

21 世纪高等院校  
电气工程与自动化规划教材



# 电气 CAD

## 实例教程

CAXA 电子图板  
2009 中文版

◎孙文瑶 主编

◎戴菁 赵毅 王智勇 副主编



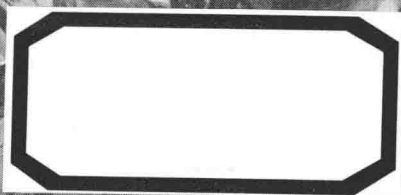
中国工信出版集团



人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS



21 世纪高等院校  
电气工程与自动化规划教材



# 电气 CAD

## 实例教程

CAXA 电子图板  
2009 中文版

◎孙文瑶 主编

◎戴青 赵毅 王智勇 副主编



人民邮电出版社

北京

## 图书在版编目 (CIP) 数据

电气CAD实例教程: CAXA 电子图板2009中文版 / 孙文瑶主编. — 北京: 人民邮电出版社, 2016.7  
ISBN 978-7-115-42137-1

I. ①电… II. ①孙… 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069269号

## 内 容 提 要

本书针对应用型本科高校电气类专业人才培养目标和相关行业需求,根据教育部高等学校电气类专业教学指导委员会和电子信息与电气工程类专业认证标准,并参考应用型本科高校电气类专业电气CAD制图大纲要求,以北京数码大方科技股份有限公司开发的CAXA电子图板2009制图软件为依托编写而成。全书共分12章,包括电气工程图基础、CAXA电子图板2009简介、CAXA电子图板的基本操作、系统设置、图形绘制、曲线编辑、工程标注、系统查询、图层、块操作和块属性、用户图库、电气主接线的设计与绘制。

本书注重吸纳电气工程制图、计算机辅助设计等行业标准,将计算机辅助设计与典型电气工程简图绘制相结合,以训练应用型高级技术人才的工程设计能力。本书结构紧凑,语言通俗,深入浅出,例题丰富,可读性强,便于自学,可作为高等本科院校和职业院校电气类专业的教材或教学参考书。

- 
- ◆ 主 编 孙文瑶  
副 主 编 戴 菁 赵 毅 王智勇  
责任编辑 税梦玲  
责任印制 沈 蓉 彭志环
  - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号  
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
北京昌平百善印刷厂印刷
  - ◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 14.25  
字数: 368千字

2016年7月第1版

2016年7月北京第1次印刷

定价: 39.80元

读者服务热线: (010)81055256 印装质量热线: (010)81055316  
反盗版热线: (010)81055315

本书在编写过程中,参考了近年来国内外出版的多本同类教材,在教材体系、内容安排和例题配置等方面吸取了它们的优点,同时结合作者多年来在“电气CAD”课程教学上的经验,形成了本书的以下主要特点。

(1) 针对 CAXA 电子图板 2009 的功能特点,系统地讲述了计算机辅助设计绘图命令的基本操作方法。

(2) 注重吸纳电气工程制图、计算机辅助设计等行业标准,将计算机辅助设计与典型电气工程简图绘制相结合,结合发电厂和变电所电气工程图特点,注重新技术和新设备在电气二次回路图中的应用,以及电气二次回路新旧图形及文字符号的使用。

(3) 注重方法指导,每章前列出知识要点,使学生明确目标,帮助学生把握学习重点。

(4) 内容简明,层次清晰,深入浅出,语言表述准确,通俗易懂,例题丰富,可读性强,便于自学。

本书各章课时安排建议如下。

| 章      | 章名                | 学时   |
|--------|-------------------|------|
| 第 1 章  | 电气工程图基础           | 2 学时 |
| 第 2 章  | CAXA 电子图板 2009 简介 | 2 学时 |
| 第 3 章  | CAXA 电子图板的基本操作    | 2 学时 |
| 第 4 章  | 系统设置              | 2 学时 |
| 第 5 章  | 图形绘制              | 6 学时 |
| 第 6 章  | 曲线编辑              | 4 学时 |
| 第 7 章  | 工程标注              | 2 学时 |
| 第 8 章  | 系统查询              | 2 学时 |
| 第 9 章  | 图层                | 2 学时 |
| 第 10 章 | 块操作和块属性           | 2 学时 |
| 第 11 章 | 用户图库              | 2 学时 |
| 第 12 章 | 电气主接线的设计与绘制       | 4 学时 |
| 合计     | 32 学时             |      |

本书由孙文瑶任主编,由戴菁、赵毅、王智勇任副主编。其中,第1~4章由沈阳工程学院孙文瑶编写,第5~7章由沈阳工程学院赵毅编写,第8~11章由国网辽宁省电力有限公司沈阳供电公司戴菁编写,第12章由辽宁工程技术大学王智勇编写。本书在编写过程中得到了许多单位的支持,他们提供了生产现场的技术资料,在此表示衷心感谢。

编 者  
2016年3月

|                                        |  |
|----------------------------------------|--|
| 第 1 章 电气工程图基础..... 1                   |  |
| 1.1 电气工程图概述..... 1                     |  |
| 1.1.1 电气简图分类、特点及用途..... 1              |  |
| 1.1.2 图形符号 ..... 3                     |  |
| 1.1.3 文字符号 ..... 4                     |  |
| 1.1.4 项目代号 ..... 6                     |  |
| 1.1.4.1 项目代号的代号段和标注<br>方式..... 6       |  |
| 1.1.4.2 第 1 段高层代号..... 7               |  |
| 1.1.4.3 第 2 段位置代号..... 7               |  |
| 1.1.4.4 第 3 段种类代号..... 8               |  |
| 1.1.4.5 第 4 段端子代号..... 9               |  |
| 1.2 电气工程 CAD 制图的一般规则... 10             |  |
| 1.2.1 制图的一般规则..... 10                  |  |
| 1.2.1.1 文件一致性准则..... 10                |  |
| 1.2.1.2 图纸的尺寸..... 10                  |  |
| 1.2.1.3 幅面布置..... 10                   |  |
| 1.2.1.4 箭头和指引线..... 11                 |  |
| 1.2.2 电路图的图形符号..... 12                 |  |
| 1.2.3 连接线 ..... 12                     |  |
| 1.2.3.1 连接线 ..... 12                   |  |
| 1.2.3.2 连接线标记..... 13                  |  |
| 1.2.3.3 中断线 ..... 13                   |  |
| 1.2.3.4 连接线的单线表示法..... 13              |  |
| 1.2.4 注释和标志、技术数据..... 13               |  |
| 1.2.5 符号或元器件在图上的位置... 14               |  |
| 1.3 电路图的布局 ..... 14                    |  |
| 1.3.1 电路图布局的基本规则..... 14               |  |
| 1.3.1.1 简图的布局..... 14                  |  |
| 1.3.1.2 连接线的取向..... 15                 |  |
| 1.3.1.3 信号流方向..... 16                  |  |
| 1.3.2 元件组合符号的表示方法 ..... 17             |  |
| 1.3.3 可动部件的图示工作位置<br>(状态) ..... 19     |  |
| 1.3.3.1 可动部件的图示工作位置<br>(状态) ..... 19   |  |
| 1.3.3.2 多位置开关符号的位置<br>(状态) 识读 ..... 19 |  |
| 第 2 章 CAXA 电子图板 2009 简介..... 20        |  |
| 2.1 CAXA 电子图板..... 20                  |  |
| 2.1.1 功能特点..... 20                     |  |
| 2.1.2 运行环境..... 21                     |  |
| 2.2 CAXA 电子图板的运行界面..... 21             |  |
| 2.2.1 CAXA 电子图板的运行..... 21             |  |
| 2.2.2 CAXA 电子图板的经典风格<br>界面..... 21     |  |
| 2.3 CAXA 电子图板的基本交互..... 22             |  |
| 2.3.1 执行命令..... 23                     |  |
| 2.3.2 点的输入..... 23                     |  |
| 2.3.3 选择对象..... 24                     |  |
| 2.3.4 右键菜单..... 25                     |  |
| 2.3.5 动态输入..... 26                     |  |
| 2.3.6 命令行..... 27                      |  |
| 2.4 文件管理..... 27                       |  |
| 2.4.1 新建文件..... 27                     |  |
| 2.4.2 打开文件..... 28                     |  |

|                                   |           |                         |           |
|-----------------------------------|-----------|-------------------------|-----------|
| 2.4.3 保存文件 .....                  | 29        | 3.4.9 显示放大 .....        | 59        |
| 2.4.4 并入文件 .....                  | 30        | 3.4.10 显示缩小 .....       | 60        |
| 2.4.5 部分存储 .....                  | 31        | 3.4.11 动态平移 .....       | 60        |
| 2.4.6 多文档操作 .....                 | 31        | 3.4.12 动态缩放 .....       | 60        |
| 2.4.7 打印工具 .....                  | 32        | 3.4.13 全屏显示 .....       | 60        |
| 2.4.7.1 概述 .....                  | 32        | <b>第 4 章 系统设置 .....</b> | <b>61</b> |
| 2.4.7.2 用户界面 .....                | 33        | 4.1 线型设置 .....          | 61        |
| 2.4.7.3 文件操作 .....                | 34        | 4.1.1 设置当前线型 .....      | 62        |
| 2.4.7.4 设置参数 .....                | 34        | 4.1.2 修改线型 .....        | 63        |
| 2.4.7.5 打印参数设置 .....              | 39        | 4.1.3 新建线型 .....        | 63        |
| 2.4.7.6 打印线型设置 .....              | 40        | 4.1.4 删除线型 .....        | 64        |
| 2.4.7.7 浏览图纸 .....                | 41        | 4.1.5 加载线型 .....        | 64        |
| 2.4.7.8 打印输出 .....                | 41        | 4.1.6 输出线型 .....        | 64        |
| 2.5 文件检索 .....                    | 42        | 4.2 颜色设置 .....          | 65        |
| 2.6 DWG/DXF 批量转换器 .....           | 44        | 4.2.1 使用标准颜色 .....      | 65        |
| <b>第 3 章 CAXA 电子图板的基本操作 .....</b> | <b>46</b> | 4.2.2 使用定制颜色 .....      | 66        |
| 3.1 工具栏 .....                     | 46        | 4.3 捕捉设置 .....          | 67        |
| 3.1.1 标准工具栏 .....                 | 47        | 4.4 拾取过滤设置 .....        | 70        |
| 3.1.2 层属性工具栏 .....                | 47        | 4.5 剖面图案设置 .....        | 70        |
| 3.1.3 常用工具栏 .....                 | 48        | 4.6 用户坐标系 .....         | 71        |
| 3.1.4 绘图工具栏 .....                 | 48        | 4.6.1 新建用户坐标系 .....     | 71        |
| 3.2 菜单栏 .....                     | 49        | 4.6.2 管理用户坐标系 .....     | 71        |
| 3.2.1 主菜单 .....                   | 49        | 4.6.3 切换坐标系 .....       | 71        |
| 3.2.2 应用菜单 .....                  | 52        | 4.7 三视图导航 .....         | 72        |
| 3.3 界面定制 .....                    | 53        | 4.8 系统配置 .....          | 72        |
| 3.3.1 显示 / 隐藏工具栏 .....            | 53        | 4.8.1 系统参数设置 .....      | 72        |
| 3.3.2 重新组织菜单和工具栏 .....            | 53        | 4.8.2 文字设置 .....        | 73        |
| 3.3.3 快速定制菜单和工具栏 .....            | 54        | 4.8.3 显示设置 .....        | 74        |
| 3.3.4 定制工具栏 .....                 | 55        | 4.9 自定义 .....           | 75        |
| 3.4 控制视图 .....                    | 56        | 4.9.1 【命令】选项卡 .....     | 75        |
| 3.4.1 重画 .....                    | 57        | 4.9.2 【工具栏】选项卡 .....    | 75        |
| 3.4.2 显示窗口 .....                  | 57        | 4.9.3 【工具】选项卡 .....     | 76        |
| 3.4.3 显示平移 .....                  | 57        | 4.9.4 【键盘】选项卡 .....     | 76        |
| 3.4.4 显示全部 .....                  | 58        | 4.9.5 【键盘命令】选项卡 .....   | 77        |
| 3.4.5 显示复原 .....                  | 58        | 4.9.6 【选项】选项卡 .....     | 77        |
| 3.4.6 显示比例 .....                  | 58        | <b>第 5 章 图形绘制 .....</b> | <b>78</b> |
| 3.4.7 显示上一步 .....                 | 59        | 5.1 基本曲线绘制 .....        | 78        |
| 3.4.8 显示下一步 .....                 | 59        | 5.1.1 绘制直线 .....        | 78        |

|                         |           |                                 |            |
|-------------------------|-----------|---------------------------------|------------|
| 5.1.2 绘制圆 .....         | 82        | 6.1.11.3 曲线阵列 .....             | 113        |
| 5.1.3 绘制圆弧 .....        | 83        | 6.1.12 打断 .....                 | 114        |
| 5.1.4 绘制矩形 .....        | 87        | 6.1.13 拉伸 .....                 | 115        |
| 5.1.5 绘制中心线 .....       | 88        | 6.1.13.1 单条曲线拉伸 .....           | 115        |
| 5.1.6 绘制等距线 .....       | 88        | 6.1.13.2 曲线组拉伸 .....            | 116        |
| 5.1.7 绘制剖面线 .....       | 89        | 6.2 图形编辑 .....                  | 117        |
| 5.2 高级曲线绘制 .....        | 91        | 6.2.1 撤销和恢复 .....               | 117        |
| 5.2.1 样条曲线 .....        | 91        | 6.2.1.1 撤销 .....                | 117        |
| 5.2.2 点 .....           | 91        | 6.2.1.2 恢复 .....                | 117        |
| 5.2.3 公式曲线 .....        | 92        | 6.2.2 选择所有 .....                | 118        |
| 5.2.4 椭圆 .....          | 93        | 6.2.3 复制、剪切和粘贴 .....            | 118        |
| 5.2.5 正多边形 .....        | 94        | 6.2.3.1 复制 .....                | 118        |
| 5.2.6 圆弧拟合样条 .....      | 95        | 6.2.3.2 剪切 .....                | 118        |
| 5.2.7 局部放大图 .....       | 95        | 6.2.3.3 粘贴 .....                | 119        |
| 5.2.8 波浪线 .....         | 96        | 6.2.4 插入对象 .....                | 119        |
| 5.2.9 双折线 .....         | 97        | 6.2.4.1 插入对象 .....              | 119        |
| 5.2.10 箭头 .....         | 97        | 6.2.4.2 打开和编辑 OLE 对象 .....      | 121        |
| <b>第 6 章 曲线编辑 .....</b> | <b>99</b> | 6.2.4.3 选择性粘贴 .....             | 122        |
| 6.1 曲线编辑 .....          | 99        | 6.2.4.4 链接对象 .....              | 122        |
| 6.1.1 夹点编辑 .....        | 99        | 6.2.4.5 对象属性 .....              | 123        |
| 6.1.2 删除重线 .....        | 100       | 6.2.4.6 使用右键快捷实现对象的操作 .....     | 124        |
| 6.1.3 平移 .....          | 100       | 6.2.4.7 将电子图板图形对象插入到其他程序中 ..... | 124        |
| 6.1.4 拷贝 .....          | 101       | 6.2.5 删除和删除所有 .....             | 125        |
| 6.1.5 裁剪 .....          | 102       | <b>第 7 章 工程标注 .....</b>         | <b>126</b> |
| 6.1.6 齐边 .....          | 104       | 7.1 尺寸标注 .....                  | 126        |
| 6.1.7 过渡 .....          | 105       | 7.1.1 基本标注 .....                | 127        |
| 6.1.7.1 圆角过渡 .....      | 105       | 7.1.1.1 标注单个对象 .....            | 127        |
| 6.1.7.2 多圆角过渡 .....     | 106       | 7.1.1.2 标注两个对象 .....            | 129        |
| 6.1.7.3 倒角过渡 .....      | 107       | 7.1.2 基准标注 .....                | 131        |
| 6.1.7.4 外倒角和内倒角 .....   | 108       | 7.1.3 连续标注 .....                | 132        |
| 6.1.7.5 多倒角 .....       | 108       | 7.1.4 三点角度标注 .....              | 133        |
| 6.1.7.6 尖角 .....        | 108       | 7.1.5 角度连续标注 .....              | 133        |
| 6.1.8 旋转 .....          | 109       | 7.1.6 半标注 .....                 | 134        |
| 6.1.9 镜像 .....          | 110       | 7.1.7 大圆弧标注 .....               | 135        |
| 6.1.10 比例缩放 .....       | 111       | 7.1.8 射线标注 .....                | 135        |
| 6.1.11 阵列 .....         | 112       | 7.1.9 锥度斜度标注 .....              | 136        |
| 6.1.11.1 圆形阵列 .....     | 112       |                                 |            |
| 6.1.11.2 矩形阵列 .....     | 113       |                                 |            |

|                    |     |                       |     |
|--------------------|-----|-----------------------|-----|
| 7.1.10 曲率半径标注..... | 136 | 第 10 章 块操作和块属性.....   | 165 |
| 7.2 坐标标注.....      | 137 | 10.1 概述.....          | 165 |
| 7.2.1 原点标注.....    | 137 | 10.2 创建块.....         | 165 |
| 7.2.2 快速标注.....    | 138 | 10.3 块打散.....         | 166 |
| 7.2.3 自由标注.....    | 139 | 10.4 块消隐.....         | 166 |
| 7.2.4 对齐标注.....    | 139 | 10.5 块的编辑.....        | 167 |
| 7.2.5 孔位标注.....    | 140 | 10.5.1 修改块定义.....     | 167 |
| 7.2.6 引出标注.....    | 141 | 10.5.2 修改块颜色线型.....   | 168 |
| 7.2.7 自动列表.....    | 142 | 10.5.3 修改块属性.....     | 168 |
| 7.3 文字标注.....      | 144 | 10.5.4 块编辑.....       | 168 |
| 7.3.1 文字.....      | 144 | 10.5.5 块在位编辑.....     | 168 |
| 7.3.2 引出说明.....    | 147 | 10.6 块属性和块属性表.....    | 169 |
| 7.3.3 技术要求.....    | 148 | 10.6.1 块属性.....       | 170 |
| 7.3.4 文字查找替换.....  | 149 | 10.6.2 块属性表.....      | 170 |
| 7.4 标注编辑.....      | 150 | 第 11 章 用户图库.....      | 172 |
| 7.5 尺寸驱动.....      | 150 | 11.1 概述.....          | 172 |
| 7.5.1 尺寸标注编辑.....  | 151 | 11.2 提取图符.....        | 173 |
| 7.5.2 文字编辑.....    | 154 | 11.2.1 参数化图符的提取.....  | 173 |
| 第 8 章 系统查询.....    | 155 | 11.2.2 固定图符的提取.....   | 176 |
| 8.1 查询点坐标.....     | 155 | 11.2.3 选项板提取图符.....   | 177 |
| 8.2 查询两点距离.....    | 155 | 11.3 定义图符.....        | 177 |
| 8.3 查询角度.....      | 156 | 11.3.1 固定图符的定义.....   | 177 |
| 8.4 查询元素属性.....    | 156 | 11.3.2 定义参数化图符.....   | 178 |
| 8.5 查询周长.....      | 156 | 11.4 驱动图符.....        | 184 |
| 8.6 查询面积.....      | 157 | 11.5 图库管理.....        | 185 |
| 8.7 查询重心.....      | 157 | 11.5.1 图符编辑.....      | 186 |
| 8.8 查询惯性矩.....     | 157 | 11.5.2 数据编辑.....      | 186 |
| 第 9 章 图层.....      | 159 | 11.5.3 属性编辑.....      | 186 |
| 9.1 图层的基础知识.....   | 159 | 11.5.4 导出图符.....      | 187 |
| 9.2 图层设置.....      | 160 | 11.5.5 并入图符.....      | 187 |
| 9.2.1 设置当前层.....   | 160 | 11.5.6 图符改名.....      | 188 |
| 9.2.2 图层改名.....    | 161 | 11.5.7 删除图符.....      | 188 |
| 9.2.3 创建图层.....    | 161 | 11.6 图库转换.....        | 188 |
| 9.2.4 删除图层.....    | 162 | 11.7 构件库.....         | 189 |
| 9.2.5 打开或关闭图层..... | 162 | 11.8 参量图符的定义.....     | 190 |
| 9.2.6 图层颜色.....    | 162 | 11.9 技术要求库.....       | 192 |
| 9.2.7 图层线型.....    | 163 | 11.9.1 技术要求的辅助生成..... | 193 |
| 9.2.8 锁定或解锁图层..... | 164 | 11.9.2 技术要求库的管理.....  | 193 |

**第 12 章 电气主接线的设计与绘制** ..... 194

## 12.1 电气主接线的设计原则..... 194

## 12.1.1 电气主接线的设计依据..... 194

## 12.1.2 电气主接线设计的基本要求 ..... 196

## 12.1.3 大机组超高压主接线可靠性的特殊要求..... 197

## 12.1.4 电气主接线的基本形式 .....197

## 12.2 电气主接线图的绘制.....202

## 12.2.1 一次设备图形符号绘制 .....202

## 12.2.2 电气主接线图的绘制 .....205

**附录一 电气常用图形符号新旧****对照表** ..... 208**附录二 电气常用文字符号** ..... 215

发电厂和变电所的电气设备按其用途及功能不同一般分为一次电气设备和二次电气设备两大类。我们把直接生产、传输、分配电能的电气设备，称为一次电气设备，如发电机、变压器、断路器、隔离开关、输电线路等设备。一次电气设备按用途及功能相互连接构成的电路，称为一次回路或一次接线。对一次电气设备起监测、控制、调节、保护及提供工作电源等作用的电气设备，称为二次电气设备，如监测仪表、控制与信号器具、继电保护及自动装置、直流电源装置等。由二次电气设备相互连接构成的回路，称为二次回路或二次接线。

为了使发电厂和变电所的二次回路原理及功能表达更清晰，一般采用电气工程 CAD 制图规则国家标准绘制的电气简图来表示二次回路。因此，熟悉电气制图有关国家标准规范内容是掌握二次回路的前提基础。

本章知识要点：

- 电气简图分类、特点及用途；
- 电气工程 CAD 制图的一般规则；
- 电路图的布局。

## 1.1 电气工程图概述

### 1.1.1 电气简图分类、特点及用途

在电气技术文件里采用图形符号和带注释的图框编制的，表示包括连接线在内的一个系统或设备的多个部件或零件之间相互关系的各种图示形式，通称简图。电气简图种类很多，用于二次回路的电气简图常见的有概略图、功能图、电路图、接线图和布置图。在简图中，把系统、分系统、成套装置、设备、软件，以及它们各组成部分（功能件、部件、零件）称为项目。

#### 1. 概略图

**定义：**表示出系统、分系统、成套装置、设备、软件等概况，反映各主要功能件之间和（或）各主要部件之间的主要关系的简图，称为概略图。概略图通过展示项目的主要成分和它们之间的关系来提供项目的总体印象，如发电厂或控制程序。关于项目的详细信息应在其他文件类型中表示。

**特点：**它描述的对象是系统、分系统、成套装置、设备和软件等主项目；描述项目的主要组成，而不是全部组成；描述项目的主要特征，而不是全部特征；描述项目的概略内容，而不是详细内容，只是从项目的某一方面来描述项目，如从功能方面描述项目。

**用途:** 概略图可作为编制功能图、电路图等更详细电气简图的依据,也可作为教学、培训、操作和维修的基础文件。

## 2. 功能图

**定义:** 表示项目成分间的功能的联系,描述了项目的功能方面(忽略其使用)的简图,称为功能图,如等效电路图和逻辑功能图。用等效电路来详细表示系统、分系统、成套装置、设备、软件等的功能特性,而不必涉及功能如何实现的简图,称为等效电路图。使用二进制逻辑单元符号的功能图,称为逻辑功能图;逻辑功能图中应采用正单逻辑约定。

**特点:** 功能图内容应包括必要的功能图形符号及其信号,以及主要控制连接线,还可以包括提供补充信息的波形、公式和算法,而一般不包括实体信息(如位置、物体项目和端子代号)和组装信息。

**用途:** 功能图可用于系统或分系统的设计,说明工作原理,也可用于工作人员的培训。

## 3. 电路图

**定义:** 便于理解项目的功能,表示项目的实现细节,即构成元器件及其相互连接,而不考虑元器件的实际物理尺寸和形状的简图,称为电路图。电路图应包括图形符号、连接线、参照代号、端子代号、用于逻辑信号的电平约定、电路寻迹必需的信息(信号代号、位置检索),了解项目功能必需补充信息等内容。

**特点:** 电路图描述的对象不仅是系统、分系统、成套装置、设备和软件等主项目,还包括其组成部分:部件,基本件等分项目全体;描述的内容是它们的实际电路的全部关系、

全部连接、全部项目代号、端子代号及必需的其他信息,不需要考虑项目的尺寸、形状或位置;对内容的描述是详细的,而不是概略的或局部的。

**用途:** 电路图便于详细理解电路的作用原理,分析、计算电路特性。所以,它可作为编制接线文件的依据。

## 4. 接线图

**定义:** 表示一个装置或设备的连接关系的简图,称为接线图,如单元接线图、互联接线图、端子接线图和电缆图。

表示一个结构单元内的连接关系的接线图,称为单元接线图。表示不同结构单元之间连接关系的接线图,称为互联接线图。表示一个结构单元的端子和该端子上的外部连接的接线图,称为端子接线图。提供有关电缆导线的识别标记、电缆两端位置、电缆特性、电缆路径和其功能等信息的简图,称为电缆图。

**特点:** 接线图提供的信息包括单元或组件的元器件之间的物理连接、不同单元或组件的物理连接、到一个单元的物理连接等其他信息(导线或电缆的类型信息,参照代号,布局、行程、终止、附件、扭曲、屏蔽等的说明或方法,导线或电缆的长度)。

**用途:** 接线图可作为成套设备装配、接线,现场查线和检修维修用图。

## 5. 布置图

**定义:** 表示项目的相对或绝对位置和尺寸的简图,称为布置图,如屏正面布置图、配电装置平面布置图。

**特点:** 布置图中的项目一般用形状或简化外形、主要尺寸和符合 GB/T 4728 的符号表示。在图纸表格中有精确距离和尺寸等必要的详细信息;信息应与项目所处环境的必要信息一起表示;应包括项目和代号的标识信息。若有必要,可在紧邻表示项目的符号或轮廓线旁,示出项目的技术数据。

**用途:** 接线图可作为成套设备安装、发电厂和变电所土建基础施工等方面的工程技术图。

### 1.1.2 图形符号

二次回路中的电气设备，一般用反映该设备特征或含义的图形表示，称为图形符号。图形符号代表不同的含义，由其形状和内容所确定，而符号的大小一般不影响含义。在二次电路图中，有的图形符号表示元件、部件或二次设备等元器件，有的图形符号表示连接线，有的图形符号表示功能或概念。我国参照国际电工委员会发布的图形符号标准，制订出了国家标准《电气简图用图形符号》(GB/T 4728)，详见附录一：电气常用图形符号新旧对照表。

#### 1. 图形符号的标准序号

在国家标准 GB/T 4728 中，对每个图形符号均赋予一个标准序号。标准序号分 3 段表示，基本表达形式如图 1-1 所示。

AB-CD-EF

图 1-1 标准序号基本表达形式

第 1 段（2 位数字 AB）表示图形符号在标准中第几部分，第 2 段（2 位数字 CD）表示图形符号在该部分中第几节，第 3 段（2 位数字 EF）表示图形符号是该节的第几个符号。

【例 1-1】解释标准序号 07-02-03 的含义。

按标准序号格式可知，序号 07-02-03 是指新国家标准 GB/T 4728 中第 7 部分中第 2 节中的第 3 个符号，据此查阅新国家标准可读得，该图形符号的含义是动断（常闭）触点。

#### 2. 图形符号术语

在查阅国家标准《电气简图用图形符号》(GB/T 4728) 时，会遇到一些图形符号专用术语，介绍如下。

（1）符号要素。符号要素是一种表示器件结构要素的最简单的图形。符号要素不会单独出现，必定与其他符号复合，共同构成一个代表器件或概念的完整图形符号。如图 1-2 所示，02-01-07 为符号要素，表示屏蔽；03-01-01 为基本图形符号，表示导线；两者复合成 03-01-07 符号，表示屏蔽导线。

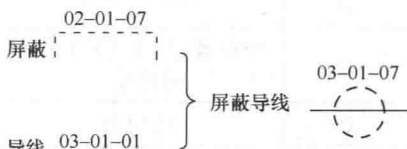


图 1-2 符号要素应用示例

（2）一般符号。一般符号是一种提供元器件基本信息，表示某一类元器件或此类元器件共同特征的较简单的图形符号。如标准序号 04-01-01 的图形符号就是一般符号，提供的元器件基本信息是电阻器或电阻功能，所以，在编制电气简图时，凡主要特征是电阻功能的一类器件，诸如可调电阻器、压敏电阻器、电位器、分流器和电热元件等元器件，均可用 04-01-01 的一般符号来表示。但在识读 04-01-01 符号时，只能判定其为电阻类元器件，而无法判读是电位器，还是电热元件。

（3）限定符号。限定符号是一种提供附加信息，表示元器件特殊功能、效应或征状的简单图形或字符。图 1-3 示出了 6 个限定符号，分别表示正阶跃函数、负阶跃函数、正脉冲、负脉冲、发送和接收。



图 1-3 限定符号示例

（4）框图符号。框图符号是一种用实线轮廓框表示装置、设备或集成芯片等较为复杂器件的图形符号。框图符号不给出内部组成部分及其连接的细节，仅是在框图内（或外）用限定符号和文字符号来表示器件的特征和功能。框图符号的轮廓框具有方形、矩形或其他封闭形状，符号框的不同外形代表不同类型的元器件，在二次回路图中，最普遍的是方形和矩形，常称之为方框符号。如图 1-4 所示。

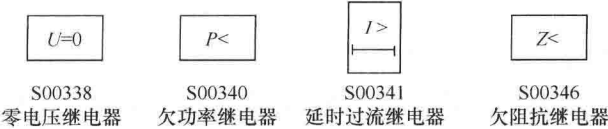


图 1-4 框图符号示例

(5) 通用符号。除电气技术文件外，还在其他技术领域（机械、热工）中适用的图形符号。如标准序号为 S00338 指示零电压继电器的图形符号。

1.1.3 文字符号

二次回路中，除了用图形符号表示电气设备外，还在图形符号旁标注相应文字符号，表示电气设备名称、种类、功能、状态及特征等。我国的国家标准 GB 7159-1987《电气技术中的文字符号制订通则》规定电气文字符号，详见附录一：电气常用图形符号新旧对照表。

文字符号分为基本文字符号和辅助文字符号。基本文字符号表示电气设备名称与种类，它分为单字母和双字母基本文字符号。

1. 单字母基本文字符号

它将电气设备、电子元件、装置等划分成 24 大类，如表 1-1 所示。而每一大类采用一个拉丁字母来表示。其中，拉丁字母“I”“O”不采用。

表 1-1 单字母基本文字符号

| 字母符号 | 项目种类            | 举例                                                |
|------|-----------------|---------------------------------------------------|
| A    | 组件、部件           | 分立元件放大器、磁放大器、激光器、微波激射器、印制电路板、本表及其他地方未提及的组件和部件     |
| B    | 变换器（从非电量到电量或相反） | 热电传感器、热电池、光电池、测功计、晶体换能器、送话器、拾音器、扬声器、耳机、自整角机、旋转变压器 |
| C    | 电容器             | 滤波电容器、阻波器                                         |
| D    | 二进制单元、延迟器件、存储器件 | 数字集成电路和器件：延迟线、双稳态元件、单稳态元件、磁芯存储器、寄存器、磁带记录机、盘式记录机   |
| E    | 杂项              | 光器件、热器件、本表其他地方未提及的元件                              |
| F    | 保护器件            | 熔断器、过电压放电器件、避雷器                                   |
| G    | 发电机、电源          | 旋转发电机、旋转变频机、电池、振荡器、石英晶体振荡器                        |
| H    | 信号器件            | 光指示器、声指示器                                         |
| J    | 用于软件            | 程序单元、程序、模块                                        |
| K    | 继电器             | 电流继电器、电压继电器、功率继电器、时间继电器等                          |
| L    | 电感器、电抗器         | 感应线圈、线路陷波器、电抗器（并联和串联）                             |
| M    | 电动机             | 直流电动机、交流电动机、同步电动机等                                |
| N    | 模拟集成电路          | 模拟集成电路和器件                                         |
| P    | 测量设备            | 测量设备、指示器件、记录器件                                    |
| Q    | 电力电路的开关         | 断路器、隔离开关                                          |
| R    | 电阻器             | 可变电阻器、电位器、变阻器、分流器、热敏电阻                            |
| S    | 控制电路的开关选择器      | 控制开关、按钮、限制开关、选择开关                                 |
| T    | 变压器             | 变压器、电压互感器、电流互感器                                   |

续表

| 字母符号 | 项目种类                   | 举例                                  |
|------|------------------------|-------------------------------------|
| U    | 调制器、变换器                | 鉴频器、解调器、变频器、编码器、逆变器、整流器、电报译码器、无功补偿器 |
| V    | 电真空器件、半导体器件            | 电子管、晶体管、晶闸管、二极管、三极管、半导体器件           |
| W    | 传输通道、波导、天线             | 导线、电缆、母线、波导、波导定向耦合器、偶极天线、抛物面天线      |
| X    | 端子、插头、插座               | 插头和插座、测试塞孔、端子板、焊接端子片、连接片、电缆封端和接头    |
| Y    | 电气操作的机械装置              | 制动器、离合器、气阀、操作线圈                     |
| Z    | 终端设备、混合变压器、滤波器、均衡器、限幅器 | 电缆平衡网络、压缩扩展器、晶体滤波器、衰减器、阻波器          |

2. 双字母基本文字符号

当 24 大类进一步细划时，才采用双字母符号表示。双字母符号是由一个表示设备种类的单字母符号与另一个表示设备功能、状态及特征的辅助文字符号组成。如 HR 是由单字母符号 H+辅助文字符号 R 组成，表示红色信号灯。

3. 辅助文字符号

它既能用来表示基本文字符号，也能单独使用，来表示电气设备功能、状态及特征。例如，ON 为触点闭合，OFF 为触点断开等。辅助文字符号位于基本文字符号的后面。辅助文字符号如表 1-2 所示。

表 1-2 常用辅助文字符号

| 序号 | 文字符号 | 名称     | 序号 | 文字符号 | 名称   |
|----|------|--------|----|------|------|
| 1  | A    | 电流     | 18 | D    | 差动   |
| 2  | A    | 模拟     | 19 | D    | 数字   |
| 3  | AC   | 交流     | 20 | D    | 降    |
| 4  | AUT  | 自动     | 21 | DC   | 直流   |
| 5  | ACC  | 加速     | 22 | DEC  | 减    |
| 6  | ADD  | 附加     | 23 | E    | 接地   |
| 7  | ADJ  | 可调     | 24 | EM   | 紧急   |
| 8  | AUX  | 辅助     | 25 | F    | 快速   |
| 9  | ASY  | 异步     | 26 | FB   | 反馈   |
| 10 | BRK  | 制动     | 27 | FM   | 正，向前 |
| 11 | BK   | 黑      | 28 | GN   | 绿    |
| 12 | BL   | 蓝      | 29 | H    | 高    |
| 13 | BW   | 向后     | 30 | IN   | 输入   |
| 14 | C    | 控制     | 31 | INC  | 增    |
| 15 | CW   | 顺时针    | 32 | IND  | 感应   |
| 16 | CCW  | 逆时针    | 33 | L    | 左    |
| 17 | D    | 延时（延迟） | 34 | L    | 限制   |

续表

| 序号 | 文字符号 | 名称             | 序号 | 文字符号 | 名称              |
|----|------|----------------|----|------|-----------------|
| 35 | L    | 低              | 55 | RES  | 备用              |
| 36 | LA   | 闭锁             | 56 | RUN  | 运转              |
| 37 | M    | 主              | 57 | S    | 信号              |
| 38 | M    | 中              | 58 | ST   | 启动              |
| 39 | M    | 中间线            | 59 | SET  | 置位, 定位          |
| 40 | MAN  | 手动             | 60 | SAT  | 饱和              |
| 41 | N    | 中性线            |    |      |                 |
| 42 | OFF  | 断开             | 61 | STE  | 步进              |
| 43 | ON   | 闭合             | 62 | STP  | 停止              |
| 44 | OUT  | 输出             | 63 | SYN  | 同步              |
| 45 | P    | 压力             | 64 | T    | 温度              |
| 46 | P    | 保护             | 65 | T    | 时间              |
| 47 | PE   | 保护接地           | 66 | TE   | 无噪声 (防干扰)<br>接地 |
| 48 | PEN  | 保护接地与<br>中性线共用 | 67 | V    | 真空              |
| 49 | PU   | 不接地保护          |    |      |                 |
| 50 | R    | 记录             | 68 | V    | 速度              |
| 51 | R    | 右              | 69 | V    | 电压              |
| 52 | R    | 反              | 70 | WH   | 白               |
| 53 | RD   | 红              | 71 | YE   | 黄               |
| 54 | RST  | 复位             |    |      |                 |

1.1.4 项目代号

电气简图中,除了用各种图形符号及文字符号来表示设备、器件外,还有用一种叫“项目代号”的特定代号示出设备及器件的层次、位置、种类、端子代号等信息。电气简图中项目代号有如下作用:

- (1) 用于标识图形符号的项目种类(功能)属性,提供项目层次关系、实际位置等信息。
- (2) 用于区别具有相同图形符号的不同项目个体。
- (3) 使分布在图中各处的同一项目的图形符号,通过代号相互联系在一起。在不同图、图表、表格、说明书上的同样的项目(图形符号、代码)和工程现场实际项目(物体),通过同一代号相互一一对应,有利查找,有利维护。

1.1.4.1 项目代号的代号段和标注方式

国家标准 GB 5094 规定,一个完整的项目代号含有 4 个代号段,如下所示。

- 第 1 段高层代号,其前缀符号为“=”(等号);
- 第 2 段位置代号,其前缀符号为“+”(加号);
- 第 3 段种类代号,其前缀符号为“-”(减号);
- 第 4 段端子代号,其前缀符号为“:”(冒号)。

项目代号标注在项目图形符号的旁边。如果图形符号是水平布置,则标注在符号上边,如图 1-5 (a) 所示。如果图形符号是垂直布置,则标注在符号左边,如图 1-5 (b) 所示。项目代号的公共部分可标注在围框线外或标题栏内,如图 1-5 (c) 所示。特殊情况下,项目代号也可能标注在图形符号旁的其他位置处,或标注在图形符号轮廓线内。

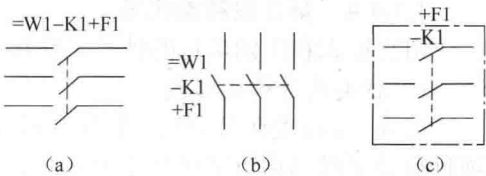


图 1-5 项目代号标注示例

在实际二次回路图中,端子代号通常独立标注,项目代号一般只包含前 3 个代号段。图 1-5 (a) 中,  $=W1-K2+D1$  所示的项目代号就只包含 3 个代号段。

### 1.1.4.2 第 1 段高层代号

一个完整的系统或成套设备的组成可以依次分成几部分,而每一部分又由若干个器件组成。一个完整的系统或成套设备的项目代号是对应几部分的高层代号,每一部分的项目代号是对应若干个器件的高层代号。如一回线路由开关、刀闸、电流互感器、电压互感器、导体组成,则线路的项目代号为高层代号。高层代号有以下两种形式。

形式一:高层代号的第一种构成形式由前缀符号“=”、高层项目字母码和数字序号 3 部分组成,如图 1-6 所示。

**【例 1-2】**解释项目代号= $W2$  项目代号的含义。

“=”表示高层代号,“W”表示馈线,“2”表示第二回馈线,所以,  $=W2$  表示高层项目馈线 2 的项目代号。

形式二:高层代号的第二种构成形式由前缀符号“=”和高层项目数字码两部分组成,如图 1-7 所示。

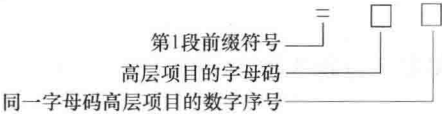


图 1-6 高层代号的第一种构成形式

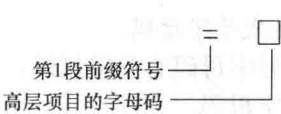


图 1-7 高层代号的第二种构成形式

例如,  $=1$ , 为高层项目单元 1 的代号。

### 1.1.4.3 第 2 段位置代号

用于标识项目在组件、设备、系统或建筑物中的实际位置的项目代号,称为位置代号。位置代号由前缀符号“+”和表示项目所在位置(建筑物、柜列、屏柜、间隔、安装板等)的字母或数字组成,如图 1-8 所示。

位置代号可连续书写为多层位置代号,以更详细地标识项目的位置。如安装在图 1-9 所示的 112 室中的某个项目,在二次回路图中标注项目代号 $+112+A+3$ ,则该项目的位置在:112 室 A 列 3 号位置。

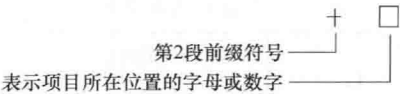


图 1-8 第 2 段位置代号构成

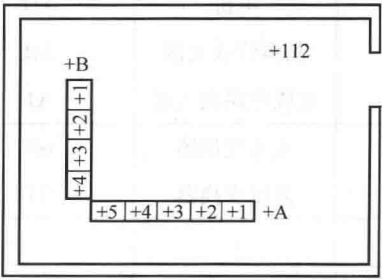


图 1-9 项目位置代号示例