某薄壁零件车削加工工艺研究

湖北三江航天江河公司 （远安 432100） 李换朝 胡增建 张 雷

我公司加工的某一工件，如图1、图2所示。通常该类零件均用模具冲压成形，但由于该零件材质为2A12，壁厚（0.8±0.02）mm，表面粗糙度值

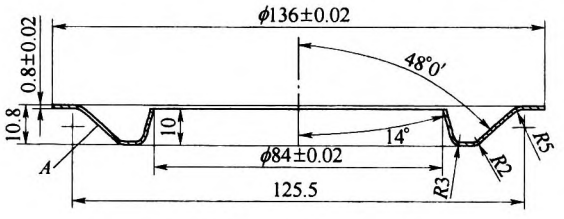

图1 工件

R_a = 1.6μm，尺寸精度、几何形状、壁厚均匀性、表面粗糙度及各表面之间的相互位置要求都很高，模压很难保证，因此我公司采用车加工成形。但如此高难度的薄壁零件车削存在一定难度，经过反复思考后通过合理安排工艺路线和设计辅助夹具，车削出的零件各项指标均满足要求。

图2 工件三维实体

1. 工艺分析

该零件采用车削加工存在以下难点：

（1）工件无法装夹 从图1中看出该零件内外型面均为锥面，卡爪无法装夹。

（2）受切削力的作用 容易产生振动和变形，影响工件的形状、精度和表面粗糙度。

（3）受热变形 由于该零件的材质为铝制，线膨胀系数大，加上壁厚仅为0.8mm，切削过程中产生的切削热导致尺寸和精度很难控制。

2. 工艺流程

针对以上难点，我们采取以下工艺措施，选择恰当的基准面。考虑零件加工的可行性，确定零件加工的工艺基准面为*A*面，如图1所示。制定可行的工艺方案及路线，通过预留工艺夹头先将*A*基准加工成形，然后利用*A*基准定位加工出另一面，即凹槽面。充分考虑加工工艺后确定凹槽面的加工须分两次装夹才能完成。同时考虑该零件变形大，每步半精加工和精加工前均安排时效工序，确保加工应力得以完全释放，具体见工艺流程及工艺流程图3。

工艺流程为：毛坯预处理→卧车粗车端面及内孔→卧车粗车凹槽→时效8h→利用工艺夹头装夹，数控半精车*A*基准端面→装夹不变，数控半精车*A*基准内孔→时效8h→装夹方法不变，数控精车*A*基准端面及外圆（φ136±0.02）mm→数控精车*A*基准面内孔→时效8h→利用*A*基准面与辅助夹具Ⅰ定位，顶板配合将其固定，数控半精车部分凹槽→时效8h→装夹方法不变，数控精车部分凹槽→时效8h→

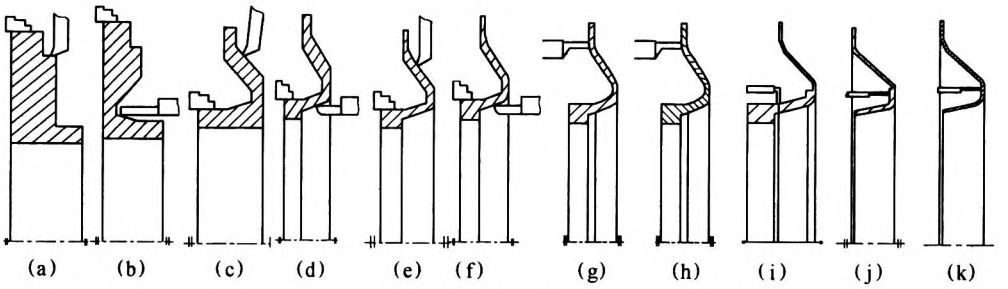

图3 工艺流程

利用辅助夹具Ⅰ装夹定位，将顶板换为辅助夹具Ⅱ，去除工艺夹头→装夹方法不变，数控半精车其余凹槽部分→时效 8h→装夹方法不变，数控精车其余凹槽部分。

3. 夹具设计

进行凹槽半精加工和精加工工序时，工件的刚性已经很弱，无法进行装夹，我们通过辅助夹具Ⅰ和Ⅱ解决该难题。

（1）辅助夹具Ⅰ　结构如图4所示，夹具Ⅰ的内型面作为工件的定位面，为此内型面形状与工件的 A 基准面一致。为确保工件的定位准确，内型面与夹头的同轴度为 ϕ0.03mm，各配合面配合间隙不大于0.02mm。除此之外，外圆设计螺纹用于下步工序与辅助夹具Ⅱ联接。

工件装入辅助夹具Ⅰ后，如图5所示利用普通自定心卡盘装夹，再利用顶板和回转顶尖对工件进行轴向固定并可实现部分凹槽的半精加工和精加工（见图3g、h）。

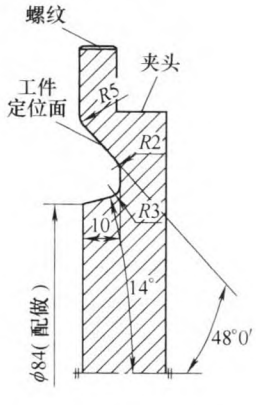

图4　辅助夹具Ⅰ

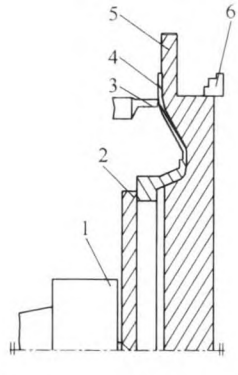

图5　辅助夹具Ⅰ装配示意图
1. 顶尖　2. 顶板　3. 刀具
4. 工件毛坯　5. 辅助夹具Ⅰ
6. 自定心卡盘

（2）辅助夹具Ⅱ　若按之前装夹方法将凹槽的剩余部分加工成形，由于工件壁厚仅有（0.8 ± 0.02）mm，轴向刚性很差，在顶板顶紧和切除工艺夹头的过程中会产生翻边、变形，无法满足工件的精度要求。为此我们改变装夹方法，因此新设计了辅助夹具Ⅱ。

辅助夹具Ⅱ结构如图6所示。内孔设计内螺纹用于与辅助夹具Ⅰ联接，同时与工件凹槽配合处设计相同的锥面。为了剩余凹槽部分的加工时让刀，辅助夹具Ⅱ的内孔径 D 比待加工凹槽直径大10mm，圆周面设置螺纹孔便于装卸。

当工件装入辅助夹具Ⅰ后，将辅助夹具Ⅱ与辅助夹具Ⅰ拧紧，通过辅助夹具Ⅱ上的端面和锥面将工件最大限度地压紧固定（见图7）。最后利用普通自定心卡盘装夹即可进行工艺夹头的去除及剩余凹槽的半精和精加工。

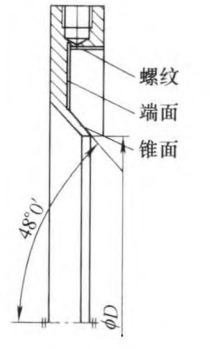

图6　辅助夹具Ⅱ结构示意图

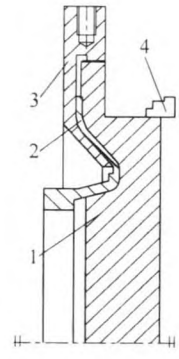

图7　辅助夹具Ⅰ、Ⅱ装配示意图
1. 辅助夹具Ⅰ　2. 工件毛坯
3. 辅助夹具Ⅱ　4. 自定心卡盘

4. 其他工艺措施

（1）选择合理的切削用量　为尽量减少切削力对工件质量的影响，每步精车工序分3次进刀，每次进刀前首先测量所剩余量，单边背吃刀量不超过0.2mm。最后一次进刀前，先将工件从机床上取出，待其恢复自由状态后再进行最后一次精加工。

（2）数控车削　在对刀时，径向基准和轴向基准全部选择工件上的同一基准面，消除了由于对刀误差造成的加工误差。除此之外，巧妙利用数控车恒线速度G96指令，通过计算刀具间隔工件中心的位置来改变转速，使工件瞬间位置与切削刃保持恒定线速度，确保了工件表面粗糙度值 R_a = 1.6μm 的要求。

（3）加工中选择切削液230　有效解决了切削过程中产生的切削热，较好地保证了零件精度。

5. 结语

我们利用该方法一共加工了6件该零件，每件零件的尺寸精度、几何形状、表面粗糙度均满足图样要求。该种加工方法为我公司后续同一类薄壁件的加工提供了宝贵经验。**MW**

（收稿日期：20131001）