

MECHANICAL DRAWING

机械

JI
XIE

制图

ZHI
TU

陈家能 主编

陈洁 马霞 参编
吴桂华 李杰



重 庆 大 学 出 版 社

内 容 提 要

本书是根据现代机械类专业人才对机械制图知识的需求,并结合机械类试点专业的需要编写而成的。其内容包括:制图的基本知识,计算机绘图,投影的基础知识,立体及其表面交线,轴测图,组合体,视图的表达方法,标准件和常用件,零件图,装配图。其中,计算机绘图的部分内容融入到了相关的一些章节里。本书采用的标准均是迄今为止最新的国家标准。

本书可作为机械类或非机类专业用教材,也可供函授大学或有关工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/陈家能主编. —重庆:重庆大学出版社,2003.9

ISBN 7-5624-2957-X

I. 机... II. 陈... III. 机械制图 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 060108 号

机 械 制 图

陈家能 主编

陈 洁 马 霞 吴桂华 李 杰 参编

责任编辑:谭 敏 版式设计:谭 敏

责任校对:任卓惠 责任印制:秦 梅

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (市场营销部)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

开本:787×1092 1/16 印张:17.5 字数:437 千

2003 年 9 月第 1 版 2003 年 9 月第 1 次印刷

印数:1—4 000

ISBN 7-5624-2957-X/TH·126 定价:23.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有 翻印必究

前言

本教材是为了适应工程图学的教学改革需要,面向 21 世纪机械类或近机类人才培养目标而编写的。机械类试点专业或专业建设,应采用新的教材去适应不同培养目标的需要,本教材力求做到在保留机械制图传统教学优点的同时融入一些新的内容。内容力求精简,语言力求通顺,使学生通过本教材的学习,在后续课程或今后的生产实践中达到能够熟练地绘图和看图的目的。

教材的编写具有以下特点:

机械制图作为一门专业基础课,将学生在今后的实践中可能接触到的产品零件图纳入到教材中来,使学生能较快地适应新的工作,教材内收集了部分摩托车配件作为教材图例,使教学内容有所更新。

计算机绘图已经在各个工厂、大专院校和科研院所全面普及开来,本教材除了专门用第 2 章讲述了计算机绘图外,还将计算机绘图的部分内容融入到了其他章节,强调在作图中采用计算机绘图的技能,同时对采用仪器绘图也做了较为详细的介绍。

注重学生实用技能的学习。在教材的相关部分介绍了徒手绘制草图的方法和步骤,增强了学生在现场绘制草图的能力。

采用最新国家标准。

本教材适用于机械类或近机类专业 70 ~ 100 学时使用。

本书由吴桂华编写第 1、3 章;由马霞编写第 4 章;由陈洁编写第 5、6 章;由李杰编写第 9 章;由陈家能编写第 2、7、8、10 章。

感谢何玉林教授任本书的主审。

感谢陈华江和李长江两位老师参加了本书的校核工作,感谢为本书提出过宝贵建议的,关心和帮助本书出版的所有人员。

由于编者水平有限,本书难免存在缺点和错误,敬请读者批评指正。

编者

2003. 5

目 录

绪论	1
第 1 章 制图的基本知识和技能	3
1.1 国家标准的有关规定	3
1.2 绘图工具及其使用方法	13
1.3 几何作图	14
1.4 平面图形的分析与画法	18
第 2 章 计算机绘图	23
2.1 概述	23
2.2 AutoCAD 绘图设置	24
2.3 绘图基本命令	29
2.4 点的精确定位	32
2.5 基本编辑命令	34
2.6 AutoCAD 绘图步骤	41
第 3 章 点、直线和平面的投影	43
3.1 投影的基本知识	43
3.2 点的投影	45
3.3 直线的投影	49
3.4 平面的投影	57
3.5 直线与平面及两平面相交	63
3.6 变换投影面法	66
第 4 章 立体的投影	72
4.1 平面立体的投影	72
4.2 曲面立体的投影	75
4.3 截交线	81
4.4 相贯线	88
第 5 章 轴测图	94
5.1 轴测投影的基本知识	94
5.2 正等轴测图	95
5.3 斜二等轴测图	102
第 6 章 组合体	104
6.1 概述	104

6.2	组合体视图的画法	108
6.3	组合体的尺寸标注	113
6.4	组合体的读图	118
6.5	AutoCAD 尺寸标注	128
6.6	AutoCAD 绘图步骤	134
第7章	机件常用的表达方法	135
7.1	视图	135
7.2	剖视图	138
7.3	断面图	146
7.4	局部放大图及简化画法	148
7.5	表达方法的综合应用	151
7.6	第三角投影法简介	152
7.7	区域填充	154
第8章	标准件和常用件	157
8.1	螺纹与螺纹紧固件	157
8.2	齿轮	168
8.3	键、销连接	175
8.4	滚动轴承	177
8.5	弹簧	180
8.6	图块操作	182
第9章	零件图	185
9.1	零件图的作用和内容	185
9.2	零件图的视图选择及尺寸注法	186
9.3	表面粗糙度	193
9.4	公差与配合、形位公差简介	198
9.5	零件上常见的工艺结构及尺寸标注	205
9.6	看零件图	210
9.7	零件测绘	212
第10章	装配图	216
10.1	装配图的作用和内容	216
10.2	装配图的特殊表达方法	217
10.3	装配图的尺寸标注和技术要求	220
10.4	装配图的零件序号和明细栏	221
10.5	机器上常见的装配结构	222
10.6	部件测绘和装配图的画法	224
10.7	看装配图和由装配图拆画零件图	234
附录		239
参考文献		273

绪 论

(1) 我国工程图学的发展概况

工程图学学科同其他学科一样,它的产生和发展与社会生产的发展密切相关,它是工程技术人员长期生产经验的积累和总结。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。春秋时代的《周礼·考工记》中记载了对规矩、绳墨、悬垂等绘图工具的应用。公元1100年的雕版印刷书《营造法式》中有用各种方法画出的570幅图样,书中记载的各种图样与现代的正投影图、轴测图、透视图的画法已非常接近。由于我国长期处于封建社会中,科学技术发展缓慢。直到1959年,我国才正式颁布了国家标准《机械制图》,这以后又对国家标准进行了多次修订,形成了现有的标准。

随着计算机技术的广泛应用,特别是在70年代后期,微型计算机的出现,使绘图技术发生了深刻的变化。各种各样的绘图软件不断更新,各种计算机外部设备不断研制成功,对工程图学的发展前景产生了重大影响。计算机绘图已经深入到了生产的各个领域,各个工厂、公司、学校和设计院等已经用计算机全面取代了尺规绘图。计算机绘图、计算机辅助设计(CAD)技术,推动了现代制造业的发展,作为具备现代知识的大学毕业生,掌握计算机绘图的基本方法,是对毕业生的基本要求之一。近年来,用计算机进行三维设计的技术发展很快,同时出现了各种先进的三维设计软件,设计者直接采用三维软件在计算机上制作实体,并将其与数控设备相连接,这样加工生产零件的过程就省去了二维绘图设计的工序,这是对工程制图知识结构的重大挑战。总之,随着科学技术的不断发展,工程技术人员在工程图学方面的知识更新、观念更新是十分重要的。

在工程技术中,按一定的投影方法和技术规定,将物体的结构形状、尺寸和技术要求正确地表达在图纸上,称为工程图样。在现代工业生产中,设计和改进机器或设备时需要通过图样来表达设计意图,并根据图样来进行生产。因此,图样是设计、制造、检验、使用机器和进行交流的一种主要技术资料。图样被称为工程技术界的“语言”,每个工程技术人员都必须掌握这种语言。

(2) 本课程的性质和内容

工程制图课程是一门技术基础课程,它包括制图的国家标准、画法几何、制图基础、机械制图和计算机绘图5个部分。

制图的国家标准种类比较多,每个工程技术人员在今后绘制的工程图纸中都必须严格执

行国家标准,本课程只对少数的国家标准进行简介,以使学生掌握查阅国家标准的方法为目的。

画法几何部分主要是使学生掌握投影的基本方法和理论,这部分是学习工程制图的理论基础。

制图基础部分介绍基本体及组合体的投影,介绍表达物体外部形状和内部结构的基本方法,使学生掌握机械图形的各种画法,正确表达物体的形状。

机械制图部分主要介绍标准件、常用件的画法,介绍零件图和装配图的画法,使学生掌握表面粗糙度、尺寸公差和形位公差等技术要求。

计算机绘图部分主要介绍计算机绘图的基本知识,使学生掌握计算机绘图的基本方法。

(3)本课程的学习目的

1)培养空间想象力,提高对空间物体的观察、分析和表达能力,掌握用正投影法表达空间物体的基本理论和方法。

2)掌握使用仪器绘图和计算机绘图的基本方法,正确地绘制并看懂各种机械图样。

3)培养耐心细致的工作作风和严肃认真的工作态度。

(4)学习本课程的注意事项

1)培养学生的画图能力和看图能力,是学习本课程的主要任务。画图是将空间物体表达在平面上,而看图是将平面图形返回到空间形状中去。在培养学生的空间想象能力方面,看图的难度比画图的难度大。因此,在学习本课程的过程中,要注意培养自己的空间思维能力。

2)技能性学习在本课程的学习中占有一定的比例。在学习过程中,要正确掌握使用绘图仪器和工具的方法,要正确掌握计算机绘图的方法,不断提高绘图技巧。

3)本课程是实践性很强的一门课程,要真正掌握本课程所涉及的知识,只有通过完成一系列的作业和练习来实现。所以在学习过程中,学生都要独立完成一整套制图作业。

第 1 章

制图的基本知识和技能

1.1 国家标准的有关规定

图样是现代工业生产中最基本的技术文件,是工程界的共同语言。为了正确地绘制和阅读工程图样,为了便于指导生产和对外进行技术交流,工程技术人员必须熟悉和掌握有关标准和规定。国家标准《技术制图》和《机械制图》是工程界重要的技术基础标准,是绘制和阅读工程图样的依据。

我国国家标准简称国标,其代号是“GB”,例如 GB/T14689—1993,其中 GB/T 是表示推荐性国标,14689 是标准编号,1993 是发布年号。国家标准对图样的画法、尺寸标注等内容作了统一的规定。每个工程技术人员都必须掌握并严格遵守。

本节仅就图幅、比例、字体、图线、尺寸标注等基本规定予以介绍。

1.1.1 图纸的幅面及格式(GB/T 14689—1993)

1) 图纸幅面尺寸

绘制技术图样时,首先采用表 1.1 中的基本幅面规格尺寸。必要时,可以加长幅面。加长幅面是按基本幅面的短边成整数倍增加。

表 1.1 基本幅面尺寸和图框尺寸

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

各号基本幅面尺寸关系如图 1.1 所示,图中粗实线所示为基本幅面,虚线所示为加长幅面。沿着某一号幅面的长边对裁,即为下一号幅面的大小。例如,沿 A1 幅面的长边对裁,即

为 A2 的幅面,以此类推。

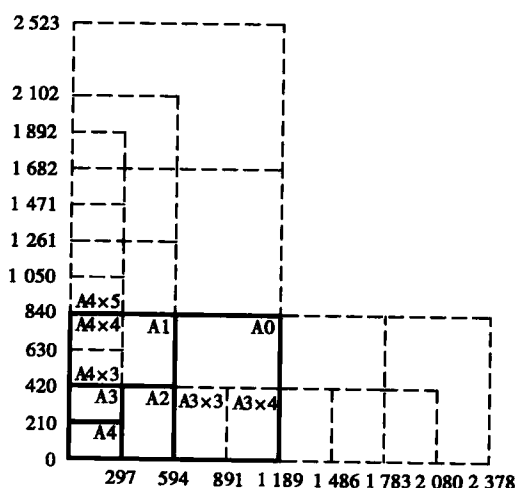


图 1.1 图纸的基本幅面和加长幅面

2) 图框格式

在图纸上必须用粗实线绘制图框线。需要装订的图样,如图 1.2 所示,边框有 a (装订边) 和 c 两种尺寸;不需要装订的图样,如图 1.3 所示,边框只有一种 e 尺寸。 a 、 c 、 e 的尺寸见表 1.1 所示。装订时,一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装。

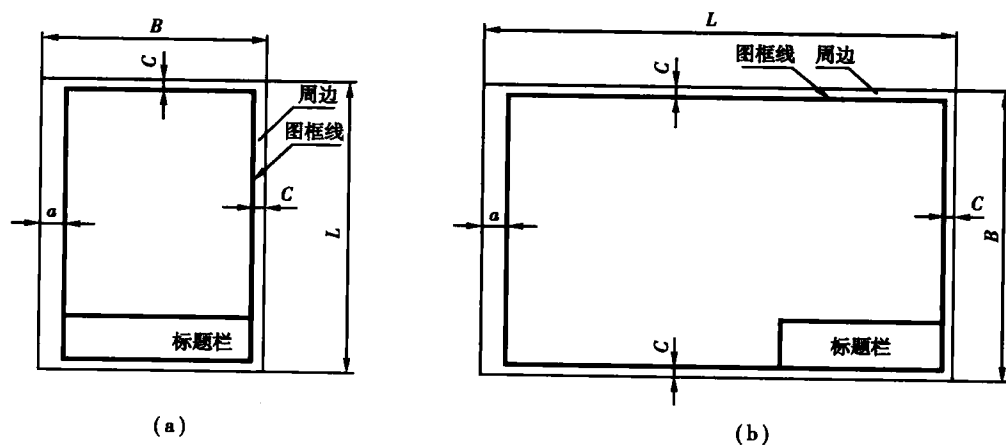


图 1.2 留装订边的图框格式

为了使图样复制和缩微摄影时定位方便,应在图纸各边长的中点处分别画出对中符号,对中符号是从周边画入图框内约 5 mm 的一段粗实线,如图 1.4 所示。

若使用预先印制的图纸时,为了明确绘图和看图方向,应在图纸的下边对中符号处画出一个方向符号,如图 1.4(d) 所示。

3) 标题栏及其配置

每张图样必须绘制标题栏,标题栏应位于图纸的右下角,如图 1.2 或图 1.3 所示,此时,标题栏中文字的方向应为看图方向。也允许将标题栏放在图纸的右上角,如图 1.4 所示,但必须

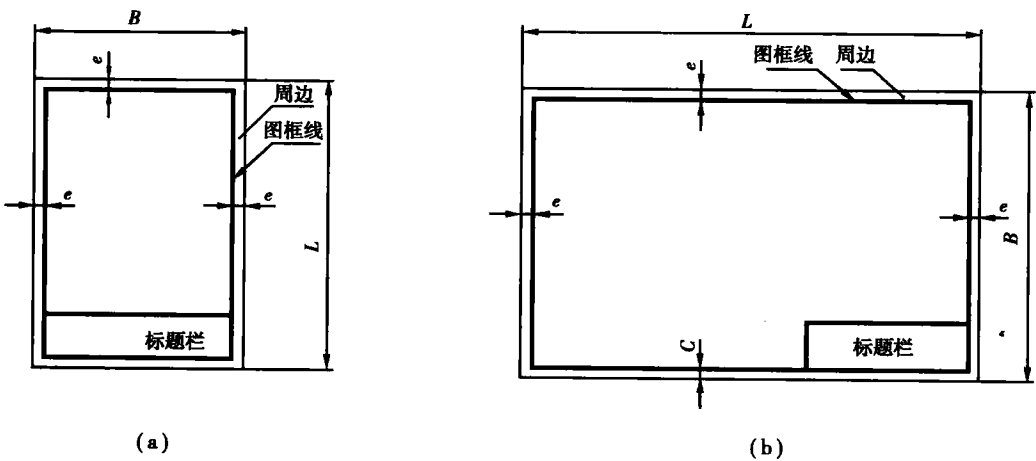


图 1.3 不留装订边的图框格式

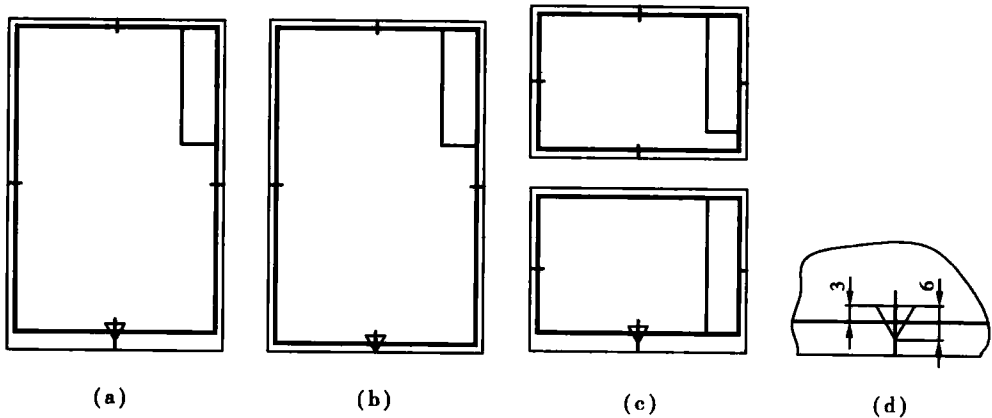


图 1.4 对中符号和方向符号

画上看图和绘图的方向符号。

标题栏的格式由国家标准 GB10609.1—1989 作了统一规定,如图 1.5 所示。在学校制图作业中,建议采用图 1.6 所示的格式。标题栏的外框线用粗实线、内框线用细实线绘制。

1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)

图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。

绘制机械图样时,尽量采用 1 : 1 的比例画图,这样图样便可以反应实物的真实大小。否则,根据机件大小选择放大或缩小的比例。图样中的比例一般从表 1.2 中适当选取。必要时也允许选取表 1.3 中的比例。

注: n 为正整数。

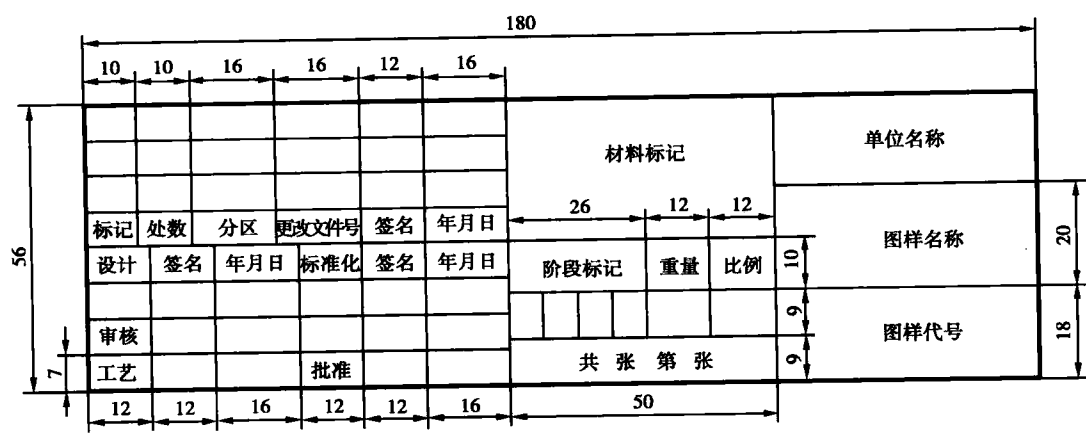


图 1.5 标题栏

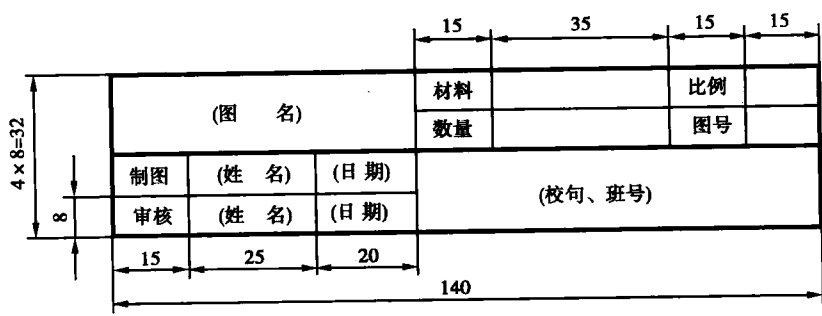


图 1.6 学生用标题栏

表 1.2 比例(一)

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	$1 : 2 \times 10^n$	$1 : 5 \times 10^n$	$1 : 1 \times 10^n$

表 1.3 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	
	$1 : 1.5 \times 10^n$	$1 : 2.5 \times 10^n$	$1 : 3 \times 10^n$	$1 : 4 \times 10^n$	$1 : 6 \times 10^n$

无论采用放大或缩小比例,图样中所标注的尺寸必须是机件的实际尺寸,与图样的准确程度和比例大小无关。图 1.7 表示同一机件采用不同比例所画出的图形。

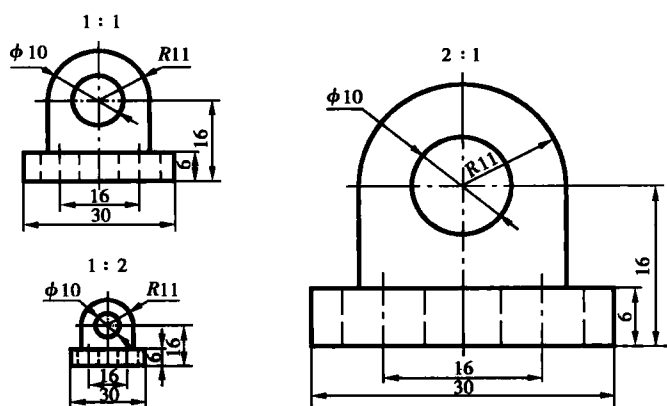


图 1.7 以不同比例画出的图形

1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993)

1) 一般规定

图样中除图形外,还需用汉字、字母、数字等来标注尺寸和说明机件在设计、制造、装配时的各项要求。

图样中书写的字体必须做到:字体端正、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀。

字体的号数,即字体的高度(单位为 mm),其公称尺寸系列分别为 1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20(汉字的高度不应小于 3.5 mm)。字体的宽度约等于字体高度的 2/3。

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。在同一图样上,只允许选用一种形式字体。

汉字应写成长仿宋体,并采用国家正式公布推行的简化字。

长仿宋体的书写要领:横平竖直,结构均匀,填满方格。

长仿宋体字的基本笔画为:点、横、竖、撇、捺、挑、钩、折等。书写时,要注意运笔方法和顺序,每一笔画要一笔写成,不宜勾描;在起笔、落笔和转折处稍加用力,并停顿一下,以形成三角形的笔锋。

用着指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母,一般采用小一号的字体。

2) 字体示例

(1) 汉字示例

如图 1.8 所示为长仿宋体汉字示例。

(2) 字母和数字示例

数字和字母可写成直体或斜体。斜体字字头向右倾斜,与水平线约成 75° 角。字体综合应用时,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,字母和数字的写法如图 1.9 和图 1.10 所示。

1.1.4 图线 (GB/T 17450—1998、GB 4457.4—1984)

1) 图线的型式及其应用

国标规定的各种图线的名称、型式、代号、宽度及用途,见表 1.4。

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

图 1.8 长仿宋体汉字示例

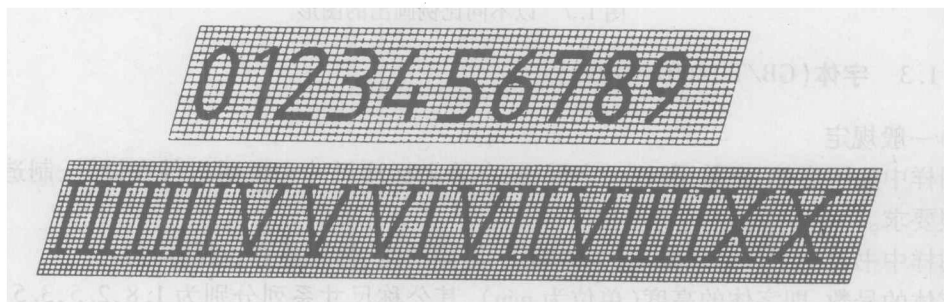


图 1.9 数字字体示例

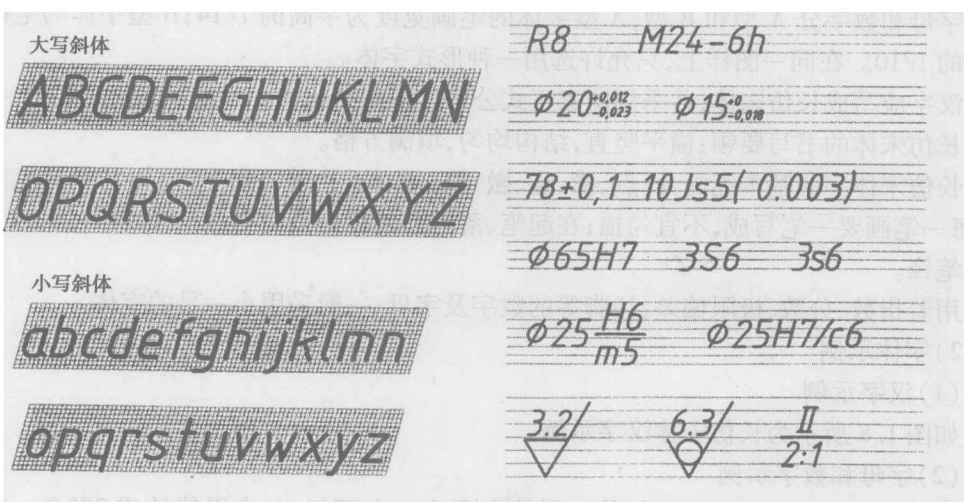


图 1.10 字母和数字示例

绘制图样时,应采用表 1.4 中规定的图线。图线分粗细两种。粗线宽度应按图形大小和复杂程度,在 0.5 ~ 2 mm 范围内选择,细线宽度为粗线宽度的 1/2。

所有线型的图线宽度 d 的推荐系列为:0.13,0.18,0.25,0.35,0.5,0.7,1,1.4,2 mm。为了保证图样的清晰度、易读性和便于缩微复制,应尽量避免采用小于 0.18 mm 的图线。图 1.11 所示为常用图线的应用举例。

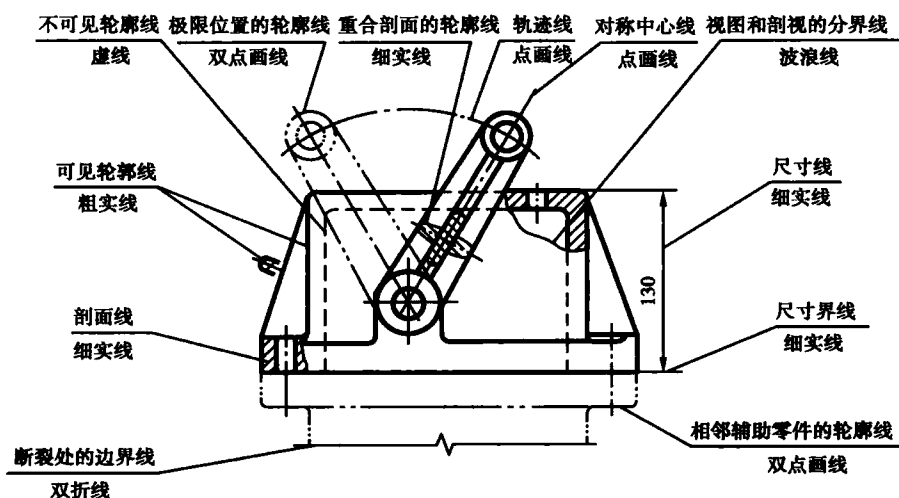


图 1.11 图线的用途示例

表 1.4 图线的形式和用途

名称代号	型 式	宽 度	主 要 用 途
粗实线		$d(0.5 \sim 2 \text{ mm})$	可见轮廓线
细实线		约 $d/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、引出线等
虚 线		约 $d/2$	不可见轮廓线
细点画线		约 $d/2$	轴线、对称中心线
粗点画线		d	有特殊要求的表面的表示线
双点画线		约 $d/2$	假想投影轮廓线、中断线
双折线		约 $d/2$	断裂处的边界线
波浪线		约 $d/2$	断裂处的边界线、视图和局部剖视的分界线

2) 图线画法

在同一图样中,同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应各大致相等。并要特别注意图线在接头(相接、相交、相切)处的正确画法。

(1)两平行线(包括剖面线)之间的距离不小于粗实线的两倍宽度,其最小距离不得小于 0.7 mm。

(2)画圆的中心线时,点画线的两端应超出轮廓线 2 ~ 5 mm;首末两端应是线段而不是短

画;圆心应是线段的交点,较小圆的中心线可用细实线代替。

(3) 虚线或点画线与其他图线相交时,应在线段处相交,而不是在间隙处相交。

(4) 虚线在实线的延长线上时,虚线与实线之间应留出间隙。

当有两种或更多的图线重合时,通常按图线所表达对象的重要程度优先选择绘制顺序:可见轮廓线——不可见轮廓线——尺寸线——各种用途的细实线——轴线和对称中心线——假想线。正确绘制图线的方法如图 1.12 所示。

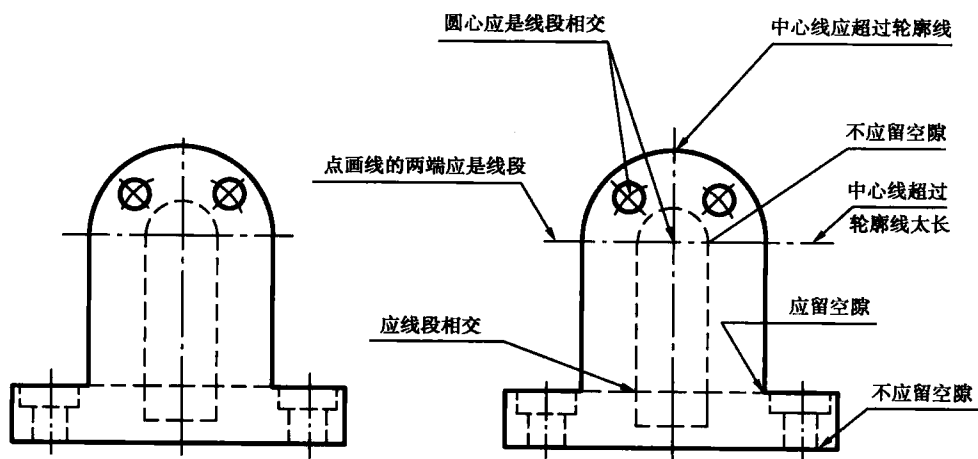


图 1.12 正确绘制图线示例

1.1.5 尺寸标注 (GB/T 16675.2—1996、GB 4458.4—1984)

图形只能表示物体的形状,而物体的大小是由标注的尺寸来决定。尺寸的标注应做到正确、完整和清晰,要严格遵守国家标准有关尺寸标注的规定。

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,与图形的大小及绘图的准确度无关。

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

(4) 机件的每一尺寸,在图样上一般只标注一次,并标注在反映该结构最清晰的图形上。

2) 尺寸的组成要素

一个完整的尺寸标注,是由尺寸界线、尺寸线、尺寸终端和尺寸数字组成。如图 1.13 所示。

(1) 尺寸界限

尺寸界限表示所注尺寸的范围,一般用细实线绘出,也可用轴线、中心线和轮廓线作为尺寸界限。尺寸界限一般应与尺寸线垂直,必要时才允许倾斜,如图 1.14 所示。

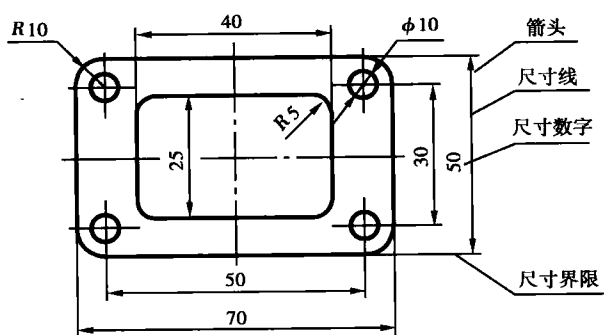


图 1.13 尺寸的组成

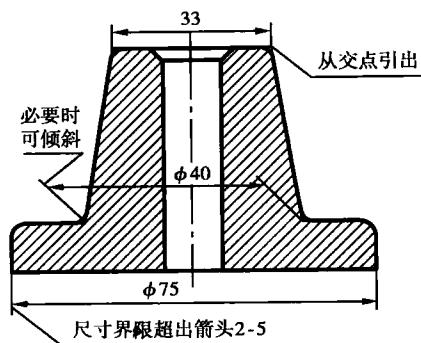


图 1.14 尺寸界限的画法

(2) 尺寸线

尺寸线表示度量尺寸的方向,必须用细实线单独绘出,不得由其他任何线代替,也不得画在其他图线的延长线上。

线性尺寸的尺寸线应与所标注的线段平行。相互平行的尺寸线,大尺寸在外,小尺寸在内,以避免尺寸界线与尺寸线相交,且平行尺寸线间的间距尽量保持一致,一般为 5 ~ 10 mm。尺寸界线超出尺寸线 2 ~ 3 mm,如图 1.13 所示。

(3) 尺寸线终端

尺寸线终端有两种形式:箭头和斜线,如图 1.15 所示。

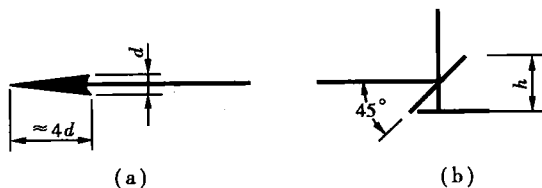


图 1.15 尺寸线终端

机械图形中一般采用箭头作为尺寸线的终端。箭头的尖端与尺寸界线接触,箭头大小要一致。

当尺寸线的终端采用斜线形式时,尺寸线与尺寸界线必须相互垂直。因此,标注圆的直径、圆弧半径和角度尺寸线时,其终端应该用箭头。同一张图样中,除圆、圆弧、角度外,应采用一种尺寸线终端形式。

(4) 尺寸数字

尺寸数字表示尺寸的大小。线性尺寸数字一般注写在尺寸线的上方,也允许注写在尺寸线的中断处,字头朝上;垂直方向的尺寸数值应注写在尺寸线的左侧,字头朝左;倾斜方向的尺寸数字,应保持字头向上的趋势。尺寸数字不能被任何图线通过,否则应将该图线断开。各类尺寸的注法如表 1.5 所示。

表 1.5 常用尺寸注法示例

标注内容	示 例	说 明
线性尺寸的 数字方向		尺寸数字应按左上图所示的方向注写,并尽可能避免在图示 30°范围内标注尺寸,当无法避免时,可按右图的形式标注。
角度		尺寸界线应沿径向引出,尺寸线画成圆弧,圆心是角的顶点。尺寸数字一律水平书写,一般应注在尺寸线的中断处,必要时也可按右图的形式标注。
圆及圆弧		直径、半径的尺寸数字前应分别加符号“ ϕ ”、“ R ”。通常对小于或等于半圆的圆弧注半径,大于半圆的圆弧则注直径。尺寸线应按图例绘制。
大圆弧		大圆弧无法标出圆心位置时,可按此图例标注。
小尺寸		没有足够地位时,箭头可画在尺寸界线的外面,或用小圆点代替两个箭头;尺寸数字也可写在外面或引出标注,圆和圆弧的小尺寸,可按这些图例标注。
球面		标注球面的尺寸,如左侧两图所示,应在 ϕ 或 R 前加注“ S ”。对于螺钉、铆钉头部,轴和手柄的端部等,在不至于引起误解的情况下,可省略符号“ S ”,如右图。