



普通高等教育规划教材

机械制图



合肥工业大学工程图学教研室 编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育规划教材

机械制图

合肥工业大学工程图学教研室 编



机械工业出版社

本书是根据高等工业学校“画法几何及机械制图课程教学基本要求”(机械类 120~150 学时)的精神编写的,可供机械类各专业使用。

本书的内容有:制图的基本知识,组合体,轴测图,机件的常用表达方法,标准件和常用件,零件图,装配图,附录等。

本书所选用的制图国家标准均为最新颁布,因此,具有很强的实用性。

本书除作为高等工科院校机械类、近机类各专业机械制图课程教学的教材外,也可作为高等职业学校、广播电视大学、职工工业大学、函授大学等学校机械制图课程教学的教材;除此以外,还可以作为有关企事业单位工程技术人员、自学人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/合肥工业大学工程图学教研室编. —北京:机械工业出版社, 2003.8

普通高等教育规划教材

ISBN 7-111-12527-4

I.机... II.合... 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(2003)第 054605 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:黄丽梅 武 江

封面设计:张 静 责任印制:付方敏

北京中加印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

1000mm×1400mm B5·9.125 印张·349 千字

0 001—7 000 册

定价:24.00 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) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是根据“高等工业学校画法几何及机械制图课程教学基本要求”的精神，参考了国内多本同类教材的精华，总结了我室多年的教学经验，为方便机械制图课程的教学而编写的。

在编写过程中，力求做到以下几点：

1. 明确编写目的。本书是在学习了《画法几何学》的基本投影理论后，结合实际进一步研究“物—图”之间的相互转化问题。宗旨是拓宽学生的空间想象能力，培养独立分析问题和解决问题的能力，学会画图和读图的技能，并初步掌握机械设计及机械制造的基本知识，为后续课程打下基础。

2. 合理安排内容。在内容取舍及章节划分时，既考虑到内容的系统性，又兼顾了方便教学。在内容分析、图例选用及例题的讲解等方面，遵从的原则是博采众长，从引导学生空间思维开始，紧扣原理、由浅入深、循序渐进，自始至终贯彻形体分析、线面分析和结构分析的方法。

3. 贯彻新标准。本书采用了国家最新的制图标准，便于在生产实践中的使用。

本书由程久平、徐梅芬主编。参加编写的人员有：徐梅芬（第1章），戴中宁（第2章、第3章），程久平（绪论、第4章），黄笑梅（第5章、第6章），李德宝（第7章、附录）。

全书由李学京、潘陆桃、胡延平主审。在编写过程中，合肥工业大学工程图学教研室的老师们提出了许多宝贵的意见和建议，在此一并致谢。

由于编者水平有限，本书还有很多不尽人意的地方，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

绪论 1

第1章 制图的基本知识和技能 2

1.1 国家标准《技术制图》与 《机械制图》的基本规定 2

1.1.1 图纸幅面与格式 2

1.1.2 比例 5

1.1.3 字体 5

1.1.4 图线 8

1.1.5 尺寸标注 10

1.2 绘图工具和仪器的使用方法 15

1.2.1 图板、丁字尺和三角板 15

1.2.2 绘图铅笔 16

1.2.3 分规和圆规 17

1.2.4 曲线板 19

1.2.5 多功能模板 19

1.2.6 其他绘图工具 19

1.3 几何作图 20

1.3.1 平行线和垂直线 20

1.3.2 圆内接正多边形 20

1.3.3 斜度和锥度 22

1.3.4 圆弧连接 23

1.3.5 作已知圆或圆弧的切线 26

1.3.6 平面曲线 26

1.4 平面图形的尺寸分析和

画图步骤 28

1.4.1 平面图形和尺寸分析 28

1.4.2 平面图形的线段分析 29

1.4.3 平面图形的画图步骤 29

1.4.4 平面图形的尺寸标注 31

1.5 绘图的方法与步骤 31

1.5.1 绘仪器图的方法与步骤 31

1.5.2 徒手画图的方法 33

第2章 组合体 35

2.1 三视图的形成 35

2.1.1 三视图的形成及展开 35

2.1.2 三视图的投影规律 36

2.2 形体分析与线面分析 36

2.2.1 形体分析法 36

2.2.2 组合体的组合形式 37

2.3 画组合体的视图 41

2.3.1 画组合体视图的方法 与步骤 41

2.3.2 视图的选择 42

2.3.3 画图步骤 43

2.3.4 画图举例 45

2.4 组合体的尺寸标注 46

2.4.1 标注尺寸要完整 46

2.4.2 标注尺寸要清晰 50

2.4.3 标注组合体尺寸的方法 与步骤 51

2.5 读组合体视图 54

2.5.1 读图的基本要点 54

2.5.2 读图的基本方法与步骤 58

2.5.3 补视图及补漏线 60

第3章 轴测图 71

3.1 轴测图的基本知识 71

3.1.1 轴测投影的形成	71	4.3 剖视图的种类	105
3.1.2 轴测轴、轴间角和轴向 伸缩系数	72	4.3.1 平行于某一基本投影面 的单一平面剖切	105
3.1.3 轴测图的投影特性	72	4.3.2 用两相交的剖切 平面剖切	107
3.1.4 轴测图的分类	72	4.3.3 用几个平行的剖切 平面剖切	108
3.2 正等轴测图的画法	74	4.3.4 用组合的剖切平面剖切	109
3.2.1 平面立体的轴测图 画法	74	4.3.5 用不平行于任何基本 投影面的单一剖切 平面剖切	110
3.2.2 曲面立体的轴测图画法	77	4.3.6 剖视图在特殊情况下 的标注	111
3.3 正二测和斜二测的画法	81	4.4 断面图	111
3.4 组合体的轴测图画法	86	4.5 其他画法	114
3.4.1 组合体的轴测图	86	4.5.1 局部放大图	114
3.4.2 组合体上交线的画法	88	4.5.2 简化画法和其他表达 方法	115
3.5 轴测剖视图的画法	91	4.6 机件的各种表达方法的 综合应用举例	119
3.5.1 剖切平面的位置	91	4.7 第三角画法简介	120
3.5.2 画轴测剖视图的 有关规定	92	第5章 标准件和常用件	123
3.5.3 轴测剖视图的画法	93	5.1 螺纹	123
3.5.4 装配体轴测剖视图 的画法	95	5.1.1 螺纹的形成、结构和 要素	123
3.6 轴测图的选择	95	5.1.2 螺纹的规定画法	125
3.7 轴测图上的尺寸标注	96	5.1.3 标准螺纹的种类、规定 标记及其标注	127
第4章 机件的常用表达方法	98	5.2 常用螺纹紧固件的规定 画法和标注	129
4.1 视图	98	5.2.1 螺纹紧固件的标记 及画法	130
4.1.1 基本视图	98	5.2.2 螺纹紧固件联接图 的画法	132
4.1.2 向视图	99		
4.1.3 局部视图	99		
4.1.4 斜视图	100		
4.2 剖视图	101		
4.2.1 剖视图的概念	101		
4.2.2 画剖视图应注意 的问题	102		
4.2.3 剖视图的标注	103		
4.2.4 画剖视图的步骤	104		

5.3 齿轮的几何要素和规定画法	137	6.4.1 轴套类零件	168
5.3.1 圆柱齿轮	137	6.4.2 盘盖类零件	170
5.3.2 锥齿轮简介	142	6.4.3 叉架类零件	172
5.3.3 蜗杆和蜗轮简介	143	6.4.4 箱体类零件	174
5.4 键和销	145	6.5 常见零件结构的表达方法	
5.4.1 键联接	145	与尺寸标注	176
5.4.2 销联接	148	6.5.1 零件上的铸造工艺	
5.5 滚动轴承	150	结构	176
5.5.1 滚动轴承的结构及其		6.5.2 零件上的机械加工	
规定画法	150	工艺结构	178
5.5.2 滚动轴承的代号	150	6.6 零件图上的技术要求	182
5.6 弹簧	152	6.6.1 表面粗糙度	182
5.6.1 圆柱螺旋压缩弹簧的		6.6.2 极限与配合	188
规定画法	153	6.6.3 形状和位置公差简介	197
5.6.2 圆柱螺旋压缩弹簧各部分		6.7 零件测绘	200
的名称及尺寸关系	154	6.7.1 零件测绘的方法	
5.6.3 圆柱螺旋压缩弹簧		与步骤	200
的画法	154	6.7.2 零件尺寸的测量方法	203
5.6.4 圆柱螺旋压缩弹簧		6.7.3 零件测绘的注意事项	204
零件图示例	154	6.8 读零件图	204
第6章 零件图	156	6.8.1 读零件图的方法与步骤	205
6.1 零件图的内容	156	6.8.2 读零件图举例	205
6.2 零件表达方案的选择	157	第7章 装配图	209
6.2.1 视图选择的原则	157	7.1 装配图的作用和内容	209
6.2.2 表达方案选择的		7.2 装配图的表达方法	211
方法与步骤	159	7.3 装配图中的尺寸标注	214
6.3 零件图中尺寸的合理标注	162	7.4 装配图中的技术要求	215
6.3.1 正确地选择标注尺寸		7.5 装配图中的零、部件	
的基准	162	编号及明细栏	215
6.3.2 遵守尺寸标注的原则	164	7.6 常见装配结构	217
6.3.3 合理标注零件尺寸的		7.6.1 接触面与配合面	
方法与步骤	168	的结构	217
6.4 典型零件的视图选择和		7.6.2 螺纹连接结构	218
尺寸标注	168	7.6.3 销定位结构	221

7.6.4 滚动轴承装置结构 222

7.7 部件测绘和装配图画法 225

7.7.1 部件测绘 225

7.7.2 画装配图 227

7.8 读装配图 234

7.9 由装配图拆画零件图 239

附录 244

一、螺纹 244

二、标准件 249

三、滚动轴承 262

四、极限与配合 265

五、形状与位置公差 272

六、密封件 275

七、常用材料和热处理 277

绪 论

一、本课程的性质和任务

准确地表达物体的形状、尺寸及其技术要求的图形，称为图样。

图样最大的优点是直观性强，它是制造机器、设备和进行工程施工的主要依据。在生产和科学实验活动中，图样的应用也更为广泛，地位更加重要。特别是工程技术领域使用的工程图样，例如机械图样、建筑图样等，已成为人们表达和交流技术思想的重要工具，是工程技术部门重要的技术文件，被喻为“工程界的技术语言”。

工程技术人员必须掌握这种技术语言，具备画图和看图的能力，也应该具备计算机绘图的能力。因此，作为培养高级工程科学技术人员的高等工科院校，在教学中把“机械制图”作为一门重要的技术基础课。“机械制图”课程的主要任务和要求是：

1. 学会用正投影理论并遵照国家《技术制图与机械制图标准》的规定，掌握绘制和阅读机械图样的技能。
2. 培养学生空间想象能力、分析能力和对空间形体的表达能力。
3. 培养学生自学能力、分析和解决问题的能力、创造能力和审美能力等；初步掌握机械设计和机械制造的基础知识；为学习后续课程打下必要的基础。
4. 培养学生认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

二、本课程的学习方法

1. 认真听课及复习，掌握和领会空间想象、画图及读图的基本原理和方法。
2. 认真完成作业。只有通过作业的实践，才能牢牢掌握图学的基本原理，熟悉形体分析、线面分析和结构分析等方法的应用，提高动手能力。
3. 瞄准新方向、钻研新技术。特别对于计算机绘图的知识，应在本课程学习了其初步知识后，再通过自学或选修相关课程而加深了解和掌握。
4. 不断改进学习方法，提高学习效率，锻炼自学能力和独立工作能力。

第 1 章 制图的基本知识和技能

本章重点介绍：国家标准《机械制图》与《技术制图》中的有关规定；绘图工具及仪器的使用；几何图形及平面曲线的作图；平面图形的尺寸分析、绘图方法等。

1.1 国家标准《技术制图》与《机械制图》的基本规定

机械图样是机械设计与制造过程中重要的技术资料，为了便于指导生产和进行技术交流，必须对图样的格式、画法、尺寸标注、有关代（符）号作统一的规定。设计和生产部门必须严格遵守国家标准《技术制图》与《机械制图》的统一规定，认真执行国家标准。国家标准简称“国标”，代号为“GB”。本章摘录了国家技术监督局发布，中国标准出版社出版的《技术制图》与《机械制图》的部分内容，其余内容将在以后各章和附录中介绍。

1.1.1 图纸幅面与格式（GB/T14689—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。

表 1-1 图纸幅面 (mm)

	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				

表 1-1 中， B 和 L 分别表示图幅短边和长边的尺寸，必要时，允许加长幅面，加长后的幅面尺寸在 GB/T14689—1993 中另有规定。 a 、 c 、 e 分别为图框的周边尺寸。

（2）图框格式

图框线必须用粗实线绘制。有留装订边和不留装订边两种格式，如图 1-1 所示。同一产品的图样应采用同一种图框格式。

为了便于图样的复制和缩微、摄影，可采用对中符号，对中符号是从纸边画入图框内约 5mm 长的一段粗实线，如图 1-2a。为了便于修改图样，图

幅可以分区, 如图 1-2b。

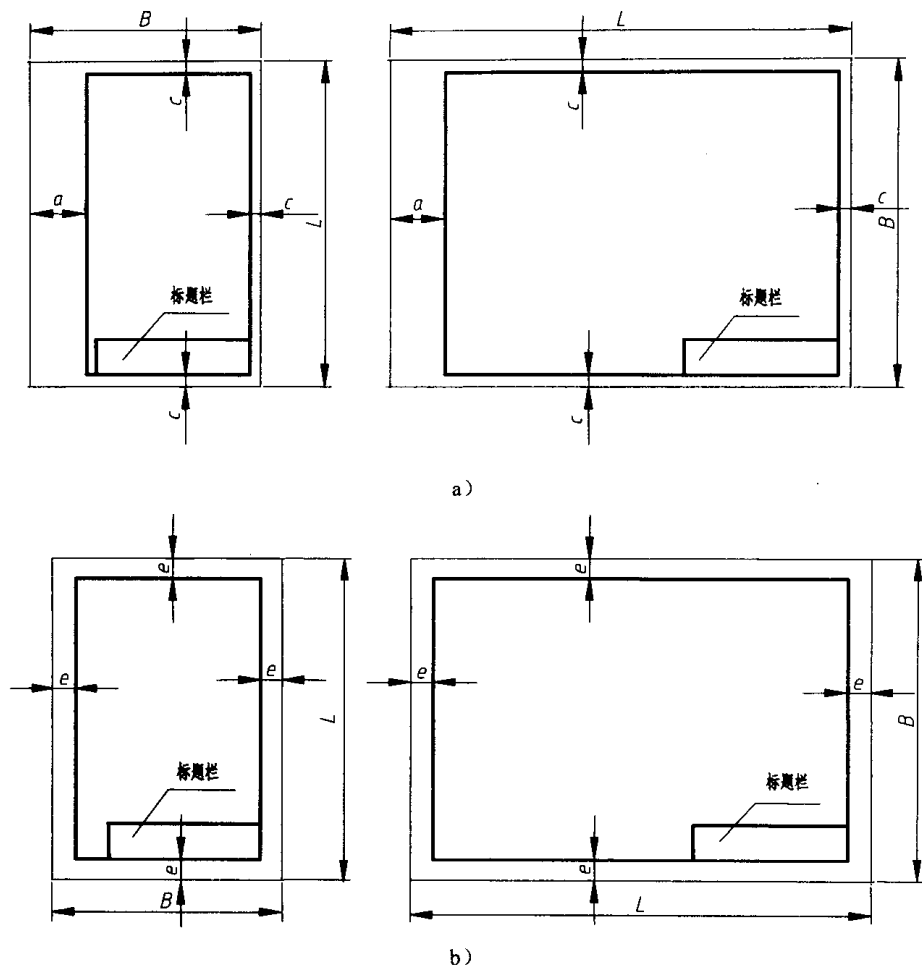


图1-1 图框格式

a) 留装订边的图框格式 b) 不留装订边的图框格式

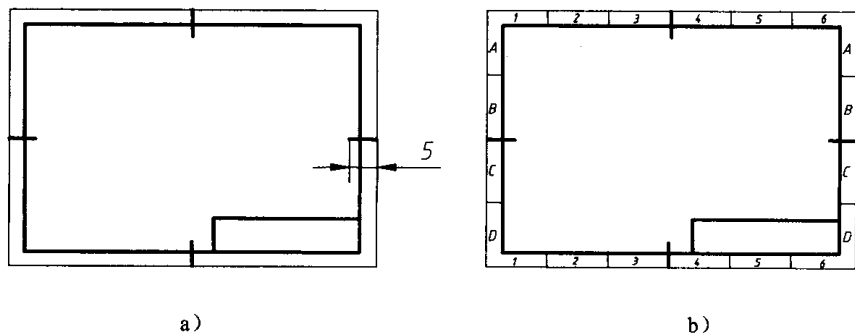


图1-2 图框格式

a) 有对中符号的格式 b) 图幅分区的格式

(3) 标题栏 (GB/T10609.1—1989)

标题栏是由图样的名称、代号区、签字区、其他区等栏目组成的。国家标准 GB/T10609.1—1989 对标题栏的格式已作了统一规定,如图 1-3 所示。学校制图作业宜采用图 1-4 的格式。

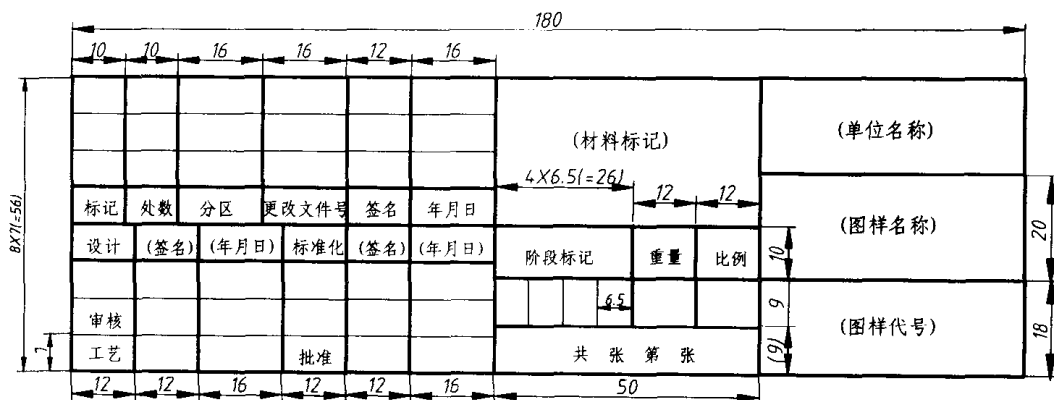


图1-3 国家标准规定的标题栏格式

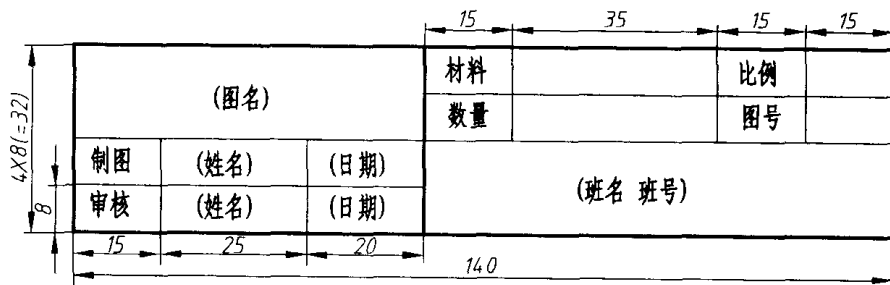


图1-4 学校采用的标题栏格式

标题栏的外框线采用粗实线绘制,右边与下边分别与图框线重合。标题栏的位置按图 1-1、图 1-2 配置。必要时,可按图 1-5 配置,标题栏中文字的方向为看图的方向。

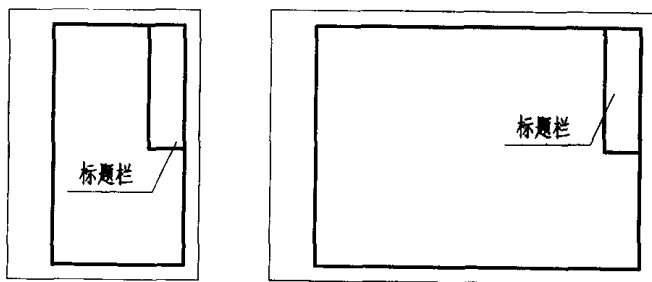


图1-5 标题栏另一种配置方式

1.1.2 比例 (GB/T14690—1993)

图形与实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。绘图时,一般采用表 1-2 国标规定的比例,必要时,也可以采用表 1-2 中带括号的比例。

表 1-2 绘图的比例

原值比例	1:1						
缩小比例	(1:1.5)	1:2	(1:2.5)	(1:3)	(1:4)	1:5	(1:6)
	1:1×10 ⁿ	(1:1.5×10 ⁿ)	1:2×10 ⁿ	(1:2.5×10 ⁿ)	(1:3×10 ⁿ)		
	(1:4×10 ⁿ)	1:5×10 ⁿ	(1:6×10 ⁿ)				
放大比例	2:1	(2.5:1)	(4:1)	5:1			
	1×10 ⁿ :1	2×10 ⁿ :1	(2.5×10 ⁿ :1)	(4×10 ⁿ :1)	5×10 ⁿ :1		

注: n 为正整数。

绘图时,应尽可能采用 1:1 比例,以便由图形直接看出机件的真实大小。当机件不宜采用 1:1 比例时,也可以采用缩小或放大的比例绘制,但图样的尺寸应标注机件的实际尺寸。绘制同一机件的各个视图时,应采用同一比例,并在标题栏比例一栏中填写。当某个视图需要采用不同比例时,须另行标注。

1.1.3 字体 (GB/T14691—1993)

图样上除了表示机件形状的图形外,还要用文字、数字、符号表示机件的大小、技术要求,并填写标题栏。GB/T14691—1993《技术制图 字体》规定了文字、数字、字母的书写形式。

图样中书写的汉字、字母、数字必须做到:字体工整、笔划清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体的高度 h 的公称尺寸系列为:1.8mm、2.5mm、3.5mm、7mm、10mm、14mm、20mm。汉字的高度不应小于 3.5mm。如字体的高度大于 20mm,则字体的高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体的宽度一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

汉字规定用长仿宋字书写,并采用国家正式公布的简化汉字。长仿宋字的特点是字形端正、结构匀称、笔划粗细一致、清楚美观、便于书写。

书写长仿宋字时,必须做到:横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。

长仿宋字的基本笔划一般有:点、横、竖、撇、挑、折、勾等。掌握基本笔划的写法是写好仿宋字的首要条件。基本笔划见表 1-3。

汉字通常有几个部分组成,如表 1-4。书写汉字时,应注意各部分的比例,做到结构匀称。

字母和数字分 A、B 两型,A 型字体的笔划宽度 d 为 $h/14$,B 型字体的笔划宽度为 $h/10$ 。字母和数字分斜体和直体两种,斜体字字母朝右,与水平基准成 75° ,如图 1-6 所示。

表 1-3 仿宋字的基本笔划

名称	点	横	竖	撇	捺	挑	折	勾
基本笔划及运笔法	尖点  垂点  撇点  上挑点 	平横  斜横 	竖 	平撇  斜撇  直撇 	斜捺  平捺 	平挑  斜挑 	左折  右折  斜折  双折 	竖勾  左曲勾  右曲勾  平勾  横折弯勾  竖折折勾 
举 例	方光 心活	左七 下代	十 上	千月 八床	术分 建超	均公 技线	凹 周 安 及	牙子 代买 孔力 气码

表 1-4 汉字结构分析和示例

结构部位	上下相等	上大下小	上小下大	上中下三段	左右相等	左窄右宽	左宽右窄	左中右三段
细线比例								
字例	美	壁	希	莫	朋	腆	彬	州

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未注铸造圆角其余技术要求两端材料
 零件装配图基本线型尺寸数量比例图名间隔前后左右国家标准各项规定称备注
 国家标准公差与配合标注形状和位置公差值表面粗糙度代号轮廓算术平均偏差

3.5 号字

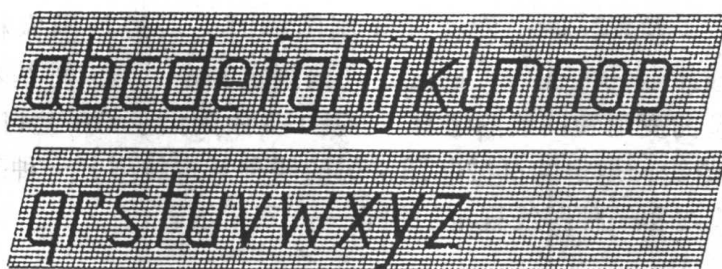
技术制图机械电子汽车航空船舶土木建筑未注铸造圆角其余技术要求两端材料
 零件装配图基本线型尺寸数量比例图名间隔前后左右国家标准各项规定称备注
 国家标准公差与配合标注形状和位置公差值表面粗糙度代号轮廓算术平均偏差

1. 拉丁字母示例

A 型字体的大写斜体



A 型字体的小写斜体



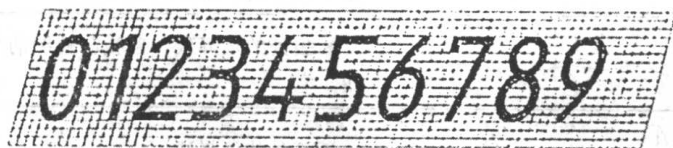
2. 希腊字母示例

A 型字体小写斜体



3. 阿拉伯数字示例

A 型斜体



A 型直体



4. 罗马数字示例

A 型斜体



图1-6 字体示例

1.1.4 图线 (GB/T17450—1998、GB/T 4457.4—1984)

为了使图样统一、清晰、便于阅读,绘制图样时,应遵循国家标准 GB/T17450—1998《技术制图 图线》的规定。该规定制定了 15 种基本线型,以及多种基本线型的变形和图线的组合。在表 1-5 中列出了 GB/T 4457.4—1984《机械制图 图线》规定的机械制图常用的四种基本线型、一种基本线型的变形——波浪线和一种图线规定的组合——双折线。

表 1-5 机械制图的图线型式及应用

名 称		线 型	一 般 应 用
实线	粗实线		可见轮廓线、可见过渡线
	细实线		尺寸线、尺寸界线、剖面线、弯折线、牙底线、齿根线、引出线、辅助线等
虚线			不可见轮廓线、不可见过渡线
点画线	细点画线		轴线、对称中心线、轨迹线、齿轮节线等
	粗点画线		有特殊要求的线或表面的表示线
双点画线			相邻辅助零件的轮廓线、极限位置的轮廓线、假想投影的轮廓线等
波浪线			断裂处的边界线,剖视与视图的分界线
双折线			断裂处的边界线

GB/T17450 规定,所有线型的图线宽度 (d),应按图样的类型和尺寸大小在下列数系中选择(数系公比为 $1:\sqrt{2}$, 单位为 mm):

0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2

粗线、中粗线和细线的宽度比率为 $4:2:1$ 。在同一图样中,同类图线

的宽度应一致。

在机械制图中常用的图线（见表1-5），除粗实线和粗点画线外，其余均为细线。粗、细线的线宽比率为3:1。

为了保证图样清晰、易读和便于缩微复制，应尽量避免在图样中出现宽度小于0.18mm的图线。

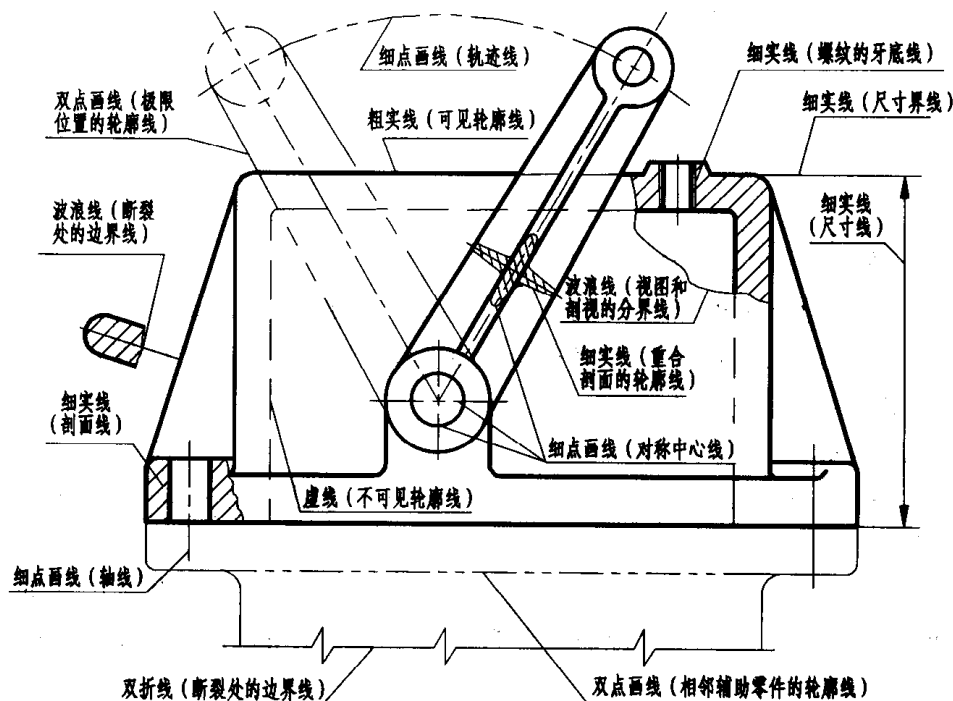


图1-7 图线应用示例

绘制图样时，应遵守以下规定和要求：

(1) 同一张图样中，同类图线的宽度基本一致。虚线、点画线和双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。

(2) 两条平行线（包括剖面线）之间的距离应不小于粗实线的两倍宽度，其最小距离不得小于0.7mm。

(3) 轴线、对称中心线、双点画线应超出轮廓线2~5mm。点画线和双点画线的末端应是线段，而不是短划。若圆的直径较小，两条点画线可用细实线代替。

(4) 虚线、点画线与其他图线相交时，应在线段处相交，不应在空隙或短画处相交。当虚线是粗实线的延长线时，粗实线应画到分界点，而虚线与分界点之间应留有空隙。当虚线圆弧与虚线直线相切时，虚线圆弧的线段应画到切点处，虚线直线至切点之间应留有空隙，如图1-8所示。