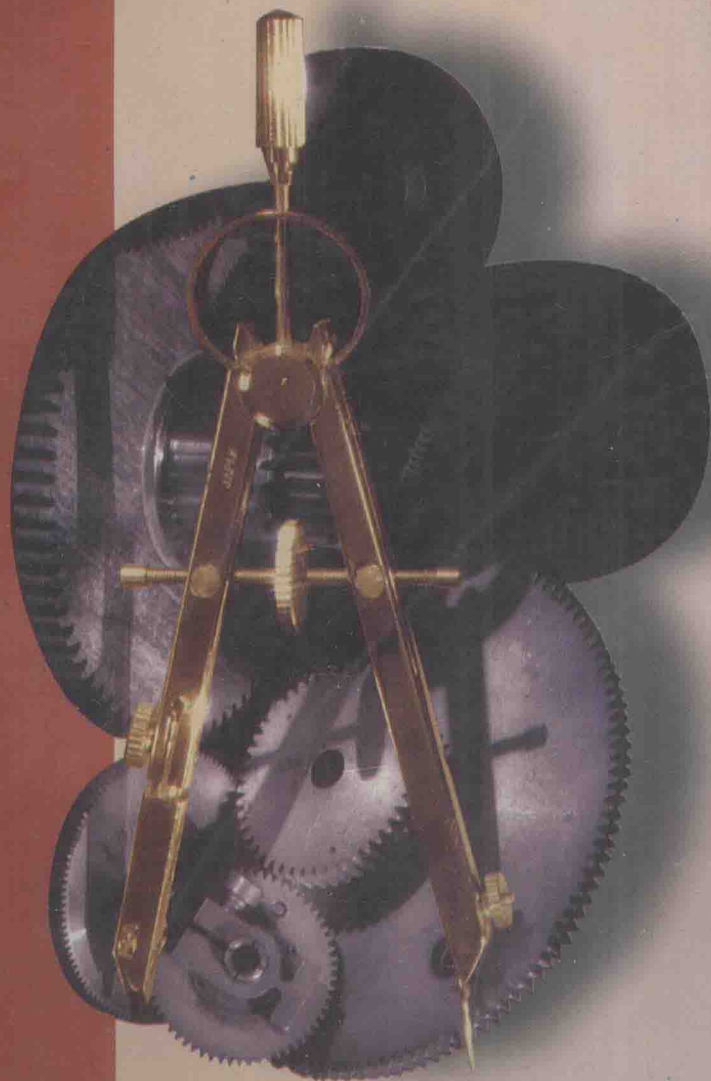


机 制 专 业 改 革 系 列 教 材

机械设计制图

●刘小年 胡凤兰/主编

JIXIESHEJIZHITU

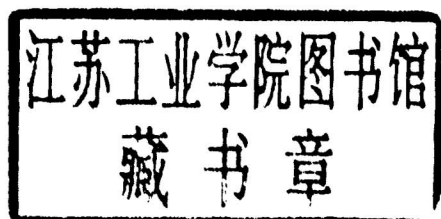


湖南科学技术出版社

机制专业改革系列教材

机械设计制图

刘小年 胡凤兰 主编



湖南科学技术出版社

机制专业改革系列教材

机械设计制图

主 编：刘小年 胡凤兰

责任编辑：肖和国

出版发行：湖南科学技术出版社

社 址：长沙市展览馆路 66 号

印 刷：湘潭大学印刷厂

（印装质量问题请直接与本厂联系）

厂 址：湘潭大学内

邮 编：411105

经 销：湖南省新华书店

出版日期：1998 年 9 月第 1 版第 1 次

开 本：787mm×1092mm 1/16

印 张：23.5

字 数：571000

印 数：1—2000

书 号：ISBN 7-5357-2482-5/TH·73

定 价：29.00 元

（版权所有·翻印必究）

前 言

根据国家教委于 1994 年批准的湘潭机电高等专科学校机制专业“大幅度”教改试点方案,为实现优化专科毕业生知识能力结构、加强专业技术应用能力培养的教改目的,作为改革的重大措施之一是规划编写一套与教改配套的系列教材,本书《机械设计制图》是其中的一本。

本书是按照机制专业教改组审定的机械设计制图课程教学大纲编写的。全书共分为十一章,主要内容包括制图的基本知识与技能、正投影与三视图、立体的投影、轴测图、组合体、机件的表达方法、标准件与常用件、零件图、零件图的技术要求、装配图和其他工程图样简介等。本书有如下特点:1. 真正体现基础理论以必需、够用为度,较大的削弱了画法几何的内容;2. 截断体、相贯体以工程应用实例为主,降低了求画截交线、相贯线的难度;3. 增加了实物测绘及徒手草图方法指导的内容,加强测绘能力的培养;4. 取消公差课,将公差课中的公差与配合、形位公差、表面粗糙度及常用标准件的公差等内容完全放到本教材中讲授;5. 紧密结合专业,本书零、部件所选图例均为本专业的专业图样;6. 本书全部采用技术制图与机械制图最新国家标准及与制图有关的其他标准。

本书由刘小年、胡凤兰主编,范冬英、李义祥为副主编,参加本书编写的人员有:唐开明(第一、四章),范冬英(第二、八章),刘小年(第三、十章),胡凤兰(第九章),蒋德军(第六、七章),李义祥(第五、十一章)。

全书由机械工业部教材编审委员会委员丁树模教授主审。

在本书编写过程中,得到了学校及机械系、教务处有关领导的大力支持,制图教研室的全体老师对本书的编写提出了许多宝贵的意见和建议,在此一并表示衷心的感谢。

编写试点专业改革系列教材是一种新的尝试,难度较大。本书虽于 1994 年起以讲义形式已连续使用四年,并几经修改,但由于我们的经验不足、水平有限,书中肯定还有许多不足,缺点、错误在所难免,恳请使用本书的教师和读者批评指正。

编 者

1998 年 7 月

绪 论

一、本课程的研究对象和任务

工程技术中根据投影原理并遵照国家标准规定绘制用于施工或产品制造的图称为工程图样,简称图样。图样是生产中重要的技术文件,也是进行技术交流的重要工具。因此,图样常被喻为是工程界共同的技术语言。作为一名工程技术人员不掌握这种语言,就无法从事工程技术工作。机械设计制图就是研究如何用正投影原理绘制和阅读机械图样的学科。其主要任务是:

- ① 学习掌握正投影的基本原理及应用;
- ② 正确熟练地使用绘图仪器工具,培养较强的绘图技能与技巧;
- ③ 培养绘制和阅读机械图样的能力;
- ④ 学习掌握国家标准《机械制图》有关规定,具有查阅有关标准及手册的能力;
- ⑤ 培养认真负责的工作态度和严肃认真、一丝不苟的工作作风。

二、本课程的特点和学习方法

本课程是一门既有理论又有较强实践性的技术基础课。因此,学习本课程应坚持理论联系实际的学风,在学好基本理论的同时,应通过大量的作业练习及读图实践,培养分析和解决工程实际问题的能力。此外,还应多深入到工厂、车间等生产第一线,不断丰富和增加生产实践知识,为学习后续课程和毕业从事技术工作奠定良好的基础。

俗话说“图上错一点点,生产中乱一大片”。绘制和阅读图样的任何一点疏忽,都有可能给生产造成严重的损失。因此,在学习中要注意养成认真负责、耐心细致、一丝不苟的工作作风。

三、我国工程图学的发展概况

我国是世界文明古国之一,在工程图学方面有着悠久的历史 and 成就。

从出土文物中考证,我国在一万多年以前,就能绘制花纹和几何图形。据《尚书》记载,在公元一千多年前,我国就出现了用以营造城邑用的建筑区域平面图。宋代李诫著的《营造法式》书中就有运用了正投影、轴测投影和透视投影的平面图、立面图和剖面图等图样。这充分证明了很早以前我国工程图学技术已经达到了很高的水平。

随着工业生产和科学技术突飞猛进的发展,工程图学也随之日益发展完善。尤其是计算机技术的普及和发展,为古老的工程图学增添了新的篇章。目前,计算机绘图技术已被广泛应用于科研院所和设计、生产部门。随着科学技术的发展,工程图学特别是计算机图学有着更光辉的前景。

目 录

绪论

第一章 制图的基本知识与技能	(1)
第一节 《技术制图》和《机械制图》国家标准的一般规定.....	(1)
第二节 绘图工具和仪器的使用	(13)
第三节 常见几何图形的作法	(18)
第四节 平面图形的分析与作图方法	(26)
第二章 正投影与三视图	(32)
第一节 投影法的基本知识	(32)
第二节 点的投影	(35)
第三节 直线的投影	(41)
第四节 平面的投影	(53)
第五节 物体的三视图	(63)
第三章 立体的投影	(68)
第一节 基本体的投影及其表面上取点、取线.....	(68)
第二节 切割体的投影	(75)
第三节 相贯体的投影	(85)
第四节 切割体与相贯体的尺寸标注	(92)
第四章 轴测投影图	(94)
第一节 轴测投影的基本知识	(94)
第二节 正等测图	(95)
第三节 斜二测图.....	(100)
第四节 组合体轴测图的画法.....	(102)
第五节 轴测剖视图的画法.....	(107)
第六节 轴测草图的画法.....	(108)
第五章 组合体	(111)
第一节 组合体及形体分析法.....	(111)
第二节 组合体三视图的画法.....	(115)
第三节 组合体的尺寸标注.....	(120)
第四节 看组合体三视图的方法.....	(126)
第五节 组合体的形体构思设计.....	(134)
第六章 机件的表达方法	(137)
第一节 视图.....	(137)
第二节 剖视图.....	(140)
第三节 剖面图.....	(151)

第四节	局部放大图及其他表达方法·····	(154)
第五节	表达方法综合运用举例·····	(159)
第六节	第三角画法简介·····	(163)
第七章	标准件与常用件·····	(168)
第一节	螺纹及螺纹紧固件·····	(168)
第二节	键联接和销联接·····	(181)
第三节	滚动轴承·····	(184)
第四节	齿轮·····	(187)
第五节	弹簧·····	(201)
第八章	零件图·····	(204)
第一节	零件图的作用与内容·····	(204)
第二节	零件图的表达分析·····	(206)
第三节	零件图的尺寸标注·····	(217)
第四节	零件结构的工艺性·····	(231)
第五节	零件测绘·····	(236)
第六节	读零件图·····	(243)
第九章	零件图上的技术要求·····	(247)
第一节	圆柱体结合的公差与配合·····	(247)
第二节	表面粗糙度·····	(267)
第三节	形状和位置公差·····	(276)
第四节	常用标准件的公差与配合·····	(299)
第五节	零件的热处理及机械工业产品质量特征重要度的标注·····	(312)
第十章	装配图·····	(314)
第一节	装配图的作用与内容·····	(314)
第二节	部件的表达方法·····	(316)
第三节	装配图的尺寸标注和技术要求·····	(319)
第四节	装配图的零件序号和明细栏·····	(320)
第五节	装配图的画法·····	(321)
第六节	装配工艺结构的合理性·····	(323)
第七节	部件测绘·····	(326)
第八节	看装配图和由装配图拆画零件图·····	(331)
第十一章	其他工程图样简介·····	(338)
第一节	展开图·····	(338)
第二节	国外图样简介·····	(343)
附录	·····	(345)

第一章 制图的基本知识与技能

作为一种传递技术信息的工具,图样是现代工业生产的重要技术文件。为便于生产、交流,对图样的画法、尺寸注法等由国家标准局制定了一系列的实施标准。用于机械图样的实施标准有国家标准《技术制图》和国家标准《机械制图》。

本章除介绍上述标准中有关图纸幅面、比例、字体、尺寸注法等的规定外,还将介绍制图仪器工具的使用、几何作图方法、平面图形尺寸及线段分析和徒手绘图等基本知识。

第一节 《技术制图》和《机械制图》国家标准的一般规定

一、图纸幅面(GB/T14689—93)^①

为了科学地进行生产管理,绘制图样的图纸幅面及格式应具有一定的规定。

1. 幅面尺寸

绘制技术图样时,应优先采用用表 1-1 所规定的幅面尺寸,称为基本幅面。必要时,允许采用表 1-2 和表 1-3 中所规定的加长幅面。加长幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出的,如图 1-1 所示。

2. 图框格式

图样无论是否装订,均应在图幅内绘制图框。图框用粗实线绘制,分为不留装订边和留有装订边两种格式。同一产品的图样只能采用一种格式。

不留装订边的图样,其图框格式如图 1-2 所示,周边尺寸 e 按表 1-4 中规定选取。

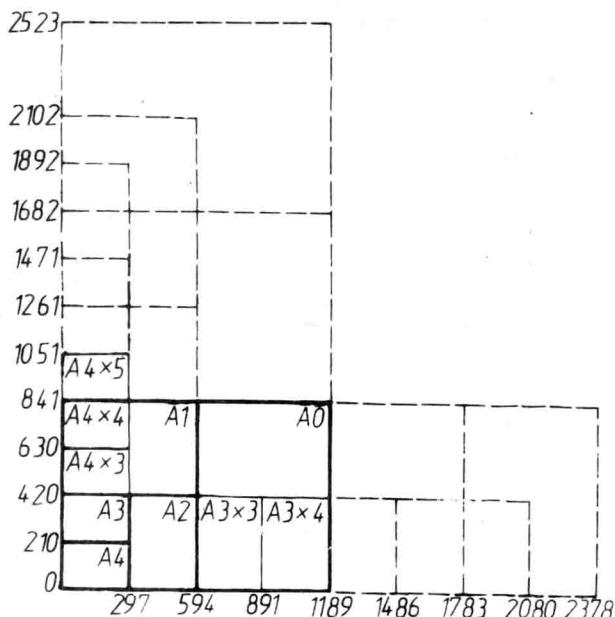


图 1-1 基本幅面与加长幅面

表 1-1 基本幅面 (mm)

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

表 1-2 加长幅面(一) (mm)

幅面代号	尺寸(B×L)
A3×3	420×891
A3×4	420×1189
A4×3	297×630
A4×4	297×841
A4×5	297×1051

^① 国家标准简称“国标”,代号“GB”后面的数字为国际编号,“93”表示该标准是 1993 年颁布的。

表 1-3

加长幅面(二)

(mm)

幅面代号	尺寸(B×L)	幅面代号	尺寸(B×L)
A0×2	1189×1682	A3×5	420×1468
A0×3	1189×2523	A3×6	420×1783
A1×3	841×1783	A3×7	420×2080
A1×4	841×2378	A4×6	297×1261
A2×3	594×1261	A4×7	297×1471
A2×4	594×1682	A4×8	297×1682
A2×5	594×2102	A4×9	297×1892

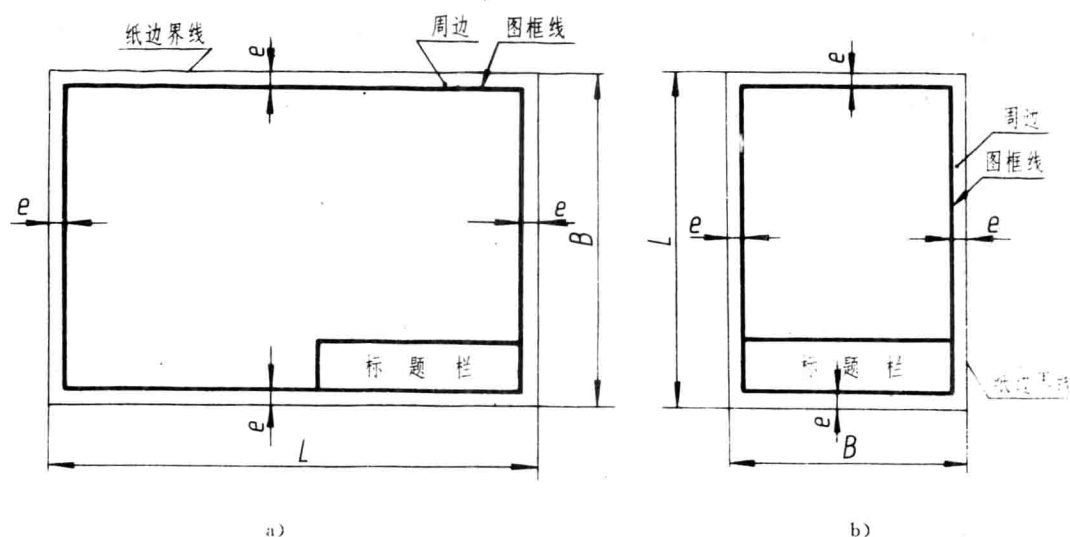


图 1-2 不留装订边的图框格式

留有装订边的图样,其图框格式如图 1-3 所示,周边尺寸 a 、 c 按表 1-4 中规定选取。

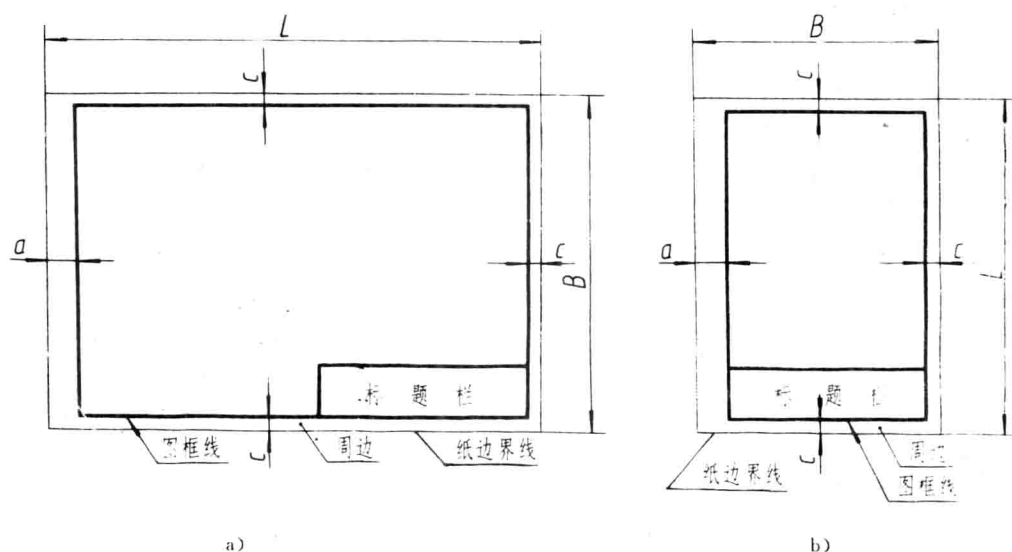


图 1-3 留有装订边的图框格式

(mm)

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841×1189	594×841	420×594	294×420	210×297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

3. 标题栏的格式与方位

绘图时,须在每张图纸的右下角画出标题栏。标题栏的格式和尺寸按 GB/T 699.1—89 的规定,如图 1-4 所示。学校的制图作业中,可采用如图 1-5 所示的简便格式。

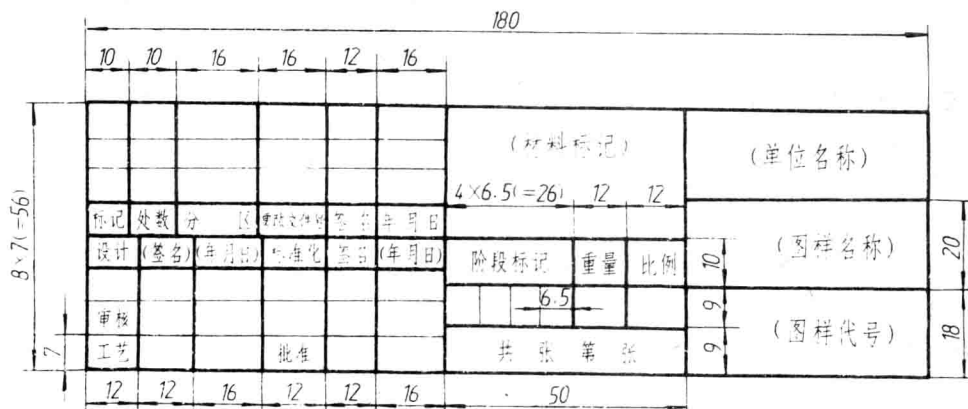


图 1-4 标题栏的格式及其各部分的尺寸

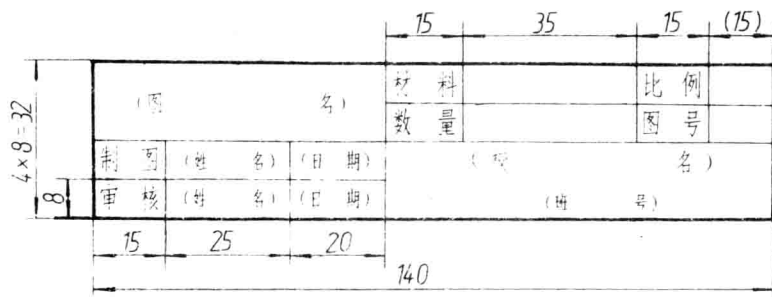


图 1-5 制图作业中可使用的标题栏格式

当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 1-2 a) 和图 1-3 a) 所示;当标题栏的长边与图纸的长边垂直时,则构成 Y 型图纸,如图 1-2 b) 和图 1-3 b) 所示。此时,看图的方向与看标题栏的方向一致。

为了利用预先印制好的图纸,允许将 X 型图纸的短边置于水平位置使用,如图 1-6 a) 所示;或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用,如图 1-6 b) 所示。但为了明确绘图与看图时的图纸方向,应在图纸的下边对中符号处画出一个方向符号,如图 1-6 所示。

方向符号是用细实线绘制的等边三角形,其大小及所在位置如图 1-7 所示。

为了复制或缩微摄影的方便,应在图纸周边的中央部分画入图框内约 5mm 的一段粗实线作为对中符号,如图 1-6 所示。

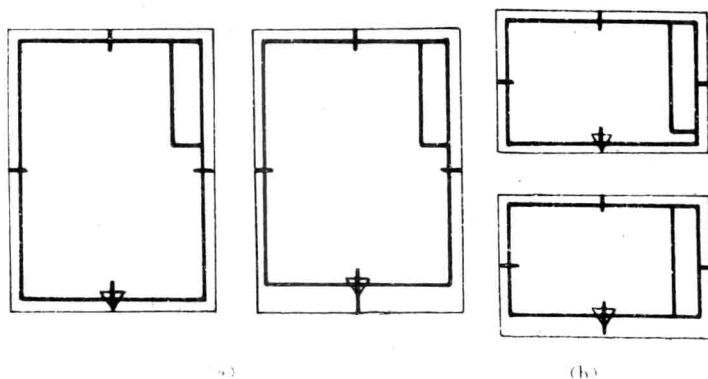


图 1-6 方向符号和对中符号

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。

需要按比例绘制图样时,应由表 1-5 中所规定的系列中选取适当的比例。

绘制图样时,应尽量采用原值比例,以便看图时能从图样上得到实物大小的真实概念。如果机件太大或太小,则可采用缩小或放大比例。但不论采用何种比例,图样所标注的

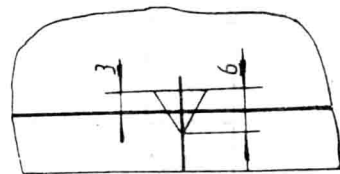


图 1-7 方向符号的大小与位置

表 1-5 规定的比例(一)

种 类	比 例
原值比例(比值为 1 的比例)	1 : 1
放大比例(比值 > 1 的比例)	5 : 1 2 : 1 $5 \times 10^n : 1$ $2 \times 10^n : 1$ $1 \times 10^n : 1$
缩小比例(比值 < 1 的比例)	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 1-6 规定的比例(二)

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 为正常数。

尺寸均为机件的实际尺寸。如图 1-8 所示为同一机件采用不同比例所画的图形。

必要时,也允许选取表 1-6 中的比例。

同一机件的各个图形采用相同的比例绘制,并在标题栏中的比例栏内进行填写。比例符号以“:”表示,如 1 : 1 或 1 : 5 等。必要时,可在视图名称的下方或右侧标注比例,如: $\frac{1}{2} : 1$ 、 $\frac{A}{1 : 2}$ 、 $\frac{B}{2 : 1}$ 等。

三、字体(GB/T14691-93)

在图样上除了用图形表达机件形状外,还要用文字、字母、数字等来说明机件的大小、技术要求及其他内容。

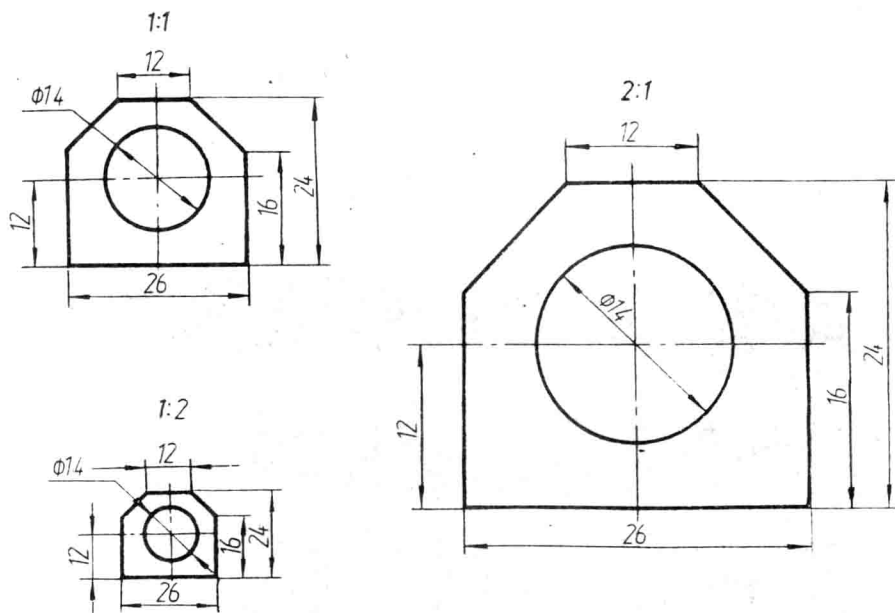


图 1-8 同一机件采用不同比例所画的图形

国家标准规定字体的书写必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字体的大小根据图样的实际情况选取。字体的大小取决于字体的高度——即字体号数。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 $\sqrt{2}$ 的比例递增。

1. 汉字

图样上的汉字应写成长仿宋体字,并采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度 h 应不小于 3.5mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

图 1-9 为长仿宋体字的基本笔划及结构特点示例,通过这个示例我们可以归纳出长仿宋体字的书写特点:横平竖直,起落有致,布置合理,排列匀称。

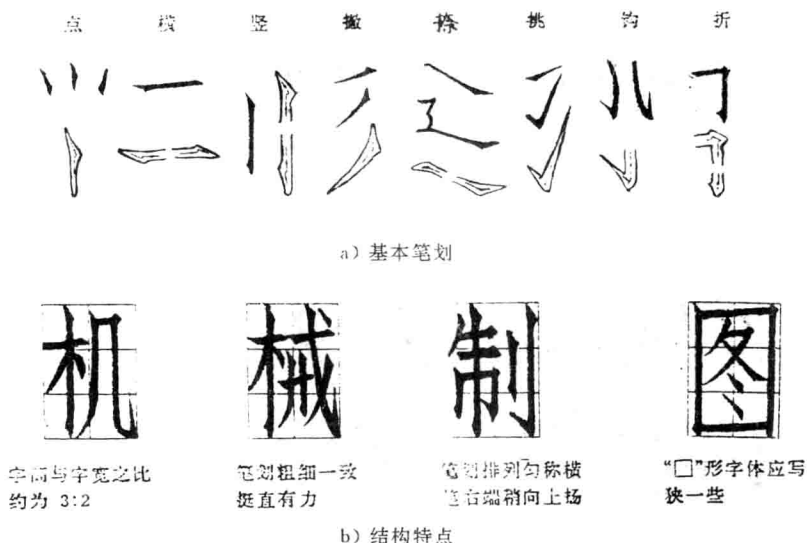


图 1-9 长仿体字基本笔划及结构特点

2. 字母和数字

字母和数字分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度(d)为字高(H)的 $1/14$; B 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 $1/10$ 。同一图样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° 。图样上一般采用斜体字。如图 1-10 为字母和数字书写的几种示例。

A 型



B 型

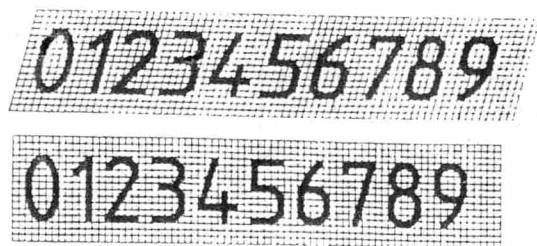


图 1-10 字母和数字字示例

3. 综合应用规定

用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母,一般应采用小一号的字体。

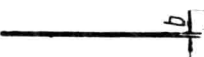
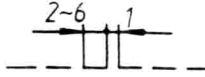
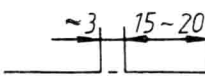
四、图线(GB4457.4-84)及其画法

1. 图线的型式及应用

机件的图形是用各种不同粗细和型式的图线绘制而成。为了正确的理解和表达图形,绘图时应严格按照规定采用表 1-7 中所列的八种线型。

表 1-7

图线的名称型式和应用举例

图线名称	图线型式	代号	图线宽度	图线应用举例(见图 1-11)
粗实线		A	$b=0.5\sim 2$	A1 可见轮廓线
细实线		B	约 $b/3$	B1 尺寸和尺寸界线; B2 剖面线; B3 重合剖面的轮廓线
波浪线		C	约 $b/3$	C1 断裂处的边界线; C2 视图与剖视的分界线
双折线		D	约 $b/3$	D1 断裂处的边界线
虚线		F	约 $b/3$	F1 不可见轮廓线
细点划线		G	约 $b/3$	G1 轴线; G2 对称中心线; G3 轨迹线
粗点划线		J	b	有特殊要求的线或表面的表示线
双点划线		K	约 $b/3$	K1 相邻辅助零件的轮廓线; K2 极限位置的轮廓线

注:表中虚线、细点划线、双点划线的线段长度和间隔的数值可供参考。图线的应用,列举的只是常见例子。

图 1-11 为图线的应用示例。

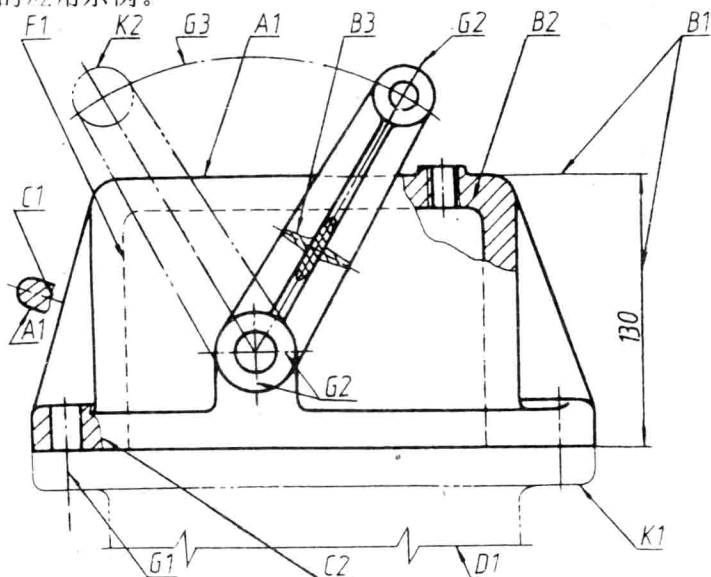


图 1-11 图线应用示例

2. 图线画法及其注意的问题

① 同一图样中,同类型的图线的宽度应一致。虚线、点划线及双点划线各自的线段长度和间隔距离应力求一致。

② 点划线和双点划线中的点是极短的一划(长约 1mm),不能画成圆点,且应点、线一起绘制,而线的首末两端应该是线段,不应画成点。

③ 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。

除此以外,画图时还应注意在图线的交、接、切处的一些习惯画法,如表 1-8 所示。

表 1-8

图线交、接、切处习惯画法

画 法	画 例	
	正 确	错 误
虚线与虚线或实线相交,应以线段相交,不得留有空隙		
点划线应以线段相交,点划线的首末两端应是线段而不是点,并应超出图形 3~5mm		
图线与图线相切,应以切点相切,相切处应保持相切两线中较宽的图线的宽度,不得相割或相离		

五、尺寸注法(GB4458.4—84)

1. 尺寸标注的基本规则

① 机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据,与图形的大小及绘图准确程度无关。

② 图样中的尺寸,以毫米为单位时,不需标注计量单位的名称或代号,如采用其他单位,则必须注明。

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。

④ 机件的每一尺寸,一般只标注一次。并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸标注的几个要素

一个完整的尺寸是由尺寸界线、尺寸线、尺寸数字这三个基本要素组成,如图 1-12 所示。

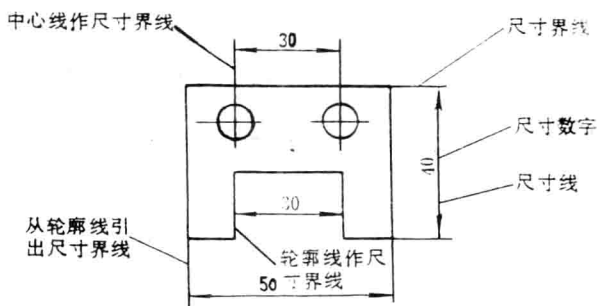


图 1-12 尺寸的基本要素

(1) 尺寸界线

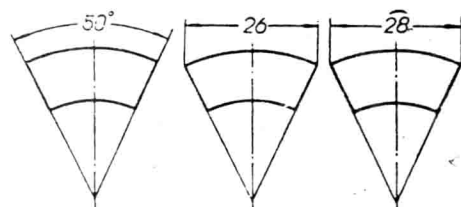
尺寸界线用细实线绘制,用以表示所注尺寸的范围。

尺寸界线一般由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出,也可利用轮廓线、轴线、或对称中心线作为尺寸界线。通常,尺寸界线应与尺寸线垂直,并超出尺寸线终端 2 mm 左右。必要时允许尺寸界线与尺寸线倾斜。

(2) 尺寸线

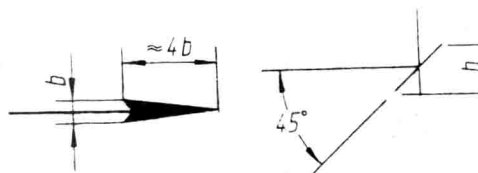
尺寸线用细实线绘在尺寸界线之间,表示尺寸度量的方向。

尺寸线必须单独绘制,不能用其他图线代替,也不得与其他图线重合或画在其他图线的延长线上。标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行,如图 1-12 所示;标注角度,尺寸线应画成圆弧,圆心是该角的顶点〔图 1-13 a)〕;弦长和弧长的尺寸线画法如〔图 1-13 b)、c)〕。



a) 角度 b) 弦长 c) 弧长

图 1-13 角度、弦长、弧长的尺寸标注



a) 箭头形式 b) 斜线形式

图 1-14 尺寸线终止的画法

尺寸线的终端有两种形式：

箭头；如图 1-14 a) 所示；适用于各种类型的图样。

斜线：用细实线绘制，其画法如图 1-14 b) 所示。当尺寸线的终端采用斜线形式时，尺寸线与尺寸界线必须互相垂直。同一张图样中应尽量采用一种尺寸线终端形式。

(3) 尺寸数字

尺寸数字表示所注机件尺寸的实际大小。

线性尺寸的数值一般注写在尺寸线上的上方，也可注在尺寸线的中断处。尺寸数字的书写方法有两种：

方法一：如图 1-15 a) 表示，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其字头保持有朝上的趋势。但在 30° 范围内应尽量避免标注尺寸，当无法避免时，可参照如图 1-15 b) 的形式标注。

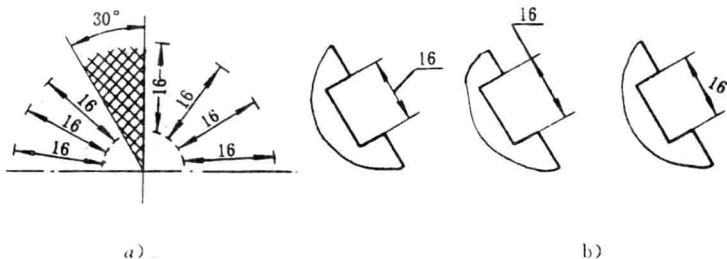


图 1-15 线性尺寸数字的注写方法之一

方法二：如图 1-16 所示，对于非水平方向的尺寸，其数字可水平地注写在尺寸线的中断处。

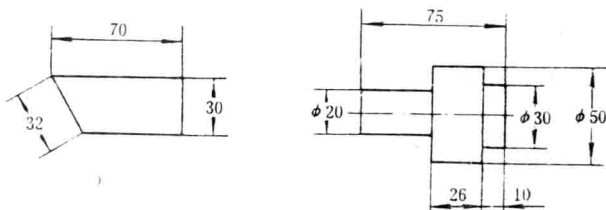


图 1-16 线性尺寸数字的注写方法之二

在注写尺寸数字时，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 1-17 所示。

3. 常用的尺寸注法

根据国家标准的有关规定，表 1-9 列举了一些常见的尺寸注法示例以供参考。

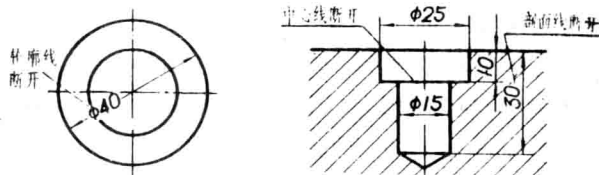


图 1-17 保证尺寸数字清晰的注法