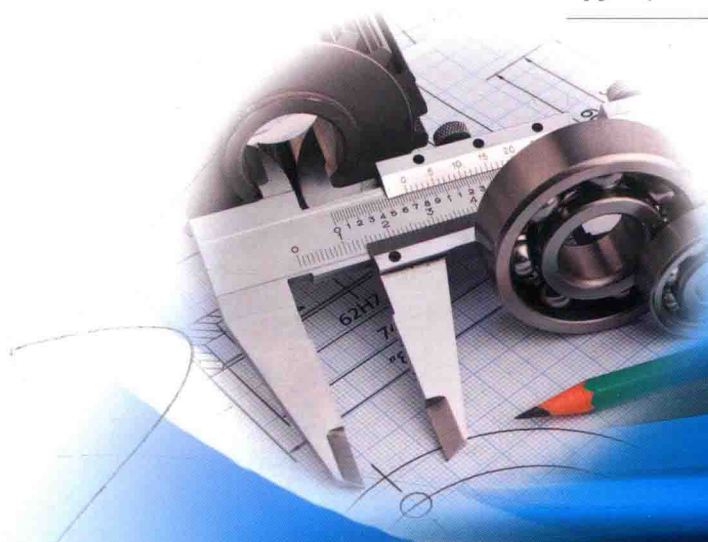


普通高等教育“十三五”规划教材

机械制图学

徐冬 李明 周烨 主编

邵立康 主审



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十三五”规划教材

机械程图学

主 编 徐 冬 李 明 周 烨
参 编 何 苗 陈 晖 张 杰
主 审 邵立康



机械工业出版社

本书内容共十章,依次为制图基本知识与技能、投影法基础、立体的投影及表面交线与表面展开、组合体、轴测图、机件表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图和零部件测绘。

书中全部采用现行“技术制图”和“机械制图”国家标准,可作为高等学校工科机械类、近机械类各专业制图课程的教材使用。参考学时为60~120学时,零部件测绘实训学时可在课外安排1周。

与本书配套的《机械工程图学习题集》由机械工业出版社出版。该习题集与本书章节内容安排一致,可作为同步训练用书。

图书在版编目(CIP)数据

机械工程图学/徐冬,李明,周焯主编. —北京:机械工业出版社,2018.8

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-111-60390-0

I. ①机… II. ①徐… ②李… ③周… 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(2018)第147266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:舒恬 责任编辑:舒恬 张亚捷 任正一

责任校对:郑婕 封面设计:张静

责任印制:孙炜

天津嘉恒印务有限公司印刷

2018年9月第1版第1次印刷

184mm×260mm·14.5印张·353千字

标准书号:ISBN 978-7-111-60390-0

定价:35.00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

服务咨询热线:010-88379833

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-88379649

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

“机械制图学”是高等院校工科类各专业学生必修的主干课程，是一门重要的技术基础课。为了适应应用型普通高等教育的需要，根据教育部制定的《高等学校教育工程制图课程基本要求》编写了本套《机械制图学》教材。

本书在介绍理论知识的同时，注重学生实践能力和职业技能的培养，努力使理论知识与实践应用有机地结合起来。在教材内容和章节的安排上，既考虑到了高等教育的特点，又考虑到了学科知识的系统性和完整性，并为此进行了必要的调整。在学习内容的安排上由基础到专业、由简单到复杂，按照循序渐进的原则进行。

本书具有以下特点：

1) 着力使教材适用于机械工程各专业方向，并能根据专业的需要进行有机的选择。将画法几何内容部分分为两章，即投影法基础、立体的投影及表面交线与表面展开，可根据不同专业的需要进行有机选择。其学习目的和要求是建立空间投影的概念，并应用点、线、面、立体的投影来帮助解决后续章节（组合体、零件图等）学习的难点。

2) 着力增强教材内容的知识性和趣味性，启发学生对组合体的学习兴趣。在组合体一章中安排了“组合体构型设计”的内容，让学生在学习过程中充分发挥积极思维和形体的创新设计能力，强化了学生空间思维和空间想象能力的培养。

3) 轴测图是国家标准规定的表达方法，广泛地使用在各行各业中，因此本教材加强了对这一章的编写，充实了正等轴测图和斜二轴测图的画法，增加了轴测图润饰（配合学习计算机三维图的渲染）等内容。

4) 本书系统地编写了“零部件测绘”一章，使学生在学完零件图和装配图之后，能够系统地学习零部件测绘，并在测绘实践中完成零部件的读图、画图和测绘技能的综合训练，培养学生解决机械工程实际问

题的能力。

5) 插图采用计算机与手工绘图结合的方法绘制, 图形正确、完整、清晰, 表现力丰富。

本书采用了现行的“技术制图”和“机械制图”国家标准, 按照课程内容和教学的需要, 将有关国家标准文件编写在正文或附录中, 便于学习时查阅。

与本书配套的《机械工程图学习题集》由徐冬、李明、周烨主编, 机械工业出版社出版。该习题集与本书章节内容安排一致, 可作为同步训练用书。

本书由南昌工学院组织编写, 徐冬、李明(中国图学学会第七届制图技术专业委员会副主任委员兼副秘书长、安徽省工程图学学会副理事长)、周烨担任主编, 参加编写的有: 何苗、徐晖、张杰。编写分工为: 徐冬编写第1章、第8章和第9章, 李明编写第4章、第5章和第10章, 并负责选定并绘制全书插图, 周烨编写绪论、第6章和附录, 何苗编写第3章, 陈晖编写第2章, 张杰编写第7章。中国图学学会第七届常务理事、中国图学学会第七届制图技术专业委员会主任委员邵立康教授担任主审。

由于时间仓促和水平所限, 书中难免有错漏和不当之处。恳请广大读者批评指正。

编 者



CONTENTS

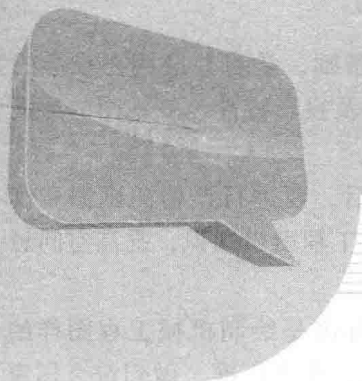
录

前 言

绪论	1
第 1 章 制图基本知识与技能	3
1.1 制图国家标准的基本规定	3
1.2 绘图工具及其使用方法	12
1.3 几何图形画法	14
本章小结	20
第 2 章 投影法基础	21
2.1 投影法与三面视图	21
2.2 点、直线、平面的投影	25
本章小结	40
第 3 章 立体的投影及表面交线与表面展开	41
3.1 立体及其表面上点的投影	41
3.2 立体表面交线的投影	46
3.3 立体表面的展开	55
3.4 常见立体的尺寸标注	61
本章小结	63
第 4 章 组合体	64
4.1 组合体的形体分析	64
4.2 组合体视图画法	67
4.3 组合体的尺寸标注	70
4.4 读组合体视图	72

4.5 组合体构型设计	77
本章小结	81
第5章 轴测图	83
5.1 轴测图的基本知识	83
5.2 正等轴测图画法	85
5.3 斜二轴测图画法	89
5.4 轴测图润饰	91
本章小结	94
第6章 机件表达方法	95
6.1 视图	95
6.2 剖视图	98
6.3 断面图	105
6.4 局部放大图	108
6.5 简化画法	108
本章小结	110
第7章 标准件和常用件	112
7.1 螺纹	112
7.2 螺纹紧固件	118
7.3 齿轮	123
7.4 键和销连接	126
7.5 弹簧	129
7.6 滚动轴承	131
本章小结	135
第8章 零件图	136
8.1 零件图概述	136
8.2 零件视图的选择及典型零件视图分析	137
8.3 零件图尺寸标注	143
8.4 零件工艺结构及其画法	148
8.5 零件图技术要求	151
8.6 读零件图	163
本章小结	166
第9章 装配图	167
9.1 装配图概述	167
9.2 装配图规定画法及特殊画法	169

9.3 装配图视图的选择及画法	170
9.4 装配图尺寸标注和技术要求	172
9.5 装配图零件序号和明细栏	173
9.6 常见装配结构及其画法	174
9.7 读装配图拆画零件图	176
本章小结	181
 第 10 章 零部件测绘	 182
10.1 零部件测绘方法与步骤	182
10.2 零件尺寸的测量	183
10.3 典型零件测绘	188
10.4 减速器测绘	197
本章小结	209
 附录	 210
 参考文献	 224



绪 论

1. 课程性质

根据投影原理和方法、遵照国家制图标准绘制，用来表达机械工程对象所画的图称为机械工程图样。

机械工程图样是机械工程产品信息的载体，是用来表达和交流技术思想的语言。

本课程理论严谨，实践性强，与机械工程实践有密切关系，对培养学生掌握科学思维方法，增强创新意识有着重要作用，是普通高等院校工科各专业重要的技术基础课程。

2. 学习目的和任务

现代工业生产中，无论是工程设计与施工、机械制造与设备检修、生产与加工都是依据机械工程图样来表达设计思想，指导施工生产的。因此，机械工程图样在各领域的技术工作和管理工作有着广泛的应用；对于高等教育所培养的工程应用型人才都必须掌握机械工程图学知识，具备识读和绘制机械工程图样的基本能力。在校学生通过对本课程的学习，为学习与其相关的后续机械工程专业课程以及发展自身的能力打下扎实的基础。

本课程学习的主要任务是：

- 1) 熟悉正投影的基本理论，掌握用正投影图示空间形体的方法，培养对形体的空间思维能力。
- 2) 培养具有创造性的机械工程构型设计能力。
- 3) 培养用尺规绘图、徒手绘图的技能与绘图方法。
- 4) 熟悉《机械制图》《技术制图》国家标准的基本规定，会查阅标准手册及工具书，培养工程意识和标准化意识。
- 5) 培养和掌握绘制与识读机械工程图样的能力。
- 6) 通过零部件测绘学习与实践，培养解决机械工程实际问题的能力。

3. 本课程的特点与学习方法

本课程的特点是：既具有系统的投影理论和图学知识，又是实践性很强的课程。学习时要理解投影原理，掌握投影方法，在空间分析的基础上，弄清空间形体与平面图形的对应关系，由物画图，由图想物，通过由浅入深的理论学习、画图与读图实践，逐步提高对空间形体的形象思维能力以及图示能力。

根据本课程的特点和学习任务，在学习过程中要注意以下学习方法：

(1) 掌握正投影的理论和方法 本课程是以正投影理论为基础,学习并应用正投影的原理和方法来表达空间形体,因此必须要熟悉正投影的基本原理及投影特性,三视图的形成及投影规律,弄清楚空间形体与平面图形之间的对应关系。

(2) 注意基本技能的训练和培养 在掌握正投影理论知识后,要进行严格的画图和读图实践训练,只有将理论与实践结合起来,才能巩固所学的机械工程学知识,提高空间思维能力以及图示能力和绘图技能。

(3) 严格遵守国家标准 《机械制图》《技术制图》国家标准是绘制机械工程图样的重要依据,是规范性的制图准则。在学习和绘图实践中要严格执行国家标准,做到符合国家标准,规范性制图。

(4) 认真完成作业练习 本课程的各种训练和实践主要是通过一系列的作业练习和测绘实践训练来实现的,要认真完成平时的作业练习,巩固课堂中所学的知识,锻炼绘图与读图能力,并通过测绘训练培养解决机械工程实际问题的能力。

第1章

制图基本知识与技能

工程图样作为现代工业生产的重要资料，具有严格的标准性及规范性。掌握制图的基本知识与技能，是培养画图与读图能力的基础。本章主要介绍国家标准《技术制图》和《机械制图》中有关制图的基本规定及尺寸注法规定，常用绘图工具的使用方法以及常见几何图形的画法等内容。

1.1 制图国家标准的基本规定

《技术制图》国家标准是一项基础技术标准，该标准普遍适用于工程中的各种图样。《机械制图》国家标准是一项机械专业制图标准，该标准适用于机械图样。制图国家标准是图样绘制和使用的准绳，必须要严格遵守。

国家标准（简称“国标”）代号以“GB”开头为强制性标准，必须遵照执行。国家标准代号以“GB/T”开头为推荐性标准，在某些条件下，可有选择性和适当的灵活性。与机械制图有关的现行国家标准基本上是推荐性标准。例如“GB/T 4458.1—2002”，“4458.1”是《机械制图》国家标准的标准顺序号，“2002”是表示该标准发布的年份，是推荐性标准。又如“GB/T 14689—2008”，“14689”是《技术制图》国家标准的标准顺序号，“2008”是表示该标准发布的年份，是推荐性标准。

本节主要介绍制图国家标准中的图纸幅面、比例、字体、图线和尺寸标注的基本规定。

1.1.1 图纸幅面及格式（GB/T 14689—2008）

1. 图纸幅面

1) 基本幅面共有五种，分别用 A0、A1、A2、A3、A4 表示。A1 幅面是 A0 幅面的一半，其他幅面依次类推，如图 1-1 所示，图纸幅面与尺寸的关系见表 1-1。

2) 必要时可选择加长幅面，其尺寸必须是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。

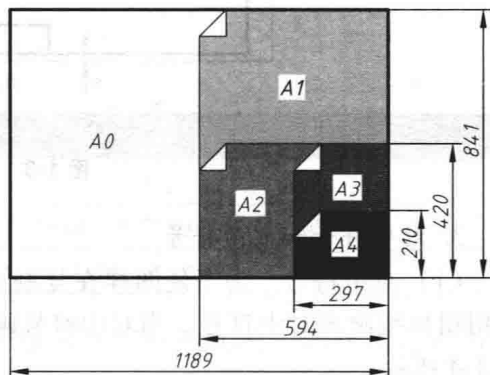


图 1-1 基本幅面与尺寸的关系

表 1-1 图纸幅面与尺寸的关系

(单位: mm)

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

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框, 其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。图 1-2 所示为无装订边的图框格式, 图 1-3 所示为有装订边的图框格式。

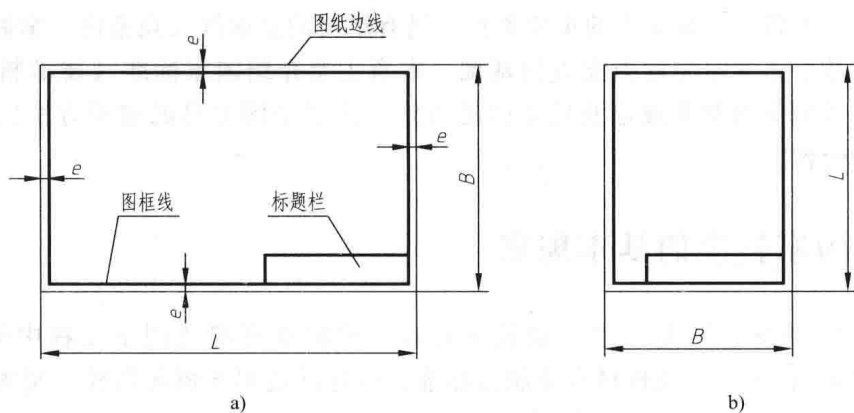


图 1-2 无装订边的图框格式

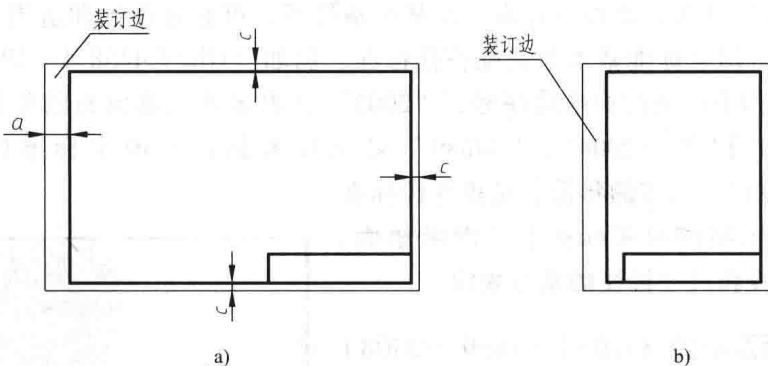


图 1-3 有装订边的图框格式

3. 对中符号和方向符号

(1) 对中符号 为了使图样在复制或缩微摄影时定位方便, 在图框各边长的中点处分别用粗短线画出对中符号。当对中符号画在标题栏里时, 伸入标题栏里的线段省略不画, 如图 1-4 所示。

(2) 方向符号 使用预制的图样时, 为了明确画图 and 读图时的图纸方向, 应在图纸的下方对中符号处画一方向符号, 如图 1-4 所示。

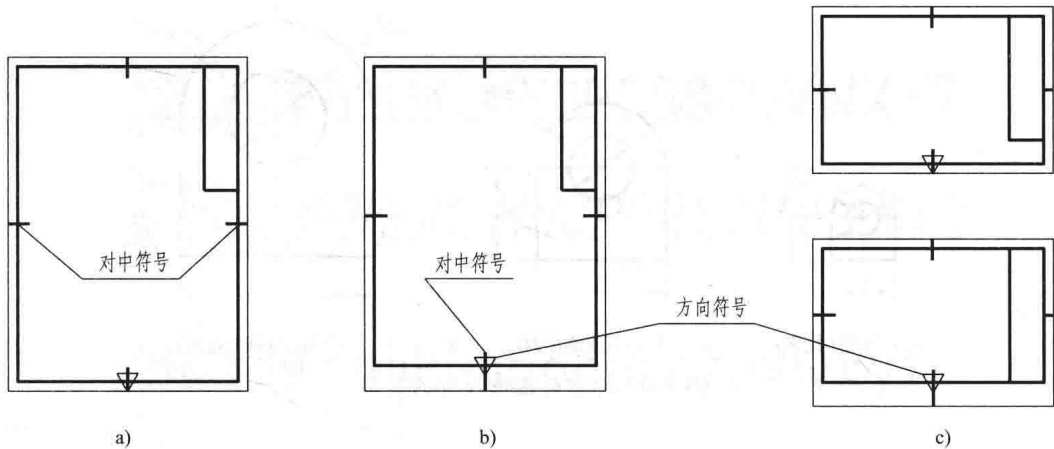


图 1-4 对中符号和方向符号

4. 标题栏

每张图样中应有标题栏，一般画在图框线内的右下角处。标题栏由名称及代号区、签字区、更改区和其他区四部分组成，其格式和尺寸由 GB/T 10609.1—2008 所规定。学生制图作业中的标题栏可采用简化的格式，如图 1-5 所示。

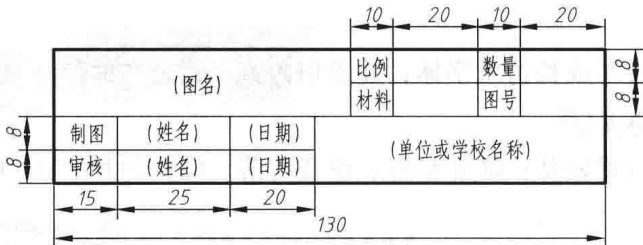


图 1-5 简化的标题栏格式

1.1.2 比例（GB/T 14690—1993）

比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。比例有原值比例，标注为 1 : 1。放大比例，标注如 2 : 1、5 : 1 等。缩小比例，标注如 1 : 2、1 : 5 等。画图时，应从表 1-2 中所规定的比例系列中选用适当的比例。

表 1-2 比例系列

种 类	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
缩小比例	1 : 2 1 : 5 1 : 2 × 10 ⁿ 1 : 5 × 10 ⁿ 1 : 1 × 10 ⁿ

选用比例应尽量采用原值比例，在同一张图样中应采用相同的比例。图样无论采用放大或缩小比例，图形中所标注的尺寸均为机件的实际尺寸，与图样比例无关，如图 1-6 所示。

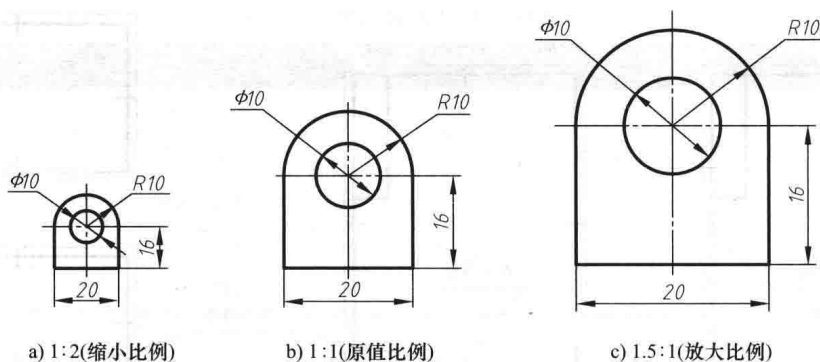


图 1-6 比例与图形尺寸的关系

1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993)

1. 基本要求

图样中所书写的汉字、数字和字母,都必须做到“字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐”。字体的号数即为字体的高度(用 h 表示),有八种尺寸系列:1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20(单位mm)。

在同一张图样上,只允许用同一种形式的字体。

2. 字体写法

(1) 汉字 汉字应写成长仿宋字体,并采用国家正式公布的简化字,汉字的高度不小于

3.5mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

长仿宋字体的书写要领是:横平竖直、注意起落、结构匀称、排列整齐。图 1-7 所示为长仿宋字体写法示例。

长仿宋字写法示例:

7号字体

工程字体笔画清楚间隔均匀排列整齐书写认真

5号字体

工程字体笔画清楚间隔均匀排列整齐书写认真

3.5号字体

工程字体笔画清楚间隔均匀排列整齐书写认真

图 1-7 长仿宋字体写法示例

(2) 数字和字母 工程图样中数字有阿拉伯数字和罗马数字两种,字母有拉丁字母和希腊字母两种。数字和字母可写成直体字和斜体字两种形式,斜体字的字头向右倾斜,与水平线成 75° ,图 1-8 所示为数字和字母写法示例。

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

1. 图线形式及应用

图样中的图形是由图线组成的,画图时应采用国家标准规定的图线形式和画法。机械图

拉丁字母写法示例：
大写直体

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

大写斜体

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

小写直体

a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

小写斜体

a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

阿拉伯数字写法示例：
直体

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

斜体

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

罗马数字写法示例：
直体

I II III IV V VI VII VIII IX X

斜体

I II III IV V VI VII VIII IX X

图 1-8 数字和字母写法示例

样中常用的图线形式和用途见表 1-3。

表 1-3 机械图样中常用的图线形式和用途

名称	线型	宽度	主要应用
粗实线		d	可见轮廓线、螺纹牙顶线、齿顶圆(线)
细实线		$0.5d$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、过渡线等
细虚线		$0.5d$	不可见轮廓线、不可见过渡线
细点画线		$0.5d$	轴线、对称线、中心线
细双点画线		$0.5 d$	相邻辅助零件轮廓线、轨迹线、可动零件极限位置的轮廓线

(续)

名称	线型	宽度	主要应用
粗点画线		d	限定范围的表示线
波浪线		$0.5d$	断裂处的边界线 视图和剖视图的分界线
双折线		$0.5d$	断裂处的边界线 视图和剖视图的分界线
粗虚线		d	允许表面处理的表示线

2. 图线宽度

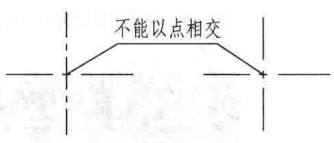
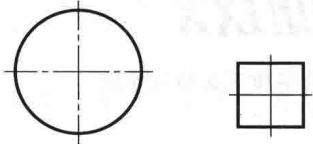
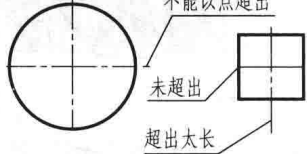
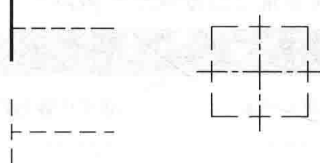
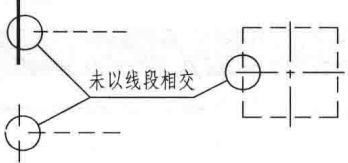
图线宽度分为粗、细两种，粗线的宽度 (d) 可按图形大小在 0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1.0、1.4、2.0 (单位 mm) 系列中选择。粗线宽度一般选用 0.5mm、0.7mm 两种，细线宽度为粗线宽度的 1/2。

3. 图线画法

在同一张图纸中，同类型图线的宽度应基本一致，虚线、点画线、双点画线中的线段长度和间隔大小应大致相等。

画相交图线时应注意的问题见表 1-4。

表 1-4 画相交图线时应注意的问题

说明	图例	
	正确	错误
点画线应以长画相交。点画线的起始与终止了应为长画		
中心线应超出图形轮廓线外 3~5mm, 较小的图形轮廓的中心线可用细实线代替		
虚线与虚线、虚线与实线相交时应以线段相交, 不能留有空隙		

图线在图样中的应用示例如图 1-9 所示。

1.1.5 尺寸注法 (GB/T 16675.2—2012、GB/T 4458.4—2003)

图形只能表示物体的形状，而其大小是由标注的尺寸确定，因此尺寸是图样中重要内容之一，是制造加工零件的直接依据。国家标准专门对尺寸注法做了有关规定，标注尺寸时必须

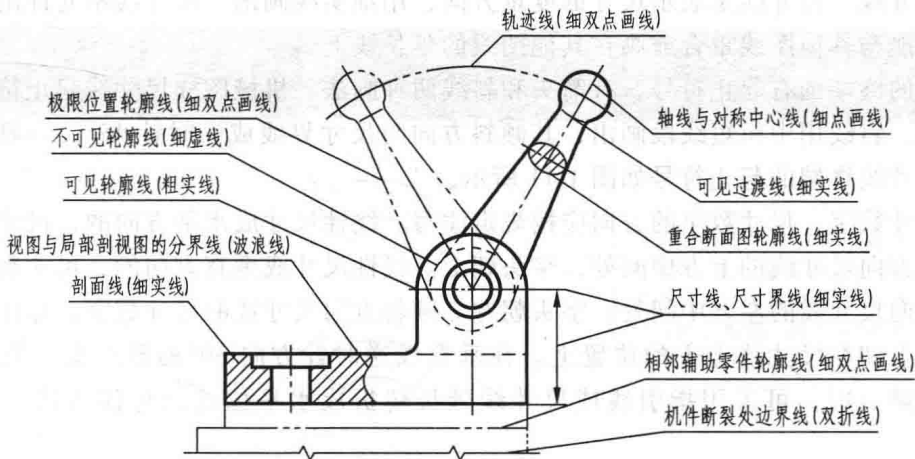


图 1-9 图线在图样中的应用示例

须严格遵守国家标准关于尺寸注法的规定。

1. 标注尺寸基本规定

1) 机件的实际大小应以图样中的尺寸数值为依据，与图形的比例大小及画图的准确度无关。

2) 图样中的尺寸一般以 mm 为单位，可不需注写单位符号或名称。如果用其他单位，则必须注写相应的单位符号或者名称，如 5cm、5m。

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，否则要另加说明。

4) 零件的每一个尺寸，一般只标注一次，并应标注在反映零件形状结构最明显的图形上。

5) 标注尺寸时，对一些常见结构和特殊结构应使用符号表示，常见结构和特殊结构的符号见表 1-5。

表 1-5 常见结构和特殊结构的符号

名 称	符 号	名 称	符 号	名 称	符 号
直 径	ϕ	正 方 形		沉 孔	
半 径	R	45°倒角	C	埋头孔	
球直径	S ϕ	厚 度	t	均 布	EQS
球半径	SR	深 度		弧 长	

2. 尺寸组成

一个完整的尺寸是由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字三个要素组成，如图 1-10 所示。

(1) 尺寸界线 尺寸界线是表示所注尺寸的一个界定范围，用细实线画出，并由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出，也可直接利用轮廓线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直，必要时才允许与尺寸线倾斜，并超出尺寸线 2~3mm。

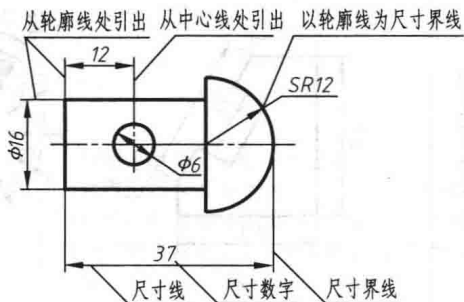


图 1-10 尺寸三要素及注写规定