聚四氟乙烯薄壁零件加工研究

沈阳工学院 （辽宁 110005） 教传艳 吴 敬

摘要：分析了聚四氟乙烯零件尺寸特点和材料特性，选择合适的工艺路线，设计工艺卡头及内撑胀套，消除夹紧力对零件的影响，减小温度对零件尺寸的影响，保证了零件的正常加工，零件尺寸误差控制在公差范围内，提高了生产效率。

1. 零件结构及材料性能分析

聚四氟乙烯材料是一种具有优良特性的非金属材料，广泛应用于化工行业和航空航天工业，其特点如下：①具有耐高温、耐腐蚀和耐老化特性。②具有优良的电绝缘性，吸水性小，摩擦系数低，自润滑摩擦性良好。③材料强度低、刚度差，冷流性大。④材料自身散热性差，热膨胀系数大。

某公司为某设备配套生产一种零件，如图1所示。材料为聚四氟乙烯。零件外径200mm，内径$192^{0}_{-0.1}$mm，端面厚度为5mm，筒壁厚4mm，端面平面度0.2mm。该零件的关键尺寸是内径192mm和端面平面度0.2mm。

由于聚四氟乙烯材料的特点，该零件在加工中存在的问题是：

（1）零件是薄壁零件，加工中将受到装夹夹紧力的影响而产生变形或破损，因此要控制夹紧力的作用。

（2）聚四氟乙烯材料线膨胀系数为10×10^{-5}（1/℃），热传导性差，加工中零件温度每升高10℃，零件尺寸将膨胀增大0.2mm，而零件内径尺寸是$192^{0}_{-0.1}$mm，显然由于受温度影响，零件尺寸极易超差，所以要控制加工中的环境温度和零件加工中产生的热量。

（3）加工中若夹紧力限制了零件在直径方向尺寸的膨胀，势必要影响零件端面尺寸的变化，导致零件端面出现凸凹变形，平面度超差。

综合上述分析，该零件加工要解决以下几个问题：①选择恒定的加工环境温度。②选择合适的工艺手段和夹具，控制夹紧力影响。③选择合适的刀具及切削参数，控制切削热的影响。

2. 工艺路线

零件毛坯采用厚度为45mm的聚四氟乙烯板材，锯成圆形坯料，上车床加工。合适的工艺路线是：粗车毛坯外圆，留精加工余量→在一端加工工艺卡头→夹住工艺卡头，粗车、精车内凹型面→采用胀套夹具内撑内凹型面，加工另一端面→精车外圆达尺寸要求。

3. 内凹型面加工

加工完工艺卡头后，用三爪自定心卡盘夹住工艺卡头，加工零件内凹型面。此时零件端面和外圆处于无夹紧力作用的自由状态，可以大幅降低装夹夹紧力的影响。另外，零件在直径方向加工受热后，可以自由膨胀。所以加工尺寸的控制要考虑膨胀量的影响和冷却后回缩量的影响。内凹型面加工结构如图2所示。

4. 外圆及端面加工

零件外圆粗加工，内凹型面加工完成后，拆下零件翻转，进

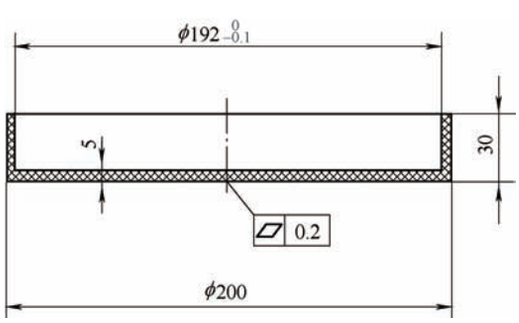


图1 零件结构示意图

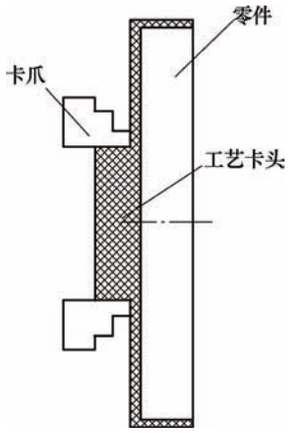


图2　零件内凹型面加工示意图

行另一端面的加工，车掉工艺卡头，精加工零件外圆达到设计尺寸。

考虑零件薄壁的特点，设计内胀套夹具，支撑在零件内凹型面里，如图3所示。内胀套夹具由外套、内套、挡板及螺母等组成。外套为环形开口胀套，便于胀开和闭合，内套为空心T形零件，内套和外套由锥面配合，挡板外缘与外套大端接触，挡板窜动，推动外套移动，沿圆周表面产生均匀的径向作用力。螺母与内套伸出端轴螺纹配合联接，驱

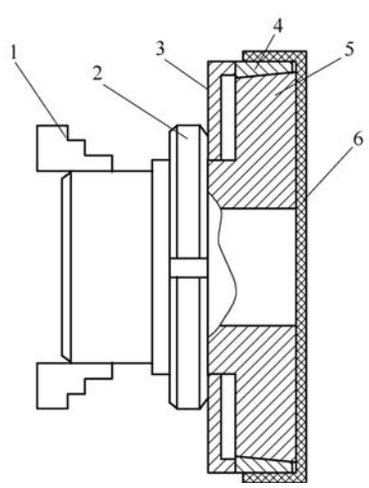


图3　端面加工及胀套结构示意图

1.卡爪 2.调整螺母 3.挡板 4.外套
5.内套 6.零件

动螺母运动，带动挡板运动，伴随外套胀紧或松开，安装零件或拆卸零件。内套和外套均采用45钢材料，配合表面淬火处理，增加耐磨性，螺母与内套伸出轴联接为细牙螺纹，自锁性好，防止加工振动产生松动。

加工时车床卡盘卡爪夹住夹具内套外伸出轴，转动螺母，外套移动，夹具处于紧固状态，以外圆表面为基准找正，确认无误后，将零件内凹型面套在夹具外套上，转动螺母，零件被撑起。胀套胀紧力要适中，力大零件外圆变形大，影响加工精度，力小零件不能牢固。零件固定后，无需再找正，开始加工。先加工端面部位，车掉工艺卡头，精加工端面，达到尺寸精度和表面粗糙度要求。然后精加工零件外圆达到设计尺寸，加工完成后，松开螺母，外套失去胀紧力，将零件拆卸下来，换上另一个零件，按上述步骤进行操作（夹具无需再找正）。

采用内胀套支撑零件内凹型面，使零件处于拉紧状态，加工时处于拉紧状态下的零件，可以避免零件端面因受热膨胀而变形。三爪自定心卡盘夹住内胀套，夹紧力不作用在零件上，避免了零件受夹紧力作用的影响。

5. 刀具及切削参数的选择

车刀刀具要增大前角和后角，使刀尖更加锋利，减少切削力影响。加工时，减少吃刀深度，适当增大走刀量，减少一次走刀过程的发热量影响。

加工过程在恒温（20±2）℃的房间进行，防止环境温度对零件尺寸的影响。

6. 结语

按上述加工方案加工一批零件，达到了理想效果，内径尺寸误差控制在0.1mm以内。端面平面度控制在0.2mm以内。加工中采取了合适的工艺手段，设计了内撑夹具，解决了夹紧力的不利影响，控制了切削热对零件产生变形的影响，使该类零件批量加工的质量得到了保证，并大大提高了生产效率。

参考文献：

[1] 曾正明. 机械工程材料手册 [M]. 北京：机械工业出版社，2003.
[2] 闻邦椿，蔡春源，汪恺，等. 机械设计手册 [M]. 北京：机械工业出版社，2000.

MW（收稿日期：20151126）

专家点评

作者针对聚四氟乙烯薄壁零件的特点，制定具体的工艺措施，文章的亮点是夹具设计和工艺改进，粗车时增加工艺卡头，精车时采用胀套夹具支撑内凹型面，使零件处于拉紧状态，并且夹紧力不作用在零件上，避免了零件的受力变形和热膨胀变形。方法很实用，也很新颖。小夹具解决了大问题，使该类零件的批量加工得到了质量保证。