

计算机辅助设计快速入门系列丛书

JISUANJIFUZHUSHEJIKUAI SURUMENXILIECONGSHU

学习交流QQ群: 597056765或者379090620

登录QQ群提供本书软件安装下载地址

学习咨询网站: www.sjzswsw.com

AutoCAD 2016

电气设计

快速入门

实例教程

中文版

作者权威 经典畅销

由Autodesk中国官方认证考试首席专家胡仁喜博士领衔执笔, 历经多年修订升级, 内容不断完善。

海量光盘 辅助学习

随书光盘中除了本书实例源文件和操作过程动画外, 还配送作者多年积累的操作技巧电子书、海量的实例操作教程等心血之作。



三维书屋工作室
胡仁喜 闫聪聪 等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



AutoCAD 2016 中文版

电气设计快速入门实例教程

三维书屋工作室

胡仁喜 闫聪聪 等编著



机械工业出版社

本书以 AutoCAD 2016 为软件平台,介绍了各种 CAD 电气图的设计和绘制方法,包括电气工程图概述、AutoCAD 2016 入门、二维绘图命令、基本绘图工具、编辑命令、尺寸标注、辅助绘图工具、机械电气设计、电路图设计、控制电气工程图设计、电力电气工程图设计、通信工程图设计和建筑电气工程图设计。全书解说翔实,图文并茂,语言简洁,思路清晰,可以作为初学者的入门教材,也可作为工程技术人员的参考工具书。

图书在版编目(CIP)数据

AutoCAD 2016 中文版电气设计快速入门实例教程/胡仁喜等编著. —3 版.
—北京:机械工业出版社, 2016.8
ISBN 978-7-111-54784-6

I. ①A… II. ①胡… 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(2016)第 214343 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:曲彩云

责任印制:李 昂

北京中兴印刷有限公司印刷

2017 年 1 月第 3 版第 1 次印刷

184mm×260mm • 19.25 印张 • 459 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-54784-6

ISBN 978-7-89386-041-6 (光盘)

定价: 59.00 元(含 1DVD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
电话服务

网络服务

服务咨询热线: 010-88361066

机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: 010-68326294

机工官博: weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网: www.golden-book.com

编辑热线: 010-88379782

教育服务网: www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

前言

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,辅助电气工程的研究和指导电气工程的实践施工等。电气工程的规模不同,每项工程电气图的种类和数量也不同。电气工程图的种类与电气工程的规模有关,较大规模的电气工程通常要包含较多种类的电气工程图,用以从不同侧面表达不同侧重点的工程含义。

电气工程图虽然可以根据功能和使用场合的不同分为不同的类别,但是各种类别的电气工程图又有某些联系和共同点。不同类别的电气工程图适用于不同的场合,表达电气工程含义的侧重点也不尽相同。对于不同专业 and 不同场合,只要是按照同一种用途绘制的电气图,在表达方式与方法上就必须是统一的,而且在图的分类与属性上也应该一致。

AutoCAD 2016 是当前最新版的 AutoCAD 软件,它运行速度快,安装要求比较低,而且具有许多制图、出图的优点。它提供的平面绘图功能能胜任电气工程图中使用的各种电气系统图、框图、电路图、接线图、电气平面图等的绘制。AutoCAD 2016 还提供了三维造型、图形渲染等功能以及绘制一些机械图、建筑图的功能,这些功能可作为电气设计的辅助。

AutoCAD 电气设计是计算机辅助设计与电气设计结合的交叉学科。本书根据电气设计在各学科和专业中的应用实际,全面具体地对各种电气设计的 AutoCAD 设计方法和技巧进行了深入细致的讲解。

本书以 AutoCAD 2016 为软件平台,讲述了各种 CAD 电气图的设计和绘制方法,包括电气工程制图概述、AutoCAD 2016 入门、二维绘图命令、基本绘图工具、编辑命令、尺寸标注、辅助绘图工具、机械电气设计、电路图设计、控制电气工程图设计、电力电气工程图设计、通信工程图设计和建筑电气工程图设计。全书解说翔实,图文并茂,语言简洁,思路清晰,可以作为初学者的入门教材,也可作为工程技术人员的参考工具书。

为了方便广大读者更加形象直观地学习本书,随书配赠了多媒体光盘,内容包含全书实例操作过程录屏讲解的 AVI 文件和实例源文件以及 AutoCAD 操作技巧集锦和 AutoCAD 建筑设计、室内设计、机械设计相关实例的录屏讲解 AVI 电子教材,总教学时长达 3000min。另外,独家赠送 **AutoCAD 官方认证考试大纲和考试真题样卷**。

本书由 Autodesk 中国认证考试中心首席专家胡仁喜博士和石家庄三维书屋文化传播有限公司的闫聪聪老师主要编写,参加编写的还有康士廷、王敏、王玮、孟培、王艳池、刘昌丽、王培合、王义发、王玉秋、杨雪静、张日晶、卢园、孙立明、甘勤涛、李兵、路纯红、阳平华、李亚莉、张俊生、李鹏、周冰、董伟、李瑞、王渊峰。本书的编写和出版得到了很多朋友的大力支持,值此图书出版发行之际,向他们表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中不足之处在所难免,望广大读者批评指正,编者将不胜感激。有任何问题可以登录网站 www.sjzswsw.com 或联系 win760520@126.com,也欢迎加入三维书屋图书学习交流群 QQ: 379090620 进行交流探讨。

编者

目 录

前言

第1章 电气工程图概述	1
1.1 电气工程图的分类及特点	2
1.1.1 电气工程的应用范围	2
1.1.2 电气工程图的特点	2
1.1.3 电气工程图的种类	3
1.2 电气工程CAD制图规范	6
1.2.1 图纸格式	6
1.2.2 文字	7
1.2.3 图线	8
1.2.4 比例	8
1.3 思考与练习	9
第2章 AutoCAD2016入门	10
2.1 操作环境设置	11
2.1.1 操作界面	11
2.1.2 配置绘图系统	13
2.2 文件管理	15
2.2.1 新建文件	16
2.2.2 打开文件	16
2.2.3 保存文件	17
2.3 基本输入操作	18
2.3.1 命令输入方式	18
2.3.2 命令的重复、撤消、重做	18
2.3.3 命令执行方式	19
2.3.4 数据的输入方法	19
2.4 上机实验	21
2.5 思考与练习	22
第3章 二维绘图命令	23
3.1 点和直线类命令	24
3.1.1 点	24
3.1.2 直线	25
3.1.3 实例——绘制阀符号	25
3.2 圆类图形命令	26
3.2.1 圆	26
3.2.2 实例——绘制传声器符号	27
3.2.3 圆弧	28

3.2.4	实例——绘制自耦变压器符号	29
3.2.5	圆环	30
3.2.6	椭圆与椭圆弧	31
3.2.7	实例——绘制感应式仪表符号	32
3.3	平面图形	33
3.3.1	矩形	33
3.3.2	实例——绘制缓慢吸合继电器线圈	34
3.3.3	正多边形	34
3.4	图案填充	35
3.4.1	图案填充的操作	35
3.4.2	渐变色的操作	38
3.4.3	边界的操作	38
3.4.4	编辑填充的图案	39
3.4.5	实例——绘制暗装插座符号	39
3.5	多段线与样条曲线	40
3.5.1	多段线	40
3.5.2	实例——绘制水下线路符号	41
3.5.3	样条曲线	42
3.5.4	实例：绘制整流器符号	43
3.6	多线	44
3.6.1	绘制多线	44
3.6.2	定义多线样式	44
3.6.3	实例——绘制多线	45
3.6.4	编辑多线	46
3.7	文字输入	46
3.7.1	文字样式	47
3.7.2	单行文本输入	49
3.7.3	多行文本输入	51
3.7.4	文字编辑	55
3.7.5	实例——绘制低压电气图	55
3.8	表格	56
3.8.1	定义表格样式	56
3.8.2	创建表格	58
3.8.3	表格文字编辑	59
3.9	实例——电气制图A3样板图	60
3.10	上机实验	66
3.11	思考与练习	67
第4章	基本绘图工具	68

011	4.1 图层设计	69
111	4.1.1 设置图层	69
111	4.1.2 图层的线型	73
111	4.1.3 实例——绘制手动操作开关	74
111	4.2 精确定位工具	75
111	4.2.1 捕捉工具	75
211	4.2.2 栅格工具	76
211	4.2.3 正交模式	77
211	4.3 对象捕捉工具	77
211	4.3.1 特殊位置点捕捉	77
251	4.3.2 实例——绘制电阻	79
251	4.3.3 设置对象捕捉	80
251	4.3.4 实例：绘制带保护极的（电源）插座	81
251	4.4 对象约束	81
251	4.4.1 几何约束	81
251	4.4.2 实例——绘制相切及同心的两圆	83
251	4.4.3 尺寸约束	84
251	4.4.4 实例——利用尺寸驱动更改电阻尺寸	86
251	4.5 缩放与平移	87
251	4.5.1 实时缩放	87
251	4.5.2 实时平移	88
251	4.6 实例——励磁发电机	88
251	4.7 上机实验	94
251	4.8 思考与练习	95
251	第5章 编辑命令	96
251	5.1 选择对象	97
251	5.2 删除及恢复类命令	99
251	5.2.1 删除命令	99
251	5.2.2 恢复命令	100
251	5.2.3 清除命令	100
251	5.3 复制类命令	100
251	5.3.1 复制命令	100
251	5.3.2 实例——绘制带磁心的电感器符号	101
251	5.3.3 镜像命令	103
251	5.3.4 实例——绘制PNP半导体管	104
251	5.3.5 偏移命令	104
251	5.3.6 实例：绘制手动三极开关	106
251	5.3.7 阵列命令	108

5.3.8	实例——绘制三绕组变压器	110
5.4	改变位置类命令	111
5.4.1	移动命令	111
5.4.2	旋转命令	111
5.4.3	实例——绘制加热器	112
5.4.4	缩放命令	114
5.5	改变几何特性类命令	115
5.5.1	修剪命令	115
5.5.2	实例——绘制MOS场效应晶体管	117
5.5.3	延伸命令	119
5.5.4	实例——绘制交接点符号	120
5.5.5	拉伸命令	121
5.5.6	拉长命令	122
5.5.7	实例——绘制带燃油泵电动机	123
5.5.8	分解命令	125
5.5.9	合并命令	125
5.5.10	圆角命令	126
5.5.11	倒角命令	126
5.5.12	实例——绘制变压器	128
5.5.13	打断命令	130
5.6	对象编辑	131
5.6.1	钳夹功能	131
5.6.2	特性选项板	132
5.7	实例——绘制变电站避雷针布置图	133
5.8	上机实验	137
5.9	思考与练习	139
第6章	尺寸标注	140
6.1	尺寸样式	141
6.1.1	新建或修改尺寸样式	141
6.1.2	线	143
6.1.3	文字	144
6.2	标注尺寸	146
6.2.1	线性标注	146
6.2.2	对齐标注	147
6.2.3	基线标注	147
6.2.4	连续标注	148
6.3	引线标注	148
6.4	实例——变电站避雷针布置图尺寸标注	150

105	6.5	上机实验	153
505	6.6	思考与练习	154
7	第7章	辅助绘图工具	155
405	7.1	图块操作	156
405	7.1.1	定义图块	156
405	7.1.2	图块的存盘	157
405	7.1.3	实例: 灯图块	158
405	7.1.4	图块的插入	159
505	7.1.5	动态块	160
605	7.2	图块的属性	164
705	7.2.1	定义图块属性	165
705	7.2.2	修改属性的定义	166
805	7.2.3	图块属性编辑	167
115	7.3	设计中心	168
515	7.3.1	启动设计中心	168
515	7.3.2	插入图块	169
415	7.3.3	图形复制	170
315	7.4	工具选项板	170
315	7.4.1	打开工具选项板	170
515	7.4.2	新建工具选项板	171
1152	7.4.3	向工具选项板添加内容	172
815	7.5	实例——变电工程原理图	173
915	7.5.1	图块辅助绘制方法	173
055	7.5.2	设计中心及工具选项板辅助绘制方法	185
055	7.6	上机实验	188
155	7.7	思考与练习	188
8	第8章	机械电气设计	190
755	8.1	机械电气简介	191
755	8.2	钻床电气设计	191
855	8.2.1	主回路设计	192
855	8.2.2	控制回路设计	193
955	8.2.3	照明指示回路设计	195
955	8.2.4	电路原理说明	196
1355	8.3	某发动机点火装置电路图	196
555	8.3.1	设置绘图环境	197
555	8.3.2	绘制线路结构图	197
555	8.3.3	绘制主要电气元件	197
455	8.3.4	图形各装置的组合	201

8.4	上机实验	201
8.5	思考与练习	202
第9章	电路图设计	203
9.1	电子电路简介	204
9.1.1	基本概念	204
9.1.2	电子电路图分类	204
9.2	调频器电路图	204
9.2.1	设置绘图环境	204
9.2.2	绘制线路结构图	205
9.2.3	插入图形符号到结构图	206
9.2.4	添加文字和注释	207
9.3	数字电压表线路图	207
9.3.1	配置绘图环境	208
9.3.2	绘制晶体管	211
9.3.3	绘制电阻	212
9.3.4	数字电压表接线图的绘制	212
9.4	上机实验	214
9.5	思考与练习	215
第10章	控制电气工程图设计	216
10.1	控制电气简介	217
10.1.1	控制电路简介	217
10.1.2	控制电路图简介	218
10.2	恒温烘房电气控制图	219
10.2.1	设置绘图环境	220
10.2.2	图纸布局	220
10.2.3	绘制各电气元件	221
10.2.4	完成加热区	226
10.2.5	完成循环风机	227
10.2.6	添加到结构图	227
10.2.7	添加注释	228
10.3	数控机床控制系统图设计	228
10.3.1	配置绘图环境	229
10.3.2	绘制及注释模块	229
10.3.3	连接模块	231
10.3.4	添加其他文字说明	232
10.4	上机实验	233
10.5	思考与练习	233
第11章	电力电气工程图设计	234

11.1	电力电气工程图简介	235
11.1.1	变电工程	235
11.1.2	变电工程图	235
11.1.3	输电工程及输电工程图	235
11.2	变电站断面图	236
11.2.1	设置绘图环境	237
11.2.2	图纸布局	238
11.2.3	绘制杆塔	238
11.2.4	绘制各电气设备	240
11.2.5	插入电气设备	245
11.2.6	绘制连接导线	245
11.2.7	标注尺寸和图例	246
11.3	高压开关柜	248
11.3.1	设置绘图环境	248
11.3.2	图纸布局	249
11.3.3	绘制电气符号	249
11.3.4	连接各柜内电气设备	250
11.3.5	添加注释及文字	251
11.4	上机实验	251
11.5	思考与练习	252
第12章	通信工程图设计	253
12.1	通信工程图简介	254
12.2	天线馈线系统图	254
12.2.1	设置绘图环境	255
12.2.2	(a) 部分图的绘制	255
12.2.3	(b) 部分图的绘制	258
12.3	数字交换机系统图	263
12.3.1	设置绘图环境	263
12.3.2	图形布局	264
12.3.3	添加连接线	264
12.3.4	添加各部件的文字	265
12.4	上机实验	266
12.5	思考与练习	266
第13章	建筑电气工程图设计	268
13.1	建筑电气工程图简介	269
13.2	办公楼配电平面图设计	270
13.2.1	设置绘图环境	270
13.2.2	图样布局	271

272	13.2.3 绘制柱子、墙体及门窗	272
274	13.2.4 绘制楼梯及室内设施	274
276	13.2.5 绘制配电干线设施	276
280	13.2.6 标注尺寸及文字说明	280
282	13.2.7 生成图签	282
283	13.3 多媒体工作间综合布线系统图	283
283	13.3.1 设置绘图环境	283
283	13.3.2 绘制轴线	283
285	13.3.3 绘制图例	285
286	13.3.4 绘制综合布线系统图	286
291	13.3.5 文字标注	291
292	13.4 上机实验	292
292	13.5 思考与练习	292

第 1 章

电气工程图概述

电气工程图是一种示意性的工程图，它主要用图形符号、线框或者简化的外形表示电气设备或系统中各有关组成部分的连接关系。本章将介绍电气工程相关的基础知识，并参照国家标准 GB/T 18135—2008《电气工程 CAD 制图规则》中常用的有关规定，介绍绘制电气工程图的一般规则，并绘制标题栏，建立 A3 幅面的样板文件。

学 习 要 点

- 电气工程图的分类及特点
- 电气工程 CAD 制图规范

1.1 电气工程图的分类及特点

为了让读者在绘制电气工程图之前对电气工程图的基本概念有所了解,本节将简要介绍电气工程图的一些基础知识,包括电气工程图的应用范围、电气工程图的分类和电气工程图的特点等。

1.1.1 电气工程的应用范围

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。不同应用范围的工程图的要求大致相同,但也有一些特定的要求,规模也大小不一。根据应用范围的不同,电气工程大致可分为以下几类:

1. 电力工程

(1) 发电工程 根据电源性质的不同,发电工程主要分为火电、水电、核电三类。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) 线路工程 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。内线工程是指室内动力、照明电气线路以及其他线路;外线工程是指室外电源供电线路,包括架空电力线路、电缆电力线路等。

(3) 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。

2. 电子工程

电子工程主要是应用于计算机、电话、广播、闭路电视和通信等众多领域的弱电信号线路和设备。

3. 建筑电气工程

建筑电气工程主要是应用于工业与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

工业控制电气主要是应用于机械、车辆及其他控制领域的电气设备,包括机床电气、电动机电气、汽车电气和其他控制电气。

1.1.2 电气工程图的特点

1) 电气工程图的主要表现形式是简图。简图是采用标准的图形符号和带注释的线框或者简化的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) 电气工程图描述的主要内容是元件和连接线。一种电气设备主要由电气元件和连接线组成,因此无论是电路图、系统图,还是接线图、平面图都是以电气元件和连接线作为描述的主要内容。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) 电气工程图的基本要素是图形、文字和项目代号。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,需要为设备编号。设备编号和文字符号一起构成了项目代号。

4) 电气工程图的两种基本布局方法是功能布局法和位置布局法。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、电路图采用的就是这种方法。位置布局法是指电气工程图中的元件位置对应于元件实际位置的一种布局方法。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。

1.1.3 电气工程图的种类

电气工程图虽然可以依据功能和使用场合的不同分为不同的类别,但是各种类别的电气工程图都有某些联系和共同点。不同类别的电气工程图适用于不同的场合,其表达工程含义的侧重点也不尽相同。对于不同专业 and 不同场合,只要是按照同一种用途绘制的电气图,不仅在表达方式与方法上就必须是统一的,而且在图的分类与属性上也应该一致。

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,辅助电气工程研究和指导电气工程实践施工等。电气工程的规模不同,其电气工程电气图的种类和数量也不同。电气工程图的种类与电气工程的规模有关,较大规模的电气工程通常要包含较多种类的电气工程图,从不同的侧面表达不同侧重点的工程含义。一般来讲,一项电气工程的电气图(通常装订成册),包含以下内容:

1. 目录和前言

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

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的依据、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、特种设备的安装使用说明,以及有关的注意事项等。图例就是图形符号,一般在前言中只列出本图样涉及的一些特殊图例。通常图例都有约定俗成的图形格式,可以通过查询国家标准和电气工程手册获得。设备材料明细表列出了该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,可供实验准备、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该套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. 电气系统图和框图

系统图是一种简图,由符号或带注释的线框绘制而成,用来概略表示系统、分系统、成套装置或设备的基本组成、相互关系及其主要特征,为进一步编制详细的技术文件提供依据,供操作和维修时参考。系统图是绘制较其层次低的其他各种电气图(主要是指电路

图)的主要依据。

系统图对布图有很高的要求，强调布局清晰以利于识别过程和信息的流向。基本的流向应该是由左至右或者由上至下，如图 1-1 所示。只有在某些特殊情况下方可例外，例如，用于表达非电工程中的电气控制系统或者电气控制设备的系统图和框图可以根据非电过程的流程图绘制，但是图中的控制信号应该与过程的流向相互垂直，以利于识别，如图 1-2 所示。

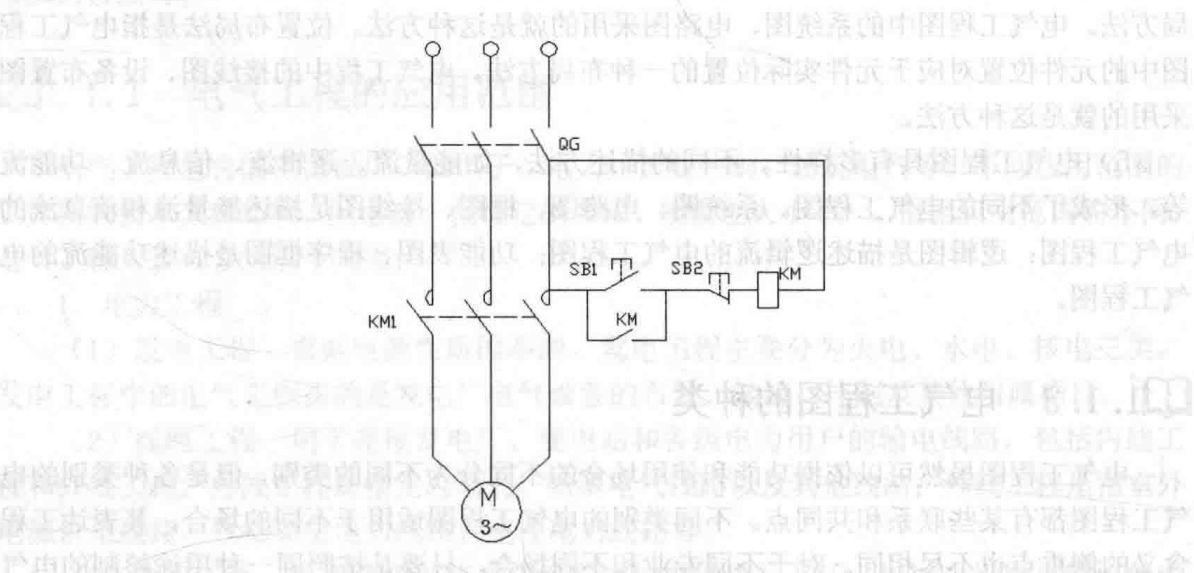


图1-1 电动机控制系统图

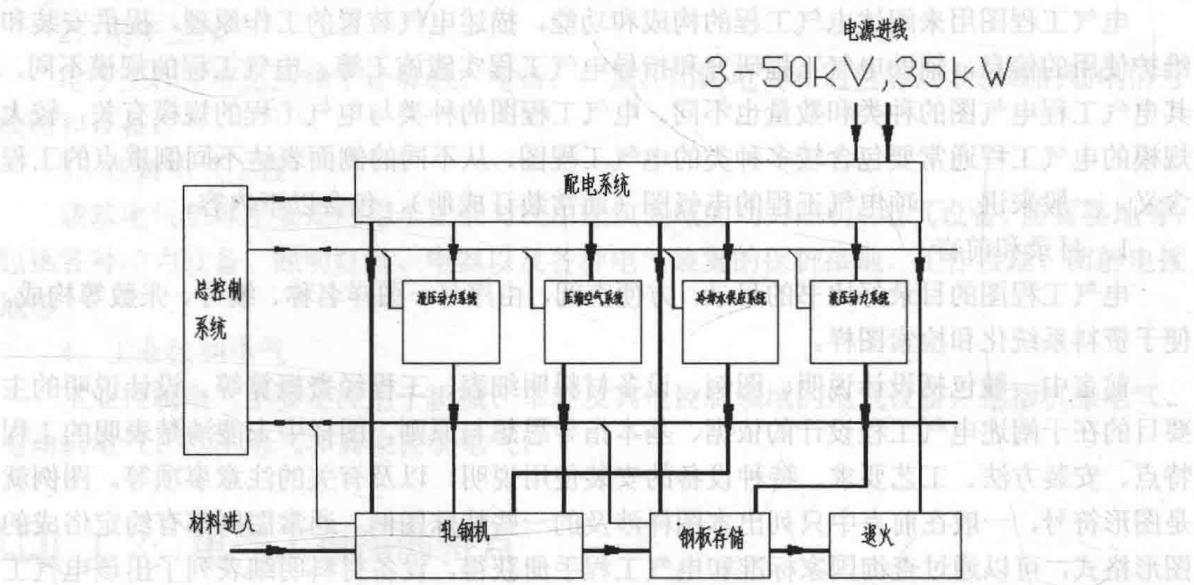


图1-2 轧钢厂的系统图

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。电路图的用途很广，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。

电路图的布图应突出表示功能的组合和性能。每个功能级都应以适当的方式加以区分,突出信息流及各级之间的功能关系,其中使用的图形符号必须具有完整的形式,元件画法简单而且符合国家规范。电路图应根据使用对象的不同需要,增注相应的各种补充信息,特别是应该尽可能地考虑给出维修所需的各种详细资料,如项目的型号与规格,表明测试点,并给出有关的测试数据(各种检测值)和资料(波形图)等。图1-3所示为车床电气设备电路图。

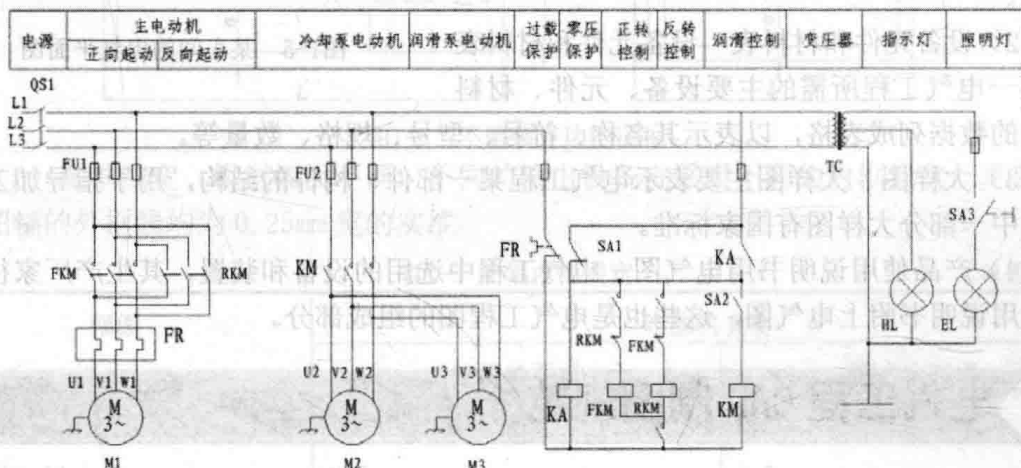


图1-3 车床电气设备电路图

4. 电气接线图

接线图是用符号表示成套装置、设备或装置的内部、外部各种连接关系的一种简图，用于安装接线。

接线图中的每个端子都必须标注出元件的端子代号，连接导线的两端子必须在工程中统一编号。接线图布图时，应大体按照各个项目的相对位置进行布置，连接线可以用连续线方式画，也可以用断线方式画。不在同一张图的连接线可采用断线画法，如图 1-4 所示。

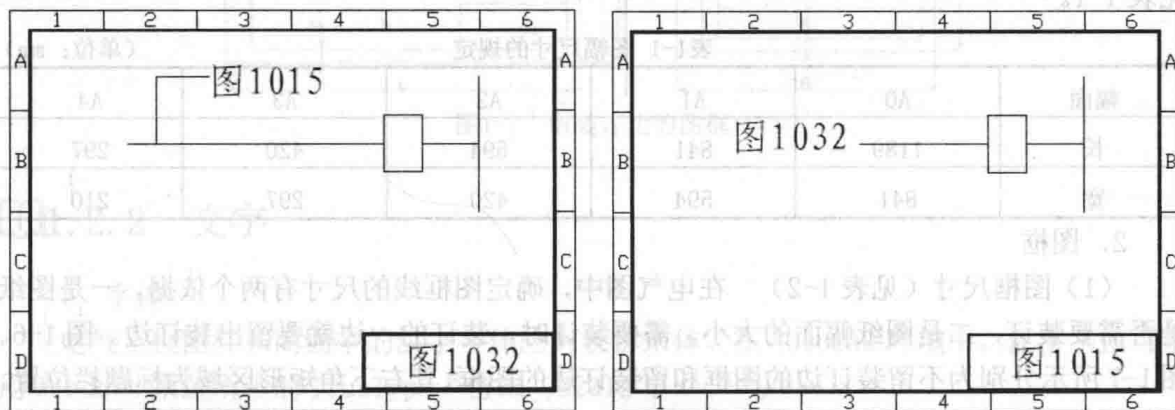


图1-4 不在同一张图的连接线中断画法

5. 电气平面图

电气平面图主要是表示某一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。常见的电气工程平面图有线路平面图、变电所平面图、照明平面图、弱点系统平面图、防雷与接地平面图等。图 1-5 所示为某车间的电气平面图。