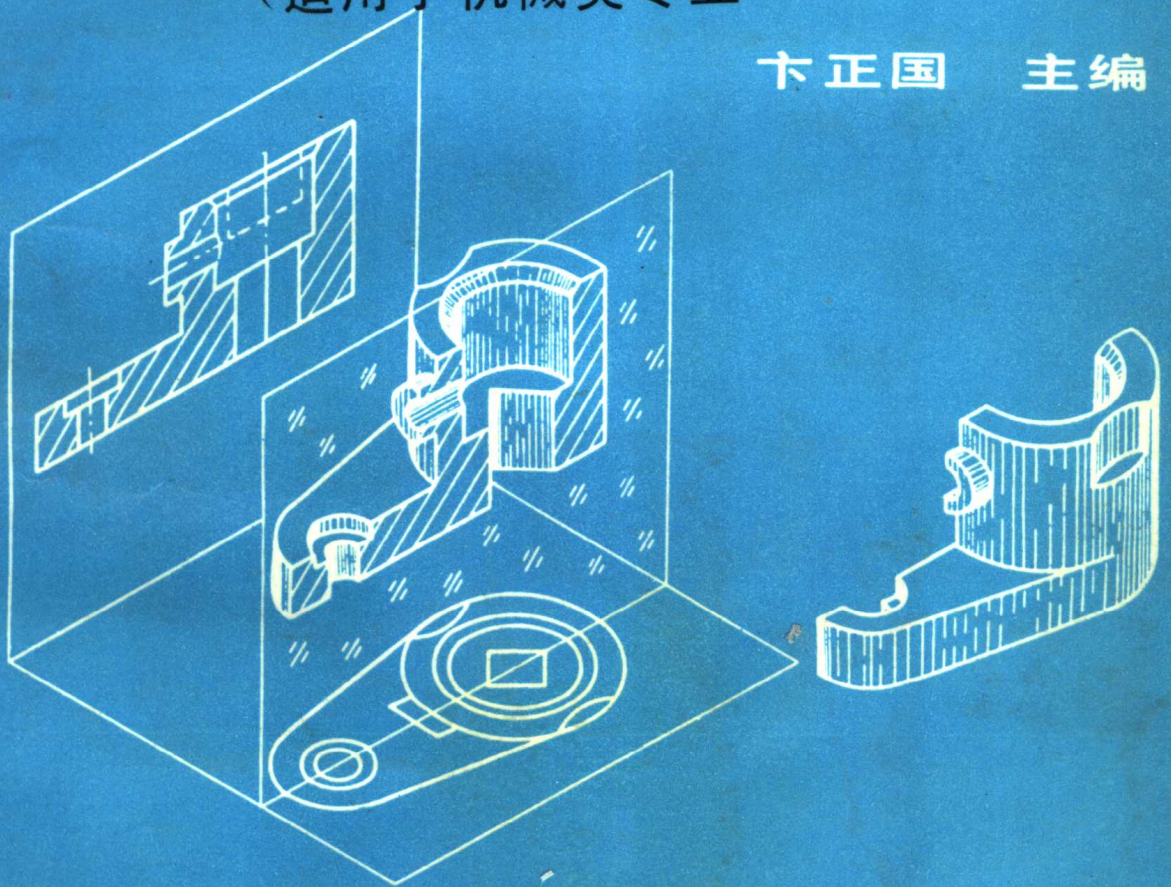


高等工业专科学校教材

画法几何及机械制图

(适用于机械类专业)

卞正国 主编



机械工业出版社

高等工业专科学校教材

画法几何及机械制图

(适用于机械类专业)

卞正国 主编



机械工业出版社

本书贯彻了1985年和1994年实施的制图国家标准及1991年以来所颁布的材料代号、螺纹紧固件等有关国家标准。主要内容包括：制图基本知识和技能，投影基本知识，点、直线、平面、基本几何体的投影，立体的表面交线，组合体的投影，轴测投影，机件的常用表达方法，零件图，标准件和常用件，装配图，测绘，计算机绘图，展开图，焊接图和房屋建筑图。为便于读者学习，每章前有内容提要，章后有复习思考题，书后有附录及有便于练习的配套习题集。

本书除可作为高等工业专科学校机械类各专业教材外，也可供相近专业使用，还可作为工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

画法几何及机械制图/卞正国主编。—北京：机械工业出版社，1996.7

ISBN 7-111-05055-X

I. 画… I. 卞… III. ①画法几何②机械制图 IV. ①0185.2②TH126

中国版本图书馆CIP数据核字(95)第23455号

出版人：马九荣(北京市百万庄南街1号 邮政编码100037)
责任编辑：刘小慧 版式设计：张世琴 责任校对：姚培新
封面设计：姚毅 责任印制：王国光
机械工业出版社京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
1996年7月第1版第1次印刷
787mm×1092mm¹/₁₆·26印张·640千字
0 001—5 000册
定价：27.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

前 言

本教材是根据国家教委1991年批准、印发、试行的“高等工程专科机械制图课程教学基本要求”编写的。适用于高等工业专科学校机械类专业(130~140学时)的教学,亦可供相近专业使用或参考。全书除绪论外,共分16章及附录,另外还编写了《画法几何及机械制图习题集》,配合本教材使用。

在教材编写中,注意基础理论的叙述以够用为度,以掌握概念、强化应用为目的,体现高等工业专科教学的特色。为满足机械类各专业的需要,其内容安排与课程教学基本要求相比略有补充,增加了展开图、焊接图、房屋建筑图等内容。全书贯彻了1985年和1994年实施的制图国家标准及1991年以来新颁布的材料代号、螺纹紧固件等有关的国家标准。

本书的主审是上海城市建设学院何铭新教授、同济大学钱可强教授。本书的主编和副主编分别是常州工业技术学院的卞正国和刘力。本书编者为:洛阳大学荆长春(绪论),南通职业大学李业农(第一章、第三章),常州工业技术学院高颀(第二章),常州工业技术学院钱菲(第四章),常州工业技术学院卞正国(第五章),常州工业技术学院刘力(第六章、第九章),常州物资学校丁晓光(第七章),江南大学鲁屏宇(第八章、第十五章),洛阳大学李菊英(第十章),洛阳大学郑素香(第十一章),洛阳大学马然芝(第十二章),常州工业技术学院杨涤(第十三章),常州工业技术学院卞正国、周荣华(第十四章),常州工业技术学院陈建平(第十六章),常州工业技术学院卞正国、常州电子职工大学王卫霞(附录)。

常州技术师范学院王槐德同志对本书给予了很大关心和帮助。

在此,我们对关心和支持本书编写、出版的同志一并表示衷心感谢。

由于我们的水平有限,书中难免有缺点和错误,恳请使用本书的师生和广大读者批评指正。

编者

1995年10月

目 录

绪论	1	第六节 综合应用举例	174
第一章 制图基本知识与技能	3	第七节 第三角投影法简介	177
第一节 有关制图的国家标准简介	3	第九章 零件图	180
第二节 绘图工具和仪器的使用	15	第一节 概述	180
第三节 几何作图	17	第二节 零件的视图和尺寸	182
第四节 平面图形的尺寸注法及线段分析	22	第三节 零件图上的技术要求	193
第五节 画图的方法和步骤	24	第四节 零件图上常见工艺结构及工艺简介	208
第二章 投影基本知识	28	第五节 零件图的读图方法	213
第一节 投影法	28	第六节 画零件图	217
第二节 三视图的形成及投影规律	29	第十章 标准件和常用件	220
第三章 点、直线、平面的投影	33	第一节 概述	220
第一节 点的投影	33	第二节 螺纹及螺纹紧固件	221
第二节 直线的投影	36	第三节 键、销	235
第三节 平面的投影	50	第四节 滚动轴承	238
第四章 基本几何体的投影	66	第五节 齿轮	243
第一节 基本几何体的投影	66	第六节 弹簧	254
第二节 基本几何体的尺寸标注	81	第十一章 装配图	258
第五章 立体的表面交线	84	第一节 概述	258
第一节 平面与立体相交	84	第二节 装配图的视图选择	262
第二节 两曲面立体相交	104	第三节 装配图的尺寸和技术要求	264
第六章 组合体的投影	119	第四节 部件表达方法	265
第一节 画组合体的视图	119	第五节 装配图的零件序号和明细表	268
第二节 读组合体的视图	123	第六节 装配结构的合理性	269
第三节 组合体的尺寸标注	131	第七节 绘制装配图	272
第七章 轴测投影	136	第八节 读装配图及拆画零件图	278
第一节 轴测投影概述	136	第十二章 测绘	286
第二节 正等测图	137	第一节 概述	286
第三节 斜二测图	144	第二节 零件的测绘	295
第四节 轴测图的选择	147	第三节 装配体的测绘	302
第五节 轴测剖视图的画法简介	148	第十三章 计算机绘图	314
第八章 机件的常用表达方法	152	第一节 计算机绘图的基本原理	314
第一节 基本视图及其配置	152	第二节 微机绘图系统简介	317
第二节 局部视图、斜视图和旋转视图	154	第三节 绘图指令与绘图编程	318
第三节 剖视图	156	第四节 绘图软件包简介	325
第四节 剖面图	168	第十四章 展开图	329
第五节 其他表达方法	170	第一节 概述	329

第二节	平面立体的表面展开·····	331	第三节	焊接图举例·····	349
第三节	可展曲面的展开·····	332	第十六章	房屋建筑图 ·····	352
第四节	不可展曲面的表面近似展开·····	334	第一节	概述·····	352
第五节	展开图应用举例·····	339	第二节	建筑施工图·····	355
第十五章	焊接图 ·····	342	第三节	结构施工图·····	360
第一节	概述·····	342	附录 ·····	·····	365
第二节	焊缝的图示方法及焊缝符号 的标注·····	343	参考文献 ·····	·····	419

绪 论

一、本课程的研究对象、地位和作用

画法几何及机械制图是研究用正投影法阅读和绘制机械图样及解决空间几何问题的理论和方法的一门学科。

在现代工业生产中,从机器设备,到仪器仪表,在设计、制造、使用和维修中,都离不开机械图样。机械图样是工业生产的重要技术资料,是进行技术交流的重要工具,是工程界的语言。从事机器制造业的工程技术人员都必须学习和掌握它。在高等工科院校,机械制图是机械类专业培养工程技术应用型人才的一门既有理论又有实践的主干技术基础课,同时又是学生学习后续课程和完成课程设计与毕业设计不可缺少的基础。

二、本课程的主要内容和任务

本课程的主要内容包括画法几何和机械制图两部分。画法几何学是用投影法来研究图示和图解空间几何问题的一门学科,是工程制图的基本理论。机械制图则是应用画法几何的投影理论,制图国家标准和必要的机器制造技术知识,解决有关机械图样问题的学科。

本课程的主要任务是:

1. 研究平行投影(主要是正投影)的基本理论及其应用。
2. 学习、贯彻制图国家标准和有关规定。
3. 培养绘制零、部件图(含测绘)和阅读机械图样的基本能力。
4. 培养和发展空间想像能力和空间分析能力。
5. 对计算机绘图有初步的了解。
6. 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

三、本课程的学习方法

本课程内容的特点是既有系统理论又有较强的实践性,因此,建议读者在学习过程中注意下列各点:

1. 多画、多读、多想。坚持理论联系实际学风。开始学习投影理论时,可以借助模型增强感性认识,但不可长期依赖模型,以不断提高自己的空间想像能力。
2. 认真听讲,勤于自学。学习中要着重掌握正投影的基本理论和绘制投影图,以及阅读图样的主要方法——线面分析法和形体分析法。
3. 及时完成作业。在做作业的过程中,要逐步熟悉并严格遵守制图国家标准。做到:投影正确,线型分明,尺寸齐全,字体工整,图面整洁。
4. 自始至终以认真负责的态度做好作业,切忌粗心大意,草率从事。

四、我国制图学科的发展简史

任何一门学科的产生和发展都是与生产的发展密切相连的。人类自古以来,就用图来表达感情,记录事物,研究问题和交流思想。图样出现的基础是农业中测量土地、原始建筑中测量方向、加工和安装石木结构以及记录天象等工作中积累的几何知识和描绘事物的绘图技能等。

大约在一万年以前的新石器时代，我们的祖先已能在彩陶、骨板上绘制几何图形和动物花纹。在两千多年前春秋时代的一部最古老的技术经典《周礼考工记》中就有关于画图仪器“规”、“矩”、“绳”、“墨”、“悬”、“水”等的记载。《周髀算经》中有勾股和方圆相切等几何作图问题的记载。

秦汉以来，历代建筑宫室都有图样。如《史记》中记载着“秦每破诸侯，写放其宫室而建立咸阳北城上”。唐代柳宗元所著《梓人传》中记有“画宫于堵盈尺而曲尽其制，计其毫厘而构大厦而无进退焉”。文中说明当时已能按一定比例关系绘制施工图。

宋李诫(仲明)所著《营造法式》是世界上最早的一部完善的建筑规范。书中插图已正确使用了正投影法和轴测投影法。

明宋濂(应星)著《天工开物》详细阐述了农业、交通、采冶、加工、军事等方面的问题。其中画有大量图例。这些图例以轴测图来表达舟车器械的形象和构造，并适当修饰以加强立体感。明末《武备志》一书中的龙尾战车图，不仅有外形图，还有每个零件的零件图。

清徐光启编著的《农政全书》记录了农耕及水利等技术问题。其中画有不少农具图样，包括构造细部的详图，并附有相当完备的尺寸、技术条件等注解。这正是正确运用视图的典范。

以上各例清楚地说明了历史上我国在制图方面的光辉成就。

1795年法国几何学者蒙日(G.Monge)在其所著的《画法几何》里系统而完整地提出了投影原理及方法，为在平面上表达、绘制机器图样提供了理论基础和方法。画法几何学作为几何学的一个独立分支，至今仍在各个工程技术部门广泛运用并发展。

由此可见，我国对正投影法的使用，要比画法几何的出现早七个世纪；对轴测投影法的采用比欧洲早六个世纪。但是，由于我国长期受封建统治，严重阻碍了科学技术和生产力的发展，对这些科学方法的研究和应用一直处于落后状态。

进入本世纪以来，由于电子技术的迅猛发展，给古老的绘图技术注入了新的活力。从50年代诞生第一台计算机绘图仪开始，就进入到以半自动化和自动化代替手工操作的历史性变革时期；进入70年代以后，绘图机向计算机数控方向发展，极大地促进了图学各个分支的发展。目前计算机绘图技术的应用(例如计算机辅助设计CAD)已越来越广泛。我们深信，随着计算机自动绘图技术的推广和应用，必将促进制图理论和技术的更新发展。

第一章 制图基本知识与技能

内容提要

1. 国家标准关于图纸幅面、比例、字体、图线、尺寸注法和标题栏等的内容介绍。
2. 绘图工具和仪器的使用。
3. 几何作图。
4. 平面图形的尺寸标注、尺寸分析、圆弧连接和画图步骤；徒手作图方法。

第一节 有关制图的国家标准简介

机械图样是设计和制造机械过程中的重要资料，是技术交流的语言。为此，我国颁布了制图国家标准，对机械图样的画法、尺寸注法及各种符号等都作了统一规定。国家标准（简称国标）的代号是“GB”。

一、图纸幅面及标题栏

1. 图纸幅面

绘制图样时，应优先采用表1-1所规定的基本幅面。必要时，也允许选用表1-2和表1-3所规定的加长幅面。这些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 图幅尺寸 (mm)

幅面代号	尺寸 $B \times L$
A0	841 × 1189
A1	594 × 841
A2	420 × 594
A3	297 × 420
A4	210 × 297

表1-2 图幅尺寸 (mm)

幅面代号	尺寸 $B \times L$
A3 × 3	420 × 891
A3 × 4	420 × 1189
A4 × 3	297 × 630
A4 × 4	297 × 841
A4 × 5	297 × 1051

表1-3 图幅尺寸 (mm)

幅面代号	尺寸 $B \times L$	幅面代号	尺寸 $B \times L$
A0 × 2	1189 × 1682	A3 × 5	420 × 1486
A0 × 3	1189 × 2523	A3 × 6	420 × 1783
A1 × 3	841 × 1783	A3 × 7	420 × 2080
A1 × 4	841 × 2378	A4 × 6	297 × 1261
A2 × 3	594 × 1261	A4 × 7	297 × 1471
A2 × 4	594 × 1682	A4 × 8	297 × 1682
A2 × 5	594 × 2102	A4 × 9	297 × 1892

图1-1中粗实线所示为基本幅面（第一选择），细实线所示为表1-2所规定的加长幅面（第二选择），虚线所示为表1-3所规定的加长幅面（第三选择）。

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框，其格式分为不留装订边和留有装订边两种，但同一产品的图样只能采用一种格式。

不留装订边的图纸，其图框格式如图1-2所示；留有装订边的图纸，其图框格式如图1-3所示，尺寸按表1-4的规定。

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。

3. 标题栏

每张图纸上都必须画出标题栏。标题栏的格式和尺寸按GB10609.1—89^①的规定，如图1-4所示。标题栏的位置应位于图纸的右下角，如图1-2和图1-3所示。

标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时，则构成X型图纸，如图1-2a和图1-3a所示。若标题栏的长边与图纸的长边垂直时，则构成Y型图纸，如图1-2b和图1-3b所示，在此情况下，看图的方向与看标题栏的方向一致。

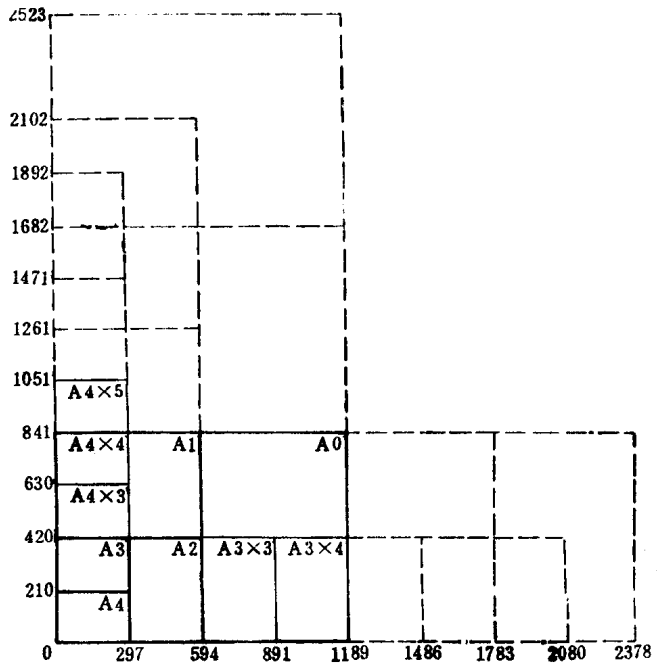


图1-1 幅面加长尺寸

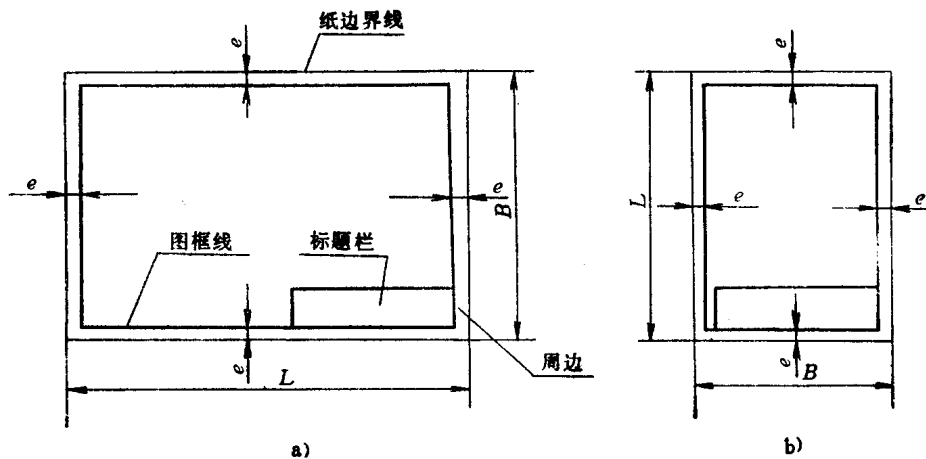


图1-2 不留装订边的图框格式

^①10609.1为标准发布顺序号；89表示1989年发布。

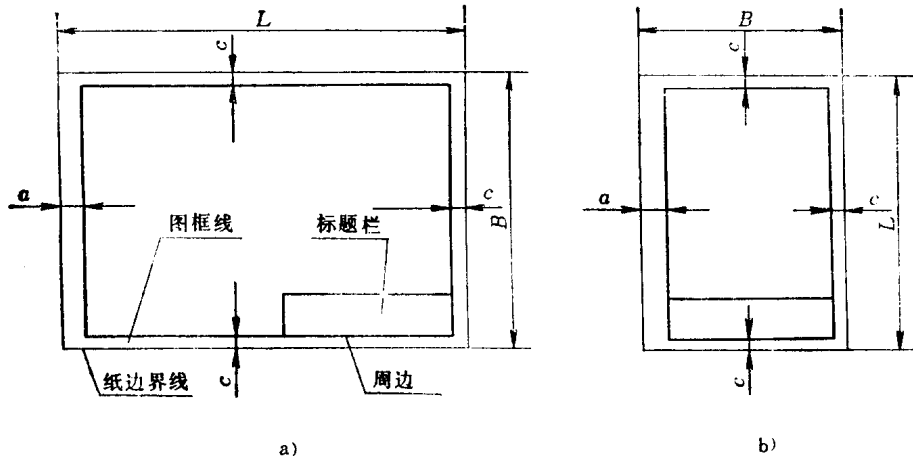


图1-3 留有装订边的图框格式

表1-4 图框尺寸

(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				

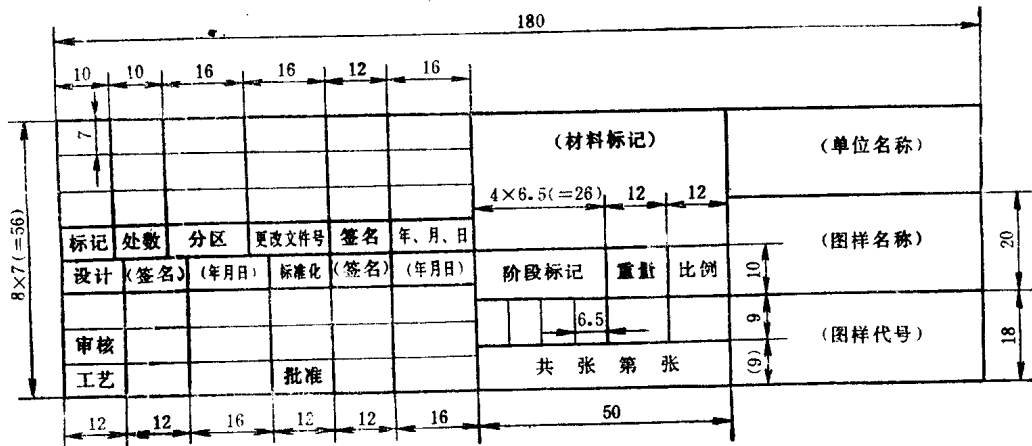


图1-4 标题栏的格式

二、比例

比例是指图中图形与实物相应要素的线性尺寸之比。比例可按表1-5所示选用。

必要时也允许选取表1-6中的比例。

绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例，并在标题栏中填写，例如1:1。为了能从图样中得到实物大小的真实概念，应尽量采用1:1的比例画图。当机件不宜用1:1的比例画图时，也可以采用放大或缩小的比例画图，如图1-5所示。

表1-5 绘图的比例(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1-6 绘图的比例(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。

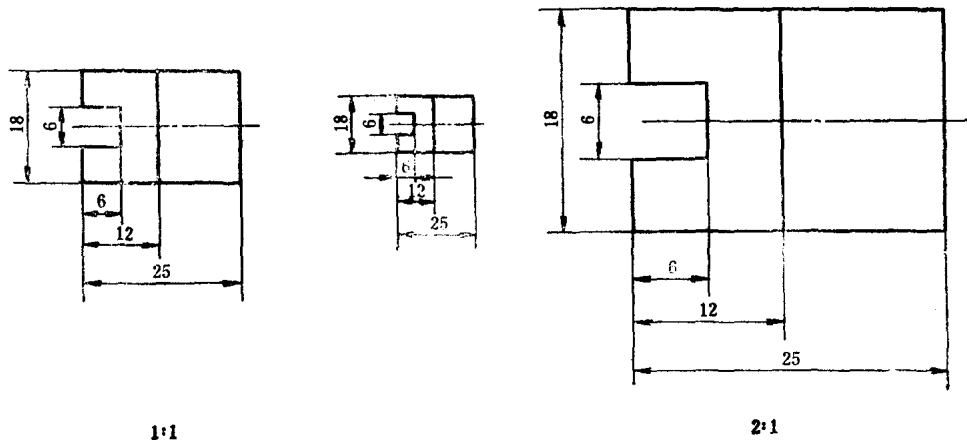


图1-5 用不同的比例画图

三、字体

在图样中书写字体时必须做到: 字体工整, 笔划清楚, 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, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20mm。

如需要书写更大的字, 其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体高度代表字体的号数。

汉字应写成长仿宋体字, 并应采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度不应小于 3.5mm, 其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

书写长仿宋体字示例见图1-6。书写长仿宋体字的要领是: 横平竖直, 注意起落, 结构匀称。

为了保证字体的大小一致和整齐, 书写时可先打格子, 然后写字。

汉字的基本笔划为横、竖、撇、捺、点、挑、折、勾。其笔法可参阅表1-7。

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

3.5号字

螺纹齿轮端子接线飞行指导驾驶舱位挖填施工引水通风闸坝棉麻化纤

图1-6 字体的示例

表1-7 汉字的基本笔法

名称	横	竖	点	挑	撇	捺	折	勾
基本笔划								
示例	百七	斗门	心消	沟找	余顺	水泛	图安	孔马

汉字通常由几部分组成，为了使所写的汉字结构匀称，书写时应恰当地分配各组成部分的比例，如图1-7所示。

字母和数字分A型和B型。A型字体的笔划宽度(d)为字高(h)的 $1/14$ ，B型字体的笔划宽度(d)为字高(h)的 $1/10$ 。在同一图样上，只允许选用一种型式的字体。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° 。示例见图1-8。

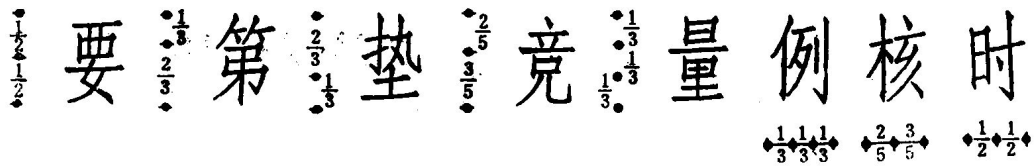


图1-7 汉字的结构分析



图1-8 A型、B型字体示例

- a) A型字体：大写斜体拉丁字母 b) A型字体：小写斜体拉丁字母 c) A型字体：斜体阿拉伯数字 d) A型字体：小写斜体希腊字母 e) A型字体：斜体罗马数字 f) B型字体：大写斜体拉丁字母 g) B型字体：小写斜体拉丁字母 h) B型字体：斜体阿拉伯数字

汉字、拉丁字母、希腊字母、阿拉伯数字和罗马数字等组合书写时，其排列格式和间距请参阅国家标准。

用作指数、分数、极限偏差、注脚及字母，一般应采用小一号的字体，如图1-9a所示。其它应用示例见图1-9b。

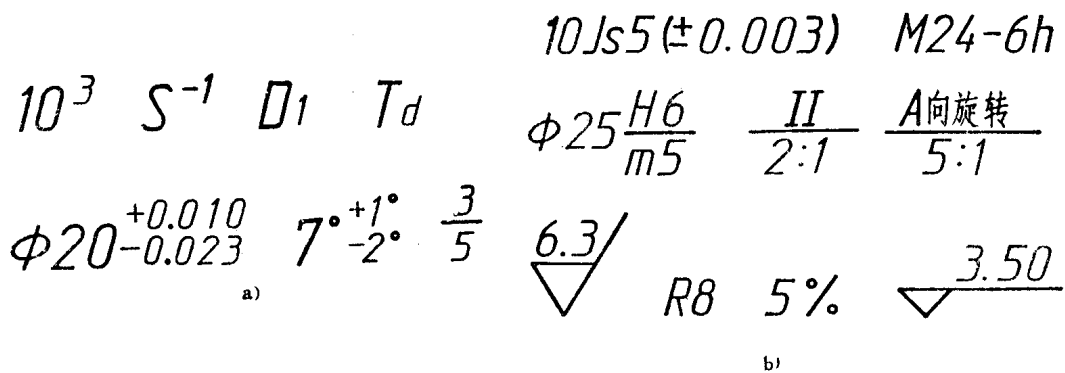
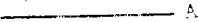


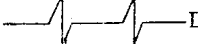
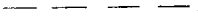





图1-9 数字及字母的书写示例

四、图线

绘制图样时，应采用表1-8中规定的图线。表1-8列出了各种形式图线的主要用途，其它用途可查阅国标。

表1-8 图线的形式及应用

图线名称	图 线 形 式	图线宽度	主 要 用 途
粗实线	 A	b	可见轮廓线
细实线	 B	约b/3	尺寸线、尺寸界线剖面线、引出线
波浪线	 C	约b/3	断裂处的边界线、视图和剖视的分界线
双折线	 D	约b/3	断裂处的边界线
虚线	 F	约b/3	不可见轮廓线
细点划线	 G	约b/3	轴线、对称中心线
粗点划线	 J	b	有特殊要求的表面的表示线
双点划线	 K	约b/3	假想投影轮廓线、中断线

图线分粗细两种。粗线的宽度 b 应按图的大小和复杂程度，在 $0.5 \sim 2\text{mm}$ 之间选择，细线的宽度约为 $b/3$ 。

图线宽度的推荐系列为： 0.18^{\ominus} ， 0.25 ， 0.35 ， 0.5 ， 0.7 ， 1 ， 1.4 ， 2mm 。

图1-10是各种图线的应用示例。

绘制图样时，应遵循以下几点：

(1) 同一图样中同类图线的宽度应基本一致。虚线、点划线及双点划线的线段长度和间隔应各自大致相等。

(2) 两条平行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 。

\ominus 由于图样复制中存在困难，应避免采用 0.18mm 。

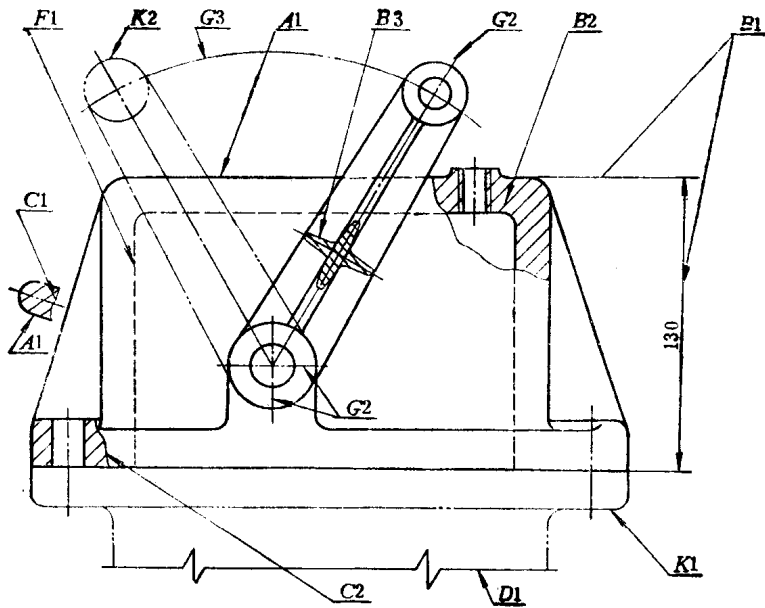


图1-10 图线的应用示例

(3) 绘制圆的对称中心线时,圆心应为线段的交点。点划线、双点划线的首末两端应是线段而不是短划。

(4) 在较小的图形上绘制点划线和双点划线有困难时,可用细实线代替(如图1-11)。

(5) 圆柱体的断裂处可用波浪线表示,也可采用特殊画法(如图1-12)。

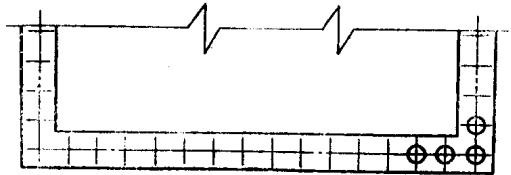


图1-11 图线的应用

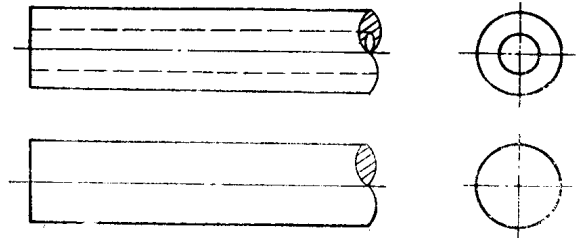


图1-12 圆柱体的断裂画法

五、尺寸注法

图形只能表达物体的形状,而物体的大小由尺寸来确定。在画图时应严格遵守国家标准中的有关规定。

1. 基本规则

(1) 机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据,与图形的大小及绘图的准确度无关。

(2) 图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸,以mm为单位时,不需标注计量单位的代号或名称。如果要采用其他单位时,则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

(3) 图样中所标注的尺寸,为该图样所示机件的最后完工尺寸,否则应另加说明。

(4) 机件的每一尺寸,在一张图上一般只标注一次,并应标注在反映该结构最清晰的

图形上。

2. 尺寸的组成

尺寸一般应包括尺寸数字、尺寸线、箭头、尺寸界线。

(1) 尺寸数字。

1) 线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上方，也允许注写在尺寸线的中断处，如图1-13所示（后者在图1-13中未表示）。

2) 线性尺寸数字的方向，一般应采用第一种方法注写。即数字应按图1-14所示的方向注写，并尽可能避免在图示30°范围内标注尺寸，当无法避免时，可按图1-15的形式标注。

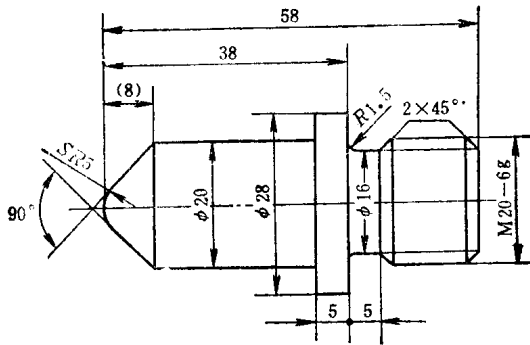


图1-13 尺寸数字在尺寸界线上的位置

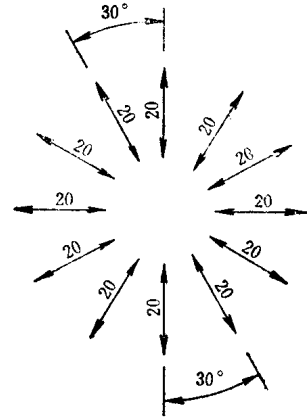


图1-14 线性尺寸数字的注写方向

在不致引起误解时，也允许采用第二种方法。即对于非水平方向的尺寸，其数字可水平地注写在尺寸线的中断处（如图1-16）。

3) 角度的数字一律写成水平方向，一般注写在尺寸线的中断处（如图1-17）。必要时也可注在尺寸线的上方或外面，也可引出标注。

4) 尺寸数字不可被任何图线所通过，不得已时要将图线断开，如图1-18尺寸14处所示。

(2) 尺寸线

1) 尺寸线用细实线绘制，其终端有下列两种形式：即箭头和斜线，如图1-19所示。当尺寸线的终端采用斜线形式时，尺寸线与尺寸界线必须相互垂直。

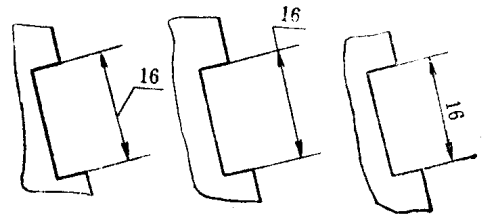


图1-15 在30°范围内的尺寸标注形式

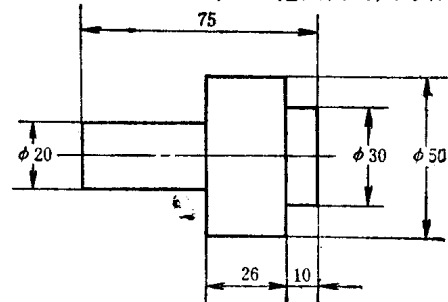
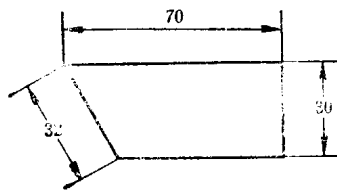


图1-16 线性尺寸数字的第二种注写方法