

轴套三组合件的加工

邹毅, 柳祥国

株洲九方装备股份有限公司 湖南株洲 412001

摘要: 介绍第六届全国数控技能大赛湖南选拔赛中的轴套三组合件加工思路与方法。通过工艺分析, 拟定合理的加工方法以及切实可行的工艺流程, 使组合件在规定时间内得以顺利加工完成。

关键词: 轴套; 组合件; 工艺分析; 偏心; 配合

1 序言

轴套组合件是由螺纹配合、圆锥配合、圆柱配合和偏心配合等组成的零件, 在技能竞赛和考试中常常会遇到。在数控车床上对组合件进行加工时, 要求操作者必须具备某些特殊的技术以及扎实的基本功, 因此是一种加工难度较大的技术。图1所示轴套三组合件是由心轴、偏心锥轴和连接锥套3个零件装配组合而成的, 为了保证各零件能够顺利组装, 在加工过程中必须符合图样尺寸精度和组合技术要求。当工艺和工序设计得不合理时, 一是将直接影响零件的尺寸精度和装配效果, 甚至造成一些零件无法加工; 二是会增加辅助时间, 导致无法在规定时间内完成加工组合工作。因此, 在组合件加工前, 不仅要考虑单个零件尺寸精度和几何公差达到图样要求, 而且应保证满足组装技术要求以及工艺路线的连贯性。所以, 加工前的工艺分析和对各零

件之间的配合关系进行分析是关键, 只有充分分析影响加工和精度的各种因素, 并采取相应措施, 设计出合理的加工工艺, 才能确保该组合件的顺利加工和组装。

2 轴套三组合件加工工艺分析

首先快速读图, 分析图样, 根据毛坯尺寸检查和分配好坯料; 根据图样分析组合件各零件的配合类型和技术要求, 通过工艺分析, 判断此组合件的加工难点和关键技术, 确定配合基准; 拟定各零件的加工顺序, 设计出一条最优的加工工艺路线。具体分析如下。

1) 首先看组装图(见图2), 此组合套由心轴、偏心锥轴和连接锥套3件组成, 根据毛坯材料尺寸进行分析, 心轴使用 $\phi 65\text{mm} \times 150\text{mm}$ 坯料, 偏心锥轴使用 $\phi 85\text{mm} \times 95\text{mm}$ 坯料, 连接锥套使用 $\phi 85\text{mm} \times 105\text{mm}$ 坯料。

2) 轴套三组合包含了圆弧配合、偏心配合、锥度配合和螺纹配合, 心轴与偏心锥轴锥度配合以及连接锥套与心轴圆弧配合的接触面积 $\geq 70\%$, 组合后偏心锥轴台阶端面距离连接锥套左端面 $(1 \pm 0.05)\text{mm}$, 连接锥套左端与心轴圆弧配合后总长134mm。

连接锥套右端与心轴、偏心锥轴左端配合后总长188mm, 且偏心锥轴与连接锥套左端配合间隙为0.05mm, 该组合件的尺寸精度要求高, 且所有尺寸精度和几何公差要求严格, 各组成部件如图3~图5所示, 共有5项形位要求。



图1 轴套三组合件

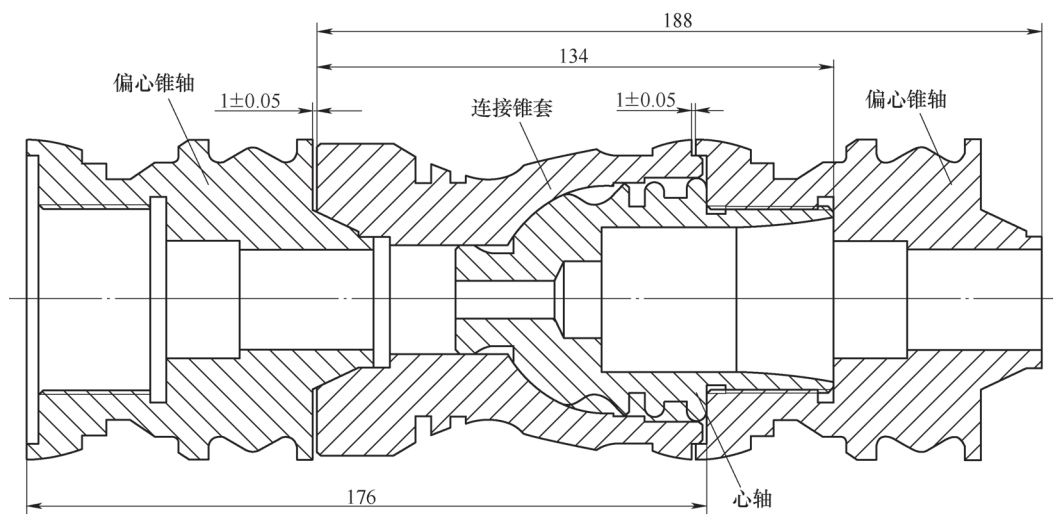


图2 轴套三组合组装图

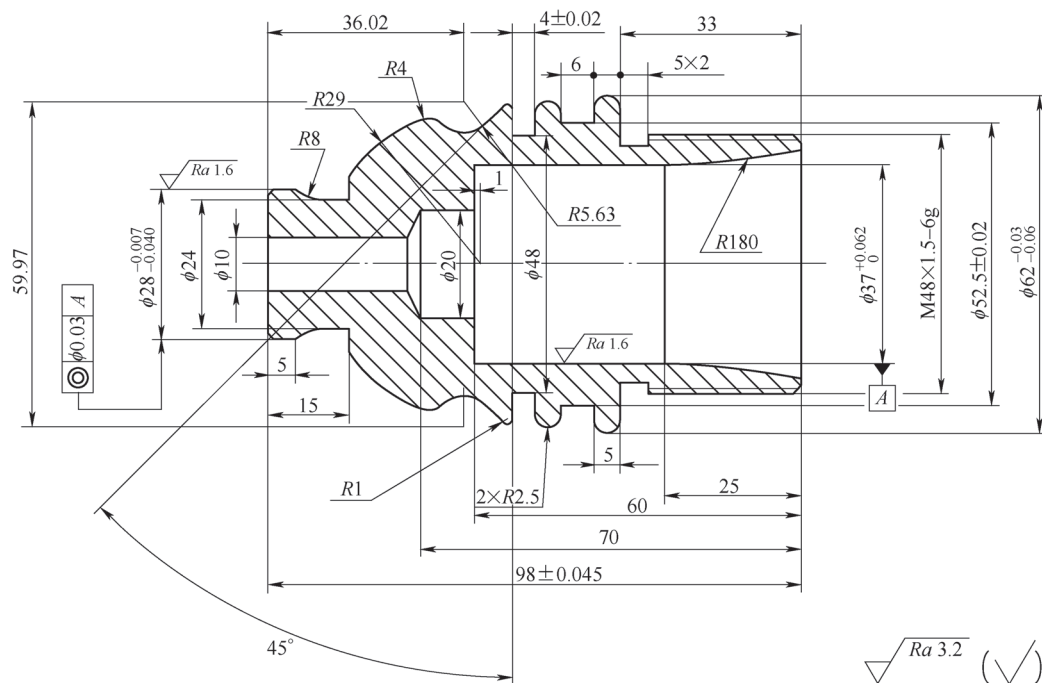


图3 心轴

3) 根据以上技术要求及先外后内的加工原则，确定心轴的外轮廓各面为连接锥套内圆弧配合基准，心轴的外螺纹为偏心锥轴内螺纹的配合基准。确定了偏心锥轴的外锥及偏心为连接锥套的锥度和偏心的配合基准。

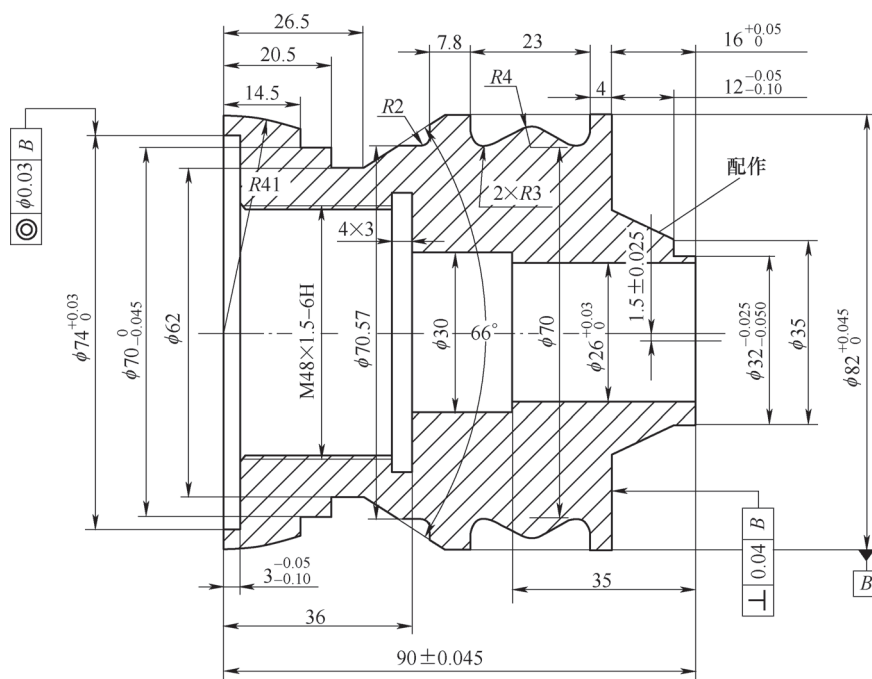
加工工艺路线为：车削心轴全部尺寸切断→加工偏心锥轴左端及内螺纹→心轴切断处倒角→车偏心锥轴右部分→车连接锥套右端→车连接锥套左端

→检验。实践证明，此加工顺序比较合理。

3 组合件加工难点及应对措施

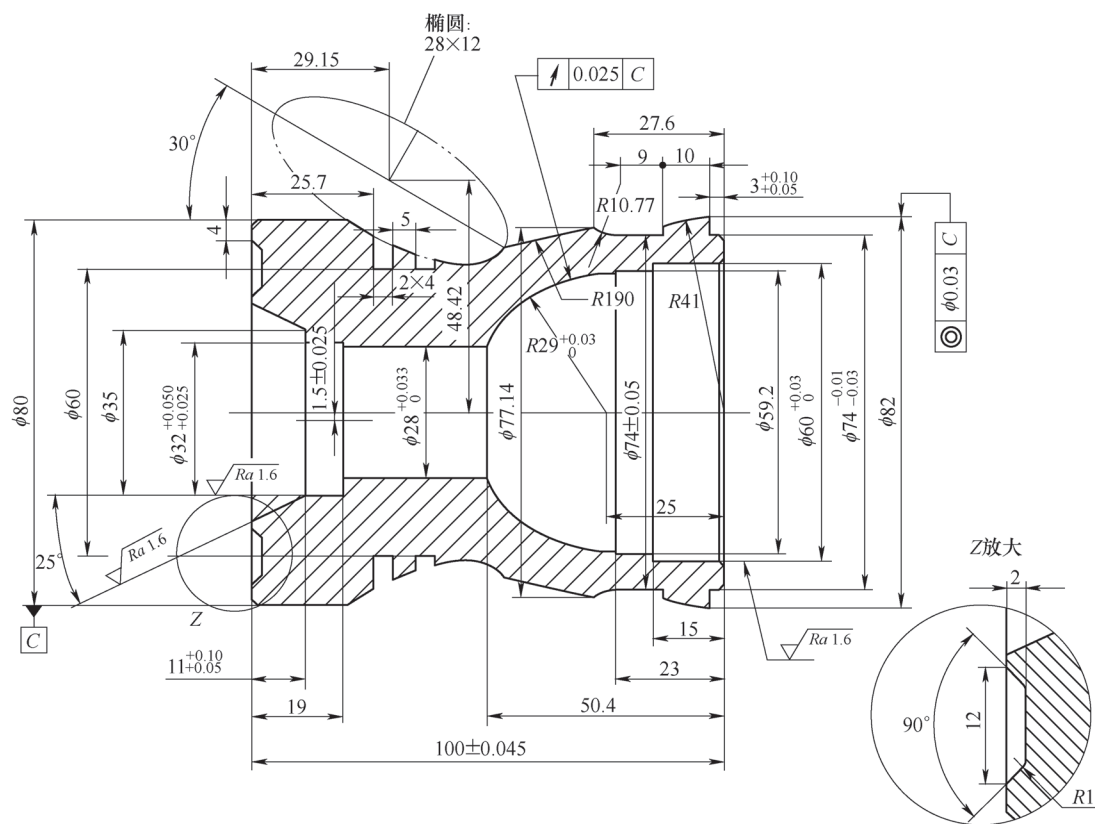
3.1 心轴

如图3所示，左端外圆柱中心轴线与右端内圆基准A同轴度误差 $\leq 0.03\text{mm}$ 。针对该零件几何公差的要求，采用一次装夹，以工件左端为夹持位置，“一刀车出”外轮廓及各个配合尺寸至图样和装配



$\sqrt{Ra 3.2}$ ($\checkmark$)

图4 偏心锥轴



$\sqrt{Ra 3.2}$ ($\checkmark$)

图5 连接锥套

要求。

3.2 偏心锥轴

如图4所示,对于偏心锥轴有较高的尺寸精度要求,有偏心配合要求,左端内圆止口轴线与外圆轴线基准 B 要求同轴度误差 $\leq 0.03\text{mm}$,其右端面相对外圆轴线基准 B 垂直度误差 $\leq 0.04\text{mm}$ 。解决夹持位置和几何公差要求问题是关键,故先加工左端止口、内螺纹及外轮廓,采用一次装夹,完成外轮廓全部尺寸,预留右端外锥面及偏心的余量。然后调头,借助心轴多余的料头,做1个外螺纹辅助接头与左端内螺纹配合定心,定长度、车外圆锥与偏心,这样既保证了几何公差,又解决了偏心不好装夹的难题。

3.3 连接锥套

如图5所示, $\phi 82_{-0.054}^0\text{mm}$ 外圆轴线相对 $\phi 80_{-0.03}^0\text{mm}$ 轴线 C 基准同轴度误差 $\leq 0.03\text{mm}$; $R29_{+0.03}^0\text{mm}$ 内圆弧表面相对 $\phi 80_{-0.03}^0\text{mm}$ 轴线 C 基准的跳动误差 $\leq 0.025\text{mm}$ 。车右端内圆弧、外轮廓及基准 C 全部达到设计尺寸要求。

调头加工左端偏心时,包紫铜皮装夹、校正 $\phi 80_{-0.03}^0\text{mm}$ 外圆,定总长;车内圆锥和端面槽,最后车偏心。

4 零件的加工工序设计

通过分析装配图与加工图样,拟定轴套三组合件加工工序如下。

(1) 心轴 坯料尺寸 $\phi 65\text{mm} \times 150\text{mm}$,包括辅助料头。加工工艺流程:平端面 $\rightarrow$ 钻 $\phi 10\text{mm}$ 孔、深 $110\text{mm} \rightarrow$ 钻 $\phi 20\text{mm}$ 孔、深 $70\text{mm} \rightarrow$ 钻 $\phi 24\text{mm}$ 孔、深 $60\text{mm} \rightarrow$ 粗、精车外圆轮廓 $\rightarrow$ 粗、精车外螺纹 $\rightarrow$ 粗、精车内孔 $\rightarrow$ 定总长、切断(全部尺寸车好后) $\rightarrow$ 检验。

(2) 偏心锥轴 坯料尺寸 $\phi 85\text{mm} \times 95\text{mm}$ 。加工工艺流程:平端面 $\rightarrow$ 钻 $\phi 24\text{mm}$ 通孔 $\rightarrow$ 粗、精车左端外轮廓 $\rightarrow$ 切外圆槽 $\rightarrow$ 粗、精车内轮廓 $\rightarrow$ 切内螺纹退刀槽 $\rightarrow$ 粗、精车内螺纹 $\rightarrow$ 车辅助外螺纹接头 $\rightarrow$ 与偏心锥轴左端内螺纹配作 $\rightarrow$ 定总长 $\rightarrow$ 粗、精车右端外圆锥 $\rightarrow$ 粗、精车内孔 $\rightarrow$ 车偏心 $\rightarrow$ 检验。

(3) 连接锥套 坯料尺寸 $\phi 85\text{mm} \times 105\text{mm}$ 。加工工艺流程:平端面 $\rightarrow$ 钻 $\phi 24\text{mm}$ 通孔 $\rightarrow$ 粗、精车右端外轮廓及外圆基准 $C \rightarrow$ 切外圆槽 $\rightarrow$ 车端面止

口 $\rightarrow$ 粗、精车内轮廓 $\rightarrow$ 调头、定总长 $\rightarrow$ 车右端端面槽 $\rightarrow$ 车偏心 $\rightarrow$ 总组装 $\rightarrow$ 检验。

5 轴套三组合件的工艺实施

为了使组合件的加工在规定时间内得以顺利完成,需通过工艺分析、拟定合理的加工方法以及设计切实可行的工序、工步,达到减少机床调整次数、提高刀具寿命以及便于检测配合等目的。

为了提高加工效率和组装质量,在考虑几何公差和夹持位置的情况下,灵活运用“一刀车出”和利用辅助料头螺纹配合,可直接减少装夹次数,从而保证各环节高效、顺利完成。下面以轴套三组合件中偏心锥轴为例,介绍其工艺实施过程。

1) 三爪自定心卡盘装夹 $\phi 85\text{mm} \times 95\text{mm}$ 坯料,夹持长度 10mm 左右,平端面。

2) 用 $\phi 24\text{mm}$ 中心钻钻通孔。

3) 粗、精车左端外轮廓尺寸,装夹如图6所示,采用“一刀车出”的方法。利用正、反两把外圆偏刀完成粗、精车左端至右端外轮廓的加工,保证外圆尺寸 $\phi 82_{+0.045}^0\text{mm}$ 、 $\phi 70.57\text{mm}$,长度尺寸 7.8mm 、 23mm 和 4mm 以及圆弧尺寸 $R2\text{mm}$ 、 $R3\text{mm}$ 两处、 $R4\text{mm}$ 和 $R41\text{mm}$ 。

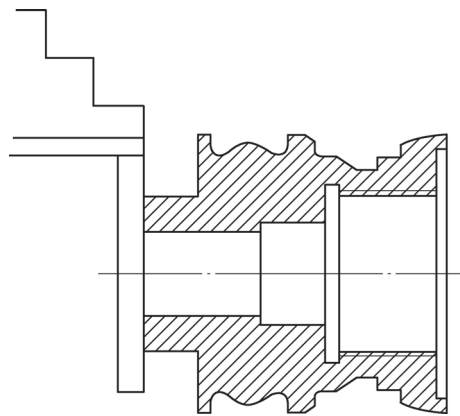


图6 偏心锥轴的装夹

4) 切外圆槽。用 3mm 宽外圆切槽刀切左端外圆槽,保证长度尺寸 14.5mm 、 20.5mm 、 26.5mm 及其外圆尺寸 $\phi 70_{-0.045}^0\text{mm}$ 、 $\phi 62\text{mm}$ 。

5) 粗、精车内轮廓,保证内孔尺寸 $\phi 74_{+0.03}^0\text{mm}$ 、 $\phi 46.5\text{mm}$ ($M48 \times 1.5\text{mm}$ 内螺纹底孔)、 $\phi 30\text{mm}$ 及其长度尺寸 $3_{-0.10}^{0.05}\text{mm}$ 、 55mm 。考虑配合,要求内孔尺寸取上偏差,表面粗糙度值 $Ra < 3.2\mu\text{m}$ 。

6) 用3mm宽内孔切槽刀切左端内螺纹退刀槽, 保证槽宽尺寸4mm×3mm。

7) 粗、精车内螺纹, 用M48×1.5mm的内螺纹环规检验。此时可以用心轴外螺纹配合检验。

8) 利用心轴多余的坯料车M48×1.5mm外螺纹辅助接头, 保证螺纹长度>36mm。

9) 与偏心锥轴内螺纹调头配作, 如图7所示。用百分表检验 $\phi 82^{+0.045}_0$ mm外圆, 使其径向圆跳动<0.01mm, 轴向圆跳动<0.02mm。粗、精车端面, 保证总长度尺寸 (90 ± 0.045) mm。

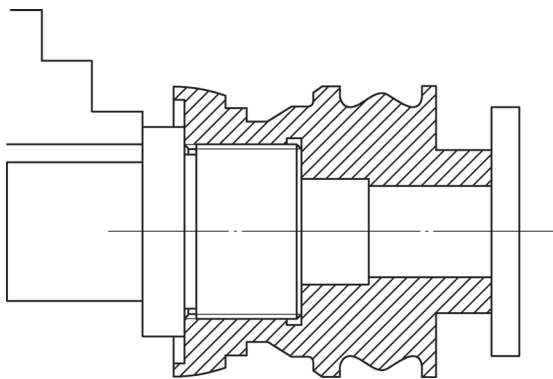


图7 偏心锥轴调头配作

10) 粗、精车右端外圆锥, 保证尺寸 $\phi 82^{+0.045}_0$ mm、 $\phi 35$ mm, 长度尺寸 $16^{+0.05}_0$ mm、 $12^{+0.05}_{-0.10}$ mm及其锥度。

11) 粗、精车右端内孔, 保证内孔尺寸 $\phi 26^{+0.03}_0$ mm、35mm。

12) 松卡爪, 车偏心距为 (1.5 ± 0.025) mm的 $\phi 32^{+0.025}_{-0.050}$ mm偏心, 垫厚为2.25mm的偏心垫片, 外圆夹持长度不宜超过10mm, 用杠杆百分表打右端面, 使其轴向圆跳动<0.01mm, 保证轴向圆跳动以及偏心的位置要求, 粗、精车偏心至图样要求。需要注意的是, 偏心在夹紧过程中, 应尽量避免过定位夹紧, 否则不利于校正偏心。偏心 $\phi 32^{+0.025}_{-0.050}$ mm加工前需预留2倍偏心距的加工余量。

6 结束语

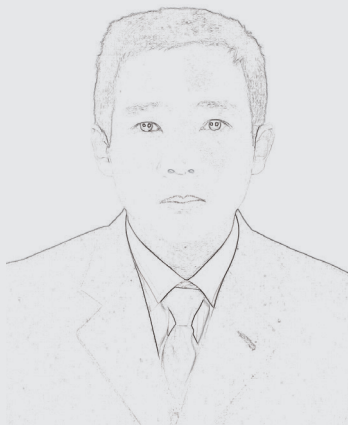
通过工艺分析、拟定合理的加工方法以及设计切实可行的工艺流程, 使整个加工工艺路线具有连贯性, 整个加工过程井然有序, 轴套三组合件的加工在规定时间内顺利完成, 满足了图样技术要求。

参考文献:

- [1] 晏丙午.高级车工工艺与技能训练[M].北京: 中国劳动社会保障出版社, 2005.
- [2] 国家机械工业委员会.高级车工工艺学[M].北京: 机械工业出版社, 1988.
- [3] 杨丰, 张璐青.数控车工[M].北京: 电子工业出版社, 2013.
- [4] 彭效润.数控车工[M].北京: 中国劳动社会保障出版社, 2008.

MW 20201118

专家点评



本例中的轴套三组合件由心轴、偏心锥轴和连接锥套3个零件组合而成。加工过程中既要满足单个零件的尺寸精度和几何公差要求, 又要兼顾误差积累与组合技术要求。各零件需要在基准统一的情况下, 灵活运用“一刀车出”的方法, 减少装夹次数和几何误差, 从而保证组合件的装配效果。

文章内容完整、思路清晰, 真实再现了数控车工技能大赛的技术难点和加工要领, 作者通过工艺分析, 拟定合理的加工方法并保证工艺路线的连贯性, 在规定时间内完成组合件的加工和装配, 在技能大赛中锻炼了技术, 总结了经验。