



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

机械制图

(非机类)

徐健 齐玉来 韩群生 主编
孙占木 主审



天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

机械制图

(非机类)

徐 健 齐玉来 韩群生 主编

孙占木 主审

 天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书采用最新国家标准,根据高等学校工程图学教学指导委员会制订的普通高等院校工程图学课程教学基本要求的精神编写而成。

本书以“体”为主,突出形体分析,注重读图训练。内容包括机械制图的基本知识、正投影法基础、截切立体与相贯立体、组合体、图样画法、标准件与常用件、零件图、装配图、其他工程图样以及计算机绘图基础等。

同时出版了《机械制图习题集》(非机类)和教学辅助课件(光盘)与本书配套使用。

本书适用于大专院校非机械类型各少学时专业,亦适用于各类高等职业学校,并可供工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图:非机类/徐健,齐玉来,韩群生主编. —天津:天津大学出版社,2007.10

ISBN 978-7-5618-2458-0

I. 机... II. ①徐... ②齐... ③韩... III. 机械制图 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 069089 号

出版发行 天津大学出版社
出 版 人 杨欢
地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)
电 话 发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742
网 址 www.tjup.com
短信网址 发送“天大”至 916088
印 刷 天津泰宇印务有限公司
经 销 全国各地新华书店
开 本 185mm × 260mm
印 张 17.25
字 数 452 千
版 次 2007 年 10 月第 1 版
印 次 2007 年 10 月第 1 次
印 数 1 - 4 000
定 价 32.00 元(含光盘)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

序

在从制图学到工程图学的蓬勃发展和建设的历程中,凝聚着人类伟大的聪明才智,沉积着古今图学文化的结晶,也铭刻着天津大学图学专家学者们的成就和贡献。

天津大学工程图学类课程和教学,历经数代人的传承积累、总结提高和发展创新,不断优化课程内容体系及教学模式,形成了特色鲜明且具有创新活力的全国示范性优秀课程,2004年荣获天津市精品课程称号。

天津大学的老师们曾编著出版了数十种工程图学类教材,这些教材是多年科学研究和教学实践的结晶,也是精品课程的重要标志。这些教材为培育优秀的莘莘学子和栋梁之才做出了巨大贡献,深受同行专家和读者的赞誉和厚爱。

1987年出版的《机械制图》教材,此前已经4次修订再版,被多所高等学校广泛选用,曾荣获2004年第五届全国高校出版社优秀畅销书一等奖,被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

《机械制图》此次重新修订,依据教育部高等学校工程图学课程教学指导委员会制订的“普通高等院校工程图学课程教学基本要求”,对教材内容体系进行了全新规划。本书强调基础理论以应用为目的,为图示服务的观念;考虑知识储备,保证图学理论的基础内容,为长远发展打下了必要的基础;在坚持继承的前提下适度创新。它体现了基础性、科学性、创新性、先进性、实践性、适用性、规范化和立体化的特色。

本教材对投影法,点、线、面、体的投影等经典投影理论论述翔实精辟;加强了空间想象、形体构型、表达绘制、阅读工程图样能力的实践训练;在注重对经典内容论述的同时,充分考虑现代技术的发展,以当前最流行的 AutoCAD 作为绘图软件,阐述了计算机绘图的原理和实际操作方法;理论严谨,紧密联系工程实际,知识与技能交融,介绍了多种工程图样,加强了制图与工程设计及实践的关联,拓宽了适应性;重视培养贯彻最新国家标准的意识,介绍了相关国家标准。配套的习题集,内容简明,深度广度适宜,题型、题量丰富多样。配套的 CAI 课件,简明、形象、生动、直观,可视性好,有利于辅助课堂教学和自学。上述特色可为有效地培养读者的空间构思能力、设计能力、创造能力、图样表达能力、工程素质打下坚实基础。

该书语言简洁,流畅;思路清晰,重点突出;概念确切,文图规范;每章均附有

思考题,富有启发性和指导作用。

天津大学工程图学系列课程一直将教材建设作为重要工作,本教材几易其稿,精益求精,力求内容和表述更贴近工程、贴近读者,相信读者在阅读了这本积淀了多年教学和研究精华的教材后,定会受益匪浅。希望中国高校的专家和老师,写出更多这样好的教材,以推动我国工程图学课程教学质量和水平持续腾飞!

中国工程图学学会图学教育专业委员会前主任
北京理工大学 教授

董国耀

2007年7月

前 言

本书根据最新颁布的《技术制图》、《机械制图》及有关国家标准,在天津大学历次编写的非机械类型《机械制图》教材的基础上,总结多年教学经验编写而成。

本书根据普通高等学校工程图学课程教学基本要求和教学实际,坚持“少而精学到手”的原则,精减烦琐内容,更新传统体系,力求教材结构合理新颖,内容简明实用。

本书以“体”为主介绍正投影基本理论,把抽象难懂的概念与形象真实的物体相结合,把投影理论与绘图实际相结合。突出形体分析,加强读图训练,注重培养从抽象到形象,从空间到平面,又从平面到空间的形象思维和创造思维能力。通过学习本书,使学生达到阅读和绘制不太复杂的机械图样的目的。

为使学生掌握计算机绘图技术,本书单独一章介绍 AutoCAD 2006 绘图软件。为适应多专业宽口径的教学需要,本书增加了“其他工程图样”一章,可根据专业特点选学部分内容。

为配合本书的使用,同时出版了《机械制图习题集》(非机类)和教学辅助课件(光盘)。教学辅助课件(光盘)中对本书重点和难点内容进行讲解和分析,供教师备课和学生学时参考。

本书结构紧凑合理,内容由浅入深,重点突出,实用性强,便于组织教学。本书注重图文并茂,文字通俗易懂,便于读者自学。

全书包括四部分内容:第 1、2、3 章是机械制图的基础知识和基本理论;第 4、5 章为投影制图;第 6、7、8 章为机械制图;第 9、10 章是其他工程图样及计算机绘图。

本书授课时数为 50~80 学时,适用于大学本科、专科各非机械类专业,也可供各类高等职业学校使用,还可供有关工程技术人员参考。

本书由徐健、齐玉来、韩群生主编,孙占木教授主审。参加编写的有:徐健、姜杉、叶时勇、张素琴、唐树忠、何改云、韩群生、喻宏波、景秀并、齐玉来。

本书承蒙中国工程图学学会图学教育专业委员会前主任、北京理工大学董国耀教授作序,并提出了许多有益的建议和具体的修改意见,在此表示衷心的感谢!

本书在编写过程中,得到天津大学机械学院有关教师的大力支持,在此表示诚挚的谢意。由于编者水平有限,诚恳希望读者批评指正。

编者

2007 年 7 月

目 录

绪论	(1)
第1章 机械制图的基本知识	(3)
1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的若干规定	(3)
2 制图工具及其用法	(11)
3 几何作图	(15)
4 绘图步骤和方法	(22)
思考题	(25)
第2章 正投影法基础	(26)
1 正投影法	(26)
2 立体上点的投影	(29)
3 立体上直线的投影	(30)
4 立体上平面的投影	(35)
5 平面立体的三面投影图及其表面取点	(37)
6 回转体的三面投影图及其表面取点	(41)
思考题	(47)
第3章 截切立体与相贯立体	(48)
1 截切立体的三面投影图	(48)
2 相贯立体的三面投影图	(58)
思考题	(66)
第4章 组合体	(67)
1 概述	(67)
2 画组合体的三面投影图	(68)
3 读组合体的三面投影图	(70)
4 组合体的尺寸注法	(77)
思考题	(82)
第5章 图样画法	(83)
1 视图	(83)
2 剖视图	(87)
3 断面图	(94)
4 其他表示法	(96)
5 图样画法的综合举例	(100)
6 第三角画法简介	(101)
思考题	(104)
第6章 标准件与常用件	(105)
1 概述	(105)
2 螺纹	(106)
3 螺纹紧固件	(114)
4 销	(119)
5 键	(120)
6 弹簧	(121)

7 齿轮	(124)
思考题	(129)
第7章 零件图	(131)
1 概述	(131)
2 零件结构的工艺性及有关尺寸	(132)
3 零件图的视图选择及尺寸注法	(136)
4 零件图的技术要求	(144)
5 读零件图	(154)
6 零件的测绘	(155)
思考题	(159)
第8章 装配图	(160)
1 装配图的作用和内容	(160)
2 装配图的图样画法	(164)
3 常见的合理装配结构	(165)
4 画装配图的步骤	(168)
5 读装配图和拆画零件图	(169)
思考题	(174)
第9章 其他工程图样	(175)
1 轴测图	(175)
2 展开图	(185)
3 焊接图	(194)
4 机构运动简图	(201)
思考题	(206)
第10章 计算机绘图基础	(207)
1 AutoCAD 的基本知识	(207)
2 简单二维图形的绘制	(213)
3 图形编辑	(218)
4 图案填充	(224)
5 书写文字	(226)
6 尺寸标注	(228)
7 图块	(235)
8 绘图举例	(237)
思考题	(240)
附录	(241)
一、基本知识	(241)
二、螺纹	(243)
三、螺纹紧固件	(249)
四、螺纹连接结构	(254)
五、销	(256)
六、键	(258)
七、倒角与倒圆(GB/T 6403.4—1986 参考件)	(262)
八、砂轮越程槽(GB/T 6403.5—1986)	(262)
九、极限与配合	(263)

绪 论

1 本课程的内容

机械制图是研究阅读和绘制机械图样的一门学科。

在现代工业生产中,大到机器设备,小到仪器、仪表,在设计、制造、使用和维修中,都离不开机械图样。机械图样是工业生产的重要技术文件,也是进行科技交流的重要工具。因此,图样是技术人员必须掌握的技术语言。

机械图样的内容主要有以下四个方面,如图 0-1 所示。

- (1) 一组表示机器或零件的形状结构的图形。
- (2) 说明机器或零件大小的尺寸。
- (3) 为达到机器的工作性能而提出的技术措施和技术要求。
- (4) 填写机器或零件的名称、材料、数量、绘图比例等内容的标题栏。

本课程主要介绍前两方面的内容。第一方面包括阅读和绘制机械图样的基本理论——正投影法以及表达机件形状结构的各种方法——机械制图国家标准的有关内容。第二方面介绍标注尺寸的方法和要求。

2 本课程的学习要求

(1) 掌握正投影法的基本理论,能阅读和绘制不太复杂的零件图和装配图。所绘制的图样应该作图准确,投影正确,视图表达符合机械制图国家标准,尺寸齐全,图线分明,字体工整,图面整洁。

(2) 能正确使用绘图工具,具有一定的绘图技能;具有查阅有关标准、表格的初步能力。

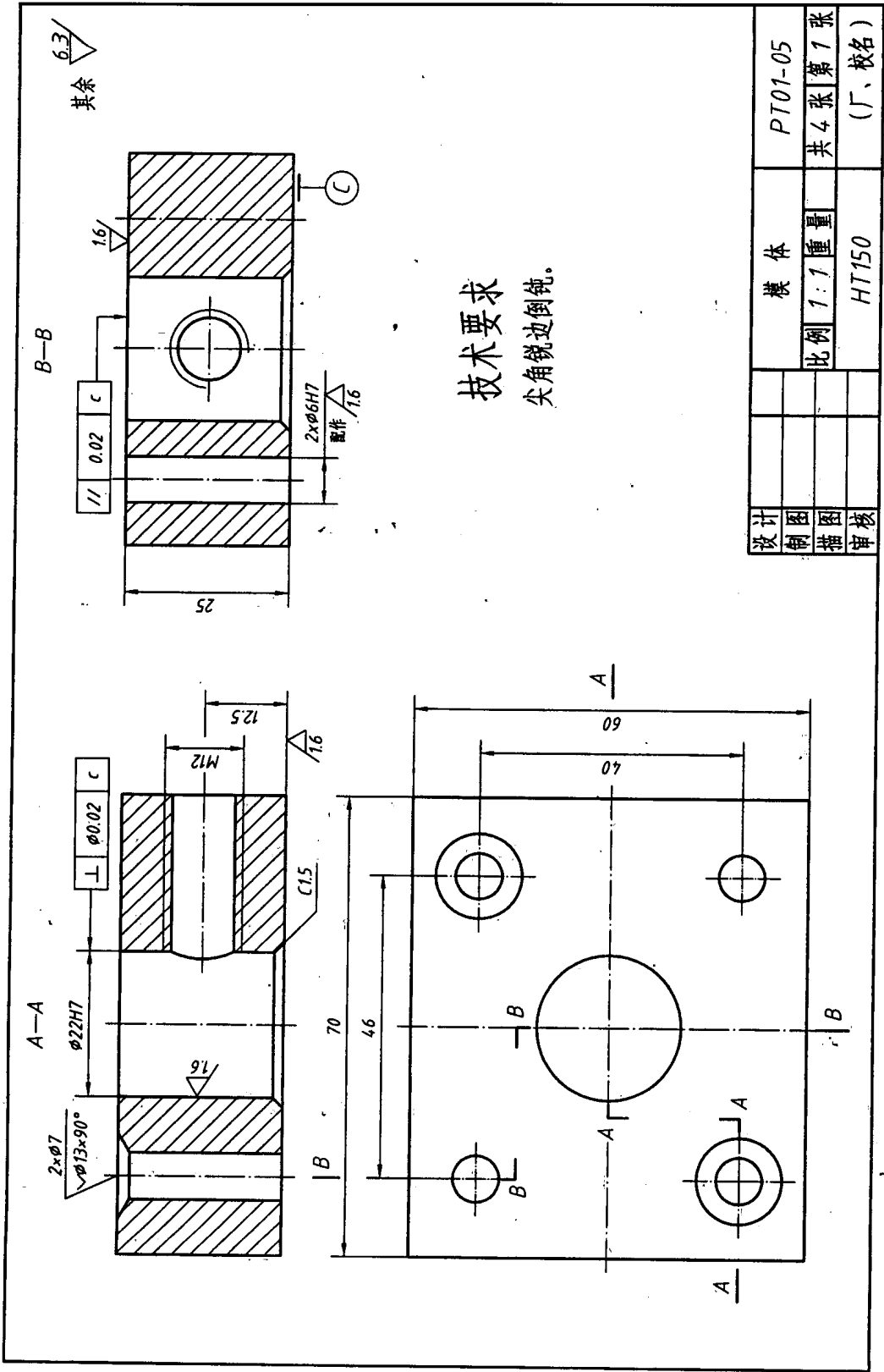
(3) 初步了解计算机绘图的有关知识。

3 学习方法

(1) 通过听讲或自学,着重掌握正投影的基本理论和绘制、阅读机械图样的主要方法——投影分析法和形体分析法。

(2) 及时完成一定数量的习题,才能逐渐掌握本课程的内容和方法,不断提高阅读和绘制图样的能力,发展空间想象力。

(3) 在学习本课程、完成习题作业时,要有耐心,按作业要求认真细致地做题绘图,不断总结经验,养成严肃认真的学风。



设计						模 体	PT01-05
制图						比例 1:1 重量	共 4 张 第 1 张
描图						HT150	(厂、校名)
审核							

0-1 机械图样示例

第 1 章 机械制图的基本知识

1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的若干规定

《技术制图》和《机械制图》国家标准是我国基础技术标准之一,它们起着统一工程“语言”的重要作用。为了准确无误地交流技术思想,绘图时必须严格遵守《技术制图》和《机械制图》国家标准的有关规定。

本节介绍的国家标准一部分源自目前最新的《技术制图》国家标准,例如 GB/T 14691—1993《技术制图 字体》,其中“GB”为“国标”的汉语拼音字头,“T”为推荐的“推”字的汉语拼音字头,“14691”为标准序列号,“1993”为该标准颁布的年号;另有部分源自《机械制图》国家标准,例如 GB/T 4457.4—2002《机械制图 图样画法 图线》。

1.1 图纸幅面及格式(根据 GB/T 14689—1993)

图纸幅面是指图纸宽度与长度组成的图面。

1.1.1 图纸幅面尺寸和代号

图纸幅面代号及其幅面尺寸(宽度 $\times$ 长度)的对应关系见表 1-1。绘制技术图样时,应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面,必要时可按规定加长。

表 1-1 基本幅面尺寸 (mm)

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

1.1.2 图框格式

图框是图纸上限定绘图区域的线框。在图纸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。同一产品的图样只能采用一种格式。

(1)留装订边的图纸的图框格式如图 1-1 所示,图中的尺寸 a 和 c 按表 1-1 的规定选用。

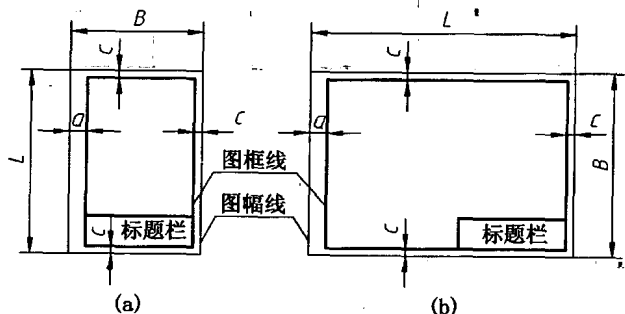


图 1-1 装订的图框格式

一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装。

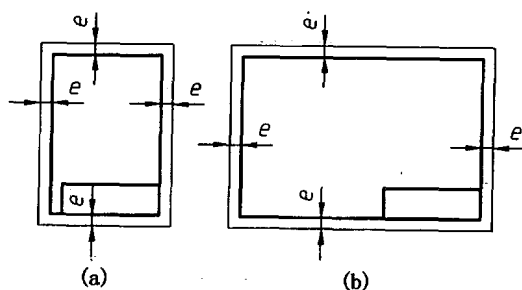


图 1-2 不装订的图框格式

(2)不留装订边的图纸的图框格式如图 1-2 所示,图中的尺寸 e 按表 1-1 的规定选用。

1.1.3 标题栏及其方位

标题栏是由名称及代号区、签字区、更改区和其他区组成的栏目。

每张图纸上都必须画出标题栏。标题栏的格式和尺寸按 GB/T 10609.1—1989 的规定,如图 1-3 所示。标题栏的位置应配置在图幅右下方,如图 1-1 及 1-2 所示。必要时也可采用图 1-4 的格式。

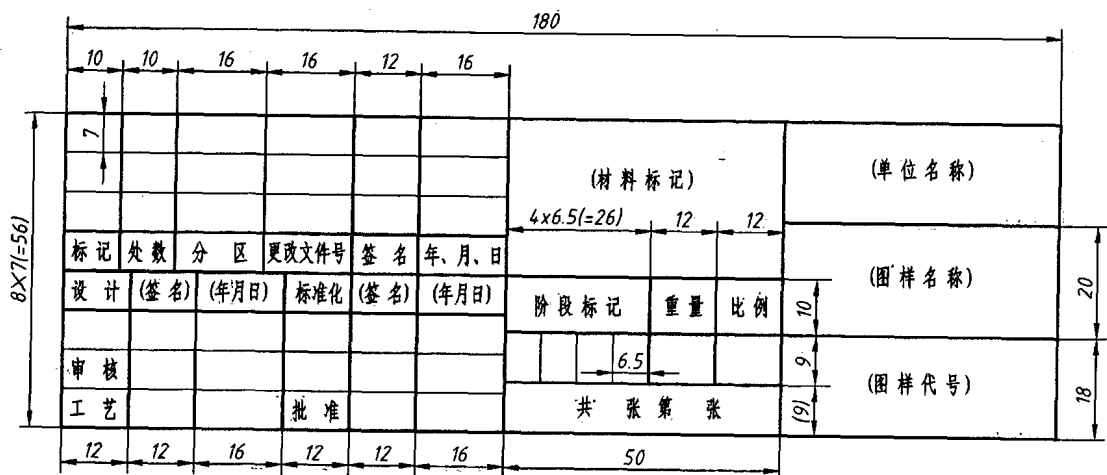


图 1-3 标题栏的格式及尺寸

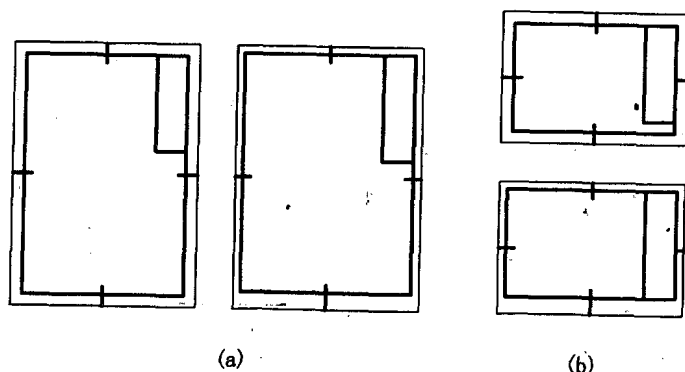


图 1-4 图纸的另一种配置方式

1.2 比例(根据 GB/T 14690—1993)

(1)图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比,称为比例。

(2)比值为 1 的比例称为原值比例,即 1:1。比值大于 1 的比例称为放大比例,如 2:1 等。

比值小于1的比例称为缩小比例,如1:2等。需要按比例绘图时应由表1-2规定的系列中选取适当的比例。一般优先选用原值比例,但根据机件大小和复杂程度也可选用放大或缩小比例。

表 1-2 标准比例

种 类	比 例	
	优先选取	允许选取
原值比例	1:1	
放大比例	5:1 2:1	4:1 2.5:1
	$5 \times 10^n:1$ $2 \times 10^n:1$ $1 \times 10^n:1$	$4 \times 10^n:1$ $2.5 \times 10^n:1$
缩小比例	1:2 1:5 1:10	1:1.5 1:2.5 1:3 1:4 1:6
	$1:2 \times 10^n$ $1:5 \times 10^n$ $1:1 \times 10^n$	$1:1.5 \times 10^n$ $1:2.5 \times 10^n$ $1:3 \times 10^n$ $1:4 \times 10^n$ $1:6 \times 10^n$

注: n 为正整数。

(3)同一机件的各个视图应采用相同比例,并在标题栏“比例”一项中填写所用的比例。当机件上有较小的或较复杂的结构需用不同比例表达时,可在视图名称的下方标注比例,如图1-5所示。

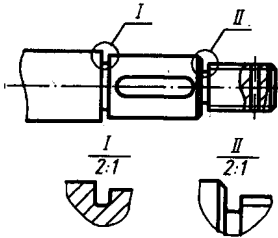


图 1-5 比例的另行标注

1.3 字体(根据 GB/T 14691—1993)

字体是指图中文字、字母、数字的书写形式。书写字体必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为:1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20 mm。如需书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体高度代表字体的号数。各种字体的特点及示例如下。

1. 汉字

汉字应写成长仿宋体,并采用中华人民共和国国务院正式公布推行的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$,如图1-6所示。

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

技术制图机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山井坑港口纺织服装

3.5号字

螺纹齿轮端子接线飞行指导驾驶舱位挖填施工引水通风闸阀坝棉麻化纤

图 1-6 长仿宋体汉字示例

长仿宋体汉字的书写要领是:横平竖直、注意起落、结构匀称、填满字格。长仿宋体汉字的

基本笔画及写法如图 1-7 所示。

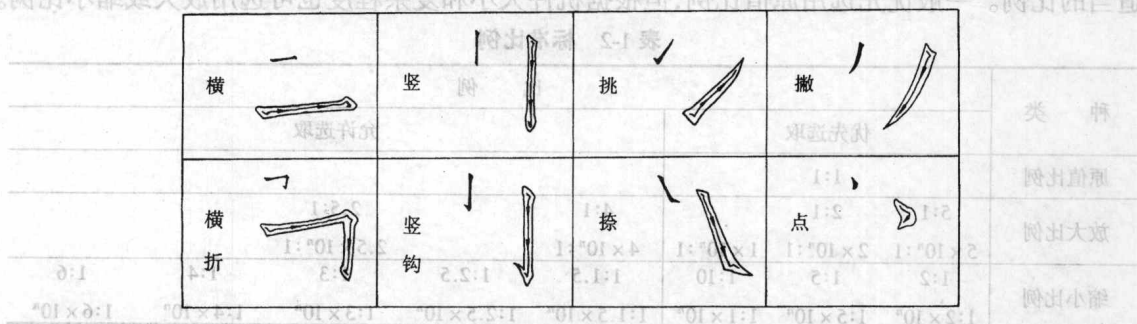
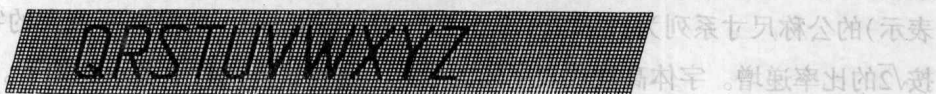


图 1-7 长仿宋体汉字的基本笔画

2. 字母和数字

字母和数字分为 A 型和 B 型两种。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 $1/10$ 。在同一图样上,只允许选用一种型式的字体。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° 。A 型斜体字母及数字如图 1-8 所示。

拉丁字母大写斜体:



拉丁字母小写斜体:



希腊字母小写斜体:



阿拉伯数字斜体:



罗马数字斜体:



图 1-8 A 型斜体字母及数字示例

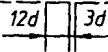
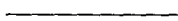
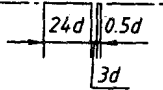
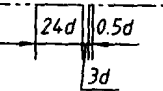
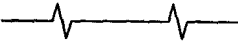
1.4 图线及画法(根据 GB/T 17450—1998 和 GB/T 4457.4—2002)

图样中的图线是起点和终点间以任意方式连接的一种几何图形,形状可以是直线或曲线、连续线或不连续线。

1.4.1 图线形式及应用

绘制机械图样时,通常采用的图线形式见表 1-3,各种图线的应用如图 1-9 所示。

表 1-3 常用图线

图线名称	形 式	一般应用	图线名称	形 式	一般应用
粗实线		可见棱边线、可见轮廓线、相贯线等	细虚线		不可见棱边线、不可见轮廓线
细实线		过渡线、尺寸线、剖面线等	细点画线		轴线、对称中心线、剖切线等
波浪线		断裂处边界线、视图与剖视图的分界线	细双点画线		相邻辅助零件轮廓线、可动零件极限位置轮廓线等
双折线		断裂处分界线、视图与剖视图的分界线			

注:表中除粗实线外,其他图线均为细线, d 为相应线宽。

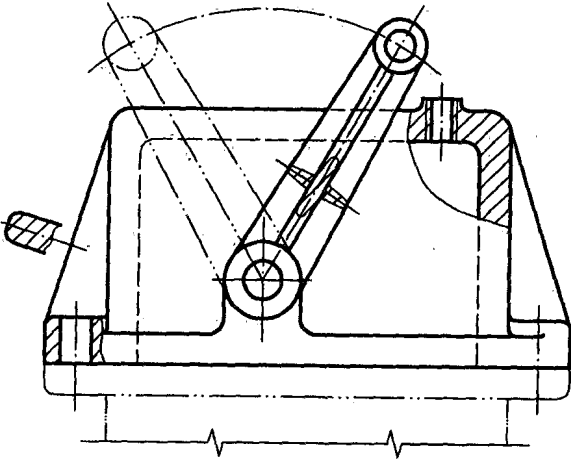


图 1-9 图线应用举例

图线宽度系列为:0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2 mm。

所有线型的图线宽度应按图样的类型和尺寸大小在上述系列中选择。机械图样中粗线和细线的宽度比率为2:1,粗实线的宽度通常选用 0.5 mm 或 0.7 mm。在同一图样中,同类图线的宽度应一致。

1.4.2 图线画法

(1)图样中各类图线应粗细分清、线型分明。细虚线、细点画线及细双点画线的线段长度应各自一致。

(2)除另有规定外,两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7 mm。

(3)点画线和双点画线的首末端应是长画而不是点。绘制圆的对称中心线时,圆心一般应为画线的交点。用作轴线及对称中心线的细点画线,两端要超出图形轮廓 2~5 mm。当在较小图形上绘制细点画线、细双点画线时,可用细实线代替。对称中心线的画法如图 1-10 所示。

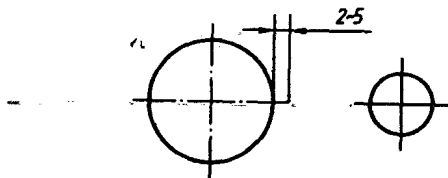


图 1-10 对称中心线的画法

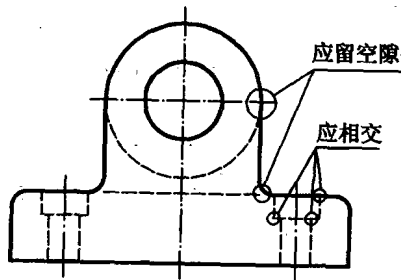


图 1-11 图线相交和衔接画法

(4)当某些图线互相重叠时,应按粗实线、虚线、点画线的顺序只画前面的一种图线。当虚线与粗实线、虚线、点画线相交时,应以画线相交,不应留空隙。但当虚线是粗实线的延长线时,衔接处应留出空隙,如图 1-11 所示。

1.5 尺寸注法(根据 GB/T 16675.2—1996 和 GB/T 4458.4—2003)

· 用特定长度或角度单位表示的数值,并在技术图样上用图线、符号和技术要求表示出来的称为尺寸。图形只能表达机件的结构形状,其真实大小由尺寸确定。

一张完整的图样,其尺寸标注应正确、完整、清晰、合理。本节仅对尺寸的正确注法摘要介绍国家标准的有关规定,对尺寸标注的其他要求将在后续章节中介绍。

1.5.1 基本规则

(1)机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据,与绘图的比例及绘图的准确程度无关。

(2)图样中的尺寸以毫米为单位,此时不需标注计量单位的代号或名称。如采用其他单位时,则必须注明相应计量单位的代号或名称。

(3)图样中所标注的尺寸,为该图样所示机件的最后完工尺寸,否则应另加说明。

1.5.2 尺寸组成

一个完整的尺寸由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字(包括规定的符号或缩写词)组成,如图 1-12 所示。

1. 尺寸界线

尺寸界线表示所标注尺寸的范围。

(1)尺寸界线用细实线绘制,并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出,其末端超出尺寸线约 2 mm,如图 1-12 所示。

(2)图形的轮廓线、轴线或对称中心线也可作为尺寸界线,如图 1-12 所示。

(3)在光滑过渡处标注尺寸时,必须用细实线将轮廓线延长,从它们的交点处引出尺寸界线,如图 1-13 所示。

2. 尺寸线

尺寸线表示所标注尺寸的方向。

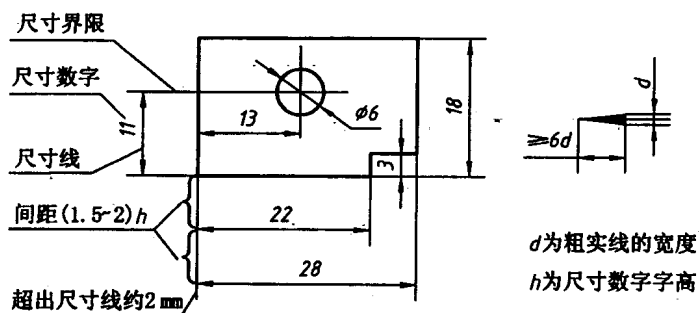


图 1-12 尺寸的组成

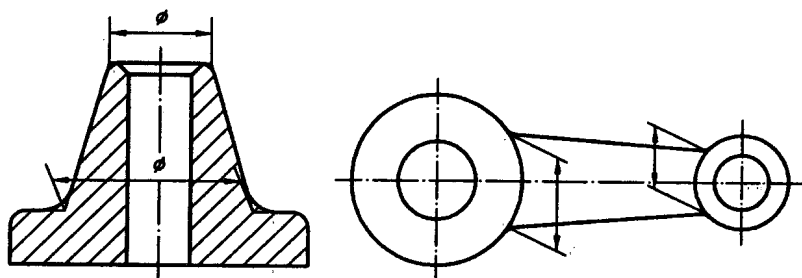


图 1-13 在光滑过渡处标注尺寸

(1) 尺寸线必须用细实线画出,不得用其他图线代替,也不得与其他图线重合或画在其延长线上。通常尺寸线应垂直于尺寸界线。

(2) 标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行。尺寸线与轮廓线的距离以及相互平行的尺寸线间的距离应尽量一致(建议为 $2h$ 左右, h 为尺寸数字的高度),如图 1-12 所示。

(3) 尺寸线终端一般应画出箭头,并与尺寸界线相接触。尺寸线终端的箭头如图 1-12 所示。同一图样中所有尺寸箭头的大小应相同。当尺寸界线内侧没有足够位置画箭头时,可将箭头画在尺寸线的外侧;当尺寸界线内、外侧均无法画箭头时,可用圆点代替,圆点必须画在用细实线引出的尺寸界线上,圆点的直径为粗实线的宽度 d 。尺寸箭头画在尺寸线的外侧以及用圆点代替箭头的示例,见表 1-4 小图形的尺寸标注。

3. 尺寸数字

尺寸数字的数值表示机件的真实大小,它与图形的大小无关。

(1) 线性尺寸的数字一般标注在尺寸线的上方(如图 1-14 所示),也允许标注在尺寸线的中断处。当没有足够的位置标注尺寸数字时,可引出标注,见表 1-4 中的小图形的标注示例。

(2) 线性尺寸的尺寸数字应按图 1-15 所示的方向注写。水平方向的尺寸数字字头朝上;垂直方向的尺寸数字字头朝左;倾斜方向的尺寸数字字头趋于朝上。要尽可能避免在图 1-15 所示 30° 范围内标注尺寸。当无法避免时,可按图 1-16 的形式标注。

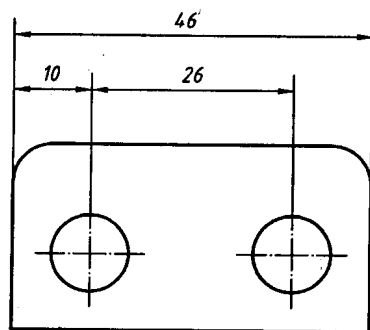


图 1-14 线性尺寸数字的标注位置