

高等职业教育“十三五”规划教材



电气CAD项目教程

DIANQI CAD XIANGMU JIAOCHENG

张 煜 严兴喜 主编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

高等职业教育“十三五”规划教材

电气 CAD 项目教程

张 煜 严兴喜 主编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书参阅 GB/T 18135—2008《电气工程制图规则》,结合大量专业图纸实例,采用计算机辅助设计的理念,以训练学生的电气制图与识图技能为核心,以工程过程为导向,依托 AutoCAD 制图软件,详细介绍了 AutoCAD 软件操作方法、电气工程涉及的常用电气图的基础知识、典型电气图的绘制方法与技巧等内容。

本书采用项目教学的方式组织内容,每个项目均来源于电气工程的典型案例。主要涵盖了四类典型电气工程图,将绘图技巧分散在项目具体操作中,每个项目由项目目标、项目描述、相关知识、项目实施、项目评价、技能练习与提高六部分组成。通过本书的学习,可以使学生掌握计算机辅助设计与绘图的基本理论和操作技能,具备自行识图、绘制电气工程图纸的能力。

本书可作为高职高专院校电气类相关专业的教材和实训指导书,也可作为电气类及工程管理类各专业计算机辅助设计的培训教材,还可作为电气工程技术人员自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电气 CAD 项目教程/张煜,严兴喜主编. —北京:
中国铁道出版社,2016. 8
高等职业教育“十三五”规划教材
ISBN 978-7-113-21761-7

I. ①电… II. ①张… ②严… III. ①电气设备—计算机辅助设计—AutoCAD 软件—高等职业教育—教材 IV. ①TM02-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 146008 号

书 名:电气 CAD 项目教程
作 者:张 煜 严兴喜 主编

策 划:何红艳
责任编辑:何红艳
编辑助理:钱 鹏
封面设计:付 巍
封面制作:白 雪
责任校对:汤淑梅
责任印制:郭向伟

读者热线:(010)63550836

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街 8 号)

网 址: <http://www.51eds.com>

印 刷:北京尚品荣华印刷有限公司

版 次:2016 年 8 月第 1 版 2016 年 8 月第 1 次印刷

开 本:787mm×1 092mm 1/16 印张:10.5 字数:252 千

印 数:1~2 000 册

书 号:ISBN 978-7-113-21761-7

定 价:26.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社教材图书营销部联系调换。电话:(010) 63550836

打击盗版举报电话:(010) 51873659

随着计算机技术的发展,传统的手工绘图逐步被计算机绘图所代替。电气制图与识图是电气工程技术人员、自动控制系统设计人员、电力工程技术人员的典型工作任务,是高职电气类、自动化类专业的一门重要的专业技能课程。

本书以训练学生电气识图与制图技能为核心,全面介绍了 AutoCAD 软件操作方法,电气工程涉及的常用电气图的基础知识、典型电气图的绘制方法。使学生了解电气图的基础知识、识读电气类图纸的方法与技能、国家标准、电子器件图形符号,熟悉电气电子线路图形的基本绘制过程以及绘制标准,能够应用 AutoCAD 软件按照企业或行业要求进行电气图形设计。

本书突破已有相关教材的知识框架,注重理论与实践相结合,采用先进的行动导向教学理念、项目驱动型实例教学法,突出重点,分散难点,兼顾整体,分层要求,有利于建立以学生为主体的学习模式。

本书具有以下特色:

1. 编写思想上,遵循“以学生为主体,以能力培养为中心,以技能训练为主线,以理论知识为支撑”。由实际问题作为项目目标入手,通过项目描述对项目有初步认识,分析引入相关知识,以理论为依托进行项目实施,对实施的成果进行评价,最后通过练习提升技能。

2. 贴近岗位,以真实项目引领技能训练。全书共设计了电气工程识图与制图基础认知、功率放大器电路图的绘制、电气控制电路图的绘制、电气接线图的绘制共四个项目,用于训练学生的操作技能。项目设计的依据是,根据对高职高专学生就业的典型性岗位分析,得出学生所必须掌握的操作技能,再根据技能的难易度进行典型案例分析,以真实项目为载体进行设计。

3. 内容、结构安排科学合理。在内容阐述上,力求简明扼要、层次清楚、图文并茂、通俗易懂;在结构编排上,遵循循序渐进、由浅入深的原则;在实训项目的安排上,强调实用性、可操作性和可选择性。

4. 承前启后,为承继前续课程内容并为后续课程打下良好的基础。

前续课程“电子电路的分析与应用”“电气安装的规划与实施”使学生具备了基本电路设计、分析能力和读图、识图能力。这为学生后续课程打下坚实的硬件设计基础,以及为学生今后从事电子电路设计提供必要的技术支持。

全书由黑龙江交通职业技术学院电信工程学院张煜、黑龙江交通职业技术学院电气化铁道技术专业部严兴喜任主编。具体分工如下:张煜编写了项目一、项目二、

项目三，严兴喜编写了项目四。全书由张煜统稿和定稿。最后，感谢中铁建电气化三局为本书提供了部分电气图实例，感谢朱小娟、宋保卫老师提出的宝贵意见，并向所有关心和支持本书的人表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，编写时间又比较仓促，书中难免会出现纰漏与不足之处，恳请读者批评指正，便于我们今后改正。

编 者

2016 年 3 月

项目一 电气工程识图与制图基础认知	1
项目目标	1
项目描述	1
相关知识	2
一、电气工程制图规范	2
二、电气图形符号识别	6
三、电气技术中的文字符号和项目代号	17
四、AutoCAD 2009 工作空间的选择	26
五、文字与表格	28
项目实施	47
项目评价	47
技能练习与提高	48
项目二 功率放大器电路图的绘制	49
项目目标	49
项目描述	49
相关知识	50
一、常用绘图命令的使用	50
二、常用基本编辑命令	59
项目实施	72
项目评价	76
技能练习与提高	76
项目三 电气控制电路图的绘制	78
项目目标	78
项目描述	78
相关知识	79
一、绘制电路图的基本步骤	79
二、图形界限设置	80
三、图形单位设置	80

四、颜色设置.....	82
五、线型设置.....	82
六、线宽设置.....	84
七、创建图块.....	85
八、创建带属性的图块.....	89
项目实施.....	95
项目评价	103
技能练习与提高	104
项目四 电气接线图的绘制	106
项目目标	106
项目描述	106
相关知识	107
一、图层设置	107
二、图案填充	115
三、尺寸标注	122
四、打印图纸	140
项目实施	149
项目评价	160
技能练习与提高	160
参考文献	162

项目一

电气工程识图与制图基础认知

项目目标

【知识目标】

1. 掌握电气工程 CAD 制图规范;
2. 掌握文字和表格的使用方法及编辑技巧;
3. 掌握 AutoCAD 2009 软件的基本操作。

【能力目标】

1. 能够按照电气工程 CAD 制图规范绘制图幅;
2. 能够识别电气图形符号;
3. 能够安装 AutoCAD 2009 软件并进行基本操作;
4. 能够绘制表格、输入文字。

【素质目标】

1. 养成严谨的工作作风;
2. 养成爱岗敬业精神;
3. 树立职业道德意识,并按照企业的质量管理体系标准去学习和工作。

项目描述

电气专业学生经常要按照电气图对电气装置进行安装和调试,因此电气工程技术人员需要具备一定的制图和识图能力。

【项目实施要求】

本项目要求学生通过对电气工程图纸基本知识的学习,掌握电气工程图中的图纸幅面、格式、标题栏、比例、字体、图线、尺寸标注等相关知识内容;了解电子工程图的特点与设计规范和常用电子元器件符号的构成和分类;通过对 AutoCAD 2009 软件的学习,掌握软件常用操作命令,可熟练绘制和编辑基本二维图形。项目实施步骤如下:

1. 教师布置要完成的项目。
2. 教师组织实施教学,将学生分成 4~6 人一个学习小组,以小组的形式组织讨论、查找与项目相关的学习资源、研究学习计划、实施项目教学。
3. 教师全程关注每一个小组的学习进度,提出指导性意见,培养学生反思的习惯和决断力。
4. 完成项目后,小组进行总结汇报或实作演示,学生进行自我评分及互相评分,给出各项目学习要点的评定成绩,教师根据对学生测试检查或成果展示情况给出评分。

【项目图示】

电气工程图纸的图示,如图 1-1 所示。

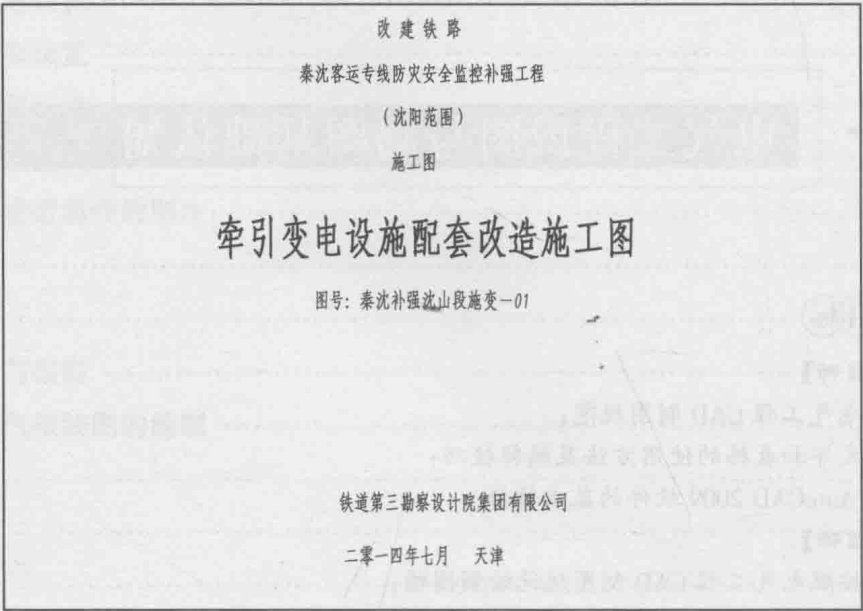


图 1-1 电气工程图纸

【项目准备】

- 1. 每位同学配备一台计算机;
- 2. 每台计算机上均安装 AutoCAD 2009 软件。

相关知识

一、电气工程制图规范

电气工程设计部门设计、绘制图样,施工单位按图样组织工程施工,所以图样必须有设计和施工等部门共同遵守的一定格式和一些基本规定,本节主要介绍国家标准 GB/T 18135—2008《电气工程 CAD 制图规则》中常用的有关规定。

1. 图纸的幅面和格式

(1) 图纸的幅面

绘制图样时,图纸幅面尺寸应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面。

表 1-1 图纸的基本幅面及图框尺寸 mm

幅面 代号	A0	A1	A2	A3	A4
B×L	841×1 189	594×841	420×594	297×420	210×297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

表中 a、c、e 为留边宽度。图纸幅面代号由“A”和相应的幅面号组成,即 A0~A4。基本幅面共有五种,其尺寸关系如图 1-2 所示。

幅面代号的几何含义,实际上就是对0号幅面的对开次数。如A1中的“1”,表示将全张纸(A0幅面)长边对折裁切一次所得的幅面;A4中的“4”,表示将全张纸长边对折裁切四次所得的幅面,如图1-2所示。

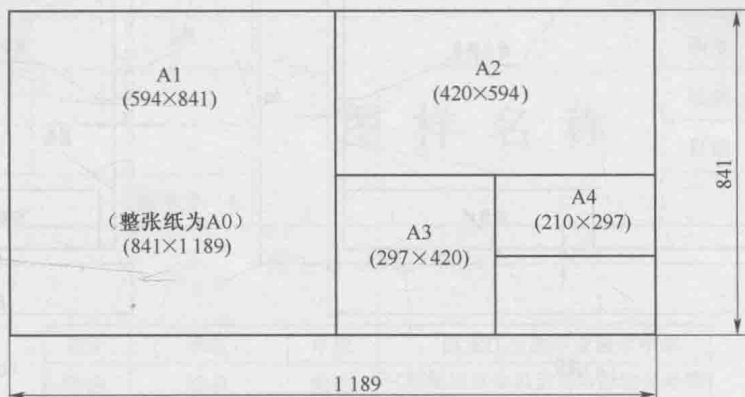


图1-2 基本幅面的尺寸关系

必要时,允许沿基本幅面的短边成整数倍加长幅面,但加长量必须符合国家标准(GB/T 14689—2008)中的规定。

图框线必须用粗实线绘制。图框格式分为留有装订边和不留装订边两种,如图1-3和图1-4所示。两种格式图框的周边尺寸 a 、 c 、 e 见表1-1。

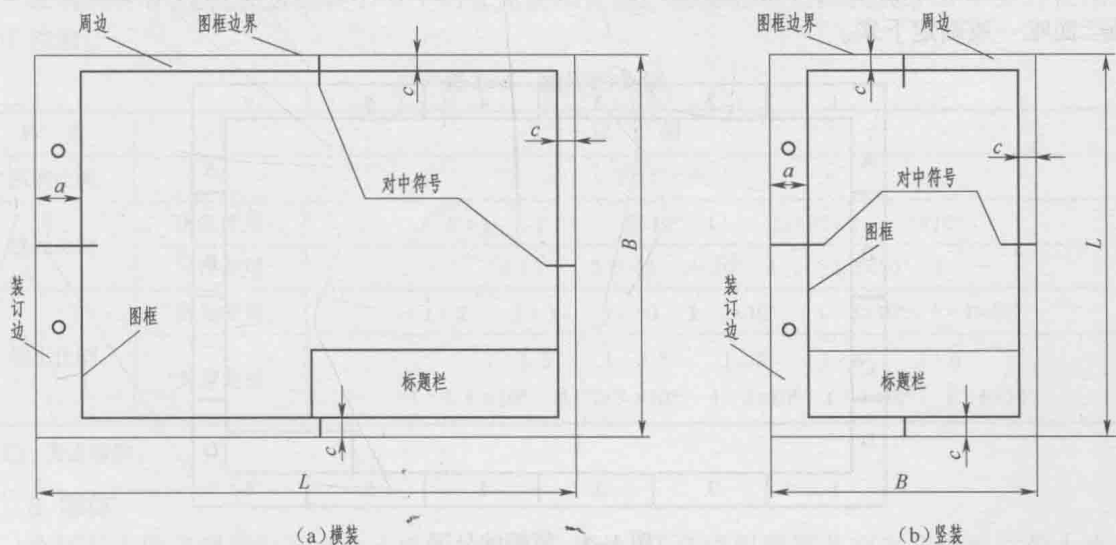


图1-3 留有装订边图样的图框格式

【注意】 图纸幅面有横式幅面和立式幅面两种,常用图幅为A3:297×420和A4:210×297,尺寸要记牢。同一产品的图样只能采用一种图框格式。

国家标准规定,工程图样中的尺寸以mm为单位时,不需要标注单位符号(或名称)。如采用其他单位,则必须注明相应的单位符号。本书的文字叙述和图例中的尺寸单位为mm,均未标出。

为了确定图中内容的位置及其他用途,往往需要将一些幅面较大内容复杂的电气图进行分区,如图1-5所示。

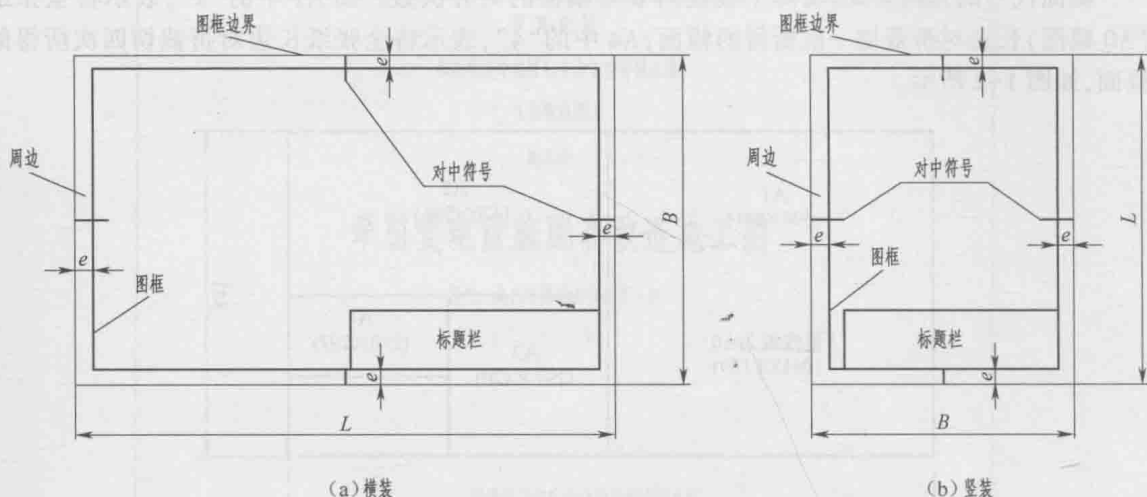


图 1-4 不留装订边图样的图框格式

图幅的分区方法是:将图纸相互垂直的两边各自加以等分,竖边方向用大写拉丁字母编号,横边方向用阿拉伯数字编号,编号的顺序应从与标题栏相对的左上角开始,分区数应为偶数;每一分区的长度一般应不小于 25 mm,不大于 75 mm,对分区中的符号应以粗实线给出,其线宽不宜小于 0.5 mm。

图纸分区后,相当于在图样上建立了一个坐标。电气图上的元件和连接线的位置可由此“坐标”而唯一地确定下来。

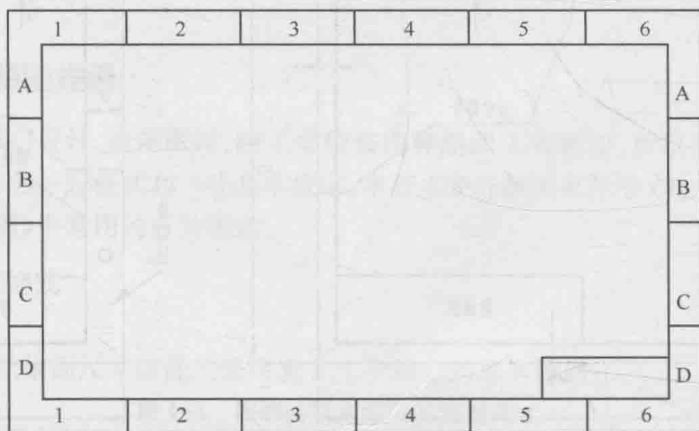


图 1-5 图幅的分区

(2) 标题栏

标题栏是用来确定图样的名称、图号、张次、更改和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、符号的方向均应与标题栏的文字方向统一。

目前我国尚没有统一规定标题栏的格式,各设计部门标题栏格式不一定相同。通常采用的标题栏格式应有以下内容:设计单位名称、工程名称、项目名称、图名、图别、图号等。电气工程图中常用图 1-6 所示标题栏格式,可供借鉴。

学生在作业时,常采用图 1-7 所示的标题栏格式。

设计单位名称				图 样 名 称					
设计人								图号	
校对人								比例	
审核人								日期	
工程名称			版本号：A						

图 1-6 标题栏格式

设计	姓名	单位	黑龙江交通职业技术学院
审核	姓名	图名	三相异步电动机正反转控制电路图
工艺	姓名	1-1	
标准	GB/T 123-4		

图 1-7 作业用标题栏

2. 比例

比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

绘制图样时,应优先选择表 1-2 中的优先使用比例。必要时也允许从表 1-2 中允许使用比例中选取。

表 1-2 绘图的比例

种 类	比 例					
原值比例	1 : 1					
放大比例	优先使用	5 : 1	2 : 1	5×10 ⁿ : 1	2×10 ⁿ : 1	1×10 ⁿ : 1
	允许使用	4 : 1	2.5 : 1	4×10 ⁿ : 1	2.5×10 ⁿ : 1	
缩小比例	优先使用	1 : 2	1 : 5	1 : 10	1 : 2×10 ⁿ	1 : 5×10 ⁿ 1 : 1×10 ⁿ
	允许使用	1 : 1.5 1 : 2.5 1 : 3 1 : 4 1 : 6 1 : 1.5×10 ⁿ 1 : 2.5×10 ⁿ 1 : 3×10 ⁿ 1 : 4×10 ⁿ 1 : 6×10 ⁿ				

注:n 为正整数。

3. 字体

在图样上除了要用图形来表达机件的结构形状外,还必须用数字及文字来说明它的大小和技术要求等其他内容。

(1) 基本规定

在图样和技术文件中书写的汉字、数字和字母,都必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字体的号数代表字体高度(用 h 表示)。字体高度的公称尺寸系列为: 1.8 mm、2.5 mm、3.5 mm、5 mm、7 mm、10 mm、14 mm、20 mm。如需要更大的字,其字高应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。汉字应写成长仿宋体字,并应采用国家正式公布的简化字。汉字的高度 h 应不小于 3.5,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 $d=h/14$,B 型字体的笔画

宽度 $d=h/10$ 。在同一张图样上,只允许选用一种形式的字体。字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。

(2) 字体示例

字示例:

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满

字母示例:

A B C D E F G H I J K L M N

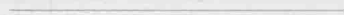
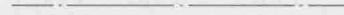
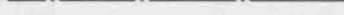
罗马数字:

I II III IV V VI VII VIII IX X

4. 图线及其画法

图线是指起点和终点间以任意方式连接的一种几何图形,它是组成图形的基本要素,形状可以是直线或曲线、连续线或不连续线。国家标准 GB/T 18135—2008 中规定了在工程图样中使用的六种图线,其名称、形式、宽度以及主要用途见表 1-3。

表 1-3 常用图线的形式、宽度和主要用途

图线名称	图线形式	图线宽度	主要用途
粗实线		b	电气线路、一次线路
细实线		约 $b/3$	二次线路、一般线路
虚线		约 $b/3$	屏蔽线、机械连线
细点画线		约 $b/3$	控制线、信号线、围框线
粗点画线		b	有特殊要求的线
双点画线		约 $b/3$	原轮廓线

图线分为粗、细两种。以粗线宽度作为基础,粗线的宽度 b 应按图的大小和复杂程度,在 $0.5\sim 2\text{ mm}$ 之间选择,细线的宽度应为粗线宽度的 $1/3$ 。图线宽度的推荐系列为: 0.18 mm 、 0.25 mm 、 0.35 mm 、 0.5 mm 、 0.7 mm 、 1 mm 、 1.4 mm 、 2 mm ,若各种图线重合,应按粗实线、点画线、虚线的先后顺序选用线型。

二、电气图形符号识别

在绘制电气图形符号时,一般用于图样或其他文件的表示一个设备或概念的图形、标记或字符的符号称为电气图形符号。电气图形符号只要用示意图形绘制即可,不需要精确比例。

1. 电气图的图形符号

《电气简图用图形符号》国家标准代号为 GB/T 4728. 1—2005, 采用国际电工委员会(IES)标准, 在国际上具有通用性, 有利于对外技术交流。GB/T 4728 电气简图用图形符号共分 13 部分。

①一般要求。有本标准内容提要、名词术语、符号的绘制、编号使用及其他规定。

②符号要素、限定符号和其他常用符号(GB/T 4728. 2—2005)。包括轮廓和外壳、电流和电压的种类、可变性、力或运动的方向、流动方向、材料的类型、效应或相关性、辐射、信号波形、机械控制、操作件和操作方法、非电量控制、接地、接机壳和等到电位、理想电路元件等。

③导体和连接件(GB/T 4728. 3—2005)。包括电线、屏蔽或绞合导线、同轴电缆、端子导线连接、插头和插座、电缆终端头等。

④基本无源件(GB/T 4728. 4—2005)。包括电阻器、电容器、电感器、铁氧体磁芯、压电晶体、驻极体等。

⑤半导体管和电子管(GB/T 4728. 5—2005)。包括二极管、三极管、电子管等。

⑥电能的发生与转换(GB/T 4728. 6—2008)。包括绕组、发电机、变压器等。

⑦开关、控制和保护器件。(GB/T 4728. 7—2008)包括触点、开关、开关装置、控制装置、起动器、继电器、接触器和保护器件等。

⑧测量仪表、灯和信号器件(GB/T 4728. 8—2008)。包括指示仪表、记录仪表、热电偶、遥控装置、传感器、灯、电铃、峰鸣器、喇叭等。

⑨电信: 交换和外围设备(GB/T 4728. 9—2008)。包括交换系统、选择器、电话机、电报和数据处理设备、传真机等。

⑩电信: 传输(GB/T 4728. 10—2008)。包括通信电路、天线、波导管器件、信号发生器、激光器、调制器、解调器、光纤传输。

⑪建筑安装平面布置图(GB/T 4728. 11—2008)。包括发电站、变电所、网络、音响和电视的分配系统、建筑用设备、露天设备。

⑫二进制逻辑元件(GB/T 4728. 12—2008)。包括计数器、存储器等。

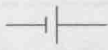
⑬模拟元件(GB/T 4728. 13—2008)。包括放大器、函数器、电子开关等。

常用电气图图形符号见表 1-4。

表 1-4 电气图常用图形符号及画法使用命令

序号	图形符号	说 明	使用命令
1		直流电: 电压可标注在符号右边, 系统类型可标注在左边	直线 
2		交流电: 频率或频率范围可标注在符号的左边	样条曲线 
3		交直流	直线  、样条曲线 
4	+	正极性	直线 
5	-	负极性	直线 

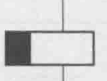
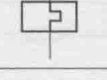
续表

序号	图形符号	说 明	使 用 命 令
6		运动方向或力	引线 
7		能量、信号传输方向	直线 
8		接地符号	直线 
9		接机壳	直线 
10		等电位	正多边形  、直线 
11		故障	引线  、直线 
12		导线跨越而不连接	直线 
13		电阻器的一般符号	矩形  、直线 
14		电容器的一般符号	直线 
15		电感器、线圈、绕组、扼流圈	直线  、圆弧 
16		原电池或蓄电池	直线 
17		动合(常开)触点	直线 
18		动断(常闭)触点	直线 

续表

序号	图形符号	说 明	使 用 命 令
19		延时闭合的动合触点 带时限的继电器和接触器触点	直线  、 圆弧 
20		延时断开的动合触点	直线  、 圆弧 
21		延时闭合的动断触点	直线  、 圆弧 
22		延时断开的动断触点	直线  、 圆弧 
23		手动操作开关的一般符号	直线 
24		自动复位的手动按钮开关	直线 
25		带动合触点的位置开关	直线 
26		带动断触点的位置开关	直线 
27		多极开关的一般符号,单线表示 (内部使用该符号)	直线 
28		多极开关的一般符号,多线表示 (内部使用该符号)	直线 
29		隔离开关;隔离器	直线 

续表

序号	图形符号	说 明	画法使用命令
30		负荷隔离开关	直线  、圆弧  、圆 
31		断路器(自动开关)的动合(常开)触点	直线 
32		接触器动合(常开)触点	直线  、圆弧 
33		接触器动断(常闭)触点	直线  、圆弧 
34		继电器、接触器等的线圈一般符号	矩形  、直线 
35		缓吸线圈(带时限的电磁电器线圈)	矩形  、直线 
36		缓放线圈(带时限的电磁电器线圈)	直线  、矩形  图案填充 
37		热继电器的驱动器件	直线  、矩形 
38		热继电器的触点	直线 
39		熔断器的一般符号	直线  、矩形 
40		熔断器开关	直线  、矩形  旋转 
41		熔断器式隔离开关	直线  、矩形  旋转 
42		跌开式熔断器(内部使用该符号)	直线  、矩形  旋转 、圆