



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

机械制图

全基斌 晏 群 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

TH126/265

2008

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

机 械 制 图

主 编	全基斌	晏 群	
副主编	晋 萍	张巧珍	卢旭珍
参 编	魏 伟	汪丽芳	贾黎明
	俞金众	裴善报	宋崇智
	李碧研	张海娟	张菊花
主 审	董国耀	李学京	

机 械 工 业 出 版 社

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

全书内容有：制图的基本知识，投影基础，基本体与叠加体，立体表面的交线，组合体，轴测图，机件的表达方法，标准件和常用件，零件图，装配图，其他工程图样等，把计算机绘图融入各相关章节。

本书理论体系严谨，知识点突出，把启发式思考融入教材编写中，帮助读者准确理解基本概念。本书结合工程实际，大量采用三维实物模型，把计算机三维造型融入传统的机械制图内容，从而增强读者的空间思维能力。

与本教材配套使用的《机械制图习题集》同时出版。

本书可作为普通高等院校机械类、非机械类专业基础课教材，也可供电视、函授等其他类型学校有关专业使用，还可供其他专业师生和有关工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图/全基斌, 晏群主编. —北京: 机械工业出版社, 2008.1

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-111-22820-2

I. 机… II. ①全…②晏… III. 机械制图 - 高等学校 - 教材
IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 177662 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 刘小慧 版式设计: 霍永明 责任校对: 李 婷

封面设计: 姚 毅 责任印制: 洪汉军

北京振兴源印务有限公司印刷厂印刷

2008 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 24.5 印张 · 602 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-22820-2

定价: 36.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 88379712

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。本书是根据教育部工程图学教学指导委员会 2004 年通过的“普通高等院校工程图学课程教学基本要求”，总结近年来编者及国内外教学改革的经验编写而成。

本书在编写过程中，努力体现普通高等院校教学的特点，更新课程体系，精选教材内容；加强了组合体的构形设计和使用计算机三维造型进行基本体和组合体造型的内容，培养学生的创新思维能力，重视读图、测绘和徒手画图的能力训练；各章节的内容采用先介绍基本知识，后扩展延伸；为适应不同专业、不同学时教学需要，将一些偏难的题例和拓展的内容加*表示。本书贯彻了最新的《技术制图和机械制图》国家标准中的有关规定。计算机绘图采用 AutoCAD 最新版本编写。本书配有多媒体课件，便于自学。

本书由安徽工业大学仝基斌、晏群任主编，晋萍、张巧珍、卢旭珍任副主编。

参加编写工作的有：仝基斌、魏伟、汪丽芳（第一章）；仝基斌（第二、七章）；张巧珍、仝基斌（第三章）；仝基斌、贾黎明（第四章）；卢旭珍（第五章）；仝基斌、俞金众（第六章）；仝基斌、裴善报、宋崇智（绪论、第八章）；仝基斌、晋萍（第九、十章）；李碧研、张海娟（第十一章）；张菊花、张海娟（附录）。课件由仝基斌、张海娟制作。

本书由北京理工大学董国耀教授、合肥工业大学李学京教授主审。

本书编写过程中得到许多同志的帮助，安徽工业大学机械学院潘紫微教授提出了许多宝贵的意见和建议，在此表示衷心感谢。

限于编者水平，书中难免存在错误和不足，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言		第五章 组合体	152
绪论	1	第一节 组合体的组合形式、邻接	
第一章 制图的基本知识	3	表面关系及典型结构	152
第一节 《技术制图和机械制图》		第二节 组合体的分析方法	155
国家标准基本规定	3	第三节 画组合体三视图	156
第二节 绘图方法	15	第四节 读组合体视图	158
第三节 平面图形的尺寸分析及		第五节 组合体的尺寸标注	168
画图步骤	25	第六节 AutoCAD 组合体造型	173
第四节 AutoCAD 基础	27	第七节 AutoCAD 尺寸标注	182
第二章 投影基础	65	第六章 轴测图	189
第一节 投影法和物体的三视图	65	第一节 轴测图的基本知识	189
第二节 点的投影	68	第二节 正等轴测图	190
第三节 直线的投影	72	第三节 斜二轴测图	196
第四节 平面的投影	81	第四节 轴测剖视图的画法	198
第五节 直线与平面及两平面的		第七章 机件的表达方法	200
相对位置	86	第一节 视图	200
* 第六节 换面法	92	第二节 剖视图	204
第三章 基本体与叠加体	99	第三节 断面图	217
第一节 平面立体三视图及表面		第四节 规定画法和简化画法	221
取点	99	第五节 机件表达方法综合	
第二节 回转体三视图及表面		举例	225
取点	103	* 第六节 第三角画法	227
第三节 不完整形体的三视图	110	第七节 AutoCAD 图案填充及	
第四节 叠加体的三视图	110	剖视图的绘制	229
第五节 AutoCAD 三维造型基础	117	第八章 标准件和常用件	233
第四章 立体表面的交线	126	第一节 螺纹	234
第一节 立体表面的截交线	126	第二节 螺纹紧固件	240
第二节 立体表面的相贯线	139	第三节 键和销连接	246
第三节 过渡线的画法	150	第四节 滚动轴承	251
		第五节 弹簧	255
		第六节 齿轮	258

第七节 AutoCAD 块的创建和插入	263	第五节 装配结构合理性	315
第九章 零件图	267	第六节 画装配图的方法和步骤	318
第一节 零件图的作用和内容	267	第七节 读装配图的方法和步骤	331
第二节 零件的视图选择	269	第八节 由装配图拆画零件图	334
第三节 零件的工艺结构	277	第九节 AutoCAD 多图档设计环境 绘制装配图	341
第四节 零件图的尺寸标注	281	* 第十一章 其他工程图样简介	344
第五节 零件图的技术要求	286	第一节 焊接图	344
第六节 零件的测绘及零件图的 绘制	295	第二节 展开图	350
第七节 读零件图	299	附录	357
第八节 AutoCAD 属性块和零件图 绘制	301	一、螺纹	357
第十章 装配图	308	二、常用标准件	360
第一节 装配图的作用和内容	308	三、常用零件工艺结构要素	375
第二节 装配图的表达方法	310	四、极限与配合	376
第三节 装配图中的尺寸标注和 技术要求	312	五、常用材料	380
第四节 装配图中的零、部件序号, 标题栏和明细栏	313	参考文献	382
		读者信息反馈表	

绪 论

本章导读

通过本章学习，了解工程图样发展的历史及成就，了解机械制图课程的研究对象和研究目的，掌握机械制图课程的学习方法

一、工程图发展的历史及成就

图的诞生及应用比文字还要早得多，例如原始人即画影图形以便记忆或传达信息。工程图样在中外历史上更是被广泛地应用，我国古代的先人们在农业、手工业、建筑业中已经大量地应用了很朴素的工程图样。图1是南朝宋炳（367—443）所著《画山水序》中的透视投影原理图。图2是元代薛景石（1280—1368）所著的《梓人遗作》中的纺织机械图样。图3是元代王桢所著《农书》中的农业机械图样，图4是意大利著名画家及工程师达·芬奇画的工程画。

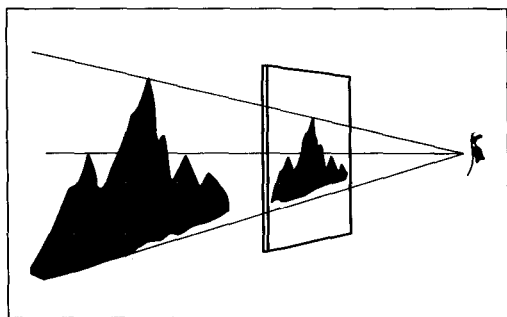


图1 《画山水序》中的投影原理图

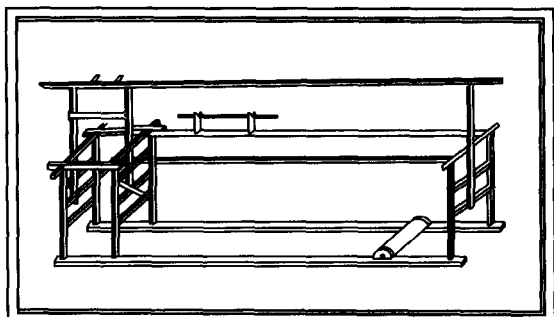


图2 《梓人遗作》中的纺织机械图样

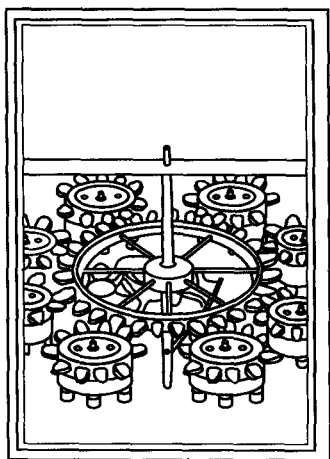


图3 《农书》中的农业机械图样

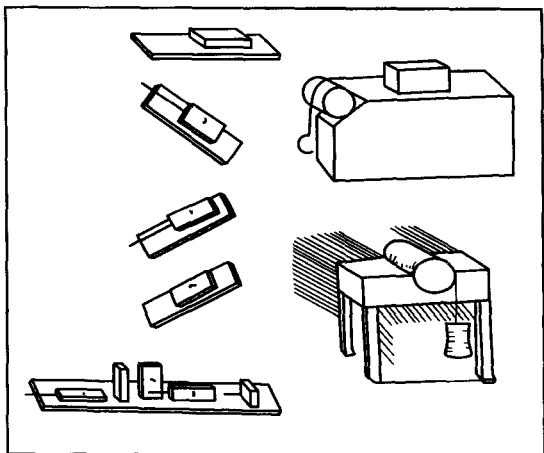


图4 达·芬奇的工程画

二、本课程的研究对象和研究目的

按一定的投影方法，准确地表达物体形状、大小及技术要求的图样，称为工程图样。工程图样是表达设计者设计思想、制造要求及经验交流的技术文件，常被称为工程界的语言。本课程以研究绘制和阅读工程图样的原理和方法，培养学生的空间思维能力为主，是一门既有系统理论又有较强实践性的技术基础课。

本课程的研究对象包括：画法几何、机械制图和计算机辅助绘图。画法几何是以初等几何和正投影法为基础，把空间几何体用平面图样表达出来，从而在平面图样上解决空间几何问题。机械制图是培养学生以国家标准为基础绘制、阅读工程图样的能力。计算机辅助绘图则以交互式计算机绘图为重点，介绍 AutoCAD 绘图软件，使读者通过学习能够绘制各种工程图样。

本课程的研究目的：

- 1) 掌握正投影法的基本理论和国家标准有关制图基本知识的规定。
- 2) 培养学生绘制和阅读工程图样的能力。
- 3) 培养学生空间思维和空间想象能力。
- 4) 培养学生用计算机辅助绘制零件图、装配图和三维造型的能力。
- 5) 培养学生一丝不苟的工作作风和认真、严谨、细致的工作态度。

三、本课程的学习方法

学习本课程应坚持理论和实践相结合，具体方法如下：

- 1) 考虑问题首先从空间到平面，然后再由图样想象空间形体（实物→投影图→实物）（图5）。

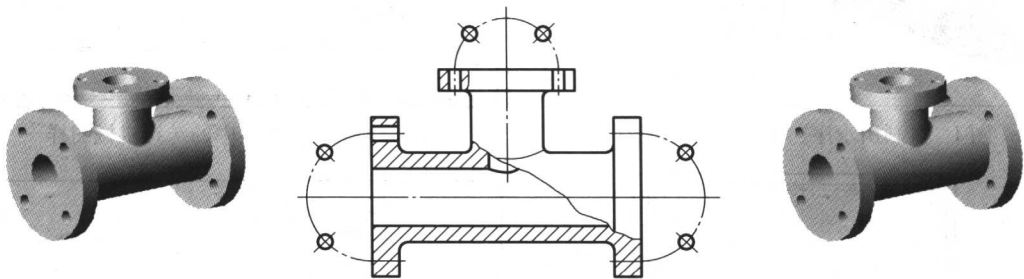


图5 “实物→投影图→实物”的思维过程

- 2) 本课程的实践性很强，学习本课程要结合实物模型及三维动画掌握其基本内容，并通过一定数量的作业来检验学习效果。绘图时要严格遵守国家标准规定。

第一章 制图的基本知识

本章导读

通过本章学习，熟悉《技术制图和机械制图》国家标准的基本规定和制图基本知识；了解绘图方法，重点掌握平面图形的线段分析、尺寸注法和平面图形的画图步骤；了解 AutoCAD 二维绘图、文本标注、实体编辑、显示控制等命令的操作，学会用 AutoCAD 软件绘制平面图形。

工程图样由图形、符号、文字和数字等组成，因此对其画法必须作统一规定。国际标准化组织（ISO）制定了有关制图标准。我国也陆续颁布了一系列制图标准。标准代号缩写为 GB，国家标准分为强制性（GB）标准和推荐性标准（GB/T）（美国国家标准代号缩写为 ANSI；英国国家标准代号缩写为 BSI；德国国家标准缩写为 DIN；日本国家标准缩写为 JIS）。标准和标准化是维护社会秩序化管理，促进产品规格化设计、制造、使用及回收等的重要保证，故应高度重视。

第一节 《技术制图和机械制图》国家标准基本规定

本节参照《技术制图和机械制图》国家标准中的有关规定，对图纸的幅面和格式、比例、字体和尺寸标注等作了介绍。在绘图时要严格遵守国家标准的规定。

一、图纸幅面和格式（GB/T 14689—1993）

1. 图纸幅面尺寸

绘制图样时，应该优先采用表 1-1 中规定的基本幅面。

表 1-1 基本幅面及周边尺寸					(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				

必要时，可加长幅面，加长量与短边成整数倍增加，如图 1-1 所示。

2. 图框格式

必须在图纸内用粗实线绘制出图框，格式分为：留装订边和不留装订边。其周边尺寸见表 1-1；具体格式如图 1-2、图 1-3 所示。装订时可采用 A4 幅面竖装或 A2、A3 幅面横装。

注意：同一种产品的图样只能采用一种格式。

3. 标题栏

每张图样上都要画出标题栏，如图 1-2 和图 1-3 所示。国家标准 GB/T10609.1—1989 对标题栏的格式和尺寸都作了严格的规定，如图 1-4 所示。标题栏一般放置在图纸的右下角。标题栏中的文字通常与看图的方向保持一致。标题栏表达了零（部）件的许多信息，是工程图样中不可缺少的内容。

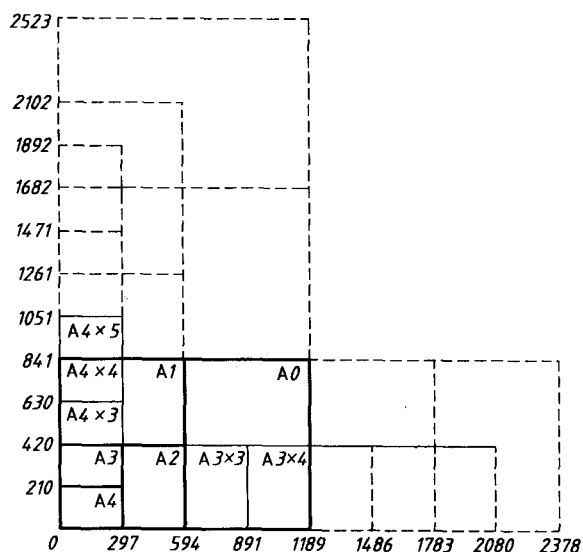


图 1-1 图纸幅面尺寸

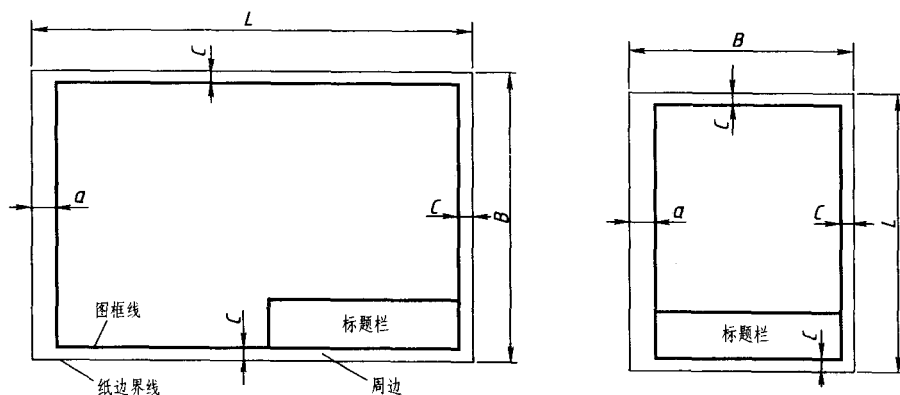


图 1-2 留有装订边的格式

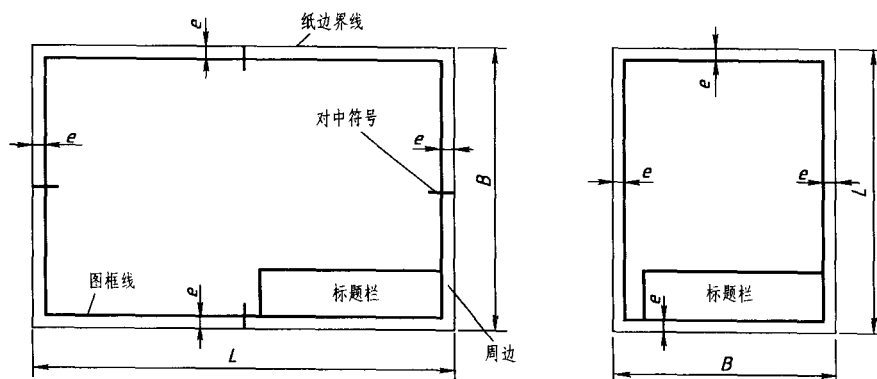


图 1-3 不留装订边的格式

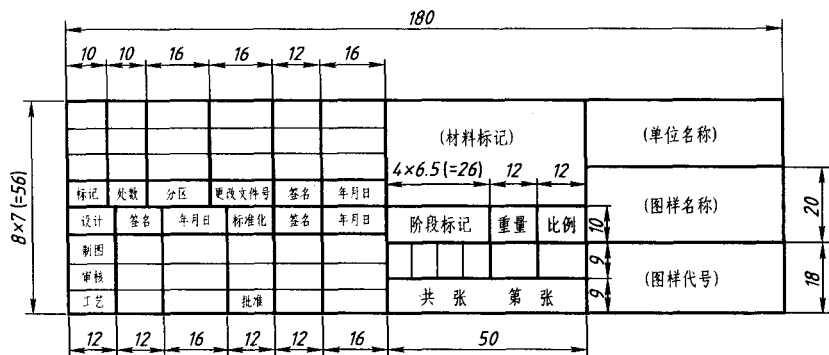


图 1-4 国家标准规定的标题栏格式

学生在作业时可使用简化的标题栏，如图 1-5 所示。标题栏的外框是粗实线，其右边和底边与图框线重合。

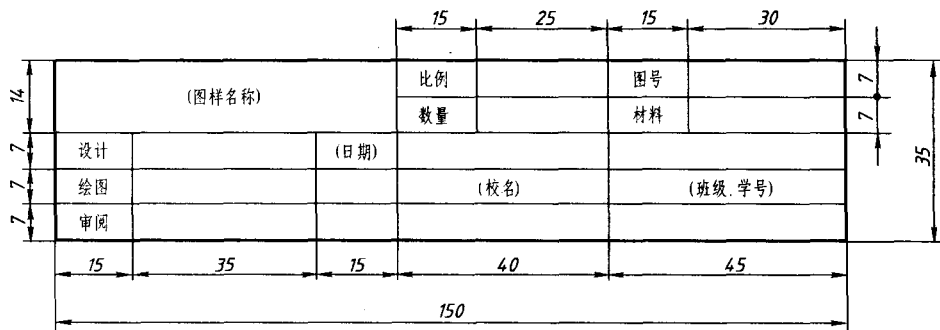


图 1-5 教学中简化了的标题栏格式

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之为比例。

在绘制图样时，尽量按物体的实际大小（1:1）画出，以便于直接从图中看出物体的实际大小。由于物体的大小和结构复杂程度不同，对大物体可以采用缩小的比例（如 1:5），对较小物体可以采用放大的比例（如 2:1）。

不管绘制机件时所采用的比例是多少，标注尺寸时，仍应按机件的实际尺寸标注，与绘图的比例无关。

绘制同一机件的各个视图时，应尽可能采用相同的比例，并填写在标题栏的比例栏中。当某个视图必须采用不同比例时，可在该视图名称的下方或右侧标注。

绘图时，应从表 1-2 规定的比例系列中选择适当的比例。

表 1-2 比例

原值比例	1:1									
缩小比例	(1:1.5) 10 ⁿ	1:2 (1:2.5 × 10 ⁿ)	(1:2.5) (1:3 × 10 ⁿ)	(1:3) (1:4 × 10 ⁿ)	(1:4) (1:5 × 10 ⁿ)	1:5 (1:6 × 10 ⁿ)	(1:6) (1:1 × 10 ⁿ)	1:1 × 10 ⁿ (1:1.5 × 10 ⁿ)	1:2 × 10 ⁿ (1:3 × 10 ⁿ)	1:2 × 10 ⁿ (1:6 × 10 ⁿ)
放大比例	2:1	(2.5:1)	(4:1)	5:1	1 × 10 ⁿ :1	2 × 10 ⁿ :1	(2.5 × 10 ⁿ :1)	(4 × 10 ⁿ :1)	5 × 10 ⁿ :1	

注：优先选用没有括号的比例， n 为正整数。

三、字体（GB/T14691—1993）

字体包括汉字、数字和字母。国家标准（GB/T 14691—1993）对字体的正确书写作了规定。字体的书写要做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。其次，字体的大小要选择适当。字体的高度 h 系列为：1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 20，单位为 mm。

1. 汉字

图样上的汉字应写成长仿宋体，汉字高度一般应大于 3.5mm，这样既便于阅读，又可避免由于字体不清而造成生产上的错误。

字体的书写要领是：横平竖直、排列匀称、注意起落、填满方格。

长仿宋体的基本笔画是：横、竖、撇、捺、点、挑、折、钩等八种。

汉字示例如下。

10号字：

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

7号字：

横平竖直 排列匀称 注意起落 填满方格

5号字：

机械制图 技术制图 电子 冶金 化工 建筑 学院 班级

3.5号字：

投影基础 截交线 组合体 螺纹 齿轮 轴承 弹簧 零件图

2. 字母和数字

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。同一张图样上，只能选用一种型式的字体。

字体的书写分成直体和斜体，斜体字头向右倾斜，与水平线成 75°。

B 型斜体字母和数字的写法示例：

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

R3 C2 M24—6H Φ60H7 Φ30g6

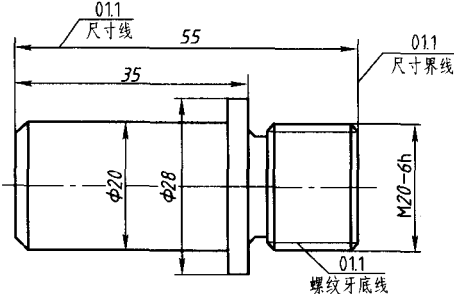
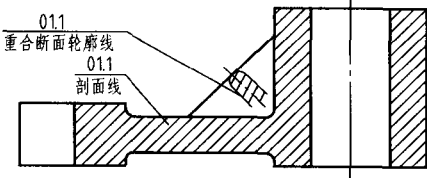
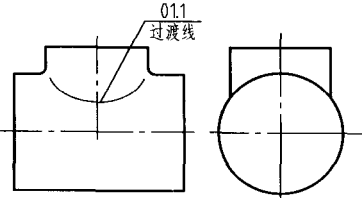
四、图线（GB/T17450—1998，GB/T4457.4—2002）

工程图样是由不同的图线组成，不同的图线代表着不同的含义，可以通过图线识别图样的结构特征。

1. 线型及应用

机械图样中，国家标准 GB/T17450—1998《技术制图 图线》中规定了绘制机械图样的基本线型的结构、尺寸、标记和绘制规则，国家标准 GB/T4457.4—2002《机械制图 图样画法 图线》是对本部分的补充。常用图线的名称、型式和应用如表 1-3。

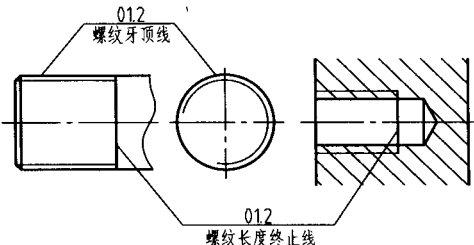
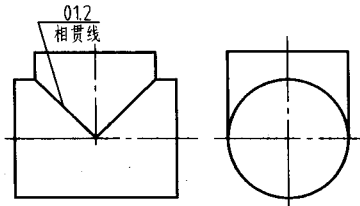
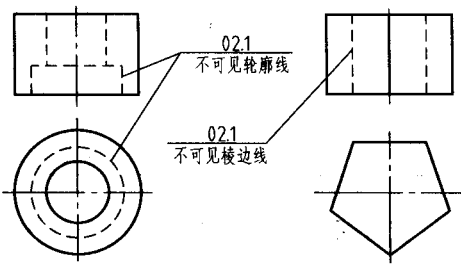
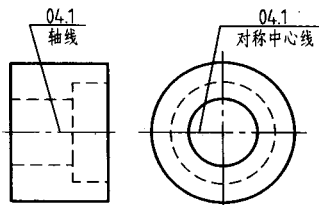
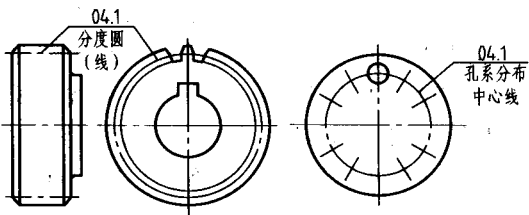
表 1-3 常用线型及应用

代码 No.	线 型	应用 示例
01.1	细实线	尺寸线；尺寸界线；螺纹牙底线 
		剖面线；重合断面的轮廓线 
		过渡线 

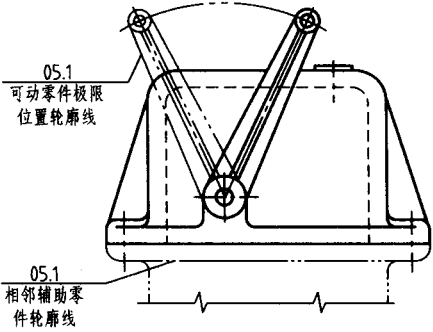
(续)

代码 No.	线 型	应用 示例
01.1	细实线	指引线；不连续的同一表面连线
		表示平面的对角线
	波浪线	断裂处的边界线；视图与剖视图的分界线^①
	双折线	断裂处的边界线；视图与剖视图的分界线^①
01.2	粗实线	可见轮廓线、可见棱边线

(续)

代码 No.	线 型	应用 示 例
01. 2	粗实线	螺纹牙顶线、螺纹长度终止线 
		相贯线 
02. 1	细虚线	不可见轮廓线；不可见棱边线 
04. 1	细点画线	轴线；对称中心线 
		齿轮的分度圆（线）；孔系分布的中心线 

(续)

代码 No.	线 型	应用 示 例
05.1	细双点画线	相邻辅助零件的轮廓线；可动零件处于极限位置时的轮廓线 

① 在一张图样上一般采用一种线型，即采用波浪线或双折线。

根据国家标准 GB/T4457.4—2002《机械制图 图样画法 图线》规定，机械图样中只采用粗细两种线宽，其比例为 2:1。图线宽度和图线组别如表 1-4 所示。

表 1-4 图线宽度和组别 (单位：mm)

图线组别	0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2
粗线宽度	0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2
	对应的线型代码：01.2						
细线宽度	0.13	0.18	0.25	0.35	0.5	0.7	1
	对应的线型代码：01.1；02.1；04.1；05.1						

绘图时，优先采用图线的组别为 0.5mm 和 0.7mm。

图样中各类线素（如点、间隔、画等）的长度应符合国家标准规定，如表 1-5 所示。

表 1-5 线素长度

线、素	长 度	线 素	长 度
点	$\leq 0.5d$	画	$12d$
短间隔	$3d$	长画	$24d$

注：d 为图线的宽度。

2. 画图线时注意事项

1) 同一图样中，同类图线的宽度应该保持一致。

2) 细虚线、细点画线、细双点画线等线素的线段长度间隔应大致相等，并符合国家标准规定（如表 1-5）。实际作图时，通常细虚线画长 4 ~ 6mm，短间隔 1mm；细点画线画长 15 ~ 25mm，两画短间隔约 3mm；细双点画线画长 15 ~ 25mm，两画短间隔约 5mm。

3) 对称中心线或轴线，应超出轮廓线外 2 ~ 5mm；图线相交应为画与画相交，不应该为点或间隔。在较小的圆上（直径小于 12mm）绘制细点画线或细双点画线时，可用细实线代替；



4) 图线的末端应是画, 不应是点。

5) 当虚线是粗实线的延长线时, 在连接处应留出空隙。细虚线圆弧与实线相切时, 虚线与圆弧应留出空隙, 如图 1-6 所示。

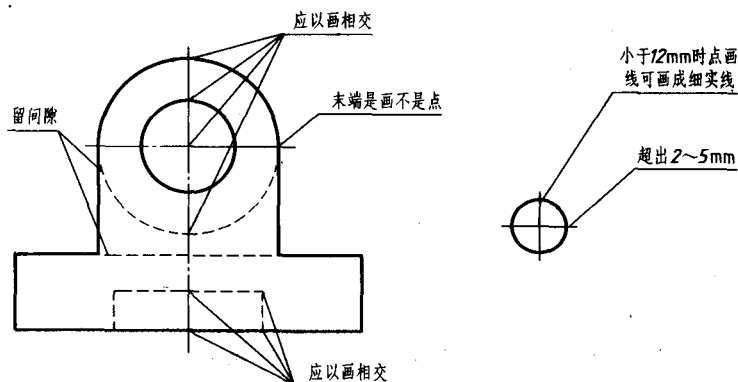


图 1-6 图线画法

五、尺寸注法 (GB/T 16675.2—1996, GB/T 4458.4—2003)

1. 尺寸注法的基本规则

- 1) 尺寸数值为机件的真实大小, 与绘图比例无关;
- 2) 图样中的尺寸以毫米为单位, 如采用其他单位时, 必须注明单位名称;
- 3) 图中标注尺寸为零件完工后的尺寸, 否则应另加说明;
- 4) 每个尺寸一般只标注一次, 并应标注在最能清晰地反映结构特征的视图上。

2. 尺寸组成

一个完整的尺寸由尺寸界线、尺寸线、尺寸数字和尺寸线终端 (箭头或斜线) 组成, 如图 1-7 所示。

(1) 尺寸界线 尺寸界线为细实线, 应由轮廓线、轴线或对称中心线处引出, 也可利用这些线代替, 并超出尺寸线 3mm 左右。尺寸界线一般应与尺寸线垂直, 必要时允许倾斜, 在光滑过渡处标注尺寸时, 应用细实线将轮廓线延长, 从交点处引出尺寸界线, 如图 1-8 所示。

(2) 尺寸线 尺寸线为细实线。尺寸线不能由其他图线代替, 也不能与其他图线重合或画在其延长线上。标注线性尺寸时尺寸线必须与所标注线段平行。

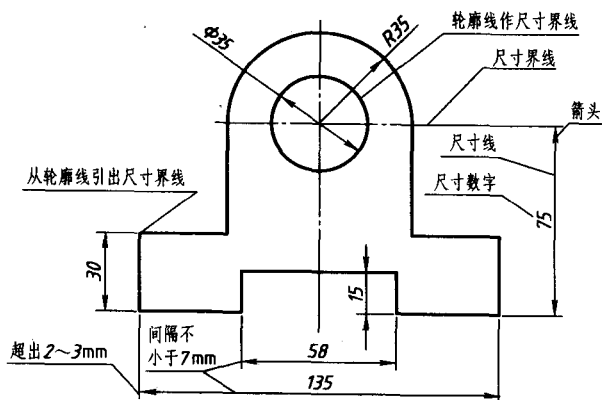


图 1-7 尺寸的组成

(3) 尺寸线终端 尺寸线的终端如图 1-9 所示。机械图的尺寸线终端一般用箭头, 也可用 45°斜线, 同一图样中应采用一种尺寸线终端形式。斜线用细实线绘制, 其高度应与尺寸数字的高度相等。