

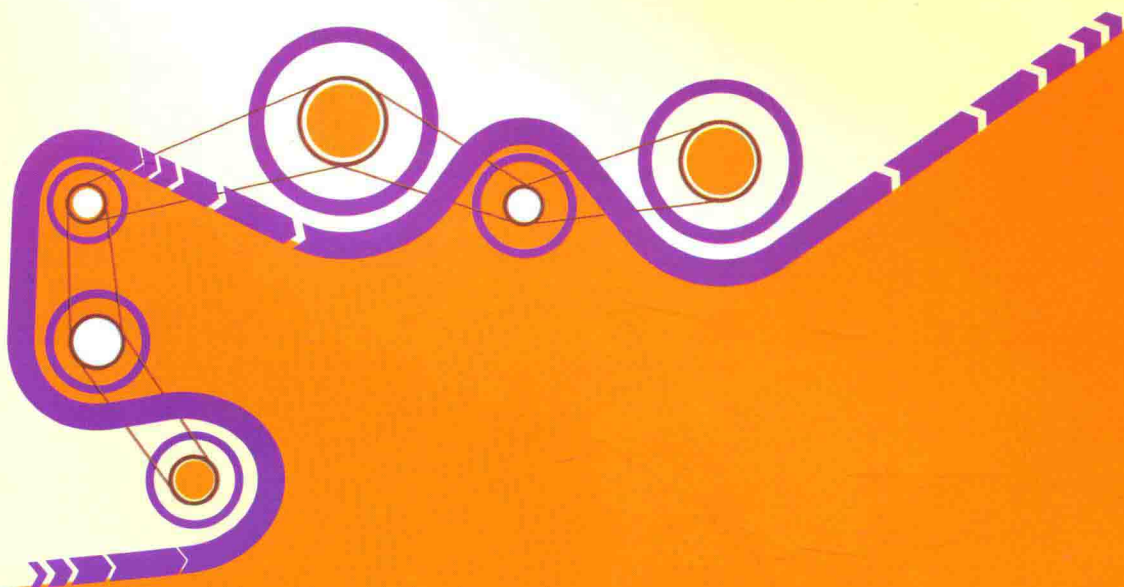


“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

高职高专机电类工学结合模式教材

AutoCAD 机械制图项目化教程

李方园 主编
郑发泰 胡焕啸 副主编



清华大学出版社



“十二五”

规划教材

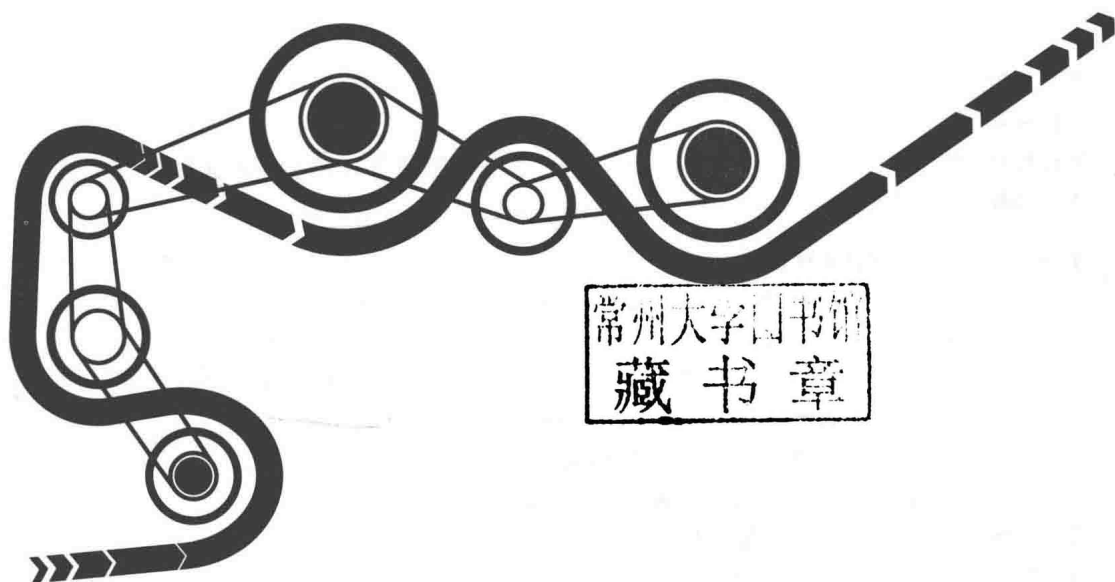
经全国职业教育教材审定委员会审定

高职高专机电类工学结合模式教材

AutoCAD

机械制图项目化教程

李方园 主编
郑发泰 胡焕啸 副主编



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书主要包括机械制图的基本知识与技能、AutoCAD 制图基础、二维制图、二维图形编辑、三维实体造型与渲染、三维实体编辑、尺寸标注与等轴测图。在结构上采用知识链接、命令探究、技能训练和工程实例的创新体例,确保读者能一册在手、轻松入门。

本书可作为高职高专、成人高校以及中等职业学校计算机制图课程的教材,也可作为 AutoCAD 培训教材,对于工程技术人员也具有一定的参考价值。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

AutoCAD 机械制图项目化教程/李方园主编. —北京:清华大学出版社,2015

高职高专机电类工学结合模式教材

ISBN 978-7-302-35488-8

I. ①A… II. ①李… III. ①机械制图—AutoCAD 软件—高等职业教育—教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 031211 号

责任编辑:刘翰鹏

封面设计:常雪影

责任校对:李 梅

责任印制:沈 露

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795764

印 刷 者:三河市君旺印务有限公司

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:16

字 数:369 千字

版 次:2015 年 3 月第 1 版

印 次:2015 年 3 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:35.00 元

产品编号:052786-01



计算机辅助设计(即 CAD)是计算机最早、最重要的应用之一,目前 CAD 已成为各行各业不可缺少的技术基础和可持续发展的必要手段,并已创造出极其巨大的社会财富。比如,在飞机、造船、汽车工业中可以绘制高精度的理论外形模线和结构模线;在机械工业中绘制装配图、零件工作图;在土木建筑中绘制透视效果图、建筑施工图、结构施工图和设备施工图。由此也诞生了一个新的岗位,即计算机辅助设计绘图员(简称 CAD 制图员)。CAD 制图员就是利用计算机辅助绘图与设计软件来绘制和设计产品的二维工程图、三维立体图的技术人员。

目前高职高专院校相关专业都开展了 CAD 制图员考证工作,并融入日常的教学中去。以中高级 CAD 制图员为例,在知识上要求掌握计算机绘图系统的基本组成及操作系统的一般使用知识,掌握基本图形的生成及编辑的基本方法和知识,掌握复杂图形(如块的定义与插入、图案填充等)、尺寸、复杂文本等的生成及编辑的方法和知识等;而在技能上要求具有基本的操作系统使用能力,具有基本图形的生成及编辑能力,具有复杂图形(如块的定义与插入、图案填充等)、尺寸、复杂文本等的生成及编辑能力等。

目前最普及的 CAD 制图工具是国际上广为流行的由 Autodesk 公司推出的 AutoCAD(Auto Computer Aided Design)计算机辅助设计软件。AutoCAD 具有良好的用户界面,通过交互菜单或命令行方式便可以进行各种操作。它的多文档设计环境,让非计算机专业人员也能很快地学会使用。在不断实践的过程中可以更好地掌握它的各种应用和开发技巧,从而不断提高工作效率。AutoCAD 具有广泛的适应性,它可以在各种操作系统支持的微型计算机和工作站上运行。尽管 AutoCAD 软件版本更新很快,但是其向下兼容且命令不变。因此,本书采用 AutoCAD 2012 版本,但是其向下兼容,所有技能训练、工程实例大部分适用于 AutoCAD 2004、AutoCAD 2006、AutoCAD 2007、AutoCAD 2008 和 AutoCAD 2010 等版本;同时,所有的程序也能在最新的 AutoCAD 2013 与 AutoCAD 2014 版本中使用。

全书共分 7 个项目,项目 1 介绍机械制图基本知识和技能;项目 2 为 AutoCAD 制图基础,介绍了绘图环境设置等;项目 3 为二维制图,介绍了二维绘图命令和二维绘图工具的使用;项目 4 为二维图形编辑,介绍了二维制图的图形编辑方法和应用;项目 5 为三维实体造型与渲染,介绍了三

维实体造型的绘制命令、方法以及三维实体的渲染；项目 6 为三维实体编辑，介绍了实体编辑命令和使用；项目 7 为尺寸标注和等轴测图，介绍了尺寸标注的样式以及尺寸标注命令的使用、等轴测图的绘制以及等轴测图的应用。

本书紧紧抓住 CAD 制图员所需要的应知应会点，从知识链接、命令探究、技能训练和工程实例四个方面进行切入，由浅入深，确保每一位读者都能最终具有 CAD 制图的能力。

本书由李方园担任主编，郑发泰、胡焕啸担任副主编，王宏、金文兵、钟晓强、徐咏梅、陈亚玲、应秋红等也参与了编写工作。

由于编者水平有限，书中难免存在一些缺点和错误，殷切希望广大读者批评指正。

编 者

2014 年 11 月



项目 1 机械制图的基本知识与技能	1
1.1 知识链接：机械制图的基本规定	2
1.1.1 图样幅面及格式	2
1.1.2 比例	4
1.1.3 字体	4
1.1.4 图线	5
1.2 知识链接：零件的三视图、剖视图和装配图	7
1.2.1 正投影和三视图的形成	7
1.2.2 三视图之间的关系	9
1.2.3 剖视图	10
1.2.4 装配图	11
1.3 技能训练：手工绘制平面图形	13
1.3.1 手工绘图的工具准备	13
1.3.2 等分圆周作内接正多边形	14
1.3.3 斜度和锥度的画法	15
1.3.4 椭圆的画法	16
1.3.5 圆弧连接	16
1.3.6 渐开线的近似画法	18
1.3.7 平面图形的分析与画法	18
1.4 技能训练：基本立体投影的画法	19
1.4.1 平面立体及其表面上点的投影	20
1.4.2 曲面立体的投影及表面取点	22
思考与练习	26
项目 2 AutoCAD 制图基础	28
2.1 知识链接：AutoCAD 2012 系统的用户界面	29
2.1.1 标题栏	29
2.1.2 菜单栏	29
2.1.3 工具栏	29
2.1.4 绘图窗口	31
2.1.5 命令行窗口	32

2.1.6	状态栏	32
2.2	命令探究：绘图环境设置	32
2.2.1	设置绘图界限	32
2.2.2	设置绘图单位	32
2.2.3	设置绘图环境	33
2.3	命令探究：线型、线宽、颜色及图层设置	35
2.3.1	线型设置	35
2.3.2	线宽设置	37
2.3.3	颜色设置	37
2.3.4	图层管理	38
2.3.5	对象特性工具栏	40
2.4	技能训练：AutoCAD 2012 软件的安装与运行	41
2.4.1	训练要求	41
2.4.2	安装步骤	42
	思考与练习	45
项目 3	二维制图	46
3.1	知识链接：坐标系及其输入方法	47
3.1.1	坐标系	47
3.1.2	坐标输入方法	47
3.2	命令探究：点、线的绘制	48
3.2.1	绘制点	48
3.2.2	绘制直线	50
3.2.3	绘制射线	52
3.2.4	绘制构造线	53
3.2.5	绘制多段线	53
3.2.6	绘制多线	54
3.3	命令探究：复杂二维图形的绘制	57
3.3.1	正多边形	57
3.3.2	矩形	58
3.3.3	圆弧	59
3.3.4	圆	61
3.3.5	椭圆	62
3.3.6	样条曲线	63
3.4	命令探究：边界与图案填充	65
3.4.1	边界	65
3.4.2	图案填充	66
3.4.3	徒手绘图	69

3.5	技能训练：绘制三视图	69
3.5.1	训练要求	69
3.5.2	制图步骤	70
3.6	工程案例：简单零件图的绘制	72
3.6.1	任务说明	72
3.6.2	实现过程	72
	思考与练习	74
项目 4	二维图形编辑	77
4.1	命令探究：图形对象的选择	78
4.1.1	图形对象的选择方法	78
4.1.2	图形的删除与恢复	79
4.1.3	快速选择对象	80
4.1.4	重叠对象的选择	82
4.1.5	使用夹点编辑图形	82
4.2	命令探究：对象的复制与变换	83
4.2.1	对象的复制	83
4.2.2	对象的镜像	84
4.2.3	对象的偏移	85
4.2.4	对象的阵列	86
4.2.5	对象的移动	88
4.2.6	对象的旋转	89
4.2.7	对象的对齐	91
4.3	命令探究：对象的修剪与比例变化	92
4.3.1	对象的修剪	92
4.3.2	对象的延伸	94
4.3.3	对象的拉长	95
4.3.4	对象的拉伸	96
4.3.5	对象的打断	98
4.3.6	对象的比例缩放	99
4.3.7	对象的合并	100
4.4	技能训练：快速绘制倾斜图形	101
4.4.1	训练要求	101
4.4.2	制图步骤	101
4.5	技能训练：利用复制与偏移复制命令绘制图形	105
4.5.1	训练要求	105
4.5.2	绘图步骤	106
4.6	技能训练：绘制扳手	107
4.6.1	训练要求	107

4.6.2 制图步骤	107
4.7 工程实例：皮带轮端面图与轴截面图绘制	111
4.7.1 任务说明	111
4.7.2 实现过程	111
思考与练习	117
项目5 三维实体造型与渲染	120
5.1 知识链接：三维空间概述	121
5.1.1 三维坐标系	121
5.1.2 AutoCAD 的三维坐标形式	121
5.1.3 模型空间和图样空间	123
5.1.4 模型空间和图样空间的切换	123
5.2 命令探究：三维视图的选择与设置	124
5.2.1 选择预置三维视图	124
5.2.2 设置多视口与视点	125
5.2.3 三维动态观察器	127
5.2.4 三维连续观察	128
5.2.5 三维旋转	128
5.2.6 三维调整距离	128
5.2.7 用户坐标系与 UCS 图标	128
5.3 命令探究：面域命令与基本实体创建	131
5.3.1 面域边界命令	131
5.3.2 生成面域命令	132
5.3.3 创建基本实体	133
5.3.4 绘制拉伸实体	137
5.3.5 旋转建立实体	138
5.3.6 实体的布尔运算	139
5.4 命令探究：实体的消隐、着色与渲染	141
5.4.1 实体的消隐	141
5.4.2 实体的着色	142
5.4.3 实体的渲染	142
5.5 技能训练：压缩式弹簧的三维造型	147
5.5.1 训练要求	147
5.5.2 制图步骤	147
5.6 工程实例：支座的三维造型	150
5.6.1 任务说明	150
5.6.2 实现过程	150
思考与练习	158

项目 6 三维实体编辑	160
6.1 知识链接：组合体的形体分析	161
6.1.1 形体分析法	161
6.1.2 组合体的组合形式	161
6.1.3 组合体的表面连接关系	162
6.2 命令探究：三维基本编辑	163
6.2.1 三维阵列	163
6.2.2 三维镜像	164
6.2.3 三维旋转	165
6.2.4 对齐	166
6.2.5 倒角	168
6.2.6 圆角	170
6.2.7 剖切实体	172
6.2.8 截面	174
6.3 命令探究：实体面编辑	175
6.3.1 拉伸实体面	175
6.3.2 移动实体面	176
6.3.3 偏移实体面	177
6.3.4 删除实体面	177
6.3.5 旋转实体面	178
6.3.6 倾斜实体面	179
6.3.7 复制实体面	180
6.3.8 着色实体面	180
6.3.9 抽壳	180
6.4 技能训练：箱体的三维实体编辑	181
6.4.1 训练要求	181
6.4.2 制图步骤	181
6.5 工程实例：螺钉旋具的三维造型	187
6.5.1 任务说明	187
6.5.2 实现过程	187
思考与练习	192
项目 7 尺寸标注与等轴测图	194
7.1 知识链接：尺寸标注的组成与轴测图的定义	195
7.1.1 尺寸标注的概念	195
7.1.2 尺寸标注的组成	195
7.1.3 标注尺寸的符号及缩写	196

7.1.4	标注尺寸示例	196
7.1.5	轴测图	199
7.1.6	轴测图中的尺寸标注	201
7.2	命令探究: 尺寸标注样式	202
7.2.1	尺寸标注图标位置	202
7.2.2	尺寸标注样式设置	202
7.2.3	新建标注样式	203
7.2.4	线性与对齐标注	211
7.2.5	圆相关参数标注	213
7.2.6	角度标注	215
7.2.7	基线、连续与快速标注	216
7.2.8	公差标注	217
7.2.9	坐标标注	219
7.3	命令探究: 尺寸编辑	220
7.3.1	用编辑标注命令编辑尺寸标注	220
7.3.2	用编辑标注文字命令编辑尺寸标注	220
7.3.3	标注样式的更新	221
7.3.4	尺寸关联	221
7.3.5	特性命令	222
7.4	命令探究: 等轴测图的绘制	222
7.4.1	绘制等轴测图前的准备	222
7.4.2	切割法绘制等轴测图	224
7.4.3	堆叠法绘制等轴测图	225
7.4.4	平移法绘制等轴测图	227
7.4.5	综合法绘制等轴测图	228
7.5	技能训练: 图形标注尺寸	231
7.5.1	训练要求	231
7.5.2	制图步骤	231
7.6	技能训练: 等轴测图的尺寸标注	235
7.6.1	训练要求	235
7.6.2	制图步骤	235
7.7	工程实例: 套筒等轴测剖视图	238
7.7.1	任务说明	238
7.7.2	实现过程	238
	思考与练习	240
	附录 计算机辅助设计绘图员(中级)技能鉴定试题(机械类)	242
	参考文献	246



机械制图的基本知识与技能

项目导读

机械制图是用图样确切表示机械的结构形状、尺寸大小、工作原理和技术要求的学科。图样由图形、符号、文字和数字等组成,是表达设计意图和制造要求以及交流经验的技术文件,被称为工程界的语言。机械图样主要有零件图和装配图,此外还有布置图、示意图和轴测图等。常用的表达机械结构形状的图形有三视图、剖视图和剖面图等。机械制图标准对其中的螺纹、齿轮、花键和弹簧等结构或零件的画法有独立的标准。图样是依照机件的结构形状和尺寸大小按适当比例绘制的,在利用图样制造机件时必须按照图样中标注的尺寸数字进行加工,才可以加工出符合设计要求的机件。

应知

- (1) 制图的基本规定;
- (2) 绘图的方法和工具;
- (3) 几何作图;
- (4) 平面图形的分析和画法;
- (5) 基本立体投影。

应会

- (1) 合理、正确地安排图样内容和格式;
- (2) 掌握几何作图的方法;
- (3) 正确使用手工绘图工具的方法;
- (4) 能熟练掌握基本立体投影的绘制方法。

1.1 知识链接：机械制图的基本规定

中华人民共和国国家标准(简称“国标”)的代号是“GB”。例如 GB/T 4457.4—2002, 其中,“GB/T”表示推荐性国标,“G”、“B”、“T”分别为“国家”、“标准”、“推荐”汉语拼音第一个字母,“4457.4”表示发布的顺序号,“2002”表示该国标发布的年号。机械制图标准适用于机械图样,而技术制图标准则普遍适用于工程界各种专业技术图样。

本节仅介绍制图标准中的图样幅面、比例、字体和图线等制图的基本规定。

1.1.1 图样幅面及格式

1. 图样幅面

根据标准 GB/T 14689—1993,绘制图样时应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面尺寸。各基本幅面之间的尺寸关系如图 1-1 所示。必要时允许选用加长幅面。采用加长幅面时,长边不加长,短边加长,加长量按基本幅面短边的整数倍增加。

表 1-1 图样幅面尺寸

单位: mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
B×L	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

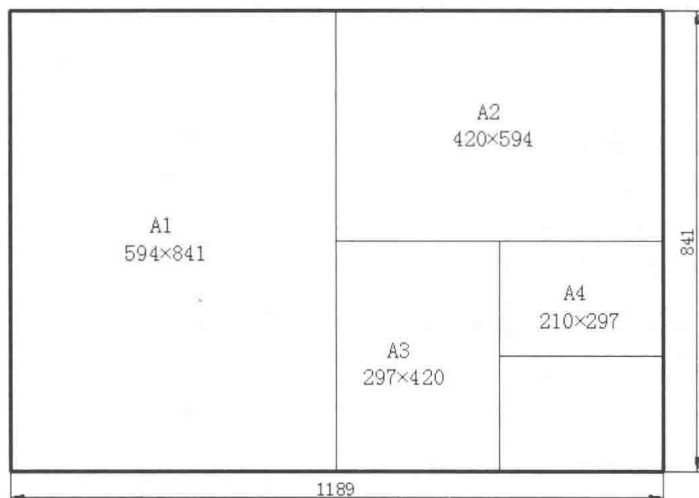


图 1-1 各基本幅面之间的尺寸关系

2. 图框的格式

在图样上必须用粗实线画出图框,其格式分为留装订边和不留装订边两种,如图 1-2 和图 1-3 所示。同一产品图样只能采用一种格式。

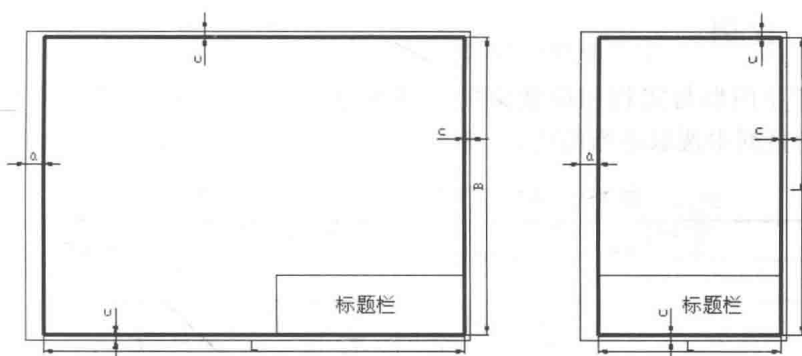


图 1-2 留装订边的图样图框格式

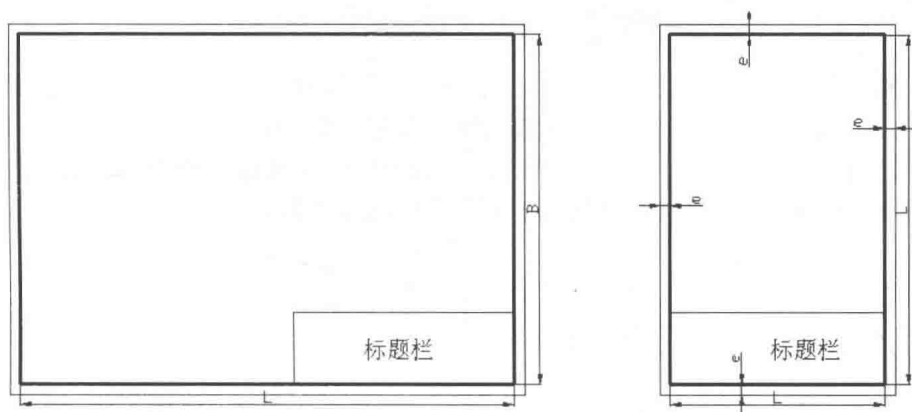


图 1-3 不留装订边的图样图框格式

3. 标题栏的方位及格式

每张图样上都必须画出标题栏, 国标 GB/T 10609.1—1989 对标题栏的内容、格式及尺寸作了统一规定, 如图 1-4 所示。

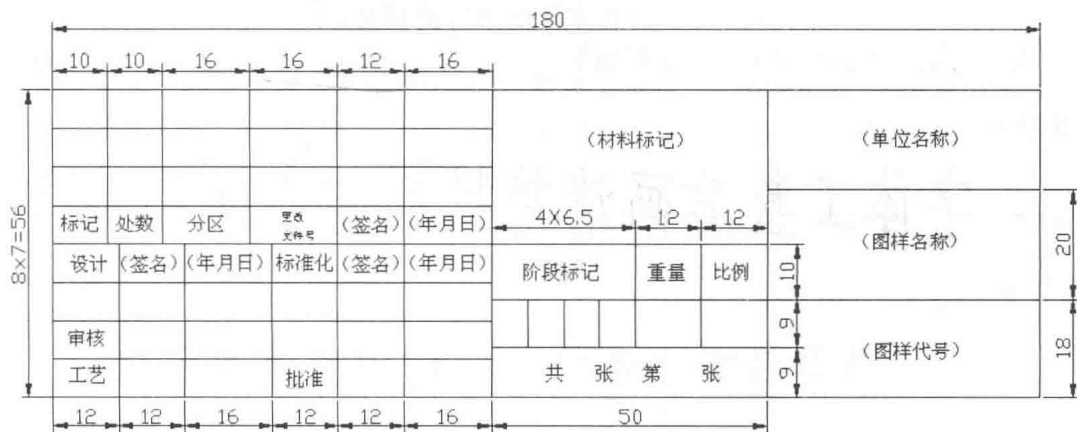


图 1-4 标题栏格式

1.1.2 比例

比例是图中图形与实物相应要素的线性尺寸之比。需要按比例绘制图样时,应按表 1-2 规定的系列中选取适当的比例(标准 GB/T 14690—1993)。

表 1-2 常用绘图比例(GB/T 14690—1993)

种类	比 例				
原值比例	1 : 1				
放大比例	5 : 1	2 : 1	$5 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$1 \times 10^n : 1$
	(2.5 : 1)	(4 : 1)	($2.5 \times 10^n : 1$)	($4 \times 10^n : 1$)	
缩小比例	1 : 2	1 : 5	1 : 10	$1 : 2 \times 10^n$	$1 : 5 \times 10^n$
	(1 : 1.5)		(1 : 2.5)	(1 : 3)	(1 : 4)
	($1 : 1.5 \times 10^n$)		($1 : 2.5 \times 10^n$)	($1 : 3 \times 10^n$)	($1 : 4 \times 10^n$)

注: n 为正整数,应优先选择无括号比例。

为了能从图样上得到实物大小的真实感,应尽量采用原值比例(1 : 1),当机件过大或过小时,可选用表 1-2 中规定的缩小或放大比例绘制,但尺寸标注时必须标注实际尺寸。一般来说,绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例,并在标题栏中填写。当某个视图需要采用不同比例时,可在视图名称的下方或右侧标注比例,例如:

$$\frac{I}{2:1} \quad \frac{A}{1:100} \quad \frac{B-B}{2.5:1} \quad \text{平面图 } 1:10$$

1.1.3 字体

根据标准 GB/T 14691—1993,图样中书写的字体必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体高度(h)的公称尺寸系列为 1.8mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm。字体高度代表字体的号数。

1. 汉字

汉字应写成长仿宋体,并采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度不应小于 3.5mm,其字宽一般为字高的 2/3。长仿宋体的书写要领是:横平竖直,注意起落,结构匀称,填满方格。长仿宋体的汉字示例如下。

10号字

字体工整笔画清楚排列整齐间隔均匀

7号字

横平竖直注意起落结构均匀填满方格

5号字

字体工整笔画清楚排列整齐间隔均匀

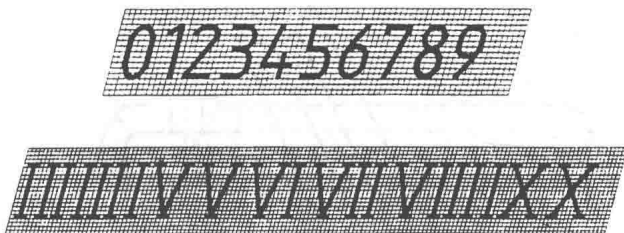
2. 数字和字母

数字和字母有直体和斜体两种。一般常采用斜体,斜体字字头向右倾斜,与水平线约成 75° 角。在同一图样上,只允许选用一种形式的字体。

(1) 斜体拉丁字母示例



(2) 斜体数字示例



1.1.4 图线

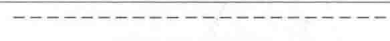
1. 图线的线型与应用

国家标准 GB/T 17450—1998《技术制图 图线》及 GB/T 4457.4—2002《机械制图图样画法 图线》中,详细规定了图线的形式、画法及应用。绘制图样时,应采用国家标准规定的图线和画法。图线的线型及应用如表 1-3 所示,其应用如图 1-5 所示。

表 1-3 图线的线型与应用

图线名称	线 型	线宽	一 般 应 用
粗实线		b	可见轮廓线 剖切符号用线
细实线		b/2	尺寸线 尺寸界线 指引线、基准线、剖面线 过渡线 重合断面轮廓线 螺纹牙底线

续表

图线名称	线 型	线宽	一 般 应 用
波浪线		$b/2$	断裂处边界线;视图与剖视图的分界线
双折线		$b/2$	断裂处边界线;视图与剖视图的分界线
虚线		$b/2$	不可见轮廓线
细点画线		$b/2$	轴线 对称中心线 轨迹线
粗点画线		b	限定范围表示线
双点画线		$b/2$	中断线 相邻辅助零件的轮廓线 可动零件的极限位置的轮廓线 成形前轮廓线 工艺用结构的轮廓线

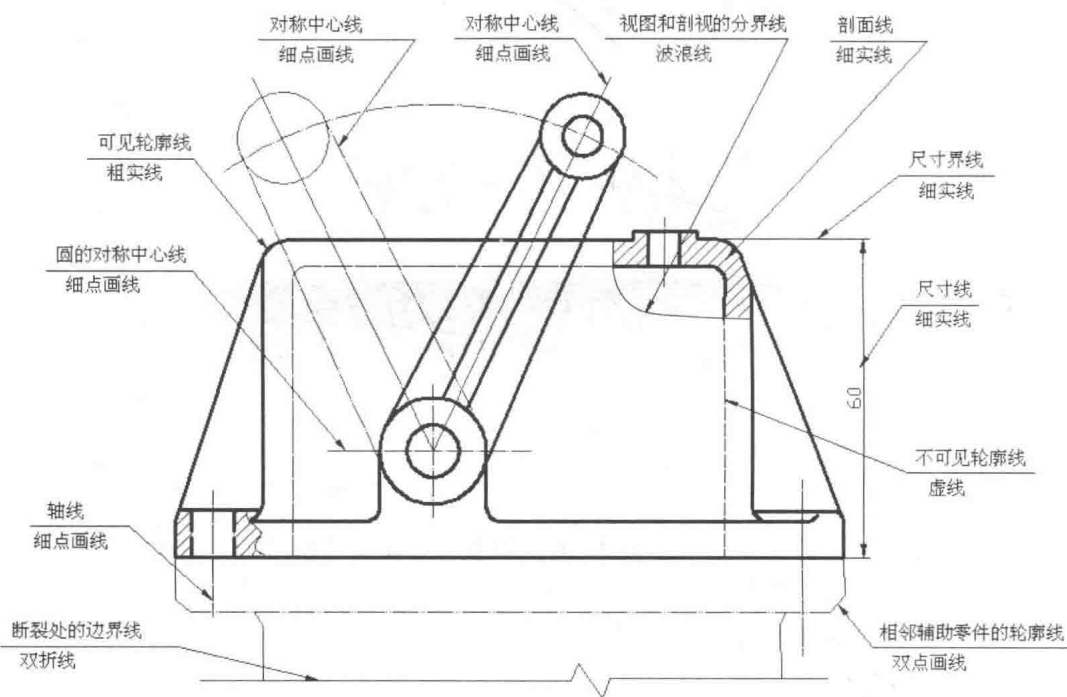


图 1-5 图线应用示例

2. 图线的宽度

国家标准 GB/T 4457.4—2002 明确规定,在机械图样中采用粗细两种线宽,它们之间的比率为 2:1,图线宽度符号为 b 。当粗线的宽度为 b 时,细线的宽度应为 $b/2$,如表 1-3 所示。

图线宽度的粗细有 9 种: 0.13mm、0.18mm、0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm、2mm。粗线的宽度 b 通常采用 0.5mm 或 0.7mm。