

电气图纸的识绘

DIANQI TUZHI
DE SHIHUI

主 编 孟建平 刘建英

电气图纸的识绘

主 编 孟建平 刘建英
副主编 贺 敬 任晓丹 李 娜
主 审 李尚宏 张 帆



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

电气图纸的识绘 / 孟建平, 刘建英主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2014. 8

ISBN 978 - 7 - 5640 - 8924 - 5

I. ①电… II. ①孟… ②刘… III. ①电气制图 - 高等学校 - 教材
IV. ①TM02

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 038341 号



出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 保定市中画美凯印刷有限公司

开 本 / 710 毫米 × 1000 毫米 1/16

印 张 / 11.25

字 数 / 196 千字

版 次 / 2014 年 8 月第 1 版 2014 年 8 月第 1 次印刷

定 价 / 38.00 元

责任编辑 / 张慧峰

文案编辑 / 张慧峰

责任校对 / 孟祥敬

责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

前言

PREFACE

随着我国经济的迅速发展,电力电气设备也随之增加,各种电子电路越来越复杂,技术含量也越来越高,看图的难度也越来越大。

电气图是电气技术人员进行技术交流和生产活动的“语言”,是电气技术中应用最为广泛的技术资料,是设计、生产、维修人员进行技术交流不可缺少的手段。通过对电气图的识读、分析,能帮助人们了解电气设备的工作过程及原理,从而更好地使用、维护这些电气设备;在故障出现的时候能够迅速查出故障的根源,并进行维修。

本书对电力系统中常遇到的电气图做了具体分析,适用于具有一定电工知识的电工爱好者自学,也可作为本、专科相关专业的教学参考书,亦可供电气技术人员参考。

本书以典型任务为驱动,服务于“做、学、教”一体化教学和学习模式为指导思想,结合电力系统自动化专业的人才培养方案来规划教材的格式和内容。本书将全部内容划分为5个项目,每个项目又包含了不同的“工作任务”。在本书的编写过程中,编者力求做到语言流畅,内容由浅入深,层次清晰,任务典型,重点难点突出。

本书共分5个项目,内容包括电气图纸的认识、低压电气图的识绘、接线图和电气位置图的识读、系统框图及一次主接线图的识绘和二次电路图的识读。

本书从生产实际出发,以任务驱动的方式介绍了电气的基本知识,内容力求深入浅出、从企业的实际出发,突出实用性,注重培养学生分析问题和解决问题的能力,可供电气设备维修时参考。

本书由孟建平、刘建英担任主编,由贺敬、任晓丹和李娜担任副主编,其中,项目一和项目二由孟建平编写,项目三和项目四由刘建英编写,项目

五由贺敬和任晓丹编写。李尚宏和张帆对全书进行了耐心细致的审阅，编者对他们的辛勤劳动和热情帮助，表示衷心感谢。同时也参考了许多专家、学者的著作和一些重要的文献，在此一并致以诚挚的谢意！

编者本着认真负责的态度，尽可能将错误降到最低。由于编者的水平有限，书中难免存在不当之处，恳请有关专家和读者批评指正。

目 录

CONTENTS

项目一	电气图纸的认识	1
任务一	电气图纸、图线的识读	1
任务二	电气图中图形符号、文字符号和项目代号的识读 ...	25
任务三	识读电气图的基本表示方法	47
项目二	低压电气图的识绘	63
任务一	电机点动、长动控制线路的识绘	63
任务二	电机顺序启动、停止控制线路的识绘	84
项目三	接线图和电气位置图的识读	88
任务一	电气接线图的识读	88
任务二	电气位置图的识读	99
项目四	系统框图及一次主接线图的识绘	104
任务一	单母线主接线图的识绘	104
任务二	双母线主接线图的识绘	134
任务三	一台半主接线图的识绘	140

项目五 二次回路图的识读	150
任务一 二次回路图的认识	150
任务二 二次回路图的识读	166

项目一

电气图纸的认识

学习目标

1. 掌握电气图的概念、分类；
2. 熟悉电气图纸识绘的相关国家标准；
3. 掌握电气制图的一般规则；
4. 具有识别图纸大小的能力，能读懂各种图线的含义；
5. 掌握简图的布局方法。

任务一 电气图纸、图线的识读

引言

从事电气相关工作时，不可避免地要接触到一些图纸。图纸是反映什么内容的？图纸的大小，标题栏中反映了什么信息？在电气图中常用哪些图线？本任务就是以解决这些问题为起点而设计的。

学习目标

- (1) 能认识所给图纸的大小，能获取图纸中标题栏及明细栏中的相关信息。
- (2) 熟悉电气图纸识绘的相关国家标准。

过程描述

- (1) 图纸的准备。为学生准备两幅不同幅面大小的图纸，一份电气原理图，一份接线图。
- (2) 图纸的识读。读两幅电气图，学习图纸中涉及的相关概念、名称以及电气图纸的分类。



过程分析

初次接触图纸,主要以认识为主,认识标题栏、明细栏、图幅的分区情况,了解电气图纸识绘的相关国家标准。

新知识储备

一、电气图的概念

电气图是用各种电气符号、带注释的图框、简化的外形表示电气系统、装置和设备各组成部分的相互关系及连接关系,用以说明其功能、用途、工作原理、安装和使用信息的一种图。

二、电气图的分类

电气图是电气工程中各部门进行沟通、交流信息的载体,由于电气图所表达的对象不同,提供信息的类型及表达方式也不同,这样就使得电气图具有多样性。同一套电气设备,可以有不同类型的电气图,以适应不同使用对象的要求。对于供配电设备来说,电气图主要是指一次回路和二次回路的电路图。但要表示清楚一项电气工程或一种电气设备的功能、用途、工作原理、安装和使用方法等,仅有这两种图是不够的。例如,表示系统的规模、整体方案、组成情况、主要特性,需用概略图;表示系统的工作原理、工作流程和分析电路特性,需用电路图;表示元件之间的关系、连接方式和特点,需用接线图。在数字电路中,由于各种数字集成电路的应用,使电路能实现逻辑功能,因此又有反映集成电路逻辑功能的逻辑图。

根据各电气图所表示的电气设备、工程内容及表达形式的不同,电气图通常可分为以下几类。

1. 系统图和框图

系统图或框图(也称概略图)就是用符号或带注释的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。它通常是某一系统、某一装置或某一成套设计图中的第一张图样。系统图或框图可分层次绘制,可参照绘图对象的逐级分解来划分层次。它还可以作为教学、训练、操作和维修的基础文件,使人们对系统、装置、设备等有一个概略的了解,为进一步编制详细的技术文件以及绘制电路图、接线图和逻辑图等提供依据,也为进行有关计算、选择导线和电气设备等提供了重要依据。电气系统图和框图原则上没有区别。在实际使用时,电气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。系统图或框图布局采用功能布局法,能清楚地表达过程和信息的流向,为便于识图,控制信号流向与过程流向应互相垂直。系统图或框图的基本形式如下所述。

(1) 用一般符号表示的系统图。

这种系统图通常采用单线表示法绘制。例如,电动机的主电路如图 1-1 所示,它表示了主电路的供电关系,它的供电过程是由电源三相交流电→开关 QS→熔断器 FU→接触器 KM→热继电器热元件 FR→电动机 M。又如,某供电系统如图 1-2 所示,表示这个变电所把 10 kV 电压通过变压器变换为 380 V 电压,经断路器 QF 和母线后通过 FU1、FU2、FU3 分别供给三条支路。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方式和电能输送关系,也可表示某一装置或设备各主要组成部分的关系。

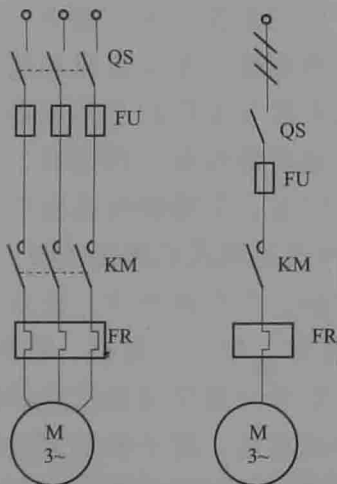


图 1-1 电动机供电系统图

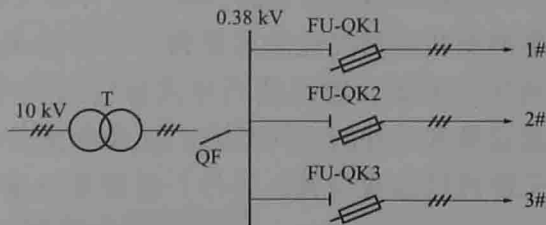


图 1-2 某变电所供电系统图

(2) 框图。

对于较为复杂的电子设备,除了电路原理图之外,往往还会用到电路方框图。

例如,示波器由一只示波管和为示波管提供各种信号的电路组成。在示波器的控制面板上设有一些输入插座和控制按钮。测量用的探头通过电缆和插头与示波器输入端子相连。示波器的种类较多,但基本原理与结构基本相似,一般由垂直偏转系统、水平偏转系统、辅助电路、电源及示波管电路组成。通用示波器结构框图如图 1-3 所示。

电路方框图和电路原理图相比,包含的电路信息比较少。实际应用中,根据电路方框图是无法弄清楚电子设备的具体电路的,它只能作为分析复杂电子设备电路的辅助手段。

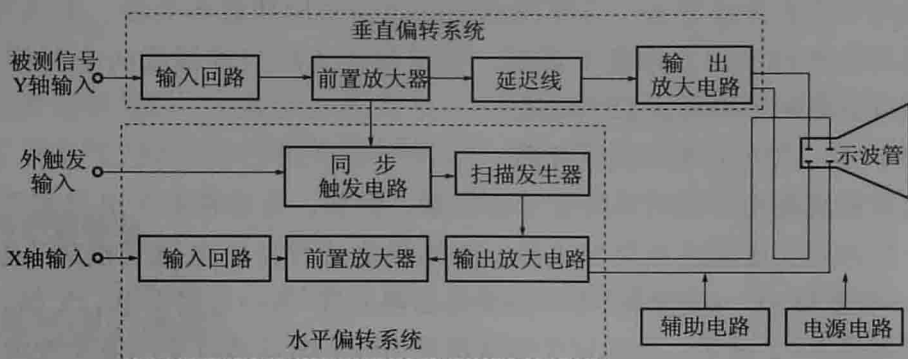


图 1-3 示波器的基本结构框图

2. 电路图

电路图是以电路的工作原理及阅读和分析电路方便为原则的，用国家统一规定的电气图形符号和文字符号，按工作顺序用图形符号从上而下、从左到右排列，详细表示电路、设备或成套装置的工作原理、基本组成和连接关系。电路图是表示电流从电源到负载的传送情况和电气元件的工作原理，而不考虑其实际位置的一种简图。其目的是便于详细理解设备工作原理、分析和计算电路特性及参数，为测试和寻找故障提供信息，为编制接线图提供依据，为安装和维修提供依据，所以这种图又称为电气原理或原理接线图。

电路图在绘制时应注意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，应以适当形式标注其代号、名称、型号、规格、数量等，并注意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。另外，还需要注意符号的布置。对于驱动部分和被

驱动部分之间采用机械联结的设备和元件（例如，接触器的线圈、主触头、辅助触头），以及同一个设备的多个元件（例如，转换开关的各对触头），可在图上采用集中、半集中或分开的方式布置。

例如，电动机的控制线路原理如图 1-4 所示，就表示了系统的供电和控制关系。

3. 位置图（布置图）

位置图是指用正投法绘制的图，位置图是表示成套装置和设备中各个项目的布局、安装位置的图。位置简图一般用图形

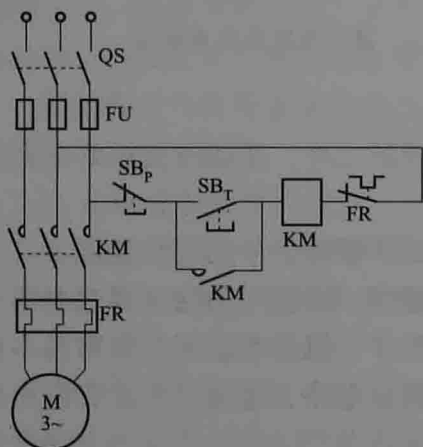


图 1-4 电动机控制线路原理接线图

符号绘制。

4. 接线图（或接线表）

接线图（或接线表）表示了成套装置、设备、电气元件的连接关系，这种用以进行安装接线、检查、试验与维修的简图（或表格），称为接线图（或接线表）。接线图（或接线表）主要用于表示电气装置内部元件之间及其与外部其他装置之间的连接关系，它是便于制作、安装及维修人员接线和检查的一种简图（或表格）。

图 1-5 就是电动机控制线路的主电路接线图，它清楚地表示了各元件之间的实际位置和连接关系：电源（L1、L2、L3）由 BX-3×6 的导线接至端子排 X 的 1、2、3 号，然后通过熔断器 FU1~FU3 接至交流接触器 KM 的主触点，再经过继电器的发热元件接到端子排的 4、5、6 号，最后用导线接入电动机的 U、V、W 端子。

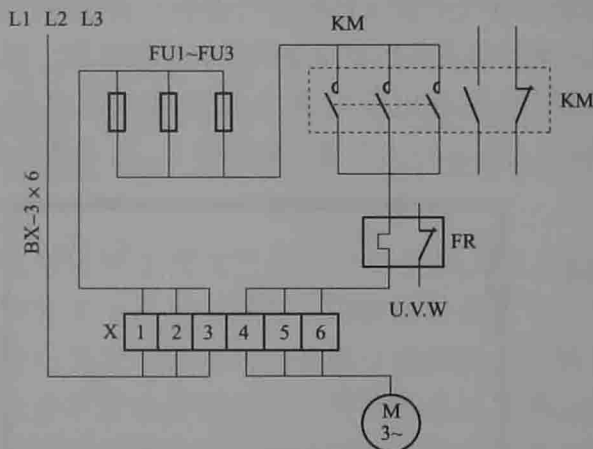


图 1-5 电动机主电路接线图

画电气接线图时应遵循的原则有以下几点。

(1) 电气接线图必须保证电气原理图中各电气设备和控制元件动作原理的实现。

(2) 电气接线图只标明电气设备和控制元件之间的相互连接线路，而不标明电气设备和控制元件的动作原理。

(3) 电气接线图中的控制元件位置要依据它所在实际位置绘制。

(4) 电气接线图中各电气设备和控制元件要按照国家标准规定的电气图形符号绘制。

(5) 电气接线图中的各电气设备和控制元件，其具体型号可标在每个控制元件图形旁边，或者画表格说明。

(6) 实际电气设备和控制元件结构都很复杂，画接线图时，只画出接线部件的电气图形符号。

当一个装置比较复杂时，接线图又可分解为以下几部分。

(1) 单元接线图。它是表示成套装置或设备中一个结构单元内的各元件之间的连接关系的一种接线图。这里所指“结构单元”是指在各种情况下可独立运行的组件或某种组合体，如电动机、开关柜等。

(2) 互连接线图。它是表示成套装置或设备的不同单元之间连接关系的一种接线图。

(3) 端子接线图。它是表示成套装置或设备的端子以及接在端子上外部接线（必要时包括内部接线）的一种接线图。

(4) 电线电缆配置图。它是表示电线电缆两端位置，必要时还包括电线电缆功能、特性和路径等信息的一种接线图。

5. 电气平面图

电气平面图是表示电气工程项目的电气设备、装置和线路的平面布置图。

例如：为了表示电动机及其控制设备的具体平面布置，则可采用图 1-6 所示的平面布置图。图中表示出了电源经控制箱或配电箱，再分别经导线 BX-3×6、BX-3×4、BX-3×2.5 接至电动机 1、2、3 的具体平面布置情况。

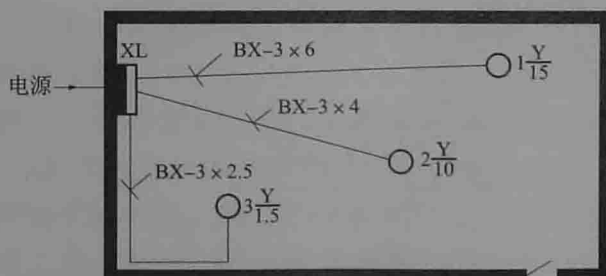


图 1-6 电动机平面布置图

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，还必须有一些其他图。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。

6. 逻辑图

逻辑图是用二进制逻辑单元图形符号绘制的、以实现一定逻辑功能的一种简图，可分为理论逻辑图（纯逻辑图）和工程逻辑图（详细逻辑图）两类。理论逻辑图只表示功能而不涉及实现方法，因此是一种功能图；工程逻辑图不仅表示功能，而且有具体的实现方法，因此是一种电路图。

7. 设备元件和材料表

设备元件和材料表就是把成套装置、设备、装置中各组成部分和相应数据列成表格，来表示各组成部分的名称、型号、规格和数量等，便于读图者阅读，了解各元器件在装置中的作用和功能，从而读懂装置的工作原理。设

备元件和材料表是电气图中的重要组成部分,它可置于图中的某一位置,也可单列一页。表 1-1 是电动机控制线路元器件明细表。

表 1-1 控制线路元器件明细表

代号	元器件名称	型号	规格	件数	用途
M	三相异步电动机	J52—4	7 kW, 1440 r/min	1	驱动生产机械
KM	交流接触器	CJO-20	380 V, 20 A	1	控制电动机
FR	热继电器	JR16-20/3	热元件电流: 14.5 A	1	电动机过载保护
SBT	按钮开关	LA4-22K	5 A	1	电动机启动按钮
SBP	按钮开关	LA4-22K	5 A	1	电动机停止按钮
QS	刀开关	HZ10-25/3	500 V, 25 A	1	电源总开关
FU	熔断器	RL1-15	500 V, 配 4 A 熔芯	3	主电路保险

8. 产品使用说明书上的电气图

生产厂家往往随产品使用说明书附上电气图,供用户了解该产品的组成和工作过程及注意事项,以达到正确使用、维护和检修的目的。

9. 其他电气图

上述电气图是常用的主要电气图,但对于较为复杂的成套装置或设备,为了便于制造,需要有局部的大样图、印刷电路板图等;而若为了装置的技术保密,往往只给出装置或系统的功能图、流程图、逻辑图等。所以,电气图种类很多,但这并不意味着所有的电气设备或装置都应具备这些图纸。根据表达的对象、目的和用途不同,所需图的种类和数量也不一样,对于简单的装置,可把电路图和接线图合二为一,对于复杂装置或设备应分解为几个系统,每个系统也有以上各种类型的电气图。总之,电气图作为一种工程语言,在表达清楚的前提下,越简单越好。

三、电气图的主要特点

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,有着本质区别,它表示系统或装置中的电气关系,所以具有其独特的一面,有一些明显的特点。

1. 电气图是一种简图

电气图可以定义为用图的形式来表示信息的一种技术文件。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和手段,因而电气图的种类很多。

为了表示变电所的电气设备构成及其连接关系,则可绘制成如图 1-7 所

示的电气系统图。这个图具有以下特点：各种电气设备和导线用图形符号表示，而不用具体的外形结构表示；各设备符号旁标注了代表该种设备的文字符号；按功能和电流流向表示各电气设备的连接关系和相互位置；没有标注尺寸。

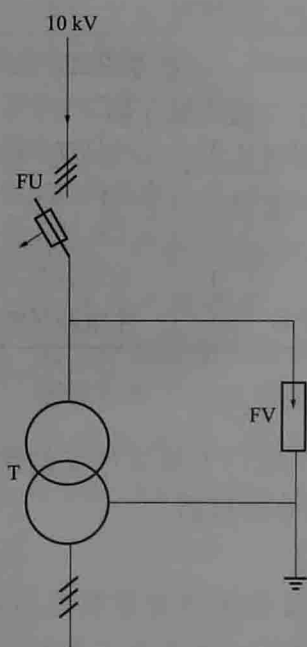


图 1-7 变电所电气系统图示例

类似于图 1-7 的图称为简图。简图是用图形符号、带注释的围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一种图。很显然，绝大部分电气图都是简图，如系统图、框图、电路图、功能图、逻辑图、程序图等均属于简图，即使是安装接线图，也仅仅表示了各设备间的相对位置和连接关系，也属于简图。所以，简图是电气图的主要表达形式。这里应当指出的是，简图并不是简略的图，而是一种术语。采用这一术语是为了把这种图与其他的图（如机械图中的各种视图、建筑图中的各种平面布置图等）加以区别。

2. 电气图的元件和连接线

一个电路通常由电源、开关设备、用电设备和连接线等 4 个部分组成。如果将电源设备、开关设备和用电设备看成元件，则电路由元件与连接线组成，或者说各种元件按照一定的次序用连接线连接起来就构成了一个电路。因此，元件和连接线是电气图所描述的主要对象，也就是电气图所要表达的主要内容。

实际上，由于采用不同的方式和手段对元件和连接线进行描述，从而显示出了电气图的多样性。例如，在电路图中，元件通常用一般符号表示，而在系统图、框图和接线图中通常用简化外形符号（圆、正方形、长方形）表示。

3. 电气图的布局方法

功能布局法是指电气图中元件符号的布置，只考虑如何便于看出它们所表示元件之间的功能关系，而不考虑实际位置的一种布局方法。电气图中的系统图、电路图都是采用这种布局方法的。例如，有的电路图中，各元件按供电顺序（电源—负荷）排列；有的电路图中，各元件按动作原理排列，至于这些元件的实际位置怎样布置则不予表示。这样的图就是按功能布局法绘制的图。

位置布局法是指电气图中元件符号的布置对应于该元件实际位置的布局

方法。电气图中的接线图、位置图、平面布置图通常采用这种布局方法。例如,有的电路图中,配电箱内各元件基本上都是按元件的实际相对位置布置和接线的;有的电路图中的平面图中,配电箱、电动机及其连接导线是按实际位置布置的。这样的图就是按位置布局法绘制的图。

4. 电气图的基本要素

一个电气系统、设备或装置通常由许多部件、组件、功能单元等组成。这些部件、组件、功能单元等被称为项目。在主要以简图形式表示的电气图中,为了描述和区分这些项目的名称、功能、状态、特征及相互关系、安装位置、电气连接等,没有必要也不可能画出各种元器件的外形结构,一般是用一种简单的符号表示的。这些符号就是图形符号。显然,在一个图中用一个符号来表示是不严格的,还必须在符号旁标注不同的文字符号(严格地讲,应该是项目代号),以区别其名称、功能、状态、特征及安装位置等。这样,图形符号和文字符号的结合就能使人们一看就知道它是不同用途的器件,并且由于在同一图中文字符号的唯一性,使得描述同一对象的各种图样和技术文件中,其对应关系就明确了。因此,图形符号、文字符号(或项目代号)是电气图的主要组成部分,制图与读图过程中都必须很好运用。当然,为了更具体地加以区分,在一些图中除了标注文字符号外,有时还要标注技术数据,比如型号、规格等。

四、电气图的特征

1. 清楚易懂

电气图是用图形符号、连线或简化外形来表示系统或设备中各组成部分之间相互电气关系及其连接关系的一种图。

某一变电所电气图如图1-8所示,10 kV电压变换为0.38 kV低压,分配给4条支路,图中各部分用文字符号表示,并给出了变电所各设备的名称、功能和电流方向及各设备连接关系和相互位置关系,但没有给出具体位置和尺寸。

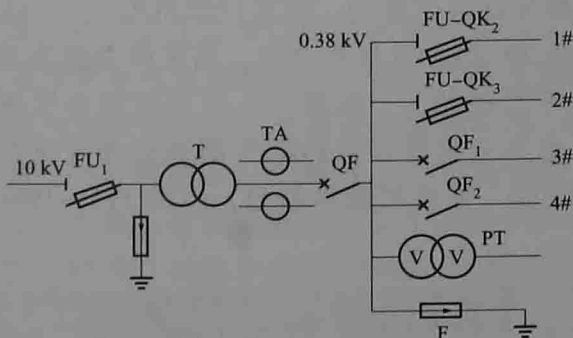


图 1-8 变电所电气图

2. 简单明了

电气图是采用电气元器件或设备的图形符号、文字符号和连线来表示的,没有必要画出电气元器件的外形结构,所以对于系统构成、功能及电气接线等,通常都采用图形符号、文字符号来表示。

3. 特性鲜明

电气图主要是表示成套装置或设备中各元器件之间的电气连接关系,不论是说明电气设备工作原理的电路图、供电关系的电气系统图,还是表明安装位置和接线关系的平面图和连线图等,都表达了各元器件之间的连接关系。

4. 布局合理

电气图的布局依据图所表达的内容而定。电路图、系统图是按功能布局,只考虑便于看出元件之间功能关系,而不考虑元器件实际位置,要突出设备的工作原理和操作过程,按照元器件动作顺序和功能作用,从上而下、从左到右布局。而对于接线图、平面布置图,则要考虑元器件的实际位置,所以应按位置布局。

5. 形式多样

对系统的元件和连接线的描述方法不同,构成了电气图的多样性,如元件可采用集中表示法、半集中表示法、分散表示法,连线可采用多线表示、单线表示和混合表示。同时,一个电气系统中各种电气设备和装置之间,从不同角度、不同侧面去考虑,存在不同关系。

五、电气制图与电气图形符号国家标准

1. 电气图标准简介

绘制电气图、阅读电气图的基本依据是电气制图与电气简图用图形符号的国家标准。电气制图的国家标准 GB/T 6988^[1]也称“电气技术文件编制”,它与电气简图用图形符号的国家标准 GB/T 4728 共同构成电气制图的基本依据。伴随着电气技术的发展,电气图的表达形式、表示方法,电气图的功能、种类等也是不断发展与日臻完善的。随着我国机电工业的发展和标准化工作的开展,特别是20世纪60年代初期,国家科委批准发布了一批电气图形符号、文字符号等方面的5个标准,从而使我国电气图逐渐实现了标准化,初步形成了一套具有我国特色的电气图规则和表达形式。这5个标准是:GB 312—1964《电工系统图图形符号》,GB 313—1964《电力及照明平

[1] “GB/T”是推荐性国家标准的标准代号,国家标准分为强制性和推荐性两类。“6988”表示该标准的编号,编号后可标以标准的发布年份。例如GB/T 6988.1—1997,表示GB/T 6988.1这个标准是1997年发布的。