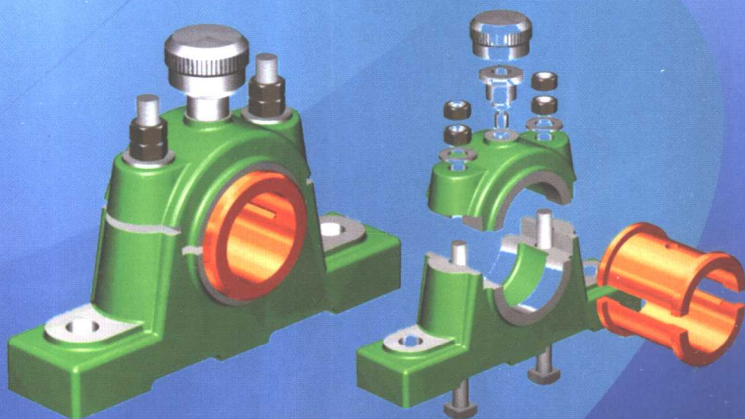
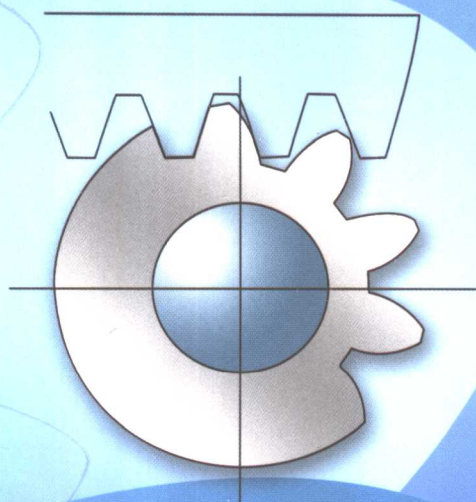


普通高等学校规划教材

工程制图

景介文 陈焕林 主编



東北大學出版社
Northeastern University Press

普通高等学校规划教材

TB23
107

工 程 制 图

主 编 景介文 陈焕林
副主编 刘向东 徐秀梅

东北大学出版社

• 沈 阳 •

© 景介文 陈焕林 2006

图书在版编目 (CIP) 数据

工程制图 / 景介文, 陈焕林主编. — 沈阳: 东北大学出版社, 2006.6
ISBN 7-81102-273-7

I. 工… II. ①景… ②陈… III. 工程制图—高等学校—教材 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 069304 号

出 版 者: 东北大学出版社

地址: 沈阳市和平区文化路 3 号巷 11 号

邮编: 110004

电话: 024—83687331 (市场部) 83680267 (社务室)

传真: 024—83680180 (市场部) 83680265 (社务室)

E-mail: neuph @ neupress.com

http: //www.neupress.com

印 刷 者: 沈阳市第六印刷厂

发 行 者: 东北大学出版社

幅面尺寸: 184mm×260mm

印 张: 12.5

字 数: 328 千字

出版时间: 2006 年 6 月第 1 版

印刷时间: 2006 年 6 月第 1 次印刷

责任编辑: 孟 颖 刘宗玉

封面设计: 唐敏智

责任校对: 章 莉

责任出版: 秦 力

定 价: 26.00 元

前 言

随着知识经济和信息时代的到来,为了培养适应当前科技工作需要、素质高、能力强的高级工程技术人员,教材改革是关键的一环。根据国家教育部1998年制定的“面向21世纪教学内容和课程体系的改革”的总体思想要求,结合国家教育部高等工业学校画法几何及工程制图课程教学指导委员会制定的《画法几何及工程制图教学基本要求》,我们组织相关院校的专家集体编写出这本反映新时代要求的工程制图学教材。参加本书编写的单位有牡丹江医学院、黑龙江科技学院、佳木斯大学、哈尔滨工业大学等院校,景介文、陈焕林任主编,刘向东、徐秀梅任副主编,陈雷、何立为、景介辉、于广浩、韦健勇和屈巍等参加了部分编写工作。

本书具有以下特点:

- ① 画法几何与机械制图合并编写,减少了不必要的内容重复。
- ② 为符合学生的认识规律和加强画法几何的系统性,仍然按照点、线、面、体的顺序由浅入深地讲述投影原理,为学生下一步学习机械制图打下理论基础。
- ③ 本教材全部采用我国最新颁布的《技术制图》与《机械制图》等国家标准。
- ④ 不过于追求理论上的严密性,但注重自身体系的完整性。
- ⑤ 在写法上力求通俗易懂,言简意赅,注意启发式和几何直观性,便于自学。
- ⑥ 本书在内容及例题方面,遵从少而精的原则。对基本概念、基本原理及基本方法,尽量讲深讲透。

本书适用于普通高等院校本科非机类70~100学时各专业使用,亦可供其他相关专业使用或参考。

我们的目的是按照培养21世纪工程技术人才的要求,将实践素材与机械制图的理论有机地结合起来,力图编写出有特色、有深度的教材,但因水平和经验所限,本书难免有不足之处,恳请读者批评指正。

编 者

2006年2月

目 录

绪 论	1
第 1 章 制图的基本知识	3
1.1 国家标准《技术制图》中的一些规定	3
1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689—1993)	3
1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)	5
1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)	5
1.1.4 图线(GB/T 17450—1998, GB/T 4457.4—2002)	8
1.2 绘图工具及其使用	10
1.2.1 图 板	10
1.2.2 丁字尺	10
1.2.3 三角板	10
1.2.4 圆 规	10
1.2.5 分 规	11
1.2.6 比例尺	11
1.2.7 曲线板	11
1.2.8 铅 笔	12
1.3 几何作图	12
1.3.1 等分已知线段	12
1.3.2 等分圆周与作正多边形	13
1.4 斜度和锥度	14
1.4.1 斜度及其标注方法	14
1.4.2 锥度及其标注方法	14
1.4.3 圆弧连接	15
1.5 平面图形的画法	17
1.5.1 尺寸分析	17
1.5.2 线段分析	17

1.5.3 平面图形的作图方法和步骤	18
1.5.4 平面图形的构思	19
1.6 徒手画图的方法	20
1.6.1 徒手画图	20
1.6.2 直线的画法	20
1.6.3 常用角度的画法	21
1.6.4 圆的画法	22
1.6.5 圆角、曲线及椭圆的画法	22
1.7 绘图的一般程序	22
1.7.1 绘图前的准备工作	23
1.7.2 底稿的画法和步骤	23
1.7.3 描深底稿的方法和步骤	23
第2章 点、直线、平面的投影	25
2.1 投影法的基本知识	25
2.1.1 中心投影法	25
2.1.2 平行投影法	25
2.2 点的投影	26
2.2.1 点在两投影面体系中的投影	26
2.2.2 点在三投影面体系中的投影	27
2.2.3 点的坐标	28
2.3 直线的投影	30
2.3.1 直线及直线上点的投影	30
2.3.2 直线的实长及其对投影面的倾角	30
2.3.3 特殊位置直线	32
2.3.4 两直线的相对位置	34
2.3.5 直角的投影	35
2.4 平面的投影	36
2.4.1 平面的投影表示法	36
2.4.2 平面对投影面的相对位置及其投影特性	38
2.4.3 平面上的点和直线	40
2.4.4 平面上的圆	42
2.5 直线和平面及两平面之间的相对位置	42
2.5.1 平 行	42
2.5.2 相 交	44

第3章 立体的投影	47
3.1 平面立体的投影及其表面取点	47
3.1.1 棱 柱	47
3.1.2 棱 锥	48
3.2 曲面立体的投影及其表面取点	49
3.2.1 圆 柱	49
3.2.2 圆 锥	51
3.2.3 圆 球	52
3.2.4 圆 环	53
3.3 平面与回转体表面相交	53
3.3.1 平面与圆柱面的交线	54
3.3.2 平面与圆锥的交线	56
3.3.3 平面与圆球的交线	57
3.3.4 平面与组合回转体相交	58
3.4 两回转体表面相交	59
3.4.1 表面取点法求相贯线	59
3.4.2 辅助平面法求相贯线	61
第4章 轴测图	65
4.1 轴测投影的基本知识	65
4.1.1 轴测投影图的形成和分类	65
4.1.2 轴测图的基本性质	66
4.2 正等轴测图	66
4.2.1 轴间角和简化轴向伸缩系数	66
4.2.2 正等测画法	67
4.3 斜二测图的画法	70
4.3.1 轴间角和轴向变形系数	70
4.3.2 坐标面内或平行于坐标面的圆的斜二测图	71
4.3.3 斜二测图的画法	71
4.4 轴测剖视图	72
第5章 组合体的投影	74
5.1 体的投影——视图	74
5.1.1 体的投影	74
5.1.2 三面投影与三视图	74

5.2 三视图的形成与规律	75
5.2.1 三视图的形成	75
5.2.2 三视图的对应规律	76
5.3 叠加体的三视图	76
5.3.1 叠加体的画图	76
5.3.2 由已知两视图求作第三视图	77
5.4 组合体的组合形式	79
5.4.1 组合体的构成方式	79
5.4.2 组合体上相邻表面之间的连接关系	79
5.5 组合体的视图画法	79
5.6 组合体的看图	82
5.6.1 读图基本要点	82
5.6.2 形体分析法	82
5.6.3 线面分析法	84
5.6.4 由两视图补画第三视图	84
第6章 机件图样的画法	86
6.1 视图	86
6.2 剖视图	89
6.2.1 剖视图的概念	89
6.2.2 画剖视图应注意事项	90
6.2.3 剖视图的种类	90
6.3 断面图	95
6.4 简化画法	96
6.5 第三角画法简介	99
第7章 标准件与常用件	102
7.1 螺 纹	102
7.1.1 螺纹的形成	102
7.1.2 螺纹的种类和要素	102
7.1.3 螺纹的规定画法	105
7.1.4 螺纹的规定标记与标注	106
7.2 螺纹紧固件	107
7.2.1 螺纹紧固件及规定标记	107
7.2.2 螺栓连接的画法	108
7.3 齿 轮	109

7.3.1 齿轮的基本知识	110
7.3.2 直齿圆柱齿轮的规定画法	111
7.4 键、销连接	112
7.4.1 键连接	112
7.4.2 销连接	113
7.5 滚动轴承	114
7.5.1 滚动轴承的结构和类型	114
7.5.2 滚动轴承的画法	115
7.6 弹 簧	116
7.6.1 圆柱螺旋压缩弹簧的规定画法	116
7.6.2 蛇管的画法	118
第8章 零件图	119
8.1 概 述	119
8.2 零件图的视图选择	119
8.2.1 视图选择的要求	119
8.2.2 视图选择的过程	119
8.3 尺寸注法	121
8.3.1 标注尺寸的基本规则	121
8.3.2 组成尺寸的三要素	121
8.3.3 角度、直径、半径、球面直径或半径及狭小部位尺寸的标注	123
8.4 尺寸标注要完全	124
8.5 尺寸标注要清晰	127
8.6 尺寸标注要合理	129
8.7 零件上的常见结构及其尺寸标注	131
8.8 表面粗糙度、镀涂和热处理的代(符)号及其标注	134
8.8.1 表面粗糙度的代号、符号及其标注	135
8.8.2 表面粗糙度参数的概念及其数值	135
8.9 公差与配合	138
8.10 形状与位置公差	142
8.11 看零件图	145
8.11.1 看零件图的要求	145
8.11.2 看零件图的方法和步骤	145
第9章 装配图	147
9.1 装配图概述	147

9.1.1 装配图的作用	147
9.1.2 装配图的内容	147
9.2 装配图的表达方法	149
9.2.1 装配图的一般表示方法	149
9.2.2 装配图的特殊表示法	152
9.3 装配图中零件编号、明细表及标题栏	153
9.3.1 零件编号	153
9.3.2 标题栏和明细表	154
9.4 装配体的工艺结构	154
9.5 装配图中的尺寸标注及技术要求	155
9.5.1 装配图上的尺寸标注	155
9.5.2 装配图上的技术要求	156
9.6 由零件图画装配图	156
9.7 由装配图拆画零件工作图	164
9.7.1 看装配图的基本方法	164
9.7.2 由装配图拆画零件工作图	167
第10章 焊 接	170
10.1 焊缝的图示法和符号标注	170
10.2 焊接方法的字母符号	172
10.3 焊缝的画法及标注示例	172
附 录	175

绪 论

人们在生活、生产及科学实验活动中,把图形与语言、文字一样作为认识自然、表达和交流思想的基本工具。

能够准确表达物体形状、尺寸及其技术要求的图形,被称为工程图样。在现代工业生产中,无论是机器的设计、制造、安装、维修,或是工艺流程设计、施工,还是化工、制药、冶金、汽车、医疗器械等工程设计与施工都是设计者通过工程图样来表达设计意图的,制造者通过工程图样来组织制造和指导生产;使用者通过工程图样来了解机器设备的结构和性能,进行操作、维修和保养。因此,工程图样被誉为工程界的共同技术语言,要求每个工程技术人员必须掌握这种语言。任何工程设计和制造人员,若缺乏绘制和阅读工程图样的能力,就无法从事技术工作。所以对每个未来从事技术工作的工程技术人员,要求必须学习工程制图这门课程。

一、本课程的主要任务

本课程的主要任务是培养学生看图和画图的基本能力。

① 研究平行投影(主要是正投影)的基本理论,为绘制和应用各种工程图样打下良好的理论基础。

② 培养学生按机械制图国家标准的有关规定,正确而较熟练地绘制和阅读工程图样的基本能力。

③ 培养学生的空间想象能力和空间分析能力。

④ 培养学生正确使用绘图仪器和徒手画图的基本能力。

⑤ 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

只有较好地掌握上述学习内容,才能为后续课程、课程设计及毕业设计等的顺利完成奠定基础。

二、学习方法

工程制图是一门既包括理论知识又包括实践内容的课程,学习时应注意以下几点。

① 要重点掌握正投影法的基本理论和基本方法,学习时不能死记硬背,注重问题的分析与理解。

② 本课程实践性很强。只有通过反复作图实践,才能不断加深对制图基本理论的理解。正确地使用绘图工具和仪器,通过实践逐步掌握正确的绘图方法和绘图技巧。在学习过程中要理论联系实际,完成一系列的练习题和尺规图作业。

③ 本课程标准化程度很高。要重视学习和严格遵守国家标准和行业标准的有关规定,学会查阅有关标准和资料的基本方法,对一些常用的标准应牢记并能熟练运用。

④ 随着计算机技术的普及,绝大部分的手工绘图工作将被计算机所取代,但应当清楚地认识到,徒手绘图是不可能被完全替代的。

⑤ 很好地完成作业与习题是掌握本课程基本理论的关键，也是培养学生画图和读图的重要手段。因此要求学生做作业时必须一丝不苟、严谨认真，绘制的图样应投影正确、尺寸齐全、字体工整、图面整洁。

工程图样是指导生产的技术文件，决不允许发生差错，读图也是十分重要的环节，决不允许有丝毫的马虎和误解，否则会发生“差之毫厘，谬之千里”的错误，给生产造成损失。因此，在学习本课程过程中，要把培养学生认真负责的工作态度放在首位，在学习本课程之初就要求学生养成严谨细致的工作作风。

第 1 章 制图的基本知识

工程图样是工程技术人员表达设计意图, 交流技术思想的工具, 是工程界通用的技术语言。因此, 掌握制图的基本知识与技能, 是培养画图和看图能力的基础。本章将阐述有关制图的基本规定、尺寸注法、绘图工具的使用以及平面图形的画法等内容。

1.1 国家标准《技术制图》中的一些规定

图样是工程上用以表达设计意图和交流技术思想的重要工具。因此, 它的格式、内容和画法等都应当有统一的规定, 这个统一的规定就是国家标准《技术制图》。我国于 1959 年首次颁布国家标准《机械制图》, 1970 年、1974 年、1984 年、1989 年、1993 年和 1998 年又分别作了修订。目前, 我国采用的是 1989 年至 1998 年由国家质量技术监督局发布的中华人民共和国国家标准《技术制图》。

我国国家标准(简称国标)的代号是“GB”。例如, 《GB/T 17451—1998 技术制图 图样画法 视图》即表示制图标准中图样画法的视图部分。其中, GB/T 为推荐性国标, 17451 为发布顺序号, 1998 是年号。需要注意的是, 《机械制图》标准适用于机械图样, 《技术制图》标准则普遍适用于工程界各种专业技术图样。

本节主要介绍制图标准中的图纸幅面、比例、字体和图线等制图基本规定, 其他标准将在有关章节中叙述。

1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689—1993)

①绘制图样时, 应优先采用基本幅面, 其代号、尺寸如表 1-1 所示。其中 A0 号幅面最大, A4 号幅面最小。

幅面代号	幅面尺寸				
	mm				
A0	A1	A2	A3	A4	
B × L	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297

当基本幅面不能满足视图的布置时, 可使用加长幅面。加长幅面是使基本幅面的短边成整数倍增加, 其幅面大小在《技术制图》中均有规定。

②画图时先定出图纸幅面, 并用粗实线画出图框; 图框有留装订边和不留装订边两种, 其格式如表 1-2 和表 1-3 所示。

留装订边的图纸, 其装订边的宽度一律为 25mm, 其他三边宽度相同; 不留装订边的图纸, 四边的宽度均相同。具体尺寸如表 1-4 所示。

③图纸可以横放, 也可以竖放。但每张图纸均要有标题栏, 通常标题栏置于图纸的右下角, 这样看图方向与标题栏方向一致, 故多采用此种形式。有特殊需要时, 也可将标题栏移于右上方, 如表 1-5 所示。

表 1-2

图纸留装订边格式

特 征	A3	A4
留装订边		

表 1-3

图纸不留装订边格式

特 征	A3	A4
不留装订边		

表 1-4

图纸边框尺寸

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				

表 1-5

标题栏放置形式

常用情况		
特殊情况		

GB 10609.1—1989 对标题栏的格式和尺寸均作了规定, 其内容项目较多。学生学习时, 制图作业的标题栏建议采用图 1-1 所示的格式。

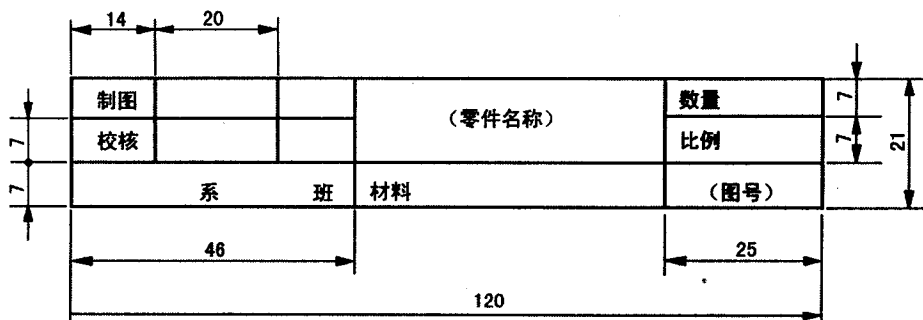


图 1-1 标题栏

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。绘制图样时, 应在表 1-6 “优先选择系列” 中选取适当的绘图比例。必要时, 允许从表 1-6 “允许选择系列” 中选取。为了从图样上直接反映出实物的大小, 绘图时应尽量采用原值比例。

比例符号应以 “:” 表示, 其表示方法为 1:1, 1:2, 5:1 等。比例一般应标注在标题栏中 “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 1-2 所示。

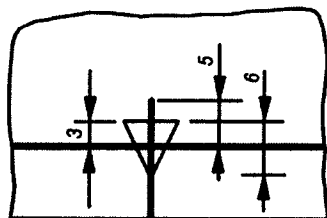


图 1-2 方向符号的画法

表 1-6

比例系列

种 类	定 义	优先选择系列	允许选择系列
原值比例	比值为 1 的比例	1:1	—
放大比例	比值大于 1 的比例	5:1 2:1 $5 \times 10^n:1$ $2 \times 10^n:1$ $1 \times 10^n:1$	4:1 2.5:1 $4 \times 10^n:1$ $2.5 \times 10^n:1$
缩小比例	比值小于 1 的比例	1:2 1:5 1:10 $1:2 \times 10^n$ $1:5 \times 10^n$ $1:1 \times 10^n$	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。

1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)

字体包括汉字、数字和字母。

字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为 1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14 和 20, 单位为 mm。例如 7 号字, 表示该字体高度为 7mm。汉字的高度(h)不应小于 3.5mm, 其字宽一般约为 $h/\sqrt{2}$ 。表 1-7 列出了字体大小, 供书写时选用。

(1) 汉字

图样应用数字和文字来说明机件的大小和技术要求。国家标准中规定各种字体均必须做到: 字体工整、笔画清楚、间隔均匀和排列整齐。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。长仿宋体字的书写要领为：横平竖直、注意起落、结构匀称和填满方格。为了保证字体大小一致和整齐，书写时可以先画格子或横线，然后写字。长仿宋体字的基本笔画如表 1-8 所示。

表 1-7

字体大小

mm

字 号	20 号	14 号	10 号	7 号	5 号	3.5 号	2.5 号	1.8 号
字高/ h	20	14	10	7	5	3.5	2.5	1.8
字宽($h/\sqrt{2}$)	≈ 14	≈ 10	≈ 7	≈ 5	≈ 3.5	≈ 2.5	≈ 1.8	≈ 1.3

表 1-8

长仿宋体字的基本笔画

名称	点	横	竖	撇	捺	挑	折	钩
基本笔画及运笔法								
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

长仿宋体字的书写示例如图 1-3 所示。

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

图 1-3 长仿宋体书写示例

(2) 数字

数字有阿拉伯数字和罗马数字两种，均有直体与斜体之分。常用的是斜体字，其字头向右倾斜，与水平线约成 75° ，如图 1-4 和图 1-5 所示。

(3) 字母

字母有拉丁字母和希腊字母两种，常用的是拉丁字母，我国汉语拼音字母与它的写法一样，每种均有大写和小写、直体和斜体之分。写斜体字母时，通常字头向右倾斜与水平线约成 75° ，如图 1-6 和图 1-7 所示。

需注意字母和数字分 A 型和 B 型, A 型字体的笔画宽度(d)约为字高(h)的 $1/14$; B 型字体的笔画宽度(d)约为字高(h)的 $1/10$ 。在同一图样上, 只允许选用一种形式的字体。

(4) 应用示例

用作分数极限偏差和注脚等的数字及字母一般均采用小一号的字体。应用示例如图 1-8 所示。

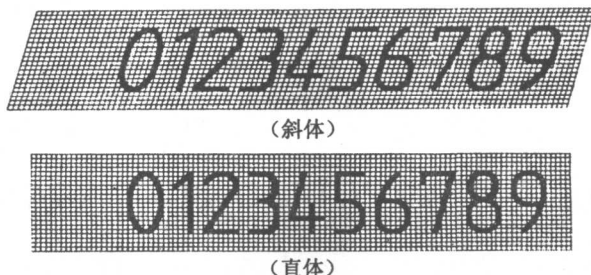


图 1-4 阿拉伯数字(A 型)

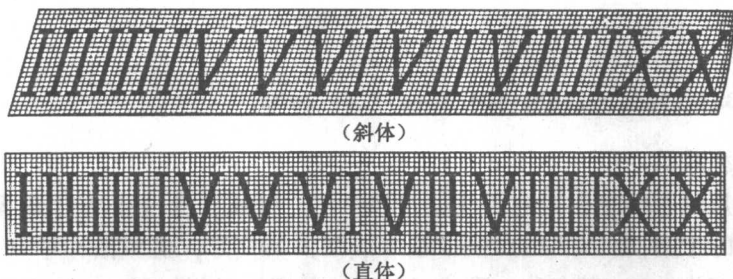


图 1-5 罗马数字(A 型)



图 1-6 大小写斜体拉丁字母(A 型)

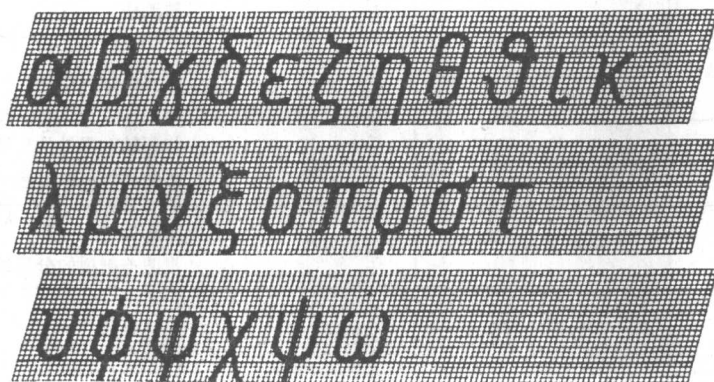


图 1-7 小写斜体希腊字母(A 型)