

中文版

# AutoCAD 2018

# 电气设计 完全自学一本通

史丰荣 孙岩志 徐宗刚 编著

■ 详解基础入门操作与各大功能模块，提供 **6** 大行业解决方案：电路图设计、控制电气设计、机械电气设计、建筑电气设计、变电和输电工程图设计、电气图纸的打印与输出。

■ 光盘内含结果文件 **188** 个、源文件 **62** 个、教学视频 **164** 个（共计 **16** 小时）。





中文版

# AutoCAD 2018

# 电气设计

完全自学  
一本通

史丰荣 孙岩志 徐宗刚 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内容简介

本书以目前最新版本 AutoCAD 2018 为平台,从实际操作和应用的角度出发,全面讲述了 AutoCAD 2018 的基本功能及其在电气工程行业中的实战应用。

全书分为四大部分共 20 章,从电气工程基础、AutoCAD 2018 的基础操作到实际应用、电气设计,都做了详细、全面的讲解,帮助读者彻底掌握 AutoCAD 2018 的操作技能及电气工程设计与应用。

随书光盘中赠送大量源文件、结果文件及教学视频,帮助读者充分利用软件功能进行相关设计。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

AutoCAD 2018中文版电气设计完全自学一本通 / 史丰荣,孙岩志,徐宗刚编著. -- 北京:电子工业出版社,2018.5

ISBN 978-7-121-33879-3

I. ①A… II. ①史… ②孙… ③徐… III. ①电气设备—计算机辅助设计—AutoCAD软件—自学参考资料 IV.①TM02-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第053530号

责任编辑:姜伟

文字编辑:赵英华

印刷:三河市鑫金马印装有限公司

装订:三河市鑫金马印装有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱

邮编:100036

开本:787×1092 1/16 印张:33 字数:954.9千字

版次:2018年5月第1版

印次:2018年5月第1次印刷

定价:89.80元(含光盘1张)

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 [zlts@phei.com.cn](mailto:zlts@phei.com.cn), 盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

本书咨询联系方式。(010) 88254161~88254167转1897。



AutoCAD 是 Autodesk 公司开发的通用计算机辅助绘图和设计软件，广泛应用于机械、建筑、电子、航天、造船、石油化工、土木工程、冶金、气象、纺织、轻工等领域。在中国，AutoCAD 已成为工程设计领域应用最为广泛的计算机辅助设计软件之一。AutoCAD 2018 是适应当今科学技术的快速发展和用户需要而开发的面向 21 世纪的 CAD 软件包，它贯彻了 Autodesk 公司一贯为广大用户考虑的方便性和高效率，为多用户合作提供了便捷的工具与规范和标准，以及方便的管理功能，因此用户可以与设计组密切而高效地共享信息。

## 本书内容

本书以目前最新版本 AutoCAD 2018 为平台，从实际操作和应用的角度出发，全面讲述了 AutoCAD 2018 的基本功能及其在电气工程行业中的实战应用。

全书分为四大部分共 20 章，从电气工程基础、AutoCAD 2018 的基础操作到实际应用、电气设计，都做了详细、全面的讲解。

□ 第一部分（第 1 章）：主要介绍电气工程制图的相关基础知识。

□ 第二部分（第 2~8 章）：主要介绍 AutoCAD 2018 软件的基本绘图功能，其内容包括 AutoCAD 2018 的软件介绍、基本界面认识、绘图环境设置、AutoCAD 图形与文件的基本操作、基本工具的应用等。

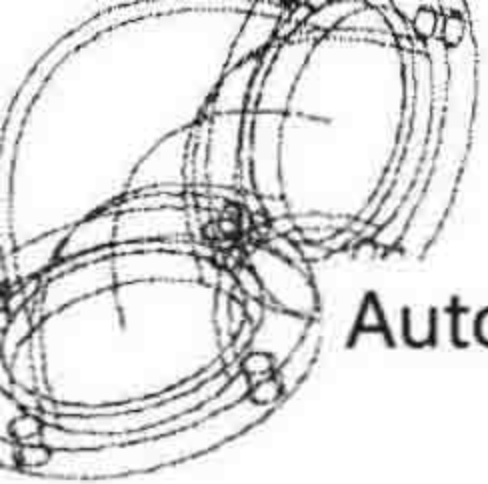
□ 第三部分（第 9~14 章）：主要介绍 AutoCAD 在电气图形、符号及模型设计中的相关指令与应用。

□ 第四部分（第 15~20 章）：主要介绍电气工程的相关图纸设计与行业的实战设计案例。

## 本书特色

本书定位初学者，旨在为机械设计、机电一体化、建筑机电设计等领域的设计者打下良好的工程设计基础，同时学习到相关的专业基础知识。

本书从软件的基本应用及行业知识入手，以 AutoCAD 2018 软件模块和电气工程图制图的应用流程为主线，以实例为引导，按照由浅入深、循序渐进的方式，讲解软件的新特性和软件操作方法，使读者能快速掌握电气工程绘图技巧。



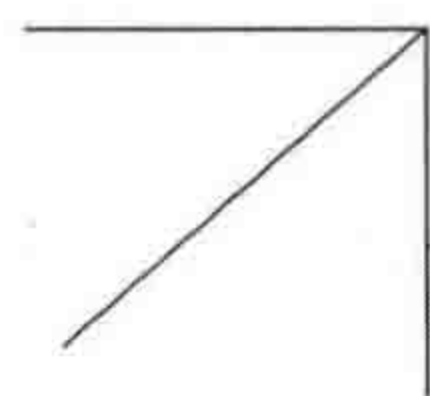
本书最大特色在于：

- 功能指令全；
- 穿插海量典型实例；
- 大量的教学视频，帮助读者轻松学习；
- 随书光盘中赠送大量有价值的学习资料及练习内容，帮助读者充分利用软件功能进行相关设计。

## 作者信息

本书由山东烟台工程职业技术学院机械工程系史丰荣、孙岩志和徐宗刚老师编著，另外黄成、郭方文、魏玉伟、宋一兵、马震、罗来兴、张红霞、陈胜、官兴田、贾广浩、吕英波、赵甫华等也参与了编写。





## 第1章 电气工程制图基础

- 1.1 电气工程图的种类及特点 ..... 2
  - 1.1.1 电气工程的分类 ..... 2
  - 1.1.2 电气工程图的种类 ..... 2
  - 1.1.3 电气工程图的一般特点 ..... 4
  - 1.1.4 绘制电气工程图的规则 ..... 6
  - 1.1.5 绘制电气工程图应注意的事项 7
- 1.2 电气工程 CAD 制图的规范 ..... 9
- 1.3 常见电路图表达方法 ..... 12
- 1.4 电气图形符号的构成和分类 ... 14
  - 1.4.1 电气图形符号的构成 ..... 14
  - 1.4.2 电气图形符号的分类 ..... 15

## 第2章 AutoCAD 2018 概述

- 2.1 AutoCAD 2018 软件下载 ..... 17
- 2.2 安装 AutoCAD 2018 ..... 19
- 2.3 AutoCAD 2018 欢迎界面 ..... 22
  - 2.3.1 【了解】页面 ..... 22
  - 2.3.2 【创建】页面 ..... 24
- 2.4 AutoCAD 2018 工作界面 ..... 28
- 2.5 绘图环境的设置 ..... 30
  - 2.5.1 选项设置 ..... 30
  - 2.5.2 草图设置 ..... 37
  - 2.5.3 特性设置 ..... 40
  - 2.5.4 图形单位设置 ..... 41
  - 2.5.5 绘图图限设置 ..... 42
- 2.6 CAD 系统变量与命令 ..... 42
  - 2.6.1 系统变量定义与类型 ..... 42
  - 2.6.2 系统变量的查看和设置 ..... 43

- 2.6.3 命令 ..... 44

- 2.7 入门范例——绘制 T 形图形 ... 48

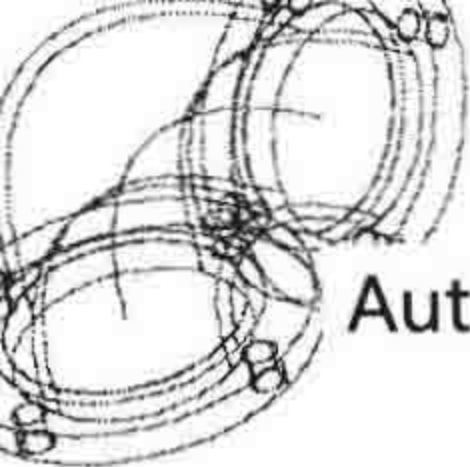
## 第3章 快速高效作图

- 3.1 精确绘制图形 ..... 52
  - 3.1.1 设置捕捉模式 ..... 52
  - 3.1.2 栅格显示 ..... 52
  - 3.1.3 对象捕捉 ..... 53
  - 3.1.4 对象追踪 ..... 57
  - 3.1.5 正交模式 ..... 61
  - 3.1.6 锁定角度 ..... 63
  - 3.1.7 动态输入 ..... 64
- 3.2 图形的操作 ..... 67
  - 3.2.1 更正错误 ..... 67
  - 3.2.2 删除对象 ..... 69
  - 3.2.3 Windows 通用工具 ..... 69
- 3.3 对象的选择技巧 ..... 70
  - 3.3.1 常规选择 ..... 70
  - 3.3.2 快速选择 ..... 71
  - 3.3.3 过滤选择 ..... 73
- 3.4 综合案例——绘制基本电路符号 74

## 第4章 绘制基本曲线

- 4.1 绘制点对象 ..... 82
  - 4.1.1 设置点样式 ..... 82
  - 4.1.2 绘制单点和多点 ..... 82
  - 4.1.3 绘制定数等分点 ..... 83
  - 4.1.4 绘制定距等分点 ..... 84
- 4.2 绘制直线、射线和构造线 ..... 84
  - 4.2.1 绘制直线 ..... 84





4.2.2	绘制射线	85
4.2.3	绘制构造线	85
4.3	绘制矩形和正多边形	86
4.3.1	绘制矩形	86
4.3.2	绘制正多边形	87
4.4	绘制圆、圆弧、椭圆和椭圆弧	88
4.4.1	绘制圆	88
4.4.2	绘制圆弧	90
4.4.3	绘制椭圆	95
4.4.4	绘制圆环	97
4.5	综合案例——绘制绝缘子	97

## 第5章 绘制其他曲线

5.1	多线绘制与编辑	101
5.1.1	绘制多线	101
5.1.2	编辑多线	102
5.1.3	创建与修改多线样式	106
5.2	多段线绘制与编辑	107
5.2.1	绘制多段线	107
5.2.2	编辑多段线	110
5.3	样条曲线绘制与编辑	113
5.3.1	绘制样条曲线	113
5.3.2	编辑样条曲线	114
5.4	绘制曲线与参照几何图形命令	118
5.4.1	螺旋线	118
5.4.2	修订云线	119
5.5	综合案例	121
5.5.1	案例一：将辅助线转化为图形轮廓线	121
5.5.2	案例二：绘制电线杆组装图	125

## 第6章 填充与渐变绘图

6.1	将图形转换为面域	133
6.1.1	创建面域	133
6.1.2	对面域进行逻辑运算	133

6.1.3	使用 MASSPROP 提取面域质量特性	136
6.2	填充概述	136
6.2.1	定义填充图案的边界	136
6.2.2	添加填充图案和实体填充	136
6.2.3	选择填充图案	137
6.2.4	关联填充图案	138
6.3	图案填充	138
6.3.1	使用图案填充	138
6.3.2	创建无边界的图案填充	144
6.4	渐变填充	145
6.4.1	设置渐变色	145
6.4.2	创建渐变色填充	146
6.5	区域覆盖	147
6.6	综合案例	149
6.6.1	案例一：利用面域绘制图形	149
6.6.2	案例二：给图形进行图案填充	151

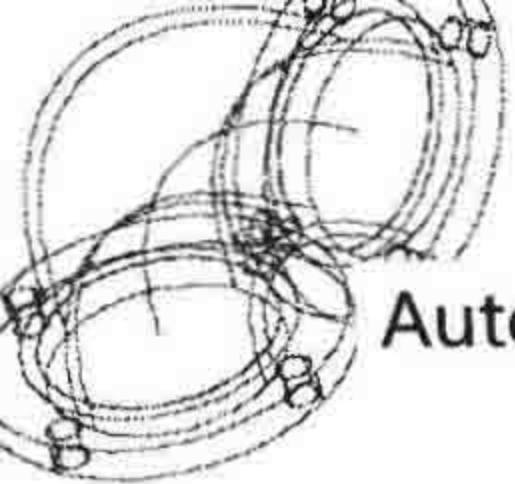
## 第7章 图形编辑与操作一

7.1	使用夹点编辑图形	154
7.1.1	夹点定义和设置	154
7.1.2	利用【夹点】拉伸对象	155
7.1.3	利用【夹点】移动对象	156
7.1.4	利用【夹点】旋转对象	156
7.1.5	利用【夹点】比例缩放	157
7.1.6	利用【夹点】镜像对象	158
7.2	删除对象	158
7.3	移动与旋转对象	158
7.3.1	移动对象	158
7.3.2	旋转对象	159
7.4	副本的变换操作	160
7.4.1	复制对象	160
7.4.2	镜像对象	161
7.4.3	阵列对象	163
7.4.4	偏移对象	165



7.5 综合案例——绘制电动机 供电系统图 .....	168	9.3 块编辑器 .....	213
<b>第 8 章 图形编辑与操作二</b>		9.3.1 【块编辑器】选项卡 .....	214
8.1 图形修改 .....	174	9.3.2 块编写选项板 .....	215
8.1.1 缩放对象 .....	174	9.4 动态块 .....	216
8.1.2 拉伸对象 .....	175	9.4.1 动态块概述 .....	216
8.1.3 修剪对象 .....	176	9.4.2 向块中添加元素 .....	216
8.1.4 延伸对象 .....	179	9.4.3 创建动态块 .....	217
8.1.5 拉长对象 .....	180	9.5 块属性 .....	220
8.1.6 倒角 .....	183	9.5.1 块属性特点 .....	221
8.1.7 倒圆角 .....	185	9.5.2 定义块属性 .....	221
8.2 分解与合并操作 .....	187	9.5.3 编辑块属性 .....	223
8.2.1 打断对象 .....	187	9.6 使用外部参照 .....	224
8.2.2 合并对象 .....	188	9.6.1 使用外部参照 .....	225
8.2.3 分解对象 .....	188	9.6.2 外部参照管理器 .....	226
8.3 编辑对象特性 .....	189	9.6.3 附着外部参照 .....	227
8.3.1 【特性】选项板 .....	189	9.6.4 拆离外部参照 .....	227
8.3.2 特性匹配 .....	190	9.6.5 外部参照应用实例 .....	227
8.4 综合案例——冷冻泵配电 系统及控制原理图 .....	191	9.7 剪裁外部参照与光栅图像 ...	230
<b>第 9 章 制作图块</b>		9.7.1 剪裁外部参照 .....	230
9.1 块与外部参照概述 .....	202	9.7.2 光栅图像 .....	232
9.1.1 块定义 .....	202	9.7.3 附着图像 .....	232
9.1.2 块的特点 .....	202	9.7.4 调整图像 .....	235
9.2 创建块 .....	203	9.7.5 图像边框 .....	235
9.2.1 块的创建 .....	203	9.8 综合案例——标注零件图 表面粗糙度 .....	236
9.2.2 插入块 .....	206	<b>第 10 章 电气图形尺寸标注</b>	
9.2.3 删除块 .....	208	10.1 图纸尺寸标注常识 .....	240
9.2.4 存储并参照块 .....	209	10.1.1 尺寸的组成 .....	240
9.2.5 嵌套块 .....	211	10.1.2 尺寸标注类型 .....	240
9.2.6 间隔插入块 .....	211	10.1.3 标注样式管理器 .....	241
9.2.7 多重插入块 .....	211	10.2 标注样式的创建与修改 .....	242
9.2.8 创建块库 .....	212	10.3 基本尺寸标注 .....	244
		10.3.1 线性尺寸标注 .....	245
		10.3.2 角度尺寸标注 .....	246
		10.3.3 半径或直径标注 .....	246





10.3.4	弧长标注	248
10.3.5	坐标标注	248
10.3.6	对齐标注	249
10.3.7	折弯标注	250
10.3.8	折断标注	251
10.3.9	倾斜标注	251
10.4	快速标注工具	254
10.4.1	快速标注	254
10.4.2	基线标注	254
10.4.3	连续标注	255
10.4.4	等距标注	255
10.5	其他标注样式	260
10.5.1	形位公差标注	260
10.5.2	多重引线标注	261
10.6	编辑标注	262
10.7	综合案例——电线杆装 配图形标注	263

## 第 11 章 电路图的文字与表格注释

11.1	文字注释概述	268
11.2	使用文字样式	268
11.2.1	创建文字样式	268
11.2.2	修改文字样式	269
11.3	单行文字	269
11.3.1	创建单行文字	269
11.3.2	编辑单行文字	271
11.4	多行文字	272
11.4.1	创建多行文字	272
11.4.2	编辑多行文字	277
11.5	符号与特殊字符	277
11.6	表格	278
11.6.1	新建表格样式	279
11.6.2	创建表格	281
11.6.3	修改表格	284
11.6.4	【表格单元】选项卡	286

11.7	综合案例——绘制小车间 电气平面图	289
------	----------------------	-----

## 第 12 章 基本电气符号的绘制

12.1	绘制导线和连接器件	293
12.2	绘制无源元件	294
12.3	绘制半导体管和电子管	298
12.4	电能的发生和转换	302
12.5	开关、控制和保护装置	307

## 第 13 章 电气元件三维建模

13.1	三维建模概述	311
13.2	由曲线创建实体或曲面	311
13.2.1	创建拉伸特征	311
13.2.2	创建扫掠特征	314
13.2.3	创建旋转特征	315
13.2.4	创建放样特征	317
13.2.5	创建【按住并拖动】实体	319
13.3	创建三维实体图元	321
13.3.1	圆柱体	321
13.3.2	圆锥体	322
13.3.3	长方体	324
13.3.4	球体	325
13.3.5	棱锥体	326
13.3.6	圆环体	328
13.3.7	楔体	329
13.4	其他实体创建类型	329
13.4.1	多段体	329
13.4.2	平面曲面	331
13.5	综合案例——设计拉线开关座	331

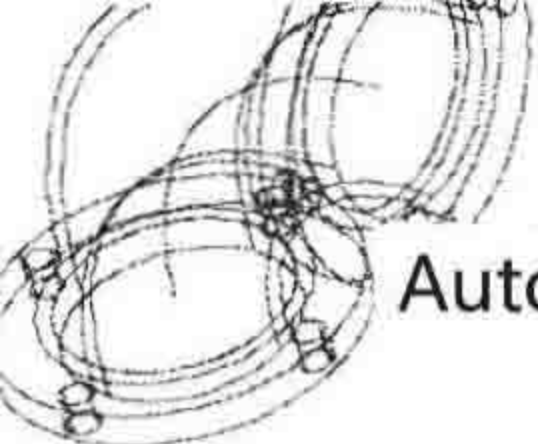
## 第 14 章 电气元件建模修改与操作

14.1	模型的基本操作	343
14.1.1	三维小控件工具	343



14.1.2	三维移动	343	16.2.8	绘制线圈	371
14.1.3	三维旋转	344	16.3	案例二：两自由度工作台 控制系统设计	373
14.1.4	三维缩放	344	16.3.1	绘制控制系统结构图	373
14.1.5	三维对齐	345	16.3.2	绘制控制系统框图	377
14.1.6	三维镜像	345	16.3.3	低压电气图	378
14.1.7	三维阵列	345	16.3.4	主控系统图	382
14.2	布尔运算	346	16.4	案例三：SINUMERIK820 控制 系统的硬件结构图	386
14.2.1	并集	346	<b>第 17 章 机械电气设计</b>		
14.2.2	差集	346	17.1	机械电气概述	392
14.2.3	交集	347	17.1.1	机床电力拖动系统	392
14.3	曲面编辑	347	17.1.2	电气控制系统	392
14.4	实体编辑	349	17.2	案例一：机械电气基本符号 的绘制	394
14.5	综合案例——设计冲压接线片	350	17.2.1	自动追踪功能的应用	394
<b>第 15 章 电路图设计</b>			17.2.2	电气基本符号的绘制	400
15.1	电路基础	355	17.2.3	图块功能的应用	403
15.1.1	电子线路分类	355	17.3	案例二：三相交流异步电动机 控制电气设计	405
15.1.2	模拟电路特点及类型	355	17.3.1	供电简图设计	405
15.1.3	数字电路	356	17.3.2	三相交流异步电动机供电 系统图设计	407
15.2	案例一：绘制单片机采样线路图	356	17.3.3	三相交流异步电动机控制 电路图设计	411
15.3	案例二：绘制简易录音机电路图	359	17.4	案例三：普通车床电气设计	417
<b>第 16 章 控制电气设计</b>			17.4.1	车床主回路的设计	418
16.1	控制电气简介	365	17.4.2	控制回路的设计	422
16.2	案例一：绘制液位自动控制器电路 原理图	365	17.4.3	照明指示回路的设计	424
16.2.1	设置绘图环境	366	17.4.4	完成车床系统电气原理图	426
16.2.2	绘制常开按钮开关	366	17.5	案例四：铣床电气设计	427
16.2.3	绘制常闭按钮开关	367	17.5.1	主动回路设计	428
16.2.4	绘制双位开关	368	17.5.2	控制回路设计	429
16.2.5	绘制电极探头开关	369	17.5.3	照明指示回路设计	432
16.2.6	绘制信号灯	370	17.5.4	完成 X62W 型铣床电气 原理图	433
16.2.7	绘制电源接线端	370			





## 第 18 章 建筑电气设计

- 18.1 建筑电气绘图规范 .....435
- 18.2 案例一：建筑配电平面图设计 435
  - 18.2.1 建筑平面图绘制 ..... 435
  - 18.2.2 强电布置图的绘制 ..... 440
  - 18.2.3 弱电布置图的绘制 ..... 445
- 18.3 案例二：建筑电气图 .....449
  - 18.3.1 绘制总配电箱图 ..... 449
  - 18.3.2 绘制弱电电气图 ..... 450

## 第 19 章 变电和输电工程图设计

- 19.1 案例一：10kV 线路平面图 ...452
- 19.2 案例二：10kV 变电所系统图 461
  - 19.2.1 系统图 ..... 461
  - 19.2.2 电气主接线图 ..... 463
- 19.3 案例三：低压配电系统图 .....469
- 19.4 案例四：车间低压送电图 .....488

## 第 20 章 电气图纸的打印与输出

- 20.1 添加和配置打印设备 .....497
- 20.2 布局的使用 .....500
  - 20.2.1 模型空间与图纸空间 ..... 500
  - 20.2.2 创建布局 ..... 501
- 20.3 图形的输出设置 .....503
  - 20.3.1 页面设置 ..... 503
  - 20.3.2 打印设置 ..... 505
- 20.4 输出图形 .....505
  - 20.4.1 从模型空间输出图形 ..... 506
  - 20.4.2 从图纸空间输出图形 ..... 506

## 附录 1 AutoCAD 2018 功能组合键 .....509

## 附录 2 AutoCAD 2018 系统变量大全 .....511



# 第 1 章

## 电气工程制图基础

### 本章内容

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图中的基本概念、分类、绘制原则及注意事项等。

### 知识要点

- 了解电气工程图的分类与特点
- 了解电气图形符号的构成和分类
- 常见电路图的表达方法
- 掌握电气工程 CAD 制图的规范



## 1.1 电气工程图的种类及特点

电气工程图既可以根据功能和使用场合分为不同的类别，也具有某些共同的特点，这些都有别于建筑工程图、机械工程图。

### 1.1.1 电气工程的分类

电气工程包含的范围很广，如电子、电力、工业控制、建筑电气等。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，分别介绍如下。

- 发电工程：根据不同的电源性质，发电工程主要分为火电、水电和核电。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。
- 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。
- 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、电话、闭路电视、计算机等众多领域的弱点信号线路和设备。

#### 3. 建筑电气工程

建筑电气工程主要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。

#### 4. 工业控制电气

工业控制电气主要用于机械、车辆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。

### 1.1.2 电气工程图的种类

电气工程图用来阐述电气工程的构成和功能，描述电气装置的工作原理，提供安装和维护使用的信息。电气工程的规模不同，该项工程的电气图的种类和数量也不同。

一般而言，一项电气工程的电气图（通常装订成册）由以下几部分组成。

#### 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，好比书的目录，便于资料系统化和检索图样，方便查阅，由序号、图样名称、编号、张数等构成。

前言中一般包括设计说明、图例、设备材料明细表、工程经费概算等。

设计说明的主要目的在于阐述电气工程设计依据、基本指导思想与原则，图样中未能清楚表明工程特点、安装方法、工艺要求、特殊设备的安装使用说明，以及有关的注意事项等的补充说明。图例就是图形符号，一般在前言中只列出本套图样涉及的一些特殊图例。设备材料明细表列出该项电气



工程所需的主要电气设备和材料的名称、型号、规格和数量,可供经费预算和购置设备材料时参考。工程经费概算用于大致统计出电气工程所需的费用,可以作为工程经费预算和决算的重要依据。

## 2. 电气系统图

电气系统图可表示整个工程或该工程某一项目的供电方式和电能输送的关系,也可表示某一装置各主要组成部分的关系。例如,一个电动机的供电关系,则可采用如图 1-1 所示的电气系统图。该电气系统由电源 L1、L2、L3,熔断器 FU,交流接触器 KM,热继电器 KR,电动机 M 构成,并通过连线表示如何连接这些元件。

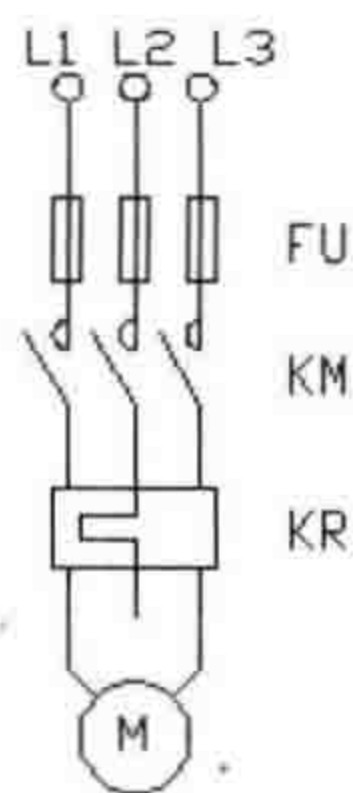


图 1-1 电动机电气系统图

## 3. 电路图

电路图是用图形符号绘制,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部分的连接关系,侧重表达电气工程的逻辑关系,而不考虑其实际位置的一种简图。

电路图主要表示系统或装置的电气工作原理,又称为电气原理图。

电路图的用途广泛,可以用于详细地理解电路、设备或成套装置及其组成部分的作用原理,分析和计算电路特性,为测试和寻找故障提供信息,并作为编制接线图的依据,简单的电路图还可以直接用于接线。例如,为了描述电动机的控制原理,要使用如图 1-2

所示的电路图清楚地表示其工作原理。按钮 S1 用于启动电动机,按下它可让交流接触器 KM 的电磁线圈通电,闭合交流接触器 KM 的主触头,电动机运转;按钮 S2 用于使电动机停止运转,按下它电动机就停转。

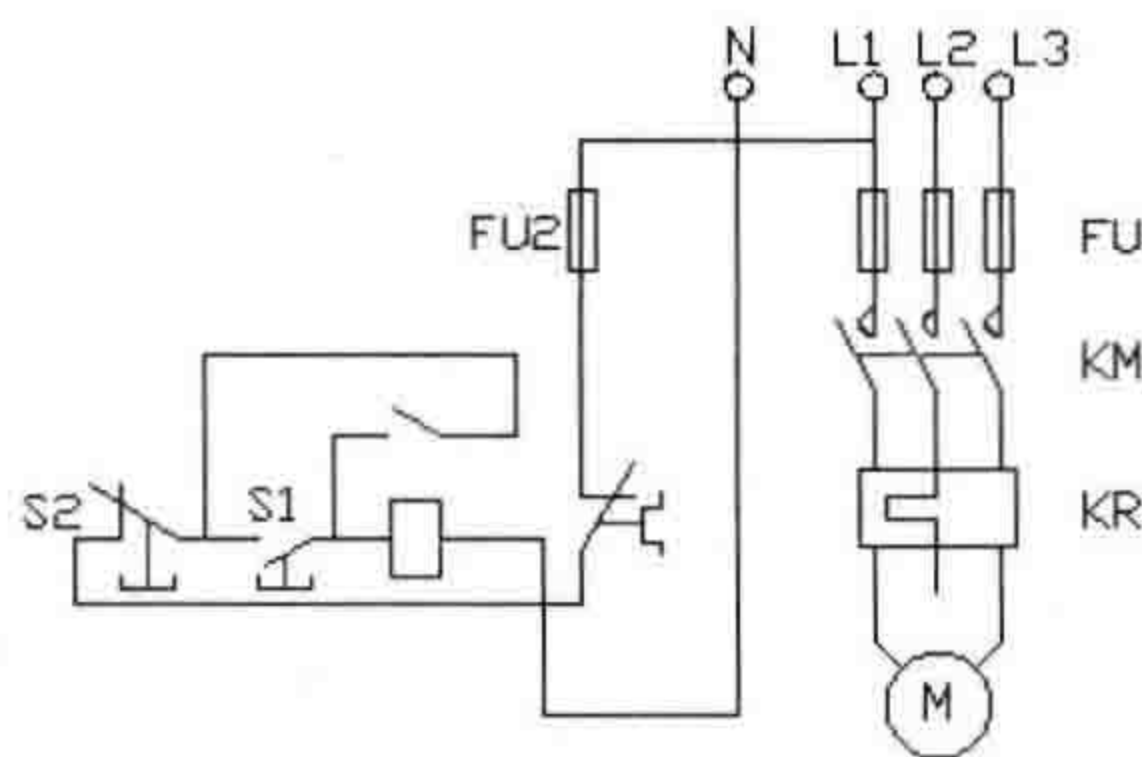


图 1-2 电动机控制电路原理图

## 4. 接线图

接线图是用符号表示电气装置内部各元件之间及其与外部其他装置之间的连接关系的一种简图,便于安装接线及维护。有单元接线图、互连接线圈端子接线图、电线电缆配置图等类型。如图 1-3 所示的接线图清楚地表示了各元件之间的实际位置和连接关系。图中电源(L1、L2、L3)由型号为 BX-3×6 的导线,顺序接至端子排 X、熔断器 FU、交流接触器 KM 的主触头,再经热继电器 KR 的热元件,接至电动机 M 的接线端子 U、V、W。这幅图与实际电路是完全对应的。

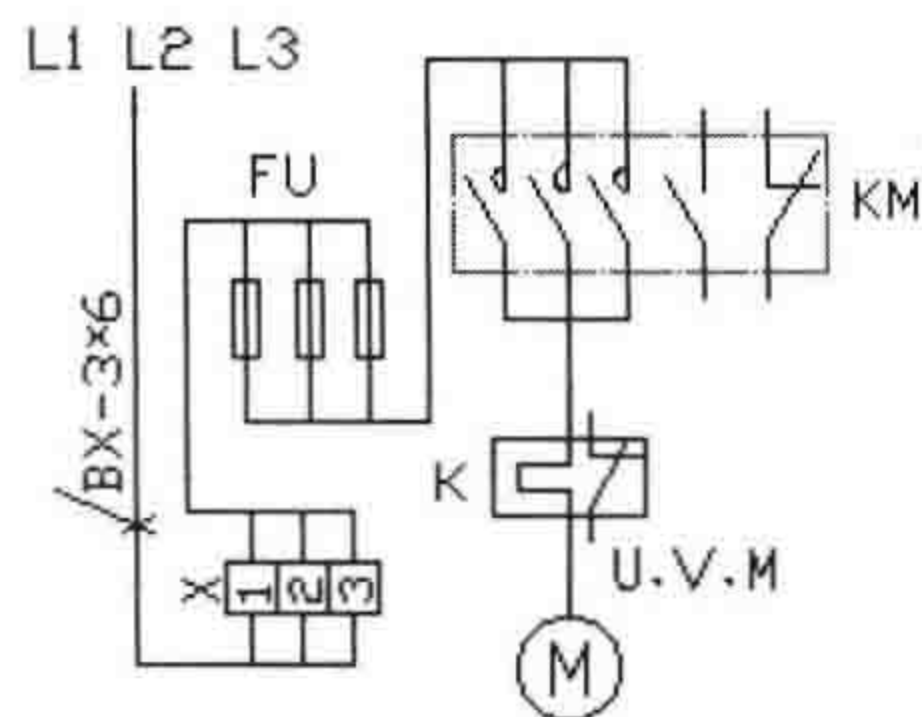


图 1-3 电动机主回路接线图

## 5. 电气平面图

电气平面图主要表示电气工程中电气设备、装置和线路的平面布置,它一般是在建筑平面图的基础上绘制出来的。根据用途不



同, 电气工程平面图可分为线路平面图、变电所平面图、动力平面图、照明平面图、弱电系统平面图、防雷与接地平面图等。如图 1-4 所示为某车间的电气工程平面图。

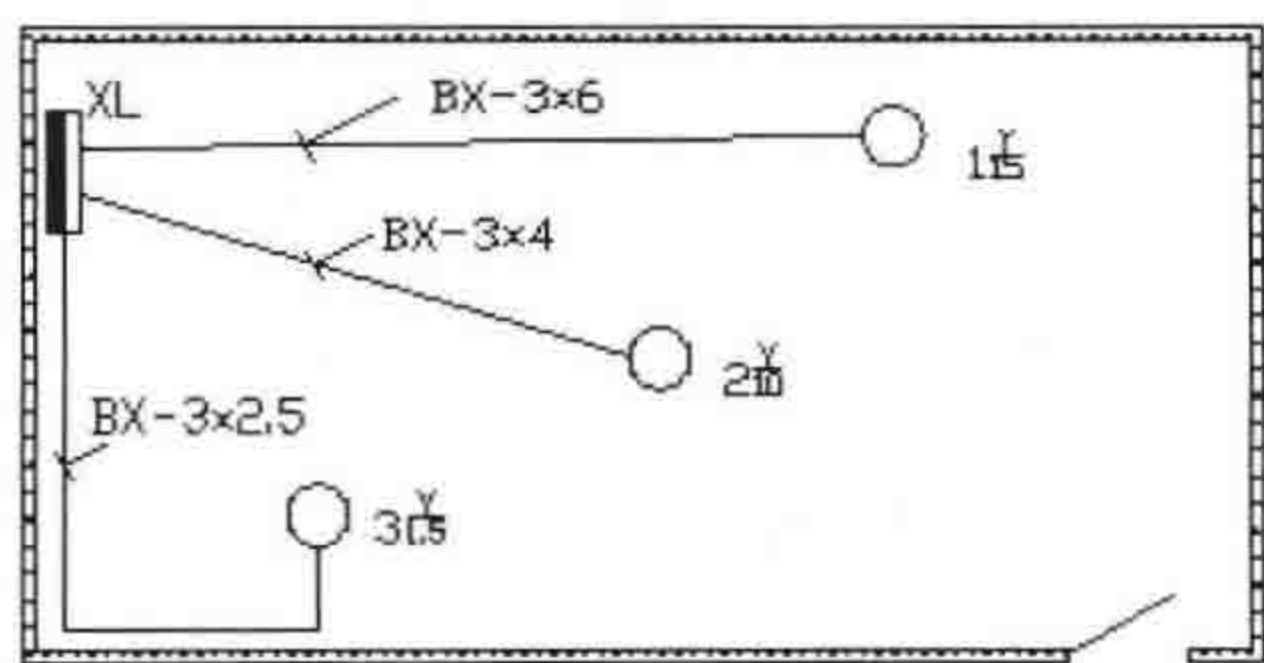


图 1-4 某车间的电气工程平面图

## 6. 设备布置图

设备布置图主要表示各种电气设备和装置的布置形式、安装方式及相互位置之间的尺寸关系, 通常由平面图、立向图、断面图、剖面图等组成。

## 7. 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。

## 8. 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。

## 9. 设备元件和材料明细表

设备元件和材料明细表是把某一电气工程所需主要设备、元件、材料和有关的数据列成表格, 表示其名称、符号、型号、规格、数量。这种表格主要用于说明图上符号所对应的元件名称和有关数据, 应与图联系起来阅读。

## 10. 其他电气图

在电气工程图中, 电气系统图、电路图、接线图、平面图是最主要的电气工程图。但在一些较复杂的电气工程中, 为了补充和详

细说明某一局部工程, 还需要使用一些特殊的电气图, 如功能图、逻辑图、印制电路板图、曲线图、表格等。

## 1.1.3 电气工程图的一般特点

### 1. 图形符号、文字符号和项目代号是构成电气图的基本要素

图形符号、文字符号和项目代号是电气工程图的基本要素, 一些技术数据也是电气工程图的主要内容。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。在同一张图上为了区分相同的设备, 需要进行设备编号, 设备编号和文字符号一起构成项目代号。

在一张图上, 一类设备只用一种图形符号。比如各种熔断器都用同一个符号表示。为了区别同一类设备中不同元件的名称、功能、状态、特征以及安装位置, 还必须在符号旁边标注文字符号。例如, 不同功能、不同规格的熔断器分别标注为 FU1、FU2、FU3、FU4。为了更具体地区分, 除了标注文字符号、项目代号外, 有时还要标注一些技术数据, 如图中熔断器的有关技术数据, 如 RL-15/15A 等。

### 提示:

一般是用一种图形符号描述和区分这些项目的名称、功能、状态、特征、相互关系、安装位置、电气连接等, 不必画出它们的外形结构。

### 2. 简图是电气工程图的主要表现形式

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。电气工程图绝大多数都采用简图这种形式。

简图并不是指内容“简单”，而是指形式的“简化”，它是相对于严格按几何尺寸、绝对位置等绘制的机械图而言的。电气工程图中的系统图、电路图、接线图、平面布置图等都是简图。

### 3. 元件和连接线是电气图描述的主要内容

一种电气装置主要由电气元件和电气连接线构成，因此，无论是说明电气工作原理的电路图，表示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接线图等，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法，从而形成了电气图的多样性。

连接线在电路图中通常有多线表示法、单线表示法和混合表示法。每根连接线或导线各用一条图线表示的方法，称为多线表示法；两根或两根以上的连接线只用一条图线表示的方法，称为单线表示法；在同一图中，单线和多线同时使用的方法称为混合表示法。

### 4. 电气元件在电路图中的三种表示方法

用于电气元件的表示方法可分别采用集中表示法、半集中表示法、分开表示法。集中表示法是把一个元件各组成部分的图形符号绘制在一起的方法。比如可以把交流接触器的主触头和辅助触头、热继电器的热元件和触点集中绘制在一起。分开表示法是把一个元件的各组成部分分开布置；对同一个交流接触器，驱动线圈、主触头、辅助触头、热继电器的热元件、触点分别画在不同的电路中，用同一个符号 KM 或 KR 将各部分联系起来。

半集中表示法是介于集中表示法和分开表示法之间的一种表示法。其特点是，在图中把一个项目的某些部分的图形符号分开布置，并用机械连接线表示出项目中各部分的

关系。其目的是得到清晰的电路布局。在这里，机械连接线可以是直线，也可以折弯、分支或交叉。

### 5. 表示连接线去向的两种方法

在接线图和某些电路图中，通常要求表示连接线的两端各引向何处，表示连接线去向一般有连续线表示法和中断线表示法。

表示两接线端子（或连接点）之间导线的线条是连续的方法，称为连续线表示法；表示两接线端子或连接点之间导线的线条中断的方法，称为中断线表示法。

### 6. 电气工程图两种基本的布局方法

功能布局法和位置布局法是电气工程图两种基本的布局方法。功能布局法是指绘图时只考虑元件之间功能关系而不考虑实际位置的一种布局方法。电气工程图中的系统图、电路原理图都是采用这种布局方法。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。电气工程图中的接线图、设备布置图及平面图通常采用这种布局方法。

### 7. 电气图的多样性

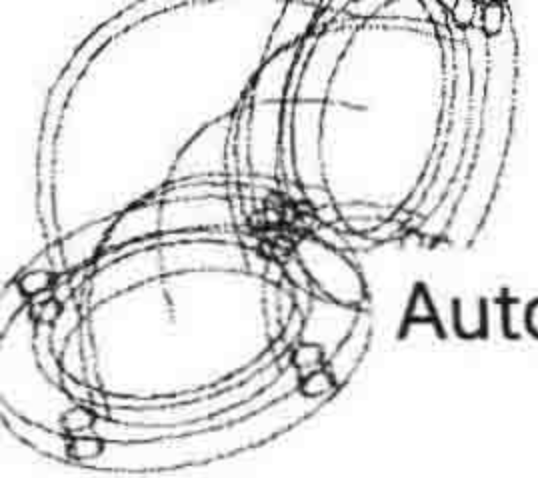
在某一个电气系统或电气装置中，各种元件、设备、装置之间，从不同角度、不同侧面去考察，存在着不同的关系，构成四种物理流：

- 能量流——电能的流向和传递；
- 信息流——信号的流向、传递和反馈；
- 逻辑流——表征相互间的逻辑关系；
- 功能流——表征相互间的功能关系。

物理流有的是实有的或有形的，如能量流、信息流等；有的则是抽象的，表示的是某种概念，如逻辑流、功能流等。

在电气技术领域，往往需要从不同的目的出发，对上述四种物理流进行研究和描述，而作为描述这些物理流的工具之一的电气图，当然也需要采用不同的形式。这些不同的形式，从本质上揭示了各种电气图内在的特征





和规律。实际上将电气图分成若干种类，从而构成了电气图的多样性。

例如：描述能量流和信息流的电气工程图，有系统图、框图、电路图、接线图等；描述逻辑流的电气图有逻辑图等；描述功能流的有功能表图、程序图、电气系统说明书用图等。

### 1.1.4 绘制电气工程图的规则

#### 1. 绘制电气工程图的规则

绘制电气工程图时通常应遵循以下规则。

(1) 采用国家规定的统一文字符号标准来绘制，这些标准分别是：GB 4728—85《电气图用图形符号》、GB/T 6988.1—1997《电气技术用文件的编制》、GB 7159—87《电气技术中的文字符号制定通则》。

(2) 同一电气元件的各个部件可以不绘制在一起。

(3) 触点按没有外力或没有通电时的原始状态绘制。

(4) 按动作顺序依次排列。

(5) 必须给出导线的线号。

(6) 注意导线的颜色。

(7) 横边从左到右用阿拉伯数字分别编号。

(8) 竖边从上到下用英文字母区分。

(9) 分区代号用该区域的字母和数字来表示，如 D1、D3 等。

#### 2. 绘制电路图的规则

绘制电气工程图时应符合以下规则。

(1) 绘制电路图应遵守 GB/T 18135—2000《电气工程 CAD 制图规则》的规定。电路图用线型主要有 4 种。

(2) 图形符号应遵守 GB 4728—85《电气图用图形符号》的有关规定绘制。在图形符号的上方或左方，应标出代表元器件的文

字符或位号（按 SJ138—65 规定绘制）。对于简单的电气原理图可直接注明元件数据，一般需另行编制元件目录表。

(3) 当几个元件接到一根公共零位线上时，各元件的中心应平齐。

(4) 电路图中信号流的主要流向应是从左至右或从上至下。当单一信号流方向不明确时，应在连接线上绘制箭头符号。

(5) 表示导线或连接线的图线都应是交叉和弯折最少的直线。图线可水平布置，各类似项目应纵向对齐；图线也可垂直布置，此时各类似项目应横向对齐。

如图 1-5 所示为绘制出的典型电气原理图。

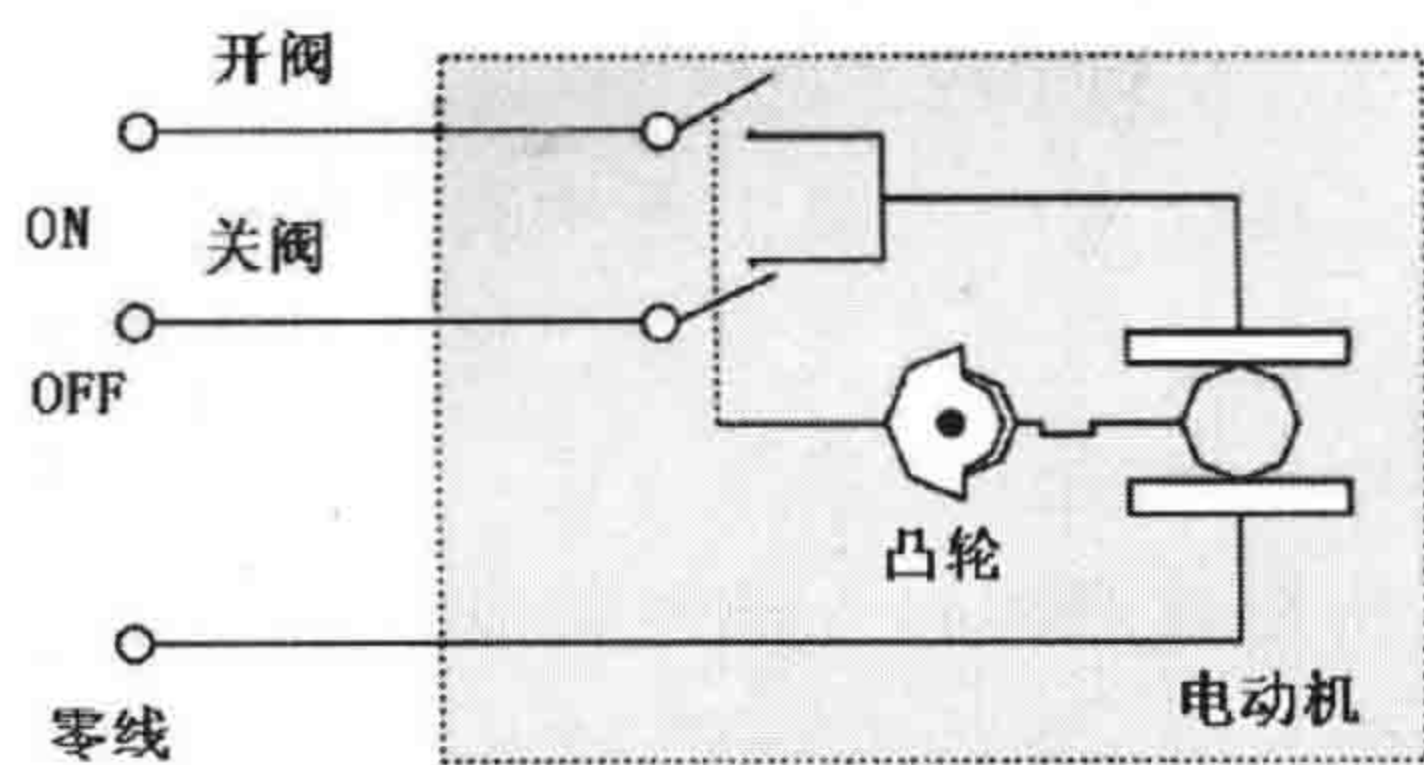


图 1-5 电气原理图

#### 3. 元器件放置规则

在绘制电器元件布置图时要注意以下几个方面。

(1) 重量大和体积大的元件应安装在安装板的下部；发热元件应安装在上部，以利于散热。

(2) 强电和弱电要分开，同时应注意弱电的屏蔽问题和强电的干扰问题。

(3) 考虑维护和维修的方便性。

(4) 考虑制造和安装的工艺性、外形的美观、结构的整齐、操作人员的方便性等。

(5) 考虑布线整齐性和元件之间的走线空间等。

如图 1-6 所示为常见的电子元件较多的电路图。