



电路识图系列丛书

新电工识图

(第3版)



- ◆ 电工识图基础知识与电气原理图识图方法
- ◆ 电气接线图与供配电线路识图方法
- ◆ PLC可编程控制电路与变频电路识图方法
- ◆ 典型实用电路识图实例

主 编 赵 清

副主编 韩 轲 赵 明 赵玉龙



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

电路识图系列丛书

新电工识图

(第3版)

主 编 赵 清

副主编 韩 轲 赵 明 赵玉龙

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

非丛民系图学类

本书详细讲解了电工识图基础知识,常用电气原理图的识图方法与步骤,电路接线图的识图方法与步骤;具体介绍了常用电工测量仪表及其接线方法,普通低压配电屏的接线方法及特点,常用电路及实际控制系统电路识图的实例,工业、企业供电与安全用电常识。本书还重点讲解了由 PLC 组成的控制电路的电气原理图和接线图的识图方法,PLC 编程语言、编程工具、编程原则和方法,详细解读了 PLC 可编程控制器的应用电路。本书还着重介绍了变频电路和供配电线路,介绍了控制组件、三相异步电动机的型号与规格,常用电气设备、装置及控制组件的图形符号和文字符号等资料,具有很实用的参考价值。

本书实用性强,可作为职业技术学院电气专业的教材和电气行业的电工培训教材,也可作为专职电工的普及读物,并可供工程技术人员阅读和参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

新电工识图 / 赵清主编. —3 版. —北京: 电子工业出版社, 2014.9
ISBN 978-7-121-24332-5

I. ①新… II. ①赵… III. ①电路图—识别 IV. ①TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 21 16 号

策划编辑: 谭佩香

责任编辑: 鄂卫华

印 刷: 中国电影出版社印刷厂

装 订: 中国电影出版社印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 18 字数: 438 千字

版 次: 2004 年 7 月第 1 版

2014 年 9 月第 3 版

印 次: 2014 年 9 月第 1 次印刷

定 价: 39.80 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

P R E F A C E

随着我国工农业的迅速发展，特别是乡镇企业的大量涌现，各种电气设备也随之增加。目前，用电脑控制的先进电气设备和自动化生产线已经大量出现，使得电气线路越来越复杂，技术含量越来越高，并需要越来越多的具有扎实理论基础和丰富实践经验的电气技术人员和电气工人从事电气线路的设计和维修工作。

《新电工识图》出版后，深受广大读者的欢迎，并为广大电气技术人员和电气工人知识面的扩展提供了便利条件；同时已被不少中等职业技术学校选用为教材，市场反应良好，至今畅销不衰。根据广大读者要求，为了适应科技发展的需要，我们对《新电工识图》进行修订出版第3版，目的是更多更好地体现新知识和新科技成果，能为广大读者拓展知识、更新技术和提高技能提供更好的服务。

《新电工识图（第3版）》是在第2版的基础上进行了重新增减。第3版增加了变频电路和变配电线路识图部分，删掉配电屏布线的陈述部分。

这次改版后的第3版内容包含照明电路、由常用继电器组成的控制电路、由常用的PLC可编程控制器组成的电路、由变频器组成的控制电路，还有供配电线路，常用仪器和仪表知识，以及安全用电知识。

《新电工识图（第3版）》对原来电动机控制电路部分新增加了PLC控制电路和用梯形语言及助记符语言编制程序的介绍和新增变频器控制电路介绍。这样做的目的是为了引导广大读者迅速掌握新技术和新知识，也为广大从事数控机床操作与维修的人员提供一定帮助。

《新电工识图（第3版）》增加的供配电线路识图知识，可以提高广大从事普通输变电行业的工作者及电气工人的识图能力。使他们更好地将理论与实践结合起来，迅速提高技术水平和工作能力。

根据广大读者的要求，《新电工识图（第3版）》对电路分析更加条理化和规范化，更适应读者的阅读习惯和学习方法。

《新电工识图（第3版）》的编写耗时近一年，主编赵清组织相关编写人员深入到生产第一线学习和了解先进的控制设备控制原理及所采用的先进技术，为此次编写做了充分资料准备。在本书第3版的编写过程中诚请了韩轲、赵明、赵玉龙等三位任副主编。本书由赵清全面负责统编，第一至第三章由韩轲编写，第四至第六章赵明编写，第七章和第八章由赵玉龙编写，第九章由赵玉东编写，书中所有图由赵玉龙绘制。本书诚请张晓兰和赵志杰两位教授主审。参加本书编写的还有：于喜洵、马丽、张华、张军、李影、姜海涛、杨龙、孙振宝、邱泽国、赵玉玉、苏晓东、田长卿等。

在《新电工识图（第3版）》的编写过程中，得到了韩雪涛总经理和韩广兴教授的大力支持，在此深表感谢。

在《新电工识图（第3版）》的编写过程中，参阅有关十六位专家学者的编著，使我们受益匪浅，在此一并表示诚心感谢。

由于编者的水平和实践经验的不足，书中可能有不足之处，恳请广大读者批评指正！

我们的联系方式：tan_peixiang@phei.com.cn

编者

2014年7月

目 录

第 1 章 电工识图基础知识	1
1.1 什么是电路图	1
1.2 电路图的种类与画法	1
1.2.1 电气原理图	2
1.2.2 电气原理图绘制方法	2
1.2.3 电气安装接线图	3
1.2.4 电气接线图画法	6
1.2.5 控制器件板面布置图画法	6
1.3 电路图中常用电气符号	6
1.3.1 电工系统图图形符号	6
1.3.2 电气技术中的文字符号	10
1.4 阿拉伯数字在电路图中的作用	15
1.4.1 阿拉伯数字与电气图形文字符号组合原则	15
1.4.2 数字与文字符号组合成的符号的使用说明	15
1.5 电路中常用的控制器件	17
1.5.1 手动操作的控制器件	17
1.5.2 自动动作的控制器件	24
1.6 电路中常见的电气设备	40
1.6.1 常用变压器	40
1.6.2 常用电动机	41
1.6.3 电加热装置	45
1.6.4 照明灯和信号灯	45
1.7 电路中常用的光敏元器件	45
第 2 章 电气原理图识图方法	49
2.1 电气原理图中的主电路和辅助电路	49

2.1.1	主电路.....	50
2.1.2	辅助电路.....	50
2.2	识读电气原理图的步骤和方法.....	50
2.2.1	识读主电路的具体步骤.....	50
2.2.2	识读辅助电路的具体步骤和方法.....	51
2.3	电路中的保护环节、自锁环节及连锁环节.....	52
2.3.1	电路中的保护环节.....	52
2.3.2	电路中的自锁环节.....	55
2.3.3	电路中的连锁环节.....	55
2.4	几种常用的电路.....	56
2.4.1	最常用小功率三相异步电动机启动控制电路.....	56
2.4.2	时序电路.....	57
2.4.3	以位置控制为原则的电路.....	58
2.4.4	以速度控制为原则的电路.....	59
2.4.5	以地点控制为原则的电路.....	60
2.4.6	以温度控制为原则的电路.....	60
2.4.7	以压力控制为原则的电路.....	62
2.5	识图举例.....	63
2.5.1	C620-1 型普通车床控制电路.....	63
2.5.2	M7120 型平面磨床控制电路的电气原理图.....	65
2.5.3	大型水塔全自动给水控制电路.....	69
2.5.4	三相绕线型异步电动机启动控制电路.....	72
2.5.5	半自动提升系统控制电路.....	74
2.6	电气原理图识图方法总结.....	79
第 3 章	怎样看电路接线图.....	81
3.1	识读电路接线图常识.....	81
3.1.1	电路接线图各电气设备、装置和控制器件的画法.....	82
3.1.2	电路接线图中电气设备、装置和控制器件位置的安排.....	82
3.1.3	配电盘导线布置方法.....	83
3.2	识读电路接线图的方法和步骤.....	84
3.3	识读电路接线图实例.....	85
3.3.1	照明电路接线图.....	85

3.3.2	电力拖动电路接线图	91
3.3.3	变配电电路接线图	95
3.4	怎样看控制器的展开图	108
3.4.1	控制器展开图的第 1 种画法	110
3.4.2	控制器展开图的第 2 种画法	114
3.5	怎样识读转换开关和主令控制器展开图	115
3.5.1	转换开关展开图	115
3.5.2	转换开关技术数据	122
3.6	实际电路接线方法	125
3.6.1	电路接线形式	125
3.6.2	电路接线方法和步骤	127
3.7	本章总结	127
3.7.1	电路接线图与电气原理图之间的关系	128
3.7.2	识读电路接线图的方法与步骤	128
3.7.3	电路接线的方法和步骤	128
第 4 章 可编程序控制器 PLC 应用技术和实际控制电路识图		129
4.1	可编程控制器 PLC 简介	129
4.2	可编程控制器 PLC 各主要部分的作用	131
4.2.1	CPU 的功能	131
4.2.2	存储器的功能	132
4.2.3	输入输出接口电路的功能	132
4.2.4	PLC 对所需电源的要求	134
4.2.5	手持编程器的功能	134
4.2.6	I/O 扩展接口和外部设备接口的功能	134
4.3	可编程控制器 PLC 的编程语言	134
4.3.1	梯形图语言	134
4.3.2	助记符语言	137
4.4	编程工具	137
4.4.1	手持编程器的结构及各部分的功能	137
4.4.2	手持编程器指令输入方式	140
4.4.3	常用的 OP 功能的使用	143
4.4.4	PLC 专用软件编程方式	143

4.5	PLC 编程	144
4.5.1	继电器组成的辅助电路与 PLC 组成的辅助电路接线方法的比较	144
4.5.2	用继电器组成的辅助电路与用 PLC 组成的辅助电路逻辑功能比较	145
4.5.3	PLC 用户程序中常用到的基本控制环节的编程介绍	146
4.5.4	PLC 编程基本原则	152
4.6	调出、清除、检查、修改、插入及删除等程序键盘的操作方法	159
4.6.1	调出程序（显示在屏幕上）	159
4.6.2	清除程序	159
4.6.3	程序的检查、修改、删除、插入	160
4.7	可编程控制器 PLC 应用电路识图举例	160
4.7.1	用 PLC 组成的电动机自动供水系统电路	160
4.7.2	用电压表和 PLC 组成的液位控制电路	164
4.7.3	有短路保护、过载保护、缺相保护的三相异步电动机控制电路	170
4.8	本章总结	173
第 5 章	变频电路识图	175
5.1	变频器知识简介	175
5.1.1	变频器的种类	176
5.1.2	直流变频器的工作原理	178
5.2	变频电路的结构形式	180
5.3	变频电路识图	182
第 6 章	常用电工测量仪表及其接线线路	195
6.1	电压表和电流表的使用方法和接线方法	195
6.1.1	直流电流表的使用方法和接线方法	195
6.1.2	交流电流表的使用方法及接线方法	195
6.1.3	直流电压表的接线方法	198
6.1.4	交流电压表的接线方法	198
6.1.5	电流钳的使用方法	200
6.2	电度表的接线方法	201
6.2.1	单相有功电度表的接线方法	201
6.2.2	三相电度表的接线方法	203
6.2.3	三相电路无功电量的测量	211

6.2.4	直流电度表的接线方法	213
6.3	电流表、电压表及电度表的联合接线方法	214
6.3.1	三相有功电度表与三相无功电度表的联合接线方法	214
6.3.2	三相二线制有功电度表与 3 块电流表的联合接线方法	216
6.3.3	三相四线制有功电度表与 3 块电流表的联合接线方法	216
6.3.4	三相三线制有功电度表与 3 块电流表和 3 块电压表的联合接线方法	218
6.4	万用表的内部接线图及使用方法	218
第 7 章 常用电路举例		221
7.1	常用照明电路	221
7.1.1	一只单联开关控制 1 盏白炽灯的电路	221
7.1.2	一只单联开关控制多盏白炽灯的电路	221
7.1.3	用两只双掷开关在两地控制 1 盏白炽灯的电路	221
7.1.4	高压水银灯控制电路	222
7.1.5	管形氙灯控制电路	222
7.1.6	荧光灯和黑色管灯的接线线路	223
7.1.7	荧光灯与四线镇流器的接线线路	223
7.1.8	汽车转弯闪光指示灯的接线线路	224
7.1.9	自制大功率“流水式”彩灯的控制电路	224
7.2	常用电动机控制电路	225
7.2.1	用倒顺开关控制电动机正、反转的电路	225
7.2.2	三相鼠笼型异步电动机 Y- Δ 启动控制电路之一	226
7.2.3	三相鼠笼型异步电动机 Y- Δ 启动控制电路之二	228
7.2.4	采用补偿器降压的三相鼠笼型异步电动机的启动控制电路	228
7.2.5	采用延边三角形降压的三相异步电动机启动控制电路	230
7.2.6	双速电动机启动控制电路	231
7.2.7	三速电动机启动控制电路	232
7.2.8	三速电动机从低速到高速自动控制电路	234
7.2.9	三相绕线型异步电动机转子串接三级电阻器的启动控制电路	235
7.3	常用机床控制电路	236
7.3.1	C630 型车床的控制电路	236
7.3.2	B690 型液压牛头刨床控制电路	238
7.3.3	Y7131 型齿轮磨床控制电路	238

7.3.4	T618 型卧式镗床控制电路.....	240
第 8 章 供配电线路的识图与安全用电常识		243
8.1	供配电线路的组成和功能概述.....	243
8.1.1	供配电线路系统简介.....	243
8.1.2	总降压变电站(所)和输变电所或建筑物变电所功能简介.....	244
8.1.3	供配电线路的主要组成部件.....	247
8.2	供配电线路的识图方法.....	250
8.2.1	简介配电线路中的主要电气器件.....	251
8.2.2	配电线路接线形式.....	252
8.2.3	配电线路具体识图方法.....	255
8.3	供配电线路的识图举例.....	257
8.3.1	户外供配电线路的识图.....	257
8.3.2	一般民用建筑变电所主接线图的识读.....	263
8.3.3	室内供配电线路的识图.....	271
8.4	导线截面积的选择.....	275
8.4.1	根据发热条件选择导线截面积.....	275
8.4.2	根据允许电压损失选择导线截面积.....	276
8.5	安全保护接地与保护接零.....	276
8.5.1	工作接地.....	277
8.5.2	保护接地.....	277
8.5.3	保护接零.....	277
8.5.4	重复工作接地.....	278
8.6	加强安全用电工作.....	278

第 1 章 电工识图基础知识

电路图包括电气原理图和电气接线图（配线图）两种。电气原理图是电气技术人员和电气工人分析实际机械设备电路原理的蓝图；电气接线图（配线图）是电气工人对实际机械设备电路接线的指导图。对于电气技术人员和电气工人来说，读懂电路图是最基本的要求。实际上读懂电路图并不难，只要掌握识图的方法，熟记电路图中各电气符号所代表的电气设备和元器件的名称，并了解实际控制器件的结构和动作原理，就能很容易地读懂电路图。为此，本章先介绍控制器件的结构和工作原理，以及电气符号等方面的知识。

1.1 什么是电路图

将电源与负载（用电设备）用导线连接起来，使之形成完整的闭合回路，电流可以从流过路径，就是电路。把这种电路画在图纸上，就是电路图。

一个完整的电路图由三大部分组成，即电源、负载及中间环节三部分。下面以最常见的负载为白炽灯的电路为例，来说明电路图的组成。负载为白炽灯的电路图如图 1-1 所示。

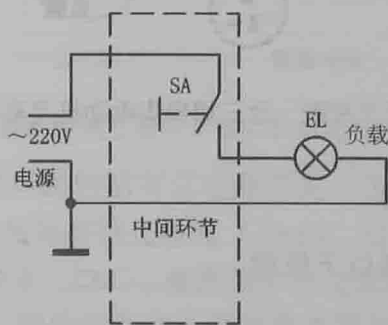


图 1-1 负载为白炽灯的电路图

电路图中的电源为 220 V 正弦交流电源，负载只有 1 盏白炽灯（EL），中间环节由导线和手动开关（SA）组成。

电路图中的每个电气图形符号、文字符号都是按照国家规定的标准绘制的。我国于 1964 年颁布了电工系统图型符号和文字符号（国家标准 GB312-64）。1986 年以来，我国又相继颁布了一批电气图形符号新标准（GB4728-86、GB7159-87），同时废除了 1964 年颁布的旧标准（GB312-64）。GB4728-86 和 GB7159-87 新标准自 1990 年 1 月 1 日起开始使用。

1.2 电路图的种类与画法

本节介绍电气原理图和电气安装接线图（配线图）的画法。



1.2.1 电气原理图

电气原理图是根据电气设备和控制器件动作原理,用展开法绘制的图。它用来表示电气设备和控制器件的动作原理,而不考虑实际电气设备和控制器件的真实结构和安装位置,它只是供研究电气动作原理和分析故障以及检查故障和维护时使用。电气原理图非常清楚地画出电流流经的所有路径和用电设备与控制器件之间的相互关系,以及电气设备和控制器件的动作原理。有了电气原理图,就可以很容易地找出接线的错误和发现电路运行中所发生的故障点。

下面给出用三极刀闸开关控制一台三相异步电动机启动与停止的电气原理图,如图 1-2 所示。

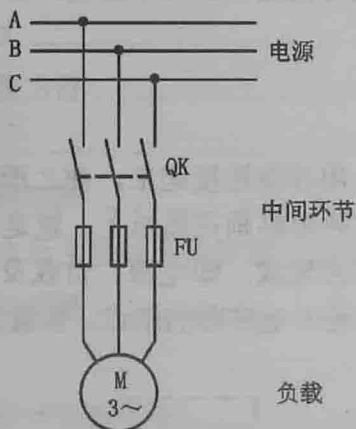


图 1-2 用三极刀闸开关控制一台三相异步电动机启动与停止的电气原理图

1.2.2 电气原理图绘制方法

绘制电气原理图时必须遵循以下原则。

1. 按电气符号标准绘制

电路中的电气设备和控制器件必须按照标准规定的电气符号绘制。

2. 按文字符号标准绘制

电路中各电气设备和控制器件的文字符号必须按照国家标准 GB7159—87 规定的文字符号标明,如图 1-2 中 QK 代表三极刀闸开关, FU 代表熔断器, M 代表三相电动机。

3. 按顺序排列绘制

电气原理图中的各电气设备和控制器件,按照先后工作顺序纵向排列,或者水平排列。如图 1-2 中的三极刀闸开关 (QK)、熔断器 (FU)、电动机 (M) 就是按先后工作顺序纵向排列的。

4. 用展开法绘制

电气原理图中的各电气设备和控制器件可用展开法绘制。电路中的主电路 (有用电设备的电路) 用粗实线画在图纸的左边或上部,而辅助电路 (由控制器件组成的电路) 用粗

实线画在图纸的右边或下部。这样，主电路和辅助电路以及回路与回路之间极易区别，醒目易懂。

这里所列举的用交流接触器控制三相异步电动机启动与停止的电气原理图如图 1-3 所示。

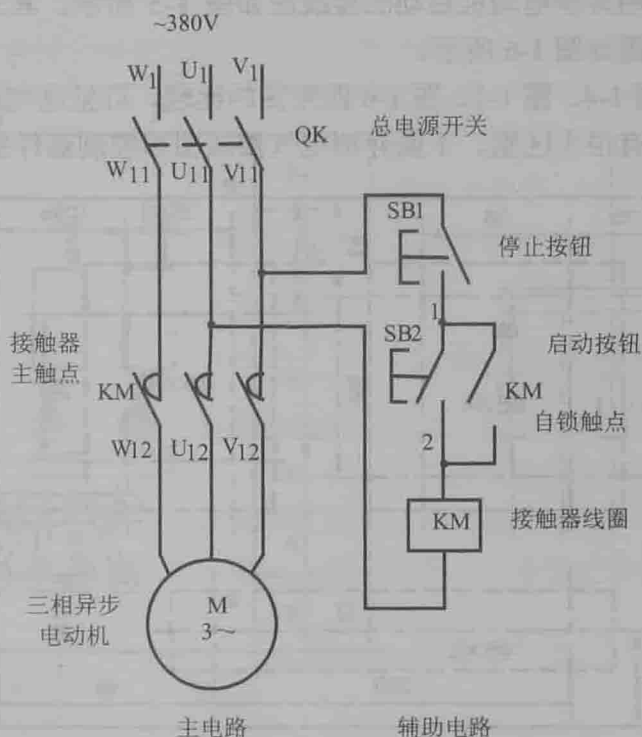


图 1-3 用交流接触器控制三相异步电动机启动与停止的电气原理图

由图 1-3 所示电路可见，主电路包括有总电源开关（QK）、接触器（KM）主触点、三相异步电动机（M）；辅助电路包括有停止按钮（SB1）、启动按钮（SB2）、交流接触器线圈（KM）、交流接触器的自锁触点（KM）。电路图中的交流接触器采用了展开绘制的方法。主电路中用到接触器的主触点，辅助电路中有接触器线圈和自锁（辅助）触点。

5. 控制器件的同一性

电气原理图中采用展开法绘制的控制器件，同一个器件（如图 1-3 中的接触器线圈、主触点、辅助触点）必须用同一个文字符号（例如 KM）标明。

6. 表明动作原理与控制关系

电气原理图必须表达清楚电气设备和控制器件的动作原理（即电路工作过程），必须表达清楚控制与被控制的关系。图 1-3 所示电路中的总电源开关 QK，是控制主电路和辅助电路与电源接通和关断的总开关。辅助电路中的 SB2 是使接触器线圈得电的开关，而 SB1 是使接触器线圈失电的开关，即 SB2 和 SB1 控制接触器线圈得电与失电；接触器主触点用来控制电动机 M 通电与断电。

1.2.3 电气安装接线图

电气安装接线图是专供电气工程人员安装电气设备及控制器件时接线用的图。

电气安装接线图分为控制器件板面布置图和控制器件接线图两种。控制器件板面布置图,应该清楚画出各控制器件在配电板(盘)上明确的位置,各控制器件之间的距离以及固定各控制器件所需的钻孔位置和钻孔尺寸。用交流接触器控制三相异步电动机启动的控制器件板面布置图如图 1-4 所示。接线图应该画出各控制器件之间连线及具体的连接方法。用交流接触器控制三相异步电动机启动的接线图如图 1-5 所示。其三相四线制配电盘的控制器件位置图和接线图如图 1-6 所示。

通过对图 1-3、图 1-4、图 1-5、图 1-6 四张图的比较,可见电气原理图、控制器件板面布置图及电气接线图有很大区别。下面介绍电气接线图和控制器件板面布置图的画法。

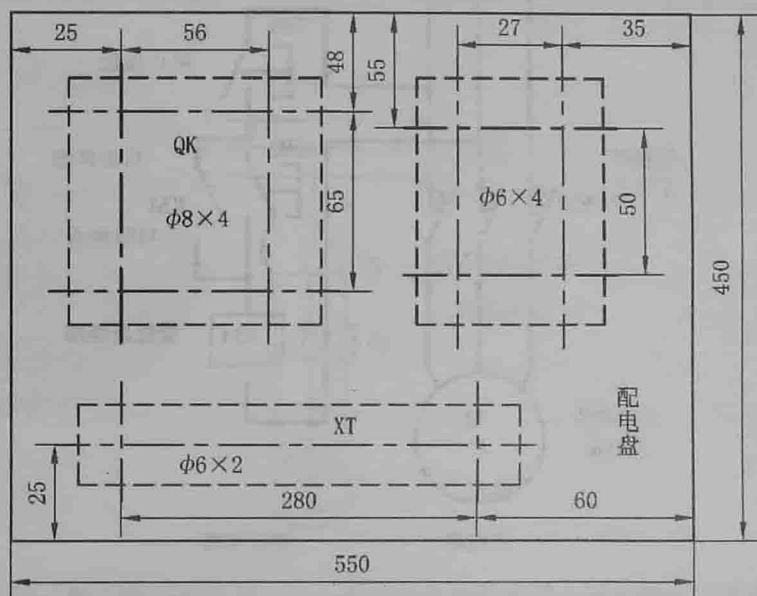


图 1-4 用交流接触器控制三相异步电动机启动的控制器件板面布置图

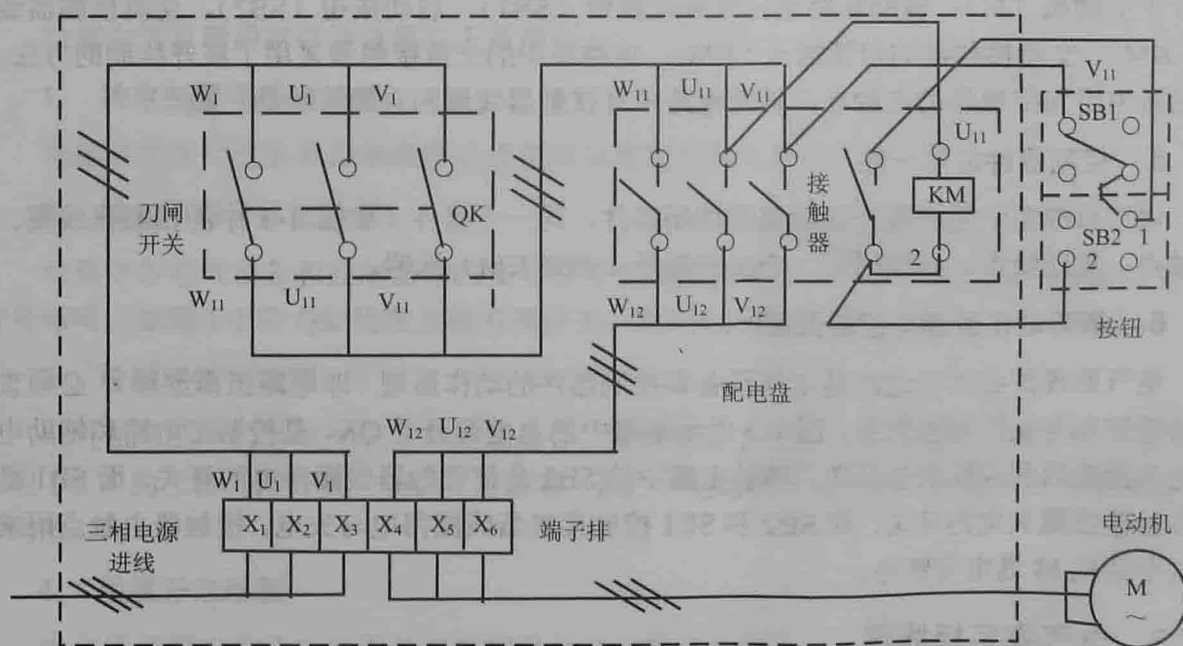


图 1-5 用交流接触器控制三相异步电动机启动的接线图

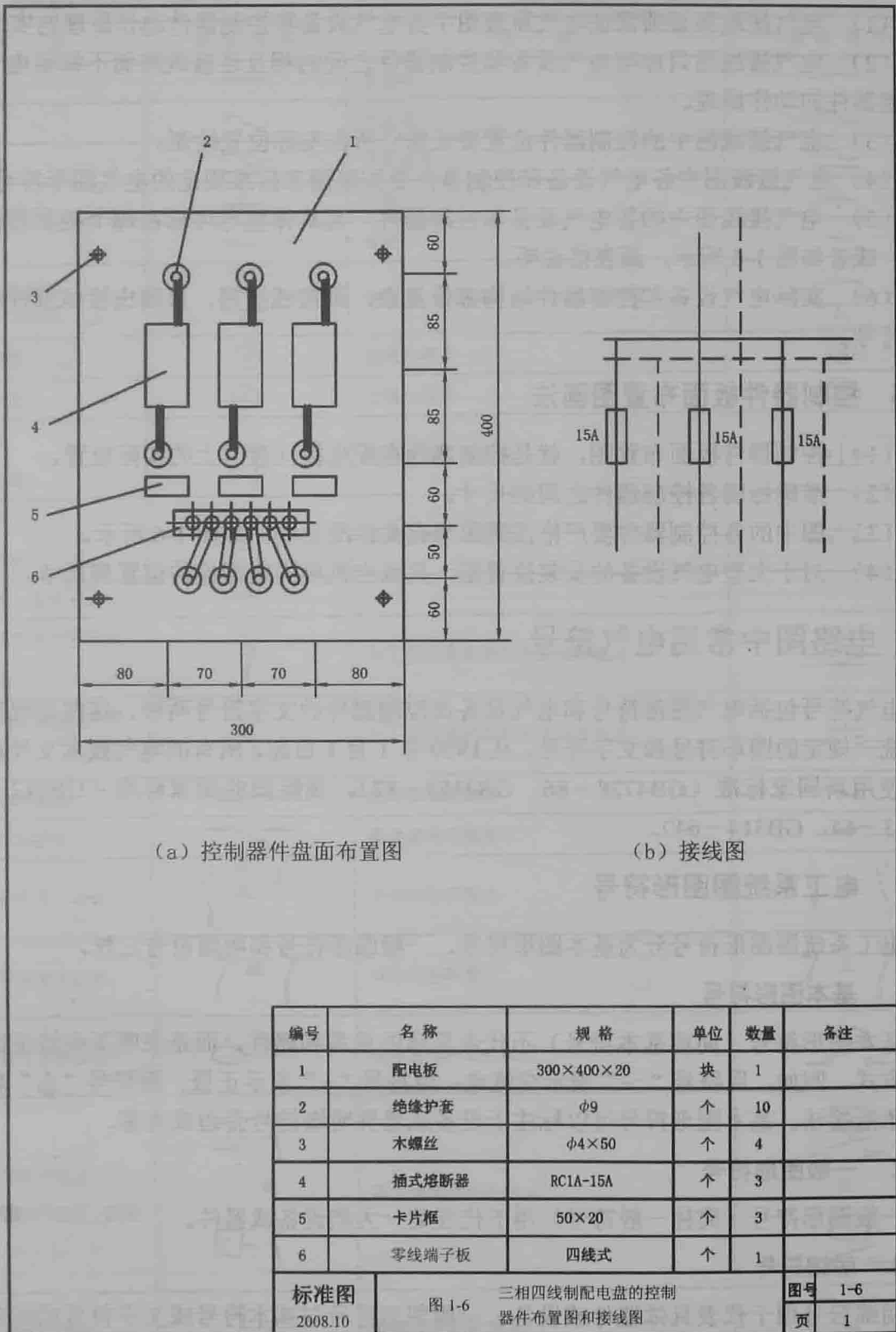


图 1-6 三相四线制配电板的控制器件布置图和接线图



1.2.4 电气接线图画法

- (1) 电气接线图必须保证电气原理图中各电气设备和控制器件动作原理的实现。
- (2) 电气接线图只标明电气设备和控制器件之间的相互连接线路而不标明电气设备和控制器件的动作原理。
- (3) 电气接线图中的控制器件位置要依据它所在实际位置绘制。
- (4) 电气接线图中各电气设备和控制器件要按照国家标准规定的电气图形符号绘制。
- (5) 电气接线图中的各电气设备和控制器件,其具体型号可标在每个控制器件图形符号旁边,或者如图 1-6 所示,画表格说明。
- (6) 实际电气设备和控制器件结构都很复杂,画接线图时,只画出接线部件的电气图形符号。

1.2.5 控制器件板面布置图画法

- (1) 控制器件板面布置图,就是控制器件在配电板(盘)上的实际位置。
- (2) 准确标明各控制器件之间的尺寸。
- (3) 图中的各控制器件要严格按照国家有关标准绘制。如图 1-6 所示。
- (4) 对于大型电气设备的安装位置图,只画出机座固定螺栓的位置和尺寸。

1.3 电路图中常用电气符号

电气符号包括电气图形符号和电气设备及控制器件的文字符号两种。这些电气符号是国家统一规定的图形符号和文字符号。从 1990 年 1 月 1 日起,所有的电气技术文件和图纸一律使用新国家标准(GB4728-86、GB7159-87),废除旧的国家标准(GB312-64, GB313-64, GB314-64)。

1.3.1 电工系统图图形符号

电工系统图图形符号分为基本图形符号、一般图形符号和明细符号三种。

1. 基本图形符号

基本图形符号(简称基本符号)不代表具体的设备和器件,而是表明某些特征或绕组接线方式。例如,用符号“~”表示交流电;用符号“+”表示正极;用符号“△”表示绕组三角形接法。基本图形符号可以标注于设备或器件明细符号旁边或内部。

2. 一般图形符号

一般图形符号(简称一般符号)用于代表某一大类设备或器件。

3. 明细符号

明细符号用于代表具体器件或设备。一般图形符号与基本符号或文字符号相结合所派生出的符号,就是明细符号。

为了加深对电工系统图图形符号的认识,现将 45 种常用器件和设备的图形符号列在表 1-1 中。