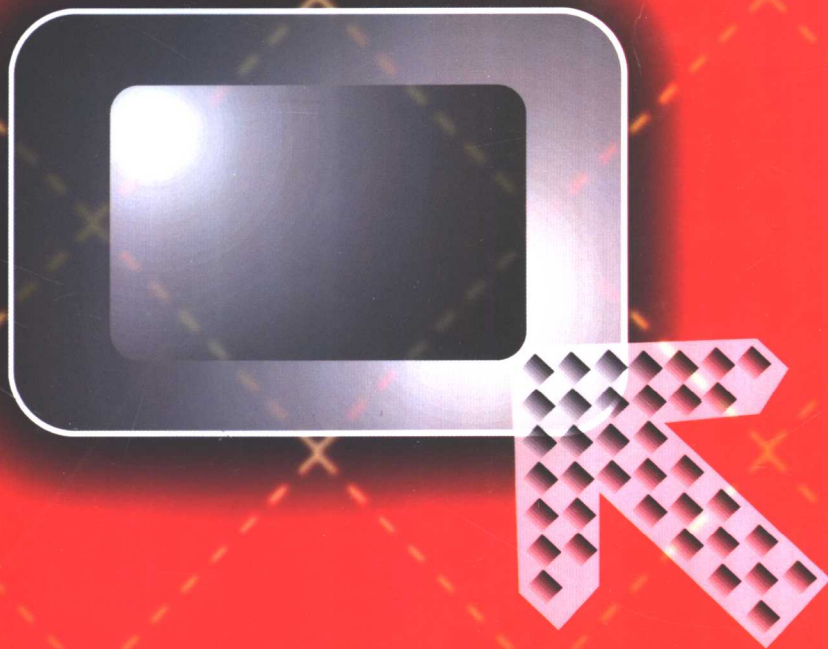


怎样看 电气控制电路图

ZENYANG KAN DIANQI KONGZHI DIANLUTU

郑凤翼 杨洪升 等 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

怎样看电气控制电路图

郑凤翼 杨洪升 等 编著

人民邮电出版社

图书在版编目(CIP)数据

怎样看电气控制电路图/郑凤翼, 杨洪升等编著. —北京: 人民邮电出版社, 2003.12

ISBN 7-115-11372-6

I. 怎... II. ①郑... ②杨... III. 电气控制—电路图—识图法 IV. TM921.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 051225 号

内 容 提 要

本书通过列举大量常用的电气控制电路图来介绍各种电路图的识图方法和步骤, 书中使用了独特的助记符描述电器元件的动作过程, 叙述更加直观清晰, 便于理解, 适合电气工人和电气技术人员阅读参考, 帮助他们提高识图能力。

怎样看电气控制电路图

- ◆ 编 著 郑凤翼 杨洪升 等
责任编辑 张 鹏
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
读者热线 010-67129264
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 24.5
字数: 599 千字
印数: 1-5 000 册
- 2003 年 12 月第 1 版
2003 年 12 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-11372-6/TN · 2102

定价: 31.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

前 言

在生产实践中，广大的电气技术人员和电气工人，都要接触到各种各样的电气控制电路图，而且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，电气控制电路越来越复杂，技术含量越来越高，其电气控制电路图也越来越复杂，因此看图的难度越来越大。这就要求广大电气技术人员和电气工人，不但要具有扎实的理论基础和丰富的实践经验，而且还要具有一定的看图能力。为此，我们编写了此书以便迅速提高广大电气技术人员和电气工人的看图能力，以适应实际工作的需要。

本书从生产实际出发，从看图的基本知识和组成电气控制电路的基本规律讲起，逐步深入浅出地介绍看图的方法和步骤。在编写风格上，力求结合实际，讲究实用，图文并茂，通俗易懂，因此特别适合广大电工，尤其是青年电工掌握看图技巧和方法之用。

本书所有电气控制电路图均采用新的国家标准绘制，所有的电路都非常实用，且覆盖面较广。

本书着重介绍“怎样看”电气控制电路图，并对每一类电路图的看图方法和步骤都作了介绍；对每个具体电路图，采用逆读溯源法和查线跟踪法相结合的看图方法，就如何着手进行分析，看图的切入点和关键点，都作了较为详细的介绍，以便使读者尽快地掌握看常规电路图的方法和掌握看复杂电路图的技能。通过对实用电路的分析，达到举一反三、触类旁通的目的，使读者通过看图练习，能看懂更多更新的电气控制电路图，迅速提高电气电路的安装、调试和维修水平。

由于在电气控制电路中电器元件的动作相互制约、相互联系，因此为了叙述方便，对电器元件的动作过程的描述，采用助记符来表示。例如，断电延时时间继电器的瞬动动断触头KT(5-7)复位闭合，用符号“ $\overline{**KT(5-7)}$ ”表示，其中*表示瞬动触头，以与延时触头相区别；#表示断电延时时间继电器，以与通电延时时间继电器相区别；上面的横杠表示动断触头，以与动合触头相区别；右上角的“-”表示外力作用撤销，以与右上角的“+”表示外力作用相区别。这样，用助记符表示的电器元件的动作顺序来描述电气控制电路的工作过程，不但比较直观简洁，而且更加清楚易懂。

参加本书编写的工作人员有郑凤翼、杨洪升、郑丹丹、孟庆涛、赵春江、齐宝霞、苏阿莹、冯建辉、王晓林、温永库、杨长瑞、鞠华、马玉环、杨保德、李春生、王军利、王美娜、朱春华等。

在本书的写作过程中，编者参考了大量的书刊杂志和有关资料，并引用其中一些资料，难以一一列举，在此一并向有关书刊和资料的作者表示衷心感谢。

由于作者水平有限，实践经验不足，书中错误和不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

目 录

第一章 电气图的基本知识	1
第一节 电气符号	1
一、图形符号	1
二、文字符号	4
三、项目代号	6
四、回路标号（也称回路线号）	8
第二节 电气图的分类及其主要特点	8
一、电气图的分类	8
二、电气图的主要特点	11
第三节 电气制图的一般规则	12
一、电气图的组成	12
二、电气图的布局	13
三、电气图的基本表示方法	15
第四节 看电气图的基本要求和步骤	20
一、看图的基本要求	20
二、看图的一般步骤	22
第二章 看机械设备电气控制图的方法和步骤	24
第一节 机械设备电气控制图的分类及原则	24
一、机械设备系统的组成	24
二、电气控制图的分类及其绘制原则	26
第二节 看电气控制图的方法和步骤	32
一、电路图的查线看图法	32
二、电路图的间接看图法（逻辑代数法）	35
三、看电气控制安装接线图的方法和步骤	39
第三节 看图时设定的助记符	41
第三章 组成电气控制电路的基本规律及保护措施	43
第一节 按电气连锁规律组成的基本控制电路	43
一、启动停止控制电路（自锁电路）	43
二、互锁控制电路——接触器按钮正反转控制电路	45
三、按先决条件制约的连锁（顺序）控制电路	48

四、选择性连锁控制电路（连续工作与点动工作的连锁控制）	62
五、多地点与多条件连锁控制	65
第二节 按时间控制原则组成的基本控制电路	72
一、按时间原则组成的三相笼形感应电动机减压启动控制电路	74
二、按时间原则控制的定子串电阻减压启动控制电路	87
三、按时间原则组成的自耦变压器减压启动控制	88
四、绕线转子感应电动机按时间原则短接电阻启动电路（串电阻减压启动控制）	95
五、转子绕组串频敏变阻器启动控制电路	98
六、按时间原则组成笼形感应电动机能耗制动电路	107
七、按时间原则组成的停电后来电的电动机自启动电路	112
八、按时间原则组成的电动机自动循环控制电路	115
九、按时间原则组成的顺序控制电路	120
十、按时间原则组成的双速感应电动机控制电路	124
十一、按时间控制原则的三相异步电动机电容和电容电磁制动控制电路	126
第三节 按电流控制原则组成的电动机基本控制电路	129
一、按电流原则控制的绕线式感应电动机转子串电阻减压启动控制电路	129
二、按电流原则组成的三相笼形感应电动机Y- Δ -Y转换节能控制电路	130
第四节 按行程控制原则组成的电动机基本控制电路	135
一、单机自动循环控制电路	135
二、多机自动往复运动控制电路	138
三、三相笼形感应电动机自动延时往复运动控制电路	140
第五节 速度控制原则组成的电动机基本控制电路	142
一、单相运转反接制动控制电路	142
二、按速度原则控制的单向旋转能耗制动控制电路	144
三、正反向运行的能耗制动控制线路	145
四、正反向运行的反接制动控制电路	145
五、可逆运行反接制动控制电路	147
第六节 按温度、压力、流量、转速等物理量变化规则组成的基本控制电路	151
一、按压力控制原则组成的电动机基本控制电路	151
二、位置控制（两种液体混合搅拌装置控制电路）	155
三、以温度为原则的控制电路	157
第七节 电气控制系统的保护环节	158
一、电流型保护	158
二、电压型保护	160
三、位置保护	162
四、温度、压力、流量、转速等保护	162
五、弱励磁保护	162
六、电动机保护电路示例	162

第四章 机床电气控制电路	167
第一节 看复杂电气控制电路图的方法和步骤	167
一、了解生产工艺与执行电器的关系	167
二、通过主电路了解电动机（或其他用电器）的配置情况及其控制	167
三、化整为零，采用逆读溯源法将电路进行分解	168
四、集零为整，综合分析	170
第二节 普通车床电气控制电路	170
一、卧式车床的主要结构、运动形式及控制要求	170
二、CA6140 型普通车床电气控制电路	171
三、CM6132 型车床电气控制电路	172
四、C650 型卧式车床电气控制电路	175
五、C5225 型双柱立式车床电气控制电路	182
第三节 磨床电气控制电路	196
一、平面磨床的主要结构、运动形式和控制要求	196
二、M7120 型平面磨床电气控制电路	197
三、M7130 型平面磨床电气控制电路	201
四、M1432A 型万能外圆磨床电气控制电路	205
第四节 摇臂钻床电气控制电路	208
一、摇臂钻床的主要结构、运行形式及控制要求	208
二、Z3040 型摇臂钻床电气控制电路	210
三、Z35 型摇臂钻床电气控制电路	217
第五节 铣床的电气控制电路	221
一、铣床的主要结构、运动形式和控制要求	221
二、X62W 型万能升降台铣床电气控制电路	223
三、XA613 型立式升降台铣床电气控制电路	236
第六节 镗床电气控制电路	243
一、镗床的主要结构、运动形式和控制要求	243
二、T68 型卧式镗床电气控制电路	244
三、T6113 型卧式镗床电气控制电路	256
第七节 齿轮加工机床电气控制电路	277
一、Y3150 型齿轮机床电气控制电路	277
二、Y3180 型滚齿机电气控制电路	279
三、Y4632A 型珩齿机电气控制电路	284
第五章 液压机床电气控制电路	296
第一节 液压传动的工作原理和组成	296
一、液压传动的工作原理	296
二、液压传动系统的组成	298

三、液压传动系统图及图形符号	299
第二节 液压控制阀	299
一、方向控制阀	300
二、压力控制阀	305
三、流量控制阀	308
四、二通插装阀	310
第三节 液压基本回路	311
一、方向控制回路	312
二、压力控制回路	313
三、速度控制回路	317
第四节 组合机床的电气控制电路	320
一、怎样看电液控制图	321
二、液压动力滑台的电液控制及其控制电路	322
三、带定位夹紧的一次进给系统控制电路	326
四、双面单工位组合机床电气控制电路	328
第五节 液压压力机电气控制电路	333
一、YB32-200 型万能液压压力机电气控制电路	333
二、YH32-500D 型液压压力机电气控制电路	338
第六章 起重机械电气控制电路	347
第一节 建筑工地用起重机电气控制电路	347
一、建筑工地用简易起重机电气控制电路	347
二、快速拆装式塔式起重机电气控制电路	349
三、TQ60/80 型塔式起重机电气控制电路	353
第二节 起重运输机械的电气控制电路	357
一、电动葫芦的电气控制电路	358
二、提升机电气控制电路	360
三、桥式起重机主要结构、运动形式与控制要求	363
四、5t 桥式起重机电气控制电路	365
五、15t/3t 桥式起重机电气控制电路	368

第一章 电气图的基本知识

电气图是用各种电气符号、带注释的围框、简化的外形来表示系统、设备、装置、元件等之间的相互关系或联接关系的一种简图。“简图”是一技术术语，切不可从字义上去理解为简单的图。应用这一术语的目的，是为了把这种图与其他图相区别。电气图阐述电的工作原理，描述电气产品的构成和功能，用来指导各种电气设备、电气电路的安装接线、运行、维护和管理。它是沟通电气设计人员、安装人员、操作人员的工程语言，是进行技术交流不可缺少的重要手段。

要做到会看图和看懂图，首先必须掌握有关电气图的基本知识，即应该了解电气图的构成、种类、特点以及在工程中的作用，了解各种电气图形符号，了解常用的土木建筑图形符号，还应该了解绘制电气图的一些规定，以及看图的基本方法和步骤等。

掌握了这些基本知识，也就掌握了看图的一般原则和规律，为看图打下了基础。

第一节 电气符号

电气符号包括图形符号、文字符号、项目代号和回路标号等，它们相互关联、互为补充，以图形和文字的形式从不同角度为电气图提供了各种信息。只有弄清楚电气符号的含义、构成及使用方法，才能正确地看图。

一、图形符号

图形符号通常用于图样或其他文件以表示一个设备（如电动机）或概念（如接地）的图形、标记或字符。图形符号是构成电气图的基本单元，是电工技术文件中的“象形文字”，是电气“工程语言”的“词汇”和“单词”。因此，正确、熟练地理解、绘制和识别各种电气图形符号是电气制图与看图的基本功。

1. 图形符号的概念

图形符号通常由符号要素、一般符号和限定符号组成。

（1）符号要素 指一种具有确定意义的简单图形，通常表示电器元件的轮廓或外壳。符号要素必须同其他图形符号组合，以构成表示一个设备或概念的完整符号。如接触器的动合主触头的符号（如图 1.1.1（f）所示），就由接触器的触头功能符号（如图 1.1.1（b）所示）和动合触头（常开）符号（如图 1.1.1（a）所示）组合而成。

符号要素不能单独使用，而通过不同形式组合后，即能构成多种不同的图形符号。

(2) 一般符号 用以表示一类产品或此类产品特征的一种简单符号。一般符号可直接应用，也可加上限定符号使用。如“○”为电动机的一般符号，“ $\square$ ”为接触器或继电器线圈的一般符号。

(3) 限定符号 指用来提供附加信息的一种加在其他图形符号上的符号。限定符号一般不能单独使用。但一般符号有时也可用作限定符号，如电容器的一般符号加到扬声器符号上即构成电容式扬声器的符号。

限定符号的应用使图形符号更具多样性。例如，在电阻器一般符号的基础上，分别加上不同的限定符号，则可得到可变电阻器、滑线变阻器、压敏(U)电阻器、热敏(θ)电阻器、光敏电阻器、碳堆电阻器等。

2. 图形符号的构成

实际用于电气图中的图形符号，通常由一般符号、限定符号、符号要素等组成，图形符号的构成方式有多种，最基本和最常用的有以下几种：

(1) 一般符号+限定符号 例如图 1.1.1 中，表示开关的一般符号图 (a)，分别与接触器功能符号图 (b)、断路器功能符号图 (c)、隔离器功能符号图 (d)、负荷开关功能符号图 (e) 这几个限定符号组成接触器符号图 (f)、断路器符号图 (g)、隔离开关符号图 (h)、负荷开关符号图 (i)。

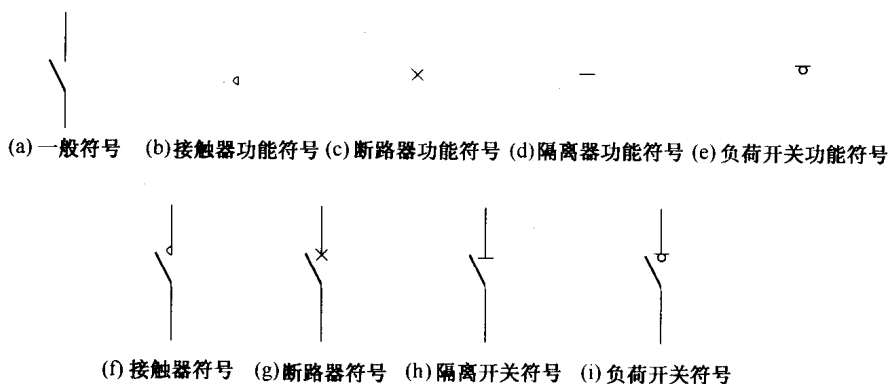


图 1.1.1 一般符号与限定符号的组合

(2) 符号要素+一般符号 例如图 1.1.2 中，屏蔽同轴电缆图形符号图 (a)，由表示屏蔽的符号要素图 (b) 与同轴电缆的一般符号图 (c) 组成。

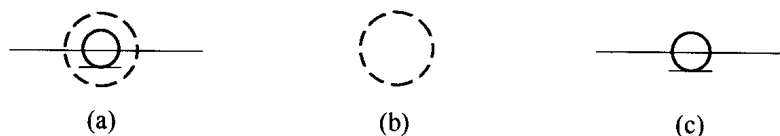


图 1.1.2 符号要素与一般符号的组合

(3) 符号要素+一般符号+限定符号 例如图 1.1.3 中的图 (a) 是表示自动增益控制放大器的图形符号，由表示功能单元的符号要素图 (b)、表示放大器的一般符号图 (c)、表示自

动控制的限定符号图 (d) 以及文字符号 dB (作为限定符号) 构成。

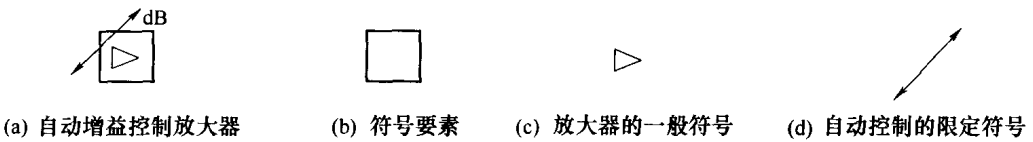


图 1.1.3 符号要素、一般符号与限定符号的组合

以上是图形符号的基本构成方式，在这些构成方式基础上加上其他符号即可构成电气图常用图形符号。

电气图图形符号还有一种方框符号，用以表示设备、元件间的组合及功能。它既不给出设备或元件的细节，也不反映它们之间的任何关系，是一种简单的图形符号，通常只用于系统图或框图。方框符号的外形轮廓一般应为正方形，如图 1.1.4 所示。

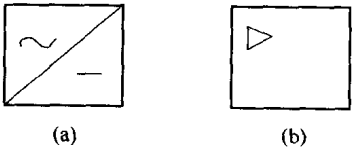


图 1.1.4 方框符号

3. 图形符号的使用

(1) 图形符号表示的状态 图形符号是按未得电、无外力作用的“自然状态”画成的。例如，开关未合闸；继电器、接触器的线圈未得电，其被驱动的动合触头处于断开位置，而动断触头处于闭合位置；断路器和隔离开关处于断开位置；带零位的手动开关处于零位位置，不带零位的手动开关处于图中规定的位置。

(2) 尽可能采用优选形符号 某些设备或电器元件有几个图形符号，在选用时应尽可能采用优选形，尽量采用最简单的形式，在同类图中应使用同一种形式。有国家标准的应按标准符号画。

(3) 突出主次 为了突出主次和区别不同用途，对相同的图形符号，其符号尺寸大小、线条粗细依国家标准可放大与缩小。例如，电力变压器与电压互感器、发电机与励磁机、主电路与副电路、母线与一般导线等的表示。但在同一张图样中，同一符号的尺寸应保持一致，各符号间及符号本身比例应保持不变。

(4) 符号方位 标准中示出的符号方位，在不改变符号含义的前提下，可根据图面布置的需要旋转或成镜像位置，但文字和指示方向不得倒置。

有方位规定的图形符号为数很少，但其中在电气图中占重要位置的各类开关、触头，当符号呈水平形式布置时，应下开上闭；当符号呈垂直布置时，应左开右闭，即可逆时针旋转 90°，如图 1.1.5 所示。

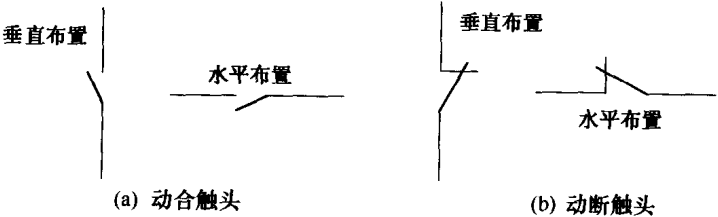


图 1.1.5 开关、触头符号的方位

(5) 图形符号的引线 图形符号所带的连接线不是图形符号的组成部分，在大多数情况下，引线可取不同的方向。例如图 1.1.6 所示的变压器、扬声器、倍频器和整流器中的引线改变方向，都是允许的。

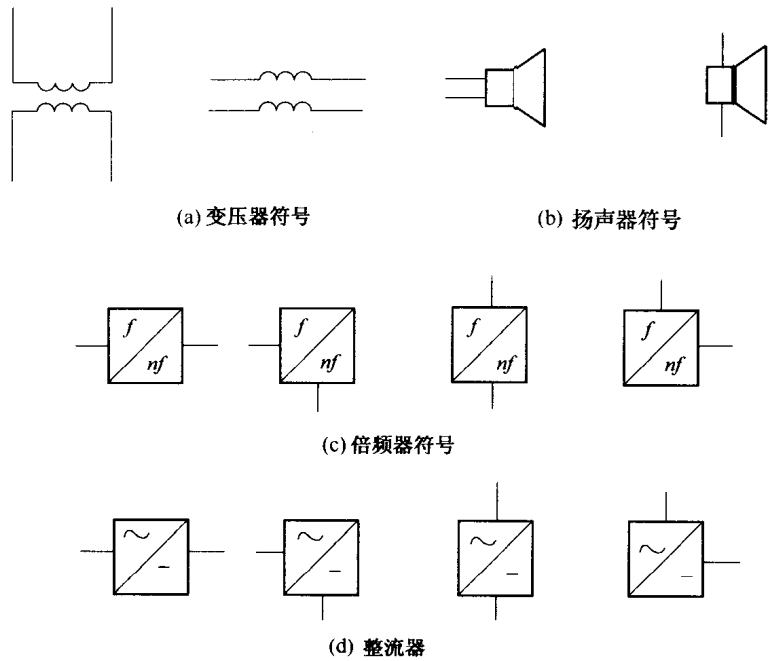


图 1.1.6 符号引线方向改变示例

- (6) 大多数符号都可以加上补充说明标记。
- (7) 有些具体电器元件的符号由设计者根据国家标准的符号要素、一般符号和限定符号组合而成。
- (8) 国家标准未规定的图形符号，可根据实际需要，按突出特征、结构简单、便于识别的原则进行设计，但需要报国家标准局备案。当采用其他来源的符号或代号时，必须在图样和文件上说明其含义。

二、文字符号

文字符号是表示电气设备、装置、电器元件的名称、状态和特征的字符代码。

1. 文字符号的用途

- (1) 为项目代号提供电气设备、装置和电器元件种类字符代码和功能代码。
- (2) 作为限定符号与一般图形符号组合使用，以派生新的图形符号。
- (3) 在技术文件或电气设备中表示电气设备及电路的功能、状态和特征。

2. 文字符号的构成

文字符号分为基本文字符号和辅助文字符号两大类。文字符号可以用单一的字母代码或数字代码来表达，也可以用字母与数字组合的方式来表达。

(1) 基本文字符号 基本文字符号主要表示电气设备、装置和电器元件的种类名称,分为单字母符号和双字母符号。

单字母符号用拉丁字母将各种电气设备、装置、电器元件划分为 23 个大类,每大类用一个大写字母表示。如“R”表示电阻器类,“S”表示开关选择器类。对于标准中未列入大类分类的各种电器元件或设备,可以用字母“E”来表示。

双字母符号由一个表示大类的单字母符号与另一个字母组成,组合形式以单字母符号在前、另一字母在后的次序标出。例如,“G”表示电源类,“GB”表示蓄电池,“B”为电池的英文名称(Battery)的首位字母。

若标准给出的双字母符号仍不够使用,则可以自行增补。自行增补的双字母代号,可以按照专业需要编制成相应的标准,在较大范围内使用;也可以用设计说明书的形式在小范围内约定俗成,只应用于某个单位、部门或某项设计中。

(2) 辅助文字符号 电气设备、装置和电器元件的种类名称用基本文字符号表示,而它们的功能、状态和特征用辅助文字符号表示。通常用表示功能、状态和特征的英文单词的前一位或前两位字母构成,也可采用缩略语或约定俗成的习惯用法来构成,一般不能超过三位字母。例如,表示“启动”,采用“START”的前两位字母“ST”作为辅助文字符号;而表示“停止(STOP)”的辅助文字符号必须再加一个字母,为“STP”。

辅助文字符号也可放在表示种类的单字母符号后边组合成双字母符号,此时辅助文字符号一般采用表示功能、状态和特征的英文单词的第一个字母。如“GS”表示同步发电机,“YB”表示制动电磁铁等。

某些辅助文字符号本身具有独立、确切的意义,也可以单独使用。例如,“N”表示交流电源的中性线,“DC”表示直流电,“AC”表示交流电,“AUT”表示自动,“ON”表示开启,“OFF”表示关闭等。

(3) 数字代码 数字代码的使用方法主要有两种:

① 数字代码单独使用。数字代码单独使用时,表示各种电器元件、装置的种类或功能,需按序编号,还要在技术说明中对代码意义加以说明。比如,电气设备中有继电器、电阻器、电容器等,可用数字来代表电器元件的种类,如“1”代表继电器,“2”代表电阻器,“3”代表电容器。再比如,开关有“开”和“关”两种功能,可以用“1”表示“开”,用“2”表示“关”。

电路图中电气图形符号的连线处经常有数字,这些数字称为线号。线号是区别电路接线的重要标志。

② 数字代码与字母符号组合使用。将数字代码与字母符号组合起来使用,可说明同一类电气设备、电器元件的不同编号。数字代码可放在电气设备、装置或电器元件的前面或后面,若放在前面应与文字符号大小相同,放在后面应作为下标。例如,3 个相同的继电器可以表示为“1KA, 2KA, 3KA”或“KA₁, KA₂, KA₃”。

3. 文字符号的使用

(1) 一般情况下,编制电气图及编制电气技术文件时,应优先选用基本文字符号、辅助文字符号以及他们的组合。而在基本文字符号中,应优先选用单字母符号。只有当单字母符号不能满足要求时方可采用双字母符号。基本文字符号不能超过两位字母,辅助文字符号不能超过 3 位符号。

(2) 辅助文字符号可单独使用，也可将首位字母放在表示项目种类的单字母符号后面组成双字母符号。

(3) 当基本文字符号和辅助文字符号不够用时，可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进行补充。

(4) 由于字母“I”、“O”易与数字“1”、“0”混淆，因此不允许用这两个字母作文字符号。

(5) 文字符号不适于电气产品型号编制与命名。

(6) 文字符号一般标注在电气设备、装置和电器元件的图形符号上或其近旁。

三、项目代号

在电气图上，通常用一个图形符号表示的基本件、部件、组件、功能单元、设备、系统等，称为项目。项目有大有小，可能相差很多，大至电力系统、成套配电装置，以及发电机、变压器等，小至电阻器、端子、连接片等，都可以称为项目。

项目代号是用以识别图、表图、表格中和设备上的项目种类，并提供项目的层次关系、种类、实际位置等信息的一种特定的代码，是电气技术领域极为重要的代号。由于项目代号是以一个系统、成套装置或设备的依次分解为基础来编定的，建立了图形符号与实物间一一对应的关系，因此可以用来识别、查找各种图形符号所表示的电器元件、装置和设备以及它们的隶属关系、安装位置。

1. 项目代号的组成

项目代号由高层代号、位置代号、种类代号、端子代号根据不同场合的需要组合而成，它们分别用不同的前缀符号来识别。前缀符号后面跟字符代码，字符代码可由字母、数字或字母加数字构成，其意义没有统一的规定（种类代号的字符代码除外），通常可以在设计文件中找到说明。大写字母和小写字母具有相同的意义（端子标记例外），但优先采用大写字母。一个完整的项目代号包括4个代号段，其名称及前缀符号见表1.1.1。

表 1.1.1 项目代号段及前缀符号

分 段	名 称	前缀符号	分 段	名 称	前缀符号
第一段	高层代号	=	第三段	种类代号	-
第二段	位置代号	+	第四段	端子代号	:

(1) 高层代号 系统或设备中任何较高层次（对给予代号的项目而言）的项目代号，称为高层代号，如电力系统、电力变压器、电动机、启动器等。

由于各类子系统或成套配电装置、设备的划分方法不同，某些部分对其所属下一级项目就是高层。例如，电力系统相对于其所属的变电所来说，其代号是高层代号，但该变电所相对于其中的某一开关（如高压断路器）的项目代号而言，该变电所代号则是高层代号。因此，高层代号具有项目总代号的含义，但其命名是相对的。

(2) 位置代号 项目在组件、设备、系统或者建筑物中实际位置的代号，称为位置代号。

位置代号通常由自行规定的拉丁字母及数字组成，在使用位置代号时，应画出表示该项目位置的示意图。

(3) 种类代号 种类代号是用于识别所指项目属于什么种类的一种代号，是项目代号中的核心部分。

种类代号通常有 3 种不同的表达形式：

① 字母+数字：这种表达形式较为常见，如“-K₅”表示第 5 号继电器。种类代号中字母采用文字符号中的基本文字符号，一般是单字母，不能超过双字母。

② 给每个项目规定一个统一的数字序号：这种表达形式不分项目的类别，所有项目按顺序统一编号，例如可以按电路中的信息流向编号。这种方法简单，但不易识别项目的种类，因此必须将数字序号与其代表的项目种类列成表，置于图中或图后，以利识读。其具体形式为：位置代号前缀符号+数字序号。如示例“-3”代表 3 号项目，在技术说明中必须说明“3”代表的种类。

③ 按不同种类的项目分组编号：数码代号的意义可自行确定，例如，“-1”表示电动机，“-2”表示继电器等。当某个单元中使用的项目大类较多时，数字“0”也可以表示一个大类。数字代码后紧接数字序号。当某个单元内同类项目数量超过 9 个时，数字序号可以为两位数，但是全图的注法应该一致，以免误解。例如电动机为-11、-12、-13、…；继电器为-21、-22、-23、…。

在种类代号段中，除项目种类字母外，还可附加功能字母代码，以进一步说明该项目的特征或作用。功能字母代码没有明确规定，由使用者自定，并在图中说明其含义。功能字母代码只能以后缀形式出现。其具体形式为：前缀符号+种类的字母代码+同一项目种类的字母代码+同一项目种类的序号+项目的功能字母代码。

(4) 端子代号 指项目（如成套柜、屏）内、外电路进行电气连接的接线端子的代号。电气图中端子代号的字母必须大写。

电器接线端子与特定导线（包括绝缘导线）相连接时，规定有专门的标记方法。例如，三相交流电器的接线端子若与相位有关系时，字母代号必须是 U、V、W，并且与交流三相导线 L₁、L₂、L₃ 一一对应。电气接线端子的标记见表 1.1.2，特定导线的标记见表 1.1.3。

表 1.1.2 特定导线端子的标记

电气接线端子的名称	标 记 符 号	电气接线端子的名称	标 记 符 号
1 相 交流系统：2 相 3 相 中性线	U	接 地	E
	V	无噪声接地	TE
	W	机壳或机架	MM
	N	等 电 位	CC
保护接地	PE		

表 1.1.3 特定导线的标记

导 线 名 称	标 记 符 号	导 线 名 称	标 记 符 号
1 相 交流系统：2 相 3 相 中性线	L ₁	保护接线	PE
	L ₂	不接地的保护导线	PU
	L ₃	保护接地线和中性线共用一线	PEN
	N	接地线	E

续表

导线名称	标记符号	导线名称	标记符号
正 直流系统的电源：负 中间线	L ₊	无噪声接地线	TE
	L ₋	机壳或机架	MM
	M	等电位	CC

2. 项目代号的应用

一个项目代号可以由一个代号段组成，也可以由几个代号段组成。通常，种类代号可以单独表示一个项目，而其余大多应与种类代号组合起来，才能较完整地表示一个项目。

为了能够很方便地根据电气图对电路进行安装、检修、分析与查找故障，在电气图上要标注项目代号。但根据使用场合及详略要求的不同，在一张图上的某一项目不一定都有 4 个代号段。比如，不需要知道设备的实际安装位置时，可以省掉位置代号；当图中所有高层项目相同时，可以省掉高层代号而只需另外加以说明即可。

在集中表示法和半集中表示法的图中，项目代号只在图形符号旁标注一次，并用机械连接线连接起来。在分开表示法的图中，项目代号应在项目每一部分旁都标注出来。

在不致引起误解的前提下，代号段的前缀符号也可省略。

四、回路标号（也称回路线号）

电路图中用来表示各回路种类、特征的文字和数字标号统称回路标号。其目的是为了便于接线和查线。

回路标号的一般原则是：

（1）回路标号按照“等电位”原则进行标注，即电路中连接在一点上的所有导线具有同一电位而标注相同的回路标号。

（2）由电气设备的线圈、绕组、电阻、电容、各类开关、触头等电器元件分隔开的线段，应视为不同的线段，标注不同的回路标号。

（3）在一般情况下，回路标号由三位或三位以下的数字组成。以个位代表相别，如三相交流电路的相别分别用 1、2、3 表示；以个位奇偶数区别回路的极性，如直流回路的正极侧用奇数表示，负极侧用偶数表示。以标号中的十位数字的顺序区分电路中的不同线段。以标号中的百位数字来区分不同供电电源的电路，如直流电路中 A 电源的正、负极电路标号用“101”和“102”表示，B 电源的正、负极电路标号用“201”和“202”表示。若电路中共用同一个电源，则可以省略百位数。当要表明电路中的相别或某些主要特征时，可在数字标号的前面或后面增注文字符号，文字符号用大写字母，并与数字标号并列。在机床电气控制电路图中，回路标号实际上是导线的线号。

第二节 电气图的分类及其主要特点

一、电气图的分类

根据表达方式和使用场合的不同，电气图通常分为以下几种。

1. 电气系统图或框图

电气系统图或框图是用电气符号或带注释的围框，概略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。它往往是某一系统、某一装置或某一成套设计图中的第一张图样。

电气系统图或框图原则上没有区别。在实际使用时，系统图通常用于系统或成套装置，框图则用于分系统或设备。

图 1.2.1 为某工厂供电系统图，它描述了该供电系统的几个主要组成部分及其相互间的功能关系。该工厂电力取自 10kV 电网，经变压装置将电压降至 0.4kV，供各车间用电。该图由 6 个方框组成： $=PL_1$ 为三相 10kV 配电装置， $=PB_1$ 为 10kV 汇流排、 $=T_1$ 与 $=T_2$ 为 10kV 变压设备， $=PB_2$ 与 $=PB_3$ 为 0.4kV 汇流排，但该图对每个部分的具体结构、形状、安装位置、联系方式等未作详细说明。

图 1.2.2 所示电动机的主电路就表示了其供电关系，即由三相电源 L_1 、 L_2 、 L_3 →熔断器 FU→接触器 KM 主触头→热继电器 FR 热元件→电动机。图 1.2.3 所示为某供电系统图，表示该变电所把 10kV 电压通过变压器 T 变换为 380V 电压，经断路器 QF 和母线后通过 FU_1 、 FU_2 、 FU_3 分别供给三条支路。

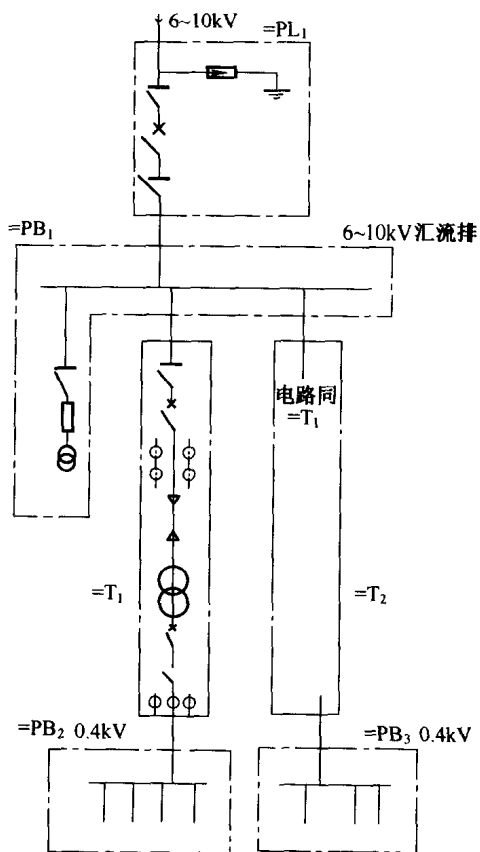


图 1.2.1 某工厂供电系统图

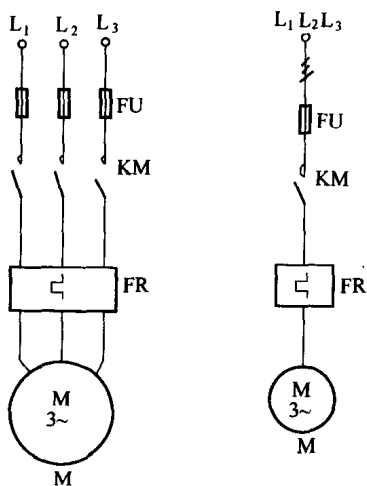


图 1.2.2 电动机供电系统图

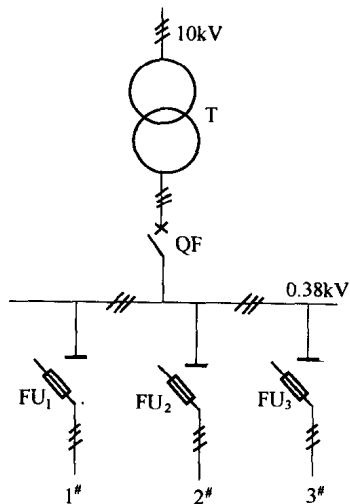


图 1.2.3 某变电所供电系统图

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关系或电能输送关系，也可表