

电工技术无师自通系列丛书

电工识图

李良洪 何惠英 主编



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

电工技术无师自通系列丛书

电 工 识 图

	李良洪	何惠英	主 编
黄华飞	李纪红	俞 妍	副主编
	李志勇	陈 影	主 审

電 子 工 業 出 版 社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书从看图的角度出发,以常用电工线路为例,介绍电气图的识读方法与技巧,帮助广大电气工作人员提高识图能力。本书内容分为七章,分别介绍电工识图基础知识、电气原理图的识图方法、供电系统电气图的识读、电动机电路的识读、常用控制电路图的识读、照明线路电气图的识读、电子电路图的识读等。本书以简洁明了的文字和通俗易懂的插图,辅以实际应用举例和经验,使复杂的理论容易被读者接受和理解,从而达到活学活用的目的。

本书可供电工爱好者和相关技术人员参考,也可作为高职高专相关专业学生的参考用书。

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

电工识图/李良洪,何惠英主编. —北京:电子工业出版社,2015.3
(电工技术无师自通系列丛书)
ISBN 978-7-121-25667-7

I. ①电… II. ①李… ②何… III. ①电路图—识别 IV. ①TM13

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第047337号

策划编辑:李 洁

责任编辑:刘真平

印 刷:三河市双峰印刷装订有限公司

装 订:三河市双峰印刷装订有限公司

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:787×980 1/16 印张:11.25 字数:252千字

版 次:2015年3月第1版

印 次:2015年3月第1次印刷

印 数:3500册 定价:36.00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 zlts@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

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,电气线路也越来越复杂,为提高电气工作人员的识图能力,作者编写了《电工识图》,本书以电路识读知识为基础内容,并将前沿知识融入其中。

本书以常用电路的识读方法为主线,通过大量的图片和基本原理的讲解,让电工爱好者和初学者逐步理解常用电路的基本环节与基本作用,达到能正确识读电路的目的。

本书力求深入浅出、语言精练、通俗易懂,突出实用性,通过大量范例进行讲解,逐步深入地介绍学看电气图的方法和步骤,兼顾覆盖面,并注意培养读者分析问题和解决问题的能力,使读者可以从易到难,循序渐进,更好地了解 and 掌握常用电路的工作原理及绘制方法。

全书共分七章:第1章为电工识图基础知识,第2章为电气原理图的识图方法,第3章为供电系统电气图的识读,第4章为电动机电路的识读,第5章为常用控制电路图的识读,第6章为照明线路电气图的识读,第7章为电子电路图的识读。

本书由李良洪、何惠英主编,黄华飞、李纪红、俞妍任副主编,参加本书编写工作的还有付少波、柳贵东、张淼、刘卜源、范毅军等。全书由李志勇、陈影主审。

在编写本书时,引用了众多电工师傅和电气工作者的成功经验与资料,难以一一列举,谨在此向有关杂志和资料的作者表示诚挚的谢意。同时,由于时间仓促、作者实践经验和学识水平有限,书中缺点错误和不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第1章 电工识图基础知识	(1)
第1节 电气图的组成和表达形式	(1)
一、电气图的组成	(1)
二、电气图的表达形式	(3)
第2节 电气图的分类及其特点	(4)
一、系统图(或框图)	(4)
二、电路图	(6)
三、接线图(或接线表)	(10)
四、逻辑图	(12)
五、电气图的主要特点	(17)
第3节 电工常用符号和代号	(18)
一、电工常用图形符号	(18)
二、电工常用文字符号	(51)
三、电气项目代号	(60)
第4节 电工常用名词术语	(61)
第2章 电气原理图的识图方法	(64)
第1节 识读电气图的基本方法和步骤	(64)
一、电气识图的基本要求	(64)
二、电气识图的基本步骤	(66)
第2节 基本控制电路的识读	(68)
一、点动控制电路	(69)
二、自锁控制电路	(70)
三、互锁控制电路	(71)
四、多地控制电路	(72)
五、顺序控制电路	(73)
六、延时控制电路	(76)
第3节 基本保护电路的识读	(77)
一、电流型保护	(78)
二、电压型保护	(82)

三、位置保护	(83)
第3章 供电系统电气图的识读	(85)
第1节 供电系统主接线图的识读	(85)
一、电力系统	(85)
二、电气主接线的基本要求	(86)
三、电气主接线的形式	(88)
第2节 供电系统二次电气图的识读	(95)
一、二次设备的分类	(95)
二、二次电气图的分类	(96)
三、二次原理图	(97)
四、二次接线图	(99)
第4章 电动机电路的识读	(102)
第1节 直流电动机控制线路的识读	(102)
一、并励直流电动机串联电阻启动控制线路	(102)
二、他励直流电动机启动控制线路	(103)
三、串励直流电动机启动控制线路	(104)
四、直流电动机的反接制动控制线路	(104)
五、直流电动机正反转控制线路	(105)
六、并励直流电动机能耗制动控制线路	(106)
第2节 三相电动机降压启动线路的识读	(107)
一、用时间继电器自动转换 Y/Δ 降压启动控制线路	(107)
二、自耦变压器降压启动控制线路	(108)
三、手动、自动混合控制电动机定子绕组串联电阻的降压启动控制线路	(109)
四、电动机转子绕组串联电阻降压启动控制线路	(111)
五、频敏变阻器降压启动控制线路	(112)
第3节 三相异步电动机制动控制线路的识读	(113)
一、直流电磁阀制动控制线路	(113)
二、可逆转动反接制动控制线路	(114)
三、速度继电器控制异步电动机能耗制动控制线路	(115)
四、3 只二极管整流的能耗制动控制线路	(116)
第5章 常用控制电路图的识读	(119)
第1节 常用机床控制线路的识读	(119)
一、C6132 卧式车床电气控制线路	(119)

二、M7120 型平面磨床电气控制线路·····	(120)
三、Z3040 型摇臂钻床电气控制线路·····	(124)
第 2 节 自动给水设备控制线路的识读·····	(128)
第 6 章 照明线路电气图的识读·····	(131)
第 1 节 照明灯常用控制线路的识读·····	(131)
一、照明灯基本控制线路·····	(131)
二、触摸式照明灯应用电路·····	(131)
三、声、光控制照明灯应用电路·····	(133)
四、红外遥控照明灯应用电路·····	(136)
五、渐亮渐暗照明灯应用电路·····	(139)
六、门控照明灯应用电路·····	(140)
七、门厅照明灯自动控制应用电路·····	(141)
第 2 节 延时照明灯控制线路的识读·····	(145)
一、按钮控制式延时照明灯应用电路·····	(145)
二、开关控制式延时照明灯应用电路·····	(146)
三、触摸式延时照明灯应用电路·····	(147)
四、感应式延时照明灯应用电路·····	(148)
五、光控延时照明灯应用电路·····	(149)
六、光控、触摸控制式延时照明灯应用电路·····	(150)
七、声、光双控延时照明灯应用电路·····	(151)
八、声、光、触摸三控延时照明灯应用电路·····	(152)
第 3 节 调光灯控制线路的识读·····	(154)
一、无级调光灯应用电路·····	(154)
二、触摸式调光灯应用电路·····	(155)
三、无线电遥控调光灯应用电路·····	(156)
第 4 节 彩灯控制线路的识读·····	(157)
一、声控变色彩灯应用电路·····	(157)
二、声控循环彩灯应用电路·····	(158)
三、声控闪烁彩灯应用电路·····	(159)
四、闪烁装饰彩灯应用电路·····	(161)
五、彩灯控制器应用电路·····	(162)
第 5 节 路灯、警示灯控制线路的识读·····	(164)
一、光控路灯应用电路·····	(164)
二、警示灯控制应用电路·····	(165)

第7章 电子电路图的识读	(167)
一、声光控楼道照明灯电路	(167)
二、水位检测电路	(168)
三、四人抢答电路	(169)
四、数字钟	(170)

第 1 章 电工识图基础知识

电气图是电气工程中各部门沟通、交流信息的载体，因此电气制图时必须遵守制图的规则和表示方法，读图者（识图者）掌握了这些规则和表示方法，就能读懂制图者所表达的意思。所以不管是制图者还是读图者，都应当掌握电气图的组成与分类、电气线路图的制图规则、电气图的主要特点及电气制图与图形符号国家标准和表示方法。

第 1 节 电气图的组成和表达形式

一、电气图的组成

电气图一般由电路、技术说明和标题栏三部分组成。电气图在画面上的分布位置如图 1-1 所示。

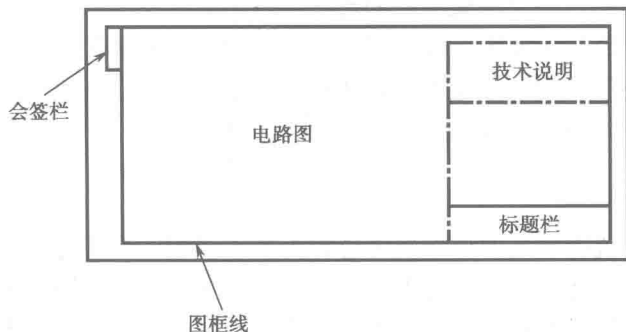


图 1-1 电气图画面上的分布位置

1. 电路

电路是由电源、负载、控制元件和连接导线等组成并能实现预定功能的闭合回路。

电路的结构形式和所能完成的任务是多种多样的，按电路的作用不同，一般可分为两类：一类是进行电能的传输、分配与转换，如图 1-2 (a) 所示的电力系统；另一类是进行信息的传递和处理，如图 1-2 (b) 所示的扩音机。这里着重介绍前一类电路。



(a) 电力系统



(b) 扩音机

图 1-2 电路示意图

进行电能的传输、分配与转换的电路（以下简称电路），通常分为主电路和辅助电路两部分。主电路也叫一次回路，是电源向负载输送电能的电路，它一般包括发电机、变压器、开关、接触器、熔断器和负载等。辅助电路也叫二次回路，是对主电路进行控制、保护、监测、指示的电路，它一般包括继电器、仪表、指示灯、控制开关等。通常主电路通过的电流较大，导线的线径较粗；而辅助电路中的电流较小，导线的线径也较细。

电路是电气图的主要构成部分。由于电气元件的外形和结构比较复杂，因此采用国家统一规定的图形符号和文字符号来表示电气元件的不同种类、规格以及安装方式。此外，根据电气图的不同用途，要绘制成不同的形式。有的只绘制电路图，以便了解电路的工作过程及特点。有的只绘制装配图，以便了解各电气元件的安装位置及配线方式。对于比较复杂的电路，通常还绘制安装接线图。必要时，还要绘制分开表示的接线图（俗称展开接线图）、平面布置图等，以供生产部门和用户使用。

2. 技术说明

电气图中的文字说明和元件明细表等总称为技术说明。文字说明注明电路的某些要点及安装要求等，通常写在电路图的右上方，若说明较多，通常采用附页来说明。元件明细表用来列出电路中元件的名称、符号、规格和数量等。元件明细表以表格形式写在标题栏的上方，元件明细表中的序号是按自下而上的顺序进行编排的。

3. 标题栏

标题栏位于电路图的右下角，用于标注电气工程名称、设计单位、设计类别、图名、图号、比例、尺寸单位及设计人、制图人、描图人、审核人、批准人的签名和日期等。

标题栏是电气图的重要技术档案，各栏目中的签名者对图中的技术内容承担相应责任。识图时首先应看标题栏。

此外，有些涉及相关专业的电气图样，紧接在标题栏左下侧或图框线以外的左上方，



列有会签栏,由相关专业(如电气、土建、管道等)技术人员会审认可后签名,以便互相统一协调、明确分工及责任。

二、电气图的表达形式

电气图的主要作用是用来阐述电气设备及设施的工作原理,描述产品的构成和功能,提供装接和使用信息的重要工具与手段,因而电气图的种类很多。

1. 简图

简图是用图形符号、带注释的框或简化外形表示系统或设备中各组成部分之间相互关系及其连接关系的电路图。在不致引起混淆的情况下,简图也可简称为图。显然,电气图的大多数图,如概略图(也称系统图或框图)、逻辑图、功能图、电路图、接线图都属于简图。

为了表示变电所的电气设备构成及其连接关系,可绘制成如图1-3所示的电气系统图。

简图并不是指内容“简单”,而是指形式的“简化”,它是相对于机械图而言的,因机械图是严格按几何尺寸、绝对位置等进行绘制的。

简图的特点:①各组成部分或电气元件用电气图形符号表示,而不用具体的外形结构表示。②在相应的图形符号旁标注文字符号、数字编号。③按功能和电流流向表示各装置、设备及电气元件的连接关系和相互位置。④没有投影关系,不标注尺寸。

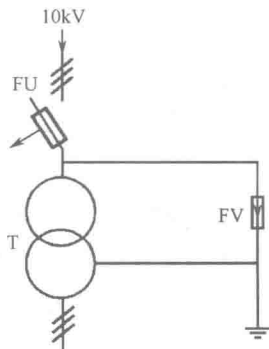


图1-3 变电所电气系统图

2. 表图

表图是一种新的图种。它是用数量很少的专用图形符号和文字说明相结合的方法,来描述两个或两个以上变量之间关系的一种图,如曲线图、时序图、功能表图。在不致引起混淆的情况下,表图也可简称为图。需要指出,表图不能理解为图表,因为表图的表达形式主要是用图而不是用表。

3. 表格

表格是把数据等内容采用纵横排列的一种表达形式,用以说明系统、成套设备中各组成部分相互关系或连接关系,以及用以提供工作参数。表格可简称为表,如常见的设备表等。表格可以作为图的补充,也可以用来代替某种图。

第2节 电气图的分类及其特点

电气图是电气技术领域中最重要提供信息方式，由于其表达对象、提供信息类型及表达方式的不同，构成了电气图的多样性。例如，表明系统的规模、整体方案、组成情况、主要特性时，需要概略图；表示系统、装置的电气作用原理，分析电路特性时，需要电路图；表示电气装置各元件间的连接关系，便于安装和接线时，需要接线图；在数字电子电路中，还有表明功能件实现逻辑功能的逻辑图等。各类型的电气图除了遵循电气图的一般规则外，还有各自的特点。

电气图种类很多，本手册仅介绍概略图（也称系统图或框图）、电路图、逻辑图、接线图。

一、系统图（或框图）

系统图（或框图）是用符号或带注释的框概略地表示系统、分系统、成套装置或设备的基本组成、相互关系及其主要特征的一种简图。从体系的角度看，系统图（或框图）概括地表达了设计的整体方案、简要工作原理和主要组成部分及各个组成部分间的相互关系；从功能的角度看，系统图（或框图）概略地表达各个组成部分的主要特征，即对项目的功能和作用等做出简要的说明。

系统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。较高层次的系统图可反映对象的概况；较低层次的系统图，可将对象表达得较为详细。

1. 系统图（或框图）的用途

为进一步编制详细技术文件以及逻辑图、电路图、接线图、平面图等，为进行有关的电气计算，选择导线、开关等设备，拟定配电装置的布置和安装位置等提供主要依据，供安装、操作和维修时参考。

2. 系统图（或框图）的基本形式

系统图（或框图）采用功能布局法，能清晰表达过程和信息的流向，便于识图。控制信号流向与过程流向应相互垂直。基本形式有以下几种。

（1）用一般符号绘制的系统图：如图 1-4 所示为只有一个变配电所的某工厂供电系统图，图 1-5 所示为某住宅楼照明配电系统图。

（2）框图：表示系统（或分系统）的组成，通常采用框图的形式。图 1-6 所示是某整流装置构成的框图，它主要由整流器及其对整流输出电压、电流的大小进行控制的装置的

图形符号构成。

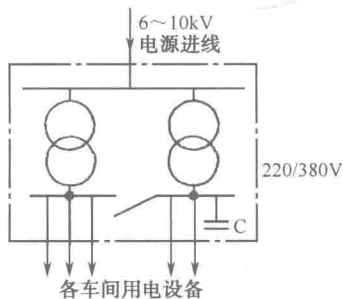


图 1-4 供电系统图

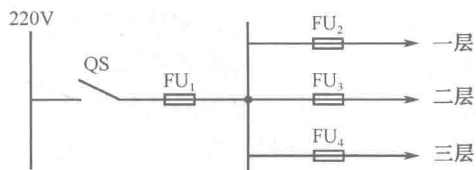


图 1-5 住宅楼照明配电系统图

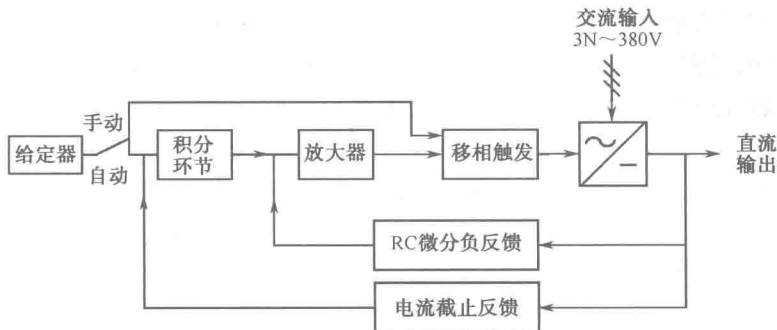


图 1-6 整流装置构成的框图

(3) 与非电流程统一绘制的系统图：在某些情况下能更清楚表示系统的构成和特征。图 1-7 是表示某一水泵电动机供电和给水统一绘制的系统图。它表示了电动机供电、水泵工作和控制三个部分间的连接关系。

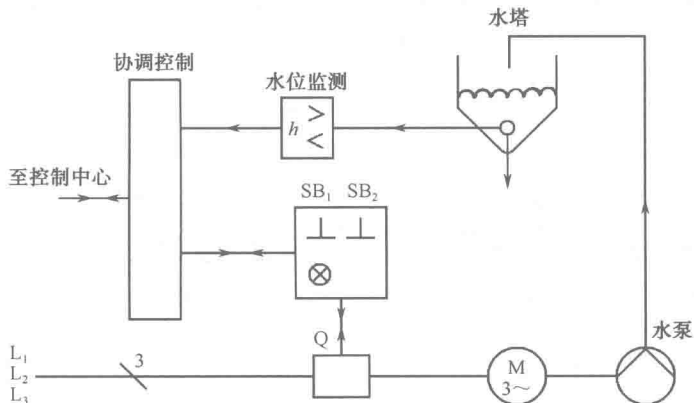


图 1-7 水泵电动机供电和给水统一绘制的系统图



二、电路图

1. 电路图的主要用途

电路图是采用图形符号和文字符号并按工作顺序详细表示电路、设备或成套装置的基本组成和连接关系，而不考虑其实际位置的一种图形。电路图可用于详细了解电路表达对象的工作原理、分析和计算电路特性，为测试和寻找故障提供信息，并为绘制接线图提供依据。电路图可单独绘制，也可与接线图、功能图（表）等组合绘制。

2. 电路图的基本规定

(1) 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，也可采用简化外形表示，并应以适当形式标注其代号、名称、型号、规格、数量等。

(2) 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。

(3) 符号的布置：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（如继电器的线圈和触点），以及同一设备的多个元件（如转换开关的各对触点），可在图上采用集中布置、半集中布置和分开布置。

3. 电路图的表示方法

(1) 图幅分区法（也称坐标法）。图纸通常由边框线、图框线、标题栏、会签栏组成，其格式如图 1-8 所示。

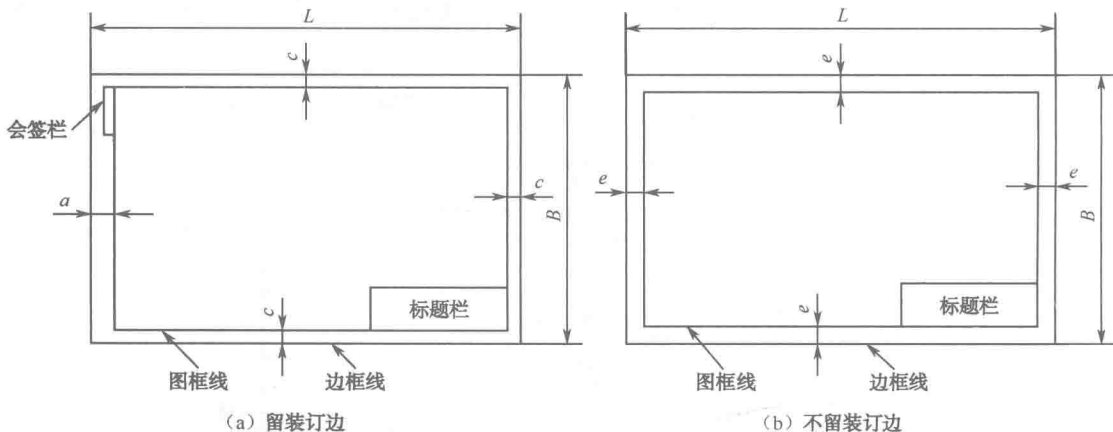


图 1-8 图纸格式

图纸幅面简称图幅（也称幅面），指由边框线所围成的图面。通常根据图的复杂程度和



图线的密集程度选定图幅。电气图的基本幅面有五种，其幅面代号及尺寸如表 1-1 所示，由表可知，A0 幅面的长边恰好为 A1 幅面短边的 2 倍；A0 幅面的短边恰好与 A1 幅面的长边相等，因此将 A0 幅面沿长边对折，可以得到两张 A1 幅面。其他幅面之间也近似有这种关系。

表 1-1 基本幅面的代号及尺寸

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
宽×长 ($B \times L$) /mm	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
留装订边宽 (c) /mm	10	10	10	5	5
不留装订边宽 (e) /mm	20	20	10	10	10
装订侧边宽 (a) /mm	25	25	25	25	25

若基本幅面不能满足要求，按规定可以加大幅面。A0~A2 号图纸一般不得加长，A3、A4 号图纸可根据需要，沿短边加长。如果需要加长的图纸，应采用表 1-2 所规定的幅面。

表 1-2 加长图纸的代号及尺寸

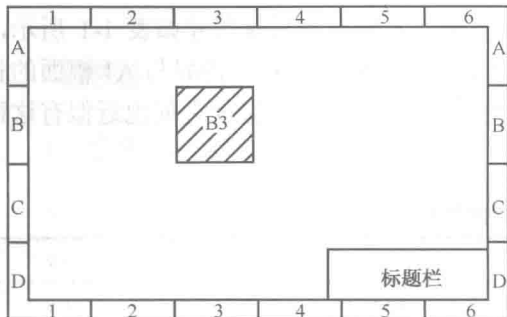
幅面代号	A3×3	A3×4	A4×3	A4×4	A4×5
宽×长 ($B \times L$) /mm	420×891	420×1189	297×630	297×841	297×1051

图幅分区即将整个图样的幅面分区，将图纸相互垂直的两边各自加以等分，每一分区长度为 25~27mm。然后从图样的左上角开始，在图样周边的竖边方向按行用大写字母分区编号，横边方向按列用数字分区编号，图中某个位置的代号用该区域的字母和数字组合起来表示。图幅分区后，相当于在图样上建立了一个坐标。电气图上项目和连接线的位置则由此“坐标”而唯一地确定。

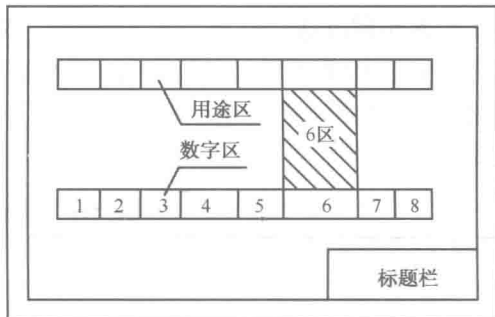
项目和连接线在图上的位置表示方式有三种：用行的代号（字母）表示，如 A、B；用列的代号（数字）表示，如 3、4；用区的代号表示。区的代号为字母和数字的组合，且字母在左，数字在右，如 B3、C4。

在采用图幅分区法的电路中，对于水平布置的电路，一般只需标明行的标记；对于垂直布置的电路，一般只需标明列的标记；复杂的电路图才需要标明组合标记，如图 1-9 (a) 所示阴影部分的位置表示成 B3。图中的位置及标记方法如表 1-3 所示。

在某些电路图中，如机床电气控制线路图，由于控制电路内的支路多，且各支路元件布置与功能也不相同，图幅分区可采用图 1-9 (b) 的形式。只对图的一个方向分区，分区数不限，各个分区长度也可不等。这种方式不影响分区检索，又可反映用途，有利于看图。



(a) 普通电气图的图幅分区



(b) 机床电气控制线路的图幅分区

图 1-9 图幅分区法

表 1-3 分区位置代号及标记方法

符号或元件的图中位置		标记方法
有关联的符号在同一张图内	本图中的 B 行	B
	本图中的 3 列	3
	本图中的 B 行 3 列 (B3 区)	B3
有关联的符号不在同一张图内	具有相同图号的第 2 张图中的 B3 区	2/B3
	图号为 1235 单张图中的 B3 区	图 1235/B3
	图号为 1235 的第 2 张图中的 B3 区	图 1235/2/B3
按项目代号确定位置的方式 (例如: 所指项目为 P1 系统)	P1 系统单张图中的 B3 区	P1/B3
	P1 系统的第 2 张图中的 B3 区	P1/2/B3

(2) 电路编号法。电路编号法是对图样中的电气元件或分支电路用数字按序编号。若水平布图, 数字编号按自上而下的顺序; 若垂直布图, 数字编号按自左而右的顺序。数字分别写在各支路下端, 若要表示元件相关联部分所在位置, 只需在元件的符号旁标注相关联部分所处支路的编号即可。

图 1-10 示出了某电路的部分支路, 电路从左向右编号。线圈 K_1 下标注“12”, 说明受线圈 K_1 驱动的触点在 12 号支路上; 而 12 号支路上触点 K_1 下标注“11”, 说明驱动本触点的线圈在 11 号支路上, 其余可类推。

(3) 表格法。表格法是指在图的边缘部分绘制一个按项目代号进行分类的表格。表格中的项目代号和图中相应的图形符号在垂直或水平方向对齐, 图形符号旁仍需标注项目代号。图上的各项目与表格中的各项目一一对应。这种位置表示法便于对元件进行归类 and 统计。图 1-11 是两级放大电路, 其元件位置就是采用表格法来表示的。



电阻器	R_{B11}	R_{B12}	R_{C1}	R_{E1}	R_{B21}	R_{B22}	R_{C2}	R_{E2}	R_L
电容器	C_1		C_2	C_{E1}			C_3	C_{E2}	
晶体管			VT_1				VT_2		

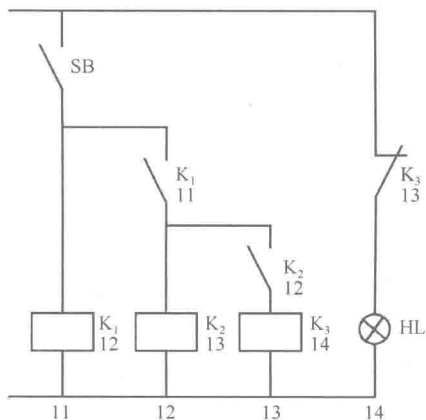


图 1-10 电路编号法

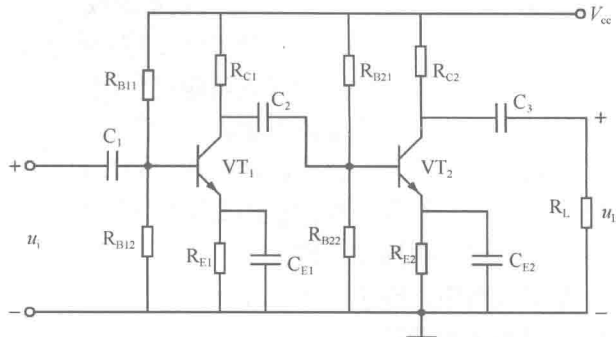


图 1-11 表格法（两级放大电路）

4. 电路图的基本形式

(1) 集中式电路图：将一个元件各组成部分的图形符号绘制在一起的方法，习惯上称为电路原理图，如图 1-12 所示，集中表示法仅适用于简单的图。

(2) 分开式电路图：为了便于理解，允许重复某些限定符号，如常见的展开图。将原理图上的控制、保护部分单独取出，按每个设备的作用，把同一动作回路画在一起，这样就会把一个电气设备的线圈和接点分开画在几处，其间没有任何连接符号相连，只是标上了相同的项目代号，如图 1-13 所示。为了较迅速查找到同一项目的所有部分，可以采用插图和表格。

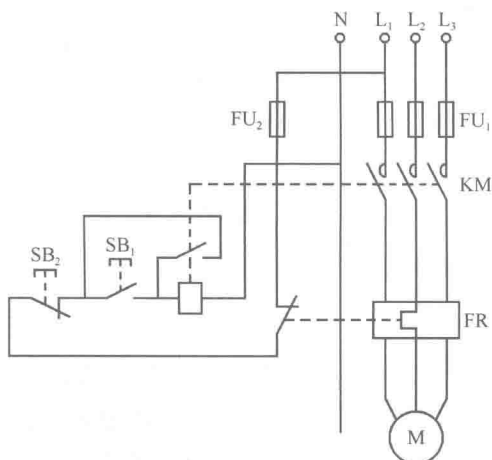


图 1-12 集中式表示法（电动机控制电路原理图）

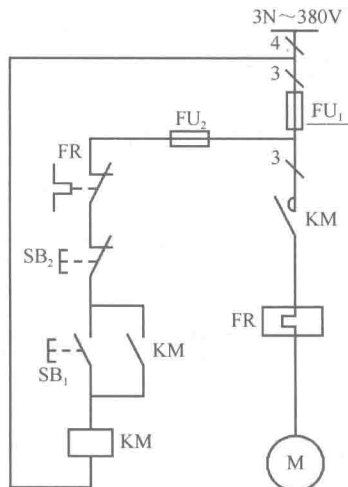


图 1-13 分开式表示法（电动机控制电路展开图）