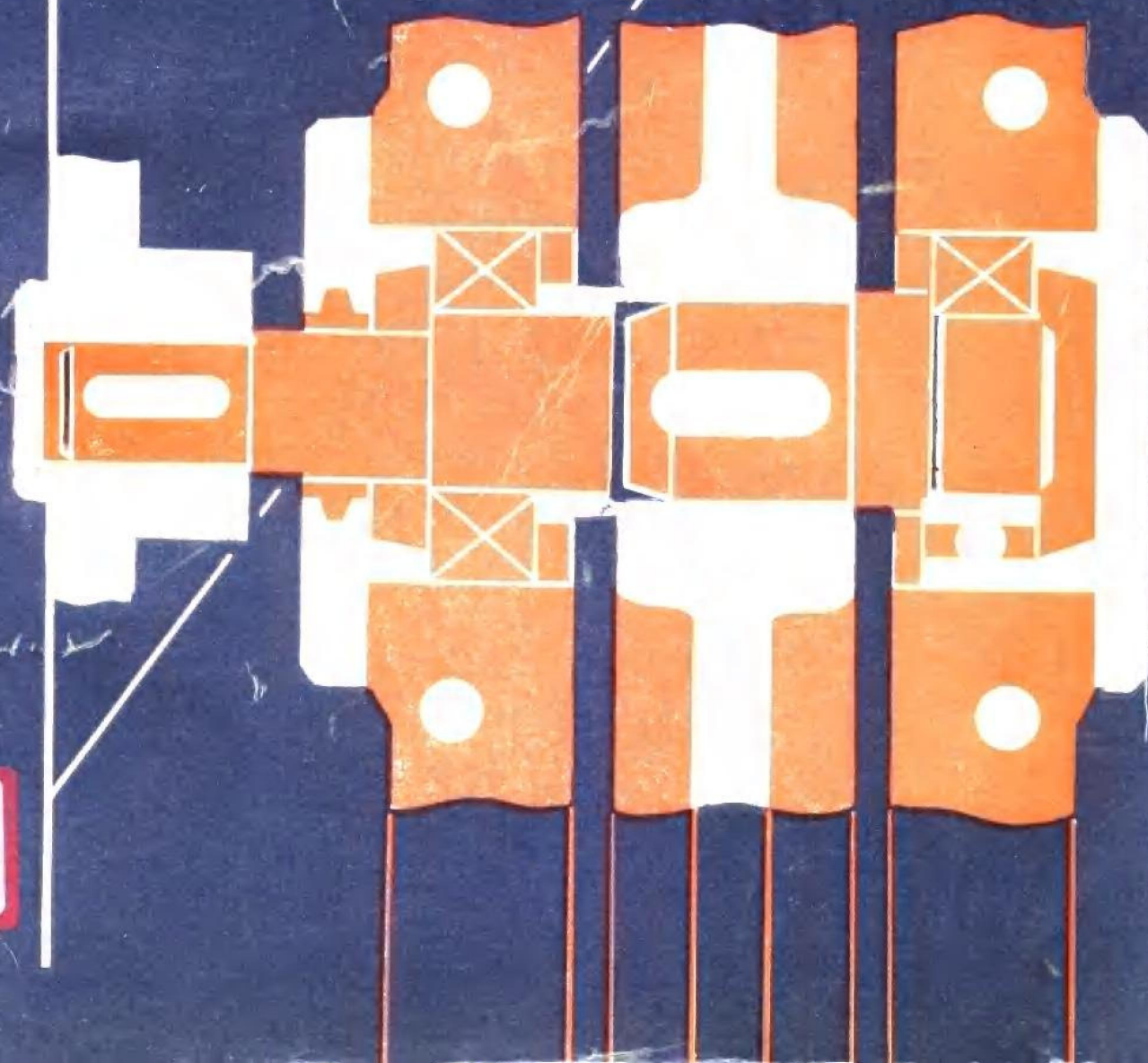


刘淑春 黎 龙 主编

机械设计制图

机械工业出版社



内 容 提 要

本书是为了满足工矿企业、乡镇企业举办技术培训班需要，在多年进行机械制图与设计课程体系改革实践的基础上，结合成人教育的特点而编写的。

全书以“设计”为主线，将“机械制图”与“机械原理及零件”有机地融合为一体。能大大节省学时，迅速提高实际设计能力。

全书分五篇共十七章。内容是：制图基本知识，点、线、面和立体的投影。机件的各种表达方法；机械的组成和机械图样，机械制造和力学基本知识；联接，带、链传动，轴承，轴，齿轮传动，蜗杆传动，轮系和减速器，平面连杆机构，凸轮机构等的结构、工作原理和设计方法；简易机械的设计方法以及计算机辅助机械设计方法。

本书可作为厂矿、乡镇企业成人教育培训教材，也可供中等专业学校有关师生参考。

机械设计制图

刘淑春 黎 龙 主编

责任编辑：刘小慧 责任校对：韩 晶
封面设计：刘 代 版式设计：霍永明
责任印制：尹德伦

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

北京市密云县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 787×1092¹/₁₆·印张 22·字数 537 千字

1991年3月北京第一版·1991年3月北京第一次印刷

印数 0,001—6,600 ·定价：11.60元

ISBN 7-111-01975-X/TH·332

前 言

职业技术教育已经成为现代教育制度的一个重要组成部分，它与四个现代化密切相关。各行各业按照“先培训、后就业”的原则改革劳动就业制度，大力发展职业技术教育，加强对在职干部、工人和农民的培训。为满足工矿企业乃至乡镇企业办技术培训班需要，我们在多年进行机械制图与设计课程体系改革实践的基础上，结合成人教育的特点，编写了这本适用于具有初中以上文化程度和一定实践知识的工人、农民和干部学习的“设计制图”。通过全书的学习和基本练习，可以使读者具有初步机械设计的能力。以本书为指导，可以设计简单的机器零、部件及简单的机械设备。

本书内容包括机械制图、力学、金工、机械设计、机械原理等有关知识，可作为中等职业技术教育的教材和教学参考书。

在本书的编写过程中，我们力图把机械设计基础的各部分内容有机地溶合为一体，互相穿插和渗透，使之更好地为机械设计服务。经多年校内外的教学实践证明，“设计制图”课程体系的改革是成功的，它能促进设计、制图相关知识的融会贯通，使学生学习目的明确，学起来有的放矢，极大地调动了学习的主动性和积极性，并避免了传统的单独设课（机械制图、力学、机械设计）所产生的内容交叉重复的弱点，可大大节省授课学时和提高实际设计能力。

本书还具有两个显著的特点：1）注意加强结构设计能力的培养。从投影制图部分的组合体构形设计开始，后面各章、节均有零件构形、部件组合结构设计内容的论述和指导，最后辅以简单整体机械设计的综合练习和总结；2）注重指导和培养学生在设计过程中使用有关工具书（手册）和查阅设计手册的能力。为此，在本书的一些章、节中，适当摘录了有关国家标准，便于查阅。

本书由北京科技大学刘淑春和广州华南理工大学黎龙主编。参加编写的有华南理工大学江厚祥、龚兆卿、吴瑾、赵明秀、傅东水；北京科技大学刘淑春、杨雪芳同志等。在编写过程中得到两校制图教研室的有关领导和老师的指导和帮助。全书由北京科技大学马香峰主审。

限于编者水平，书中缺点和错误在所难免，希望读者批评指正。

编 者
1988年12月

目 录

第一篇 制图基础

第一章 制图的基本知识	1
第一节 制图的一般规定	1
一、图纸幅面和标题栏	1
二、比例	3
三、字体	3
四、图线	5
五、尺寸注法	5
第二节 几何作图	9
一、正多边形	9
二、斜度与锥度	9
三、圆弧连接	11
四、椭圆的画法	12
第三节 平面图形的画法	13
一、平面图形的尺寸分析	13
二、平面图形的线段分析及画图步骤	13
第二章 投影原理	15
第一节 投影与视图	15
一、投影概念	15
二、正投影的特性	15
三、三面投影与视图	16
第二节 几何元素的投影	17
一、点的投影	17
二、直线的投影	18
三、平面的投影	22
第三节 基本几何体的投影	27
一、平面立体的投影	27
二、回转体的投影	23
三、基本几何体的尺寸	30
第四节 物体表面的交线	32
一、截交线	32
二、相贯线	37
第五节 组合体	40
一、组合体的构形	40
二、组合体三视图的画法	40
三、组合体的尺寸	42
四、组合体视图的阅读	43

五、组合体构形设计	49
第三章 机件的各种表达方法	52

第一节 视图	52
一、基本视图	52
二、局部视图	56
三、斜视图	56
第二节 剖视图	56
一、剖视概念	56
二、剖切面和剖切方法	59
三、剖视图的种类	60
第三节 剖面图	62
一、移出剖面	63
二、重合剖面	63
三、剖切位置与剖面图的标注	63
第四节 局部放大图和简化画法	64
一、局部放大图	64
二、简化画法	64

第二篇 机械设计的基础知识

第四章 机械的组成和机械图样

第一节 机械的组成	67
第二节 机构和机构运动简图	68
一、机器	68
二、机构	68
三、构件	68
四、运动副	68
五、机构运动简图	70
第三节 零件、部件及其图样	70
一、零件和部件	70
二、零件图	72
三、装配图	73

第五章 机械制造的基本知识

第一节 材料的机械性能及热处理简介	73
一、金属材料的机械性能	73
二、常用的金属材料	73
三、钢的热处理及化学热处理简介	82
第二节 机械零件的工艺结构	84
一、毛坯的合理结构	84

二、切削加工零件的合理结构	86	三、螺纹联接的强度计算	153
第三节 零件的加工精度及表面粗糙度	89	第二节 键联接	160
一、圆柱公差与配合	89	一、平键及楔键联接	160
二、表面粗糙度	100	二、平键联接的设计计算	161
三、形状和位置公差	104	第三节 销联接	164
第六章 力学基本知识	115	第四节 轴的联接——联轴器和离合器	166
第一节 力、力矩和力偶	115	一、常见的几种联轴器和离合器	167
一、力的基本概念	115	二、联轴器的选用	171
二、力矩	115	三、联轴器的选择举例	171
三、力偶	116	第八章 挠性传动	177
第二节 约束与受力图	116	第一节 带传动	177
一、约束和约束反力	116	一、带传动的工作原理	177
二、受力图	116	二、三角胶带的结构和标准	178
第三节 功、功率和效率	117	三、带传动的特点	179
一、功	117	四、三角胶带传动的设计计算	180
二、功率	118	五、三角带轮的零件图	185
三、效率	118	六、设计举例	187
第四节 零件强度计算的基本知识	119	七、张紧装置	189
一、强度和刚度	119	第二节 链传动	189
二、零件的基本变形	119	一、链传动的工作原理和特点	189
三、内力和应力	120	二、链条	190
四、材料在拉伸时的机械性质	120	三、链传动的运动特点及主要参数的选择	192
五、许用应力和安全系数	121	四、套筒滚子链的设计计算	193
第五节 强度计算方法	122	五、设计计算举例	195
一、拉伸和压缩的强度计算	122	六、链轮结构和零件图样	197
二、剪切的强度计算	123	第九章 轴承	200
三、扭转的强度计算	123	第一节 滑动轴承	200
四、弯曲的强度计算	125	一、滑动轴承的分类	200
五、挤压的强度计算	128	二、非液体摩擦向心滑动轴承的结构型式	201
第六节 交变应力和持久极限	129	三、轴瓦的结构和材料	203
一、交变应力的产生	129	四、非液体摩擦滑动轴承的设计计算	205
二、疲劳破坏和持久极限	129	五、滑动轴承的润滑	206
三、影响持久极限的主要因素	130	第二节 滚动轴承	209
第三篇 通用零件和部件的设计		一、滚动轴承的结构、类型和代号	209
一、机械零件的设计原则	131	二、滚动轴承的类型选择	215
二、零件结构设计的要求	131	三、滚动轴承组合部件的结构设计	216
三、零件的设计计算和校核计算要求	131	第三节 滑动轴承和滚动轴承比较	221
第七章 联接	132	第四节 滚动轴承组合部件设计实例	221
第一节 螺纹联接	132	第十章 轴	225
一、螺纹	132	第一节 概述	225
二、螺纹联接及螺纹联接装配图的画法	144	一、轴的功用和类型	225
		二、轴的材料	226

第二节 轴的设计	225	二、蜗杆、蜗轮的结构	274
一、初步计算或估算轴径	226	第十三章 轮系和减速器	280
二、轴的结构设计	227	第一节 轮系	280
三、轴的零件图	231	一、概述	280
第十一章 齿轮	238	二、定轴轮系	280
第一节 概述	238	第二节 减速器	285
一、齿轮传动的特点	238	一、减速器的特点和类型	285
二、齿轮传动的分类	238	二、减速器的结构	286
三、渐开线齿廓	238	三、减速器的标准和选用	287
第二节 直齿圆柱齿轮传动	240		
一、标准直齿圆柱齿轮的几何尺寸及基本参数	240	第四篇 常用机构设计	
二、渐开线齿轮的正确啮合条件和连续传动条件	243	第十四章 平面连杆机构	295
三、渐开线齿轮的加工、测量方法及传动精度	243	第一节 四杆机构的类型及其演化	295
四、变位齿轮的概念	247	一、铰链四杆机构的类型和应用	296
五、直齿圆柱齿轮的强度计算	249	二、铰链四杆机构的曲柄存在条件	297
六、圆柱齿轮的画法与结构	253	三、铰链四杆机构的其它演化型式	299
七、直齿圆柱齿轮的设计举例	256	第二节 四杆机构的几个特性	301
第三节 斜齿圆柱齿轮传动	258	一、急回特性	301
一、斜齿圆柱齿轮传动的特点	258	二、压力角和传动角	302
二、斜齿圆柱齿轮几何尺寸计算	259	三、死点位置	303
三、斜齿圆柱齿轮的强度计算	259	第三节 平面四杆机构的设计	303
第四节 直齿圆锥齿轮传动	261	一、按照给定连杆位置设计四杆机构	303
一、圆锥齿轮传动的特点	261	二、按照给定的行程速比系数设计四杆机构	304
二、圆锥齿轮的几何尺寸计算	261	第十五章 凸轮机构	305
三、圆锥齿轮的强度计算	262	第一节 凸轮机构的应用和分类	305
四、圆锥齿轮的画法及结构	264	一、凸轮机构的应用和组成	305
第十二章 蜗杆传动	268	二、凸轮机构的分类	305
第一节 蜗杆传动概述	266	第二节 从动杆的常用运动规律	307
一、蜗杆传动的特点	266	一、等速运动规律	307
二、蜗杆传动的分类	266	二、等加速等减速运动规律	308
第二节 蜗杆传动的主要参数和几何尺寸	266	三、余弦加速度运动规律	309
一、蜗杆传动的主要参数	266	第三节 凸轮轮廓曲线的设计	310
二、蜗杆传动的几何尺寸	269	一、尖顶对心移动从动杆盘状凸轮	310
第三节 蜗杆传动的强度计算	269	二、滚子对心移动从动杆盘状凸轮	311
一、蜗杆传动的失效形式	269	三、滚子移动从动杆圆柱凸轮	311
二、蜗杆传动的受力分析	270	第四节 凸轮机构设计中的几个问题	312
三、蜗杆传动的强度计算和常用材料	271	一、滚子半径的选择	312
第四节 蜗杆、蜗轮的画法和结构	273	二、压力角及其许用值	313
一、蜗杆、蜗轮的画法	273	三、基圆半径的确定	313

第五篇 简易机械设计

第十六章 机械设计的一般方法315

第一节 概述315

一、机械设计的基本要求315

二、机械设计的一般方法和步骤315

第二节 工作机构与机械传动装置的选择和设计316

一、工作机构的选择和设计316

二、机械传动装置的选择和设计316

第三节 选择电动机318

一、选择电动机的类型和结构型式318

二、选择电动机的容量318

三、确定电动机的转速321

第四节 机械设计实例321

一、带式输送机简介321

二、带式输送机的设计321

第十七章 计算机辅助机械设计简介333

第一节 概述333

一、计算机辅助设计的发展概况333

二、计算机辅助设计系统的组成333

三、计算机辅助设计系统的型式334

第二节 机械零件计算机辅助设计系统334

一、建立机械零件CAD系统要解决的问题 334

二、三角胶带传动CAD系统简介335

第一篇 制图基础

第一章 制图的基本知识

机械图样是机械设计和制造过程中的重要文件,是工程技术交流的共同语言。要完整、清晰、准确地绘制机械图样,必须严格地遵守国家标准《机械制图》的各项规定,必须掌握正确绘制机械图样的方法和步骤。本章介绍国家标准《机械制图》中“一般规定”的部分内容和绘制机械图样的一些基本方法和步骤。

第一节 制图的一般规定

国家标准《机械制图》对机械图样的格式、图样画法、尺寸注法以及所用的符号等都作了明确规定。本节仅摘录了其中常用的部分,其余将在以后的章节分别介绍。

一、图纸幅面和标题栏

按GB4457.1—84^①规定,绘制图样时,应优先采用表1-1中的幅面尺寸,必要时可以沿长边加长。对于A0、A2、A4幅面,其加长量应按A0幅面长边的八分之一的倍数增加;对于A1、A3幅面,其加长量应按A0幅面短边的四分之一的倍数增加,A0及A1幅面也允许同时加长两边。

表1-1 图纸幅面

mm

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

需要装订的图样,其图框格式如图1-1所示,一般采用A4幅面竖装或A3幅面横装。

不需装订的图纸,A0、A1幅面周边的宽度都是20mm;A2、A3、A4、A5幅面周边的宽度都是10mm。

图框线用粗实线绘制。

标题栏的位置应按图1-1所示的方式配置,其格式国标未作规定,建议采用图1-2的格式。

标题栏中的文字方向为看图的方向。

必要时图幅可分区,如图1-3所示。

^① GB是国家标准(简称“国标”)代号;4457.1是标准的编号;84表示1984年批准。

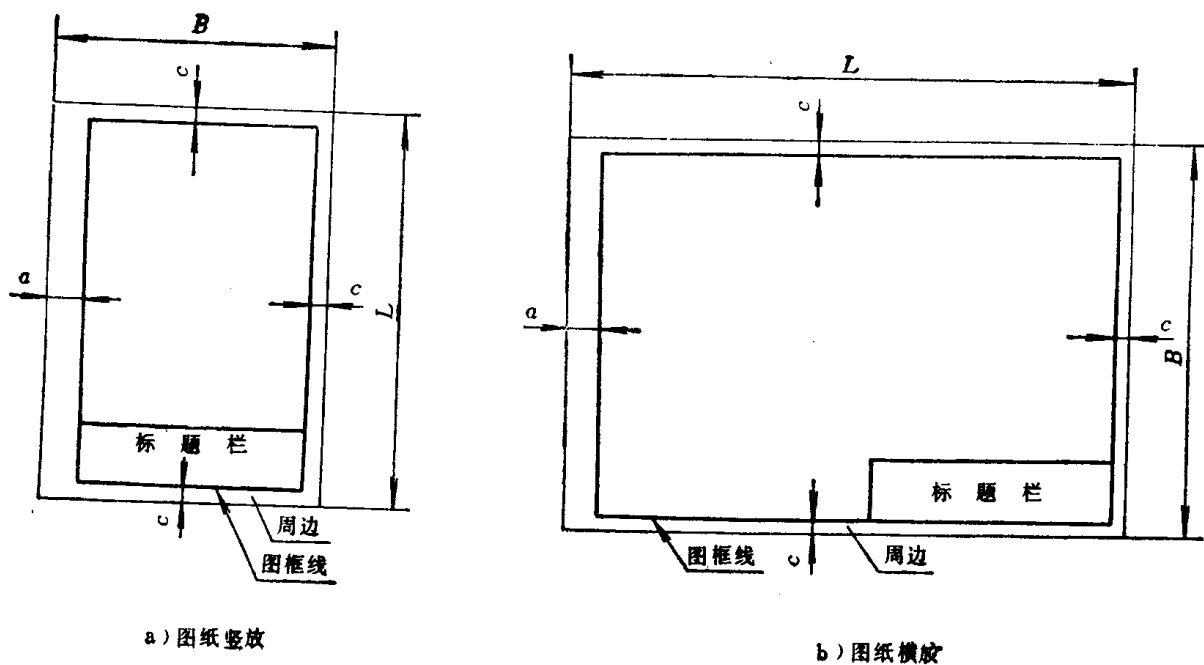


图 1-1

8	8	20	14	10	(零件名称)			(图号)	20	15	5 × 8 = 40
								共 张	重 量	比 例	
标记	处数	文件号	签 字	日期	(材 料)			第 张			
设 计	(签字)										
描 图			16	14	(企业名称)						5 × 8 = 40
校 对											
审 核			日期								
					60			60			
					180						

a) 零件图标题栏

8		35			50			8		30		12		12		26		7	
序 号	代 号			名 称			数 量	材 料		单 重	总 重	附 注			10				
										重 量	量								
8		8		20		14		10		(部件或产品名称)			(图 号)		20		15		5 × 8 = 40
													共 张		重 量		比 例		
标记处数		文件号		签字		日期		(总图或装配件)			(企 业 名 称)			第 张					
设 计		(签字)																	
描 图				16		14													
校 对																			
审 核				日期															
										60			60						
										180									

b) 装配图标题栏

图 1-2

分区的数目是偶数。对中符号是从周边画入图框内约 5 mm 的一段粗实线；分区线是细实线。分区的长度为 25~150mm。在分区内，沿标题栏的长边从左到右采用直体阿拉伯数字编号；沿标题栏的短边从上到下采用大写直体拉丁字母编号。编写顺序应从图纸的左上角开始，并在对应的边上重编一次。

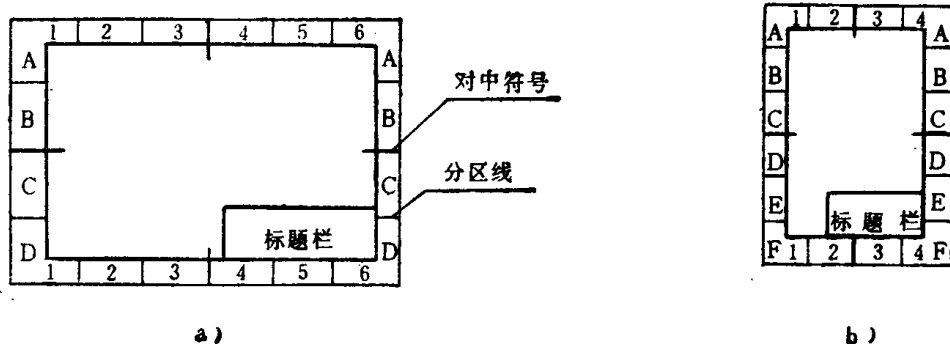


图 1-3

二、比例

按GB 4457.2—84规定，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为比例。

绘制图样时一般应采用表 1-2 中的比例。

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
放大的比例	2 : 1	2.5 : 1	4 : 1	5 : 1	(10 × n) : 1					

注：n 为正整数。

三、字体

按GB 4457.3—84规定，图样中书写的字体必须做到字体端正、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mm），分为20、14、10、7、5、3.5、2.5七种，字体的宽度约等于字体高度的三分之二。

汉字应写成长仿宋体，并采用国家正式公布的简化汉字，如图 1-4 所示。



图 1-4

书写的要领是“横平竖直、注意起落、结构匀称，填满方格”。基本笔划的写法可参考图 1-5。

名称	横	竖	撇	捺	钩	挑	点
形状							
笔法							

图 1-5

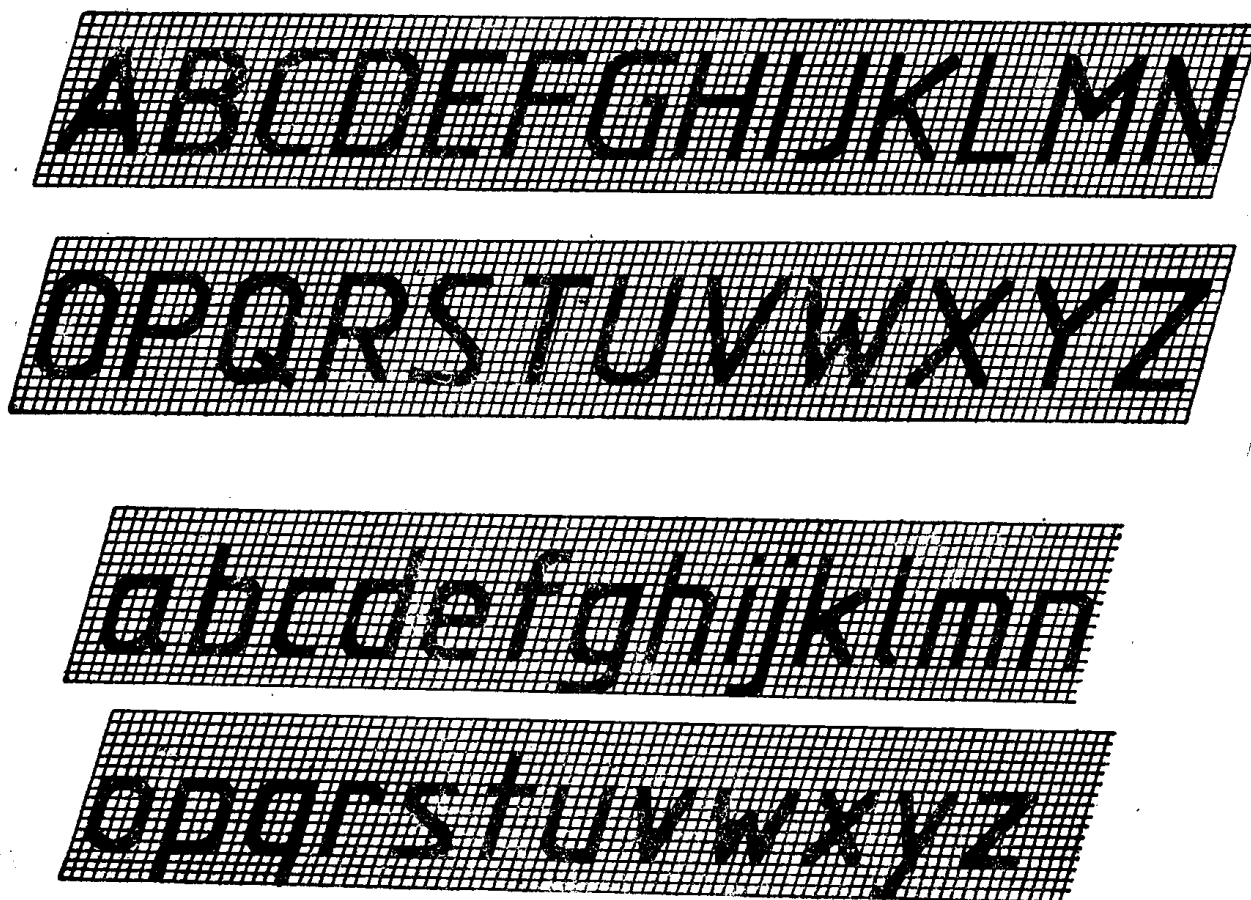
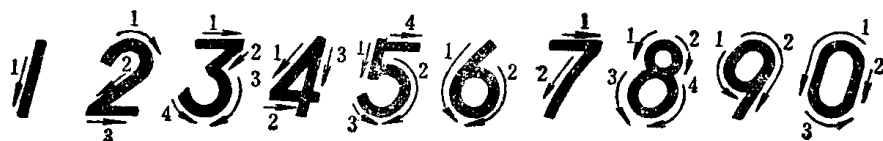


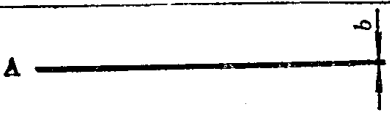
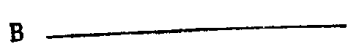
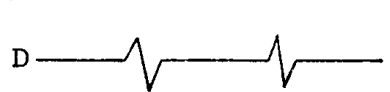
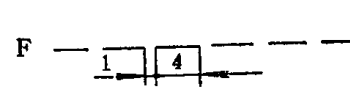
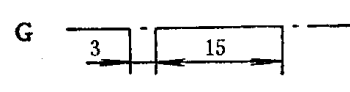
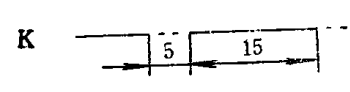
图 1-6

数字和字母一般采用斜体字，字头向右倾斜，与水平线成 75° 角，如图1-6所示。

四、图线

按GB4457.4—84规定，绘制图样时，应采用表1-3中的图线。表1-3和图1-7列出了各种型式图线的主要用途。表中虚线、点划线、双点划线的间隔尺寸，国标未作规定，仅供读者参考。

表1-3 图线的型式、宽度和主要用途

图线名称	图线型式及代号	图线宽度	主 要 用 途
粗 实 线	A 	b	可见轮廓线
细 实 线	B 	约 $\frac{b}{3}$	尺寸线，尺寸界线，剖面线，引出线
波 浪 线	C 		断裂处的边界线
双 折 线	D 		断裂处的边界线
虚 线	F 		不可见轮廓线
细点划线	G 		轴线，对称中心线
粗点划线	J 	b	有特殊要求的线或表面的表示线
双点划线	K 	约 $\frac{b}{3}$	假想轮廓线

粗实线的宽度 b 应按图的大小和复杂程度，在 $0.5\sim 2\text{mm}$ 之间选择。在同一图样中，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。绘制圆的中心线时，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。在较小图形上绘制点划线或双点划线有困难时，可用细实线代替。

五、尺寸注法

按GB4458.4—84规定，图形只能表达机件的形状，而机件的大小必须通过标注尺寸才能确定。

(一) 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性无关。

(2) 图样（包括技术要求和其它说明）中的尺寸，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，则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

(3) 机件的每一尺寸，一般只标注一次，并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

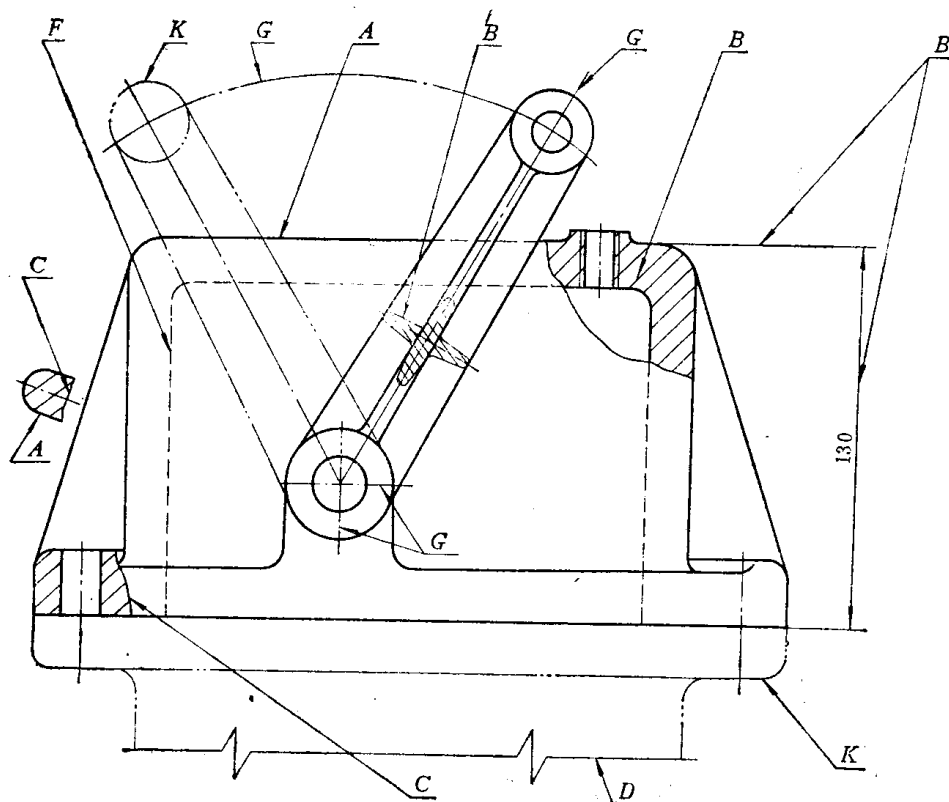


图 1-7

(二) 尺寸的组成

如图 1-8 所示, 一个完整的尺寸包括尺寸界线、尺寸线、尺寸数字和 ϕ 表示尺寸线终端的箭头或斜线。

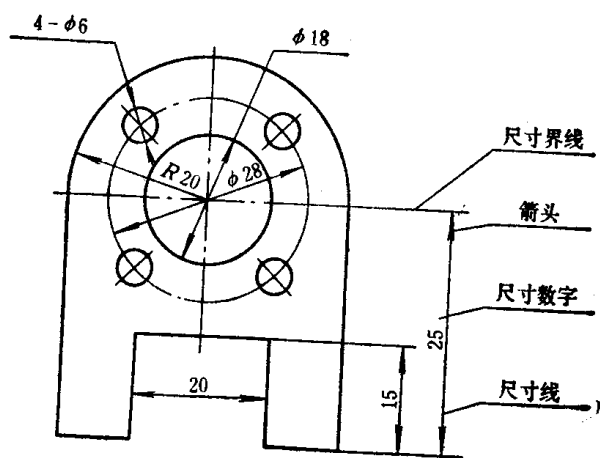


图 1-8

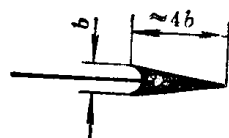


图 1-9

1. 尺寸界线

尺寸界线用细实线绘制，从图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出，并超出箭头约 2 ~ 3 mm。也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线。

2. 尺寸线

尺寸线必须用细实线单独画出，不能用其它图线代替或画在其延长线上。

(1) 箭头 尺寸线终端有两种形式：

箭头画法如图 1-9 所示。

(2) 斜线 斜线用细实线绘制。其方向和画法如图 1-10a所示。采用斜线时，尺寸线必须垂直于尺寸界线（图 1-10b）。

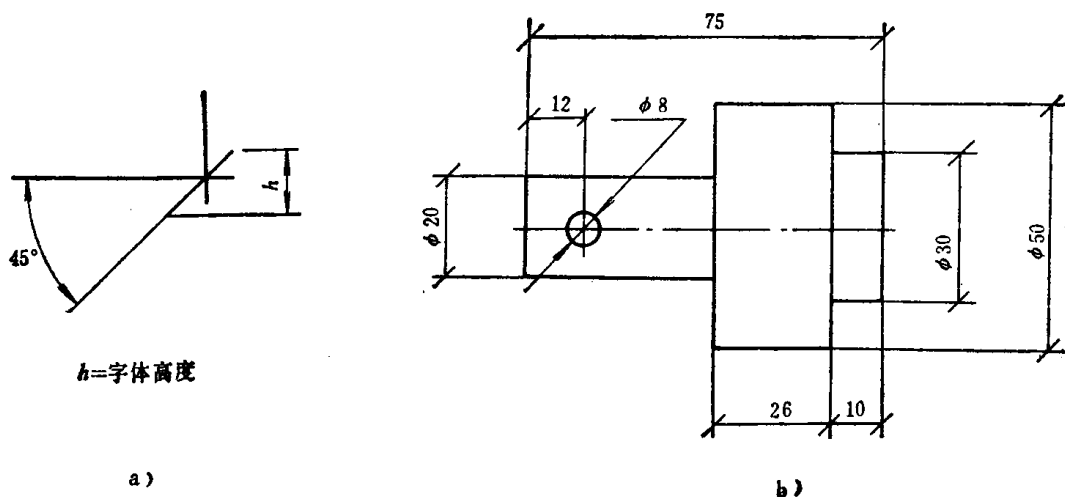


图 1-10

3. 尺寸数字

尺寸数字一般注在尺寸线上方或中断处，但在同一张图上注法应一致。尺寸数字不得被任何图线所通过，当不可避免时，应把图线断开（图1-11）。

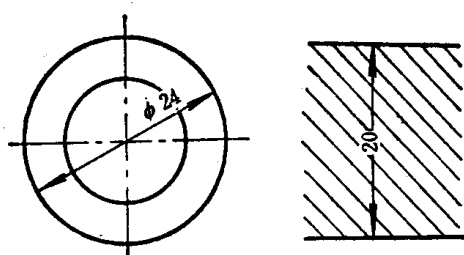


图 1-11

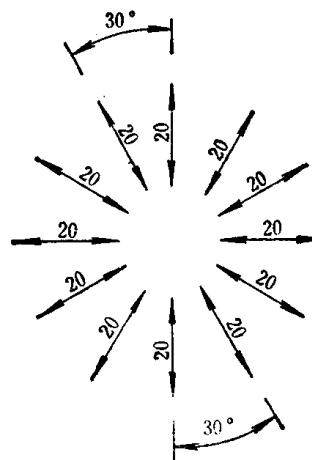


图 1-12

(三) 尺寸注法

1. 线性尺寸的注法

尺寸数字应按图1-12所示方向填写，并尽量避免在图示30°范围内标注尺寸。当无法避免时，可按图1-13的形式标注。

为了便于从水平方向读图，对于非水平方向的线性尺寸数字，亦允许水平地填写在尺寸线中断处（图1-14）。

标注线性尺寸时，尺寸线必须与所标注的线段平行。尺寸界线一般应与尺寸线垂直，必

要时才允许倾斜。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

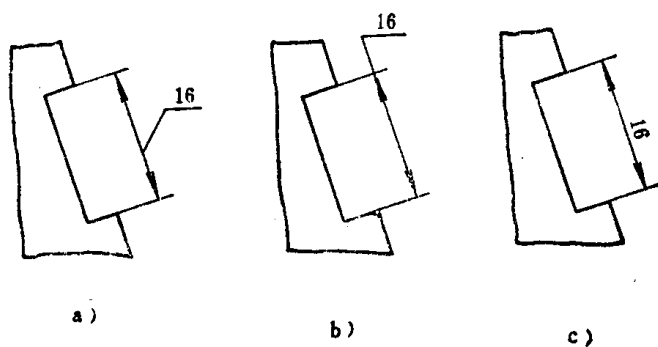


图 1-13

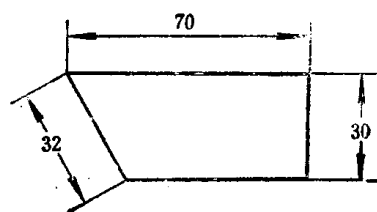


图 1-14

引出尺寸界线（图1-15）。

2. 角度的注法

角度的数字一律写成水平方向，一般应写在尺寸线的中断处；必要时可以写在尺寸线的外面；也可引出标注。尺寸线画成圆弧，其圆心为角度的顶点（图1-16）。

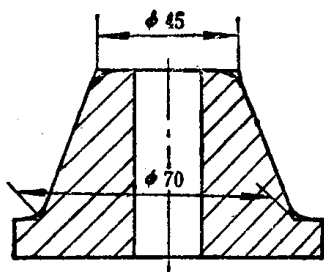


图 1-15

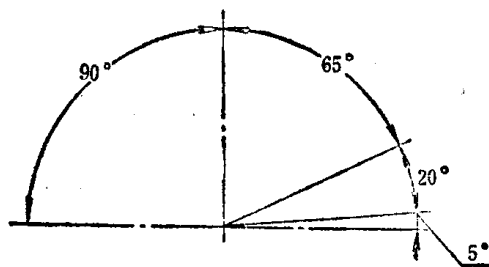


图 1-16

3. 圆和圆弧的尺寸注法

标注圆的直径和圆弧的半径尺寸时，尺寸线按图1-17所示的方法绘制。并在直径尺寸数字前加注符号“ ϕ ”，在半径尺寸数字前加注符号“ R ”。

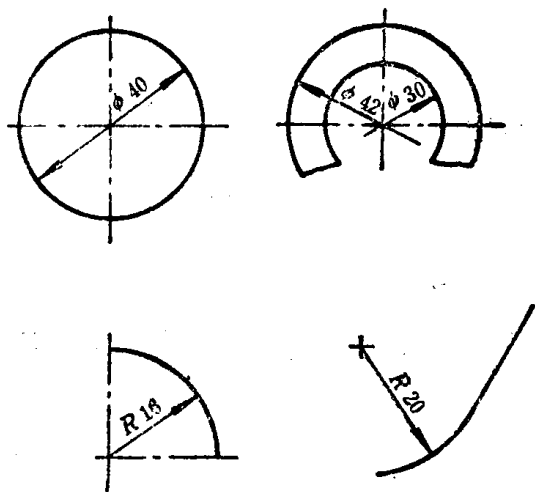


图 1-17

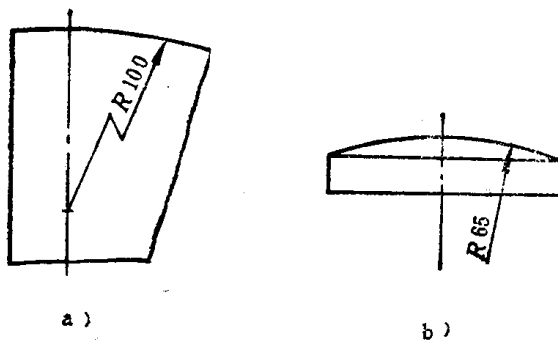


图 1-18

当圆弧的半径过大或在图纸范围内无法标出其圆心位置时,可按图1-18a的形式标注,若不需要标出其圆心位置时,可按图1-18b的形式标注。

4. 小尺寸的注法

在没有足够的位置画箭头或注写尺寸数字时,可按图1-19的形式标注。

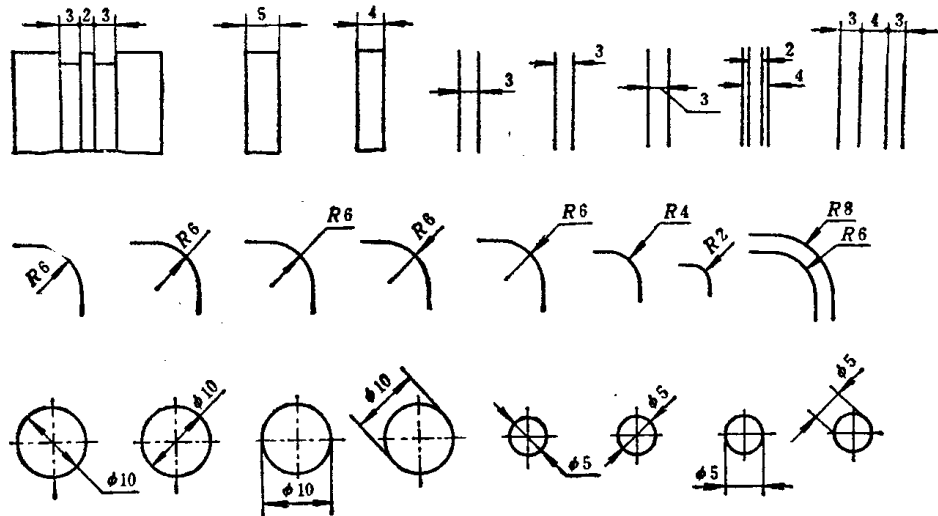


图 1-19

5. 球面尺寸的注法

标注球面的直径或半径时,应在符号“ ϕ ”或“ R ”前再加注符号“ S ”(图1-20)。

6. 板状零件的注法

标注板状零件的厚度时,可在尺寸数字前加注符号“ δ ”(图1-21)。

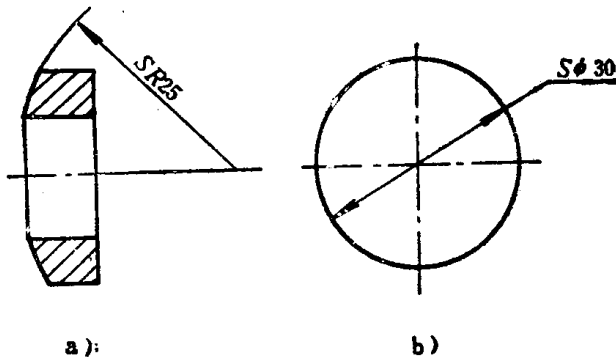


图 1-20

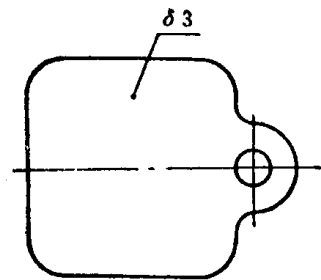


图 1-21

第二节 几何作图

一、正多边形

图1-22至图1-24分别为圆的内接正四边形、正五边形、正六边形的作法。

二、斜度与锥度

(一) 斜度

斜度是一直线对另一直线,或一平面对另一平面的倾斜程度,其大小用该两直线(或平

面) 间夹角的正切来表示 (如图1-25a)。即斜度 = $\tan \alpha = CB/AB = H/L$ 。工程上习惯把比值化成最简形式 $H:L = 1:n$ 。

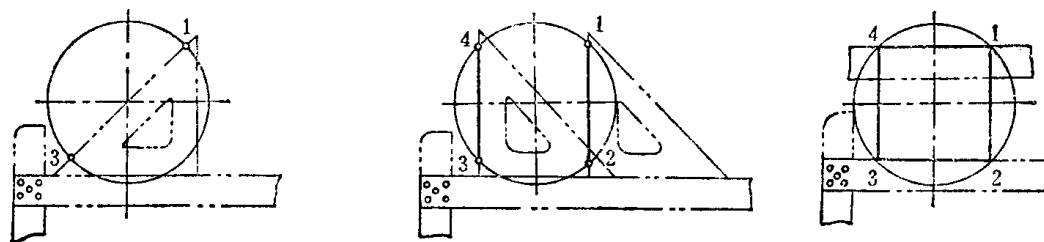


图 1-22

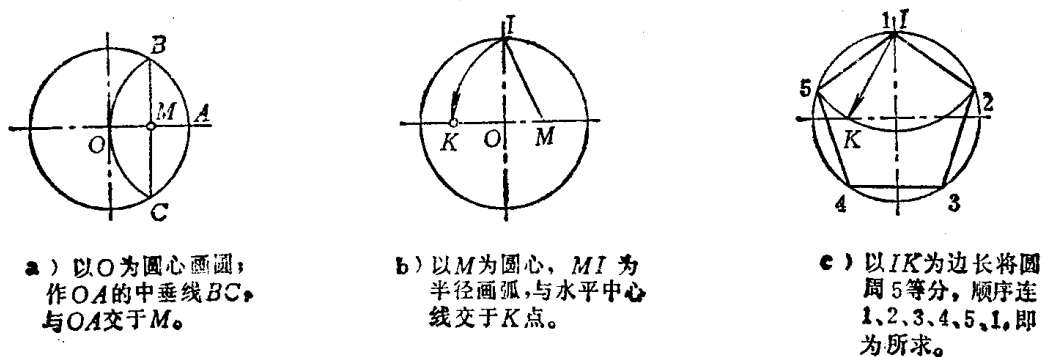


图 1-23

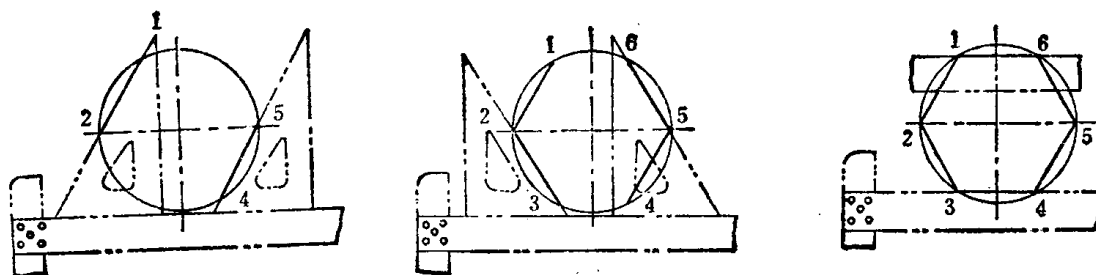


图 1-24

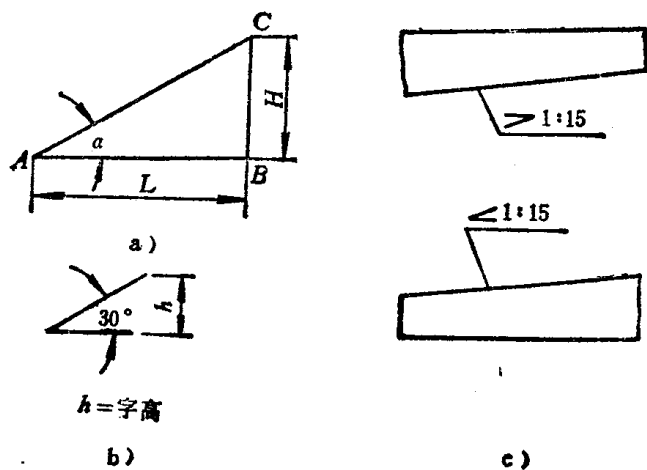


图 1-25

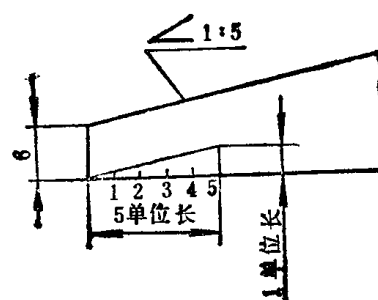


图 1-26