

新电工识图

赵 清 于喜洹 等编著

- 电工识图基础知识
- 电气原理图识图方法
- 电路接线图识图方法
- 典型实用电路识图实例



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

新 电 工 识 图

赵 清 于喜洹 等编著

電 子 工 業 出 版 社 ·

Publishing House of Electronics Industry

北 京 · BEIJING

内 容 提 要

本书详细讲解了电工识图基础知识,常用电气原理图识图方法与步骤,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线路与普通低压配电屏接线线路的接线方法及特点,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;本书还详细介绍了常用导线、控制元件、三相异步电动机的型号与规格,常用电气设备、装置及控制元件的图形符号和文字符号,具有很强的资料性和参考价值。

本书实用性强,可作为劳动上岗前的电工培训辅助教材,也可作为专职电工的普及读物,并可作为从事自动工程的技术人员的参考读物。

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 / 赵清等编著. —北京: 电子工业出版社, 2004.7

ISBN 7-121-00116-0

I. 新... II. 赵... III. 电路图—识图法 IV. TM02

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 069642 号

责任编辑: 谭佩香

印 刷: 北京天竺颖华印刷厂

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

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 17.5 字数: 390 千字

印 次: 2004 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 6000 册 定价: 26.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话: (010)68279077。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。

前 言

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,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修理工作。鉴于此,本人将多年的教学经验总结出来,编写成一本《新电工识图》奉献给广大读者,以便迅速提高广大电气技术人员和电气工人的技术水平,适应实际工作的需要。

本书从生产实际出发,从电路识图的基础知识讲起,逐步由浅入深地介绍电路识图的方法和步骤。

书中主要介绍照明电路识图、电力拖动电路识图、机床电路识图、变配电电路识图。最后还介绍了常用电气设备所使用的电动机的技术数据和电路中常用控制元件及绝缘电线的技术数据。

书中所有电路都是常用的实际电路。通过对实际电路的分析,得出电路识图方法和步骤。这样做的目的,就在于使广大读者学以致用,并能举一反三,迅速提高技术水平和工作能力。

参加本书编写工作的还有:马丽、赵玉玉、胡鹏程、张华、马明、李人贤、杨俊文、李金环、赵龙、马敬良、朴全生、宁德明、林泽付、胡春见、郭亚军、赵超、霍福东。

在本书编写过程中,大连第二电机厂高级工程师孟宪奇同志和哈尔滨第二电机厂高级工程师鼓中轩同志给予了大力的支持,本书文、图稿的电子文件由网络工程师赵玉龙完成,在此对他们表示衷心感谢。

本书编写过程中参阅了相关书籍,在此向有关作者表示衷心感谢。

由于我们水平有限,实践经验不足,书中肯定存在错误和不足之处,恳请广大读者批评指正!

我们的联系方式: tan_peixiang@cweek.com.cn

编著者
2004年6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 控制元件板面位置图画法.....	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.....	9
1.4 阿拉伯数字在电路图中的作用.....	14
1.4.1 阿拉伯数字与电气图形文字符号组合原则.....	14
1.4.2 数字与文字符号组合成的符号使用说明.....	15
1.5 电路中常用的控制元件.....	17
1.5.1 手动控制元件.....	17
1.5.2 自动控制元件.....	24
1.6 电路中常见的电气设备.....	39
1.6.1 常用变压器.....	39
1.6.2 常用电动机.....	41
1.6.3 电加热装置.....	44
1.6.4 照明灯和信号灯.....	45
第 2 章 电气原理图识图方法	47
2.1 电气原理图中的主电路和辅助电路.....	47
2.1.1 主电路.....	47
2.1.2 辅助电路.....	48
2.2 看电路原理图的步骤和方法.....	48

2.2.1	看主电路的具体步骤.....	48
2.2.2	看辅助电路具体步骤和方法.....	49
2.3	电路中的保护环节、自锁环节、连锁环节.....	50
2.3.1	电路中的保护环节.....	50
2.3.2	电路中的自锁环节.....	53
2.3.3	电路中的连锁环节.....	53
2.4	几种常用的电路.....	54
2.4.1	最常用小功率三相异步电动机启动电路.....	54
2.4.2	时序电路.....	55
2.4.3	以位置控制为原则的电路.....	56
2.4.4	以速度控制为原则的电路.....	57
2.4.5	多地点控制电路.....	58
2.4.6	以温度控制为原则的电路.....	58
2.4.7	以压力控制为原则的电路.....	60
2.5	识图举例.....	61
2.5.1	C620—1 普通车床电路.....	61
2.5.2	M7120 平面磨床电气原理图.....	63
2.5.3	大型水塔全自动给水电路.....	67
2.5.4	三相绕线型异步电动机启动电路.....	70
2.5.5	提升半自动系统电路.....	72
2.6	电气原理图识图方法总结.....	76

第3章 怎样看电路接线图..... 77

3.1	看电路接线图常识.....	77
3.1.1	电路接线图各电气设备、装置和控制元件画法.....	77
3.1.2	电路接线图中电气设备、装置和控制元件位置安排常识.....	78
3.1.3	配电盘导线布置方法.....	79
3.2	看电路接线图的方法和步骤.....	80
3.3	识电路接线图实例.....	81
3.3.1	照明电路接线图.....	81
3.3.2	电力拖动电路接线图分析.....	87
3.3.3	变配电电路识图.....	91
3.4	怎样看控制器的展开图.....	104
3.4.1	控制器展开图第1种画法.....	106
3.4.2	控制器展开图第2种画法.....	109
3.5	怎样看转换开关和主令控制器展开图.....	111
3.5.1	转换开关展开图.....	111
3.5.2	转换开关技术数据.....	118

3.6	实际电路接线方法.....	121
3.6.1	电路接线形式.....	121
3.6.2	电路接线方法和步骤.....	123
3.7	本章总结.....	123
3.7.1	电路接线图与电气原理图之间的关系.....	124
3.7.2	看电路接线图的方法与步骤.....	124
3.7.3	电路接线方法和步骤.....	124
第4章	实际控制系统电路识图.....	125
4.1	哈铁移动式混凝土搅拌站电路分析.....	125
4.1.1	哈铁移动式混凝土搅拌站电路总体介绍.....	125
4.1.2	系统电路图.....	125
4.1.3	具体分析电气原理图.....	129
4.1.4	电路中的保护环节.....	132
4.1.5	电路中主要元件明细表.....	132
4.1.6	电路接线图.....	133
4.2	15/3 吨桥式起重机电路分析.....	133
4.2.1	15/3 吨桥式起重机简略介绍.....	133
4.2.2	15/3 吨桥式起重机电气原理图和电路接线图.....	136
4.2.3	大车和小车移行机构控制电路分析.....	137
4.2.4	主钩升、降过程电路工作状态分析.....	141
4.2.5	副钩升、降过程分析.....	144
4.2.6	电路的保护环节.....	146
4.3	DU 组合机床电路分析.....	147
4.3.1	电动机控制电路.....	148
4.3.2	液压回转工作台控制电路分析.....	148
4.3.3	分析液压动力头控制电路工作过程.....	152
4.4	本章总结.....	152
第5章	常用电工测量仪表及其接线线路.....	155
5.1	电压表和电流表的使用方法和接线方法.....	155
5.1.1	直流电流表的使用方法和接线方法.....	155
5.1.2	交流电流表的使用方法及接线方法.....	155
5.1.3	直流电压表接线方法.....	158
5.1.4	交流电压表接线方法.....	158
5.1.5	电流钳使用方法(钳形电流表).....	160
5.2	电度表的接线方法.....	161

5.2.1	单相有功电度表的接线方法.....	161
5.2.2	三相电度表接线线路.....	163
5.2.3	三相电路无功电量的测量.....	171
5.2.4	直流电度表接线方法.....	173
5.3	电流表、电压表、电度表联合接线线路.....	173
5.3.1	三相有功电度表与三相无功电度表联合接线线路.....	174
5.3.2	三相二线制有功电度表与三块电流表联合接线线路.....	175
5.3.3	三相四线制有功电度表与三块电流表联合接线线路.....	176
5.3.4	三相三线制有功电度表与三块电流表和三块电压表联合接线线路.....	178
5.4	万用表的内部接线图及使用方法.....	178

第 6 章 普通低压配电屏接线线路简介 181

6.1	普通小型低压配电屏接线线路.....	181
6.2	普通中型低压配电屏接线线路.....	185
6.2.1	总屏和动力屏一次配线线路分析.....	185
6.2.2	总屏二次接线线路.....	187
6.2.3	中型低压配电屏动力分屏二次接线图.....	190
6.2.4	照明分屏的一次接线线路.....	191
6.2.5	照明分屏的二次接线线路.....	191
6.3	普通大型低压配电屏接线线路介绍.....	192
6.3.1	大型低压配电屏一次接线线路.....	192
6.3.2	总屏二次接线线路.....	194
6.3.3	动力分屏二次接线线路.....	196
6.3.4	照明分屏的一次接线与二次接线线路.....	197
6.4	普通低压配电屏接线线路特点总结.....	197

第 7 章 常用电路举例 199

7.1	常用照明电路.....	199
7.1.1	一只单连开关控制 1 盏白炽灯电路.....	199
7.1.2	一只单连开关控制多盏白炽灯电路.....	199
7.1.3	用两只双掷开关在两地控制 1 盏白炽灯电路.....	199
7.1.4	高压水银灯控制电路.....	200
7.1.5	管形氙灯控制电路.....	200
7.1.6	荧光灯和黑色管灯接线线路.....	201
7.1.7	荧光灯与四线镇流器接线线路.....	201
7.1.8	汽车转弯闪光指示灯接线线路.....	202
7.1.9	自制大功率“流水式”彩灯控制电路.....	202

7.2	常用电动机控制电路.....	203
7.2.1	用倒顺开关控制电动机正、反转电路.....	204
7.2.2	三相笼型异步电动机 Y- Δ 启动控制电路之一.....	205
7.2.3	三相笼型异步电动机 Y- Δ 启动控制电路之二.....	206
7.2.4	三相笼型异步电动机采用补偿器降压启动电路.....	207
7.2.5	三相异步电动机采用延边三角形降压启动电路.....	208
7.2.6	双速电动机启动电路.....	209
7.2.7	三速电动机启动电路.....	210
7.2.8	三速电动机从低速到高速自动控制电路.....	212
7.2.9	三相绕线型异步电动机转子串入三级电阻启动电路.....	213
7.3	常用机床电路.....	214
7.3.1	C630 车床电路.....	214
7.3.2	B690 型液压牛头刨床电路.....	216
7.3.3	Y7131 齿轮磨床电路.....	216
7.3.4	T618 卧式镗床电路.....	218
第 8 章	工业企业供电与安全用电常识.....	223
8.1	发电、输电概述.....	223
8.2	工业企业配电.....	224
8.3	导线截面积的选择.....	226
8.3.1	根据发热条件选择导线截面积.....	226
8.3.2	根据容许电压损失选择导线截面积.....	226
8.4	安全保护接地与保护接零.....	227
8.4.1	工作接地.....	227
8.4.2	保护接地.....	228
8.4.3	保护接零.....	228
8.4.4	重复工作接地.....	228
8.5	加强安全用电工作.....	229
第 9 章	常用绝缘电线、电器元件电动机技术参数.....	231
9.1	橡皮、塑料绝缘导线.....	231
9.1.1	橡皮、塑料绝缘电线的分类.....	231
9.1.2	橡皮、塑料绝缘电线的品种及敷设场合.....	232
9.1.3	常用绝缘电线的载流量.....	234
9.1.4	橡皮、塑料绝缘电线规格.....	237
9.2	电路中常用的电器元件的型号和主要技术参数.....	241
9.3	Y、Y-L 系列三相异步电动机技术参数.....	249

9.4 YD 系列变极多速三相异步电动机技术参数	254
9.5 YH 系列高转差率三相异步电动机技术参数	259
9.6 YG 系列辊道用三相异步电动机技术参数	261
9.7 YR 系列(U44)绕线式三相异步电动机技术参数	263
9.8 YZR、YZ 系列冶金及起重用三相异步电动机技术参数	265
参考文献	269

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器件，并对实际控制元件动作原理和元件结构了解得很清楚，读懂电路图是容易的。为此，本章先介绍控制元件的结构和动作原理，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(用电器具)用导线连接起来，使之形成完整的闭合回路，电流可以从其中流过的路径，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、中间环节三部分。现在我们以最常见的白炽灯电路为例来说明电路图的组成，如图 1-1 所示。

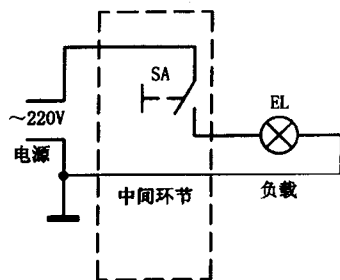


图 1-1 1 盏白炽灯的电路图

电路图上的电源为 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。

电路图上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元件动作原理,用展开法绘制的图。它用来表示电气设备和控制元件的动作原理,而不考虑实际电气设备和控制元件的真实结构和安装位置情况;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、用电器具与控制元件之间的相互关系,以及电气设备和控制元件的动作原理。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。

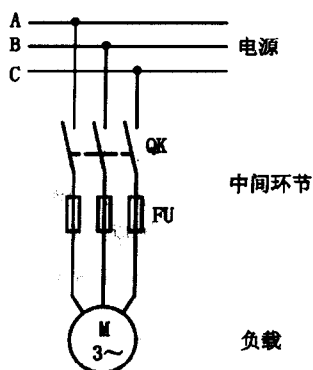


图 1-2 用三极刀闸开关控制三相异步电动机启动与停止的电气原理图

1.2.2 电气原理图绘制方法

1. 按电气符号标准

电路中的电气设备和电器元件必须按照标准规定的电气符号绘制。

2. 按文字符号标准

电路中各电气设备和控制元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

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

4. 用展开法绘制

电气原理图中的各电气设备和控制元件用展开法绘制。电路中的主电路(有用电器电路)用粗实线画在图纸的左边或上部,而辅助电路(由控制元件组成的电路)用细实线画在图纸

的右边或下部。这样，主电路和辅助电路，回路与回路之间极易区别，醒目好懂。

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。

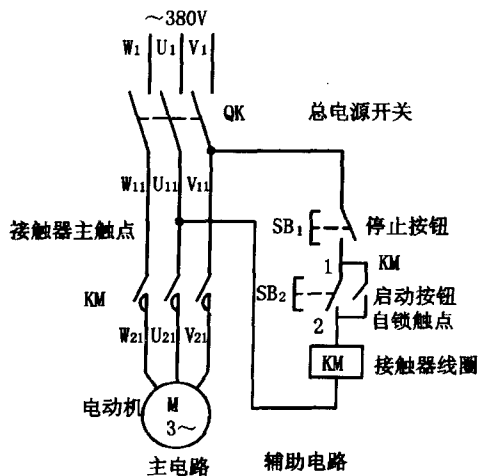


图 1-3 用交流接触器控制三相异步电动机启动与停止电气原理图

由图 1-3 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)。电路图交流接触器采用了展开绘制的方法。主电路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. 控制元件的同一性

电气原理图中采用展开法绘制的控制元件，同一个元件(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元件的动作原理(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 中的总电源开关 QK，是控制主电路和辅助电路的总开关。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；接触器主触点是控制电动机 M 通电与断电的。

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元件时接线用的图。

电气安装接线图分为控制元件板面位置图和控制元件接线图两种。控制元件板面位置图，应该清楚画出各控制元件在配电板(盘)上明确的位置，各控制元件之间的距离以及固定各控制元件所需的钻孔位置和钻孔尺寸。接线图应该画出各控制元件之间连线和连接线的具体电气原理图的接线图，图 1-3 所对应的接线图如图 1-4 所示，其控制元件板面位置



图(盘面布置图)如图 1-5 所示。其三相四线制配电盘的控制元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、电气接线图,控制元件板面位置图有很大区别。下面我们介绍电气接线图和电器元件板面布置图的画法。

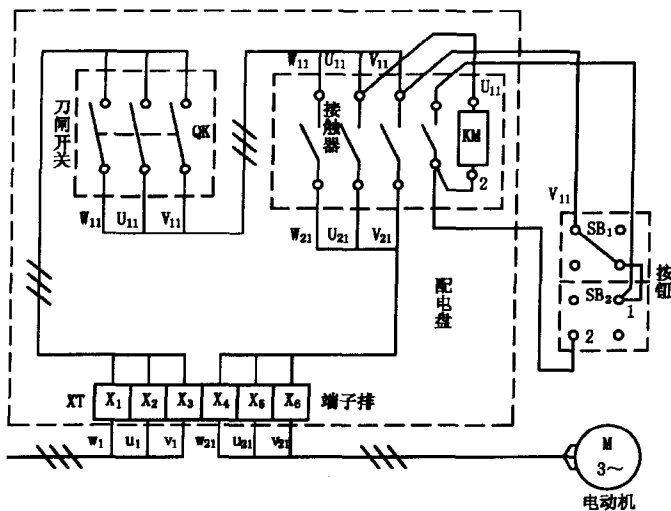


图 1-4 用交流接触器控制三相异步电动机启动的接线图

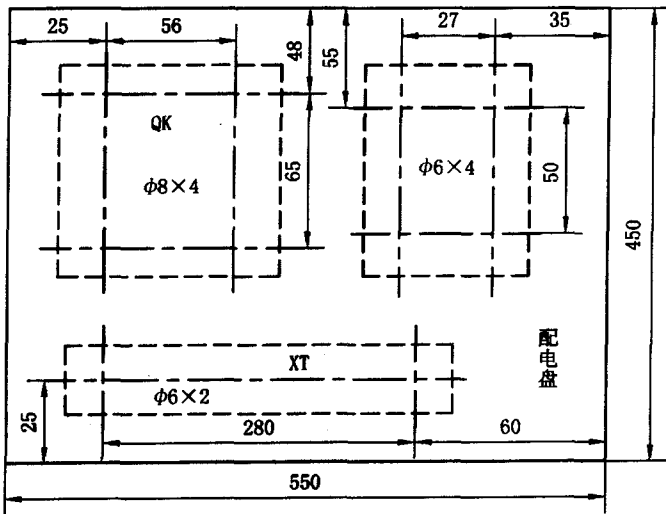


图 1-5 用交流接触器控制三相异步电动机启动的控制元件板面位置图

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、电气接线图、控制元件板面位置图都有很大区别。下面将具体介绍电气接线图和电器板面布置图的画法。

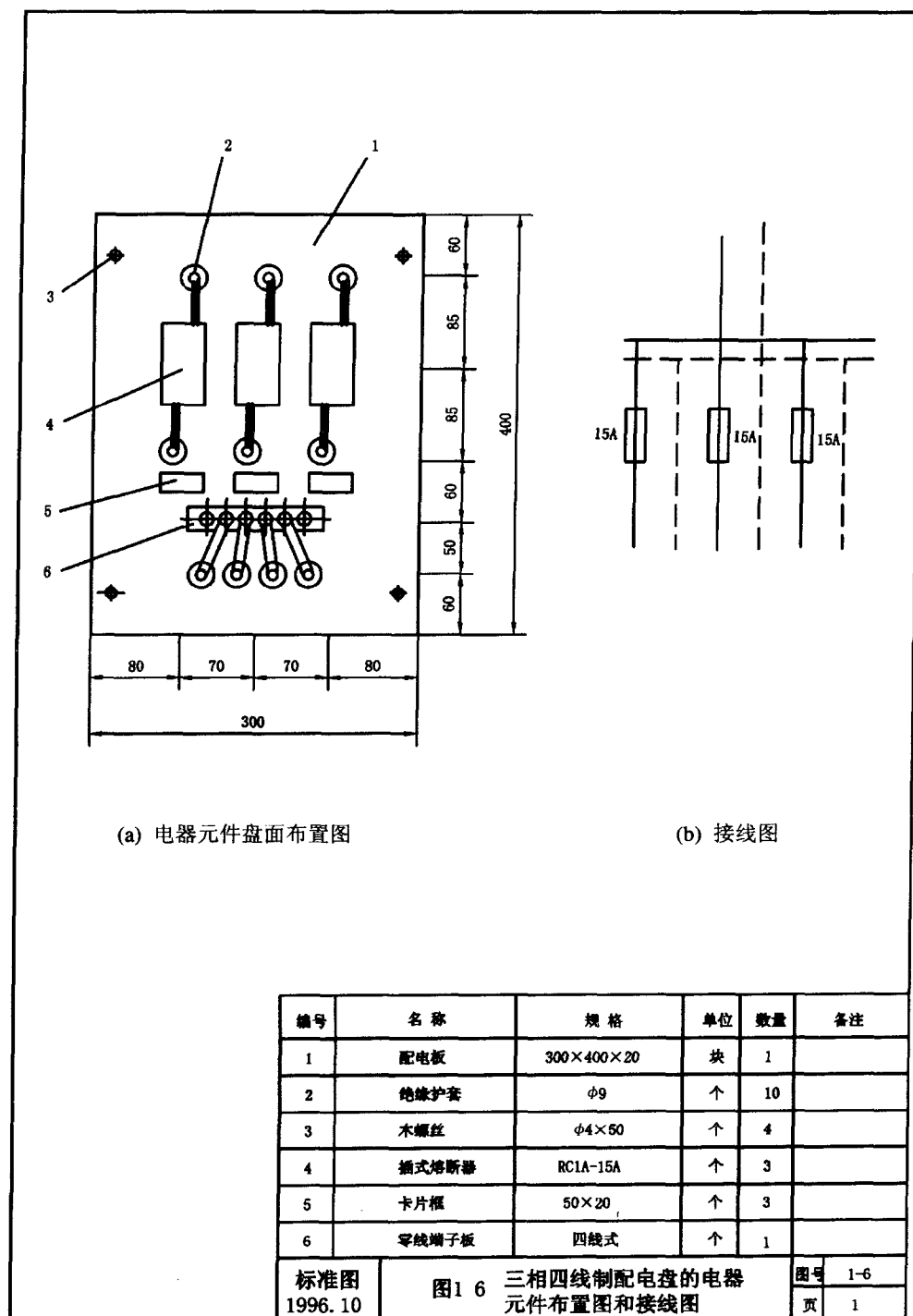


图 1-6 三相四线制配电盘的控制元件位置图和接线图



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元件动作原理的实现。
- (2) 电气接线图只标明电气设备和控制元件之间的相互连接线路而不标明电气设备和控制元件的动作原理。
- (3) 电气接线图中的控制元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元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元件,其具体型号可标在每个控制元件图形旁边,或者如图 1-6 那样,画表格说明。
- (6) 实际电气设备和控制元件结构都很复杂,画接线图时,只画出接线部件的电气图形符号。

1.2.5 控制元件板面位置图画法

- (1) 电器元件板面位置图,就是控制元件在配电板(盘)上的实际位置。
- (2) 准确标明各控制元件之间的尺寸。
- (3) 图中各控制元件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、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,电气设备和控制元件文字符号两种。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(简称基本符号)

基本图形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(简称一般符号)

一般图形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。

表 1-1 45 种常见图形符号(新、旧对照表)

国家新标准符号(GB4728)		国家旧标准符号(GB2312-64)	
名 称	图形符号	名 称	图形符号
直流电	—	直流电	—
交流电	~	交流电	~
交直流电	~	交直流电	~
正极	+	正极	+
负极	-	负极	-
继电器、接触器、磁力启动器线圈		继电器、接触器、磁力启动器线圈	
直流电流表		直流电流表	
交流电压表		交流电压表	
按钮开关 (动断按钮)		带动断点的按钮	
按钮开关 (动合按钮)		带动合点的按钮	
手动开关一般符号			
位置开关和限制开关的动断触点		与工作机械联动的开关动断触点	
位置开关和限位开关的动合触点		与工作机械联动的开关动合触点	
继电器动断触点		继电器动断触点	
继电器动合触点		继电器动合触点	
开关一般符号(动合)		开关的动断触点	
开关一般符号(动断)		开关的动断触点	
液位开关(常开触点)		液位继电器动合触点	
热敏开关动合触点 注: 可用动作温度 t 代替		温度继电器动合触点	
热继电器动断触点		热继电器动断触点	
接触器动合触点		接触器动合触点	