



“十一·五” 高职高专公共基础课规划教材

机械制图与 计算机绘图

■ 刘魁敏 主编



“十一五”高职高专公共基础课规划教材

机械制图与计算机绘图

主 编 刘魁敏
副主编 邹维刚 张 荣
参 编 范明珠 何晓凤
康志远 李海涛
主 审 王谟金



机械工业出版社

全书分上、下两篇。上篇为机械制图，内容包括：制图的基本知识和技能，正投影基础，立体的表面交线，轴测图，组合体，图样画法，标准件和常用件，零件图，装配图等。下篇为计算机绘图，内容包括：AutoCAD 基础知识，基本绘图命令，基本编辑命令，图层、线型及其管理，精确绘图的方法，图形显示控制，块、属性和外部参照，图案填充，注写文本，尺寸标注等。

本书可作为高等职业技术学院、高等工程专科学校以及成人教育等院校机械类各专业的通用教材，也可供其他相近专业使用或参考。与本书配套使用的《机械制图与计算机绘图习题集》同时出版。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图与计算机绘图/刘魁敏主编. —北京: 机械工业出版社, 2005.9

“十一五” 高职高专公共基础课规划教材

ISBN 7-111-17218-3

I. 机… II. 刘… III. ①机械制图-高等学校: 技术学校-教材②自动绘图-高等学校: 技术学校-教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 093589 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: 王世刚 于奇慧

责任编辑: 于奇慧 版式设计: 霍永明 责任校对: 魏俊云

封面设计: 王伟光 责任印制: 洪汉军

北京京丰印刷厂印刷

2005 年 9 月第 1 版 · 第 1 次印刷

787mm × 1092mm $1/16$ · 24.75 印张 · 613 千字

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

本社购书热线电话 (010) 68326294

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是根据教育部制定的“高职高专工程制图课程教学基本要求（机械类专业）”和机械职业教育基础教学指导委员会教材建设、编写会议的基本精神，在广泛吸纳高职院校制图教学实践经验的基础上编写而成的。

本书具有以下特点。

1. 针对高等职业教育培养应用型人才、重在实践能力和职业技能训练的特点，基础理论贯彻“实用为主、够用为度”的教学原则，对传统的画法几何基本理论进行优化组合，以掌握基本概念、强化实际应用、培养技能为教学重点。

2. 本书文字叙述力求简明扼要，通俗易懂。采用“以图例代理论”的编写风格，注重理论联系实际，将投影理论与图示应用相结合，加强必要的理论基础，又注意基本原理的具体应用。通过常用部件及其主要零件来阐述零件图和装配图的主干内容。

3. 贯彻以“读图为主、读画结合”的编写思路，从整体上体现培养读图能力为主的教学思想，同时又充分注意教学实践环节，提高徒手画图能力。

4. 采用最新制图国家标准。在编写过程中密切关注国家标准《技术制图》与《机械制图》的变动情况，凡在脱稿前搜集到的新标准，均在本书中予以贯彻。

5. 计算机绘图软件采用由美国 AutoDesk 公司最新推出的 AutoCAD 2005 中文版。它功能强大，命令简捷，操作方便，适用面广。

本书适用于高等职业技术学院、高等专科学校以及成人教育等院校机械类各专业的制图教学，也可供其他相近专业和工程技术人员使用或参考。

与本书配套使用的《机械制图与计算机绘图习题集》同时出版。习题集的编排顺序与本书体系保持一致。

参加本书编写的有：河北机电职业技术学院刘魁敏（第一、二、八、十、十二、十三章），安徽机电职业技术学院邹维刚（第三、四、十四、十五、十八章），大连职业技术学院张荣（第五、九章），安徽机电职业技术学院何晓凤（第六章）、太原理工大学长治学院范明珠（第七章），河北机电职业技术学院康志远（第十一、十九章），河北机电职业技术学院李海涛（第十六、十七章）。本书由刘魁敏任主编，邹维刚、张荣任副主编。全书由江西工业工程职业技术学院王谟金主审。

由于编者水平所限，书中难免存在错误和不足，恳请读者批评指正。

编 者

2005年3月

目 录

前言	
绪论	1

上篇 机械制图

第一章 制图的基本知识和技能	3
第一节 制图的基本规定	3
第二节 常用绘图工具和用品的使用	15
第三节 几何作图	18
第四节 平面图形的画法	26
第五节 徒手画图的方法	28
第二章 正投影基础	31
第一节 投影法的基本知识	31
第二节 三视图的形成及其对应关系	33
第三节 点的投影	36
第四节 直线的投影	40
第五节 平面的投影	48
第六节 基本体的投影	53
第七节 基本体的尺寸注法	59
第三章 立体表面的交线	62
第一节 截交线	62
第二节 相贯线	72
第三节 截切体和相贯体的尺寸注法	76
第四章 轴测图	79
第一节 轴测投影的基本知识	79
第二节 正等轴测图	80
第三节 斜二轴测图简介	85
第五章 组合体	87
第一节 组合体的形体分析	87
第二节 组合体的三视图画法	89
第三节 组合体的尺寸注法	91
第四节 读组合体视图的方法	94
第五节 组合体轴测图的画法	102
第六章 图样画法	105
第一节 视图	105
第二节 剖视图	109
第三节 断面图	122

第四节 其他表达方法	125
第五节 轴测剖视图的画法	130
第六节 各种表达方法的应用举例	132
第七节 第三角画法简介	134
第七章 标准件和常用件	137
第一节 螺纹	137
第二节 常用螺纹紧固件	144
第三节 齿轮	150
第四节 键联接和销联接	158
第五节 滚动轴承	160
第六节 弹簧	163
第八章 零件图	167
第一节 概述	167
第二节 零件图的视图选择	168
第三节 零件图的尺寸标注	171
第四节 零件图上技术要求的注写	176
第五节 零件上常见的工艺结构	191
第六节 几类典型零件的分析	195
第七节 零件测绘	204
第八节 读零件图	208
第九章 装配图	211
第一节 概述	211
第二节 装配图的表达方法	213
第三节 装配图的尺寸标注和技术要求	216
第四节 装配图中零、部件的序号和明细栏	217
第五节 部件测绘和装配图画法	218
第六节 装配结构的合理性	224
第七节 读装配图和由装配图拆画零件图	226
下篇 计算机绘图	
第十章 AutoCAD 基础知识	231
第一节 AutoCAD 2005的启动	231
第二节 AutoCAD 2005的工作界面	232
第三节 AutoCAD 的基本操作	236

第四节 数据的输入方法·····	238	第十五章 图形显示控制 ·····	304
第五节 AutoCAD 的文件管理·····	239	第一节 图形缩放、平移与鸟瞰视图·····	304
第十一章 基本绘图命令 ·····	242	第二节 图形的重画、重生成与填充·····	309
第一节 直线、构造线与多段线·····	242	第十六章 块、属性和外部参照及其他	
第二节 正多边形与矩形·····	245	辅助功能 ·····	311
第三节 圆弧、圆与样条曲线·····	246	第一节 块的基本知识与操作·····	311
第四节 椭圆、椭圆弧与点·····	249	第二节 块属性及其应用·····	315
第十二章 基本编辑命令 ·····	253	第三节 外部参照的引用与管理·····	319
第一节 编辑对象的选择·····	253	第四节 AutoCAD 设计中心·····	320
第二节 实体的删除、恢复及放弃与		第十七章 图案填充 ·····	324
重做·····	257	第一节 图案填充命令·····	324
第三节 实体的复制、镜像与阵列·····	258	第二节 编辑图案填充·····	332
第四节 实体的偏移、移动与旋转·····	262	第十八章 注写文本 ·····	333
第五节 实体的缩放、拉伸及拉长		第一节 注写文字·····	333
与修剪·····	265	第二节 创建和使用文字样式·····	337
第六节 延伸与打断·····	268	第三节 输入特殊符号·····	338
第七节 倒角、圆角与分解·····	270	第四节 文字编辑·····	340
第八节 综合举例·····	272	第十九章 尺寸标注 ·····	342
第九节 图线的编辑·····	273	第一节 尺寸标注简述·····	342
第十节 利用夹点编辑·····	276	第二节 尺寸标注样式设定·····	342
第十一节 实体的特性修改·····	277	第三节 尺寸标注方法·····	349
第十三章 图层、线型及其管理 ·····	280	第四节 尺寸标注编辑·····	358
第一节 图层的概念及特性·····	280	第五节 公差标注·····	360
第二节 图层的设置·····	280	附录 ·····	364
第三节 线型管理与线型定义·····	287	一、螺纹·····	364
第十四章 精确绘图的方法 ·····	292	二、常用标准件·····	367
第一节 二维绘图坐标系·····	292	三、常用零件的结构要素·····	378
第二节 捕捉和栅格及正交模式·····	294	四、极限与配合·····	380
第三节 对象捕捉·····	297	五、常用材料及热处理·····	388
第四节 自动追踪·····	300	参考文献 ·····	390

绪 论

一、图样及其在生产中的用途

根据投影原理、标准或有关规定，表示工程对象，并有必要的技术说明的图，称为图样。

人类在近代生产中，无论是机器、仪器的设计、制造与维修，还是船舶、房屋、桥梁等工程的设计与建造，都是通过图样来实现的。设计部门通过图样来表达设计意图和要求；制造和施工部门依照图样进行制造与建造；使用者通过图样了解其构造和性能，并掌握正确的使用和维护方法。因此，图样是生产中的重要技术文件，是传递技术信息和设计思想的媒介与工具，是工程界的技术语言。由此可知，凡是从事工程技术工作的人员，都应具备绘制与识读图样的能力。

不同专业或行业使用不同的图样，如机械图样、建筑图样、水利图样、电气图样等。用来表示机器、仪器等的图样，称为机械图样。机械制图就是研究机械图样的绘制与识读规律和方法的一门学科。

二、本课程的主要任务和要求

- (1) 掌握用正投影法图示空间物体的基本理论和方法。
- (2) 掌握仪器绘图和徒手绘图的方法，并具有较高的绘图技能和技巧。
- (3) 能运用正投影的基本理论，根据国家标准的规定，绘制和识读中等复杂程度的零件图和装配图。
- (4) 培养学生的空间想像能力和思维能力。
- (5) 能应用绘图软件绘制二维机械图样。
- (6) 具有创新精神和实践能力，以及认真负责的工作态度和一丝不苟的工作作风。

三、本课程的学习方法

本课程是一门实践性很强的技术基础课，学习时应注意以下几点。

1. 掌握基本理论 在学习中，必须注意空间几何关系的分析，掌握空间形体与投影图之间的内在联系。只有通过“从空间到平面，再从平面到空间”这样反复研究和思考，才能掌握本课程的基本理论和基本方法。

2. 注重实践环节 在学习投影理论的同时，要多动手绘图、多读图、多想像，还应通过参观生产现场和机械产品，借助模型、轴测图、实物等，增加生产实践知识和表象积累，培养和发展空间想像和思维能力。学习计算机绘图，要尽量多地参加上机操作训练。

3. 培养严谨作风 严格遵守、认真贯彻执行制图国家标准，确立对生产负责的观念，规范作图实践训练，并不断提高绘图的质量和速度。

上篇 机械制图

第一章 制图的基本知识和技能

第一节 制图的基本规定

机械图样是现代工业生产中的重要技术文件。为了便于管理和交流，国家质量监督检验检疫总局发布了《技术制图》和《机械制图》等一系列国家标准，对图样的内容、格式、表达方法等都作了统一规定。《技术制图》国家标准是一项基础技术标准，在内容上具有统一性和通用性，它涵盖机械、电气、建筑等行业，且在制图标准体系中处于最高层次。《机械制图》国家标准则是机械类专业制图标准。它们是图样绘制和使用的准则，工程技术人员必须严格遵守这些规定，树立标准化的概念。

国家标准（简称国标）的代号是GB。例如GB/T 4457.4—2002，其中“GB/T”表示推荐性国标，“4457.4”表示标准顺序号，“2002”表示标准批准年号。

本节简要介绍制图国家标准中的图纸幅面、比例、图线、尺寸标注等内容。

一、图纸幅面和格式（GB/T 14689—1993）

1. 图纸幅面 在绘制技术图样时，应优先采用表 1-1 所规定的基本幅面。基本幅面共有五种，其尺寸关系如图 1-1 所示。必要时，也允许加长幅面。但加长后的幅面尺寸必须是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。

表 1-1 图纸幅面 (单位: mm)

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

注：a、c、e 为留边宽度，参见图 1-2、图 1-3。

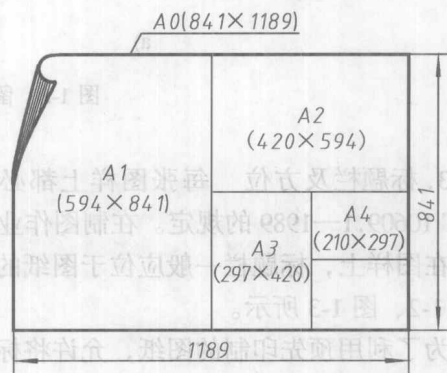


图 1-1 基本幅面的尺寸关系

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一种格式。

不留装订边的图纸，其图框格式如图 1-2 所示；留有装订边的图纸，其图框格式如图 1-3 所示。

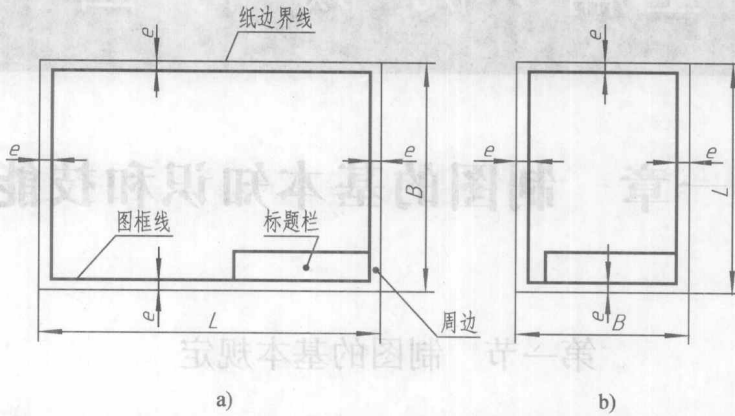


图 1-2 不留装订边的图框格式

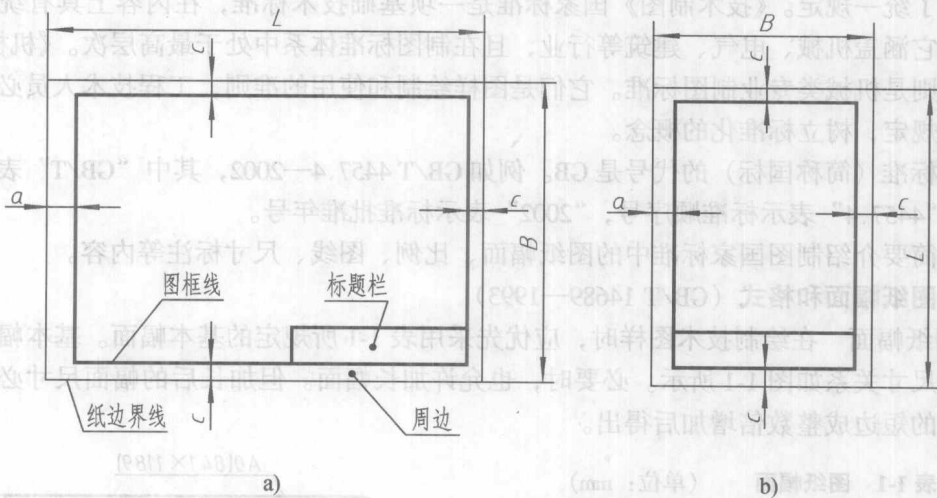


图 1-3 留有装订边的图框格式

3. 标题栏及方位 每张图样上都必须画出标题栏。标题栏的内容、格式和尺寸应按 GB/T 10609.1—1989 的规定。在制图作业中建议采用如图 1-4 所示的简化标题栏。

在图样上，标题栏一般应位于图纸的右下角，这时看图的方向与看标题栏的方向一致，如图 1-2、图 1-3 所示。

为了利用预先印制的图纸，允许将标题栏按图 1-5 所示的方式配置。此时，看图的方向与看标题栏的方向不一致。

4. 附加符号

(1) 对中符号 为了使图样复制和缩微摄影时定位方便，均应在图纸各边的中点处分别画出对中符号。

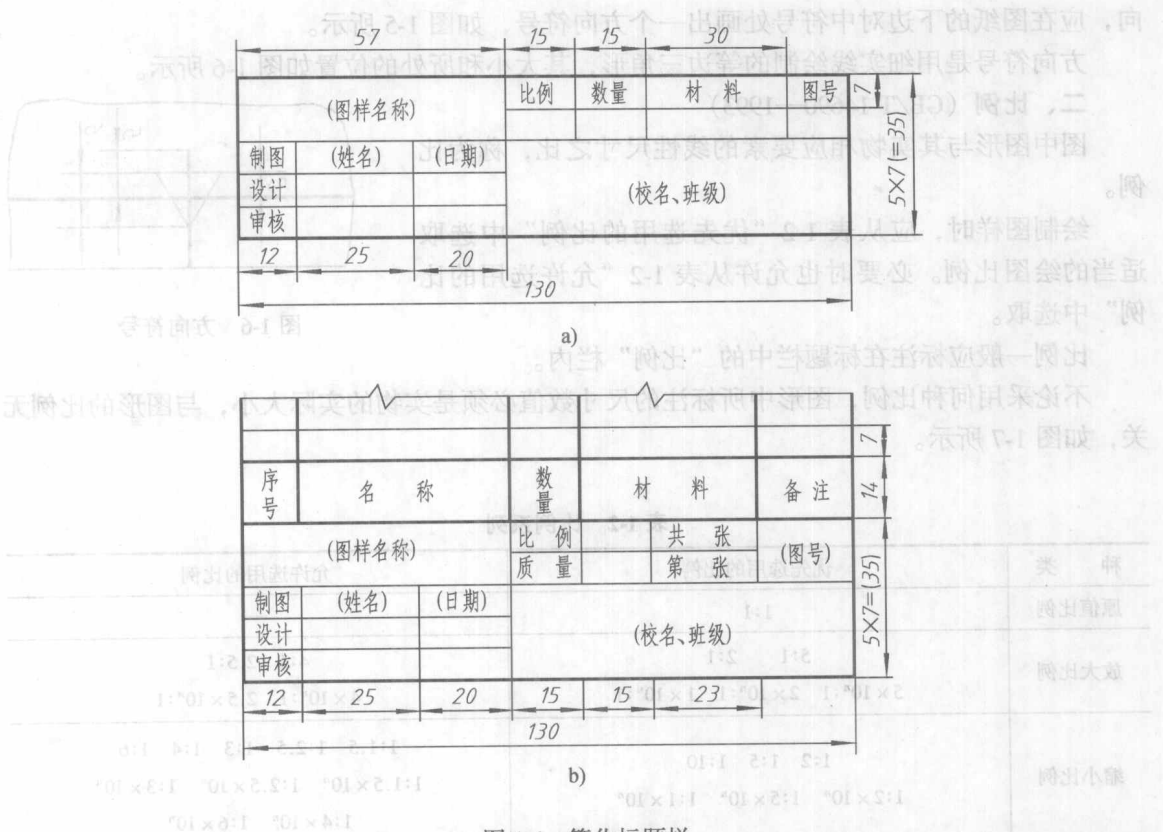


图 1-4 简化标题栏

a) 零件图标题栏 b) 装配图标题栏

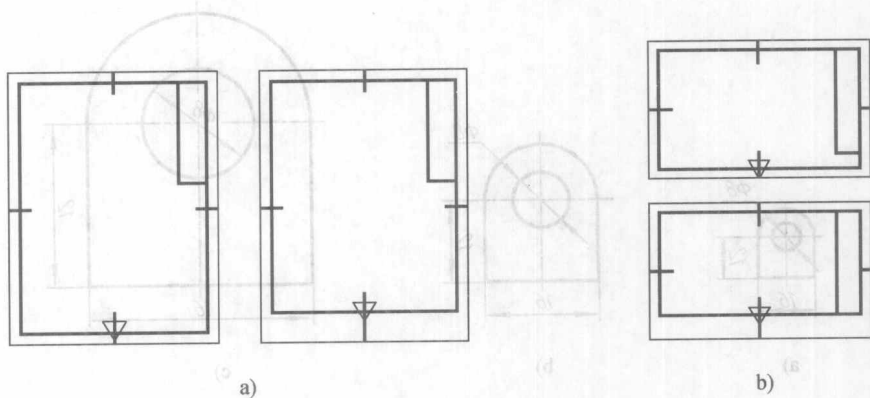


图 1-5 标题栏位于右上角时的看图方向

对中符号用粗实线绘制，线宽不小于 0.5mm，长度为从纸边界开始至伸入图框内约 5mm，如图 1-5 所示。对中符号的位置误差应不大于 0.5mm。

当对中符号处在标题栏范围内时，伸入标题栏部分省略不画，如图 1-5 所示。

(2) 方向符号 对于按规定使用预先印制的图纸时，为了明确绘图与看图时图纸的方

向，应在图纸的下边对中符号处画出一个方向符号，如图 1-5 所示。

方向符号是用细实线绘制的等边三角形，其大小和所处的位置如图 1-6 所示。

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，称为比例。

绘制图样时，应从表 1-2 “优先选用的比例” 中选取适当的绘图比例。必要时也允许从表 1-2 “允许选用的比例” 中选取。

比例一般应标注在标题栏中的“比例”栏内。

不论采用何种比例，图形中所标注的尺寸数值必须是实物的实际大小，与图形的比例无关，如图 1-7 所示。

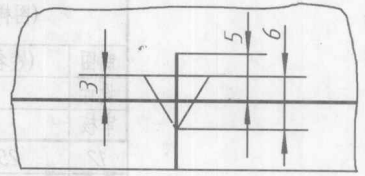


图 1-6 方向符号

表 1-2 比例系列

种类	优先选用的比例	允许选用的比例
原值比例	1:1	—
放大比例	5:1 2:1	4:1 2.5:1
	$5 \times 10^n:1$ $2 \times 10^n:1$ $1 \times 10^n:1$	$4 \times 10^n:1$ $2.5 \times 10^n:1$
缩小比例	1:2 1:5 1:10	1:1.5 1:2.5 1:3 1:4 1:6
	$1:2 \times 10^n$ $1:5 \times 10^n$ $1:1 \times 10^n$	$1:1.5 \times 10^n$ $1:2.5 \times 10^n$ $1:3 \times 10^n$
		$1:4 \times 10^n$ $1:6 \times 10^n$

注：n 为正整数。

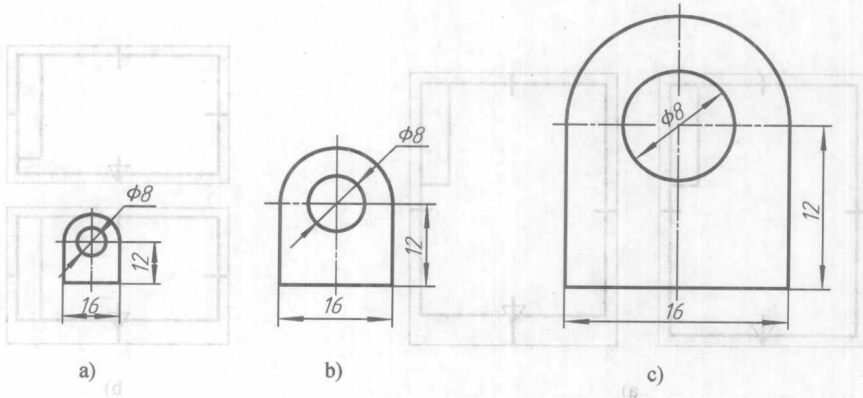


图 1-7 图形比例与尺寸数字

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

三、字体 (GB/T 14691—1993)

在图样上除了要用图形表达机件的结构形状外，还要用数字及文字来说明机件的大小、技术要求和其他内容。

1. 基本要求

(1) 在图样中书写的汉字、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。

(2) 字体高度 (h) 的公称尺寸系列为：1.8mm, 2.5mm, 3.5mm, 5mm, 7mm, 10mm, 14mm, 20mm。如需要书写更大的字，其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体高度代表字体的号数。

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

书写长仿宋体字的要领是：横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。

(4) 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。在同一图样上，只允许选用一种型式的字体。

(5) 字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75° 。

(6) 用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母，一般应采用小一号字体。

2. 字体示例 汉字、数字和字母的示例见表 1-3。

表 1-3 字体示例

字 体	示 例
10号	字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐
长仿宋体汉字	7号 横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格
	5号 技术制图石油化工机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山井坑港口纺织焊接设备
	3.5号 螺纹齿轮端子接线飞行指导驾驶舱位挖掘施工引水通风闸坝棉麻化纤
拉丁字母	大写斜体 ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
	小写斜体 abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
阿拉伯数字	斜体 0123456789
	正体 0123456789
罗马数字	斜体 III IIII IV V VI VII VIII IX X
	正体 I II III IV V VI VII VIII IX X

(续)



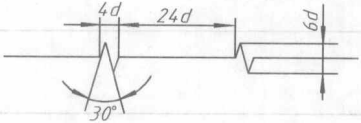

字体	示 例
字体的应用	$\phi 20^{+0.010}_{-0.023} 7^{\circ+1^{\circ}_{-2^{\circ}} \frac{3}{5}}$
	10JS5 (± 0.003) M24-6h
	$\phi 25 \frac{H6}{m5} \frac{II}{2:1} \frac{A}{5:1}$
	$\frac{6.3}{\nabla} R8 \ 5\% \frac{3.50}{\nabla}$

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

1. 线型 GB/T 4457.4—2002《机械制图 图样画法 图线》规定了机械制图中所用图线的一般规则, 是对 GB/T 17450—1998《技术制图 图线》的补充。

(1) 线型及其应用 线型及其应用见表 1-4。该表中第 1 列的代码根据 GB/T 17450 给出。线型应用示例如图 1-8 所示。

表 1-4 线型及其应用

代码No	线 型	名 称	线 宽	一 般 应 用
01.1		细实线	$d/2$	过渡线、尺寸线、尺寸界线、指引线和基准线、剖面线、重合断面的轮廓线、短中心线、螺纹牙底线、尺寸线的起止线、表示平面的对角线、零件成形前的弯折线、范围线及分界线、重复要素表示线、锥形结构的基面位置线、叠片结构位置线、辅助线、不连续同一表面连线、成规律分布的相同要素连线、投射线、网格线
		波浪线	$d/2$	断裂处边界线、视图与剖视图的分界线
		双折线	$d/2$	
01.2		粗实线	d	可见棱边线、可见轮廓线、相贯线、螺纹牙顶线、螺纹长度终止线、齿顶圆(线)、表格图和流程图中的主要表示线、系统结构线(金属结构工程)、模样分型线、剖切符号用线

(续)

代码No	线型	名称	线宽	一般应用
02.1		细虚线	$d/2$	不可见棱边线、不可见轮廓线
02.2		粗虚线	d	允许表面处理的表示线
04.1		细点画线	$d/2$	轴线、中心线、对称中心线、分度圆(线)、孔系分布的中心线、剖切线
04.2		粗点画线	d	限定范围表示线
05.1		细双点画线	$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线、可动零件的极限位置的轮廓线、重心线、成形前轮廓线、剖切面前的结构轮廓线、轨迹线、毛坯图中制成品的轮廓线、特定区域线、延伸公差带表示线、工艺用结构的轮廓线、中断线

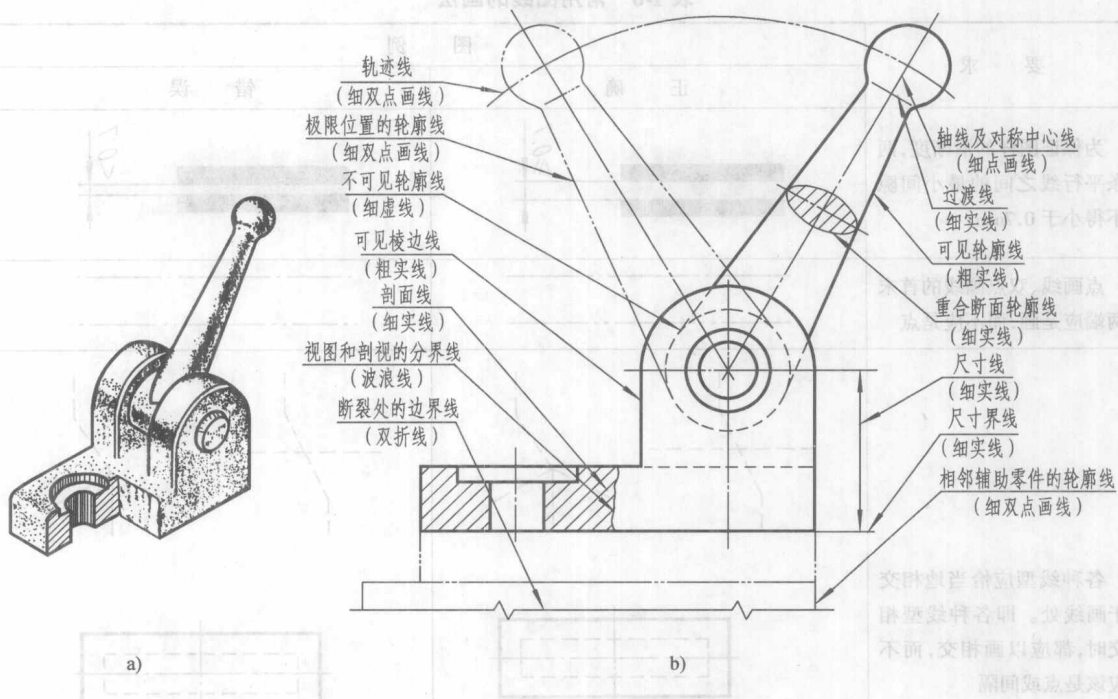


图 1-8 线型的应用示例

(2) 图线宽度和图线组别 图线宽度和图线组别见表 1-5。在机械图样中采用粗细两种线宽，它们之间的比例为 2:1。

表 1-5 图线宽度和图线组别

(单位: mm)

线型组别	与线型代码对应的线型宽度	
	01.2; 02.2; 04.2	01.1; 02.1; 04.1; 05.1
0.25	0.25	0.13
0.35	0.35	0.18
0.5 ^①	0.5	0.25
0.7 ^①	0.7	0.35
1	1	0.5
1.4	1.4	0.7
2	2	1

① 优先采用的图线组别。

2. 图线的画法

(1) 同一图样中, 同类图线的宽度应基本一致。细(粗)虚线、细(粗)点画线及细双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7mm。

(2) 当有两种或更多种图线重合时, 通常应按照图线所表达对象的重要程度, 优先选择绘图顺序: 可见轮廓线→不可见轮廓线→尺寸线→各种用途的细实线→轴线和对称线(中心线)→假想线。

(3) 图线与图线平行、相交、相切等的画法见表 1-6。

表 1-6 常用图线的画法

要求	图 例	
	正 确	错 误
为保证图样的清晰度, 两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7mm		
点画线、双点画线的首末两端应是画, 而不是点		
各种线型应恰当地相交于画线处。即各种线型相交时, 都应以画相交, 而不应该是点或间隔		

要 求	图 例	
	正 确	错 误
虚线直线在粗实线的延长线上相接时,虚线应留出间隔 虚线圆弧与粗实线相切时,虚线圆弧应留出间隔		
细点画线的两端应超出相应轮廓线 2~5mm 在绘制较小图形时,其轴线、对称中心线应用短中心线画出		

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

尺寸是图样的重要内容之一。GB/T 4458.4—2003《机械制图 尺寸注法》和 GB/T 16675.2—1996《技术制图 简化表示法 第2部分:尺寸注法》中对尺寸标注作了专门规定,在绘制、阅读图样时必须严格遵守国家标准中规定的原则和标注方法。

1. 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(包括技术要求和其他说明)的尺寸,以毫米为单位时,不需标注计量单位的代号或名称,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) 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,并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸的组成 完整的尺寸一般由尺寸数字、尺寸线、尺寸界线等要素组成,如图 1-9 所示。

尺寸线终端有箭头和斜线两种形式,如图 1-10 所示。箭头的形式适用于各种类型的图样。当尺寸线的终端采用斜线形式(用细实线绘制)时,尺寸线与尺寸界线必须相互垂直。同一张图样中只能采用一种尺寸线的终端形式。一般机械图样的尺寸线终端画箭头,土建图的尺寸线终端画斜线。

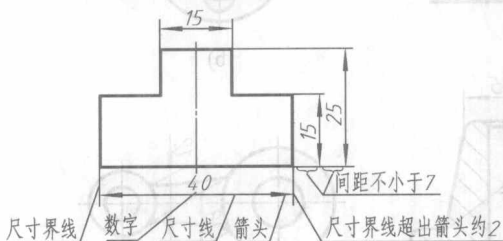


图 1-9 尺寸的组成与标注

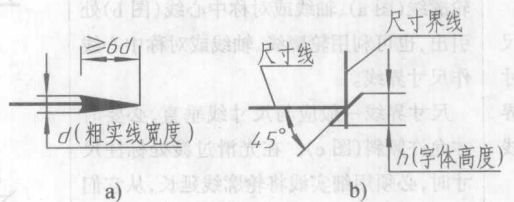


图 1-10 尺寸线的终端形式

a) 箭头(已放大) b) 斜线