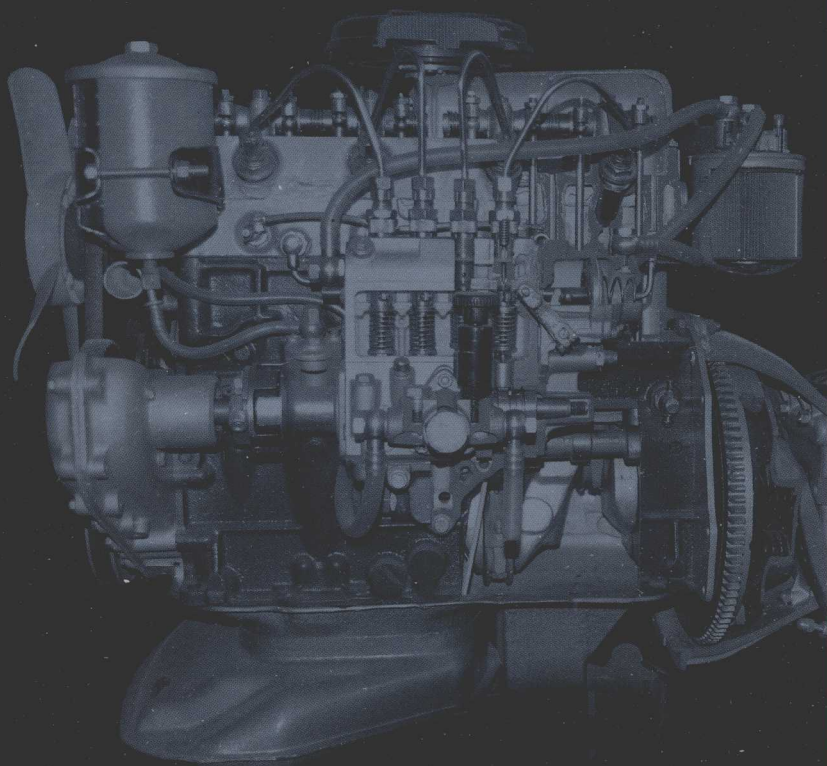




COMPACT
disc
DIGITAL DATA

超值多媒体光盘
大容量、高品质多媒体教程
实例工程文件

- ✓ 总结了作者多年AutoCAD教学心得
- ✓ 全面讲解AutoCAD 2012电气设计的要点和难点
- ✓ 包括大量电气设计制图的典型实例
- ✓ 提供丰富的实验指导和习题
- ✓ 配书光盘提供多媒体语音视频教程和素材文件



AutoCAD 2012 中文版

电气设计标准教程

■ 顾凯鸣 袁小燕 王抗美 编著



清华大学出版社

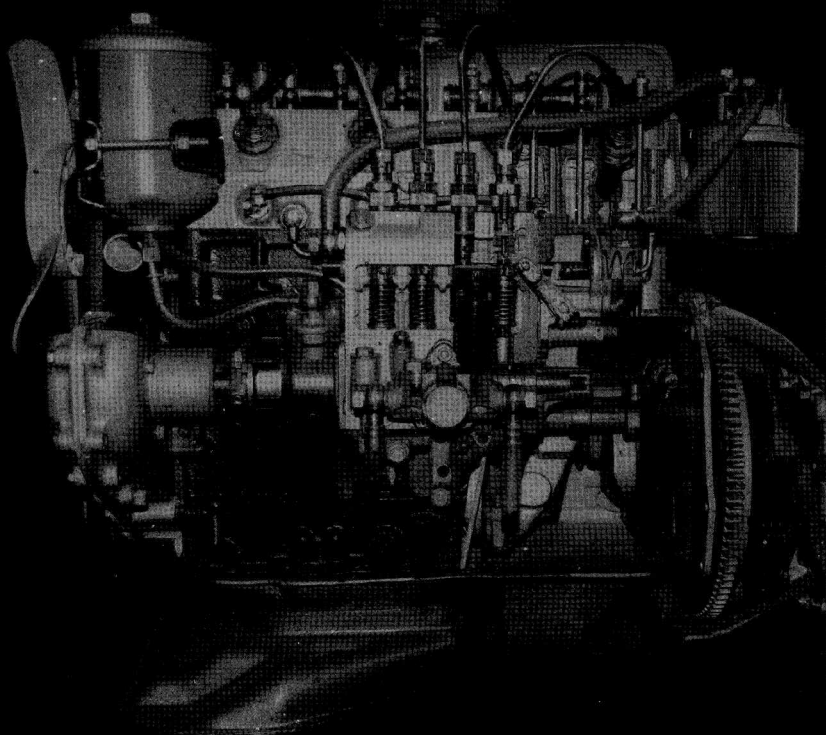


COMPACT
disc
DIGITAL DATA

超值多媒体光盘

大容量、高品质多媒体教程
实例工程文件

- ✓ 总结了作者多年AutoCAD教学心得
- ✓ 全面讲解AutoCAD 2012电气设计的要点和难点
- ✓ 包括大量电气设计制图的典型实例
- ✓ 提供丰富的实验指导和习题
- ✓ 配书光盘提供多媒体语音视频教程和素材文件



AutoCAD 2012 中文版

电气设计标准教程

■ 顾凯鸣 袁小燕 王抗美 编著



中纺院图书馆

Z22305

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书将设计软件与电气制图知识结合起来,以适应现代无纸化设计的趋势,带领读者全面学习设计电气工程图的方法和技巧。全书共分 10 章,主要包括电气工程制图概述、AutoCAD 基本操作、使用图形辅助工具、绘制与编辑二维电气图形、添加尺寸和引线标注、添加文字与表格、使用图块及外部参照、输出与发布图纸等内容。

全书内容丰富,结构安排合理,可作为大中专院校电气 CAD 制图课程的教材和社会培训班用书,还可以作为电气设计技术人员的参考手册。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

AutoCAD 2012 中文版电气设计标准教程/顾凯鸣,袁小燕,王抗美编著. —北京:清华大学出版社,2013.1

(清华电脑学堂)

ISBN 978-7-302-29669-0

I. ①A… II. ①顾… ②袁… ③王… III. ①电气设备-计算机辅助设计-AutoCAD 软件-教材
IV. ①TM02-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 184704 号

责任编辑:袁金敏

封面设计:陈晓兵

责任校对:徐俊伟

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京密云胶印厂

装 订 者:三河市溧源装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:17.25 插 页:1 字 数:431 千字

附光盘 1 张

版 次:2013 年 1 月第 1 版

印 次:2013 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~5000

定 价:39.80 元

产品编号:047782-01

前 言

本书紧紧围绕电气设计这条主线,强调理论和实践的结合,将 AutoCAD 2012 的基本操作技巧和电气设计实际制图结合起来予以介绍。书中逐一对 AutoCAD 2012 软件的基本操作、绘制和编辑各类电气图形、绘制电气设计图、创建和编辑电气三维模型、打印和输出图形等知识体系做了详细的介绍。

本书将设计软件与电气制图知识结合起来,以适应现代无纸化设计的趋势,带领读者全面学习设计电气工程图的方法和技巧。全书共分 10 章,具体内容介绍如下。

第 1 章主要介绍了电气工程图的相关知识,如电气制图的特点、分类、制图规范、电气符号的构成,以及常用电气元件的绘制等相关知识。

第 2 章主要介绍了 AutoCAD 2012 的基础知识,包括 AutoCAD 软件的应用、启动与安装、工作界面、绘图环境以及操作命令和坐标系的设置等相关知识。

第 3 章主要介绍管理 AutoCAD 图形文件、控制视图的显示以及图层的设置和管理的方法,其中包括图层颜色、线宽、线型的设置,以及关闭、锁定图层等内容。

第 4 章主要介绍了图形辅助工具的相关知识,即捕捉工具、夹点工具、查询工具和参数化工具的使用方法等内容。

第 5 章主要介绍了使用点、线、矩形和正多边形等工具绘制图形的方法和技巧,这是 AutoCAD 2012 绘图软件的常用命令。

第 6 章主要介绍了选取对象和常用编辑图形工具的使用方法和技巧,包括选取图形的方式、移动、修剪、复制等常用的编辑命令。

第 7 章主要介绍了设置尺寸标注、添加基本尺寸标注、编辑尺寸标注、添加公差标注和引线标注的方法。

第 8 章主要介绍了添加文字和表格的相关知识,包括设置文字样式、添加单行文本和多行文本、使用字段和添加表格等内容。

第 9 章主要介绍定义块、动态块和块属性的方法,并且详细介绍了使用外部参照和 AutoCAD 设计中心插入各种对象的方法。

第 10 章主要介绍输出与发布图纸的相关知识,如输出图纸、设置打印参数、布局空间打印图纸、创建与编辑打印视口和发布图纸的方法。

本书是指导初学者学习 AutoCAD 2012 中文版绘图软件的基础图书,全面系统地介绍了使用该新版软件进行电气设计的方法,主要有以下特色。

(1) 知识的系统性

从整本书的内容安排上,可以了解到全书的内容是一个循序渐进的过程,各章节知识环环相扣,紧密相联。为了提高用户的实际绘图能力,在讲解软件专业知识的同时,各章都安排了丰富的课堂练习以辅助读者巩固知识,这样安排可快速解决读者在学习软件过程中所遇到的大量实际问题。

(2) 内容的实用性

在定制本教程的知识框架时,将写作的重心放在体现内容的实用性上。因此无论从

各种专业知识讲解,以及各个课堂练习和上机实训的挑选中,都与电气设计紧密联系在一起。这些练习采用了与相关理论知识相结合,同时附有简洁明了的步骤说明,使用户在绘制过程中不仅巩固了知识,而且通过这些练习建立产品设计思路,在今后的设计过程中达到举一反三的效果。

本着服务读者、奉献社会的理念,我们精心组织并编写了本书。本书由南京信息职业技术学院顾凯明、袁小燕、王抗美三位老师主编,同时任海峰、张丽、胡文华、尚峰、蒋燕燕、张阳、李凤云、李晓楠、吴巧格、唐龙、王雪丽、张旭等人也参与了部分内容的编写与校对工作。在创作过程中,他们都花费了大量的心血,在此表示感谢。虽然我们已经尽力将本书做到更好,但仍有疏漏与不足之处,恳请广大读者予以指正。

编 者

2012年5月

目 录

第 1 章 电气工程制图概述	1	2.4.3 设置绘图比例	21
1.1 电气工程制图概述	2	2.4.4 设置命令行属性	22
1.1.1 电气工程的分类	2	2.4.5 十字光标的设置	23
1.1.2 电气工程图的类型	2	2.5 操作命令调用方法	23
1.1.3 电气工程图的组成	3	2.5.1 使用命令行操作	24
1.1.4 电气工程图的特点	4	2.5.2 使用功能菜单操作	24
1.2 电气工程制图规范	5	2.5.3 重复命令操作	24
1.2.1 图纸格式	5	2.5.4 取消命令操作	24
1.2.2 图线	6	2.6 设置坐标系	25
1.2.3 箭头与指引线	7	2.6.1 坐标系概述	25
1.2.4 导线连接形式表示方式	8	2.6.2 输入坐标	26
1.2.5 字体与比例	8	2.6.3 更改坐标样式	26
1.2.6 元器件放置规则	9	2.7 课堂练习	27
1.3 电气符号构成与分类	9	2.7.1 绘制无源器件	27
1.3.1 认识常用电气符号	9	2.7.2 绘制半导体器件	30
1.3.2 电气符号的分类	10	2.7.3 绘制开关	33
1.4 课后习题	12	2.8 课后习题	36
第 2 章 认识 AutoCAD 2012	13	第 3 章 AutoCAD 基本操作	38
2.1 AutoCAD 概述	14	3.1 管理 AutoCAD 图形文件	39
2.2.1 关于 AutoCAD	14	3.1.1 新建图形文件	39
2.2.2 AutoCAD 软件的应用	14	3.1.2 保存图形文件	39
2.2 AutoCAD 2012 的启动与安装	14	3.1.3 打开图形文件	41
2.2.1 安装 AutoCAD 2012	15	3.1.4 关闭图形文件	41
2.2.2 启动 AutoCAD 2012	15	3.1.5 加密图形文件	42
2.2.3 退出 AutoCAD 2012	15	3.2 控制视图显示操作	42
2.3 AutoCAD 2012 工作界面	16	3.2.1 缩放视图	42
2.3.1 应用程序菜单	16	3.2.2 平移视图	43
2.3.2 快速访问工具栏	17	3.2.3 重画与重生成视图	43
2.3.3 标题栏	18	3.3 设置图层	44
2.3.4 功能区	18	3.3.1 新建图层	44
2.3.5 绘图区	18	3.3.2 图层颜色的设置	45
2.3.6 命令行	19	3.3.3 图层线型的设置	46
2.3.7 状态栏	19	3.3.4 图层线宽的设置	47
2.3.8 快捷菜单	20	3.4 管理图层	47
2.4 设置 AutoCAD 2012 绘图环境	20	3.4.1 置为当前层	48
2.4.1 切换工作空间	20	3.4.2 打开/关闭图层	48
2.4.2 设置绘图单位	21	3.4.3 冻结/解冻图层	48
		3.4.4 锁定/解锁图层	48

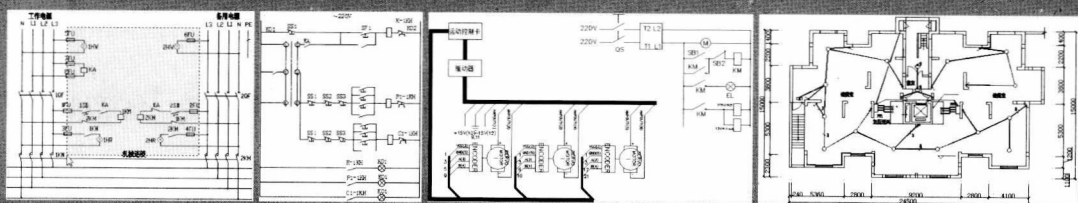
3.4.5	删除图层	49	5.2.3	绘制构造线	98
3.4.6	合并图层	49	5.2.4	绘制多线	99
3.4.7	隔离图层	50	5.2.5	绘制多段线	99
3.4.8	保存并输出图层	51	5.2.6	绘制样条曲线	100
3.5	课堂练习	51	5.2.7	绘制云线	100
3.5.1	制信号器件	51	5.3	绘制曲线	101
3.5.2	绘制电磁阀工作原理图	54	5.3.1	绘制圆	101
3.5.3	绘制车床电气图	58	5.3.2	绘制圆弧	101
3.6	课后习题	65	5.3.3	绘制椭圆和椭圆弧	102
第4章	使用图形辅助工具	67	5.3.4	绘制圆环	103
4.1	使用捕捉工具	68	5.3.5	绘制螺旋线	103
4.1.1	对象捕捉功能	68	5.4	绘制矩形和正多边形	103
4.1.2	极轴追踪功能	68	5.4.1	绘制矩形	103
4.1.3	对象捕捉追踪功能	69	5.4.2	绘制正多边形	104
4.1.4	使用捕捉和栅格、 正交模式	70	5.4.3	绘制面域	105
4.1.5	使用动态输入	71	5.5	课堂练习	105
4.2	使用夹点工具	72	5.5.1	绘制变送器控制柜 电气图	105
4.2.1	夹点的设置	72	5.5.2	绘制液位控制器电路图	109
4.2.2	交点的编辑	72	5.5.3	绘制电机驱动控制 电路图	115
4.3	使用查询工具	73	5.6	课后习题	118
4.3.1	距离查询	73	第6章	编辑二维电气图形	120
4.3.2	半径查询	73	6.1	选取图形	121
4.3.3	角度查询	74	6.1.1	选取图形的方式	121
4.3.4	面积/周长查询	74	6.1.2	快速选取	123
4.3.5	面域/质量查询	75	6.1.3	编组选取	123
4.4	使用参数化工具	75	6.1.4	过滤选取	125
4.4.1	几何约束	76	6.2	改变图形位置	125
4.4.2	标注约束	76	6.2.1	移动图形	125
4.5	课堂练习	78	6.2.2	旋转图形	126
4.5.1	绘制输电保护工程图	78	6.3	改变图形大小	126
4.5.2	绘制气缸供气系统图	82	6.3.1	缩放图形	126
4.5.3	绘制录音机电路	86	6.3.2	修剪图形	127
4.6	课后习题	94	6.3.3	拉伸图形	128
第5章	绘制二维图形	95	6.3.4	拉长图形	128
5.1	绘制点	96	6.3.5	延伸图形	129
5.1.1	设置点样式	96	6.4	复制图形	129
5.1.2	绘制点	96	6.4.1	复制图形	129
5.1.3	定数等分对象	97	6.4.2	偏移图形	130
5.1.4	测量	97	6.4.3	镜像图形	131
5.2	绘制线段	98	6.4.4	阵列图形	131
5.2.1	绘制直线	98	6.5	修改图形	132
5.2.2	绘制射线	98			

6.5.1	图形倒角	132	7.5	编辑尺寸标注	171
6.5.2	图形倒圆角	133	7.5.1	重新关联尺寸标注	172
6.5.3	分解图形	133	7.5.2	修改尺寸标注	172
6.5.4	合并图形	134	7.5.3	修改尺寸文字和角度	172
6.5.5	打断图形	134	7.6	添加引线标注	173
6.6	编辑多线、多段线和样条曲线	135	7.6.1	新建引线样式	173
6.6.1	设置多线样式	135	7.6.2	添加引线	175
6.6.2	编辑多线	136	7.6.3	对齐引线	176
6.6.3	编辑多段线	136	7.6.4	删除引线	176
6.6.4	编辑样条曲线	137	7.7	课堂练习	176
6.7	填充图形图案	138	7.7.1	为电气图添加尺寸标注	176
6.7.1	图案的填充	138	7.7.2	绘制变频柜综合控制屏 线路图	179
6.7.2	编辑图案填充	139	7.7.3	变电工程图	183
6.7.3	渐变色的填充	140	7.8	课后习题	192
6.7.4	孤岛填充的方式	141	第8章	添加文字与表格	193
6.8	课堂练习	142	8.1	设置文字样式	194
6.8.1	绘制单片机引脚图	142	8.1.1	设置文字样式	194
6.8.2	绘制电动机控制电路图	142	8.1.2	修改样式	195
6.8.3	绘制制药车间动力控制 系统图	150	8.1.3	管理样式	195
6.9	课后习题	153	8.2	添加单行文本	196
第7章	添加尺寸、引线标注	155	8.2.1	创建单行文本	196
7.1	尺寸标注概述	156	8.2.2	编辑单行文本	197
7.1.1	尺寸标注的组成	156	8.2.3	输入特殊字符	198
7.1.2	尺寸标注的原则	156	8.3	添加多行文本	198
7.2	设置尺寸标注样式	157	8.3.1	设置多行文本样式和 格式	198
7.2.1	新建尺寸样式	157	8.3.2	设置多行文本段落	199
7.2.2	修改尺寸样式	158	8.3.3	调用外部文本	200
7.2.3	删除尺寸样式	163	8.3.4	查找与替换文本	200
7.3	添加基本尺寸标注	164	8.4	使用字段	201
7.3.1	线性标注	164	8.4.1	插入字段	201
7.3.2	对齐标注	165	8.4.2	更新字段	202
7.3.3	角度标注	166	8.5	添加表格	202
7.3.4	弧长标注	167	8.5.1	设置表格样式	202
7.3.5	半径/直径标注	167	8.5.2	创建与编辑表格	204
7.3.6	连续标注	168	8.5.3	调用外部表格	206
7.3.7	快速标注	168	8.6	课堂练习	206
7.3.8	基线标注	169	8.6.1	绘制调频器电路	206
7.3.9	折弯半径标注	169	8.6.2	绘制厂房消防报警系 统图	210
7.4	添加公差标注	170	8.6.3	绘制楼房照明系统图	212
7.4.1	尺寸公差设置	170	8.7	课后习题	218
7.4.2	形位公差设置	170			

第 9 章 使用图块及外部参照	219	9.6.3 绘制变频控制电路图	242
9.1 插入图块	220	9.7 课后习题	248
9.1.1 创建图块	220	第 10 章 输出与发布图纸	249
9.1.2 插入图块	221	10.1 输出图纸	250
9.1.3 修改图块	222	10.1.1 插入 OLE 对象	250
9.2 编辑图块属性	222	10.1.2 输出图纸	250
9.2.1 创建与附着属性	222	10.2 打印图纸	251
9.2.2 编辑块的属性	224	10.2.1 设置打印参数	251
9.3 使用外部参照	225	10.2.2 打印图纸方式	254
9.3.1 附着外部参照	225	10.3 布局空间打印图纸	254
9.3.2 管理外部参照	227	10.3.1 利用向导创建布局	255
9.3.3 剪裁外部参照	227	10.3.2 切换布局空间	255
9.3.4 调整外部参照	227	10.3.3 利用样板创建布局	256
9.4 使用设计中心	228	10.4 创建与编辑打印视口	256
9.4.1 启动设计中心功能	228	10.4.1 创建打印视口	256
9.4.2 图形内容的搜索	229	10.4.2 设置视口	257
9.4.3 插入图形内容	230	10.4.3 改变视口样式	257
9.5 设置动态块	230	10.5 发布图纸	258
9.5.1 创建动态块	230	10.5.1 Web 浏览器应用	258
9.5.2 使用参数	231	10.5.2 超链接管理	259
9.5.3 使用动作	232	10.5.3 电子传递设置	259
9.5.4 使用参数集	233	10.5.4 发布图纸到 Web	260
9.5.5 使用约束	234	10.6 课堂练习	260
9.6 课堂练习	236	10.6.1 打印电气图纸	260
9.6.1 绘制电压表测量线路图	236	10.6.2 图纸发布	263
9.6.2 绘制电流表测量线路图	239	10.7 课后习题	266

第1章

电气工程制图概述



电气工程图主要用来描述电气设备或系统的工作原理，其应用非常广泛，几乎遍布于工业生产和日常生活的各个环节。在国家颁布的工程制图标准中，对电气工程图的制图规则做了详细的规定。

本章主要介绍电气工程制图概述、电气工程制图规范、电气符号构成与分类，以及绘制常用电气元件等内容。

本章学习要点：

- 了解电气工程制图概述
- 了解电气工程制图规范
- 掌握电气符号的构成与分类
- 掌握常用电气元件的绘制

1.1 电气工程制图概述

电气工程图是一类示意性图纸,它主要用来描述电气设备或系统的工作原理,以及有关组成部分的连接关系。

1.1.1 电气工程的分类

电气工程的分类方法有很多。由于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、提供安装接线盒维护的依据。从这方面来分析,电气工程主要可以分为建筑电气、工业电气、电力工程和电子工程等。

1. 建筑电气

建筑电气主要是用于工业和民用建筑领域的电气设备、动力照明、防雷接地等,包括各种照明灯具、动力设备、电器,以及各种电气装置的保护接地、工作接地等。

2. 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、汽车电气以及其他一些控制电气。

3. 电力工程

电力工程通常分为发电工程、变电工程和输电工程3类,其中,发电工程主要分为火电、水电和核电这3类。

4. 电子工程

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

1.1.2 电气工程图的类型

电气工程图的种类很多,对规模不同的电气工程,图纸的种类、数量也会不同,GB6988《电气制图》根据表达形式和用途不同,经过综合,统一将电气工程图分为以下15类。这15类电气工程图并不是每个电气工程所必要的,在实际工程图纸中要尽量使用较少的电气工程图明确清晰地表达电气工程。

- **系统图或框图** 系统图或框图是绘制较其层次更低的其他各种电气图的主要依据。主要用符号或带注释的框概略地表示系统、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。
- **功能图** 功能图多见于电气领域的功能系统说明书等技术文件中,比较有利于电气专业与非本专业的人员的技术交流。功能图是用规定的图形符号和文字叙述相结合的方法来表示控制系统的作用和状态的一种简图。

- **逻辑图** 逻辑图主要用二进制逻辑单元图形符号绘制,以表达可以实现一定目的的功能件的逻辑功能。这种功能件可以是一种组件,也可以是几个组件的组合。逻辑图作为电气设计中一个主要的设计文件,它不仅体现了设计者的设计意图,表达产品的逻辑功能和工作原理,而且也是编制接线图等其他文件的依据。
- **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。这种图往往采用图形符号和文字说明相结合的绘制方法,用以全面描述系统的控制过程、功能和特性,不考虑具体的执行过程。
- **电路图** 电路图又称为电气原理图或原理接线图。它是用图形符号并按工作顺序排列,详细表示电路、设备或成套装置的全部基本组成和链接关系,而不考虑实际位置的一种简图。
- **等效电路图** 等效电路图是表示理论或理想的元件及其连接关系的一种功能图,供分析和计算电路特性和状态之用。
- **端子功能图** 端子功能图主要用于电路图中,是表示功能单元全部外接端子,并用功能图、功能表图或文字表示其内容功能的一种简图。当电路较复杂时,其中的功能元件可用端子功能图来替代,并在其内加注标记或说明,以便查找该功能单元的电路图。
- **程序图** 程序图用于详细表示程序单元和程序片及其互连关系,该图主要用来便于对程序运行的理解。
- **设备元件表** 设备元件表是把成套装置、设置和装置中各组成部分和相应数据列成的表格,其用途是表示各组成部分的名称、型号、规格和数量等。
- **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,用于进行接线和检查的一种简图或表格。接线图或接线表也可以再进行具体分化: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;电缆配置图或电缆配置表。
- **数据单** 数据单是对特定项目给出详细信息的资料。
- **位置简图或位置图** 从本质上讲,位置图是属于机械制图范围的一个图种。它是表示成套装置、设备或装置中各个项目位置的一种图,用于项目的安装就位。
- **单元接线图或单元接线表** 表示成套装置或设备中一个结构单元内连接关系的一种接线图或接线表。结构单元一般是指在各种情况下可独立运用的组件或由零件、部件和组件构成的组合体。
- **互连接线图或互连接线表** 表示成套装置或设备的不同结构单元之间连接关系的一种接线图或接线表。
- **电缆配置图或电缆配置表** 提供电缆两端位置,必要时还包括电缆功能、特性和路径等信息的一种接线图或接线表。

1.1.3 电气工程图的组成

通常,一项电气工程的电气图是由目录和前言、电气系统图和框图、电路图、安装接线图、电气平面图、设备布置图等几部分组成,而不同的组成部分可能有不同类型的电气图纸来表现。

□ 目录和前言

目录即是对电气工程的图纸进行编排,以方便检索、查阅图纸。目录主要包括序号、图名、图纸编号、张数、备注等。前言则包括设计说明、图例、设备材料明细表、工程经费概算等。

□ 电气系统图和框图

电气系统图和框图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,也可表示某一装置主要组成部分的关系。

□ 电路图

电路图主要表示某一系统或者装置工作原理。如电动机控制回路图、机床电气原理图等。

□ 安装接线图

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

□ 电气平面图

电气平面图如线路平面图、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。它一般是在建筑平面的基础上绘制出来的。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。

□ 设备布置图

设备布置图主要包括平面布置图、立面布置图、断面图、纵横剖面图等。它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。

□ 设备元件和材料表

设备元件和材料表是把电气工程中用到的设备、元件和材料列成表格,表示其名称、符号、型号、规格和数量等。

□ 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。

□ 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电气图,这种电气图也属于电气工程图。

□ 其他电气图

对于一些较复杂的电气工程,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 电气工程图的特点

相对于机械图纸和建筑图纸,电气工程图在描述对象、表达方式以及绘制方法上都有所不同,其特点如下。

□ 电气工程图主要采用简图表现

电气工程图中绝大部分采用简图的形式进行表现。简图是采用标准的电气符号和带注释的框,或者简化外形表示系统或设备中各组成部分之间相互关系的图。

□ 电气工程图描述的主要内容是元件和连接线

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。也正因为对电气元件和连接线有多种不同的描述方式，从而构成了电气图的多样性。

□ 电气工程图的基本要素是图形、文字和项目符号

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，这些符号就是图形符号。通常每个图形符号都有相应的文字符号。在同一个图上，为了区别相同的设备，需要设备编号。设备编号和文字符号一起构成项目符号。

□ 主要采用功能布局法和位置布局法

电气工程图中的系统图、电路图通常采用功能布局法，功能布局法是指在绘图时图中各元件的位置只考虑元件之间的功能关系，而不考虑元件的实际位置的一种布局方法。位置布局法是指电气工程图中的元件位置对应于元件的实际位置的一种布局方法。电气工程图中的接线图、设备布置图采用的就是这种方法。

□ 多样性

对能量流、信息流、逻辑流和功能流的不同描述方法，使电气图具有多样性。

1.2 电气工程制图规范

我国的电气制图规范标准主要包括《电气制图国家标准 GB/T6988》、《电气简图用图形符号国家标准》、《电气设备用图形符号国家标准》等。另外，还有 13 项与电气制图相关的国家标准也被指定。下面简要介绍一些制图规范。

1.2.1 图纸格式

图幅是指图纸幅面的大小，所有绘制的图形都必须在图框内。GB/18135-2000《电气工程 CAD 制图规则》包含了电气工程制图图纸幅面及格式的相关规定，绘制电气工程图纸时必须遵照此标准。

1. 图纸幅面

电气工程图纸采用的幅面有 A0、A1、A2、A3 和 A4 五种。绘制时，应该优先采用表 1-1 中所规定的图纸基本幅面。必要时，可以使用加长幅面。加长幅面的尺寸，按选用的基本幅面大一号的幅面尺寸来确定。

表 1-1 图纸幅面及图框格式尺寸

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
B×L	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

2. 图框

图纸既可以横放也能竖放。图纸四周要画出图框，以留出周边。图框按需要分为留装订边的图框和不留装订边的图框。留有装订边图样的图框格式如图 1-1 所示。不留装订边图样的图框格式如图 1-2 所示。

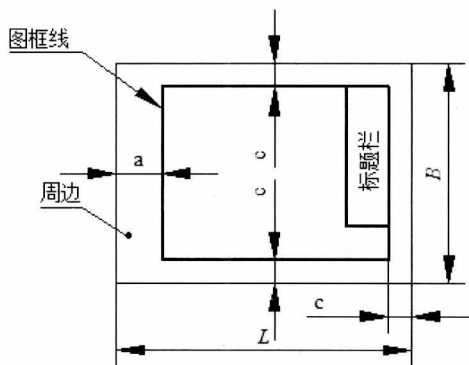


图 1-1 留有装订边

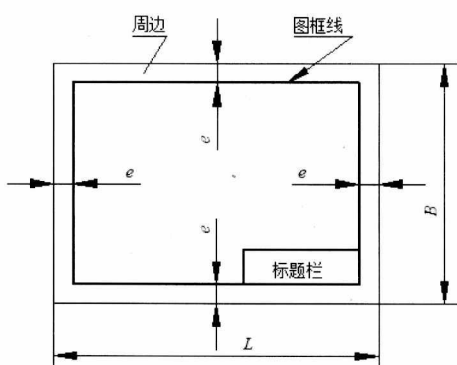


图 1-2 不留装订边

3. 标题栏

标题栏用于说明图的名称、编号、责任者的签名，以及图中局部内容的修改记录等，通常是由名称及代号区、签字区、更改区及其他区域组成，如图 1-3 所示。

4. 图幅分区

当图幅很大并且内容很复杂时，读图就会变得相对困难。为了更容易地读图和检索，需要一种确定图上位置的方法，这时就可以把幅面做成分区，便于检索，如图 1-4 所示。

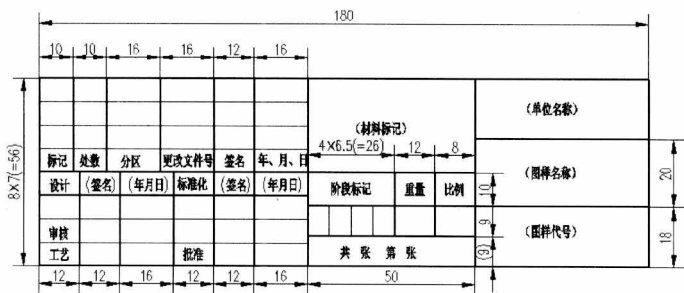


图 1-3 标题栏的格式及尺寸

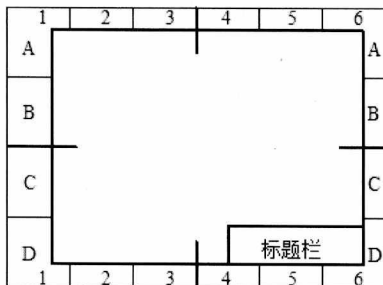


图 1-4 图幅分区

1.2.2 图线

国标对电气工程图纸的图线、字体和比例也做出了相应的规定。

1. 基本图线

根据国标规定，在电气工程图中常用的线型有实线、虚线、点画线、双点画线、波

浪线、双折线等,部分基本线型的代号、形式及名称如表 1-2 所示。

表 1-2 图线形式及应用

名 称	形 式	图 线 应 用
粗实线		电器线路、一次线路
细实线		二次线路、一般线路
虚线		屏蔽线、机械连线
点画线		控制线、信号线、边界线
双点画线		辅助边界线、36V 以下线路
双折线		视图与剖视的分界线
折断线		断开处的边界线

2. 图线的宽度

根据用途,图线的宽度应该在下列宽度中选择:0.18mm、0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm、2mm。图线一般只有两种宽度,分别称为粗线和细线,其宽度之比为 2:1。在同一图样中,同类图线的宽度应基本保持一致;虚线、点画线及双点画线的画长和间隔长度也应各自大致相等。

1.2.3 箭头与指引线

电气图中使用的箭头有开口箭头和实心箭头两种画法,其中开口箭头用来表示能量或信号的传播方向,如图 1-5 所示。实心箭头用于指向连接线等对象的指引线,如图 1-6 所示。

图中的箭头也可以表示可调节性(如 GB/T4728 中 02-03-01 所示)和力或运动方向(如 GB/T4728 中 02-04-01 所示)信息。

指引线用于指示电气图中注释对象。指引线一般为细实线,指向被注释处,并在其末端加注不同的标记。

□ 若末端在轮廓线内,可以添加一个黑点,如图 1-7 所示。

□ 若末端在轮廓线上,可以添加一个实心箭头,如图 1-8 所示。

□ 若末端在连接线上,可以添加一个短斜线,如图 1-9 所示。

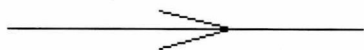


图 1-5 开口箭头



图 1-6 实心箭头

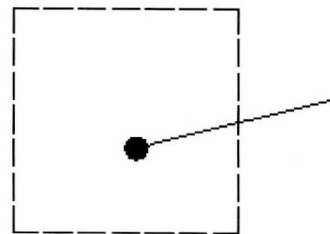


图 1-7 末端在轮廓线内

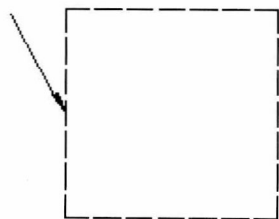


图 1-8 末端在轮廓线上

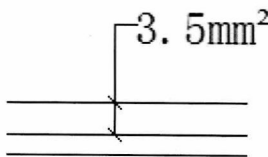


图 1-9 末端在连接线上

1.2.4 导线连接形式表示方式

导线连接有 T 形连接和“十”字形连接两种形式。T 形连接可加实心圆点,也可不加实心圆点,如图 1-10 所示。

“十”字形连接表示两导线相交时必须加实心圆点;表示交叉而不连接的两导线,在交叉处不加实心圆点,如图 1-10 所示。

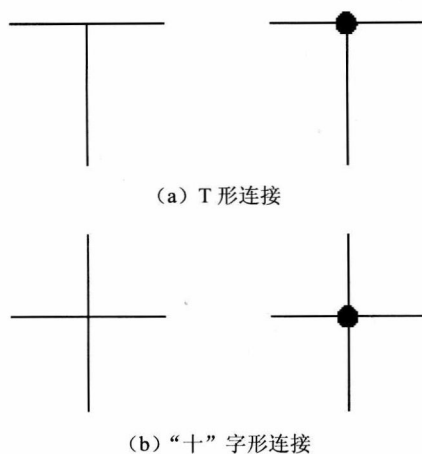


图 1-10 导线连接形式

1.2.5 字体与比例

1. 字体

书写字体必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐、注意起落。国标中对电气工程图中字体的规定可归纳为如下几条。

- 常用的文本尺寸应该在以下尺寸中选择: 1.5mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm。
- 汉字应写成长仿宋体字,并采用国家正式公布推行的简化字。字宽一般为 0.7h。各行文字之间的行距不应小于字高的 1.5 倍。
- 表格中的文本左对齐、带小数的数值按小数点对齐,不带小数点的则按个位数对齐。
- 图样中采用的各种文本尺寸如表 1-3 所示。

表 1-3 图样中各种文本尺寸

文本类型	中 文		字母和数字	
	字 高	字 宽	字 高	字 宽
标题栏图名	7~10	5~7	5~7	3.5~5
图形图名	7	5	5	3.5
说明抬头	7	5	5	3.5
说明条文	5	3.5	3.5	1.5
图形文字标注	5	3.5	3.5	1.5
图号及日期	5	3.5	3.5	1.5

2. 比例

绘图时,需要按照比例绘制图样,具体推荐从表 1-4 所规定的系列中选取适当的比例。

表 1-4 常用比例

原值比例	1:1
缩小比例	1:1.5、1:2、1:2.5、1:3、1:4、1:5、1:10、1:2×10n、1:2.5×10n、1:3×10n、1:4×10n、1:5×10n、1:6×10n
放大比例	2:1、2.5:1、4:1、5:1、1×10n:1、2×10n:1、2.5×10n:1、4×10n:1、5×10n:1