

有机玻璃零件的数控加工

■ 山西航天清华装备有限责任公司 (长治 046012) 万庆 李晓波 李鹏飞 杜文平

摘要: 针对有机玻璃材料的特殊性能, 通过加工工艺改进, 合理运用抛光方法, 保证了薄壁有机玻璃零件的加工精度和技术要求。



1. 有机玻璃零件加工难点

有机玻璃学名为聚甲基丙烯酸甲酯, 具有较好的透光性和化学稳定性, 耐酸碱, 且尺寸稳定、易于成形, 所以在航空航天、化工和医疗等领域都有广泛应用。在实际生产应用中, 有机玻璃制品零件大多可以直接浇铸成型, 但有些形状特殊、尺寸精度和表面粗糙度要求较高的零件, 往往需要进行机械加工。但有机玻璃材料与金属材料的机械性能有较大差异, 其质地较脆, 具有缺口敏感性, 在应力作用下易开裂。

图1所示零件量杯是典型的

有机玻璃零件, 且为中空薄壁结构。其尺寸精度要求较高, 技术要求加工后保持材质原有透光度, 满足测量量程的需求。该零件采用数控车床进行加工时虽易于成形, 但工艺参数和工序选择不当时, 极易出现裂纹等缺陷, 致使零件报废。另外, 其表面处

理方法的选择尤为关键, 操作不当时, 表面呈撕裂状, 容易“擦毛”, 失去有机玻璃原有的透明性, 无法满足技术要求。

2. 零件加工的影响因素分析

(1) 切削热对有机玻璃加工的影响较大, 主要表现在以下两方面: ①由于有机玻璃的导热性很差, 导热系数仅为普通金属材料的 $1/450 \sim 1/175$, 所以切削加工中产生的切削热无法快速地散发, 热量积累在刀具与工件的接触部位, 导致刀具磨损加剧。同时有机玻璃的热膨胀系数比一般金属要大 $1.5 \sim 2$ 倍, 玻璃化温度大致为 100°C 左右, 过高的切削热使有机玻璃体积发生变化和玻璃化, 使加工精度下降, 无法达到加工要求。同时有机玻璃的体积膨胀又加剧了刀具与工件的

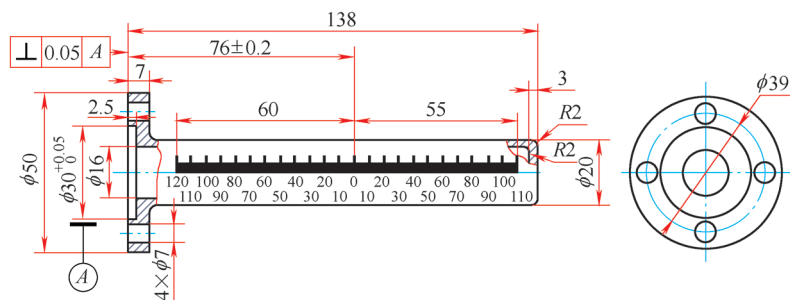


图 1

摩擦,引起切削热进一步升高,形成恶性循环。②由于有机玻璃的熔点较低,只有 $160\sim 200^{\circ}\text{C}$,属于热塑性材料。切削加工中过高的切削热极易使加工表面产生熔结现象。具体表现为零件加工内孔时,散热条件较差,表面容易“擦毛”,呈现出细小的撕裂纹,误以为加工时材料质脆导致的细小裂纹或材料本身的内部缺陷,但透光或渗水检查时,均无泄露,零件的透明度无法达到技术要求,加工成形后工件表面发污,远没有零件材质本身的质感。

(2) 加工参数对有机玻璃加工的影响。有机玻璃常温下属于硬而脆的材料,而该零件具有薄壁结构,切削加工过程中,因切削参数选择不当导致切削力不稳定,从而导致零件产生裂纹,甚至崩裂。

(3) 有机玻璃切削加工后表面粗糙度较差。因为有机玻璃的硬度较小,切削加工后的表面粗糙度较差。切削加工后的零件为了保证技术要求,需采用特殊抛光材料及工艺才能实现。

3.原加工工艺的不足

图1所示零部件正常加工工步为:一次装夹加工外圆,掉头装夹偏端面,加工止口槽及内孔。

按该工步进行加工时,外圆的尺寸精度及表面粗糙度易保证,可以选择较高的切削速度,为 $1\ 800\sim 2\ 000\text{r/min}$,且进给量为 $0.08\sim 0.30\text{mm/r}$ 。但是有两个不足之处:①加工内孔时,发现无论如何调整钻孔时的进给量,且保证充足的冷却时,外圆表面

均不同程度地呈现出毛边,尝试抛光后,表面发污,无法满足技术要求中的透明度。经分析,该零件内孔深达 135mm ,加工内孔时,受切削条件的限制,切削热无法快速散发,即使保证充足的切削液,还是无法形成有效的流动循环,造成切削热积累,加上材料本身的特性,其质地较脆,属热塑性塑料,遇热后即软化,遇冷后又凝固坚硬,最终切削温度控制不当导致局部区域软化变形和脆裂,造成外表粗糙,无法再次处理。②外圆成形后加工内孔的另一个弊端,是因切削深度过大,切削力过大。而此时的零件外圆已加工完毕,加工内孔形成薄壁结构时,无法承受过大的切削力而容易导致出现裂纹或崩裂。

4.改进后的加工工艺

为了保证零件的尺寸精度、表面粗糙度及技术要求,提高零件的加工合格率,尝试着在加工零件端面 and 端面止口槽后,先加工内孔,为避免材料本身的弹性回弹,控制钻削进给量为 $0.05\sim 0.08\text{mm}$,同时严格控制切削液浇注的速率和跟随性,确保钻孔加工时切削温度的一致性。内孔加工完毕后,使用止口定位辅助工装,如图2所示,利用顶尖顶住止口定位工装的辅助中心孔,保证外圆加工时的轴向限位。先加工轴外径 $\phi 50\text{mm}$ 后,利用切刀加工偏刀的避让空间,然后直接一次加工成形 $\phi 20\text{mm}$ 外径尺寸,完成零件的切削加工。

变更加工工序后,发现零件表面不存在细微脆裂纹,且无



图 2

因切削温度控制不当造成软化变形、材料涂抹混乱现象,但表面发污,无透光感,没有有机玻璃原有的透明度,无法满足零件的技术要求,还需要进一步进行抛光处理。

5.零件抛光工艺

先将零件利用水砂纸打磨,将零件表面的加工刀纹和划痕磨平,但表面呈雾化状,无法实现透明度的技术要求。经过几种研磨材料对比后,最终采用软绸布混涂牙膏的抛光方式,因零件内孔孔径小,将家中使用的竹筷从中间劈开,缠绕软绸布,将牙膏和水按一定比例混合调匀后作为研磨剂,调节适当的车速,沿径向均匀延伸至内孔端面,加工后表面无车削加工痕迹,晶莹剔透,实现了零件的透明度需求。完成的零件如图2所示。

6.结语

通过加工工序的调整,实现了有机玻璃材料零件的数控加工,通过合理选择切削用量、抛光工艺,满足了零件尺寸精度和技术要求。

参考文献:

- [1] 汪锐. 数控车床加工工艺及编程[M]. 合肥: 安徽大学出版社, 2012.

MW (收稿日期: 20180829)