

高等学校教学用书

工程制图

浙江大学工程制图教研室编



浙江大学出版社

工 程 制 图

浙江大学工程制图教研室编

浙 江 大 学 出 版 社

工 程 制 图

浙江大学工程制图教研室编

责任编辑 徐宝澍

*

浙江大学出版社出版

浙江大学印刷厂印刷

浙江省新华书店发行

*

开本 787×1092 1/16 印张 18 $\frac{5}{8}$ 字数 453千字
1986年4月第一版 1986年4月第一次印刷 印数1—10 000
统一书号: 15337·015 定价: 2.75元

前 言

本书是根据我室前几年所编教材和多年来教学经验、并参照高等工科院校工程制图教材编审委员会1980年5月制定的机械类工程制图教学大纲编写而成。全书采用1984年7月新发布的国家标准《机械制图》。

随着近代工程图学学科的发展，特别是计算机绘图新技术的出现，工程制图教学内容也有了新的发展。为了适应我国高等工程教育改革和提高教学质量的需要，本书除传统的基本内容外，还适当编入了加深、加宽的内容，教学时可按照不同专业的要求，加以选学。编入本书的选学内容(用☆表示)有：复杂曲面零件图，展开图和焊接图，透视图，诺模图和房屋建筑图。与本书配合使用的有“工程制图习题集”。

本书可供高等工科院校、夜大学、函授大学和职工大学学生学习使用，也可供工程设计及科技人员参考。

参加本书编写的有：陈时冬(第一、二、七章)，吴中奇(第三、四章)，范崇夏(第三章六、七节)，柯纯(第五、九章)，张镇平(第六章)，卓守鹏(第八、十章)，许杏根(第十一章、附录)，王天澜(第十二章)等，并由柯纯、吴中奇担任主编。

全书由全永昕教授审阅，王之煦副教授帮助审阅制图标准。他们对原稿提出了许多宝贵意见和建议，编者在此表示衷心感谢。

由于编写时间仓促，本书一定存在许多不足之处，恳请读者批评指正。

编 者

1985年7月

绪 论

图与文字、语言(包括计算机语言)一样,是人类创造的,用来表达、交流思想的基本工具。这是因为它不仅可以直观地描述各种客观现象和实验数据,表达空间各种关系,而且能简捷地解决数学计算问题。工程图样是现代化工业生产和建设的重要工具之一,在进行科学研究和解决工程技术问题的过程中,人们都离不开工程图样。在机器制造部门,工程图样是设计制造任何机器、仪器和设备的重要依据。在设计时,工程技术人员用图样来表达设计思想和意图;在制造和装配时,工人以图样作为工作的依据;在使用时,人们也通过图样来了解机械设备的结构性能。所以,工程设计技术人员必须熟练掌握这一工具,具备绘制和阅读图样的能力。

一、工程制图课程的作用、地位和主要内容

工程制图课程是工科大学生必须学习的一门课程,它主要介绍工程图样的绘制、阅读的理论和方法。工程制图课程在工科教学计划中占有重要地位,起着重要作用。

随着近代工程图学学科的发展,特别是计算机绘图新技术的出现,工程制图课程的教学内容也相应地有了新的发展。除了传统的机械制图内容外,工程制图还包括诺模图、图表、计算机绘图等内容。

图样是用投影法绘制的,投影法是画法几何课程的学习内容。如果说图样是技术语言,那么画法几何就是这种语言的语法。这样,画法几何的学习就为工程制图的学习提供了理论(图示和图解理论)根据。

工程制图课程是一门技术基础课,它为学习后继课程,如金属工学、理论力学、材料力学、机械零件和进行课程设计、毕业设计等打下基础。另一方面,要学好工程制图课程也需要有关设计、制造加工的知识。工程图样是工程技术人员必须掌握的一种重要工具,因此,工程制图课程的学习也是为大学生将来从事工程技术工作打下一定的基础。每个工科大学生在校学习期间必须学好工程制图,才能在将来为我国社会主义现代化建设作出自己的贡献。

二、学习工程制图课程的主要目的和要求

学习工程制图课程的主要目的是:掌握专业所需的制图基本理论、基本知识和基本技能。

学习工程制图课程的主要要求是:1)掌握投影理论,特别是正投影理论和轴测投影理论,应用这些理论将三维空间形体表示在二维平面上。2)掌握制图基础,主要是机械制图标准,几何作图,制图技能等。不仅要掌握用仪器制图的技能,而且也要掌握徒手作草图的技能。3)掌握绘制和阅读零件图及装配图的一定能力。4)了解计算机绘图新技术。此外,还要根据不同专业的要求,对复杂曲面零件图、展开图、焊接图、诺模图、透视图或房屋建筑图有所了解。

三、学习工程制图课程的方法

要学好工程制图课程,首先必须明确这门课程对工科大学生的学习和今后工作的重要性,了解课程的主要要求,其次应注意学习方法。

工程制图是一门既有一定理论又有较多实践的课程,要学好这门课程,必须认真学习、掌握好投影理论以及画投影图和看投影图的基本方法。在此基础上,再逐步由浅入深地进行一系列制图和看图的实践,反复从物到图、从图到物,多画、多看、多想,以不断提高形体分析和空间想象能力。在做练习作业时,应注意正确使用仪器工具及徒手画草图技能的训练,注意遵守制图标准,培养一丝不苟的工作作风和独立工作能力。

目 录

绪 论	
第一章 制图基本知识和技能	1
§1-1 制图的一般标准	1
§1-2 制图主要工具及仪器用法	10
§1-3 几何作图	14
§1-4 绘图技能	21
§1-5 图样的复制	24
第二章 组合体表达	25
§2-1 正投影与视图	25
§2-2 画组合体视图的基本方法	27
§2-3 看组合体视图的基本方法	33
§2-4 剖视图与剖面图	38
§2-5 基本视图和其它表达方法	47
§2-6 第三角画法	52
§2-7 组合体的尺寸注法	54
第三章 零件图	60
§3-1 零件图的内容	60
§3-2 零件的视图选择及表达	60
§3-3 零件表面交线的画法	69
§3-4 零件的尺寸标注	72
§3-5 技术要求和金属材料符号	79
§3-6 公差与配合	83
§3-7 形状和位置公差	88
§3-8 零件结构的工艺性	95
§3-9 画零件图的方法和步骤	95
§3-10 看零件图的方法和步骤	98
☆第四章 复杂曲面零件图	102
§4-1 复杂曲面的表达及投影法	102
§4-2 复杂曲面零件的表达	104
第五章 常用零件的规定画法及其标注	112
§5-1 常用零件概述	112
§5-2 螺纹紧固件	112
§5-3 弹簧	123
§5-4 齿轮	127
§5-5 键连接	137
§5-6 销连接	141
§5-7 滚动轴承	142

第六章	装配图	145
§6-1	装配图概述	145
§6-2	装配图的视图	145
§6-3	装配图的尺寸	151
§6-4	装配图的明细栏、零件序号和技术要求	152
§6-5	看装配图及拆画零件图	153
§6-6	画装配图的步骤与方法	164
§6-7	测绘概述	169
第七章	轴测图	177
§7-1	轴测图概述	177
§7-2	轴测图画法	181
§7-3	轴测剖视图画法	187
§7-4	轴测图的选择和润饰	191
第八章	计算机绘图	194
§8-1	计算机绘图系统	194
§8-2	绘图机	195
§8-3	逐点比较法的插补原理	195
§8-4	图形程序编制简介	196
§8-5	计算机绘图的应用	203
☆第九章	展开图和焊接图	207
§9-1	展开图概述	207
§9-2	展开图画法	207
§9-3	焊缝画法及标注	217
☆第十章	透视图	222
§10-1	透视图的形成与名词解释	222
§10-2	直线的透视图画法	224
§10-3	平面图形的透视图画法	226
§10-4	圆的透视图画法	229
§10-5	组合体的透视图画法	231
☆第十一章	诺模图	235
§11-1	诺模图概述	235
§11-2	函数图尺的作法	235
§11-3	平行图尺诺模图的作图原理与方法	238
§11-4	网络图的作法	246
☆第十二章	房屋建筑图	250
§12-1	房屋建筑图基本知识	250
§12-2	看厂房建筑图	256
附 录		258
附录一	公差与配合(GB1801—79)	258
表 1	常用及优先用途轴的极限偏差	258
表 2	常用及优先用途孔的极限偏差	263

附录二	表面粗糙度评定参数的数值规定(GB1031—83)	267
表 3	轮廓算术平均偏差 R_a 的数值	267
表 4	微观不平度十点高度 R_z 、轮廓最大高度 R_y 的数值	267
附录三	螺纹	267
表 5	普通螺纹的基本牙型和基本尺寸 (GB192—81、GB196—81)	267
表 6	梯形螺纹的牙型和基本尺寸 (GB784—65)	269
表 7	圆柱管螺纹牙型及尺寸	270
附录四	紧固件	270
表 8	六角头螺栓 (GB30—76)	270
表 9	双头螺柱 (GB897~900—76)	271
表10	圆柱头螺钉 (GB65—76)、半圆头螺钉 (GB67—76)、 沉头螺钉 (GB68—76)	273
表11	锥端紧定螺钉 (GB71—76)、平端紧定螺钉 (GB73—76)、 凹端紧定螺钉 (GB74—76)、圆柱端紧定螺钉 (GB75—76)	274
表12	六角螺母 (GB52—76)、六角扁螺母 (GB54—76)	275
表13	垫圈 (GB97—76)、垫圈 (粗制) (GB95—76)、弹簧垫圈 (GB93—76)	276
表14	圆柱销 (GB119—76)、圆锥销 (GB117—76)	277
表15	平键: 键和键槽的剖面尺寸 (GB1095—79)、普通平键的型式尺寸 (GB1096—79)	278
表16	半圆键: 键和键槽的剖面尺寸 (GB1098—79)、半圆键的型式尺寸 (GB1099—79)	280
附录五	滚动轴承	281
表17	向心球轴承 (GB276—82)	281
表18	圆锥滚子轴承 (GB297—84)	282
表19	单、双向推力球轴承 (GB301—84)	283
附录六	常用金属材料	284
表20	常用铸铁牌号	284
表21	常用钢材牌号	284
表22	常用有色金属牌号 (GB1176—74、GB1175—74、GB1174—74)	286
表23	热处理名词解释	287

第一章 制图基本知识和技能

§1-1 制图的一般标准

在现代的工业生产中，图样是主要的技术资料。为了便于生产和进行技术交流，对图样的内容、格式、表达方法等等，必须有一个统一的规定。在我国，这个统一的规定就是国家标准《机械制图》。我国于1959年第一次制订国家标准《机械制图》，1970年、1974年曾先后进行过修订。本节介绍的是1984年修订，1985年7月起实施的国家标准《机械制图》。

国家标准（以下简称“国标”）代号“GB”，它是由“国标”二字的汉语拼音字母的第一个字母“G”和“B”组成，后面的两组数字分别表示标准的序号和标准颁布实施的年份，例如“GB4457.1—84”。工业生产中，除统一使用“国标”之外，还有一些部颁标准在各部门范围内使用，如机械工业部的标准（代号“JB”）、冶金工业部的标准（代号“YB”）、化工工业部的标准（代号“HB”）等等。图样在国际上也有统一的标准，即ISO（为International Standardization Organization的简称）标准。它是由国际标准化组织制订的。我国自从1978年参加国际标准化组织之后，“国标”的许多内容已进一步和ISO标准相一致了。

国标的内容是多方面的，这一节将介绍国标《机械制图》中关于“图纸幅面及格式”（GB4457.1—84）、“比例”（GB4457.2—84）、“字体”（GB4457.3—84）、“图线”（GB4457.4—84）、“剖面符号”（GB4457.5—84）以及“尺寸注法”（GB4458.4—84）等项内容。

一、图纸幅面及格式（GB4457.1—84）

1. 图纸幅面

绘制图样，根据机件的大小和复杂程度，需采用不同尺寸的图纸幅面。为了便于图纸的装订、管理和交流，国标规定了各种图纸幅面的大小。幅面的尺寸如表1-1。

表 1-1 图纸幅面

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4	A5
B × L	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297	148 × 210
a			25			
c		10			5	
e	20			10		

2. 图纸图框格式

图纸根据是否需要装订，分成两种格式。需要装订的图纸图框格式如图1-1所示： a 为装订边的尺寸。一般规定应采用A4幅面竖装（如图1-1a），或采用A3幅面横装（如图

1-1b)。不装订的图纸图框格式如图1-2所示，不留装订边。无论图样是否装订，都必须画出图样边框。边框尺寸根据图幅大小及是否装订，按表1-1中选用规定的 a ， c 或 e 值。

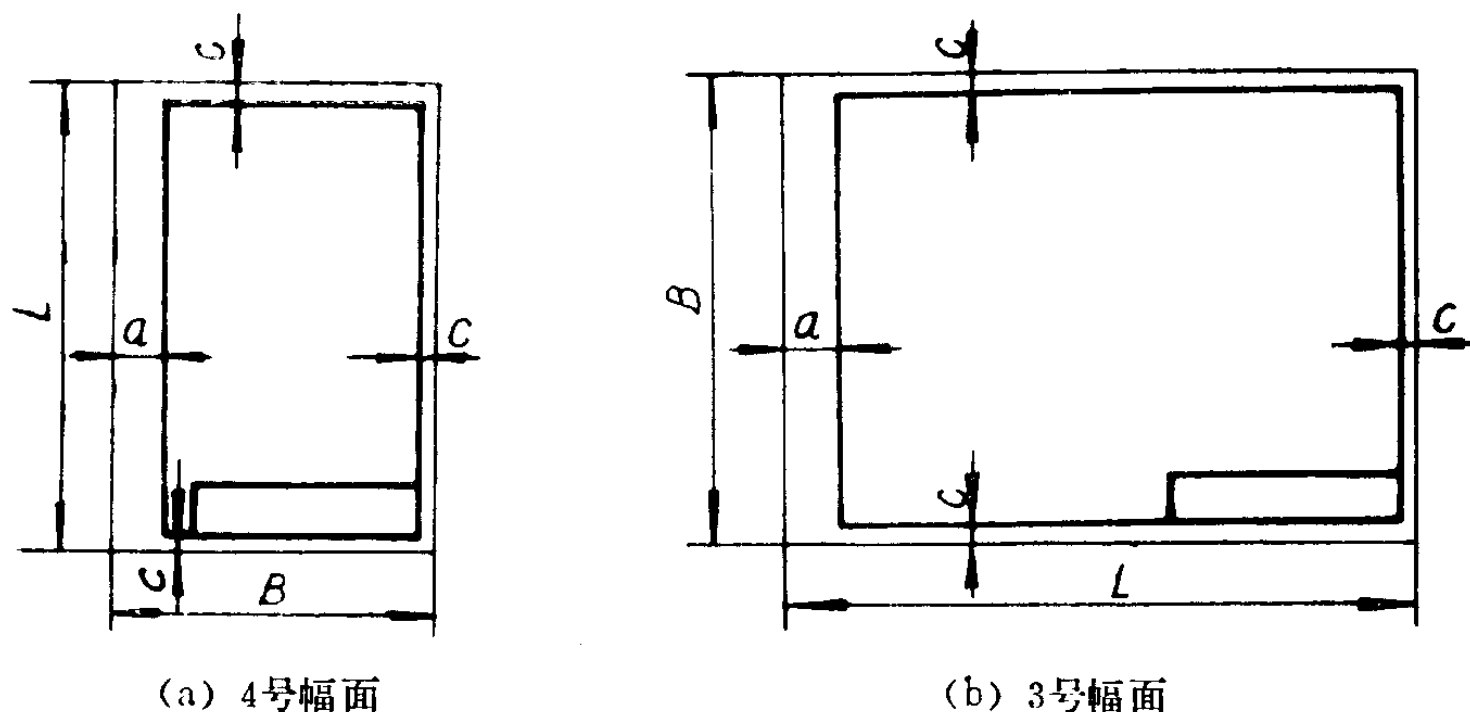


图1-1 需要装订的图纸图框格式

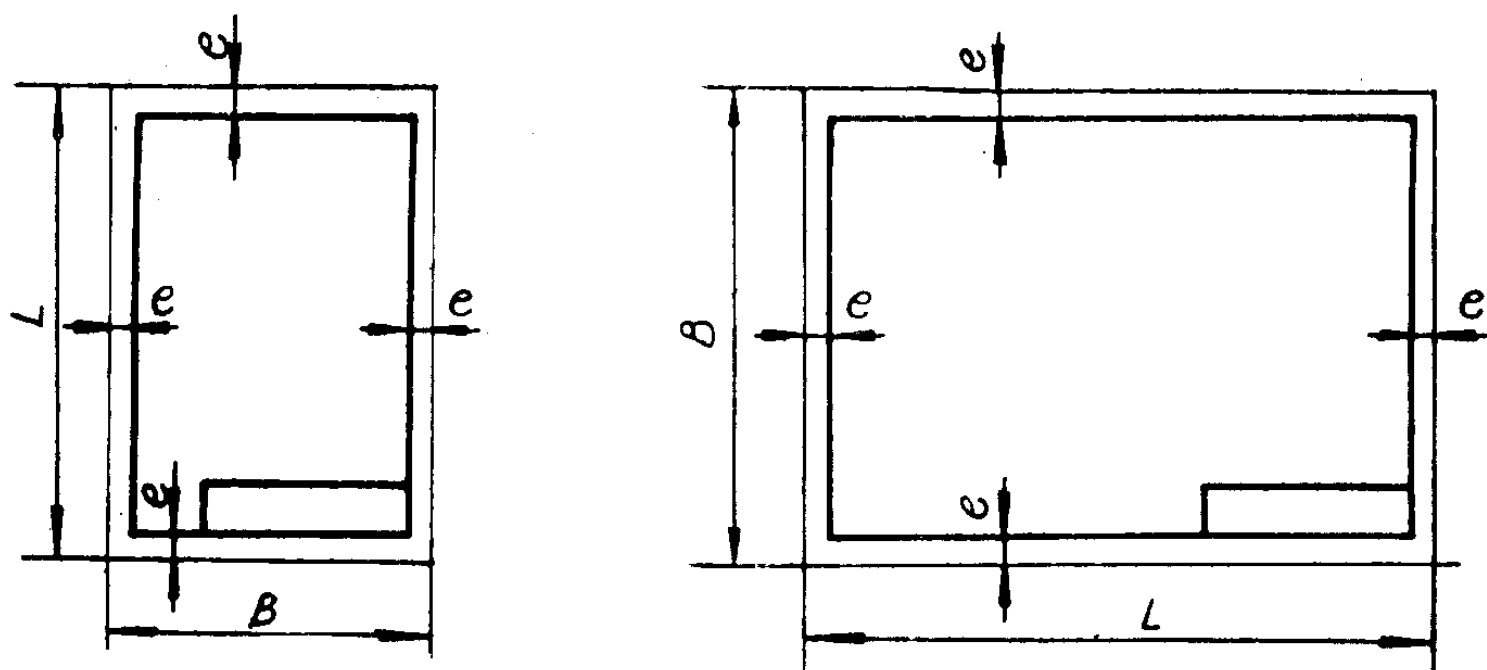


图1-2 不装订的图纸图框格式

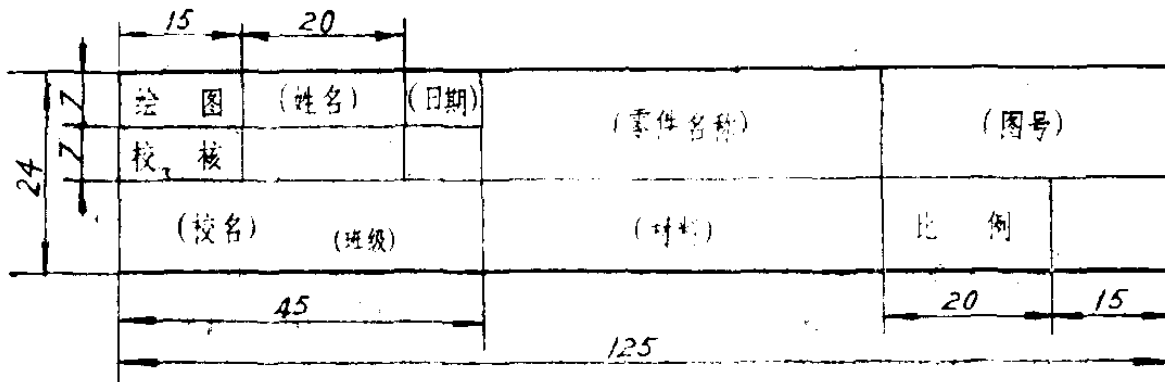
必要时，图幅中还可画出对中线，也可将图纸幅面进行分区。详细规定参阅国标《机械制图》。

在每张图纸中都要画标题栏，标题栏格式国标未作统一规定。图1-3所示是一种常用的标题栏格式。图1-3a是零件图标题栏，图1-3b是装配图标题栏。在装配图的标题栏上面还有明细栏，供填写装配图中所有零件有关栏目之用。

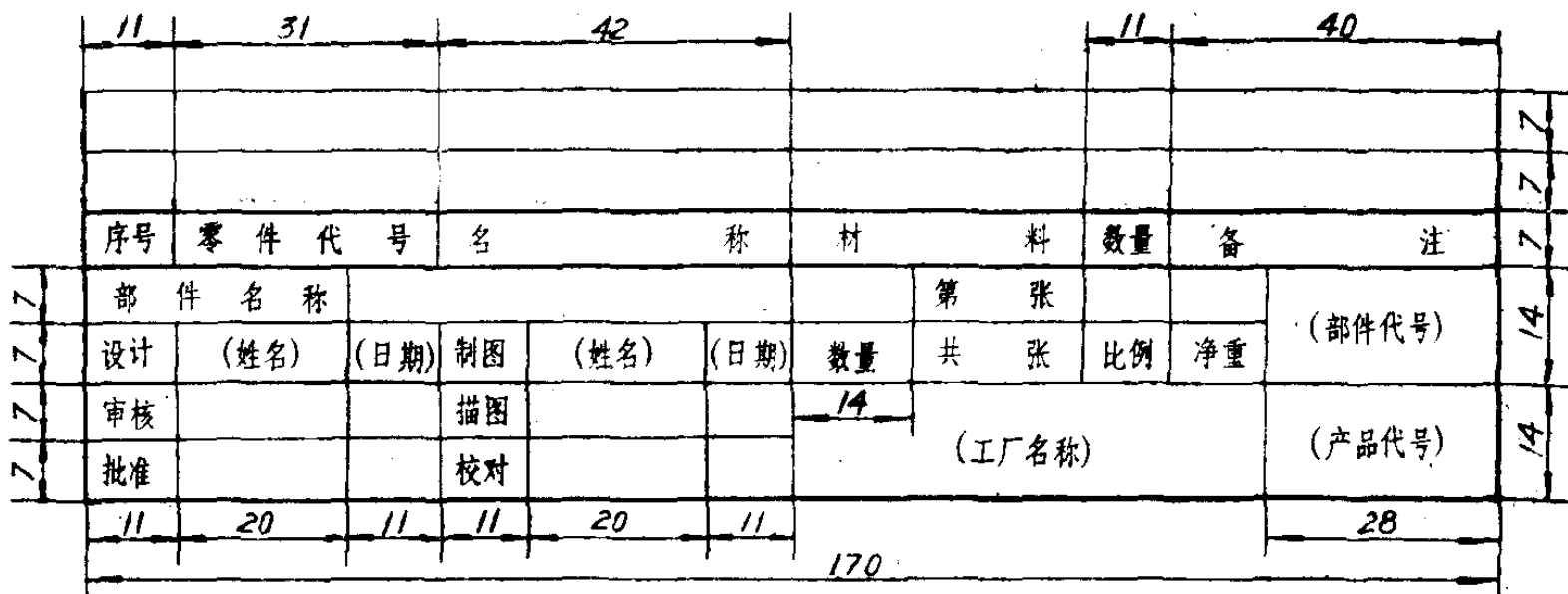
标题栏在图幅中的位置，国标《机械制图》规定必须放置在图纸的右下角，并紧贴图纸的边框线，如图1-1、图1-2所示。标题栏内的文字方向规定为看图方向。

二、比例 (GB4457.2—84)

绘图时，图样尽可能画成和所画的机件一样大小，这样能从图上直接得到机件大小的真实概念。但是，由于机件的大小和复杂程度差异很大，因此有时必须把图样放大或者缩小。图样中机件要素的线性尺寸与实际机件相应要素的线性尺寸之比称作图样比例。国标



(a) 零件图标题栏



(b) 装配图标题栏

图 1-3 标题栏

《机械制图》规定了制图所用的比例，如表1-2所示。

表 1-2 比 例

与实物相同	1:1						
缩小的比例	1:1.5	1:2	1:2.5	1:3	1:4	1:5	1:10 ⁿ
	1:1.5×10 ⁿ	1:2×10 ⁿ	1:2.5×10 ⁿ	1:5×10 ⁿ			
放大的比例	2:1	2.5:1	4:1	5:1	(10×n):1		

注：n 为正整数。

绘制同一机件的各个视图，最好采用相同的比例，并在标题栏“比例”一栏目内标明绘图的比例，如1:1、1:2或2:1等。当机件的某个视图或机件的某部分要素需要采用不同的比例绘图时，则必须另加标注。

三、字体 (GB4457.3—84)

图样中书写的汉字、数字和字母都要做到“字体端正，笔划清楚，排列整齐，间隔均匀”。国标《机械制图》规定：汉字要采用国家正式公布的简化字，并用长仿宋字体书写。长仿宋字体的基本笔划如图 1-4。

国标按字体的高度，把字体分为七个号数，字体的号数就是字的高度。汉字字体的号数如表 1-3。

数字及字母除可写成以上汉字字体的号数之外，还可以写成更小的 2.5 号字。图 1-5 为各种字体示例。

名称	点	横	竖	撇	捺	挑	折	勾
基本笔端及运笔法	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 左撇勾 右撇勾 平勾 横折勾 竖折勾
举例	方 心	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

图 1-4 长仿宋字体基本笔划

表 1-3 汉字大小

字体的代号	20号	14号	10号	7号	5号	3.5号
字 高	20	14	10	7	5	3.5
字宽(≈2/3字高)	14	10	7	5	3.5	2.5

注：单位为毫米。

10号汉字

字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀

7号汉字

装配时作斜度深沉最大小球后直网纹均布钻平镀抛光研视图

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

I II III IV V VI VII VIII IX X

I II III IV V VI VII VIII IX X

a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z


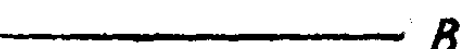

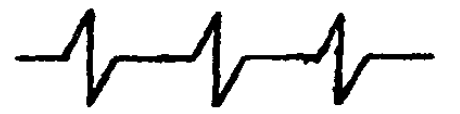




a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

图 1-5 字体示例

四、图线(GB4457.4—84)

图形由不同粗细、不同型式的线条所组成。为了使图样清晰和表达统一，图上各种线型必须严格遵守国标所作规定。国标《机械制图》中规定的图线名称、型式及应用，见表1-4。

表 1-4 图线 及其 应用

图线名称	图 线 型 式	图线宽度	应 用
粗 实 线	 A	b	A1 可见轮廓线 A2 可见过渡线
细 实 线	 B	约b/3	B1 尺寸线和尺寸界线 B2 剖面线 B3 重合剖面的轮廓线 B4 螺纹的牙底线及齿轮的齿根线 B5 引出线 B6 分界线或范围线 B7 弯折线 B8 辅助线 B9 不连续的同—表面的连线 B10 成规律分布的相同要素的连线
波 浪 线	 C	约b/3	C1 断裂处的边界线 C2 视图和剖视的分界线
双 折 线	 D	约b/3	D1 断裂处的边界线
虚 线	 F	约b/3	F1 不可见轮廓线 F2 不可见过渡线
细点划线	 G	约b/3	G1 轴线 G2 对称中心线 G3 轨迹线 G4 节圆及节线
粗点划线	 J	b	J1 有特殊要求的线或表面的表示线
双点划线	 K	约b/3	K1 相邻辅助零件的轮廓线 K2 极限位置的轮廓线 K3 坯料的轮廓线或毛坯图中制成品轮廓线 K4 假想投影轮廓线 K5 试验或工艺用结构(成品上不存在)的轮廓线 K6 中断线

图线分粗、细两种。粗线宽度 b 应按图形大小和复杂程度在 $0.5 \sim 2$ 毫米之间选用。细线宽度约为粗线的三分之一, 即约 $b/3$ 。

国标推荐的图线宽度系列为: $0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2$ 毫米。同一张图样内, 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, 如图 1-6 所示。

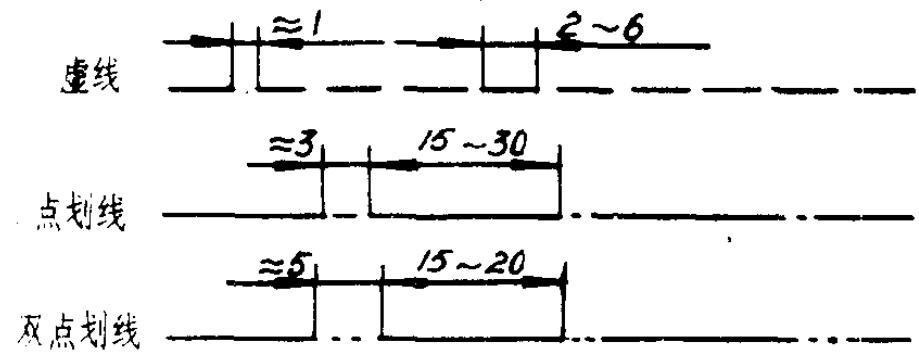


图 1-6 建议采用的图线规格

在绘制圆的中心线时, 圆心应是点划线线段的交点, 点划线和双点划线的首尾两端应是线段而不是短划, 如图 1-7 所示。

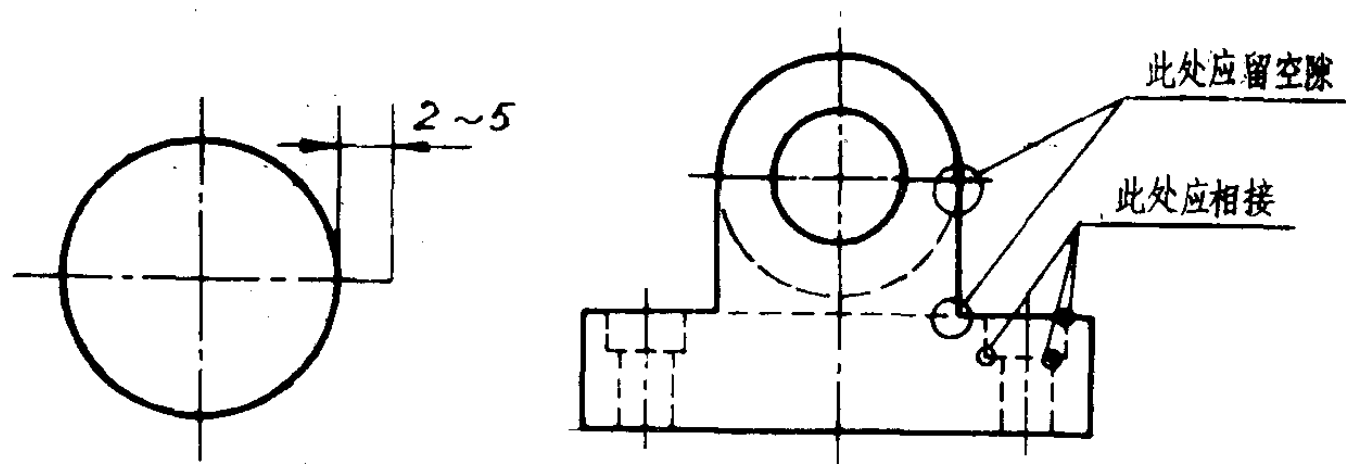


图 1-7 点划线和虚线的画法

各类图线的应用如图 1-8 所示。

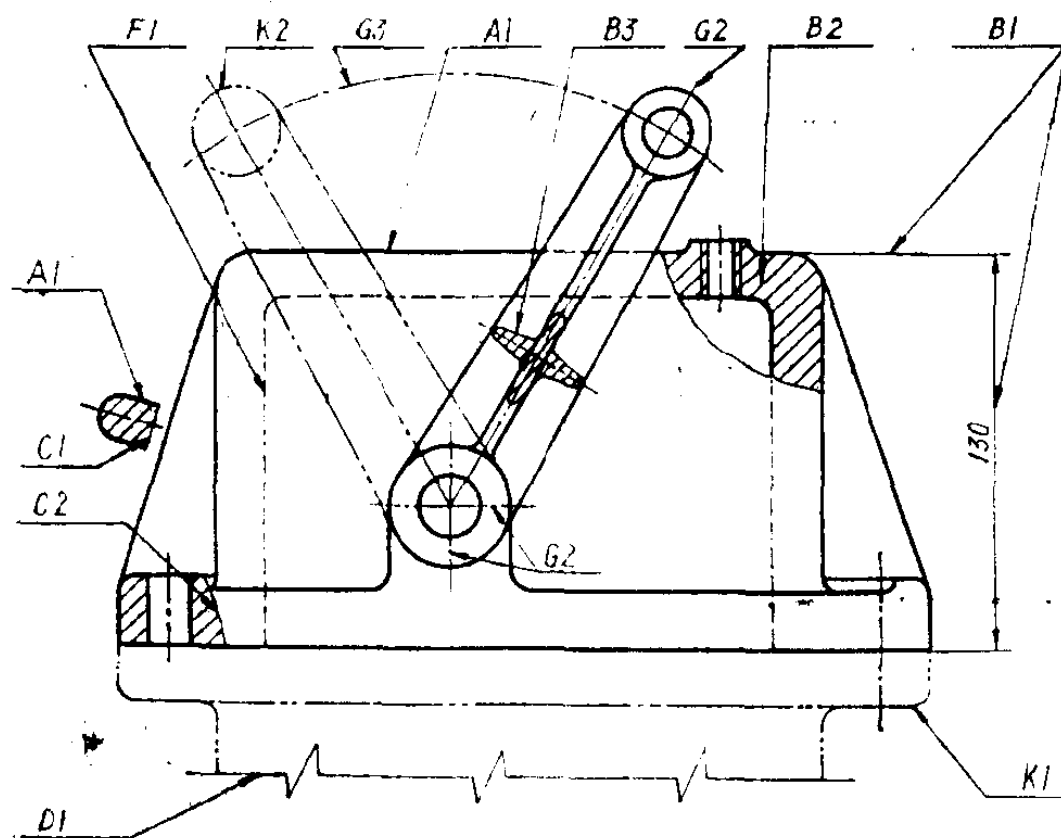


图 1-8 图线的应用

五、剖面符号 (GB4457.5—84)

根据国标《机械制图》规定, 各种材料在剖视图、剖面图中的剖面符号如表 1-5。

表 1-5 剖面符号

金属材料 (已有规定剖面符号者除外)		木质胶合板 (不分层)	
线圈绕组元件		基础周围泥土	
转子、电枢、变压器和电抗器等 的迭钢片		混凝土	
非金属材料(已有规定剖面符号者除外)		钢筋混凝土	
型砂、填砂、砂轮陶瓷刀片、 硬质合金刀片、粉末冶金等		砖	
玻璃及其它透明材料		格网 (筛网、过滤网等)	
木材纵剖面		液体	
木材横剖面			

剖面符号仅表示材料类别，如金属、木材等等。具体材料的名称、代号必须在图样中另行注写清楚。国标规定金属材料的剖面符号为用细实线画成间隔相等、方向相同、且与水平线成 45° 的平行线，平行线之间的距离在国标中未作规定，绘图者可根据图形大小和剖面复杂程度，在 1~6 毫米范围内选择。同一个零件的各个视图，剖面线的方向（即与水平成 45° 的方向）和间隔距离都要相同。

其它材料的剖面符号的具体说明和要求可参阅国标《机械制图》。

六、尺寸注法 (GB4458.4—84)

机件的形状由视图表达，而它的大小一律应由图样中标注的尺寸决定。图 1-9 所示是一零件尺寸标注的例子。

国标《机械制图》规定了标注尺寸的基本规则和方法，现列表说明如下(见表1-6)：

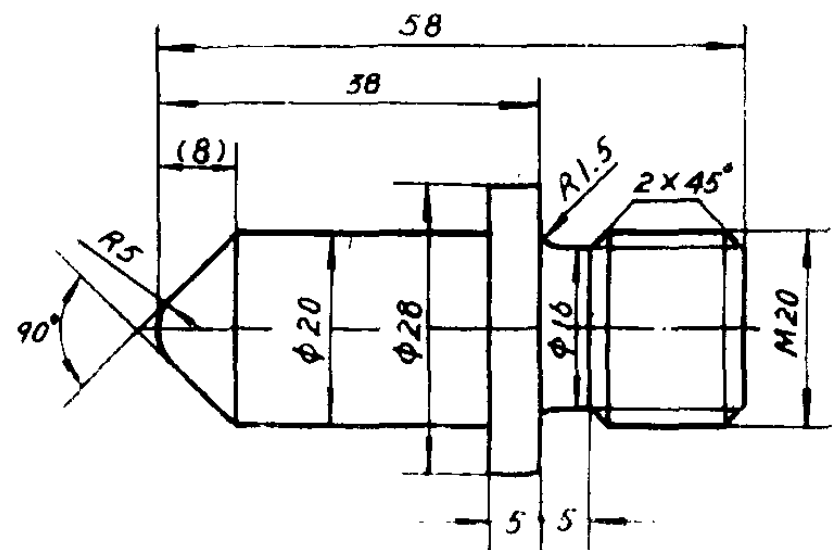


图 1-9 零件尺寸标注举例

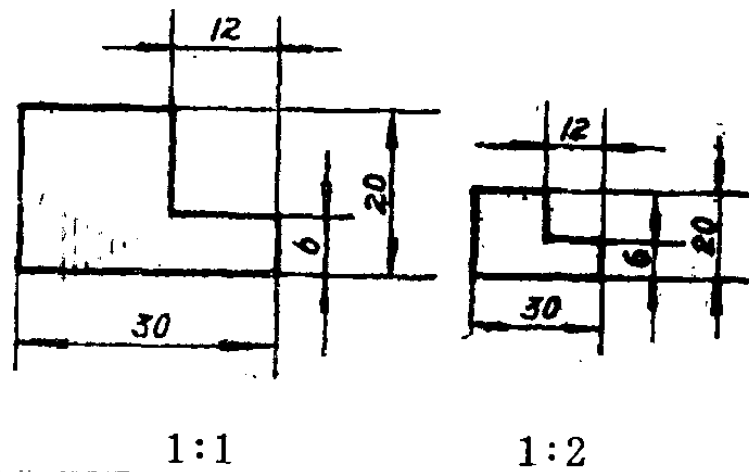
表1-6 尺寸注法基本规则

说 明

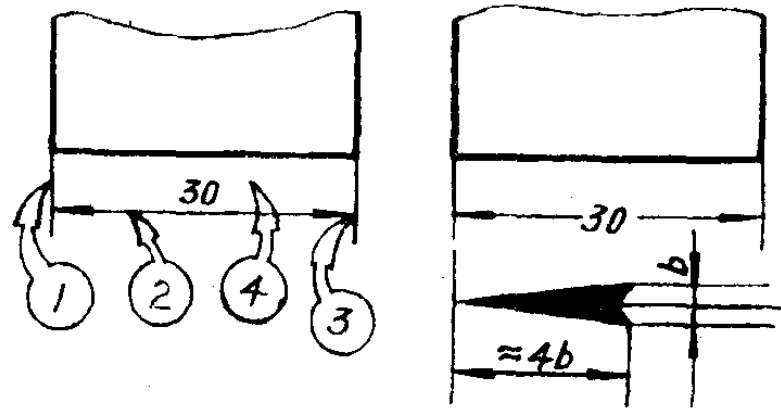
图

例

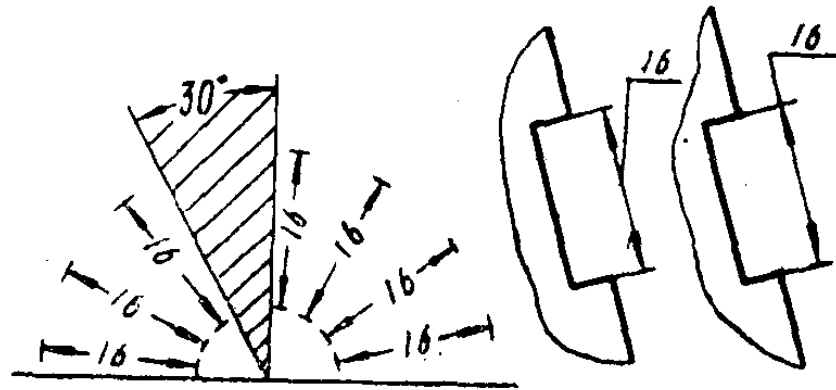
- (1) 零件的真实大小应以图样上所标注的尺寸数值为依据，与图形的大小及绘图的准确度无关。
- (2) 图样中的尺寸单位为毫米时，不需注明计量单位。
- (3) 零件的每一尺寸，一般只注一次，并注在表示该结构最清晰的图形上。



- (1) 一个尺寸一般由①尺寸界线、②尺寸线、③箭头、④尺寸数字组成。
- (2) 尺寸界线用细实线画出并与所注尺寸垂直。
- (3) 尺寸线用细实线画出并与所注线段平行。
- (4) 可用轮廓线、中心线作尺寸界线，但不能用轮廓线、中心线作尺寸线。
- (5) 尺寸数字一般写在尺寸线的上方或中断处，同一图上写法应以一种为主。



- (1) 倾斜的线性尺寸数字应按右图所示方向填写。垂直尺寸数字应写成从右边来读。尽量避免在 30° 范围内(画有影线部分)方向标注尺寸，线性尺寸其它注法参阅国标《机械制图》。
- (2) 如在 30° 范围内确实无法避免标注时，可引出标注，如右图所示。



- (1) 标注角度尺寸时，数字一律水平填写，一般写在尺寸线中断处，并在右上角加符号“°”，尺寸线用圆弧，其圆心为角的顶点。
- (2) 当位置不够时，允许将数字写在尺寸线旁边，或引出标注。

