

普通高等教育“十二五”规划教材

画法几何及 机械制图

第2版

范思冲 主编

周建平 张建润 副主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育“十二五”规划教材

画法几何及机械制图

(机械类、近机械类专业适用)

第2版

主 编 范思冲
副主编 周建平 张建润
参 编 陈炳发 丛肇助 姚 陈 钱志峰
主 审 杨钟藩



机械工业出版社

本教材内容包括画法几何、机械制图和计算机绘图基础三个部分，具体分为：制图的基本知识和基本技能，投影的基本知识，点、直线、平面的投影，直线、平面的相对位置，投影变换，立体的投影，轴测投影图，机件常用的表达方法，标准件和常用件，零件图，装配图和计算机绘图基础共十二章以及附录；还有配套的习题集同时修订出版；并制作有 PPT 课件，可在机械工业出版社的教育服务网（www.cmpedu.com）上下载，供教师备课和授课时使用，以辅助教学。

本教材既适合于大学本科机械类和近机械类专业使用，也可供其他各种类型的高等院校本（专）科同类专业使用，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

画法几何及机械制图/范思冲主编. —2 版. —北京：机械工业出版社，2014.4
(2018.9重印)
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-111-45820-3

I. ①画… II. ①范… III. ①画法几何-高等学校-教材②机械制图-高等学校-教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2014）第 026144 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 焯 责任编辑：余 焯 张丹丹 版式设计：霍永明
责任校对：纪 敬 封面设计：张 静 责任印制：常天培
北京圣夫亚美印刷有限公司印刷
2018 年 9 月第 2 版第 3 次印刷
210mm × 285mm · 18.75 印张 · 571 千字
标准书号：ISBN 978-7-111-45820-3
定价：39.00 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 网络服务
社服务中心：(010) 88361066 教材网：<http://www.cmpedu.com>
销售一部：(010) 68326294 机工官网：<http://www.cmpbook.com>
销售二部：(010) 88379649 机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>
读者购书热线：(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

本教材自1997年5月出版以来,为许多兄弟院校所选用,并得到了广大师生的肯定和好评,先后印刷了13次,印数近5万套。鉴于出版以来已时隔十多年,在教学改革不断推进、国家标准不断更新的新形势下,教材第1版显得有所落伍了。为了紧跟形势、与时俱进,特组织了多位具有丰富教学实践经验的老教师,实时进行了修订,出版了此第2版。

本教材除保持了第1版教材的主要特色和显著优点外,又作了许多改进,从而有了新的长足的进步和提高。①删除了原“第六章曲线与曲面”,以适应教学学时减少的实际情况,也使教材更具“少而精”的特色;②原“第十三章计算机绘图基础”采用了新的中文版AutoCAD 2008,作了全面重新编写,既体现了先进性,又符合多数兄弟院校目前使用版本的实际情况;③为了与国际接轨,本教材全面采用了最新国家标准;④配套习题集与本教材同时修订出版,同一章教材和相应的习题由同一人编写,以取得教材和习题集密切配合、相辅相成、相得益彰的效果;⑤本教材同时制作有PPT课件,可以从机械工业出版社的教育服务网下载,便于辅助教学。

本教材第1版由范思冲、丛肇助、周建平、姚陈、钱志峰、张建润编写,由杨钟藩主审。参加此次修订的有周建平(第五、十二章)、张建润(第十、十一章)、陈炳发(第二、三、四章)、范思冲(其余各章以及绪论、附录等)。并由范思冲任主编,周建平、张建润任副主编。陈晓阳友情参加了本教材部分课件的制作工作,在此表示衷心的感谢。

本教材的成功出版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,作出过努力和贡献的所有工作人员表示最诚挚的感谢!

热忱欢迎各兄弟院校选用本教材,真诚希望在使用过程中,对本教材的错误和不妥之处提出宝贵意见,以便不断改进和提高,以不辜负广大读者的期望和厚爱。

编 者

目 录

前言		
绪论	1	
第一章 制图的基本知识和基本技能	3	
第一节 制图的基本规定	3	
第二节 制图工具和仪器的使用方法	11	
第三节 几何作图	14	
第四节 平面图形的分析、画法和尺寸注法	20	
第五节 草图画法	22	
第二章 投影的基本知识	25	
第一节 投影法及其分类	25	
第二节 正投影的特性及三视图	25	
第三章 点、直线、平面的投影	31	
第一节 点的投影	31	
第二节 直线的投影	34	
第三节 平面的投影	47	
第四章 直线、平面的相对位置	59	
第一节 空间几何元素间的相对位置关系	59	
第二节 直线、平面的平行关系	59	
第三节 直线、平面的相交关系	62	
第四节 直线、平面的垂直关系	65	
第五节 点、线、面综合题的解法	68	
第五章 投影变换	76	
第一节 概述	76	
第二节 换面法	76	
第三节 旋转法	83	
第六章 立体的投影	89	
第一节 基本体的三视图和尺寸	89	
第二节 带切口立体的三视图	90	
第三节 立体表面上点的投影	92	
第四节 立体表面交线	95	
第五节 画组合体的三视图和标注尺寸	104	
第六节 读组合体的视图	109	
第七章 轴测投影图	116	
第一节 轴测图的基本概念	116	
第二节 正等轴测图	117	
第三节 斜二轴测图	123	
第四节 轴测剖视图	124	
第八章 机件常用的表达方法	126	
第一节 视图	126	
第二节 剖视图	128	
第三节 断面图	135	
第四节 图样简化画法和局部放大图	138	
第五节 机件表达方法小结和综合应用举例	141	
第六节 第三角画法简介	142	
第九章 标准件和常用件	145	
第一节 螺纹	145	
第二节 螺纹紧固件	152	
第三节 螺纹紧固件的连接形式及其画法	153	
第四节 键连接	157	
第五节 销连接	158	
第六节 弹簧	159	
第七节 齿轮	162	
第八节 滚动轴承	165	
第十章 零件图	168	
第一节 概述	168	
第二节 零件结构的工艺性简介	169	
第三节 零件图的视图选择	172	
第四节 零件图的尺寸标注	176	
第五节 零件图的技术要求	181	
第六节 零件图的读法	193	
第七节 四类典型零件分析	195	
第十一章 装配图	198	
第一节 概述	198	
第二节 装配图的表达方法	200	
第三节 装配图的视图选择	202	
第四节 装配图的尺寸标注	204	
第五节 装配图中的零(部)件序号、明细栏和 技术要求	205	
第六节 装配结构合理性简介	206	
第七节 零、部件测绘	208	
第八节 装配图的画法	212	
第九节 读装配图和拆画零件图	215	
第十二章 计算机绘图基础	222	
第一节 计算机绘图概述	222	
第二节 AutoCAD 软件简介	222	
第三节 AutoCAD 二维图形绘制	228	
第四节 尺寸标注与块操作	246	
第五节 AutoCAD 绘图举例	256	
附录	265	
附录 1 标准尺寸	265	
附录 2 常用化学元素符号	265	
附录 3 普通螺纹	266	

附录 4	55°非密封管螺纹	267	附录 20	角接触球轴承	281
附录 5	梯形螺纹	268	附录 21	标准公差数值	282
附录 6	六角头螺栓	269	附录 22	轴的基本偏差数值	282
附录 7	双头螺柱	270	附录 23	轴的极限偏差	283
附录 8	开槽螺钉	271	附录 24	优先用途孔的极限偏差	287
附录 9	十字槽螺钉	272	附录 25	几何公差的公差值	288
附录 10	1 型六角螺母	273	附录 26	铸铁的种类、牌号和应用	289
附录 11	普通垫圈	274	附录 27	碳素结构钢的种类、牌号和应用	289
附录 12	标准型弹簧垫圈	274	附录 28	合金结构钢的种类、牌号和应用	291
附录 13	普通平键	275	附录 29	铸造铜合金、铸造铝合金、铸造轴 承合金的种类、牌号和应用	292
附录 14	圆柱销 (不淬硬钢和奥氏体不锈钢)	276	附录 30	各种非金属材料的种类、名称、牌号 (或代号) 和应用	293
附录 15	圆锥销	276	参考文献		294
附录 16	紧固件通孔及沉孔尺寸	277			
附录 17	深沟球轴承	278			
附录 18	圆锥滚子轴承	279			
附录 19	单向推力球轴承	280			

绪 论

一、本课程的研究对象

画法几何及机械制图是一门研究绘制和阅读机械图样、图解空间几何问题以及介绍计算机绘图基本知识的技术基础课。

二、本课程的内容和要求

1. 内容

本课程的内容可分为画法几何、机械制图和计算机绘图基础三个部分。

(1) 画法几何 画法几何的内容可归纳为两个方面：

- 1) 图示法。研究用投影法表达空间几何形体的基本理论和方法。
- 2) 图解法。研究图解空间几何问题的基本理论和方法。

可见画法几何除用以图解空间几何问题外，还为机械制图中用图形表达空间几何形体提供了基本理论和基本图示方法，是机械制图的理论基础。因此，同学们必须熟练掌握画法几何的基本理论、基本知识和基本图示方法。

(2) 机械制图 机械制图的主要内容有制图的基本知识和基本技能、投影制图以及运用投影法绘制和阅读机械图样。一切机器、仪器等都是按照图样来进行生产的。所谓图样，就是根据投影原理、标准或有关规定表示工程对象，并有必要的技术说明的图。它是表达和交流技术思想的重要工具，是工程技术部门的重要技术文件。一句话，它是工程界的技术语言。因此，同学们必须精通这种“语言”。

(3) 计算机绘图基础 为了满足生产上对计算机辅助设计日益迫切、日益增长的需要，本教材编写了“计算机绘图基础”作为本教程的基础内容，这是对本课程教学内容和教学方法的重大改革。本教材采用 AutoCAD 2008 中文版，主要介绍计算机绘图基本知识，可满足后继课程关于计算机辅助设计的图形要求。

2. 要求

- (1) 画法几何部分 掌握用投影法表达空间几何形体和图解空间几何问题的基本理论和方法。
- (2) 机械制图部分 培养绘制和阅读零件图及装配图的基本能力。
- (3) 计算机绘图基础部分 了解计算机绘图的意义和特点，培养计算机绘图的初步能力。

三、本课程的学习目的

- 1) 掌握用投影法（主要是正投影法）在平面上表示空间几何形体的图示法和图解空间几何问题的图解法。
- 2) 培养绘制和阅读机械图样的能力。
- 3) 培养用计算机生成图样的初步能力。
- 4) 培养空间逻辑思维和形象思维能力。
- 5) 培养分析问题和解决问题的能力。
- 6) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

四、本课程的学习方法

本课程是一门既有系统理论，又有较强实践性的技术基础课。本课程的三部分内容紧密联系，又各

有特点。为了学好本课程,这里简要地介绍一下各部分内容的学习方法。

1. 画法几何部分

学好画法几何的关键是根据它的特点进行学习。画法几何的第一个特点是系统性强,前后内容联系紧密。因此,学习时一定要在消化、理解前面内容的基础上,再学习后面的内容,不能“欠账”。只有熟练掌握前面介绍的各种基本作图问题,才能顺利解决后面遇到的各种综合性作图问题。

画法几何的第二个特点是逻辑性强。因此在学习过程中,要特别注意学习和掌握课程中解题时所采用的逻辑推理的分析方法,从而不断提高自己的逻辑思维能力,以及分析问题和解决问题的能力。

画法几何的第三个特点是空间和平面联系紧密。因此在听课、复习和做作业时,要经常进行空间几何关系的分析,建立空间问题与平面图形间的联系。

画法几何的第四个特点是它的理论只有通过实际解题和作图,才能深刻理解、真正掌握。因此在复习理论内容的基础上,一定要多做习题、多练习。

2. 机械制图部分

机械制图的第一个特点是实践性强;第二个特点是以画法几何为基础,空间和平面联系紧密;第三个特点是机械图样是“工程界的技术语言”,因此在图样格式、画法和尺寸注法等方面都有国家标准规定;第四个特点是机械图样是直接用来指导生产和进行技术交流的重要技术文件,图样的任何差错都会直接导致经济损失等严重后果。因此学习这部分内容时,应善于联系和运用画法几何的知识,尤其应注重实践,多看实物(模型、机器零部件和各种机械产品的实物和生产图样)多做练习,经常由物画图、由图想物,做到图物对照、读(图)画(图)结合,多读多画、反复实践。对于图样中的尺寸,应做到前后联系不断线,分析比较找差别,全面归纳作总结。从标注尺寸的基本规定到平面图形的尺寸标注,基本体和组合体的尺寸标注,零件图的尺寸标注,装配图的尺寸标注等前后一线贯穿;并善于分析、比较,如组合体与零件图尺寸标注的共性和个性,零件图和装配图尺寸标注的差异等;还应注意归纳总结,从而得出标注尺寸应正确(符合国家标准规定)、完整、清晰、合理的基本要求。在制图作业中,要正确使用绘图工具和仪器,并熟悉和严格遵守技术制图、机械制图国家标准和其他相关的国家标准。一定要养成认真、负责的工作态度和严谨、细致的工作作风,以保证画出符合要求的高质量图样。

3. 计算机绘图基础部分

计算机绘图是适应现代化建设的新技术。工程图样从手工(徒手或仪器)绘制到计算机绘制是生产和科研领域的一个重大变革和飞跃,也是本课程教学内容和教学方法的重大改革和突破。同学们必须掌握这种新技术。为此学习时,应认真听课,及时复习,理解基本内容,熟悉各种作图命令,掌握图样的绘制方法,并认真上机操作,努力提高实际操作水平,从而为今后进行计算机辅助设计打下良好的基础。

第一章 制图的基本知识和基本技能

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）制定了“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，中国国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会，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，制定了中华人民共和国国家标准，用 GB、GB/T 或 GB/Z[⊙]表示，通常称为制图标准。制图标准一般包括制图的基本规定、基本表示法、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）

（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。由此得到的各种幅面代号和尺寸见表 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。

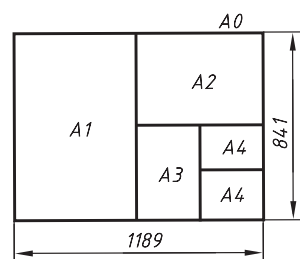


图 1-1 图纸的五种基本幅面

（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 需符合表 1-1 的规定。

表 1-1 图纸基本幅面代号和尺寸

（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				

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，建议采用图 1-4 所示的学生用标题栏。

标题栏的位置一般应位于图纸的右下角，见图 1-2。看图的方向应与看标题栏的方向一致，即标题栏中的文字方向为看图方向。此外，标题栏的线型、字体、（签字除外）和年、月、日的填写格式均应符合相应国家标准的规定。

⊙ 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。

三、比例 (GB/T 14690—1993)

图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。比例按其比值大小可分为：①原值比例——比值为1的比例，即1:1；②放大比例——比值大于1的比例，如2:1等；③缩小比例——比值小于1的比例，如1:2等。

绘制图样时，应首先选择表1-2中“优先选用的比例”，必要时也可选择“允许选用的比例”。

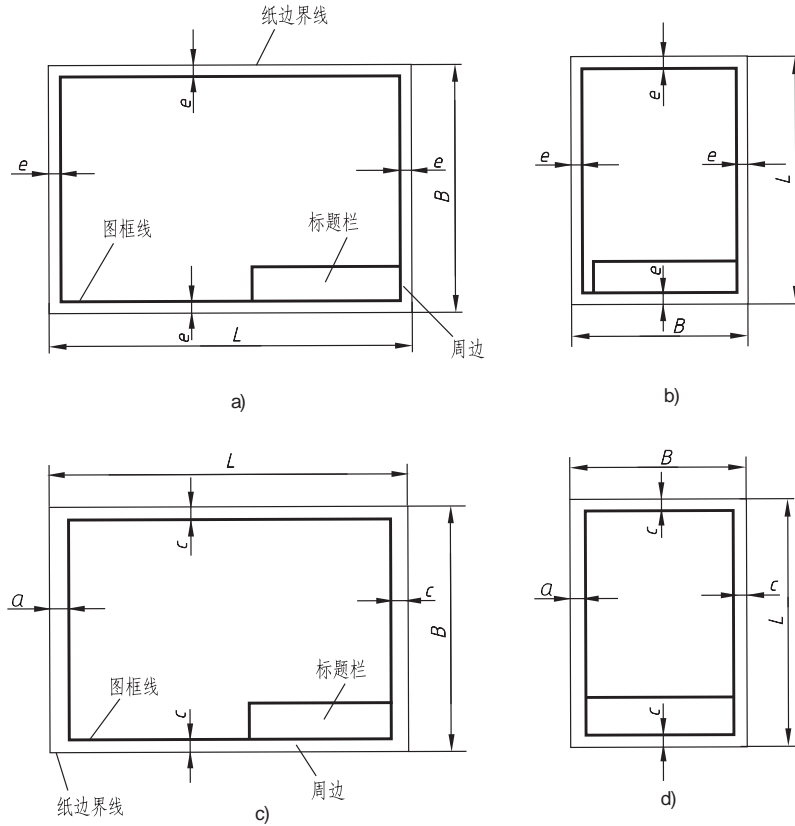


图 1-2 图框格式

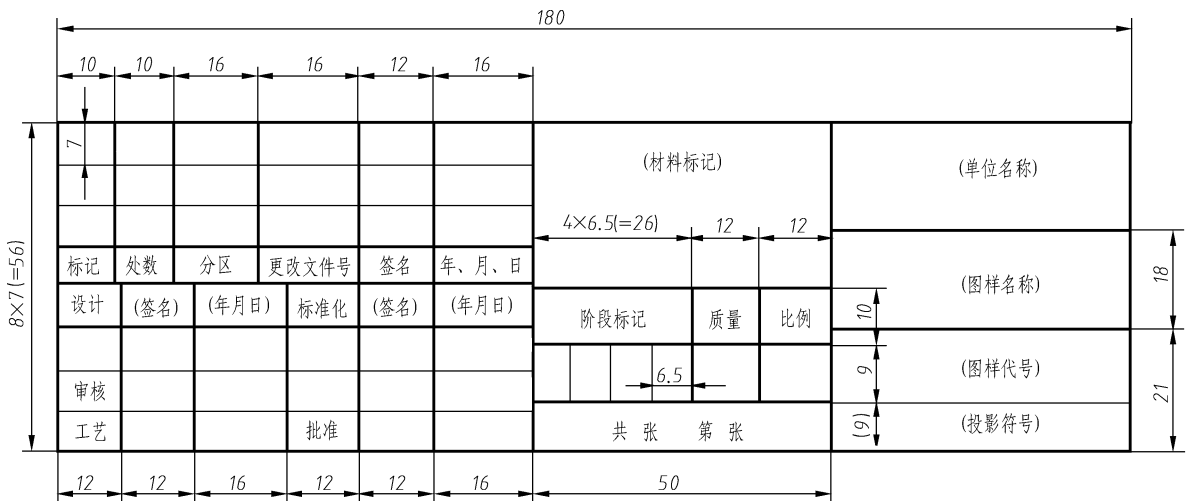


图 1-3 标题栏

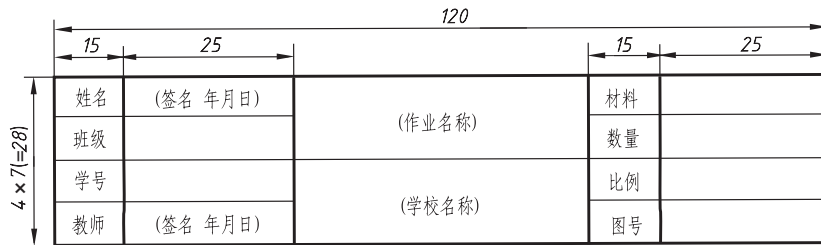


图 1-4 学生用标题栏

表 1-2 比例

种类 \ 选用	优先选用的比例	允许选用的比例
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	4:1 2.5:1 4 × 10 ⁿ :1 2.5 × 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	1:1.5 1:2.5 1:3 1:4 1:6 1:1.5 × 10 ⁿ 1:2.5 × 10 ⁿ 1:3 × 10 ⁿ 1:4 × 10 ⁿ 1:6 × 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或右侧标注比例，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基本尺寸。

（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，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。

ABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmno pqrstuvwxyz

3) 希腊字母示例。

ΑΒΓΔΕΖΗΘΙΚΛΜΝΞΟΠΡΣΤΥΦΧΨΩ
αβγδεζηθικλμνξοπρστυφψχω

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

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，必须采用国家标准 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

在上述国家标准中，共规定了九种线型。其中常用的六种线型的号码、名称、线型、宽度和一般应用见表 1-3 和图 1-5。

表 1-3 机械图样上常用的图线

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：① No. 02.2 粗虚线（允许表面处理的表示线）；② No. 04.2 粗点画线（限定范围表示线）；③ No. 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。

(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 $d/2$,见表 1-3。并建议粗线的宽度 d 采用 0.5mm。

3) 在同一张图样中,同类图线的宽度应保持一致。

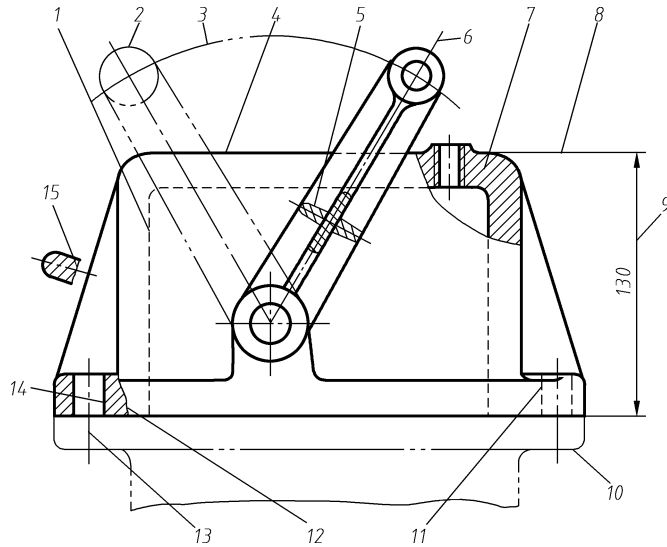


图 1-5 机械图样上常用的图线及应用示例

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,国家标准 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 AutoCAD 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 $2\sim 5\text{mm}$,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。

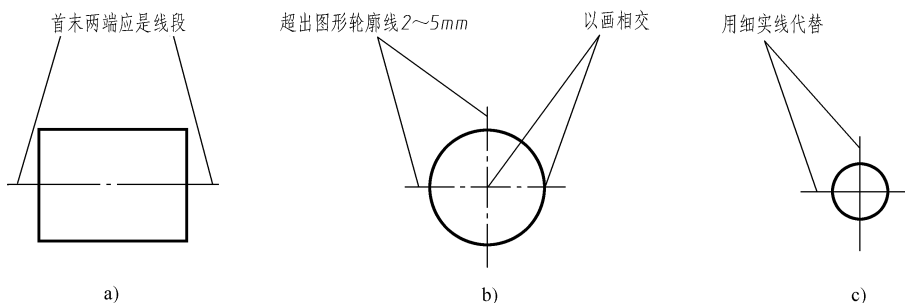


图 1-6 图线的画法

六、尺寸注法 (GB/T 4458.4—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 $4\times\phi 6$ 。

(2) 尺寸线和箭头 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 $\phi 15$ 。

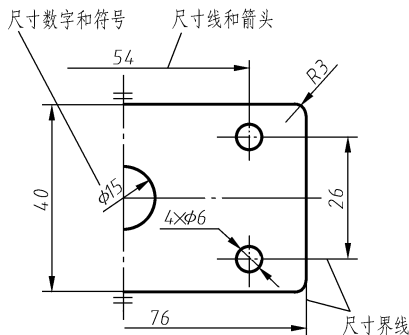


图 1-7 尺寸的组成

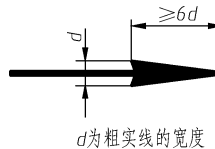


图 1-8 箭头的形式

(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 或图 1-10b 的形式引出标注。

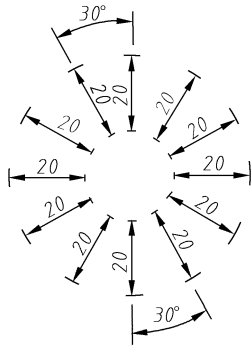


图 1-9 线性尺寸数字的注法

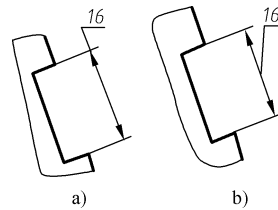


图 1-10 尺寸数字的引出标注

(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。

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。

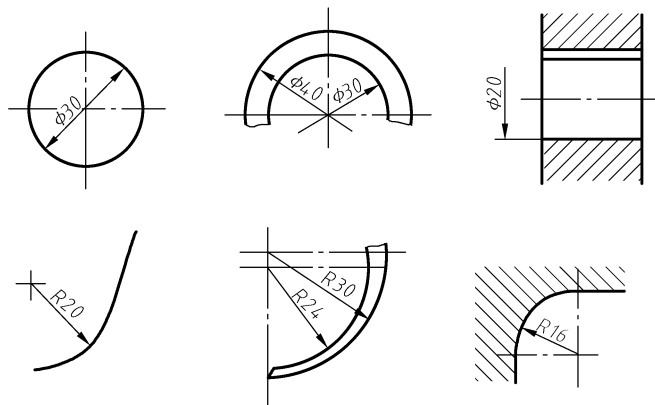


图 1-11 圆及圆弧尺寸的标注

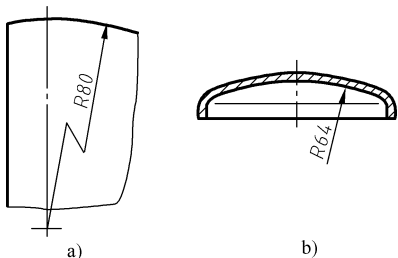


图 1-12 大圆弧尺寸的注法

a) 折弯标注 b) 不需标出圆心位置时

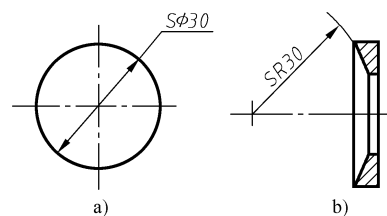


图 1-13 球面尺寸的注法

a) 球直径的注法 b) 球半径的注法

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。

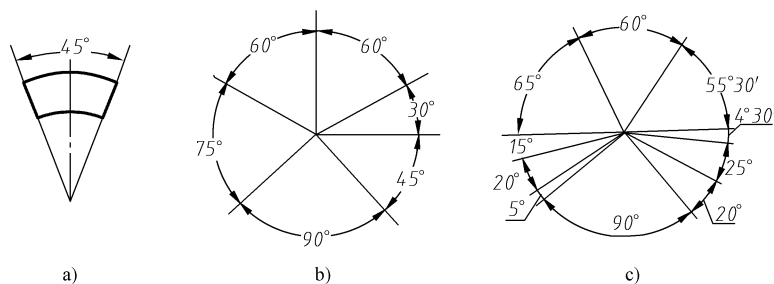


图 1-14 角度尺寸的注法

(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 (GB/T 4458.4—2003)

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	沉孔或铤平	埋头孔	弧长	斜度	锥度

注: 符号的线宽为 $h/10$ (h 为字体高度)。

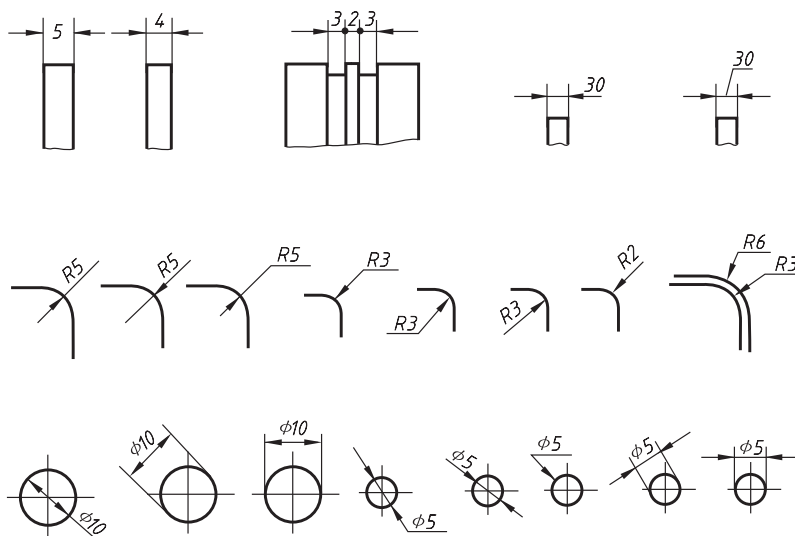


图 1-15 小间距尺寸的注法