

高等学校教材

李绍珍 陈桂英 主编

机械制图

机械工业出版社

高等学校教材

机械制图

主编 李绍珍 陈桂英
参编 于惠君 刘和山 吴风芳
邵淑玲 苑国强
主审 张洪安

机械工业出版社

本书是根据国家教委1987年批发的高等工业学校“画法几何及机械制图课程教学基本要求”编写的。主要内容有：制图基本知识、投影基本知识、物体三视图、立体的投影、直线与平面的投影分析、平面与立体相交、立体与立体相交、组合体三视图、轴测投影图、机件的表达方法、标准件及常用件、零件图、机械图样上技术要求的标注、装配图、计算机绘图及附录。本书适用于高等工业学校机械类、近机械类、非机械类各专业机械制图课程教材，也适用于职业大学、函授大学、电视大学的相应专业，并可作为报考工程图学硕士研究生的考生、机械工程技术人员的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图/李绍珍, 陈桂英主编. —北京: 机械工业出版社, 1998. 8
高等学校教材

ISBN 7-111-06462-3

I. 机… II. ①李… ②陈… III. 机械制图-高等学校-教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 11755 号

出版人: 马九荣 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 高文龙 孙淑卿 版式设计: 冉晓华 责任校对: 刘志文

封面设计: 姚毅 责任印制: 王国光

三河市宏达印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1998年8月第1版第1次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·21.25印张·516千字

0 001—7 000 册

定价: 26.50 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

前 言

本书是遵照国家教育委员会 1987 年批发的《高等工业学校画法几何及工程制图课程教学基本要求》的有关规定,根据近几年来《机械制图》课程教学的改革与发展。本着在教学中精选内容、打好基础、加强实践、培养能力的精神,力求做到:系统阐述理论、联系生产实际、突出物体表达、培养分析能力以及加强计算机绘图实践而编写的。

本书的显著特色:

1. 重点讲述投影基础和机件的表达方法及尺寸标注,为了在学时少的情况下较快地提高读者的空间想象和空间分析问题、解决问题的能力、掌握绘图和读图的基本原理和方法,在投影基础的部分章节中采取画图和读图并举的写法,完成由空间到平面和由平面到空间的多次循环。

2. 为了便于学习和理解问题,对点、直线、平面投影特性的叙述,都是结合立体进行分析的。

3. 根据立体的不同特点,将立体分为平面立体、曲面立体和组合体,并将切割体、截交线、相贯线等内容穿插在有关章节内,以利于组织教学。

4. 为使读者掌握画图和读图的方法,着重介绍了形体分析法和线面分析法,并图示了较多的画图和读图步骤。

5. 为普及计算机绘图,精选了部分 Auto CAD 内容,并举例说明了部分图形的绘图步骤。

6. 为便于自学,在文字叙述上力求简明通俗,在形式上尽量采取图文并茂、投影图与直观图对照的表现手法,以使读者加深对内容的理解,有助于空间想象力的提高。

本书采用了 1984 年~1996 年颁布的最新《技术制图与机械制图》国家标准。

本书适合于高等工业院校机械、化工、电机、动力、纺织、电子类各专业,也适用于职业大学、函授大学、电视大学的相应专业。

为配合本书学习,同时编写了与本书配套使用的《机械制图习题集》,并与本书同时出版。

本书由山东工业大学李绍珍、陈桂英主编。参数编写的有李绍珍(绪论、第三、四、八章、附录),陈桂英(第十、十一章),于惠君(第一、二章),刘和山(第五、六章),吴风芳(第七章),邵淑玲(第九章),苑国强(第十二章)。参加绘图工作的还有吴净,李慧。

本书由山东工业大学张洪安教授主审。

本书在编写过程中,得到了参编单位的有关领导、教研室全体同仁的关心和鼓励,在此向他们表示真挚的感谢。

由于编写水平有限,书中难免尚有欠妥、不当甚至错误之处,热忱欢迎和敬请读者及同仁提出宝贵意见,给予批评指教。

编 者

1998 年 4 月

目 录

前言	
绪论	1
第一章 制图基本知识	3
第一节 机械制图国家标准	3
第二节 制图工具及使用	12
第三节 几何作图	16
第四节 平面图形的尺寸和线段 分析	19
第五节 绘图的基本方法与步骤	21
第二章 物体的三视图	23
第一节 投影的基本知识	23
第二节 物体三视图的基本原理	26
第三节 三视图与物体之间的对 应关系	28
第四节 三视图的画法	31
第三章 平面立体三视图	34
第一节 平面立体三视图	34
第二节 平面立体上各种位置直线、 平面及点的投影	36
第三节 平面立体切割体三视图	48
第四节 分析平面切割体视图想象切 割体形状	52
第四章 曲面立体三视图	56
第一节 曲面立体三视图	56
第二节 曲面立体切割体三视图	65
第三节 曲面体相交三视图	77
第五章 组合体三视图	88
第一节 组合体的组合分析	88
第二节 组合体三视图的画法	89
第三节 组合体的尺寸注法	94
第四节 读组合体三视图	100
第六章 轴测投影图	107
第一节 概述	107
第二节 正等轴测投影图	107
第三节 斜二等轴测投影图	114
第四节 轴测图中表面交线的画法	116
第五节 轴测图中的剖视画法	118
第六节 轴测图上的尺寸注法	119
第七章 机件的表达方法	120
第一节 视图	120
第二节 剖视图	125
第三节 剖面图	140
第四节 其他规定画法与简化 画法	142
第五节 表达方法综合应用举例	146
第六节 三角投影法简介	147
第八章 标准件及常用件	149
第一节 螺纹及螺纹联接件	149
第二节 齿轮	161
第三节 其他标准件和常用件	169
第九章 零件图	176
第一节 概述	176
第二节 零件图的视图选择	179
第三节 零件上常见的合理结构	186
第四节 零件图的尺寸标注	189
第五节 零件图的读图方法	194
第六节 测绘零件	196
第十章 机械图样上技术要求的 标注	202
第一节 表面粗糙度	202
第二节 公差与配合的基本概念及 标注方法	208
第三节 形状公差和位置公差	216
第十一章 装配图	225
第一节 装配图的作用和内容	225
第二节 装配图的表达方法	226
第三节 装配图的尺寸标注	232
第四节 装配图中的零(部)件序号、 明细表和标题栏	233
第五节 画装配图的方法与步骤	235
第六节 部件测绘	238
第七节 常见装配结构简介	239

第八节	看装配图的方法与步骤	242	第七节	用属性块标注表面粗糙度	290
第九节	由装配图拆画零件图	245	第八节	装配图的画法	296
第十二章	计算机绘图	249	附录一	螺纹及螺纹紧固件	298
第一节	Auto CAD 界面及实用命令	249	附录二	键、销	311
第二节	绘图环境的配置和基本的绘图命令	255	附录三	常用的机械加工一般规范和零件结构要素	317
第三节	圆弧连接及图形编辑	263	附录四	滚动轴承	321
第四节	画组合体三视图	268	附录五	轴和孔的极限偏差	
第五节	尺寸标注	278		[摘 GB1801—79]	324
第六节	画剖视图	286	参考文献		331

绪 论

一、本课程的研究对象

在工程技术中,按一定的投影方法和有关标准的规定,把物体的形状用图形画在图纸上,并用数字、文字和符号标注出物体的大小、材料和有关制造的技术要求、技术说明等,该图样称为工程图样。如图 0-1 所示,在工程设计中,图样用来表达和交流技术思想;在生产中,图样是加工制做、检验、调试、使用、维修等方面的主要依据。因此,工程图样被成为工程技术部门的一种重要的技术资料。同时,在国内和国际间进行工程技术交流以及在传递工程技术信息时,工程图样也是不可缺少的工具,常被喻为“工程界的语言”。每个工程技术人员都必须能够绘制、阅读工程图样。

本课程就是研究绘制和阅读机械工程图样的基本原理和基本方法的,它是所有工科专业必不可少的一门技术基础课。本课程包括制图基本知识、投影基础、机件的表达方法、机械图(零件图和装配图)和计算机绘图等。

二、本课程的主要任务

- 1) 学习正投影法的基本原理及其应用。
- 2) 培养绘制和阅读机械图样的基本能力。
- 3) 培养空间想象能力和空间分析能力。
- 4) 初步具备计算机绘图能力。
- 5) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

此外,在教学过程中还要注意培养学生的自学能力、创造能力和审美能力。

三、本课程的学习方法

1) 本课程是一门既有理论且实践性强的技术基础课,学习时必须掌握好基本内容、基本概念、投影原理和基本作图方法。

2. 本课程是一门实践性很强的课程,绘图和读图能力的培养以及空间想象、空间分析能力的提高,都始终离不开实践。只有通过一系列绘图和读图的实践,不断地由物画图、由图想物,分析和想象空间形体与图形之间的对应关系,才能在实践中逐步理解和掌握投影基本原理及基本作图方法,逐步提高空间想象能力和空间分析能力。

3. 鉴于图样在生产中起着很重要的作用,因此要求所绘的图样不能有误,读图时也不能看错,否则会给生产造成损失,所以在完成作业时,必须养成一丝不苟、严谨细致的学习作风,必须严格遵守国家标准《机械制图》的有关规定。

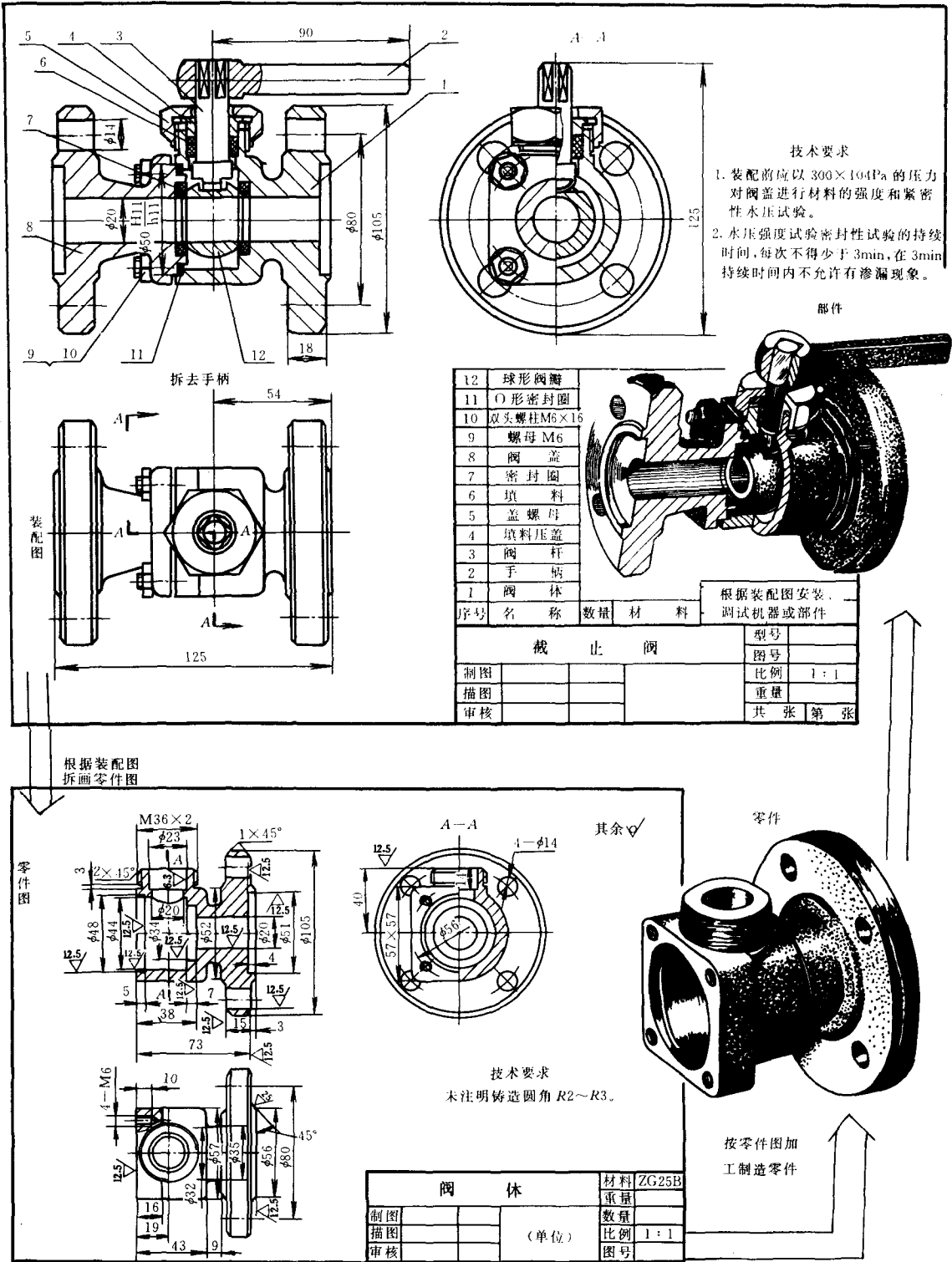


图 0-1 机械图样

第一章 制图基本知识

绘制机械图样，必须严格遵守机械制图国家标准中的有关规定，正确使用绘图工具和仪器，掌握正确的绘图方法与步骤，并且要树立耐心细致的工作作风和严肃认真的工作态度。

第一节 机械制图国家标准

图样是工程界交流技术思想的共同语言，为了科学地进行生产和管理，必须对图样的内容、画法和格式作出统一的规定。国家标准《机械制图》（简称制图标准）是整个国家标准的一部分，是机械制造业的一项重要基础标准。我国于1959年首次发布了制图标准，先后于1970年、1974年、1984年和1993年发布了修订标准。每位工程技术人员在绘制图样时必须严格遵守。

本节摘要介绍标准中有关图幅、比例、字体、图线、尺寸标注的基本规定，其余部分将在以后有关章节中分别叙述。

一、图纸幅面尺寸及格式（GB/T14689—93）

1. 图纸幅面尺寸

绘制图样时，优先采用表1-1中规定的图纸幅面尺寸。必要时，允许由基本幅面的短边成整数倍增加幅面，如图1-1所示。

表 1-1 图纸幅面尺寸 (mm)

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

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框，其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。

不留装订边的图纸，其图框格式如图1-2所示。

留有装订边的图纸，其图框格式如图1-3所示。

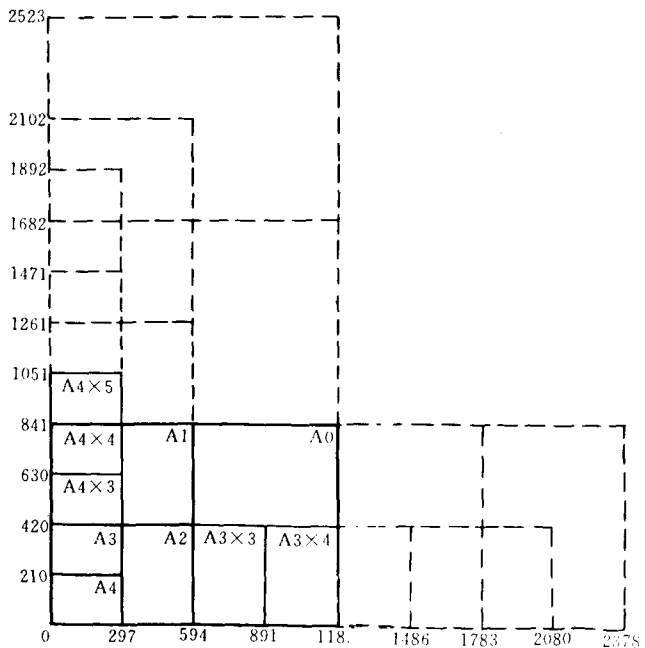


图 1-1 图纸幅面尺寸

3. 标题栏

每张图纸上都必须画出标题栏，标题栏的格式和尺寸按 GB10609.1 的规定。标题栏的位置应位于图纸的右下角。制图作业中建议采用如图 1-4 所示的格式。

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，如图 1-2b 和图 1-3b 所示。若标题栏的长边与图纸的长边垂直时，则构成 Y 型图纸，如图 1-2a 和图 1-3a 所示。在此情况下，看图的方向与看标题栏的方向一致。

为了利用预先印制的图纸，允许将 X 型图纸的短边置于水平位置使用，如图 1-5a 所示；或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用，如图 1-5b。

4. 附加符号

(1) 对中符号 为了使图样复制和缩微摄影时定位方便，对表 1-1 所列的各号图纸，均应在图纸各边长的中点处分别画出对中符号。

对中符号用粗实线绘制，线宽不小于 0.5mm，长度从纸边界开始至伸入图框内约 5mm，如图 1-5 所示。

对中符号的位置误差应不大于 0.5mm。

当对中符号处在标题栏范围内时，则伸入标题栏部分省略不画。如图 1-5b 所示。

(2) 方向符号 对于按规定使用预先印制的图纸时，为了明确绘图与看图时图纸的方向，应在图纸的下边对中符号处画出一个方向符号，如图 1-5 所示。

方向符号是用细实线绘制的等边三角形，其大小和所处的位置如图 1-6 所示。

(3) 剪切符号 为使复制图样时便于自动切剪，可在图纸（如供复制用的底图）的四个角上分别绘出剪切符号。

剪切符号可采用直角边边长为 10mm 的黑色等腰三角形，如图 1-7a 所示，当使用这种符号对某些自动切纸机不适合时，也可以将剪切符号画成两条粗线段，线段的线宽为 2mm，线长为 10mm，如图 1-7b 所示。

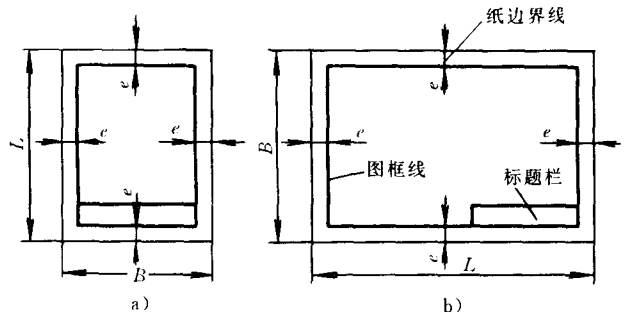


图 1-2 图框格式

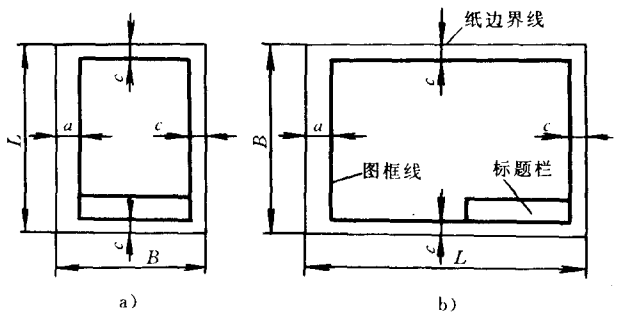


图 1-3 图框格式

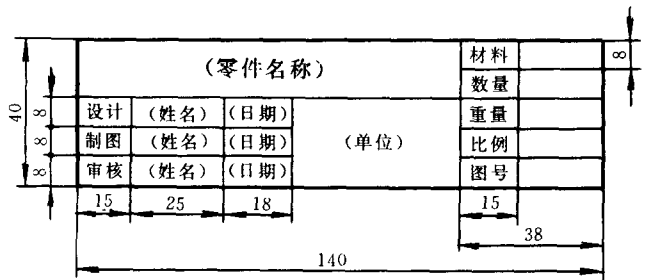


图 1-4 标题栏

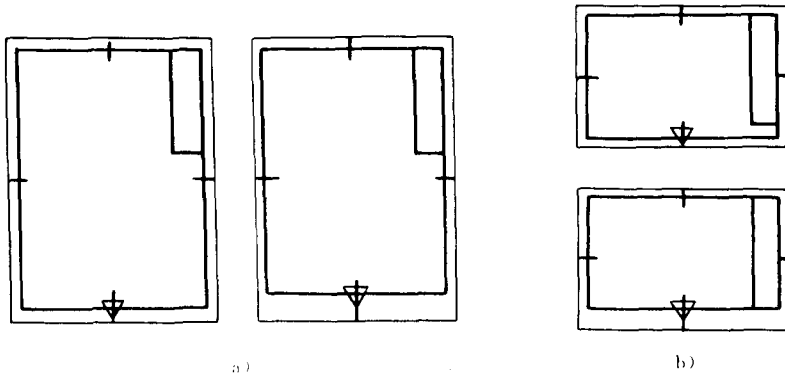


图 1-5 对中符号

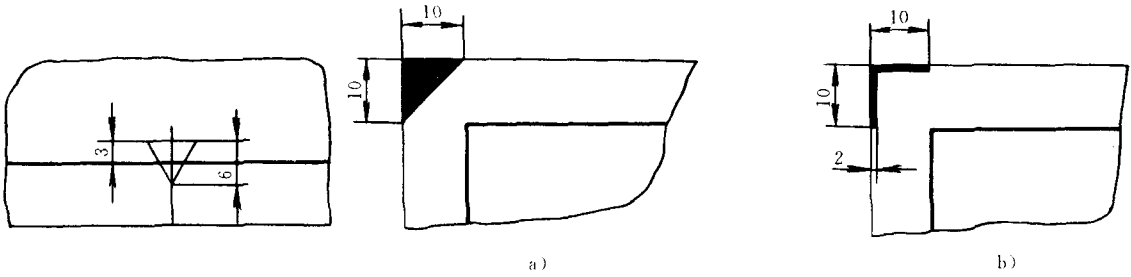


图 1-6 方向符号

图 1-7 剪切符号

二、比例 (GB/T14690-93)

图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。

原值比例 (full size): 比值为 1 的比例, 即 1 : 1。

放大比例 (enlargement scale): 比值大于 1 的比例, 如 2 : 1 等。

缩小比例 (reduction scale): 比值小于 1 的比例, 如 1 : 2 等。

绘图时优先选用表 1-2 中规定的比例, 并在图样的标题栏比例一栏中注明。必要时也允许选取表 1-3 中的比例, 标注尺寸时, 不论选用放大比例或缩小比例, 都必须标注机件的实际尺寸。

表 1-2

种 类	比 例		
原值比例	1 : 1		
放大比例	5 : 1	2 : 1	
	$5 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$1 \times 10^n : 1$
缩小比例	1 : 2	1 : 5	1 : 10
	$1 : 2 \times 10^n$	$1 : 5 \times 10^n$	$1 : 1 \times 10^n$

注: n 为正整数。

表 1-3

种 类	比 例				
放大比例	4 : 1	2.5 : 1			
	$4 \times 10^n : 1$	$2.5 \times 10^n : 1$			
缩小比例	1 : 1.5	1 : 2.5	1 : 3	1 : 4	1 : 6
	$1 : 1.5 \times 10^n$	$1 : 2.5 \times 10^n$	$1 : 3 \times 10^n$	$1 : 4 \times 10^n$	$1 : 6 \times 10^n$

注： n 为正整数。

比例符号以“:”表示，比例的表示方法如 1:1、1:500、20:1 等。物体的各视图尽量选取同一比例，必要时，可在视图名称的下方或右侧标注比例，如： $\frac{I}{2:1}$ $\frac{A \text{ 向}}{1:100}$ $\frac{B-B}{2.5:1}$ 。

三、字体 (GB/T 14691—93)

图样中书写的汉字、数字、字母须字体端正，笔划清楚，排列整齐，间隔均匀。

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, 20mm。如需要书写更大的字，其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体的号数即为

1. 汉字

图样上的汉字应写成长仿宋体字，并应采用国务院正式公布的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

长仿宋体汉字示例

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施工引水通风闸坝填棉麻化纤

2. 数字和字母

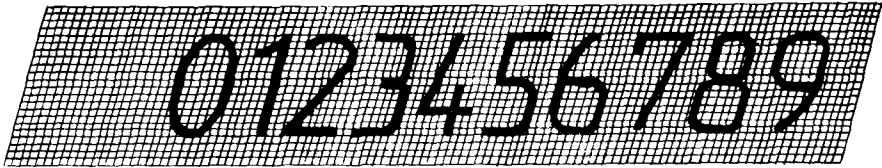
字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 (d) 为字高 (h) 的十四分之一，B 型字体的笔画宽度 (d) 为字高 (h) 的十分之一。

在同一图样上，只允许选用一种型式的字体。

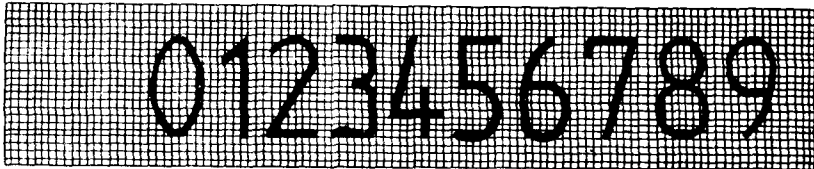
字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75° 。

A 型字体

斜体

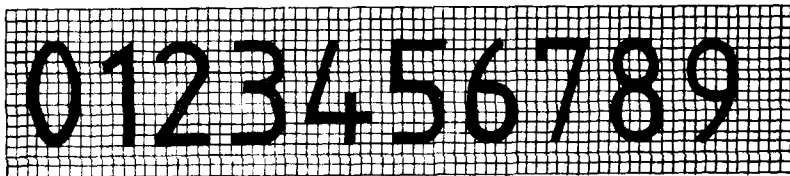


直体



B 型字体

直体



斜体及综合应用示例。



10Js5 (± 0.003) M24-6h
 $\phi 25 \frac{H6}{m5}$ $\frac{II}{2:1}$ $\frac{A向旋转}{5:1}$



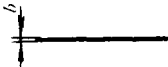
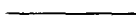


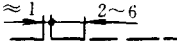
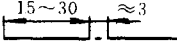
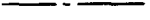
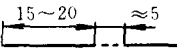
$\frac{6.3}{\nabla}$ R8 5% $\frac{3.50}{\nabla}$

四、图线及其画法

1. 图线的型式与应用 (根据 GB4457·4—84)

绘制图样时,应采用制图标准规定的八种图线(表 1-4)每种图线除名称外,都有相应代号。

表 1-4 GB4457·4—84 规定的图线

序号	图线名称		图线宽度	一般应用
1	粗实线		b (约 0.5~2mm)	A_1 可见轮廓线 A_2 可见过渡线
2	细实线		约 $b/3$	B_1 尺寸线及尺寸界线 B_2 剖面线 B_3 重合剖面的轮廓线 B_4 螺纹的牙底及齿轮的齿根线 B_5 引出线 B_6 分界线及范围线 B_7 弯折线 B_8 辅助线 B_9 不连续的同—表面的连线 B_{10} 成规律分布的相同要素的连线
3	波浪线		约 $b/3$	C_1 断裂处的边界线 C_2 视图和剖视的分界线
4	双折线		约 $b/3$	D_1 断裂处的边界线
5	虚线		约 $b/3$	F_1 不可见轮廓线 F_2 不可见过渡线
6	细点划线		约 $b/3$	G_1 轴线 G_2 对称中心线 G_3 轨迹线 G_4 节圆及节线
7	粗点划线			J_1 有特殊要求的线或表面的表示线
8	双点划线		约 $b/3$	K_1 相邻辅助零件的轮廓线 K_2 极限位置的轮廓线 K_3 坯料的轮廓线或毛坯图中制成品的轮廓线 K_4 假想投影轮廓线 K_5 试验或工艺结构(成品上不存在)轮廓线 K_6 中断线

图线在图样中的应用情况如图 1-8 所示。

图线宽度只有粗细两种,粗线的宽 b 按图的大小和复杂程度,在 0.5~2mm 之间选择,细线的宽度约为 $b/3$ 。图线宽度的推荐系列为:0.18*, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2mm。宽度为 0.18mm 的图线在图样复制中往往不清晰,尽量不采用,制图作业中推荐选用 0.7mm。

2. 图线画法要点

1) 同一图样中同种类的图线宽度应基本一致,虚线、点划线及双点划线的线段长度和间隔应各自大致相等。

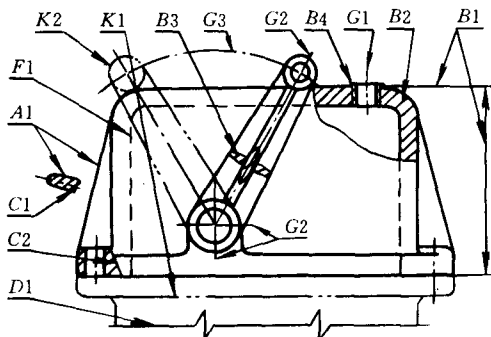


图 1-8 图线应用示例

2) 两条平行线（包括剖面线）之间的距离应不小于粗实线的两倍宽度，其最小距离不得小于 0.7mm。

3) 在绘制圆的对称中心线时，圆心应为线段的交点。点划线和双点划线的首末两端应是线段而不是短划，如图 1-9 所示。

4) 在较小的图形上绘制点划线或双点划线有困难时，可用细实线代替，如图 1-9c 所示。

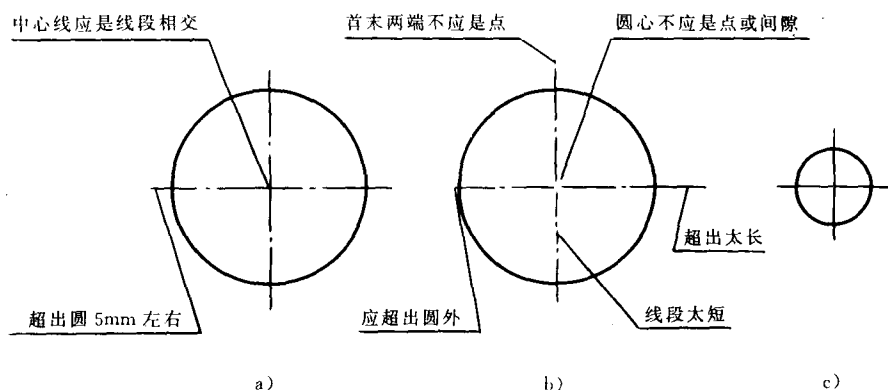


图 1-9 中心线的画法

a) 正确 b) 不正确 c) 小圆中心线的画法

5) 对称图形的对称中心线一般应超出图形外 5mm 左右。超出量在整幅图样中应基本一致，不能不超出，也不能超出太长，如图 1-9 所示。

6) 当图线相交时，必须是线段相交。当虚线是粗实线的延长线时，在虚实连接处，应留出空隙，如图 1-10 所示。

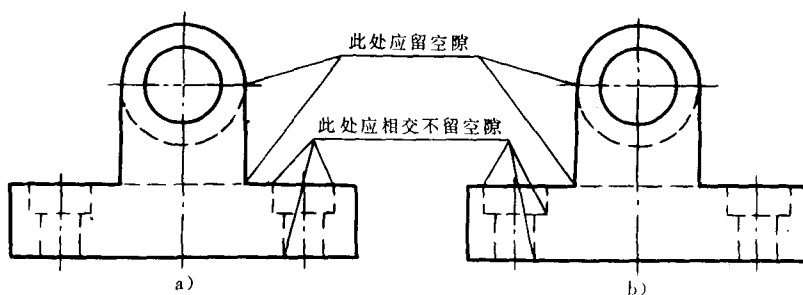


图 1-10 虚线、点划线的画法

a) 错误 b) 正确

五、尺寸注法 (GB4458·4—84)

图样上标注尺寸时，必须严格按照制图标准中有关尺寸注法的规定进行。

1. 基本规则

1) 机件的真实大小应以图样上所注尺寸数值为依据，与图形的大小及绘图的准确度无关。

2) 图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸以毫米为单位时,不需要标注其计量单位的代号或名称,若采用其他单位则必须注明。

3) 机件的每一尺寸,一般只标注一次,并应标注在反映该形状最清晰的图形上。

2. 尺寸要素

在图样上标注的尺寸,一般应由尺寸界线、尺寸线及其终端、尺寸数字所组成,如图 1-11 所示。

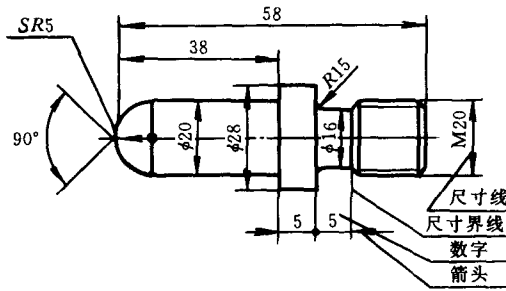


图 1-11 注尺寸的形式

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。也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线。

2) 尺寸线 用细实线绘制,尺寸线不能用其他图线代替,一般也不得与其他图线重合或画在其延长线上。当标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行。尺寸线的终端有下列两种形式:

①箭头 箭头的形式如图 1-12a 所示, b 为粗实线的宽度,它适用于各种类型的图样。

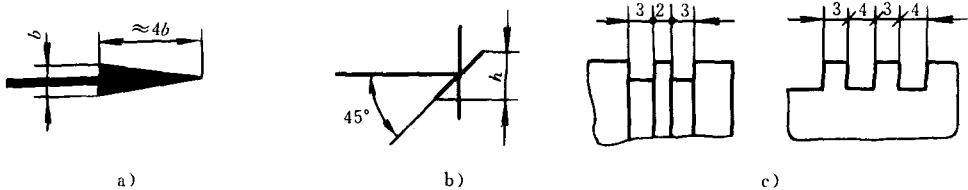


图 1-12 尺寸线终端的形式

a) 箭头 b) 斜线 c) 间隔小的尺寸线终端画法

②斜线 斜线终端用细实线绘制,其方向和画法如图 1-12b 所示, h 为字体高度。当采用该终端形式时,尺寸线与尺寸界线必须相互垂直。

同一张图样中只能采用一种尺寸线终端形式。采用箭头形式时,在地位不够的情况下,允许用圆点或斜线代替箭头,如图 1-12c 所示。

3) 尺寸数字 线性尺寸数字一般注在尺寸线的上方或中断处,在同一张图样上尽可能采用一种数字注写方法。

尺寸数字不可被任何图线所通过,当不可避免时,必须把图线断开,如图 1-13 所示。

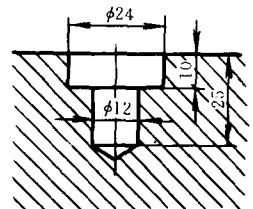


图 1-13 数字不可被任何图线所通过

3. 尺寸注法示例,见表 1-5