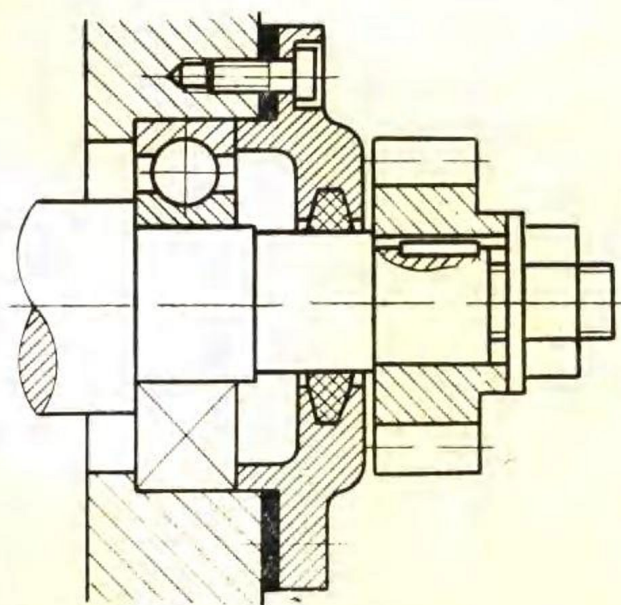


高级工技术理论培训教材

高级机工 简明读本

陈平晖 主编



上海科学技术出版社

内 容 提 要

本教材根据上级要求,为适应在中老年工人中培训高级技工和工人技师考核的需要而编写的。内容包括机械制图;公差配合、形位公差和表面粗糙度;金属材料与热处理;金属切削过程与刀具;机械传动与液压传动;夹具和工艺规程编制等。

本书在编写时做到尽可能根据中老年工人的实际情况,内容力求简明,通俗易懂,选用实例能理论联系实际。编写时对基础理论知识主要是理顺和巩固;对工艺规程的编制和典型零件的实例作为重点叙述和分析,以期达到进一步巩固和提高。

本书主要是作为高级机工的培训教材,也可作为中老年工人自学用书。

本书由陈平晖主编,徐圣群,吴钢,宋孝进参加编写;全书由倪国栋审稿。

高级机工简明读本

陈平晖 编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 常熟兴隆印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 23.5 字数 560,000

1988 年 4 月第 1 版 1988 年 4 月第 1 次印刷

印数: 1—10,700

ISBN 7-5323-0409-4/TH·12

统一书号: 15119·2637 定价: 5.75 元

前 言

本教材是根据原机械工业部关于在工人中考评工人技师的通知精神,对 45 岁以上的中老年工人进行短期培训高级技工而编写。中老年工人在长期的生产实践中积累了十分丰富的经验,对他们有针对性地进行比较系统的技术理论培训,不但能更好地发挥他们在生产中的骨干作用,而且能使他们对青年工人做好传、帮、带,促进整个工人队伍的技术素质得到巩固和提高。

本书可作为工厂企业进行高级技工短期培训的教材,也可作为中老年工人自学用书。根据原机械工业部的指示精神,本书的教学时数约为200~250教时。(对 45 岁技术工人的系统培训还应增加:工种工艺、机床设备、全面质量管理和企业管理等教学内容和时数)。为了适应中老年工人的特点,编写教材时尽量注意到使文字通俗易懂,内容深入浅出,并采用了较多的图例;既照顾到理论知识的系统性,又考虑到实用性和可行性,避免过多过深的理论叙述。教材的前六章是理论基础知识,特别是对新的国家标准作了重点介绍,后二章是专业知识,也是考核的重点,因此占全书较大的篇幅。专业知识的编写做到尽量联系实际,使学员有独立解决问题的能力,并能在技术革新中发挥作用。

本书委托全国开展高级技工培训较早的试点单位之一,上海汽车拖拉机工业联营公司职工大学负责编写。由于编写时间仓促,书中的缺点、错误在所难免。我们诚恳地希望培训单位、教师和读者能不吝批评指正。

上海市机电工业管理局企管协会培训部

上海汽车拖拉机工业联营公司人事教育处

一九八七年四月

目 录

前言

第一章 机械制图	1
一、《机械制图》新、旧标准的主要差异	1
1. 图纸幅面	1
2. 比例	1
3. 字体	2
4. 图线	2
5. 图样画法	3
6. 装配图中零部件序号及其编排方法	6
7. 尺寸注法	7
8. 尺寸公差与配合注法	9
9. 螺纹及螺纹紧固件画法	10
10. 齿轮画法	11
11. 中心孔表示法	13
二、零件图	14
1. 零件图概述	14
2. 零件视图的选择	14
3. 零件图的尺寸注法	20
4. 零件图上技术要求的内容及其标注	24
5. 零件图上的零件材料标注	24
6. 零件的工艺结构	24
7. 零件草图的绘制	26
三、装配图	29
1. 装配图的概述	29
2. 装配图的表达方法	29
3. 装配图上的尺寸标注	34
4. 装配图上的技术要求	34
5. 装配图的零件序号和明细表	34
6. 部件结构的工艺性	35
7. 装配草图的画法	37
思考题	40
第二章 公差配合 形位公差 表面粗糙度	41
一、圆柱体的公差与配合	41
1. 公差与配合标准化的意义	41
2. 公差与配合的概念、术语和定义	41
3. 标准公差与基本偏差	45
4. 公差带代号和极限偏差的确定	55
5. 配合与配合种类	58
6. 基孔制和基轴制	64
7. 未注公差尺寸的极限偏差	70

8. 新旧国标公差带的对照	70
二、普通螺纹的公差配合	74
1. 普通螺纹各部名称和代号	74
2. 螺纹互换性的特点	74
3. 普通螺纹的公差与配合标准	77
三、形状和位置公差	79
1. 基本概念和术语	79
2. 形位公差的项目及符号	84
3. 形位公差的标注方法	87
四、表面粗糙度	95
1. 表面粗糙度对零件功能的影响	95
2. 表面粗糙度的基本术语	96
3. 表面粗糙度的评定参数	97
4. 评定参数和有关长度的数值	99
5. 表面粗糙度符号的标注	101
6. 表面粗糙度的选择	109
思考题	110
第三章 金属材料及热处理	111
一、金属材料的主要性能	111
1. 金属材料的机械性能	111
2. 金属材料的物理性能和化学性能	112
3. 金属材料的工艺性能	113
二、碳素钢	113
1. 碳和杂质元素对钢性能的影响	113
2. 碳素钢的分类	114
3. 普通碳素结构钢	114
4. 优质碳素结构钢	115
5. 碳素工具钢	117
三、钢的热处理	118
1. 钢在加热和冷却时的组织转变	118
2. 钢的退火与正火	120
3. 钢的淬火	121
4. 钢的回火	122
5. 钢的表面淬火	123
6. 钢的化学热处理	123
7. 钢的发黑处理	124
四、合金钢	125
1. 合金元素在钢中的作用	125
2. 合金钢的分类和编号原则	125
3. 合金结构钢	126
4. 合金工具钢	134
5. 特殊性能钢	137
五、铸铁	141
1. 铸铁的分类	141
2. 灰口铸铁	141
3. 可锻铸铁	142

4. 球墨铸铁	143
5. 合金铸铁	145
六、有色金属	145
1. 铝及其合金	145
2. 铜及其合金	148
3. 轴承合金	149
4. 硬质合金	150
思考题	151
第四章 金属切削过程与刀具	152
一、刀具切削部分的几何角度及其作用	152
1. 刀具的标注角度	152
2. 刀具的工作角度	152
3. 刀具角度的作用和选择	158
二、金属切削过程及其控制	167
1. 切削变形及其对切削加工的影响	167
2. 切削力	172
3. 切削热及切削温度	174
4. 刀具磨损与刀具耐用度	175
三、切削用量与提高生产率的途径	178
1. 切削用量与生产率	178
2. 提高切削用量的途径	179
思考题	183
第五章 机械传动与液压传动	184
一、机械传动	184
1. 基本概念	184
2. 平面连杆机构	184
3. 凸轮机构	184
4. 带传动	184
5. 齿轮传动	192
6. 螺旋传动	202
7. 轮系及其计算	203
二、液压传动	205
1. 液压传动基础知识	205
2. 液压泵	211
3. 液压缸	211
4. 控制阀和液压基本回路	213
5. 液压传动系统实例	221
思考题	224
第六章 夹具	224
一、概述	224
1. 机床夹具的作用和组成	224
2. 机床夹具的分类	226
二、工件的定位	226
1. 工件定位的基本原理	226
2. 定位基准的选择和对定位元件的要求	231

3. 工件的定位方法及其定位元件	234
三、定位误差的分析与计算	240
1. 定位误差及其产生原因	240
2. 定位误差的计算	242
四、工件的夹紧	245
1. 夹紧装置的组成及要求	245
2. 夹紧力的确定	246
3. 螺旋夹紧机构	246
4. 偏心夹紧机构	248
5. 定心夹紧机构	250
6. 多件联动夹紧机构	252
7. 夹具的动力装置	252
五、夹具的对定	254
1. 夹具的对定	254
2. 元件定位面与夹具定位面的位置要求	254
3. 夹具与机床的连接	254
4. 夹具的对刀	256
5. 夹具的分度和转位	256
六、机床夹具	256
1. 专用夹具设计的基本要求	256
2. 专用夹具的设计方法和步骤	256
3. 钻床夹具	257
4. 车床夹具	261
5. 铣床夹具	262
6. 磨床夹具	263
思考题	264
第七章 机械加工工艺规程制订	265
一、生产过程的基本概念	265
1. 生产过程和工艺过程	265
2. 生产纲领和生产类型	266
3. 机械加工的经济精度	267
二、工艺规程的制订	270
1. 工艺规程的作用	270
2. 工艺规程制订的原则、步骤和原始资料	270
3. 产品图纸的分析	273
4. 毛坯选择	274
5. 基准的选择	277
6. 工艺路线的拟定	283
7. 加工余量的确定	287
8. 工序尺寸及其公差确定	289
9. 机床、工艺装备等的选择	300
三、装配尺寸链、装配工艺	301
1. 装配工作的基本内容及组织形式	301
2. 机械产品的装配精度	301
3. 装配尺寸链	302
4. 装配工艺规程的制订	309

思考题	311
第八章 典型零件工艺分析	312
一、轴加工	312
1. 轴类零件技术条件的分析	313
2. 主轴加工工艺过程的制订和分析	313
3. 主轴加工中的几个工艺问题	321
4. 主轴的精度检验	326
二、箱体加工	327
1. 箱体零件的主要技术要求的分析	327
2. 箱体加工工艺过程的制订和分析	327
3. 箱体加工质量分析	336
4. 箱体的检验	338
三、套筒类零件加工	339
1. 套筒零件的技术要求	340
2. 套筒类零件加工工艺分析	340
3. 套筒类零件内孔的精密加工	344
四、圆柱齿轮加工	347
1. 圆柱齿轮的技术要求	347
2. 圆柱齿轮加工工艺分析	347
3. 几种齿形加工的工艺特点及质量分析	351
思考题	358
附录 表 1~表 3	358

第一章 机械制图

图样是工程上的一种“语言”，它是设计、制造、使用机器过程中的一项主要技术资料。为了便于生产和进行交流，必须对图样的表达方法、尺寸注法、所采用的符号等建立统一的规定。我国于1959年颁布了《机械制图》国家标准，自实施以来，起到了统一工程语言的作用。随着社会主义建设事业的飞跃发展，1974年对《机械制图》国家标准作了一次修订。为适应“对内搞活、对外开放”全面改革和迎接世界新技术革命挑战的需要，要求标准基本上与国际标准取得一致。为此1984年《机械制图》国家标准参照ISO用相应的国际标准，又作了全面修订，并已颁布实施。作为一个高级技术工人，应尽快地熟悉和使用这一新的国家标准，并能进一步提高绘制零件图及装配图的工作能力，以适应四化建设的需要。

一、《机械制图》新、旧标准的主要差异

为了使文字简化，以下《机械制图》新国家标准，一律简写为新国标，《机械制图》旧国家标准，简写为旧国标。

1. 图纸幅面 (GB 4457.1-84) 新国标的图纸幅面尺寸没有作修改，幅面代号及图框格式上略有差异及补充。

(1) 幅面代号 旧国标分为0、1、2、3、4、5六种。新国标仅分别在代号前加字母“A”，为A0、A1、A2、A3、A4、A5。

(2) 图框格式 新国标增加“不留装订边的图框格式”(图1-1~1-2)。

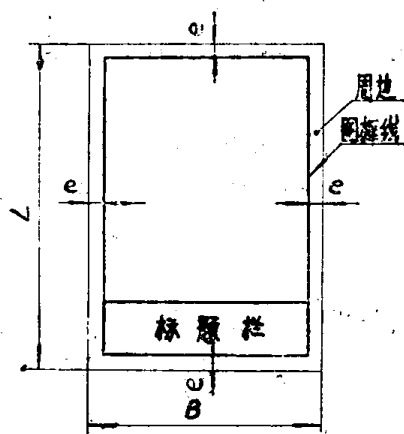


图 1-1 不留装订边图框格式

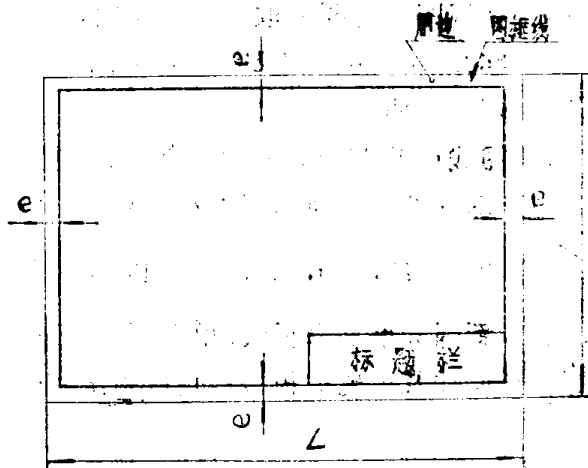


图 1-2 不留装订边图框格式二

$e=20$ (A0、A1 号幅面)

$e=10$ (A2、A3、A4、A5 号幅面)

为了复制或缩微摄影的方便，可采用对中符号，对中符号是从周边画入图框约5mm的一段粗实线(图1-3)。

(3) 图幅分区 新国标增加“必要时图幅可分区”(图1-4、图1-5)。

2. 比例 (GB 4457.2-84) 新国标在缩小比例中增加了1:1.5 1:1.5×10ⁿ 二种，其他

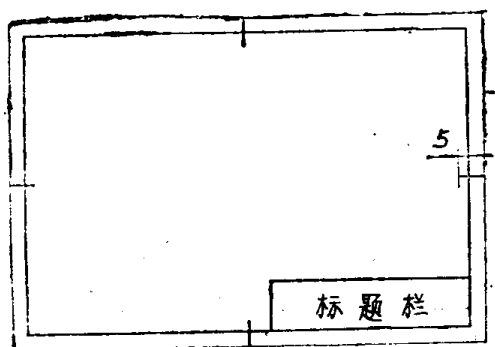


图 1-3 带对中符号图框格式

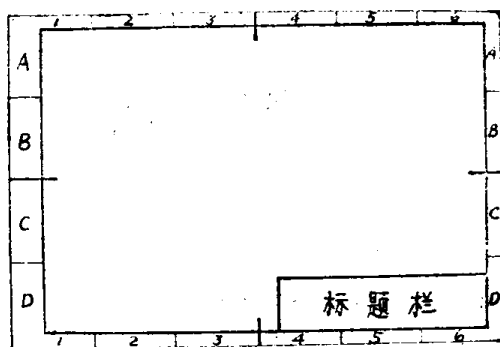


图 1-4 图幅分区图框格式(一)

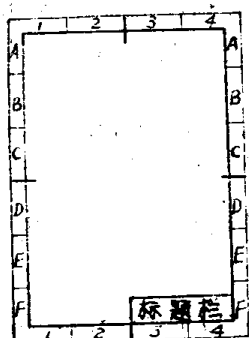


图 1-5 图幅分区图框格式(二)

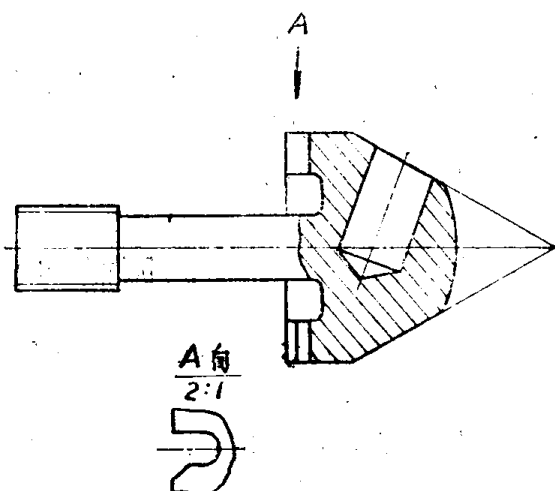


图 1-6 不同比例的标注

照旧。对比例的定义新国标是：“图样中机要素的线性尺寸与实际机件相应要素的线性尺寸之比”。与旧国标，“图形的大小与机件实际的大小之比。”相比之下，新国标的定义较为完整确切。在视图中需要采取不同比例时，必须另行标注，不必在比例前加字母“M”(图 1-6)。

3. 字体(GB 4457.3-84) 新国标规定“汉字应写成长仿宋体”。比旧国标“尽可能写成长仿宋体”更为明确。

4. 图线(GB 4457.4-84) 新国标图线(表 1-1)与旧国标有如下几点不同。

(1) 图线宽度 b 新国标推荐在 0.5~2mm 之间选择，旧国标推荐 b 约 0.4~1.2mm。

(2) 虚线线宽新国标为 $\frac{b}{3}$ ，旧国标为 $\frac{b}{2}$ 。

(3) 新国标增加双折线、粗点划线二种图线(图 1-7、1-8)。对细实线扩大了用途范围，如螺纹牙底线及齿轮的齿根线均改用细实线表示。

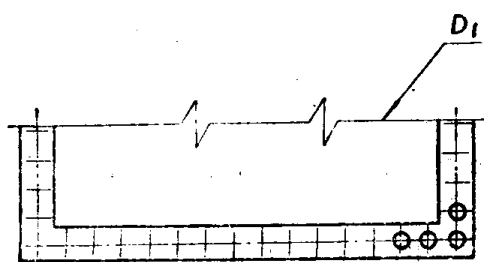


图 1-7 双折线图例

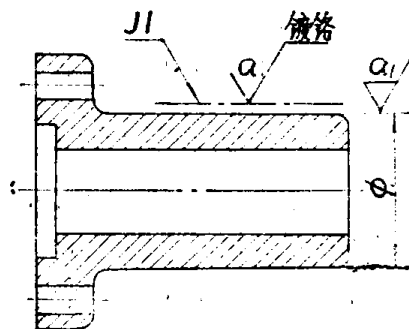
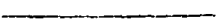
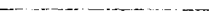
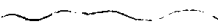
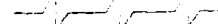
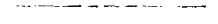
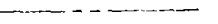


图 1-8 粗点划线图例

(4) 新国标规定两条平行线（包括剖面线）之间的最小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。旧国标不作规定。

表 1-1 图线的名称、代号、宽度，以及在图上的应用

图线名称	图线型式及代号	图线宽度	一 般 应 用
粗 实 线		b	A1 可见轮廓线 A2 可见过渡线
细 实 线		约 $b/3$	B1 尺寸线及尺寸界线 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 分界线及范围线 B7 弯折线 B8 辅助线 B9 不连续的同一表面的连线 B10 成规律分布的相同要素的连线
波 浪 线		约 $b/3$	C1 断裂处的边界线 C2 视图和剖视的分界线
双 折 线		约 $b/3$	D1 断裂处的边界线
虚 线		约 $b/3$	F1 不可见轮廓线 F2 不可见过渡线
细点划线		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		b	J1 有特殊要求的线或表面的表示线
双点划线		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的轮廓线 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

5. 图样画法 (GB 4458.1-84) 新国标在视图、剖视图上方标法、剖视及剖切方法等规定上较旧国标明确。

(1) 基本视图 新国标规定“在同一张图纸内按图 1-9 配置时一律不标注视图的名称”。而旧国标规定在后视图上需标注“后视”，其它视图亦不标。

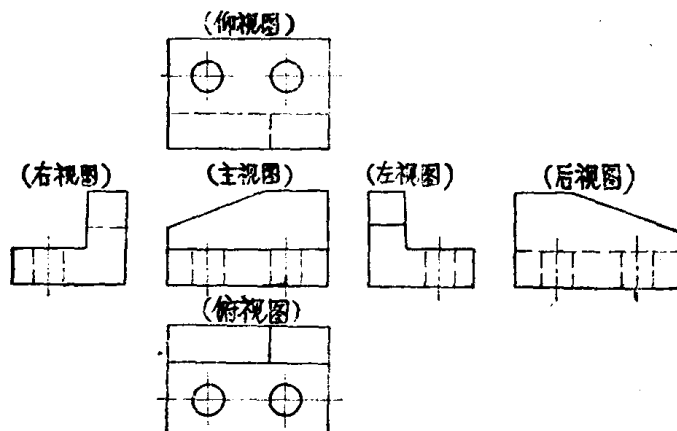


图 1-9 六个基本视图的配置

(2) 斜视图 新国标强调了在其它适当位置配置斜视图时,在不致引起误解时允许将图形旋转,标注形式为“×向旋转”(图 1-10)。旧国标的标法是必要时可将视图旋转。

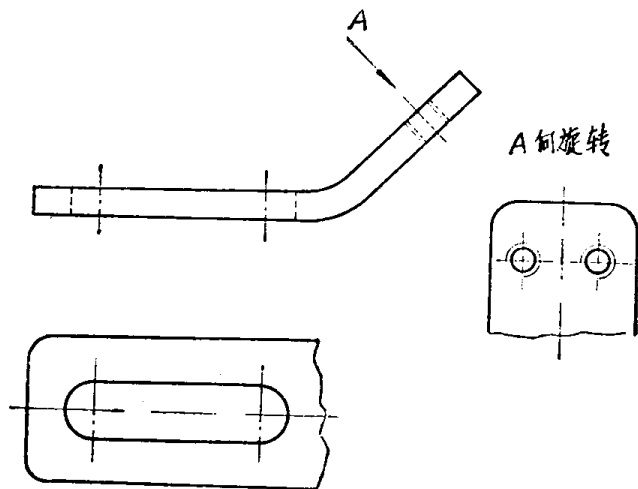


图 1-10 斜视图

(3) 全剖视 新国标是指“用剖切平面完全地剖开机件所得的剖视图”。就是说只要将机件完全剖开采用剖切方法可以有多种形式。

1) 单一剖切平面的全剖视图(图 1-11 主视图、图 1-12、A-A)。

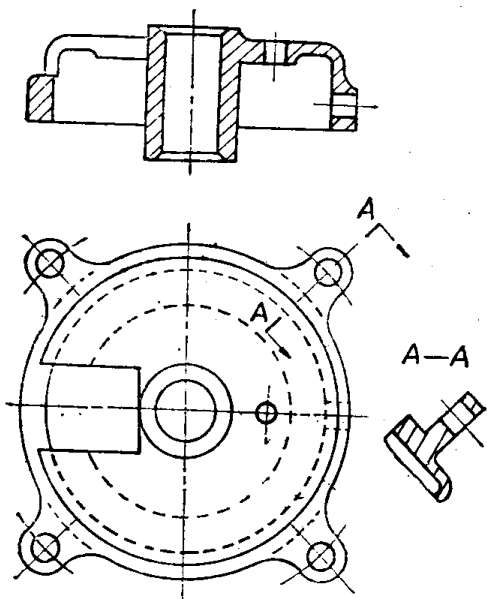


图 1-11 全剖视图(一)

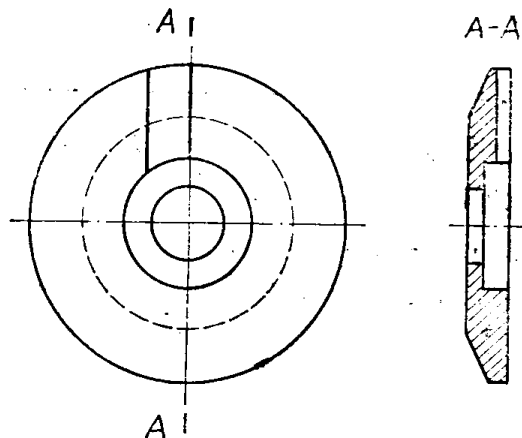


图 1-12 全剖视图(二)

2) 两相交剖切平面的全剖视图(图 1-13、A-A), 这种剖开机件的方法称为旋转剖。

3) 几个平行的剖切平面的全剖视图(图 1-14、A-A)。这种剖开机件的方法称为阶梯剖。

4) 组合剖切平面的全剖视图(图 1-15、A-A)。这种剖开机件的方法称为复合剖。

5) 不平行于任何基本投影面的全剖视图(图 1-16、A-A)。这种剖开机件的方法称为斜剖。

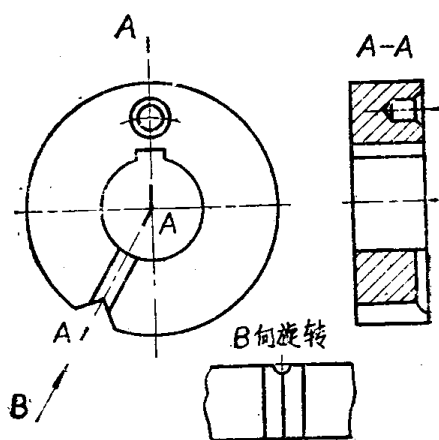


图 1-13 旋转剖

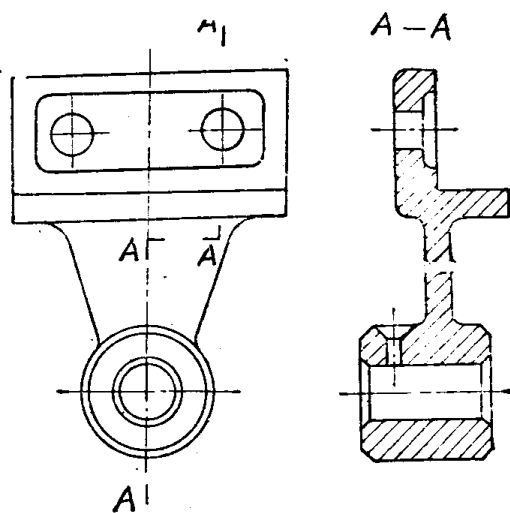


图 1-14 阶转剖

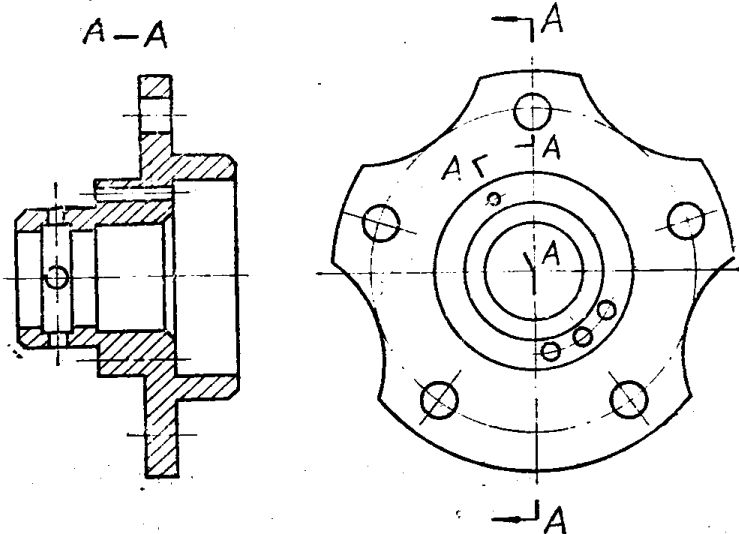


图 1-15 复合剖

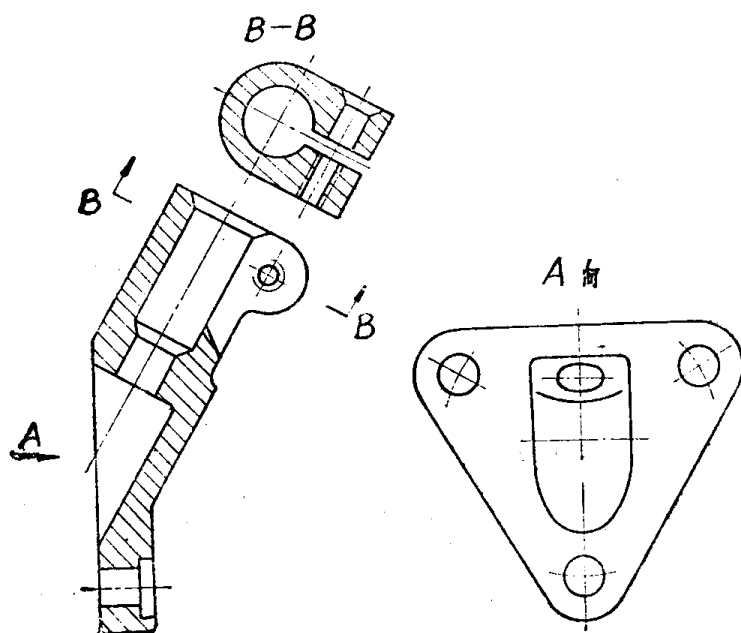


图 1-16 斜剖

用以上五种剖切方法，完全剖开机件的视图均为全剖视图。而旧国标“全剖视”含意是“用一个剖切平面完全地剖开机件后所得的剖视图”。因此上列图例按旧国标仅(图 1-11、主视图及图 1-12、A-A)属于全剖视。其余(图 1-13、A-A)称为旋转剖视，(图 1-14、A-A)称为阶梯剖视，(图 1-15、A-A)称为复合剖视，(图 1-16、A-A)称为斜剖视。而且旧国标把剖视和剖切方法两种不同分类体系混在一起。

综合起来，新国标只有三种剖视：全剖视、半剖视、局部剖视。五种剖切方法：单一剖、旋转剖、阶梯剖、复合剖、斜剖。

(4) 简化画法 新国标又修订及新规定了几种简化画法。

1) 对称图形画法 “在不会引起误解时，对于对称机件的视图，可只画一半或四分之一。并在对称中心线的两端画出两条与其垂直的平行细实线”(图 1-17)。(旧国标在对称中心线两端不画与其垂直的平行细实线)。

2) 小圆角、45° 小倒角的简化画法 “在不会引起误解时，零件图中的小圆角、锐边的小倒圆或 45° 小倒角允许省略不画，但必须注明尺寸或在技术要求中加以说明”(图 1-18、1-19)。

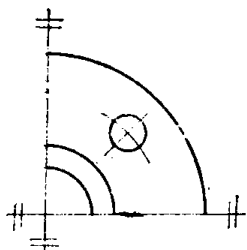


图 1-17 对称图形简化画法

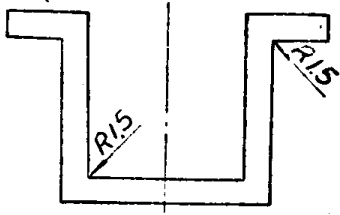


图 1-18 小圆角省略画法

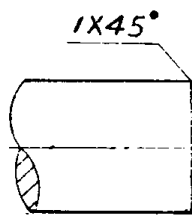


图 1-19 小倒角省略画法

3) 移出剖面允许省略剖面符号的规定 “在不会引起误解时，零件图中的移出剖面，允许省略剖面符号，但剖切位置和剖面图必需按规定标注”(图 1-20)。

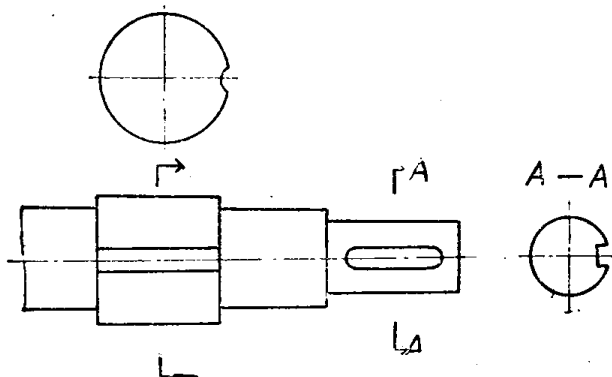


图 1-20 允许省略剖面符号的移出剖面

4) 在装配图中可以单独画出某一零件的视图，但必须在所画视图的上方注出该零件的视图名称，在相应视图附近用箭头指明投影方向，并注上同样的字母(图 1-21)。在装配剖视图中，在不会引起误解时剖切平面后不需表达的部分可省略不画。

6. 装配图中零部件序号及其编排方法(GB 4458.2-84) 新国标增加“在指引线附近注写序号，序号字高比该装配图中所注尺寸数字高度大两号”(图 1-22c)。序号字下的横线或圈均系细实线(旧国标为粗实线)。

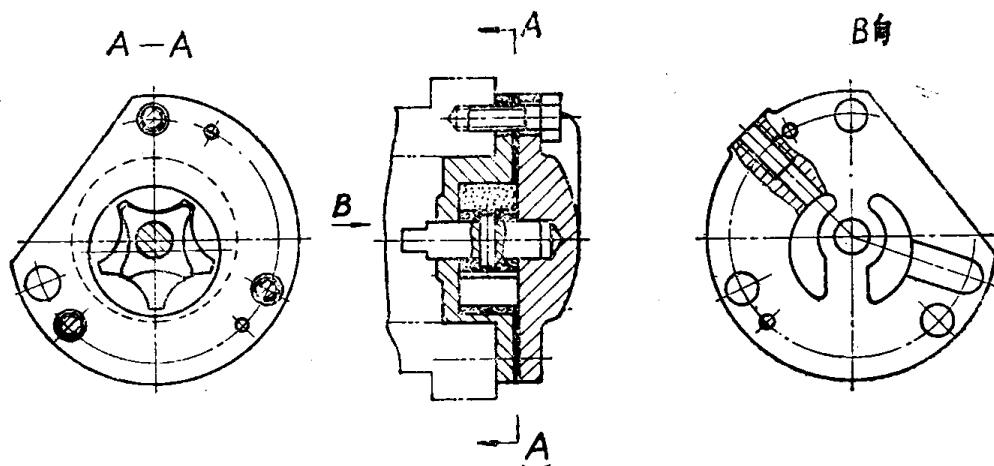


图 1-21 装配图上画出某一零件视图

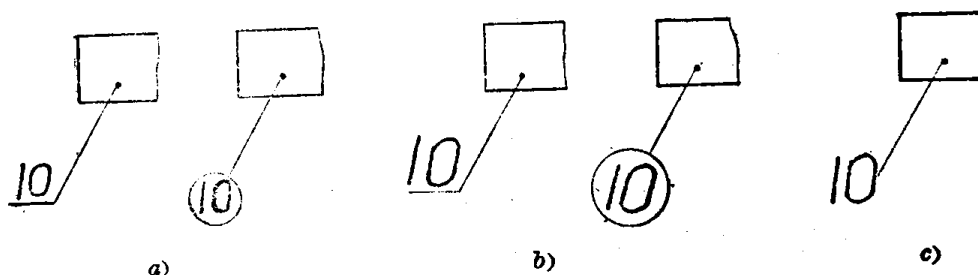


图 1-22 装配图中零部件序号编排方法

7. 尺寸注法 (GB 4458.4-84) 新国标在尺寸注法的基本规则、标注尺寸的符号、尺寸线的终端、线性尺寸数字方向等方面作了修订。

(1) 尺寸注法的基本规则 新国标增加“图样中所注的尺寸，为该图样所示机件的最后完工尺寸，否则应另加说明。”

(2) 线性尺寸数字方向 新国标增加第二种方法：“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(图 1-23、1-24)。但在一张图样中应尽可能采用一种标注。”

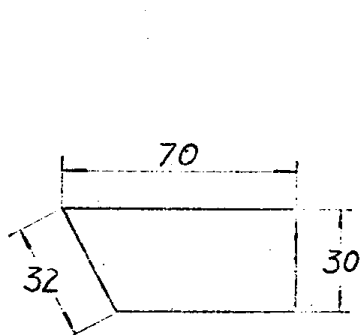


图 1-23 非水平尺寸数字
水平写法(一)

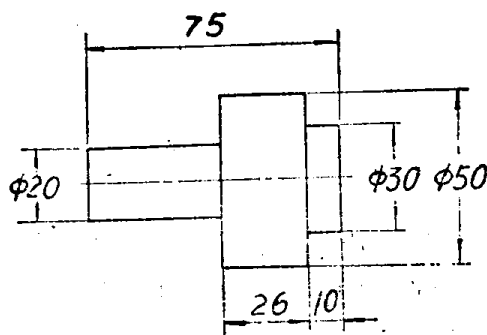


图 1-24 非水平尺寸数字
水平写法(二)

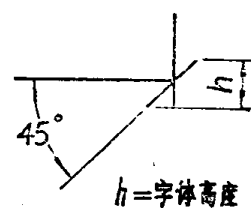


图 1-25 尺寸线终端
斜线形式

(3) 尺寸线的终端 新国标增加斜线形式：“斜线用细实线绘制，其方向和画法如图 1-25 所示。当尺寸线终端采用斜线形式时，尺寸线与尺寸界线必须相互垂直如图 1-26 所

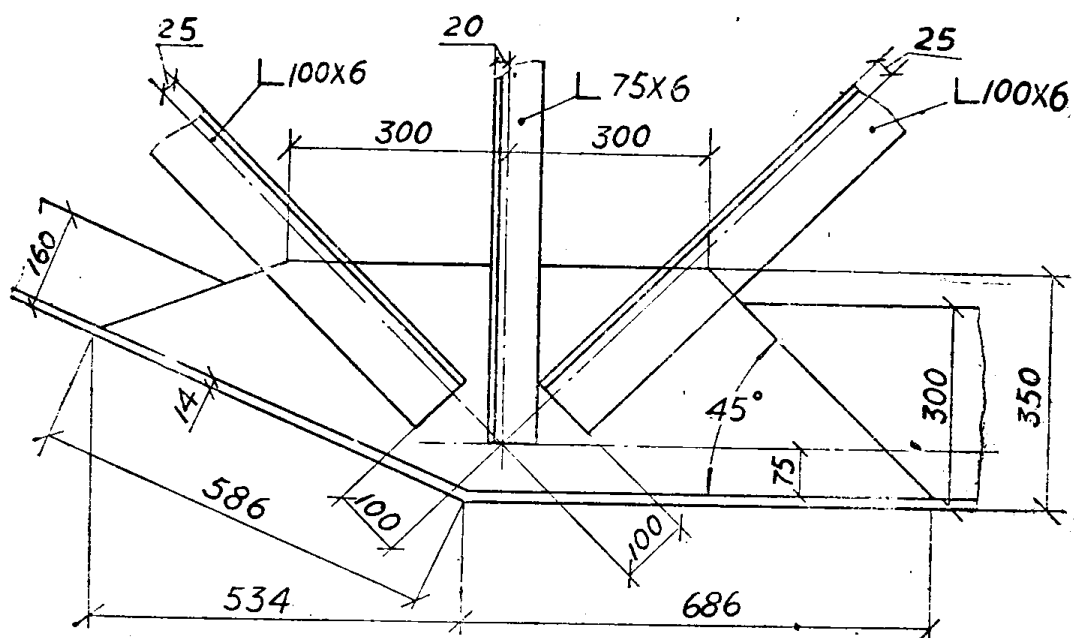


图 1-26 尺寸线终端斜线图例

示。同一张图样中只能采用一种尺寸终端形成。

(4) 标注尺寸的符号 新国标对球面的符号、弧长标注、由其他尺寸确定的半径(R)注法等作了规定。

1) 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”。对于螺钉、铆钉的头部、轴(包括螺杆)的端部以及手柄的端部等,在不致引起误解的情况下,可以省略符号“S”(图 1-27、1-28)。

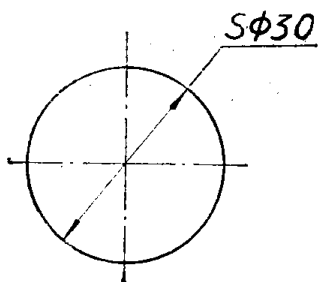


图 1-27 球面尺寸注法(一)

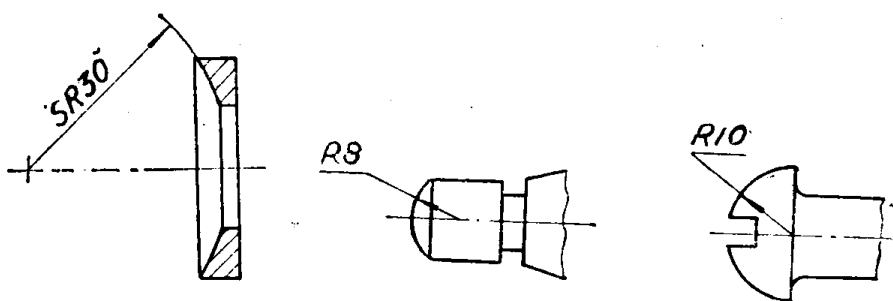


图 1-28 球面尺寸注法(二)

2) 弧长标注 标注弧长时,应在尺寸数字上方加注符号“ $\frown$ ”(图 1-29a、b)。

3) 半径尺寸由其他尺寸确定的注法 当需要指明半径尺寸是由其他尺寸所确定时,应用尺寸线和符号“R”标出,但不要注写尺寸数字(图 1-30)。

4) 锥销孔注法 “标注锥销孔的尺寸时,应按图 1-31a 和图 1-31b 的形式引出标注,其中 $\phi 3$ 和 $\phi 4$ 都是所配的圆锥销的公称直径。”

旧国标的引出标注方法相同,在标注所配公称圆锥销直径写在“锥销孔”三字之前如 $\phi 4$ 锥销孔。与新国标正好反置。

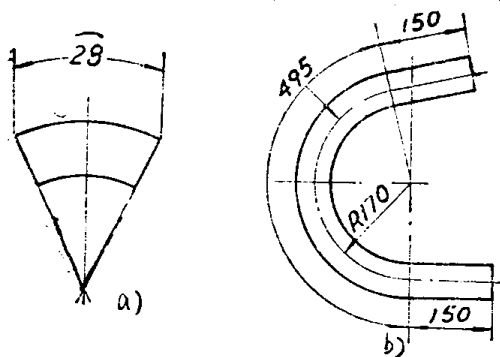


图 1-29 弧长注法

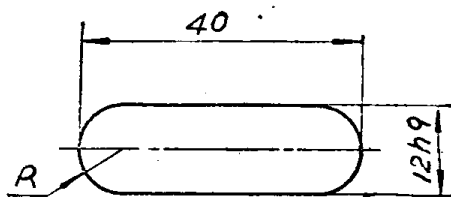


图 1-30 半径尺寸由其他尺寸确定的注法

(5) 列表注法 同一基准出发的尺寸也可以用坐标的形式列表标注(图 1-32)。

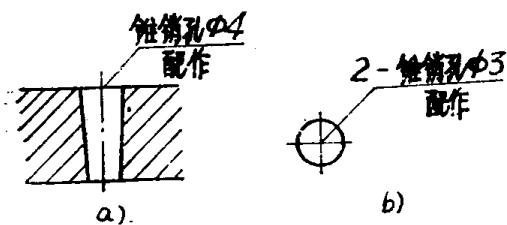
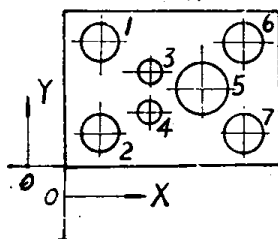


图 1-31 圆锥孔尺寸标法



孔的 编号	X	Y	ϕ
1	25	80	16
2	25	20	18
3	50	65	12
4	50	35	12
5	85	50	26
6	105	80	18
7	105	20	18

图 1-32 列表注法

8. 尺寸公差与配合注法 (GB 4458.5-84) 新国标在零件图及装配图中标注方法的修订及补充。

(1) 标注上下偏差的规定 “当标注极限偏差时,上下偏差的小数点必须对齐,小数点后的位数也必须相同”(图 1-33)。



图 1-33 上、下偏差的注法

(2) 零偏差的标注 “当上偏差或下偏差为‘零’时,用数字‘0’标出,并与上偏差或下偏差的小数点前的个位数对齐”(图 1-34)。旧国标偏差为零时,“0”不需标注。



图 1-34 零偏差的注法