



面向21世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century



北京高等教育精品教材
BEIJING GAODENG JIAOYU JINGPIN JIAOCAI

获中国工程图学学会优秀教材奖

机械制图

(第二版)

主编 张彤 樊红丽 焦永和

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

面向 21 世纪课程教材
北京市高等教育精品教材
获中国工程图学学会优秀教材奖

机械制图

(第二版)

主编 江苏工业学院图书馆 焦永和
藏书章

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书是作者在总结和吸取了多年来教学改革实践经验编写而成的,教材内容符合高等学校工科制图课程教学指导委员会制定的《画法几何及机械制图课程教学基本要求》。将工程图学构型设计、AutoCAD 绘图软件、徒手绘图等与投影理论、最新国家标准融为一体,是本书的突出特色。本书内容包括:制图基本知识,计算机绘图基础,正投影基础,点、直线和平面的投影,直线、平面的相对位置,投影变换,曲线、曲面的投影,平面、直线、立体与立体相交,组合体,轴测图、透视图与徒手图,图样画法,标准件、齿轮、弹簧、零件图,装配图等十四章。本书与《机械制图习题集》配套使用,可作为高等学校机械类各专业的教科书,也可供其他各类学校有关师生和相关工程设计技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/张彤,樊红丽,焦永和主编.—2版.—北京:北京理工大学出版社,2006.7

ISBN 7-81045-772-1

I. 机… II. ①张…②樊…③焦… III. 机械制图—高等学校—教材
IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 056223 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京圣瑞伦印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 28.5

字 数 / 680 千字

版 次 / 2006 年 7 月第 2 版 2006 年 7 月第 5 次印刷

印 数 / 17001 ~ 23000 册

定 价 / 36.50 元

责任校对 / 陈玉梅

责任印制 / 刘京凤

图书出现印装质量问题,本社负责调换

再版前言

本教材自 2001 年 7 月出版以来,被许多院校选用,并获得好评。

本次修订,听取了不少用户的意见与建议,并根据即将颁布的“教学基本要求”,对教材的部分内容进行了更新与调整。

本书是以设计为主线的机械基础系列课程中的教材,体现了培养工程形体构型和图形设计与表达能力、创新意识和工程素质的教学目标。

新版教材主要有以下主要特点:

(1) 加强了工程图学构型设计的内容。本书重点结合平面图形、基本立体和组合体、零件图、装配图等章节介绍了有关构型设计的理论、原则和方法,构型设计的训练贯穿全课程。增加的构型设计内容有利于培养学生的形体想象、空间思维、尤其是创造性思维能力,可以充分地调动学生的学习兴趣 and 积极性,提高教学效率和效果。

(2) 增加了计算机三维造型的内容。本书在保留原版教材计算机二维绘图内容的基础上,增加了三维造型的内容。并根据近几年的教学实践经验,将其集中在最后一章,便于在教学中灵活选用。二维绘图部分简单介绍了 AutoCAD 绘图软件的基本绘图功能;三维造型部分介绍了用 Inventor 软件构造三维形体的功能。本教材的计算机绘图部分主要培养学生合理地运用软件绘制工程图以及三维造型的能力。

(3) 增强了徒手绘图。徒手绘图是现代工程技术设计尤其是创意设计的一种必需的能力。本书第一章集中讲授了徒手绘制平面图的方法。徒手绘图的训练贯穿在全课程的作业实践中,教学中可将一部分传统的尺规作业改为徒手图,以加强徒手图能力的培养。

(4) 投影理论是全书的基础和主体。投影法是绘制几何形体、零部件图的理论基础,投影理论构成了全书的主体和核心,体现了机械制图与画法几何的内在联系。

(5) 采用最新国家标准。全书采用了国家标准局颁布的《技术制图》和《机械制图》等有关最新国家标准,根据课程内容的需要,选择并分别编排在正文或附录中,以树立贯彻最新国家标准的意识和培养学生查阅国家标准的能力。

(6) 习题类型多样化。与本书配套使用的有《机械制图习题集》。在习题集中仍以尺规作图题为主,此外还有徒手图、构型设计、软件绘图、填空、选择、判断等题型,另有适当的作业指导。习题形式多样活泼,利于开拓思路,学生可以不同形式、从不同角度深入理解和掌握课程内容,培养灵敏的思维和适应能力。

本套教材可供高等院校机械类专业的学生使用,也可作为其他专业的教学参考书。

参加本次修订的人员是:焦永和(绪论、第二章、第三章、第四章、第十一章、附录),张彤(第一章、第十二章第五小节),樊红丽(第五章、第七章),杨薇(第六章),佟献英(第八章),罗会甫(第九章、第十四章第二小节),张京英(第十章、第十二章第一至四小节),罗军(第十三章),李莉(第十四章第一小节)。

北京科技大学窦忠强教授审阅了全书,提出了许多宝贵的意见,在此表示诚挚的谢意。

由于水平所限,书中会有不少不当之处,恳请读者批评指正。

编者

2005 年 11 月于北京理工大学

目 录

绪论	1
第一章 制图的基本知识	2
§ 1.1 国家标准有关制图的规定	2
§ 1.2 几何作图	18
§ 1.3 平面图形尺寸分析及画法	23
§ 1.4 平面图形的构型设计	29
§ 1.5 徒手绘图	34
本章小结	36
第二章 正投影图基础	37
§ 2.1 投影法	37
§ 2.2 平行投影的基本性质	38
§ 2.3 工程上常用的几种投影图	40
§ 2.4 物体的正投影图	43
本章小结	45
第三章 点、直线和平面的投影	46
§ 3.1 点的投影	46
§ 3.2 直线的投影	51
§ 3.3 平面的投影	63
本章小结	75
第四章 直线、平面的相对位置	76
§ 4.1 平行关系	76
§ 4.2 相交关系	79
§ 4.3 垂直关系	86
§ 4.4 点、线、面综合题及其解法	90
本章小结	95
第五章 投影变换	96
§ 5.1 概述	96
§ 5.2 变换投影面法	97
§ 5.3 旋转法	109
本章小结	117
第六章 曲线与曲面	118
§ 6.1 曲线概述	118
§ 6.2 曲线的投影	118
§ 6.3 曲面概述	122

§ 6.4	曲面的投影	123
§ 6.5	螺旋线和螺旋面	132
§ 6.6	曲面的切平面	135
	本章小结	140
第七章	立体的投影与相交	141
§ 7.1	立体的投影	141
§ 7.2	平面与立体相交	146
§ 7.3	直线与立体相交	159
§ 7.4	立体与立体相交	163
	本章小结	175
第八章	组合体的视图	177
§ 8.1	基本立体的视图	177
§ 8.2	组合体的构成方式和视图	179
§ 8.3	组合体的构型设计	184
§ 8.4	组合体读图	188
§ 8.5	组合体的尺寸标注	193
	本章小结	198
第九章	轴测图	199
§ 9.1	轴测投影的基本概念	199
§ 9.2	正等轴测投影	201
§ 9.3	斜轴测投影	209
§ 9.4	轴测图画法举例与尺寸标注	212
	本章小结	216
第十章	图样画法	217
§ 10.1	视图	217
§ 10.2	剖视图	221
§ 10.3	断面图	230
§ 10.4	局部放大图	233
§ 10.5	简化画法	233
	本章小结	238
第十一章	标准件、常用件	240
§ 11.1	螺纹	240
§ 11.2	螺纹紧固件及其连接的画法	249
§ 11.3	键及其连接	258
§ 11.4	销及其连接	260
§ 11.5	齿轮	261
§ 11.6	弹簧	273
§ 11.7	滚动轴承	278
	本章小结	280

第十二章 零件图	281
§ 12.1 零件图的内容和绘制过程	281
§ 12.2 零件构型设计	283
§ 12.3 零件表达方案的选择	290
§ 12.4 零件图的尺寸标注	297
§ 12.5 零件图的技术要求	308
本章小结	330
第十三章 装配图	332
§ 13.1 装配图的内容	332
§ 13.2 部件或机器的表达	332
§ 13.3 装配体结构构型设计	341
§ 13.4 装配图的尺寸和技术要求	345
§ 13.5 装配图中零、部件序号	346
§ 13.6 部件测绘和装配图的画法	347
§ 13.7 读装配图和拆画零件图	359
本章小结	364
第十四章 计算机绘图及三维造型基础	365
§ 14.1 AutoCAD 软件应用简介	365
§ 14.2 计算机三维造型基础	379
本章小结	391
附 录	392
§ 1 尺规绘图工具	392
§ 2 第三角画法	395
§ 3 标准锥度	396
§ 4 螺纹	397
§ 5 倒圆、倒角、退刀槽、螺栓通孔	402
§ 6 螺纹紧固件	405
§ 7 键、销	421
§ 8 滚动轴承和钢球	425
§ 9 常用标准件补充图例	431
§ 10 表面粗糙度参数	432
§ 11 极限与配合和形位公差	433
§ 12 常用材料	442
§ 13 常用热处理和表面处理	446

绪论 第一章

一、本课程的性质

图形是人类社会生活与生产过程中进行信息交流的重要媒体。采用一定的投影方法及按规定绘制的图形称为图样。

在生产和科学研究中,设计者用图样表达设计的产品,制造者从图样了解产品的设计要求并制造产品,图样还被用来进行技术交流,以及产品的检验与维修。因此,图样是设计的成果、制造与检验维修的依据、交流的工具。生产实践与科学研究都离不开图样,它是工程界的技术语言。工程技术人员应当熟练地掌握这一技术语言。

机械制图是研究机械工程图样的阅读与绘制的一门技术基础课程。

二、本课程的任务

本课程的任务是:

- (1) 学习投影法的基本理论及其应用。
- (2) 培养对三维形体的空间思维能力与构型设计能力。
- (3) 培养将工程技术问题抽象为几何问题并进行图解的初步能力。
- (4) 培养阅读与绘制机械工程图样的基本能力。
- (5) 培养利用计算机绘制图样以及用计算机构造三维形体的初步能力。

此外,在教学过程中,注重培养分析问题和解决问题的能力以及创造性思维能力;培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风,这对于工程技术人员来说都是十分重要的。

三、本课程的内容

本课程的主要内容包括以下几个方面:

- (1) 用投影的方法在二维平面上表达三维空间几何元素和形体,以及图解空间几何问题的基本理论和方法。
- (2) 绘制和阅读机械工程图样的理论、方法和国家标准的有关规定。
- (3) 使用仪器绘图、徒手绘图的基本方法与技能。
- (4) 一般机械零件和部件的结构知识、技术要求和构型设计方法。
- (5) 计算机绘图及计算机三维造型的基础知识和基本操作方法。

第一章 制图的基本知识

工程图样是现代工业生产中必不可少的技术资料,工程技术人员均应熟悉和掌握有关制图的基本知识和技能。本章将着重介绍国家标准《技术制图》和《机械制图》中关于“图纸幅面和格式”、“比例”、“字体”、“图线”、“尺寸标注”等有关规定,并简略介绍平面图形的基本画法、尺寸标注及平面图形的构型设计。

§ 1.1 国家标准有关制图的规定

为了适应现代化生产、管理的需要和便于技术交流,国家质量技术监督局依据国际标准化组织制定的国际标准,制定并颁布了《技术制图》和《机械制图》国家标准,简称“国标”,代号“GB”。本节摘录了“国标”中有关绘图的基本规定,在绘制工程图样时,必须严格遵守这些规定。

1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689—1993)

1. 图纸幅面 绘制图样时,应优先采用表 1-1 中规定的图纸幅面尺寸。图幅代号分别为 A0、A1、A2、A3、A4 五种。

表 1-1 图纸幅面 mm

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

必要时,可以按规定加长图纸的幅面,加长幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出,见图 1-1。图中粗实线为第一选择的基本幅面;细实线为第二选择的加长幅面;虚线为第三选择的加长幅面。

2. 图框格式 在图纸上必须用粗实线画出图框,图样必须绘制在图框内部。其格式分为留有装订边和不留装订边两种,见图 1-2。同一产品的图样只能采用一种图框格式。

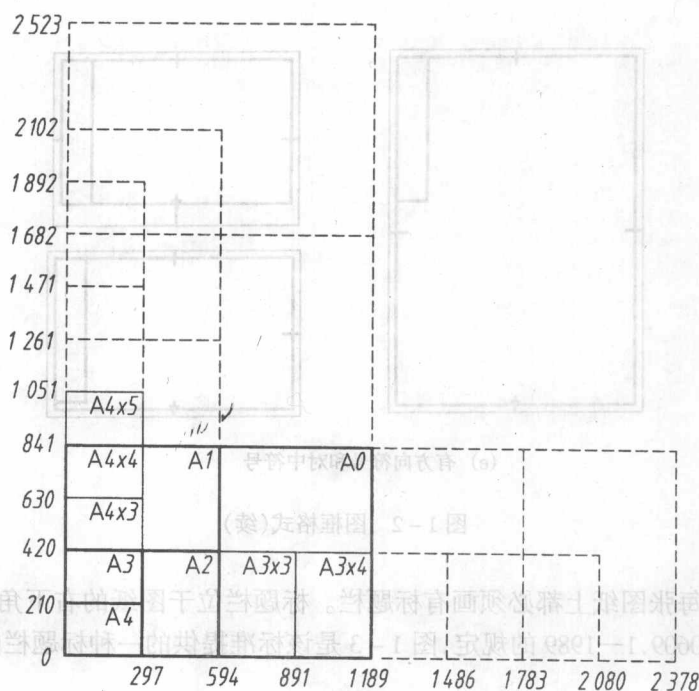


图 1-1 图纸幅面

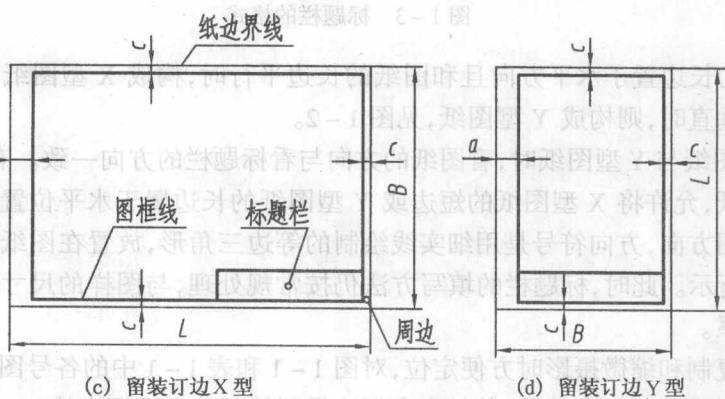
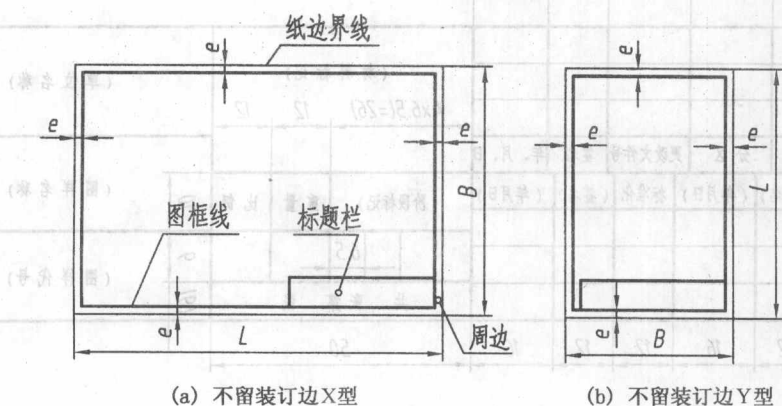
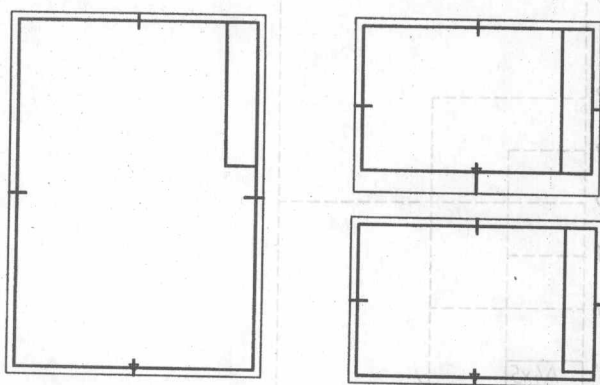


图 1-2 图框格式



(e) 有方向符号和对中符号

图 1-2 图框格式(续)

3. 标题栏 每张图纸上都必须画有标题栏。标题栏位于图纸的右下角,其格式和尺寸要遵守国标 GB/T 10609.1—1989 的规定,图 1-3 是该标准提供的一种标题栏的格式举例。

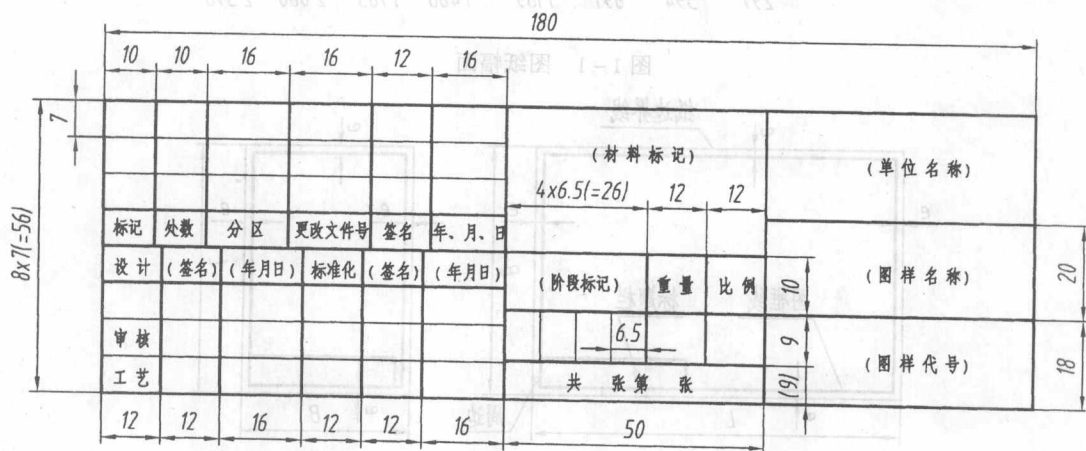


图 1-3 标题栏的格式

当标题栏的长边置于水平方向且和图纸的长边平行时,构成 X 型图纸,若标题栏的长边和图纸的长边垂直时,则构成 Y 型图纸,见图 1-2。

采用 X 型图纸与 Y 型图纸时,看图纸的方向与看标题栏的方向一致。有时为了充分利用已印刷好的图纸,允许将 X 型图纸的短边或 Y 型图纸的长边置于水平位置使用,但必须用方向符号指示看图方向,方向符号是用细实线绘制的等边三角形,放置在图纸下端对中符号处,如图 1-2 (e) 所示。此时,标题栏的填写方法仍按常规处理,与图样的尺寸标注、文字说明无确定的直接关系。

为使图样复制和缩微摄影时方便定位,对图 1-1 和表 1-1 中的各号图纸,均应在各边中点处分别用粗实线绘制对中符号,其长度自纸边界开始至伸入图框内约 5 mm,见图 1-2(e)。

4. 明细栏 装配图中一般应有明细栏,明细栏的格式由 GB/T 10609.2—1989 规定,如图 1-4。

180							
8	40	44	8	38	10	12	(20)
7							
14	序号	代号	名称	数量	材料	单件重量	总计重量
							备注
(标题栏)							

图 1-4 装配图中明细栏的格式

为了简化学生练习,本教材推荐制图练习用的标题栏、明细栏,如图 1-5。

15	25	25	15	25	
8	序号	代号	零件名称	数量	材料
					备注
(图名)					比例
					图号
制图	(签名)	(日期)	(学校、班级名称)		15
审核	(签名)	(日期)			25
15	25	25	140		

图 1-5 练习使用的标题栏及明细栏格式

1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)

图样的比例是指图形与实物相应要素的线性尺寸之比。线性尺寸是指能用直线表达的尺寸,例如直线长度。

图样比例分为原值比例、放大比例、缩小比例三种,绘制图样时,应根据实际需要按表 1-2 中规定的系列选取适当的比例。应尽量按机件的实际大小(1:1)画图,以便能直接从图样上看出机件的真实大小。必要时,亦允许采用表 1-3 的比例。

绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例,并在标题栏的比例一栏中标明。当某个视图需要采用不同的比例时,必须另行标注。应注意,不论采用何种比例绘图,尺寸数值均按原值注出,如图 1-6。

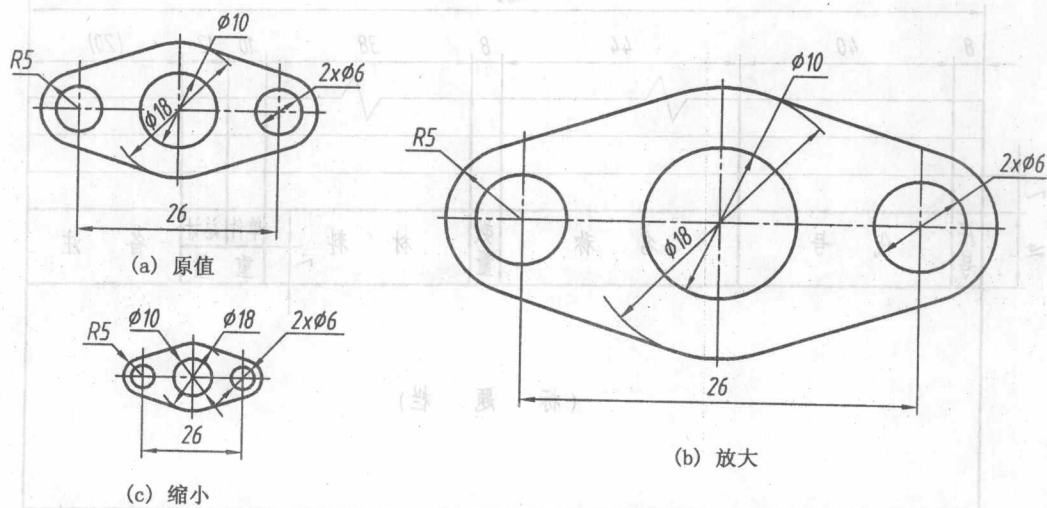


图 1-6 比例

表 1-2 优先选用的比例系列

种 类	比 例		
原值比例	1:1		
放大比例	2:1 (2×10^n):1	5:1 (5×10^n):1	(1×10^n):1
缩小比例	1:2 1:(2×10^n)	1:5 1:(5×10^n)	1:10 1:(1×10^n)

注: n 为正整数

表 1-3 比例系列

种 类	比 例					
放大比例	4:1	(4×10^n):1	2.5:1	(2.5×10^n):1		
缩小比例	1:1.5 1:3	1:(1.5×10^n) 1:(3×10^n)	1:2.5 1:4	1:(2.5×10^n) 1:(4×10^n)	1:6	1:(6×10^n)

注: n 为正整数

1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993)

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,单位为毫米)的公称尺寸系列为:

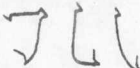
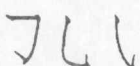
1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20。

如需书写更大的字,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。

1. 汉字 汉字应写成长仿宋体字,并应采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度 h 不应小于3.5 mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

长仿宋体汉字的书写要领是:横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。其基本笔画有点、横、竖、撇、捺、挑、钩、折等八种,其书写过程和实际笔画见表1-4。

表 1-4 汉字基本笔画

基本笔画	横	竖	撇	捺	点	挑	钩	折
笔锋轨迹								
实际笔画								

汉字除单体字外,一般由上、下或左、右几部分组成,书写时各部分的比例要匀称,结构要紧凑。常见的结构有1/2,1/3,2/3,2/5,3/5等形式。

汉字结构示例

$\frac{1}{2}$ 装 $\frac{1}{3}$ 意 $\frac{1}{3}$ 最 $\frac{2}{5}$ 贯 $\frac{3}{5}$ 孔 抛 沉 锥
 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$ $\frac{2}{3}$ $\frac{2}{5}$ $\frac{3}{5}$

汉字书写示例—长仿宋体

10号字

字体工整 笔画清楚
间隔均匀 排列整齐

7号字

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

5号字

技术制图 机械电子 汽车航空 船舶土木 建筑矿山 井坑港口 纺织服装

2. 数字和字母 数字和字母分为A型和B型。A型字体的笔画宽度为字高的十四分之一; B型字体的笔画宽度为字高的十分之一。数字和字母均可写成斜体或直体,斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成75°。在同一张图样上,只允许选用一种型式的字体。

阿拉伯数字书写示例:

A 型斜体

0123456789

B 型直体

0123456789

罗马数字书写示例:

A 型斜体

IIIIIIIVVVVVVVIIIIIXX

B 型直体

IIIIIIIVVVVVVVIIIIIXX

字母书写示例:

A 型大写斜体

ABCDEFGHIJKLMN

OPQRSTUVWXYZ

A 型小写斜体

abcdefghijklmnop

qrstuvwxyz

B 型大写斜体

A B C D E F G H I J K L M N

O P Q R S T U V W X Y Z

3. 综合应用规定

(1) 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。

 10^3 S^1 D_1 T_d $\phi 20^{+0.010}_{-0.023}$ $8^{+1^\circ}_{-2^\circ}$ $\frac{3}{5}$

(2) 图样中的数学符号、物理量符号、计量单位符号及其他符号、代号，应分别符合相应规定。

 l/mm m/kg $460r/min$ $220V$ $5M\Omega$ $380kPa$

(3) 其他应用示例：

 $10JS(\pm 0.003)$ $M24-6h$ $\phi 25 \frac{H6}{m5}$ $\frac{II}{2:1}$ $\frac{A}{5:1}$ $\frac{6.3}{\triangle}$ $R8$ 5% $\frac{3.50}{\triangle}$

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

国家标准规定了技术制图所用图线的名称、型式、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。

1. 线型 国家标准规定了绘制各种技术图样的 15 种基本线型,以及线型的变形和相互组合,机械制图用线型 9 种。

表 1-5 和图 1-7 给出了机械制图中常用的几种线型的名称、画法和应用。

表 1-5 线型及应用

名称	图 示	应 用	名称	图 示	应 用
细实线		尺寸线、尺寸界线、指引线、剖面线等	细虚线		不可见轮廓线
粗实线		可见轮廓线、螺纹牙顶线、螺纹终止线	细点画线		中心线、对称线、齿轮的节圆、剖切线等
波浪线		断裂边界线	粗点画线		有特殊要求表面的表示线
双折线		断裂边界线	细双点画线		假想轮廓线、极限位置轮廓线等

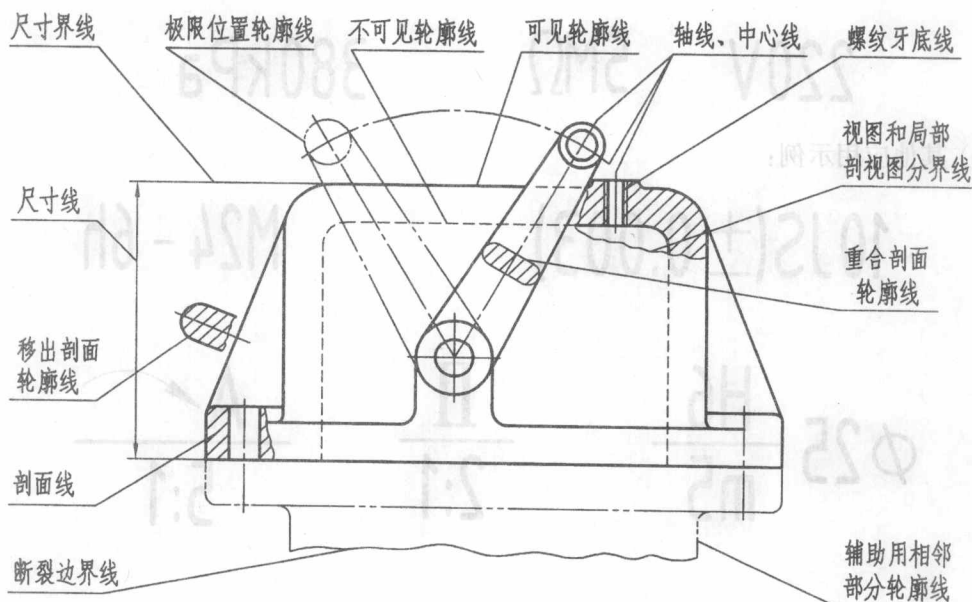


图 1-7 各种线型的应用