

全国铁道职业教育教学指导委员会规划教材
高等职业教育专业基础课系列规划教材

电气制图

黄绘 主编



中国铁道出版社

2014年·北京

内 容 简 介

本书共分为三章。第1章是电气制图的基础知识,主要讲述电气图的分类及特点、电气制图的一般规定、常用电气图形符号等内容。第2章是 AutoCAD2012 基本绘图,内容包括 AutoCAD2012 操作界面、基本输入操作、辅助绘图工具、常用绘图工具、常用编辑工具、文字和表格、尺寸标注、图块、图层和图形特性、打印图形等内容。第3章是电气制图综合实例,包括电力系统工程图实例、机床电气控制原理图实例、建筑电气工程图实例、电子线路图实例、单片机电路原理图实例等内容。

本书为高等职业教育电类专业的 CAD 教材,也可作为中等职业学校及其相关专业学生的教材。同时也可作为自学者参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

电气制图/黄绘主编. —北京:中国铁道出版社,

2014. 6

全国铁道职业教育教学指导委员会规划教材 高等职业
教育专业基础课系列规划教材

ISBN 978-7-113-16978-7

I. ①电… II. ①黄… III. ①电气制图—计算机制图
—AutoCAD 软件—高等职业教育—教材 IV. ①TM02-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 163891 号

书 名:电气制图
作 者:黄 绘 主编

策 划:阚济存

责任编辑:阚济存

编辑部电话:010-51873133

电子信箱:td51873133@163.com

封面设计:崔 欣

责任校对:马 丽

责任印制:李 佳

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址:<http://www.51eds.com>

印 刷:北京大兴县新魏印刷厂

版 次:2014年6月第1版 2014年6月第1次印刷

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:11.25 字数:282 千

印 数:1~3 000 册

书 号:ISBN 978-7-113-16978-7

定 价:25.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010)51873174(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659,传真(010)63549480

前 言

AutoCAD(Auto Computer Aided Design)是美国 Autodesk 公司 1982 年开发的绘图软件,具有绘图效率高、速度快、精度高、易于修改、便于管理和交流的特点。如今 AutoCAD 已广泛应用于电气工程、建筑工程、服装工程等与生活息息相关的领域中,实际上它已成为一种通用的绘图软件,是工程设计技术人员之间交流思想的共同语言。由于电气技术的复杂性、广泛性和特殊性,电气图逐渐成为一种独特的专业技术图种,使用 AutoCAD 绘制电气图,在我国电气工程设计领域已经占据了主导地位。

《电气制图》是电类专业的基础课程,目的在于培养学生绘制和阅读电气工程图样的基本能力,培养学生的综合图形表达能力。AutoCAD 作为一种通用绘图软件,也是学生完成后续的课程设计、毕业设计的重要工具之一。

根据教育部对高职高专培养目标的要求以及电类专业的特点,本书在编写过程中,突出高职高专培养高技能型人才的教學特点,以加强实践能力的培养为原则,精心组织有关内容,使其更具有针对性、实用性和可读性。本书通过多个实例,详细介绍了利用 AutoCAD 2012 绘制电气工程图的方法。

本书的主要特点是:

1. 绘图与识图同步。读者在使用 AutoCAD 2012 练习电气工程图绘制的同时,能够识别各种电气工程图。
2. 掌握绘图技巧。本书的电气工程图绘制介绍中应用了很多电气制图的基本操作和技巧。
3. 本书全部电气图形符号均采用最新国标,所有电气工程图实例均经过实践检验。

在本书的编写过程中,参阅了大量的文献资料,相关电气工程技术人员提供了大量有价值的电气工程实例,并对全书的编写提出了有价值的建议。在此,向关心和支持本书出版的所有单位和个人以及参考文献的作者表示衷心的感谢。

本书由柳州铁道职业技术学院黄绘主编,负责本书的组织和统稿,并编写了第 1 章、第 2 章第 3~6 小节和第 10 小节、第 3 章第 1 小节。参加编写的有柳州铁

道职业技术学院刘净(第2章第1、2小节)、赵文飞(第2章第7~9节、第3章第2小节)、南京铁道职业技术学院刘光平(第3章第3小节)、天津铁道职业技术学院魏力(第3章第4、5小节)。

由于编者水平有限,书中难免有欠妥和错误之处,敬请读者批评指正。

编者
2014年3月

目 录

1 电气制图的基础知识	1
1.1 电气图的分类及特点	1
1.2 电气制图的一般规定	3
1.3 常用电气图形符号	7
复习思考题	11
2 AutoCAD 2012 基本绘图	12
2.1 AutoCAD 2012 操作界面	12
2.2 基本输入操作	15
2.3 辅助绘图工具	18
2.4 常用绘图命令	32
2.5 常用编辑命令	52
2.6 文字与表格的创建	72
2.7 尺寸标注	82
2.8 图 块	103
2.9 图层与图形特性	112
2.10 打印图形	118
复习思考题	125
3 电气制图综合实例	127
3.1 电力系统工程图实例	127
3.2 机床电气控制原理图实例	140
3.3 住宅建筑电气照明平面图实例	147
3.4 电子线路图实例	153
3.5 单片机电路原理图实例	165
复习思考题	172
参考文献	174

1 电气制图的基础知识

1.1 电气图的分类及特点

1.1.1 电气工程的分类

电气工程应用十分广泛,分类方法有很多种。电气工程图主要用来表现电气工程的构成和功能,描述各种电气设备的工作原理,提供安装接线和维护的依据。从这个角度来说,电气工程主要可以分为以下几类:

1. 电力工程

电力工程又分为发电工程、变电工程和输电工程 3 类,分别介绍如下:

(1) 发电工程

根据不同电源性质,发电工程主要可分为火电、水电、核电这 3 类。发电工程中的电气工程指的是发电厂电气设备的布置、接线、控制及其他附属项目。

(2) 变电工程

变电工程分升压变电站和降压变电站。升压变电站将发电站发出的电能升压,以减少远距离输电的电能损失;降压变电站将电网中的高电压降为各级用户能使用的低电压。

(3) 输电工程

用于连接发电厂、变电站和各级电力用户的输电线路,包括内线工程和外线工程。内线工程指室内动力、照明电气线路及其他线路;外线工程指室外电源供电线路,包括架空电力线路、电缆电力线路等。

2. 电子工程

电子工程主要是指应用于家用电器、广播通信、计算机等众多领域的弱电信号设备和线路。

3. 工业电气

工业电气主要是指应用于机械、工业生产及其他控制领域的电气设备,包括机床电气、工厂电气、汽车电气和其他控制电气。

4. 建筑电气

建筑电气工程主要是应用于工业和民用建筑领域的动力照明、电气设备、防雷接地等,包括各种动力设备、照明灯具、电器以及各种电气装置的保护接地、工作接地、防静电接地等。

1.1.2 电气图的分类

电气图根据其所表达的信息类型和表达方式,主要有以下几类:系统图或框图、电路图、接线图或接线表、位置图、逻辑图和功能表图等。

1. 系统图或框图

系统图或框图是一种用符号或带注释的图框概略地表示系统、分系统、成套装置或设备等

的基本组成、相互关系及其主要特征的简图。

2. 电路图

电路图也叫电气原理图,是用图形符号按照工作原理顺序排列,详细表示电路、设备或成套装置的组成和连接关系,而不考虑实际位置的一种简图。

3. 接线图或接线表

接线图或接线表是表示成套装置、设备或装置连接关系的一种简图或表格。接线图或接线表可以分为:单元接线图或单元接线表;互连接线图或互连接线表;端子接线图或端子接线表;电缆图或电缆表。

4. 位置图

位置图是表示成套装置、设备或装置中各个项目的具体位置的一种简图。

5. 逻辑图

逻辑图是用连线把二进制逻辑单元图形符号按逻辑关系连接起来而绘制成的一种简图。

6. 功能表图

功能表图是表示控制系统的作用和状态的一种简图。

1.1.3 电气工程的电气图构成

一般而言,一项电气工程的电气图通常由以下几部分构成。

1. 目录和前言

目录包括序号、图名、图纸编号、张数、备注等。前言包括设计说明、图例、设备材料明细表、工程经费概算等。

2. 电气系统图和框图

电气系统图和框图主要表示整个工程或者其中某一项目的供电方式和电能输送的关系,亦可表示某一装置各主要组成部分的关系。如电气一次主接线图、建筑供配电系统图、控制原理框图等。

3. 电路图

电路图主要表示某一系统或者装置的工作原理。如电动机控制回路图、继电保护原理图等。

4. 接线图

接线图主要表示电气装置的内部各元件之间以及与其他装置之间的连接关系,用于设备的安装、调试及维护。

5. 电气平面图

电气平面图主要表示某一电气工程中的电气设备、装置和线路的平面布置。它一般是在建筑平面的基础上绘制出来的。常见的电气平面图主要有线路平面图、变电所平面图、弱电系统平面图、照明平面图、防雷与接地平面图等。

6. 设备布置图

设备布置图主要表示各种设备的布置方式、安装方式及相互间的尺寸关系,主要包括平面布置图、立面布置图、断面图、纵横剖面图等。

7. 设备元件和材料表

设备元件和材料表是把某一电气工程所需设备、元件、材料和有关的数据列成表格,表示

其名称、型号、规格和数量等。

8. 大样图

大样图主要表示电气工程某一部件的结构,用于指导加工与安装,其中一部分大样图为国家标准图。

9. 产品使用说明书用电气图

电气工程中选用的设备和装置,其生产厂家往往随产品使用说明书附上相关的电气图。

10. 其他电气图

在电气工程图中,电气系统图、电路图、接线图和平面图是最主要的图。在一些较复杂的电气工程中,为了补充和详细说明某一方面,还需要一些特殊的电气图,例如逻辑图、功能图、曲线图、表格等。

1.1.4 电气图的特点

1. 图形符号、文字符号和项目代号是电气图的基本要素

一个电气系统或装置通常由许多部件、组件构成,这些部件、组件或者功能模块称为项目。项目一般由简单的符号表示,即图形符号。通常每个图形符号都有相应的文字符号。在同一个图上,为了区别同类的设备,必须加上设备编号。设备编号和文字符号一起构成项目代号。

2. 简图是电气图的主要表现形式

简图是用图形符号和带注释的图框或简单外形图表示系统或设备中各组成部分之间相互关系的一种图。电气工程图绝大多数都采用简图的形式。

3. 元件和连接线是电气图描述的主要内容

在电气图中,电气装置主要由电气元件和连接线组成。无论电路图、系统图,还是接线图和平面图都是以电气元件和连接线作为描述的主要内容。

4. 功能布局法和位置布局法是电气图的基本布局方法

功能布局法是指电气图中元件符号的位置,只考虑便于表述它们所表示的元件间的功能关系而不考虑实际位置的一种布局方法。如电气工程中的系统图、电路图等。

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。如电气工程中的接线图、平面图等。

5. 电气图具有多样性

对能量流、逻辑流、信息流、功能流等的不同描述方式,构成了电气图的多样性。如描述能量流和信息流的电气图有系统图、电路图、框图、接线图等;描述逻辑流的电气图有逻辑图等;描述功能流的电气图有功能表图、程序图等。

1.2 电气制图的一般规定

1.2.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689—2008)

1. 图纸幅面

图纸幅面是指由图纸宽度 B 与长度 L 所组成的图面。绘图时,图纸可以横放,也可以竖放。

GB/T 14689—2008《技术制图图纸幅面和格式》规定,绘制技术图样时,应优先采用

表 1.1 所规定的 5 种基本幅面。必要时,允许选用由基本幅面的短边成整数倍增加后所得的加长幅面。图 1.1 中粗实线所示为基本幅面,即第一选择;细实线所示为第二选择(表 1.2);虚线所示为第三选择(表 1.3)。

表 1.1 图纸幅面及图框格式尺寸

单位: mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1 189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

表 1.2 图纸加长幅面(第二选择)

单位: mm

幅面代号	尺寸 $B \times L$	幅面代号	尺寸 $B \times L$
A3 × 3	420 × 891	A4 × 4	297 × 841
A3 × 4	420 × 1 189	A4 × 4	297 × 841
A4 × 3	297 × 630	A4 × 5	297 × 1 051

表 1.3 图纸加长幅面(第三选择)

单位: mm

幅面代号	尺寸 $B \times L$	幅面代号	尺寸 $B \times L$
A0 × 2	1 189 × 1 682	A3 × 5	420 × 1 486
A0 × 3	1 189 × 2 523	A3 × 6	420 × 1 783
A1 × 3	841 × 1 783	A3 × 7	420 × 2 080
A1 × 4	841 × 2 378	A4 × 6	297 × 1 261
A2 × 3	594 × 1 261	A4 × 7	297 × 1 471
A2 × 4	594 × 1 682	A4 × 8	297 × 1 682
A2 × 5	594 × 2 102	A4 × 9	297 × 1 892

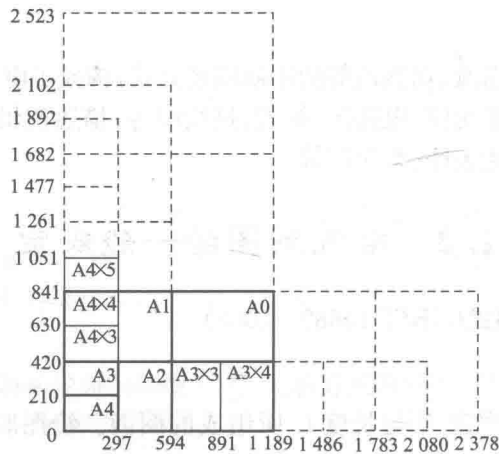


图 1.1 图纸幅面

2. 图框

图框是指图纸上限定绘图区域的线框,必须用粗实线画出。图框格式分为不留装订边和留有装订边两种,同一产品只能采用一种格式。

不需要装订的图纸,图框格式如图 1.2 所示,其尺寸按表 1.1 规定。需要装订的图纸,其图框格式如图 1.3 所示,一般采用 A3 幅面横装或 A4 幅面竖装。

加长幅面的图框尺寸,按所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定。例如, A3×4 的图框尺寸,应按 A2 的图框尺寸,即 $e=10$ (或 $c=10$)。

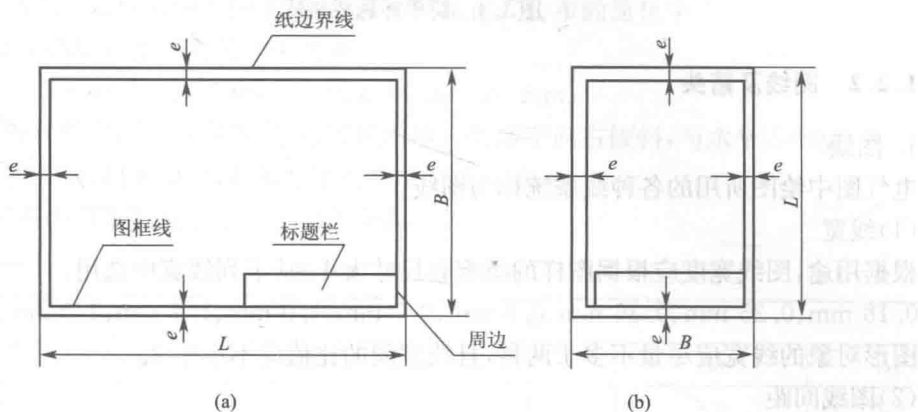


图 1.2 无装订边的图纸格式

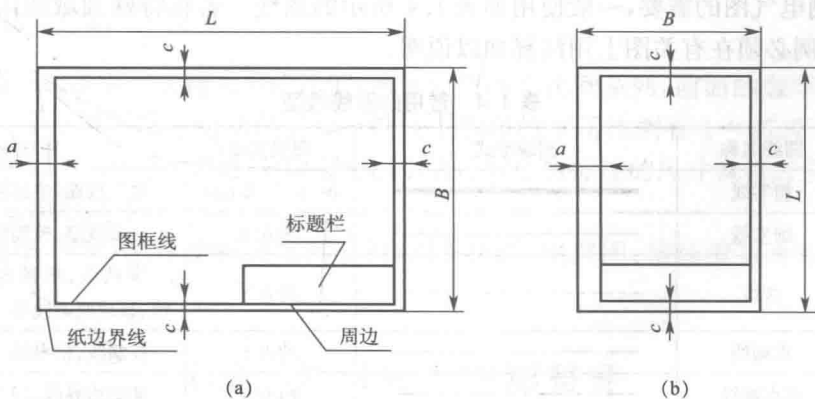


图 1.3 有装订边的图纸格式

3. 标题栏

标题栏是图纸提供图样信息、图样所表达的产品信息及图样管理信息等内容的栏目。每张图纸都必须画出标题栏,其格式和尺寸按 GB/T 10609.1—2008《技术制图 标题栏》的规定绘制,各设计单位亦可根据各自需求作相应变化。

当标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时,则构成 X 型图纸,如图 1.2(a)和图 1.3(a)所示;若标题栏的长边与图纸的长边垂直时,则构成 Y 型图纸,如图 1.2(b)和图 1.3(b)所示。在这两种情况下,看图的方向与看标题栏的方向一致。

在校学习期间推荐使用简单标题栏格式,如图 1.4 所示。

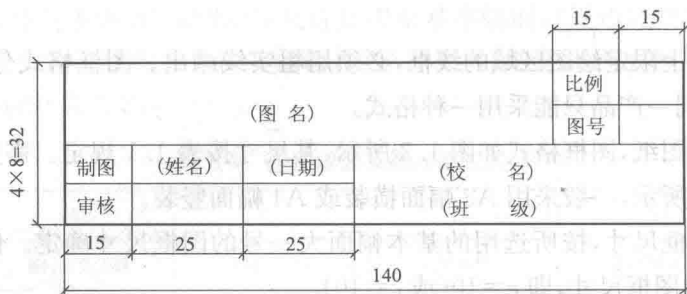


图 1.4 简单标题栏格式

1.2.2 图线及箭头

1. 图线

电气图中绘图所用的各种线条统称为图线。

(1) 线宽

根据用途,图线宽度应根据图样的类型和尺寸大小,从下列线宽中选用:

0.18 mm、0.25 mm、0.35 mm、0.5 mm、0.7 mm、1.0 mm、1.4 mm、2.0 mm。

图形对象的线宽应尽量不多于两种,且线宽间的比值应不小于 2。

(2) 图线间距

平行线(包括阴影线)之间的最小间距不小于粗线宽度的两倍,建议不小于 0.7 mm。

(3) 图线线型

根据绘制电气图的需要,一般使用如表 1.4 所示的图线。若在特殊领域使用其他形式的图线时,按惯例必须在有关图上用注释加以说明。

表 1.4 常用的图线线型

序号	图线名称	图线形式	图线宽度	图线应用
1	粗实线		$b=0.5\sim 2\text{ mm}$	电气线路(主回路、干线、母线)
2	细实线		约 $b/3$	一般线路、控制线
3	虚线		约 $b/3$	屏蔽线、机械连线、电气暗敷线、事故照明线等
4	点画线		约 $b/3$	控制线、信号线、边界线等
5	双点画线		约 $b/3$	辅助边界线、36 V 以下线路等
6	加粗实线		约 $2\sim 3b$	汇流排(母线)
7	较细实线		约 $b/4$	轮廓线、尺寸线等



2. 箭头

电气图中使用的箭头有两种。一种是开口箭头,另一种是实心箭头,如表示力、运动或可变性方向。电气图中的箭头形式及意义如表 1.5 所示。

表 1.5 箭头形式及应用

箭头名称	箭头形式	箭头应用
开口箭头		用于信号线、信息线、连接线,表示电气能量、电气信号的传输方向,即能量流、信息流的流向,单向传动,单向流动

续上表

箭头名称	箭头形式	箭头应用
实心箭头		用于表示非电过程中材料或介质的流向
		用于表示运动或力的方向,也用作可变性限定符号、指引线和尺寸线的一种末端

1.2.3 字 体

电气图中的字体,应采用长仿宋体,并采用国家正式公布的简化字。

常用的文字高度可在下列尺寸中选择:

2.5 mm、3.5 mm、5 mm、7 mm、10 mm、14 mm、20 mm。

汉字、字母和数字可写成直体,亦可写成斜体。斜体字向右倾斜,与水平方向成 75° 。

文字高度视图纸幅面而定,其最小字符高度见表 1.6。

各行文字间的行距不应小于 1.5 倍的字高。

表 1.6 最小字符高度

字符高度(mm)	图 幅				
	A0	A1	A2	A3	A4
汉字	5	5	3.5	3.5	3.5
数字和字母	3.5	3.5	2.5	2.5	2.5

1.2.4 比 例

比例是指所绘图形与实物大小的比值,通常使用缩小比例系列,前面的数字为 1,后面的数字为实物尺寸与图形尺寸的比例倍数。电气工程图的常用比例有 $1:10$ 、 $1:20$ 、 $1:50$ 、 $1:100$ 、 $1:200$ 、 $1:500$ 等。无论采用何种比例,在图样中所标注的尺寸数值必须是实物的实际尺寸,而不是图形尺寸。

设备布置图、平面图、结构图按比例绘制,而系统图、电路图、接线图等通常不需按比例绘制。

1.3 常用电气图形符号

图形符号是用于电气图或其他文件中表示项目或概念的一种图形、记号或符号,是电气技术领域中最基本的工程语言。在电气图中,各元件、设备及线路都是以图形符号、文字符号和项目符号的形式出现的。常用电气图形符号如表 1.7 所示。






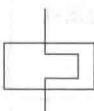



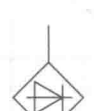
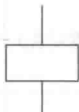

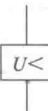
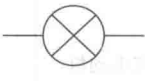
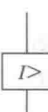
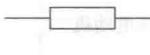
表 1.7 常用电气图形符号

名 称	图形符号	名 称	图形符号
一般三极电源开关		按钮	
		停止	

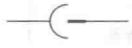
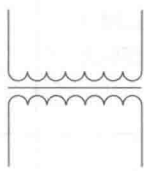

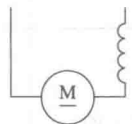
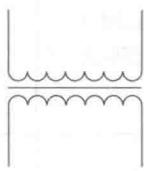
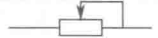
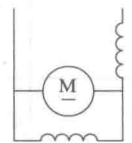
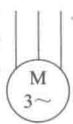





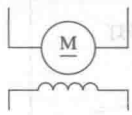
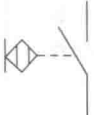
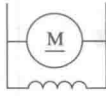
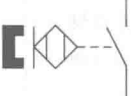
续上表

名称		图形符号	名称		图形符号
低压断路器			按钮	启动	
行程开关	常开触头			复合	
	常闭触头			线圈	
	复合触头		接触器	主触头	
转换开关				常开辅助触头	
速度继电器	常开触头			常闭辅助触头	
	常闭触头		欠电流继电器线圈		
时间继电器	线圈			继电器	常开触头
	延时闭合常开触头		常闭触头		

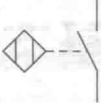

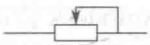
续上表

名称		图形符号	名称	图形符号	
时间继电器	延时断开常闭触头		熔断器		
	延时闭合常闭触头		熔断器式开关		
	延时断开常开触头		热继电器	热元件	
	通电延时线圈			常闭触头	
	断电延时线圈		桥式整流器		
继电器	中间继电器线圈		蜂鸣器		
	欠电压继电器线圈		信号灯		
	过电流继电器线圈		电阻器		

续上表

名称	图形符号	名称	图形符号
接插器		单相变压器	
电磁铁		整流变压器	
串励直流电动机		照明变压器	
带滑动触点的电阻器		控制电路电源的变压器	
复励直流电动机		三相笼型异步电动机	
PNP 型三极管		NPN 型三极管	
三相绕线转子异步电动机		晶闸管(阳极侧受控)	
		半导体二极管	
他励直流电动机		接近敏感开关动合触头	
并励直流电动机		磁铁接近时动作的接近开关动合触头	

续上表

名称	图形符号	名称	图形符号
接近开关动合触头		直流发电机	
带滑动触点的电阻器			



复习思考题

1. 电气工程分为哪些类型?
2. 电气图主要有哪些? 各有什么不同?
3. 电气图有什么特点?
4. 基本幅面有哪几种?
5. 图框有哪些格式?
6. 电气图中一般使用哪些类型的图线?
7. 电气图中有哪些形式的箭头? 各有什么用途?