

“十三五”普通高等院校规划教材

JIXIEZHITU

机械制图

主编 李 杰 陈华江 吴桂华



电子科技大学出版社



“十三五”普通高等院校规划教材

机械制图

J I X I E Z H I T U

主 编 李 杰 陈华江 吴桂华

副主编 郭鹏远 陈 洁 蔡 萍 马 霞

陈 胜 范美芳

参 编 魏昌祥 裴革汀 冯 霞 刘晓培

主 审 刘 琦 陈家能

常州大学图书馆
藏书章



电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械制图 / 李杰, 吴桂华, 陈华江主编. — 成都 :
电子科技大学出版社, 2017.6
ISBN 978-7-5647-4709-1

I. ①机… II. ①李… ②吴… ③陈… 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(2017)第 148979 号

内 容 简 介

《机械制图》以培养学生徒手绘图、尺规绘图和计算机绘图三种能力为重点, 采用了最新《技术制图》和《机械制图》国家标准。本书共分十二章, 内容包括: 制图基本知识 with 技能、正投影基础、立体的投影、组合体、轴测图、机件常用表达方法、标准件与常用件、零件图、装配图、计算机绘图。

本书可作为高等学校机类和近机类专业机械制图课程的教材, 也可供其他类型院校相关专业的 64—104 学时机械制图课程选用, 还可用于工程技术人员参考。

机械制图

主 编 李 杰 陈华江 吴桂华

出 版: 电子科技大学出版社(成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编: 610051)

策划编辑: 曾 艺

责任编辑: 曾 艺

主 页: www.uestcp.com.cn

电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn

发 行: 新华书店经销

印 刷: 三河市国英印务有限公司

成品尺寸: 185mm×260mm 印张 27.125 字数 725 千字

版 次: 2017 年 8 月第一版

印 次: 2017 年 8 月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-5647-4709-1

定 价: 79.80 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆ 本社发行部电话: (028)83202463; 本社邮购电话: (028)83201495。

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

前 言

为了适应普通高等院校机类专业机械制图课程教学的需要,我们结合多年从事教学改革和课程建设实践积累的经验,编写了本教材。它适合 64 ~ 104 学时机类专业及近机类专业选用,也可作为学生参考用书,或供工程技术人员参考。本套教材的编写特点下:

1. 编写内容以“实用为主,必须够用为度”为原则,精简传统的画法几何内容,增加“轴测草图画法”。强化草图的绘制能力,加强应用能力的培养。

2. 全书采用套色印刷,使重点内容、需强调的内容一目了然。文字叙述简明扼要,通俗易懂,文字与图形相结合,便于理解和掌握。对复杂的图形,辅以立体图及分解图示,对知识点配以图形,以例代理。

3. 计算机绘图已成为机械制图课程必不可少的内容之一。本书以 AutoCAD 2014、CAXA 2016、Inventor 2016 版为蓝本,供不同需要的读者选择使用,主要介绍用计算机绘图及三维建模的思路、方法和技巧。将常用命令结合实例讲解,便于学生学习和掌握。

4. 零部件测绘安排在装配图中进行,使绘制零件草图这一内容与第一章和第五章的徒手绘图、轴测草图等内容相呼应。

5. 教材和习题均采用最新颁布的国家标准《技术制图》及《机械制图》。

本书由重庆科技学院李杰、吴桂华、陈华江担任主编,重庆文理学院郭鹏远、陈洁、蔡萍、马霞担任副主编。参加本次教材编写工作的具体分工如下:李杰(前言、第十一章、第十二章、第十三章)、蔡萍(第六章)、吴桂华(第七章、部分附录)、陈华江(绪论、第一章)、陈洁(第二章、第三章的基本体投影、第五章、第八章、第九章、第十章、部分附录)、马霞(第三章的交线部分、第四章)。

本书由重庆科技学院刘琦、陈家能教授担任主审,编写过程中,重庆科技学院魏昌祥、裴莘汀、冯霞、刘晓培等老师参加了绘图、图形及文字的校对等工作,王谊和曾慧娥老师对教材的编写给予了极大帮助,同时我们还参考了国内同行编写的很多同类优秀教材。在此一并致以衷心的感谢。同时向为本书编写出版付出辛勤劳动的各位专家、编辑及有关同志表示谢意。

由于作者水平有限,书中的不妥之处甚至错误在所难免,欢迎读者和同仁批评指正。

编 者
2017 年 3 月

目 录

绪论	1	第五章 轴测图	100
第一章 制图基本知识与技能	3	第一节 轴测图的基本知识	100
第一节 《技术制图》与《机械制图》		第二节 正等轴测图	101
国家标准中的有关规定	3	第三节 斜二轴测图	107
第二节 尺规绘图工具和仪器的		第四节 轴测剖视图的画法	109
使用方法	12	第六章 机件常用表达方法	113
第三节 常用几何作图方法	14	第一节 视图	113
第四节 平面图形的分析与画法	17	第二节 剖视图	119
第五节 徒手绘图的基本技能	20	第三节 断面图	132
第二章 正投影基础	22	第四节 机件其他表达方法	134
第一节 投影法及三视图的形成	22	第五节 表达方法综合应用举例	139
第二节 点的投影	26	第六节 第三角画法简介	141
第三节 直线的投影	29	第七章 标准件和常用件	144
第四节 平面的投影	35	第一节 螺纹及螺纹紧固件	144
第三章 立体的投影	42	第二节 键、销连接	156
第一节 平面立体的投影	42	第三节 齿轮	160
第二节 回转体的投影	46	第四节 弹簧	165
第三节 平面与立体相交	53	第五节 滚动轴承	168
第四节 平面与回转体相交	56	第八章 零件图	171
第五节 两回转体表面的相交	64	第一节 零件图的作用和内容	171
第四章 组合体	72	第二节 零件的构形设计及常见	
第一节 组合体的形体分析	72	工艺结构	172
第二节 组合体三视图的画法	74	第三节 零件图的视图选择及尺寸注	
第三节 读组合体视图	77	法	179
第四节 组合体的构型设计	86	第四节 表面粗糙度	187
第五节 组合体的尺寸标注	92	第五节 极限与配合以及几何公差	
		简介	194

第六节 读零件图	202	第三节 AutoCAD 2014 工程标注 ...	
第七节 零件的测绘	212		285
第九章 装配图	219	第四节 AutoCAD 计算机绘图综合	
第一节 装配图的作用和内容 ...	219	举例	298
第二节 装配图的表达方法	220	第十二章 计算机绘图 CAXA 电子图板	
第三节 装配图中的尺寸标注和		2016	302
技术要求	224	第一节 使用 CAXA 电子图板 2016 的	
第四节 装配图的零件序号及		基础知识	302
明细栏、标题栏	225	第二节 CAXA 2016 绘图的常用命令	
第五节 装配结构的合理性	228		308
第六节 画装配图的方法和步骤	230	第三节 CAXA 2016 工程标注	
.....			319
第七节 读装配图和由装配图拆画		第四节 CAXA 2016 图库操作	
零件图	238		324
第十章 其他工程图样	245	第五节 CAXA 2016 绘制工程图 ...	
第一节 焊接图	245		325
第二节 展开图	253	第十三章 Inventor 三维建模	335
第三节 电气图	259	第一节 Inventor 软件基础知识	
第十一章 计算机绘图 AutoCAD2014 ...			335
.....	268	第二节 零件三维建模	340
第一节 AutoCAD 2014 的基本操作		第三节 部件装配	367
.....	268	第四节 工程图	376
第二节 AutoCAD 2014 绘图的常用		附录	393
命令	275	参考文献	423

绪 论

1. 本课程的研究对象

在工程技术中,按一定的投影方法和技术规定,准确地表达物体的结构形状、尺寸和技术要求的图形,称为工程图样。在现代工业生产和科学技术中,无论是制造各种机械设备、电气设备、仪器仪表,还是建筑房屋和进行水利工程施工等,都离不开工程图样。因此,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”。本课程主要研究机械零件、部件和机器的图样的绘制和识读方法。

2. 本课程的内容

《机械制图》课程是一门专业技术基础课程,它包括制图的国家标准、投影基础、制图基础、机械制图和计算机绘图等五个部分。

	包含章节	主要内容
制图的国家标准	第一、七章	介绍常用的国家标准,使学生掌握运用和查阅国家标准的方法
投影基础	第二、三章	投影的基本方法和理论
制图基础	第三、四、五、六章	介绍基本体及组合体的投影,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,从而正确表达物体的形状和结构
机械制图	第七、八、九、十章	主要介绍标准件、常用件的画法,介绍零件图和装配图及其他工程图样的画法,使学生掌握表面结构、尺寸公差和几何公差等技术要求
计算机绘图	第十一、十二、十三章	主要介绍计算机绘图及三维建模的基本知识,使学生掌握计算机绘图的基本方法

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。本课程对常用的国家标准进行介绍,以使学生掌握运用和查阅国家标准的方法。

投影基础部分主要是使学生掌握投影的基本方法和理论,这部分是学习机械制图的理论基础。

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,从而正确表达物体的形状和结构。

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,使学生掌握表面结构、尺寸公差和几何公差等技术要求。

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. 本课程的学习任务

(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、徒手绘图和计算机绘图的基本方法,正确地绘制并看懂各种工程图样。

(3)培养耐心细致的工作作风和认真负责的工作态度。

4. 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想象能力。

(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,要掌握正确使用绘图仪器和方法、徒手绘图的方法以及计算机绘图的方法,不断提高绘图技能。

(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。因此,运用好“三多”——多思考、多画图、多看图,才能提高自己的画图、读图的能力。

第一章 制图基本知识与技能

第一节 《技术制图》与《机械制图》国家标准中的有关规定

图样是现代工业生产中最基本的技术文件,是工程界的技术语言。为了正确地绘制和阅读工程图样,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》是工程界重要的基础技术标准,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/T 14689 - 2008,其中 GB/T 是表示推荐性国标,14689 是标准编号,2008 是发布年号。如果不写年号,表示最新颁布实施的国家标准。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。

本节主要介绍图幅、比例、字体、图线、尺寸标注等基本规定。

一、图纸幅面及格式(GB/T 14689 - 2008)

1. 图纸幅面尺寸

绘制技术图样时,优先采用表 1-1 中的基本幅面规格尺寸。各基本幅面尺寸关系如图 1-1(a)所示,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。

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,如图 1-1(b)所示。

2. 图框格式

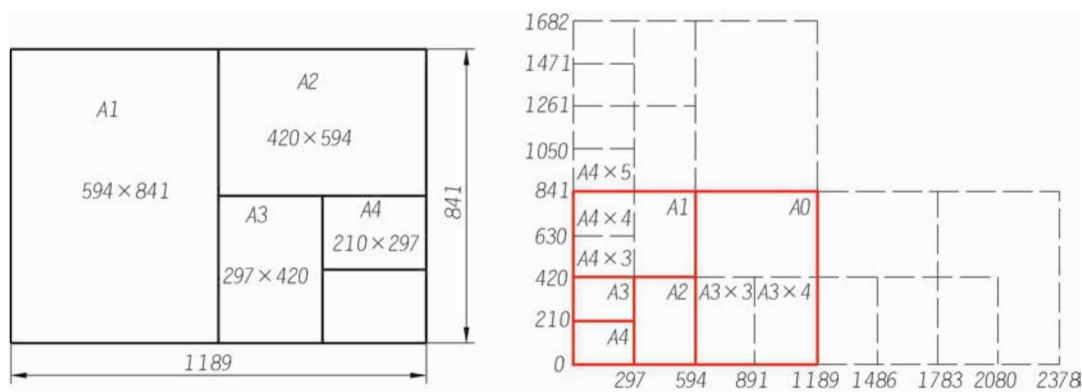
绘图时在图纸上必须用粗实线绘制图框线,用以限定绘图区域。图框有留装订边和不留装订边两种格式,如图 1-2、图 1-3 所示,图中(a)(c)(e)的尺寸大小见表 1-1 所示。

为了使图样复制和缩微摄影时定位方便,应在图纸各边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 5mm 的一段粗实线,如图 1-4 所示。

表 1-1 图纸幅面尺寸和图框尺寸

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

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一个方向符号,如图 1-4 所示。



(a)基本幅面的尺寸关系 (b)加长幅面的尺寸关系
图 1-1 图纸的基本幅面和加长幅面

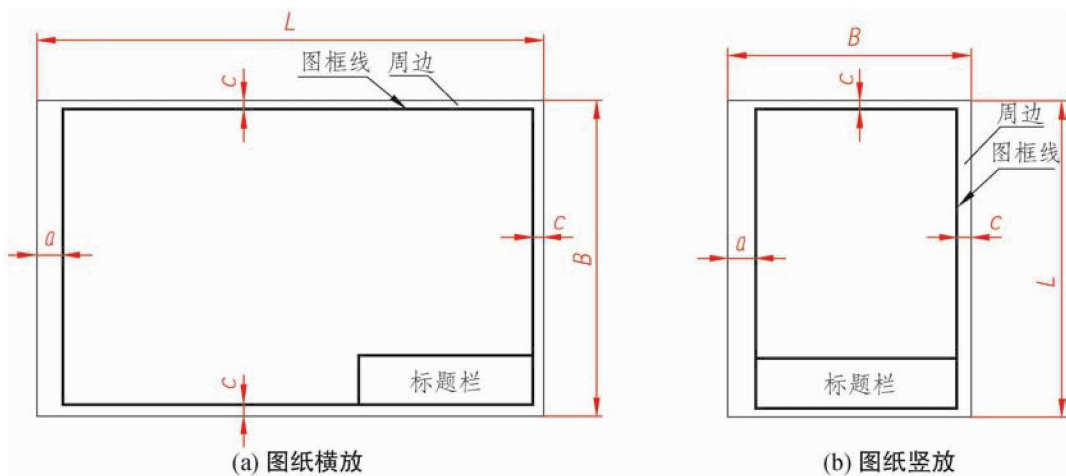


图 1-2 有装订边图纸的图框格式

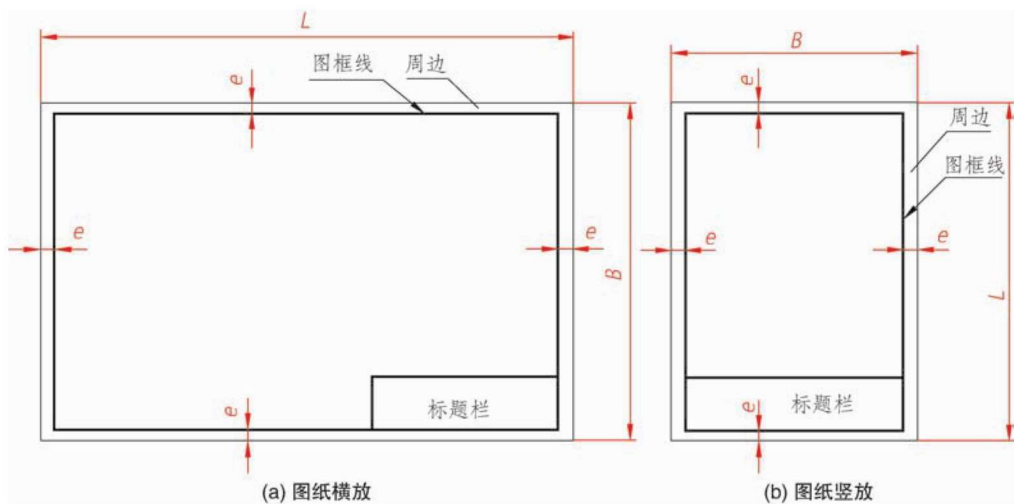


图 1-3 无装订边图纸的图框格式

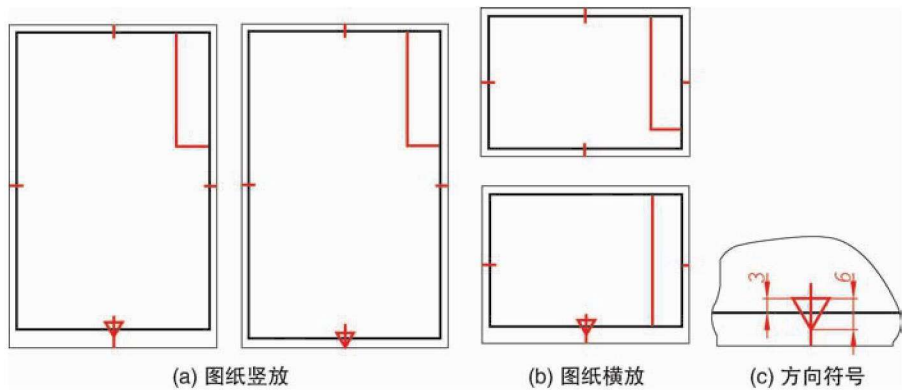


图 1-4 对中符号和方向符号

3. 标题栏

每张图样必须绘制标题栏,标题栏应位于图框线的右下角,如图 1-2 和图 1-3 所示,此时,标题栏中文字的方向应与画图及读图方向一致。

标题栏的格式由国家标准 GB/T 10609.1 – 2008 作了明确规定,如图 1-5 所示(图中尺寸单位为 mm)。在学校制图作业中,建议采用图 1-6 所示的简化格式。标题栏的外框线用粗实线、里面表格线横线用细实线绘制,竖线用粗实线绘制。

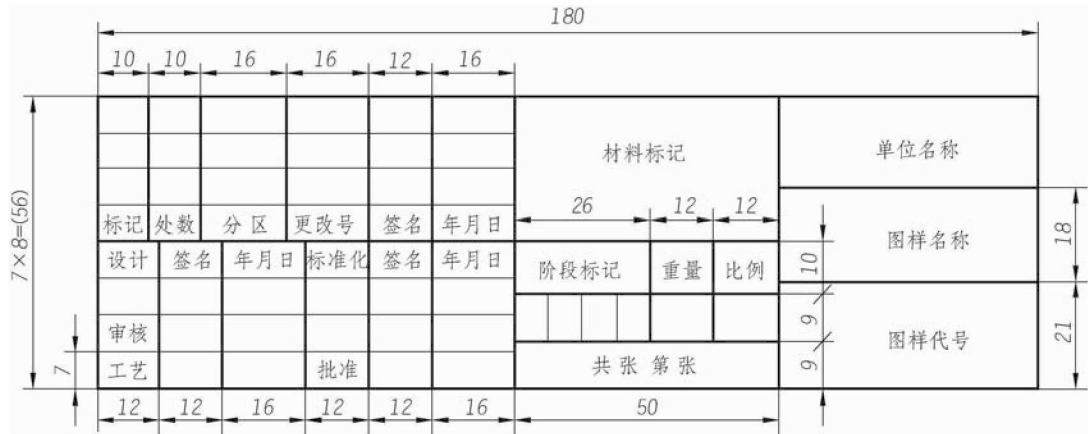


图 1-5 国家标准中的标题栏格式

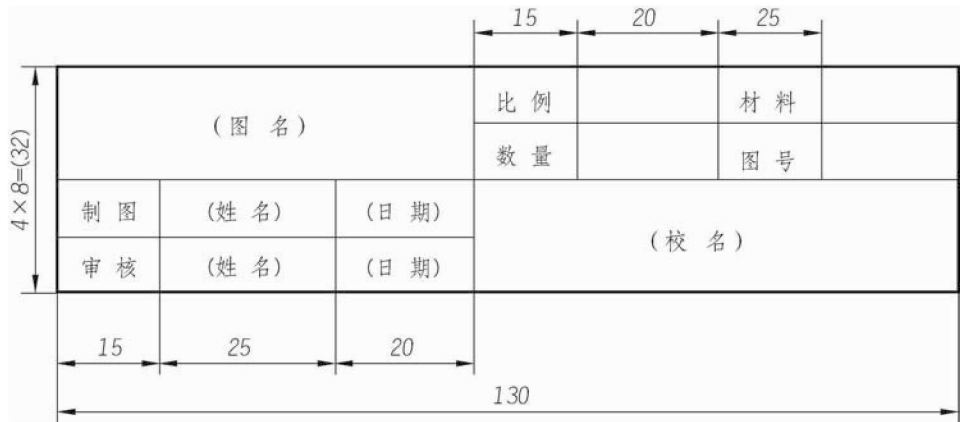


图 1-6 学习时用简化标题栏格式

二、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。

绘图时采用的比例,从表 1-2 中选取。绘制机械图样时,尽量采用 1 : 1 的比例画图,这样图样可以反应实物的真实大小。

表 1-2 比 例

种类	比例
原值比例	1 : 1
放大比例	5 : 1 2 : 1 5 × 10 ⁿ : 1 2 × 10 ⁿ : 1 1 × 10 ⁿ : 1
缩小比例	1 : 2 1 : 5 1 : 10 1 : 2 × 10 ⁿ 1 : 5 × 10 ⁿ 1 : 1 × 10 ⁿ

注:n 为正整数

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真实大小,与绘图比例大小无关,如图 1-7 所示。

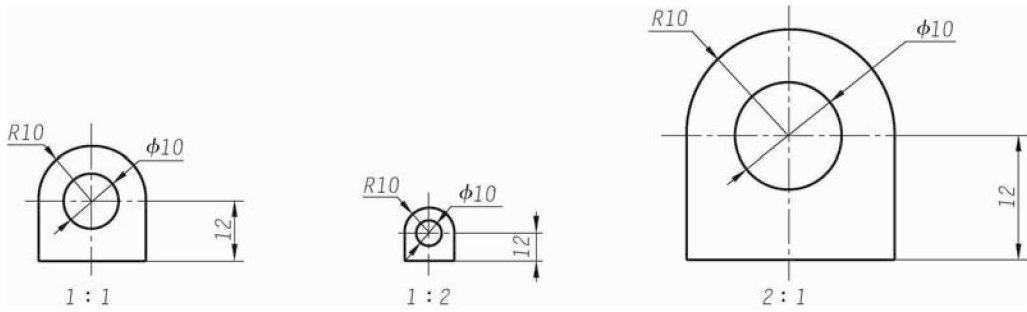


图 1-7 图形比例与尺寸数字

三、字体 (GB/T 14691—1993)

1. 基本要求

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。

字体的号数,即字体的高度 h (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。

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,汉字的高度不应小于 3.5mm,其字宽约为字高的 $h/\sqrt{2}$, 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,每一笔划要一笔写成,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。

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。

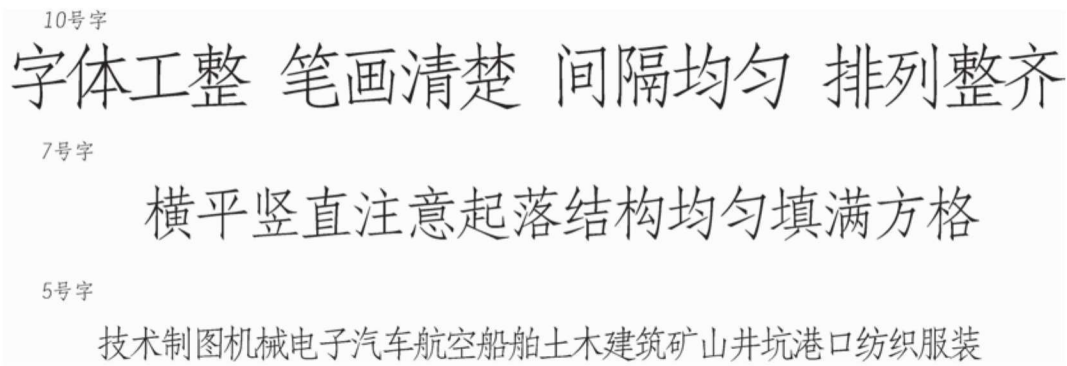


图 1-8 长仿宋体汉字示例

(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。

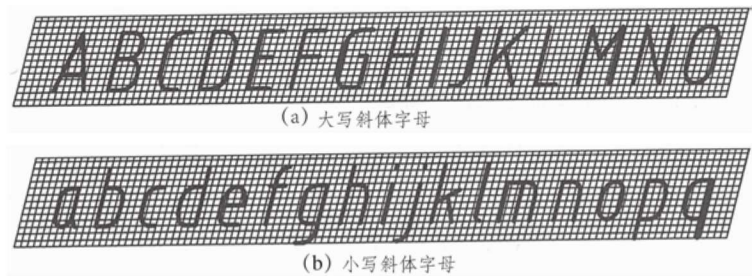


图 1-9 字母的写法

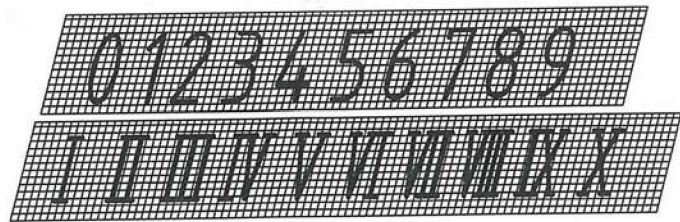


图 1-10 斜体阿拉伯数字和罗马数字的写法

四、图线 (GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)

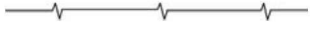
1. 图线的型式及其应用

国家标准 GB/T 17450—1998, GB/T 4457.4—2002 规定了 15 种线型的名称、型式、结构、标记及画法规则等,常用的 8 种图线见表 1-3。

表 1-3 图线的型式和应用 (摘自 GB/T 4457.4—2002)

线型名称	线 型	线宽	主要用途
粗实线		d	表示可见轮廓线
细实线		0.5d	表示尺寸线、尺寸界线、引出线、剖面线、重合断面的轮廓线、过渡线等
细虚线		0.5d	表示不可见轮廓线

续表

线型名称	线 型	线宽	主要用途
细点画线		0.5d	表示轴线、对称线、分度圆、分度线、圆中心线等
细双点画线		0.5d	表示假想轮廓、极限位置的轮廓线
波浪线		0.5d	表示断裂处的边界、局部剖视的分界线
粗点画线		d	表示有特殊要求的表面(限定范围)表示线
双折线		0.5d	表示断裂处的边界

图线分粗细两种。粗线宽度应按图形大小和复杂程度,在 $d = 0.5\text{mm} \sim 2\text{mm}$ 范围内选择,推荐采用 $d = 0.5\text{mm} \sim 0.7\text{mm}$ 。细线的宽度为 $d/2$ 。

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、2mm。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 0.18mm 的图线。如图 1-11 所示为常用图线的应用举例。

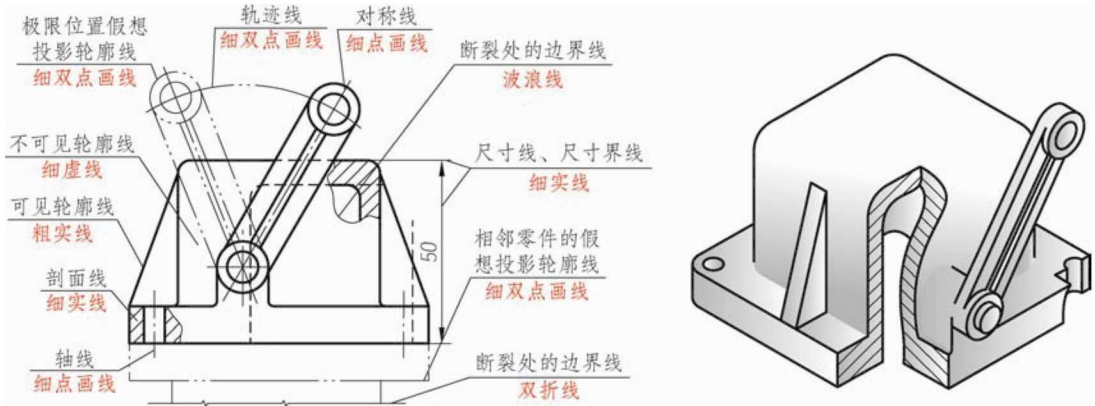


图 1-11 图线及其应用

2. 图线画法

(1) 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。

(2) 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 0.7mm。

(3) 画圆的中心线时,点画线的两端应超出轮廓线 2~3mm;首末两端应是长线段而不是短画;圆心应是长线段的交点,较小圆的中心线可用细实线代替。

(4) 虚线或点画线与其它图线相交时,应在线段处相交,而不是在间隙处相交。

(5) 虚线为实线的延长线时,虚线与实线之间应留出间隙。

(6) 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。绘制顺序为可见轮廓线、不可见轮廓线、尺寸

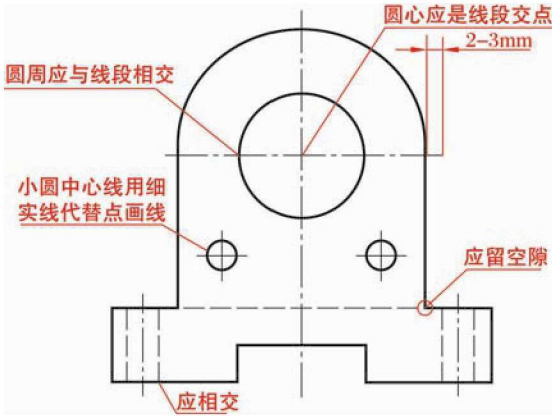


图 1-12 绘制图线的注意事项

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。

五、尺寸标注(GB/T16675.2—2012 和 GB/T4458.4—2003)

图形只能表示物体的形状和结构,而物体的大小及各部分之间相互位置关系,是由标注的尺寸来确定。尺寸标注要严格遵守国家标准有关的规定。

1. 基本规则

1) 机件的真实大小应以图样上所标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(mm)为单位时,不需标注计量单位的代号或名称,如采用其它单位,则必须注明相应的计量单位的代号或名称。(注:机械图样中的尺寸以毫米为单位)

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。

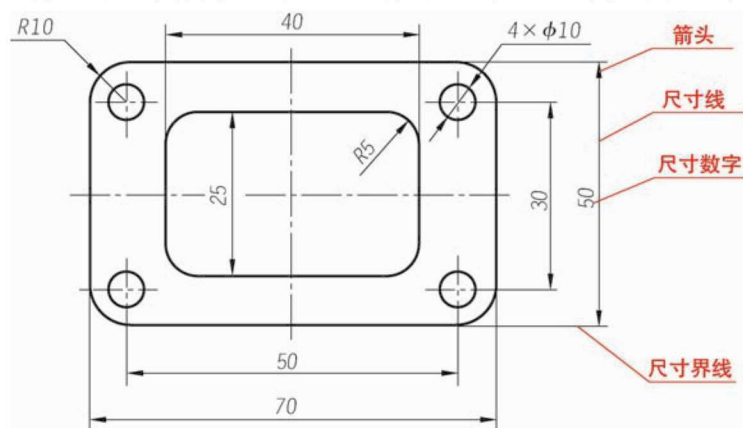


图 1-13 尺寸组成及其标注示例

4) 机件的每一尺寸,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(箭头或斜线)和尺寸数字组成。如图 1-13 所示。

1) 尺寸界线

尺寸界线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、轮廓线及其延长线作为尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直,必要时才允许倾斜,如图 1-14 所示。

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,不得由其它任何图线代替,也不得画在其它图线的延长线上。

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,一般约为 5~10mm。尺寸界线超出尺寸线 2~3mm,如图 1-14 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

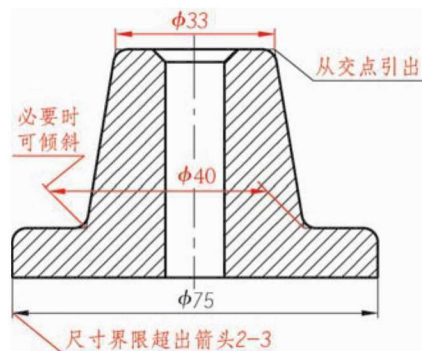


图 1-14 倾斜引出的尺寸界线

示。 d 为粗实线宽度, h 为尺寸数字字高。机械图样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。

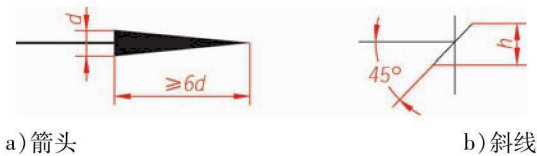


图 1-15 箭头和斜线

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; 垂直方向的尺寸数字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, 否则应将该处图线断开。各类尺寸的注法如表 1.4 所示。

表 1.4 常见尺寸的标注示例

标注内容	示 例	说 明
线性尺寸 数字的方向		线性尺寸数字应按图 (a) 所示的方向注写, 并尽可能避免在图示 30° 范围内标注尺寸, 无法避免时, 可按图 (b) 的形式标注
角度		(1) 尺寸的数字一律水平书写。一般注写在尺寸线的中断处, 必要时允许写在外面, 或引出标注; (2) 尺寸界线必须沿径向引出; 尺寸线画成圆弧, 圆心是该角的顶点
圆和圆弧		圆的直径尺寸和圆弧的半径尺寸一般应按左图示例标注。直径或半径尺寸数字前应分别注写符号“ ϕ ”或“ R ”, 大圆弧采用折弯标注。一般来说, 半圆弧以上标注直径, 小于或等于半圆弧标注半径

续表

标注内容	示 例	说 明
狭小尺寸		(1)当没有足够位置画箭头或写数字时,可有一个布置在外面; (2)位置更小时,箭头和数字可以都布置在外面; (3)狭小部位标注尺寸时,可用圆点或斜线代替箭头
球面		标注球面尺寸时,应在 ϕ 或 R 前加注“S”
尺寸相同的孔等要素及对称尺寸标注		相同直径的圆孔只要在一个圆孔上标注直径尺寸,并在其前加注“个数 $\times$ ” “EQS”表示成组要素(如孔)均匀分布 左图中 t_2 中的 t 表示厚度,即板厚2mm
正方形结构		标注断面为正方形结构的尺寸时,可在正方形边长尺寸数字前加符号“□”或用“ $A \times A$ ”(A为正方形边长)注出 当图形不能充分表达平面时,可用对角交叉的两条细实线表示
简化的尺寸标注		如左边例图所示,一组同心圆弧或圆心位于一条直线上的多个不同心圆弧的尺寸,一组同心圆或尺寸较多的台阶孔的尺寸,都可用共同的尺寸线和箭头依次表示