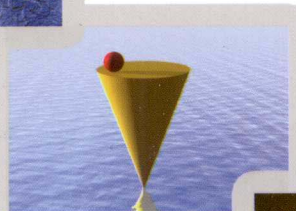
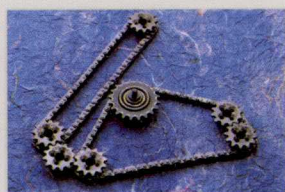


高等工科院校机械类专业规划教材

机械制图

JIXIE ZHITU

杨月英 马晓丽 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

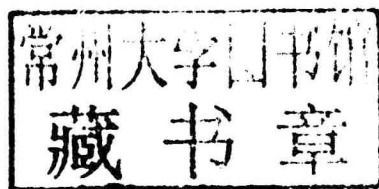


配电子课件

高等工科院校机械类专业规划教材

机械制图

主 编 杨月英 马晓丽
副主编 滕绍光 张效伟 郭 非
参 编 莫正波 张召香 魏海森
主 审 张 琳



机械工业出版社

本教材依据教育部《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》，结合教学研究型学校培养目标，总结十几年的教学经验，配套山东省精品课程“机械制图”使用。

本教材包括内容：制图基础知识、正投影基础、立体的投影、组合体的投影图、轴测图、机件的常用表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图、零部件测绘及常用部件分析，共 11 章。

本教材适合高等工科院校机电类专业使用，也可供工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图/杨月英, 马晓丽主编. —北京: 机械工业出版社,
2012. 9

高等工科院校机械类专业规划教材
ISBN 978-7-111-39628-4

I. ①机… II. ①杨…②马… 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 (2012) 第 205962 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: 王海峰 责任编辑: 王海峰 杨 茜

版式设计: 霍永明 责任校对: 刘秀丽

封面设计: 赵颖喆 责任印制: 杨 曦

北京京丰印刷厂印刷

2012 年 9 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·17.5 印张·434 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-39628-4

定价: 33.00 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

本教材依据教育部《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》，结合教学研究型高等院校培养人才培养目标，总结十几年的教学经验编写而成。配套山东省精品课程“机械制图”使用。

本教材严格贯彻国家制图规范并采用最新国家标准，理论联系实际，循序渐进地介绍了各相关知识点。教材包括内容：制图基础知识、正投影基础、立体的投影、组合体的投影图、轴测图、机件的常用表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图、零部件测绘、常用部件分析，共 11 章。

本教材编者多年来致力于工程图学的教学改革，在编写过程中，总结并吸取了近年来教学改革的成功经验和同行专家的意见，力求实现科学性 with 实用性相结合，系统性与先进性相统一，新内容与经典内容相融合的目标，做到实践性强、语言通俗易懂、突出重点、化解难点。力求充分发挥“机械制图”课程在提高学生工程素质和综合能力培养方面的作用，注重培养学生的绘图能力、读图能力和空间想象能力，培养学生严谨求实、一丝不苟的工作态度与工作作风，培养学生创新思维和开拓进取的精神。

本教材的特点如下：

1) 注重采用由浅入深、由简单到复杂的思维方法，注重采用图文并茂、视图与实物立体图对照的表现手法，使教材内容形象直观、简明实用，便于学生较好地理解画图规律。

2) 本教材单独编写了零部件测绘和常用部件分析章节，旨在加强学生绘制草图技能的训练，提高测绘能力，培养创新素质与能力。

3) 教材系统完善，结构合理，以基础内容为主，同时也安排有提高和创新内容，满足不同类型学校的需求。

4) 与本教材配套的《机械制图习题集》同时出版，以加深学生对课程内容的理解，掌握和巩固所学的基本知识。《机械制图习题集》的题型有基本型、基础型、提高型和创新型，满足不同层次学生的练习需要。

本教材由青岛理工大学杨月英、马晓丽担任主编，滕绍光、张效伟、郭非担任副主编，张琳教授为本书主审。全书由杨月英统稿。参加编写的人员还有莫正波、张召香、魏海森。

本教材在编写过程中参考了有关的教材、专著、资料，并得到众多同志的支持和幫助，在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免有不妥和错误之处，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前言	
绪论	1
第1章 制图基础知识	3
1.1 制图标准的基本规定	3
1.2 绘图工具及使用方法	12
1.3 几何作图	14
1.4 平面图形画法	18
1.5 徒手绘图简介	22
第2章 正投影基础	24
2.1 投影法概述	24
2.2 正投影的特性	27
2.3 三面投影图	28
2.4 点的投影	31
2.5 直线的投影	35
2.6 平面的投影	44
第3章 立体的投影	49
3.1 平面立体的投影	49
3.2 曲面立体的投影	52
3.3 切割体的投影	58
3.4 相贯体的投影	71
第4章 组合体的投影	83
4.1 组合体的形体分析	83
4.2 组合体的投影图画法	86
4.3 组合体的尺寸标注	90
4.4 阅读组合体的投影图	95
第5章 轴测投影	105
5.1 轴测投影的基础知识	105
5.2 正等轴测图	107
5.3 斜二轴测图	112
第6章 机件的常用表达方法	115
6.1 视图	115
6.2 剖视图	119
6.3 断面图	132
6.4 局部放大图、简化画法和 其他规定画法	135
6.5 第三角投影法简介	138
第7章 标准件和常用件	141
7.1 螺纹	142
7.2 螺纹紧固件	152
7.3 键联接和销联接	160
7.4 齿轮	164
7.5 滚动轴承	168
7.6 弹簧	171
第8章 零件图	176
8.1 零件图的内容	176
8.2 零件的结构工艺性简介	177
8.3 零件表达方案的选择	180
8.4 零件图的尺寸标注	182
8.5 典型零件	184
8.6 零件图的技术要求	188
8.7 读零件图	203
第9章 装配图	206
9.1 装配图的内容	206
9.2 装配图的表达方法	207
9.3 装配图中的尺寸和技术要求	209
9.4 装配图中的零部件序号和明 细栏	210
9.5 装配结构简介	212
9.6 画装配图的方法和步骤	213
9.7 读装配图及由装配图拆画零件图	215
第10章 零部件测绘	220
10.1 常用的测量工具和方法	220
10.2 零件测绘	223
10.3 部件测绘	227
第11章 常用部件分析	237
11.1 常用部件工作原理	237
11.2 创新设计内容(画装配示意图和装 配草图)	246
附录	247
附录A 螺纹	247
附录B 螺纹紧固件	251
附录C 键和销	259
附录D 滚动轴承	264
附录E 极限与配合	266
附录F 常用材料及热处理	269
参考文献	276

绪 论

教学目标和要求

1. 了解机械图在实际生产中的作用。
2. 了解本课程的教学任务和目标。
3. 掌握本课程的学习方法。

教学重点和难点

掌握本课程的学习方法。

“机械制图”是一门研究绘制和阅读机械图样的理论和方法的专业基础学科。主要内容
包括正投影理论、国家标准《技术制图》、《机械制图》的有关规定以及专业工程图。

在工程技术界中,由于“形”信息的重要性,故工程技术人员把工程图学作为其基本
素质及基本技能。工程图是工程技术人员用来表达设计思想的,是工程技术部门的一项重要
技术文件,按规定的方法表达出机器的形状、大小、材料和技术要求。在现代工业中,设
计、制造、安装及使用各种机械都离不开工程图。

工程图是按照国家或部门有关标准的统一规定绘制的,它是“工程界的技术语言”,是
工程技术人员进行技术交流的重要工具。各国的工程技术人员之间经常以工程图为媒介进行
研讨、交流、竞赛及招标等活动。因此,工程图是生产、制造的依据,是工程上必不可少
的重要技术文件。

由于图样在工程技术上的重要作用,所以工程技术人员必须具备绘制和阅读工程图的基本能力。

1. 本课程的学习任务

本课程着重研究绘制和阅读工程图样的原理和方法,以培养学生形象思维能力为目标。
通过学习用正投影法表达空间几何形体和图解简单空间几何问题,来培养学生用图形描述几
何形体的内外形状和大小并由图来想象物体的几何形状的基本能力。通过学习标注尺寸的基本
方法,正确地绘制和阅读立体的图样。

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。要求学生在学完本课后能运
用投影的基本理论和作图方法,掌握机械制图国家标准的基本规定,培养学生绘制和阅读常
见机器或部件的零件图和装配图的基本能力。

“机械制图”课程的学习任务有以下几项:

- 1) 掌握正投影法的基本理论,并能利用投影法在平面上表示空间几何形体。
- 2) 培养绘制和阅读机械图样的基本能力,并研究如何在图样上正确标注尺寸。
- 3) 培养徒手绘制草图、仪器绘图和计算机绘图的能力。
- 4) 培养空间逻辑思维与形象思维的能力。
- 5) 培养分析问题和解决问题的能力。
- 6) 养成认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

2. 本课程的学习方法

本课程由于具有相当强的实践性，只有正确运用各种投影法的规律，通过认真完成一定数量的绘图作业和习题，才能不断地提高空间想象能力和空间思维能力。

(1) 要严肃认真，一丝不苟 图样是重要的技术文件，是加工和制造的依据，不能有丝毫的差错。图中多画或少画一条线，写错或遗漏一个尺寸数字，都会给生产带来严重的损失。因此，在学习过程中，必须具备高度的责任心，养成实事求是的科学态度和严肃认真、耐心细致、一丝不苟的工作作风。

(2) 要勤做多练 绘图和读图能力的培养主要依靠一系列的绘图实践，包括手工绘图和计算机绘图。要严格遵守国家标准和规定，及时完成每一次的练习或作业，逐步掌握绘图和读图的方法和步骤，熟悉有关的制图标准。

(3) 要正确绘图 养成正确使用绘图仪器和工具的习惯，准备一套合乎要求的制图工具，遵循正确的作图步骤和方法，不断提高绘图效率，具备查阅有关标准和资料的能力。能正确地使用绘图软件，培养绘制和识读零件图和装配图的基本能力。

(4) 大力培养空间想象能力和空间思维能力 投影制图部分包括组合体三面投影图和机件常用表达方法两章的内容，是制图部分的重点，学生必须达到熟练掌握的程度。要学会把复杂的问题简单化，如利用形体分析法来解决组合体的问题。因此，培养学生的空间想象力和空间思维能力。

第 1 章 制图基础知识

教学目标和要求

- 1. 熟悉国家标准对机械制图的有关规定。
- 2. 掌握几何作图的正确画法。
- 3. 了解各种制图工具、仪器的性能，熟练掌握正确的使用方法。
- 4. 掌握绘图的步骤。

教学重点和难点

- 1. 掌握几何作图的正确画法。
- 2. 掌握绘图的步骤。

为了使工程图真正起到技术语言的作用，所有图样的绘制和阅读都必须遵循统一的规定，这就产生了“标准”。标准有许多种，制图标准只是其中的一种。各个国家都有自己的国家标准，如代号“JIS”、“ANSI”、“DIN”分别表示日本、美国、德国的国家标准。我国国家标准的代号为“GB”。20 世纪 40 年代成立的国际标准化组织，代号为“ISO”。

国家质量技术监督局颁布了有关制图的国家标准，对图样的画法、尺寸的标注等方面分别制订和颁布了统一的制图国家标准，如图纸规格、图样常用的比例、图线及其含义、图样中常用的数字、字母等。本章将介绍机械制图国家标准的一些基本规定、制图工具的使用、常用的几何作图方法以及制图的一般步骤等。

1.1 制图标准的基本规定

制图标准对机械图常用的图纸图幅、图线、字体、比例及尺寸标注等内容作了具体的规定。

1.1.1 图纸幅面和格式

1. 图纸幅面

图纸幅面是指图纸本身的大小规格，图框是图纸上绘图范围的边线。图纸幅面及图框尺寸应符合表 1-1 的规定。

表 1-1 图纸幅面及图框尺寸表 (单位: mm)

幅面代号 尺寸代号	A0	A1	A2	A3	A4
B × L	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
c	10			5	
a	25				

4. 会签栏

会签栏应按图 1-3 所示的格式绘制，其尺寸应为 $100\text{mm} \times 32\text{mm}$ ，栏内应填写会签人员所代表的专业、姓名、日期。一个会签栏不够时，可另加一个，两个会签栏应并列，不需会签的图纸可不设会签栏。

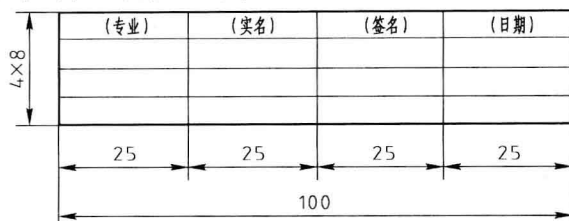


图 1-3 会签栏

1.1.2 图线

在图纸上绘制的线条称为图线。工程图中的内容必须采用不同的线型和线宽来表示，不同的图线表示不同的含义。

1. 线宽

每个图样，应根据复杂程度与比例大小，先选定基本线宽 b ，再选用表 1-3 中相应的线宽组。注意：需要微缩的图纸，不宜采用 0.18mm 及更细的线宽；在同一张图纸上，各不同线宽中的细线，可统一采用较细的线宽组的细线；同一张图纸上，相同比例的各图样应选用相同的线宽组。

表 1-3 图线宽度和图线组别

(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
细线宽度	0.13	0.18	0.25	0.35	0.5	0.7	1

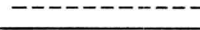
2. 线型

常用图线的名称、线宽、画法和一般用途见表 1-4。

表 1-4 线型及其一般应用

图线名称	线 型	图线宽度	一 般 应 用
粗实线		粗	可见棱边线 可见轮廓线 相贯线 螺纹的牙顶线与螺纹长度终止线 齿顶圆(线) 剖切符号用线
细虚线		细	不可见棱边线 不可见轮廓线
细实线		细	尺寸线和尺寸界线 剖面线 过渡线 指引线和基准线 重合断面的轮廓线 螺纹的牙底线及齿轮的齿根线 辅助线 投影线
细点画线		细	轴线 对称中心线 齿轮的分度圆(线) 孔系分布的中心线 剖切线
波浪线		细	断裂处的边界线 视图与剖视图的分界线

(续)

图线名称	线 型	图线宽度	一 般 应 用
双折线		细	断裂处的边界线 视图与剖视图的分界线
细双点画线		细	相邻辅助零件的轮廓线 可动零件的极限位置的轮廓线 剖切面前的结构轮廓线 轨迹线
粗点画线		粗	限定范围表示线
粗虚线		粗	允许表面处理的表示线

不同的线型在工程图中表达不同的含义，图线在工程图中的实际应用见图 1-4 所示。

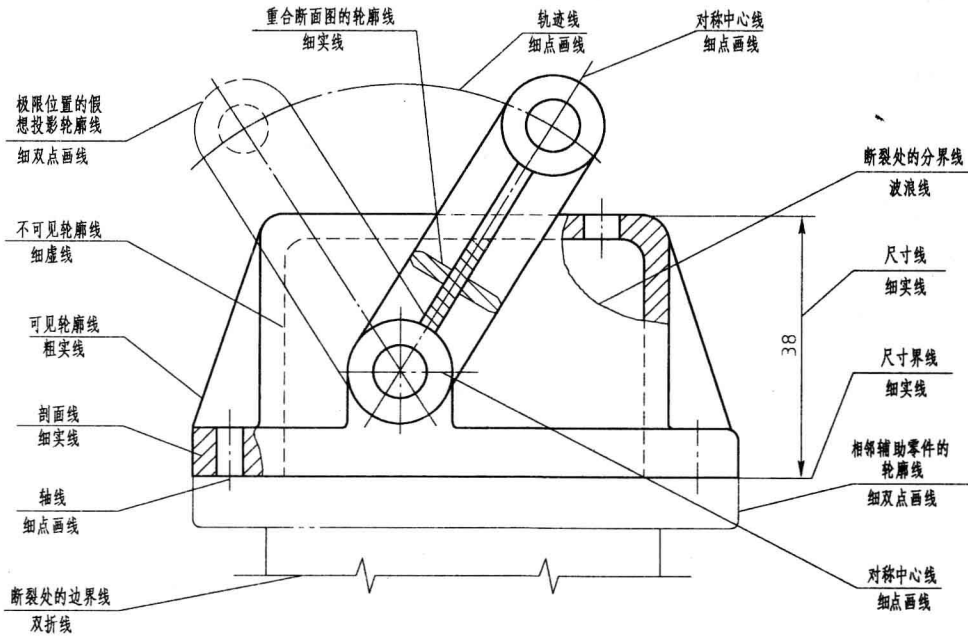


图 1-4 图线的应用 1

3. 注意事项

画图线时，还应注意以下几点：

- 1) 图线不得与文字、数字或符号重叠、混淆，不可避免时，应首先保证文字等清晰。当图中的线段重合时，其优先次序为粗实线、虚线、点画线。
- 2) 在同一张图样中，同类图线的宽度应一致。虚线、点画线及双点画线的短画、长画和间隔应各自大致相等，单点画线的两端是线段，而不是点。点画线应超出轮廓线 2 ~ 5mm，如图 1-5 所示。
- 3) 绘制圆的对称中心线时，圆心应为长画的交点，点画线、双点画线、虚线与其他线相交或自身相交时，均应尽量交于画或长画处，如图 1-5 所示。
- 4) 虚线与虚线、点画线与点画线、虚线或点画线与其他图线交接时，应是线段交接；虚线与实线交接，当虚线在实线的延长线上时，不得与实线连接，应留有一定间距，具体见表 1-5。

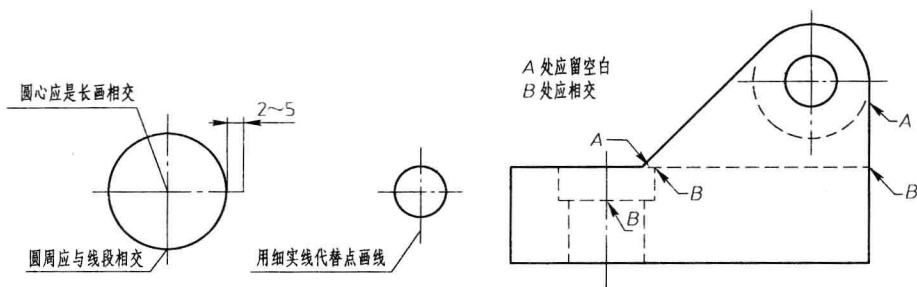


图 1-5 图线的应用 2

5) 在较小的图形中绘制单点画线及双点画线有困难时, 可用细实线代替, 具体见图 1-5。

表 1-5 图线相交的画法

内 容	正 确	错 误
虚线和虚线相交		
两粗实线和两虚线相交		
两单点画线相交		
虚线在实线的延长线上		

1.1.3 字体

图纸上的各种文字、数字、拉丁字母或其他符号等, 均应用黑铅笔书写, 且要达到笔画清晰、字体端正、排列整齐, 标点符号应清楚正确。

1. 汉字

国标规定: 图样及说明中的汉字应遵守《汉字简化方案》和有关规定, 书写成长仿宋体。长仿宋字的大小由字号(字高)决定, 字号有六种, 字高与字宽的比例约为 $\sqrt{2}:1$, 如图 1-6、表 1-6 所示。



图 1-6 长仿宋字示例

表 1-6 长仿宋字体字高与字宽关系 (单位: mm)

字高(字号)	20	14	10	7	5	3.5
字宽	14	10	7	5	3.5	2.5

工程图上书写的长仿宋汉字，其高度应不小于 3.5mm。在写字前，应先用细线轻轻画出长方格再书写。长仿宋体字的特点是：笔画横平竖直、起落有锋、填满方格、结构匀称，书写时一定严格遵守要求，认真书写。长仿宋字体字高与图幅的关系见表 1-7。

表 1-7 长仿宋字体字高与图幅的关系

图幅	A0	A1	A2	A3	A4
字高	5mm		3.5mm		

2. 拉丁字母和数字

拉丁字母、阿拉伯数字或罗马数字都可以写成竖笔铅垂的直体字或竖笔与水平线成 75° 的斜体字，如图 1-7 所示。

拉丁字母、阿拉伯数字或罗马数字同汉字并列书写时，它们的字高比汉字的字高应小一号或两号，且不应小于 2.5mm。

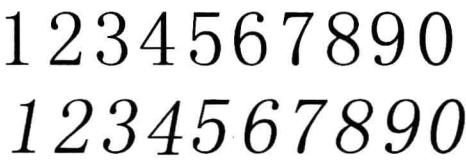
1.1.4 比例

比例是指图样中图形与实物相应要素的线性尺寸之比。比例的符号为“：”，比例应以阿拉伯数字表示。比例的大小是指其比值的大小，比值为 1，即 1:1，称为原值比例；比值大于 1，如 2:1，称为放大比例；比值小于 1，如 1:100，称为缩小比例。当一张图样中的各图只用一种比例时，也可把该比例统一书写在标题栏内。

绘制图样时，应根据图样的用途与所绘形体的复杂程度，从表 1-8 规定的系列中选用适当比例，优先采用常用比例。图 1-8 所示为用不同比例绘制的图样。



拉丁字母大写、小写



数字直体、斜体

图 1-7 拉丁字母、数字示例

表 1-8 绘图比例

种 类	比 例	
原值比例	1:1	
放大比例	优先使用	5:1 2:1 5×10 ⁿ :1 2×10 ⁿ :1 1×10 ⁿ :1
	允许使用	4:1 2.5:1 4×10 ⁿ :1 2.5×10 ⁿ :1
缩小比例	优先使用	1:2 1:5 1:10 1:2×10 ⁿ 1:5×10 ⁿ 1:1×10 ⁿ
	允许使用	1:1.5 1:1.25 1:3 1:4 1:6 1:1.5×10 ⁿ 1:1.25×10 ⁿ 1:3×10 ⁿ 1:4×10 ⁿ 1:6×10 ⁿ

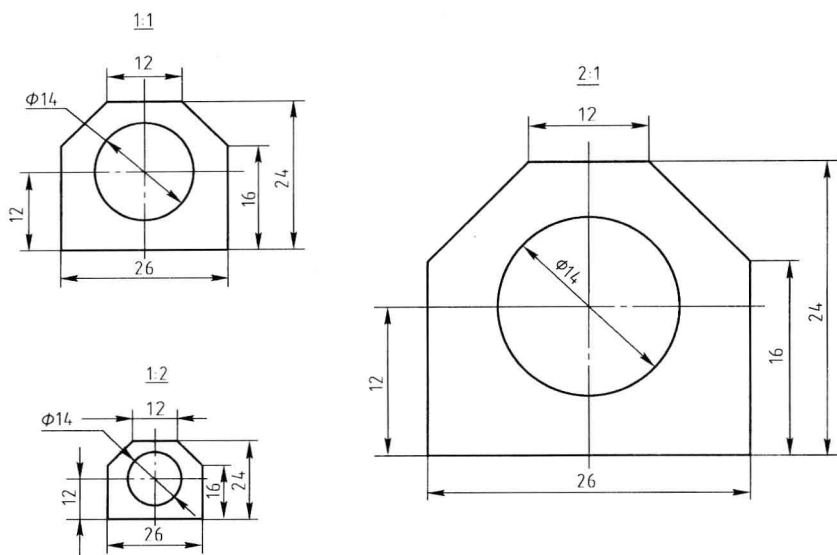


图 1-8 不同比例的图样

1.1.5 尺寸标注

机械工程图中除了画出零件（或部件）的形状外，还必须准确、详尽和清晰地标注各部分实际尺寸，以确定其大小，作为生产的依据。

1. 尺寸的组成与尺寸标注的要求

图样上的尺寸，包括尺寸界线、尺寸线、尺寸起止符号和尺寸数字，如图 1-9 所示。进行尺寸标注时的基本要求如下：

1) 尺寸界线应用细实线绘制，一般应与被注长度垂直，其一端应与图样轮廓线相交，另一端宜超出尺寸线 2 ~ 3mm，必要时，图样轮廓线可用作尺寸界线。

2) 尺寸线应用细实线绘制，应与被注长度平行。注意：图样本身的任何图线均不得用做尺寸线。图样轮廓线以外的尺寸线，距图样最外轮廓之间的距离不宜小于 10mm。

3) 尺寸起止符号是箭头，图 1-10 所示为箭头的画法。

4) 尺寸数字应写在尺寸线的中部，水平方向尺寸应从左到右写在尺寸线上方，垂直方向尺寸应从下到上写在尺寸线左方，字头逆时针转 90°。

5) 图样上的尺寸以尺寸数字为准，不得从图上直接量取。图样上的尺寸必须以 mm 为单位，图上尺寸数字不再注写单位。

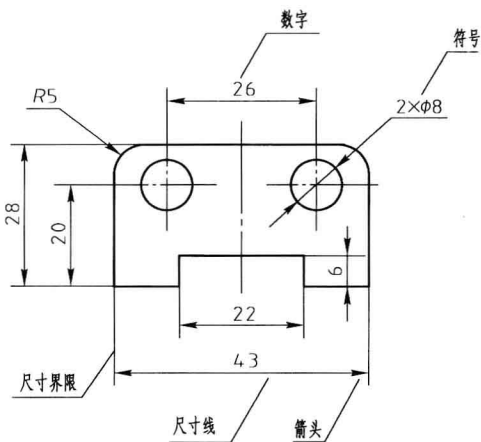


图 1-9 尺寸的组成图

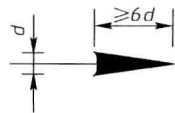


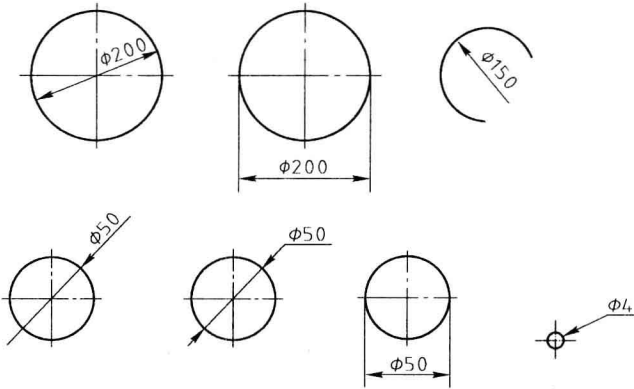
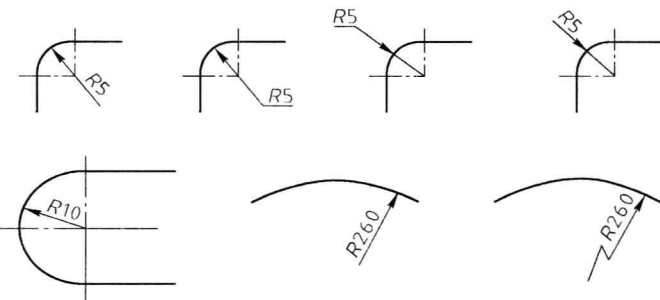
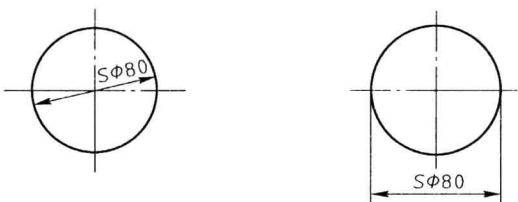
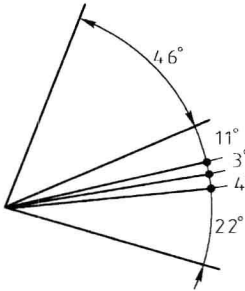
图 1-10 箭头形式

6) 相互平行的尺寸线, 较小尺寸在里, 较大尺寸在外, 两平行排列的尺寸线之间的距离宜为 7 ~ 10mm, 并应保持一致。

2. 尺寸标注示例

常见的尺寸标注形式见表 1-9。

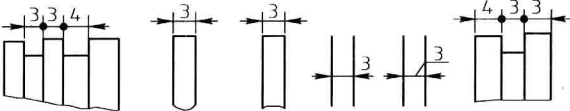
表 1-9 尺寸标注示例

内容	图 例	说 明
标注直径		圆和大于半圆的圆弧一般标注直径, 尺寸线通过圆心, 用箭头作尺寸的起止符号, 指向圆弧, 并在直径数字前加注直径符号“ϕ”
标注半径		半圆和小于半圆的圆弧一般标注半径, 尺寸线的一端从圆心开始, 另一端用箭头指向圆弧, 在半径数字前加注半径符号“R” 较大圆弧的尺寸线画成折线状, 但必须对准圆心
标注圆球		球的尺寸标注与圆的尺寸标注基本相同, 只是在半径或直径符号(R或ϕ)前加注“S”
标注角度		角度的尺寸线应以圆弧表示。该圆弧的圆心应是该角的顶点, 角的两个边为尺寸界线, 角度的起止符号应以箭头表示, 如没有足够位置画箭头, 可用小黑点代替。角度数字应水平书写

(续)

内容	图 例	说 明
标注弦长		弦长的尺寸线应以平行于该弦的直线表示,尺寸界线应垂直于该弦,起止符号应以中粗斜短线表示
标注弧长		弧长的尺寸线为与该圆弧同心的圆弧,尺寸界线应垂直于该圆弧的弦,起止符号应以箭头表示,弧长数字的上方应加注圆弧符号“ $\frown$ ”
标注斜度		标注斜度(锥度)时,在斜度(锥度)数字下,应加注斜度(锥度)符号,斜度(锥度)符号的箭头(单面),一般应指向下坡方向
标注锥度		
尺寸数字方向		水平方向数字向上,垂直方向字头向左转90°。避免在30°范围标注尺寸。30°范围的尺寸标注可采用图b)所示形式
对称尺寸标注		对称尺寸标注要使对称线在尺寸中间

(续)

内容	图 例	说 明
细小尺寸标注		细小位置的尺寸可采取左图所示形式

1.2 绘图工具及使用方法

制图所需的工具有图板、丁字尺、三角板、铅笔、圆规及曲线板等。充分了解各种制图工具、仪器的性能，熟练掌握正确的使用方法，经常注意保养维护，是保证制图质量、加快制图速度、提高制图效率的必要条件之一。

1.2.1 图板

图板用来固定图纸，是绘图时的垫板。板面一定要平整光洁。图板的左边是导边，必须保持平整（见图 1-11）。图板的大小有各种不同规格，可根据需要选择，通常比相应的图幅略大。图板放在桌面上，板身宜与水平桌面成 $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 倾斜。图纸的四角用胶带纸粘贴在图板上，位置要适中。

注意：要保持图板的整洁，切勿用小刀在图板上裁纸、削铅笔。同时，应防止潮湿、曝晒及重压等对图板的破坏。

1.2.2 丁字尺

丁字尺由尺头和尺身组成，与图板配合画水平线，尺身的工作边（有刻度的一边）必须保持平直光滑。画图时，尺头只能紧靠在图板的左边（不能靠在右边、上边或下边）上下移动，画出一系列的水平线，或结合三角板画出一系列的垂直线，如图 1-12 所示。

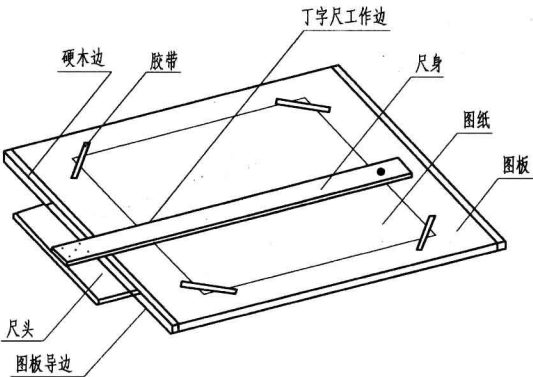


图 1-11 图板与丁字尺

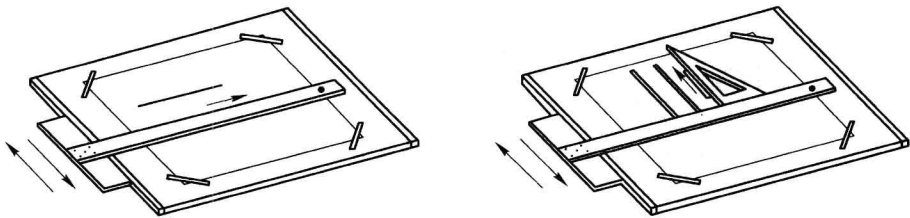


图 1-12 图板、丁字尺与三角板配合的使用

使用丁字尺时，切勿用小刀靠近工作边裁纸，用完之后要挂起，防止丁字尺变形。