

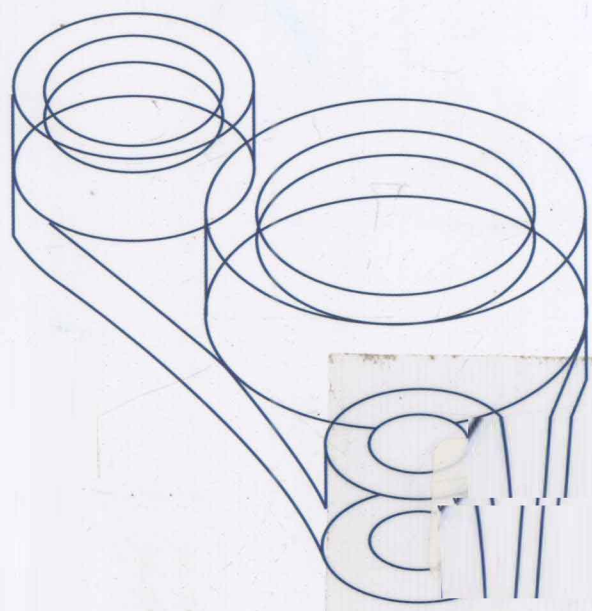
普通高等院校“十二五”规划教材



机械制图

JIXIE ZHITU

主 编 刘俐华 卜秋祥
副主编 陈 东 骆华锋



国防工业出版社

National Defense Industry Press

普通高等院校“十二五”规划教材

机械制图

主 编 刘俐华 卜秋祥

副主编 陈 东 骆华锋

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书是根据 21 世纪机械工程学科发展的需要,以科学性、先进性、系统性和实用性为目标,依据教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2005 年制订的“普通高等学校工程图学课程教学基本要求”,以及近年来新颁布的制图国家标准,结合应用型本科的人才培养目标和教学特点,吸取同类教材的精华编写而成。

本书共有 9 章,除绪论外,包括制图的基本知识和基本技能,点、直线、平面的投影,立体的投影,组合体,轴测图,机件常用的表达方法,标准件和常用件,零件图,装配图。

本书可供高等工科院校机械类、近机类或其它各专业使用,也可作为有关工程技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/刘俐华,卜秋祥主编. —北京:国防工业出版社,2012. 2

普通高等院校“十二五”规划教材

ISBN 978-7-118-07924-1

I. ①机… II. ①刘… ②卜… III. ①机械制图—高等学校—教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 004086 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

腾飞印务有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 14½ 字数 354 千字

2012 年 2 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 35.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

前 言

机械制图是高等院校工科各专业的一门重要的专业基础课,在生产实践中充当着机械工程与产品信息的载体,被称为工程界的技术语言,在工程界起着表达、交流设计思想的重要作用。本教材根据 21 世纪机械工程学科发展的需要,以科学性、先进性、系统性和实用性为目标,依据教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2005 年制订的“高等学校工程图学课程教学基本要求”以及近年来新颁布的机械制图国家标准,结合应用型本科的人才培养目标和教学特点,吸取同类教材的精华编写而成。参加编写的老师都是长期在第一线从事教学工作,具有丰富教学经验的老师。

本教材共有 9 章,内容包括制图的基本知识,点、直线和平面的投影,立体及其表面交线,组合体,轴测图,机件常用的表达方法,标准件和常用件,零件图,装配图。教材最后还附有常用的国家标准附录,并且有与之配套的《机械制图习题集》。

本书的编写有如下特点:

(1)内容的编排循序渐进。本教材根据老师们多年的教学经验,按照由浅入深的学习顺序编写,便于学生学习,在章节的编排上也利于老师的教学。

(2)注重理论性与实用性相结合。本书在编写中按照培养本科应用型人才的特点,特别注意了举例的实用性。书中的例子、例图多数来自生产实践,表达方法及简化画法等都是实用性较强的方法。

(3)重视手工绘图训练。计算机绘图给人们带来极大的方便,随着计算机绘图的发展,尺规绘图的应用越来越少。在科技活动中,经常用计算机绘制标准的图样,而在进行日常的设计及科技思想交流时,有时用徒手绘图比较方便。

(4)内容全面实用。考虑到本教材可以供不同专业的学生选用,尽量安排了较全面的内容。

(5)计算机绘图没有编入教材。在实际教学中,很多院校会将计算机绘图单列为一门独立的课程,因此本书没有计算机绘图的内容。

(6)本书所涉及的国家标准全部采用最新的国家标准。

本教材由刘俐华、卜秋祥担任主编,陈东、骆华锋担任副主编。刘俐华编写第 4、6 章及附录;卜秋祥编写绪论及第 1、5、8 章;陈东编写第 2、3 章;骆华锋编写第 7、9 章;由刘俐华进行全书的统稿工作。

本教材受到徐爱莉副教授的大力支持和帮助,并对全书提出了宝贵的意见和建议。在编写过程中还参考了一些同行老师所编写的书籍和文献等。在此一并表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,书中难免有疏漏之处,恳请读者批评指正。

编 者

2011 年 11 月

目 录

第 0 章 绪论	1
0.1 课程的性质	1
0.2 课程的任务	1
0.3 课程的学习方法	1
第 1 章 制图的基本知识和基本技能	3
1.1 国家标准《机械制图》和《技术制图》的基本规定	3
1.1.1 图纸幅面和格式、标题栏	3
1.1.2 比例	5
1.1.3 字体	6
1.1.4 图线	7
1.1.5 尺寸注法	9
1.2 绘图工具仪器的使用和几何作图的方法	13
1.2.1 绘图工具和仪器的使用方法	13
1.2.2 几何作图的方法	16
1.3 绘图的方法与步骤	19
1.3.1 仪器绘图	19
1.3.2 徒手绘图	20
1.3.3 计算机绘图	22
1.4 平面图形的尺寸标注和作图步骤	22
1.4.1 平面图形的尺寸标注	22
1.4.2 平面图形的作图步骤	23
第 2 章 点、直线、平面的投影	25
2.1 投影法	25
2.1.1 投影的产生及投影法概念	25
2.1.2 投影法分类	25
2.2 多面正投影及点的投影	26
2.2.1 点及几何形体的一个投影	26
2.2.2 点的两面投影	27
2.2.3 点的三面投影	28
2.3 直线的投影	31

2.3.1	直线的投影及直线上点的投影特性	31
2.3.2	直线相对于投影面的相对位置	32
2.3.3	两直线的相对位置	35
2.3.4	垂直两直线的投影	37
2.4	平面的投影	37
2.4.1	平面的表示法	37
2.4.2	平面相对投影面的位置	38
2.4.3	平面上的点和直线的投影	40
2.4.4	圆的投影	41
2.4.5	平面的迹线投影图	42
第3章	立体的投影	44
3.1	平面立体及其表面上点、线的投影	44
3.1.1	平面立体投影	44
3.1.2	平面立体表面上点和线的投影	46
3.2	曲面立体及其表面上点、线的投影	48
3.2.1	曲面立体投影	48
3.2.2	曲面立体表面上点和线的投影	50
3.3	平面与立体相交	54
3.3.1	平面与平面立体相交	54
3.3.2	平面与曲面立体相交	56
3.4	立体与立体表面相交	62
3.4.1	平面立体和平面立体相交	62
3.4.2	平面立体和曲面立体相交	63
3.4.3	两曲面立体相交	63
第4章	组合体	68
4.1	三视图的形成及投影规律	68
4.1.1	三视图的形成	68
4.1.2	三视图的投影规律	68
4.2	画组合体视图的方法和步骤	69
4.2.1	组合体的组合形式	69
4.2.2	组合体中相邻形体表面的连接关系	69
4.2.3	组合体的分析方法	71
4.2.4	画组合体三视图的步骤	72
4.3	组合体的尺寸标注	75
4.3.1	尺寸标注的基本要求	75
4.3.2	尺寸基准	75
4.3.3	尺寸的种类	76
4.3.4	标注组合体尺寸的方法和步骤	78

4.3.5	尺寸标注的注意事项	80
4.4	读组合体视图	81
4.4.1	读图的基本知识	81
4.4.2	看图方法和步骤	85
4.4.3	读图举例	88
第5章	轴测图	92
5.1	轴测图的基本知识	92
5.1.1	轴测图的形成	92
5.1.2	轴测图基本概念及投影特性	92
5.1.3	轴测图的分类	93
5.2	正等轴测图	94
5.2.1	轴间角和轴向伸缩系数	94
5.2.2	正等测画法	94
5.3	斜二测	98
5.3.1	轴间角、轴向伸缩系数	98
5.3.2	斜二测的画法	98
第6章	机件的表达方法	100
6.1	视图	100
6.1.1	基本视图	100
6.1.2	向视图	102
6.1.3	斜视图	102
6.1.4	局部视图	103
6.2	剖视图	104
6.2.1	剖视图的概念和基本画法	104
6.2.2	剖视图的种类	107
6.2.3	剖切面和剖切方法	112
6.3	断面图	117
6.3.1	断面图的基本概念	117
6.3.2	断面图的种类	117
6.4	局部放大图、简化画法和其它规定画法	119
6.4.1	局部放大图	119
6.4.2	简化画法和其它规定画法	120
6.5	表达方法综合应用举例	122
6.6	第三角画法	126
6.6.1	第三角画法的形成	126
6.6.2	第一角与第三角画法上的对比	126
6.6.3	第一角与第三角画法的识别符号	128

第7章 标准件和常用件	129
7.1 螺纹和螺纹紧固件	129
7.1.1 螺纹的基本知识	129
7.1.2 螺纹的规定画法	132
7.1.3 常用螺纹的种类和标注	133
7.1.4 螺纹紧固件	136
7.2 齿轮	141
7.2.1 圆柱齿轮各部分的名称和代号	141
7.2.2 直齿圆柱齿轮各部分尺寸的计算	143
7.2.3 圆柱齿轮的规定画法	143
7.3 键、销、滚动轴承和弹簧	144
7.3.1 键及键连接	144
7.3.2 销及销连接	145
7.3.3 滚动轴承	146
7.3.4 弹簧	148
第8章 零件图	151
8.1 零件图的内容	151
8.2 零件图的视图选择和尺寸标注	152
8.2.1 主视图的选择	152
8.2.2 典型零件的视图选择	153
8.3 零件的尺寸标注	154
8.3.1 尺寸基准	155
8.3.2 合理标注尺寸的原则	156
8.4 零件的表面粗糙度	160
8.4.1 表面粗糙度基本概念和术语	160
8.4.2 表面粗糙度的图形符号	161
8.4.3 表面粗糙度要求在图样中的标注	162
8.5 极限与配合以及几何公差简介	164
8.5.1 极限与配合	165
8.5.2 几何公差简介	171
8.6 读零件图	172
8.6.1 读零件图的方法和步骤	172
8.6.2 读零件图举例	172
第9章 装配图	175
9.1 装配图的作用及内容	175
9.2 装配图的视图表达	176
9.3 装配图的尺寸标注	177

9.4	装配图中的零、部件序号及明细表	178
9.5	装配结构的合理性简介.....	179
9.6	画装配图的步骤.....	180
9.7	看装配图和拆画零件图.....	183
9.7.1	看装配图的方法和步骤	183
9.7.2	由装配图拆画零件图	186
附录.....		189
参考文献.....		221

第0章 绪 论

0.1 课程的性质

在工程领域中根据投影原理、标准或有关规定,表示工程对象,并有必要技术说明的图样称为工程图样。近代一切机器、仪器和工程建筑都是根据工程图样进行制造和建设的。工程图样是高度浓缩的工程信息的载体,它准确而详细地表示工程对象的形状、大小和技术要求,是表达和交流技术思想的重要工具。设计者通过工程图样来描述设计对象,表达设计意图和设计要求;制造者根据工程图样来了解设计要求,组织制造和施工;使用者根据工程图样来了解使用对象的结构和性能,进行保养和维修。因此,工程图样被称为工程界的语言。

本课程研究阅读和绘制工程图样的方法,培养学生的形象思维能力,是一门既有系统理论又有较强实践性的技术基础课。本课程是理工科学生必须学习的一门技术基础课。本课程主要包括画法几何、制图基础、机械图三部分。本课程以画法几何为理论依据,画法几何主要学习投影法的基本知识,掌握用正投影法图示空间几何形体的基本原理和方法。制图基础主要学习国家标准《技术制图》和《机械制图》的基本规定,训练使用工具和仪器的尺规绘图方法和操作技能,培养绘制和阅读投影图的基本能力,学习尺寸标注的主要方法。机械图培养绘制和阅读零件图和装配图的基本能力,以培养读图能力为重点。

0.2 课程的任务

本课程的任务是通过研究三维形体与二维图形之间的映射规律,进行画图和读图的实践训练,培养学生的工程图学思维方式和基本素质。

(1)学习绘图仪器和工具的使用方法,培养尺规绘图的技能 and 技巧。

(2)学习正投影法的基本原理,掌握使用正投影法表达空间几何形体和图解几何问题的基本方法。

(3)学习国家标准《技术制图》和《机械制图》的基本规定,在读图和画图的实践过程中逐步贯彻执行。

(4)培养学生绘制机械图样的基本能力,保证所绘图样投影正确,视图选择合理,尺寸完整清晰,符合国家标准的规定。

(5)培养学生阅读中等复杂程度机械图样的能力。

(6)培养学生严肃认真的学习态度和严谨细致的工作作风。

0.3 课程的学习方法

本课程的特点是既有系统的理论性又有较强的实践性,因此掌握了正确的学习方法,就能

达到事半功倍的效果。

(1)画法几何理论性、系统性比较强,学习这部分内容时必须和以前学过的平面几何、立体几何知识密切联系,扎实掌握基本理论,深入理解空间几何形体与平面投影之间的相互联系,“从空间到平面,再从平面到空间”反复思考,逐步提高空间想象能力和分析能力。画法几何的内容不能死记硬背,它的理论必须通过实践练习才能深入理解和掌握,并能够灵活应用。

(2)机械制图是以画法几何为理论基础的,同时与工程实践密切相联。绘图能力和读图能力的提高需要通过一系列的练习才能达到,因此在学习中要坚持多看、多想、多练,在实践中提高理论应用的能力和动手解决问题的能力。

(3)图样是用来指导生产的技术文件,在绘图和读图过程中切忌粗心大意、草率行事,应该培养认真负责的学习态度和严谨细致的工作作风,不断改进学习方法。

(4)在实践中执行国家标准的规定,正确地使用有关的资料和图表,培养学生自学能力和独立工作能力。

第 1 章 制图的基本知识和基本技能

1.1 国家标准《机械制图》和《技术制图》的基本规定

机械图样是设计和制造机械过程中的重要资料,是交流技术思想的语言。因此,必须对机械图样的画法、尺寸注法等有统一的规定。国家标准是指由国家标准化主管机构批准发布,对全国经济、技术发展有重大意义,且在全国范围内统一的标准。国家标准《机械制图》是对与机械图样有关的画法、尺寸和技术要求等做的统一规定,是绘制和阅读机械图样的准则和依据,必须严格遵守。本节介绍国家标准《技术制图》和《机械制图》中有关图纸幅面及格式、比例、字体、图线和尺寸注法等有关规定。

1.1.1 图纸幅面和格式、标题栏

1. 图纸幅面和格式

GB/T 14689—2008《技术制图 图纸幅面和格式》(其中 GB 为国家标准代号,T 表示推荐性标准,14689 是标准顺序号,2008 是标准批准年号)规定:绘制技术图样时,应优先采用表 1-1 中所规定的基本幅面,必要时也允许选用加长幅面。在图纸上必须用粗实线画出图框,图框格式分为不留装订边和留有装订边两种,但同一产品的图样只能采用一种格式。留有装订边的图样,其图框格式如图 1-1 所示。不留装订边的图样,其图框格式如图 1-2 所示。周边尺寸 a 、 c 、 e 见表 1-1 所列,一般采用 A4 幅面竖装,A3 幅面横装。

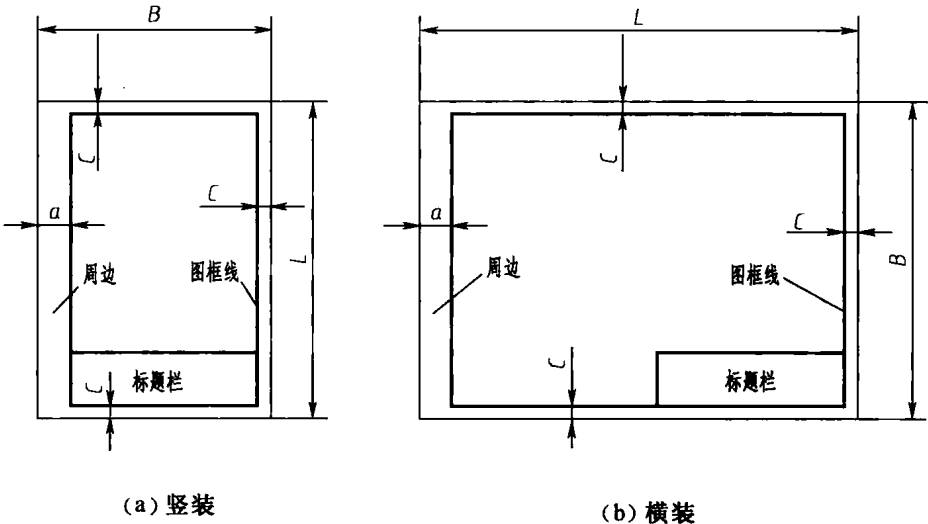


图 1-1 有装订边图纸的图框格式

2. 标题栏

GB/T 10609.1—2008《技术制图 标题栏》对标题栏的基本要求、内容、格式与尺寸等做

了规定,如图 1-3 所示。每张图纸上都必须画出标题栏,标题栏的位置应位于图纸的右下角,看图的方向与看标题栏的方向一致。标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时,则构成 X 型图纸;标题栏的长边与图纸的长边垂直时,则构成 Y 型图纸。

学生的制图作业建议采用有装订边的图纸格式,装订时可采用 A3 图纸幅面横装或 A4 幅面竖装。制图作业的标题栏可以进行简化,建议采用如图 1-4 所示的格式。

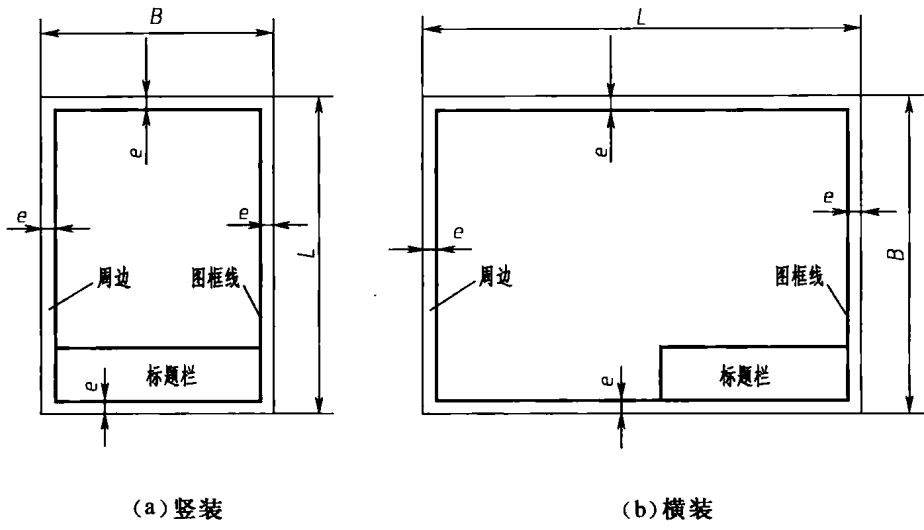


图 1-2 无装订边图纸的图框格式

表 1-1 图纸的基本幅面及图框尺寸 单位: mm

幅面代号	幅面尺寸	周边尺寸		
	$B \times L$	a	c	e
A0	841×1189	25	10	20
A1	594×841			
A2	420×594		5	10
A3	297×420			
A4	210×297			

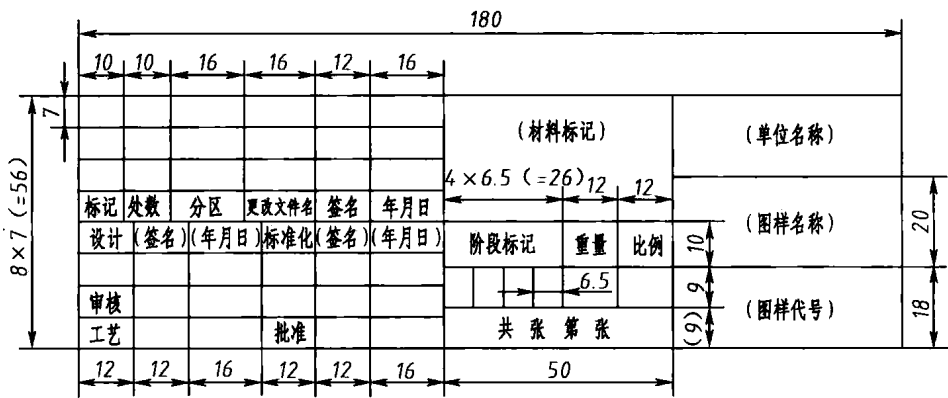


图 1-3 标题栏的格式举例

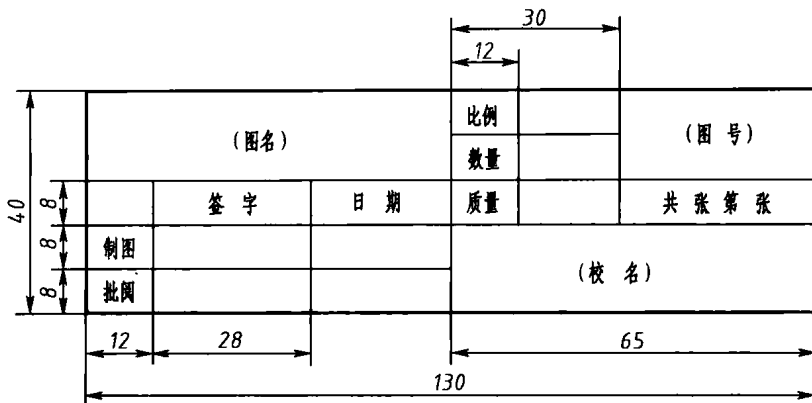


图 1-4 制图作业标题栏的建议格式

1.1.2 比例

GB/T 14690—1993《技术制图 比例》规定：比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。比值为 1 的比例称为原值比例，比值大于 1 的比例称为放大比例，比值小于 1 的比例称为缩小比例。

绘制图样时，一般应从表 1-2 规定的系列中选取不带括号的适当比例，必要时也允许选取表 1-2 中带括号的比列。

为了能从图样上得到实物大小的真实概念，应尽量采用 1 : 1 画图。当机件不宜用 1 : 1 画时，也可用缩小或放大的比例画出。不论放大或缩小，在标注尺寸时必须标注机件的实际尺寸。如图 1-5 所示为同一机件采用不同比例所画出的图形和标注的尺寸。

表 1-2 绘图的比例

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 : 1×10 ⁿ (1 : 1.5×10 ⁿ) 1 : 2×10 ⁿ (1 : 2.5×10 ⁿ) (1 : 3×10 ⁿ) (1 : 4×10 ⁿ) 1 : 5×10 ⁿ (1 : 6×10 ⁿ)
放大比例	2 : 1 (2.5 : 1) (4 : 1) 5 : 1 1×10 ⁿ : 1 2×10 ⁿ : 1 (2.5×10 ⁿ : 1) (4×10 ⁿ : 1) 5×10 ⁿ : 1
注：n 为正整数	

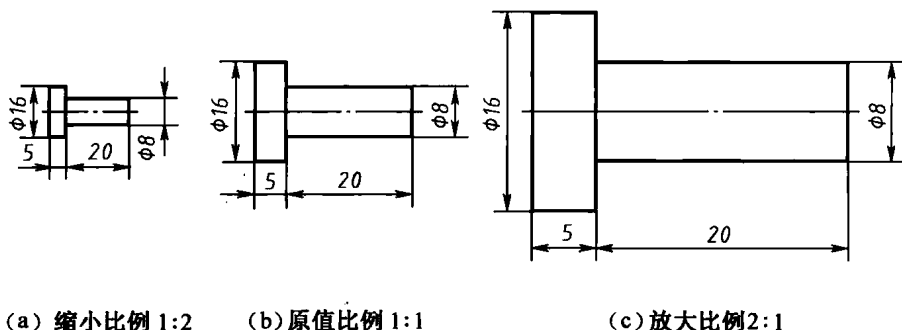


图 1-5 同一机件不同比例的图形及尺寸标注

绘制同一机件的各个视图应尽量采用相同的比例，并在标题栏的比例一栏中填写。当某

个视图需要采用不同的比例时,必须在该图的上方或右侧另行标注,如:

$$\frac{I}{2:1} \quad \frac{A}{3:1} \quad \frac{B-B}{5:1}$$

1.1.3 字体

在图样上除了表示机件形状的图形外,还要用文字和数字来说明机件的大小、技术要求和其它内容。

GB/T 14691—1993《技术制图 字体》规定:在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。

汉字应写成长仿宋体,并应采用国家正式公布推行的简化字,如图 1-6 所示。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

字体的字号,即字体高度 h ,其公称尺寸系列为 1.8mm, 2.5mm, 3.5mm, 5mm, 7mm, 10mm, 14mm, 20mm。

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 结构均匀 填满方格

5号字

技术制图 机械制图 机械电子 汽车航空 技术要求

3.5号字

大专院校 专业班级 制图审核 名称材料 螺纹齿轮 螺栓螺柱 螺母垫圈

图 1-6 汉字示例

字母和数字分 A 型和 B 型,A 型字体的笔画宽度为字高的 1/14,B 型字体的笔画宽度为字高的 1/10。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°。各种字体应用示例如图 1-7 所示。

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

(a) A 型斜体阿拉伯数字

A B C D E F G H I J K L M
N O P Q R S T U V W X Y Z

(b) A 型斜体大写拉丁字母

a b c d e f g h i j k l m
n o p q r s f u v w x y z

(c) A 型斜体小写拉丁字母

I II III IV V VI VII VIII IX X

(d) A 型斜体罗马数字

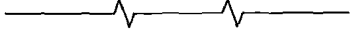
图 1-7 数字、字母的书写示例

1.1.4 图线

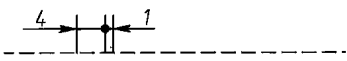
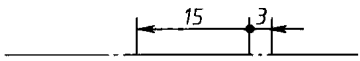
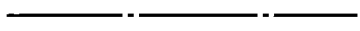
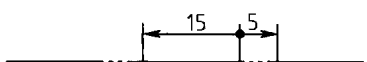
GB/T 17450—1998《技术制图 图线》规定了适用于各种技术图样的图线名称、线型、线宽、构成、标记及画法规则等；GB/T 4457—2002《机械制图 图样画法 图线》规定了机械图样中所用图线的一般规则，适用于机械工程图样。

GB/T 4457.4—2002 规定，在机械图样中线宽分为粗、细两种，它们之间的比例为 2 : 1。粗线的宽度 d 应在 0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm、2mm 中根据图样的类型、尺寸、比例和缩微复制的要求确定，优先采用 0.5mm 或 0.7mm。表 1-3 所列为各种图线的名称、线型、线宽和主要用途。不连续线的独立部分，如点、长度不同的笔画和间隔，称为线素，在绘图时要符合 GB/T 4457.4—2002 的规定。

表 1-3 图线的名称、线型、线宽和主要用途

图线名称	图线型式	图线宽度	主要用途
细实线		$d/2$	(1)尺寸线和尺寸界线； (2)指引线和基准线； (3)剖面线； (4)重合断面的轮廓线； (5)螺纹牙底线； (6)表示平面的对角线； (7)局部放大部位的范围线及分界线； (8)辅助线； (9)投影线； (10)过渡线
波浪线		$d/2$	(1)断裂处边界线； (2)视图与剖视图的分界线
双折线		$d/2$	(1)断裂处边界线； (2)视图与剖视图的分界线
粗实线		d	(1)可见轮廓线； (2)可见棱边线； (3)可见相贯线

(续)

图线名称	图线型式	图线宽度	主要用途
细虚线		$d/2$	(1)不可见轮廓线; (2)不可见棱边线; (3)不可见相贯线
细点画线		$d/2$	(1)轴线; (2)对称中心; (3)分度圆(线); (4)孔系分布的中心线; (5)剖切线
粗点画线		d	限定范围表示线
细双点画线		$d/2$	(1)相邻辅助零件的轮廓线; (2)可动零件极限位置的轮廓线; (3)成形前轮廓线; (4)剖切面前的结构轮廓线; (5)轨迹线; (6)中断线

在图样中,图线不宜互相重叠,不可避免时可按习惯绘制线宽较大的图线,若线宽相同,可按习惯处理,如:细实线与细虚线、细点画线重叠时画细实线,细虚线与细点画线重叠时画细虚线。如图 1-8 所示为常用图线的用途示例。

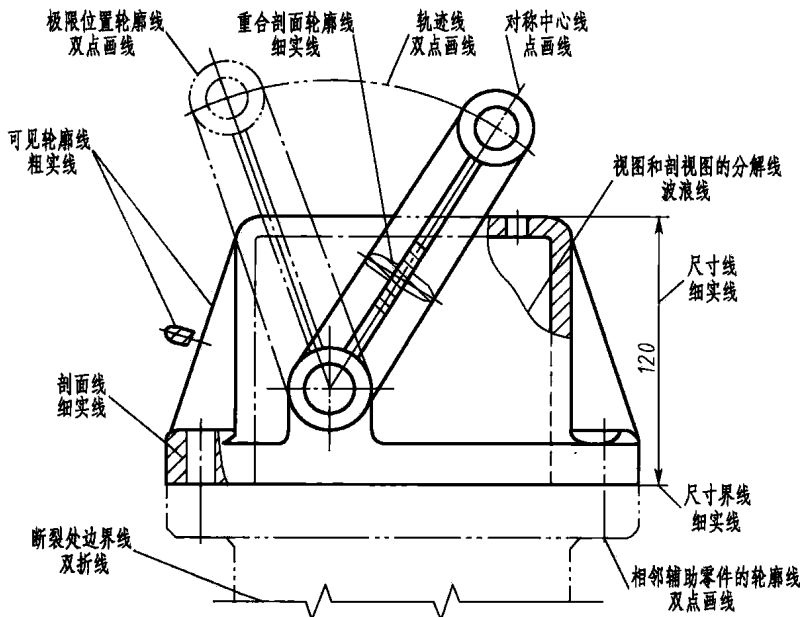


图 1-8 常用图线的用途示例

图 1-9 用正误对比的方法说明绘图时图线画法的注意事项。