

第 1 章

电气控制基础

一个电气系统或一种电气装置是由各种元、器件组成的，在以简图形式表达的电气图中，无论是表示构成、功能还是电器接线等，都没有必要一一画出各种元、器件的外形结构，通常是用一种简单的图形符号表示。但是，在同一系统中或同一张电气图中若有两个以上同一类型电器时，还必须在符号旁边标注不同的文字符号以示区别不同用途的同一类型电器，使人们一看就可以知道其名称、功能、状态、特征及安装位置等信息。

1.1 控制元、器件符号

电气控制线路图是电气工程技术的通用语言，它由各种电器元件的图形符号、文字符号组成。为了便于交流与沟通，国家标准局参照国际电工委员会（IEC）颁布的有关文件，制定了我国电气设备的有关国家标准，颁布了 GB/T 4728.1—1985《电气图用图形符号总则》、GB/T 4728.2 ~ .13—1996 ~ 2000《电气简图用图形符号》、GB/T 7159—1987《电气技术中的文字符号制订通则》。设计电气图中的图形符号、文字符号必须符合最新的国家标准。附表 1-1 ~ 1-6 列出了常用的电气图形符号、文字符号，以供选用。

1. 图形符号

通常用于图样或其他文件以表示一个设备或概念的图形、标记或字符，统称为图形符号。它由一般符号、符号要素、限定符号等组成。图形符号如附表 1-1 所示。

(1) 一般符号

用以表示一类产品或此类产品特征的一种通常很简单的符号称为一般符号。如电动机的一般符号为 ⊗ 其中 * 号用 M 代替表示电动机，用 G 代替可表

示发电机。

(2) 符号要素

一种具有确定意义的简单图形，必须同其他图形组合以构成一个设备或概念的完整符号。如电动机符号 M 就是由表示装置的符号 O 要素加上英文名称的字头 M 组成的。符号要素如附表 1-2 所示。

(3) 限定符号

用以提供附加信息的一种加在其他符号上的符号，称为限定符号。限定符号一般不能单独使用，但它可以使图形符号更具多样性。例如在电阻器一般符号的基础上加上不同的限定符号，则可得到可变电阻器、压敏电阻器、热敏电阻器等。限定符号如附表 1-3 所示。

2. 文字符号

(1) 单字母符号

单字母符号采用拉丁字母将各种电气设备、装置和元器件划分为 23 大类，每大类有一个专用单字母符号表示，如 R 表示电阻器类， Q 表示电力电路的开关器件等。单字母符号如附表 1-4 所示。

(2) 双字母符号

双字母符号是由单字母符号与另一字母组成，其组合形式应以单字母符号在前，另一个字母在后的次序列出。如 GB 表示蓄电池， G 为电源的单字母符号。双字母符号可以较详细和更具体地表述电气设备、装置和元器件的名称。常用双字母符号举例如附表 1-5 所示。

(3) 辅助文字符号

辅助文字符号是用以表示电气设备、装置和元器件以及线路的功能、状态和特征的。通常也是由英文单词的前一、两个字母构成。例如 RD 表示红色 (Red)， F 表示快速 (Fast)。常用辅助文字符号如附表 1-6 所示。

辅助文字符号一般放在基本文字符号的后边，构成组合文字符号，如 Y 是电气操作的机械器件类的基本文字符号， B 是表示制动的辅助文字符号，则 YB 是制动电磁铁的组合符号。辅助文字符号也可以单独使用，如 OFF 表示关闭。

(4) 补充文字符号

在电气图和其他电气技术文件中，若基本文字符号和辅助文字符号不够使用，可按文字符号组成规律和下述原则予以补充。

在不违背前面所述原则的基础上，可采用国际标准中规定的电气技术文字符号。

在优先采用规定的单字母符号、双字母符号和辅助文字符号的前提下，可补充有关的双字母符号和辅助文字符号。

文字符号应按有关电气名词术语国家标准或专业标准中规定的英文术

语缩写而成。基本文字符号不得超过两个字母，辅助文字符号一般不能超过三个字母。

因 I、O 易同 1 和 0 混淆，因此不允许单独作为文字符号使用。

文字符号的字母采用拉丁字母大写正体字。

1.2 电气原理图的绘制原则

系统图和框图对于从整体上理解系统或装置的基本组成和主要特征是十分重要的。然而，要达到详细了解电气作用原理，进行电气接线，分析和计算电路特性，还必须有另一种图，这就是电气原理图。

用图形符号并按工作顺序排列，详细表示电路、设备或成套装置的全部基本组成和连接关系，而不考虑其实际位置的简图，称为电气原理图。如图 1-1 所示。

□ 1.2.1 电气原理图的绘制原则

原理图一般分为主电路和辅助电路两部分。主电路就是从电源到电动机通过的路径。辅助电路包括控制电路、照明电路、信号电路及保护电路等，由继电器和接触器的线圈、继电器的触点、接触器的辅助触点、按钮、照明灯、信号灯、控制变压器等电器元件组成。

控制系统内的全部电动机、电器和其他器械的带电部件，都应在原理图中表示出来。

原理图中各电器元件不画实际的外形图，而采用国家规定的统一标准图形符号和文字符号。

原理图中各个电气元件和部件在控制线路中的位置，应根据便于读图和功能顺序的原则安排。同一电气元件的各个部分可以不画在一起。例如接触器、继电器的线圈和触点可以不画在一起或一张图上。

图中元件、器件和设备的可动部分，都按没有通电和没有外力作用时的开关状态画出。

⑥ 原理图的绘制应布局合理、排列均匀，可以水平布置，也可以垂直布置。

⑦ 电器元件应按功能布置，相关功能器件应尽量画在一起；也可以按工作顺序排列，其布局顺序应该是从上到下，从左到右。电路垂直布置时，类似项目宜横向对齐；水平布置时，类似项目应纵向对齐。例如图 1-1 中由于线路采用垂直布置，接触器线圈应横向对齐。

⑧ 电气原理图中，有直接联系的十字交叉导线连接点，要用黑圆点表示；无

直接联系的十字交叉导线连接点不画黑圆点。

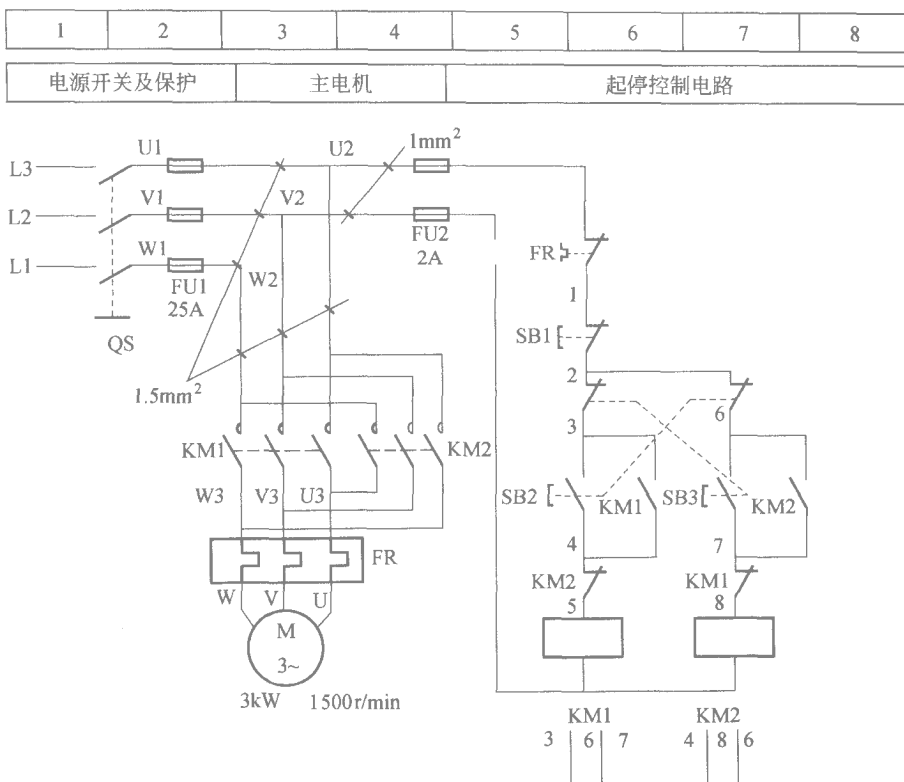


图 1-1 三相异步电动机可逆运行电气原理图

□ 1.2.2 图上位置的表示方法

在绘制、阅读和使用电路图时，往往需要确定元件、器件、连接线等的图形符号在图上的位置。在供使用、维护的技术文件（如说明书）中，有时需要对某一元件或器件作注释、说明，为了找到图中相应的元、器件的图形符号，也需要注明这些符号在图上的位置。

图上位置的表示方法采用图幅分区法。图幅分区法是在图的边框处，竖边方向用拉丁字母编号，横边方向用阿拉伯数字编号，编号顺序从左上角为分区编号的起始位置。图幅分区后，相当于在图上建立了一个坐标。项目和连接的位置可用如下方式表示：

用行的代号表示。

用列的代号表示。

用区的代号表示。区的代号为字母和数字的组合，字母在前，数字在后。

在具体使用时，对水平布置的电路，一般只需要标明行的标记；对垂直布置的电路，一般只需要标明列的标记；复杂的电路需要标明组合标记。如图 1-1 所示中只标明了列的标记。

在图 1-1 中，图区编号下方的“电源开关及保护”等字样，表明它对应的下方元件或电路的功能，使读者能清楚地知道某个元件或某部分电路的功能，以利于理解全部电路的工作原理。

图 1-1 中 KM1 和 KM2 线圈下方的标注



是接触器 KM1 和 KM2 相对应触点的索引。它表示接触器 KM1 的主触点在图区 3 动合辅助触点在图区 6 动断辅助触点在图区 7；接触器 KM2 的主触点在图区 4 动断辅助触点在图区 6 动合辅助触点在图区 8 等。

在电气原理图中，接触器和继电器线圈与触点的从属关系应用附图表示，即在原理图中相应线圈的下方，给出触点的文字符号，并在其下面注明相应触点的索引代号，对未使用的触点用“×”表明，有时也可以省略。

接触器上述表示法中各栏的含义如下：

左栏	中栏	右栏
主触点所在图区号	辅助动合触点所在图区号	辅助动断触点所在图区号

继电器表示方法中各栏的含义如下：

左栏	右栏
动合触点所在图区号	动断触点所在图区号

1.3 电路图的简化

在不致引起混淆的情况下，电路图应尽量予以简化，一般可从以下几个方面对电路图进行简化。

□ 1.3.1 主电路的简化

在发电厂、变电所和工厂控制设备的电路中，主电路通常为三相三线或三相

四线，为了便于表示设备和电路的功能，在这些电路图中，可将主电路或其一部分简化成单线表示。然而，在某些情况下，例如为了表示互感器、热继电器的连接方法，则可部分地用多线表示。

如图 1-2(a) 所示是三相四线简化成单线的表示方法，电源端相序为 L1、L2、L3、N，负载端相序为 U、V、W、N。

如图 1-2(b) 所示是单线电路，为了表示两相电流互感器的连接，将其一部分化成三线。

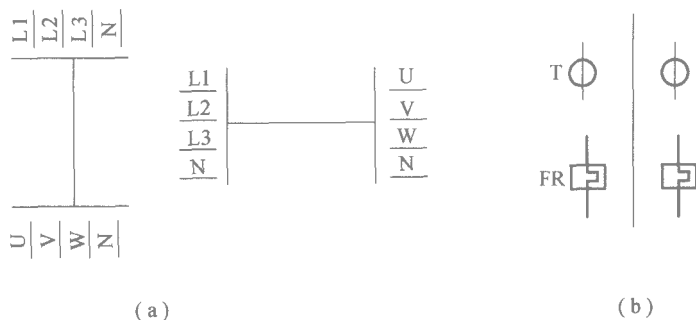


图 1-2 主电路图的简化法

□ 1.3.2 并联电路的简化

多个相同的支路并联时，可用标有公共连接符号的一个支路来表示，此时仍应标上全部项目代号和并联支路数。如图 1-3(a) 所示中，4 个开关的并联支路，可用一个开关支路表示，但在简化图上，各开关的项目代号 S11、S13、S15、S17 仍然应标上。

如图 1-3(b) 所示是表示含有熔断器 FU、二极管 V、电阻器 R、电容器 C 的相同元件，且连接关系相同的六个并联支路的简化电路。

□ 1.3.3 相同电路的简化

相同的电路重复出现时，仅需详细地表示出其中一个，其余的电路可用点划线围框表示，并绘出该电路与外部连接的有关部分，围框内加注适当说明，如“电路与上同”等字样。如图 1-4(a) 所示中有两个相同的电路，但元件代号不同，对该电路简化，可只绘出一个电路，另一电路的元件代号标注在括号内。

如图 1-4(b) 所示是一个具有 6 个相同电路的简化画法，图中用单线表示，并注明了项目代号。

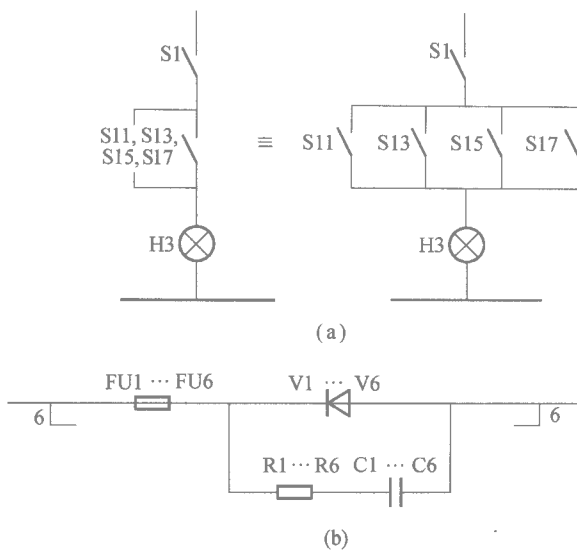


图 1-3 并联电路的简化画法

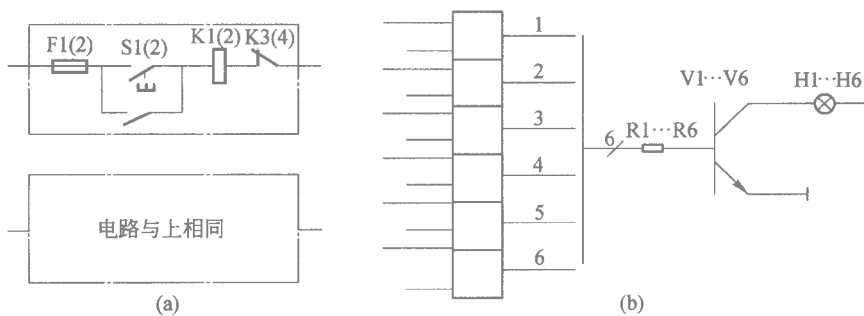


图 1-4 相同电路的简化画法

1.4 电路图的分析

□ 1.4.1 电气控制线路分析

分析电气控制线路是通过对各种技术资料的分析来掌握控制线路的工作原理、技术指标、使用方法、维护要求等。分析的具体内容和要求主要包括以下方面：

(1) 设备说明书

设备说明书由机械（包括液压部分）与电气两部分组成。在分析时首先阅读这两部分的说明书，了解以下内容：

设备的构造，主要技术指标，机械、液压起动部分的工作原理。

电气传动方式，电动机和执行电器的数目、规格型号、安装位置、用途及控制要求。

设备的使用方法，各操作手柄、开关、旋钮、指示装置的布置以及在控制线路中的作用。

与机械、液压部分直接关联的电器（行程开关、电磁阀、电磁离合器、传感器）的位置，工作状态及与机械、液压部分的关系，在控制中的作用等。

(2) 电气控制原理图

这是控制线路分析的中心内容。电气控制原理图由主电路、控制电路、辅助电路、保护及联锁环节以及特殊控制电路等部分组成。

在分析电气原理图时，必须与阅读其他技术资料结合起来。例如各电动机及执行元件的控制方式、位置及作用，各种与机械有关的位置开关、主令电器的状态等，只有通过阅读说明书才能了解。

在原理图分析中还可以通过所选用的电器元件的参数，分析出控制线路的主要参数和技术指标，如可估计出各部分的电流、电压值，以便在调试和检修中合理地使用仪表。

(3) 电气设备的总装接线图

阅读分析总装接线图，可以了解系统的组成分布状况，各部分的连接方式，主要电器部件的布置、安装要求，导线和穿线管的规格、型号等。

阅读分析总装接线图要与阅读说明书、电气原理图结合起来。

(4) 电器元件布置图与接线图

这是制造、安装、调试和维护电气设备必需的技术资料。在调试、检修中，可通过布置图和接线图方便地找到各个电器元件和测试点，进行必要的调试、检测和维护、保养。

□ 1.4.2 电气原理图的阅读分析

在仔细阅读设备说明书，了解电器控制系统的总体结构，电动机、电器的分布状况及控制要求等内容之后，便可以分析电气原理图了。

1. 方法与步骤

(1) 分析主电路

从主电路入手，根据每台电动机和执行电器的控制要求去分析各电动机和执行电器的控制内容。

(2) 分析控制电路

根据主电路中各电动机和执行电器的控制要求，逐一找出电器中的控制环节，将控制线路按功能不同划分成若干个局部控制线路来进行分析。如果控制线路较复杂，则可先排除照明、显示等与控制关系不密切的电路，以便集中精力进行分析。控制电路一定要分析透彻。

(3) 分析辅助电路

辅助电路包括执行元件的工作状态显示、电源显示、参数测定、照明和故障报警等部分，辅助电路中很多部分是由控制电路中的元件来控制的，所以分析辅助电路时，还要回头来对照控制电路来进行分析。

(4) 分析联锁与保护环节

生产机械对于安全性、可靠性有很高的要求。实现这些要求，除了合理地选择拖动、控制方案以外，在控制线路中还设置了一系列电气保护和必需的电气联锁。

(5) 分析特殊控制环节

在某些控制线路中，设置了一些与主电路、控制电路关系不密切，相对独立的某些特殊环节，如产品计数装置、自动检测装置、晶闸管触发电路、自动调温装置等。这些部分往往自成一个小系统，其读图分析的方法可参照上述分析过程，并灵活运用所学过的电子技术、变流技术、自控系统、检测与转换等知识逐一分析。

(6) 总体检查

经过化整为零，逐步分析了每一局部电路的工作原理以及各部分之间的控制关系之后，还必须用集零为整的方法，检查整个控制线路，看是否有遗漏。特别要从整体角度去进一步检查和理解各控制环节之间的联系，清楚地理解原理图中每一个电器元件的作用、工作过程及主要参数。

2. 分析举例

现以 C630 普通车床的控制线路为例，说明生产机械电气控制线路的分析过程。

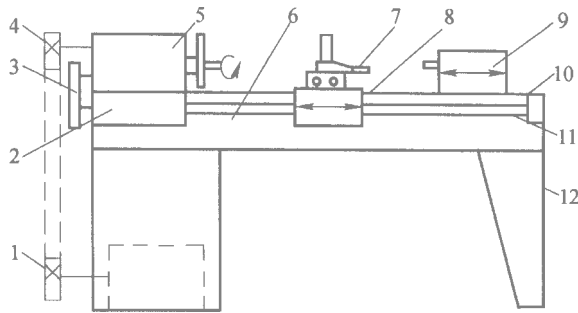
普通车床是一种应用极为广泛的金属切削机床，能够车削外圆、内圆、端面和螺纹等，并可用钻头、铰刀、镗刀进行加工。

(1) 主要结构和运动形式

普通车床主要由床身、主轴变速箱、进给器、溜板箱、刀架、尾架、丝杆和光杆等部分组成。其结构如图 1-5 所示。

车床有两种主要运动，一是轴上的卡盘或顶尖带着工件的旋转运动，称为主运动；另一种是溜板带着刀架的直线运动，称为进给运动。

为了加工螺纹等工件，主轴需要正、反转，主轴的转速应随工件的材料、尺



1、4——皮带轮；2——进给箱；3——挂轮架；5——主轴箱；
6——床身；7——刀架；8——溜板；9——尾架；
10——丝杆；11——光杆；12——床腿

图 1-5 普通车床结构示意图

寸、工艺要求及刀具的种类不同而变化，所以要求能在相当宽的范围内进行调节。

刀架的进给运动由主轴电动机带动，由走刀箱调节加工时的纵向和横向进给量。

(2) 电力拖动和控制的要求

从车床的加工工艺出发，对拖动控制有以下要求：

主拖动电动机选用不调速的三相笼型异步电动机，主轴采用机械调速，其正、反转采用机械方法实现。

主电动机采用直接起动方式。

车削加工时，为防止刀具和工件的温度过高，需要用冷却液冷却，因此要装一台冷却泵。

主电动机和冷却泵电动机应具有必要的短路和过载保护，冷却泵因过载停止时，不允许主电动机工作，以防工件和刀具损坏。

应具有安全的局部照明设备。

(3) 电气控制线路分析

C630 型普通车床的电气控制线路如图 1-6 所示，对其工作原理分析如下：

主电路分析：主电路中有两台电动机，M1 为主轴电动机，M2 为冷却泵电动机，采用 QS1 作电源开关，接触器 KM 的主触点来控制 M1 的起动和停止。转换开关 QS2 控制 M2 的起动和停止。

控制电路分析：控制电路采用 380V 交流电源供电，只要按动起动按钮 SB2，KM 线圈得电，位于 6 区的 KM 自锁触点闭合自锁，位于 2 区的 KM 主触点闭合，M1 起动。M1 通电后，合上 QS2，冷却泵立即起动。按下 SB1 两台电动机

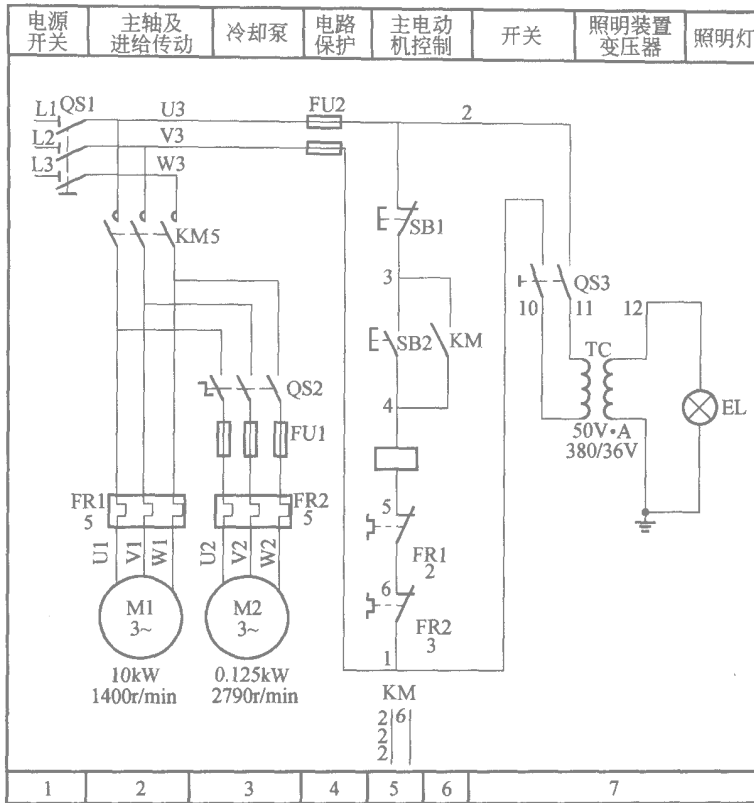


图 1-6 C630 型普通车床电气原理图

同时断电停止工作。

辅助电路分析：照明电路采用 36V 安全电压，由变压器 TC 供电，QS3 控制照明电路。

保护环节分析：熔断器 FU1、FU2 分别对 M2 和控制电路进行短路保护，因向车床供电的电源开关要装熔断器，所以 M1 未用熔断器进行短路保护。热继电器 FR1、FR2 分别对 M1、M2 进行过载保护，其触点串联在 KM 线圈回路中，M1、M2 中任一电动机过载，热继电器的动断触点断开，KM 都将失电使两台电动机停止工作。

⑤ 总体检查：分析完成后，再进行总体检查。

在以上分析中，采用的是查线读图法，即从执行电路——电动机着手，从主电路上看有哪些控制元件的触点，根据其组合规律看其控制方式。然后在控制电路中由主电路控制元件的主触点的文字符号找到有关的控制环节。接着从起动按钮开始，查对线路，观察元件的触点信号是如何控制其他元件动作的，然后

再察看这些被带动的控制元件的触点是如何控制执行电器或其他控制元件动作的。

查线读图分析法是分析电气原理图的最基本方法，应用也最广泛。此外还有图示分析法、逻辑分析法，一般只用来进行局部的电路原理图的分析或配合查线读图法使用。

1.5 接线图和接线表

接线图是表示成套装置、设备或装置的连接关系的一种简图，接线表则用表格的形式表示这种连接关系。接线图和接线表可以单独使用，也可以组合使用，一般以接线图为主，接线表给予补充。

按照功能的不同，接线图和接线表可分为以下几种：

单元接线图和单元接线表。

互连接线图和互连接线表。

端子接线图和端子接线表。

电缆配置图和电缆配置表。

接线图和接线表是在电路图、位置图等图的基础上绘制和编制出来的，因此绘制和阅读这种图、表不但要熟悉其表示方法和特点还要与其他相关图相对照。

□ 1.5.1 表示方法

为了满足安装接线等方面的实际要求，接线图和接线表通常应表示出项目的相对位置、项目代号、端子号、导线号、导线类型、导线截面积、屏蔽和导线绞合等内容。

1. 项目的表示方法

接线图中的项目（如元件、器件、部件、组件、成套装置等）一般采用简化外形符号（正方形、长方形、圆形等）表示，某些引接线比较简单的元件，如电阻器、电容器、信号灯、熔断器等，也可以用一般图形符号表示。简化外形符号通常用细实线绘制。在一些情况下，也可用点划线围框，但有引接线的围框边应用细实线绘制如图 1-7 所示。

在接线图项目符号旁一般应标注项目代号，但一般只标注种类代号段和位置代号段。图 1-7 中的 -K、-Q、-X 是种类代号。

2. 端子的表示方法

端子一般用图形符号和端子代号表示。如图 1-7(a) 所示在端子符号（圆圈）旁标注的数字就是端子代号，若较详细书写这些端子代号，则为：-K:1:

2:…。当用简化外形表示端子所在的项目(如端子排)时,可不画端子符号,仅用端子代号表示。如图 1-7(b)所示端子排 -X 用简化外形表示,没有画出端子符号,其端子代号为:-X-1;2:3:4:…。

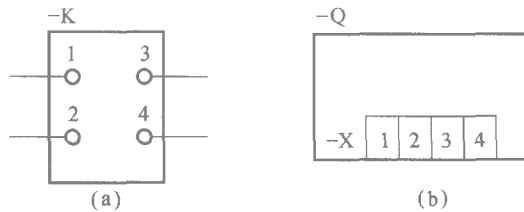


图 1-7 项目及端子的表示方法

3. 导线的表示方法

在接线图中,导线的表示方法有两种:

(1) 连续线

端子之间的连接导线用连续的线条表示。如图 1-8 所示的项目 -11 和 -12 之间的两条连接线(57号、58号)是用连续线表示的。其中 57 号线一端接项目 -11 的 5 号端子,另一端接项目 -12 的 1 号端子。

(2) 中断线

端子之间的连接导线用中断线的方法表示。如图 1-9 所示的项目 X1 和 X2 之间的两条连接线(8号、9号线)是用中断线表示的。其中 8 号线一端接 X1 的 2 号端子(X1:2) 另一端接 X2 的端子 A(X2:A) 分别在中断处标明了导线的去向 即 $X2:A \longleftrightarrow X1:2$ 。

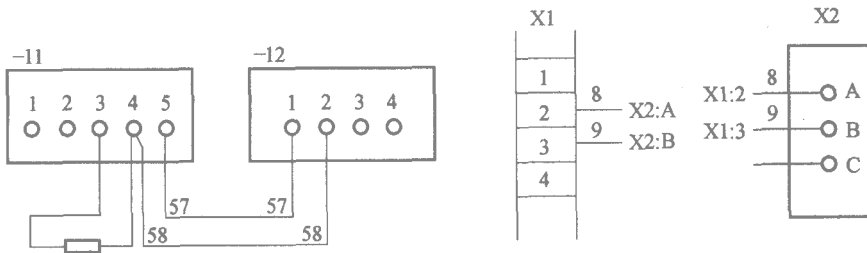


图 1-8 连续线表示法
(按独立标记)

图 1-9 中断线表示法
(按远端标记)

导线组、电缆、线束等可以用多线条表示,也可以用单线条表示。若用单线条表示,线条应加粗,在不致引起误解的情况下可部分地加粗。当一个单元或成套装置中包括几个导线组时,它们之间应用数字或文字加以区别。如图 1-10(a)所示的两导线组全部加粗,用 A 和 B 区分,其中 A 代表 7 根线,B 代表 4 根线。如图 1-10(b)所示的两导线组是部分加粗的,用数字 101、102 区分。

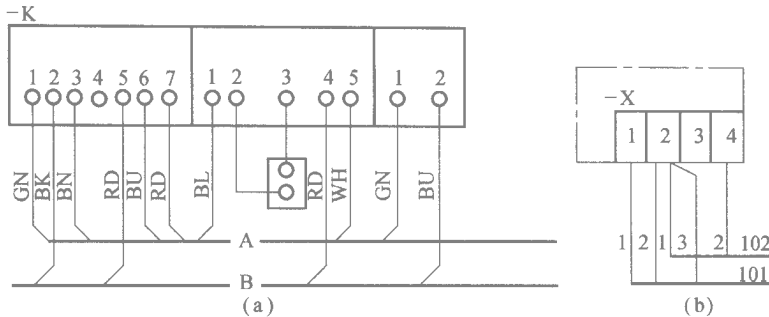


图 1-10 导线组用加粗线条表示

4. 导线的标记

接线图中的导线一般应给以标记。

(1) 标记的方法

标记的方法一般有三种：

等电位编号法：即用两个号码表示，第一个号码表示电位的顺序号，第二个号码表示同一电位内的导线顺序号，两个号码之间用短横线连接，例如 2-3 线表示第二等电位线中的第三条支线。

顺序法编号：即将所有的导线按顺序编号。

呼应法或称相对编号法，通常按导线的另一端去向作为标记，例如图 1-9 中端子 X1:2 上标为 X2:A 即表示到项目 X2 的端子 A。

(2) 标记的内容

一是根据导线的特征和功能等标记，另一是按色标记。

按导线的特征和功能标记的基本形式是：主标记 + 补充标记。其中：

主标记：从属标记（从属本端标记、从属远端标记、从属两端标记）、独立标记、组合标记。

补充标记：功能标记、相位标记、极性标记、保护标记和接地线的标记等。

在接线图中，特别是中短线表示的接线图中，一般采用从属远端标记或从属本端标记等如图 1-9 所示采用的是从属远端标记。用连续线表示的接线图多采用独立标记如图 1-8 所示。色标记就是用导线颜色的英文名称的缩写代码作为导线的标记。表示颜色的标准字母代码如表 1-1 所示。

表 1-1 表示颜色的标准字母代码表

颜色名称	字母代码	英文名称	颜色名称	字母代码	英文名称
黑色	BK	Black	灰色	GY	Grey
棕色	BN	Brown	白色	WH	White
红色	RD	Red	粉红色	PK	Pink

续表

颜色名称	字母代码	英文名称	颜色名称	字母代码	英文名称
橙 色	OG	Orange	金 黄 色	GD	Golden
黄 色	YE	Yellow	青 绿 色	TQ	
绿 色	GN	Green	银 白 色	SR	Silver
蓝色、浅蓝色	BU	Blue	绿 - 黄	GNYE	Green - Yellow
紫 色	VT	Violet			

色标记示例如图 1-10 所示 图中 线组 B 含有黑色线 (BK)1 根 红色线 (RD)2 根,蓝色线 (BU)1 根。

□ 1.5.2 单元接线图与单元接线表

单元接线图与单元接线表是表示单元内部各项目连接情况的图和表,通常不包括单元之间的外部连接,但可给出与之有关的互连接线图的图号。

(1) 单元接线图的绘制

在单元接线图上,代表项目的简化外形和图形符号是按照一定规则布置的,这个规则就是大体按各个项目的相对位置进行布置,项目之间的距离不以实际距离为准,而是以连接线的复杂程度而定。

单元接线图的视图选择,应能最清晰地表示出各个项目的端子和布线情况。当一个视图不能清晰地表示多面时,可用多个视图。

项目间彼此叠成几层放置时,可把这些项目翻转或移动后画出视图,并加注说明。

对于转换开关、组合开关之类的项目,它们具有多层接线端子,上层端子遮盖了下层端子,这时,可延长被遮盖的端子以标明各层接线关系。如图 1-11 所示,1 层的 1~4 号端子本来分别被 2 层的 5~8 号端子所遮盖,为此将 1 层端子延长后,便将其接线关系表示得更加清楚了。

(2) 单元接线表的编制

单元接线表一般包括线缆号,线号,导线的型号、规格、长度 连接点号 所属项目的代号和其他说明等内容。单元接线表可以代替接线图,但一般只是作为接线图的补充和表格化的归纳。

(3) 示例

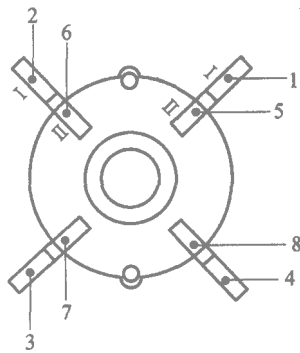
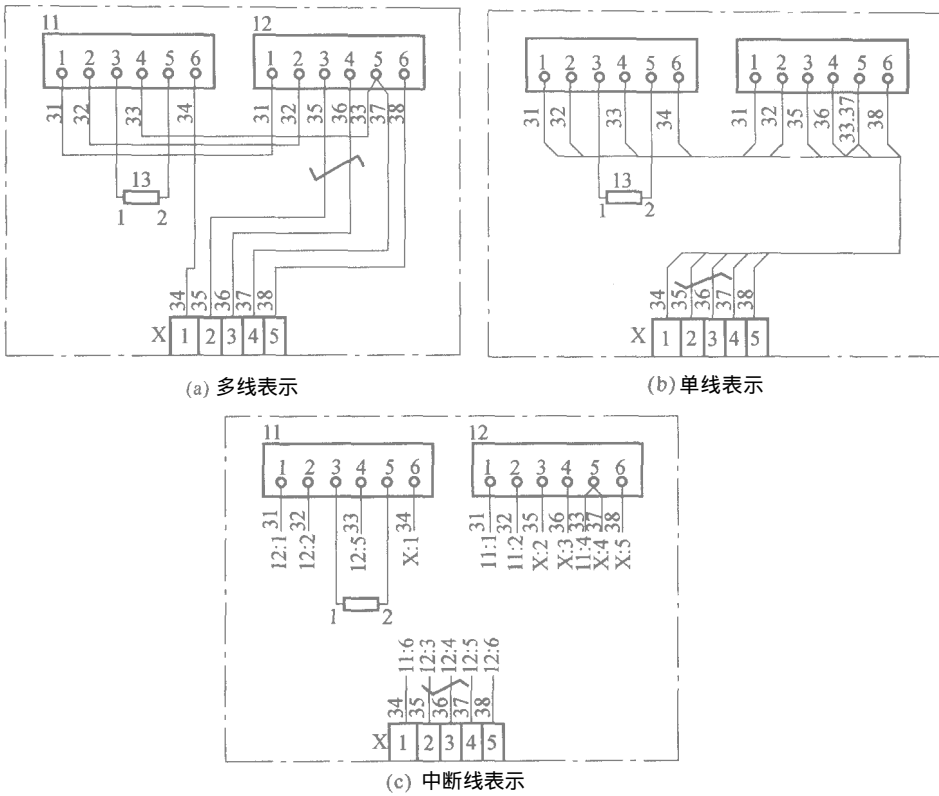


图 1-11 延长被遮盖端子示例

如图 1-12 所示是一单元接线图，它们分别用连续线的多线表示法、连续线的单线表示法和中断线表示法。这一单元的接线表如表 1-2 所示。



(a) 多线表示

(b) 单线表示

(c) 中断线表示

图 1-12 单元接线图示例

表 1-2 单元接线表

线缆号	线号	连接点 I			连接点 II		附注
		项目代号	端子号	参考	项目代号	端子号	
	31	11	1		12	1	T1 T2
	32	11	2		12	2	
	33	11	4		12	5	
	34	11	6		X	1	
	35	12	3		X	2	
	36	12	4		X	3	
	37	12	5	33	X	4	
	38	12	6		X	5	
	-	11	3		13	1	
	-	11	5		13	2	

从接线图和接线表可以看出,该单元包括 4 个项目,其中项目 11、12 采用简化外形符号 项目 13(电阻器)项目 X(端子排)采用一般图形符号,各项目的端子代号分别标注在各端子符号旁。

该单元内部共有 10 根互相连接线,其中 8 根连接线按顺序编号,依次编为 31~38。这种标记法称为独立标记。项目 11 和项目 13 之间两根相互连接线,相距很近,没有编号。

在图 1-12 中,均有一特殊标记 \sphericalangle ,这是表示这两根线为同一绞合线,在表 1-2 附注一栏中 写有 T1 的字样,也是说明这两根线为同一绞合线。

显然 图 1-12 和表 1-2,是对同一问题的四种解决办法。表达方式各有特点,一般而言,连续线表示的单元接线图直观,但线条较多,图面复杂,适用于元件较少、连接线较少的单元接线图。对某些产品(如家电产品),为了使一般使用者能看得懂,在其产品使用说明书中的插图多采用这种形式。中断线表示的单元接线图,虽不直观,但图面简单、清晰,是广泛采用的一种形式。用单线表示的接线图虽不及多线表示法直观,但图面简单,便于阅读和使用,单线如同线束,这与安装配线将多根线绑扎成一线束相似,更增加了这种形式的实用性。单元接线表实际上是该单元各种连接线的明细表或称为清单,有一定的综合性,但如果只有这张表,要按这张表去接线、查线,还是困难的。因此,接线表往往只作为接线图的补充。

□ 1.5.3 互连接线图和互连接线表

互连接线图和互连接线表是表示两个或两个以上单元之间电缆连接情况的图和表。它通常不包括单元内部的连接。各单元一般用点划线围框表示,必要时也可给出与之有关的电路图或单元接线图、表的代号。

互连接线图中各单元的视图应画在同一个平面上,以便表示各单元之间的连接关系。互连接线表的格式及内容与单元接线表类同。

(1) 互连接线图

如图 1-13 所示的互连接线图主要表示 A、B 两单元(简称 +A、+B 单元)互连接线情况,以及 +A、+B 与 +E、+F 的互连接线的情况。这 4 个单元共有 3 条电缆:

107 号电缆,3 芯,连接于 +A、+B 之间

108 号电缆,两芯,连接于 +B、+F 之间

109 号电缆,两芯,连接于 +A、+E 之间

其中去 +E、+F 两单元的连接情况,未详细表示,其电缆中断去向采用远端标记表示。

图 1-13(a)是用一规定符号来区分各条电缆的,这种符号一般有两种形