

# 画法几何及机械制图

黄本伦 李汉声 赵安国 主编

重庆大学出版社

## 内容提要

本书按照高等学校工科《画法几何及机械制图》教学大纲及最新国家标准编写。全书包括:绪论,制图基本知识,点、线、面的投影,立体的投影,轴测投影图,组合体,机件的各种表达方法,标准件和常用件,零件图和装配图,计算机绘图及附录。

本书可供高校非机械类的电子、通信工程计算机、物理、化工、地质、计量、冶金等非机械类专业作教材,也可供相应专业的电大、职大、夜大、函大作教材。

## 画法几何及机械制图

黄本伦 李汉声 赵安国 主 编  
责任编辑:曾令维 版式设计:曾令维  
责任校对:廖应碧 责任印制:张立全

\*

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](mailto:fxk@cqup.com.cn) (市场营销部)

全国新华书店经销

重庆大学建大印刷厂印刷

\*

开本:787×1092 1/16 印张:15.25 字数:380千

1994年5月第1版 2003年9月第5次印刷

印数:29 001—32 000

ISBN 7-5624-0847-5/TH·42 定价:15.00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

# 序

近年来我国高等专科教育发展很快,各校招收专科生的人数呈逐年上升趋势,但是专科教材颇为匮乏,专科教材建设工作进展迟缓,在一定程序上制约了专科教育的发展。在重庆大学出版社的倡议下,中国西部地区 14 所院校(云南工学院、贵州工学院、宁夏工学院、新疆工学院、陕西工学院、广西大学、广西工学院、兰州工业高等专科学校、昆明工学院、攀枝花大学、四川工业学院、四川轻化工学院、渝州大学、重庆大学)联合起来,编写、出版机类和电类专科教材,开创了一条出版系列教材的新路。这是一项有远见的战略决策,得到国家教委的肯定和支持。

质量是这套教材的生命。围绕提高系列教材质量,采取了一系列重要举措:

第一,组织数十名教学专家反复研究机类、电类三年制专科的培养目标和教学计划,根据高等工程专科教育的培养目标——培养技术应用型人才,确定了专科学生应该具备的知识和能力结构,据此制订了教学计划,提出了 50 门课程的编写书目。

第二,通过主编会议审定了 50 门课程的编写大纲,不过分强调每门课程自身的系统性和完整性,从系列教材的整体优化原则出发,理顺了各门课程之间的关系,既保证了各门课程的基本内容,又避免了重复和交叉。

第三,规定了编写系列专科教材应该遵循的原则:

1. 教材应与专科学生的知识、能力结构相适应,不要不切实际地拔高;
2. 基础理论课的教学应以“必须、够用”为度,所谓“必须”是指专科人才培养规格之所需,所谓“够用”是指满足后续课程之需要;
3. 根据专科的人才培养规格和人才的主要去向,确定专业课教材的内容,加强针对性和实用性;
4. 减少不必要的数理论证和数学推导;
5. 注意培养学生解决实际问题的能力,强化学生的工程意识;
6. 教材中应配备习题、复习思考题、实验指示书等,以方便组织教学;
7. 教材应做到概念准确,数据正确,文字叙述简明扼要,文、图配合适当。

第四,由出版社聘请学术水平高、教学经验丰富、责任心强的专家担任主审,严格把住每门教材的学术质量关。

出版系列专科教材堪称一项浩大的工程。经过一年多的艰苦努力,系列专科教材陆续面市了。它汇集了中国西部地区 14 所院校专科教育的办学经验,是西部地区广大教师长期教学经验的结晶。

纵观这套教材,具有如下的特色:它符合我国国情,符合专科教育的教学基本要求和教学规律;正确处理了与本科教材、中专教材的分工,具有很强的实用性;与出版单科教材不同,有计划地成套推出,实现了整体优化。

这套教材立足于我国西部地区,面向全国市场,它的出版必将对繁荣我国的专科教育发挥积极的作用。这套教材可以作为大学专科及成人高校的教材,也可作为大学本科非机类或非电类专业的教材,亦可供有关工程技术人员参考。因此我不揣冒昧向广大读者推荐这套系列教材,并希望通过教学实践后逐版修订,使之日臻完善。

吴云鹏  
1993年  
仲夏

# 前 言

本教材参照高等学校工科《画法几何及机械制图》课程教学指导委员会拟订的基础课程教学基本要求编写的。适用于非机类各专业作教材用。为便于教学,我们同时编写了《画法几何及机械制图习题集》与本教材配套使用。

本教材的内容以掌握基本概念、基本方法和基本技能为重点,贯彻“少而精”的原则,在深度与广度上以必需、够用为度。在培养读者空间想象能力的基础上,把投影理论与绘图、读图有机地结合起来,联系生产实际、着重培养分析问题和解决问题的能力。本书还对计算机绘图的基本知识作了介绍。

本书贯彻和严格执行有关的最新国家标准,并在书末摘选部分常用的标准和资料,供读者查阅。

本书由攀枝花大学黄本伦、昆明工学院李汉声、贵州工学院赵安国主编。参加编写工作的有:昆明工学院颜尧炉、四川轻化工学院徐绍华、陕西工学院王润良、兰州高等工业专科学校曾宗楨。全书的插图主要由贵州农业大学陆琳描绘,部分插图由赵安国、李汉声、王润良、渝智昆描绘。

本书由昆明工学院屈维德教授主审。屈教授对书稿提出了很多修改意见,对提高本书质量给予很大帮助,在此致以衷心的感谢。

由于我们水平有限,书中难免存在某些谬误之处,请读者提出宝贵意见。

编者

1993年10月

# 目 录

绪论.....	1
第一章 制图的基本知识.....	2
1-1 《机械制图》国家标准的基本规定 .....	2
1-2 绘图工具和仪器的使用方法 .....	10
1-3 几何作图 .....	12
1-4 平面图形的画法及尺寸注法.....	16
复习思考题 .....	18
第二章 点、直线、平面的投影 .....	19
2-1 投影法概述 .....	19
2-2 点的投影 .....	21
2-3 直线的投影 .....	25
2-4 平面的投影.....	30
2-5* 直线与平面、平面与平面的相对位置.....	35
2-6* 换面法 .....	38
复习思考题 .....	43
第三章 立体的投影 .....	44
3-1 平面立体及其表面取点 .....	44
3-2 回转体及其表面取点 .....	47
3-3 平面与回转体表面相交 .....	51
3-4 两回转体表面相交.....	57
复习思考题 .....	64
第四章 轴测图 .....	65
4-1 轴测图的基本知识 .....	65
4-2 正等测 .....	67
4-3 斜二测 .....	72
复习思考题 .....	76
第五章 组合体 .....	77
5-1 三视图的形成及投影特性 .....	77
5-2 组合体视图的画法 .....	78
5-3 组合体的读图方法 .....	82
5-4 组合体的尺寸注法.....	89
复习思考题 .....	93

第六章 机件的各种表达方法 .....	94
6-1 视图 .....	94
6-2 剖视 .....	98
6-3 剖面 .....	109
6-4 局部放大图、简化画法及其他规定画法 .....	112
6-5 表达方法综合举例 .....	116
复习思考题 .....	119
第七章 标准件和常用件 .....	120
7-1 螺纹的规定画法及标注 .....	120
7-2 螺纹紧固件及其连接的画法 .....	126
7-3 键及其连接 .....	130
7-4 销及其连接 .....	132
7-5 齿轮 .....	133
7-6 弹簧 .....	136
7-7 滚动轴承 .....	139
复习思考题 .....	141
第八章 零件图和装配图 .....	142
8-1 概述 .....	142
8-2 零件图视图选择及尺寸标注 .....	145
8-3 表面粗糙度、镀涂和热处理的代(符)号及其标注 .....	151
8-4 公差与配合和形位公差简介 .....	156
8-5 零件上的常见工艺结构 .....	164
8-6 看零件图 .....	169
8-7 零件测绘 .....	171
8-8 装配图 .....	175
8-9 装配图中常见的工艺结构 .....	178
8-10 由零件图画装配图 .....	179
8-11 看装配图 .....	186
复习思考题 .....	193
第九章 计算机绘图 .....	194
9-1 计算机绘图系统简介 .....	194
9-2 绘图机的绘图原理 .....	197
9-3 绘图程序的编制 .....	198
复习思考题 .....	202
附录 .....	203
一、常用零件结构要素 .....	203
二、螺纹 .....	205
三、常用的标准件 .....	211
四、常用的热处理和表面处理名词解释 .....	224
五、公差与配合 .....	226

# 绪 论

## 一、本课程的性质和任务

在现代化工业生产中,各种机床、机械设备和仪器仪表的设计、制造、维修、使用、都离不开工程图样。它是工程技术人员表达设计意图、交流技术思想、指导制造维修和使用的重要技术文件。因而工程图样被人们誉为“工程界的语言”,每一个工程技术人员都必须具备熟练绘制和阅读工程图样的能力。

本课程就是一门研究工程图样绘制原理和方法、解决空间几何形体表达方法的技术基础课。通过本课程的系统理论学习和制图技能训练,培养学生绘制和阅读机械工程图样的基本能力,完成高级工程技术人员的初步训练。

因此,学习本课程的主要任务是:

1. 学习正投影法的基本理论和机械制图的基本规范;
2. 培养正确表达空间几何形体、绘制机械工程图样的基本能力;
3. 培养阅读机械工程图样、进行形体构思的空间思维能力;
4. 培养认真细致、一丝不苟、严格遵守制图规范的工作作风;
5. 对计算机绘图有初步的了解。

## 二、本课程的特点和学习方法

本课程既有系统的投影理论,又有很强的实践性。有关正投影的基本原理及其应用贯穿在教材的各个章节中,并与空间几何元素、空间形体和机件的表达方法紧密结合在一起。因此,必须在透彻地理解投影原理的基础上,通过反复的制图实践,才能真正掌握本课程的基本内容。

为此,在学习本课程时应注意以下几点:

1. 充分应用已学习过的初等几何知识,进行平面图形的几何作图;分析空间几何元素的几何关系,并且与画法几何的投影概念联系起来,逐步掌握投影作图的基本方法。
2. 运用投影原理进行积极的空间思维,熟记空间几何元素及几何形体的投影特性,逐步建立空间形体(空间)与投影图形(平面)之间的对应关系和转化关系。
3. 注意理论与实践相结合,坚持多看、多想、多用,即:通过多观察分析实际几何形体和机件的结构形状,增强感性认识;多看各种投影图和机械图样,熟悉各种表达方法,分析投影关系,想象其空间形状;多进行绘图实践,不断提高投影表达能力。
4. 一开始就注意养成正确使用绘图仪器和工具、严格遵守制图规范的习惯,不断提高绘图技能,提高图面质量。

应该指出的是:通过本课程的学习,只能为培养绘图能力和看图能力打下初步的基础,还需要通过后续课程的学习,特别是生产实习和课程设计等环节,不断提高绘图能力和看图能力。

# 第一章 制图的基本知识

基本要求:

1. 掌握《机械制图》国家标准中的基本规范,并能运用;
2. 熟悉常用绘图工具和仪器的使用方法,不断提高绘图技能;
3. 掌握常用的几何作图方法,能正确地绘制平面图形,标注其尺寸;
4. 掌握绘制仪器图的基本方法和步骤。

## 1-1 《机械制图》国家标准的基本规定

图样是工程界的技术语言,是设计和制造过程中的重要技术文件。为了使图样规范化,在《机械制图》国家标准(GB)中对制图的基本规则作了统一规定,它具有法律效力,每一个工程技术人员必须严格遵照执行。

本章简要介绍 GB4457—84 和 GB4458—84 中的基本规定。

### 一、图纸幅面和标题栏(GB4457.1—84)

绘制图样时,应优先选用表 1-1 中规定的幅面尺寸,六种幅面分别以代号 A0、A1、A2、A3、A4、A5 表示,其中 A0 幅面的面积为  $1 \text{ m}^2$ ;每一种幅面的宽长比均为  $B:L=1:\sqrt{2}$ 。

表 1-1 图纸幅面尺寸 (单位: mm)

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4	A5
B×L	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297	148×210
a	25					
c	10			5		
e	20		10			

必要时可将上表中幅面沿长边加长,其中 A0、A2、A4 按 148 的倍数加长;A1、A3 按 210 的倍数加长。

每张图纸均应用粗实线绘制边框,需装订的图样,其图框格式如图 1-1 所示,尺寸取表 1-1 中的 a、c 值,不需装订的图样,其图框格式如图 1-2 所示,尺寸取表 1-1 中的 e 值。

每张图纸的右下角紧靠边框配置标题栏,如图 1-1 及图 1-2 所示,国家对标题栏格式未作统一规定,本课程制图作业用标题栏可采用图 1-3 的格式(用于装配图时作适当调整)。

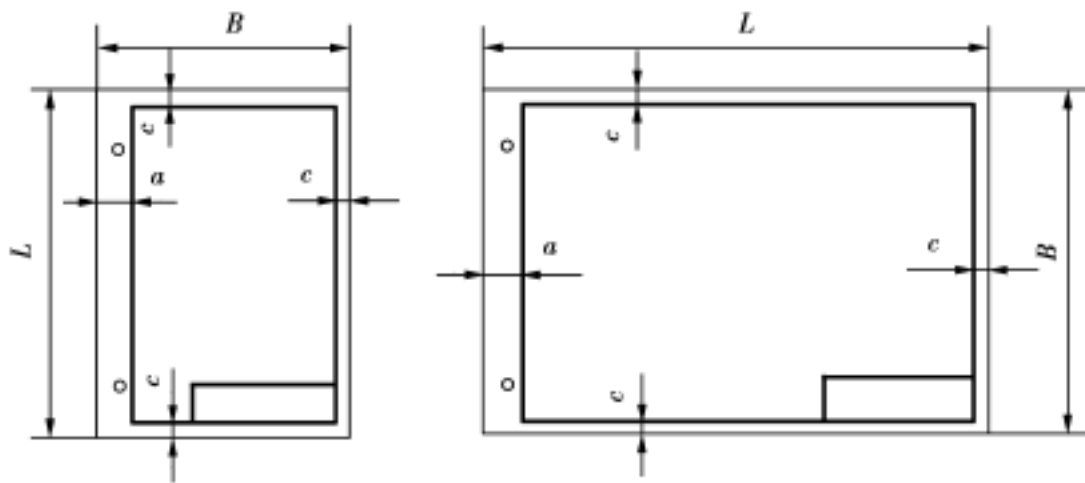


图 1-1 装订图框格式

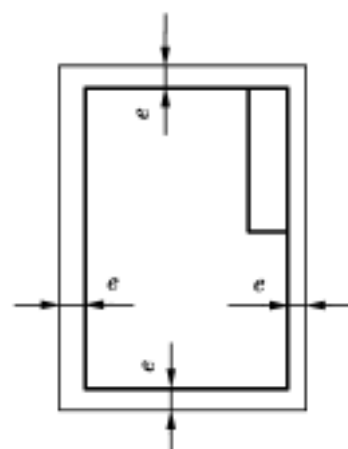


图 1-2 不装订图框格式

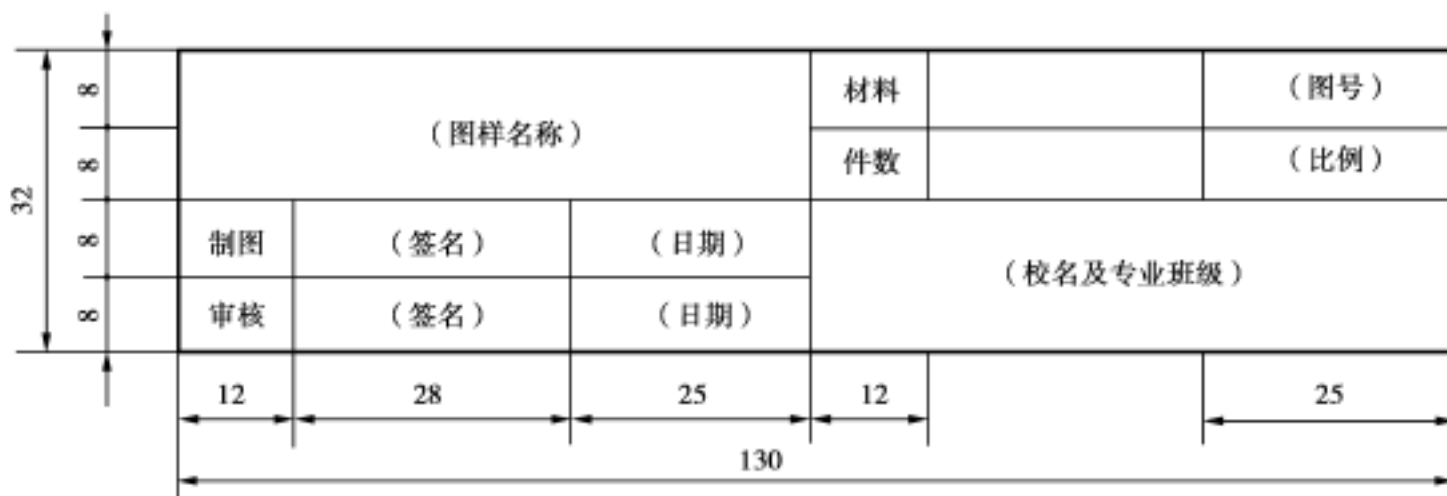


图 1-3 标题栏的格式

## 二、比例( GB4457. 2—84)

图样中的比例是指图中机件要素的线性尺寸与实际机件相应要素的线性尺寸之比, 绘制图样时应采用表 1-2 中规定的比例。

表 1-2 比 例

与实物相同	1 1							
缩小的比例	1 1.5	1 2	1 2.5	1 3	1 4	1 5	1 10 <sup>n</sup> .....	
放大的比例	2 1	2.5 1	4 1	5 1	(10× n)	1	(n 为正整数)	

一般应尽量选用与实物大小相同的比例(1 1)画图, 使图形反映实际大小; 当机件很大时, 在保证图样清晰的条件下, 应选用合适的缩小比例; 当机件很细小时, 则应选用合适的放大比例, 但是, 无论采用哪一种比例画图, 图中的尺寸必须是机件的实际尺寸, 如图 1-4 所示。

## 三、字体( GB4457. 3—84)

在工程图样和技术文件中常使用汉字、数字和字母, 在书写时必须做到: 字体统一、字形端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。

汉字应写成长仿宋体, 并应采用国家正式公布推行的简化字, 字体的号数有 20、14、10、7、5、

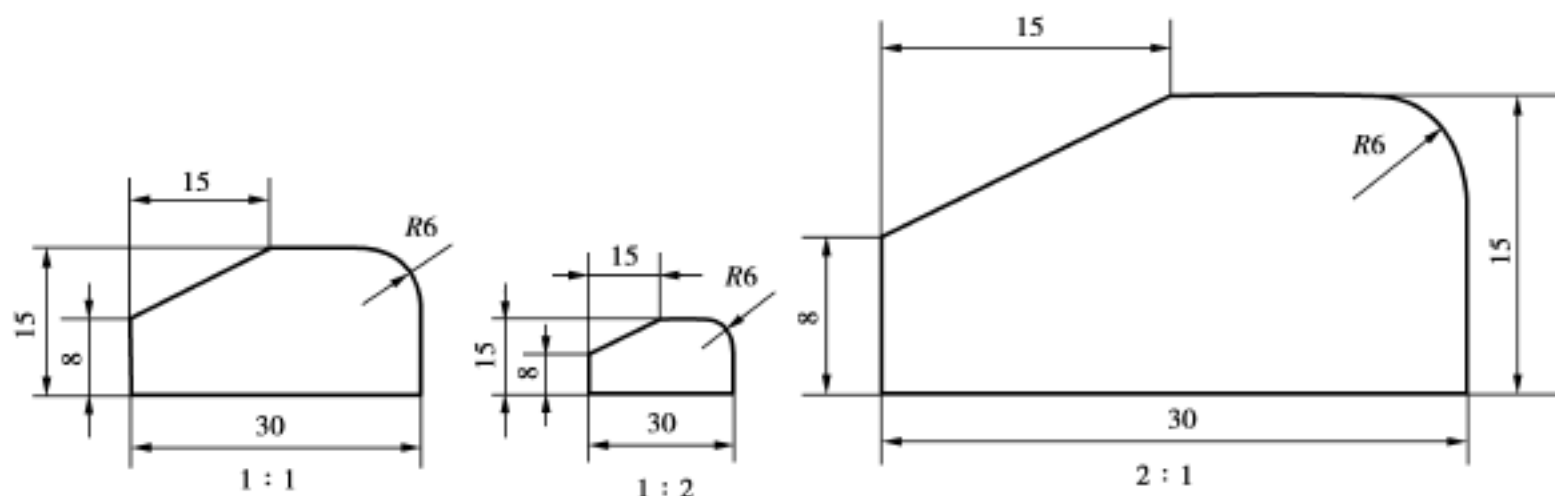


图 1-4 不同比例画出的同一图形

315、215号共7种, 字体的高度就是号数(单位为mm), 字体的宽度约为字高的三分之二, 其笔划宽度约为字高的1/10。

长仿宋字体的书写要领是: 横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。其基本笔法可参阅表1-3; 其字体示例可参阅图1-5。

表 1-3 长仿宋字体的基本笔法

名称	点	横	竖	撇	捺	挑	折	勾
基本笔划及运笔法	尖点 垂点 撇点 上挑点	平横 斜横	竖	平撇 斜撇 直撇	斜捺 平捺	平挑 斜挑	左折 右折 斜折 双折	竖勾 左曲勾 右曲勾 平勾 竖弯勾 包勾 横折弯勾 竖折折勾

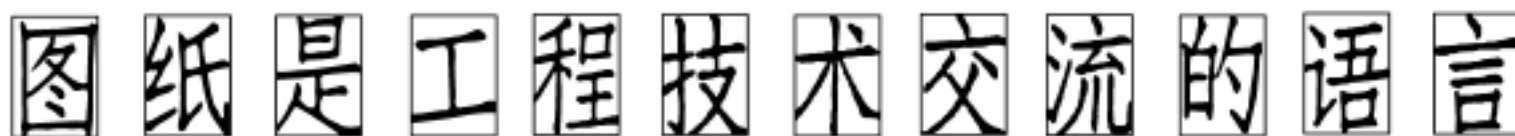


图 1-5 长仿宋字体示例

数字和字母分为直体和斜体两种, 与汉字混合书写时宜采用直体, 其书写方法和长仿宋字体基本相同; 单独书写时常采用斜体, 其字头向右倾斜, 与水平线成 75°。数字和字母的书写示例可参阅图 1-6。



图 1-6 数字和字母字体示例

#### 四、图线( GB4457. 4—84)

绘制图样时,应采用表 1-4 中规定的各种图线,表中列出了各种图线的名称、型式、宽度和主要用途;图 1-7 为图线的应用举例。




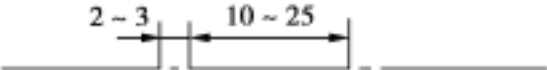




图线的线宽分粗细两种,粗线的宽度  $b$  常取  $0.7 \sim 1 \text{ mm}$ ;细线的宽度约为  $b/3$ ,即常取  $0.25 \sim 0.35 \text{ mm}$ 。

虚线的短划以控制在  $3 \sim 5 \text{ mm}$  之间为宜,间隙约  $1 \text{ mm}$ ;点划线的短划以控制在  $10 \sim 25 \text{ mm}$  左右为宜,间隙是  $2 \sim 3 \text{ mm}$  左右;波浪线系徒手顺势画成,不宜起伏过大。

绘图时,在同一张图样上的各种图线应力求做到:线型均匀,轮廓清晰,交接准确,色深一致,图面整洁,并应注意以下几点:

1. 实线相交不应有间隙或超出现象。
2. 当虚线与实线(或虚线)相交时,应是虚线短划相交,不留空隙;当虚线是粗实线的延长线时,则虚线应与分界点留有间隙。
3. 点划线和双点划线的两端应是线段而不是点;当其作为轴线、对称中心线和中断线时,线段应超出轮廓线  $2 \sim 5 \text{ mm}$ ;当与其他图线相交时,应是线段相交。

表 1-4 图线的名称、型式、宽度和主要用途

图线名称	图线型式	图线宽度	主要用途
粗实线		b	可见轮廓线、可见过渡线
细实线		约 b/3	尺寸线、尺寸界线、剖面线、引出线、辅助线
虚线		约 b/3	不可见轮廓线、不可见过渡线
细点划线		约 b/3	轴线、对称中心线、节圆
双点划线		约 b/3	假想投影轮廓线、相邻辅助零件的轮廓线、中断线
粗点划线		b	有特殊要求的线或表面的表示线
波浪线		约 b/3	断裂处的边界线、视图和剖视图的分界线
双折线		约 b/3	断裂处的边界线

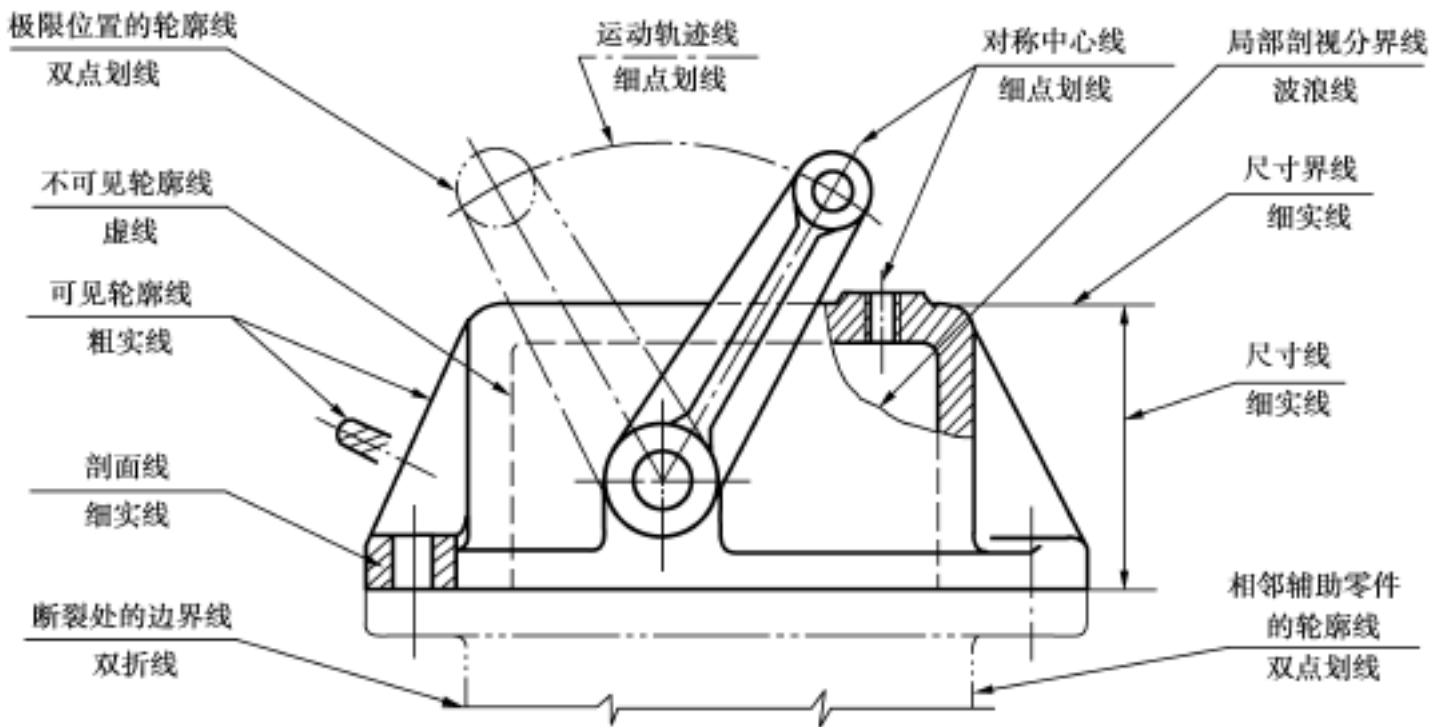


图 1-7 图线的应用举例

4. 画圆的对称中心线, 在圆心处应是线段相交; 若图形较小, 可用细实线代替点划线。  
图 1-8 为图线画法的正误对比, 请读者仔细体会。

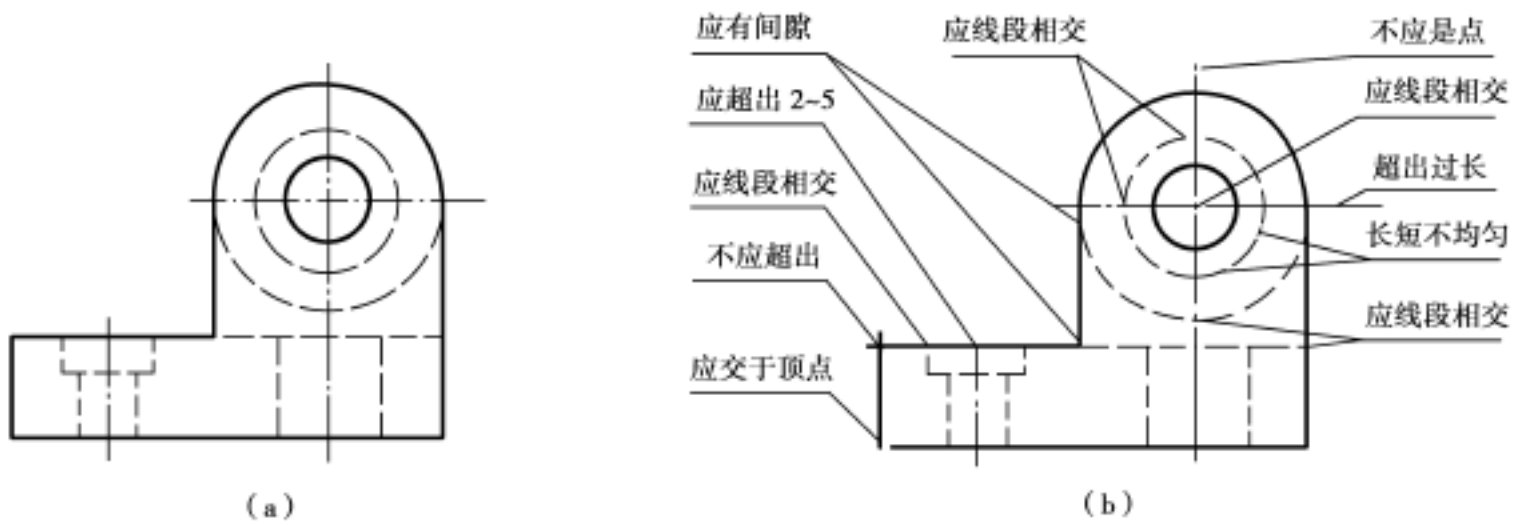


图 1-8 图线画法的正误对比

(a) 正确; (b) 不正确

## 五、尺寸注法(GB4458.4—84)

图样中的尺寸是机件加工制造的重要依据,必须熟练掌握其注法,力求做到:正确、完整、清晰、合理,即在图样中标注尺寸时,应符合国际“尺寸注法”中的有关规定;尺寸数量不重复、不缺漏、尺寸数字不矛盾;尺寸标注在最明显处,排列整齐,便于看图查找;有利于生产加工,保证产品质量。

下面介绍国际“尺寸注法”的基本内容。

### 1. 基本规则

(1) 机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数字为依据,与图形的大小(比例)和绘图的准确程度无关。

(2) 图样中的尺寸一般以毫米为单位,不必注明;若采用其他单位时,则必须注明。

(3) 机件的每一个尺寸,一般只标注一次,并应标注在反映该结构形状最清晰的图形上。

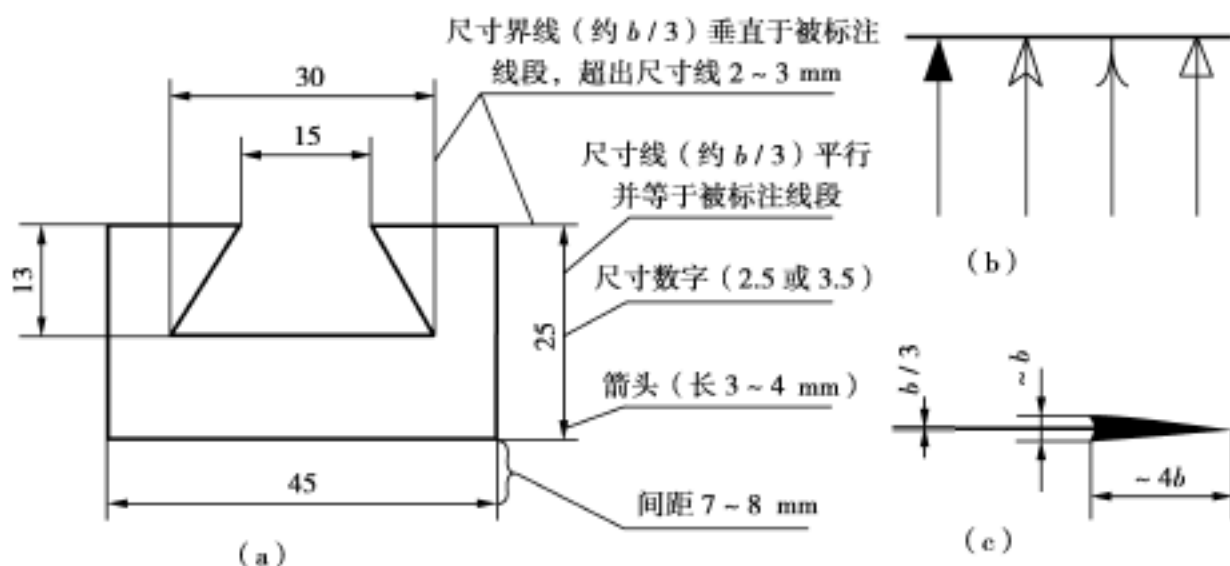


图 1-9 尺寸标注基本规则

(a) 尺寸的四要素; (b) 箭头的正确画法; (c) 箭头的错误画法

(4) 一个完整的尺寸应包含 4 个要素: 尺寸界线、尺寸线、尺寸终端(箭头)和尺寸数字,如图 1-9 所示。尺寸线与尺寸界线均为细实线(约  $b/3$ ); 尺寸线必须平行于被标注线段,其长度相等; 尺寸界线一般应垂直于被标注线段,并超出尺寸线 2~3 mm; 箭头的画法应仔细画成狭长的三角

形,长约3~4 mm,尾端宽约0.7~1 mm,严禁画成图1-9(c)所示的形状;尺寸数字用2.5或3.5号阿拉伯数字书写,全图应大小一致。

## 2. 常用的尺寸注法

在图样中常用的尺寸注法有:线性尺寸、圆和圆弧、角度等类型,分别反映线段的长度、圆的直径、圆弧的半径、夹角的度数大小。在表1-5中列举了基本注法,其他注法将在以后有关章节中介绍或查阅国际中有关规定。

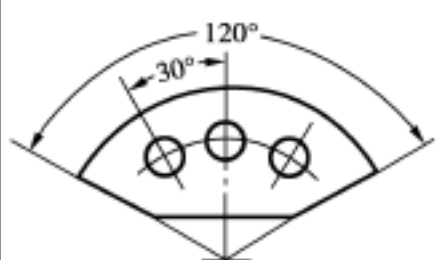
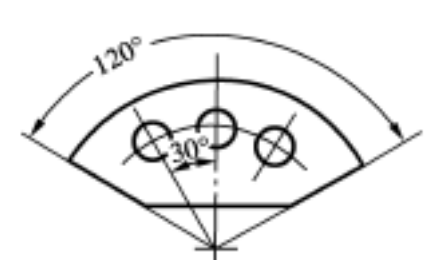
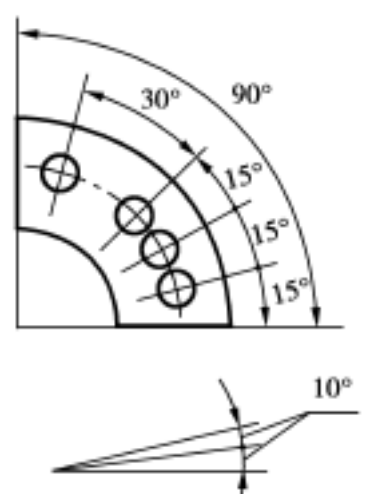
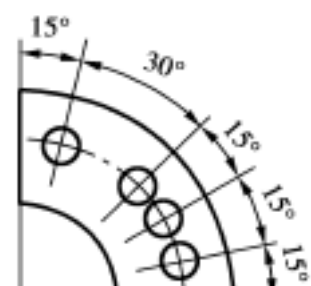
读者应通过表中所列各种注法的正误对比,正确地掌握各种尺寸的基本注法。

表1-5 常用尺寸注法

类型	标注内容	正确注法	错误注法	说明
线性尺寸	基本形式			<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 尺寸线应平行于被标注线段,不得用其他图线代替,也不得与其他图线重合或画在其延长线上。</li> <li>2. 尺寸界线应避免与尺寸线相交,将大尺寸安排在外部。</li> <li>3. 尺寸界线可用轮廓线或中心线代替。</li> <li>4. 尺寸数字应书写在横向尺寸线的上方,字头向上;竖向尺寸线的左方,且字头向左。</li> <li>5. 箭头一般应由内指向外,且大小一致。</li> </ol>
	斜向尺寸			<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 避免在30°阴影区内注写尺寸数字;无法避免时可引出注写。</li> <li>2. 其他斜向尺寸的尺寸数字应始终位于尺寸线上方,保持字头向上。</li> </ol>
	小尺寸			<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 较狭小部位的尺寸,可将箭头布置在外侧;更狭小时可将尺寸数字注在一侧或引出标注。</li> <li>2. 几个连续的小尺寸,中间的箭头可用小圆点代替;但两端应是方向相反的箭头。</li> </ol>

类型	标注内容	正确注法	错误注法	说明
圆和圆弧尺寸	基本形式			<p>1. 较大的圆, 过圆心作斜向尺寸线, 箭头自圆心指向圆周; 尺寸数字注写在空白处, 避免与中心线重合, 若无法避开时, 应将点划线断开; 尺寸数字前应注写 <math>\phi</math>。</p> <p>2. 较大圆弧的注法与圆基本相同, 但只画一个箭头; 尺寸数字前应注写 R。</p> <p>3. 球面尺寸, 应在 <math>\phi</math> 或 R 之前加写 S; 在不致引起误解时, 可省略 S。</p>
	小圆和小圆弧			<p>1. 当圆和圆弧较小时, 箭头仍画在内侧, 延长尺寸线、将尺寸数字注写在外侧(圆弧也可注在内侧)。</p> <p>2. 当圆和圆弧更小时, 可将箭头及尺寸数字都注在外侧。</p>
	大圆弧			<p>1. 当圆弧半径很大, 圆心无法在图形附近标出时, 可用折线式尺寸线, 一端标出圆心的方向, 另一端和箭头处于径向位置。</p> <p>2. 若不需标出圆心位置, 则可只画一段径向尺寸线。</p>

续表

类型	标注内容	正确注法	错误注法	说明
角  度	基本形式			<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 尺寸界线应由角顶沿径向引出。</li> <li>2. 尺寸线以角顶为圆心作适当圆弧。</li> <li>3. 角度数字一律水平书写, 一般注写在尺寸线中断处; 度、分、秒分别用°、′、″表示。</li> </ol>
	小角度			<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 两端箭头可指向内; 中部箭头可用小圆点代替。</li> <li>2. 角度数字可注在尺寸线外侧或引出标注。</li> </ol>

## 1-2 绘图工具和仪器的使用方法

为了提高绘图质量和效率, 必须正确地使用绘图工具和仪器。这是工程技术人员的基本功。下面介绍最常用的绘图工具和仪器的使用方法。

### 一、铅笔

绘图应采用标记有软硬度的绘图铅笔, 此种铅笔外观呈六棱柱体, 在一端压印着 2B、B、HB、H、2H、3H、4H 等标志, B 表示铅芯的软度, H 表示铅芯的硬度。在绘图中应根据不同的程序选用不同的软硬度, 一般 2H、3H、4H 用于画底稿; H、HB 用于描深细线和写字; B、2B 用于加粗描深粗线。画圆弧和圆的铅芯应比画直线的铅笔软一号, 以保证图样中各种线型色深一致。

铅笔的铅芯削法有锥形和楔形两种, 如图 1-10 所示。锥形适于画底稿和写字, 楔形适于加深细线和粗线, 易保证整张图样的各种线型均为一致。

### 二、图板、丁字尺和三角板

图板是固定图纸用于绘图的底板, 要求板面平整光洁、边缘平直。常用的图板有 A0、A1、A2 三种, 其尺寸比相应的图纸幅面长宽尺寸各大 40 ~50 mm。