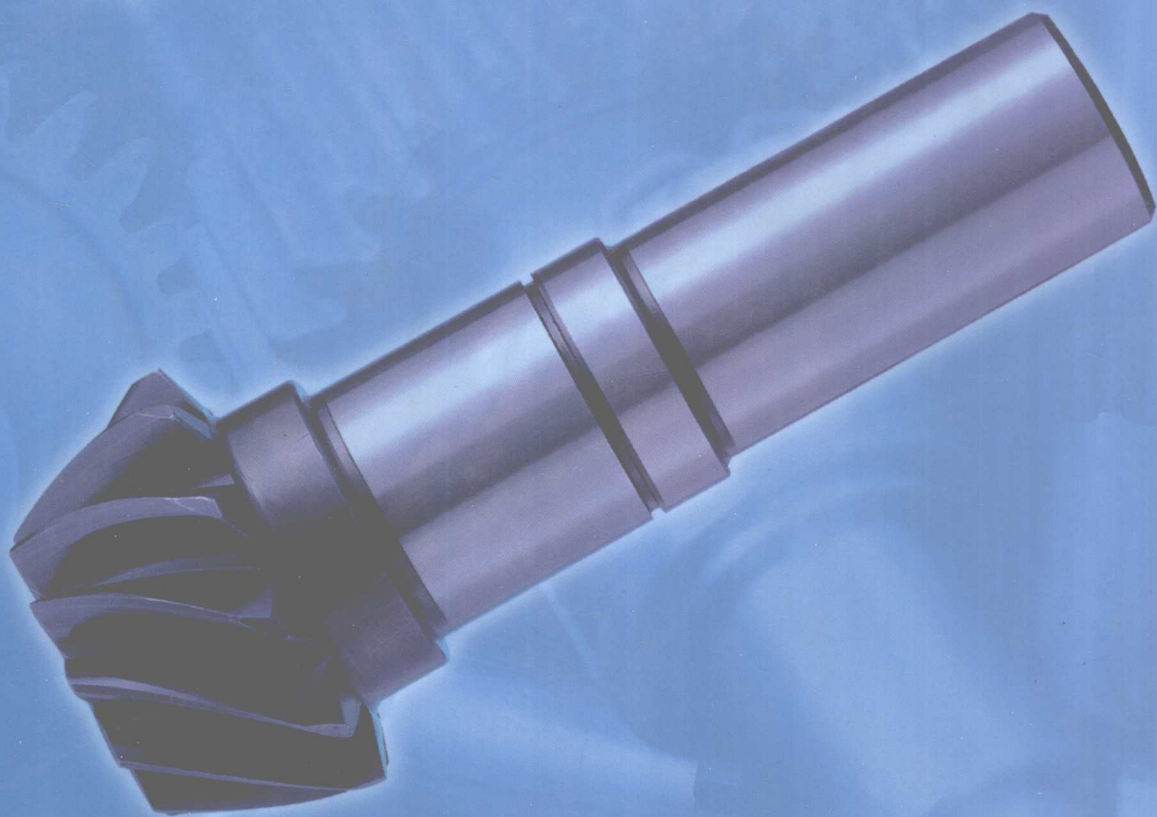


车工加工工艺 与技术操作规范

高级机械工程师 黄雨三 主编

车工加工工艺
与技术操作规范



吉林音像出版社

车工加工工艺与 技术操作规范

黄雨三 主编

(中)



吉林音像出版社出版

第七章 车床夹具的分析与改进

夹具设计制造不像机器、部件产品有试制、改进、再试制、投产等过程。所以,对较复杂的夹具,难免在使用时会发现一些缺陷,需要进行夹具的改进,以提高零件的加工制造精度,保证质量。

一、夹具的设计

夹具设计中存在缺陷和不足,最好在审图时,通过认真、细致地审阅、分析、发现问题,及时修正,这样损失最小。夹具在制造中发现问题,多为加工工艺性问题,则应立即进行工艺性改进,以免影响产品的质量。夹具制造后,属于外表使用性能的问题,通过观察实物和操作,易被发现,如结构是否合理;操作是否方便、安全;定位、夹紧是否稳定可靠等。但如果存在影响工作精度的问题,则需要通过对夹具的设计精度、制造精度、机床的实际精度等因素进行全面综合的分析和误差计算,才能找出原因,进行有的放矢地改进。下面以凸轮夹具为例,简述夹具设计须考虑的问题。

图 2-7-1 所示为凸轮零件,生产批量为 40 件。

1. 加工工艺分析

(1) 凸轮零件在 $\phi 55h6$ 外径处装有推力轴承。 $\phi 38H7$ 孔和 $M36 \times 3$ 左-7H 螺纹与主轴联接,由主轴带动凸轮转动,凸轮端面与高硬度的滚轮接触存在滚动摩擦和滑动摩擦,所以,端面要求有高的硬度和较细的表面粗糙度。

(2) 零件是一个端面凸轮,它的凸轮面是个圆锥面、其圆锥轴线与 $\phi 55h6$ 轴线的夹角等于 $\frac{1}{2} \times 28^\circ 37'$ (即为 $14^\circ 18' 30''$)。

(3) 零件圆锥面经车削后淬硬(表面),再磨削圆锥面,才能保证表面粗糙度要求。

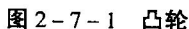
(4) 零件除圆锥外,其余各加工面加工时,粗车和精车应分开,粗车适当工序分散,但对于精车 $\phi 55h6$ 外径、25H9 两端平面, $\phi 38H7$ 孔和内螺纹 $M36 \times 3$ 左-7H 的车削,从保证零件的位置精度要求考虑,宜采用工序集中的方法。

(5) 凸轮零件上的 $\phi 10mm$ 深 23mm 的孔,是在装配或维修时便于装卸零件用的。

2. 夹具设计

凸轮零件的加工关键是如何加工与 $\phi 55h6$ 轴线夹角等于 $\frac{1}{2} \times 28^\circ 37'$ 的圆锥面。现采用专用车削凸轮夹具。如图 2-7-2 所示。

夹具通过车床连接盘相联接,使工件圆锥面轴线与车床主轴轴线重合,即可车出工件的圆锥凸轮面。这种车夹具比一般用靠模机构加工凸轮的方法要简单、经济、方便。



车夹具中件4补正垫圈的设置,改善了夹具制造的工艺性。件5推力轴承的设置,便于切削加工后卸下工件。

使用夹具加工凸轮，采用孔和端面定位，故在车削中不宜选用较大的切削用量，同时凸轮又是利用自身的左旋螺纹（M36×3 左-7H）夹紧，所以车削加工时主轴必须反转。

- (1) 收集、分析零件图资料, 明确夹具的设计要求。
- (2) 选择工件的定位基准。

(3) 确定夹具的结构方案, 包括工件的定位、夹紧方法; 刀具对刀方式; 夹具体的结构型式。

(4) 选择确定最为经济合理的最佳方案, 并绘制设计后的夹具总装图。

二、支承座车夹具的分析

图 2-7-1 所示为支承座零件, 工件上有 $\phi 62J7$ 和 $\phi 35H7$ 两个互相垂直的孔。图 2-7-4 和图 2-7-5 是分别用来加工这两个孔的夹具。支承座为批量生产。

1. 工艺分析

(1) 工件的设计基准是 $\phi 62J7$ 孔轴线 A 和平面 B 。

(2) 工件的关键精度是 $\phi 35H7$ 孔轴线对 $\phi 62J7$ 孔轴线 A 的垂直度误差 0.03mm 和两孔轴线的相交度误差 0.1mm 。加工时如超差则将不能修复。

(3) 工件 $\phi 62J7$ 孔轴线 A 对平面 B 的垂直度为 0.02mm , 精度较高。但平面 B 是个刮面, 加工中如垂直度超差, 则因 B 面与其它面的尺寸精度为未注公差尺寸, 故可以重新修刮 B 面使之达到精度要求。

(4) 加工中选工件 B 面作为精基准。其工艺过程:

铣 B 面 → 刮 B 面 → 车两孔、螺纹、端面 → 铣尺寸 37mm 面 → 钻孔。

2. 夹具分析

(1) 图 2-7-4 所示夹具以工件 B 面作主要定位基准加工 $\phi 62.17$ 孔, 工件定位基准与设计基准重合。

图 2-7-5 所示夹具以工件 B 面和 $\phi 62J7$ 孔作定位基准, 加工 $\phi 35H7$ 孔和螺纹, 对工件两孔轴线相交度来说, 工件定位基准与设计基准重合。对工件两孔垂直度来说, 工件定位基准与设计基准不重合, 但与加工 $\phi 62J7$ 孔的基准是统一基准。

(2) 采用图 2-7-4 和图 2-7-5 夹具分别加工工件两孔, 增大了两孔垂直度的加工定位误差, 同时在加工中需要更换夹具来进行车削, 增加了麻烦。

3. 夹具的误差分析 工件在夹具中定位, 会产生误差: 有基准不重合和基准位移产生的定位误差; 有夹具的制造误差和安装误差; 有机床、夹具、刀具、工件、工艺系统在加工中变形、磨损、操作等产生的加工误差。但各种误差之和必须小于或等于工件的公差。

即:

$$\Delta_{\text{定}} + \Delta_{\text{制、安}} + \Delta_{\text{工}} \leq \delta_a$$

式中 $\Delta_{\text{定}}$ ——工件的定位误差;

$\Delta_{\text{制、安}}$ ——夹具的制造、安装误差;

$\Delta_{\text{工}}$ ——工艺系统的加工误差;

δ_a ——工件的制造公差。

上述不等式为夹具保证工件加工精度的条件, 又称为夹具的误差计算不等式。是夹具设计中必须遵守的原则。

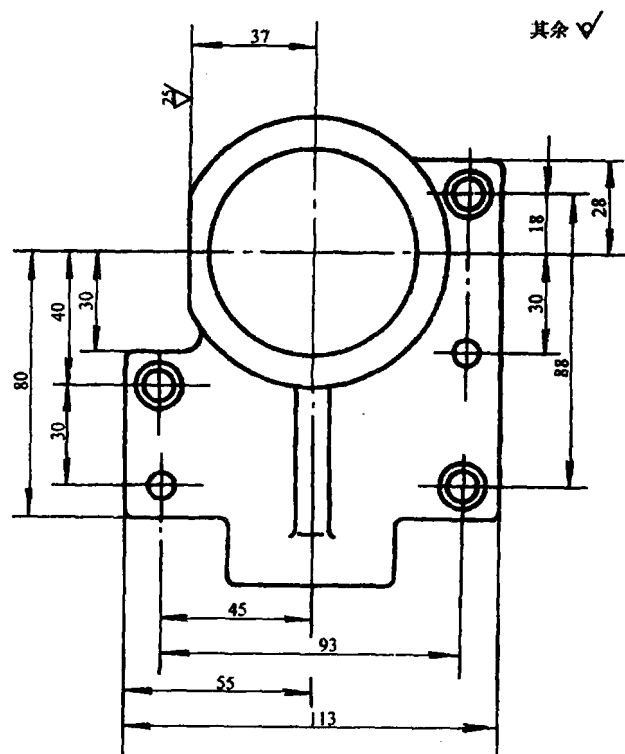
(1) 花盘式夹具加工误差的计算 已知工件 $\phi 62J7$ 孔对平面的垂直度为 0.02mm ,

夹具两平面（定位面与安装面）的平行度为 0.005mm ，工件定位误差为零。取夹具在车床连接盘上的安装误差为 0.007mm ，计算加工误差为

$$\Delta_T = 0.02\text{mm} - 0 - (0.005\text{mm} + 0.007\text{mm}) = 0.008\text{mm}$$

由于工件的定位误差 $\Delta_{\text{定}}$ 为零，所以放宽了其它误差，便于工件的加工和夹具的定位、安装。

• 580 •



技术要求

$\phi 62J7$ 与 $\phi 35H7$ 轴线相交度允差 0.10mm

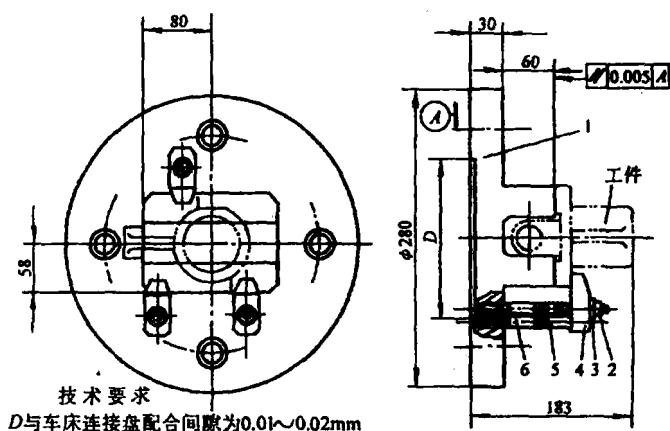


图 2-7-4 花盘式夹具

1—夹具体 2—螺母 3—垫圈 4—压板 5—支承杆 6—螺柱

跳动为 0.001mm, 端面跳动为 0.007mm 及零件图 (图 2-7-3) 和夹具图 (图 2-7-4) 上注明的精度, 计算加工误差为

1) 两孔轴线相交度的加工误差

$$\Delta_{\text{工}} \leq \delta_a - \Delta_{\text{定}} - \Delta_{\text{制、定}}$$

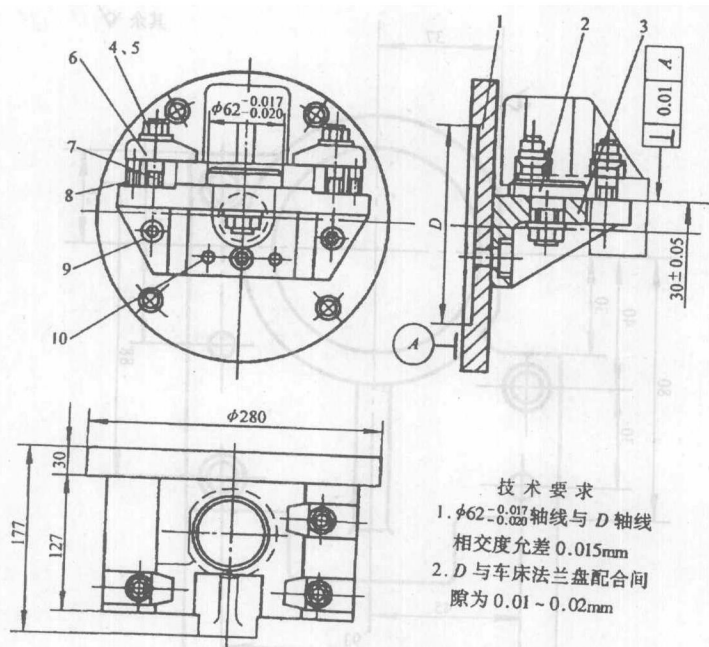


图 2-7-5 花盘角铁式夹具

1—夹具体 2—定心轴 3—角铁 4、5—螺母、垫圈
6—压板 7、8、9—螺钉 10—推销

$$\Delta_{\text{工}} = 0.1\text{mm} - (62.018\text{mm} - 61.98\text{mm}) - (0.02\text{mm} + 0.01\text{mm} + 0.015\text{mm}) = 0.017\text{mm}$$

2) 两孔垂直度的加工误差

由于 $\Delta_{\text{定}} = 0.02\text{mm}$

$$\Delta_{\text{制定}} = 0.01\text{mm} + 0.007\text{mm} = 0.017\text{mm}$$

则: $0.02\text{mm} + 0.017\text{mm} > 0.03\text{mm}$

即 $\Delta_{\text{定}} + \Delta_{\text{制定}} > \delta_a$

从计算可知, 工件的定位误差与夹具的制造、安装误差之和已大于工件两孔垂直度公差, 因此是不符合夹具设计原则不等式的, 也不可能加工出合格的零件。

4. 车夹具的改进

(1) 采用多定位面车夹具的分析

图 2-7-6 所示夹具, 是在图 2-7-4 和图 2-7-5 夹具的基础上, 进行改进设计的支承座夹具。工件的定位基准不变。

1) 夹具分析 (与图 2-7-4 和图 2-7-5 夹具比较)

①用这个夹具加工支承座上两个互相垂直的孔, 比前面采用两个夹具分别进行加工要方便。

②夹具中压板 8 在假想线位置时, 先加工支承座 $\phi 62\text{H7}$ 孔, 当压板在实线位置时, 再加工 $\phi 35\text{H7}$ 孔及螺纹等。

③夹具中件 3 采用弹性轴套作定位元件, 提高了加工支承座时两孔轴线相交度的定位精度。

④夹具 B 面和 C 面在夹具上是个刚性整体, 夹具的安装误差随夹具的变化而变化, 对加工支承座两孔的垂直度无影响。

⑤由于夹具上 B 面对 A 面和 C 面的双基准位置度要求, 便可以避免 B 面对 A 面和 C 面对 A 面两项位置度, 从而可避免在最大误差时将其累积于工件两孔垂直度上。

2) 夹具的误差计算 取车床连接盘上夹具安装定位面的外圆径向跳动为 0.01mm , 端面跳动为 0.007mm 及支承座零件图 (图 2-7-3) 和多定位面车夹具 (图 2-7-6) 上标注的有关尺寸精度, 计算加工误差为

①孔对平面垂直度的误差计算

$$\Delta_{\perp} \leq \delta_a - \Delta_{\text{定}} - \Delta_{\text{制,定}}$$

$$\Delta_{\perp} = 0.02\text{mm} - 0 - (0.005\text{mm} + 0.007\text{mm}) = 0.008\text{mm}$$

因为其它的条件均未发生变化, 所以孔对平面垂直度的误差计算方法仍与前花盘式夹具 (图 2-7-4) 的计算相同。

②两孔轴线相交度的加工误差

$$\Delta_{\perp} \leq \delta_a - \Delta_{\text{定}} - \Delta_{\text{制,定}}$$

$$\Delta_{\perp} = 0.1\text{mm} - 0 - (0.02\text{mm} + 0.01\text{mm} + 0.015\text{mm}) = 0.055\text{mm}$$

由于采用弹性轴套作定位元件, 消除了定位误差, 从而放宽了加工误差, 较容易保证工件的加工质量。

③两孔垂直度的加工误差

$$\Delta_{\perp} \leq \delta_a - \Delta_{\text{定}} - \Delta_{\text{制,定}}$$

$$\Delta_{\perp} = 0.03\text{mm} - (0.02\text{mm} - 0.007\text{mm}) - 0.01\text{mm} = 0.007\text{mm}$$

由于工件的主要定位基准与设计基准不重合和夹具的安装误差对加工两孔垂直度无影响。因此, 计算式中的工件定位误差, 就是工件 $\phi 62\text{J7}$ 孔对平面的最大垂直度误差减去含在其中的夹具安装误差。夹具的制造、安装误差, 只代入夹具的制造误差。

(2) 采用转位车夹具的分析 图 2-7-7 所示夹具, 仍然是为加工支承座 (图 2-7-7) 而进行改进设计的一种车夹具, 这种夹具与前面所讨论的夹具相比较, 在结构等方面差异较大。

1) 夹具分析

①仍将支承座的 B 面作为主要定位基准。次要定位基准是工件上 37mm 的加工面和三个 $\phi 9\text{mm}$ 孔中的一个作基准。

②直接利用工件上的三个已有螺钉孔, 用三个 $M8$ 的螺钉直接压紧工件, 省去了一套夹紧机构。

③工件在夹具上定位基准和夹紧方法的变化, 必然也应对工件的加工工艺过程作相应的改变。工艺过程改变如下:

I) 铣 B 面和尺寸为 37mm 加工面。

II) 钻 2- $\phi 6\text{mm}$ 孔和 3- $\phi 9\text{mm}$ 孔及沉孔 $\phi 14\text{mm}$, 对其中一个 $\phi 9\text{mm}$ 孔应提高其加工精度以用来做定位基准之用。

III) 刮 B 面。

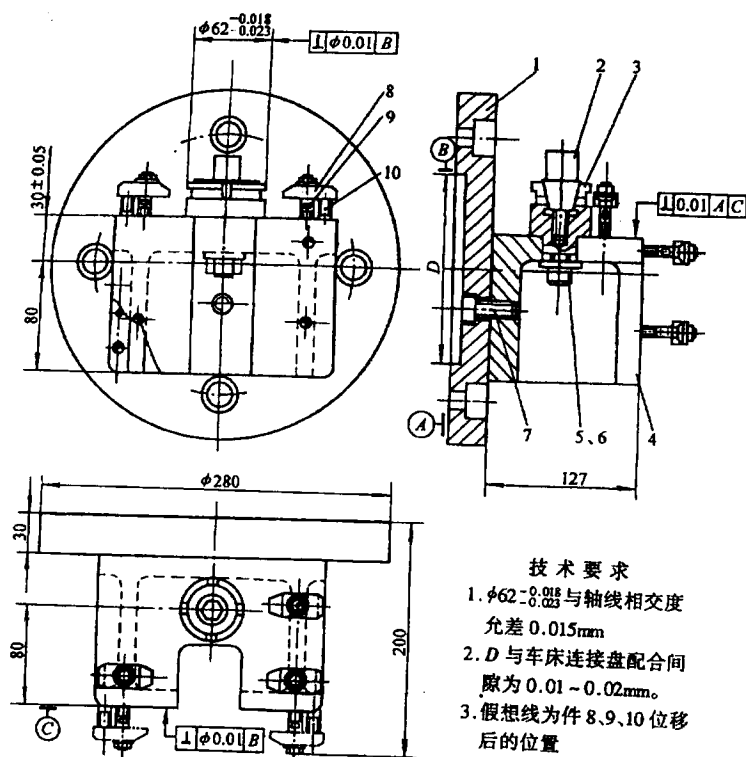


图 2-7-6 多定位面车夹面

1—夹具体 2—锥轴 3—弹性轴套 4—定位体
5、6—螺母垫圈 7、9—螺钉、螺柱 8—压板 10—支承钉

IV) 车 $\phi 62$ J7 孔、 $\phi 35$ H7 孔和螺纹等。

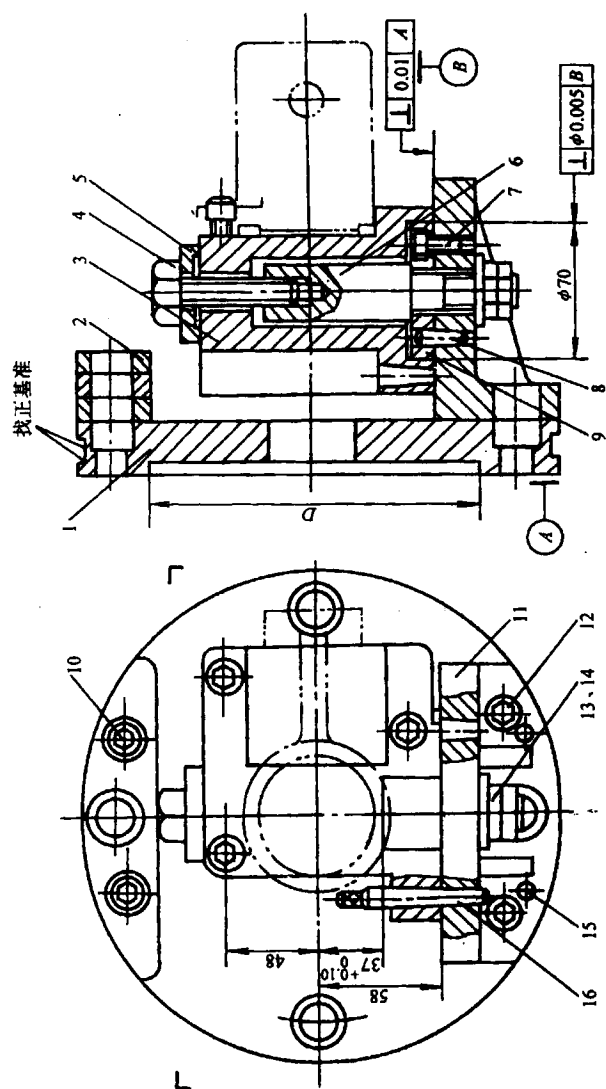
V) 钻 $\phi 15$ mm 侧孔。

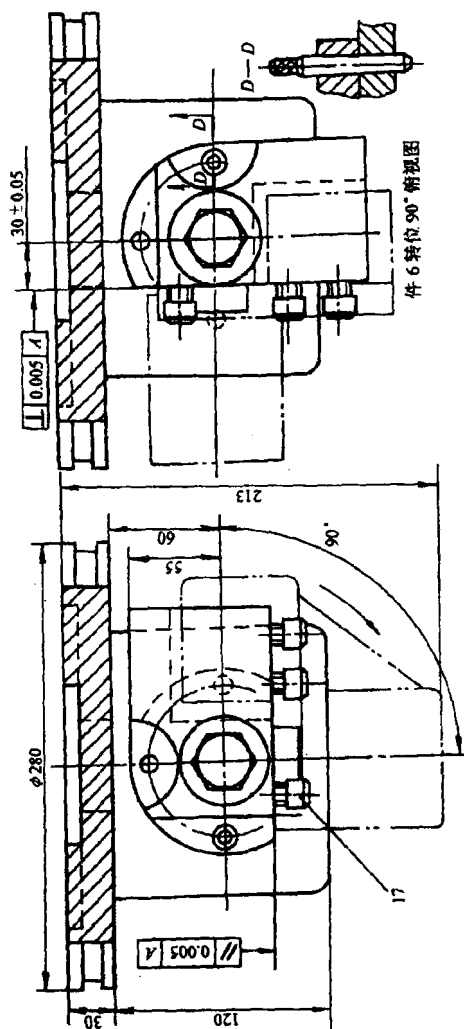
④工件在夹具定位体 3 上安装并定位后，加工两个互相垂直孔的过程中，工件不需要重新拆装定位，只要松开螺栓 4，转动定位体即可实现对工件的重新定位安装。

⑤工件 $\phi 62$ J7 孔对平面的垂直度，由夹具体 3 上的工件定位面对件 1 安装面 A 的平行度和插销 16 在转位车夹具（图 2-7-7）主视图的位置来保证。

⑥工件两孔垂直度，由夹具中定位体 3 顺时针方向转位 90° 后，插销 16 在转位车夹具（图 2-7-7）D-D 剖视图的位置来保证。

⑦夹具中因定位体 3 与定心板 9 的 $\phi 70$ mm 内、外圆有配合间隙，所以定位体可以绕插销 16 作微量转动，这会影响定位体重复定位的精度，因此，在转位车夹具制造和对工件进行装夹时，用技术要求 4、5 两条规定，把定位体重复定位产生的误差变化，也包括在夹具位置度的精度内。





- 技术要求 1. 件3与件9的 $\phi 70\text{mm}$ 配合间隙 $\leq 0.005\text{mm}$ 。
 2. $\phi 70\text{mm}$ 与 D 孔两轴线不相交允差 0.015mm
 3. D 孔与机床连接盘配合间隙 $0.01 \sim 0.02\text{mm}$ 。
 4. 件3定位面对 A 的平行度 0.005mm 为 $\phi 70\text{mm}$ 配合间隙在任意方向时的平行度。
 5. 件3定位面对 A 垂直度 0.005mm 为 $\phi 70\text{mm}$ 配合间隙在任意方向时的垂直度。

图 2-7-7 转位车夹具

- 1—夹具体 2—平衡块 3—定位体 4、5、13、
 14—螺栓、螺母、垫圈 6—轴 7、10、12、17—
 螺钉 8、15—圆锥销 9—定心板 11—弯板
 16—插销

⑧夹具中定位体 3, 对批量生产而言, 装卸工件次数频繁, 故选用钢材制造。这样, 定位体上三个 M8 螺纹孔的使用寿命可延长, 但选用钢材后又对加工制造带来了难度。

⑨工件上用三个 M8 螺钉紧固在夹具定位体 3 上, 而定位体又用单个 M20 螺栓压紧, 因此, 车削加工时刚度较差, 不宜选用大的切削用量。

⑩夹具的制造误差, 对加工工件两孔后的轴线相交度无影响。

⑪夹具在车床上安装所产生的安装误差, 对加工工件两孔的垂直度和两孔轴线相交度均无影响。

⑫夹具中设置了件 2 平衡块, 便于调整平衡。

2) 夹具的误差计算 取车床连接盘上夹具安装定位面的外圆径向跳动为 0.01mm、端面跳动为 0.007mm 及支承座零件图 (图 2-7-5) 和转位车夹具上标注的有关尺寸精度, 计算加工误差为

①孔对平面垂直度的加工误差

$$\Delta_I = 0.008\text{mm}$$

因为其它的参数、条件均未改变, 所以孔对平面垂直度的误差也与前面讨论的一样。

②两孔轴线相交度的加工误差计算

$$\Delta_I \leq \delta_a - \Delta_{\text{定}} - \Delta_{\text{制、定}}$$

$$\Delta_I = 0.1\text{mm} - (0.02\text{mm} - 0.005\text{mm} - 0.007\text{mm}) - 0 = 0.092\text{mm}$$

由于夹具的制造误差和在车床上安装时产生的安装误差, 对加工支承座两孔轴线相交度均无影响, 故在计算时可将其去掉。

③两孔垂直度的加工误差

$$\Delta_I \leq \delta_a - \Delta_{\text{定}} - \Delta_{\text{制、定}}$$

$$\Delta_I = 0.03\text{mm} - (0.02\text{mm} - 0.007\text{mm}) - 0.005\text{mm} = 0.012\text{mm}$$

由于夹具在车床上安装时产生的安装误差, 对加工支承座两孔垂直度无影响。因此, 在计算时也应将其去掉。

将前面提到的用各种夹具加工支承座两孔后的三项位置精度加工误差进行比较 (见表 2-7-1), 可以看出, 多定位面车夹具和转位车夹具都可以采用。但从保证工件主要关键精度和对加工支承座的两孔垂直度有利考虑, 选用加工误差大的转位车夹具 (图 2-7-7) 为好。如果从零件与夹具的联接刚度来考虑, 则选用多定位面车夹具 (图 2-7-6), 生产效率比前者要高, 但零件的精度控制不如前者来得容易些。

表 2-7-1

夹具加工误差比较

(mm)

夹 具 精 度 项 目	加 工 误 差			
	花盘式夹具	花盘角铁式夹具	多定位面车夹具	转位车夹具
孔对平面垂直度	0.008		0.008	0.008
两孔轴线相交度		0.017	0.055	0.092
两孔轴线垂直度			0.007	0.012

第三篇
车削加工的
基本工艺与
技术规范

第一章 车削原理和刀具

第一节 刀具切削部分的材料

一、对车刀切削部分材料的性能要求

车刀在切削过程中, 承受着很大的切削力和冲击力, 并且在很高的切削温度下工作, 连续经受强烈的摩擦。因此, 车刀切削部分材料 (以下称车刀材料), 必须具备以下的基本性能:

1. 高硬度

车刀材料的硬度必须高于工件材料的硬度。常温硬度一般要求在 HRC60 以上。

2. 足够的强度和韧性

切削过程中由于种种原因会产生振动, 使刀具承受压力、冲击和振动。刀具材料必须具备能承受这些负荷的强度和韧性, 才能防止脆性断裂和崩刃。

3. 高耐磨性

车刀的耐磨性是指车刀材料抵抗磨损的能力。一般刀具材料的硬度愈高, 耐磨性亦愈好。

4. 高耐热性

高耐热性是指车刀材料在很高的切削温度下, 仍能保持高的硬度、耐磨性、强度和韧性的性能。这是车刀材料极为重要的性能。

此外, 车刀还必须具备良好的导热性和刃磨性能等。

二、常用的车刀材料

刀具材料有碳素工具钢、合金工具钢、高速钢、硬质合金等四大类, 但常用的车刀材料是高速钢和硬质合金两大类。

1. 高速钢

高速钢是一种含钨、铬、钒较多的合金工具钢。常用的高速钢含钨 (W) 5% ~ 20%, 含铬 (Cr) 3% ~ 5%, 含钼 (Mo) 0.3% ~ 6%, 含钒 (V) 1% ~ 5%。高速钢热处理后的硬度为 HRC63 ~ 66。热硬性好, 在 600℃ 左右时仍能基本保持切削性能。它的切削速度可比碳素工具钢高出 2 ~ 3 倍, 因此称为高速钢。虽然高速钢的硬度、耐热性、耐磨性及允许的切削速度远不及硬质合金。但由于高速钢的强度和韧性均较好, 磨出的切削刃比较锋利、制造、刃磨简单, 质量稳定。因此, 到目前为止, 高速钢仍是制造小