



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

© 郑阿奇 主编
© 徐文胜 马 骏 编著

计算机绘图

Computer Drawing



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

计算机绘图

郑阿奇 主编

徐文胜 马 骏 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书内容包括制图基础、机械制图、计算机绘图基础和计算机绘图实践等。第1部分为制图基础,由浅入深、由易到难地通过一系列的绘图和读图的练习,重点帮助学生逐步建立起空间图形的概念,由点、线、面到体,建立空间模型的抽象概念。第2部分安排了计算机绘图基础,介绍 AutoCAD 2008 的基本内容,学生可以使用教材的实例进行上机实验。第3部分介绍计算机绘图实践,训练学生应用计算机实践机械制图的能力。第4部分为制图基础手绘练习题,可通过<http://www.hxedu.com.cn>免费下载。

本书可作为大学本科、高职高专有关课程的教材,也可作为自学教材和有关人员的参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

计算机绘图/郑阿奇主编. —北京:电子工业出版社, 2009.1

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-121-07655-8

I. 计… II. 郑… III. 自动绘图—高等学校—教材 IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 168084 号

责任编辑:赵云峰 特约编辑:张荣琴

印 刷: 北京牛山世兴印刷厂
装 订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 20.5 字数: 525 千字

印 次: 2009 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 29.80 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

机械技术图样是信息的载体,现代工业生产中的机器、仪器、设备等从设计、制造到使用、维护和保养都离不开机械图样。设计者通过图样表达设计对象;制造者通过图样了解制造对象的设计和工艺要求;使用者通过图样了解使用对象的结构性能。显然,机械图样是工程技术界表达和交流思想必不可少的技术文件,人们常把图样比喻为“工程界的语言”。

机械制图既有系统的理论性,又有较强的实践性,通过手工绘图来实现实践性虽然是必要的,但却远远不够。在实际使用的过程中,计算机绘图才能解决实践性的问题。目前,市场上适应这种要求的教材很少,本书就是为了适应这种要求而编写的。我们总结长期从事机械制图、计算机绘图教学和工程实践的经验和体会,又吸取由我们编著的在市场上长时间热销的制图基础、AutoCAD 实用教程(共2版,近20万册)的成功经验,编写、出版本书,这是读者学习这门课程教材的一个新选择。

本书内容包括制图基础、机械制图、计算机绘图基础和计算机绘图实践等。第1部分为制图基础,在掌握基本理论和基本概念的基础上,由浅入深、由易到难地通过一系列的绘图和读图的练习,使学生逐步建立起空间图形的概念。重点是帮助学生由点、线、面到体,建立空间模型的抽象概念。计算机绘图是当前机械技术图样实现的主要手段,为了进行计算机绘图,本书第2部分安排了计算机绘图基础,介绍 AutoCAD 2008 的基本内容,可以使用教材的实例进行上机实验。第3部分介绍计算机绘图实践,训练学生应用计算机实践机械制图的能力。这部分的内容既可以在手绘训练的基础上,又可以在制图基础后直接进行。第4部分为制图基础手绘练习题,可免费下载,降低了教材的价格,用户可以根据需要选择。

本书配套教学课件、辅助绘图文件和制图基础手绘练习题,请到华信网 <http://www.hxedu.com.cn> 网站免费下载。

本书由南京师范大学徐文胜、马骏编写,南京师范大学郑阿奇统编和定稿。

由于作者的水平有限,错误之处还请大家批评指正。我们的 E-mail: zaq_book@163.com, 我们会在华信网上及时反馈信息。感谢你选择本书!

编者

2008.7

目 录

第1部分 制图基础

第1章 制图基本知识	1
1.1 《机械制图》与《技术制图》国家标准	1
1.1.1 图纸幅面和格式 (GB/T 14689—1993)	1
1.1.2 比例 (GB/T 14690—1993)	3
1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993)	4
1.1.4 图线 (GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)	4
1.1.5 尺寸注法 (GB/T 4458.4—2003)	5
1.2 绘图工具及仪器的使用	8
1.2.1 图板、丁字尺、三角板	8
1.2.2 圆规和分规	8
1.2.3 曲线板	8
1.2.4 铅笔	8
1.3 几何作图	8
1.3.1 斜度和锥度	8
1.3.2 圆弧连接	9
1.4 平面图形的分析	9
1.4.1 平面图形的尺寸分析	9
1.4.2 平面图形的线段分析	9
1.4.3 平面图形的画图步骤	10
第2章 立体的投影	12
2.1 投影法的基本知识	12
2.1.1 投影法的基本概念	12
2.1.2 投影的基本性质	13
2.2 物体的三视图	14
2.2.1 三视图的形成	14
2.2.2 三视图的投影特性	16
2.2.3 三视图的画法与步骤	16
2.3 立体的投影分析	17
2.3.1 点的投影	17
2.3.2 直线的投影	18
2.3.3 平面的投影	21
2.4 基本几何体的投影与投影特性	23
2.5 基本几何体表面交线的投影	25
2.5.1 在立体表面上取点、取线	25

2.5.2	平面与立体表面的交线	27
2.5.3	两曲面立体表面的交线	32
第3章	换面法	36
3.1	概述	36
3.2	换面法的基本作图方法	37
3.2.1	点的一次变换	37
3.2.2	点的二次变换	37
3.3	换面法的应用实例	38
第4章	组合体	41
4.1	组合体及其形体分析法	41
4.1.1	组合体的组合形式	41
4.1.2	相邻两表面的连接关系	42
4.2	画组合体视图	43
4.3	组合体的尺寸标注	44
4.4	看组合体视图	47
4.4.1	看图的基本要领	48
4.4.2	看图的基本方法	48
第5章	轴测图	52
5.1	轴测图的基本知识	52
5.1.1	轴测投影的形成	52
5.1.2	轴间角和轴向伸缩系数	53
5.1.3	轴测投影的分类	53
5.2	正等轴测图	53
5.2.1	正等轴测图的轴间角和各轴向的简化伸缩系数	53
5.2.2	正等轴测图的画法	54
5.3	斜二等轴测图	59
5.3.1	斜二等轴测图的轴间角和轴向伸缩系数	59
5.3.2	斜二等轴测图的画法	59
第6章	机件常用的表达方法	60
6.1	视图	60
6.1.1	基本视图	60
6.1.2	向视图	60
6.1.3	局部视图	61
6.1.4	斜视图	61
6.2	剖视	62
6.2.1	剖视的概念	62
6.2.2	剖视图的种类	64
6.2.3	剖切面的种类	66
6.3	断面图	69
6.3.1	断面图的概念	69

6.3.2	断面图的种类	69
6.3.3	断面图的标注	70
6.4	其他表达方法	72
6.4.1	局部放大图	72
6.4.2	简化表示法	72
6.5	综合应用举例	75
6.6	第三角画法简介	76
第 7 章	标准件和常用件	78
7.1	螺纹及螺纹紧固件	78
7.1.1	螺纹	78
7.1.2	常用螺纹紧固件及其连接的规定画法和标注	84
7.2	键连接和销连接	88
7.2.1	键连接	88
7.2.2	销连接	90
7.3	齿轮	91
7.3.1	标准直齿圆柱齿轮的几何参数、代号和尺寸计算	91
7.3.2	标准直齿圆柱齿轮的规定画法	93
7.4	弹簧与滚动轴承	95
7.4.1	弹簧	95
7.4.2	滚动轴承的表示法 (GB/T 4459.7—1998)	97
第 8 章	零件图	100
8.1	零件图概述	100
8.1.1	零件图的作用	100
8.1.2	零件图的内容	100
8.2	零件的视图表达分析	100
8.2.1	视图选择的一般原则	100
8.2.2	典型零件的视图表达分析	101
8.3	零件图的尺寸标注	103
8.3.1	尺寸基准的选择	103
8.3.2	零件图上标注尺寸的一般原则	105
8.4	零件图上的技术要求	107
8.4.1	表面粗糙度	107
8.4.2	极限与配合	110
8.4.3	形状与位置公差	115
8.5	零件结构的工艺性简介	116
8.6	看零件图	117
第 9 章	装配图	119
9.1	概述	119
9.1.1	装配图的作用	119
9.1.2	装配图的基本内容	119

9.2	装配图上常用的表达方法	119
9.2.1	装配图上的规定画法	120
9.2.2	装配图上的特殊表达方法	121
9.3	装配图的尺寸标注与技术要求	122
9.3.1	尺寸标注	122
9.3.2	技术要求	123
9.4	装配图中零、部件序号, 明细栏与标题栏	123
9.4.1	零、部件序号 (GB/T 4458.2—2003)	123
9.4.2	明细栏 (GB/T 10609.2—1989)	124
9.4.3	标题栏 (GB/T 10609.1—1989)	124
9.5	装配图的画法	125
9.5.1	阅读部件装配示意图、分析部件工作原理及其装配关系	125
9.5.2	机器 (部件) 视图表达方案的选择	125
9.5.3	画部件装配图的步骤	126
9.6	装配结构工艺性简介	126
9.7	看装配图及由装配图拆画零件图	127
9.7.1	看装配图的方法与步骤	127
9.7.2	看装配图示例	128
9.7.3	由装配图拆画零件图	128

第 2 部分 计算机绘图基础

第 10 章	计算机绘图基础	130
10.1	AutoCAD 简介	130
10.2	AutoCAD 基础	130
10.2.1	绘图界面	130
10.2.2	命令输入方式	132
10.2.3	透明命令	133
10.2.4	命令的重复、撤销、重做	133
10.2.5	绘图环境设置	134
10.2.6	草图基本设置	137
10.2.7	坐标输入	139
10.3	显示缩放命令	140
10.4	对象选择方式	141
10.5	绘图命令	142
10.5.1	直线命令 Line	142
10.5.2	圆弧命令 Arc	144
10.5.3	圆命令 Circle	145
10.5.4	矩形命令 Rectangle	146
10.5.5	多段线命令 Pline	147
10.5.6	正多边形命令 Polygon	149

10.5.7	椭圆命令 Ellipse	151
10.5.8	点命令 Point	152
10.5.9	画样条曲线 Spline	154
10.6	修改命令	154
10.6.1	删除 Erase	154
10.6.2	恢复 OOPS	155
10.6.3	复制 Copy	155
10.6.4	镜像 Mirror	156
10.6.5	阵列 Array	156
10.6.6	偏移 Offset	159
10.6.7	移动 Move	160
10.6.8	旋转 Rotate	160
10.6.9	比例缩放 Scale	161
10.6.10	拉伸 Stretch	162
10.6.11	修剪 Trim	163
10.6.12	延伸 Extend	165
10.6.13	打断 Break	167
10.6.14	倒角 Chamfer	167
10.6.15	圆角 Fillet	170
10.6.16	分解 Explode	172
10.6.17	合并 Join	173
10.6.18	多段线编辑 Pedit	174
10.6.19	特性 Properties	176
10.6.20	特性匹配 Matchprop	177
10.6.21	更改为随层 setbylayer	178
10.6.22	使用夹点编辑	178
10.7	文本命令	179
10.7.1	文字样式设置 Style	179
10.7.2	单行文字输入 Text 或 Dtext	181
10.7.3	多行文字输入 Mtext	181
10.7.4	其他文本操作命令	182
10.8	块操作	182
10.8.1	创建块	182
10.8.2	块插入	184
10.9	图案填充命令	185
10.9.1	绘制填充图案	185
10.9.2	编辑修改填充图案	187
10.10	尺寸标注	188
10.10.1	AutoCAD 中尺寸标注的基本规则	188
10.10.2	尺寸样式设置	188

10.10.3 尺寸标注命令	191
----------------------	-----

第3部分 计算机绘图实践

第11章 绘图实践1：基础知识练习	199
11.1 绘制图框及标题栏	199
11.2 平面图形练习——五角星	202
11.3 平面图形练习——线段分析	204
11.4 平面图形练习——扳手	209
11.5 基础知识练习	216
第12章 绘图实践2：绘制点的投影	218
12.1 求点的第三个投影	218
12.2 表面取点	218
12.3 圆柱上的截交线的绘制	220
12.4 圆锥上的截交线的绘制	223
12.5 柱柱正交相贯线的绘制	227
12.6 点的投影练习	228
第13章 绘图实践3：换面法练习	233
13.1 换面法绘制实例	233
13.2 换面法练习	243
第14章 绘图实践4：组合体练习	245
14.1 组合体练习	245
14.2 组合体练习图	250
第15章 绘图实践5：轴测图绘制练习	254
15.1 正等轴测图	254
15.2 斜二等轴测图	259
15.3 轴测图练习	262
第16章 绘图实践6：剖视图绘制练习	264
16.1 绘制全剖视图	264
16.2 绘制半剖视图	265
16.3 表达方法练习	270
第17章 绘图实践7：零件图绘制练习	276
17.1 零件图示例	276
17.2 零件图练习	280

第4部分 制图基础手绘练习题

附录A 极限与配合	282
附录B 螺纹	289
附录C 螺栓	291
附录D 双头螺柱	292
附录E 螺钉	294

附录 F	螺母	298
附录 G	垫圈	301
附录 H	键	304
附录 I	销	305
附录 J	紧固件通孔及沉孔尺寸	307
附录 K	滚动轴承	308
附录 L	常用材料及热处理名词解释	311

第 1 部分 制图基础

第 1 章 制图基本知识

本章主要介绍国家标准《技术制图》和《机械制图》中有关图幅、图线、字体等内容，并以平面几何为基础，介绍绘制机械图样时常用的几何作图方法，为绘图方法和格式提供基础知识。

1.1 《机械制图》与《技术制图》国家标准

机械图样是表达和交流技术思想的工具，是“工程技术界的语言”。为了便于生产、管理和交流，必须对图样的画法、尺寸标注方法等做出统一的规定。《机械制图》国家标准是我国颁布的一项重要技术标准，是在遵守《技术制图》标准中基本规定的前提下，做出的必要的技术性的具体补充。

我国的国家标准（简称国标）的代号是“GB”，如 GB/T 14689—1993，其中 GB/T 表示推荐国标，14689 是编号，1993 是发布年号。

1993 年以来，在《技术制图》与《机械制图》国家标准中，分别对图纸的幅面及格式，比例、字体、图线、尺寸标注方法等做出了一系列新的规定或对老标准进行了替代。

1.1.1 图纸幅面和格式（GB/T 14689—1993）

1. 图纸幅面尺寸

为了便于图样的绘制、使用和管理，绘制图样时，应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面，必要时可按国标规定加长幅面，加长幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得到。

表 1-1 基本图纸幅面及边框尺寸

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

2. 图框格式

在图纸上需用粗实线画出图框，其格式分为留装订边（图 1-1）和不留装订边（图 1-2）两种，但同一产品的图样应采用相同的格式。加长幅面的图框尺寸，按所选用的基本幅面大

一号的图框尺寸确定。

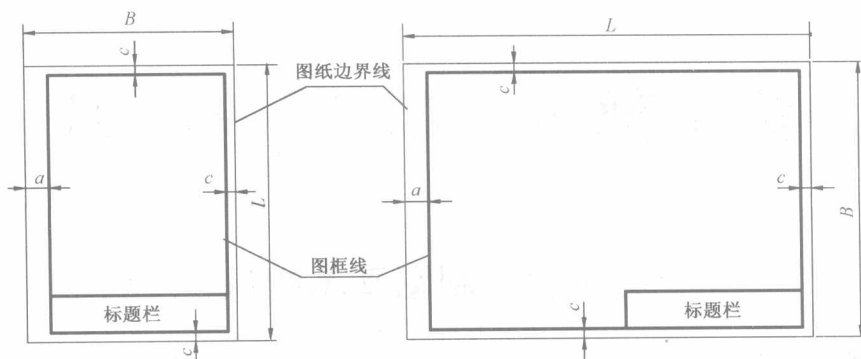


图 1-1 留装订边的图框格式

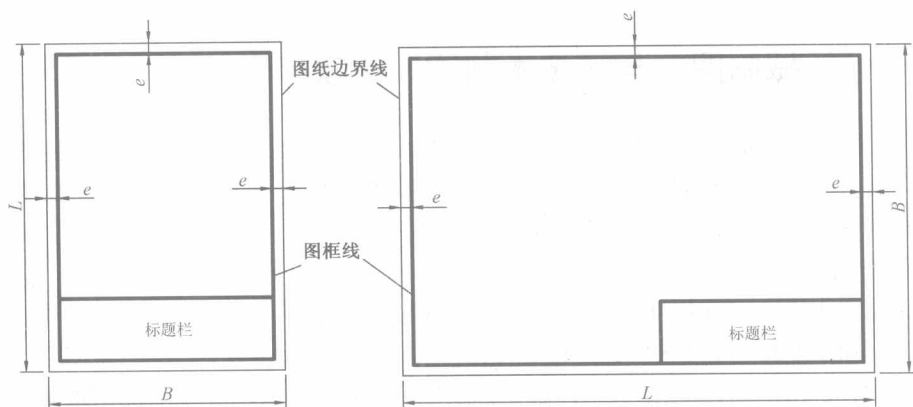


图 1-2 不留装订边的图框格式

3. 标题栏的方位与格式

每张图纸上都必须画出标题栏，它的基本要求、内容、尺寸等应遵守 GB/T 10609—1989 《技术制图标标题栏》的规定，其格式如图 1-3 所示。为了学习方便，在学校的制图作业中，建议采用如图 1-4 所示的格式。

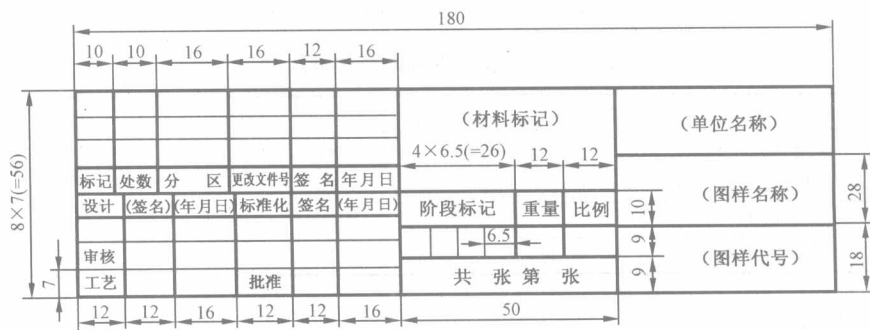


图 1-3 标题栏的格式

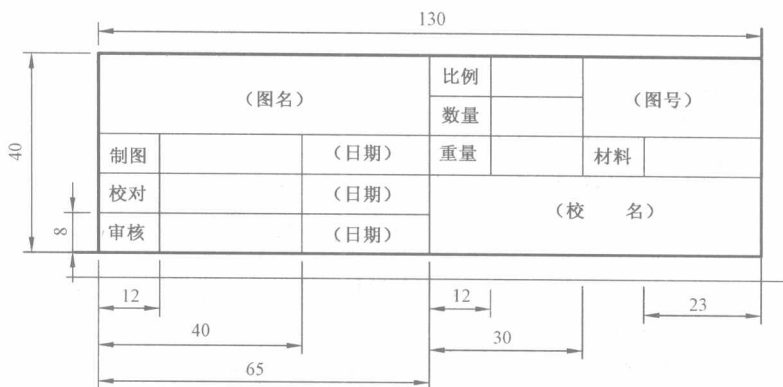


图 1-4 学生作业用标题栏

根据视图的布置需要，图纸可以横放（长边位于水平方向）或竖放（短边位于水平方向），标题栏应位于图框右下角，如图 1-1、图 1-2 所示，这时看图与看标题栏的方向一致。对于预先印制的图纸，允许将图纸逆时针旋转 90° ，标题栏位于图框右上角，如图 1-5 所示。此时，为了明确绘图与看图方向，应在图纸的下边对中符号处画一个方向符号，方向符号是用细实线绘制的等边三角形。

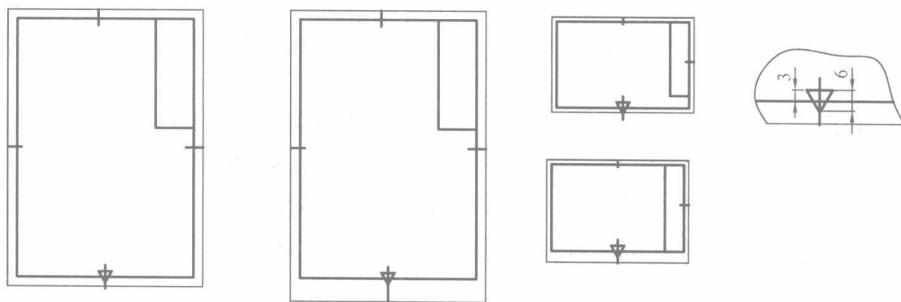


图 1-5 对中符号和方向符号的大小与位置

1.1.2 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。比值为 1 的比例称为原值比例，比值大于 1 的比例称为放大比例，比值小于 1 的比例称为缩小比例。

当设计需要按比例绘制图形时，应先从表 1-2 中选用优先比例，必要时也可选用允许比例。

表 1-2 规定的比例

种 类	优先选用比例	允许选用比例
与实物相同	1:1	
缩小的比例	1:2 1:5 1:2×10 ⁿ ...	1:1.5 1:2.5 1:3 1:4 1:6 1:1.5×10 ⁿ ...
放大的比例	5:1 2:1 5×10 ⁿ :1...	4:1 2.5:1 4×10 ⁿ :1 2.5×10 ⁿ :1 ...

如图 1-6 所示为同一机件采用不同比例所绘制的图形。

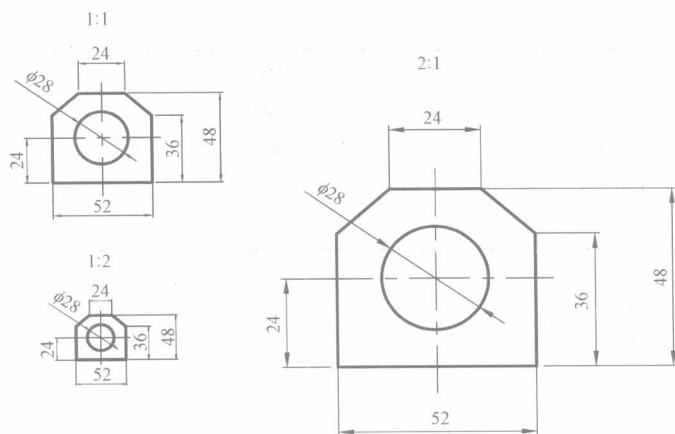


图 1-6 采用不同比例绘制的图形

绘制同一机件的各个图形原则上采用相同的比例，并在标题栏的“比例”一栏中进行填写。当某个图形需要采用不同的比例时，必须按规定另行标注。

1.1.3 字体（GB/T 14691—1993）

图样中除图形外，还需用汉字、字母、数字等来标注尺寸和说明机件在设计、制造、装配时的各项要求。

为了图样的清晰和美观，不致因字体不规范而造成误解，给生产带来麻烦和损失，图样中的字体书写必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体高度（用 h 表示）的公称尺寸系列：1.8、2.5、3.5、5.7、10、14、20mm。如需书写更大字体，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。

1. 汉字

图样上的汉字应写成长仿宋体，并应采用中华人民共和国国务院正式公布推广的《汉字简化方案》中规定的简化汉字，汉字高度 h 应不小于 3.5mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。长仿宋体汉字的书写要领是：横平竖直，注意起落，结构均匀，填满方格。

2. 字母和数字

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，只允许选用同一种形式的字体。

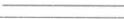
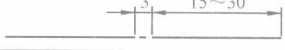
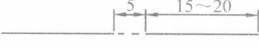
字母和数字可写成直体或斜体。斜体字头向右倾斜，与水平基准线成 75° 。图样中常用的字母有拉丁字母和希腊字母两种，每种字母可分为大写和小写两种。

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

国家标准规定了图线的名称、形式、结构、标记及画法规则。它适用于各种技术图样，如机械、电气、建筑和土木工程图样等。GB/T 17450—1998 及 GB/T 4457.4—2002 规定，在机械图样中采用粗、细两种线宽，粗线的宽度 d 应按图的大小和复杂程度，在 0.5、0.7、1、

1.4、2mm 五个数值中选用，细线的宽度为粗线宽度 d 的 $1/2$ 。线型的规定见表 1-3。为了保证图样清晰、易读和便于微缩复制，应尽量避免在图样中出现宽度小于 0.18mm 的图线。

表 1-3 线型的规定

名称代号	形式	宽度	主要用途
粗实线		d (0.5~2mm)	可见轮廓线
细实线		约 $d/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、引出线
细虚线		约 $d/2$	不可见轮廓线
细点画线		约 $d/2$	轴线、对称或心线
粗点画线		d	限定范围表示线
细双点画线		约 $d/2$	相邻辅助零件的轮廓线、可动零件的极限位置的轮廓线、中断线等
双折线		约 $d/2$	断裂处的边界线
波浪线		约 $d/2$	断裂处的边界线、视图和局部剖视的分界线

如图 1-7 所示为各种形式图线的应用示例。

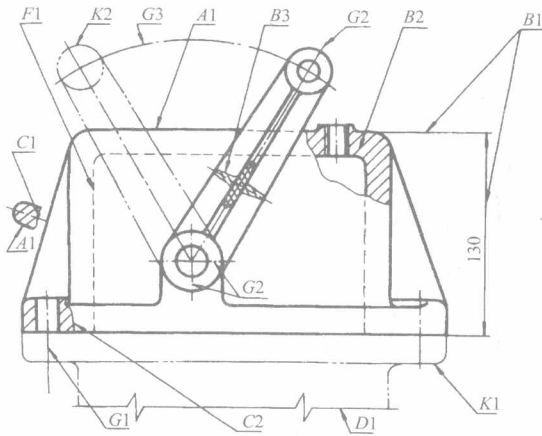


图 1-7 图线的应用示例

在同一图样中，同类图线的宽度应基本保持一致；虚线、细点画线、双点画线的线段长度和间隔也应各自大致相等。

1.1.5 尺寸注法（GB/T 4458.4—2003）

图形只能表达机件的结构形状，而机件的大小则由所标注的尺寸来确定，它是制造机件的依据。图样中标注的尺寸应该做到正确、清晰、完整，要严格遵守国标中尺寸注法的有关规定。

1. 基本规则

国标中的基本规则主要有以下几条。

(1) 机件的真实大小应以图样中所注的尺寸数值为准，与图形大小及绘图的准确度无关。

(2) 图样中凡以 mm 为计量单位的尺寸, 不必标出其尺寸单位的代号或名称, 若采用其他计量单位, 则必须注明其相应的计量单位代号或名称。

(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) 机件的每一尺寸在图样中一般只标注一次, 并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸的组成及注法

尺寸的组成及注法如表 1-4 所示。

表 1-4 尺寸的组成及注法

项目	图 例	说 明
尺寸 的组 成		一个完整的尺寸一般由 4 部分组成: 尺寸界线、尺寸线、尺寸数字和尺寸终端
尺寸 界线 和尺 寸线		尺寸界线用细实线绘制, 并由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出。也可直接利用这些线作为尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直, 必要时才允许倾斜, 尺寸界线的长短一般以超过箭头 2~3mm 为宜; 尺寸线用细实线绘制, 标注线性尺寸的尺寸线时, 尺寸线应平行于被标注的线段, 其间隔及两平行的尺寸线间的间隔约为 5~7mm; 尺寸线不能用其他图线来代替, 也不允许画在其他图线的延长线上; 一般大尺寸线注在小尺寸线的外面, 尽量避免尺寸线间或尺寸线与尺寸界线之间相交
尺寸 终端		尺寸终端一般采用箭头形式。在位置不够的情况下, 允许用斜线或圆点代替箭头
尺寸 数字		线性尺寸的数值一般应注写在尺寸线的上方, 也允许注写在尺寸线的中断处; 线性尺寸数字的方向, 一般应按如图 (a) 所示的方向注写, 并尽可能避免在如图 (a) 所示 30° 范围内标注尺寸, 当无法避免时, 可按如图 (b) 所示的形式标注