

工件非加工面螺纹孔数控加工质量问题的解决策略

符晓, 史玉锋, 张银生

河南劲派集团公司 河南南阳 474500

摘要: 介绍一种非加工面螺纹孔倒角的新型设计方案。该方案配套应用于数控机床(加工中心)加工零件, 能确保钻孔深度、螺纹攻深、孔口倒角大小的一致性, 有效提高产品加工质量与生产效率。

关键词: 加工中心; 非加工表面; 螺纹孔口倒角; 生产效率

1 序言

随着产业发展, 汽车发动机排气歧管品种增多, 其中管身上凸台端面不加工的品种也日益增加, 并要求在其凸台上钻孔攻螺纹, 孔口需倒角。由于孔的位置度要求较高, 一般钻孔设备难以保证精度, 故安排在数控设备上加工。该系列产品凸台端面依靠铸造保证, 无需加工。但受铸造条件限制, 产品零件之间同一凸台存在150~151.6mm的不同尺寸。而数控加工取公差中值150.8mm, 尺寸由程序保证, 统一为150.8mm, 工件如图1所示。为保证多数产品能获得倒角, 设定值通常更小, 这导致加工时, 当凸台高度大于机床设定高度值时, 加工出的产品会出现图2a所示情况, 加工倒角过深, 造成产品报废; 当工件毛坯低于设定最小值时, 会出现图2b所示倒角加工不到位或过小, 螺纹孔口倒角尺寸大小不一或无倒角, 造成超差或报废。每次提

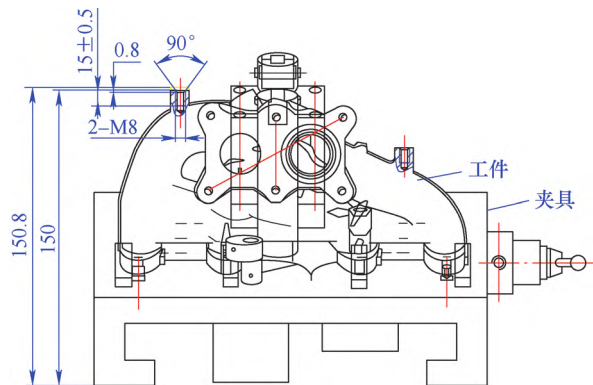
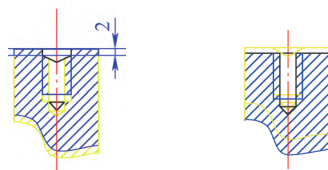


图1 工件示意

交产品数量中都有30%不同程度的超差, 废品率很高, 严重影响主机厂的装机需求及成本。对于螺纹底孔深度和螺纹攻深, 同样存在底孔和螺纹深浅不一的问题, 此工序加工成为生产瓶颈。

针对加工过程中出现的质量问题, 通过对夹具、生产工艺、设备特点及尺寸超差原因进行分析, 我们设计出一种新型、适用于数控机床加工工件毛坯螺纹孔的装置^[1]。它适于数控加工的批量生产, 配合机床刀柄及其换刀系统, 可实现自动换刀, 并能根据被加工螺纹的大小, 选用不同的刀具。



a) 凸台高度大于机床设定高度值 b) 倒角加工不到位或过小

图2 加工示意

2 技术方案的优点

(1) 加工质量一致性 实现数控机床上产品非加工面上螺纹加工质量的一致性。

(2) 适用不同孔径产品 该装置可实现不同螺纹孔径的螺纹加工, 只需匹配不同相应刀具即可, 操作方便。

(3) 高效加工 该装置与数控机床刀柄相配, 可实现自动换刀, 工件一次装夹能够完成钻孔、扩孔、倒角、螺纹加工等, 能达到高效率加工^[2]。

3 结构设计和工作原理

结合数控机床刀柄结构，设计了技术装置，如图3所示。

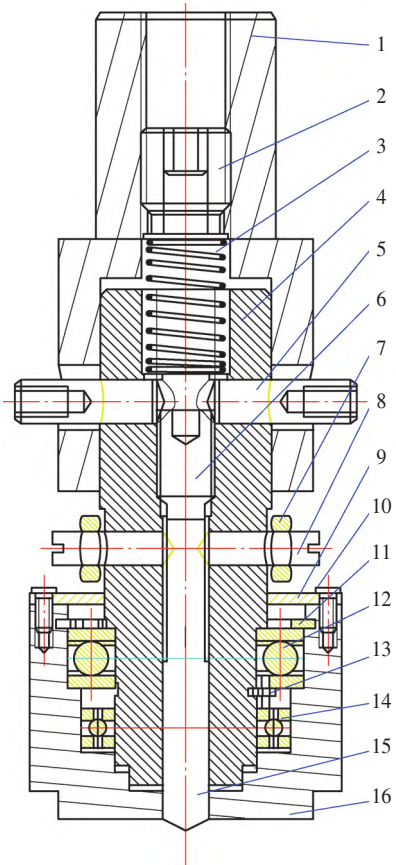


图3 技术装置

- 1—导向套 2—弹簧力调紧螺钉 3—切削压紧弹簧
4—倒角器本体 5—导向销 6—倒角限位螺钉 7—锁紧螺母
8—钻头锁紧螺钉 9—防尘盖 10—防尘盖螺钉 11—孔用挡圈
12—单向推力球轴承 13—轴用挡圈 14—深沟球轴承
15—倒角钻头 16—定位套

主要部件包括导向套，导向套内装有切削压紧弹簧、压簧调整螺钉以及装置本体。装置本体上部装有对称导向销5，与导向套1上对称U形滑槽配合使用；装置本体内有倒角钻头15、倒角限位螺钉6、钻头锁紧螺钉8及锁紧螺母7；装置本体下端外部装有定位套16，定位套内装有单向推力球轴承12、深沟球轴承14、挡圈11和13等组件。装配时，依次将推力球轴承12、轴用挡圈13装入装置本体；再把深沟球轴承14装入定位套；然后将深沟球轴承14及定位套16一起装入装置本体4，最后装入孔用挡圈11及防尘盖。倒角钻头15可根据工件倒角大小要求，配合锁紧螺钉8及倒角限位螺钉6调整大小，并配合锁

紧螺母7锁紧刀具。之后将切削压紧弹簧、装置本体配合导向销装入导向套，最后利用切削压紧弹簧调整螺钉调整轴向切削力，确保倒角时有足够的轴向切削力。

工作时，将装置装入数控机床刀柄，由数控机床传递转矩。首先确认待加工产品螺纹孔端面距离夹具（机床工作台）的高度变化范围。然后对刀，使装置刀具的合格倒角 $\leq$ 螺纹端面的最小高度。按照工件要求编好加工程序。

数控机床进行倒角加工时，当被加工产品凸台高度处于毛坯变差最小值时，装置在机床主轴带动下接近螺纹孔端面，定位套与工件接触时，装置本体不再下移，完成倒角。此时，定位套16与工件凸台上端面接触，在摩擦力作用下，定位套16停止转动，避免其与工件凸台端面因转动而形成划擦伤，而倒角刀在机床主轴带动下沿轴承14和12继续转动，完成倒角切削。

当工件毛坯凸台高度超出机床设定最小值时，装置在机床主轴带动下接近螺纹孔端面，定位套与工件凸台螺纹孔端面接触时，装置本体（刀具）不再下移，定位套在摩擦力作用下停止转动，防止与工件凸台端面转动造成划擦伤。倒角刀在机床主轴带动下沿轴承14和12继续转动，完成倒角切削。此时机床主轴参数Z值未走完（机床设定有最小值），会继续下行，直至参数Z值走至设定的最小值。在此过程中，由于工件固定及机床主轴下移，克服装置内切削压紧弹簧3的压缩弹力，迫使装置本体4带动刀具及定位总成沿导向套1向上移动（定位总成在导向销5作用下，在导向套内只能沿对称的U形滑槽做轴向上下移动），直至走完定位套与工件接触后的Z值剩余参数值，即机床设定的最小值。在此过程中，定位套保证倒角刀与工件凸台螺纹孔端面间距不变，从而确保倒角深度一致。

同理，将装置中的刀具15更换成钻螺纹底孔用的钻头，即可实现产品螺纹底孔钻孔深度的精准控制，保证钻孔深度一致^[3]。

同理，将装置中的刀具15更换成加工螺纹的丝锥，需加长本体4在导向套1内的移动长度（如图4所示，以2mm标注。注：这里的2mm指的是本体4在导向套1内轴向的移动距离，视被加工凸台高低变差而定，移动距离 $\geq 1.5\text{mm}$ 变差），使其长度达到 ≥ 6

倍螺距。在攻螺纹参数设置时,攻深的起始参数设置在工件被加工螺纹孔凸台面 ≥ 2 倍螺距,攻螺纹时使丝锥在弹簧3作用下能够提前进入被攻螺纹的孔口,自动克服伺服的失步风险。此时,若被加工螺纹孔凸台面高于或低于标准高度,丝锥带动本体4在导向套1内做上下移动,克服被加工凸台面变差带来的螺纹攻深变差问题,实现产品加工螺纹深度的精准控制,保证攻螺纹深度一致。

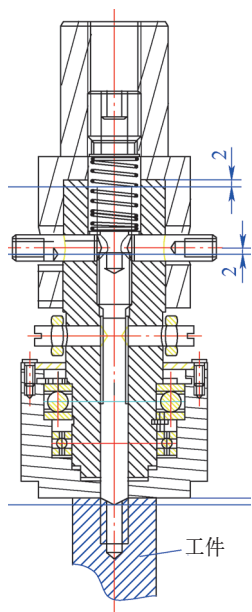


图4 2mm标注示意

该装置配套数控机床,可完成不同产品不同孔径的毛坯端面(端面不需要加工)螺纹孔加工,确保钻孔深度、螺纹攻深和倒角大小的一致性。同时,结合数控机床刀库及快换刀柄实现自动换刀,特别适于批量生产加工,具有较强的通用性及广泛性。

4 结束语

因工艺与设计方案得当,工件调试切削时,机床传递转矩平稳可靠,该螺纹孔加工装置旋转稳定,有效避免了刀具振动,使得机床和刀柄现有的刚性和强度完全满足工件的加工工艺要求。螺纹孔加工装置切削轻快,切屑排出流畅,螺纹孔深度、螺纹攻深、孔口倒角深度以及表面粗糙度均符合图样要求。使用中产品质量稳定,调试验收一次成功,极大提高了产品的螺纹加工质量和生产效率,完美解决了产品毛坯面(不需加工的端面)螺纹孔加工质量问题,达到了预期效果。

参考文献:

- [1] 蔡春源, 杨文通. 机械零部件设计手册[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1994.
- [2] 朱耀祥, 浦林祥. 现代夹具设计手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2009.
- [3] 陈宏钧. 实用机械加工工艺手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.

MW 20250213

《金属加工(冷加工)》“工匠故事”栏目征稿

为传承老一辈工匠的优良传统,彰显新时代工匠的拼搏精神,《金属加工(冷加工)》开设“工匠故事”栏目,文章内容以倡导和弘扬“工匠精神”为主题,以解决生产技术难题为主线,言之有物、物为所用,用多种形式来呈现和讲述创新技艺、传承工匠精神的匠心故事。

(1) 报道对象 在生产实践中作出突出贡献的高级技师、技能大师、劳模、技术大咖等均可为主要报道对象,可以写自己或写别人,以解决技术难题为主线。

(2) 主要内容 以融入技术的多种形式,记录那些具有倡导和弘扬“工匠精神”的行业人物及故事,突出言之有物、物为所用,以利传承与激励。

(3) 栏目格式 具体栏目格式请扫描二维码查看。

(4) 投稿网址 <http://www.mw1950.com/manuscript>

(5) 栏目联系 曹胜玉 13683585307 (同微信)

