



应用型本科院校“十二五”规划教材

主编 王 薇

工程制图

Engineering Drawing

- 适用面广
- 应用性强
- 促进教学
- 面向就业



哈尔滨工业大学出版社



应用型本科院校“十二五”规划教材

主 编 王 薇
副主编 刘玉光 生国梁
主 审 徐和亮 裴建勋

工 程 制 图

Engineering Drawing

哈爾濱工業大學出版社



内 容 简 介

本书共 11 章,包括基本投影理论、工程制图基础和专业制图三部分。基本投影理论部分包括:几何元素及立体的投影、直线与平面的相对位置、投影变换和轴测投影;工程制图基础部分包括:制图的基本知识、国家标准《机械制图》的有关规定、组合体和机件的表达方法;专业制图部分包括:标准件、常用件、零件图及装配图的绘制和阅读、化工制图等。同时出版并与该书配套使用的还有王薇主编的《工程制图习题集》。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/王薇主编. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2012.5

应用型本科院校“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5603-3580-3

I. ①工… II. ①王… III. ①工程制图-高等学校-教材 IV. ①TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 070971 号

策划编辑 赵文斌 杜 燕

责任编辑 范业婷

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006

传 真 0451-86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 哈尔滨市石桥印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 20.75 插页 1 字数 474 千字

版 次 2012 年 7 月第 1 版 2012 年 7 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5603-3580-3

定 价 60.00 元(含习题集)

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

《应用型本科院校“十二五”规划教材》编委会

主 任 修朋月 竺培国

副主任 王玉文 吕其诚 线恒录 李敬来

委 员 (按姓氏笔画排序)

丁福庆 于长福 马志民 王庄严 王建华

王德章 刘金祺 刘宝华 刘通学 刘福荣

关晓冬 李云波 杨玉顺 吴知丰 张幸刚

陈江波 林 艳 林文华 周方圆 姜思政

庾 莉 韩毓洁 臧玉英

序

哈尔滨工业大学出版社策划的《应用型本科院校“十二五”规划教材》即将付梓,诚可贺也。

该系列教材卷帙浩繁,凡百余种,涉及众多学科门类,定位准确,内容新颖,体系完整,实用性强,突出实践能力培养。不仅便于教师教学和学生学

习,而且满足就业市场对应用型人才的迫切需求。

应用型本科院校的人才培养目标是面对现代社会生产、建设、管理、服务等一线岗位,培养能直接从事实际工作、解决具体问题、维持工作有效运行的高等应用型人才。应用型本科与研究型本科和高职高专院校在人才培养上有着明显的区别,其培养的人才特征是:①就业导向与社会需求高度吻合;②扎实的理论基础和过硬的实践能力紧密结合;③具备良好的人文素质和科学技术素质;④富于面对职业应用的创新精神。因此,应用型本科院校只有着力培养“进入角色快、业务水平高、动手能力强、综合素质好”的人才,才能在激烈的就业市场竞争中站稳脚跟。

目前国内应用型本科院校所采用的教材往往只是对理论性较强的本科院校教材的简单删减,针对性、应用性不够突出,因材施教的目的难以达到。因此亟须既有一定的理论深度又注重实践能力培养的系列教材,以满足应用型本科院校教学目标、培养方向和办学特色的需要。

哈尔滨工业大学出版社出版的《应用型本科院校“十二五”规划教材》,在选题设计思路上认真贯彻教育部关于培养适应地方、区域经济社会发展需要的“本科应用型高级专门人才”精神,根据黑龙江省委书记吉炳轩同志提出的关于加强应用型本科院校建设的意见,在应用型本科试点院校成功经验总结的基础上,特邀请黑龙江省9所知名的应用型本科院校的专家、学者联合编写。

本系列教材突出与办学定位、教学目标的一致性和适应性,既严格遵照学科体系的知识构成和教材编写的一般规律,又针对应用型本科人才培养目标

及与之相适应的教学特点,精心设计写作体例,科学安排知识内容,围绕应用讲授理论,做到“基础知识够用、实践技能实用、专业理论管用”。同时注意适当融入新理论、新技术、新工艺、新成果,并且制作了与本书配套的PPT多媒体教学课件,形成立体化教材,供教师参考使用。

《应用型本科院校“十二五”规划教材》的编辑出版,是适应“科教兴国”战略对复合型、应用型人才的需求,是推动相对滞后的应用型本科院校教材建设的一种有益尝试,在应用型创新人才培养方面是一件具有开创意义的工作,为应用型人才的培养提供了及时、可靠、坚实的保证。

希望本系列教材在使用过程中,通过编者、作者和读者的共同努力,厚积薄发、推陈出新、细上加细、精益求精,不断丰富、不断完善、不断创新,力争成为同类教材中的精品。

黑龙江省教育厅厅长



前 言

本书是按照教育部高等教育司最新修订的“高等学校工科本科画法几何及机械制图课程教学基本要求”及“工程制图基础课程教学基本要求”的有关规定,根据应用性、职业型和复合型人才的培养目标,并结合多年教学实践编写而成。本书适合机械类、近机类各专业教学使用;也可供电机、电气、化工等专业学生选用。

本书具有如下特点:

1. 应用性强:以实际应用为目的,删减了画法几何中图解法的大部分内容。对图示法中的难点,如截交线、相贯线等只保留了最常用的基本类型。这就大大降低了理论部分的难度,使学生学起来更轻松,用起来更自如。

2. 本书是在使用多年的教材基础上,进一步改进、完善编写而成。语言简练,概念清楚,插图选择适当,与文字紧密结合;深入浅出,简捷易懂,便于学生理解和掌握。

3. 全书采用了最新颁布的《机械制图》、《技术制图》国家标准。

参加本书编写的有毕经毅(第1、3章)、王薇(绪论、第2、6章)、崔海军(第4、5章)、刘玉光(第7、8、10章)、生国梁(第9章、附录)、吕克非(第11章)。由王薇教授任主编,刘玉光、生国梁任副主编。由徐和亮、裴建勋教授主审。

由于编者水平所限,书中疏漏之处在所难免,竭诚欢迎读者批评指正。

编 者

2012年6月

目 录

绪 论	1
第 1 章 制图的基本知识	3
1.1 国家标准《机械制图》的一般规定	3
1.2 尺规制图工具及其使用	15
1.3 几何作图	18
1.4 平面图形的画法及尺寸标注	24
1.5 徒手绘图的技巧	27
第 2 章 点、直线和平面的投影	29
2.1 投影法的基本知识	29
2.2 点的投影	33
2.3 直线的投影	38
2.4 二直线的相对位置	43
2.5 平面的投影	45
2.6 直线与平面、平面与平面的相对位置	51
第 3 章 立 体	57
3.1 平面立体	57
3.2 曲面立体	60
3.3 平面与曲面立体相交	64
3.4 两曲面立体相交	73
第 4 章 轴测投影	84
4.1 概述	84
4.2 正等轴测图	86
4.3 斜二等轴测图	99
第 5 章 组合体	103
5.1 组合体的基本知识	103
5.2 组合体的画法	109
5.3 组合体的尺寸注法	111
5.4 读组合体视图	120
第 6 章 机件的表达方法	127
6.1 视图	127

6.2	剖视图	131
6.3	断面图	142
6.4	其他表达方法	144
6.5	表达方法综合举例	149
6.6	第三角投影简介	150
第7章	标准件与常用件	152
7.1	螺纹	152
7.2	螺纹紧固件及其连接	159
7.3	键、销及滚动轴承	166
7.4	齿轮	175
7.5	弹簧	179
第8章	零件图	184
8.1	零件图的作用与内容	184
8.2	零件的结构分析	186
8.3	零件的视图选择	191
8.4	零件图中的尺寸标注	195
8.5	零件图中的技术要求	204
8.6	零件测绘	235
8.7	读零件图	241
第9章	装配图	246
9.1	装配图的作用与内容	246
9.2	装配图的表达方法	248
9.3	常见装配结构简介	252
9.4	机器或部件测绘	253
9.5	画装配图的步骤	258
9.6	装配图的尺寸标注和技术要求	261
9.7	装配图的零件序号和明细栏	263
9.8	读装配图及拆画零件图	264
第10章	换面法	271
10.1	概述	271
10.2	点的投影变换规律	272
10.3	基本作图问题	274
第11章	化工制图	282
11.1	概述	282
11.2	化工设备图	282
11.3	工艺管道及仪表流程图	284

11.4 设备布置图	293
附录	298
附表1 普通螺纹直径与螺距系列、基本尺寸	298
附表2 非螺纹密封的圆柱管螺纹的基本尺寸	299
附表3 梯形螺纹的基本尺寸	300
附表4 螺栓	301
附表5 双头螺柱	302
附表6 开槽圆柱头螺钉	303
附表7 开槽盘头螺钉	304
附表8 开槽沉头螺钉	305
附表9 紧定螺钉	306
附表10 螺母	307
附表11 平垫圈	308
附表12 弹簧垫圈	309
附表13 平键和键槽的断面尺寸	310
附表14 普通平键的型式尺寸	311
附表15 半圆键和键槽的断面尺寸	312
附表16 普通型半圆键	313
附表17 圆柱销	314
附表18 圆锥销	315
附表19 开口销	316
参考文献	317

绪 论

1. 指导思想

我国当前的经济发展需要大量的具有专业基础知识的第一线人才,那就是应用性职业型和复合型人才。为此在人才培养方面就必须在必要的理论基础上,加强实践能力、动手能力、工作能力和创新能力的培养。

2. 本课程的性质、研究对象和内容

在现代工业生产中,设计和制造机器都离不开图样。图样能够准确表达出机器的结构和性能,以及它们各自组成部分的形状、大小、材料及加工、检验、装配等有关要求,同时也是使用、维护、技术交流的重要技术文件。因此,图样被称为“工程界的语言”。

本课程主要包括投影基础理论和结合专业的制图两部分。前者是研究如何利用投影法在平面上图示空间几何形体;后者则是研究绘制和阅读工程图样。可见,前者为后者提供了理论基础,后者是实际应用。

综上所述,本课程是工程类专业的一门必修的技术基础课,它是研究绘制和阅读工程图样的一门学科,既有系统理论,又有很强的实践性和技术性。

3. 本课程的主要任务

- (1) 学习投影法,主要是正投影法的基本理论及其应用。
- (2) 培养对三维立体与相关位置的空间逻辑思维和形象思维。
- (3) 培养绘制和阅读工程图样的基本能力。
- (4) 学习贯彻《机械制图》国家标准,培养查阅有关设计资料和标准的能力。
- (5) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风,使学习者的动手能力、工程意识、创新能力、设计理念等素质得到全面提高。

4. 本课程的特点及学习方法

(1) 投影基础部分与初等几何(尤其是立体几何)有着密切联系。该部分就是在初等几何基础上,应用投影理论,解决空间几何元素相对位置的表达方法。

(2) 鉴于图样在生产中的重要作用,不允许在图样上出现错误,否则会给生产带来巨大损失。因此,需要加强形象思维的训练,那就是不断地进行由体到图,再由图到体的反复的互为逆过程转化,最后落实到绘图和读图的训练。这就要求学生必须认真按时、优质地完成作业。

(3) 学习本门课程要善于观察,勤于思考,反复实践,要多看、多想、多画,绘图要投影正确,视图合理,方案最佳,尺寸齐全,字体工整,图面整洁,从而养成严肃认真、耐心细致、一丝不苟的工作作风。

(4) 严格遵守、认真贯彻国家标准。图样是工程界的语言,因此要求图与物要有唯一对应性。为了使语言表达的准确无误,就要认真贯彻机械制图国家标准,万万不可马虎懈怠。

总之,要明确全书是以投影法为理论基础,以组合体、零件图为重点,以表达方法为中心,并以形体分析、结构分析、尺寸分析为基本方法展开的。只有这样才能站得高,做到心中有数,学好本门课程。

本章主要介绍国家标准《机械制图》的一些基本规定及有关制图技能的基本知识。

1.1 国家标准《机械制图》的一般规定

1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689—2008)^①

1. 图纸幅面

图纸幅面是指由一定图纸宽度与长度组成的图面。绘制图样时,优先采用表 1.1 规定的基本幅面 $B \times L$,必要时也允许选用规定的加长幅面。加长幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出的,如图 1.1 所示。

表 1.1 图纸幅面及图框格式尺寸

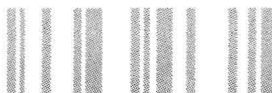
幅面代号 尺寸代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1 189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

图中粗实线为基本幅面(第一选择),细实线和虚线则为加长幅面(第二选择、第三选择)。

2. 图框格式

图纸上限定绘图区域的线框称为图框,图框线用粗实线绘制。其格式分为留有装订边(如图 1.2(a) 所示,周边尺寸见表 1.1) 和不留装订边(如图 1.2(b) 所示,周边尺寸 e 见表 1.1)。一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装。

^①“GB”为“国家标准”拼音字母缩写,T表示推荐标准,其后的数字为该项标准编号。“2008”表示是2008年颁布的。



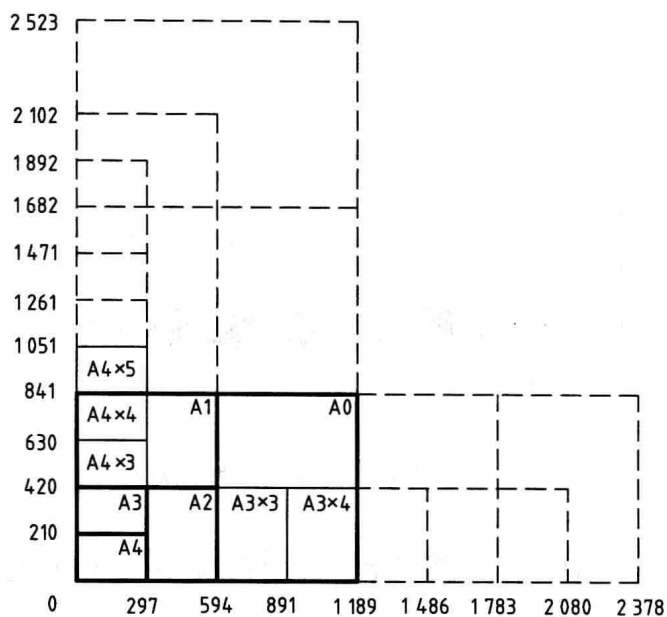


图 1.1 图纸幅面

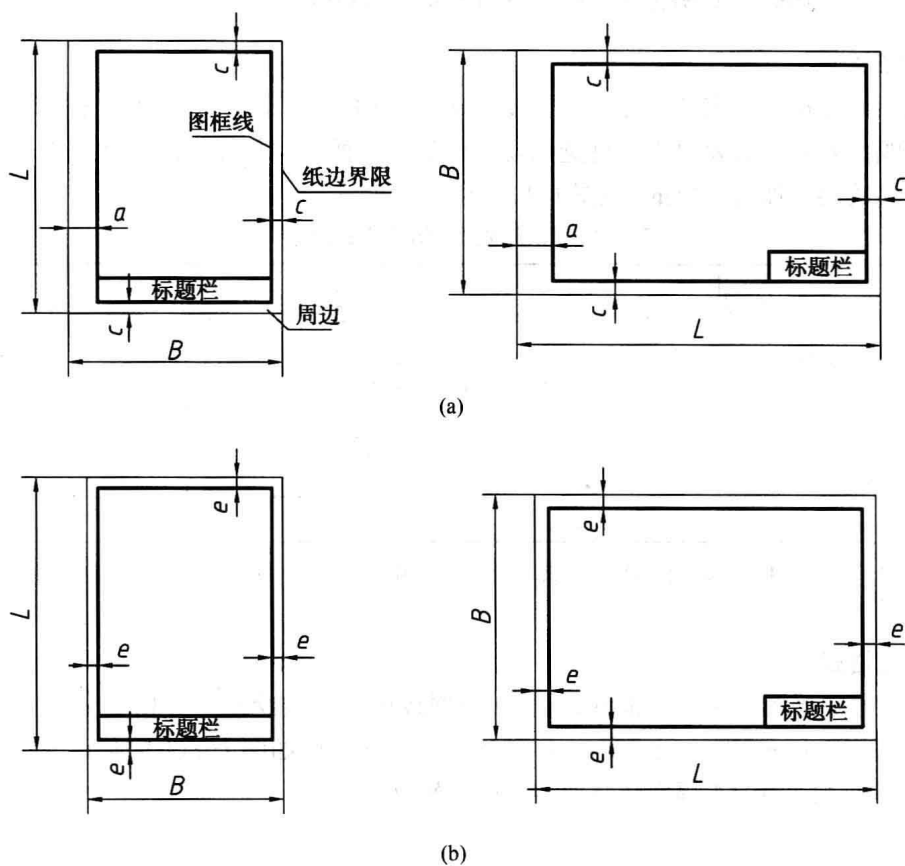


图 1.2 图纸格式

为了复制或缩微摄影定位方便,可采用对中符号。对中符号是从周边画入图框内约 5 mm 的一段粗实线,如图 1.3 所示。

3. 标题栏的方位与格式

每张图纸上都必须画出标题栏。标题栏是由名称及代号区、签字区、更改区和其他区组成的表格,是图样中不可缺少的内容。标题栏的位置一般应放在图框的右下角。

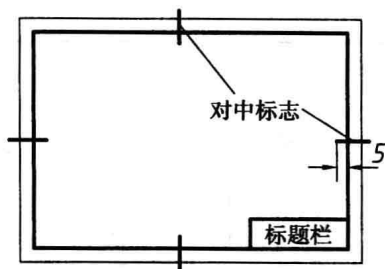


图 1.3 对中符号

GB/T 10609.1—2008 对标题栏的内容、格式与尺寸作了详细规定,如图 1.4 所示。标题栏的外框线为粗实线,其右边和底边与图框线重合,内部分栏线一般用细实线绘制。填写的字除图样名称、单位名称及图样代号用 10 号字外,其余都用 5 号字。

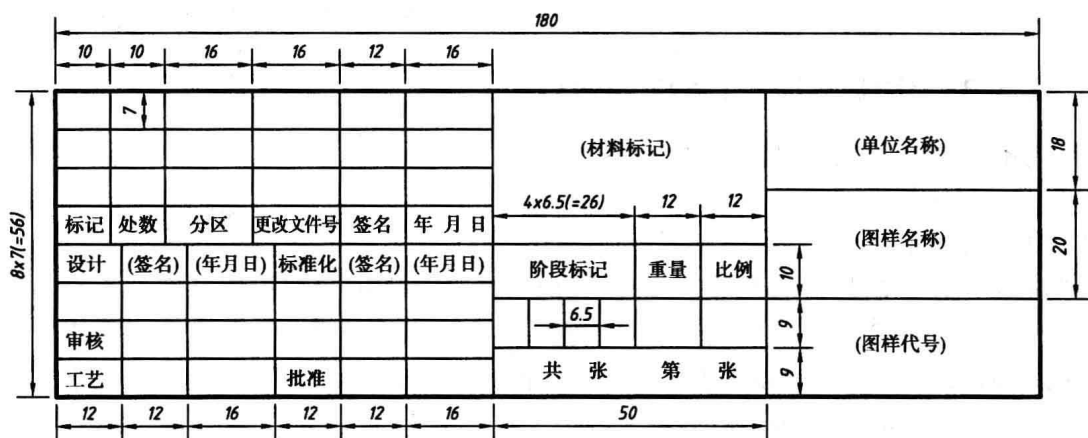


图 1.4 标题栏格式

1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)

图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。绘制图样时应采用表 1.2 中规定的比例。必要时,也可选取表 1.3 中的比例。每张图样,均应在标题栏的“比例”一栏中填写比例,如“1:1”或“1:2”等。

表 1.2 比例(一)

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

注: n 为正整数。

表 1.3 比例(二)

种 类	比 例				
放大比例	4 : 1	2.5 : 1			
	$4 \times 10^n : 1$	$2.5 \times 10^n : 1$			
缩小比例	1 : 1.5	1 : 2.5	1 : 3	1 : 4	1 : 6
	$1 : 1.5 \times 10^n$	$1 : 2.5 \times 10^n$	$1 : 3 \times 10^n$	$1 : 4 \times 10^n$	$1 : 6 \times 10^n$

注: n 为正整数。

比例分为原值比例、放大比例和缩小比例三种。原值比例:比值为 1,如 1 : 1。放大比例:比值大于 1,如 2 : 1 等。缩小比例:比值小于 1,如 1 : 2 等。绘制同一机件的各个视图时,应采用相同的比例。当某个视图需要采用不同的比例时,则必须另行标注,如图 1.5 所示。

1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)

字体指在图中用的汉字、数字和字母的书写形式。国家标准规定了工程图中的字体,必须遵循国标规定。书写时必须做到:字体端正、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为 1.8 mm、2.5 mm、3.5 mm、5 mm、7 mm、10 mm、14 mm、20 mm。如需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体的高度代表字体的字号,如 5 mm 高的字体称 5 号字。汉字高度 h 不应小于 3.5 mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

1. 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。长仿宋体的书写要领是:横平竖直、起落有锋、结构匀称、填满方格。

图 1.6 所示为长仿宋体汉字的示例。

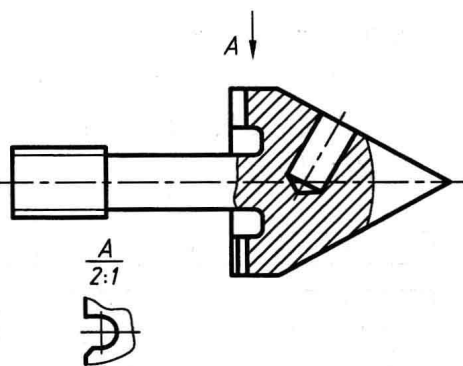


图 1.5 比例的标注

字体端正笔画清楚排列整齐间隔均匀

横平竖直注意起落结构均匀填满方格

盖架齿轮键弹簧机床减速器螺纹端子汽车施工摩擦片阀泵体座轴承

图 1.6 长仿宋体汉字的示例

2. 数字和字母

数字和字母都有斜体和直体两种,斜体字字头向右倾斜,与水平线成 75° 角。字母和数字分为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 $1/10$ 。在同一张图样上只允许选用一种形式的字体。

用做指数、分数、极限偏差和注脚等的数字及字母,一般采用小一号字体。图1.7为数字和字母的示例。

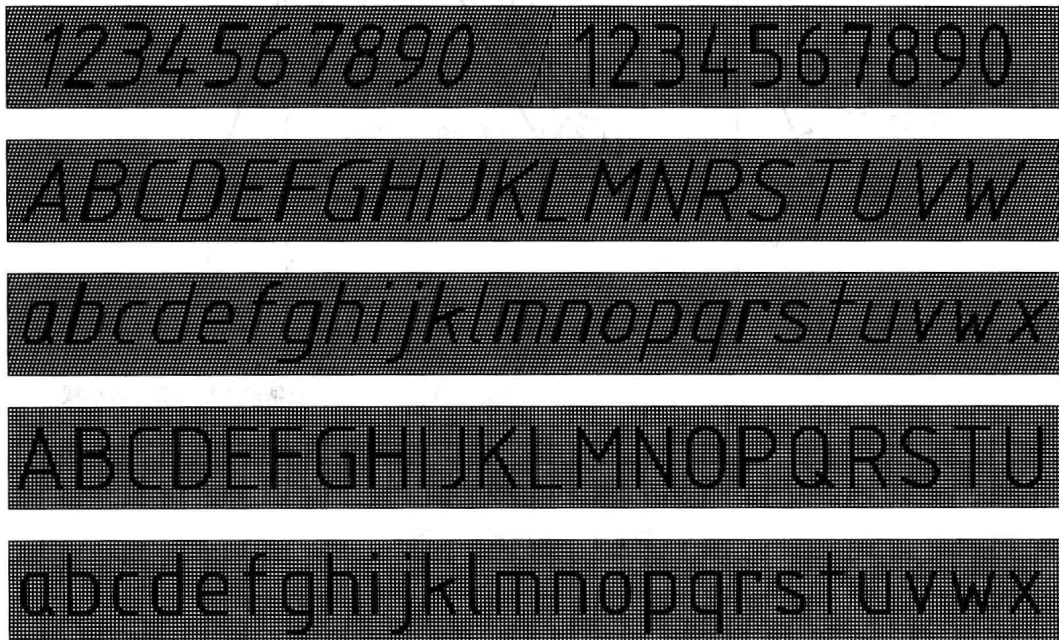


图 1.7 数字和字母的示例

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

1. 基本线型及其应用

国家标准(GB/T 17450—1998)对图线作了如下定义:起点和终点间以任意方式连接的一种几何图形,图形可以是直线或曲线、连续或不连续线。同时对图线规定了15种基本线型,如实线、虚线、点画线等。图线应用举例如图1.8所示。表1.4给出了基本线型及其应用。

在机械工程图样上,图线一般只有两种宽度,分别为粗线和细线,其宽度之比为 $2:1$ 。图线的宽度(d)应根据图样的大小、类型和复杂程度,在下列数系中选择: 0.13 mm , 0.18 mm , 0.25 mm , 0.35 mm , 0.5 mm , 0.7 mm , 1 mm , 1.4 mm , 2 mm 。通常情况下,粗线的宽度不小于 0.25 mm ,优先采用 0.5 mm 和 0.7 mm 。同类图线的宽度应一致。

2. 图线画法

(1) 同一图样中,同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线及双点画线的线段长短和间隔应各自大致相等。