

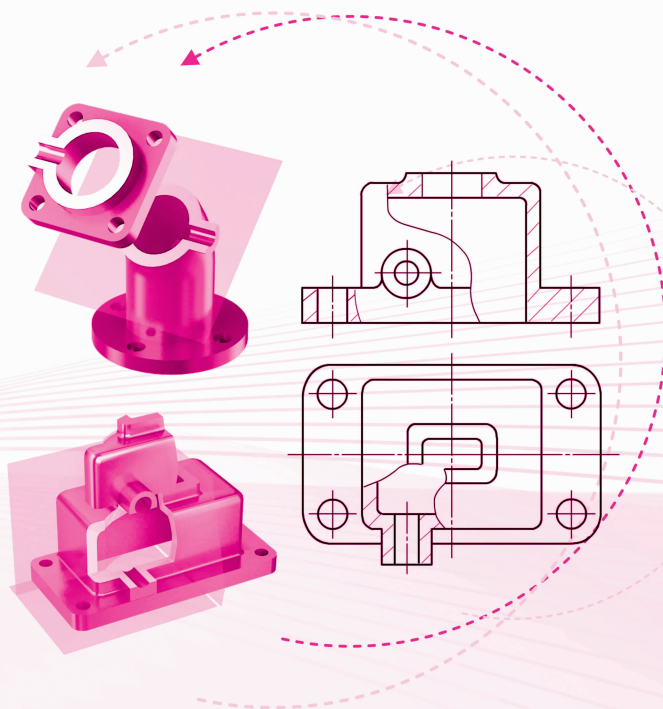
AR 增强现实技术

职业教育立体化教材丛书

JIXIE ZHITU 机械制图

重视知识的应用和实践技能的培养

主 编 王 燕 战淑红 张 敏
副主编 华明茜 张新红 张 娜
参 编 马国新 孙宇洁 南玉华 滕一龙
韩 璐 张 森 刘 峰 王 刚
钟晓亮



吉林出版 出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图 / 王燕, 战淑红, 张敏主编. —长春:
吉林大学出版社, 2016. 8

ISBN 978 - 7 - 5677 - 7565 - 7

I. ①机… II. ①王… ②战… ③张… 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 (2016) 第 211351 号

书 名: 机械制图

作 者: 王 燕 战淑红 张 敏 主编

责任编辑: 吴亚杰 责任校对: 王瑞金

吉林大学出版社出版、发行

开本: 787×1092 毫米 1/16

印张: 17 字数: 290 千字

ISBN 978 - 7 - 5677 - 7565 - 7

封面设计: 彭富强

三河市鑫鑫科达彩色印刷包装有限公司 印刷

2016 年 08 月 第 1 版

2017 年 06 月 第 2 次印刷

定价: 48.00 元

版权所有 翻印必究

社址: 长春市明德路 501 号 邮编: 130021

发行部电话: 0431—89580028/29

网址: <http://www.jlup.com.cn>

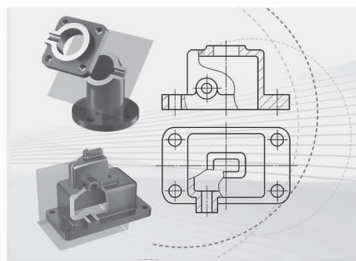
E-mail: jlup@mail.jlu.edu.cn

前言

本书是根据当前高职高专教学改革和教育信息化、智能化的需要，与东北师大理想软件有限公司合作而编写的立体化教材，本教材在认真总结多年来的教学改革与研究实践经验的基础上，参考吸取了多本同类其它教材的精华，并同时采用了先进的 AR 技术，使学生在全面学习了解制图基本知识的基础上，能够利用自身的智能手机通过扫描二维码随时随地的自主学习，使原本静态的图和文字变成了动态的音像，极大的提高了教材的应用效果，满足了学生自主学习的需求。

本书在内容安排上以扎实基础、注重应用、适当拓展为目标，根据岗位的实际需求和后续专业课的需要，体现实用为主、够用为度的教学原则，具体特色如下：

1. 内容精炼，够用实用，符合高职高专学生未来工作岗位的基本需求。
2. 书中三维立体图（除轴测图一章外）均采用三维实体造型，具有真实形象的立体感。
3. 书中例题力求图文并茂，作图步骤完整，表达清晰，使学生易学易懂。
4. 本书作为立体化教材，除了具有 191 个扫描二维码的动画，可以形象生动有助于学生随心所欲的自主学习外，还有对应的课堂网络考试系统，用于检验学生的学习状况。
5. 配有与书配套的电子课件和习题集答案，方便教师授课和学生学习。
6. 书中尽可能的采用了与制图有关的最新《技术制图》和《机械制图》国家标准。



7. 考虑到计算机绘图软件的不断升级和更新, 以及各院校可能采用不同的二维或三维软件作为计算机绘图的教学内容, 所以本书中没有编写计算机绘图的内容。

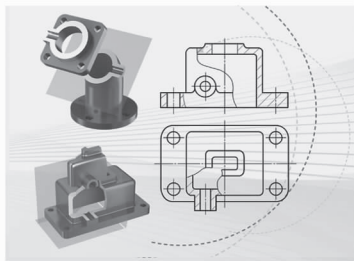
本书可作为高职、高专机械类和近机类各专业通用教材, 也可供成人院校及培训或技术人员作为参考使用。

立体教材是东北师大理想软件股份有限公司采用增强现实技术研发的辅助纸质教材的新型教学工具, 是通过 AR 技术与职业教育教学相结合的教学产品。

本教材由王燕、张敏、战淑红担任主编, 华明茜、张新红、张娜担任副主编。参编有马国新、孙宇洁、南玉华、滕一龙、韩璐、张森、刘峰、王刚、钟晓亮。其中, 王燕、战淑红(绪论、第1章), 张娜(第2章、第3章), 华明茜(第4章、第5章), 张新红(第6章、第7章), 张敏(第8章、第9章), 孙宇洁负责全书三维动画制作, 马国新、南玉华、滕一龙、韩璐负责全书二维动画制作, 张森负责全书排版, 刘峰、王刚、钟晓亮负责移动端应用制作。由于编者水平有限, 书中难免会有缺陷、不足和错误, 恳请使用本书的师生和读者批评和指正。

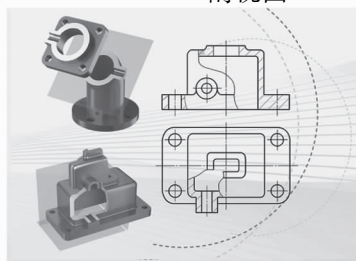
编者

2016年6月

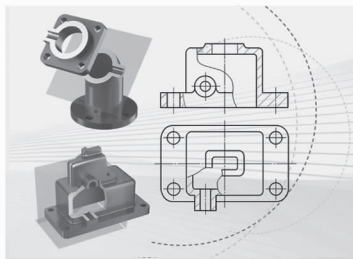


目 录

绪 论	1
第 1 章 制图的基本知识与技能	4
1.1 常用手工绘图工具及其使用方法	4
1.2 国家标准《技术制图》和《机械制图》的一般规定	7
1.3 基本作图	17
1.4 平面图形	22
第 2 章 投影基础	27
2.1 投影法的基本知识	27
2.2 点的投影	30
2.3 直线的投影	37
2.4 平面的投影	45
第 3 章 立体及表面交线的投影	54
3.1 基本体的投影	54
3.2 切割体的投影	65
3.3 相贯体的投影	78
第 4 章 组合体	84
4.1 组合体及其形体分析法	84
4.2 组合体三视图画法	87
4.3 组合体的尺寸标注	91
4.4 看组合体视图	95
第 5 章 轴测图	104
5.1 轴测图的基本知识	104
5.2 正等轴测图	106
5.3 斜二等轴测图	113
第 6 章 机件的表达方法	116
6.1 视图	116
6.2 剖视图	121



6.3	断面图	133
6.4	其他表达方法	136
6.5	第三角画法简介	141
第7章	标准件与常用件	144
7.1	螺纹与螺纹紧固件	144
7.2	键联接与销联接	155
7.3	滚动轴承	161
7.4	齿轮	165
7.5	弹簧	170
第8章	零件图	174
8.1	零件图的作用与内容	174
8.2	零件表达方案的选择	175
8.3	零件图的尺寸标注	178
8.4	零件上常见的工艺结构	183
8.5	零件图上的技术要求	186
8.6	读典型零件图	203
8.7	零件图测绘	212
第9章	装配图	219
9.1	装配图的作用与内容	219
9.2	装配图的表达方法	221
9.3	装配图的尺寸标注和技术要求	224
9.4	装配图上的零、部件序号和明细栏	225
9.5	常见的装配工艺结构	227
9.6	部件测绘和装配图的画法	231
9.7	读装配图	236
附 录		241
参考文献		264



绪 论

一、本课程的研究对象及重要性

机械图样是工业生产中人们进行设计、制造、使用和维修时的重要技术文件，也是工程技术人员表达产品设计意图和交流技术思想的重要工具，素有“工程界共同的技术语言”之称。机械制图就是研究机械图样的绘制、表达和阅读的一门学科。

机械制图是从事机械行业的工程技术人员必修的一门技术基础课，它为后续技术类专业课的学习奠定了必不可少的基础。如果不了解国家标准《技术制图》和《机械制图》的相关规定，不具备绘制和阅读机械图样的能力，就无法从事相关的技术工作，所以学好机械制图这门课是非常重要和必要的。

二、本课程的任务

1. 学习机械制图的基本知识与方法，培养仪器绘图、计算机绘图和徒手绘图等综合绘图能力。
2. 学习正投影法的基本理论及其应用，培养图解空间几何问题的初步能力及空间想象和空间思维能力。
3. 学习国家标准《技术制图》和《机械制图》的相关规定，能够正确执行国家标准的规定，具有查阅有关标准及手册的能力。
4. 学习绘制和阅读零件图及部件装配图的基本方法和步骤，具备绘制和阅读机械图样的基本能力。图 0-1 所示为法兰盘零件图，图 0-2 所示为千斤顶装配图。
5. 通过严格的遵守和执行国家标准的相关规定和制图规则，培养学生认真负责的工作态度和严谨细致、一丝不苟的工作作风。

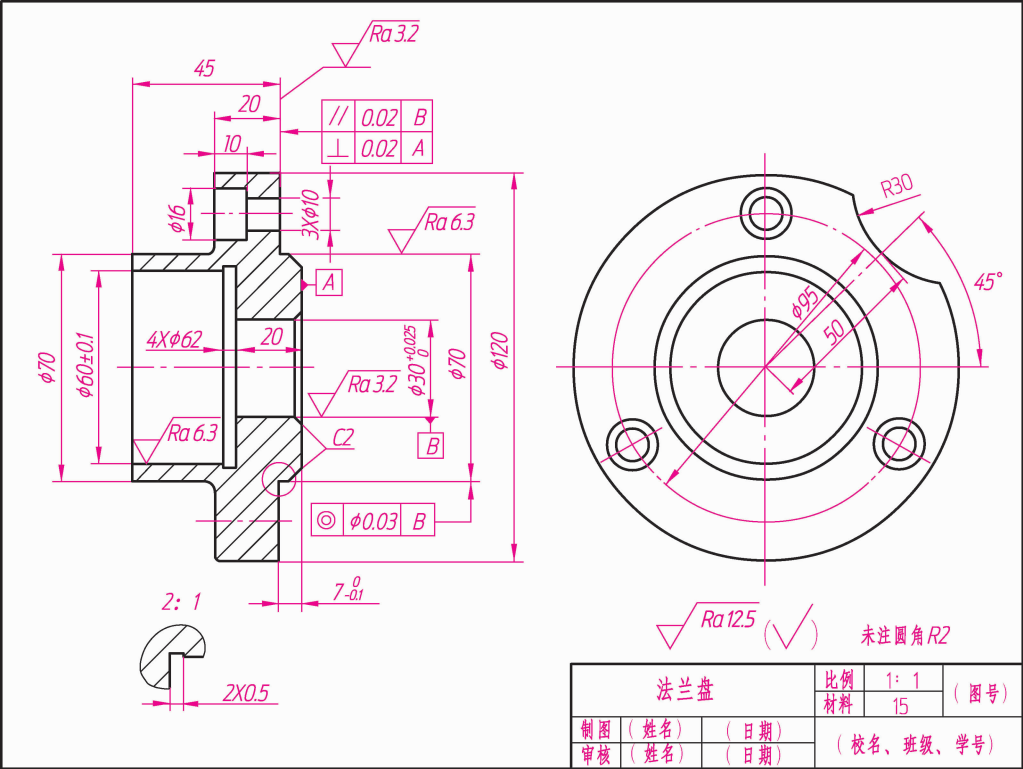


图 0 - 1 法兰盘零件图

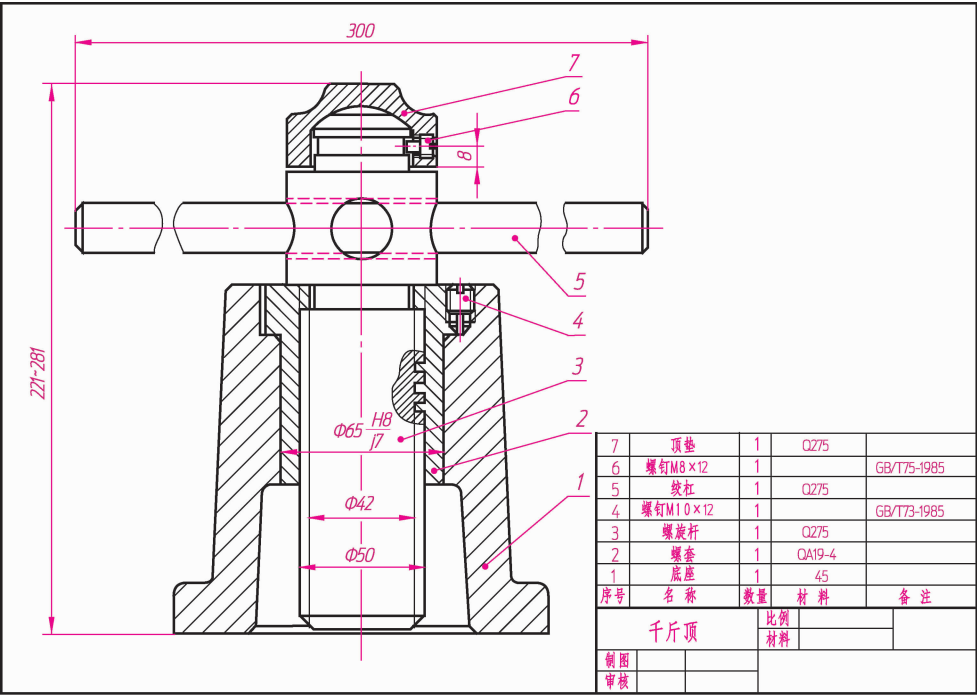


图 0 - 2 千斤顶装配图

三、本课程的内容及学习方法

本课程的内容和对应的学习方法如下：

1. 严守标准， 符合规范

本教材第1章内容是制图的基本知识与技能，本章内容的学习应当了解并记住国家标准的有关规定，而且在今后的学习过程中必须严格遵守国家标准的规定。应熟悉和掌握绘图工具的使用及基本绘图方法，认真完成习题集中的相应作业，为后续学习奠定基础。

2. 夯实基础， 循序渐进

本教材第2章到第5章内容是投影基础及形体的投影，这部分内容从点、线、面、基本体、切割体、相贯体、组合体到轴测图，由浅入深，循序渐进。学习过程中应掌握基本投影规律，不断地开动脑筋进行二维和三维之间的反复切换想象和思维，建立空间概念，形成空间想象和空间思维的能力。学好这部分内容对后续内容的学习起着至关重要的作用。应通过大量的作业、练习、绘图和读图实践夯实基础，由浅入深，循序渐进地逐步形成绘图和读图能力。

3. 牢记规定， 严格遵守

本教材的第6章和第7章内容是《机械制图》国家标准中关于机件的表达方法及标准件、常用件的规定画法，这部分内容涉及到较多国家标准的规定画法和需要学会查阅相关的标准表格，是绘制和阅读机械图样的基础。学习的过程中需要熟悉并牢记这些规定，并严格按照国家标准的规定进行绘图和读图，能熟练查阅相关标准表格，按时完成习题集中相应的作业。

4. 全面掌握， 融会贯通

本教材的第8章和第9章内容是本课程学习的重点和目的，是学生将来走向与本专业相关工作岗位所必须掌握的知识。这两章内容即是对前几章所学内容的综合应用，同时又增加了与机械加工相关的知识和内容。在学习过程中，需要学生加深理解和巩固所学知识，应多了解和深入生产实际，不断增加感性认识，丰富自己的工程实践知识。

由于图样是生产的依据，绘图和读图中的任何一点疏忽，都有可能给生产造成严重的损失。因此，在学习中还应注意养成认真负责、耐心细致、一丝不苟的良好工作作风。

第1章 制图的基本知识与技能

学习导引：本章主要介绍绘图工具及其使用方法、国家标准的有关规定、基本作图方法和平面图形画法等内容，这些内容将为后续内容的学习奠定必要的基础和必须了解及遵循的规则。通过本章内容的学习，应当掌握常用绘图工具的使用方法和使用技巧，了解国家标准的有关规定并掌握和记住常用的内容，学会基本图形的画图方法和技巧，能绘制平面图形并标注尺寸。

1.1 常用手工绘图工具及其使用方法

在手工绘图时，正确地使用绘图工具是保证绘图质量、提高绘图速度的前提和基础。本节将简单介绍常用手工绘图工具及其使用方法。

1.1.1 图板、丁字尺、三角板

图板、丁字尺和三角板如图 1-1 所示。

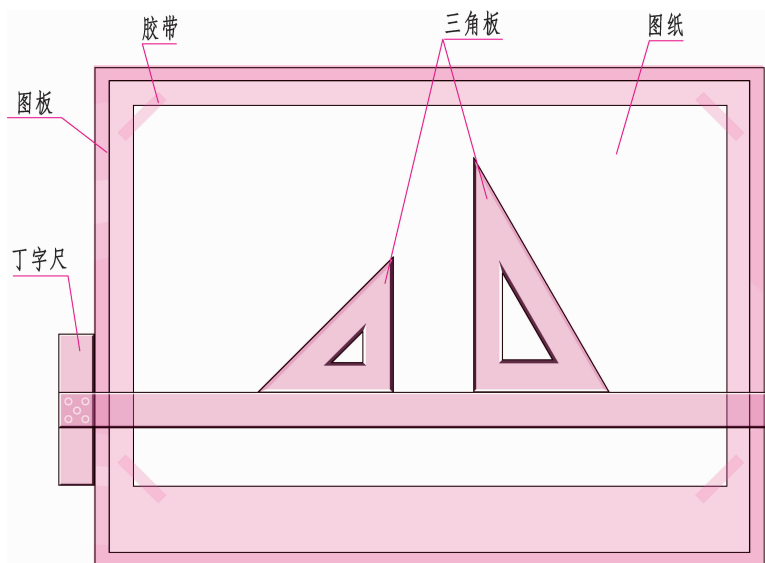


图 1-1 图板、丁字尺、三角板

1. 图板

图板是用于铺放和固定图纸用的平板。它一般由木质的四周边框和胶合板板面制成，板面要求平整光滑，左右两导边必须平直。图纸可用胶带固定在图板上，如图 1-1 所示。

常用的图板规格有 0 号（ 900×1200 ）、1 号（ 600×900 ）、2 号（ 450×600 ），绘图时可以根据图幅的大小选用图板。

2. 丁字尺

丁字尺由尺头和尺身组成，主要用来画水平线。使用时，左手握住尺头使之靠紧图板的左侧导边上下移动，即可画出不同位置的水平线，如图 1-2 (a) 所示。

3. 三角板

一套三角板由 45° 和 30° 、 60° 两块组成。三角板和丁字尺配合使用可以画竖直线和与水平方向成 30° 、 45° 、 60° 的斜线，如图 1-2 (b) (c) 所示。两块三角板配合，可以画出任意位置直线的平行线和垂直线，如图 1-2 (d) 所示。

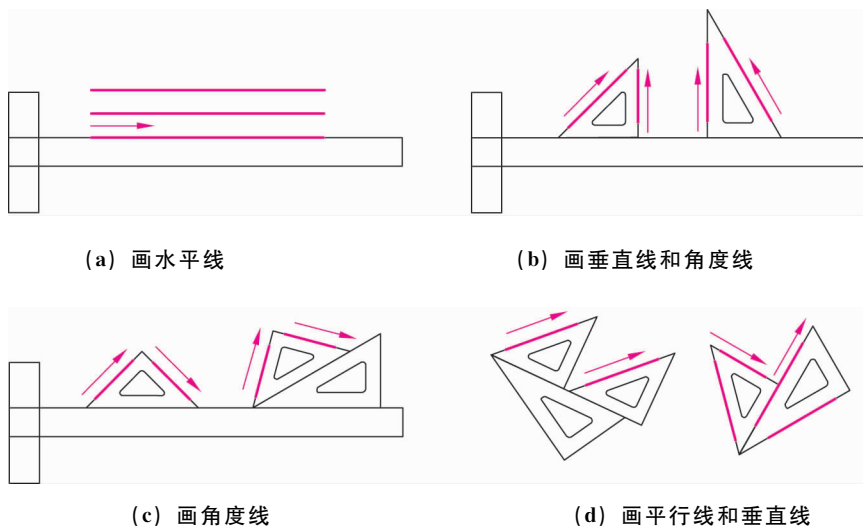


图 1-2 绘制各种位置图线

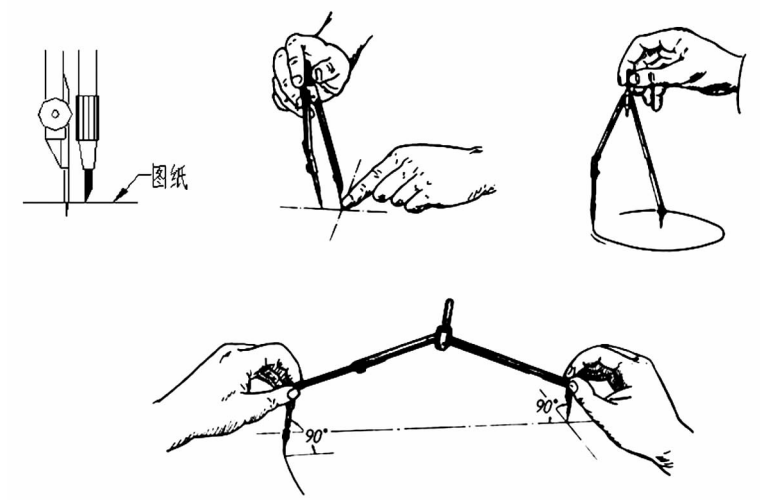
1.1.2 圆规和分规

1. 圆规

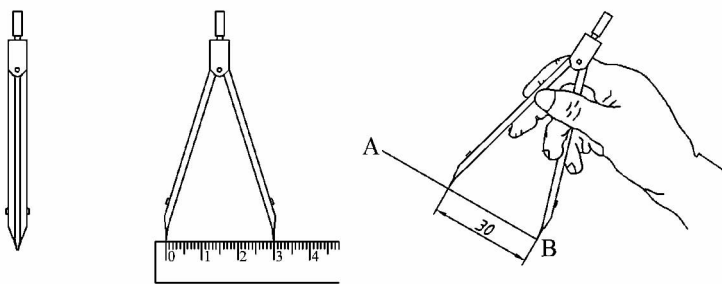
圆规是画圆和圆弧的工具。画图时，应尽量使定心针尖和铅芯尖同时垂直图面，定心针尖应使用钢针有台阶的一端且要比铅芯尖稍长些。画大圆时，可使用加长杆，如图 1-3 所示。

2. 分规

分规主要用于等分线段和量取尺寸，分规合拢时两个钢针的尖端应合为一点。如图 1-4 所示。通常为了作图方便，也经常用圆规代替分规。



扫一扫 图 1-3 圆规及使用

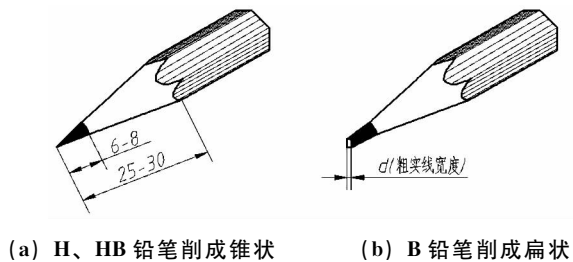


扫一扫 图 1-4 分规及使用

1.1.3 铅笔

铅笔主要用于画线和写字。常用的铅笔有 H、HB、B 三种，其中 H 铅笔铅芯较硬，常用于画底稿线；HB 铅笔软硬适中，常用于画细线和写字；B 铅笔较软，用于画粗线。

H、HB 铅笔通常削成锥状，如图 1-5 (a) 所示，B 铅笔削成扁状，如图 1-5 (b) 所示。



(a) H、HB 铅笔削成锥状

(b) B 铅笔削成扁状

图 1-5 铅笔的削法

1.2 国家标准《技术制图》和《机械制图》的一般规定

机械工程图样是进行机械产品设计、制造、检验、安装过程中不可缺少的重要技术资料，也是技术交流的重要工具和语言。为此，我们必须按照国家标准《技术制图》和《机械制图》中的有关规定来绘制和识读机械图样，这样才有利于生产、管理和技术交流。

本节将摘要介绍国家标准关于图纸幅面、图框格式、标题栏、比例、字体、图线及尺寸标注的有关规定。

1.2.1 图纸幅面、图框格式及标题栏

为了便于图样的绘制、使用和保管，图样均应画在规定的幅面和格式的图纸上。

1. 图纸幅面（GB/T14689-2008）^①

绘制图样时，应优先采用表 1 - 1 中所规定的基本幅面，各基本幅面之间的尺寸关系如图 1 - 6 所示。必要时也可采用国家标准规定的加长幅面。

表 1 - 1 图纸的基本幅面尺寸 (mm)

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

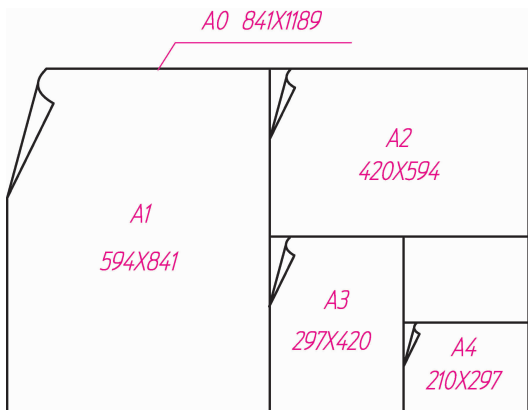


图 1 - 6 基本幅面的尺寸关系

① GB——国家标准的拼音缩写；/T——推荐；14689——标准的编号；2008——表示该标准 1993 年发布

2. 图框格式

保存图样时可以选择横装或竖装。一般情况下, A3 以上图幅横装, A4 图幅竖装。但无论图样是否需要装订, 均应用粗实线画出图框。图框格式分为留装订边和不留装订边两种, 如图 1-7 和图 1-8 所示。图框尺寸见表 1-1。

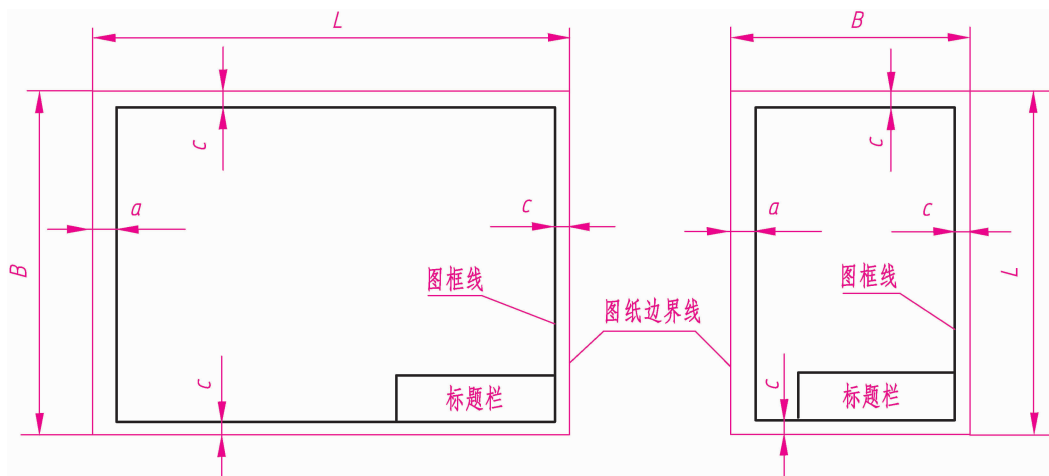


图 1-7 留装订边的图框格式

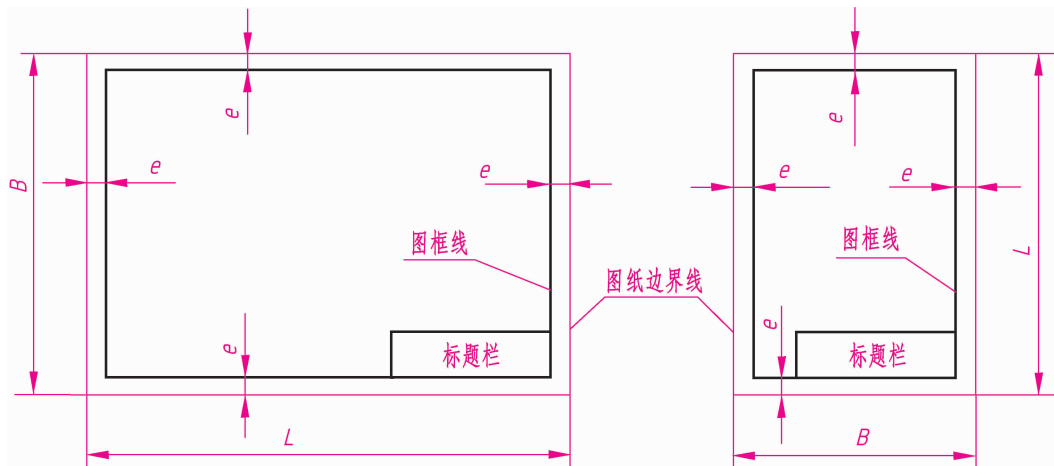


图 1-8 不留装订边的图框格式

3. 标题栏 (GB/T 10609.1—2008)

标题栏是机械图样中不可缺少的重要内容, 它应画在图框内的右下角, 如图 1-7 和图 1-8 所示。国家标准规定的标题栏格式如图 1-9 所示, 学生制图作业中的标题栏一般采用图 1-10 所示的简化格式。

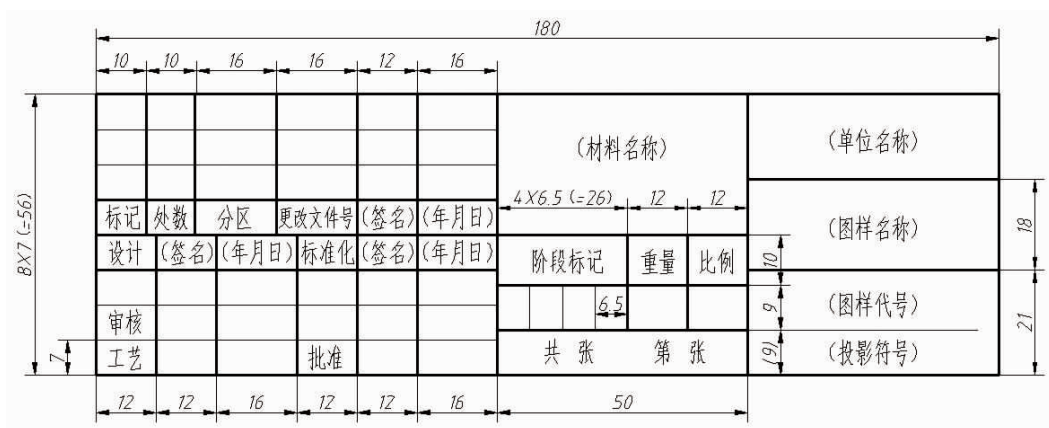


图 1-9 国家标准中规定的标题栏格式和尺寸

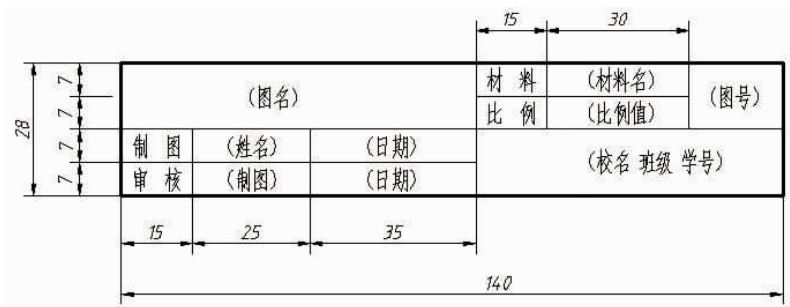
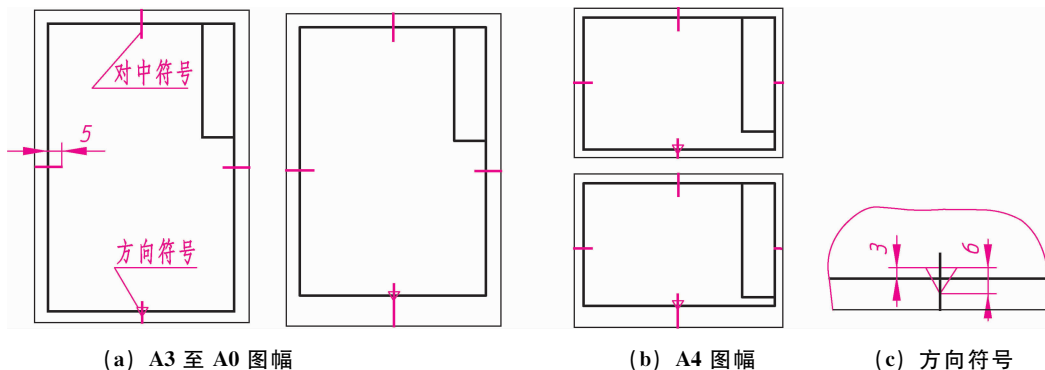


图 1-10 学生作业中采用的标题栏格式和尺寸

为方便图样复制和缩微摄影，可以在图框各边长的中点处分别画出对中符号，如图 1-11 (a)、(b) 所示。对中符号用粗实线绘制，线宽不小于 0.5 mm，长度从图纸边界开始至图框内 5 mm，当对中符号处在标题栏范围内时，伸入标题栏内的部分省略不画。

当使用预先印制好图框及标题栏的图纸绘图时，为合理布置图形的需要，允许看图方向与看标题栏方向不同，但必须在图纸下边的对中符号处画出方向符号，方向符号的画法如图 1-11 (c) 所示。



(a) A3 至 A0 图幅

(b) A4 图幅

(c) 方向符号



图 1-11 对中符号与方向符号

1.2.2 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。

画图时，应优先采用 1 : 1 的原值比例，这样可以根据图样直接了解机件的真实大小。当需要采用放大或缩小比例时，应按国家标准表 1 - 2 中规定的比例进行选取。

表 1 - 2 比例系列

选用顺序	种类	比例
优先选用	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 : 10 1 : 2 × 10 ⁿ 1 : 5 × 10 ⁿ 1 : 1 × 10 ⁿ
可以选用	放大比例	4 : 1 2.5 : 1 4 × 10 ⁿ : 1 2.5 × 10 ⁿ : 1
	缩小比例	1 : 1.5 1 : 2.5 1 : 3 1 : 4 1 : 1.5 × 10 ⁿ 1 : 2.5 × 10 ⁿ 1 : 3 × 10 ⁿ 1 : 4 × 10 ⁿ

注：n 为正整数。

图 1 - 12 所示，是同一机件按不同比例绘制的情况。不论采用放大还是缩小比例，图样上的尺寸数值都应按机件的实际尺寸进行标注。

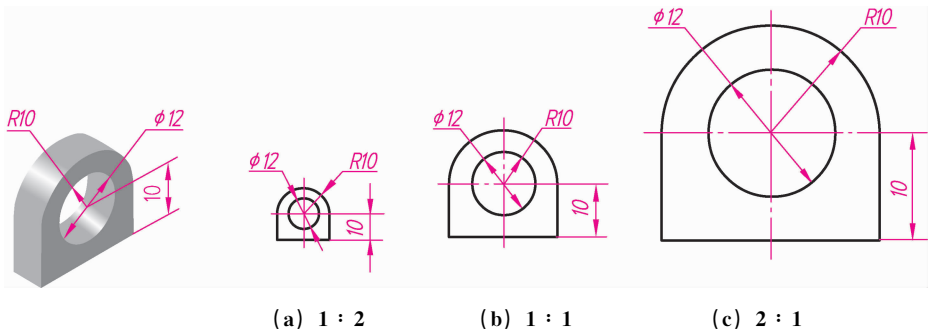


图 1 - 12 用不同比例画出的同一机件的图形

1.2.3 字体 (GB/T 14691-1993)

图样中的汉字、字母和数字均应按照国家标准的要求进行书写，字体示例如表 1 - 3 所示。

1. 基本要求

图样中书写字体必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

2. 字体高度

字体高度也称字号，用 h 表示。字体高度的公称尺寸系列为 1.8、2.5、3.5、5、7、

10、14、20，单位为 mm。

3. 汉字

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

4. 字母和数字

字母和数字分 A 型和 B 型两种。A 型字体的笔画宽度 (d) 为字高的 $1/14$ ，B 型字体笔画宽度为字高的 $1/10$ 。示例中的字体均为 A 型。

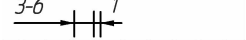
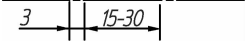
表 1-3 字体示例

字体		示例
汉字	10 号	字体工整笔画清楚间隔均匀排列整齐
	7 号	横平竖直注意起落结构均匀填满方格技术要求
	5 号	未注圆角倒角淬火铸件时效处理表面检查密封阀体配作缺陷
拉丁字母	大写斜体	<i>ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ</i>
	大写直体	ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
	小写斜体	<i>abcdefghijklmnopqrstuvwxyz</i>
	小写直体	abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
阿拉伯数字	斜体	<i>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9</i>
	直体	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
罗马数字	斜体	<i>I II III IV V VI VII VIII IX</i>
希腊字母	大小写	$\phi \quad \alpha \quad \beta \quad \gamma \quad \theta$
字体应用	$\phi 20^{+0.006}_{-0.015} \quad \phi 30 \frac{H7}{f6} \frac{II}{2:1} \quad \sqrt{Ra \ 12.5}$ $M24-6h \ R18 \ 75 \pm 0.09 \ \alpha = 20^\circ$	

1.2.4 图线及其画法 (GB/T 17450-1998、GB/T4457.4-2002)

机械图样中常用线型的图线名称、型式、宽度及主要用途见表 1-4。常用图线的应用示例如图 1-13 所示。

表 1 - 4 常用图线及主要用途

名称	型式	宽度	主要用途
粗实线		粗 d	表示可见轮廓线
粗虚线			表示表面经过处理
粗点划线			限定范围表示线
细实线		细约 d/2	表示尺寸线、尺寸界限、剖面线、指引线、重合断面的轮廓线、过度线
波浪线			表示断裂处的边界线、视图与剖视图的分界线
双折线			表示断裂处的边界线
细虚线			表示不可见轮廓线
细点划线			表示轴线、圆中心线、对称中心线
细双点画线			表示相邻辅助零件的轮廓线、运动件的轨迹线

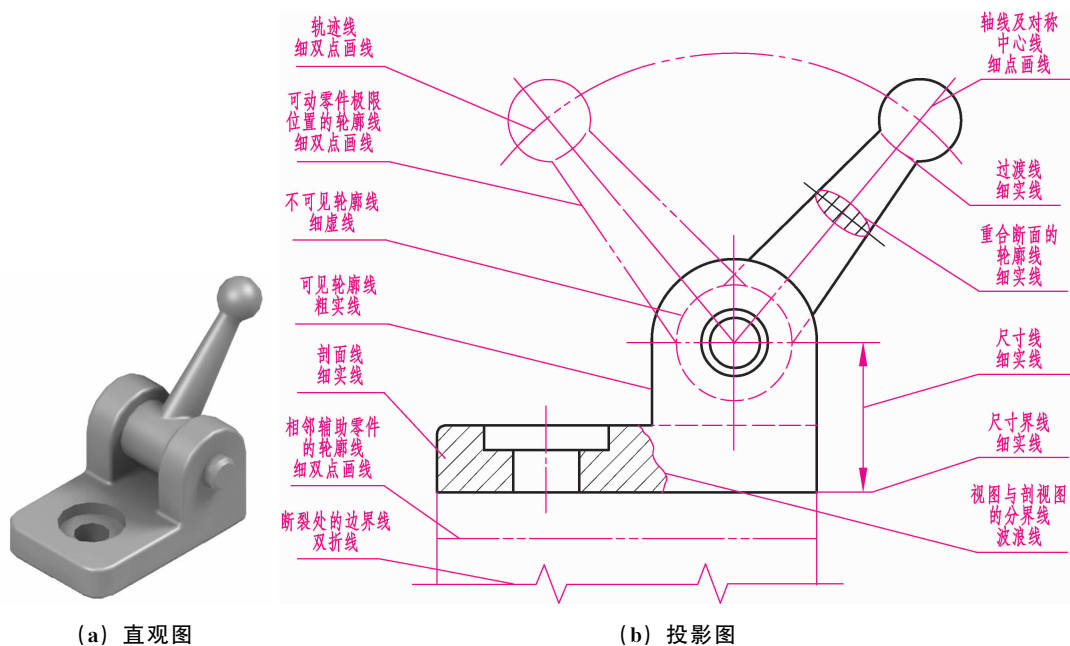


图 1 - 13 常用图线应用示例

图样中图线的宽度分粗线和细线两种。粗线宽度可根据绘图时图形的大小和复杂程度在 0.7~2 mm 之间选择, 细线的宽度约为粗线的 1/2。图线宽度的推荐系列为 0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2 mm。

如图 1-14 所示, 在图线的画法中, 应注意以下几点:

- (1) 同一图样中, 同类型的图线宽度应一致。
- (2) 虚线、点画线及双点画线各自的画长及间隔应尽量一致。
- (3) 点画线、双点画线的首尾应为线段, 不能为点, 且点画线应超出图形外 2~5 mm。
- (4) 点画线、双点画线中的点是很短 (约 1 mm) 的线段, 不能画成圆点。
- (5) 在较小的图形中绘制点画线有困难时, 可用细实线代替。
- (6) 虚线、点画线或双点画线与实线或自身相交时, 应是线段相交, 而不能是空隙相交。
- (7) 当虚线是实线的延长线时, 连接处为空隙。
- (8) 当各种线型重合时, 应按粗实线、虚线、点画线的优先顺序画线。

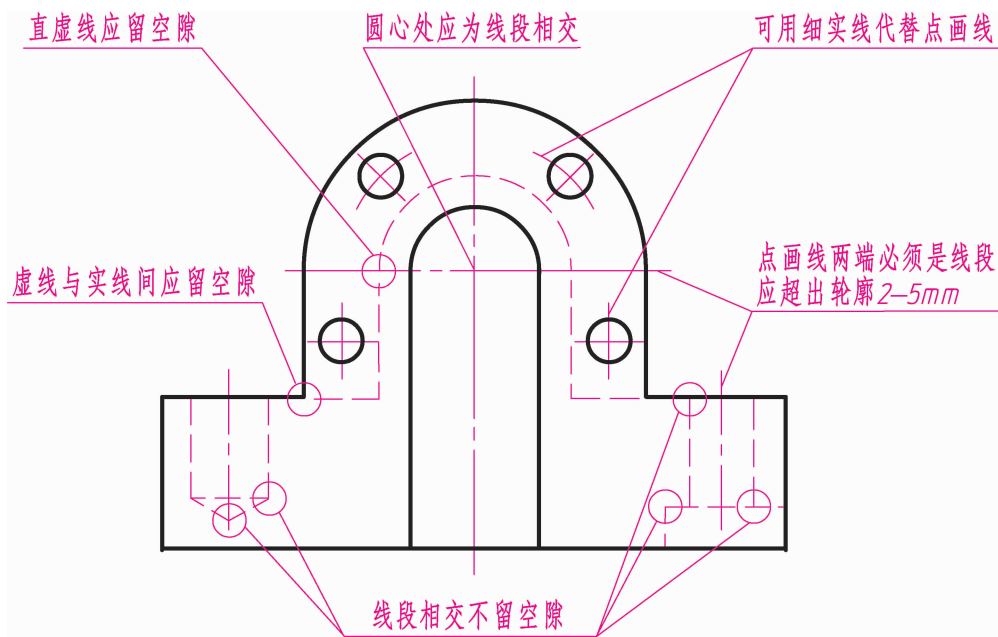


图 1-14 图线的画法

1.2.5 尺寸注法 (GB/T4458.4-2003、GB/T16675.2-2012)

机件的大小是由图样中标注的尺寸确定的。图样中的尺寸, 应遵照国家标准中有关尺寸注法的规定进行标注。

1. 基本规则

(1) 机件的真实大小是以图样上所注的尺寸数值为依据，与图形的大小及绘图的准确度无关。

(2) 图样中（包括技术要求和其他说明）的尺寸，以毫米为单位时，不注明计量单位的代号和名称，如采用其他单位，则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

(3) 机件的每一尺寸，一般只标注一次，并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

(4) 图样中所注尺寸是该机件的最后完工尺寸，否则应另加说明。

2. 尺寸组成及其注法

如图 1 - 15 所示，一个完整的尺寸一般包括尺寸界线、尺寸线及终端（箭头或斜线。机械图样中一般采用箭头）和尺寸数字。

表 1 - 5 中列出了尺寸标注的基本规定及常用注法。

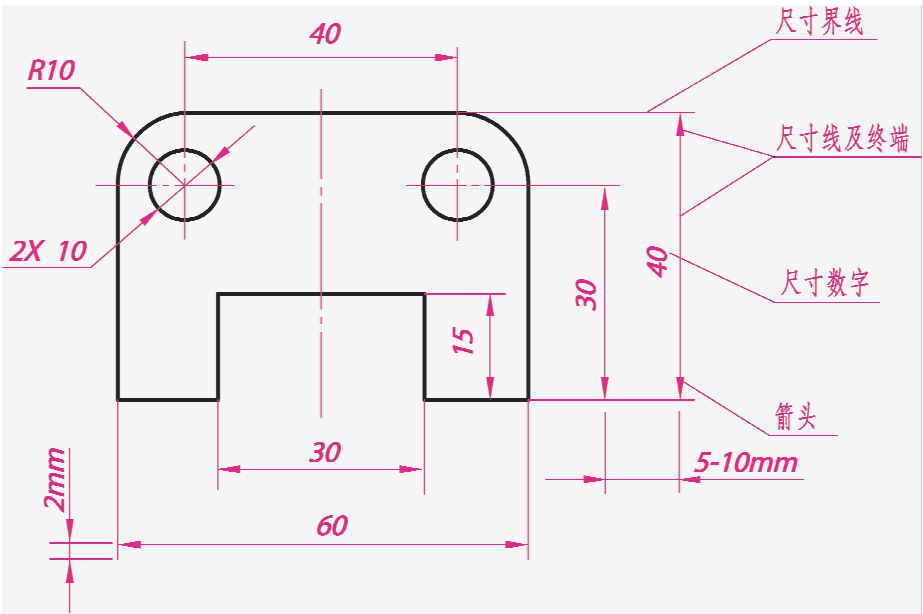
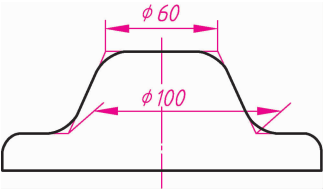
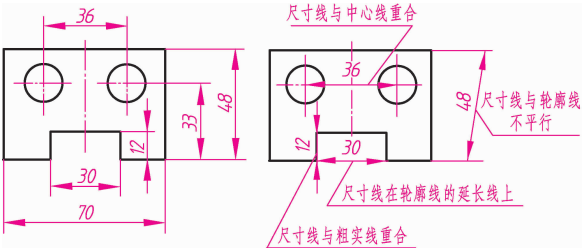
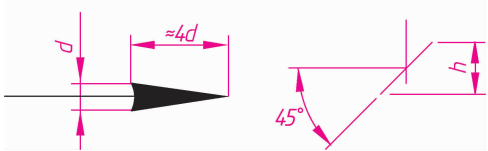
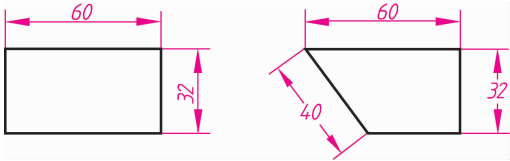


图 1 - 15 尺寸的组成

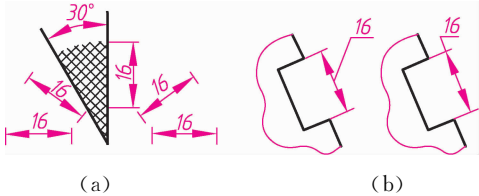
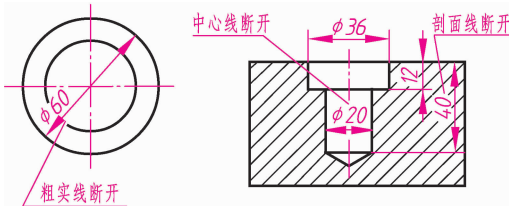
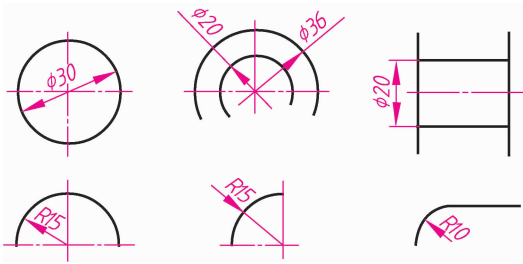
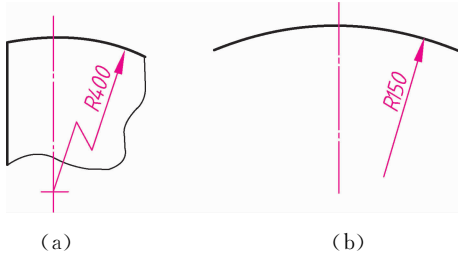
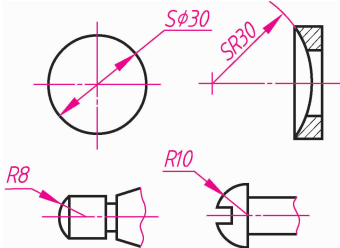
表 1 - 5 尺寸标注的基本规定及常用注法

项目	图例	说明
尺寸界线		尺寸界线用细实线绘制，也可以利用轮廓线、中心线、轴线和它们的延长线作为尺寸界线。 尺寸界线一般应与尺寸线垂直。

(续 表)

项目	图例	说明
尺寸界线		当尺寸界线贴近轮廓时允许与尺寸线倾斜。 在光滑过渡处标注尺寸时,必须用细实线将轮廓线延长,从它们的交点处引出尺寸界线。
尺寸线及终端	 (a) 正确 (b) 错误	尺寸线必须用细实线单独画出,不能用其它图线代替,也不得与其它图线重合或在其它图线的延长线上。 标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行。
	 $d = \text{粗实线宽度}$ $h = \text{字体高度}$	机械图样中的尺寸线终端画箭头,土建图样中的尺寸线终端画斜线。
尺寸数字		水平方向的线性尺寸,尺寸数字一般标注在尺寸线的上方,字头向上;垂直方向的线性尺寸,尺寸数字一般标注在尺寸线的左侧,字头向左。 对于非水平方向的尺寸,其数字可以写在尺寸线的中断处,字头向上。

(续 表)

项目	图例	说明
尺寸数字	 (a) (b)	线性尺寸的尺寸数字应按图 (a) 中所示的方向标注, 并尽可能避免在 30° 范围内标注尺寸, 若无法避免时, 可按 (b) 图的形式标注。
	 中心线断开 粗实线断开 剖面线断开	尺寸数字不可被任何图线穿过, 否则必须将该图线断开。
圆和圆弧		圆或大于半圆的圆弧应标注直径尺寸, 并在尺寸数字前加注符号“ϕ”。 小于或等于半圆的圆弧, 应标注半径尺寸, 并在尺寸数字前加注符号“R”。
	 (a) (b)	当圆弧半径过大或在图纸范围内无法标出其圆心位置时可按图 (a) 标注; 若不需要标注圆弧圆心的位置时, 可按图 (b) 标注。
球面直径与半径		标注球面直径或半径时, 应在符号“ϕ”或“R”前加注“S”。 对于螺钉和铆钉的头部及轴或手柄端部, 在不至于引起误解的情况下, 可以省略标注“S”。

(续 表)

项目	图例	说明
小尺寸		在没有足够位置标注小尺寸时，可以将箭头外移，或用小圆点、斜线代替两个箭头，尺寸数字也可以写在尺寸界线外或引出标注。
角度		角度数字一律写成水平方向，一般写在尺寸线的中断处，必要时允许写在尺寸线的上方或外面，也可以引出标注。 角度尺寸界线必须由径向引出，尺寸线应是以角顶点为圆心的圆弧。

1.3 基本作图

机械图样中的图形都是由一些基本几何图形组成的，所以熟练的掌握基本几何图形的作图方法和作图步骤，是绘制机械图样的基础。常用的基本作图有等分线段、等分圆周和绘制正多边形、绘制斜度和锥度、圆弧连接作图等。

1.3.1 等分线段

将一已知直线段按照需求分成若干相等的份数，即等分线段。等分线段的作图原理是平行线分线段成比例定理。

例 1.1 如图 1-16 所示, 将已知线段 AB 五等分。

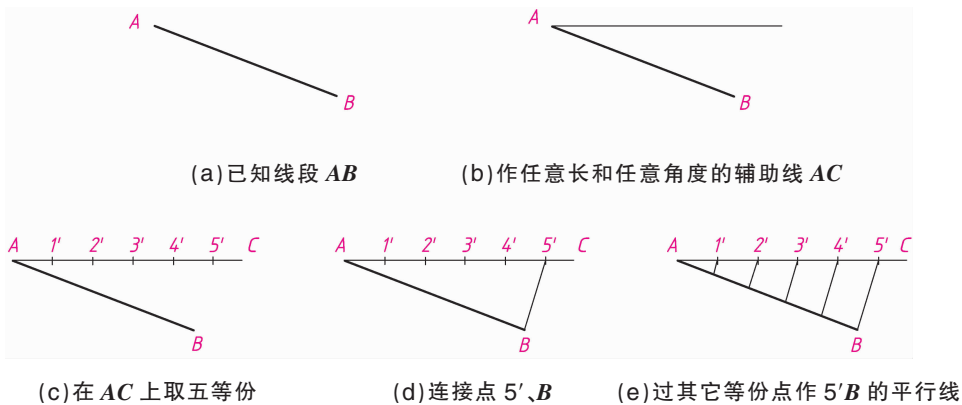


图 1-16 等分线段

1.3.2 等分圆周及作正多边形

1. 三等分圆周及作正三角形

(1) 用圆规三等分圆周和画正三角形, 如图 1-17 所示。

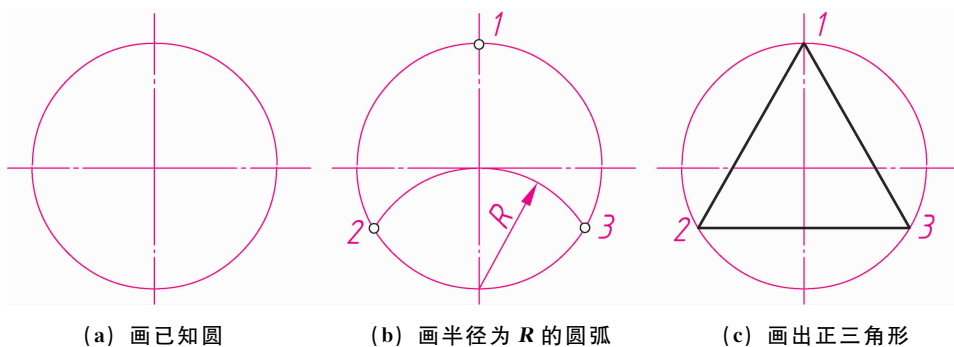


图 1-17 用圆规三等分圆周和画正三角形

(2) 用三角板和丁字尺三等分圆周和作正三角形, 如图 1-18 所示。

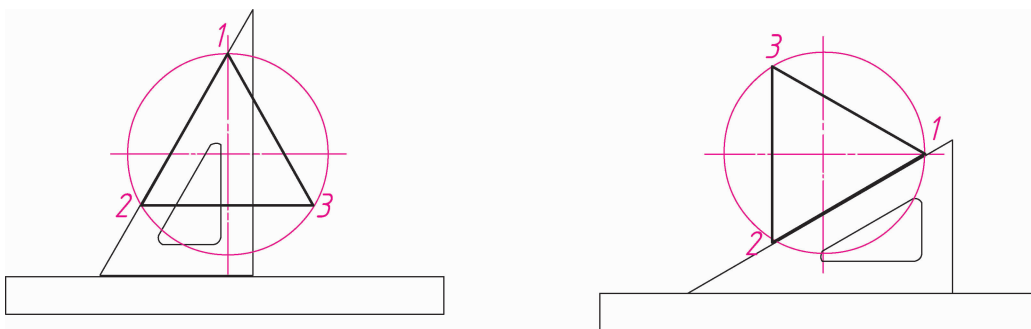


图 1-18 用三角板和丁字尺三等分圆周和作正三角形

2. 六等分圆周及作正六边形

(1) 用圆规六等分圆周和画正六边形，如图 1-19 所示。

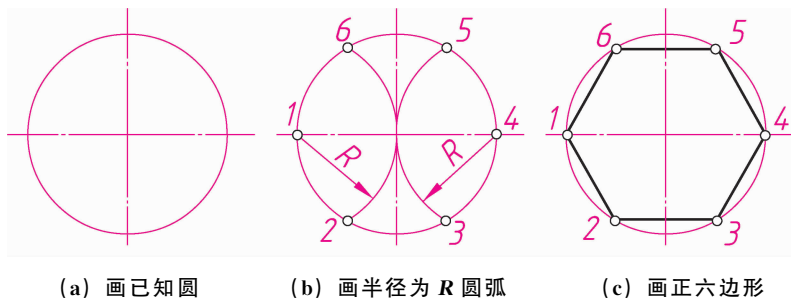


图 1-19 用圆规六等分圆周和画正六边形

(2) 用三角板和丁字尺六等分圆周和画正六边形，如图 1-20 所示。

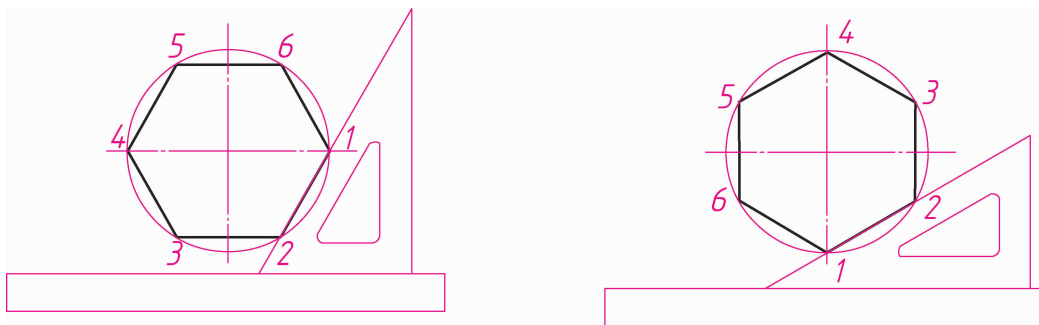


图 1-20 用三角板和丁字尺六等分圆周和画正六边形

1.3.3 斜度和锥度

1. 斜度

斜度是指一直线对另一直线或一平面对另一平面的倾斜程度，如图 1-21 所示，斜度的大小用两直线（或平面）间夹角的正切值来表示，并写成 $1:n$ 的形式，即

$$\text{斜度} = \tan \alpha = \frac{H}{L} = 1:n$$

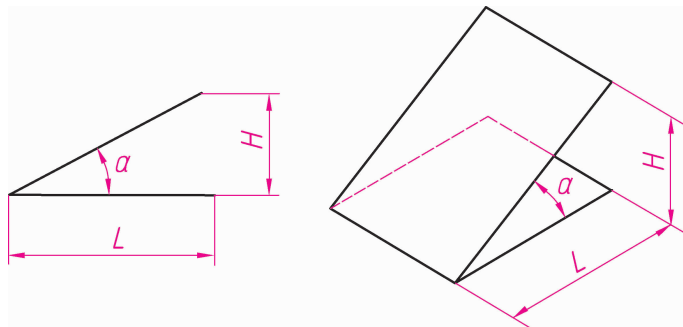


图 1-21 斜度的定义