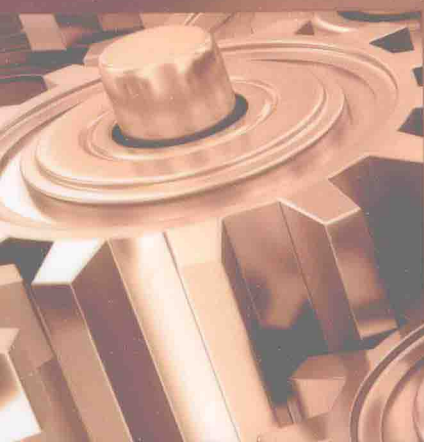




面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century



普通高等教育“十五”国家级规划教材
普通高等教育“十三五”规划教材



Machinery Foundation

机械基础

第 4 版

东南大学 范思冲 © 编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十三五”规划教材
面向 21 世纪课程教材
普通高等教育“十五”国家级规划教材

机械基础

第 4 版

(非机械类专业适用)

东南大学 范思冲 编
王心丰 主审

机械工业出版社

“机械基础”课程是将机械制图、几何量公差、工程力学、工程材料、机械原理和机械设计等多门机械课程的内容,经统筹安排、有机结合而成的一门综合性的技术基础课程。而《机械基础》教材就是这一整合课程改革的产物和主要成果之一。它具有整合课程的显著特色和一系列突出的优点。因此,本教材被评定为国家“面向21世纪课程教材”和“普通高等教育‘九五’部级重点教材”,同时又被列为“普通高等教育‘十五’国家级规划教材”。本教材内容包括:制图基础,机械图,零件的受力分析、失效分析和材料选择,常用机构,机械传动,轴系零、部件,共六篇十六章以及附录。制图部分还有配套的习题集同时修订出版。

本教材适合于普通高等学校本、专科电气信息类等非机械类专业学生使用,也可供其他各种类型高等学校本、专科非机械类专业学生使用,还可供工厂、科研、设计等部门的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械基础/范思冲编. —4版. —北京:机械工业出版社, 2016.7
普通高等教育“十三五”规划教材
ISBN 978-7-111-53701-4

I. ①机… II. ①范… III. ①机械学-高等学校-教材 IV. ①TH11

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第095643号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
策划编辑:余 皞 责任编辑:余 皞 章承林 责任校对:刘怡丹
封面设计:张 静 责任印制:乔 宇
保定市中国画美凯印刷有限公司印刷
2016年8月第4版第1次印刷
210mm×285mm·21.5印张·576千字
标准书号:ISBN 978-7-111-53701-4
定价:45.80元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线:010-88379833

读者购书热线:010-88379649

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

金书网:www.golden-book.com

第 4 版 前 言

《机械基础》教材是将机械制图、几何量公差、工程力学、工程材料、机械原理和机械设计等多门技术基础课程的内容,经统筹安排、有机结合而成的一本整合课程的教材。自 1999 年 10 月第 1 版出版以来,得到了有关部门领导、专家、学者和广大读者的肯定和好评,先后获得了“普通高等教育‘九五’部级重点教材”“普通高等教育‘十五’国家级规划教材”和“面向 21 世纪课程教材”等诸多荣誉。至今已印刷十多次,印数达数万册。经过十多年来的教学实践和用书单位的反馈信息,充分证明本教材是一套适合电气信息类等非机械类专业学生学习机械基础知识的好教材,为推动高等教育事业的发展发挥了积极的促进作用。

随着科学技术的不断进步、上述各学科的飞速发展和计算机技术的日益普及与广泛应用,工程各领域全面与国际接轨,在这样的时代背景下,本教材也必须紧跟形势,与时俱进,精益求精,更上一层楼,以不辜负广大读者的期待和厚爱,为此,在作者逾古稀之年修订出版本书。

本书除了保持第 1 版、第 2 版和第 3 版的主要特色和优点外,又有了新的、长足的进步与提高:①在总结十多年教学实践经验的基础上,对全书的内容、形式乃至语言均做了系统、全面的修改,使表达更为中肯、贴切、深入浅出,更加容易理解和自学;②为了全面与国际接轨,将几何量公差(尺寸公差、几何公差和表面粗糙度)等内容,根据最新国标进行重新编写,书中涉及的所有标准也全面采用了最新的国家标准;③对各章节所附习题中的难题增加了必要的提示;④对全书中的零件图等许多插图,均采用 Auto CAD 进行重新绘制,使之更加精确无误;⑤全书采用了双色印刷。总之,全书呈现出了崭新的面貌。

本书配套有《机械基础习题集》,其特点如下:

- 1) 全面采用 Auto CAD 进行图形绘制,使图形更正确、清晰、精美。
- 2) 在读图练习方面,遵循了由易到难、循序渐进的原则,先从容易的图(三视图)、物(轴测图)对照形式的选择题练习入手,到较易的图、物对照形式的补漏线练习,再到较难的由两视图独立想象出物体并补画出第三个视图的练习。
- 3) 在习题编排格式上,页面统一为正向排列,方便学生做作业。
- 4) 提供习题答案,教师可在机械工业出版社的教材服务网上免费下载,以便教师备课和学生迎考复习时参考。

本书的初版,花了本人约十年心血完成,此后又用了约五年的劳动修订为第 2 版、第 3 版,此次又进行了约一年的耕耘,修订成了第 4 版。总之,为了对广大读者负责,本人总结了从事高校教学工作逾五十年的实践经验,并竭尽后半生的精力,为写成并不断提高本书的质量而不懈努力。更诚恳欢迎专家、学者、同仁、同学在使用后对本书提出宝贵意见,以便不断改进、日臻完善,使之成为当之无愧的精品教材。

本书由南京航空航天大学王心丰教授、欧阳祖行教授、朱如鹏教授和李静谊副教授审稿,并由王心丰教授主审。

本书的成功可以说是众人智慧的结晶,集体劳动的成果,在此谨向为本书的出版付出过心血和劳动,做出过努力和贡献的所有人员表示最衷心 and 诚挚的感谢!

目 录

第 4 版前言

第一篇 制图基础

第一章 制图的基本知识	2	第六节 立体表面交线	39
第一节 制图的基本规定	2	第七节 画组合体的三视图和标注尺寸	48
第二节 制图工具和仪器的使用方法	10	第八节 读组合体的视图	54
第三节 几何作图	14	第九节 轴测投影图	60
第四节 平面图形的分析、画法和尺寸 注法	19	第三章 机件常用的表达方法	70
第二章 制图原理	23	第一节 视图	70
第一节 投影法	23	第二节 剖视图	73
第二节 立体的三视图	25	第三节 断面图	80
第三节 点、直线和平面的投影	30	第四节 图样的简化画法	82
第四节 带切口立体的三视图	34	第五节 局部放大图	85
第五节 立体表面上点的投影	37	第六节 机件表达方法小结和综合应用 举例	85

第二篇 机械图

第四章 标准件和常用件	91	第四节 零件图的尺寸标注	118
第一节 螺纹	91	第五节 零件图的技术要求	121
第二节 螺纹紧固件	98	第六节 画零件图和读零件图	136
第三节 螺纹紧固件的联接形式及其 画法	100	第六章 装配图	139
第四节 键联接	104	第一节 装配图的作用和内容	139
第五节 销联接	106	第二节 装配图的表达方法	139
第六节 弹簧	107	第三节 装配图的视图选择	142
第五章 零件图	111	第四节 装配图的尺寸和技术要求	142
第一节 零件图的作用和内容	111	第五节 装配图的零（部）件序号和 明细栏	143
第二节 零件上的工艺结构	111	第六节 画装配图	145
第三节 零件图的视图表达方案	115	第七节 读装配图	146

第三篇 零件的受力分析、失效分析和材料选择

第七章 零件的受力分析和计算	152	第五节 力矩和平面力偶系	160
第一节 静力学的基本概念	152	第六节 平面一般力系	163
第二节 静力学公理	152	第七节 平面平行力系	166
第三节 物体的受力分析和受力图	154	第八节 物体系统的平衡	167
第四节 平面汇交力系	158	第八章 零件的失效分析和计算	173



第一节 轴向拉伸与压缩	173	第二节 铁碳合金及其相图	206
第二节 剪切与挤压	179	第三节 钢的热处理	211
第三节 扭转	182	第四节 工业用钢	219
第四节 弯曲	188	第五节 铸铁	222
第五节 压杆稳定	197	第六节 有色金属及其合金	223
第六节 交变应力	198	第七节 工程塑料	226
第九章 零件的材料选择	205	第八节 复合材料	226
第一节 金属的晶体结构和铁的同素异构转变	205	第九节 零件的材料选择	227

第四篇 常用机构

第十章 连杆机构	231	第一节 凸轮机构的分类、特点和应用	240
第一节 平面四杆机构的基本形式及其应用	231	第二节 从动件的常用运动规律	242
第二节 平面四杆机构的基本性质	233	第三节 盘形凸轮轮廓曲线的设计	246
第三节 连杆机构的运动设计	236	第四节 凸轮与滚子的材料、热处理以及凸轮零件图	249
第十一章 凸轮机构	240		

第五篇 机械传动

第十二章 带传动	252	第五节 渐开线直齿圆柱齿轮的啮合传动	265
第一节 带传动的分类、特点和应用	252	第六节 标准直齿圆柱齿轮的受力分析	265
第二节 V 带传动中的几何参数和几何关系	253	第七节 斜齿圆柱齿轮传动	266
第三节 V 带和 V 带轮的结构、尺寸和标记	254	第八节 圆柱齿轮的规定画法	268
第十三章 齿轮传动	258	第九节 圆柱齿轮的结构设计	269
第一节 齿轮传动的特点和分类	258	第十节 圆柱齿轮的零件图	270
第二节 渐开线的形成及其性质	259	第十一节 直齿锥齿轮传动	271
第三节 渐开线齿廓啮合的几个重要性质	260	第十四章 链传动	274
第四节 渐开线标准直齿圆柱齿轮的基本参数和几何尺寸	262	第一节 链传动的特点和应用	274
		第二节 滚子链链条	274
		第三节 滚子链链轮	276
		第四节 链传动的布置、张紧和润滑	279

第六篇 轴系零、部件

第十五章 轴	282	附录 2 常用化学元素符号	306
第一节 轴的功用和分类	282	附录 3 普通螺纹	306
第二节 轴的设计	283	附录 4 55°非密封管螺纹	307
第十六章 滚动轴承	292	附录 5 梯形螺纹	308
第一节 滚动轴承的特点和结构	292	附录 6 六角头螺栓	309
第二节 滚动轴承的游隙和接触角	292	附录 7 双头螺柱	310
第三节 滚动轴承的分类	293	附录 8 开槽螺钉	311
第四节 滚动轴承的代号方法	295	附录 9 十字槽螺钉	312
第五节 滚动轴承的选择	297	附录 10 1 型六角螺母	313
第六节 滚动轴承的画法	302	附录 11 普通垫圈	314
附录	305	附录 12 标准型弹簧垫圈	314
附录 1 标准尺寸	305	附录 13 普通平键	315
		附录 14 (a) 圆柱销	316



附录 14 (b) 圆锥销	316	附录 28 淬火冷却介质和冷却方法及 代号	329
附录 15 紧固件通孔及沉孔尺寸	317	附录 29 碳素结构钢的种类、牌号及 应用	330
附录 16 深沟球轴承	318	附录 30 合金结构钢的种类、牌号及 应用	331
附录 17 角接触球轴承	319	附录 31 铸铁的种类、牌号及应用	332
附录 18 圆锥滚子轴承	320	附录 32 铸造铜合金、铸造铝合金、 铸造轴承合金的种类、牌 号及应用	332
附录 19 单向推力球轴承	321	附录 33 各种非金属材料种类、 名称、牌号(或代号) 及其应用	333
附录 20 标准公差数值	322	参考文献	335
附录 21 轴的基本偏差数值	322		
附录 22 轴的极限偏差	323		
附录 23 优先用途孔的极限偏差	327		
附录 24 几何公差的公差值	328		
附录 25 金属热处理工艺分类及代号	329		
附录 26 加热方式及代号	329		
附录 27 退火工艺及代号	329		

第一篇

制图基础

本书将机械制图分为制图基础和机械图两篇。机械制图是研究如何绘制和阅读机械工程图样的学科。所谓图样，就是根据投影原理、标准和有关规定，表示工程对象，并有必要的技术说明的图。设计者通过图样，表达对产品的设计思想；制造者依据图样进行产品的生产；使用者借助图样了解产品的结构、性能，以便正确使用和维修。因此，图样是产品设计、生产和使用全过程信息的集合。同时，在国内和国际间进行工程技术交流时，图样又是传递技术信息的工具。总而言之，图样是用来指导生产和进行技术交流的重要技术文件，是表达和交流技术思想的工具，是工程界的技术语言。

本篇制图基础主要介绍绘制和阅读投影图的原理和方法，它是学习第二篇机械图的基础。本篇共分为如下三章：第一章制图的基本知识；第二章制图原理；第三章机件常用的表达方法。

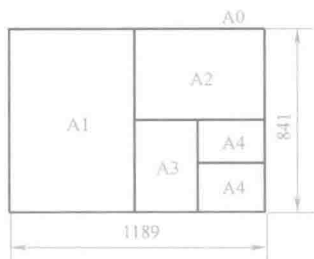
制图的基本知识

第一节 制图的基本规定

为了便于国际贸易和国际间的技术合作与技术交流,国际工程界必须具有统一的技术语言。因此,国际标准化组织(ISO)制订了“技术制图”和“机械制图”的国际标准,即“ISO”标准。我国作为世界贸易组织(WTO)的成员国,必须与国际接轨。为此,我国国家质量监督检验检疫总局,以国际标准为基础,即在等效、等同或参照采用国际标准的原则下,制订了中华人民共和国国家标准,用GB、GB/T或GB/Z表示^①,通常称为国家标准。制图标准一般包括制图的基本规定、图样的基本表示法、图样的特殊表示法和图形符号四类标准。本节先介绍制图基本规定方面的一些标准。

一、图纸幅面和格式 (GB/T 14689—2008)

图 1-1
图纸的五种
基本幅面



(一) 图纸幅面

图纸的基本幅面共有五种,分别用幅面代号A0、A1、A2、A3、A4表示,见图1-1。其中A0的幅面尺寸规定为841mm×1189mm,由A0幅面对折裁开的次数就是所得图纸的幅面代号数。由此得到的图纸基本幅面代号、幅面尺寸和图框尺寸见表1-1。

绘制技术图样时,应优先采用基本幅面。必要时,也允许选用国家标准GB/T 14689—2008《技术制图 图纸幅面和格式》中所规定的加长幅面。

(二) 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框,图样必须画在图框之内。图框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同一种格式。不留装订边的图纸,其图框格式见图1-2a、b;留有装订边的图纸,其图框格式见图1-2c、d。图框尺寸 e 、 c 、 a 按表1-1的规定。

表 1-1 图纸基本幅面代号、幅面尺寸和图框尺寸

(单位: mm)

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

① GB 为强制性国家标准, GB/T 为推荐性国家标准, GB/Z 为指导性国家标准。



二、标题栏 (GB/T 10609.1—2008)

每张技术图样中均应画出标题栏。国家标准 GB/T 10609.1—2008《技术制图 标题栏》规定的标题栏的内容、格式和尺寸见图 1-3。在学生的制图作业中,建议采用如图 1-4 所示的学生用标题栏。

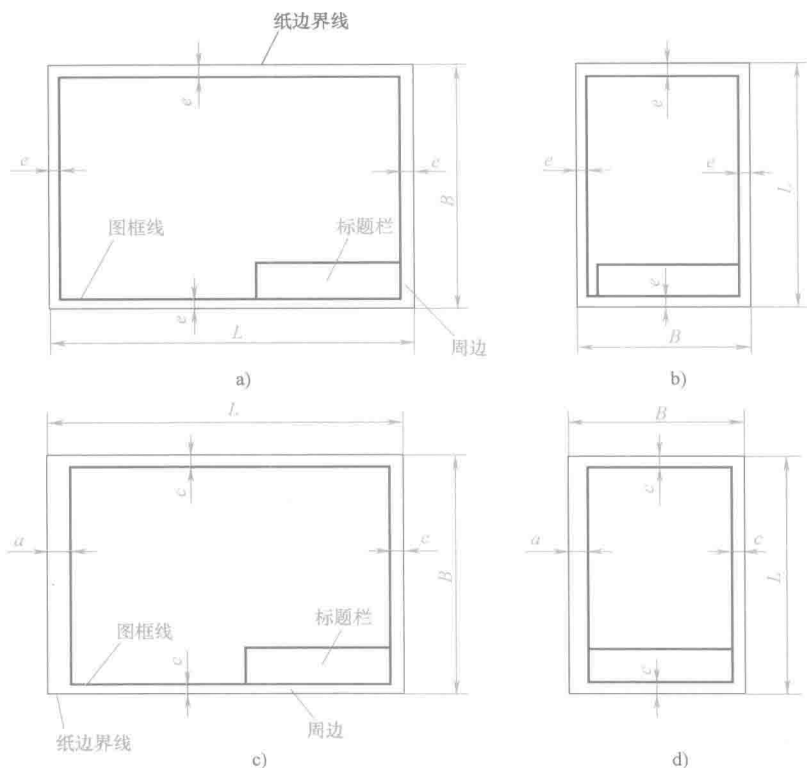


图 1-2
图框格式

180									
10	10	16	16	12	16				
7									
标记	处数	分区	更改文件号	签名	年、月、日	(材料标记)		(单位名称)	
						6.5×4 (=26)		12	12
设计	(签名)	(年月日)	标准化	(签名)	(年月日)	阶段标记		质量	比例
						6.5			
审核									
工艺			批准			共 张 第 张			
12	12	16	12	12	16	50			
7×8 (=56)									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
21									
18									
2									



③缩小比例——比值小于1的比例,如1:2等。

绘制图样时,应优先从表1-2规定的第一系列中选取适当的比例;必要时也允许选取第二系列中的比例。

图 1-4
学生用标题栏

120					
15		25		15	
7×H(28)	姓名	(签名 年月日)	(作业名称)	材料	
	班级			数量	
	学号		(学校名称)	比例	
	教师	(签名 年月日)		图号	

表 1-2 比例

选用 种类	第一系列			第二系列				
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。

比例用符号“:”表示,如1:1、1:500、20:1等。比例一般应标注在标题栏中的比例栏内;必要时,可在视图名称的下方标注比例,如: $\frac{I}{2:1}$ 、 $\frac{A}{1:100}$ 、 $\frac{B-B}{25:1}$ 等。

四、字体 (GB/T 14691—1993)

国家标准 GB/T 14691—1993《技术制图 字体》规定了技术图样及有关技术文件中的汉字、字母和数字的结构形式及公称尺寸。

(一) 基本要求

1) 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。

2) 字体高度(h)的公称尺寸系列为:1.8mm, 2.5mm, 3.5mm, 5mm, 7mm, 10mm, 14mm, 20mm。该数系的公比为 $1/\sqrt{2}$ ($\approx 1:1.4$)。字体高度的毫米数就是字体的号数。

3) 汉字应写成长仿宋体字,并应采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度 h 不应小于3.5mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ ($\approx 0.7h$)。

4) 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1/14;B型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的1/10。在同一图样上只允许使用一种形式的字体。

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

(二) 汉字、字母和数字(A型斜体)示例

1) 长仿宋体汉字示例。

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐
横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

汉字应写成长仿宋体字并应采用中华人民共和国国务院正式公布推行的汉字简化方案中规定的简化字



长仿宋体字的书写要领是：横平竖直，注意起落，结构均匀，填满方格。

2) 拉丁字母示例。

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

3) 希腊字母示例。

ΑΒΓΔΕΖΗΘΙΚΛΜΝΞΟΠΡΣΤΥΦΧΨΩ
αβγδεζηθικλμνξοπρστυφχψω

4) 阿拉伯数字示例。

0123456789

5) 罗马数字示例。

IIIIIIIVVVVIVIIIVIIIIXX

(三) 综合应用规定

1) 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。示例：

10^3 S^{-1} D_1 T_d $\phi 20^{+0.010}_{-0.023}$ $7^{\circ+1^{\circ}}_{-2^{\circ}}$ $\frac{3}{5}$

2) 其他应用示例。

$R8$ 5% $\frac{II}{2:1}$ $\frac{A}{5:1}$ $\sqrt{Ra 6.3}$

五、图线

在绘制机械图样时，必须采用 GB/T 4457.4—2002《机械制图 图样画法 图线》中规定的图线。

(一) 图线的线型

在国家标准《机械制图 图样画法 图线》中，共规定了九种线型。其中常用的六种线型的代码、名称、线型、宽度和一般应用见表 1-3 和图 1-5。

(二) 图线的尺寸

1. 图线的宽度

1) 图线宽度的选择应根据图样的类型、尺寸、比例和缩微复制的要求确定，并在下列数系中选择：0.13mm，0.18mm，0.25mm，0.35mm，0.5mm，0.7mm，1mm，1.4mm，2mm。该数系的公比为 $1:\sqrt{2}$ ($\approx 1:1.4$)。

2) 在机械图样上，采用粗、细两种线宽，它们的比例为 2:1。粗线（粗实线、粗虚线、粗点画线）的宽度 d 在 0.25~2mm 之间选择，而细线（细实线、波浪线、虚线、点画线和双点画线）的宽度均为 $d/2$ ，参见表 1-3。并建议粗线的宽度 d 优先采用 0.5mm。



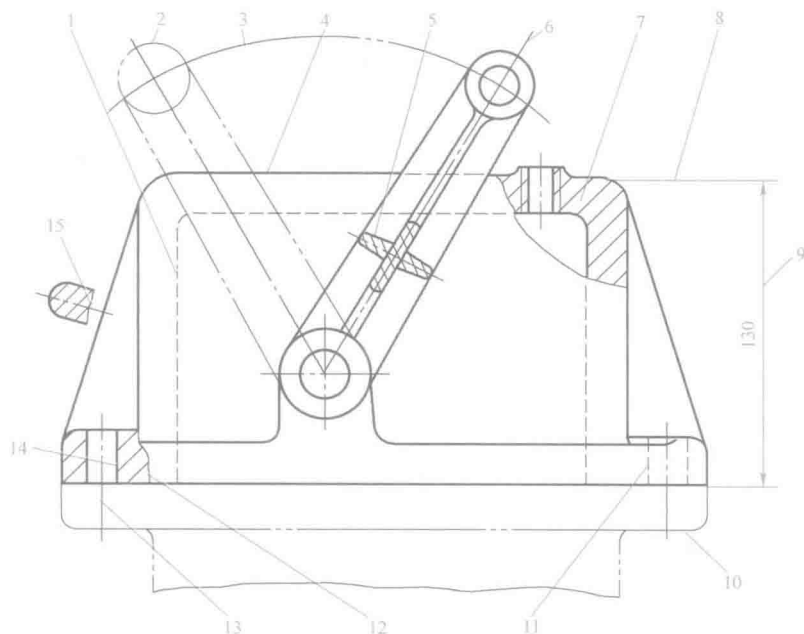
表 1-3 机械图样上常用的图线及其应用

代码 No.	名称	线型	宽度	一般应用
01.1	细实线		$d/2$	(1) 尺寸界线 8 (2) 尺寸线 9 (3) 剖面线 7 (4) 重合断面的轮廓线 5
01.1	波浪线		$d/2$	(1) 断裂处的边界线 15 (2) 视图与剖视图的分界线 12
01.2	粗实线		d	(1) 可见棱边线 4 (2) 可见轮廓线 14
02.1	细虚线		$d/2$	(1) 不可见棱边线 1 (2) 不可见轮廓线 11
04.1	细点画线		$d/2$	(1) 轴线 13 (2) 对称中心线 6
05.1	细双点画线		$d/2$	(1) 相邻辅助零件的轮廓线 10 (2) 轨迹线 3 (3) 可动零件的极限位置的轮廓线 2

注：1. 本表未列入应用较少的三种图线：①No. 02.2 粗虚线（允许表面处理的表示线）；②No. 04.2 粗点画线（限定范围表示线）；③No. 01.1 双折线（应用同波浪线）。

2. 细虚线、细点画线和细双点画线，在本书中以后均省略“细”字，分别简称为虚线、点画线和双点画线。

图 1-5
机械图样上常用
的图线及应用
示例



3) 在同一张图样中，同类图线的宽度应保持一致。

2. 图线中各线素的长度

图线中的虚线、点画线和双点画线等不连续线的独立部分，也就是组成这些图线的元素

称为线素，如点、画和间隔等。为了同种图线画法的统一和图样的美观，GB/T 17450—1998《技术制图 图线》中，将各种线素的长度分别规定为图线宽度 d 的倍数（本书未摘录）。在使用 Auto CAD 绘制图样时，应遵守标准中的具体规定；而在手工绘图时，则建议采用表 1-4 中的线素长度规格。并且在同一张图样中，各种线素的长度应各自大致相等。

表 1-4 各种线素的长度（手工绘图时）

虚线	点画线	双点画线

（三）图线的画法

在绘制机械图样时，首先应根据图线的用途正确选用相应的线型，并应符合各种图线的宽度要求和各种线素的长度要求。同时还应遵循如下画法：

- 1) 平行画法：两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7mm。
- 2) 相交画法：各种线型相交时，都应以画相交，见图 1-6。
- 3) 延伸画法：当虚线位于粗实线（直线或圆弧）的延长线上时，则在相接处，粗实线仍应画到位，而虚线则应留出少许空隙。
- 4) 重合画法：当有两种或多种图线重合时，通常应按如下顺序确定优先绘制的图线：粗实线→虚线→细实线→点画线→双点画线。
- 5) 其他画法：在绘制点画线和双点画线时，其首末两端应是线段，并应超出图形轮廓线 2~5mm，见图 1-6a、b。在较小的图形上绘制点画线或双点画线有困难时，可用细实线代替，见图 1-6c。

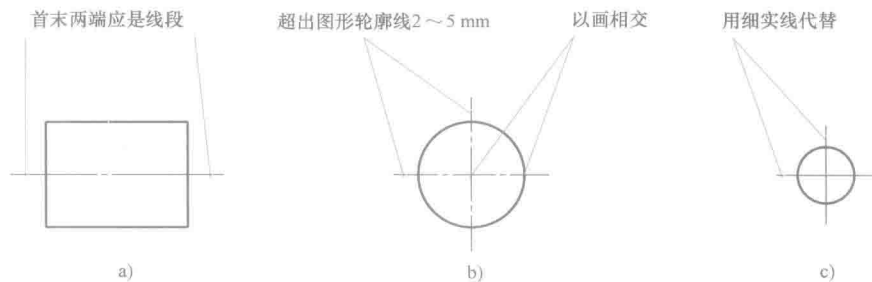


图 1-6
图线的画法

六、尺寸注法（GB/T4458.4—2003，GB/T 16675.2—1996）

图样中的图形（视图）用于表达机件的结构形状，而机件的大小则需要用尺寸来表示。为此，下面介绍国家标准 GB/T 4458.4—2003《机械制图 尺寸注法》中的一些基本内容。

（一）基本规则

- 1) 无论采用何种比例绘制的图样，都必须标注机件的实际尺寸。即图样上的尺寸表示机件的真实大小。
- 2) 图样（包括技术要求和其他说明）中的尺寸，以毫米为单位时，不需要标注单位符号（或名称）；如采用其他单位，则必须注明相应的单位符号。
- 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。

（二）尺寸的组成

一个完整的尺寸，一般应由尺寸界线、尺寸线（包括箭头）和尺寸数字（包括符号）组成，见图 1-7。



(1) 尺寸界线 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。也可利用这些图线作为尺寸界线, 如尺寸 $4 \times \phi 6$ 。

图 1-7
尺寸的组成

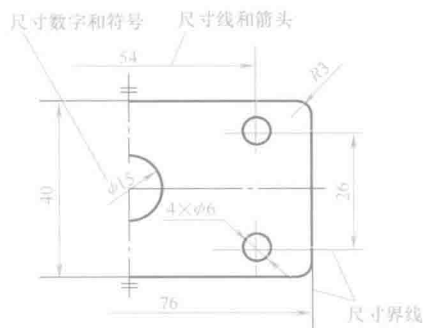
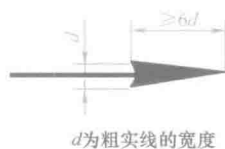


图 1-8
箭头的形式



(2) 尺寸线 尺寸线用细实线绘制, 其终端应画出箭头, 并指到尺寸界线; 箭头的形式见图 1-8。尺寸线必须单独画出, 不得借用其他图线, 也不得画在其他图线的延长线上。当对称机件的图形只画出一半或略大于一半时, 尺寸线应略超过对称中心线或断裂处的边界线, 此时仅在尺寸线的一端画出箭头, 见图 1-7 中的尺寸 54、76 和 $\phi 15$ 。

(3) 尺寸数字和符号 尺寸数字的注法和符号规定等, 在下面各类尺寸的注法中介绍。需要强调的是: 尺寸数字不可被任何图线所通过。当无法避免时, 必须把该处图线断开, 见图 1-7 中的尺寸 $\phi 15$ 等。

(三) 各类尺寸的注法

(1) 线性尺寸的注法 标注线性尺寸时, 尺寸线必须与所标注的线段平行。尺寸界线一般应与尺寸线垂直 (必要时才允许倾斜), 并超出尺寸线 2~3mm。线性尺寸的数字应按图 1-9 所示的方向注写。即水平方向的尺寸注写在尺寸线的上方, 字头向上; 垂直方向的尺寸注写在尺寸线的左方, 字头向左; 倾斜方向的尺寸注写在尺寸线的斜上方, 字头也向着斜上方 (也允许将尺寸数字注写在尺寸线的中断处, 但字头方向的规定不变)。应尽可能避免在图示 30° 范围内标注尺寸。当无法避免时, 可按图 1-10a、b 的形式引出标注。

图 1-9
线性尺寸数字的注法

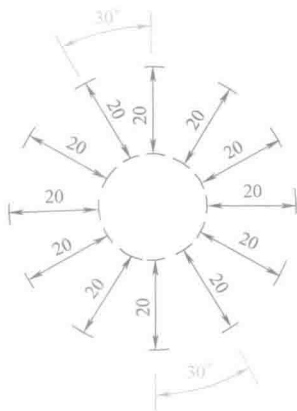
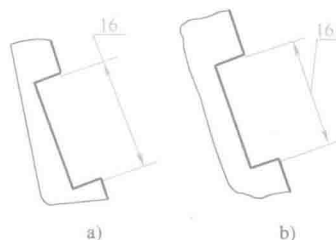


图 1-10
尺寸数字的引出标注



(2) 圆、圆弧及球面尺寸的注法

1) 标注圆的直径时, 应在尺寸数字前加注符号 “ ϕ ”; 标注圆弧半径时, 应在尺寸数字前加注符号 “R”。圆的直径和圆弧半径尺寸线的终端应画成箭头, 并按图 1-11 所示的方法标注。



2) 当圆弧的半径过大或在图样范围内无法按常规标出其圆心位置时, 可按图 1-12a 的形式折弯标注; 若不需要标出其圆心位置时, 可按图 1-12b 的形式标注。

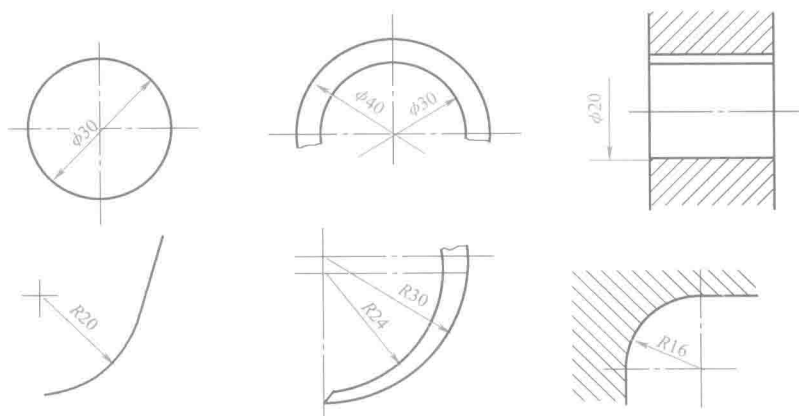


图 1-11
圆及圆弧尺寸的标注

3) 标注球面的直径或半径时, 应在尺寸数字前分别加注符号“ $S\phi$ ”或“ SR ”, 见图 1-13。

4) 圆、圆弧以及球面的尺寸均属于线性尺寸, 所以其尺寸数字也按图 1-9 所示的方向注写。

(3) 角度尺寸的注法 标注角度时, 尺寸界线应自径向引出, 尺寸线应画成圆弧, 其圆心是该角的顶点, 见图 1-14a; 角度的数字一律写成水平方向, 一般注写在尺寸线的中断处, 见图 1-14a、b, 必要时也可按图 1-14c 的形式标注。角度尺寸必须注明单位, 见图 1-14。

图 1-12

大圆弧尺寸的注法

a) 折弯标注

b) 不需标出圆心位置时

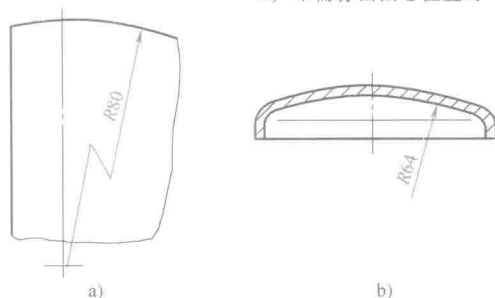


图 1-13

球面尺寸的注法

a) 球直径的注法

b) 球半径的注法

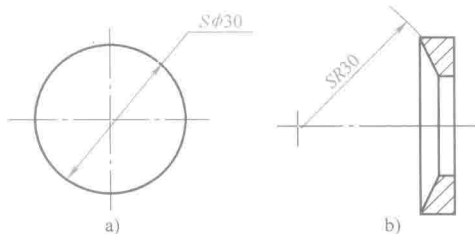
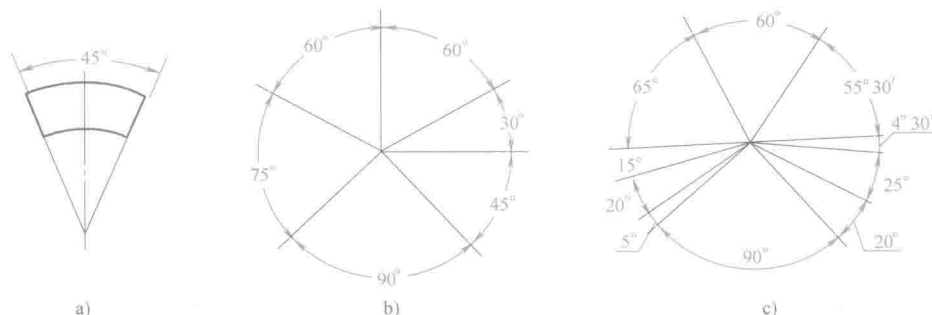


图 1-14

角度尺寸的注法



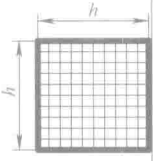
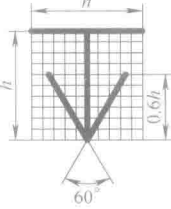
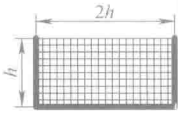
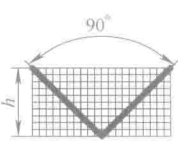
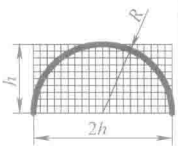
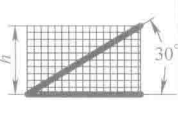
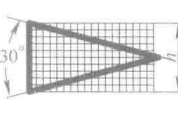
(4) 小间距尺寸的注法 对于小间距尺寸, 即两条尺寸界线间的距离很小的尺寸, 在没有足够的位置画箭头或注写数字时, 可按图 1-15 的形式标注。即尺寸箭头可从外向里指到尺寸界线, 并可用实心小圆点代替箭头, 尺寸数字可采用旁注或引出标注。

(四) 尺寸符号和缩写词

标注尺寸时, 应尽可能使用符号和缩写词。常用的符号和缩写词见表 1-5。部分标注示例见图 1-16。



表 1-5 标注尺寸时常用的符号和缩写词

直径	半径	球直径	球半径	厚度	45°倒角	均布
ϕ	R	$S\phi$	SR	t	C	EQS
正方形	深度	沉孔或锪平	埋头孔	弧长	斜度	锥度
$\square$	$\Downarrow$	$\sqcup$	∇	$\frown$	$\angle$	∇
						

注：符号的线宽为 $h/10$ (h 为字体高度)。

图 1-15
小间距尺寸
的注法

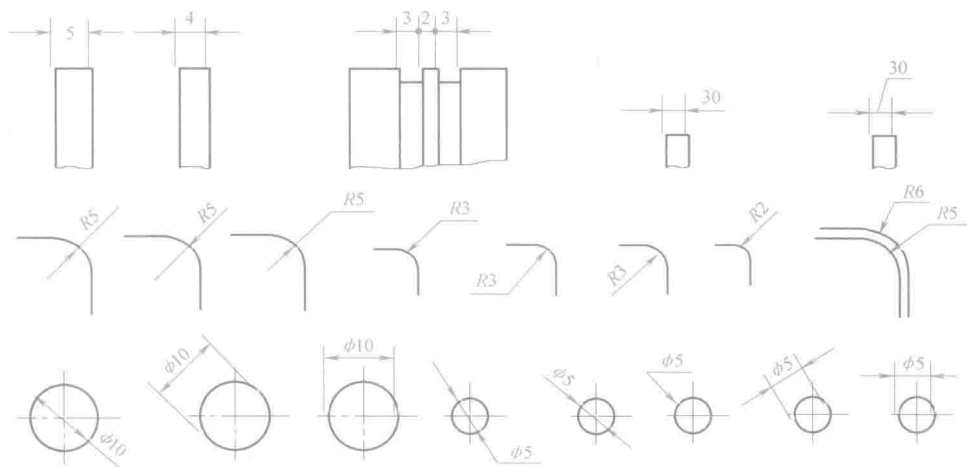
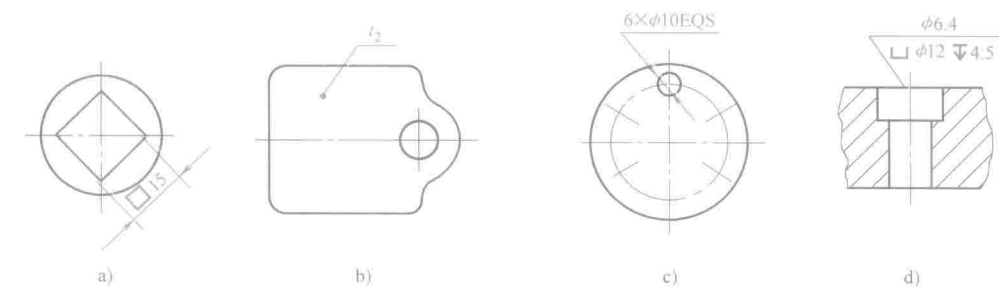


图 1-16
采用符号和缩写
词标注尺寸示例



第二节 制图工具和仪器的使用方法

手工绘制机械图样时，需要使用绘图工具和仪器，因而正确、熟练地使用绘图工具和仪器可以提高图样的质量，加快绘图的速度。为此将常用的绘图工具和仪器的使用方法介绍如下。

一、图板

图板主要用来铺放和固定图纸（见图 1-17），且各种绘图工具和仪器均需借助于平整、光滑的图板板面进行绘图。此外，丁字尺也以图板平直的工作边（左边）为依靠进行移动和工作。