

目 录

绪论

第一章 制图的基本知识.....2

§1-1 国家标准《机械制图》的一些规定.....2

§1-2 常用绘图工具.....15

§1-3 几何作图.....19

第二章 正投影法的基本原理.....30

§2-1 投影法.....30

§2-2 点的投影.....32

§2-3 直线的投影.....39

§2-4 平面的投影.....47

第三章 立体的投影.....59

§3-1 平面立体的投影.....59

§3-2 曲面立体的投影.....62

§3-3 立体的尺寸注法.....67

第四章 直线、平面的相对位置.....70

§4-1 平行.....70

§4-2 相交.....72

§4-3 应用举例.....77

第五章 立体表面的交线.....81

§5-1 平面立体的截交线.....81

§5-2 常见回转体的截交线.....86

§5-3 常见回转体的相贯线.....96

第六章 轴测投影图.....106

§6-1 概述.....106

§6-2 正等轴测图.....108

§6-3 斜二等轴测图.....117

§6-4 轴测图中剖视图的画法.....120

第七章 组合体的投影图.....123

§7-1 概述.....123

§7-2 画组合体投影图的方法.....126

§7-3 组合体投影图上的尺寸注法.....129

§7-4 读组合体投影图的方法.....134

第八章 零件的表达方法.....139

§ 8-1 视图.....139

§ 8-2 剖视图.....142

§ 8-3 剖面.....151

§ 8-4 其它表示方法.....153

§ 8-5 第三角投影法.....159

第九章 标准件和常用件.....164

§ 9-1 螺纹.....164

§ 9-2 螺纹连接件.....171

§ 9-3 键.....176

§ 9-4 销.....178

§ 9-5 滚动轴承.....179

§ 9-6 齿轮.....182

§ 9-7 弹簧.....188

第十章 零件图.....192

§ 10-1 零件图的内容.....192

§ 10-2 零件的视图选择.....193

§ 10-3 零件上常见的局部工艺结构.....196

§ 10-4 零件图尺寸注法.....198

§ 10-5 零件测绘.....204

§ 10-6 零件图上的技术要求.....207

第十一章 装配图.....218

§ 11-1 装配图的用途和内容.....218

§ 11-2 装配图的规定画法和特殊画法.....224

§ 11-3 装配合理结构.....227

§ 11-4 装配图的尺寸注法和技术要求.....227

§ 11-5 零件编号和明细栏.....233

§ 11-6 画装配图的方法和步骤.....233

§ 11-7 装配体测绘.....242

§ 11-8 读装配图的方法和拆画零件图.....246

第十二章 表面展开.....246

§ 12-1 概述.....247

§ 12-2 平面立体表面的展开.....250

§ 12-3 可展曲面的展开.....255

§ 12-4 不可展曲面的近似展开.....258

第十三章 微型计算机绘图.....258

§ 13-1 概述.....258

§ 13-2 计算机绘图系统	260
§ 13-3 图形显示	265
§ 13-4 SR-6602 绘图机的指令介绍	274
§ 13-5 绘图程序设计	278
附录	286
I 我国和国外部分标准的代号	287
II 机械加工一般标准	288
III 公差与配合	290
IV 螺纹	300
V 紧固件和连接件	305
VI 常用金属材料的牌号和热处理名词	323

绪 论

一、课程的性质和任务

《画法几何及工程制图》是研究用投影理论绘制工程图样和图解空间几何问题的学科。

在现代化的工业生产和科研工作中，都需要使用各种机器、仪表和工具，在生产这些产品时，需要先绘制出它们的工程图样。因此，人们把图样看作是表达和交流技术思想的语言，工程制图是每个工程技术人员必须掌握的重要工具。由于工程图样与生产实践密切相关，所以，本课程是一门既有投影理论，又与生产实践相联系的技术基础课。学习本课程的主要目的是培养学生的空间思维能力、读图和画图的能力。其主要任务是：

1. 学习正投影的基本理论；
2. 培养阅读和绘制机械工程图样的能力；
3. 培养空间想象能力；
4. 培养科学的治学态度和方法。

二、课程的基本要求

学习完本课程之后，应达到下列要求：

1. 掌握工程制图的基本原理和方法。了解轴测投影的基本知识，并掌握其画法。
2. 能正确地使用绘图工具和仪器，初步掌握使用仪器和徒手作图的技能。
3. 能阅读和绘制简单的零件图和装配图，所绘图样应做到：投影正确，视图选择与配置恰当，尺寸完全，字体工整，图面整洁，符合《机械制图》的国家标准规定。
4. 对计算机绘图有初步的认识。

三、学习方法

1. 投影理论部分系统性和逻辑性较强，在学习时，要注意按步把每一个概念及时理解清楚，必须把投影分析与几何元素、几何形体的空间想象结合起来。应注重培养自己的空间想象能力和空间思维能力。空间想象能力是指在解题过程中，能对解题方案、作图步骤及作图结果有一个比较清晰的空间形象。空间思维能力是指对空间几何问题的逻辑思维能力和运用分析、综合、演绎、归纳等方法分析问题和解决问题的能力。

2. 工程制图部分的知识与实践联系较密切，在学习时，既要注意搞清楚道理，认真掌握基本的作图原理和方法；又要紧密联系实际。在绘制作业时，要细心独立思考，并善于联系和运用投影知识，进一步发展空间想象能力和空间思维能力。

3. 学习本课程只靠听讲和读书是不能完全掌握的，必须独立地完成全套作业。只有通过独立思考，认真完成全套作业，才能真正掌握读图和画图的原理及方法。在完成作业时，要注意正确使用绘图仪器和工具，耐心细致地按绘图方法和步骤进行操作，应达到作图准确，图线正确，字体端正和图面整洁，并逐步提高绘图速度和熟练掌握制图的基本技能。

第一章 制图的基本知识

工程图样是机械制造业中的重要技术资料,要学会画图和看图,就需要熟悉和掌握有关制图的基本知识和技能。本章将介绍国家标准《机械制图》的有关规定、制图工具及其用法以及几何图形的基本作图方法和步骤等内容。

§ 1-1 国家标准《机械制图》的一些规定

为了适应生产、管理的需要和便于技术交流,国家标准局制订并颁布了《机械制图》的国家标准,简称“国标”。绘制图样时,要严格遵守“国标”的规定。

一、图纸幅面及格式 (GB 4457.1-84)

1. 图纸幅面 绘图时应优先采用表 1-1 规定的幅面尺寸。

图幅幅面尺寸

表 1-1 mm

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			

必要时允许将表中的幅面长边加长。对于 A0、A2、A4 幅面的加长量应按 A0 幅面长边的八分之一的倍数值增加;对于 A1、A3 幅面的加长量应按 A0 幅面短边的四分之一的倍数值增加,见图 1-1 中的细实线部分。A0 及 A1 幅面也允许同时加长两边,见图 1-1 中的虚线部分。

需要装订的图样,其图框格式如图 1-2 所示,尺寸按表 1-1 中的规定。一般采用 A4 幅面整装或 A3 幅面横装。

不留装订边的图样,其图框格式如图 1-3 所示,尺寸按表 1-1 中的规定。

图框线用粗实线绘制。

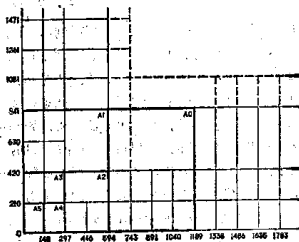


图 1-1

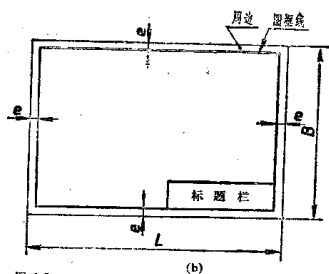
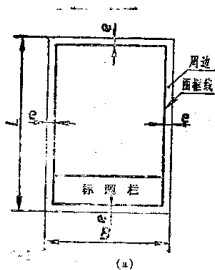


图 1-2

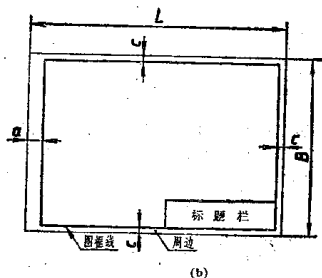
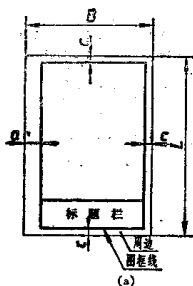


图 1-3

2. 标题栏 标题栏的位置如图 1-2、图 1-3 所示，一般放在图框线的右下角，标题栏外框用粗实线绘制，其右边及底边与图框线重合。标题栏的格式在国家标准中没有规定，本教材推荐零件图采用图 1-4 的形式，装配图采用图 1-5 的形式。

二、比例

(GB 4457.2-84)

图样的比例，指的是图

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。绘制图样时一般应采用表 1-2 中规定的比例。

(名 称)		材 料 数 量	比 例 共 张 第 张
制 图	(日期)	(单 位)	(代号)
审 核	(日期)		
15	25	25	40
140			
(35)			

图 1-4

15	25	40	25	15	(20)	
序号	代号	名称	材料	数量	附注	
(名称)				比例	共张第 张	
制图		(日期)	(单位)	(代号)		
审核		(日期)				
15	25	25	40	(35)		
110						

图 1-5

比 例

表 1-2

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 ^a
	1:1.5×10 ^a		1:2×10 ^a		1:2.5×10 ^a		1:5×10 ^a
放大的比例	2:1	2.5:1	4:1	5:1	(10×a):1		

注: a 为正整数

绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例,并在标题栏的比例一栏中填写,例如 1:1。当某个视图需要采用不同的比例时,必须另行标注。

无论图样放大或缩小,在标注尺寸时,应按机件的实际尺寸标注(见图 1-6)。

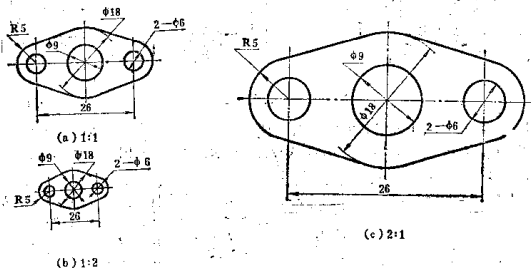


图 1-6

三、字体 (GB 4457.3-84)

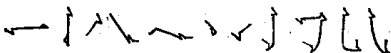
图样和技术文件中书写的汉字、数字及字母必须做到:字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。

字体的号数，即字体的高度（单位为毫米），分为20、14、10、7、5、3.5、2.5（汉字字高不宜采用2.5）七种，字体的宽度约等于字体高度的三分之二（数字及字母的笔划宽度约为字体高度的十分之一）。

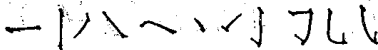
用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母，一般采用小一号字体。

1. 汉字 汉字应写成长仿宋体，并应采用国家正式公布推行的简化字。写长仿宋体的要求是：“横平竖直，注意起落，结构匀称，填满方格”。基本笔划有点、横、竖、撇、捺、挑、钩、折等八种，写法示例如下：

书写过程

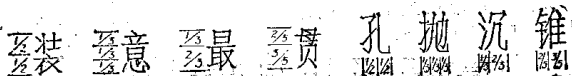


实际笔划



练习仿宋字时应做到“下笔有力，书写宜快，一笔写成，不得描画”。

除单体汉字外，一般由上、下或左、右几部分组成，常见的有占1/2、1/3、2/3、2/5、3/5等。



汉字示例

10 号

字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀

装配时作斜度深沉最大小球厚直网纹均布水平镀抛光研视图

向旋转前后表面展开两端中心孔锥销键

5 号

技术要求对称不同轴垂线相交行径跳动弯曲形位允许偏差内外左右
检验数值范围应符合于等级精热处理淬透回火渗碳硬有效总圈并紧其

余未注明按全部倒角

2. 数字 数字常用斜体字，即字头向右倾斜，与水平线约成 75° 角。数字分阿拉伯数字与罗马数字两种。

阿拉伯数字示例

斜体

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

罗马数字（斜体）示例

*I II III IV V VI
VII VIII IX X*

3. 字母 字母除有直体与斜体的区别外，还分为大写与小写两种。

拉丁字母的写法与汉语拼音字母相同。

汉语拼音字母（大写斜体）示例

A B C D E F G H I J K L M N

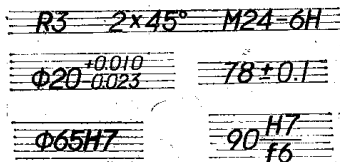
O P Q R S T U V W X Y Z

汉语拼音字母（小写斜体）示例

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

4. 字体的应用示例



四、图线 (GB 4457.4-84)

1 图线型式及应用 国标规定了各种图线的名称、型式、宽度以及在图上的应用,见表1-3及图1-7。

图线的型式及应用

表 1-3

图线名称	图线型式	图线宽度	一般应用
粗实线		b	可见轮廓线; 可见过渡线
虚线		约 b/3	不可见轮廓线; 不可见过渡线
细实线		约 b/3	尺寸线及尺寸界线; 剖面线; 重合剖面的轮廓线; 螺纹的牙底线及齿轮的齿根线; 引出线; 分界线及范围线; 弯折线; 辅助线等
细点划线		约 b/3	轴线; 对称中心线; 轨迹线; 节圆及节线
双点划线		约 b/3	相邻辅助零件的轮廓线; 极限位置的轮廓线; 假想投影轮廓线; 中断线等
波浪线		约 b/3	断裂处的边界线; 视图和剖视的分界线
双折线		约 b/3	断裂处的边界线

注: 虚线、细点划线、双点划线线段的长短和间隔大小, 在国家标准中没有规定, 表中的数值为本教材的推荐值。

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: $0.18^{\text{①}}$, 0.25 , 0.35 , 0.5 , 0.7 , 1 , 1.4 , 2 mm 。

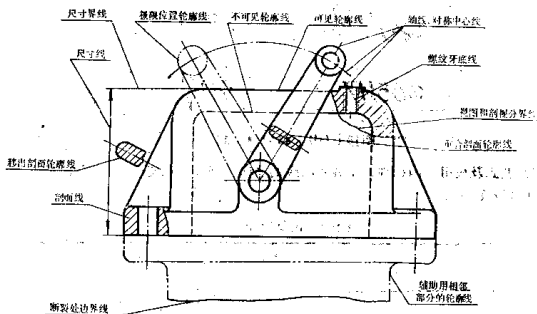


图 1-7

2. 图线画法

(1) 在一张图中, 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 (包括剖面线) 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 0.7 mm 。

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

(4) 在较小的图形上画点划线或双点划线有困难时, 可用细实线代替 (见图 1-9 a)。

为了保证图形清晰, 各种图线相交、相连时的习惯画法有 (见图 1-8) :

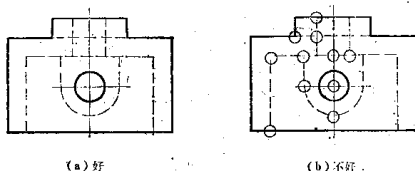


图 1-8

① 由于图样复制的困难, 应避免采用 0.18 mm 。

- 1) 点划线应超出轮廓线 2~5 mm。
- 2) 点划线、虚线、粗实线相交时，应交于点划线或虚线的线段处。
- 3) 虚直线与粗直线相连时，应留空隙；虚直线与虚半圆弧相切时，在虚直线处留空隙，而虚半圆弧画到对称中心线为止。

五、剖面符号 (GB 4457.5-84)

在剖视和剖面图中，应采用表 1-4 中所规定的剖面符号。

剖面符号

表 1-4

金属材料 (已有规定剖面 符号者除外)		木质胶合板 (不分层数)	
线圈绕组元件		基础周围的泥土	
转子、电枢、变压器 和电抗器等迭 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、粉末冶 金、砂轮、陶瓷刀 片、硬质合金刀片等		砖	
玻璃及供观察用 的其它透明材料		格网 (筛网、过滤网等)	

木 材	纵剖面		液 体	
	横剖面			

注：① 剖面符号仅表示材料的类别，材料的名称和代号必须另行注明。
 ② 选制片的剖面线方向，应与原装中选钢片的方向一致。
 ③ 液面用细实线绘制

六、尺寸注法 (GB 4458.4-84)

在图样中，除需表达零件的结构形状外，还需标注尺寸，以确定零件的大小。因此，尺寸也是图样的重要组成部分。尺寸标注是否正确、合理，会直接影响图样的质量。为了便于交流，国家标准中对尺寸标注的基本方法有一系列的规定，我们应很好地掌握，并认真、严格地遵守。

为了学习方便，本节仅介绍规定中的一部分内容，其它规定将在有关章节中再作介绍。

1. 基本规则

- (1) 图样中（包括技术要求和其他说明）的尺寸，以毫米为单位时，不需标注计量单位的代号或名称，如采用其它单位，则必须注明相应计量单位的代号或名称（如 $35^{\circ}30'$ ）。
- (2) 图样上所注的尺寸数值为零件的真实大小，与图形的大小及绘图的准确度无关。
- (3) 零件的每一尺寸，在图样中一般只标注一次。
- (4) 图样中所标注的尺寸，为该零件的最后完工尺寸，否则应另加说明。

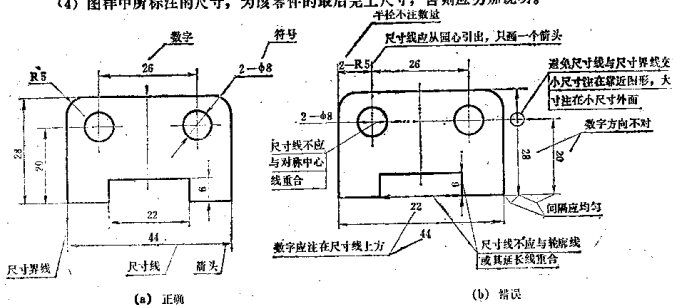


图 1-9

2. 尺寸要素

(1) 尺寸界线。尺寸界线表示尺寸的起止范围，用细实线绘制（如图 1-9 a）。尺寸界线一般从图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出。也可用轮廓线、轴线或对称中心线代替尺寸界线。尺寸界线超出箭头约 2~3 mm。

尺寸界线一般与尺寸线垂直，必要时允许倾斜，如表 1-5 “光滑过渡处”标注的尺寸。

(2) 尺寸线。尺寸线用细实线绘制（见图 1-9 a）。

标注线性尺寸时，尺寸线必须与所标注的线段平行。相同方向的各尺寸线之间的距离要均匀，间隔应大于 5 mm。

尺寸线不能用其他图线代替，一般也不得与其他图线重合或画在其延长线上（见图 1-9 b）。

尺寸线不应互相交叉，也要避免和尺寸界线交叉，如图 1-9 b。

(3) 尺寸线终端有两种形式，用箭头或斜线指到尺寸界线。

箭头的形式如图 1-10 a 所示，适用于各种类型的图样。箭头尖端与尺寸界线接触，不得超出，也不得离开（见图 1-10 b、c）。



图 1-10

斜线用细实线绘制，其方向和画法如图 1-11 所示。当尺寸线的终端采用斜线形式时，

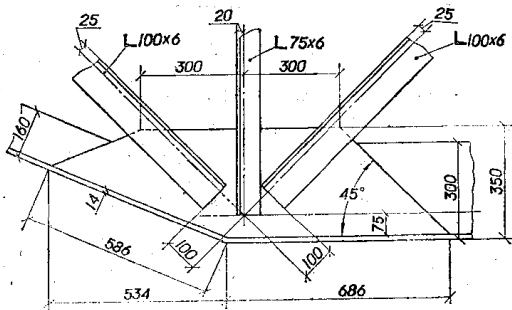


图 1-11

尺寸线与尺寸界线必须相互垂直。

当尺寸线与尺寸界线相互垂直时,同一张图样中只能采用一种尺寸线终端的形式。当采用箭头时,在位置不够的情况下,允许用圆点或斜线代替箭头,如表 1-5 “狭小部位”图所示。

(4) 数字。线性尺寸的数字一般注写在尺寸线的上方或尺寸线的中断处,在一张图内最好一致;位置不够时,可以引出标注(如图 1-9a 中的 $2-\phi 8$ 、 $R6$)。

线性尺寸数字的方向按图 1-12a 所示注写,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 b 的形式标注。

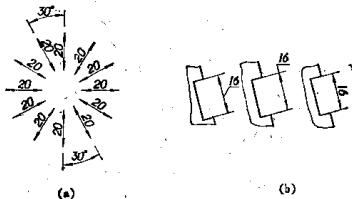


图 1-12

尺寸数字的高度,在一张图内应一致。尺寸数字不应被任何图线通过,必要时,断开尺寸数字处的图线(见图 1-13)。

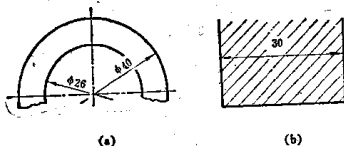


图 1-13

表 1-5 列出了国标所规定尺寸注法的一些示例。

标注内容	图 例	说 明
角 度		1) 角度的尺寸界线应沿径向引出 2) 角度的尺寸应画成圆弧,其圆心是该角的顶点 3) 角度的尺寸数字一律写成水平方向。一般注写在尺寸线的中断处。必要时也可按图 a 下半部的形式标注

续表 1-5

光滑过渡处		1) 当尺寸界线过于靠近轮廓线时, 允许倾斜画出 2) 在光滑过渡处标注尺寸时, 必须用细实线将轮廓线延长, 从它们的交点处引出尺寸界线
弦长和弧长		1) 标注弧长时, 应在尺寸数字上方加符号“$\widehat{}$” 2) 弦长及弧长的尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线 (图 a, b), 当弧度较大时, 可沿径向引出 (图 c)
球面		标注球面的直径或半径时, 应在“ϕ”或“R”前再加注符号“S” (图 a, b)。对于螺钉、铆钉的头部, 轴 (包括螺杆) 及手柄的端部, 在不致引起误解的情况下可省略“S” (图 c)
正方形结构		标注剖面为正方形结构的尺寸时, 可在正方形边长尺寸数字前加注符号“$\square$”或用“14×14”代替“$\square 14$”
板状零件		标注板状零件的厚度时, 可在尺寸数字前加符号“δ”