

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 机械制图

第七版

大连理工大学工程图学教研室 编

 高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS

普通高等教育“十一五”国家级规划

---

# 机械制图

Jixie Zhitu

第七版

大连理工大学工程图学教研室 编



高等教育出版社·北京  
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

## 内容提要

本书是根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2010 年制定的《普通高等学校工程图学课程教学基本要求》及近年来发布的有关国家标准《技术制图》、《机械制图》等,吸取近年来教育改革的成功经验和专家及广大使用者的意见,在第六版的基础上修订而成的。

本书以三维创新构形为中心,把三维构形设计及绘图等新内容与本课程经典内容紧密结合。三维构形设计内容是基于参数化特征造型软件 Autodesk Inventor 介绍的,此外还介绍了 AutoCAD 绘图软件。

本书主要内容包括制图的基本知识和基本技能、计算机造型和绘图基础、组合体、轴测图、机件的图画法、零件图、标准件和常用件、装配图等。

本书配有大连理工大学工程图学教研室编《机械制图电子教案》、《机械制图电子解题指导》等课件,可供教师讲课和学生自学使用。

与本书配套的大连理工大学工程图学教研室编《机械制图习题集》(第六版)由高等教育出版社同时出版,可供选用。

本书可供高等学校机械类各专业学生使用,也可供其他类型学校有关专业选用。

## 图书在版编目(CIP)数据

机械制图/大连理工大学工程图学教研室编. -- 7  
版. -- 北京:高等教育出版社,2013.7

ISBN 978-7-04-037487-2

I. ①机… II. ①大… 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(2013)第 118643 号

策划编辑 肖银玲      责任编辑 肖银玲      封面设计 于文燕      版式设计 王莹  
插图绘制 尹莉      责任校对 杨雪莲      责任印制 张泽业

---

出版发行	高等教育出版社	网 址	<a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a>
社 址	北京市西城区德外大街4号		<a href="http://www.hep.com.cn">http://www.hep.com.cn</a>
邮政编码	100120	网上订购	<a href="http://www.landracom.com">http://www.landracom.com</a>
印 刷	北京天大乐投资管理有限公司		<a href="http://www.landracom.com.cn">http://www.landracom.com.cn</a>
开 本	787mm×1092mm 1/16	版 次	1974年3月第1版
印 张	25.5		2013年7月第7版
字 数	620千字	印 次	2013年7月第1次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	37.00元
咨询电话	400-810-0598		

---

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换  
版权所有 侵权必究  
物 料 号 37487-00

---

## 第七版序

---

本书是根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2010 年制定的《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》，吸取近年来教育改革的成功经验和专家及广大使用者的意见，在第六版的基础上修订而成的。

1957 年我教研室编写的《机械制图》后来成为我国首批高等学校统编教材。本书“文革”前有 3 版：1957 年版（杨克旺主编）、1961 年版（姚可法、侯世增主编）、1963 年版（姚可法、侯世增主编）。“文革”后有 6 版：1974 年版（侯世增主编）、1979 年版（侯世增主编）、1985 年版（侯世增主编）、1993 年版（侯世增主编）、2003 年版（崔长德主编）、2007 年版（胡青泥主编）。

本书经多次修订形成了自己的特色，其理论体系严谨，制图基础训练扎实，语言叙述流畅，配套的电子教案和电子解题指导制作精致，适应人才培养的需要，一直被国内众多高校选用。本书第三版曾在 1987 年国家教育委员会举办的全国优秀教材评选中获国家教委一等奖，第四版曾获教育部 1998 年科技进步三等奖。本书第五版是普通高等教育“十五”国家级规划教材，并被列入高等教育出版社“高等教育百门精品课程教材建设计划”；本书第六版是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

本次修订的主要工作有：

1. 第二章计算机造型和绘图基础按 AutoCAD 2012 和 Inventor 2012 编写，重新选取了例题，使得该部分内容的系统性和可读性更强，循序渐进，前后衔接，便于教师授课和学生自学。与第六版一样，软件基本理论和功能命令的内容主要集中在第二章，与其他各章有关的内容和例题也保持连贯性，分别放在相应章节。使用本书时，请注意将徒手绘图、尺规绘图与计算机造型和绘图的学习和练习紧密结合，在多种绘图方法的综合运用中促进学生对课程内容的学习和掌握。

2. 第三章组合体及第六章零件图更换了部分图例，对一些例图采用了图文解说的形式，便于加强理解，也使得文字叙述更准确、简练。

3. 精简了简化画法的内容，对第五章机件的图样画法中其他规定画法和简化画法的内容进行了调整，已经属于规定画法的内容不再作为简化画法，附录中的简化画法也进行了删减。

4. 根据一些学校机械类专业本课程学时较多的任课教师建议，第七章标准件与常用件加强了弹簧工作图的内容，第八章装配图增加了复杂程度稍高的减速器的例图，便于按需选学。

5. 加强徒手绘图的内容。徒手绘图是进行构思、创意设计和概念设计必备的素质，本书及对应的习题集加强了徒手绘制平面图、轴测草图及零件草图的内容，以利于培养学生创新设计绘图的能力，并提高学习效率。

6. 采用近年新修订的相关国家标准，更新相关内容和图例。

7. 对文字叙述进行了理顺、修改和调整。

8. 对全书的插图进行了检查修正,部分插图重新构形,立体图改为渲染图形式,力求图形精确完满、图面美观清晰。

对与本书配套的习题集、电子教案和电子解题指导做了相应的修订,其中:与本书配套使用的大连理工大学工程图学教研室编《机械制图习题集》(第六版)与本书同时由高等教育出版社出版。配套的电子教案和CAI课件等见网址 <http://graphics.dlut.edu.cn>,有需要者可与高等教育出版社联系。本套教材可作为高等学校工科机械类各专业画法几何及机械制图课程的教材,也可作为其他专业的教学参考书。

本书由高菲任主编,戴恒震、宋洪侠任副主编。参加修订工作的有高菲(绪论及第六章)、王殿龙(第一章)、戴恒震(第二章2-1~2-4节)、宋洪侠(第二章2-5~2-6节及附录)、胡青泥(第三章)、郭莉(第三章插图)、陈霞(第四章)、王雪飞(第五章)、李震(第六章插图)、舒宏(第七章)、冯冬菊(第八章)。书中立体图由高菲润饰。配套的电子教案修订由陈霞完成,配套的电子解题指导由王雪飞完成。

北京科技大学窦忠强教授受高等教育出版社委托审阅了本书,提出了许多宝贵的意见和建议;北京理工大学董国耀教授对于本书编写给予了很多帮助,提出了许多宝贵的意见;我教研室王丹虹教授、崔长德副教授、柴晓艳高级工程师对本书编写给予了很多帮助,并提出了许多宝贵意见。在此一并表示衷心的感谢。

本书在编写过程中参考了一些同类著作,在此向作者表示衷心感谢。具体书目作为参考文献列于书末。

由于编者水平有限,书中缺点和错误在所难免,敬请读者批评指正。

大连理工大学工程图学教研室

2012年12月

## 郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010)58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010)82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

# 目 录

绪论 .....	1	§ 3-3 画组合体视图的方法和步骤 .....	115
<b>第一章 制图的基本知识和基本技能 .....</b>	<b>3</b>	§ 3-4 看组合体视图的方法和步骤 .....	119
§ 1-1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定 .....	3	§ 3-5 标注组合体尺寸的方法 .....	127
§ 1-2 尺规绘图 .....	14	§ 3-6 组合体的构形设计 .....	135
§ 1-3 徒手绘图 .....	23	本章小结 .....	143
本章小结 .....	26	复习题 .....	144
复习题 .....	26	<b>第四章 轴测图 .....</b>	<b>145</b>
<b>第二章 计算机造型和绘图基础 .....</b>	<b>27</b>	§ 4-1 轴测图的基础知识 .....	145
§ 2-1 AutoCAD 2012 二维绘图基础 .....	27	§ 4-2 正等轴测图的画法 .....	149
§ 2-2 AutoCAD 2012 工程图的绘制 .....	35	§ 4-3 正等轴测草图的画法 .....	157
§ 2-3 Inventor 2012 软件简介 .....	48	§ 4-4 轴测剖视图的画法 .....	159
§ 2-4 Inventor 草图的创建 .....	53	§ 4-5 轴测图的尺寸标注 .....	162
§ 2-5 Inventor 特征的创建 .....	64	§ 4-6 斜二轴测图的画法 .....	163
§ 2-6 Inventor 部件装配基础 .....	81	§ 4-7 轴测图的选择 .....	164
§ 2-7 Inventor 工程图的创建 .....	86	本章小结 .....	166
本章小结 .....	98	复习题 .....	166
复习题 .....	99	<b>第五章 机件的图样画法 .....</b>	<b>167</b>
<b>第三章 组合体 .....</b>	<b>100</b>	§ 5-1 视图 .....	167
§ 3-1 组合体的视图 .....	100	§ 5-2 剖视图 .....	171
§ 3-2 组合体的构形和分析方法 .....	102	§ 5-3 断面图 .....	182
		§ 5-4 其他规定画法和简化画法 .....	185
		§ 5-5 机件各种表示法综合运用举例 .....	193

本章小结 .....	197	复习题 .....	322
复习题 .....	198		
<b>第六章 零件图 .....</b>	<b>200</b>	<b>第八章 装配图 .....</b>	<b>323</b>
§ 6-1 零件图的内容 .....	200	§ 8-1 装配图的内容 .....	323
§ 6-2 零件的构形设计 .....	201	§ 8-2 装配图的图样画法 .....	324
§ 6-3 螺纹 .....	211	§ 8-3 装配图中的尺寸标注和 技术要求 .....	328
§ 6-4 零件表达方案的选择 .....	220	§ 8-4 装配图的零件序号及 明细栏、标题栏 .....	329
§ 6-5 零件图中尺寸的合理 标注 .....	229	§ 8-5 装配体构形设计的 合理性 .....	331
§ 6-6 零件图上的技术要求 .....	237	§ 8-6 部件测绘 .....	337
§ 6-7 看零件图的方法和步骤 .....	263	§ 8-7 画装配图的方法和步骤 .....	341
§ 6-8 典型零件图例分析 .....	266	§ 8-8 看装配图的方法和步骤 .....	355
§ 6-9 零件的测绘 .....	273	§ 8-9 由装配图拆画零件图 .....	357
本章小结 .....	279	本章小结 .....	362
复习题 .....	280	复习题 .....	363
<b>第七章 标准件与常用件 .....</b>	<b>282</b>	<b>附录 .....</b>	<b>364</b>
§ 7-1 螺纹紧固件 .....	282	附录 A 简化表示法(摘录) .....	364
§ 7-2 键 .....	291	附录 B 标准结构(摘录) .....	367
§ 7-3 销 .....	294	附录 C 标准件(摘录) .....	371
§ 7-4 滚动轴承 .....	296	附录 D 技术要求 .....	387
§ 7-5 弹簧 .....	299		
§ 7-6 齿轮 .....	303	<b>参考文献 .....</b>	<b>401</b>
§ 7-7 花键 .....	315		
§ 7-8 焊接件 .....	317		
本章小结 .....	322		



# 绪 论

## 一、本课程的性质和任务

工程图样作为构思、设计与制造过程中工程信息的载体,准确地表达了工程对象的形状、尺寸、材料和技术要求。工程图样是制造机器、工程建筑施工等的主要依据。在生产和科学研究活动中,设计者通过图样来表达设计对象,制造者通过图样来了解设计要求和制造设计对象,并通过图样进行科学技术交流,所以图样被称为“工程界的语言”。

计算机技术的应用促进了图形学领域的发展,计算机图形学(computer graphics,CG)技术及其为基础的计算机辅助设计(computer aided design,CAD)技术使得传统的使用尺规绘制在图纸上的工程图样,转变为计算机三维特征造型形式的数字化信息文件,计算机辅助设计/计算机辅助工艺规程(computer aided process planning,CAPP)/计算机辅助制造(computer aided manufacturing,CAM)一体化技术使得三维数字化信息可直接输入数控机床,实现无纸化生产。但需要注意的是:无纸化生产不等于无图生产,无论使用何种工具绘图,物体的空间形状、投影法和制图国家标准都是绘制工程图样的共同基础,而这些正是绘制工程图样所必须掌握的知识和工程技术人员必备的技术基础。

本课程学习投影法基本理论,培养绘制和阅读机械图样的能力、空间思维能力。空间思维能力是工程技术人员进行创新思维和创新设计的基础。本课程对空间思维能力(包括形象思维能力和逻辑思维能力,重点是前者)的培养具有独特的作用。本课程是工科类本科生必修的一门重要的技术基础课。

本课程的任务是:

- (1) 培养依据投影法用二维平面图形表达三维空间形状的能力。
- (2) 培养对空间形体的形象思维能力和逻辑思维能力。
- (3) 培养创造性构形设计能力。
- (4) 培养仪器绘图、徒手绘图、计算机绘图和阅读机械图样的能力。
- (5) 培养工程意识,贯彻、执行国家标准的意识。

## 二、本课程的学习方法

本课程既有系统理论又有较强实践性,学习本课程应特别注意学习方法。

- (1) 认真听课,掌握课程的基本理论和基本方法。

## 2 绪论

---

(2) 理论联系实际,只有通过大量的画图、看图、上机实践才能掌握本课程的内容。

(3) 注意画图和看图相结合,通过反复的三维物体与二维图样的相互转化练习,培养空间想象能力和空间分析能力。

(4) 正确使用制图工具和仪器(包括计算机),按照正确的方法和步骤画图和看图,使所绘制的图样内容正确、图面整洁。

(5) 严格遵守制图国家标准的规定,学会查阅和使用国家标准及有关资料的方法。

(6) 培养严肃认真、一丝不苟的工作作风。

# 第一章 制图的基本知识和基本技能

制图的基本知识包括国家标准《技术制图》《机械制图》的有关规定和基本的几何作图方法,以及平面图形的基本画法、尺寸标注。关于制图的基本技能,本章介绍手工绘图工具的使用技能和徒手绘图的技能。

## §1-1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定

工程图样是现代工业生产中必不可少的技术资料,具有严格的规范性。为了保证规范性,适应现代化生产、管理的需要和便于技术交流,国家制定并颁布了一系列相关的国家标准,简称“国标”,它包括强制性国家标准(代号为“GB”)、推荐性国家标准(代号为“GB/T”)和国家标准化指导性技术文件(代号为“GB/Z”)。本节摘录了有关《技术制图》和《机械制图》国家标准中关于图纸幅面和格式、比例、字体、图线、尺寸标注的基本规定。

### 一、图纸幅面和图框格式(GB/T 14689—2008)

#### 1. 图纸幅面

图纸幅面是指图纸宽度与长度组成的图面。绘制图样时,应采用表1-1中规定的图纸基本幅面尺寸。基本幅面代号有A0、A1、A2、A3、A4五种。

表 1-1 图纸幅面及图框格式尺寸

mm

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

图 1-1 中粗实线所示为基本幅面(第一选择)。必要时,可以按规定加长图纸的幅面,加长幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。细实线及细虚线所示分别为第二选择和第三选择加长幅面。

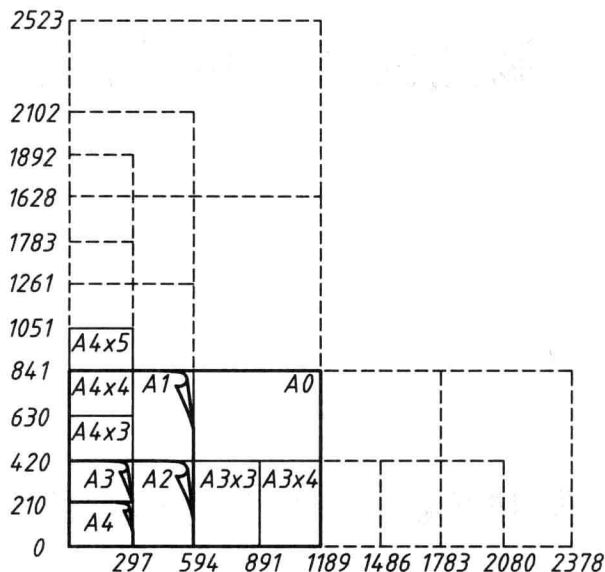


图 1-1 基本幅面及加长幅面的尺寸

## 2. 图框格式

图纸上限定绘图区域的线框称为图框。图框在图纸上必须用粗实线画出,图样绘制在图框内部。其格式分为不留装订边和留装订边两种,如图 1-2 所示。同一产品的图样只能采用一种图框格式。

为了复制或缩微摄影时定位方便,应在图纸各边长的中点处绘制对中符号。对中符号是从图纸边界画入图框内 5 mm 的一段粗实线,如图 1-2b 所示。当对中符号处在标题栏范围内时,则伸入标题栏部分省略不画。

## 3. 标题栏

标题栏是由名称及代号区、签字区、更改区和其他区组成的栏目。标题栏位于图纸的右下角,其格式和尺寸由 GB/T 10609.1—2008 规定,图 1-3 是该标准提供的标题栏格式。

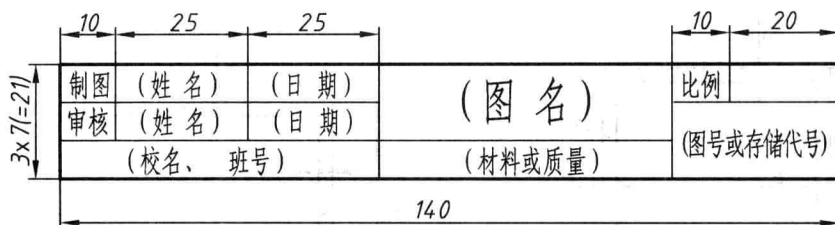
教学中可使用简化的零件图标题栏和装配图标题栏,如图 1-4 所示。

## 二、比例(GB/T 14690—1993)

比例是图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

绘制图样时,应根据实际需要按表 1-2 中规定的系列选取适当的比例。一般应尽量采用机件的实际大小(1:1)画图,以便能直接从图样上看出机件的真实大小。绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例,并在标题栏的比例一栏中标明。当某个视图需要采用不同的比例绘制时,可在视图名称下方或右侧标注比例,如  $\frac{1}{2}:1$ 。应注意,不论采用何种比例绘图,标





注:图中的“(材料或质量)”在零件图中为“(材料)”,在装配图中为“(质量)”

图 1-4 教学中采用的标题栏格式

注尺寸时,均按机件的实际尺寸大小注出。

表 1-2 绘图的比例

种类	比例							
原值比例	1:1							
放大比例	2:1	2.5:1	4:1	5:1				
	$2 \times 10^n : 1$	$2.5 \times 10^n : 1$	$4 \times 10^n : 1$	$5 \times 10^n : 1$	$1 \times 10^n : 1$			
缩小比例	1:1.5	1:2	1:2.5	1:3	1:4	1:5	1:6	1:10
	$1:1.5 \times 10^n$	$1:2 \times 10^n$	$1:2.5 \times 10^n$	$1:3 \times 10^n$	$1:4 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$	$1:6 \times 10^n$	$1:1 \times 10^n$

注:1.  $n$  为正整数。

2. 粗体字为优先选用的比例,其他比例为必要时允许选用的比例。

### 三、字体(GB/T 14691—1993)

字体指的是图中汉字、字母、数字的书写形式。图样中的字体书写必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体号数(即字体高度,用  $h$  表示,单位为 mm)的公称尺寸系列为:1.8,2.5,3.5,5,7,10,14,20。

如需书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

#### 1. 汉字

汉字应写成长仿宋体字,并应采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度  $h$  不应小于 3.5 mm,其字宽一般为  $h/\sqrt{2}$ (约  $0.7h$ )。

长仿宋体汉字的书写要领是:横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格,其基本笔画有点、横、竖、撇、捺、挑、钩、折等八种。汉字书写的笔锋轨迹、实际笔画及汉字示例如下:



大中手分专左业向固图圆圈长系备要  
 意级数仰侧测椭铆号审第箱共名盘密  
 制封影设顶明院调校描旋钢锥滚螺键

2. 数字和字母

数字和字母分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度  $d$  为字高  $h$  的十四分之一，B 型字体的笔画宽度  $d$  为字高  $h$  的十分之一。数字和字母有斜体和直体之分，斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成  $75^\circ$  角。

斜体字字母的书写示例：

*ABCDEFGHIJKLMNO*

*PQRSTUVWXYZ*

*abcdefghijklmnopq*

*rstuvwxyz*

阿拉伯数字的书写示例：

*0123456789*

0123456789

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

### 1. 图线形式



绘制机械图样使用9种基本图线(见表1-3),即粗实线、细实线、细虚线、细点画线、细双点画线、波浪线、双折线、粗虚线、粗点画线。

图线宽度应根据图样的类型、尺寸、比例和缩微复制的要求,在下列数系中选择(该数系的公比为 $1:\sqrt{2}$ ):0.13 mm,0.18 mm,0.25 mm,0.35 mm,0.5 mm,0.7 mm,1 mm,1.4 mm,2 mm。在同一图样中,同类图线的宽度应一致。

机械图样中采用粗、细两种线宽,其比例关系为2:1。粗线宽度 $d$ 优先采用0.5 mm或0.7 mm。为了保证图样清晰易读,便于复制,图样上尽量避免出现线宽小于0.18 mm的图线。

不连续线的独立部分称为线素,如点、长度不同的画(短画、画、长画)和间隔(短间隔、间隔)。各线素的长度应符合表1-3。

表 1-3 图 线

名称	线型	线宽 $d$ /mm		主要用途及线素长度	
细实线		0.35	0.25	过渡线、尺寸线、尺寸界线、剖面线、指引线和基准线、重合断面的轮廓线等	
粗实线		0.7	0.5	可见轮廓线	
细虚线		0.35	0.25	不可见轮廓线	画长 $12d$ 、短间隔长 $3d$
粗虚线		0.7	0.5	允许表面处理的表示线	
细点画线		0.35	0.25	轴线、对称中心线等	长画长 $24d$ 、短间隔长 $3d$ 、点长 $0.5d$
粗点画线		0.7	0.5	限定范围表示线	
细双点画线		0.35	0.25	相邻辅助零件的轮廓线、轨迹线、中断线等	
波浪线		0.35	0.25	断裂处的边界线、视图与剖视图的分界线。在同一张图样上一般采用一种线型,即采用波浪线或双折线	
双折线		0.35	0.25		

### 2. 图线的画法

(1) 细虚线、细点画线、细双点画线与其他图线相交时,应交于画或长画处。

(2) 细虚线在粗实线延长线上与粗实线相接时,细虚线应留出间隙,如图1-5所示。

(3) 细虚线圆弧与粗实线相切时,细虚线圆弧应留出间隙。

(4) 画圆的中心线时,圆心应是长画的交点,细点画线两端应超出轮廓2~5 mm;当细点画线、细双点画线较短时(例如 $<8$  mm)画起来有困难,允许用细实线代替细点画线和细双点画线,如图1-6所示。

(5) 考虑缩微制图的需要,两条平行线之间的最小间隙一般不小于0.7 mm。

### 3. 图线的应用

机械图样的图线应用规则见表1-3,具体示例如图1-7所示。



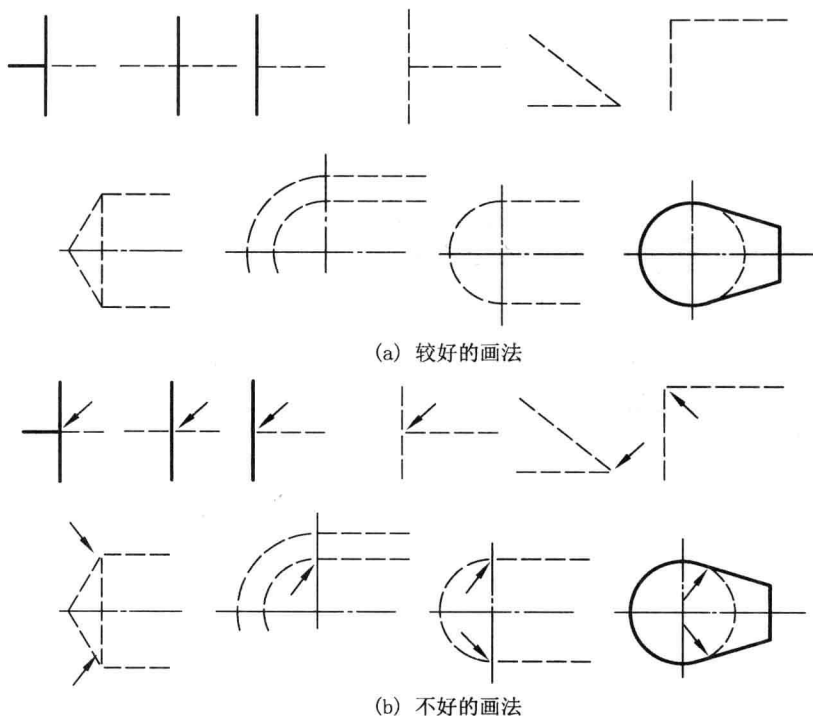


图 1-5 细虚线的画法

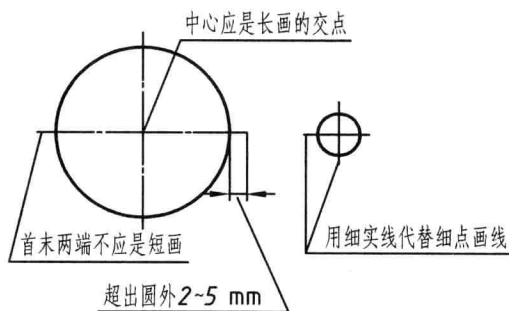


图 1-6 圆中心线的画法

## 五、尺寸注法(GB/T 4458. 4—2003、GB/T 16675. 2—1996)

机件结构形状的大小和相对位置都需用尺寸表示,尺寸的组成见图 1-8。尺寸标注方法应符合国家标准的规定。

### 1. 尺寸标注的基本规则

(1) 机件的真实大小应以图样中所标注的尺寸为依据,与图形的比例和绘图的准确度无关。