

21世纪高等教育计算机规划教材

COMPUTER

电气工程 CAD 实用教程

A Practical Guide for Electrical
Engineering CAD

■ 王素珍 主编

■ 董倩 韩冬 单鸿涛 副主编

— 详述软件功能，打好学习基础

— 结合专业背景，安排教学内容

— 加强实践环节，提高学生能力



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

21世纪高等教育计算机规划教材

COMPUTER

电气工程 CAD 实用教程

A Practical Guide for Electrical
Engineering CAD

■ 王素珍 主编

■ 董倩 韩冬 单鸿涛 副主编



人 民 邮 电 出 版 社

北 京

图书在版编目 (C I P) 数据

电气工程CAD实用教程 / 王素珍主编. — 北京 : 人民邮电出版社, 2012.10
21世纪高等教育计算机规划教材
ISBN 978-7-115-29163-9

I. ①电… II. ①王… III. ①电工技术—计算机辅助设计—AutoCAD软件—高等学校—教材 IV. ①TM02-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第209203号

内 容 提 要

本书结合具体实例详细讲解了 AutoCAD 的基础知识及其在电气制图中的应用, 重点培养读者利用 AutoCAD 绘制电气图的技能, 提高读者独立分析问题和解决问题的能力。

全书共 11 章, 主要内容包括电气工程制图基础, AutoCAD 基本操作及绘图环境, 二维图形的绘制及编辑, 文字、表格及尺寸标注的样式设置与编辑, 图形的布局与打印, 建筑电气平面图的绘制, 建筑电气系统图的绘制, 工业控制电气图的绘制, 发电工程与变电工程电气图的绘制等。

本书内容系统、层次清晰、实用性强, 可作为自动化、电气工程、建筑电气以及电力工程等大中专院校相关专业的教材用书, 也可用作 AutoCAD 电气绘图培训班的教材, 同时也非常适合用作电气工程技术人员、高校师生及计算机爱好者的自学用书。

21 世纪高等教育计算机规划教材

电气工程 CAD 实用教程

-
- ◆ 主 编 王素珍
 - ◆ 副 主 编 董 倩 韩 冬 单鸿涛
 - 责任编辑 董 楠
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 17.25 2012 年 10 月第 1 版
字数: 421 千字 2012 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-29163-9

定价: 35.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

前言

AutoCAD 是美国 Autodesk 公司研发的一款优秀的计算机辅助设计及绘图软件,已广泛应用于航空航天、造船、建筑、机械、电子、化工、美工及轻纺等领域。

近年来,随着我国经济的迅猛发展,市场上急需大量的懂技术、懂设计、懂软件、会操作的应用型高技能人才。本书是基于大中专院校开设相关课程的教学需求和社会上对 AutoCAD 应用人才的需求而编写的,主要面向自动化、电气工程、建筑电气以及电力工程等相关专业。

全书按照“基础—提高—巩固应用—实例应用拓展”的结构体系进行编排,从基础入手,以实用性强、针对性强的实例为引导,循序渐进地介绍了 AutoCAD 2010 在电气工程制图方面的使用方法及使用其设计产品的过程与技巧。本书每章都附有实践性较强的综合性习题,供学生上机操作时使用,以帮助学生进一步巩固所学知识。

- 本书突出实用性,注重培养学生的实践能力,具有以下特色。
- (1) 在充分考虑课程教学内容及特点的基础上,严格组织了本书的内容及编排方式,既讲解了 AutoCAD 的基础理论知识,又提供了丰富的绘图练习,便于教师采取“边讲边练”的教学方式。
 - (2) 在内容的组织上突出了易懂、实用的原则,精心选取了 AutoCAD 的常用功能以及与电气工程绘图密切相关的知识构成全书的主要内容。
 - (3) 以绘图实例贯穿全书,将理论知识应用于实践,使学生在实际绘图过程中更轻松地掌握理论知识,提高绘图技能。
 - (4) 本书的第 7 章至第 11 章,主要以自动化、电气工程、建筑电气以及电力工程等方面的综合性电气图为例,详细讲解了用 AutoCAD 绘制电气工程图的方法。通过这部分内容的学习,学生可以更好地掌握使用 AutoCAD 绘制电气图的绘制思路与方法技巧,从而提高解决实际问题的能力。

本书参考学时为 64 学时,各章的教学课时可参考下面的学时分配表。

章节	课程内容	学时	
		讲授	实训
第 1 章	电气工程制图基础	1	1
第 2 章	AutoCAD2010 基本操作及绘图环境	1	2
第 3 章	简单二维图形的绘制	3	4
第 4 章	二维图形的编辑	2	4
第 5 章	文字、表格及尺寸标注	2	2
第 6 章	图形的布局与打印	1	1
第 7 章	建筑电气平面图设计	4	4
第 8 章	建筑电气系统图绘制	4	4
第 9 章	工业控制电气图绘制	4	4
第 10 章	发电工程电气图绘制	4	4
第 11 章	变电工程电气图设计	4	4
学时总计		30	34

本书所附相关素材请到人民邮电出版社教学服务与资源网(www.ptpedu.com.cn)上免费下载, 书中用到的“.dwg”图形文件及习题答案都按章收录在素材的“dwg\第×章”文件夹下, 任课教师可以调用和参考这些图形文件。

本书由王素珍任主编, 董倩、韩冬、单鸿涛(上海工程技术大学)任副主编。参加本书编写工作的还有沈精虎、黄业清、宋一兵、谭雪松、冯辉、郭英文、计晓明、董彩霞、滕玲、管振起、杨文超等。由于作者水平有限, 书中难免存在疏漏之处, 敬请读者批评指正。

编者

2012 年 6 月

目 录

第 1 章 电气工程制图基础 1

1.1 常用电气工程图分类 1

1.1.1 电气系统图或框图 1

1.1.2 电路原理图 2

1.1.3 电气接线图 3

1.1.4 电气平面图 3

1.1.5 设备元件和材料表 4

1.2 电气 CAD 制图规范 4

1.2.1 图纸与图幅 4

1.2.2 图线设置 5

1.2.3 比例选取 6

1.2.4 字体字号 6

1.3 电气图的基本表示方法 6

1.3.1 线路表示方法 6

1.3.2 元件表示方法 7

1.3.3 元件触点和工作状态表示方法 8

1.4 电气图连接线的表示方法 8

1.4.1 连接线的一般表示法 8

1.4.2 连接线的连续表示法 9

1.4.3 连接线的中断表示法 9

1.4.4 连接线连接点的表示法 10

1.5 电气符号的构成、尺寸及取向 10

1.5.1 电气符号的构成 10

1.5.2 电气符号的尺寸 11

1.5.3 电气符号的取向 11

小结 11

习题 11

第 2 章 AutoCAD 2010 基本 操作及绘图环境 12

2.1 了解用户界面及学习基本操作 12

2.1.1 AutoCAD 2010 用户界面 12

2.1.2 AutoCAD 2010 绘图的基本过程 14

2.1.3 调用命令 20

2.1.4 选择对象的常用方法 21

2.1.5 撤销和重复命令 22

2.1.6 删除对象 23

2.1.7 按键定义 23

2.1.8 取消已执行的操作 23

2.1.9 快速缩放及移动图形 23

2.1.10 预览打开的文件及在文件间 切换 24

2.2 设置绘图环境 25

2.2.1 设置绘图单位 25

2.2.2 设置绘图区域大小 25

2.3 图层设置 27

2.3.1 创建及设置图层 27

2.3.2 控制图层状态 29

2.3.3 修改对象图层、颜色、线型和 线宽 30

小结 31

习题 31

第 3 章 简单二维图形的绘制 32

3.1 AutoCAD 2010 的坐标系 32

3.1.1 世界坐标系和用户坐标系 32

3.1.2 点坐标的表示方法及其输入 32

3.1.3 控制坐标的显示 33

3.2 对象捕捉、极轴追踪及自动追踪功能 33

3.2.1 对象捕捉功能 33

3.2.2 极轴追踪功能 34

3.2.3 自动追踪功能 35

3.3 点的绘制 36

3.3.1 绘制单点和多点 36

3.3.2 定数等分对象 37

3.3.3 定距等分对象 38

3.4 平面图形的绘制 39

3.4.1 绘制直线 39

3.4.2 绘制射线 41

3.4.3 绘制构造线	42	4.3 综合案例——绘制三相异步电动机 全压启动单向运转控制电路	83
3.4.4 绘制多线	43	小结	85
3.4.5 绘制多段线	44	习题	85
3.4.6 绘制矩形	45	第 5 章 文字、表格及尺寸标注	88
3.4.7 绘制正多边形	46	5.1 文字格式编辑	88
3.5 曲线对象的绘制	48	5.1.1 创建文字样式	88
3.5.1 绘制圆	48	5.1.2 单行文字编辑	91
3.5.2 绘制圆弧	49	5.1.3 在单行文字中加入特殊符号	92
3.5.3 绘制圆环	50	5.1.4 多行文字编辑	92
3.5.4 绘制椭圆	50	5.1.5 在多行文字中添加特殊字符	93
3.6 样条曲线	51	5.1.6 文字样式修改	94
3.7 图案填充	52	5.2 创建和编辑表格	95
3.7.1 创建图案填充	52	5.2.1 创建表格样式	95
3.7.2 渐变填充	55	5.2.2 创建并修改空白表格	96
3.8 综合案例——补充绘制转速、电流 双闭环调速系统图	56	5.2.3 创建并填写标题栏	98
小结	58	5.3 尺寸标注	100
习题	58	5.3.1 创建尺寸样式	100
第 4 章 二维图形的编辑	60	5.3.2 尺寸标注	102
4.1 图形对象的基本编辑操作	61	5.4 综合案例——标注 35kV 变电所 二层平面图	107
4.1.1 镜像命令	61	小结	110
4.1.2 偏移命令	62	习题	110
4.1.3 复制命令	62	第 6 章 图形的布局与打印	113
4.1.4 阵列命令	64	6.1 打印过程及参数设置	113
4.1.5 分解命令	66	6.2 绘图空间管理	118
4.1.6 移动命令	67	6.2.1 图形空间介绍	118
4.1.7 旋转命令	68	6.2.2 创建布局	119
4.1.8 缩放命令	70	6.2.3 管理布局	122
4.1.9 拉伸命令	71	6.3 综合案例——打印图形	125
4.1.10 修剪命令	72	小结	128
4.1.11 延伸命令	74	习题	128
4.1.12 打断命令	74	第 7 章 建筑电气平面图设计	130
4.1.13 合并命令	76	7.1 创建自定义样板文件	130
4.2 使用图块	77	7.1.1 设置图层	130
4.2.1 创建块	77	7.1.2 设置文字样式	131
4.2.2 将块保存为文件	79	7.1.3 设置标注样式	131
4.2.3 插入块	79	7.1.4 保存为自定义样本文件	132
4.2.4 分解块	80		
4.2.5 块的属性及其应用	81		

7.2 实例 1——实验室照明平面图绘制	133	9.1.1 设置图层	189
7.2.1 建立新文件	133	9.1.2 设置文字样式	189
7.2.2 绘制建筑平面图	134	9.1.3 保存为自定义样本文件	190
7.2.3 绘制各元件符号	143	9.2 实例 6——电机拖动控制系统	
7.2.4 安装各元件符号	144	电路绘制	190
7.2.5 标注文字	148	9.2.1 建立新文件	191
7.2.6 标注尺寸	148	9.2.2 绘制实体符号	192
7.2.7 绘制标题栏并填写	149	9.2.3 绘制线路结构图	196
7.3 实例 2——配电系统及闭路		9.2.4 将实体符号插入到线路结构图	196
电视平面图设计	151	9.2.5 添加注释和文字	199
7.3.1 绘制建筑平面图	151	9.3 实例 7——液位控制系统	
7.3.2 绘制 PDS 平面图	155	电路图绘制	199
7.3.3 绘制闭路电视平面图	160	9.3.1 建立新文件	200
7.3.4 标注文字	161	9.3.2 绘制实体符号	200
7.3.5 标注尺寸	161	9.3.3 绘制线路结构图	202
7.3.6 填写图签	161	9.3.4 将实体符号插入到线路结构图	203
小结	162	9.3.5 添加注释和文字	204
习题	162	9.4 实例 8——绘制饮料灌装输送装置	
第 8 章 建筑电气系统图绘制	164	变频调速电气控制电路图	204
8.1 创建自定义样板文件	164	9.4.1 建立新文件	205
8.1.1 设置图层	164	9.4.2 绘制主回路各元器件	205
8.1.2 设置文字样式	164	9.4.3 绘制主回路并标注文字	208
8.1.3 保存为自定义样本文件	165	9.4.4 绘制控制回路各元器件	210
8.2 实例 3——可视对讲系统图绘制	165	9.4.5 绘制控制回路的线路结构图	211
8.2.1 建立新文件	165	9.4.6 绘制控制回路并标注文字	211
8.2.2 绘制元器件	166	小结	213
8.2.3 绘制整体系统图	170	习题	213
8.3 实例 4——消防系统图绘制	173	第 10 章 发电工程电气图绘制	216
8.3.1 建立新文件	174	10.1 创建自定义样板文件	216
8.3.2 绘制元器件	174	10.1.1 设置图层	216
8.3.3 绘制整体系统图	179	10.1.2 设置文字样式	216
8.4 实例 5——网络电话系统图绘制	182	10.1.3 保存为自定义样本文件	217
8.4.1 建立新文件	182	10.2 实例 9——某大型水电站的电气	
8.4.2 绘制元器件	182	主接线图的绘制	217
8.4.3 绘制整体系统图	184	10.2.1 建立新文件	218
小结	186	10.2.2 绘制各元器件	219
习题	186	10.2.3 绘制水电厂的电气主接线	220
第 9 章 工业控制电气图绘制	189	10.2.4 标注文字	226
9.1 创建自定义样板文件	189	10.3 实例 10——水电厂厂用电接线图的	

绘制	226	11.1.2 设置文字样式	239
10.3.1 建立新文件	227	11.1.3 设置标注样式	239
10.3.2 绘制各元器件	227	11.1.4 保存为自定义样本文件	240
10.3.3 绘制水电厂的厂用电接线	227	11.2 实例 12 ——变电站电气主接线图	
10.3.4 标注文字	232	绘制	241
10.4 实例 11——绘制蓄电池组直流系统		11.2.1 建立新文件	241
接线图	232	11.2.2 绘制图形符号	242
10.4.1 建立新文件	232	11.2.3 电气主接线图	243
10.4.2 绘制各元器件	232	11.3 实例 13 ——变电站电气平面图	
10.4.3 绘制蓄电池组直流系统接线	233	绘制	250
10.4.4 标注文字	235	11.3.1 绘制控制设备	251
小结	236	11.3.2 绘制变压设备	257
习题	236	11.3.3 标注文字及尺寸	262
第 11 章 变电工程电气图设计	238	小结	265
11.1 创建自定义样板文件	238	习题	265
11.1.1 设置图层	238	参考文献	267

第 1 章

电气工程制图基础

【学习目标】

- 了解电气工程图的基本分类。
- 掌握电气 CAD 制图规范。
- 掌握电气图的基本表示方法。
- 掌握电气图中连接线的表示方法。
- 掌握电气符号的构成、尺寸与取向。

AutoCAD 在电气制图中的应用越来越普遍，本章将系统介绍电气工程制图中的有关基础知识，主要包括电气工程图的分类及特点、电气工程 CAD 制图规范、电气图基本表示方法、电气图中连接线的表示方法以及电气符号的构成与分类。

1.1 常用电气工程图分类

电气工程图是用图形符号、简化外形的电气设备、线框等表示系统中各组成部分之间相互关系的技术文件，它能具体反映电气工程的构成和功能，能描述电气装置的工作原理，并提供安装和使用维护的相关信息，可辅助电气工程研究并指导电气工程施工等。常用电气工程图分类具体如下。

1.1.1 电气系统图或框图

电气系统图或框图主要是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。图 1-1 所示为某停车场监控管理电气系统图，车辆进入停车场，通过 IC 卡或 ID 卡设备收费，地感线圈感知到车辆已经进入感应区，由主控器启动闸刀开关，开启闸道，由另一侧的地感线圈感知到车辆已经顺利通过闸道区域，给出闭合闸道，完成停车过程。出口过程与停车入口过程基本类似。

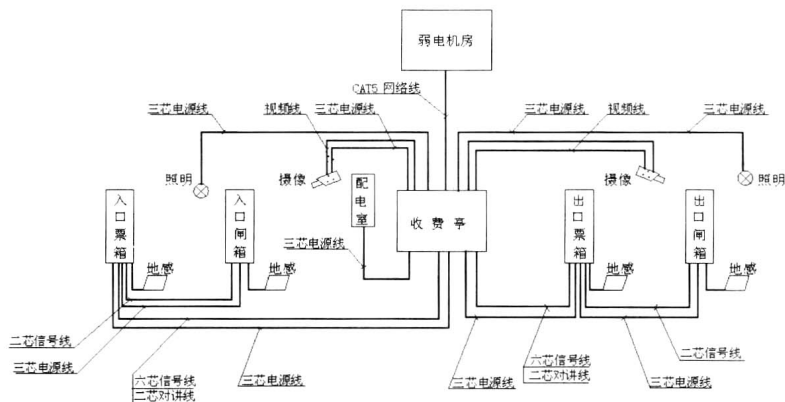


图 1-1 停车场监控管理电气系统图

1.1.2 电路原理图

电路原理图是指用于表示系统、分系统、装置、部件、设备、软件等实际电路原理的简图，采用按功能排列的图形符号来表示各元件和连接关系，以表示其功能而不需考虑其实体尺寸、形状或位置。图 1-2 所示为消防用水异步电动机主控制电路图，电源通过断路器 QF 到达接触器，下端由软启动器连接热继电器到达电动机，其软启动器上下两端分别接有接触器，当不需要软启动器时，接触器优先对应继电器使其闭合，并隔离软启动器实现控制。

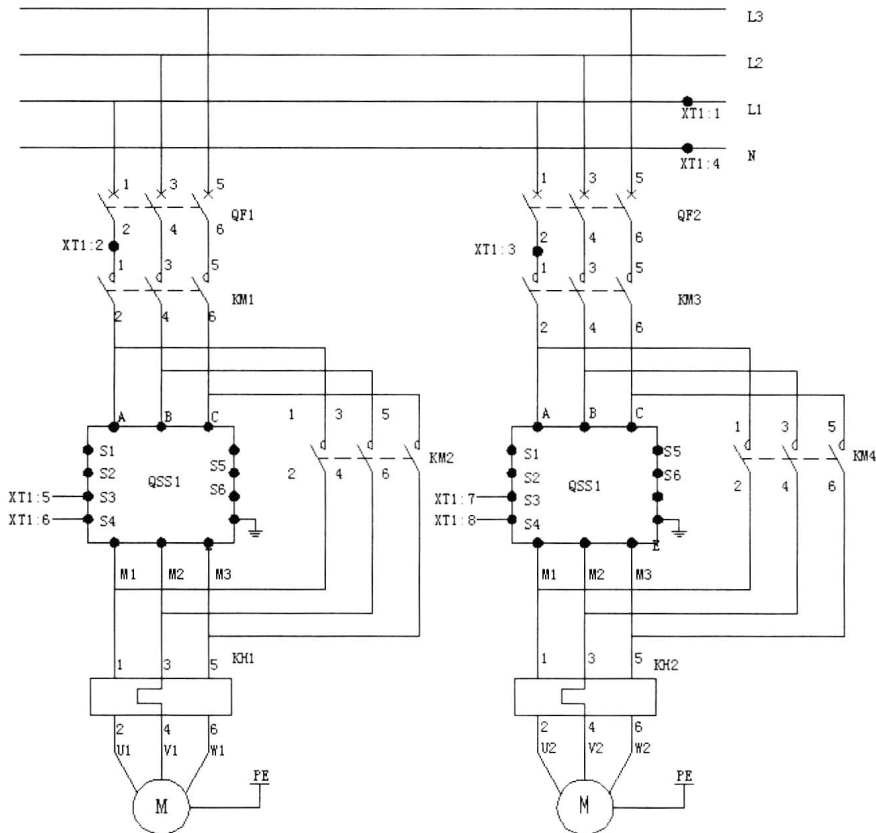


图 1-2 消防用水异步电动机主控制电路图

1.1.3 电气接线图

电气接线图是表示或列出一组装置或设备的连接关系的简图。图 1-3 所示为某变电站的电气主接线图, 35kV 进线通过两个隔离开关、一个断路器进入星三角变压器, 再经电抗器分配到各支路中。

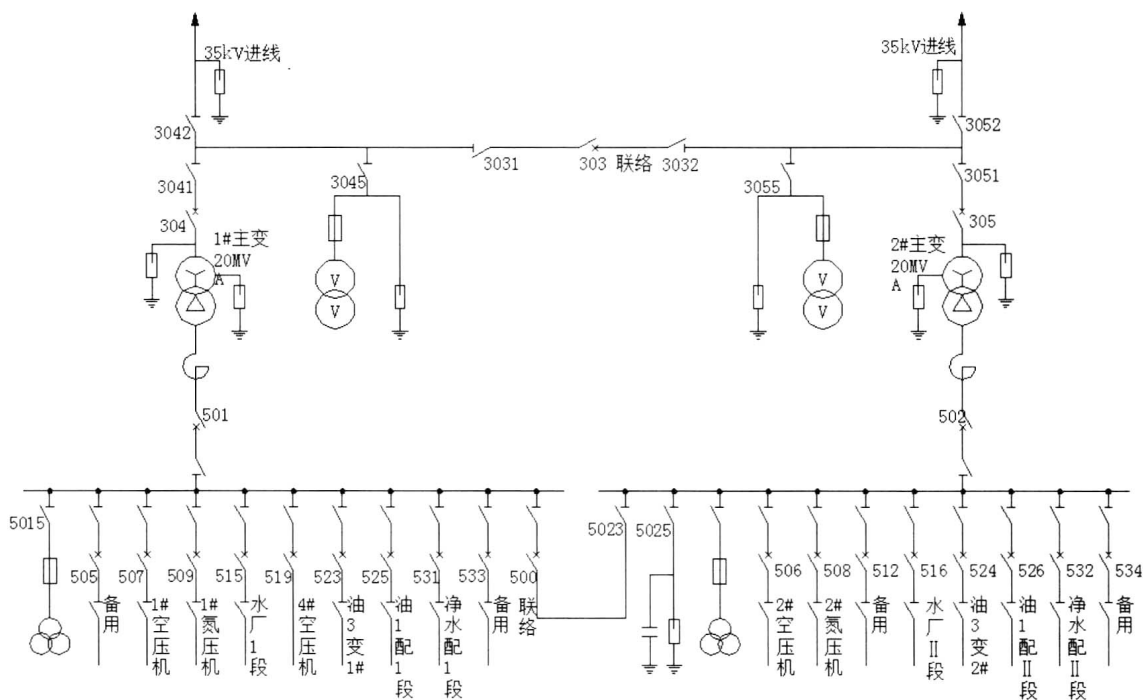


图 1-3 某变电站的电气主接线图

1.1.4 电气平面图

电气平面图一般在建筑平面图的基础上绘制, 用于表示某一电气工程中电气设备、装置和线路的平面布置状况。图 1-4 所示为某变电所平面图, 标明了变电设备的相对位置关系。

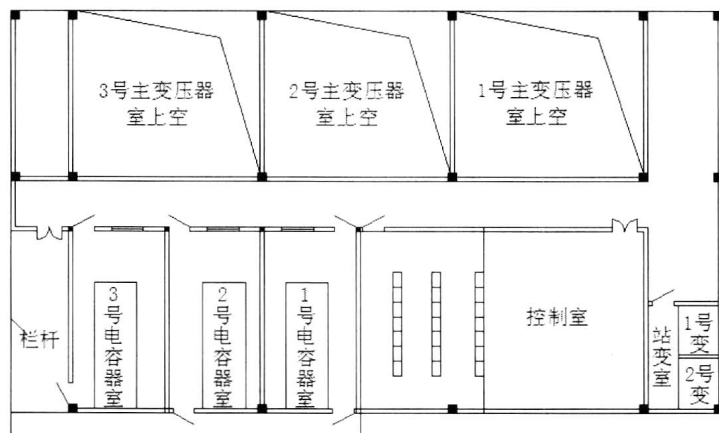


图 1-4 某变电所平面图

1.1.5 设备元件和材料表

设备元件和材料表是把电气工程所需的主要设备、元件、材料及有关的数据均以表格的形式列出来，具体标明设备、元件、材料等的名称、符号、型号、规格、数量等。

1.2 电气 CAD 制图规范

本节以国家标准 GB/T18135—2000《电气工程 CAD 制图规则》中常用的有关规定为准，对电气制图中的相关规定解释如下。

1.2.1 图纸与图幅

1. 图纸幅面

电气工程图纸采用的基本幅面有 5 种：A0、A1、A2、A3、A4，各图幅的相应尺寸如表 1-1 所示。

表 1-1 基本幅面尺寸

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
宽×长 ($B\times L$)	841×1189	594×841	420×594	297×420	297×420
不留装订边边宽 (e)	20		10		
留装订边边宽 (c)	10			5	
装订侧边宽 (a)	25				

若基本幅面不能满足要求，可按规定适当加大幅面，A0、A1 和 A2 幅面不得加长，A3 和 A4 幅面可根据需要沿短边加长，加长后的图幅尺寸如表 1-2 所示。

表 1-2 加长号图幅尺寸

代号	尺寸	代号	尺寸
A3×3	420×891	A4×4	297×841
A3×4	420×1189	A4×5	297×1051
A4×3	297×630		

2. 图框

根据布局的需要，可选择图纸横放或竖放，图纸四周要画出图框以留出周边。图框可以留有装订边，也可以不留，分别如图 1-5 和图 1-6 所示，尺寸如表 1-1 所示。

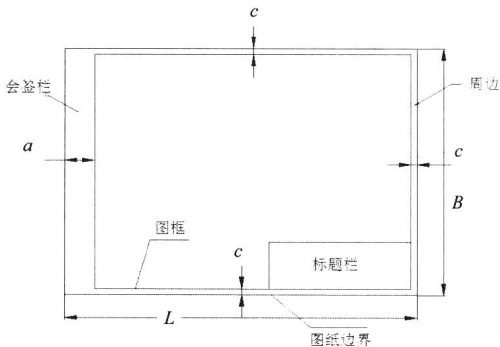


图 1-5 留装订边的图框

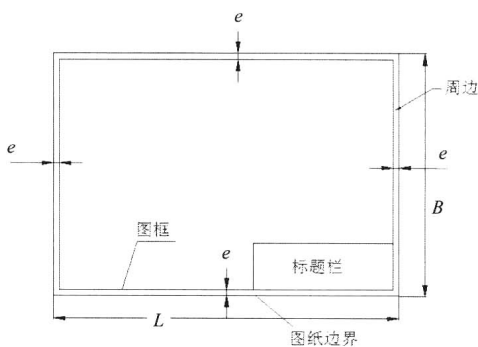


图 1-6 不留装订边的图框

3. 标题栏

标题栏是用于确定图样的名称、图号、张次、更改、有关人员签署等内容的栏目，位于图样的下方或右下方。图中的说明、符号应以标题栏的文字方向为准。

目前我国尚没有统一规定标题栏的格式，各设计部门的标题栏格式也不尽相同。本章给出了两种比较常用的标题栏格式，分别如图 1-7 和图 1-8 所示。

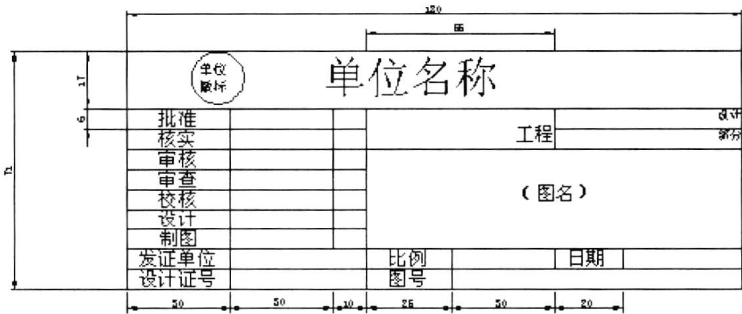


图 1-7 设计通用标题栏（A0 和 A1 幅面）

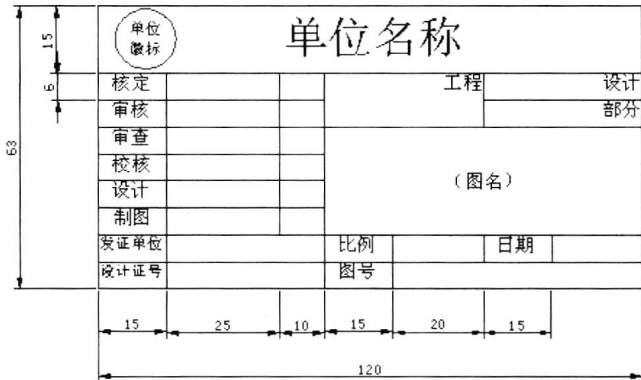


图 1-8 常用的标题栏格式（A2、A3 和 A4 幅面）

1.2.2 图线设置

1. 图线型式

图线是绘制电气图所用的各种线条的统称。电气制图中的常用线型如表 1-3 所示。

表 1-3 图线型式与应用

图线名称	图线型式	图线名称	图线型式
粗实线		点画线	
细实线		点画线	
虚线		双点画线	

通常，电源主电路、一次电路、主信号通路等采用粗线，控制回路、二次回路等采用细线表示。

2. 图线的宽度

绘图所用的线宽均应按照图样的类型和尺寸大小而定，一般在 0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm 和 2mm 中选择。

电气工程图样的图线宽度一般有两种：粗线和细线，其宽度一般取 2:1。通常情况下，粗线的宽度采用 0.5mm 或 0.7mm，细线的宽度采用 0.25mm 或 0.35mm。且同一图样中，同类线型的宽度应基本保持一致。

1.2.3 比例选取

实际绘图时，图幅有限且设备图形尺寸的实际大小又不同，所以需要按照不同的比例绘制图形。图形与实物尺寸的比值称为比例。一般情况下，电气工程图不需要按比例绘制，某些位置图按比例绘制或部分按比例绘制。若需要按比例绘图，可按表 1-4 中的规定选取适当的比例。

表 1-4

比例

类别	推荐比例		
放大比例	50 : 1		
	5 : 1		
原尺寸	1 : 1		
缩小比例	1 : 2	1 : 5	1 : 10
	1 : 20	1 : 50	1 : 100
	1 : 200	1 : 500	1 : 1000
	1 : 2000	1 : 5000	1 : 10000

同一张图样上的各个图形，原则上应采取相同的绘图比例，并在标题栏内的“比例”一栏中进行填写，比例符号用“:”表示，如 1 : 1 或 1 : 5 等。当某个图形需采用不同比例绘制时，可在视图名称的下方以分数形式标注出该图形所采用的比例。

1.2.4 字体字号

电气图中的文字一般采用仿宋体或宋体，字母或数字可以是正体也可以是斜体，文字高度一般为 2.5、3.5、7、10、14、20 等，也可按实际绘图需要自由调整。

1.3 电气图的基本表示方法

电气图的基本表示方法具体如下。

1.3.1 线路表示方法

线路的表示方法通常分为多线表示法、单线表示法和混合表示法 3 种类型。

(1) 多线表示法。每根连接线或导线各用一条图线来表示的方法，即为多线表示法。图 1-9 所示为用多线表示法绘制而成的异步电动机正反转控制电路图。该图的设备简单且连接线路较少，采用多线表示方法可清晰反映电路的工作原理。但当设备复杂、连接线路多且有交叉时，采用多线方式绘制电气图，往往会因线路繁杂而影响读图，因此复杂电路不建议使用该方法。

(2) 单线表示法。两根或两根以上的连接线或导线只用一条图线来表示的方法，即为单线表

示法。图 1-10 所示为用单线法表示的具有正反转功能的异步电动机主电路图，这种表示法主要用于三相电路或各线基本对称的电路图。

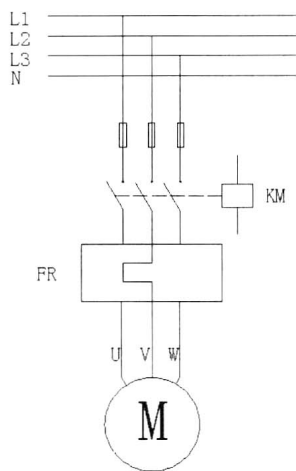


图 1-9 多线表示法

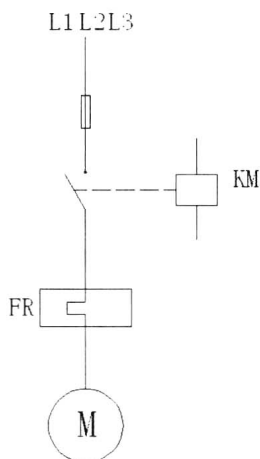


图 1-10 单线表示法

(3) 混合表示法。混合表示法是在电路图中将多线表示法和单线表示法混合使用的一种方法。

1.3.2 元件表示方法

常用的电气元件表示方法有集中表示法、半集中表示法和分开表示法。

(1) 集中表示法。集中表示法是将元件各组成部分的图形符号绘制在一起，并用一条直线型的虚线进行相互连接的表示方式，如图 1-9 所示的继电器 KM 与接触器用虚线连接的方式。

(2) 半集中表示法。将元件中功能有联系的各部分图形符号分开布置，并采用虚线将其连接的方法，即为半集中表示法。图 1-11 中的继电器 KM 分别控制系统主回路中的接触器、控制回路中的接触器。半集中表示法中的虚线可以弯折、分支和交叉。

(3) 分开表示法。将元件中某些部分的图形符号分开布置，并用文字符号标注它们之间的连接关系，即为分开表示法。图 1-12 中的继电器 KM 将图 1-11 中的虚线去掉，并在接触器的相应位置添加对应的继电器编号 KM。

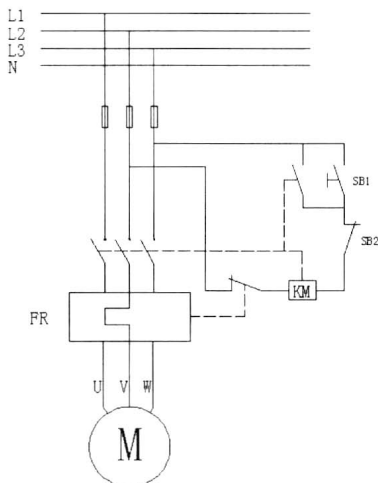


图 1-11 半集中表示法

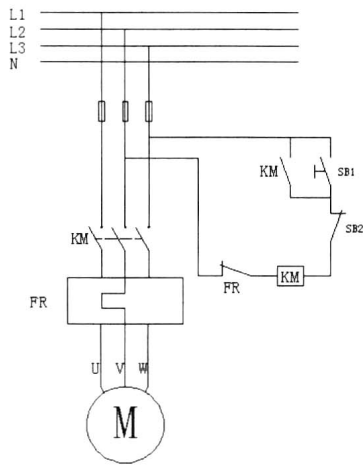


图 1-12 分开表示法

1.3.3 元件触点和工作状态表示方法

元件触点和工作状态的表示方法具体如下。

1. 电气元件触点位置

(1) 触点的两种分类：一种是如接触器、继电器、开关、按钮等的靠电磁力或人工操作的触点；另一种是诸如非继电器和行程开关等的非电和非人工操作的触点。

(2) 触点位置有以下两种表示方法。

① 接触器、继电器、开关、按钮等项目的触点符号，在同一电路中，当它们加电和受力后，各触点符号的动作方向应取向一致，当触点具有保持、闭锁和延时功能的情况下就更需要这样。但在分开表示法绘制的电气图中，触点位置没有严格规定，可灵活应用。

② 对非电和非人工操作的触点，必须在其触点符号附近用图形、操作器件符号及注释、标记和表格来标明其运行方式。

2. 元件工作状态的表示方法

电气图中的各元器件和设备，其可动部分一般应表示在非激励或不工作的状态或位置，具体如下。

(1) 断路器、负荷开关和隔离开关应表示在断开位置。

(2) 温度继电器、压力继电器表示在常温和常压（一个大气压）状态。

(3) 继电器和接触器应表示在非激励状态，图中的触头状态应表示在非受电下的状态。

(4) 行程开关之类的机械操作开关在非工作状态或位置的情况以及机械操作开关处于工作位置的对应关系，通常要在触点符号的附近进行表示或另附说明。

(5) 带零位的手动控制开关应表示在零位置，不带零位的手动控制开关应表示在图中规定的位置。

(6) 事故、备用、报警等开关或继电器的触点应表示在设备正常使用的位置，若有特定位置，须在图中另加说明。

1.4 电气图连接线的表示方法

电气图中的连接线起着连接各种设备及元器件图形符号的作用，它可以是传输信息流的导线，也可以是表示逻辑流、功能流的图线。电气图中连接线的表示方法具体如下。

1.4.1 连接线的一般表示法

导线的一般符号表示单根导线，如图 1-13 (a) 所示。当用单线表示导线组时，可在单线上加短斜线，且用短斜线的数量代表导线根数，图 1-13 (b) 所示的是 3 根导线的导线组；当导线根数大于等于 4 根时，可采用短斜线加注数字表示，数字表示导线的根数，如图 1-13 (c) 所示。

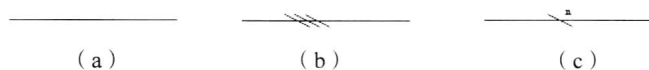


图 1-13 导线的符号

在电气图中，导线的材料、导线截面、电压、频率等特征的表示方法是：在横线上面标出电