

第四章 典型零件的加工工艺

盘套类零件加工

4.2.1 概述

● 套类零件的功用、结构特点、分类及技术要求

❖ **功用**：套筒类零件是指在回转体零件中的空心薄壁件，是机械加工中常见的一种零件，在各类机器中应用很广，主要起支承或导向作用。

❖ **结构特点**：套筒类零件的结构与尺寸随其用途不同而异，但其结构一般都具有以下特点：外圆直径 d 一般小于其长度 L ，通常 $L/d < 5$ ；内孔与外圆直径之差较小，故壁薄易变形较小；内外圆回转面的同轴度要求较高；结构比较简单。

❖ **分类**：由于功用不同，其形状结构和尺寸有很大的差异，常见的有支承回转轴的各种形式的轴承圈、轴套；夹具上的钻套和导向套；内燃机上的气缸套和液压系统中的液压缸、电液伺服阀的阀套等都属于套类零件。其大致的结构形式如图 6.2.1、图6.2.2所示。

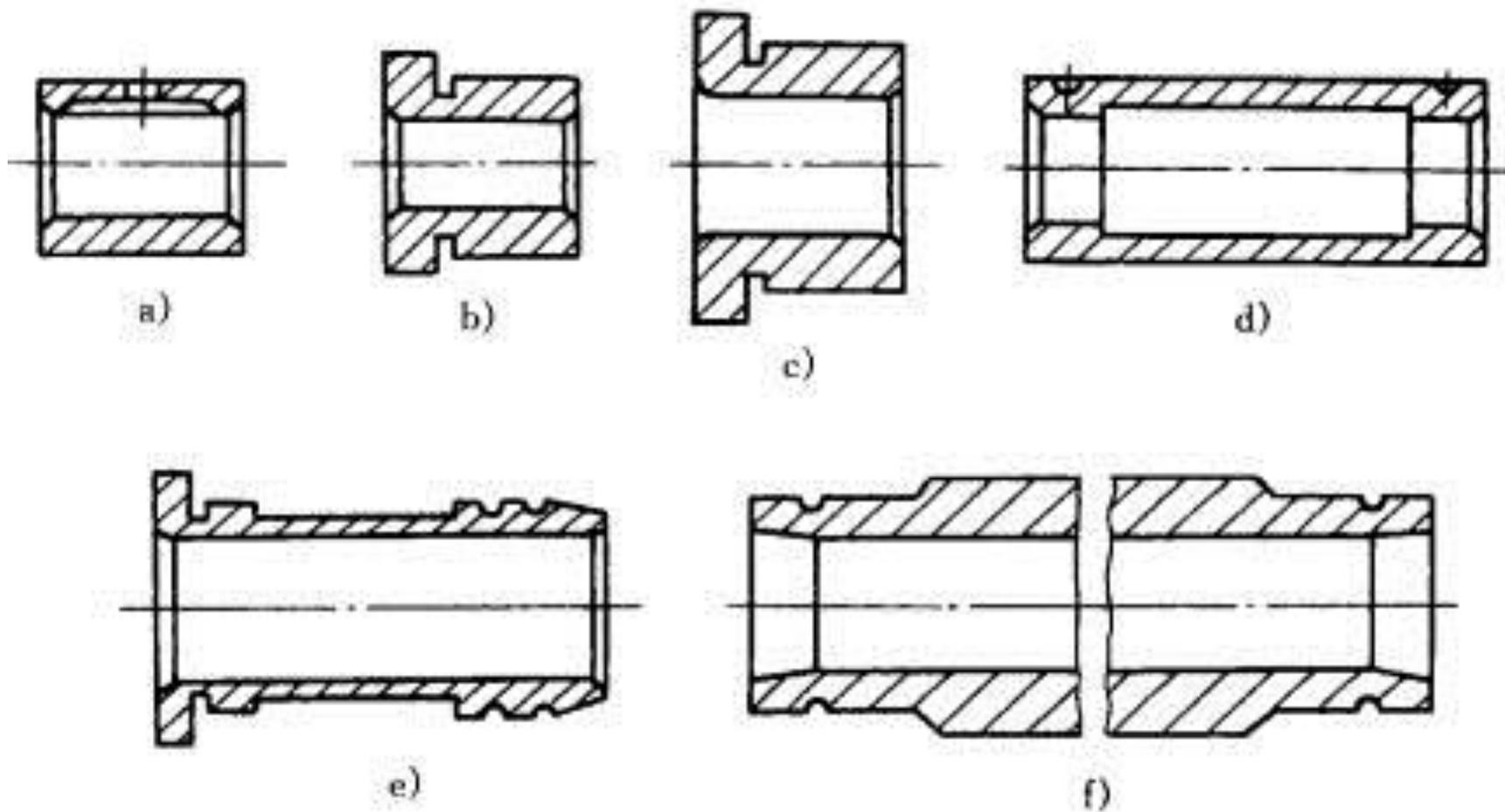


图6.2.1 套筒类件的结构形式

a) 、 b) 滑动轴承 c) 钻套 d) 轴承衬套 e) 气缸套 f) 液压缸

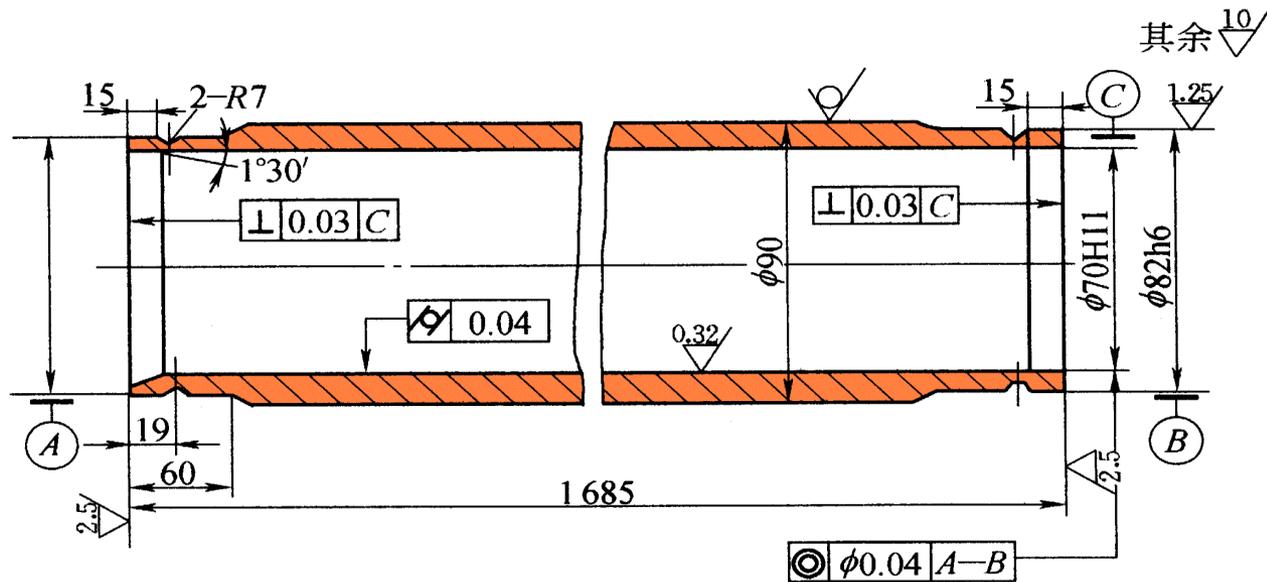


图6.2.2 套筒类件技术要求标注

❖ **技术要求:** 套筒类零件的外圆表面多以**过盈**或**过渡配合**与机架或箱体孔相配合起支承作用。内孔主要起导向作用或支承作用，常与运动轴、主轴、活塞、滑阀相配合。有些套筒的端面或凸缘端面有定位或承受载荷的作用。套筒类零件虽然形状结构不一，但仍有共同特点和技术要求，根据使用情况可对套筒类零件的外圆与内孔提出如下要求。

❖ 技术要求（续）

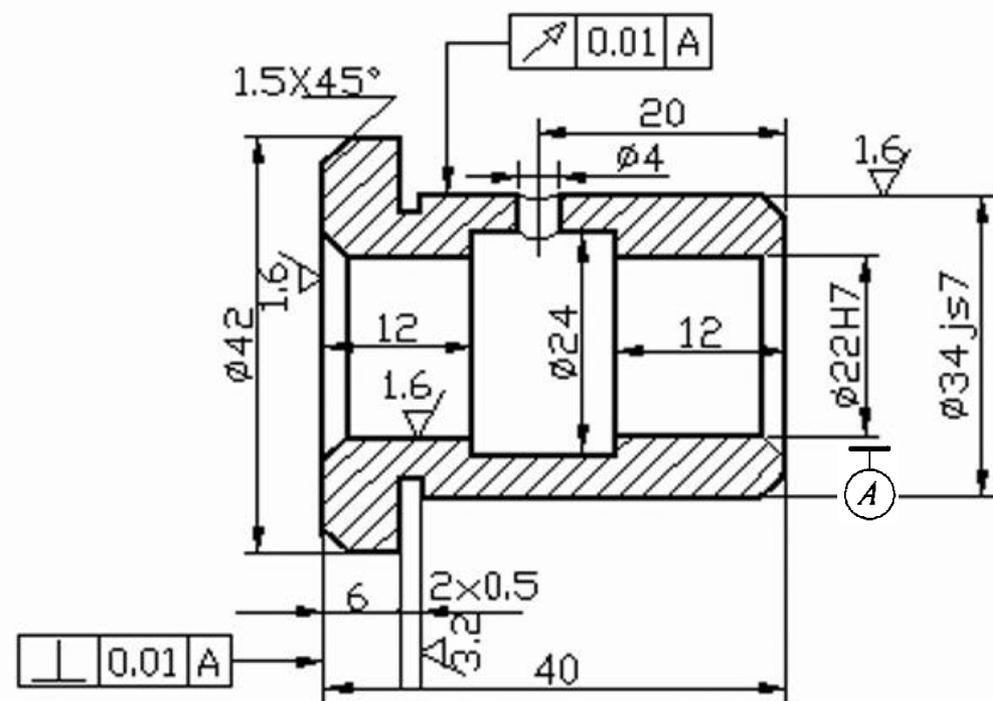
1)内孔与外圆的精度要求 **外圆**直径精度通常为 IT5~IT7, 表面粗糙度为Ra5~0.63,要求较高的可达Ra 0.04; **内孔**作为套类零件支承或导向的主要表面, 要求内孔尺寸精度一般为IT6~IT7, 为保证其耐磨性要求, 对表面粗糙度要求较高 (Ra2.5~0.16)。有的精密套筒及阀套的内孔尺寸精度要求为IT4~IT5, 也有的套筒(如油缸、气缸缸筒) 由于与其相配的活塞上有密封圈, 故对尺寸精度要求较低, 一般为IT8~IT9, 但对表面粗糙度要求较高, Ra一般为 2.5~1.6。

2)几何形状精度要求 通常将外圆与内孔的几何形状精度控制在直径公差以内即可; 对精密轴套有时控制在孔径公差的 $1/2 \sim 1/3$, 甚至更加严格。对较长套筒除圆度有要求以外, 还应有孔的圆柱度要求。为提高耐磨性, 有的内孔表面粗糙度要求为Ra1.6~0.1, 有的高达 Ra0.025。套筒类零件外圆形状精度一般应在外径公差内, 表面粗糙度为Ra3.2~0.4。

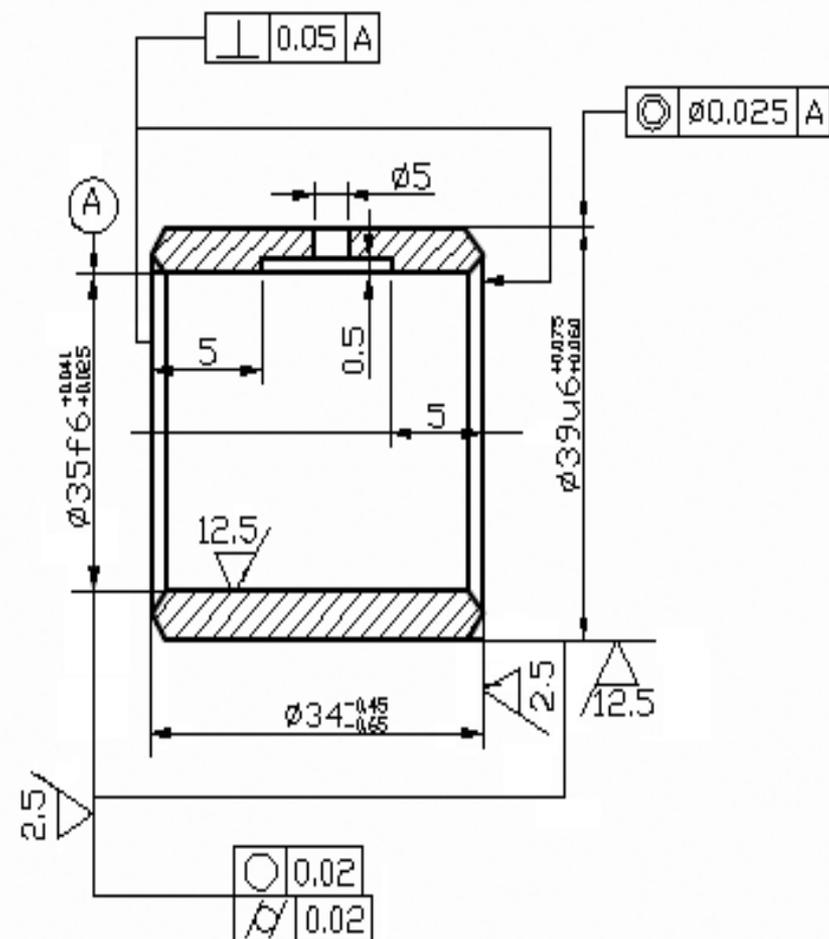
❖ 技术要求（续）

3)位置精度要求 位置精度要求：主要应根据套类零件在机器中功用和要求而定。如果内孔的最终加工是在套筒装配（如机座或箱体等）之后进行时，可降低对套筒内、外圆表面的同轴度要求；

如果内孔的最终加工是在装配之前进行时，则同轴度要求较高，通常同轴度为 $0.01\sim 0.06\text{mm}$ 。套筒端面（或凸缘端面）常用来定位或承受载荷，对端面与外圆和内孔轴心线的垂直度要求较高，一般为 $0.05\sim 0.02\text{mm}$ 。



轴承套



衬套零件

套类零件技术要求标注项目

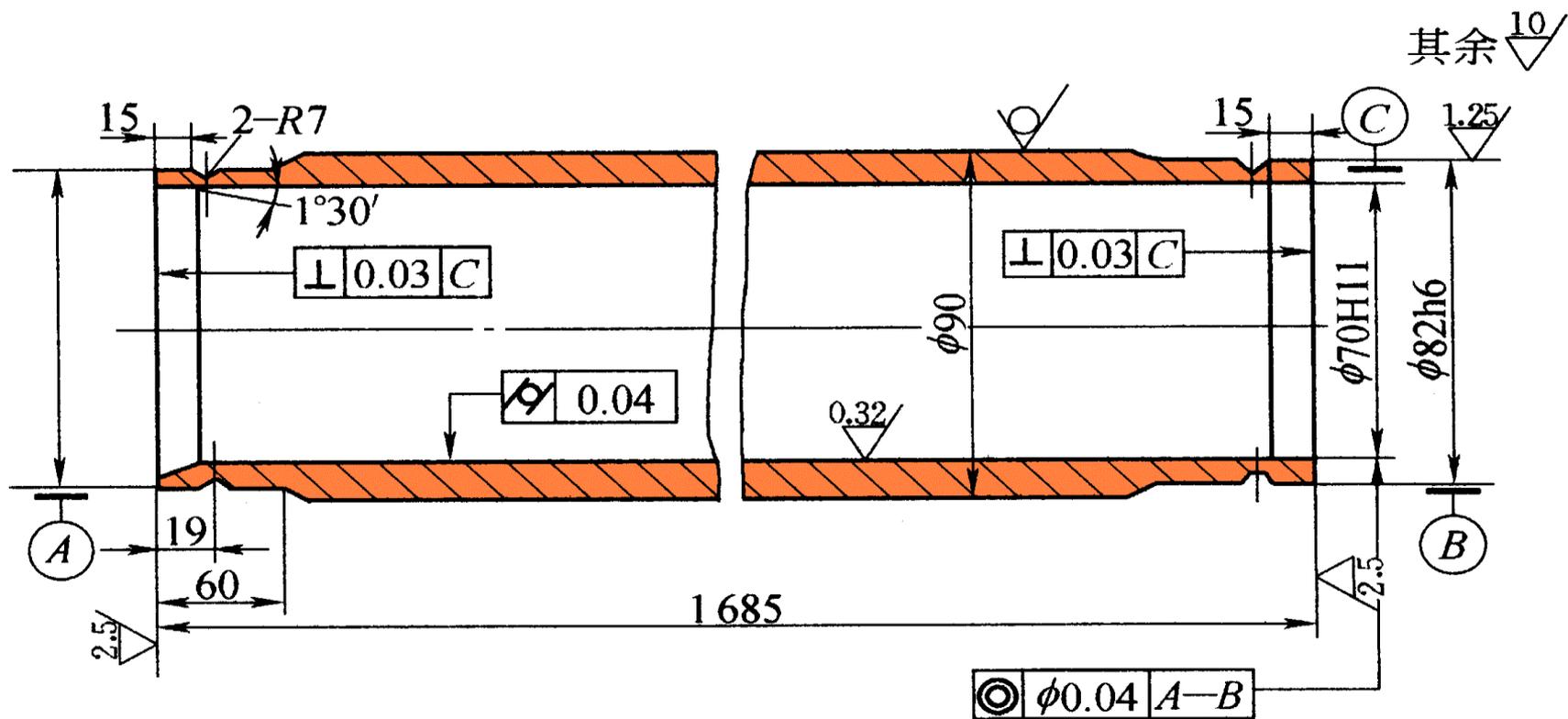


图6.2.2 套筒类件技术要求标注

● 套类零件的毛坯、材料及热处理

套类零件的毛坯制造方式的选择与毛坯结构尺寸、材料和生产批量的大小等因素有关。孔径较大（一般直径大于20mm）时，常采用型材（如无缝钢管）、带孔的锻件或铸件；孔径较小（一般小于20mm）时，一般多选择热轧或冷拉棒料，也可采用实心铸件；大批大量生产时，可采用冷挤压、粉末冶金等先进工艺，不仅节约原材料，而且生产率及毛坯质量精度均可提高。

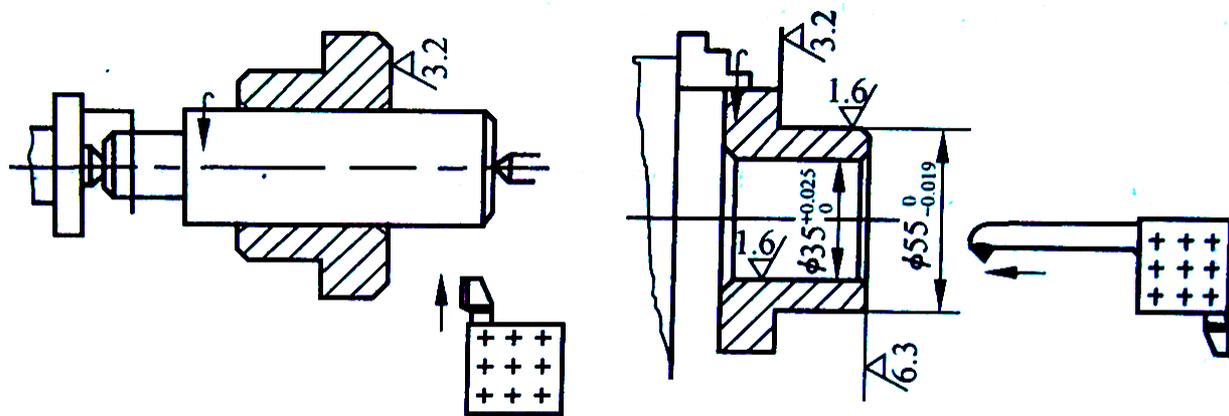
毛坯材料选择：主要取决于零件的功能要求、结构特点及使用时的工作条件。套筒类零件一般用**钢、铸铁、青铜或黄铜和粉末冶金**等材料制成。有些特殊要求的套类零件可采用双层金属结构或选用优质合金钢，双层金属结构是应用离心铸造法在钢或铸铁轴套的内壁上浇注一层巴氏合金等轴承合金材料，采用这种制造方法虽增加了一些工时，但能节省有色金属，而且又提高了轴承的使用寿命。

套筒类零件的功能要求和结构特点决定了套筒类零件的**热处理方法有渗碳淬火、表面淬火、调质、高温时效及渗氮。**

定位基准的选择

(1) 盘套类零件在直径方向上的设计基准是内孔、外圆的中心线，因此，加工中在该方向上常用内孔或外圆做定位基准面（用来体现其基准中心线），并通过它们互为基准反复加工，以提高其位置精度。当两端的外圆和端面相对于孔的轴线都有位置精度要求时，一般应以孔轴线做定位基准，采用心轴装夹车削或磨削其他表面（基准重合、互为基准）（图6.2.3a示）

(2) 在加工中粗、精加工分开进行（先粗后精），并尽量做到“一刀活”（即体现工序集中原则，一次装夹中尽可能多地加工完成孔及与其相关的表面的加工，以获得较高的位置精度）。（图6.2.3b示）



(a) 心轴装夹法

(b) 一次装夹法

图6.2.3 盘套类零件定位基准的选择

● 装夹方法的确定

一般套筒类零件在机械加工中的主要问题是保证内外圆的位置精度（同轴度及轴线与端面的垂直度）和防止变形。

1、保证位置精度的方法

(1) 在一次装夹中加工内外圆表面及端面 当盘套的尺寸较小时，常用长棒料作为毛坯，棒料可穿入机床主轴通孔，用三爪卡盘卡住棒料外圆，在一次装夹下加工出棒料的内孔、外圆及端面。这种工艺方案由于消除了安装误差对加工精度的影响，因而能保证较高的相互位置精度。在这种情况下影响零件内孔外圆同轴度及与端面垂直度的主要因素就是机床精度。图6.2.4示

这种加工一般安排在自动车床、转塔车床等工序集中的机床上进行。

若工件尺寸较大，毛坯不能通过主轴同孔时，也可在备坯时将其长度尺寸加大一些供装夹使用。只是这样较浪费材料。

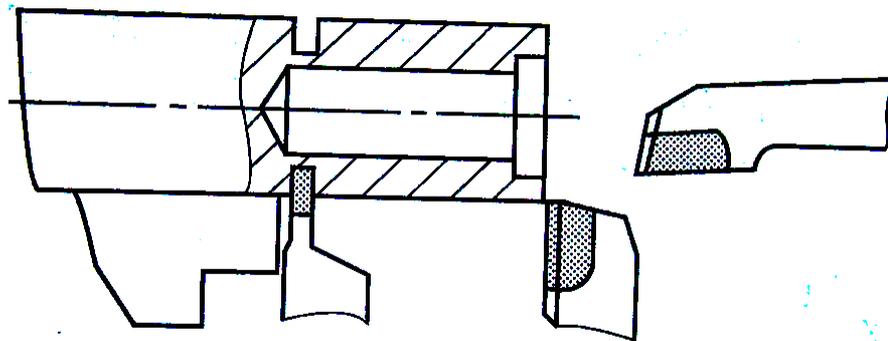


图6.2.4 一次装夹加工工件

实例：1

右图示为一衬套零件，其机加工工艺过程如表6.2.1所示。(单件生产)

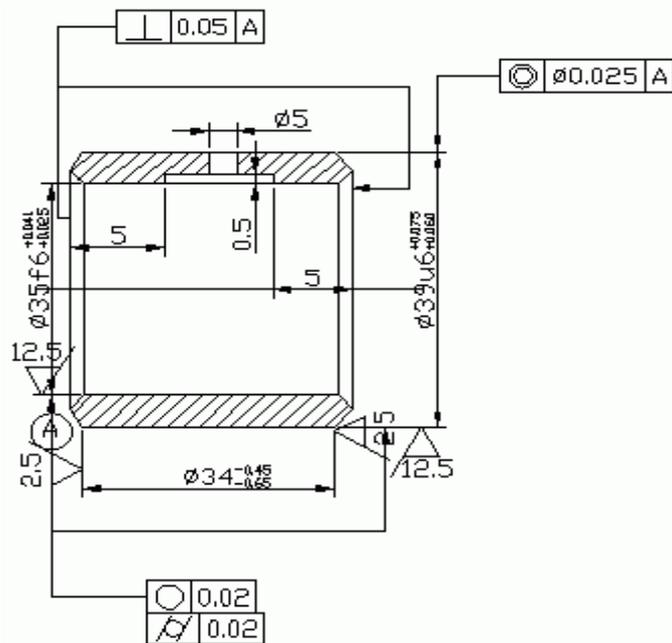


图6.2.5 衬套零件

表6.2.1 棒料零件的机加工工艺过程

序号	工序内容	定位基准
1	加工端面、粗加工外圆表面，粗加工孔，半精加工或精加工外圆、精加工孔、倒角、切断。图6.2.6所示	外圆表面、端面(定料用)
2	加工另一端面、倒角	外圆表面
3	钻润滑油孔	外圆表面
4	加工油槽 精加工外圆表面(如要求不高的衬套，该工序可由工序1中的精车替代)	外圆表面

装夹方法的确定

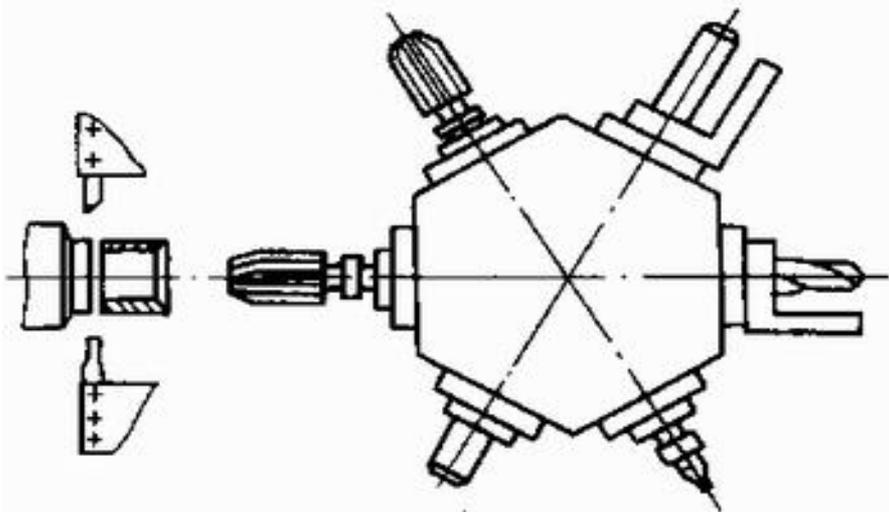


图6.2.6 转塔车床上加工衬套

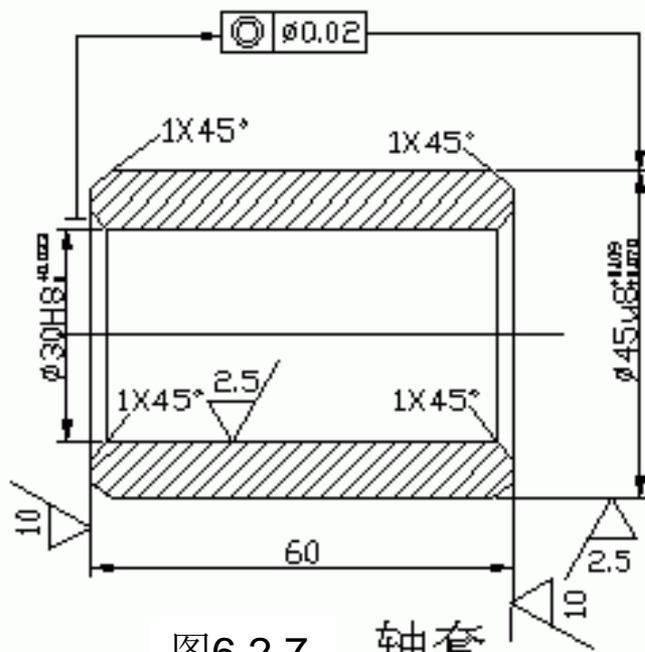


图6.2.7 轴套

(2) 全部加工分在几次安装中进行，先加工孔，然后以孔为定位基准加工外圆表面。用这种方法加工套筒，由于孔精加工常采用拉孔、滚压孔等工艺方案，生产效率高，同时可以解决镗孔和磨孔时因镗杆、砂轮杆刚性差而引起的加工误差。当以孔为基准加工套筒的外圆时，常用刚度较好的小锥度心轴安装工件。小锥度心轴结构简单、易于制造，心轴用两顶尖孔安装，其安装误差很小，因此，可以获得较高的位置精度。

图6. 2. 8为常见的心轴结构。

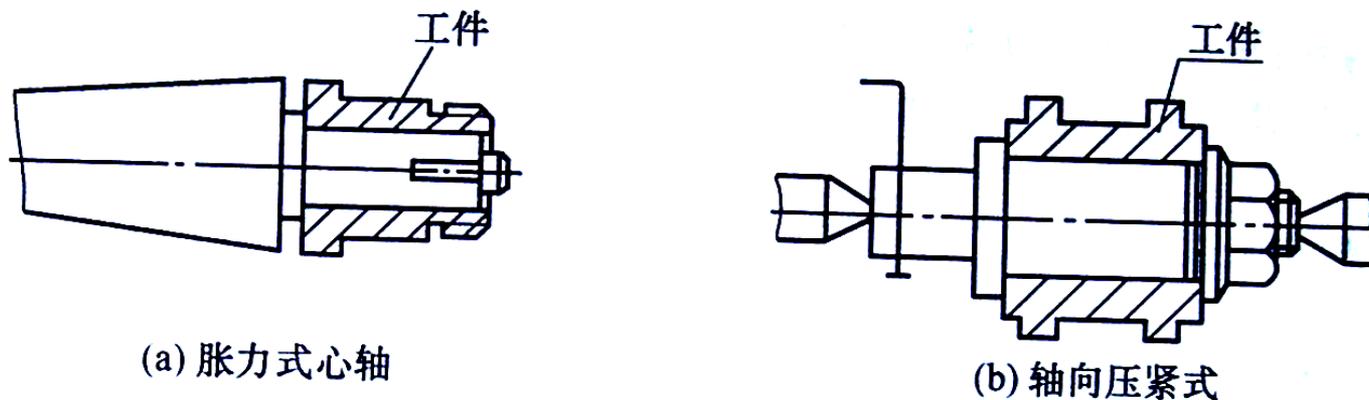


图6. 2. 8 心轴结构

使用心轴注意事项：

- I、外圆直径与内孔直径相差悬殊，或内孔尺寸过小的不适宜用心轴装夹；
- II、内孔长度过短的，即内孔长度不足工件长度 $2/3$ 的也不适宜用心轴装夹。

以上两类零件可采用外圆为基准的装夹方法。

III、当工件孔精度较低或工件较长时，可在两端孔口各加工出一段 60° 的锥面，用两个顶尖对顶定位。

实例：2

图6.2.7所示轴套零件。

其加工工艺过程见表6.2.2。
(成批生产)

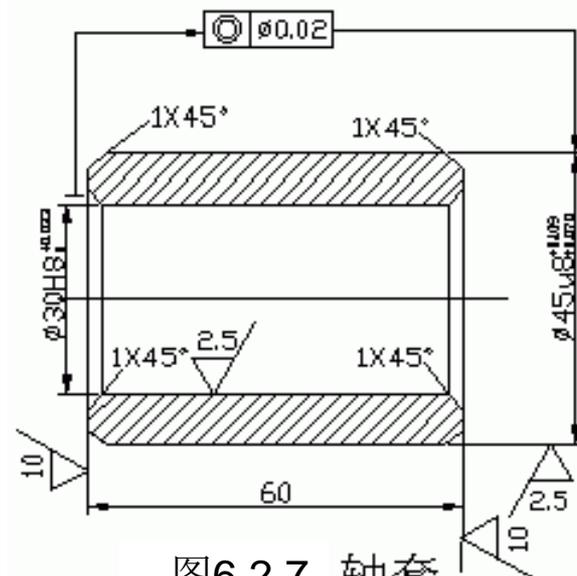


图6.2.7 轴套

表6.2.2 轴承零件的机加工工艺过程

序号	工序内容	定位基准
1	粗加工端面、钻孔、倒角	外圆
2	粗加工外圆及另一端面、倒角	孔(用梅花顶尖和活顶尖)
3	半精加工孔(扩孔或镗孔)、精加工端面	外圆
4	精加工孔(拉孔或压孔)	孔及端面
5	精加工外圆及端面	内孔

4.2 典型盘套类零件 加工工艺流程

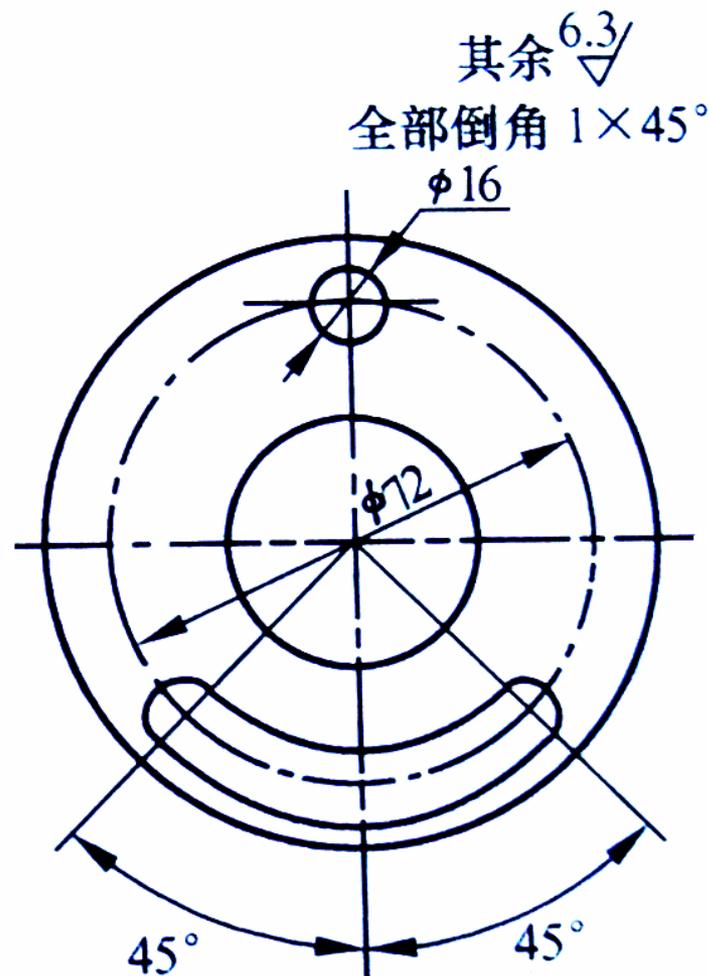
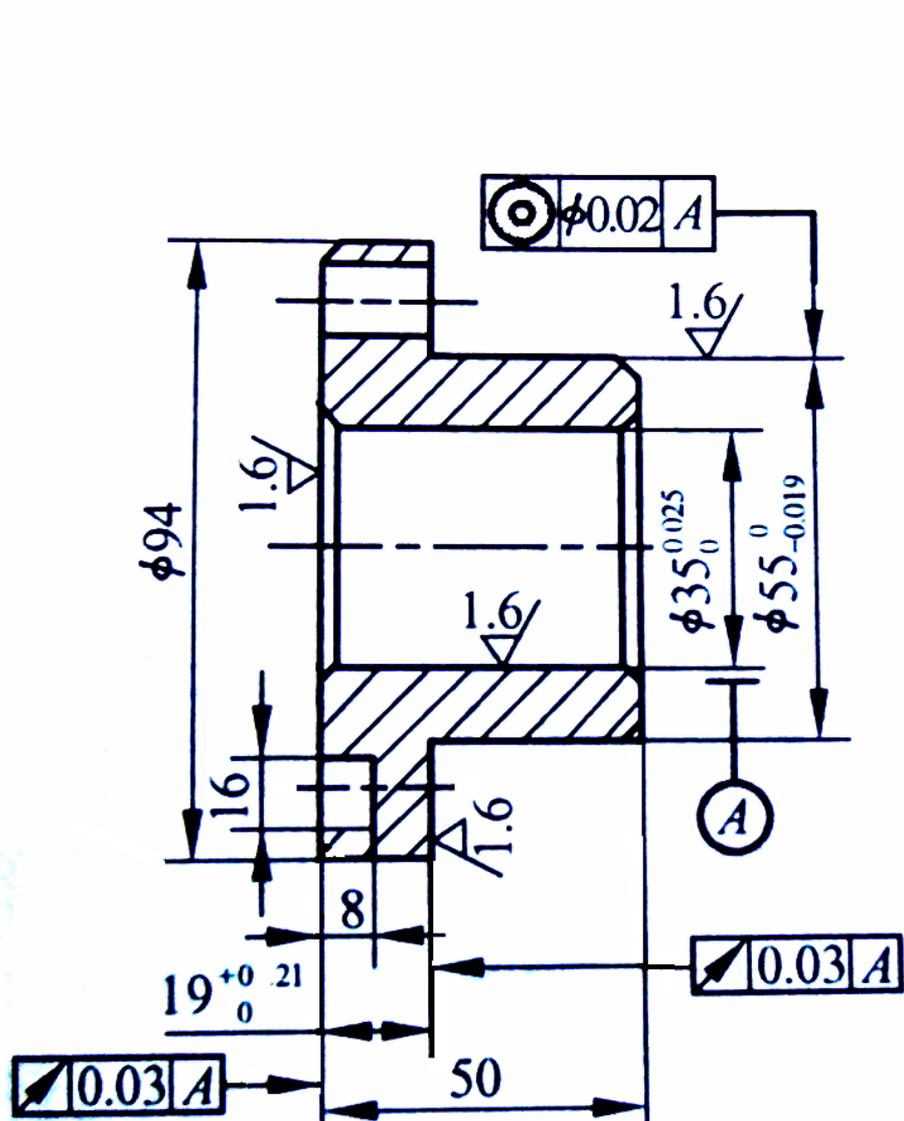
4.2.2 接盘

图6.2.13所示是法兰盘的零件图。从其技术要求中可以看出，加工中关键是要保证 $\phi 55$ 外圆表面对 $\phi 35$ 孔基准轴线的同轴度以及两端面相对基准轴线的端面圆跳动要求。由于各表面粗糙度Ra值均在1.6以上,故可在车床上加工，然后再加工小孔与槽。其工艺过程见表6.2.3。此工艺过程既使粗、精加工分开,又较好地保证了加工精度。

零件数量： 10



法兰盘零件图



技术要求:

1. 材料: 45钢
2. 热处理: 调质220~240
3. 批量: 10

表6.2.3 小批量生产法兰盘零件工艺过程

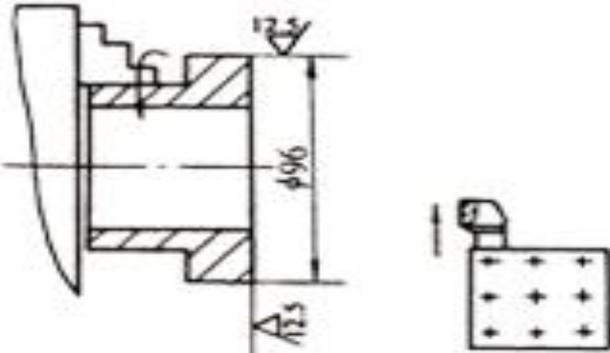
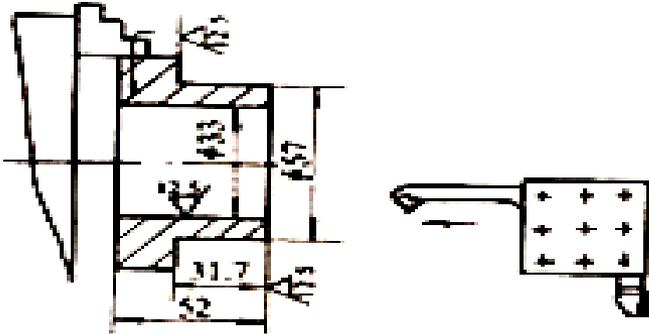
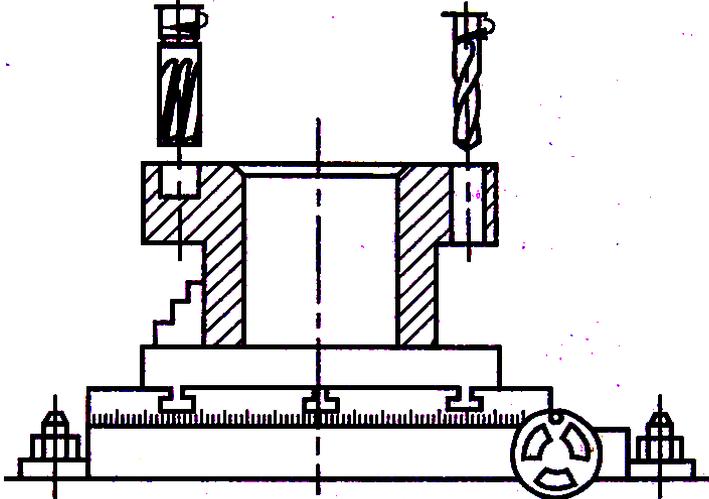
序号	工种	工序内容	加工简图	设备
1	锻造	锻造毛坯	(含墩粗、冲孔、修整外圆及端面)	
2	车	三爪自定心卡盘夹小端，粗车大端面见平，粗车大外圆到 $\phi 96$		车床
2	车	调头夹大端，粗车小端面保证总长52，粗车小外圆至 $\phi 57$ 长31.7，粗镗孔至 $\phi 33$		车床

表6.2.3 小批量生产法兰盘零件工艺过程(续1)

序号	工种	工序内容	加工简图	设备
3	热	调质220~240HB		
4	车	精车小端面保证总长50.5, 精镗孔至 $\Phi 35_{0}^{+0.025}$, 精车小外圆至 $\Phi 55_{-0.019}^0$, 精车台阶端面保证小外圆长31, 内、外倒角 $1 \times 45^\circ$		
5	车	顶尖、心轴装夹, 精车大外圆至 $\Phi 94$, 精车大端面保证 $\Phi 94$ 外圆长 $19_{0}^{+0.021}$, 倒角 $1 \times 45^\circ$		

表6.2.3 小批量生产法兰盘零件工艺过程(续2)

序号	工种	工序内容	加工简图	设备
6	钳	划圆弧槽线, 划 $\varnothing 16$ 孔中心线	钳工工作台	
7	铣	圆工作台、三爪自定心卡盘装夹, 钻 $\varnothing 16$ 通孔, 铣宽16深8的圆弧槽		铣床
8	检	按图纸进行		