



中等职业教育示范专业规划教材

机械制图

李添翼 曲昕 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



中等职业教育示范专业规划教材

机 械 制 图

主 编 李添翼 曲 昕
副主编 奚彩琴
参 编 张瑞丽 羌馨梅 秦剑英
主 审 王 猛



机 械 工 业 出 版 社

本书是为适应中等职业教育机械类示范专业建设和课程改革的需要,满足中职学生学习的需求,体现新的课程理念而编写的。

本书主要包括制图的基本规定与技能,正投影法与基本体视图,几何体表面点、线、平面的投影,组合体视图,轴测图,机件的基本表示法,标准件与常用件,零件图和装配图。

本书可作为中等职业教育机械及近机械类专业的教学用书,也可供工程技术人员使用或参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图/李添翼,曲昕主编. —北京:机械工业出版社,2008.10

中等职业教育示范专业规划教材

ISBN 978-7-111-24546-9

I. 机… II. ①李…②曲… III. 机械制图-专业学校-教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 173392 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:崔占军 责任编辑:张云鹏

责任校对:陈延翔 封面设计:鞠 杨 责任印制:洪汉军

北京汇林印务有限公司印刷

2009 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 13.5 印张 · 328 千字

0001—4000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-24546-9

定价:22.00 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) 88379201

封面无防伪标均为盗版

前 言

为适应中等职业教育机械类示范专业建设和课程改革的需要,满足中职学生学习的需要,体现新的课程理念,我们组织开发了本课程,编写了本书。本书的主要任务是培养机械类专业学生绘图和熟练读图的能力及空间想象和思维能力。

本书的特点有:

1) 适应课程改革新形势。根据当前国民经济发展和企业用人需求的变化,中等职业教育正进行着一场前所未有的“以服务为宗旨,以就业为导向,以能力为本位,以职业实践为主线,以项目课程为主体”的专业课程改革,课程内容的设置要本着实用够用、兼顾发展的原则进行。为此,本书在编写中淡化了理论知识,突出了实用技能,弱化了尺规作图,强化了徒手绘图,节省了教学课时,增加了动手时间,适应了课程改革和学生在校学习及实际工作的需要。

2) 凸现学生本位。在学习内容的安排上,每章的开头都有“学习目标”、“学习重点”,对该章的学习给予指点与提示。在每节的开头都有学习建议,对该节内容的学习给予中肯的建议,对习题的选做给予适当的提示,以便学生在预习或自学过程中做到心中有数,把握重点,少走弯路,提高效率。同时对青年教师组织教学也有一定的参考价值。

3) 执行最新国家标准。本书各章节内容遵守并执行了最新的《技术制图》和《机械制图》国家标准,力图改变传统教材出现的国家标准滞后现象,以实现学校制图教学与工厂一线生产在制图国家标准方面的顺利对接,缩短学生的适应期。本书建议课时(总课时124课时)分配见下表。

章 节	课 时
绪论	1
第一章 制图的基本规定与技能	12
第二章 正投影法与基本体视图	7
第三章 几何体表面点、线、平面的投影	8
第四章 组合体视图	26
第五章 轴测图	8
第六章 机件的基本表示法	18
第七章 标准件和常用件	12
第八章 零件图	20
第九章 装配图	8
机动	4
总计	124

参加本书编写的有:江苏省武进职业教育中心李添翼(绪论、第一章第五节、第五章、第六章)、奚彩琴(第一章第一~四节、第二章)、张瑞丽(第三章)、羌馨梅(第四章)、

秦剑英（第七章）、沈阳铁路机械学校曲昕（第八章、第九章）。本书由李添翼、曲昕任主编，奚彩琴任副主编，常州刘国钧高等职业技术学校王猛副教授任主审，全书由李添翼统稿。王猛副教授对本书进行了认真的审阅和修改，提出了中肯的修改意见和建议，在此表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，书中难免存在很多缺点和错误，恳请读者批评指正。

编者

2008年8月

目 录

前言		
绪论	1	
第一章 制图的基本规定与技能	2	
第一节 绘图工具及其使用	2	
第二节 国家标准《技术制图》和《机械制图》的一般规定	4	
第三节 几何作图	13	
第四节 平面图形的画法与步骤	17	
第五节 徒手画图的方法	19	
第二章 正投影法与基本体视图	23	
第一节 正投影法的基本知识	23	
第二节 三视图的形成与投影规律	25	
第三节 基本体的视图及尺寸标注	30	
第三章 几何体表面点、线、平面的投影	36	
第一节 几何体表面点的投影	36	
第二节 几何体表面直线的投影	40	
第三节 几何体表面平面的投影	45	
第四节 立体表面上点的投影作图	49	
第四章 组合体视图	54	
第一节 组合体的组合形式及表面连接方式	54	
第二节 组合体的三视图画法	62	
第三节 组合体的尺寸标注	64	
第四节 读组合体的三视图	69	
第五章 轴测图	78	
第一节 轴测图的基本知识	78	
第二节 正等轴测图	80	
第三节 斜二轴测图	86	
第四节 轴测草图的画法	87	
第六章 机件的基本表示法	90	
第一节 视图	90	
第二节 剖视图	94	
第三节 断面图	103	
第四节 其他表示法	107	
第五节 第三角画法简介	111	
第七章 标准件和常用件	115	
第一节 螺纹与螺纹联接件	115	
第二节 齿轮	124	
第三节 销联接与键联接	127	
第四节 滚动轴承	130	
第五节 弹簧	133	
第八章 零件图	136	
第一节 零件图概述	136	
第二节 零件的视图表达	137	
第三节 零件图上的尺寸标注	141	
第四节 零件图上的技术要求	146	
第五节 零件上常见的工艺结构	157	
第六节 识读零件图	161	
第七节 零件测绘	165	
第九章 装配图	169	
第一节 装配图概述	169	
第二节 装配图的表达方法	171	
第三节 装配图上的尺寸标注	175	
第四节 装配图上的零件编号、明细栏与技术要求	175	
第五节 常见的装配结构	177	
第六节 画装配图的方法和步骤	180	
第七节 读装配图和拆画零件图	184	
附录	187	
附录 A 标准公差、极限偏差及常用配合	187	
附录 B 螺纹及螺纹紧固件	193	
附录 C 销、键及滚动轴承	199	
附录 D 常用结构	203	
附录 E 常用金属材料	204	
参考文献	207	

绪 论

1. 什么是机械制图？为什么要学习机械制图？

机械制图是研究绘制和识读机械图样的一门技术基础课程。图样是根据投影原理、有关国家标准及规定绘制的表示工程对象、并配有必要技术说明的图。图样是传递和交流技术信息和思想的重要工具，是工业生产中的重要技术文件，也是工程界的“通用语言”。设计人员通过图样表达设计思想和意图，制造人员通过图样了解设计要求并组织和指导加工，使用人员通过图样了解机器设备的构造、原理与性能，以掌握正确的操作、维护和保养方法。

2. 机械制图要学什么？应达到什么目标？

机械制图要学习有关绘制及识读机械图样的规定、知识与技能。通过学习，应达到如下目标要求：

- 1) 掌握用正投影法表示空间物体的基本知识和方法。
- 2) 熟悉并执行机械制图国家标准和其他有关规定。
- 3) 熟练掌握识读和绘制机械图样的基本方法，具备识读复杂零件图样的能力。
- 4) 能够识读简单装配体的装配图。
- 5) 具有一定的空间想象和思维能力。
- 6) 养成认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。
- 7) 了解用常用工具对零件进行测绘以及绘制零件草图的一般过程与方法。

3. 怎样才能学好机械制图？

这是一门实践性很强的课程，需要想象，但不能完全只靠想象。在学习过程中，可以尝试以下学习方法：

1) 认真阅读学习辅导部分。学习每一部分之前，认真阅读每章的学习目标、学习重点和每节的学习建议。尤其学习建议，既有这节内容的概括和重点提醒，又有有关内容的学习建议与提示，还有习题选用的建议。学习时认真阅读，会感到老师就在你身边，从而做到心中有数。

2) 把想象形状与观察实体有机结合。学习过程中，要自始至终把想象形状与观察实体有机结合，思考视图的投影规律，逐步培养和提高自己的空间想象能力。可能的情况下，可以根据教材或习题集中的视图，利用手头的硬纸板等材料动手制作一些模型。

3) 试着勾画轴测图。在读组合体或机件的视图时，有时比较复杂，仅凭大脑的空间想象和记忆会显得比较乱，往往是想起来后面的又忘记了前面的，耗时又费力。徒手勾画轴测图，不但有利于空间思维的训练和想象能力的开发，而且对提高读图速度大有好处。

第一章 制图的基本规定与技能

【学习目标】 掌握常用绘图工具的使用方法，熟悉国家标准有关制图方面的基本规定，具备几何作图、尺寸分析与标注、绘制简单的平面图形的能力。

【学习重点】 熟悉国家标准有关制图方面的基本规定（图幅、比例、字体、图线和尺寸标注），正确使用图线绘制简单的平面图形。掌握尺寸的标注方法，并能按规定进行标注。

第一节 绘图工具及其使用

【学习建议】 根据要求配备粗、细两支铅笔，并逐步养成正确使用绘图工具和仪器的良好习惯，特别是选用软硬程度合适的铅笔来绘图。

要想快速准确地绘图，必须养成正确使用绘图工具和仪器的良好习惯。下面仅介绍常用的绘图工具及仪器。

一、铅笔

绘图铅笔用 B 和 H 代表铅芯的软硬程度。H 表示硬性铅笔，H 前面数字越大，表示铅芯越硬；B 表示软性铅笔，B 前面数字越大，表示铅芯越软（黑）；HB 表示铅芯硬度适中。画粗实线常用 B 或 HB 铅笔，写字常用 HB 或 H 铅笔，画细线用 H 或 2H 铅笔。铅笔芯可修磨成圆锥形或矩形，圆锥形用于画细线及书写文字（图 1-1a），矩形用于描深粗实线（图 1-1b）。

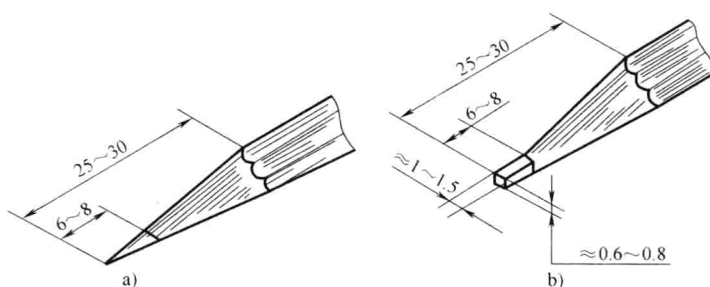


图 1-1 铅笔的不同削法

a) 圆锥形笔芯 b) 矩形笔芯

二、图板、丁字尺、三角板

(1) 图板 用作绘图的垫板（图 1-2a、b、c）。要求其表面平整光洁，左边作为导边，必须平直。

(2) 丁字尺 用于绘制水平线。使用时，将尺头内侧紧靠图板左侧导边上下移动，自左向右画水平线，从下到上画垂直线，如图 1-2a、b、c 所示。

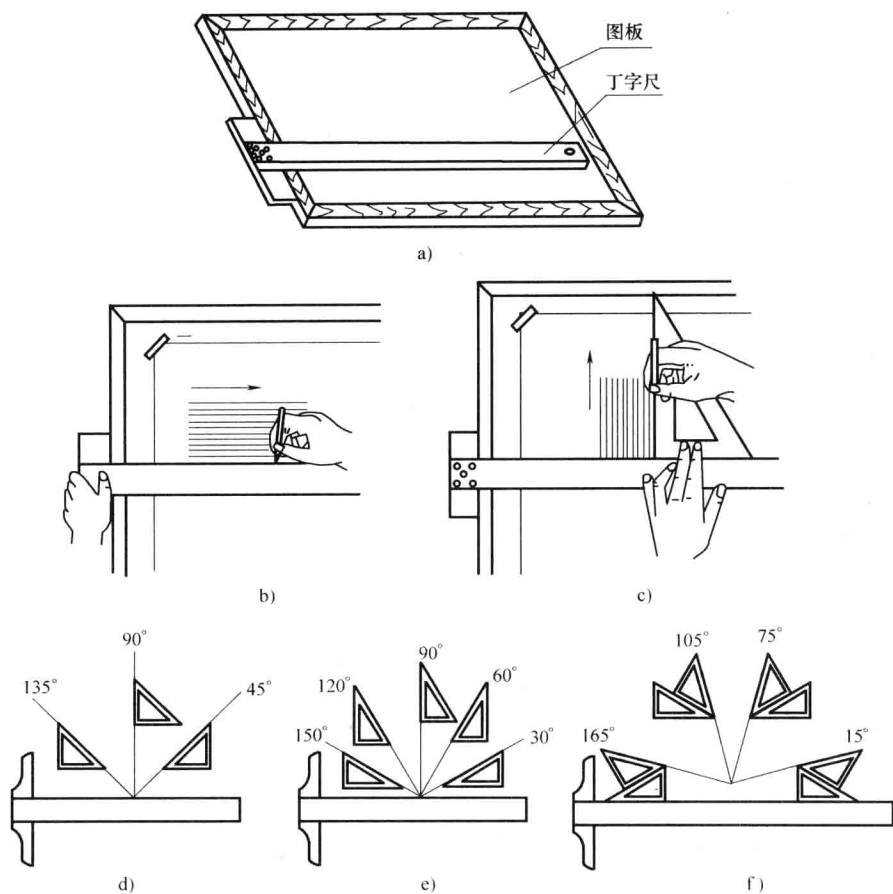


图 1-2 图板、丁字尺、三角板配合使用

(3) 三角板 一副三角板由 45° 和 $30^\circ-60^\circ$ 三角板各一块组成。三角板和丁字尺配合使用, 可画垂直线和 30° 、 45° 、 60° 角度线及与水平线成 15° 倍角的斜线, 如图 1-2b ~ f 所示。用两块三角板配合可画出任意已知直线的平行线或垂直线, 如图 1-3 所示。

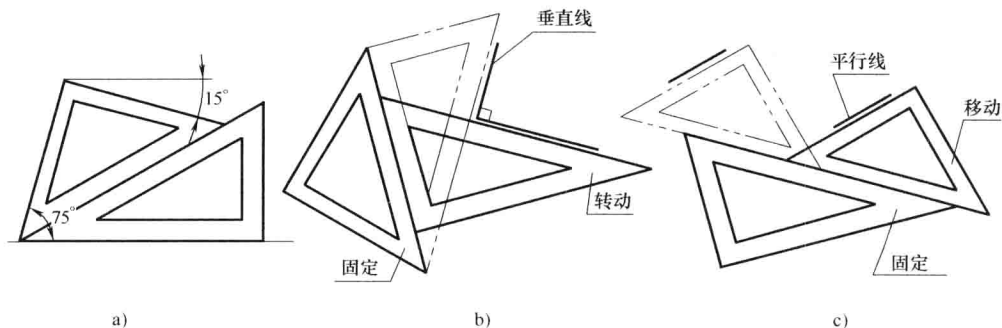


图 1-3 两块三角板配合使用

三、圆规与分规

(1) 圆规 圆规用来画圆或圆弧。画图时, 用装有台阶小钢针的一条腿定圆心, 用装

有铅芯的另一条腿来画图。当钢针插入图板后,钢针台阶应与铅芯尖端平齐并使笔尖与纸面垂直,如图 1-4a 所示,然后用右手转动圆规手柄,均匀地沿顺时针方向一笔画出,如图 1-4b 所示。

(2) 分规 用来量取尺寸或等分线段。使用前先并拢两针尖如图 1-5a 所示,检查其是否平齐。用分规等分直线段的方法如图 1-5b 所示,用同样的方法也可等分圆弧。

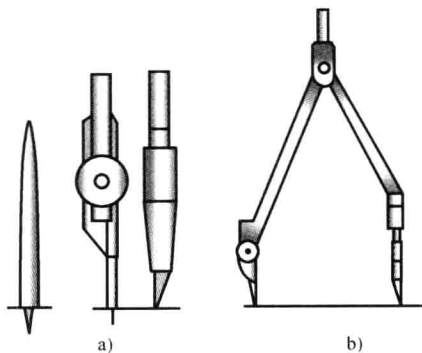


图 1-4 圆规

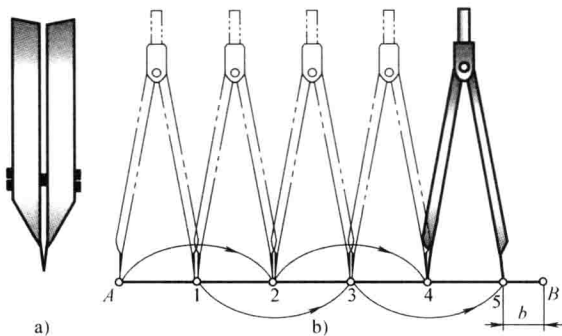


图 1-5 分规

除了上述工具外,绘图时还要备有削铅笔的小刀、磨铅笔的砂纸、固定图纸的胶带纸、橡皮等。有时为了画非圆曲线,还要用到曲线板。因为这些工具不经常使用,所以就不作详细介绍了。

第二节 国家标准《技术制图》和《机械制图》的一般规定

【学习建议】 要学会识读国标代号,注意看图方向规定的必要性和重要性。尺寸标注中字头的方向以及角度数字的书写方向极易出错,要仔细。标注结束后要认真核对。

图样是现代工业生产中最基本的技术文件。为了正确绘制和阅读机械图样,我们必须熟悉和掌握有关标准和规定。我国现行有效的国家标准《技术制图》和《机械制图》是工程界重要的技术标准,是绘制和阅读机械图样的准则和依据。

我国国家标准(简称国标)的代号是“GB”(“GB/T”为推荐性国标),它是由“国标”两个字的汉语拼音的第一个字母“G”和“B”组成的,例如 GB/T 17451—1998《技术制图 图样画法 视图》即表示制图标准中图样画法的视图部分,发布顺序编号为 17451,发布的年号是 1998 年。需要注意的是《机械制图》标准仅适用于机械图样,《技术制图》标准则对工程界的各种专业技术图样普遍适用。

本节主要介绍制图标准中的图纸幅面、比例、字体和图线等制图基本规定,其他标准将在有关章节中叙述。

一、图纸幅面和格式 (GB/T 14689—1993)

1. 图纸幅面

绘制图样时,应优先选用表 1-1 中规定的图纸基本幅面。必要时,可以选用加长幅面。加长幅面是按基本幅面的短边成整数倍增加后得出。

表 1-1 基本幅面尺寸和图框尺寸

(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
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线绘制图框。其格式分为留有装订边和不留装订边两种, 如图1-6、图1-7所示。

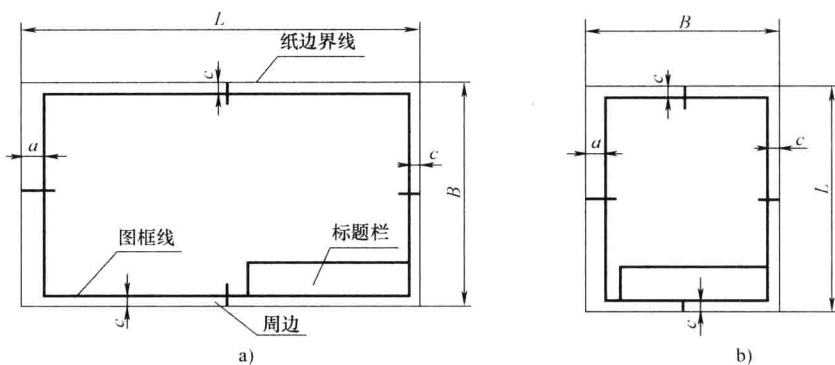


图 1-6 留有装订边

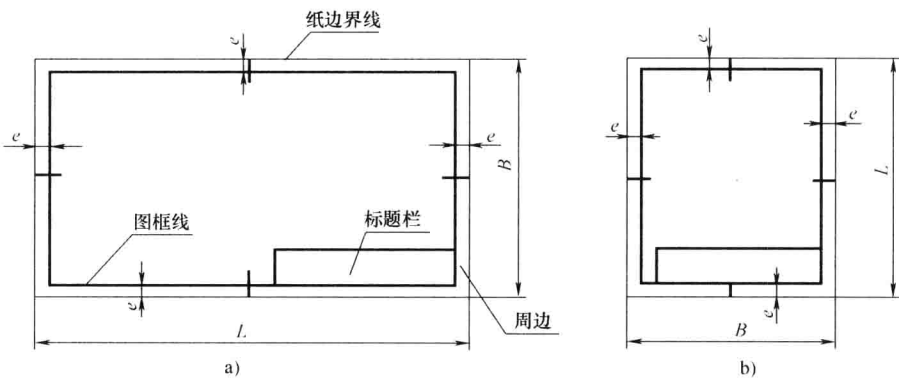


图 1-7 不留装订边

同一产品的图样只能采用同一种格式。装订时通常采用 A3 横装或 A4 竖装。

3. 对中符号和看图方向

一般在图框的右下角画出标题栏, 标题栏中的文字方向即为看图方向。为了使图样复制时定位方便, 在各边长的中点处分别画出对中符号 (粗实线), 如图1-8所示。如果使用预先印制的图纸, 需要改变标题栏的方位时, 必须将其旋转至图纸的右上角。此时, 为了明确绘图与看图的方向, 应在图纸的下边对中符号处画一方向符号 (细实线), 如图1-9所示。

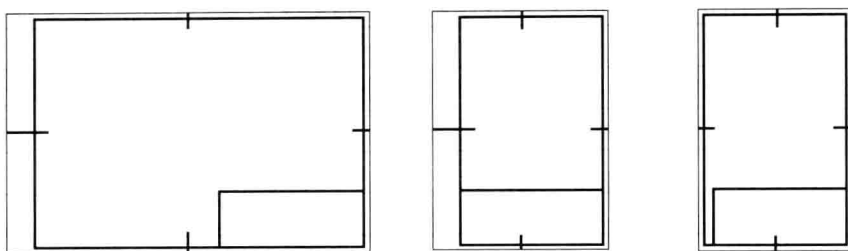


图 1-8 对中符号

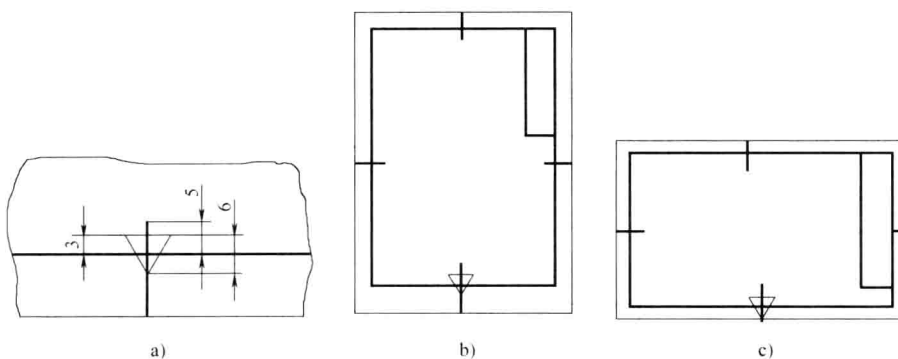


图 1-9 方向符号

4. 标题栏

国家标准对标题栏的内容、格式及尺寸作了统一规定，标题栏的尺寸与格式如图 1-10 所示。



图 1-10 标题栏格式

本书建议学生作业采用图 1-11 所示的格式。

二、比例 (GB/T 14690—1993)

比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

57			15	45	(13)	7 5×7(=35)
(图名)			比例	材料	图号	
制图	(姓名)	(时间)	(单位)			
设计						
审核						
	25	20	(73)			
130						

图 1-11 常用标题栏格式

当需要按比例绘制图样时，应从表 1-2 的系列中选取。

表 1-2 绘图的比例

种 类	举 例		
原值比例	1:1		
放大比例	5:1	2:1	
	$5 \times 10^n:1$	$2:1$	$1 \times 10^n:1$
缩小比例	1:2	1:5	$1:10^n$
	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$	$1:1 \times 10^n$

注：n 为正整数。

为了看图方便，建议尽可能按机件的实际大小即原值比例画图，如机件太大或太小，则采用缩小或放大比例。不论放大或缩小，在图样中标注的尺寸均为机件设计要求的尺寸，而与比例无关。图 1-12 为用不同比例画出的同一图形。

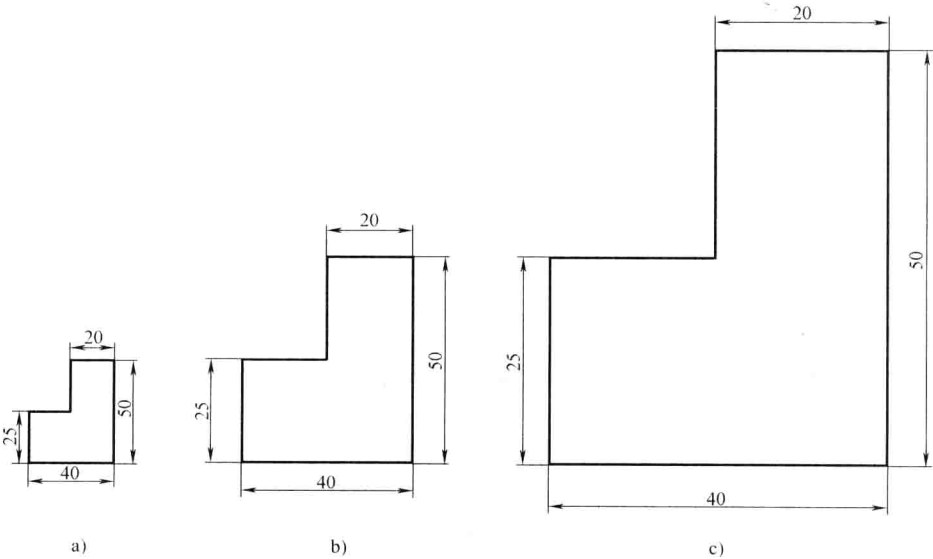


图 1-12 用不同比例画出的图形

a) 1:2 b) 1:1 c) 2:1

比例一般填写在标题栏的“比例”栏内，也可注写在视图名称的下方或右侧，如：

$$\frac{I}{1:5} \quad \frac{A}{1:100} \quad \frac{B-B}{2:1}$$

三、字体（GB/T 14691—1993）

在机械图样中，除了表示机件形状的图形外，还要用汉字、字母、数字来标注尺寸和说明机件在设计、制造、装配时的技术要求等内容。

（1）字体要求 图样中的字体要求：字体端正，笔划清楚，排列清楚，间隔均匀。

字体高度（用 h 表示）的公称尺寸系列为：1.8mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm 等 8 种。字体高度称为字体的号数。若要书写大于 20 号的字，其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

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

长仿宋体汉字示例，见表 1-3。

表 1-3 长仿宋体汉字示例

字号	汉字示例
10 号	字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀
7 号	装配时作斜度深沉最大小球厚直网纹均布铈平镀抛光 研视图向旋转前后表面展开图两端中心孔锥销
5 号	技术要求对称不同轴垂线相交行径跳动弯曲形位移允许偏差 内外左右检验数值范围应符合于等级精热处理淬退回火渗碳 硬有效总圈并紧其余注明按全部倒角

（3）字母和数字 字母和数字可写成斜体或直体（常用斜体）。斜体字的字头向右倾斜，与水平基准线约成 75° 。

字母和数字分为 A 型和 B 型两种。A、B 型字体的笔画宽度（ d ）分别为字高（ h ）的 $1/14$ 和 $1/10$ ，建议采用 B 型。

字母和数字示例如图 1-13 所示。

用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母，一般应采用小一号的字体，如图 1-14 所示。

图样中的数字符号、物理量符号、计量单位符号以及其他符号、代号，应分别符合国家有关标准规定。一般量的符号是斜体，单位的符号是直体，如 $\dot{m}/\text{kg}$ 。

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

国家标准规定了 15 种基本线型，并允许变形、组合而派生出其他图线。机械图样中常



图 1-13 字母和数字示例 (一)

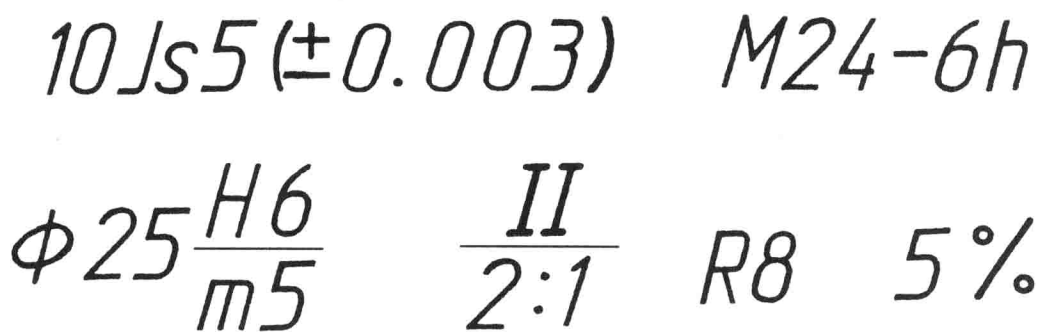


图 1-14 字母和数字示例 (二)

用线型的名称、形式及应用见表 1-4。

、 所有线型的图线宽度 d 按图样类型和尺寸大小在 0.13mm、0.18mm、0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm、2mm 系数中选择。在机械图样上采用粗、细两种线宽，其线宽比例是 2:1。在同一图样中，同类图线的宽度应一致。虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。图线应用如图 1-15 所示。

表 1-4 线型的名称、形式及应用

名 称	线 型	一 般 应 用 举 例
粗实线		可见轮廓线、剖切符号、模样分型线
细实线		尺寸线及尺寸界线、过渡线、剖面线、指引线和基准线、弯折线、牙底线、齿根线、辅助线
细虚线		不可见轮廓线
波浪线		断裂处的边界线、剖视图与视图的分界线
细点画线		轴线、对称中心线、分度圆(线)、剖切线等
细双点画线		相邻辅助零件的轮廓线、可动零件的极限位置的轮廓线、成形前轮廓线、剖切面前的结构轮廓线、轨迹线、中断线等
双折线		断裂处的边界线、剖视图与视图的分界线等
粗点画线		限定范围表示线
粗虚线		允许表面处理的表示线

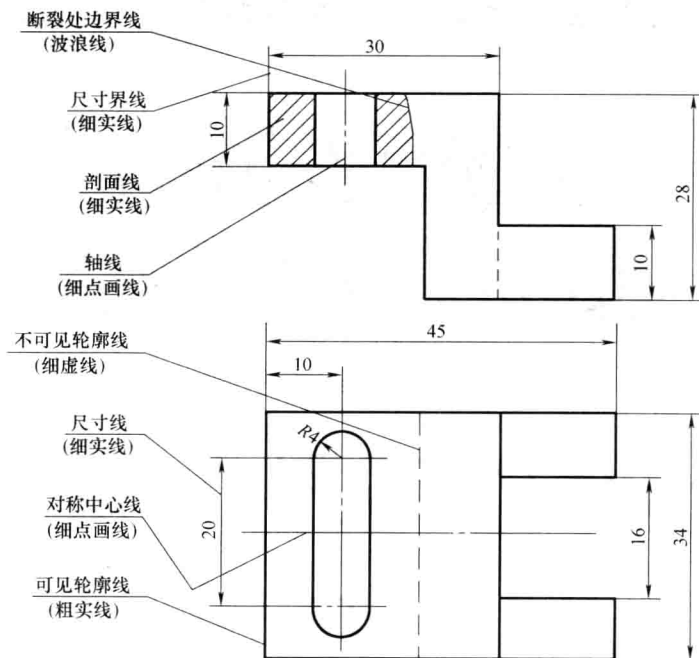


图 1-15 图线应用举例

图线相交时应相交于画线处，如图 1-16 中圆的中心线用细点画线画出，相交于画线处（图 1-16a），而不要相交于点或间隔处（图 1-16b）。点画线一般超出轮廓线 3 ~ 5mm。

在较小的图形上绘制点画线有困难时，可用细实线代替，如图 1-16c 所示。

五、尺寸注法（GB/T 4458.4—2003、GB/T 19096—2003）

图形只能表示物体的形状，而其大小则要由尺寸表示，因此，尺寸标注十分重要。标注尺寸时，应严格遵照国家标准有关尺寸标注的规定，做到正确、完整、清晰、合理。

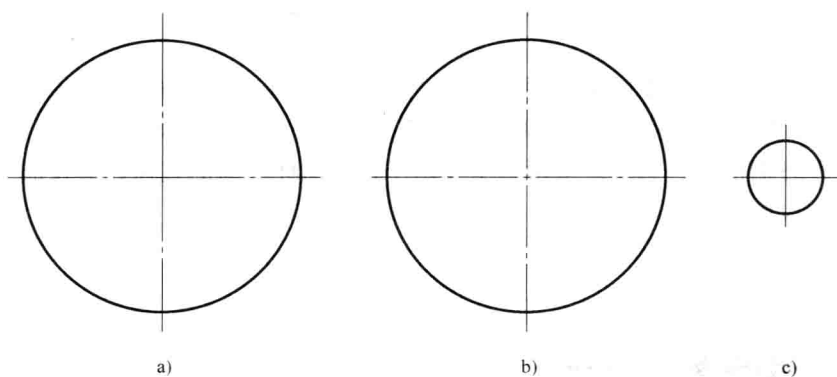


图 1-16 圆的中心线画法

a) 正确 b) 错误 c) 用细实线代替

1. 尺寸注法的基本规则

- 1) 机件的真实大小应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) 图样中的尺寸以 mm 为单位时, 不必标注计量单位的符号或名称, 如果用其他单位时, 则必须注明相应的单位符号。
- 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, 否则应另加说明。
- 4) 机件的每一尺寸一般只标注一次, 并应标注在表示该结构最清晰的图形上。

2. 标注尺寸的要素

标注尺寸一般应包括尺寸界线、尺寸线、尺寸数字, 如图 1-17 所示。

(1) 尺寸界线 尺寸界线用细实线绘制, 并由图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出, 也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作为尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直, 并超出尺寸线的终端 2 ~ 3mm。图 1-18 为尺寸界线的画法。

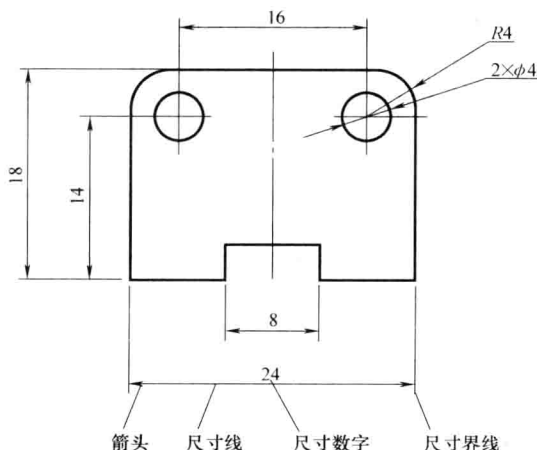


图 1-17 标注尺寸的三要素

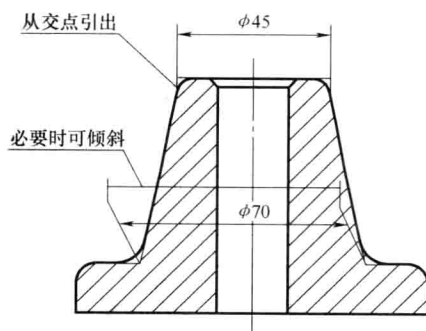


图 1-18 尺寸界线的画法

(2) 尺寸线 尺寸线用细实线绘制, 不能用其他图线代替, 一般也不得与其他图线重合或画在其延长线上。标注线性尺寸时, 尺寸线必须与所注线段平行。当有几条互相平行的