

电气制图

第2版

与 读图

何利民 尹全英 编著

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



● ISBN 7-111-03662-X/TM-462

封面设计 / 电脑制作 : 姚毅

ISBN 7-111-03662-X



0 1>

9 787111 036623

定价: 27.00 元

地址: 北京市百万庄大街22号
联系电话: (010) 68326294

邮政编码: 100037
网址: <http://www.cmpbook.com>
E-mail: online@cmpbook.com

电气制图与读图

(第 2 版)

何利民 尹全英 编著



机械工业出版社

本书系统地介绍了电气图国家标准的主要内容,阐述了电气图的一般特点、表示方法和规则,结合大量实例分析了概略图、框图、电路图、接线图、位置图、逻辑功能图、控制系统功能表图、建筑电气安装平面图、印制板图、说明书用图、二次电气图等的绘制、阅读和使用方法。在有关章节和附录中,扼要地摘编了电气图标准中最具实用性的资料,如常用电气图形符号、文字符号、项目代号、导线和接线端子的标记符号、电气图名词术语等。

本书可供从事电力、电子各类电气专业的设计、制造、安装、运行、维修等工作的工程技术人员和管理人员阅读,也可作为学习电气制图标准的培训教材和大专院校电气类专业师生教学参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

电气制图与读图/何利民,尹全英编著.—2版.—北京:机械工业出版社,2003.3

ISBN 7-111-03662-X

Ⅰ.电… Ⅱ.①何…②尹… Ⅲ.电气-制图-基本知识 N.TM02

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第086595号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:杨溥泉 版式设计:冉晓华 责任校对:姚培新

封面设计:姚毅 责任印制:洪汉军

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004年8月第2版·第4次印刷

787mm×1092mm $1/16$ ·17.25印张·423千字

定价:27.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

第一版前言

图是用图示法表示的一种特殊文字。在当代科学技术领域里,采用图这种特殊文字来传递和交换信息,往往比用语言文字更精确,更方便,也更具通用性,在许多方面甚至是一般语言文字无法代替的。

伴随着科学技术的不断发展,图的种类、功能、表达形式、绘制方法等等也在不断地发展和完善之中。按照图的一般表达形式来划分,图大致可分为:用投影法绘制的图(如机械图、建筑图)、用图形符号绘制的图(如各种简图)以及用其他图示法绘制的图(如各种表图)等。电气图通常是指应用于电气技术领域,用图形符号和其他图示法绘制的图。

由于电气技术的复杂性,广泛性和特殊性,电气图也逐渐形成了一种独特的专业技术图种。今天,无论是描述对象的复杂性,表达形式的多样性,还是应用的广泛性等等,几乎没有哪一类专业图种能与电气图相比。因此,研究和探讨电气图的特点、规律及其绘制、阅读和使用方法,无疑是十分必要的。

解放前,我国的机电工业十分落后,其电气图样杂乱无章。解放后,随着机电工业的发展和标准化工作的开展,从60年代以来,我国陆续颁布了一些电气图形符号、文字符号等电气图标准。近年来,为了适应我国机电工业的高速发展和对外经济技术交流的需要,我国参照国际上较通用的“IEC”标准并结合我国的实际,制订了一系列关于电气图的新标准,形成了一个较完整的电气图标准体系。这批新标准已于1990年开始在全国各电工行业执行。新标准的执行是我国各电工行业的一件大事,对我国电气技术的发展必将起到有力的推动作用,同时也开拓了我国关于电气图理论的研究与应用。

本书比较系统地介绍了电气图国家新标准的主要内容,结合实例说明了新标准应用的一些基本问题,进而比较全面地阐述了电气图的基本规律、电气制图与读图的基本知识。为了加深对电气制图标准的理解,本书以GB6988《电气制图》为依据进行阐述。另外,书中对原有的电气图标准和其他相关的标准作了一些比较和分析。

在内容的编排上,本书采用了以下体系:

第一篇 基础知识,主要介绍电气图的分类、一般特点、电气图形符号、电气技术中的文字符号和项目代号、电气制图一般规则和电气图的基本表示方法。

第二篇 基本电气图,主要分析电气系统图和框图、电路图、接线图、功能表图、逻辑图等图种的用途、特点、表达方式、绘制和使用方法。

第三篇 专业电气图(基本电气图的综合应用),主要介绍常用的建筑电气安装平面图、印制板图、电气说明书用图、二次电路图和接线图的特点及绘制、阅读和使用的基本知识。

希望读者阅读本书时,请先读第一篇,再读第二篇,然后读第三篇。

这里还需要特别说明的是:

(1) 本书以电气图新标准为基础,但由于新标准的内容尚不够完整,即还有一些标准正在制订和修订之中,因此本书的某些内容只能参照相关的标准及我国的一些传统方法来处理。凡属这种情况,书中一般均有说明。请勿与新标准相混淆。

(2) 本书引用的图例,意在阐明制图与读图的原理和方法,为了突出说明其中的某一点,一般都对原图进行了删改和处理,因而可能影响到图例的科学性和严密性。因此,本书所列的图例一般不能直接应用到实际生产中去。

在本书写作过程中,一些电气产品制造厂和电气设计单位为作者提供了许多样图。中国科技情报研究所重庆分所刘文琳、河南省送变电工程公司郭玉堂等同志给予了很多帮助。机械工业出版社杨溥泉同志对全书的整体框架、内容安排等方面提出了许多建设性意见。北京理工大学蒋知民教授、北京邮电学院王云汀副教授认真审阅了书稿,并提出了许多宝贵意见。在此,作者一并向他们致以诚挚的谢意。

电气图种类很多,涉及的知识面很广,而我们的知识毕竟有限;加之电气图新标准还刚开始执行,可供参考的资料不多;我们对新标准的理解不一定十分准确;有些问题还有待商榷、探讨。书中的一些观点仅是我们一家之言,因此,不当之处肯定不少,欢迎读者批评指正。

何利民 尹全英
1992年7月·武汉

第二版前言

《电气制图与读图》出版于1993年,该书实际写作时间是20世纪80年代末。当时,我国与国际电工委员会(IEC)接轨的电气图新标准有的刚颁布不久,有的还在试行,有些标准还不完善,可供参考的资料也极少,因此,今天来审视本书第一版,难免存在不少缺陷。

第一版出版以来的几年中,国家又颁布了许多与电气图有关的新标准,例如:

GB/T 6988—1997 电气技术用文件的编制

GB/T 4728—1996~2000 电气简图用图形符号

GB/T 5465—1969 设备用图形符号

GB/T 10690—1993 技术制图

GB/T 16679—1996 信号与连接线的代号

GB/T 148—1997 印刷、书写和绘图用纸幅面尺寸

GB/T 50104—2001 建筑制图

因此,有必要按照这些新标准对原书进行修订。

这次修订的基本原则是:以近年来国家颁布的电气图标准为依据,更科学地阐述电气制图与读图的原理、方法,使之更具有实用性。这一版主要改动是:

更新内容,按新标准规范了有关电气制图法则、名词和术语;调整结构,突出重点,注重实用性,适当增加了读图方面的内容;增选了一些反映国内外最新发展的新技术和新设备的示例图;增加了电气位置图及电气制图CAD的有关知识。

在写作过程中,参考和引用了电气图有关的许多国家标准和行业标准,以及IEC标准。在作者发稿时,这些标准的版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本书的读者应注意这些标准的最新版本,并贯彻于实际工作中。

本书第一版已印行6次,发行3万余册,受到了读者的欢迎与关注。一些读者还向作者指出了书中的不足,改正了部分错误。在此,谨向阅读过本书的所有读者表示感谢,并期待着广大新读者的关心和帮助。

作 者

2002年10月·武汉

目 录

第一版前言

第二版前言

第一篇 基础知识

第一章 概述	1	第二节 图线、字体及其他	63
第一节 信息、媒体和电气图	1	第三节 简图的布局方法	66
第二节 电气图分类	6	第五章 电气图的基本表示法	70
第三节 电气图的一般特点	13	第一节 电路的多线表示法和	
第四节 电气图标准	16	单线表示法	70
第五节 电气制图 CAD 一般规则	19	第二节 电气元件的集中表示法和	
第二章 电气图形符号的应用	25	分开表示法	73
第一节 电气图用图形符号	25	第三节 电气元件触点位置、工作状态和	
第二节 电气设备用图形符号	40	技术数据的表示方法	79
第三节 标志用图形符号和标注用		第四节 元件接线端子的表示方法	81
图形符号	43	第六章 连接线的表示方法	84
第三章 电气技术中的文字符号和		第一节 连接线的一般表示方法	84
项目代号	46	第二节 连接线的连续表示法和	
第一节 电气技术中的文字符号	46	中断表示法	87
第二节 电气技术中的项目代号	55	第三节 导线的识别标记及其	
第四章 电气制图的一般规则	59	标注方法	90
第一节 图纸的幅面和分区	59		

第二篇 基本电气图

第七章 概略图和框图	95	第二节 单元接线图和单元接线表	133
第一节 概略图和框图的基本		第三节 互连接线图和互连接线表	136
特点和用途	95	第四节 端子接线图和端子接线表	140
第二节 概略图和框图绘制的基本		第五节 电缆配置图和电缆配置表	145
原则和方法	98	第十章 电气位置图	147
第三节 图例分析与阅读	102	第一节 电气位置图的种类和一般	
第八章 电路图	110	表示方法	147
第一节 电路图的基本特征和		第二节 室外场地电气设备配置	
主要用途	110	位置图	150
第二节 电路图的绘制原则和方法	111	第三节 室内电气设备配置位置图	154
第三节 电路图的简化画法	118	第四节 装置和设备内电气元器件	
第四节 图例分析与阅读	122	配置位置图	158
第九章 接线图和接线表	129	第十一章 逻辑功能图	160
第一节 接线图和接线表的特点和		第一节 逻辑和逻辑功能图	160
一般表示方法	129	第二节 二进制逻辑单元图形符号	

	及其应用	163
第三节	逻辑功能图的一般表示方法	167
第四节	逻辑功能图举例	171
第十二章	控制系统功能表图	175
第一节	什么是控制系统功能表图	175

第二节	功能表图的一般规定和表示方法	178
第三节	详细命令或动作和详细转换条件	183
第四节	图例分析与阅读	185

第三篇 专业电气图

第十三章	建筑电气安装平面图	189
第一节	建筑电气安装平面图的特点和表示方法	189
第二节	电力和照明平面图	194
第三节	线路平面图	206
第四节	防雷平面图与接地平面图	210
第十四章	印制板电气图	216
第一节	印制板电气图的种类及其特点	216
第二节	印制板零件图	217
第三节	印制板装配图	223
第十五章	说明书用电气图	226
第一节	电气系统说明书用图	226

第二节	电气产品使用说明书用图	234
第十六章	二次电路图和接线图	240
第一节	二次电路图和接线图的基本特点	240
第二节	二次电路图和接线图中的回路标号	242
第三节	常用二次元件的表示方法	243
第四节	多位控制开关的表示方法	248
第五节	二次电气图绘制与阅读方法提示	253
附录	电气图常用名词术语	260
参考文献		266

第一篇 基础知识

第一章 概 述

本章导读

电气图是电气技术信息的重要媒体,电气信息的多样性决定了电气图种类的多样性和表达形式的多样性。电气图是表示电气系统、装置和设备各组成部分的相互关系及其连接关系,用以表达其功能、用途、原理、装接和使用信息的一种图。通过一个实例,说明了电气图的种类,概括起来,主要是功能图、位置图、接线图、项目表及其他。电气图之所以能构成一大类专业技术图,是因为电气图与机械图、建筑图及其他专业技术图相比,具有一些明显的特点。这些特点是:简图是电气图的主要表达形式;元件和连接线是电气图的主要表达内容;功能布局法和位置布局法是电气图两种基本的布局方法;图形符号、文字符号和项目代号是构成电气图的基本要素。本章比较详细地介绍了电气图标准系列和其他一些标准。简要地介绍了电气工程 CAD 制图规则。

第一节 信息、媒体和电气图

一、物质、信息、媒体

世界是由物质构成的。小至原子、分子,大至地球、天体和宇宙,都是物质。电气元件、设备、装置、电路以及电流、电场、磁场、电磁波等等,也是物质。

物质的状态,例如:形状、大小、特征、运动形式、性能、参数等等,是千差万别、各式各样的,建立在物质基础上的发生在自然界和人类社会中的各种事件也是千差万别、各式各样的。概言之,物质是非均匀的——这也是物质(包括事物)的基本属性。

根据不同的使用要求,人们常常需要对物质或事物的非均匀性进行描述和量度。物质的非均匀性的量度就是信息。例如某台电动机,从设计的角度出发,需要提供电动机功率、转矩、起动方式、接线、电压、频率、价格等信息。从使用的角度出发,需要提供电动机的电压、频率、温升等信息,从安装的角度出发,需要提供电动机的重量、尺寸、接线方式、性能等信息。这些信息,实际上就对电动机不均匀性的量度。

然而,这些信息怎样才能为用户所接受呢?

信息的传递和应用,必须通过媒体来实现。媒体是什么?报纸、广播、电视是新闻事件信息的媒体,交叉道口的红、绿、黄灯是道口车辆信息的媒体,办公室的告示牌是办公室工作安排信息的媒体,如此等等,说明媒体的形式是多种多样的。

一般而言,用以记录信息的材料都被称为媒体。文字、语言、声波、电磁波、颜色、信号、图像、电话、电报乃至人的手势、五官表情等等都是传递某种信息的媒体。

二、电气图是电气技术信息的重要媒体

在电气技术领域内,所要传递的信息种类是很多的。为了满足用户的基本要求,对一般电气装置,需要传递给用户的信息类型大致应包括以下几个方面:

- (1) 功能和原理信息。装置的基本构成和用途、动作时序、逻辑关系、工作过程等。
- (2) 位置信息。装置的零部件装配和布置、安装位置等。
- (3) 连接信息。装置的内部安装接线、外部线缆连接、端子板接线等。
- (4) 技术数据。装置的特性技术参数等。

这些技术信息可以采用不同的媒体进行传递,例如,采用文字、磁带、磁盘、光盘、胶卷等表述方式,但最简单、最易被使用者接受、最直观、可容纳信息量最多的则是电气图。

电气图的种类很多,一般而言,电气图是表示电气系统、装置和设备各组成部分的相互关系及其连接关系,用以说明其功能、用途、原理、装接和使用信息的一种图。如果更广义一点讲,表明两个或两个以上电气参量之间关系曲线、提供工作性能参数的表格及有关的文字说明等,也属于电气图之列。

电气图的一般表达形式有:

(1) 简图。采用图形符号和带注释的框图来表示包括连接线在内的一个系统或设备的多个部件或零件之间关系的图示形式。大部分的电气图,如系统图、电路图、接线图、逻辑图等都属于这种图。

(2) 图样。通常按比例描述零件或组件的形状、尺寸等的图示形式。如装配图,安装大样图等。

(3) 表格。采用行和列的表达形式,例如数据单、设备零件表等。

(4) 文字形式。一种应用文字的表述形式,例如说明书和说明中的文字等。

信息、媒体和电气图的关系见图 1-1。

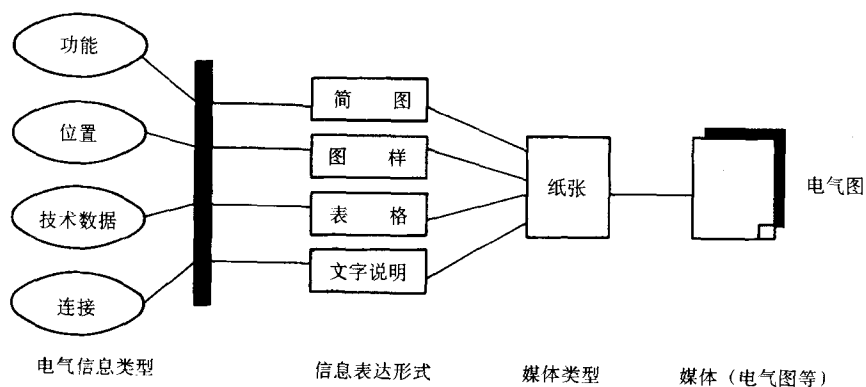


图 1-1 信息、媒体和电气图的关系

三、信息流与电气图种类

表示电气系统、装置和设备的功能、特性及内部关系的电气图,在许多情况下可以根据信息流运动状况来描述。以变压器工作系统为例。这一系统由电源、开关(隔离开关 QS,断路器 QF),控制装置 C,变压器 T 构成。

电流经开关 QS、QF 送至变压器 T，变压器的电压 U 、电流 I 、温度 θ 、功率 P 等信息送至控制装置 C，当这些信息量反映出变压器工作不正常时，C 发出指令，以一定方式（自动或手动）作用于断路器 QF 跳闸。在这一系统中，Q、T、C 之间存在以下关系，见图 1-2：

(1) 电能（一次电流）经开关 Q 送至变压器 T，Q 和 T 之间存在能量关系。

(2) Q、T、C 之间存在信号传递（输入、输出、反馈）关系。

(3) 隔离开关 QS、断路器 QF 只有全部合闸，变压器 T 才能送电工作；只要有一个开关断开，变压器就不能工作。QS、QF 与 T 之间存在逻辑“与”的关系（只有所有输入呈现“1”状态，输出才呈现“1”状态）。这种逻辑“与”关系可用图中 b 表示。

(4) Q 和 T 在电路中具有不同的功能，Q 的功能是开合电路，T 的功能是变压，但两种功能之间存在一定的顺序。例如，Q 的合闸功能完成以后，转换条件为真（“=1”），才会使 T 的变压功能得以实现，也就是 Q 和 T 之间存在一定的功能关系。这种关系可用图中 c 来描述。同样 Q、T 和 C 之间也存在某种功能关系。

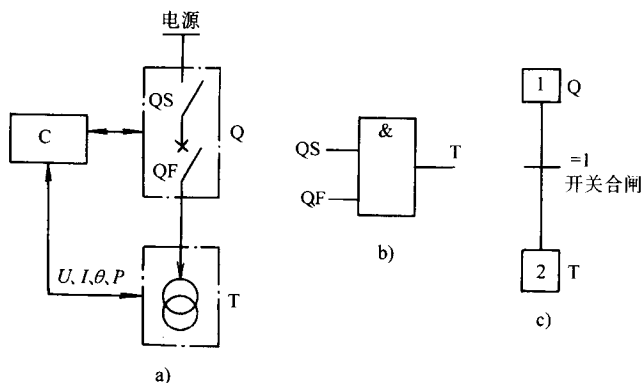


图 1-2 信息流与电气图的关系

a) 能量流和信号流 b) 逻辑“与” c) 功能关系

如果将 Q、T、C 置于一个信息系统中去考察，上述四种关系实际上是通过以下四种信息流联系起来的。这四种信息流是：

能量流——电能的流向和传递。

信号流——信号的流向和传递。

逻辑流——相互间的逻辑关系。

功能流——相互间的功能关系。

在电气技术领域内，往往需要从不同的目的出发，对上述四种信息流进行研究和描述，而作为传递这些信息流的媒体之一的电气图，当然也需要采用不同的形式。这些不同的形式，从本质上揭示了各种电气图内在的特征和规律。实际上将电气图分成若干种类，从而构成了电气图的多样性。

例如：描述能量流和信号流的电气图有系统图、框图、电路图、接线图等；描述逻辑流的电气图有逻辑图、程序图等；描述功能流的有功能表图、电气系统说明书用图等。

四、信息类型和电气图级别层次

电气技术越复杂，电气技术信息量越大，因此，同一类信息往往需要采用不同类型的电气图媒体进行传递。例如对于一项电气产品的设计，在设计之前必须了解和掌握这项产品的功能、技术参数和性能指标、工作条件等信息，以及实现这些功能的软、硬件结构信息。在这些技术信息的基础上，设计人员将编制功能性文件、位置和安装文件、接线文件、操作使用维修文件，对于软件产品则需编制程序文件、数据文件。对于众多类型的文件，其编制依据往往是同一信息。因此各类文件之间必然是相关的。

通常，一个比较复杂的电气系统和装置可以归类于三种不同的信息集合：

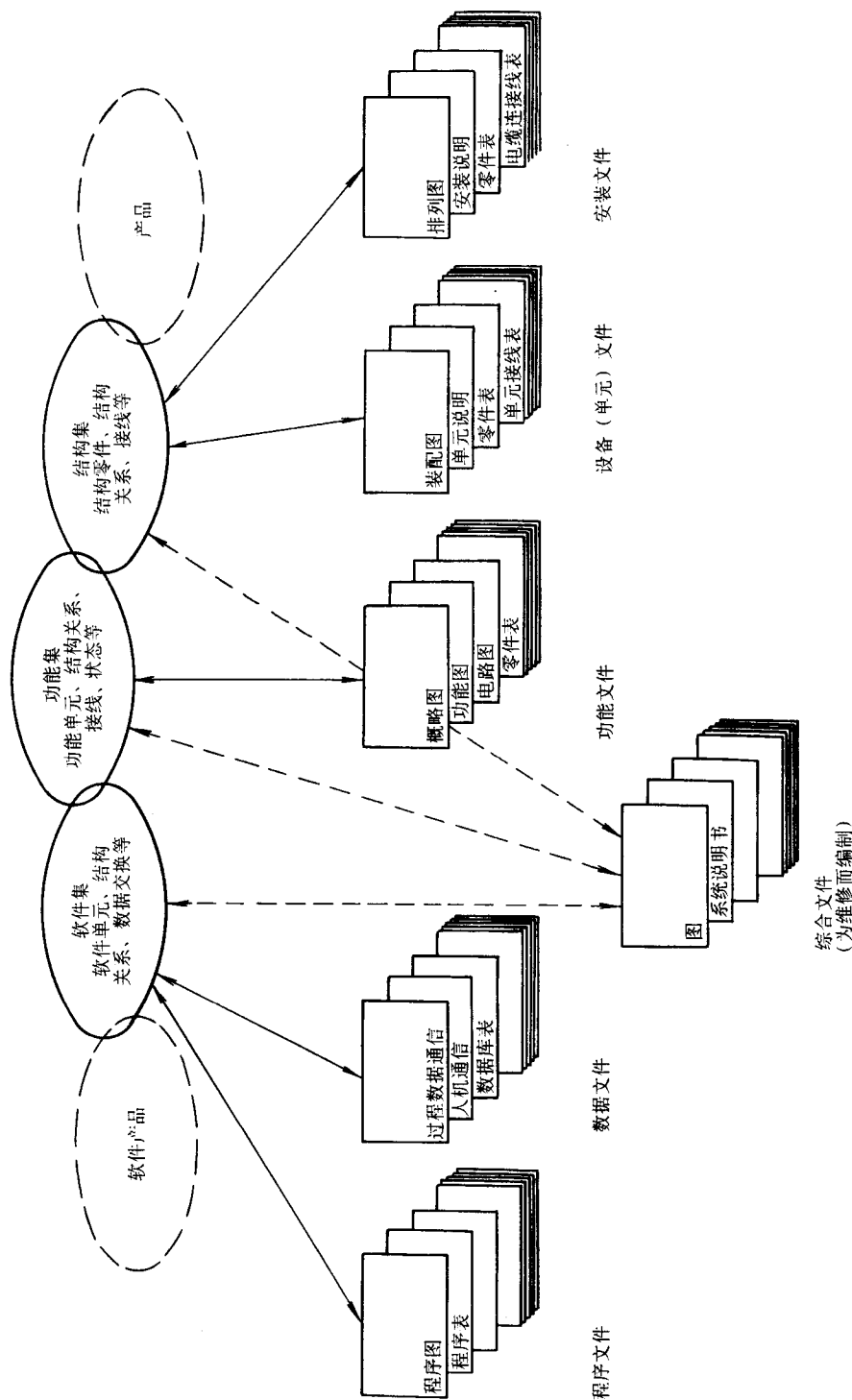


图 1-3 不同类型电气图之间的层次关系

结构集，如结构零件、结构关系、电气连接、电气传动等；

功能集，如功能单元、功能结构关系、接线、工作状态等；

软件集，软件单元、结构关系、数据交换等。

对应于不同的信息集合，就会产生不同类型、不同层次和级别的电气图。

按照一般原则，电气图的编制，应从概略级开始，而后从一般到较特殊的更详细级。例如，表示某一电气装置的功能信息，按照级别层次，一般应有：概略图（系统图，框图）、功能图、电路图。

图 1-3 示出了按内容划分的各类文件之间的相互关系图。图的上半部分——椭圆形框表示软硬件各类信息的汇总，下半部长方形框表示以各类信息为依据编制的各种类型的文件，带箭头的实线和虚线将文件和信息集联系在一起。由图看出，同一信息可用来编制不同类型的文件。由于同一成套设备、系统或同一产品的不同类型文件，其编制依据是相同的信息，因此设备、系统、产品的整套文件内的信息必须协调一致。

五、电气图 and 文件编制的程序

通常从概略级开始，逐步编制更详细级的文件。以功能简图为例，可分为三种级别：概略图；功能图；电路图。

编制描述功能的电气图应先于描述实现功能的电气图。图 1-4 示出了电气图和有关的电气技术文件编制的次序，及不同类型电气图编制次序之间的关系。

由此看出：

(1) 在总的电气图系统编制工作之前应当具备如下信息：工艺设计信息、土木工程设计信息、前期研究工作提供的信息等；

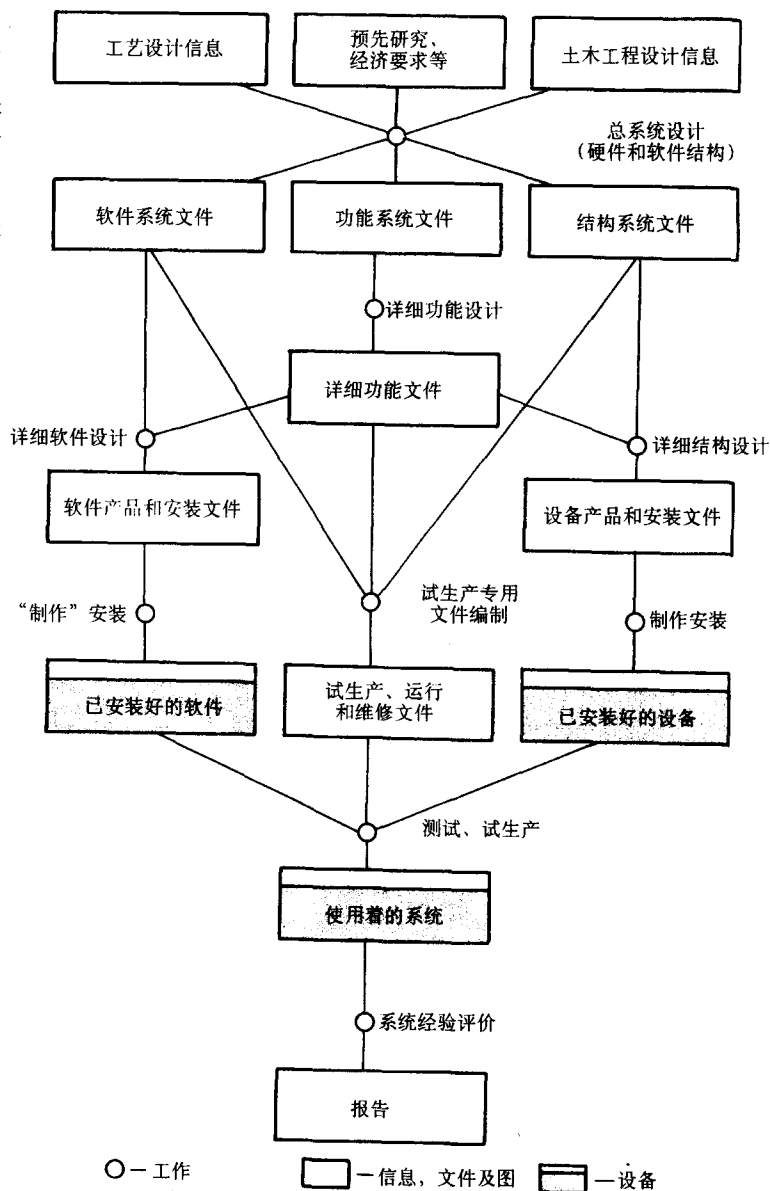


图 1-4 电气图和文件编制程序及其相互关系

(2) 总的电气图系统设计一般的编制计划是：功能图，结构图、软件系统文件和其他图；

(3) 在上述三类系统文件和电气图中，首先进行详细的功能图的编制工作。结构图、软件系统文件和图的编制工作需要参照已编制好的详细的功能图和文件；

(4) 软、硬件产品的制作、安装工作，应在相应的软、硬件产品和安装图和文件的指导下进行。试生产、操作、维修等文件的编制工作与上述两项产品制作、安装工作同时进行；

(5) 测试和试生产工作在试生产等电气图和文件，以及产品样机都已具备的前提下进行。

第二节 电气图分类

一、实例说明

表示一项电气工程或一种电气装置的功能、用途、工作原理、安装和使用方法等方面的图是很多的，以某种电动机的控制为例，通常应有以下一些类别的图。

(1) 为了表示电动机的供电关系，可采用图 1-5 的供电系统图。这个图主要表示电能由 380V 三相电源 L1、L2、L3，经熔断器 FU、接触器 KM 的主触点、热继电器 FR 的热元件，输入到三相电动机 M 的三个接线端 U、V、W。

由于三相电源是对称的，三相所接元件相同，因此可用单线图代替三线图，见图 1-4b)。

(2) 为了表示这一装置电气工作原理，还需画出其电路图，见图 1-6。

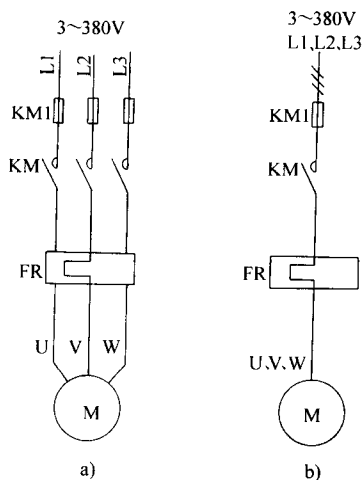


图 1-5 电动机供电系统图

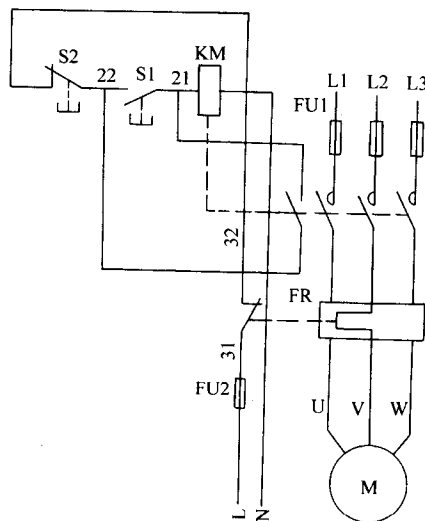


图 1-6 电动机控制电路图

FU1、FU2—熔断器 KM—接触器 FR—热继电器 S1—起动按钮 S2—停止按钮

由图 1-6 可以看出该电动机的控制原理：接触器 KM 的触点是由其释放线圈来控制的。该线圈所在的回路是：电源相线 L——热继电器 FR 的动断（常闭）触点——按钮 S2（常闭）——按钮 S1（常开）——接触器 KM 的释放线圈——电源中性线 N。当按下按钮 S1，上述回路接通，接触器 KM 动作，并通过其常开辅助触点自锁，电动机 M 起动运转。其中的热继电器 FR 起过载保护作用。

(3) 在某些情况下,只要概略说明各部分之间的功能关系,则可画出如图 1-7 的功能图。各部分的功能关系是:有了电源以后,开关设备接通,电动机便工作;开关设备的接通与断开是根据操作者的命令而动作的,而电动机在运转过程中的情况则不断反馈到控制部分。

(4) 为了表示这一电气装置各元件之间的连接关系,还必须有一种安装接线图。图 1-8 表示了三相电源 L1、L2、L3 经熔断器 FU1、接触器 KM、热继电器 FR,接至电动机 M 的接线关系。

(5) 如果为了表示电动机及其控制设备的至电动机的具体平面布置,则可采用图 1-9 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—3×6mm²、BX—3×4mm²、BX—3×2.5mm² 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等,还必须要有其他一些图。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。

一般而言,电气图分为四大类:表示功能信息的图、位置信息图、接线信息图、项目表及其他文字说明。

二、功能类图

1. 概略图

表示系统、分系统、装置、部件、设备、软件中各项目之间的主要关系和连接的相对简单的简图,通常用单线表示法。图 1-5 就属于这种图。

2. 框图

主要采用方框符号的概略图。

3. 网络图

在地图上表示诸如发电站、变电站和电力线、电信设备和传输线之类的电网的概略图。图 1-10 是带有变电站的架空线网络图示例,图中网络包括=WL193, 10kV 架空线、=WL1603, 400V 架空线及=T107, 10kV 变电站。

4. 功能图

用理论的或理想的电路而不涉及实现方法来详细表示系统、分系统、装置、部件、设备、软件等功能的简图。图 1-7 就属于这种图。

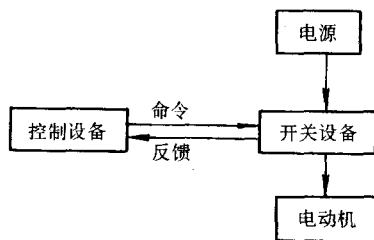


图 1-7 电动机运行功能图

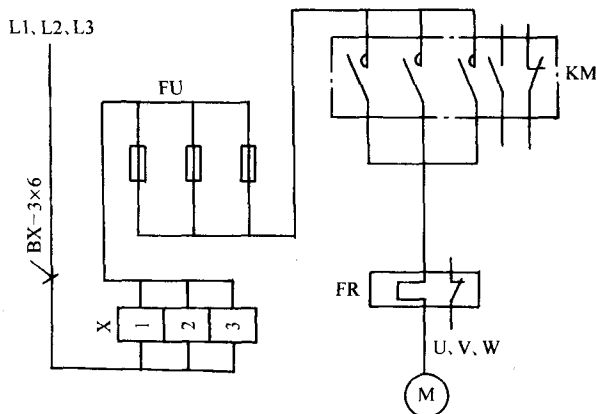


图 1-8 电动机接线图(部分)

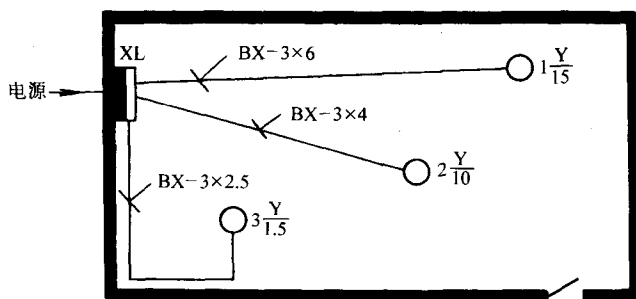


图 1-9 电动机平面布置图

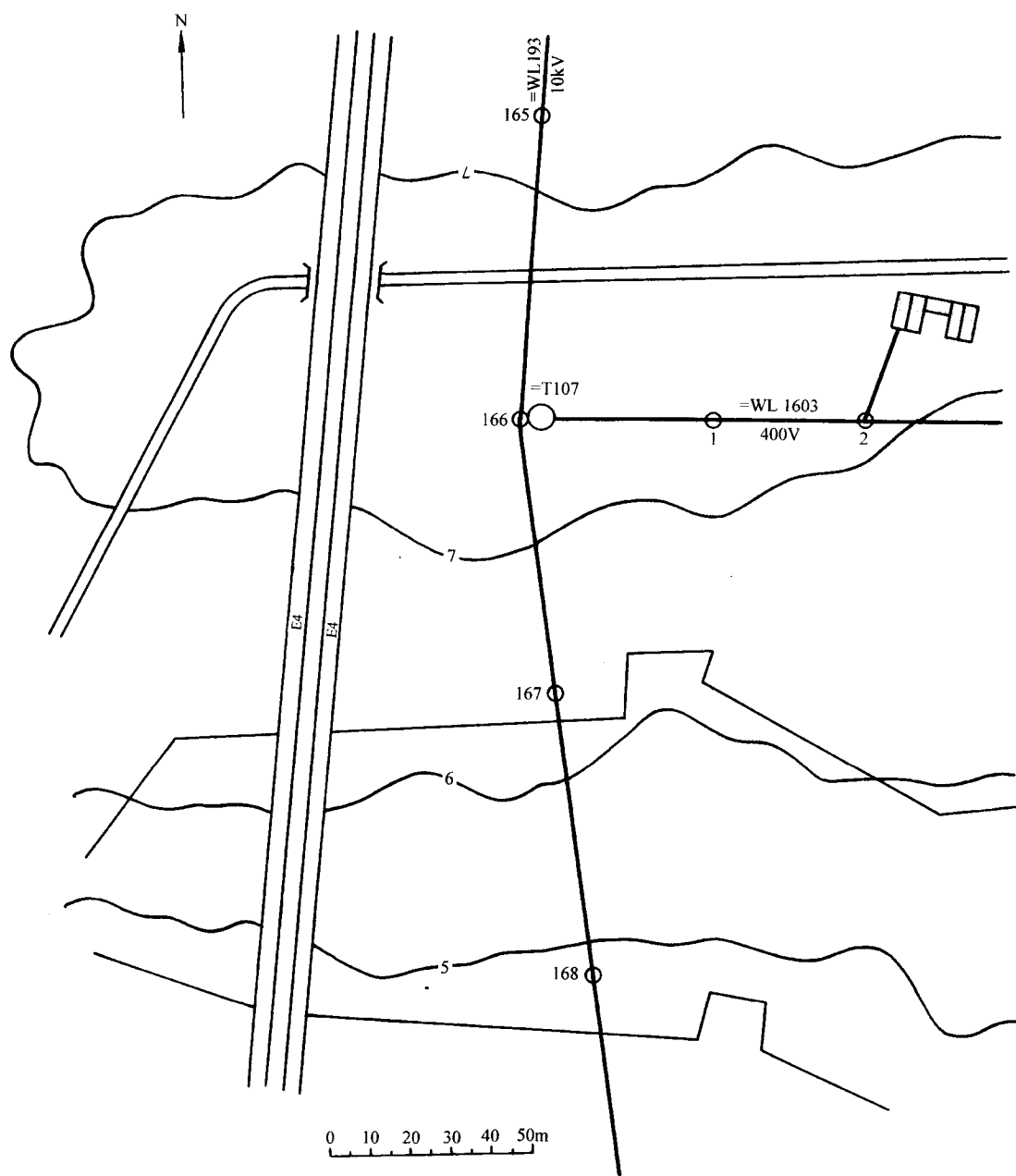


图 1-10 架空线网络图示例

5. 逻辑功能图

主要使用二进制逻辑元件符号的功能图。一般采用“与”、“或”、“异或”等单元图形符号绘制，其中只表示功能而不涉及实现方法的逻辑图，称为纯逻辑图。一般的数字电路图就属于这种图。

6. 等效电路图