

AutoCAD 2011
应用与开发系列

中文版 AutoCAD

2011 电气设计

梁玲 编著



15小时AutoCAD 2010/2011多媒体语音教学
15道基础测试题+50道技能测试题+11套专业测试题
22小时案例和测试题多媒体语音教学
赠送利驰电气CAD试用版软件、斯维尔建筑设计Arch 2012软件和天河TH-MCAD 2011个人版软件



附光盘

清华大学出版社



AutoCAD 2011 应用与开发系列

中文版 AutoCAD 2011 电气设计

梁 玲 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书围绕 AutoCAD 2011 环境下的电气设计进行了详细讲解。全书分为设计基础篇、设计实战篇和附录三部分,设计基础篇包括 AutoCAD 基础知识、AutoCAD 绘图与辅助命令、电气设计概述以及电气元件的绘制方法等内容,这一部分介绍了电气设计的基本知识要点,为后面的具体设计奠定了必要的基础知识。设计实战篇包括电力工程图绘制、电路图绘制、机械电气图绘制、控制电气图绘制、工厂电气图绘制和建筑电气图绘制等实例章节,这部分是本书知识的重点,通过实例完整地讲述了各类型电气的设计方法与技巧。附录部分通过大量的基础、技能和专业测试题帮助读者巩固使用 AutoCAD 绘制电气图纸的技术和方法。

本书内容丰富、结构清晰、语言简练,结合设计工程实例图文并茂地讲解了使用 AutoCAD 2011 绘制各类电气工程图的一般方法。本书可以作为从事各种电气设计的工程技术人员进行自学的辅导教材和参考工具书,也可以作为大中专院校工科学生和电气设计爱好者的辅导教材。

本书的辅助电子教案可以到 <http://www.tupwk.com.cn/autocad/> 下载,读者还可以通过该网站进行答疑。

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

中文版 AutoCAD 2011 电气设计/梁玲 编著. —北京:清华大学出版社,2011.10

(AutoCAD 2011 应用与开发系列)

ISBN 978-7-302-26462-0

I. 中… II. 梁… III. 电气设备—计算机辅助设计—AutoCAD 软件 IV. TM02-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 165573 号

责任编辑:胡辰浩(huchenhao@263.net) 袁建华

版式设计:孔祥丰

责任校对:蔡 娟

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

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:北京市清华园胶印厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:203×260 印 张:21.25 字 数:512 千字

附光盘 1 张

版 次:2011 年 10 月第 1 版

印 次:2011 年 10 月第 1 次印刷

印 数:1~5000

定 价:42.00 元

产品编号:037890-01

前 言

AutoCAD 2011 是当前最新版的 AutoCAD 软件,它运行速度较快、安装要求较低,还具有众多制图、出图的优点,是适合进行电气设计的工具软件之一。

AutoCAD 2011 提供的平面绘图功能可以绘制电气工程中使用的各种电气系统图、框图、电路图、接线图、电气平面图、设备布置图、大样图和元器件表格等。本书通过多个实例,详细介绍了利用 AutoCAD 2011 绘制电气工程图的方法。

本书分为三部分:第一部分为设计基础篇(包括第 1~4 章),主要介绍了电气工程图的相关基础知识,以及在电气设计中常用的 AutoCAD 知识。第 1 章介绍了电气工程制图的特点、分类、制图规范和电气符号的相关知识;第 2 章介绍了 AutoCAD 的基础知识,包括 AutoCAD 绘图环境的配置、基本输入操作、图层和样式的相关操作;第 3 章介绍了 AutoCAD 的常用命令,包括二维绘图和编辑命令、图块、绘图辅助工具、样板和设计中心等内容;第 4 章介绍了常用电气元件的绘制,包括电阻、电容、电感、导线、连接器、二极管、三极管、各种开关和信号灯等元件的绘制方法。第二部分为设计实战篇(包括第 5~10 章)。第 5 章介绍变电工程图和输电工程图的绘制;第 6 章介绍电路图的绘制;第 7 章介绍机械设备相关电气图的绘制;第 8 章介绍控制电气图的绘制;第 9 章介绍工厂电气图的绘制,包括工厂动力、系统布置,以及相关设备的电气图的绘制;第 10 章介绍建筑电气图的绘制,包括电气平面图和电气系统图等。第三部分为附录,这部分提供了 4 个附录。前 3 个附录给读者提供了 15 道基础测试题,50 道技能测试题以及 11 道专业测试题,以帮助读者巩固和练习 AutoCAD 的基本制图技术,掌握电气行业图纸绘制的思路和方法。第 4 个附录为常见电气符号。

本书注重基础知识讲解,在具体绘制之前详细介绍电气工程图的相关基础知识和 AutoCAD 绘图的基本操作和方法,即使读者以前没有使用过 AutoCAD,只要按照本书的章节认真学习,也能跟上进度。

本书实例典型,内容丰富,涵盖了电气工程的各个领域。每章对绘图过程的介绍非常细致。本书通过各种电气设计实例,非常实用地阐明各个知识点的内涵、使用方法和使用场合。在演示各种电气设计实例时,灵活地应用 AutoCAD 2011 的各种绘图技巧,充分体现了效率、准确和完备设计要求。读者只需按照书中介绍的步骤进行实际操作,即可完全掌握本书的内容。

为了帮助读者更加直观地学习,本书配置了精美的多媒体教学光盘,其中包括 AutoCAD 的软件教学视频、书中所有案例和所有测试题的教学视频,以及书中实例和测试题的源文件,从而使本书具有很好的可读性。

本书既可以作为电气设计人员的培训教材,也可以作为电气设计人员的参考书。

本书由梁玲编著,参加本书编写工作的还有李勇、刘云鹏、徐伟、张晓龙、周和平、洪小红、肖仁昌、袁丽、张玉兰、李建华、张满、张秀梅、张云霞、赵新平、李坚、张宏、李文斌、刘超、秦伟、张影和刘敬等,在此,编者对以上人员致以诚挚的谢意!

在编写本书的过程中参考了相关文献,在此向这些文献的作者深表感谢。由于时间紧迫,书中难免有错误和不足之处,恳请专家和广大读者批评指正。我们的信箱是 huchenhao@263.net,电话 010-62796045。

编 者

2011 年 6 月

第1章 电气工程制图概述	1
1.1 电气工程图的分类与特点	2
1.1.1 电气工程的分类	2
1.1.2 电气工程图的类型	2
1.1.3 电气工程图的组成	4
1.1.4 电气工程图的特点	5
1.2 电气工程 CAD 制图规范	5
1.2.1 图纸格式	6
1.2.2 图线	8
1.2.3 箭头与指引线	9
1.2.4 电气工程的分类	10
1.2.5 比例	10
1.3 电气符号的构成与分类	11
1.3.1 部分常用的电气符号	11
1.3.2 电气符号的分类	12
第2章 AutoCAD 2011 制图基础	15
2.1 配置绘图环境	16
2.1.1 启动 AutoCAD 2011	16
2.1.2 绘图界面	16
2.1.3 设置绘图界限	19
2.1.4 设置绘图单位	20
2.2 图形文件管理	21
2.2.1 创建新的 AutoCAD 文件	21
2.2.2 打开 AutoCAD 文件	22
2.2.3 保存 AutoCAD 文件	22
2.3 基本输入操作	23
2.4 使用图层	24
2.4.1 新建图层	24
2.4.2 图层设置	25
2.4.3 图层状态管理	26
2.5 样式	27
2.5.1 设置文字样式	27

2.5.2 设置表格样式	29
2.5.3 设置标注样式	32
2.6 绘图辅助工具	36
2.6.1 设置捕捉、栅格	36
2.6.2 设置正交	37
2.6.3 设置对象捕捉	37
2.6.4 设置极轴追踪	38
第3章 AutoCAD 常用命令及辅助功能	40
3.1 二维绘图命令	41
3.1.1 基本二维绘图命令	41
3.1.2 复杂二维绘图命令	49
3.2 二维编辑命令	58
3.2.1 选择编辑对象	58
3.2.2 二维编辑命令	59
3.3 图块及其属性	71
3.3.1 图块操作	71
3.3.2 图块属性	73
3.4 参数化建模	74
3.4.1 几何约束	74
3.4.2 自动约束	75
3.4.3 根据坐标绘制直线	75
3.4.4 约束编辑	76
3.5 创建文字	77
3.5.1 创建单行文字	78
3.5.2 创建多行文字	79
3.5.3 编辑文字	80
3.6 创建表格	81
3.7 创建标注	83
3.7.1 创建尺寸标注	83
3.7.2 尺寸标注编辑	90
3.8 幅面与样板	91
3.8.1 绘制 A3 幅面	91
3.8.2 建立样板文件	94

第4章 常用电气元件绘制	97	5.3.2 绘制轮廓线.....	142
4.1 无源器件	98	5.3.3 绘制电气元件.....	143
4.1.1 电阻绘制.....	98	5.3.4 组合图形.....	153
4.1.2 电容绘制.....	100	5.3.5 添加导线.....	153
4.1.3 直线电感绘制.....	100		
4.2 导线与连接器件	101	第6章 电路图绘制	154
4.3 半导体器件	103	6.1 简易录音机电路图绘制	155
4.3.1 二极管绘制.....	103	6.1.1 配置绘图环境.....	155
4.3.2 三极管绘制.....	104	6.1.2 绘制电气元件.....	155
4.4 开关绘制	106	6.1.3 组合图形.....	162
4.4.1 单极开关绘制.....	107	6.1.4 添加文字注释.....	166
4.4.2 多极开关绘制.....	108	6.2 变频器电路图绘制	166
4.5 信号器件绘制	109	6.2.1 配置绘图环境.....	166
4.5.1 信号灯的绘制.....	109	6.2.2 线路图绘制.....	166
4.5.2 电铃绘制.....	110	6.2.3 添加注释文字.....	168
4.5.3 蜂鸣器的绘制.....	112	6.3 单片机引脚图绘制	168
4.6 测量仪表绘制	113	6.3.1 配置绘图环境.....	169
4.6.1 电流表绘制.....	113	6.3.2 绘制线路图.....	169
4.6.2 电压表绘制.....	114	6.4 编辑尺寸	146
4.7 常用电器符号绘制	114	6.5 尺寸标注综合练习	148
4.7.1 电动机绘制.....	115		
4.7.2 三相变压器绘制.....	118	第7章 机械电气图绘制	171
4.7.3 热继电器绘制.....	119	7.1 电动机控制电路图绘制	172
		7.1.1 配置绘图环境.....	172
第5章 电力工程图绘制	121	7.1.2 绘制基准线.....	172
5.1 输电工程图绘制	122	7.1.3 绘制电气元件.....	173
5.1.1 配置绘图环境.....	122	7.1.4 组合图形.....	179
5.1.2 绘制线路图.....	122	7.1.5 添加注释文字.....	181
5.1.3 添加注释文字.....	128	7.2 车床电气图绘制	182
5.2 变电工程图绘制	129	7.2.1 配置绘图环境.....	182
5.2.1 配置绘图环境.....	129	7.2.2 绘制主连接线.....	182
5.2.2 绘制线路图.....	130	7.2.3 绘制主回路.....	183
5.2.3 组合图形.....	140	7.2.4 绘制控制回路.....	186
5.2.4 添加注释文字.....	141	7.2.5 绘制照明指示回路.....	190
5.3 变电所断面图绘制	141	7.2.6 组合图形.....	192
5.3.1 配置绘图环境.....	141	7.2.7 添加注释文字.....	193

第8章 控制电气图绘制 194

8.1 变频控制电路图的绘制 195

- 8.1.1 配置绘图环境 195
- 8.1.2 绘制电气符号 196
- 8.1.3 绘制各个模块 199
- 8.1.4 组合图形 203
- 8.1.5 添加注释文字 203

8.2 电机驱动控制电路图绘制 203

- 8.2.1 配置绘图环境 204
- 8.2.2 绘制电气元件 204
- 8.2.3 组合图形 206
- 8.2.4 添加注释文字 208

8.3 液位控制器电路图绘制 208

- 8.3.1 配置绘图环境 209
- 8.3.2 绘制电气元件 209
- 8.3.3 组合图形 214
- 8.3.4 添加注释文字 215

第9章 工厂电气图 217

9.1 制药车间动力控制系统图绘制 218

- 9.1.1 配置绘图环境 218
- 9.1.2 绘制直线 219
- 9.1.3 根据坐标绘制直线 219
- 9.1.4 插入电气符号 221
- 9.1.5 添加注释文字 222

9.2 烘烤车间电气控制图的绘制 223

- 9.2.1 配置绘图环境 223
- 9.2.2 绘制主要连接线 224
- 9.2.3 绘制电气元件 225
- 9.2.4 绘制各模块 231
- 9.2.5 组合图形 235
- 9.2.6 添加文字注释 235

9.3 工厂低压系统图的绘制 236

- 9.3.1 配置绘图环境 236
- 9.3.2 绘制电气元件 237
- 9.3.3 根据坐标绘制直线 243

- 9.3.4 根据坐标绘制直线 247

- 9.3.5 绘制表格 247

- 9.3.6 根据坐标绘制直线 249

第10章 建筑电气平面图 250

10.1 设置绘图范围与绘图单位 251

- 10.1.1 绘制电气平面图 251
- 10.1.2 绘制配电系统图 260

10.2 高层建筑可视对讲系统图绘制 262

- 10.2.1 配置绘图环境 262
- 10.2.2 绘制图纸布局 263
- 10.2.3 绘制用户终端 264
- 10.2.4 绘制联网控制器 267
- 10.2.5 绘制大门主机 269
- 10.2.6 绘制楼宇分配器 270
- 10.2.7 组合图形 271
- 10.2.8 添加文字注释 272

10.3 居民楼抄表系统图 272

- 10.3.1 配置绘图环境 273
- 10.3.2 绘制图纸布局 273
- 10.3.3 绘制电气元件 274
- 10.3.4 组合图形 279
- 10.3.5 添加文字注释 282

附录01 基本测试题 283

附录02 技能测试题 288

附录03 专业测试题 297

- 专业测试题 01 297
- 专业测试题 02 297
- 专业测试题 03 298
- 专业测试题 04 299
- 专业测试题 05 299
- 专业测试题 06 300
- 专业测试题 07 300
- 专业测试题 08 301



专业测试题 09.....	303	附录 04.3 开关、控制和保护装置.....	315
专业测试题 10.....	304	附录 04.4 信号器件.....	321
专业测试题 11.....	305	附录 04.5 电能发生和转换.....	322
附录 04 常见电气符号.....	308	参考文献.....	325
附录 04.1 导线与连接器件.....	308		
附录 04.2 无源器件.....	312		

第1章 电气工程制图概述

电气工程图是一种示意性图纸，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。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。本章将介绍电气工程图的基础知识和绘图的一般规则。通过对本章的学习，读者将对电气工程和电气工程图有一个初步认识。

通过本章的学习，读者应了解和掌握以下内容：

- 了解电气工程图的分类与特点
- 熟悉电气工程 CAD 制图规范
- 了解电气符号的构成与分类

1.1 电气工程图的分类与特点

电气工程图的使用非常广泛，几乎遍布了工业生产和日常生活的各个环节。本节根据电气工程的应用范围介绍电气工程的大致分类及其应用特点。

1.1.1 电气工程的分类

电气工程的分类方法有很多种。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，以及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，发电工程主要分为火电、水电和核电 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。升压变电站将发电站发出的电能进行升压，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、广播通信和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、电气设备和防雷接地等，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、工作接地和防静电接地等。

1.1.2 电气工程图的类型

根据《电气制图国家标准 GB/T 6988》，电气图实际上是 GB6988 规定中的一种简图，按照功能布局法绘制，采用图形符号、线框或简化外形详细地表示实际的电路、设备或成套装置的有关组成部分和连接关系。

电气图的种类很多,规模不同的电气工程,图纸的种类、数量也会有所不同,GB6988《电气制图》根据表达形式和用途不同,经过综合、统一将电气图分为以下15类,这15类电气图并不是每个电气工程所必须掌握的,尽量用较少的电气工程图明确清晰地表达出电气工程。

(1) 系统图或框图(system diagram/block diagram)。它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。系统图和框图是绘制较其层次更低的其他各种电气图的主要依据。

(2) 功能图(function diagram)。它是用规定的图形符号和文字叙述相结合的方法,表示控制系统的作用和状态的一种简图。功能图多见于电气领域的功能系统说明书等技术文件中,比较适合于电气专业与非本专业的人员的技术交往。

(3) 逻辑图(logic diagram)。它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。只表示功能不涉及实现方法的逻辑图,又可以称为纯逻辑图。逻辑图作为电气设计中一个主要的设计文件,不仅可以体现设计者的设计意图、表达产品的逻辑功能和工作原理,而且是编制接线图等其他文件的依据。

(4) 功能表图(function chart)。它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,而不考虑具体的执行过程。

(5) 电路图(circuit diagram)。它是用图形符号按工作顺序排列,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。因为它的目的是便于详细理解其作用原理,并分析和计算电路特性,所以习惯上称这种图为电气原理图或原理接线图。

(6) 等效电路图(equivalent circuit diagram)。它是表示理论或理想的元件及其连接关系的一种功能图,供分析计算电路特性和状态之用。

(7) 端子功能图(terminate function diagram)。它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部功能的一种简图。端子功能图主要用于电路图中,当电路比较复杂时,其中的功能元件可以用端子功能图(也可以用方框符号)来代替,并在其中加注标记或说明,以便查找该功能单元的电路图。

(8) 程序图(program diagram)。它用于详细表示程序单元和程序片及其互连关系。这种图主要便于对程序运行的理解。

(9) 设备元件表(parts list)。设备元件表是把成套装置、设备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。

(10) 接线图或接线表(connection diagram/table)。它们是表示成套装置、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划分: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以及电缆配制图或电缆配置表。

(11) 数据单(data sheet)。它对特定项目给出详细信息资料。

(12) 位置简图或位置图(location diagram/drawing)。位置图是指表示成套装置、设备或装置中各个项目的位置的一种图,用于项目的安装就位。从本质上讲位置图是属于机械制图范围中的一个图种。

(13) 单元接线图或单元接线表(unit connection diagram/table)。它们表示成套装置或设备中一个结构单元内的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以独立运用的组件或由零件、部件和组件构成的组合体。

(14) 互连接线图或互连接线表(inter connection diagram/table)。它们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。

(15) 电缆配制图或电缆配置表(cable allocation diagram/table)。它们是提供电缆两端位置,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

一般而言,一项电气工程的电气图通常由以下几部分组成,而不同的组成部分可能是由不同类型的电气图纸来表现。

(1) 目录和前言

目录是对某个电气工程的所有图纸编出目录,以便检索、查阅图纸,其内容包括序号、图名、图纸编号、张数和备注等。前言包括设计说明、图例、设备材料明细表和工程经费概算等。

(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、建筑供配电系统图和控制原理框图等。

(3) 电路图

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

(4) 安装接线图

安装接线图主要表示电气装置的内部各元件之间以及其他装置之间的连接关系,便于对设备进行安装、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。它一般在建筑平面的基础上绘制。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、防雷和接地平面图等。

(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、断面图和纵横剖面图等。

(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。

(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

它是电气工程中选用的设备和装置,其生产厂家往往会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。

(10) 其他电气图

在电气工程图中,电气系统图、电路图、安装接线图和设备布置图是最主要的图。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、曲线图和表格等。

1.1.4 电气工程图的特点

电气工程图与平常经常看到的机械图纸和建筑图纸,在描述对象、表达方式以及绘制方法上都有所不同,电气工程图有自己的特点,其特点如下。

(1) 简图是电气工程图的主要表现。简图是采用标准的图形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一种图。电气工程图中绝大部分采用简图的形式。

(2) 元件和连接线是电气工程图描述的主要内容。一种电气设备主要由电气元件和连接线组成。因此,无论电路图、系统图或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,从而构成了电气工程图的多样性。

(3) 图形、文字和项目代号是电气工程图的基本要素。一个电气系统或装置通常由许多部件、组件构成,这些部件、组件或者功能模块就称为项目。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。在同一个图中,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代号。

(4) 电气工程图在绘制过程中主要采用功能布局法和位置布局法两种方法。功能布局法指在绘图时,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。电气工程图中的系统图、电路图采用的是这种方法。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方法。电气工程中的接线图、设备布置图采用的就是这种方法。

(5) 电气工程图具有多样性。不同的描述方法,如能量流、逻辑流、信息流、功能流等,形成了不同的电气工程图。系统图、电路图、框图、接线图是描述能量流和信息流的电气工程图;逻辑图是描述逻辑流的电气工程图;功能表图、程序框图是描述功能流的电气工程图。

1.2 电气工程 CAD 制图规范

我国的电气制图规范,从20世纪90年代的逐渐修订完善到现在的新国标,其中包括《电气制

图国家标准 GB/T 6988》、《电气简图用图形符号国家标准》和《电气设备用图形符号国家标准》等标准。另外,还有 13 项与电气制图相关的国家标准也被制定,读者可以参考中国标准出版社出版的《电气制图国家标准汇编》一书,书中集中了目前我国所有的电气制图标准。

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纸幅面以内。GB/18135-2000《电气工程 CAD 制图规则》和单项标准 GB6988.1-1997《电气技术用文件的编制一般要求》中有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

图幅分为横式幅面和立式幅面,国标规定的机械图纸的幅面有 A0~A4 五种。绘制机械图纸,应该优先采用表 1-1 中所规定的图纸基本幅面。

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				

必要时,可以使用加长幅面。加长幅面的尺寸,按选用的基本幅面再大一号的幅面尺寸来确定。例如 A2×3 的幅面,按 A1 的幅面尺寸确定,即 e 为 20(或 c 为 10),具体选择时可以参考图 1-1。

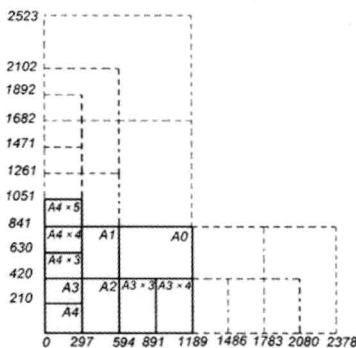


图 1-1 图纸幅面尺寸

2. 图框

根据布图需要,图纸可以横放,也可以竖放。图纸四周要画出图框,以留出周边。图框分需要留装订边的图框和不留装订边的图框,这两种图框的尺寸如表 1-1 所示。图 1-2 和图 1-3 分别为这两种图框的图样示例。

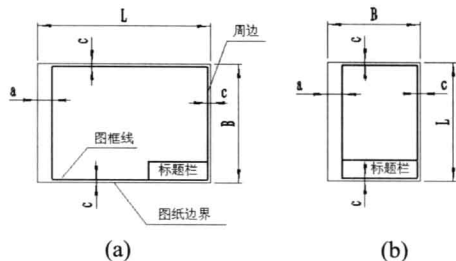


图 1-2 留装订边图样的图框格式

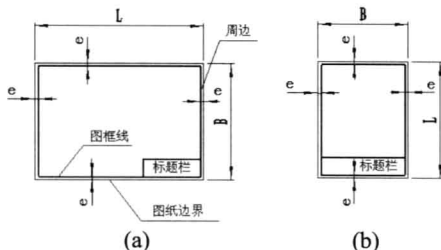


图 1-3 不留装订边图样的图框格式

3. 标题栏

标题栏一般由名称及代号区、签字区、更改区及其他区组成，用于说明图的名称、编号、责任者的签名和图中局部内容的修改记录等。各区的布置形式有多种，不同的单位，其标题栏也有各自的特色。本书根据幅面的大小推荐两种比较通用的标题栏，如图 1-4 和图 1-5 所示。

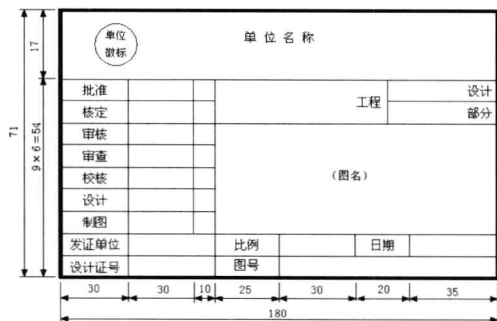


图 1-4 设计通用标题栏(A0 和 A1 幅面)

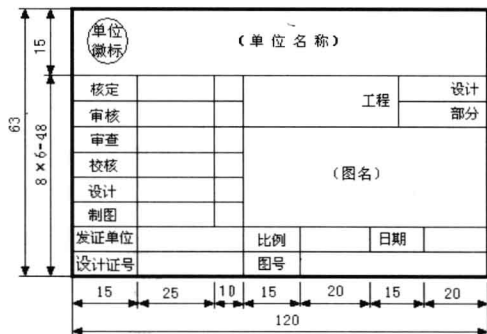
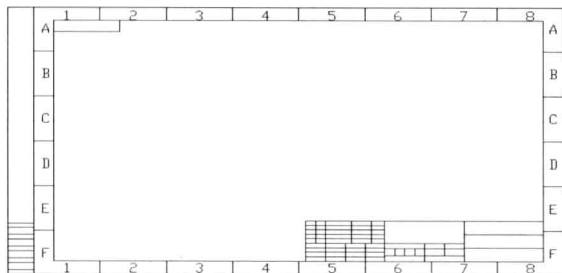


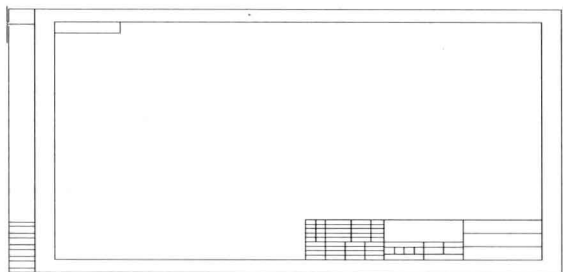
图 1-5 设计通用标题栏(A2、A3 和 A4 幅面)

4. 图幅分区

图纸在很小的情况下，读图较容易；图纸在图幅很大且内容很复杂的情况下，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，因此把幅面做成分区，以便检索。理论上，各种图幅都可以分区，图 1-6 所示为有分区和无分区的图纸的基本样式。



(a) 有分区的 A3 图纸



(b) 无分区的 A3 图纸

图 1-6 有分区的 A3 图纸基本样式和无分区的 A3 图纸基本样式

图幅分区有两种方法,第一种图幅分区的方法如图 1-6(a)所示,在图的周边内划定分区,分区数必须是偶数,每一分区的长度为 25~75mm,横竖两个方向可以不统一,分区线用细实线。竖边所分为“行”,用大写的拉丁字母作为代号,横边所分为“列”,用阿拉伯数字做代号,都从图的左上角开始顺序编号,两边注写。分区的代号用分区所在的“行”与“列”的两个代号组合表示。例如“A2”、“C3”等。

如果电气图中要表示的控制电路内的支路较多,并且各支路元器件布置与功能不同,可采用另一种分区方法,如图 1-7 所示。

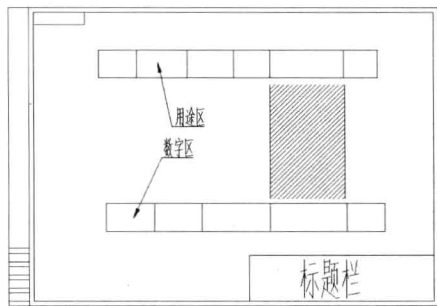


图 1-7 另一种图幅分区法

这种方法只对图的一个方向分区,根据电路的布置方式选定。例如当电路垂直布置时,只作横向分区。分区数不限,各个分区的长度也可以不等,一般是一个支路一个分区。分区顺序编号方式不变,但只需要单边注写,其对边则另行划区,标注主要设备或支电路的名称、用途等,称为用途区。两对边的分区长度也可以不统一。

1.2.2 图 线

不同的机械图纸,对图线、字体和比例有不同的要求。国标对电气工程图纸的图线、字体和比例做出了相应的规定。

1. 基本图线

根据国标规定,在电气工程制图中常用的线型有实线、虚线、点画线、双点画线、波浪线和双折线等,部分基本线型的代号、型式及名称如表 1-2 所示。

表 1-2 15 种基本线型的代号、型式及名称

代号 No.	基本线型	名 称
01		实线
02		虚线
03		间隔画线
04		点画线
05		双点画线

(续表)

代号 No.	基本线型	名 称
06		三点画线
07		点线
08		长画短画线
09		长画双短画线
10		画点线
11		双画单点线
12		画双点线
13		双画双点线
14		画三点线
15		双画三点线

2. 图线的宽度

图线的宽度应根据图形的大小和复杂程度来确定,在下列系数中选择:0.18mm、0.25 mm、0.35 mm、0.5 mm、0.7 mm、1 mm、1.4 mm 和 2mm。

在电气工程图样上,图线一般只有两种宽度,分别是粗线和细线,其宽度之比为 2:1。在通常情况下,粗线的宽度采用 0.5 mm 或 0.7 mm,细线的宽度采用 0.25 mm 或 0.35 mm。

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分别大致相等。

1.2.3 箭头与指引线

电气图中使用的箭头有两种画法,一种是开口箭头,如图 1-8(a)所示,用来表示能量或信号的传播方向;另一种是实心箭头,如图 1-8(b)所示,用作指向连接线等对象的指引线。



图 1-8 两种形状箭头

另外在图中的箭头也可以表示可调节性(如 GB/T 4728 中 02-03-01 所示)和力或运动方向(如 GB/T 4728 中 02-04-01 所示)等信息。

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。

- 如果末端在轮廓线内,则添加一个黑点,如图 1-9(a)所示;
- 如果末端在轮廓线上,则添加一个实心箭头,如图 1-9(b)所示;
- 如果末端在连接线上,则添加一个短斜线,如图 1-9(c)所示。