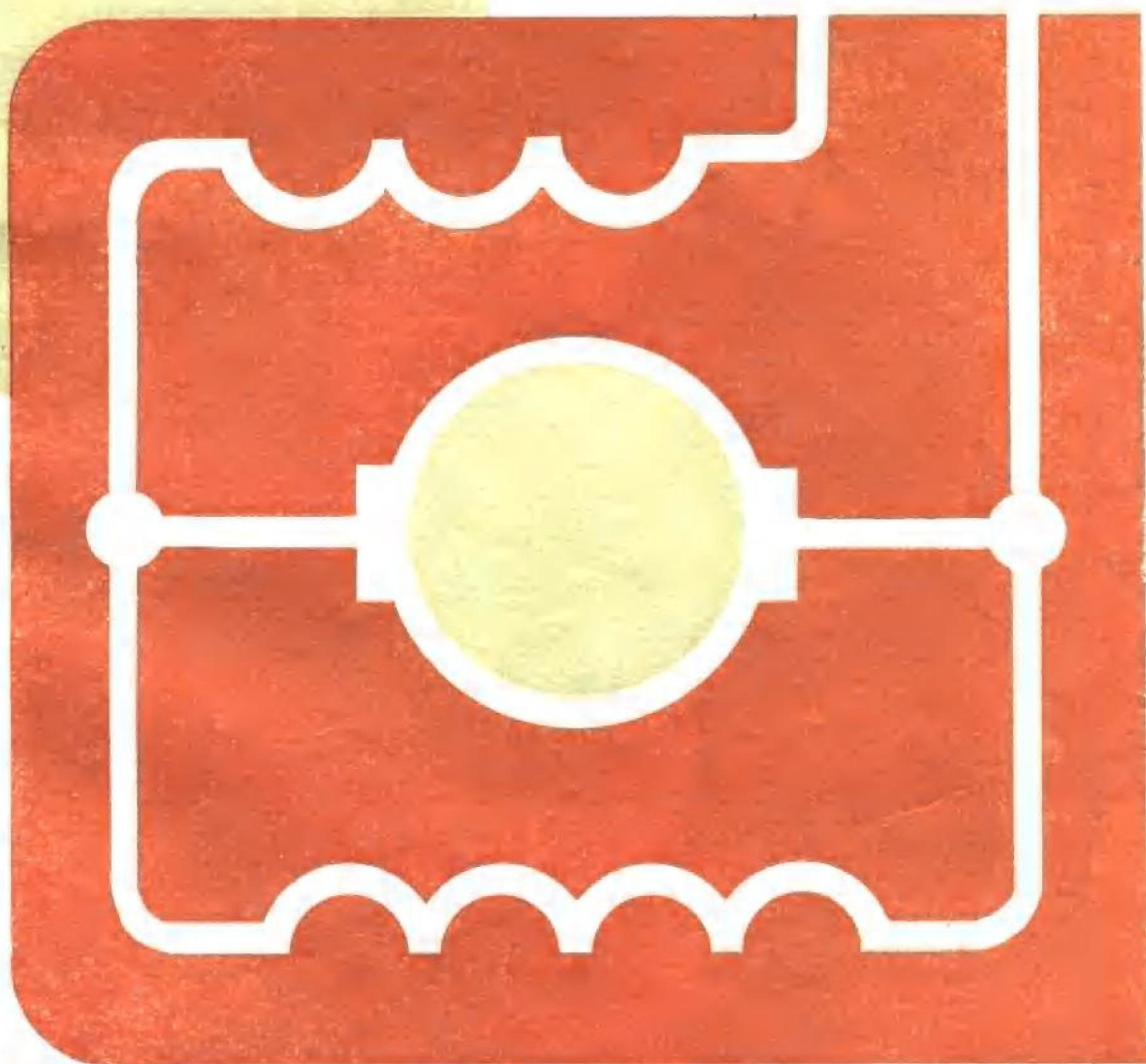


电工识图与 典型电路分析

周励志 编著



辽宁科学技术出版社

电工识图与典型电路分析

Diangong Shitu Yu Dianxing Dianlu Fenxi

周勵志 编著

辽宁科学技术出版社出版 (沈阳市南京街6段1里2号)

辽宁省新华书店发行 朝阳新华印刷厂分厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 11¹/₂ 字数: 270,000

1988年2月第1版

1988年2月第1次印刷

责任编辑: 白京久 插图: 孙学雁

封面设计: 曹太文 责任校对: 王泽庆

印数: 1—21,071

ISBN7—5381—0150—0/TM·5

定价: 2.70元

前 言

电路图是表示电路构成、原理、电器元件的安装情况和有关技术要求的工程图纸，是电气工人进行技术交流和生产活动的“语言”。例如，在电气施工中，电气工人根据电路图的要求编制施工计划、备料、组织施工和验收；在电气设备投入运行后，电气工人参照电路图对电气设备进行检修和维护工作。

学习识图的目的，是培养电气工人掌握各种电路图的基本知识及识图方法，从而能够准确地理解图纸的意图，并保质保量地完成各项工作。

本书介绍了识图的基本要求和方法，并通过工厂常用典型电路和实例，介绍电路图的构成和工作原理，总结识图的一般规律。本书在编写上力求理论联系实际，图文结合，通俗易懂，适于广大电气工人，特别是青年电工提高识图能力和业务水平之用。本书主要内容有：识图的基本知识、工厂常用典型电路分析和工厂常用设备电路图实例等三部分。

本书编写过程中，承蒙有关设计安装单位及工厂一些同志协助并提供图纸资料，在此表示谢意。

由于作者水平有限，书中一定存在不少缺点和错误，恳请读者提出宝贵意见。

作 者

1986.7.

目 录

前 言

第一章 识图的基本知识	1
第一节 电路图的基本构成	1
一、电路	1
二、技术说明	1
三、标题栏	3
第二节 电路图的分类及基本画法	3
一、电气原理图	3
二、电气安装配线图	4
第三节 电路图中的电气符号	5
一、图形符号的分类	5
二、文字符号的分类及组合格式	34
三、回路标号的分类	41
第四节 识图的基本要求和步骤	50
一、识图的基本要求	50
二、识图的基本步骤	50
第二章 工厂常用典型电路分析	52
第一节 鼠笼型电动机的控制电路	52
一、启动控制电路	52
二、正、反转控制电路	56
三、制动控制电路	57
四、多点控制电路	59
五、多台电动机同时启动控制电路	60
六、程序控制电路	60
七、高、低速控制电路	61
八、联锁控制电路	62
九、自动循环程序控制电路	63
第二节 绕线型电动机的控制电路	64
一、启动控制电路	64
二、正、反转和调速控制电路	67
第三节 直流电动机的控制电路	69
一、启动控制电路	69
二、正、反转和调速控制电路	72
三、制动控制电路	74

四、发电机——电动机组的控制电路	76
第四节 供电系统的主电路	77
一、总降压变电所的主电路	78
二、车间变电所的主电路	82
三、配电所的主电路	85
四、工厂高、低压配电网的主电路	88
五、动力和照明配电系统的主电路	89
第五节 供电线路的保护电路	91
一、过电流保护电路	91
二、差动保护电路	93
三、接地保护电路	95
四、防雷保护电路	97
第六节 变压器的保护电路	98
一、过电流保护电路	98
二、差动速断电流保护电路	100
三、瓦斯保护电路	100
第七节 发电机的保护电路	101
一、过电流保护电路	101
二、纵差动保护电路	102
三、横差动保护电路	103
✓ 第八节 电动机的保护电路	104
一、过电流保护电路	104
二、低电压保护电路	105
三、断相保护电路	106
✓ 第九节 仪表测量电路	107
一、电流测量电路	108
二、电压测量电路	109
三、有功功率测量电路	110
四、无功功率测量电路	112
五、有功电量测量电路	113
六、无功电量测量电路	113
七、功率因数测量电路	114
八、电阻测量电路	114
第十节 信号电路	116
一、事故信号电路	116
二、预告信号电路	116
三、位置信号电路	117
第十一节 电子电路	118
一、整流电路	118
二、放大电路	121
三、振荡电路	123
四、脉冲数字电路	124

第三章 工厂常用设备电路实例	130
第一节 机床电路	130
一、车床电路.....	130
二、摇臂钻床电路.....	133
三、平面磨床电路.....	135
第二节 起重运输设备电路	137
一、电葫芦吊电路.....	138
二、桥式起重机电路.....	141
第三节 电焊机电路	144
一、交流电焊机电路.....	144
二、直流电焊机电路.....	144
第四节 电子设备电路	145
一、可控硅充电机电路.....	145
二、可控硅直流调速装置电路.....	147
三、可控硅交流调压器电路.....	151
附录 部分电器元件技术数据	154
一、部分开关技术数据.....	154
二、部分熔断器技术数据.....	154
三、部分互感器技术数据.....	161
四、部分继电器技术数据.....	165
五、部分高压断路器技术数据.....	169
六、部分避雷器技术数据.....	170
七、部分晶体管、可控硅技术数据.....	170
八、部分导线规格及敷设要求.....	175

第一章 识图的基本知识

要做到会看图和看懂图，首先必须掌握识图的基本知识。具体地说，应该了解电路图的构成、电路图的种类和特点、各种电气符号（图形符号、文字符号等）、识图的基本方法和步骤以及绘制电路图的一些规定等等。

掌握了识图的基本知识，也就掌握了识图的一般原则和识图规律，将为识图打下基础。

第一节 电路图的基本构成

电路图是由电路、技术说明和标题栏三部分构成的。

一、电 路

把电源和负载用导线连接起来，构成闭合回路，能使电流从中流过，叫做电路。

电路通常分为两部分：主电路和辅助电路。所谓主电路也叫一次回路，是从电源到负载的电路。主电路一般包括发电机、变压器、各种开关、接触器、熔断器及各种负载等电器元件。所谓辅助电路也叫二次回路，是指对主电路进行控制、保护、监察、测量和指示的电路。辅助电路一般包括各种继电器、仪表、指示灯、按钮开关等电器元件。

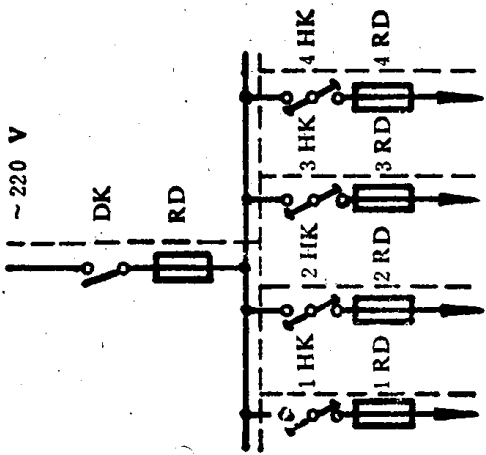
电路是电路图的主要构成部分。在绘制电路图时，由于电器元件的外形和结构比较复杂，所以采用国家统一规定的图形符号和文字符号来表示电器元件的不同种类、规格以及安装方式。另外，根据电路图的不同用途，电路图要绘制成不同的形式。如有的电路只绘制其工作原理，以便了解该电路的工作过程及特点；有的电路则只绘制其装配关系，以便了解各电器元件的安装位置和配线方式。一般对于结构比较复杂的电路，通常将上述两种形式同时采用，以供生产部门和用户使用。

图 1—1 所示为××车间照明电路图。

图中左边的两个图是车间照明电路工作原理图和安装配线图。其中照明工作原理图表示：从220V电源供电，经开关DK和熔断器RD控制后分成四个支路为车间照明供电，并且每一个支路都由各自的转换开关HK和熔断器RD进行控制保护。照明安装配线图则表明了照明配电箱、照明灯具的安装位置以及线路的敷设方式。图中的图形符号和文字符号的意义可参看本章第三节。

二、技术说明

电路图的文字说明和元件明细表等，总称为技术说明。其中，在文字说明中注明有电路的某些要点以及安装要求等。文字说明通常直接写在电路图的右上角处。元件明细表中列举了电路中电器元件的名称、符号、规格和数量等。元件明细表一般用表格形式写在标题栏



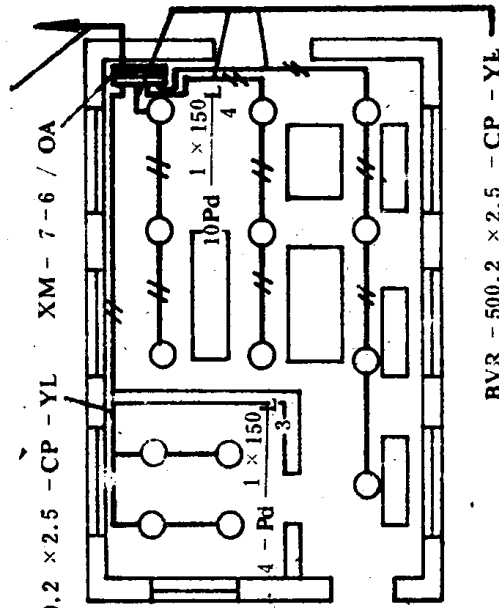
照明工作原理图

技术说明:

1. 照明供电电源由220V单相架空线引至车间, 再穿电线管明敷进户。
2. 照明配电箱外壳应采取保护接零。

BVR - 500.2 × 4 - MDG

BVR - 500.2 × 2.5 - CP - YL XM - 7 - 6 / OA



BVR - 500.2 × 2.5 - CP - YL

照明安装配线图

审 批		工 程 名 称
校 核		× × 车间照明电路图
制 图		
设 计		图 号

图 1 - 1 × × 车间照明电路图

的上方。

三、标题栏

标题栏画在电路图的右下角，其中注明有工程名称、图名、图号，还有设计人、制图人、审批人的签名和日期等。标题栏是电路图的重要技术档案，栏中的签名者对该图的技术内容要各负其责。

第二节 电路图的分类及基本画法

电路图有两种：一种是电气原理图，另一种是电气安装配线图。这两种电路图在电气施工和维修中都非常重要。为了便于看懂电路图，这一节我们重点介绍电路图的基本画法与其特点。

一、电气原理图

电气原理图也叫接线原理图。它表示电流从电源到负载的传送情况和电器元件的动作原理，而不表明电器元件的结构尺寸、安装位置和实际配线方法。

电气原理图一般用展开法画，所以也叫原理展开图。画原理展开图时，要把主电路和辅助电路分开来画。主电路通常用粗实线画在辅助电路的左侧或上部，辅助电路用细实线画在主电路的右侧或下部。

图 1—2 是鼠笼型电动机起动控制电气原理图。

图中左侧粗线图是主电路，右侧细线图是辅助电路。主电路的构成情况是：三相电源经开关 DK → 熔断器 RD → 接触器主触头 C → 热继电器发热元件 RJ → 鼠笼型电动机 D 。辅助电路的构成情况是：控制按钮 TA 、 QA → 接触器线圈 C → 热继电器的常闭触头 RJ 构成闭合回路。

另外，在画原理展开图时，有时把一个电器元件分解成几个部分，分别画在主电路和辅助电路里。但是，同一个电器元件必须用同一个文字符号标注。如图 1—

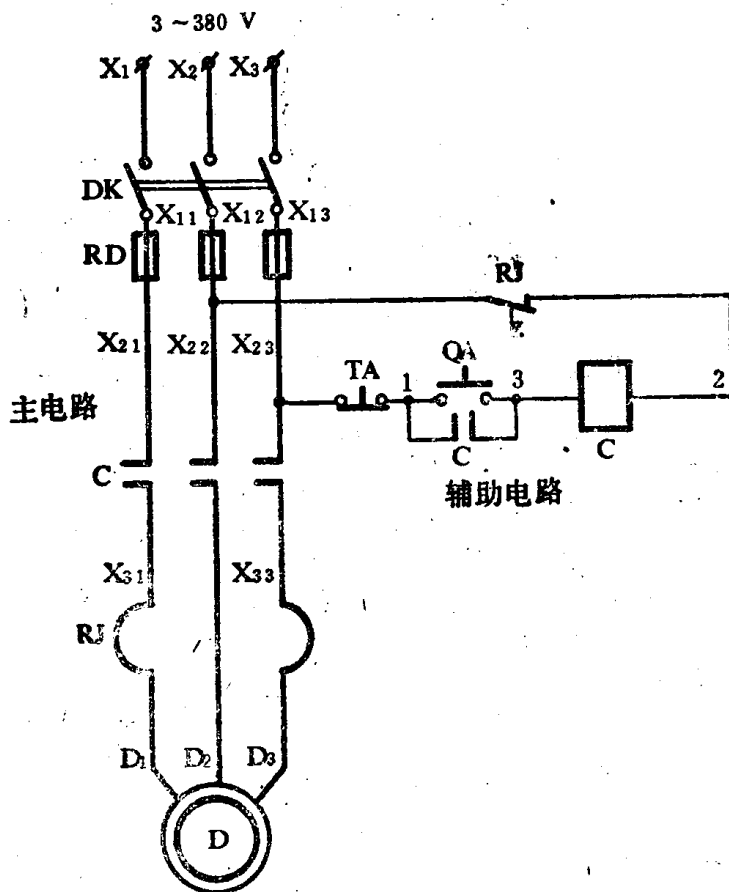


图 1—2 鼠笼型电动机起动控制电气原理图

2 中, 接触器的主触头、线圈和辅助触头等都用“C”标注, 热继电器的发热元件和常闭触头都用“RJ”标注。

其次, 在画原理展开图的回路排列时, 常根据电器元件的动作顺序, 采用水平方向自左向右或垂直方向从上往下的画法。

掌握了上述原理展开图的基本画法, 就比较容易看懂电路的构成情况、电器元件的相互控制关系和电气原理, 对于分析电路的工作过程、电气施工以及维修都非常重要。

二、电气安装配线图

电气安装配线图也叫安装接线图。它只表示电器元件的结构尺寸、安装位置 and 实际配线方式等, 而不明确表示电路的电气原理和电器元件的控制关系。

图 1—3 是鼠笼型电动机起动控制电气安装配线图。

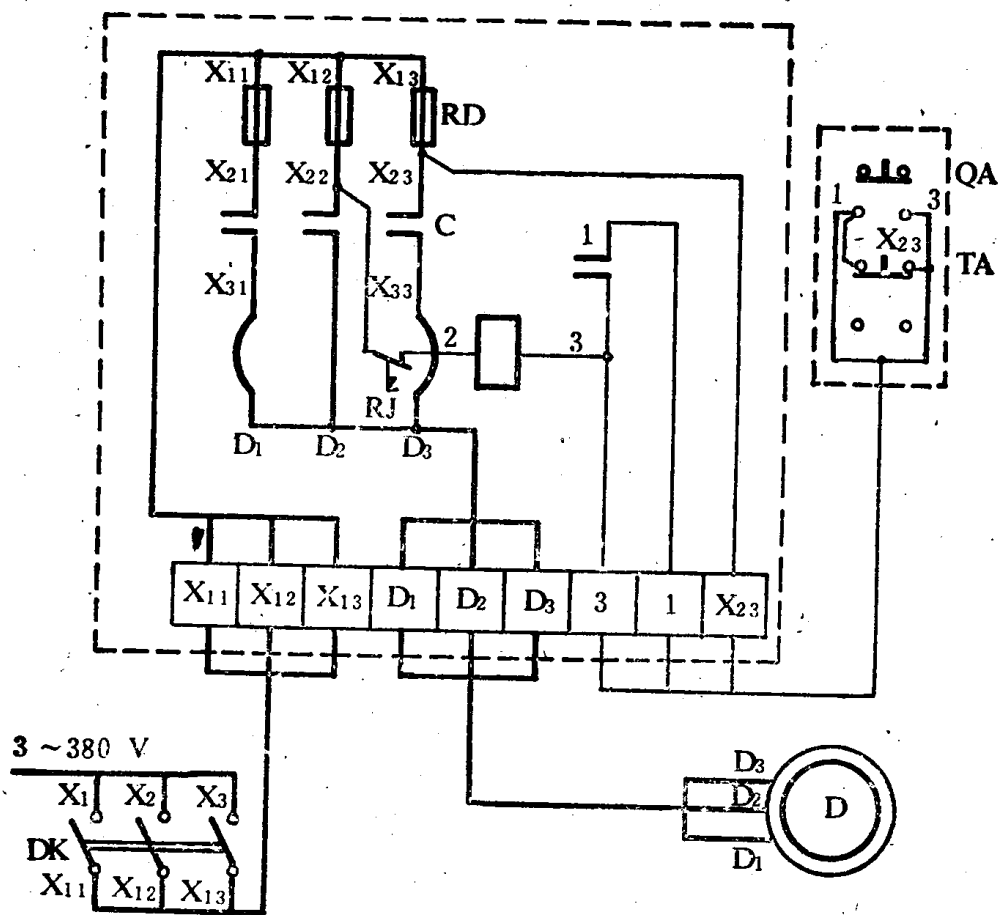


图 1—3 鼠笼型电动机起动控制电气安装配线图

该图与图 1—2 的电气原理图对照, 可以看出, 在画电气安装配线图时, 将把所有的电器元件按照本身的结构尺寸和实际安装位置画在虚线框内, 并用专用文字符号标注。如接触器 C、热继电器 RJ 和控制按钮 QA、TA 都是如此。各电器元件间的导线连接, 可根据电气原理图中表明的控制关系, 采用适当的配线方式, 按照一定的回路连接起来。

由于电气安装配线图是按电器元件的实际位置绘制的, 所以主电路 and 辅助电路不是按照

上、下或左、右分开画,而是混在一起画的。但为了便于区分主、辅电路,通常仍然用粗实线表示主电路,用细实线表示辅助电路。

另外,在画电气安装配线图时,有时采用适当的比例尺绘制,这样在看图时能明确电器元件的安装尺寸和线路长度。

由于电气安装配线图具有以上特点,所以它主要用来作为电气施工和维修使用。

第三节 电路图中的电气符号

电气符号包括图形符号、文字符号和回路标号三种。电路图就是利用这些符号来表示它的构成和工作原理的。因此必须了解电气符号的含义、标注原则和使用方法,才能看懂电路图,达到识图的目的。

一、图形符号的分类

图形符号分基本符号、一般符号和明细符号。我国规定的常用图形符号,见表1—1。

(一) 基本符号

基本符号不表示独立的电器元件,而只说明电路的某些特征。如“~”表示交流电,“Y”表示绕组的星形接法等。

(二) 一般符号

一般符号表示电器元件的某一大类别。如“○”表示旋转电机。

(三) 明细符号

明细符号表示某一种具体的电器元件。明细符号是由一般符号、图形符号、物理量符号、文字符号相结合所派生出来的。如“”是继电器、接触器线圈的一般符号。当要指明其电流种

类和特点时,可以增添相应的符号,即形成明细符号,如“”表示交流线圈,“”表示过电流继电器线圈。

下面根据图形符号分析图1—1所示的电路图。

先看照明系统图:DK是单极开关,RD是熔断器,1~4HK是组合式转换开关。

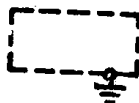
再看照明安装配线图:电源引入线标注为BVR—500、2×4—MDG,其意义是电压500伏等级的聚氯乙烯绝缘软电线,两根软线截面各为4平方毫米,穿电线管明敷设。电源线引入照明配电箱(规格为XM—7—6/0A),从照明配电箱中分四路配出,配出线标注为BVR—500、2×2.5—CP—YL,其意义是采用电压500伏等级的聚氯乙烯绝缘软电线,两根软线截面各为2.5平方毫米,用瓷瓶沿梁敷设。照明灯具的情况是:在第一路配电线路上共有四盏灯,其标注符号为 $4-Pd \frac{1 \times 150}{3} L$ 。意义是:“4”表示四盏灯;“Pd”表示普通灯;分子“1×150”表示每盏灯具为一个灯泡,其瓦数为150;分母“3”表示安装高度为距地面3米;“L”表示安装方式为采用链吊式。

表1-1

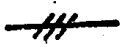
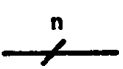
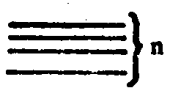
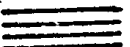
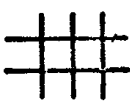
常用电路图图形符号

图 形 符 号	名 称 及 说 明
1. 基 本 符 号	
	直流电
	交流电 (如线路不是50周时, 可在符号后面注上频率)
N	中性线
A B C	交流电的相序 A 相 B 相 C 相
$m \sim f$ $3 \sim 50 \text{ Hz}$	相数 m , 频率 f 的交流电 例: 3相, 50赫的交流电 注: 在一张图上仅有50赫的一种频率时, 允许不注明频率数
$2 N - 200 \text{ V}$	二线带中性线220伏直流电 (各线与中性线间为110伏)
$+$	极正
$-$	负极
	有两个引出线端的单相绕组
	有两个出线端及中点引出线的单相绕组
	三个单相绕组, 每个都有两个出线端
	星形连接的三相绕组
	有中点引出线的星形连接三相绕组
	三角形连接的三相绕组
	开口三角形连接的三相绕组

续 表

图 形 符 号	名 称 及 说 明
	三相V形连接的两个绕组
	电气连接的一般符号
	可拆卸的电气连接，如端子
	接地
	导线（或电缆）接地
	母线接地
	机壳接地
	屏蔽接地

2. 导线、电缆、母线及连接

		导线或电缆
		母线
		软电缆，软导线
单 线 符 号	多 线 符 号	
		二根导线组成的电路
		三根导线组成的电路
		n根导线组成的电路
		三相四线制电路的导线（或电缆，母线）
		不连接的跨越导线（或电缆，母线）

续 表

图 形 符 号		名 称 及 说 明
单 线 符 号	多 线 符 号	
		互相连接的交叉导线(或电缆, 母线)
或 或		导线(或电缆)的合并和分支
(1) (2) (3)		电缆配件 (1)终端头(终端套管) (2)接头(结合套管) (3)两个分支线的分支套管
		绝缘击穿的一般符号

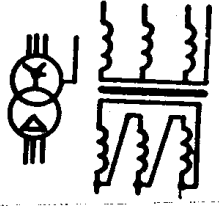
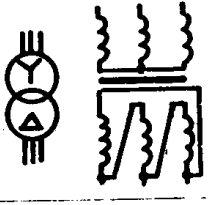
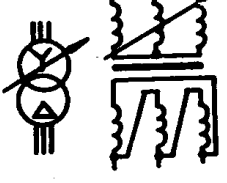
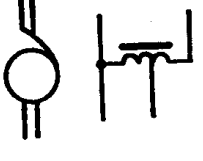
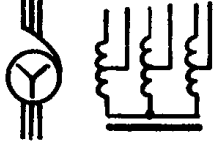
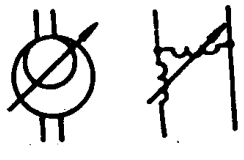
3. 电感线圈, 变压器

单 线 符 号	多 线 符 号	
		双绕组变压器
		三绕组变压器
		自耦变压器
		电感线圈
		带抽头的电感线圈

续 表

图 形 符 号		名 称 及 说 明
单 线 符 号	多 线 符 号	
		有铁芯的电感线圈
		电抗器
		接地消弧线圈 (半圆数为3个)
		有滑动触头的电感线圈
(1)	(1)	无铁芯变压器 (1)固定耦合
(2)	(2)	(2)可变耦合
单 线 符 号	多 线 符 号	
		有铁芯的单相双绕组变压器
		有中心抽头并有铁芯的单相双绕组变压器 (差动变压器)
		有抽头并有铁芯的单相双绕组变压器
		有铁芯的单相三绕组变压器
		有铁芯的三相双绕组变压器 绕组连接: 星形——有中性点 引出线的星形

续 表

图 形 符 号		名 称 及 说 明
单 线 符 号	多 线 符 号	
		有铁芯的三相双绕组变压器 绕组连接：有中性点引出线的星形—三角形(Y.-Δ)
		有铁芯的三相双绕组变压器 绕组连接：星形—三角形(Y-Δ)
		可带负荷调整有铁芯的三相双绕组变压器 绕组连接：星形—三角形(Y-Δ)
		有铁芯的单相自耦变压器
		连续调压有铁芯的单相自耦变压器
		有铁芯的三相自耦变压器，绕组连接为星形
		单相感应调压器

续 表

图 形 符 号		名 称 及 说 明
单 线 符 号	多 线 符 号	
		三相感应调压器
		单次级绕组电流互感器
		双次级绕组电流互感器(有共同铁芯)
		双次级绕组电流互感器(有分开铁芯)
		串级电流互感器
		速饱和电流互感器

4. 旋 转 电 机

(1) (2) (3) (4)	旋转电机的绕组 (1) 换向绕组 (2) 补偿绕组 (3) 直流电机串励绕组或交流电机定子绕组 (4) 直流电机并励绕组
	旋转电机一般符号, 圆圈内可加注F、D等不同类型电机字母