



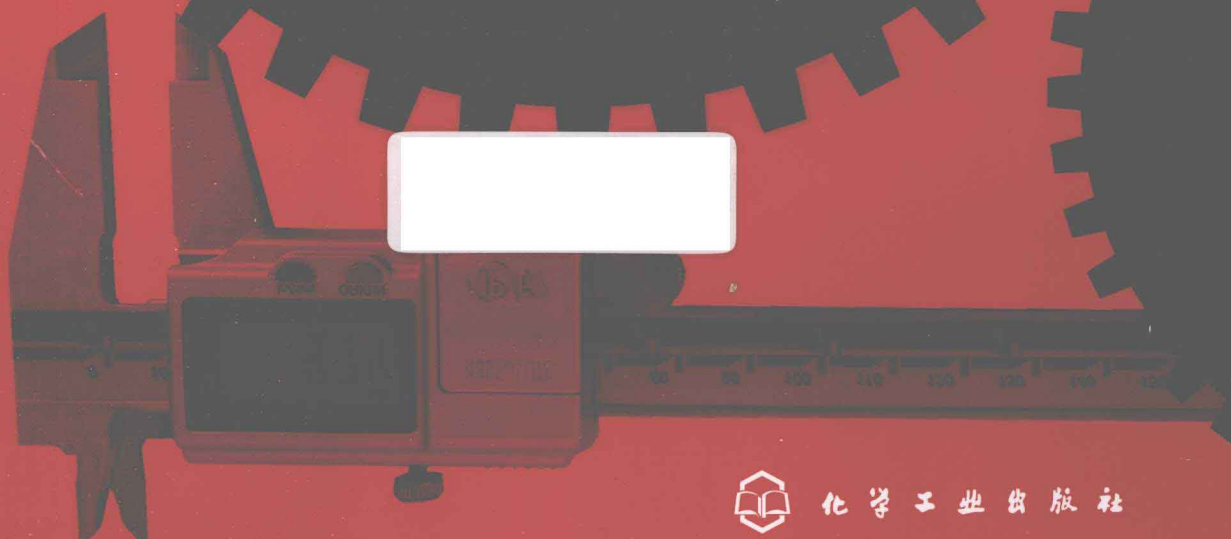
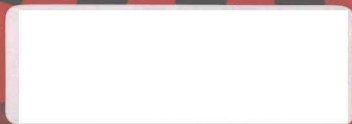
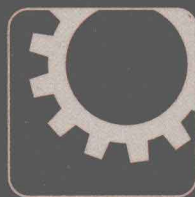
JIXIE ZHITU YU GONGCA CELIANG SUCHA SHOUC

机械制图与公差测量 速查手册

The Second Edition

第二版

孙开元 许爱芬 主编



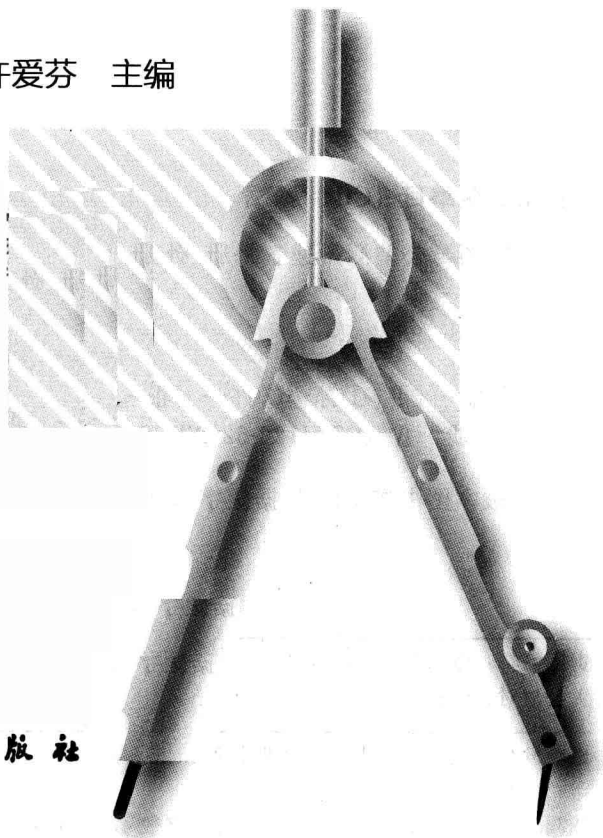
化学工业出版社

JIXIE ZHITU YU GONGCHA CELIANG
SUCHA SHOUC

机械制图与公差测量 速查手册

第二版

孙开元 许爱芬 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是机械行业从事设计制图、制造工艺、产品检测人员的实用工具书,内容翔实可靠,简明易查。主要包括:制图国家标准的基本规定、机械图样的画法、尺寸注法、极限与配合、尺寸的检测、几何公差与检测、表面粗糙度轮廓与检测、圆柱齿轮的公差与检测、圆锥的公差与检测、圆柱螺纹的公差与检测等内容。

本手册可供工矿企业、科研院所从事机械制图、机械设计、加工制造、检验测量工作的工程技术人员和工人使用,也可供相关专业的大专院校及中等职业学校师生参考,还可作为机械制图与设计、加工检测与计量人员技术培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图与公差测量速查手册/孙开元,许爱芬主编. —2版. —北京:化学工业出版社, 2012.7

ISBN 978-7-122-14420-1

I. ①机… II. ①孙…②许… III. ①机械制图-技术手册②公差-配合-技术手册③技术测量-技术手册 IV. ①TH126-62②TG801-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 113224 号

责任编辑:张兴辉
责任校对:洪雅妹

文字编辑:项 激
装帧设计:王晓宇



出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张19½ 字数478千字 2012年10月北京第2版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

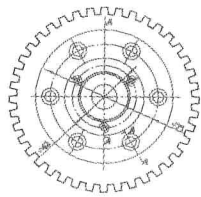
网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:58.00元

版权所有 违者必究

第二版前言 | FOREWORD |



机械图样是机械设计、制造、检验过程中的重要技术文件，几何量检测是加工制造、产品验收过程中的重要环节。为方便工程技术人员查阅，加深初学者对机械制图和几何量检测知识、理论和操作的理解，提高设计者和操作人员技术水平，我们在第一版的基础上，结合读者反馈的建议和要求，参照最新颁布的国家标准，对本书进行了修订。

本书具有以下主要特点。

① 内容翔实。机械制图部分，在广泛收集、严格筛选的基础上，精选了符合最新国家标准的各种画法的典型图例，图的类型包括正投影、轴测投影、标准件画法、常用件画法、零件图和装配图；作图方法包括理论画法、规定画法和简化画法；制图标准包括 ISO、美国、日本等国家制图的基本标准、图样画法、标准件画法、常用件画法和尺寸标注；在图样画法图例中配以立体图，方便读者理解。几何量检测部分，在博采众长的基础上，深入浅出地介绍了几何量公差与检测的基础知识，基本操作技能，常用计量器具的原理、结构和使用，典型零件几何量精度的测量方法。

② 实用可靠。本书融入了作者多年教学和检测实践经验，包括长期用于课堂教学与指导产品设计的图形画法示例以及工程检测实践实例，图形示例标准可信，检测方法实用可靠。

③ 简明易查。为方便读者查阅，本书在理论上，取其精华、简明扼要；在文字叙述上，尽量做到从略从简，使之条文化；在内容整合上，尽可能将相关内容编排在一起；在表达形式上，设计了易查易读的表格样式。

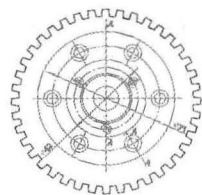
本书由孙开元、许爱芬主编，于战果、董宏国、李学康、俞渭明副主编，参加本书编写的还有王开勇、张文斌、匡小平、冯晓梅、刘宁、刘文开、孙爱丽、李改灵、李立华、张丽杰、郝振洁、柴树峰、傅力、谢霞、路学成、钱继锋。本书由李长娜主审。

限于编者的水平，书中可能存在一些缺点和不妥之处，真诚地希望读者给予批评指正。

编者

I 目录I

CONTENTS

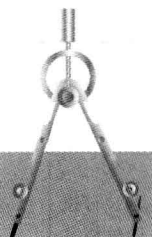


第1章 制图国家标准的基本规定	1
1.1 图纸的幅面和格式	1
1.1.1 图纸的幅面	1
1.1.2 图框格式、标题栏位置	1
1.1.3 对中符号、方向符号	1
1.1.4 图幅分区、剪切符号、米制参考分度、投影符号	2
1.2 标题栏和明细栏	3
1.2.1 标题栏	3
1.2.2 明细栏	4
1.3 比例	5
1.3.1 比例的概念、种类、系数	5
1.3.2 比例的标注	6
1.4 字体	6
1.5 图线	8
1.5.1 线型	8
1.5.2 图线的尺寸	9
1.5.3 图线的画法及应用	9
1.6 剖面符号的画法	12
1.6.1 剖面符号	12
1.6.2 剖面符号画法示例	13
1.7 过渡线	15
1.7.1 交线与过渡线画法比较	15
1.7.2 零件上过渡及过渡线画法示例	16
1.8 制图国外基本标准简介	17
1.8.1 图纸幅面及格式	17
1.8.2 比例	18
1.8.3 图线	18
1.8.4 剖面符号	19
1.8.5 外国标准代号及名称	20
第2章 机械图样的表达	21
2.1 图样画法	21
2.1.1 视图的画法	21
2.1.2 剖视图的画法	25
2.1.3 断面图的画法	32
2.1.4 局部放大图	34
2.1.5 剖视图和断面图的规定画法	35
2.1.6 简化画法	36
2.1.7 国外标准中图样画法的基本规定	43
2.2 标准件与常用件的画法	48
2.2.1 螺纹及螺纹紧固件的画法	48
2.2.2 销及其连接的画法	59
2.2.3 键及其连接的画法	61
2.2.4 齿轮的画法	64
2.2.5 弹簧的画法	69
2.2.6 滚动轴承的画法	73
2.2.7 螺纹和齿轮国外标准的规定画法	79
2.3 轴测图	81
2.3.1 轴测投影的基本概念	81
2.3.2 正等轴测图的画法	82

2.3.3 斜二等轴测图的画法	85	2.4.1 零件图的画法	86
2.4 零件图和装配图	86	2.4.2 装配图的画法	90
第3章 尺寸注法	98		
3.1 基本规则	98	尺寸注法	105
3.2 尺寸界线、尺寸线、 尺寸数字	98	3.5 合理标注零件尺寸	108
3.3 标注示例	100	3.6 装配图上尺寸的标注	111
3.4 常见零件结构要素的		3.7 国外标准中尺寸的注法	111
第4章 极限与配合	116		
4.1 极限与配合的基本术语	116	4.2 极限与配合的标准化	122
4.1.1 孔和轴	116	4.2.1 标准公差系列	123
4.1.2 尺寸	116	4.2.2 基本偏差系列	126
4.1.3 偏差、公差及公差带	118	4.2.3 极限与配合的选择	139
4.1.4 配合	120		
第5章 尺寸的检测	145		
5.1 精度检测的基本知识	145	5.2.2 常用的计量器具	157
5.1.1 测量的基本要素	145	5.2.3 用立式光学计测量轴径	161
5.1.2 计量器具和测量方法	146	5.2.4 用内径百分表测量孔径	163
5.1.3 测量误差的来源及分类	152	5.2.5 用万能测长仪测量 轴承内径	164
5.2 尺寸检测	156	5.2.6 大轴径的测量	166
5.2.1 尺寸的检测方法	156		
第6章 几何公差与检测	170		
6.1 基本概念	170	6.3.2 检测原则	199
6.1.1 几何要素及分类	170	6.4 直线度误差的检测	201
6.1.2 几何公差项目及其符号 和附加符号	171	6.4.1 常用计量器具	201
6.1.3 几何公差带	172	6.4.2 比较法	202
6.2 几何公差的标注和公差原则	181	6.4.3 节距法	203
6.2.1 被测要素的表示方法和 标注	181	6.4.4 任意方向的直线度 误差检测	204
6.2.2 基准要素的表示方法和 标注	183	6.5 平面度误差的检测	205
6.2.3 公差原则	185	6.5.1 比较法	205
6.3 几何公差的评定及检测原则	192	6.5.2 三点法	205
6.3.1 几何公差的评定	192	6.5.3 四点法	206
		6.5.4 按“最小条件”评定平 面度误差的方法	207

6.6	圆度误差的检测	208	6.9.1	面对基准平面的垂直度误差的检测	215
6.6.1	分度头测量	208	6.9.2	直线对基准平面的垂直度误差的检测	216
6.6.2	圆度仪测量	209	6.9.3	面对基准直线的垂直度误差的检测	217
6.6.3	二点法、三点法测量	210	6.9.4	直线对基准直线的垂直度误差的检测	218
6.7	圆柱度误差的检测	211	6.10	同轴度误差的检测	219
6.7.1	圆度仪测量	211	6.11	对称度误差的检测	220
6.7.2	V形法测量	211	6.12	位置度误差的检测	221
6.8	平行度误差的检测	212	6.13	跳动误差的检测	221
6.8.1	面对基准平面的平行度误差的检测	212	6.13.1	径向圆跳动误差的检测	221
6.8.2	直线对基准平面的平行度误差的检测	213	6.13.2	端面圆跳动误差的检测	223
6.8.3	面对基准直线的平行度误差的检测	213	6.13.3	斜向圆跳动误差的检测	224
6.8.4	直线对基准直线的平行度误差的检测	214	6.13.4	径向全跳动误差的检测	224
6.9	垂直度误差的检测	215	6.13.5	端面全跳动误差的检测	225
第7章 表面粗糙度轮廓与检测					227
7.1	表面粗糙度轮廓的评定及标注	227	7.1.2	评定指标及标注	229
7.1.1	基本概念和基本术语	227	7.2	表面粗糙度轮廓的测量	239
第8章 圆柱齿轮的公差与检测					244
8.1	齿轮精度和侧隙的评定指标	244		糙度	253
8.1.1	对齿轮传动的使用要求	244	8.1.9	齿轮副中心距极限偏差和轴	
8.1.2	影响齿轮使用要求的主要误差	245		线平行度公差	254
8.1.3	齿轮的强制性检测精度指标、侧隙指标	248	8.1.10	齿轮侧隙指标的极限偏差	255
8.1.4	评定齿轮精度时可采用的非强制性检测精度指标	249	8.2	圆柱齿轮单项参数的测量	256
8.1.5	齿轮精度指标的公差(偏差允许值)及其精度等级	251	8.2.1	齿距检测仪测量齿距累积总偏差和单个齿距偏差	256
8.1.6	齿轮精度等级的选择	252	8.2.2	万能工具显微镜测量齿距累积总偏差和单个齿距偏差	257
8.1.7	图样上齿轮精度等级的标注	252	8.2.3	渐开线检测仪测量齿廓总偏差	259
8.1.8	齿轮坯公差及齿轮表面粗		8.2.4	偏摆检测仪测量螺旋线总偏差	259

8.2.5 齿厚游标卡尺测量齿厚 偏差	261	8.3 圆柱齿轮的综合测量	266
8.2.6 公法线千分尺测量公法线 长度偏差	262	8.3.1 齿轮单面啮合检测仪测量 切向综合误差和一齿切向 综合误差	266
8.2.7 偏摆检测仪测量齿轮径向 跳动	263	8.3.2 齿轮双面啮合检测仪测量 径向综合误差和一齿径向 综合误差	267
8.2.8 齿轮径向跳动检测仪测量 齿轮径向跳动	265		
第9章 圆锥的公差与检测	269		
9.1 圆锥公差	269	9.2.2 钢球法测量	276
9.2 锥度的检测	275	9.2.3 圆锥量规检测	277
9.2.1 正弦规测量	275		
第10章 圆柱螺纹的公差与检测	278		
10.1 螺纹的结构参数和公差标准	278	10.3.2 外螺纹中径的测量方法	292
10.1.1 螺纹的分类和牙型结构 形式	278	10.4 圆柱内螺纹主要参数的测量 方法	294
10.1.2 螺纹的有关名词术语、 几何参数和定义	280	10.4.1 内螺纹螺距的测量方法	294
10.1.3 普通螺纹的基本尺寸	281	10.4.2 内螺纹牙型角的测量 方法	295
10.1.4 普通螺纹的公差与配合	284	10.4.3 内螺纹中径的测量方法	295
10.2 普通螺纹的综合检验	287	10.4.4 内螺纹大径和小径的测 量方法	296
10.3 圆柱外螺纹主要参数的测量	288	10.5 机床梯形丝杠和螺母的精度与 公差	297
10.3.1 用工具显微镜测量外螺 纹的主要参数	288		
参考文献	300		



CHAPTER 1

第1章 制图国家标准的基本规定

《技术制图》国家标准是我国最高层次的制图标准。经过多次修订的《机械制图》国家标准和《技术制图》国家标准与国际标准趋于一致，而且两个标准相互补充、不断完善，共同规范机械图样。本章列出了在机械制图中常用的有关图纸幅面及格式、比例、字体、图线等标准，其他有关制图标准将在相关章节中介绍。

1.1 图纸的幅面和格式

1.1.1 图纸的幅面（表 1-1）

表 1-1 图纸幅面及尺寸

mm

基本幅面 (第一选择)	幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
	尺寸 $B \times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
加长幅面 (第二选择)	幅面代号	A3×3	A3×4	A4×3	A4×4	A4×5
	尺寸 $B \times L$	420×891	420×1189	297×630	297×841	297×1051
加长幅面 (第三选择)	幅面代号	A0×2	A0×3	A1×3	A1×4	A2×3
	尺寸 $B \times L$	1189×1682	1189×2523	841×1783	841×2378	594×1261
	幅面代号	A2×4	A2×5	A3×5	A3×6	A3×7
	尺寸 $B \times L$	594×1682	594×2102	420×1486	420×1783	420×2080
	幅面代号	A4×6	A4×7	A4×8	A4×9	
	尺寸 $B \times L$	297×1261	297×1471	297×1682	297×1892	

注：1. 根据 GB/T 14689—2008《技术制图 图纸幅面和格式》的规定，绘制技术图样时，优先采用本表所列的基本幅面；必要时，也允许选用加长幅面。

2. 加长的幅面尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增后得出的。

1.1.2 图框格式、标题栏位置

图框格式分为留装订边和不留装订边两种，见表 1-2。

每张图纸上都必须绘制标题栏。标题栏位于图纸的右下角或右上角，见表 1-2。

1.1.3 对中符号、方向符号

为了使图样复制和缩微时定位方便，应在图纸各边中点绘制对中符号。为了明确看图方向，应在图纸的下边对中符号处画出方向符号，见表 1-2。

表 1-2 图纸的格式

留装订边图框格式						
不留装订边图框格式						
图框尺寸	幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
	e	20		10		
	c	10			5	
	a	25				
标题栏位于右上角						
对中符号						
方向符号						

注：1. 同一种产品采用同一种图框格式，图框线用粗实线绘制。

2. 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。如 $A2 \times 3$ 的图框，按 A1 的图框尺寸绘制；再如 $A3 \times 4$ 的图框，按 A2 的图框尺寸绘制。

3. 当标题栏位于右上角时，为了明确看图方向，必要时，在图纸的下边对中符号处画出方向符号。

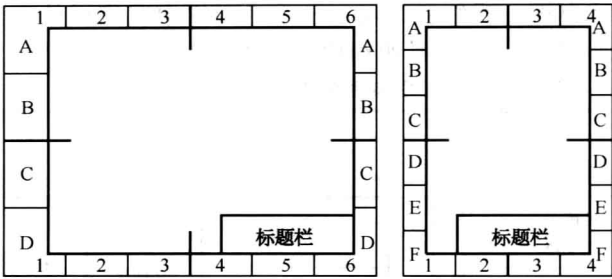
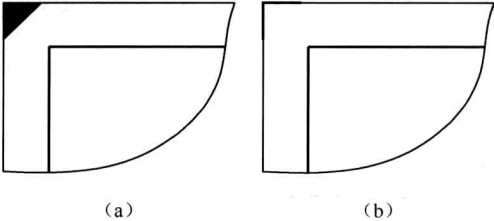
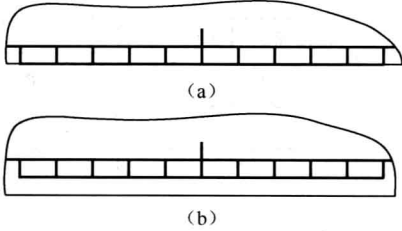
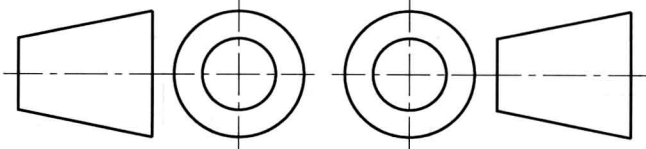
4. 为了使图样复制和缩微摄影时定位方便，一般应在图纸各边长的中点处分别画出对中符号，对中符号用粗实线绘制，线宽不小于 0.5mm，长度从纸边界开始至伸入图框内 5mm。

5. 对中符号的位置误差应不大于 0.5mm，当对中符号处于标题栏范围时，深入标题栏部分省略不画。

1.1.4 图幅分区、剪切符号、米制参考分度、投影符号

图幅分区、剪切符号、米制参考分度、投影符号见表 1-3。

表 1-3 图幅分区、剪切符号、米制参考分度、投影符号

图幅分区		垂直方向用大写拉丁字母由上至下顺序编写；水平方向用阿拉伯数字从左至右顺序编写
剪切符号	 (a) (b)	剪切符号可采用直角边边长为 10mm 的黑色等腰三角形，如图 (a) 所示；也可以将剪切符号画成两条粗线段，线段的线宽为 2mm，线段长为 10mm，如图 (b) 所示
米制参考分度	 (a) (b)	用粗实线绘制，线宽不小于 0.5mm，总长为 100mm，等分 10 格，格高为 5mm，图纸周边宽为 5mm 时画法如图 (a) 所示；周边宽为 10mm 时画法如图 (b) 所示
投影符号	 (a) 第一角画法的投影识别符号 (b) 第三角画法的投影识别符号	一般放置在标题栏中名称及代号区下方，用粗实线和细点画线绘制，其中粗实线宽度不小于 0.5mm

1.2 标题栏和明细栏

1.2.1 标题栏

GB/T 10609.1—2008《技术制图 标题栏》规定了技术图样中标题栏的画法和填写要求，标题栏的分区和样式见表 1-4。

表 1-4 标题栏和明细栏

表 1-4 标题栏和明细栏

表 1-4 标题栏和明细栏

标题栏的分区

(a) 国际标准中的分区格式

(b) 国内制定的分区格式

标题栏

图样中的明细栏

在 A4 图纸上单独绘制的明细栏

注：表中的标题栏和明细栏均为参考画法。

表 1-5 比例的概念、种类及系数

比例概念	图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比
比例种类	原值比例、放大比例、缩小比例

续表

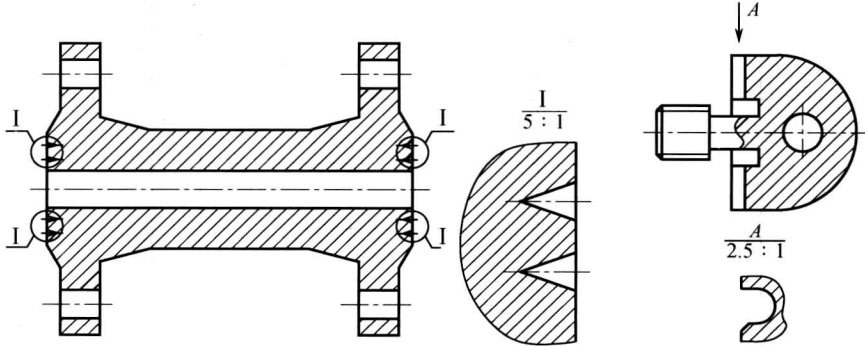
优先选用	原值比例	1:1						
	放大比例	5:1	2:1	$5 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$1 \times 10^n : 1$		
	缩小比例	1:2	1:5	1:10	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$	$1:1 \times 10^n$	
允许选用	放大比例	4:1	2.5:1	$4 \times 10^n : 1$	$2.5 \times 10^n : 1$			
	缩小比例	1:1.5	1:2.5	1:3	1:4	1:6	$1:1.5 \times 10^n$	$1:2.5 \times 10^n$ $1:3 \times 10^n$ $1:4 \times 10^n$ $1:6 \times 10^n$

注: n 为正整数。

1.3.2 比例的标注

特殊情况下比例的标注见表 1-6。

表 1-6 比例的标注

视图中的标注	
水平与垂直方向不同比例的标注	河流横剖面图 铅垂方向 1:1000 水平方向 1:2000

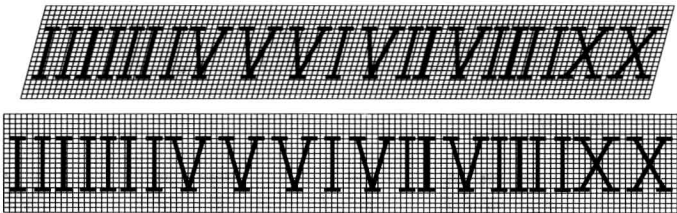
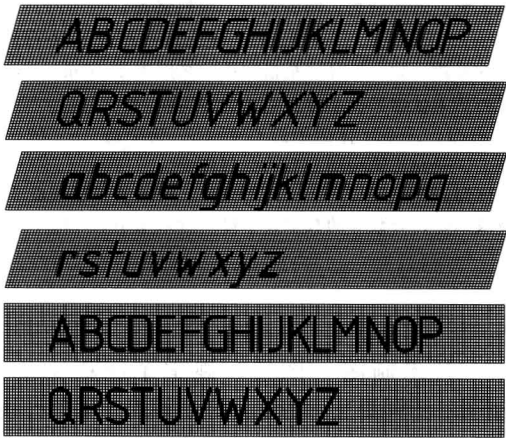
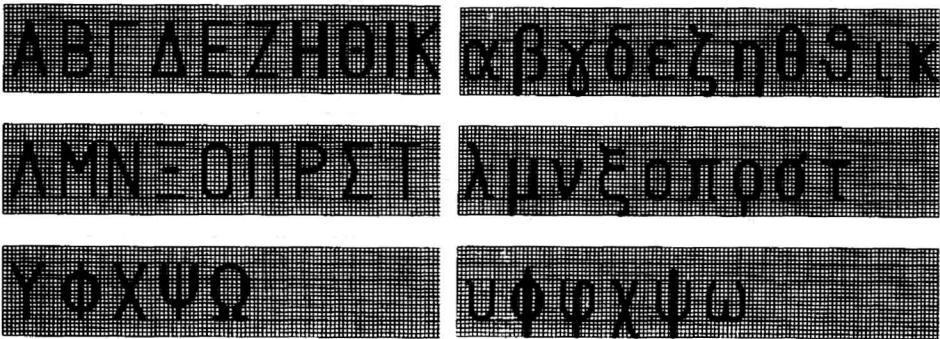
1.4 字体

GB/T 14691—1993《技术制图 字体》规定了技术图样中字体的大小和书写要求等,在标准中还列举了各种字例,见表 1-7。

表 1-7 字例

汉字	3.5号字 字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐 5号字 横平竖直注意起落结构均匀填满方格 7号字 技术制图装配图零件图
----	--

续表

数字	阿拉伯 数字	
	罗马 数字	
字母	拉丁 字母	
	希腊 字母	

续表

综合字例	3.5号字体
	ISO 2005 Part 5 $\phi 20^{+0.010}_{-0.023}$ 10^{-3} 1:2000 58kg
	5号字体
	GB/T 14691—1993 $m=14$ $z=28$ 55° $\frac{3}{4}$
	7号字体
	HT200 20Mn $\phi 50 \frac{H9}{f8}$ $\phi 50h6$
	10号字体
	R30 T_d T2 M36x2

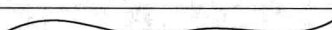
- 注：1. 书写要求：字体工整，笔画清楚，间隔均匀，排列整齐。
2. 字号分别是 1.8，2.5，3.5，5，7，10，14，20。若需要书写大于 20 号的字，其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的倍数递增。
3. 字体的高度称为字体的号数，如 2.5 号字是指字体的高度为 2.5mm。
4. 图样中的汉字应写成长仿宋体字，汉字宽高之比为 $1/\sqrt{2}$ 。
5. 字母和数字分 A 型和 B 型，A 型字体的笔画宽度（ d ）为字高（ h ）的 $1/14$ 。B 型字体的笔画宽度（ d ）为字高（ h ）的 $1/10$ 。在同一张图样上，只允许选用同一型式的字体。
6. 字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75° 。
7. 用作指数、脚注、极限偏差、分数等的数字及字母一般采用小一号的字体，如 5 号字的脚注为 3.5 号字。

1.5 图线

GB/T 17450—1998《技术制图 图线》规定了图样中图线的线型、尺寸和画法。GB/T 4457.4—2002《机械制图 图样画法 图线》详细地规定了各种线型的应用，并列举了应用示例。

1.5.1 线型（表 1-8）

表 1-8 常用线型

类型	名称		线型
基本线型	实线	粗实线	
		细实线	
	虚线		
	点画线	细点画线	
		粗点画线	
基本线型的变形	双点画线		
	波浪线		
图线的组合	双折线		

GB/T 17450—1998《技术制图 图线》中规定了15种基本线型,以及多种基本线型的变形和图线的组合。

表1-8中列出了技术制图常用的四种基本线型、一种基本线型的变形(波浪线)和一种图线组合(双折线)。

1.5.2 图线的尺寸

图线宽度尺寸组别见表1-9,线素长度见表1-10。

表 1-9 图线宽度尺寸组别

mm

线型组别	粗线	细线	线型组别	粗线	细线
0.25	0.25	0.13	1	1	0.5
0.35	0.35	0.18	1.4	1.4	0.7
0.5 ^①	0.5	0.25	2	2	1
0.7 ^①	0.7	0.35			

①优先选用的组别。

注:1. 所有线型的宽度(d)应按图样的类型和尺寸在所列系数中选择。

2. 宽度公比为 $1:\sqrt{2}$ ($\approx 1:1.4$)。图线宽度分别为0.13mm, 0.18mm, 0.25mm, 0.35mm, 0.5mm, 0.7mm, 1mm, 1.4mm, 2mm。

表 1-10 线素长度

线素	线型	长度	示 例
点	点画线、双点画线	$\leq 0.5d$	
短间隔	虚线、点画线	$3d$	
画	虚线	$12d$	
长画	点画线、双点画线	$24d$	

注: d 为粗线的宽度

1.5.3 图线的画法及应用

图线的画法及应用见表1-11。GB/T 4457.4—2002中线型新增用法示例见表1-12。

表 1-11 图线的画法及应用

画法	
	中心线超出轮廓线2~5mm 线与线相交 虚线留出空隙 虚线与虚线相交 线与线相交 虚线之间不留间隙 虚线与粗实线相交 (a) 正确 (b) 错误