

不锈钢薄壁工件的铣削

西安航空动力控制公司 (陕西 710077) 杨振华

不锈钢薄壁工件的机械加工是一个相当棘手的难题, 由于自身的刚性差, 在装夹时受到夹紧力作用, 铣削时受到铣削力作用, 很容易造成工件变形, 进而严重影响工件的形位公差; 材料为不锈钢的工件在铣削过程中很容易粘刀, 使刀具表面形成积屑瘤, 刀刃变钝, 很难提高工件表面质量, 这些因素严重影响了不锈钢工件的加工质量。

1. 工件结构和工艺性分析

本单位承接了一种固定器, 此工件结构属于薄壁类工件, 材料为303不锈钢, 铣削部分主要为两处半圆槽和 (28.45 ± 0.025) mm 尺寸, 两边对称度在0.03mm以内; 两处半圆槽精度要求 ± 0.03 mm, 对称度在0.03mm以内, 半圆槽中心对C面平行度在0.03mm以内; 图样要求工件表面粗糙度值 $R_a=1.6\mu\text{m}$, 如图1所示。

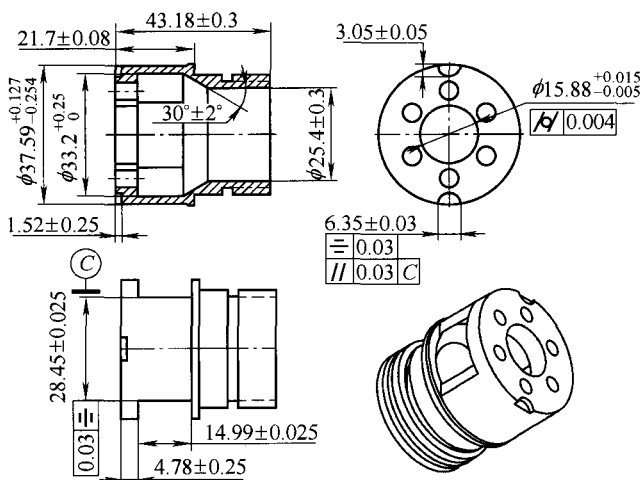


图 1

这样的工件本应选择加工精度高的数控机床完成加工。但考虑到本批工件为试验件 (数量8件) 和本单位现有设备状况, 从生产进度和制造成本等

方面考虑, 利用现有普通铣床 (X8230), 采用万能加工方法, 既要保证工件的尺寸和形位公差, 又要保证工件不变形, 为节约成本和后期的批量生产奠定基础。因此, 笔者根据工件实际加工情况, 主要从装夹方式和工装、选择刀具和铣削用量, 消除加工变形等方面解决该工件的加工难点。

2. 工装夹具的设计

该工件在铣削加工中, 半圆槽和铣扁尺寸要求严格, 两部分位置均在180°方向上, 对称度及平行度要求较高, 考虑到铣扁部分壁厚仅为2.2mm, 工件内孔30°斜面最薄处壁厚仅为1.0mm, 多次装夹、松开, 受到夹紧力作用和工件内应力释放, 容易引起工件外形变形, 难以保证工件的形位公差。因此, 选择一次装夹完成整个铣削加工。

工件的铣削加工采用如图2的装夹方式进行, 工装由定位销轴、螺母、垫片与分度头组成。使用工装前, 车工工序将右端内孔 $\phi(25.4 \pm 0.3)$ mm 车为 $\phi(25.4 \pm 0.015)$ mm, 作为铣床工装的定位孔。定位原理是: 工件的内孔 $\phi 15.88$ mm 和 $\phi 25.4$ mm 与工装的定位销轴 $\phi 15.88$ mm 和 $\phi 25.4$ mm 配合, 用螺母压紧。工装固定在机床分度头卡盘上, 此装

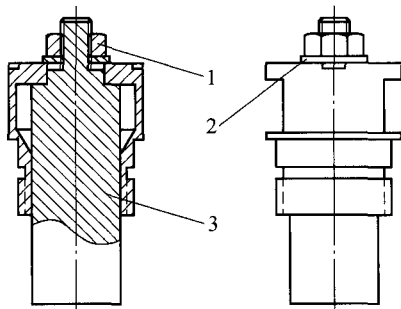


图 2

1.螺母 2.垫片 3.定位销轴

夹定位方式限制了工件的5个自由度。另外,采用工装的定位销轴定位避免了工件在铣削力影响下, $\phi 37.59\text{mm}$ 外圆发生变形的可能。

装夹过程是先将定位销轴装入分度头卡爪中夹紧,拉直其侧母,保证 $\phi 15.88\text{mm}$ 和 $\phi 25.4\text{mm}$ 外圆中心与主轴中心同轴度在 0.02mm 以内,装入工件,备紧螺母,完成工件装夹定位。

3. 刀具和铣削用量的选择

铣削刀具应具有高的硬度和耐磨性、好的耐热性、高强度和好的韧性。根据工件材料、尺寸、加工特点和刀具材料选择原则及加工成本考虑,加工半圆槽采用 $\phi 6.35\text{mm}$ 机夹硬质合金立铣刀,铣扁部分使用 $\phi 14\text{mm}$ 硬质合金T形槽铣刀。

铣削用量包括铣削厚度、铣削速度和进给量。从铣削工艺技术要求来说,粗铣加工时,主要以去除余量和提高铣削效率为目的,对工件加工精度要求不高,在机床动力和工艺系统刚性、强度允许并具有合理的铣刀寿命的条件下,优先采用较大的吃刀量;其次是选择较大的进给量,最后选择适宜的铣削速度。精铣加工时,主要为了保证加工精度和表面粗糙度,对工件加工精度要求较高,铣削层深度一般选的较小,并且工件铣削层宽度应尽量一次铣出,再根据表面粗糙度和加工精度的要求选择合适的每齿进给量,最后根据铣刀的寿命和工艺系统刚性确定铣削速度。

结合该工件加工方式和刀具选用,粗加工时,取铣削吃刀量小于 12mm ,每齿进给量 $0.2\text{mm}/\text{Z}$,铣削速度 $50\text{m}/\text{min}$;精加工时,取铣削吃刀量为 $1\sim 2\text{mm}$,每齿进给量 $0.08\text{mm}/\text{Z}$,铣削速度 $100\text{m}/\text{min}$ 。

4. 加工方式

(1) 铣扁加工 将工件装入工装中,按工艺要求找正工件,备紧螺母。用 $\phi 14\text{mm}$ 硬质合金T形槽铣刀铣扁($28.45\pm 0.025\text{mm}\times 14.99\pm 0.025\text{mm}$),选择合理的铣削速度、铣削用量和切削液,先粗铣尺寸均留 0.5mm 余量,用分度头转动 $40/\text{Z}$ (20 圈为 180°),铣削另一扁,完成粗铣加工。精铣时,用同样加工方式保证尺寸要求。

(2) 半圆槽加工 在刀架处装夹杠杆表,找正工件中心在 0.01mm 以内,并在机床导轨上垫 50mm 块规,吸磁力表架,使表头接触块规,将表

盘对零后,取下块规为加工工件做精确保障。先用 $\phi 6\text{mm}$ 立铣刀粗铣加工,均留 0.2mm 余量,再用 $\phi 6.35\text{mm}$ 机夹硬质合金立铣刀铣半圆($6.35\pm 0.03\text{mm}\times$ 深 $(1.52\pm 0.25)\text{mm}$;旋转 180° 方向铣另一处半圆槽,选择合理的铣削速度、铣削用量和切削液,采用先粗铣后精铣完成半圆槽加工,保证尺寸达图样要求。

5. 加工变形分析

该工件在定位装夹过程中,采用销轴轴向定位压紧方式,避免了工件径向受力,确保了工件直径方向,特别是薄壁部分的尺寸精度,解决了工件的受力变形。

铣削加工中的铣削力主要来源:一是铣削形成过程中,克服铣削变形区材料弹性变形及塑性变形所产生的抗力;二是克服刀具与切屑及工件表面之间的摩擦阻力所需的抗力。铣削用量中铣削厚度和进给量,通过铣削面积和单位铣削力的变化影响铣削力。但对于不锈钢材料来说,它的耐热性好,高温强度高,加工硬化倾向大,进一步增加了铣削力。

各种资料记载和大量实践证明:铣削厚度和进给量同时增加时,变形抗力和摩擦阻力增大,铣削力也随之增大;当铣削厚度增加一倍,铣削力约增加一倍,当进给量增加一倍,铣削力只增加 70% 左右。因此,在加工过程中,满足工件要求的情况下,尽可能选择较大的进给量和较小的铣削厚度。

在粗铣加工时,铣削量大、产生的热量多、铣削区温度升高快,但对表面质量要求不高,因此选用以冷却为主,并具有一定清洗、润滑和防锈作用的低浓度乳化液或水溶液连续、充分地浇注;在精铣加工时,铣削量少、产生的热量少,而对工件表面质量要求较高,所以选用以润滑为主,并具备一定冷却作用的切削油。

6. 结语

在工件加工中,充分了解工件材料特性和结构特征,认真分析工件加工难点,逐一解决,合理设计专用夹具,灵活运用,选择正确的刀具和铣削用量,就能完成工件加工,满足工件的质量和技术要求。MW

(收稿日期:20111224)