用入门与控制电路图的识读，PLC 使用入门与硬、软件电路图的识读，常用机床电气控制电路图的识读，照明与动力配电电气图的识读，供配电系统电气图的识读，电子电路的识读和实用电工电子电路的识读。

本书基础起点低、内容由浅入深、语言通俗易懂，读者只要具有初中文化程度，就能通过阅读本书快速掌握电工识图。本书适合作为电工爱好者系统学习电工识图的自学图书，也适合作为培训机构和职业院校的初、中级电工识图教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

学电工识图超简单：全新升级版/蔡杏山主编. —2 版. —北京：机械工业出版社，2016. 9

(学技能超简单)

ISBN 978-7-111-54682-5

I. ①学… II. ①蔡… III. ①电路图—识图 IV. ①TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 203089 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑：徐明煜 责任编辑：徐明煜 阎洪庆

责任校对：刘怡丹 封面设计：马精明

责任印制：常天培

北京机工印刷厂印刷 (三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2016 年 10 月第 2 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 18.5 印张 · 452 千字

0 001—3 000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-54682-5

定价：49.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

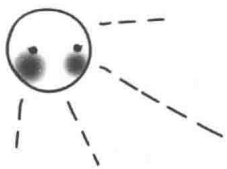
服务咨询热线：010-88361066 机工官网：www.cmpbook.com

读者购书热线：010-68326294 机工官博：weibo.com/cmp1952

010-88379203 金书网：www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网：www.cmpedu.com



前言 >>>>>>



《学电工识图超简单》一书自推出以来深受读者欢迎，取得了非常不错的销售成绩。在惊喜的同时，我们也发现了书中的一些不足，再加上热心读者为本书提出了一些好的建议，因此我们决定对《学电工识图超简单》一书进行修订。

修订后，本书仍保持第1版的主要特点：

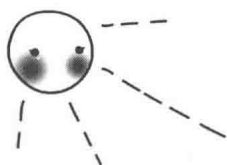
- ◆ **基础起点低。**读者只需具有初中文化程度即可阅读本书。
- ◆ **语言通俗易懂。**书中少用专业化的术语，遇到较难理解的内容用形象比喻说明，尽量避免复杂的理论分析和烦琐的公式推导，图书阅读起来会感觉十分顺畅。
- ◆ **采用图文并茂的方式表现内容。**书中大多采用读者喜欢的直观形象的图表方式表现内容，使阅读变得非常轻松，不易产生阅读疲劳。
- ◆ **内容安排符合人的认识规律。**在图书内容顺序安排上，按照循序渐进、由浅入深的原则进行，读者只需从前往后阅读图书，便会水到渠成。
- ◆ **突出显示书中知识要点。**为了帮助读者掌握书中的知识要点，书中用阴影和文字加粗的方法突出显示知识要点，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(www.eTV100.com)，观看有关辅导材料或向老师提问进行学习，读者也可以在该网站了解本书的新书信息。

《学电工识图超简单（全新升级版）》的改进主要有：

- ◆ **删掉一些陈旧或少用的内容，**另外对一些旧符号、旧图形和旧电路进行更新，并对其重新进行描述说明。
- ◆ **为了增强临场感，**将一些绘制图换成实物图，让读者在阅读图书时就有仿佛亲自现场操作的感觉，这样在实践时可以很快上手。
- ◆ **在第1版的基础上进行了扩展，**除了让图书内容更完善外，还增加了很多实用的内容，使图书有较高的性价比。

本书由蔡杏山担任主编。在编写过程中得到了许多教师的支持，其中蔡玉山、詹春华、黄勇、何慧、黄晓玲、蔡春霞、邓艳姣、刘凌云、刘海峰、刘元能、邵永亮、王娟、何丽、万四香、梁云、李清荣、朱球辉、何彬、蔡任英和邵永明等参与了部分章节的编写工作，在此一致表示感谢。由于编者水平有限，书中的错误和疏漏在所难免，望广大读者和同仁予以批评指正。

编 者



目 录 >>>>>>>



前言

第1章 电工识图基础 1

1.1 电气图的分类 1	1.2.3 电气图的布局 8
1.1.1 系统图 1	1.3 电气图的表示方法 9
1.1.2 电路图 2	1.3.1 电气连接线的表示方法 9
1.1.3 接线图 2	1.3.2 电气元件的表示方法 11
1.1.4 电气平面图 2	1.3.3 电气线路的表示方法 15
1.1.5 设备元件和材料表 3	1.4 电气符号 15
1.2 电气图的制图与识图规则 4	1.4.1 图形符号 16
1.2.1 图纸格式、幅面尺寸和 图幅分区 4	1.4.2 文字符号 17
1.2.2 图线和字体等规定 6	1.4.3 项目代号 18
	1.4.4 回路标号 21

第2章 电工测量电路图的识读 24

2.1 电流和电压测量电路的识读 24	电路 29
2.1.1 电流测量电路 24	2.2.3 功率因数测量电路 31
2.1.2 电压测量电路 26	2.3 电能测量电路的识读 33
2.2 功率和功率因数测量电路的 识读 29	2.3.1 电能表的结构与原理 33
2.2.1 功率的类型与基本测量 方法 29	2.3.2 单相有功电能测量电路 34
2.2.2 单相和三相功率测量	2.3.3 三相有功电能测量电路 35
	2.3.4 三相无功电能测量电路 36

第3章 低压电器与电动机控制电路图的识读 38

3.1 认识低压电器 38	3.1.5 接触器 51
3.1.1 开关 38	3.1.6 热继电器 54
3.1.2 熔断器 44	3.1.7 电磁继电器 56
3.1.3 断路器 47	3.1.8 时间继电器 60
3.1.4 漏电保护器 49	3.1.9 速度继电器 62

3.1.10 压力继电器	63	3.7 多地控制电路的识读	76
3.2 正转控制电路的识读	64	3.8 减压起动控制电路的识读	77
3.2.1 简单的正转控制电路	64	3.8.1 定子绕组串接电阻减压 起动控制电路	77
3.2.2 点动正转控制电路	65	3.8.2 自耦变压器减压起动控制 电路	78
3.2.3 自锁正转控制电路	67	3.8.3 星形-三角形减压起动控制 电路	80
3.2.4 带过载保护的自锁正转 控制电路	67	3.9 绕线转子电动机起动控制电路 的识读	83
3.2.5 连续与点动混合控制 电路	68	3.9.1 绕线转子电动机的调速 与起动方式	83
3.3 正、反转控制电路的识读	69	3.9.2 转子绕组串接电阻起动 控制电路	85
3.3.1 倒顺开关正、反转控制 电路	69	3.9.3 转子绕组串接频敏变阻器 起动控制电路	86
3.3.2 接触器联锁正、反转控制 电路	69	3.9.4 凸轮控制器起动、调速和 正、反转控制电路	87
3.3.3 按钮联锁正、反转控制 电路	71	3.10 制动控制电路的识读	89
3.4 限位控制电路的识读	72	3.10.1 机械制动电路	90
3.4.1 行程开关	72	3.10.2 电力制动电路	92
3.4.2 限位控制电路	73		
3.5 自动往返控制电路的识读	74		
3.6 顺序控制电路的识读	75		
第4章 变频器使用入门与控制电路图的识读	99		
4.1 变频器的原理、结构和使用	99	4.3.1 开关控制式正、反转控制 电路	115
4.1.1 变频器的调速原理与基本 组成	99	4.3.2 继电器控制式正、反转 控制电路	116
4.1.2 变频器的结构与接线 说明	101	4.4 工频与变频切换控制电路的 识读	117
4.1.3 变频器操作面板的使用	106	4.4.1 变频器跳闸保护电路	117
4.1.4 变频器的使用举例	110	4.4.2 工频与变频的切换 电路	118
4.2 变频器正转控制电路的 识读	112	4.5 变频器多档转速控制电路的 识读	120
4.2.1 开关控制式正转控制 电路	113	4.5.1 变频器的多档转速控制 端子	120
4.2.2 继电器控制式正转控制 电路	113	4.5.2 多档控制参数的设置	120
4.3 变频器正、反转控制电路的 识读	114	4.5.3 多档转速控制电路	121



第5章 PLC 使用入门与硬、软件电路图的识读	123
5.1 PLC 介绍	123
5.1.1 什么是 PLC	123
5.1.2 PLC 控制与继电器控制的比较	123
5.1.3 PLC 的组成	125
5.1.4 PLC 的工作方式	128
5.1.5 PLC 用户程序的执行过程	129
5.2 PLC 编程软件的使用	130
5.2.1 软件的安装和启动	130
5.2.2 程序的编写	130
5.2.3 程序的转换与传送	134
5.3 PLC 应用系统的开发流程及举例	135
5.3.1 PLC 应用系统的一般开发流程	135
5.3.2 PLC 控制电动机正、反转系统的开发举例	135
5.4 PLC 基本控制电路与梯形图的识读	138
5.4.1 起动、自锁和停止控制的 PLC 电路与梯形图	138
5.4.2 正、反转联锁控制的 PLC 电路与梯形图	139
5.4.3 多地控制的 PLC 电路与梯形图	141
5.4.4 定时控制的 PLC 电路与梯形图	142
5.4.5 定时器与计数器组合延长定时控制的 PLC 电路与梯形图	144
5.4.6 多重输出控制的 PLC 电路与梯形图	146
5.4.7 过载报警控制的 PLC 电路与梯形图	147
5.4.8 闪烁控制的 PLC 电路与梯形图	148
第6章 常用机床电气控制电路图的识读	150
6.1 车床控制电路的识读	150
6.1.1 CA6140 型车床简介	150
6.1.2 CA6140 型车床的控制电路	151
6.2 磨床控制电路的识读	153
6.2.1 M7130 型磨床介绍	153
6.2.2 M7130 型磨床的控制电路	153
6.3 钻床控制电路的识读	156
6.3.1 Z3050 型钻床介绍	156
6.3.2 Z3050 型钻床的控制电路	156
6.4 铣床控制电路的识读	159
6.4.1 X62W 型铣床介绍	160
6.4.2 X62W 型铣床的控制电路	160
6.5 镗床控制电路的识读	164
6.5.1 T68 型镗床介绍	165
6.5.2 T68 型镗床的控制电路	165
6.6 刨床控制电路的识读	170
6.6.1 常见刨床的特点	170
6.6.2 B690 型刨床的控制电路	171
第7章 照明与动力配电电气图的识读	173
7.1 基础知识	173
7.1.1 照明灯具的标注	173

7.1.2 配电线路的标注	174	面图的识读	181
7.1.3 用电设备的标注	175	7.2.5 住宅照明电路接线图的 识读	184
7.1.4 电力和照明设备的标注 ...	176	7.2.6 住宅插座电路接线图的 识读	185
7.1.5 开关与熔断器的标注	176	7.3 动力配电电气图的识读	185
7.1.6 电缆的标注	176	7.3.1 动力配电系统的三种接线 方式	186
7.1.7 照明与动力配电电气图 常用电气设备符号	177	7.3.2 动力配电系统图的识图 实例	187
7.2 住宅照明配电电气图的识读 ...	178	7.3.3 动力配电平面图的识图 实例	188
7.2.1 整幢楼总电气系统图的 识读	178	7.3.4 动力配电电路图和接线 图的识图实例	189
7.2.2 楼层配电箱电气系统图的 识读	178		
7.2.3 户内配电箱电气系统图 及接线图的识读	178		
7.2.4 住宅照明与插座电气平			
第8章 供配电系统电气图的识读	192		
8.1 供配电系统简介	192	的识读	206
8.1.1 供配电系统的组成	192	8.4 供配电系统二次电路的识读 ...	210
8.1.2 变电所与配电所	193	8.4.1 二次电路与一次电路的 关系说明	210
8.1.3 电力系统的电压规定	193	8.4.2 二次电路的原理图、展开图 和安装接线图	211
8.2 变配电所主电路的接线形式 ...	194	8.4.3 直流操作电源的识读	217
8.2.1 无母线主接线	195	8.4.4 断路器控制和信号电路的 识读	218
8.2.2 单母线主接线	197	8.4.5 中央信号电路的识读	219
8.2.3 双母线主接线	199	8.4.6 继电器保护电路的识读 ...	222
8.3 供配电系统主接线图的识读 ...	201	8.4.7 电测量仪表电路的识读 ...	224
8.3.1 发电厂电气主接线图的 识读	201	8.4.8 自动装置电路的识读	224
8.3.2 35kV/6kV 大型工厂降压 变电所电气主接线图的 识读	206	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	226
8.3.3 10kV/0.4kV 小型工厂 变电所电气主接线图			
第9章 电子电路的识读	229		
9.1 放大电路的识读	229	9.1.3 分压式电流负反馈放大 电路	231
9.1.1 固定偏置放大电路	229	9.1.4 交流放大电路	232
9.1.2 电压负反馈放大电路	230		



9.2 谐振电路	233	9.4.3 滤波电路	240
9.2.1 串联谐振电路	233	9.4.4 稳压电路	244
9.2.2 并联谐振电路	235	9.4.5 开关电源的特点与工作 原理	246
9.3 振荡器	236	9.4.6 自激式开关电源的电路 分析	249
9.3.1 振荡器的组成与原理	236	9.4.7 他激式开关电源的电路 分析	252
9.3.2 变压器反馈式振荡器	237		
9.4 电源电路	238		
9.4.1 电源电路的组成	238		
9.4.2 整流电路	238		
第10章 实用电工电子电路的识读	256		
10.1 电源与充电器电路的识读	256	10.3.3 采用直流电源供电的三种 LED 灯电路	268
10.1.1 单、倍压整流电源 电路	256	10.3.4 LED 灯带的电路结构与 安装	269
10.1.2 0~12V 可调电源电路	256	10.4 音频电路的识读	271
10.1.3 采用集成稳压器的可调 电源电路	257	10.4.1 可调音频信号发生器 电路	271
10.1.4 USB 手机充电器电路	258	10.4.2 小功率集成立体声功放器 电路	272
10.2 荧光灯电路的识读	260	10.4.3 2.1 声道多媒体有源音箱 电路	273
10.2.1 普通荧光灯及电路	260	10.5 其他实用电路的识读	275
10.2.2 电子式荧光节能灯 介绍	262	10.5.1 两个开关控制一盏灯 电路	275
10.2.3 电子式荧光节能灯的电子 镇流器电路	262	10.5.2 五个开关控制五层楼道 灯电路	275
10.2.4 荧光节能灯的电子镇流器 接线电路	264	10.5.3 简易防盗报警电路	276
10.3 LED 灯电路的识读	265		
10.3.1 LED 灯介绍	265		
10.3.2 采用 220V 交流电源供电 的四种 LED 灯电路	265		
附录	277		
附录 A 常用电气简图用图形 符号	277	附录 C 常用电气设备基本文字 符号	285
附录 B 常用电气设备用图形 符号	283	附录 D 常用电气设备辅助文字 符号	288

电工识图基础

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）、设备元器件和材料表、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，它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

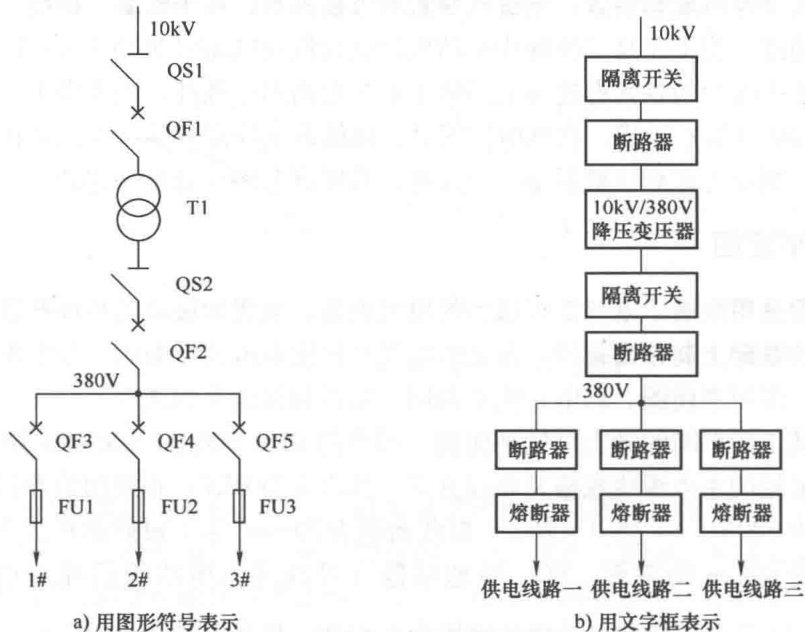


图 1-1 某变电所的供电系统图

用变压器将 10kV 电压变换成 380V 电压,再分成 3 条供电支路,图 a 是用图形符号表示的系统图,图 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 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、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 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 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 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。

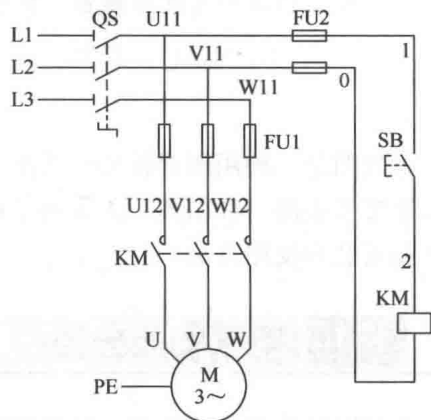


图 1-2 三相异步电动机的点动控制电路

1.1.3 接线图

接线图是用来表示成套装置、设备或装置的连接关系,用于安装、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(见图 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,如接触器 KM 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(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。

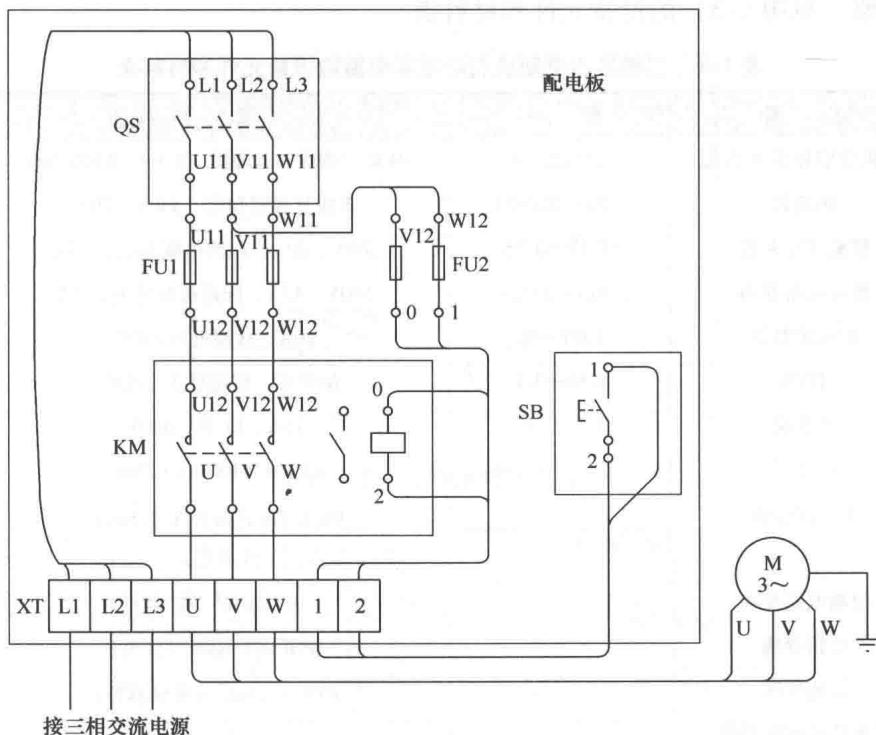


图 1-3 三相异步电动机点动控制电路的接线图

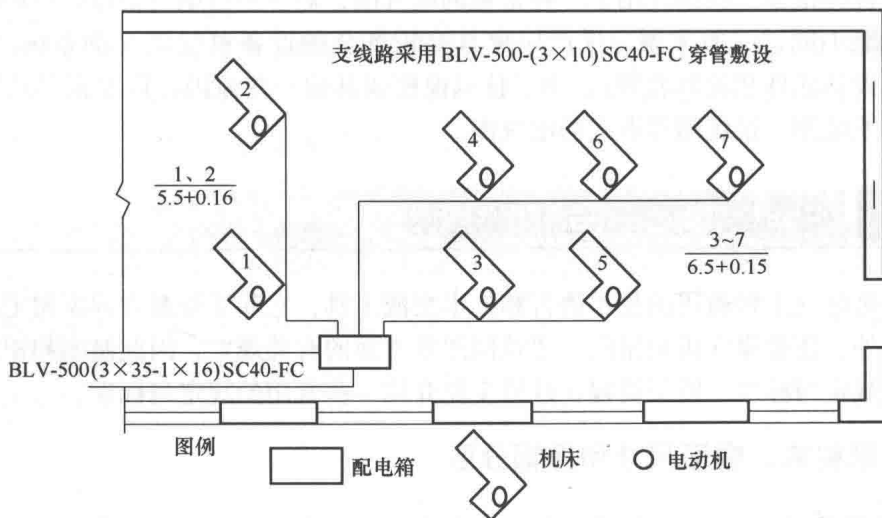


图 1-4 某工厂车间的动力电气平面图

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



点动控制电路（见图 1-3）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、△联结、8.8A、1440r/min	1
QF	断路器	DZ5—20/330	3 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
XT	端子板	TD—1515	15A、15 节、660V	1
	配电板		500mm×400mm×20mm	1
	主电路导线		BV 1.5mm ² 和 BVR 1.5mm ² （黑色）	若干
	控制电路导线		BV 1mm ² （红色）	若干
	按钮导线		BVR 0.75mm ² （红色）	若干
	接地导线		BVR 1.5mm 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，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。

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。会签栏通常用于水、暖、建筑和工艺等相关专业设计人员会审图样时签名，如无必要，也可取消会签栏。

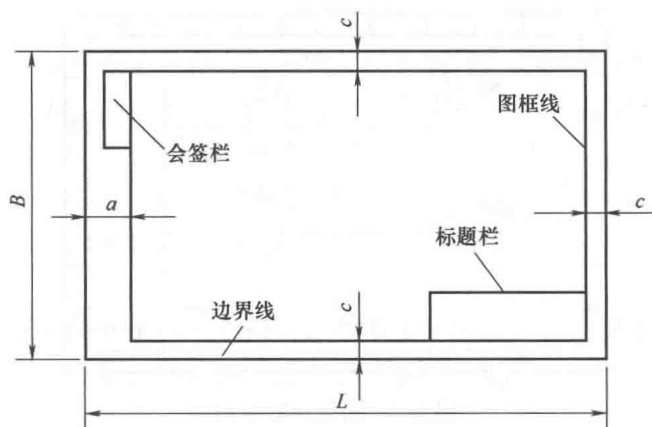


图 1-5 电气图图纸格式

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				
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 ($B \times L$)	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，不管图样多复杂，只要给出某元件所在的分区代号，就能很快在图样上找到该元件。

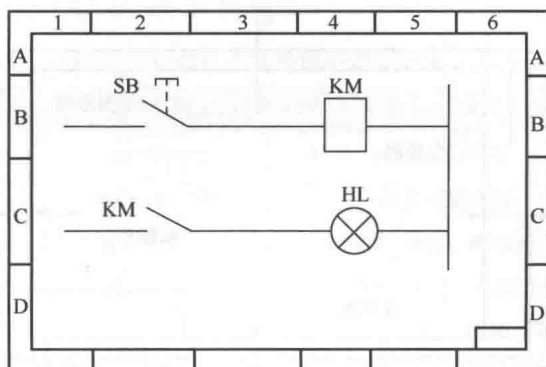


图 1-7 图纸分区示例

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，单位为 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 $\frac{2}{3}$ 。

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。

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 1-9a 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 1-9b 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 1-9c 所示。



图 1-8 两种常用箭头

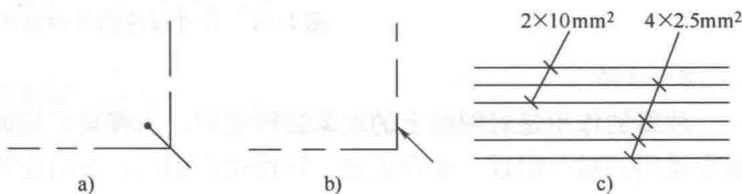
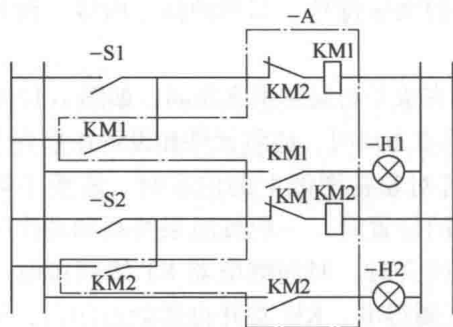


图 1-9 指引线的 3 种形式

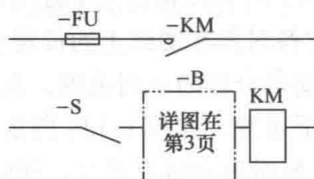
5. 围框

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 1-10a 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，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图纸上，并在图框内进行说明，如图 1-10b 所示，表示该含义的围框应用双点画线。



a) 细点画线围框



b) 双点画线围框

图 1-10 围框使用举例

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、尺寸起止点（实心箭头和 45°斜短划线）和尺寸数字四个要素组成。尺寸标注如图 1-11 所示。

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。

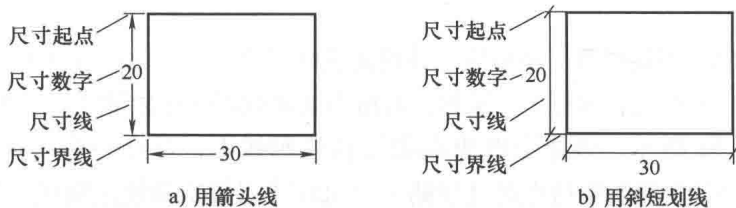


图 1-11 尺寸标注的两种方式

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。

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。

3) 确定各对象在图纸上的位置。在确定各对象在图纸上的位置时，需要了解各对象形状大小，以安排合理的空间范围，在安排元件的位置时，一般按因果关系和动作顺序从左到右、从上到下布置。如图 1-13a 所示，当 SB1 闭合时，时间继电器 KT 线圈得电，一段时间后，KT 得电延时闭合触点闭合，接触器 KM 线圈得电，KM 常开自锁触点闭合，锁定 KM 线圈得电，同时 KM 常闭联锁触点断开，KT 线圈失电，KT 触点断开，如图 a 采用图 b 一样的元件布局，虽然电气原理与图 a 相同，但识图时不符合习惯。