

像查字典一样查找知识点,
方便学习和应用



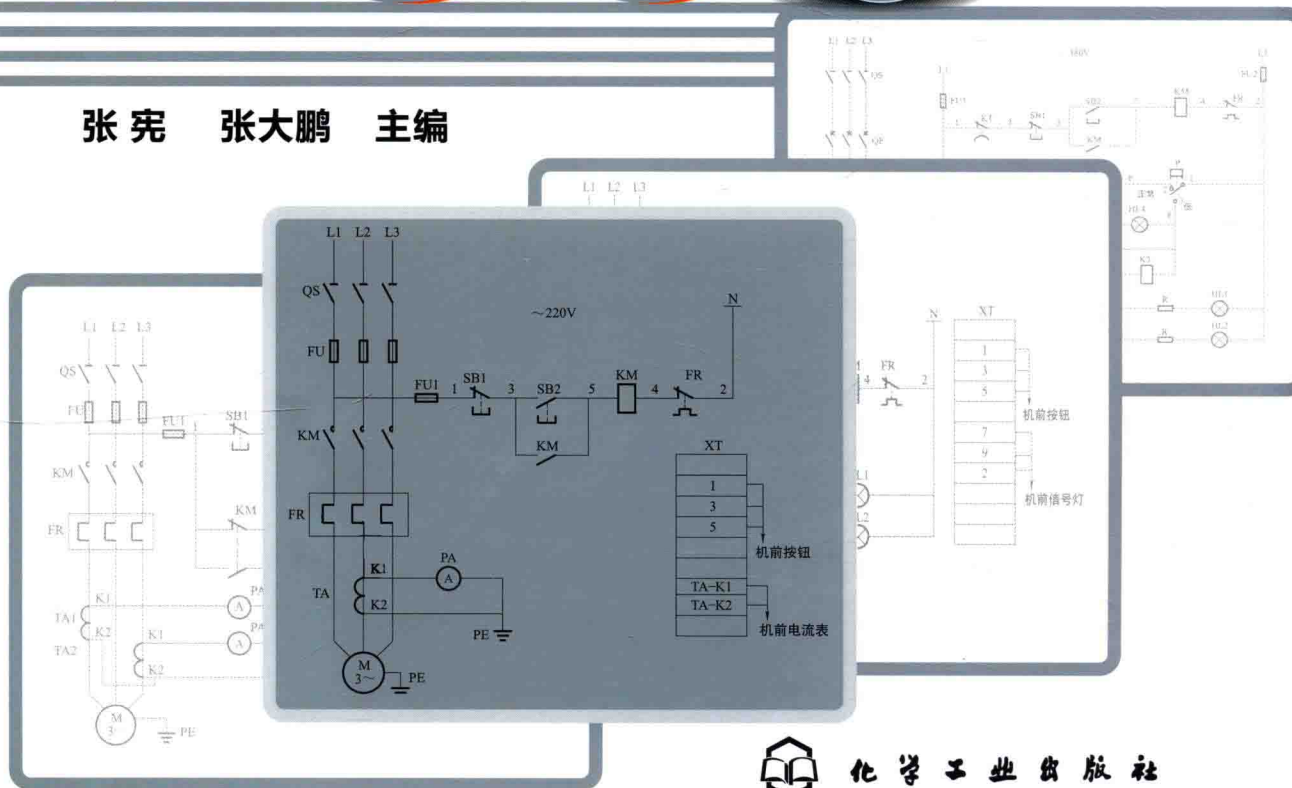
电工识图

DIANGONG
SHITU
200LI

200

例

张 宪 张大鹏 主编



化学工业出版社

电工识图

DIANGONG
SHITU
200LI

200



张宪 张大鹏 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

电工识图 200 例/张宪, 张大鹏主编. —北京: 化学工业出版社, 2016. 10

ISBN 978-7-122-28064-0

I. ①电… II. ①张…②张… III. ①电路图-识图
IV. ①TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 217521 号

责任编辑: 宋 辉

装帧设计: 王晓宇

责任校对: 宋 玮

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 装: 三河市延风印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 11 $\frac{3}{4}$ 字数 304 千字 2017 年 1 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: 36.00 元

版权所有 违者必究

前言

FOREWORD

随着我国工农业生产的迅速发展,各种电气设备也随之增加,各种电子电路越来越复杂,技术含量也越来越高,看图的难度也越来越大。

电气图形是电气技术人员和电工进行技术交流和生产活动的“语言”,是电气技术中应用最广泛的技术资料,是设计、生产、维修人员进行技术交流不可缺少的手段。通过对电气图的举例分析,能帮助电工了解电气设备的工作过程及原理,从而更好地使用、维护这些设备,并在故障出现的时候能够迅速查找出故障的根源,进行维修。

本书对各类电气设备的电气图作了具体实例分析,适用于具有一定电气知识的青年电工自学,也可作为本科与高职有关专业的教学参考书,亦可供电气技术人员作参考。

识读电气图应掌握以下几点。

(1) 结合电工、电子技术基础知识识读电气图。要想准确、迅速地看懂电气图,必须具备一定的电气制图和电工、电子技术基础知识。

(2) 结合电气元件的结构和工作原理识读电气图。电路是由各种电气设备、元器件和装置组成的,如生产实际中常见的用继电器、接触器、按钮等有触点电器组成的控制线路。因此,只有熟悉这些有触点电器的结构、工作原理、用途及其与周围器件的关系以及在整个电路中的地位 and 作用,才能正确识读继电器-接触器控制线路图。

(3) 结合典型电路识读电气图。无论电路有多么复杂,都是由典型电路组成、派生的,因此,熟悉各种典型电路,在识读分析时,就可以迅速分清主次以及它们之间的联系,抓住主要矛盾,从而达到正确识图的目的。

本书内容包括电气识图的基本知识、电气图和连接线的识别、工厂供电系统电气识图、识读建筑电气工程图、继电器-接触器控制线路的识读、电动机控制线路识读实例、常用电气控制电路识图、综合电路识图、附录常用电气图形符号。

本书由张大鹏、张宪主编。其中第一章~第四章由康晓明编写;第五章、第六章由张宪、张大鹏编写;第七章由李志勇、邹放、程玮编写;第八章由付兰芳、沈虹、陈影编写;附录由赵慧敏、赵建辉、宋丽薇编写;全书由张大鹏、张宪统稿,由付少波、郭振武主审。

本书从生产实际出发,从识图的实例讲起,逐步深入地介绍学看电气图的方法和步骤,内容力求深入浅出,通俗易懂,突出实用性,兼顾覆盖面,并注重培养读者分析问题和解决问题的能力,可供电气设备维修时参考。

书中不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者

目 录

CONTENTS

第一章 电气识图的基本知识 1

例 1: 用一般符号表示的系统图	1
例 2: 框图识读	2
例 3: 电路图识读	2
例 4: 接线图(或接线表)识读	3
例 5: 电气平面图识读	4
例 6: 概略图识读	5
例 7: 逻辑图识读	6
例 8: 设备元件和材料表	10
例 9: 产品使用说明书上的电气图	10
例 10: 电气图的基本构成	12
例 11: 电气图的简图	13
例 12: 电气图的布局方法	13
例 13: 电气图的基本要素	14
例 14: 电气图的特征	15
例 15: 图上位置的表示方法	16
例 16: 主电路的简化画法	16
例 17: 并联支路的简化方法	16
例 18: 多路连接示例	17
例 19: 相同电路的简化画法示例	18
例 20: 功能单元和外部电路的简化	18
例 21: 某些基础电路的简化模式	18
例 22: 电气识图的基本要求	20
例 23: 电气识图的基本步骤	21

第二章 电气图和连接线的识别 23

例 1: 电气图的图纸格式	23
例 2: 幅面尺寸及代号	23
例 3: 标题栏的标识内容和一般格式示例	24
例 4: 明细栏的组成	25
例 5: 电气施工设计图的编号方法	26
例 6: 图幅分区法示例	26
例 7: 元件的位置代号	27
例 8: 表格法示例	28
例 9: 插图法应用示例	29
例 10: 插表法应用示例	29
例 11: 图线及其应用	30

例 12: 电气图用图线的常用形式和应用

范围	31
例 13: 图中的文字要求	31
例 14: 简图中的箭头符号示例	32
例 15: 指引线的标记方法	32
例 16: 围框例图	33
例 17: 制图中的推荐比例	34
例 18: 尺寸标注示例	34
例 19: 注释与详图	34
例 20: 多线表示法例图	35
例 21: 多线表示法的互连接线图示例	36
例 22: 单线表示法例图和单线表示法的互连接线图示例	36
例 23: 混合表示法示例	37
例 24: 电气制图中连接线表示方法比较	37
例 25: 集中表示法示例	37
例 26: 半集中表示法示例	38
例 27: 分开表示法示例	39
例 28: 项目代号的标注方法	39
例 29: 项目目录的编制方法	42
例 30: 端子及其图形符号示例	43
例 31: 单个元器件接线端子标志示例	43
例 32: 相同元器件组接线端子标志示例	43
例 33: 同类元器件组接线端子标志示例	44
例 34: 电器和特定导线相连接线端子的标志示例	44
例 35: 模拟和数字硬件的端子代号标注示例	45
例 36: 连接器件端子代号标注方法示例	45
例 37: 电器接线端子的识别	46
例 38: 端子之间接线图	47
例 39: 变频器端子实物接线图	47
例 40: 远处接线的表示法	48
例 41: 以端子为主的端子接线表举例	48
例 42: 导线的一般表示方法及示例	48
例 43: 多条平行连接线的分组	49
例 44: 导线根数的表示方法	49

例 45: 导线特征的标注方法	49
例 46: 导线换位及其他的表示方法	50
例 47: 图线的粗细应用举例	50
例 48: 连接线分组和标记	51
例 49: 导线连接点的表示方法	51
例 50: 连接线的连续表示法	52
例 51: 连接线的汇入导线表示法	52
例 52: 连接线导线组的中断表示法	52
例 53: 连接线中断表示法的相对标注	53
例 54: 连接线穿越图面的中断线	53
例 55: 中断表示法及其标志举例	53
例 56: 电气元器件触点位置的表示方法	53
例 57: 非电和非人工操作的触点位置的表示	54
例 58: 元件工作状态的表示方法	55
例 59: 元器件技术数据标注方法举例	55
例 60: 注释和标志的表示方法	56
例 61: 绝缘导线的标记	57

第三章 工厂供电系统电气识图 58

例 1: 输配电过程示意图	58
例 2: 大型电力系统图	58
例 3: Y/Y(即 Yyn0) 和 Δ /Y(即 Dyn11) 组别的图形符号	59
例 4: 电流互感器基本结构原理图	60
例 5: 电压互感器基本结构原理图	60
例 6: 电气主接线的形式	61
例 7: 单母线不分段接线	61
例 8: 装有一台主变压器的总降压变电所主接线图	62
例 9: 车间变电所主接线图	62
例 10: 单母线分段接线图	63
例 11: 带旁路母线的单母线接线	64
例 12: 高低压侧均为单母线分段的变电所主接线图	65
例 13: 内桥式接线的变电所主接线图	65
例 14: 外桥式接线的变电所主接线图	66
例 15: 高压放射式接线方式	67
例 16: 有公共备用干线的放射式线路	67
例 17: 低压放射式接线方式	68
例 18: 树干式接线方式	68
例 19: 双树干线供电和两端供电的接线图	68
例 20: 环形式接线方式	69
例 21: 电气主接线(一次接线)和电气二次接线	70

例 22: 35 kV 总降压变电所主接线方案示例	70
例 23: 装有一台主变压器的 10 kV 降压变电所主接线图	71
例 24: 某小型工厂变电所的主接线图分析	71
例 25: 照明配电系统的分类	74
例 26: 单相制照明配电主接线示例	74
例 27: 三相四线制照明配电主接线示例	74

第四章 识读建筑电气工程图 75

例 1: 建筑电气工程图的用途与特点	75
例 2: 识读建筑电气工程图的步骤	76
例 3: 识读建筑电气工程图的规则	77
例 4: 电气照明方式的分类	78
例 5: 照明电压等级的选择	78
例 6: 正常照明常用的供电系统图	79
例 7: 正常照明负荷供电的接线方式	80
例 8: 常用照明灯线路示例	80
例 9: 较重要场所照明负荷供电的接线方式	81
例 10: 重要工作场所的供电方式	82
例 11: 常用动力及照明设备图形符号	82
例 12: 常用动力及照明设备的文字标注	83
例 13: 照明配电概略(系统)图和照明平面图	84
例 14: 两个房间的照明平面图	85
例 15: 面板开关两地和三地控制	87
例 16: 定时开关或声光控开关控制方式	87
例 17: 工作接地示意图	87
例 18: 保护接地示意图	88
例 19: 接地系统方式示例	88
例 20: 建筑接地示意图	89
例 21: 消防安全系统	89
例 22: 火灾报警控制系统图	91
例 23: 某楼宇的不可视对讲防盗门锁装置的系统图	91
例 24: 某楼宇高层弱电系统平面图	93
例 25: 楼宇照明电气图示例	93

第五章 继电器 接触器控制线路的识读 96

例 1: 组合开关(QC)	96
例 2: 刀开关(QS)	97
例 3: 按钮(SB)	97
例 4: 熔断器(FU)	98
例 5: 交流接触器(KM)	99
例 6: 中间继电器(KA)	100
例 7: 热继电器(FR)	101

例 8: 电流继电器(KA)	102	例 11: 频敏变阻器降压启动控制线路	129
例 9: 电压继电器(KV)	103	例 12: 具有断相保护功能的电磁抱闸制动 控制线路	130
例 10: 时间继电器(KT)	104	例 13: RC 反接式电动机制动器控制 线路	131
例 11: 自动空气断路器(QF)	105	例 14: 可逆转动反接制动控制线路	132
例 12: 行程开关(SQ)	106	例 15: 速度继电器控制异步电动机能耗制动 控制线路	133
例 13: 控制线路的作用	106	例 16: 两管整流能耗制动控制线路	134
例 14: 电气原理图的识读	107	例 17: 3 只二极管整流的能耗制动控制 线路	136
例 15: 三相异步电动机直接启动控制线路 原理图示例	107	第七章 常用电气控制电路识图	138
例 16: 控制线路原理图的识读	109	例 1: C6132 卧式车床电气控制线路	138
例 17: 控制线路中具有过流保护和欠压保护 的控制电路	110	例 2: M7120 型平面磨床电气控制 线路	139
例 18: 控制线路中的自锁	112	例 3: X62W 型卧式万能铣床电气控制 线路	144
例 19: 三相异步电动机具有机械连锁和电气 连锁的电路图	112	例 4: Z3040 摇臂钻床电气控制线路	149
例 20: 三相异步电动机直接启动控制线路 示意图	113	例 5: T68 型卧式镗床电气控制线路	153
例 21: 三相异步电动机的正反转控制 线路	114	例 6: 电动葫芦起重机电路	157
例 22: 三相异步电动机双重互锁的控制 线路图	115	例 7: 10 t 桥式起重机电气控制线路	158
例 23: 用行程开关控制工作台自动往复 循环运动的线路图	116	第八章 综合电路识图	160
例 24: 两台电动机先后启动同时运转的 混合控制线路	117	例 1: 电气图标准	160
第六章 电动机控制线路识读实例	119	例 2: 白炽灯的电路图	162
例 1: 三相异步电动机星形、三角形 接线图	119	例 3: 吊灯电路	162
例 2: 可点动又可间歇运行的控制线路 ..	120	例 4: 吸顶灯电路	163
例 3: 两地点动和单向启动控制线路	121	例 5: 光控路灯电路	164
例 4: 多地可逆启动、停止、点动控制 线路	122	例 6: 绕线式转子串电阻启动控制电路 示例	165
例 5: 带点动功能的自动往返控制线路 ..	122	例 7: 供电系统回路	167
例 6: 防止可逆转换期间相间短路的控制 线路	123	例 8: PLC 自动控制系统电路	168
例 7: 用时间继电器自动转换 Y- Δ 降压启动 控制线路	124	例 9: 调幅广播收音机电路图	170
例 8: 手动与自动混合控制的自耦变压器降压 启动线路	125	例 10: 某高压线路的二次电路图	173
例 9: 定子绕组串联电阻启动手动、自动 控制线路	127	例 11: 高性能家用逆变电源电路	174
例 10: 绕线转子电动机转子串电阻降压启动 按钮操作控制线路	128	例 12: 晶闸管逆变电源电路	175
		例 13: 电冰箱保护插座	175
		例 14: 单结晶体管控制的单向晶闸管调速 电路	177
		例 15: 晶闸管直流调速电路	178
		参考文献	180

第一章

电气识图的基本知识

电气图是电气工程中各部门进行沟通、交流信息的载体,由于电气图所表达的对象不同,提供信息的类型及表达方式也不同,这样就使电气图具有多样性。同一套电气设备,可以有不同类型的电气图,以适应不同使用对象的要求。例如,表示系统的规模、整体方案、组成情况、主要特性,一般用概略图;表示系统的工作原理、工作流程和分析电路特性,需用电路图;表示元件之间的关系、连接方式和特点,需用接线图。在数字电路中,有反映集成电路逻辑功能的逻辑图。

例 1: 用一般符号表示的系统图

系统图就是用符号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。它通常是某一系统、某一装置或某一成套设计图中的第一张图样。系统图或框图可分不同层次绘制,可参照绘图对象的逐级分解来划分层次。它还可作为教学、训练、操作和维修的基础文件,使人们对系统、装置、设备等有一个概略的了解,为进一步编制详细的技术文件以及绘制电路图、接线图和逻辑图等提供依据,也为进行有关计算、选择导线和电气设备等提供了重要依据。

系统图通常采用单线表示法绘制。例如,电动机供电系统图如图 1-1 所示,它表示了主电路的供电关系,它的供电过程是由电源三相交流电→开关 QS→熔断器 FU→接触器 KM→热继电器热元件 FR→电动机 M。又如,某变电所供电系统图如图 1-2 所示,表示这个变电所把 10kV 电压通过变压器变换为 380V 电压,经断路器 QF 和母线后通过 FU₁、FU₂、FU₃ 分别供给三条支路。系统图或框图常用来表示整个工程或其中某一项目的供电方式和电能输送关系,也可表示某一装置或设备各主要组成部分的关系。

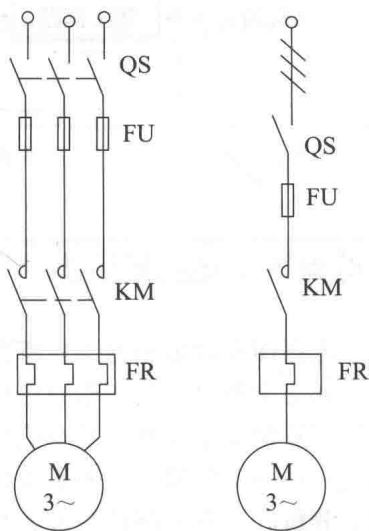


图 1-1 电动机供电系统图

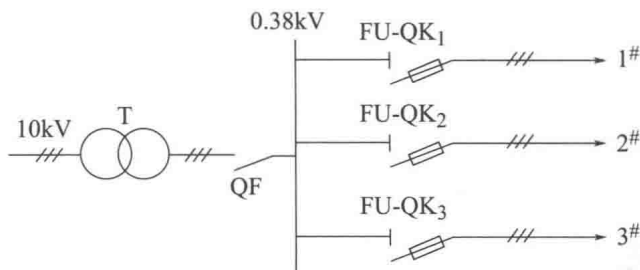


图 1-2 某变电所供电系统图

例 2: 框图识读

对于较为复杂的电子设备，除了电路原理图之外，往往还会用到电路框图（或称电路方框图）。例如，示波器是由一只示波管和为示波管提供各种信号的电路组成的。在示波器的控制面板上设有一些输入插座和控制按钮。测量用的探头通过电缆和插头与示波器输入端子相连。示波器的种类较多，但基本原理与结构基本相似，一般由垂直偏转系统、水平偏转系统、辅助电路、电源及示波管电路组成。通用示波器的基本结构框图如图 1-3 所示。

电路框图和电路原理图相比，包含的电路信息比较少。实际应用中，根据电路框图是无法弄清楚电子设备的具体电路的，它只能作为分析复杂电子设备电路的辅助手段。

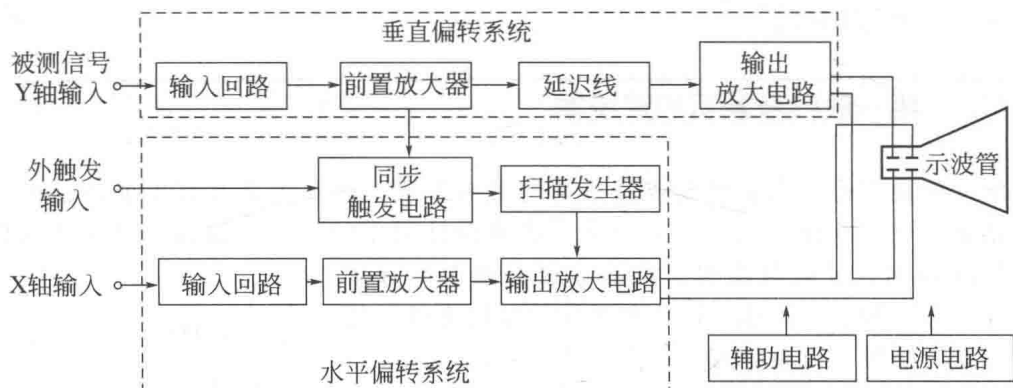


图 1-3 通用示波器的基本结构框图

例 3: 电路图识读

电路图是以电路的工作原理及阅读和分析电路方便为原则，用国家统一规定的电气图形符号和文字符号，按工作顺序用图形符号从上而下、从左到右排列，详细表示电路、设备或成套装置的工作原理、基本组成和连接关系。电路图是表示电流从电源到负载的传送情况和电气元件的工作原理，而不考虑其实际位置的一种简图。其目的是便于详细理解设备工作原理、分析和计算电路特性及参数，为测试和寻找故障提供信息，为编制接线图提供依据，为安装和维修提供依据。

电路图在绘制时应注意设备和元件的表示方法。在电路图中，设备和元件采用符号表示，并应以适当形式标注其代号、名称、型号、规格、数量等。注意设备和元件的工作状态。设备和元件的可动部分通常应表示在非激励或不工作的状态或位置。对于驱动部分和被

驱动部分之间采用机械连接的设备和元件（如图 1-4 中接触器的线圈、主触头、辅助触头均以符号 KM 标注），以及同一个设备的多个元件（如图 1-4 中转换开关 QS 的各对触头），可在图上采用集中、半集中或分开布置。

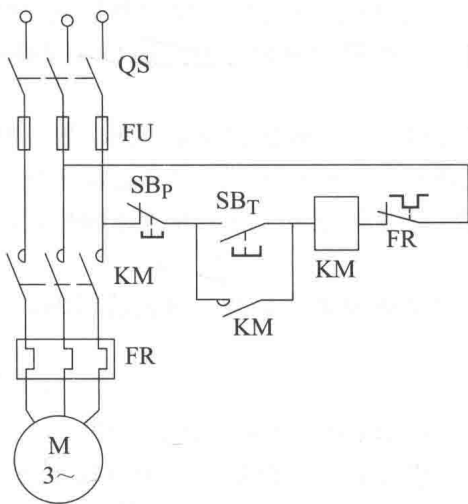


图 1-4 电动机控制线路系统图

电动机的控制线路原理如图 1-4 所示，其中 FU 表示熔断器，FR 表示热继电器，M 表示电动机，SB_T 表示启动按钮，SB_P 表示停止按钮，图 1-4 表示了电动机控制系统的供电和控制关系。

例 4: 接线图（或接线表）识读

表示成套装置、设备、电气元件的连接关系，用以进行安装接线、检查、试验与维修的一种简图或表格，称为接线图或接线表。

接线图主要用于表示电气装置内部元件之间及其外部其他装置之间的连接关系，它是便于制作、安装及维修人员接线和检查的一种简图或表格。

图 1-5 就是电动机控制线路的主电路接线图，它清楚地表示了各元件之间的实际位置和连接关系：电源（L₁、L₂、L₃）由 BX-3×6 的导线接至端子排 X 的 1、2、3 号，然后通过

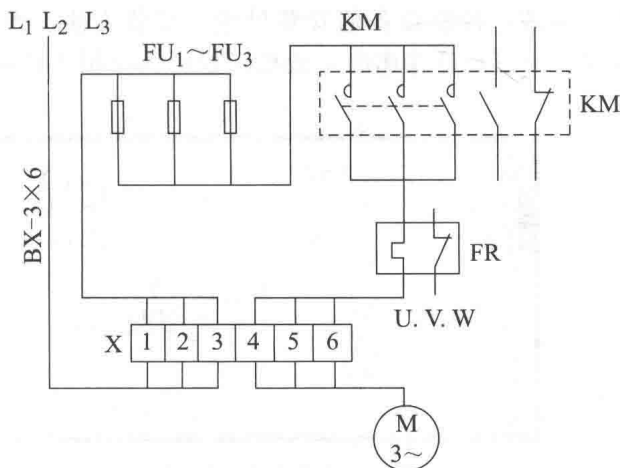


图 1-5 电动机控制线路接线图

熔断器 $FU_1 \sim FU_3$ 接至交流接触器 KM 的主触点，再经过继电器的发热元件接到端子排的 4、5、6 号，最后用导线接入电动机的 U、V、W 端子。

(1) 画电气接线图时应遵循的原则

- 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。

(2) 其他接线图

当一个装置比较复杂时，接线图又可分解为以下几种。

- ① 单元接线图。它是表示成套装置或设备中一个结构单元内的各元件之间的连接关系的一种接线图。这里所指“结构单元”是指在各种情况下可独立运行的组件或某种组合体，如电动机、开关柜等。
- ② 互连接线图。它是表示成套装置或设备的不同单元之间连接关系的一种接线图。
- ③ 端子接线图。它是表示成套装置或设备的端子以及接在端子上外部接线（必要时包括内部接线）的一种接线图。
- ④ 电线电缆配置图。它是表示电线电缆两端位置，必要时还包括电线电缆功能、特性和路径等信息的一种接线图。

例 5: 电气平面图识读

电气平面图是表示电气工程项目的电气设备、装置和线路的平面布置图。

例如，为了表示电动机及其控制设备的具体平面布置，则可采用图 1-6 所示的平面布置图。图中示出了电源经控制箱或配电箱，再分别经导线 $BX-3 \times 6\text{mm}^2$ 、 $BX-3 \times 4\text{mm}^2$ 、 $BX-3 \times 2.5\text{mm}^2$ 接至电动机 1、2、3 的具体平面布置。

除此之外，为了表示电源、控制设备的安装尺寸、安装方法、控制设备箱的加工尺寸等，还必须有其他一些图。不过，这些图与一般按正投影法绘制的机械图没有多大区别，通常可不列入电气图。

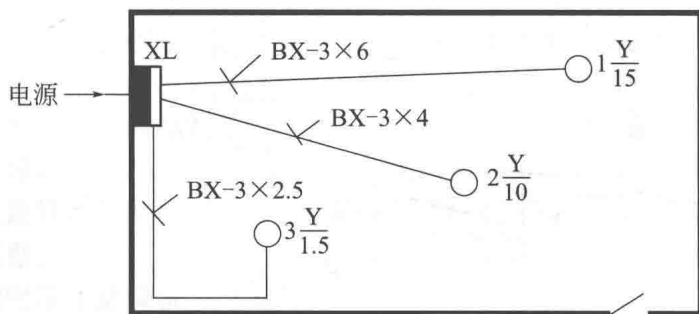


图 1-6 电动机平面布置图

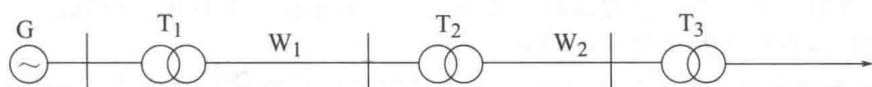
例 6: 概略图识读

概略图用于概略表示系统、分系统、成套装置、设备、软件等（如无线电接收机或电站）的概貌，并能表示出各主要功能件之间和/或各主要部件之间的主要关系（如主要特征及其功能关系）。概略图用于作为教学、训练、操作和维修的基础文件。还可作为进一步设计工作的依据，编制更详细的简图，如功能图和电路图。

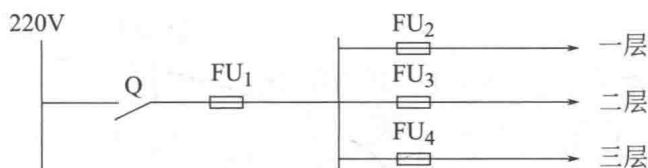
(1) 绘制概略图应遵守以下规定

① 概略图可在不同层次上绘制，较高的层次描述总系统，而较低的层次描述系统中的分系统。

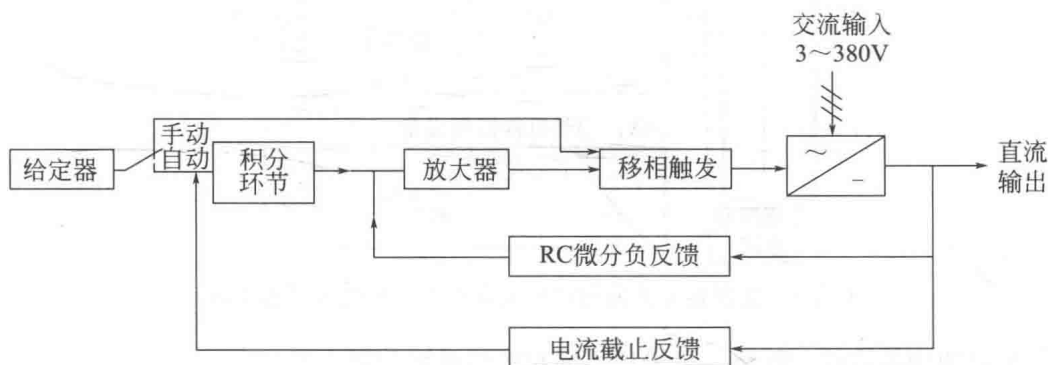
② 概略图应采用图形符号或者带注释的框绘制。框内的注释可以采用符号、文字或同时采用符号与文字，见图 1-7。



(a) 供电系统图



(b) 住宅楼照明配电系统图



(c) 整流装置构成的框图

图 1-7 概略图

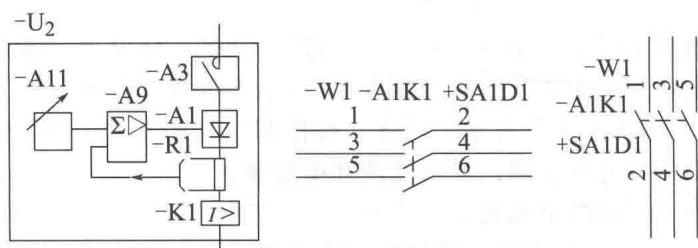
③ 概略图中的连线或导线的连接点可用小圆点表示，也可不用小圆点表示。但同一工程中宜采用其中一种表示形式。

④ 图形符号的比例应按模数 M 确定。符号的基本形状以及应用时相关的比例应保持一致。

⑤ 概略图中的图形符号应按所有回路均不带电、设备在断开状态下绘制。

⑥ 概略图中表示系统或分系统基本组成的符号和带注释的框均应标注项目代号，如图 1-8(a) 所示。项目代号应标注在符号附近，当电路水平布置时，项目代号宜注在符号的

上方；当电路垂直布置时，项目代号宜注在符号的左方。在任何情况下，项目代号都应水平排列，如图 1-8(b)、(c) 所示。



(a) 各框标注项目代号 (b) 电路水平布置 (c) 电路垂直布置

图 1-8 概略图中项目代号标注示例

⑦ 概略图上可根据需要加注各种形式的注释和说明。如在连线上可标注信号名称、电平、频率、波形、去向等。也允许将上述内容集中表示在图的其他空白处。概略图中设备的技术数据宜标注在图形符号的项目代号下方。

⑧ 概略图宜采用功能布局法布图，必要时也可按位置布局法布图。布局应清晰并利于识别过程和信息的流向，见图 1-9。

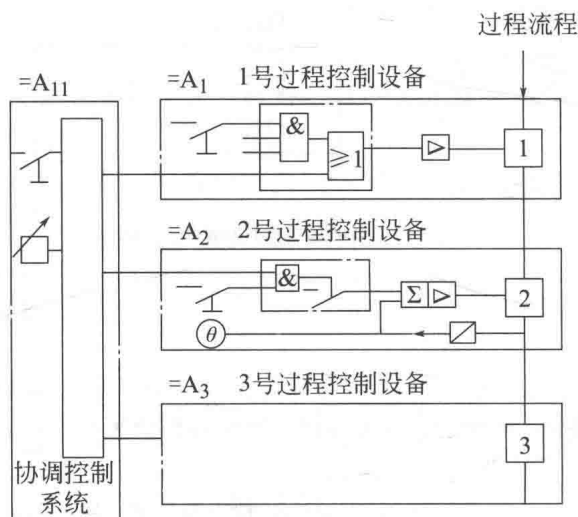


图 1-9 控制信号流向与过程流向垂直绘制的布局示意图

⑨ 概略图中的连线的线形，可采用不同粗细的线形分别表示。

⑩ 概略图中的远景部分宜用虚线表示，对原有部分与本期工程部分应有明显的区分。

(2) 概略图示例

发电机-变压器-线路组继电保护框图，如图 1-10 所示。

例 7: 逻辑图识读

逻辑图是用二进制逻辑单元图形符号绘制的，以实现一定逻辑功能的一种简图，可分为理论逻辑图（纯逻辑图）和工程逻辑图（详细逻辑图）两类。理论逻辑图只表示功能而不涉及实现方法，因此是一种功能图；工程逻辑图不仅表示功能，而且有具体的实现方法，因此是一种电路图。

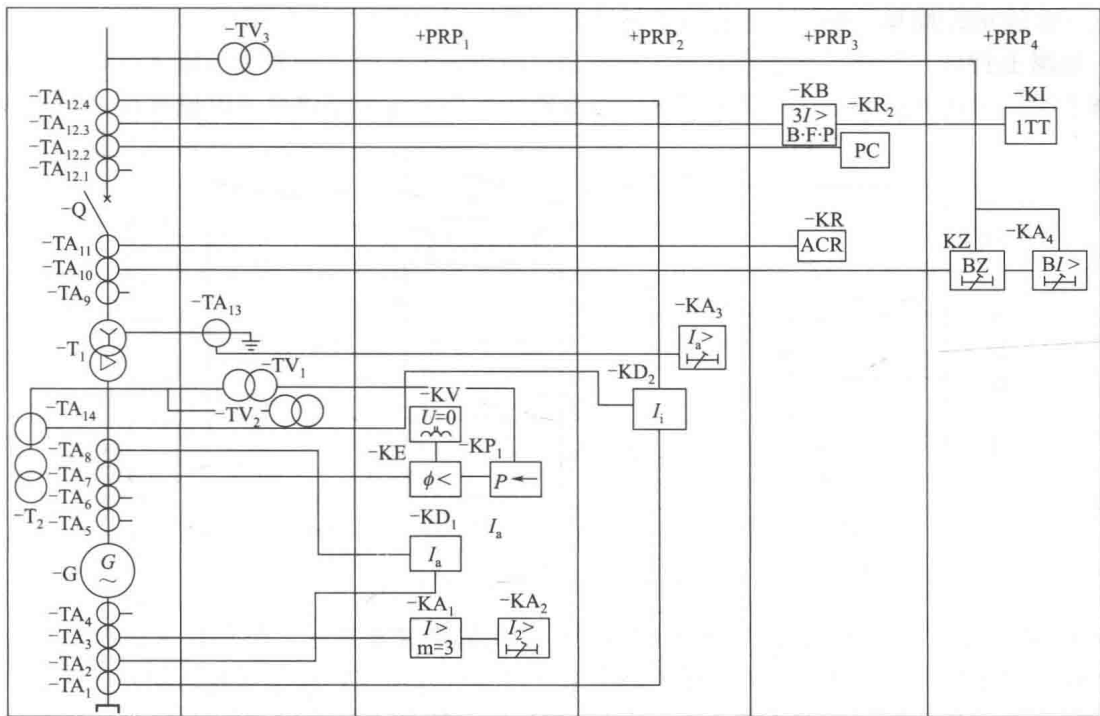


图 1-10 发电机-变压器-线路组继电保护框图

(1) 常用数字集成电路图符号构成

GB/T 4728. 12—2008 该项标准规定, 所有二进制逻辑单元的图形符号皆由方框 (或方框的组合) 和标注其上的各种限定性符号及使用时的附加的输入线、输出线等组成。对方框的长宽比没有限制。限定性符号在方框上的标注位置应符合图 1-11 中的规定。

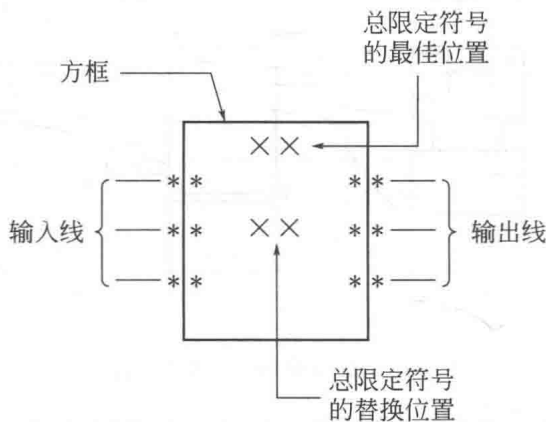


图 1-11 限定性符号在方框上的位置

应用单元图形符号应注意以下几点。

① 图中的 $\times\times$ 表示总限定符号， $*$ 表示与输入、输出有关的限定符号。标注在方框外的字母和其他字符不是逻辑单元符号的组成部分，仅用于对输入端或输出端的补充说明。只有当单元的功能完全由输入、输出的限定符号决定时，才不需要总限定符号。

② 方框的长宽比是任意的，主要由输入、输出线数量及电路图的总体布局决定。

③ 为了节省图形所占的篇幅,除了图 1-11 所示的方框外,还可以使用公共控制框和公共输出单元框。图 1-12(a) 中给出了公共控制框的画法。公共控制框表示电路的一个或多个

输入（或输出）端与一个以上单元电路所共有。

如图 1-12(b) 所示的例子中，当 a 端不加任何限定符号时，该图表示输入信号 a 同时加到每个受控的阵列单元上（每个阵列单元的逻辑功能应加注限定符号予以说明）。

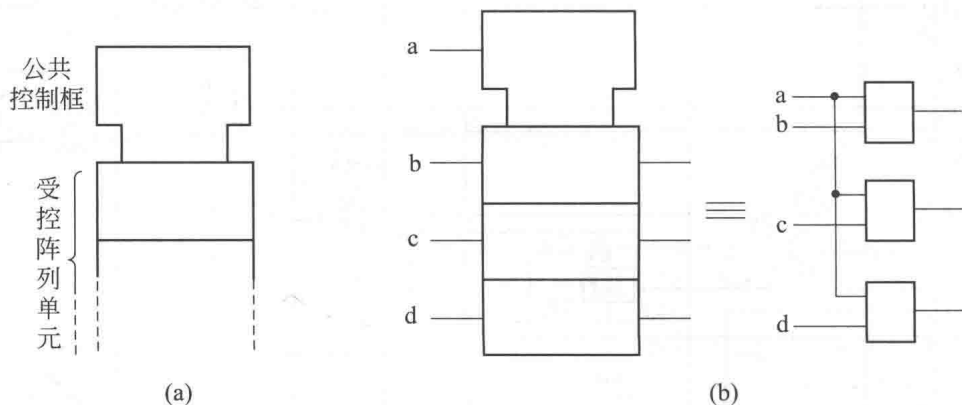


图 1-12 公共控制框的画法

④ 图 1-13(a) 是公共输出单元框的画法。单元框是基本方框。公共控制框和公共输出单元框是在此基础上扩展出来的，用于缩小某些符号所占面积，以增强表达能力。

如图 1-13(b) 所示的例子中，表示 b、c 和 a 同时加到了公共输出单元框上（公共输出单元的逻辑功能应另加注限定符号加以说明）。

⑤ 输入线和输出线最好分别放在图形符号相对的两边，并应与符号框线相垂直。通常规定输入线在左侧、输出线在右侧，或者输入线在上部，输出线在下部。有时，为了保持图面清晰简单，允许个别图形符号采用其他方位。

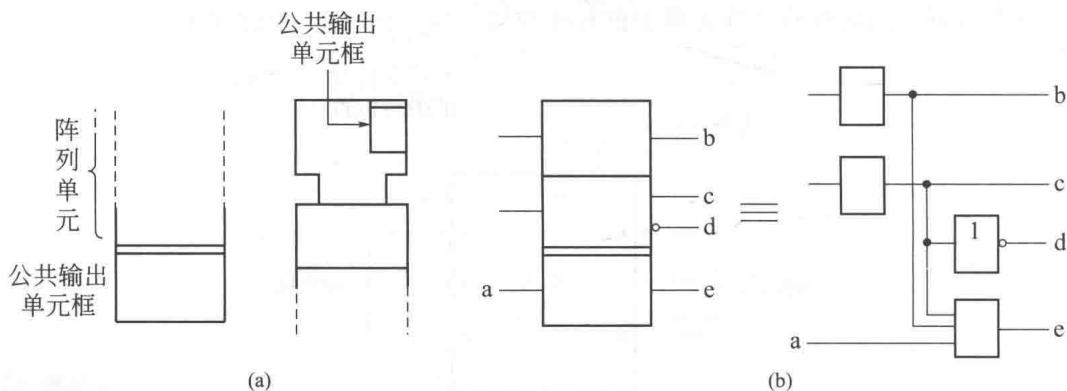


图 1-13 公共输出单元框的画法

⑥ 内部连接符号为了缩小图形所占的幅面，可以将相邻单元的方框邻接画出，如图 1-14 所示。

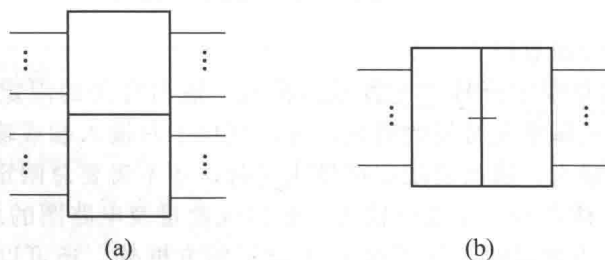


图 1-14 相邻单元的方框邻接

当各邻接单元方框之间的公共线是沿着信息流的方向时，这些单元之间没有逻辑连接，如图 1-14(a) 所示。如果两个邻接方框的公共线垂直于信息流方向，则它们之间至少有一种逻辑连接，图 1-14(b) 就属于这种情况。

(2) 集成电路图示例

通用计数电路 ICM7216A/B/C/D 是用于数字频率计、计数器、时间间隔测量仪器的单片专用集成电路。该电路只需外接少量元件就能构成 10 MHz 数字频率计等数字测量仪表。10 MHz 频率计电路如图 1-15 所示。该电路用 ICM7216D 并外加一些元件组成。

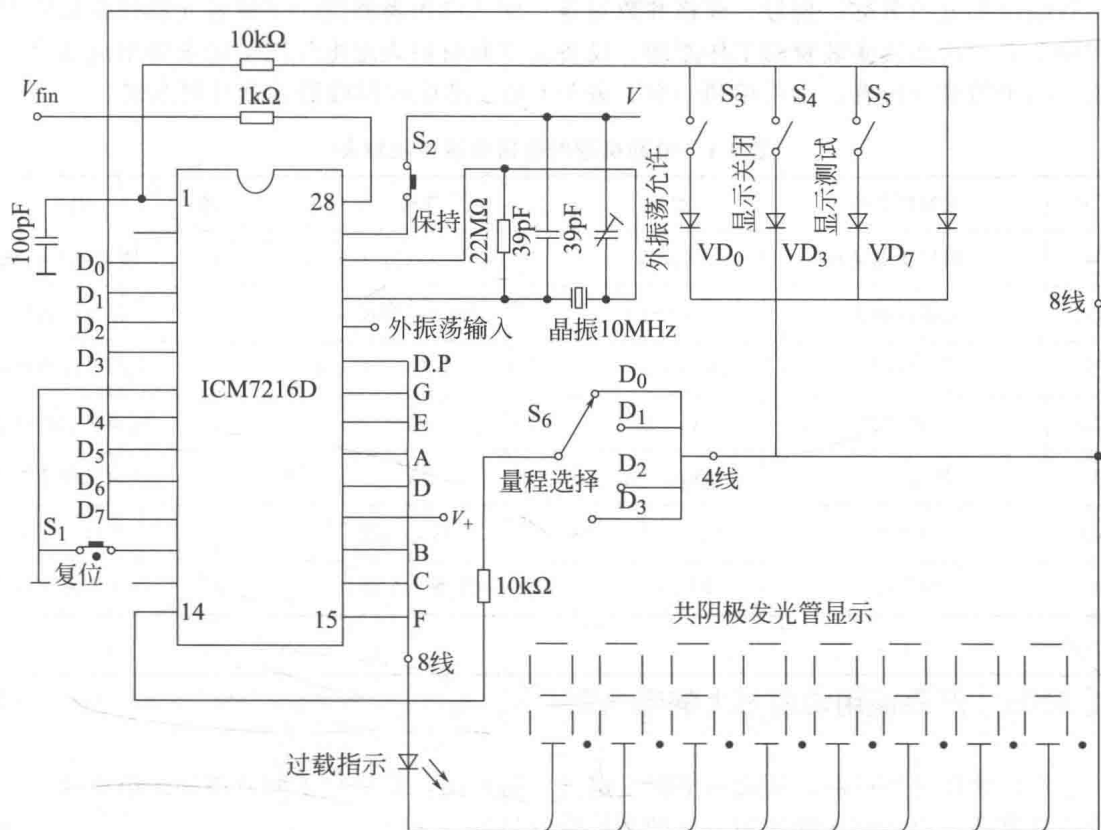


图 1-15 单片数字频率计电路原理图

电路中用一块高精度晶体和两个低温系数电容构成 10MHz 并联振荡电路，其输出信号作时间基准频率信号，内部分频后产生闸门时间。测量频率从 28 端（输入 A）输入。用转换开关 S_6 选择量程，即选择频率计的闸门时间，分别是 0.01s、0.1s、1s、10s。用开关 S_3 、 S_4 和 S_5 选择工作模式。当 S_3 接通时，将 1 端（CONTROL INPUT）和 VD_0 连接，电路允许外振荡输入。当 S_4 接通时，将 1 端和 VD_3 相连，则电路进入显示关闭状态，此时功耗降低。 S_5 接通时，1 端和 VD_7 相连，电路处于显示测试状态，检查 LED 的模式。 S_1 为控制电路复位开关。 S_2 接通时使电路处于保持状态。

图 1-15 中，位输出用单线代表 8 根输出线。这 8 根线的一端分别接到对应的 LED 公共阴极上，另一端对应排列接至 $D_0 \sim D_7$ 的引脚上。同样七段与小数点输出也用单线代表 8 根输出线，其中七段输出 A、B、C、D、E、F、G 分别接在 8 个 LED 的相应段上，用 VD_7 来表示过载。为了防止 ICM7216D 的控制端 1 引入大电流产生的噪声，用一个 $R=10k\Omega$ 和 $C=100pF$ 的网络来滤波。并接在晶振体两端的 $22M\Omega$ 电阻用来给内部振荡电路提供直流反馈偏置， $39pF$ 电容用来微调晶振频率，频率输入用 $1k\Omega$ 电阻作保护。芯片驱动电路输出 15

~35mA 的峰值电流，所以在 5V 电源下可直接点燃发光二极管七段译码显示器。

由此可见，要想全面准确地理解各种集成电路原理图，就要求读者应尽量多地掌握一些常见的集成电路基本资料，这样才能快速、准确地识读其电路原理。

例 8: 设备元件和材料表

设备元件和材料表就是把成套装置、设备、装置中各组成部分和相应数据列成表格，来表示各组成部分的名称、型号、规格和数量等，便于读图者阅读，了解各元器件在装置中的作用和功能，从而读懂装置的工作原理。设备元件和材料表是电气图中的重要组成部分，它可置于图中的某一位置，也可单列一页。表 1-1 是电动机控制线路元器件明细表。

表 1-1 电动机控制线路元器件明细表

代号	元器件名称	型号	规格	件数	用途
M	三相异步电动机	J52-4	7kW, 1440r/min	1	驱动生产机械
KM	交流接触器	CJO-20	380V, 20A	1	控制电动机
FR	热继电器	JR16-20/3	热元件电流: 14. 5A	1	电动机过载保护
SB _T	按钮开关	LA4-22K	5A	1	电动机启动按钮
SB _P	按钮开关	LA4-22K	5A	1	电动机停止按钮
QS	刀开关	HZ10-25/3	500V, 25A	1	电源总开关
FU	熔断器	RL1-15	500V 配 4A 熔芯	3	主电路保险

例 9: 产品使用说明书上的电气图

生产厂家往往随产品使用说明书附上电气（路）图，供用户了解该产品的组成和工作过程及注意事项，以达到正确使用、维护和检修的目的。

图 1-16 为德生 PL-737 数字调谐全波段立体声钟控收音机电路图，其采用的 TC9307AF-010 就是一片 4 位 CMOS 数字调谐专用集成电路，该集成电路内部由锁相环频率合成器（PLL）、微处理器及液晶显示（LCD）驱动器三部分组成。TC9307AF-010 数字调谐集成电路共有 44 只引出脚，锁相环工作电压为 4. 5~5. 5V，微处理器 CPU 的工作电压为 3~5. 5V。

德生 PL-737 中放与立体声鉴频采用的是东芝公司 TA8132 集成电路，立体声分高度指标较高。音频功放电路 PL737 选用了索尼公司的 CXA1622 双声道功放 IC，FM 高放选择了 TA7358，电子波段切换开关用 74SL138 完成，PL737/757 电源采用 4. 5V 直流电源，此外具有 DC-DC 升压电路，利用简单元件构成哈特雷振荡电路产生 3. 1MHz 左右的高频振荡信号经倍压整流，滤波后输出一稳定的直流电压经 LPF 向变容二极管供电。

PL757 功放也同样为索尼公司的 CXA1622 双声道功放 IC。与传统收音机不一样的还有它采用了电子音量调控，即利用直流电压控制两声道电子分流电路的电阻，从而控制两声道音频放大器的增益，达到调整音量的目的。