

高等学校教材

# 机 械 制 图

(非机械类专业用)

主 编 陈 敏  
副主编 兰 芳 徐绍华  
编 著 刘郁葱 杨长牛 张玲玉  
王美华 梁 宁

四川科学技术出版社

书 名：机械制图(非机械类专业用)

丛 书 名：高等学校教材

作 者： 陈敏

出 版 社：四川科学技术出版社

出版时间：2003-1-1

ISBN：7-5364-0747-5/TH126

定 价：15.00

## 内容提要

本教材是按照高等工科院校《画法几何及工程制图课程教学基本要求》并参考有关教材编写而成的,全书共十一章。主要内容包括:制图基础知识,点、线、面的投影,立体的投影,轴测投影,组合体的画图与看图,表示机件的各种方法,标准件和常用件,零件图,装配图,曲线与曲面和计算机绘图。

本书可作为高等工科院校非机类各专业(学时 60~80)机械制图课程的教材,也可作为函授大学、电大、职业技术专科学校学时数相近各专业的教材或教学参考书。

此外,还出版有《机械制图习题集》和《机械制图习题解》,可与本书配套使用。

# 前 言

随着科学技术的快速发展,传统的《机械制图》课的课程体系、教学内容、教学方法和手段也必将进行改革,才能适应现代教育的需要。以往的教材比较注意投影理论,这部分内容讲的较多,对图解部分的内容要求较高;在制图部分,对手工使用尺规作图的训练较多。但随着现代设计方法和计算机技术的发展和广泛应用,以往的教学内容和方法有必要进行改进,以适应新的人才培养模式的要求。

根据多年的教学实践和经验,在本书的编写过程中,考虑到非机械类专业较多和各专业对本课程教学要求的差异,按照目前非机械类专业《机械制图》课程学时数的实际情况以及借鉴其他院校的经验,确定了本书的编写内容。在编写过程中,采用了新的机械制图国家标准,注意了《机械制图》基本知识的系统性,又考虑了非机械类专业的差异,在教学的过程中,有一定的灵活性;在培养学生掌握《机械制图》基本理论知识的同时,注意对学生画图、看图基本技能的培养。考虑到计算机辅助绘图技术的发展和日益普及,在本书的最后一章,介绍了以《AutoCAD 2000》为基础的计算机辅助绘图的基本内容,为学生初步了解和掌握计算机辅助绘图的技能打下一个基础。

为便于学生学习和掌握所学内容,还编有《机械制图习题集》及《机械制图习题解》,可与本书配套使用。

本书由四川理工学院机械基础教研室为主编写。陈敏主编,兰芳、徐绍华副主编。

参加编写的有:陈敏(绪论、第三、五、十章),兰芳(第八、九章),徐绍华(第二、六章),刘郁葱、杨长牛(第四、七章、附录),张玲玉(第十一章),王美华、梁宁(第一章)。

贺元成教授,以及吉武余对全书进行了审阅,并提出了宝贵意见。李建明、李焕参加了部分工作,在此一并表示感谢。

由于编者水平所限,书中不足和错误之处在所难免,恳请各位读者批评指正。

编 者

2003年4月

# 目 录

绪 论.....	1
第一章 制图的基础知识.....	3
第一节 国家标准关于制图的一般规定.....	3
一、图纸幅面和格式(GB/ T 14689 - 93).....	3
二、比例(GB/ T 14690 - 93).....	3
三、字体(GB/ T 14691 - 93).....	6
四、图线及其画法(GB/ T 17450 - 98).....	7
五、尺寸标注(GB/ T 16675.2 - 98 和 GB 4458.4 - 84).....	9
第二节 几何图形的画法.....	12
一、正六边形的画法.....	12
二、斜度和锥度的画法.....	12
三、圆弧连接的画法.....	14
四、椭圆的近似画法.....	16
五、绘图的一般步骤及平面图形的作图示例.....	16
第二章 点、直线和平面的投影.....	18
第一节 投影的基本知识.....	18
一、中心投影法.....	18
二、平行投影法.....	18
第二节 点的投影.....	19
一、点的两面投影.....	19
二、点的三面投影.....	20
三、根据点的两个投影求第三投影.....	21
四、点的坐标与投影.....	21
五、两点间的相对位置.....	22
六、重影点及其投影的可见性.....	23
第三节 直线的投影.....	24
一、直线对一个投影面的投影特性.....	24
二、直线在三投影面体系中的投影特性.....	24
三、直线上的点.....	26

四、两直线的相对位置.....	27
五、看图举例.....	29
第四节 平面的投影 .....	30
一、平面的投影表示法.....	30
二、平面的投影特性.....	30
三、平面上的直线和点.....	32
第三章 立体的投影 .....	35
第一节 平面立体 .....	35
一、棱柱.....	35
二、棱锥.....	36
第二节 曲面立体 .....	37
一、圆柱.....	37
二、圆锥.....	39
三、圆球.....	40
四、圆环.....	42
第三节 平面与立体相交 .....	43
一、平面与平面立体相交.....	43
二、平面与曲面立体相交.....	44
第四节 立体与立体相交 .....	48
一、平面立体与平面立体相交.....	48
二、平面立体与曲面立体相交.....	49
三、曲面立体与曲面立体相交.....	49
第四章 轴测图 .....	55
第一节 概述 .....	55
一、轴测图的形成.....	55
二、轴测图的分类.....	56
第二节 正等测 .....	56
第三节 斜二测 .....	60
第五章 组合体的画图与看图 .....	63
第一节 三视图的形成与投影规律 .....	63
一、三视图的形成.....	63
二、三视图的投影规律.....	63
第二节 组合体的组成 .....	64
一、组合体及其组成方式.....	64
二、形体之间的表面连接关系.....	64
第三节 组合体的画图 .....	66
第四节 组合体的看图 .....	68

一、看图时需要注意的问题.....	68
二、看图的方法和步骤.....	69
第六章 表示机件的各种方法 .....	74
第一节 表示机件外形的方法——视图 .....	74
一、基本视图.....	74
二、斜视图和局部视图.....	75
三、第三角投影简介.....	76
第二节 表示机件内形的方法——剖视 .....	77
一、部视的基本概念和画法.....	77
二、剖视的种类及适用条件.....	80
第三节 表示机件断面形状的方法——断面图 .....	85
一、断面的基本概念.....	85
二、断面的种类.....	86
三、断面的标注.....	87
第四节 局部放大图及简化画法 .....	87
一、局部放大图.....	87
二、简化画法.....	88
第五节 表达方法综合举例 .....	90
第七章 标准件和常用件 .....	92
第一节 螺纹及螺纹紧固件 .....	92
一、螺纹的形成、结构和要素 .....	92
二、螺纹的规定画法.....	94
三、螺纹的分类和标注.....	95
第二节 常用螺纹紧固件及其连接画法 .....	97
一、常用螺纹紧固件及其连接标记.....	97
二、螺纹紧固件的规定画法.....	99
第三节 齿轮的主要参数及画法.....	101
一、圆柱齿轮 .....	102
二、圆锥齿轮的主要参数及画法 .....	105
三、蜗杆蜗轮的规定画法 .....	106
第四节 键和销.....	107
一、键 .....	107
二、销 .....	108
第五节 弹簧.....	110
一、螺旋压缩弹簧各部分的名称 .....	110
二、螺旋压缩弹簧的规定画法 .....	110
三、螺旋压缩弹簧的画图步骤 .....	112
第六节 滚动轴承.....	113

一、滚动轴承的结构和分类 .....	113
二、滚动轴承的代号 .....	113
三、滚动轴承的规定画法 .....	114
第八章 零件图 .....	116
第一节 零件图的作用和内容 .....	116
第二节 零件图的视图选择 .....	117
第三节 零件图的尺寸标注 .....	118
第四节 零件结构的工艺性 .....	124
第五节 极限与配合 .....	126
一、公差的基本概念 .....	126
二、配合 .....	127
三、尺寸公差与配合的标注 .....	130
第六节 形状和位置公差 .....	131
第七节 表面粗糙度 .....	131
第八节 典型零件图例及读图方法 .....	134
第九章 装配图 .....	135
第一节 装配图的作用和内容 .....	135
第二节 装配图的表达方法 .....	136
一、装配图的视图选择 .....	137
二、装配图中的特殊表示法 .....	137
三、装配图中的规定画法 .....	137
第三节 装配图的尺寸标注、零部件序号和明细栏 .....	137
一、装配图的尺寸标注 .....	137
二、装配图的零部件序号和明细栏 .....	138
第四节 装配工艺结构简介 .....	139
第五节 装配图的阅读 .....	140
第十章 曲线与曲面 .....	144
第一节 曲线 .....	144
一、曲线的形成和分类 .....	144
二、曲线的表示 .....	144
三、曲线的投影特性 .....	144
四、圆的投影 .....	145
五、圆柱螺旋线 .....	146
第二节 曲面 .....	147
一、曲面的形成和分类 .....	147
二、直纹面 .....	148
三、回转面 .....	150

第三节	立体的表面展开.....	152
一、	平面立体的表面展开 .....	152
二、	曲面立体表面——可展开曲面的展开 .....	153
三、	曲面立体表面——不可展开曲面的近似展开 .....	155
第十一章	计算机绘图基本知识.....	157
第一节	计算机绘图概述.....	157
第二节	图形系统的硬件环境与软件环境.....	157
第三节	Auto CAD 绘图软件概述 .....	158
一、	安装 Auto CAD 2000 所需环境.....	158
二、	Auto CAD 2000 的工作界面 .....	159
三、	图形操作 .....	160
四、	显示控制 .....	161
五、	图形环境 .....	162
第四节	Auto CAD 2000 命令入门 .....	162
第五节	使用 Auto CAD 作图举例 .....	179
附录	.....	181
附表 1	普通螺纹直径与螺距系列、基本尺寸 .....	181
附表 2	非螺纹密封的管螺纹的基本尺寸 .....	182
附表 3	梯形螺纹直径与螺距系列、基本尺寸 .....	183
附表 4	六角头螺栓 .....	184
附表 5	内六角圆柱头螺钉 .....	185
附表 6	开槽锥端紧定螺钉、开槽平端紧定螺钉、开槽长圆柱端紧定螺钉 .....	186
附表 7	双头螺柱 .....	187
附表 8	螺母 .....	188
附表 9	I 型六角开槽螺母 .....	189
附表 10	垫圈 .....	190
附表 11	标准型弹簧垫圈 .....	191
附表 12	平键、键和键槽的剖面尺寸 .....	192
附表 13	普通平键的型式和尺寸 .....	193
附表 14	圆柱销 .....	194
附表 15	深沟球轴承 .....	195
附表 16	标准公差数值 .....	197
附表 17	轴的基本偏差数值 .....	198
附表 18	孔的基本偏差数值 .....	199

# 绪 论

## 1 .本课程的任务和主要内容

工程图样与我们的语言、文字一样,是工程技术人员用来表达和交流设计思想的工具。在工业生产中,工程图样是一种重要的技术资料,是产品制造和检验的依据。

工程图样是随着工业化大生产的出现而逐步完善和规范起来的。一般说来,工程图样是在图纸上,按照一定的制图规范,对难以用文字来描述清楚的设计对象,例如建筑物、机械装置或机械零件等的大小、形状、结构、相对位置等要素进行形象表达的图样。

随着计算机和计算机软件技术的发展,为我们的图纸设计、修改和储存提供了更为方便快捷的手段,使我们在绘制图纸的基础上,还可以进行许多设计计算工作。这就是计算机辅助制图(Computer Aided Drawing)和计算机辅助设计(Computer Aided Design)技术。

本课程是一门既有系统理论又有较强实践性的技术基础课,它研究用投影的理论和方法绘制和阅读工程图样,按国家标准的要求来正确地绘制图样。它主要培养学生运用各种作图手段和表示方法来构思、分析和表达工程问题的能力,这种能力是作为工程技术人员所必需的。

本课程的任务是:

- (1)学习正投影法的基本理论,为绘制和应用各种工程图样打下良好的理论基础。
- (2)培养绘制和阅读机械零件图和装配图的基本能力。
- (3)培养简单的空间几何问题的图解能力。
- (4)培养自觉遵守国家标准的意识,初步建立标准化的概念。
- (5)对计算机绘图有初步了解。
- (6)培养耐心细致的工作作风和严肃认真的工作态度。

本课程的主要内容包括画法几何、制图基础、机械制图及计算机绘图等四部分。画法几何部分:主要是研究用正投影法图示空间形体的基本理论和方法。制图基础部分:介绍正确的制图方法和国家标准中有关制图的基本规定,培养绘图的操作技能。机械制图部分:介绍绘制和阅读机械图样的方法及规定。计算机绘图部分:介绍 AUTOCAD 绘图软件的主要功能,使学生通过本课程的学习对计算机绘图及其发展有初步认识。

## 2 .本课程的学习方法

本课程是一门既有系统的投影理论又有很强实践性的课程,因此,在学习中要注意以下几点:

- (1)重视正投影理论的学习,培养空间想象能力。

正投影是绘图和看图的基础,在学习正投影的理论时,要注意把投影分析与空间想象紧密结合起来,也就是将三维形体的形状与二维平面图形之间的关系结合起来,多看、多想、多用,

达到提高空间想象能力的目的。

(2)重视实践,提高绘图和看图的能力。

空间想象能力、空间分析能力以及画图和看图能力,只能在实践中培养和提高。因此,在学习中要认真、独立地完成一定的作业和绘图的工作量。

(3)培养严谨、细致的工作作风。

图样是加工和制造的依据,图样上的小差错都会给生产带来影响和损失,因此在学习中,要培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

# 第一章 制图的基础知识

在学习《机械制图》这门课程之前,首先应对制图的基础知识有所了解。它包括制图的基本规定,几何图形的作图方法以及绘图工具的正确使用等。下面分别进行介绍。

## 第一节 国家标准关于制图的一般规定

国家标准《技术制图》是一项基础技术标准,国家标准《机械制图》是一项机械专业制图标准,它们是图样绘制与使用的基本规则。每个工程技术人员都应熟悉并严格遵守国家标准的有关规定。

本节根据最新的《技术制图》标准和《机械制图》标准,介绍图幅和格式、比例、字体、图线、尺寸注法等基本规定。国家标准的代号为“GB”,简称“国标”;“T”为推荐性国家标准代号。如GB/T14689-93为国家推荐性标准,“14689”为标准的批准顺序号,“93”为该标准发表的年份。

### 一、图纸幅面和格式(GB/T 14689-93)

(1)绘制图样时,应优先采用基本幅面,其代号、尺寸见表1-1。其中A0号幅面最大,A4号幅面最小。

表1-1 幅面尺寸

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
B×L	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297

当基本幅面不能满足视图的布置时,可使用加长幅面。其幅面大小在《技术制图》中均有规定。

(2)画图时先定出图纸幅面,并用粗实线画出图框,图框有留装订边和不留装订边两种,其格式见表1-2和表1-3。

留装订边的图纸,其装订边的宽度为25mm,其他三边宽度相同;不留装订边的图纸,四边宽度均相同,具体尺寸见表1-4。

(3)图纸可以横放,也可以竖放。但每张图纸均要有标题栏,通常标题栏置于图纸的右下角,与看图的方向一致。

GB10609.1-89对标题栏的格式和尺寸均作了规定,项目较多。学生学习时建议采用图1-1所示的格式。

### 二、比例(GB/T 14690-93)

#### 1. 比例

比例是指图形与实物相应要素的线性尺寸之比。

表 1 - 2 图纸留装订边格式

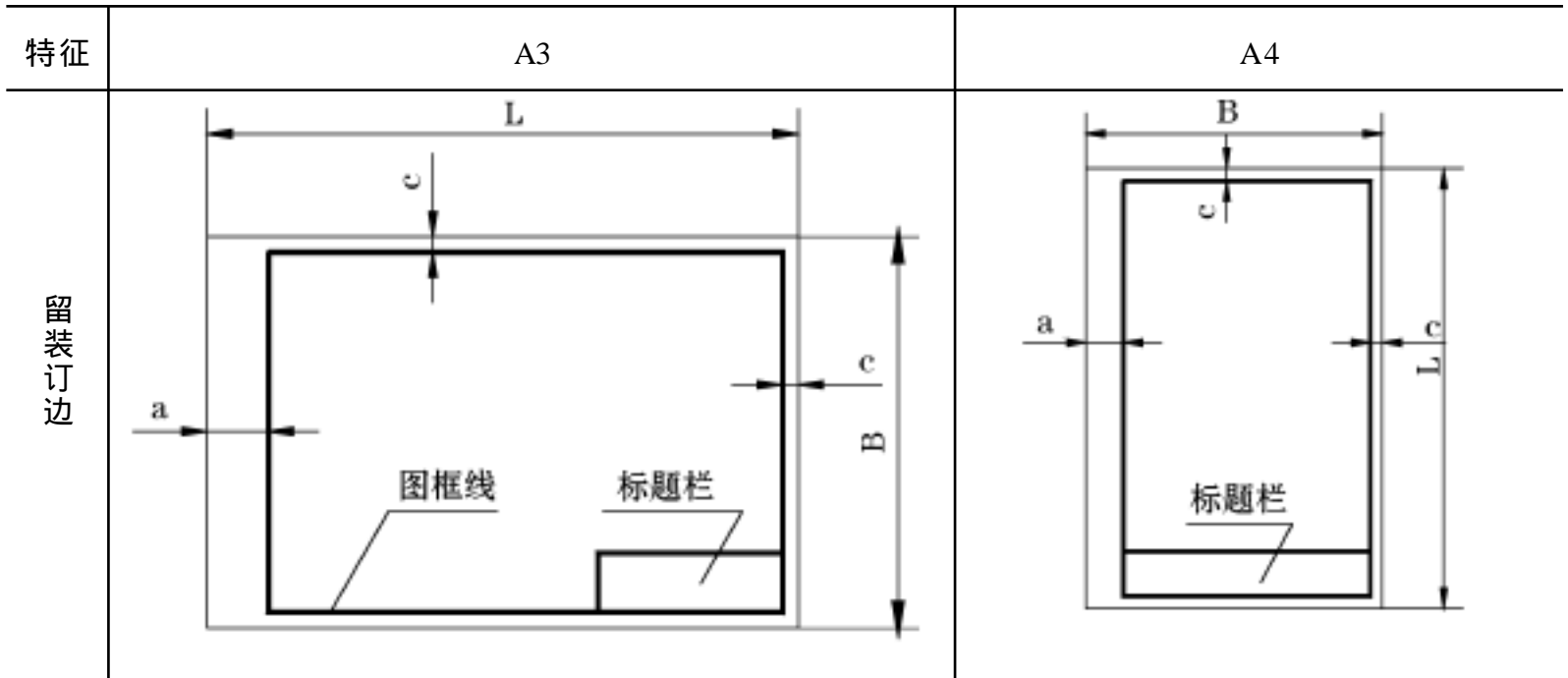


表 1 - 3 图纸不留装订边格式

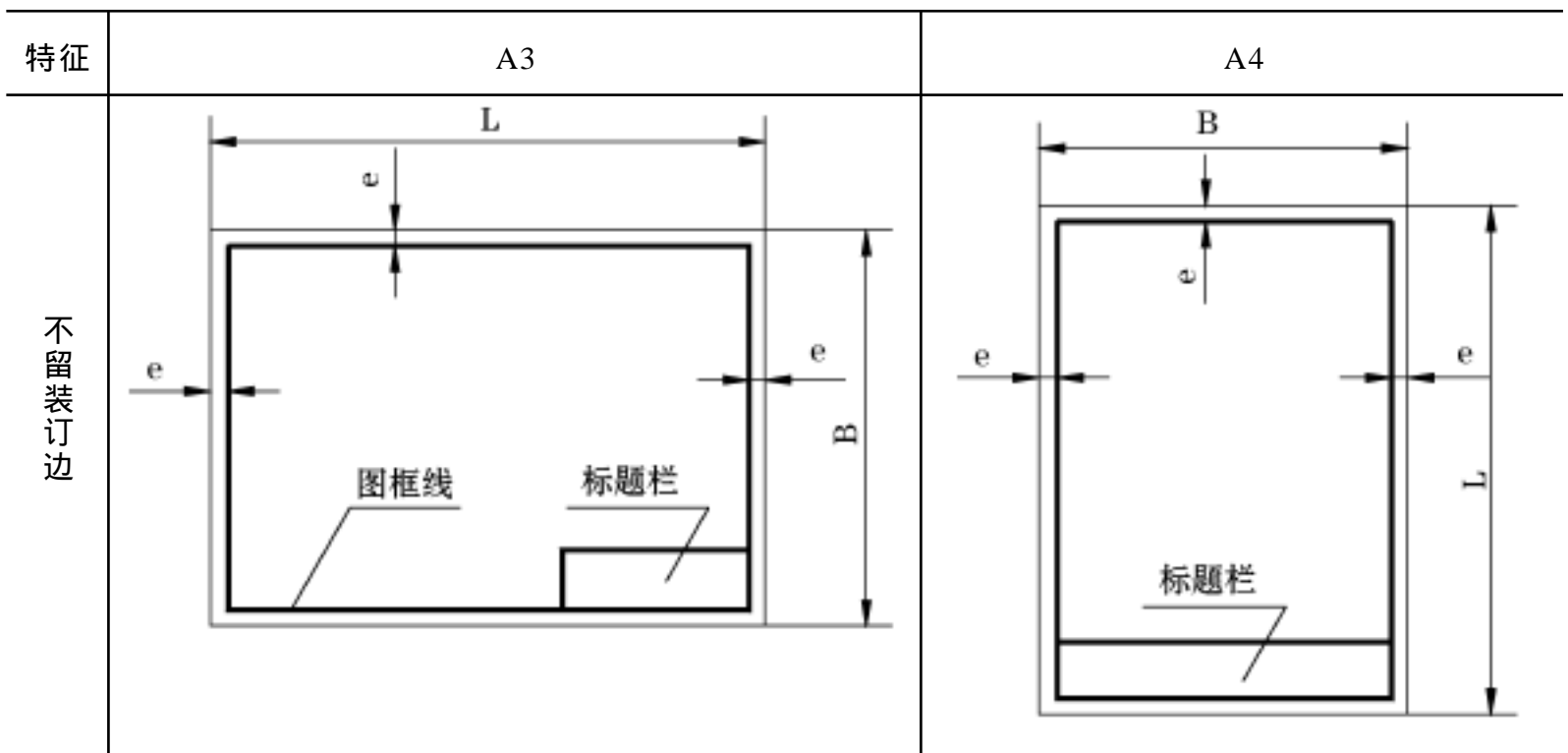


表 1 - 4 图纸边框尺寸

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		

## 2. 比例的三种类型

比例有三种类型, 详见表 1 - 5。

(1) 原值比例: 图形尺寸与实物一样, 比例为 1 : 1。

(2) 放大比例: 图形尺寸大于实物尺寸, 如比例为 2 : 1, 即图形线性尺寸是实物线性尺寸的 2 倍。

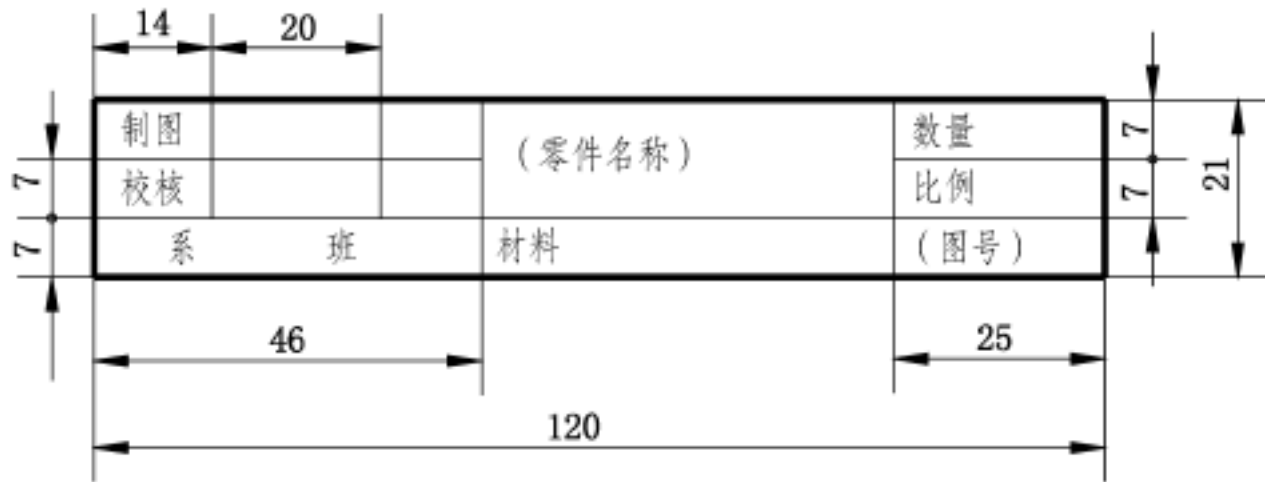


图 1 - 1 标题栏

(3) 缩小比例: 图形尺寸小于实物尺寸, 如比例为 1/2, 即图形线性尺寸是实物线性尺寸的一半。

为了能从图样上得到实物大小的真实概念, 应尽量用 1:1 画图。当机件不宜用 1:1 画图时, 也可用缩小或放大的比例画出。不论缩小或放大, 在标注尺寸时必须标注机件的实际尺寸。图 1 - 2 表示同一零件采用不同比例所画的图形。

表 1 - 5 比 例

原值比例	1:1
缩小比例	(1/1.5) 1/2 (1/2.5) (1/3) (1/4) 1/5 (1/6) 1/10 <sup>n</sup> (1/1.5 × 10 <sup>n</sup> ) 1/2 × 10 <sup>n</sup> (1/2.5 × 10 <sup>n</sup> ) (1/3 × 10 <sup>n</sup> ) (1/4 × 10 <sup>n</sup> ) 1/5 × 10 <sup>n</sup>
放大比例	2/1 (2.5/1) (4/1) 5/1 (1 × 10 <sup>n</sup> ) 1/2 × 10 <sup>n</sup> 1 (2.5 × 10 <sup>n</sup> ) 1 (4 × 10 <sup>n</sup> ) 1/5 × 10 <sup>n</sup> 1

注: n 为正整数, 优先选用没有括弧的比例。

绘制同一实物的各个视图应采用相同的比例, 一般标注在标题栏中的比例项内。当采用不同的比例时, 必须另行标注。

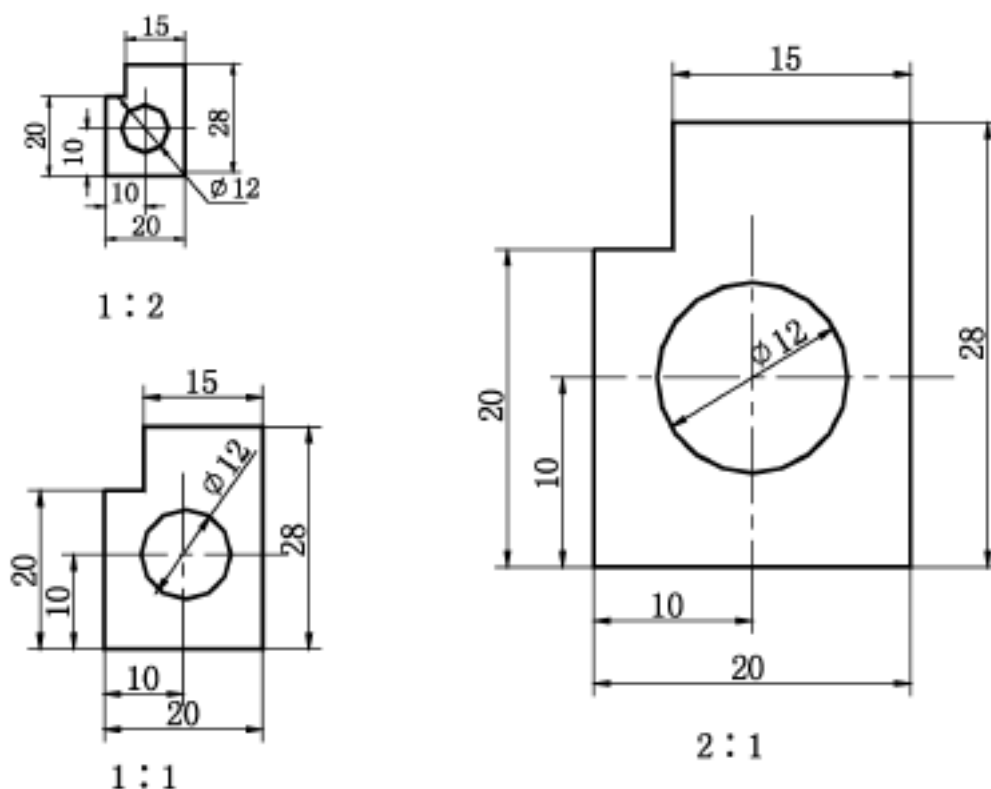


图 1 - 2 用不同比例画出的零件图形

### 三、字体(GB /T 14691 - 93)

在图样上除了表示机件形状的图形外,还要用文字来说明机件的大小和技术要求等。在图样上书写汉字、数字和字母时,应根据国标的规定正确书写。

#### 1. 汉字的书写

汉字的书写必须做到 字体端正,笔画清楚,排列整齐,间隔均匀。

#### 2. 汉字的字号

字体的号数即字体的高度。字体的高度  $h$  系列为 1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 20(mm)。高度大于 20mm 的尺寸按  $\sqrt{2}$  比率递增。汉字高度应不小于 3.5mm。

#### 3. 汉字的宽度

字体的宽度  $b$  一般为  $h/\sqrt{2}$ , 即约等于字体高度  $h$  的  $2/3$ 。

#### 4. 字体

字体分为直体和斜体两种,斜体字头向右倾斜,与水平线成  $75^\circ$ 。字母和数字一般写成斜体。

下面分别给出汉字、字母及数字的示例,见图 1 - 3 ~ 图 1 - 6。

#### (1) 汉字。

汉字采用长仿宋体,不分斜体或直体,并应采用国家正式公布的简化字。书写要领是:横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格

汉字示例:

10 号字

**字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐**

7 号字

**横平竖直 注意起落 结构匀称 填满方格**

5 号字

技术制图机械电子轻工化工纺织服装汽车船舶航空土木建筑

图 1 - 3 长仿宋字体

#### (2) 字母。

常用字母有拉丁字母和希腊字母。

拉丁字母示例。

**ABCDEFGHIJKLMNO**  
**PQRSTUVWXYZ**

图 1 - 4 大写拉丁字母

*abcdefghijklmnopq  
rstuvwxyz*

图 1 - 5 小写拉丁字母

希腊字母示例

*α β γ δ ε ζ η θ ι κ λ μ  
ν ξ ο π ρ σ τ υ φ χ ψ ω*

图 1 - 6 希腊字母

(3) 数字。

常用的数字有阿拉伯数字和罗马数字。

阿拉伯数字示例。

*0 1 2 3 4 5 6 7 8 9*

图 1 - 7 阿拉伯数字

罗马数字示例。

*I II III IV V VI VII VIII IX X XI XII*

图 1 - 8 罗马数字

#### 四、图线及其画法 (GB /T 17450 - 98)

##### 1. 基本线型

国标规定的基本线型共 15 种, 表 1 - 6 列出了机械制图中常用的 8 种图线。其他用途可查阅国标。

图 1 - 9 为各种图线的应用示例。

##### 2. 图线的宽度

表 1 - 6 中所列图线分粗、细两种, 粗线的宽度为  $b$ , 细线的宽度约为  $b/3$ 。

图线宽度系列为:




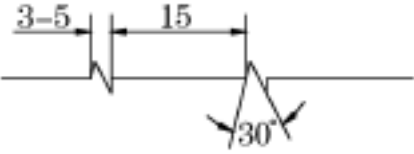




0. 13, 0. 18, 0. 25, 0. 35, 0. 5, 0. 7, 1. 4, 2 (mm)

粗线的宽度  $b$  应按图样的大小和复杂程度来决定, 建议在 0. 5mm ~ 2mm 之间选择。

##### 3. 图线画法注意事项

(1) 同一张图样中, 同类图线的宽度应一致。虚线、点划线的线段长度和间隔应各自大致相等。

表 1 - 6 机械制图常用图线

图线名称	图线型式	图线宽度	一般应用
粗实线		b	可见轮廓线
细实线		约 b/3	尺寸线及尺寸界限、剖面线、重合断面的轮廓线
波浪线		约 b/3	断裂处的边界线、视图和剖视的分界线
双折线		约 b/3	断裂处的边界线
虚线		约 b/3	不可见轮廓线
细点划线		约 b/3	轴线、对称中心线、轨迹线
粗点划线		b	有特殊要求的线或表面的表示线
双点划线		约 b/3	相邻辅助零件的轮廓线极限位置的轮廓线

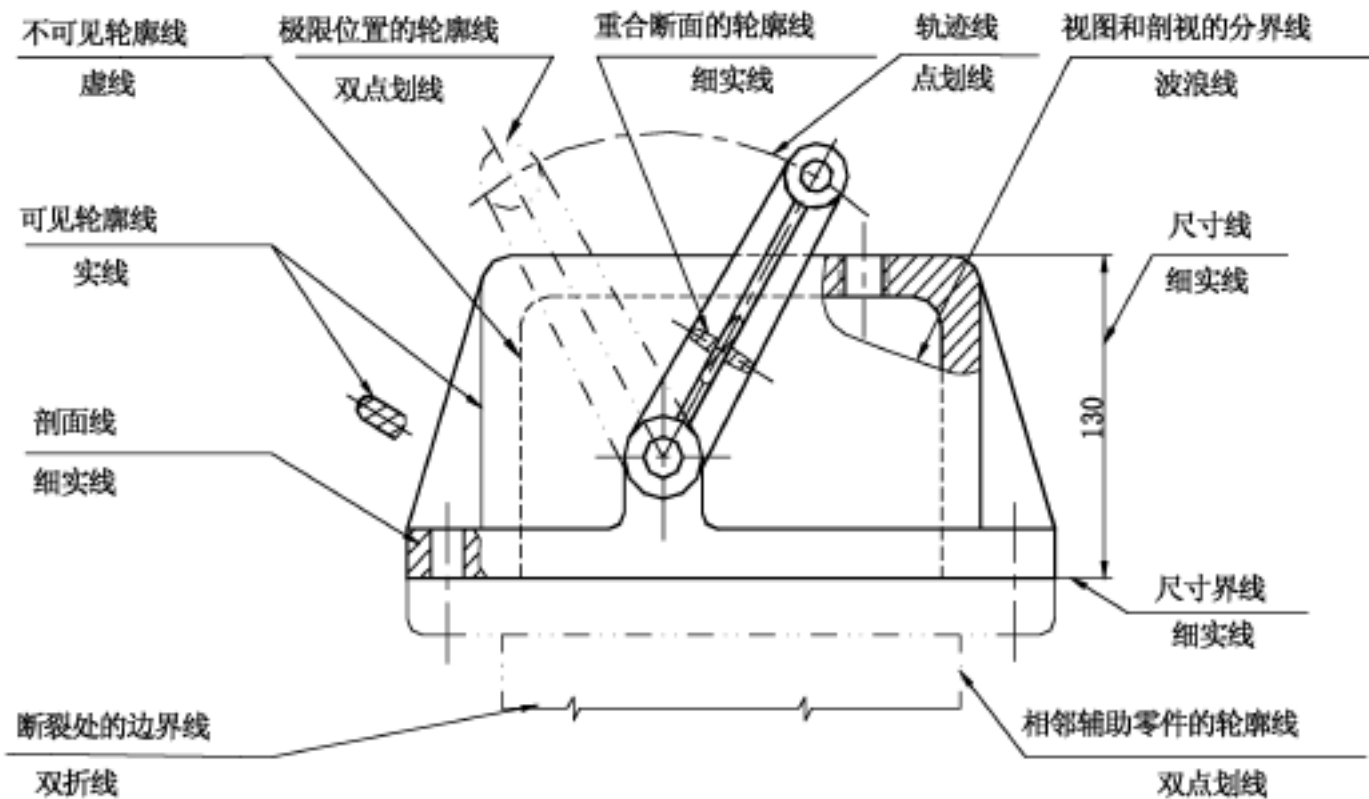


图 1 - 9 图线的应用示例

(2) 两条平行线之间的距离应不小于图线的两倍宽度, 最小间隙不得小于 0.7mm。

(3) 绘制圆的中心线时, 圆心应为线段相交, 而不得画成点或间隔。小圆(直径小于 12mm)的中心线、小图形的双点划线, 均可用细实线代替。中心线端部应超出轮廓线 3 ~ 5mm。