

机械加工几何精度控制方案

路文敬，张晋刚，张庆武，陈吉祥，杨建明

山推工程机械股份有限公司 山东济宁 272073

摘要：从工件、刀具、夹具和机床等4个方面对机械加工中几何尺寸超差问题的解决方案进行详细梳理和归类，并提出几点建议。

关键词：工艺系统；变形；几何尺寸；精度；控制

1 序言

在机械加工中，由机床、夹具、刀具和工件组成的统一体称为工艺系统。在加工过程中，由于工艺系统各种原始误差的存在，使工件和刀具之间正确的几何关系遭到破坏，进而造成几何尺寸超差。一般将加工过程中可能出现的原始误差分为两种，即与工艺系统初始状态有关的“静”原始误差和与加工过程有关的“动”原始误差。下面从工件、刀具、夹具和机床等4个方面，提出应对加工中几何尺寸超差问题的解决方案。

2 工件方面

1) 应遵循机械加工总体原则，即先基准、后其他，先面后孔，先主后次，先粗后精、粗精分开。

2) 在工序的精加工工步前，松开压板，适当释放装夹应力，对工件再次找正后进行轻压紧。为保证加工安全和加工质量，建议对轻压紧通过试验验证的方式获得最佳扭矩值，进行定扭矩压紧。

3) 夹紧力的作用点要为实点，作用点因不是实点而产生变形的，有3种解决方式：①将原来的一次装夹分解为两次实点装夹，但是要注意切换装夹时的顺序，必要时需对工件重新找正。②对工件设置装夹工艺凸台，待全部工序完成后，根据是否影响工件装配决定是否去除工艺凸台。③在装夹结构薄弱处设置辅助支撑（见图1），当前市场上的部分液压辅助支撑已可实现“零变形”支撑。

4) 保证工件和夹具定位面具有较好的平面度。



图1 辅助支撑

平面度自检如图2所示。若定位平面较大，夹具定位面可更换为垫块形式，规避工件与夹具大平面贴合产生的装夹翘曲变形；若工件的平面度得不到保证，可使用铜皮、纸屑及翘曲纤维等将定位面塞平后再压紧加工。

5) 加工过程中，采用切削液，及时散热，减少



图2 平面度自检

工件热变形。

6) 时效处理安排在半精加工前, 彻底释放工件内部应力。

7) 车削时, 针对薄壁件, 采用软爪或开口套环进行装夹, 或者采用端面压紧取代圆周压紧。

8) 车削时, 根据变形情况进行反变形加工, 即反方向预先加工出对应的变形量, 加工完成后反变形量与变形量相互抵消。

9) 车削大型不规则工件时, 要根据工件质心位置进行配重, 减小离心力作用。

3 刀具方面

1) 钻孔、镗孔及铰孔前, 加工部位存在半壁结构的, 要先将半壁部位去除; 加工部位为毛坯面的, 要先将毛坯面镗平, 从而保证刀具切削时受力均匀。

2) 加工前按照相关标准对刀具进行径向圆跳动、轴向圆跳动的检查。

3) 刀具刀柄禁止磕碰划伤, 定期使用专用工具清理机床主轴锥孔。

4) 控制刀具长度, 尽可能地保证刀具有足够的直径, 确保刀具牢固。

5) 对精度要求非常高的工件, 加工前要对刀具进行动平衡校验。

6) 调整切削参数和刀具角度等, 控制加工过程中的刀具受力、受热及磨损。

7) 采用防振、抗振专用刀具。

4 夹具方面

1) 改善装夹方式, 杜绝压紧螺杆的安装点与压板的后支撑点一个在夹具上、一个在机床上, 防止夹具被压紧螺杆拉起而引发夹具严重变形。

2) 夹具要有足够的刚性。

3) 夹具采用心轴定位, 且心轴上设有压紧螺纹时, 要对螺纹进行磨削, 保证螺纹与心轴定位端面的垂直度。

4) 对精密车削类夹具进行动平衡校验, 控制夹具旋转时的离心变形。

5 机床方面

按照机床验收精度标准对机床进行检查确认, 例如检查机床主轴与工作台的垂直情况、主轴窜动

情况等。

6 结束语

1) 在工件尤其是新产品加工出现几何尺寸超差时, 首先要确定是哪种变形引起的, 然后根据相应的变形解决方案寻找合适的解决办法。

2) 探索利用计算机有限元辅助分析技术, 预先做出工艺系统变形分析, 这样有利于工艺方案的不断优化。

3) 日常工作中要善于对解决方案进行总结, 举一反三, 从而全面提升产品质量。

参考文献:

- [1] 王先奎. 机械制造工艺学[M]. 4版. 北京: 机械工业出版社, 2019.
- [2] 郑修本. 机械制造工艺学[M]. 2版. 北京: 机械工业出版社, 1995.
- [3] 王启平. 机床夹具设计[M]. 2版. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2013.
- [4] 陈宏钧. 实用机械加工工艺手册[M]. 4版. 北京: 机械工业出版社, 2009.

MW 20210305

专家点评



工艺系统中存在的各种原始误差会直接影响产品加工精度。作者从工件、刀具、夹具和机床等4个方面对机械加工中遇到的各种变形问题和解决方案进行了归类整理, 为提高产品的几何精度提供了经验。

文中列举的变形解决方案比较全面, 凝聚了工艺人员的经验和智慧, 并且经过了实践的验证, 方法简单、经济实用, 读者学以致用后可以少走很多弯路。