

某型框架零件加工工艺研究

■ 中航工业金城南京机电液压工程研究中心（江苏 211106）张 婷

摘要：本文从工艺角度对某型框架零件的加工难点、装夹方法及高精度尺寸保证进行了细致的分析，并就该零件的工序安排、夹具的设计及加工方法的选择进行了详细的论述，采用综合加工技术，保证了产品质量和较高的加工效率。



1. 技术要求

某型框架零件是特大型薄壁件（见图1），材料为6061铝板料，零件轮廓尺寸约为850mm×360mm×20mm（长×宽×高）。该零件空间尺寸较多，并有很多精度要求高的形位公差，定位装夹困难，加工难度大。该零件面平面度要求小于0.1mm、小孔位置度要求小于 $\phi 0.08\text{mm}$ 、大孔位置度要求小于 $\phi 0.05\text{mm}$ ，加工变形大，工件刚性差，加工周期长，加工精度难保证。本文分析了该零件的工艺特点、技术难点，从指定工艺加工策略，到夹具、刀具和切削参数等方面进行阐述。

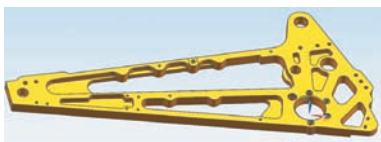


图1 某型框架三维图

2. 工艺性分析

零件尺寸要求如图2所示。分析认为，该零件存在以下工艺难点：

（1）加工时产品刚性差，加工变形大。因材料为铝合金，在相同条件下，其加工热变形比钢件大得多，切屑不易分离。在切削过程中容易粘附在刀刃上，产生积屑瘤，影响切屑的顺利排出。同时该零件腔型结构薄又长，加工时刚性差，在加工过程中易发生变形，在垂直于走刀方向上由于切削力作用发生强烈的切削振动。

（2）定位装夹困难，加工周期长。合理的装夹方法可有效减少切削力和加工变形。夹具

是机械加工系统中起定位和约束工件作用的子系统，对于刚性较差的铝合金薄壁工件，夹紧力是引起零件变形不可忽视的一个因素，在加工过程中，夹紧力和切削力之间的波动效应产生耦合作用，引起加工残余应力的重新分布，影响工件变形。因工件长而宽，加工需大型设备，专用夹具重而大，所以尽量不采用。采用垫块和压板压紧（几个点），每次加工需校中心和校平X轴向及平面，效率低。

（3）加工精度高，平面度和位置度难保证。零件要求B面平面度0.1mm、小孔位置度 $\phi 0.08\text{mm}$ 、大孔位置度 $\phi 0.05\text{mm}$ 。

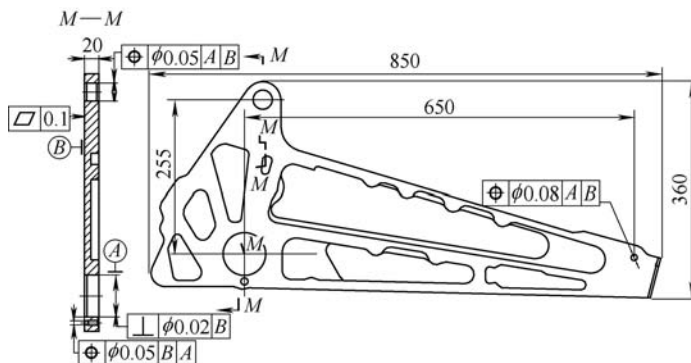


图2 零件尺寸要求

根据产品的结构特点,选择在铣削工作行程长超过1 200mm、宽超过500mm的立式加工中心和五轴加工中心上加工。工艺要解决的关键点是减小铣削加工时产品的变形。

3. 合理安排工序

加工工艺流程为:粗加工→去应力→校平→半粗加工→去应力,冰冷处理→半精加工→去应力→精加工至成品尺寸。正反两面余量分配按单面粗加工2mm、半粗加工2mm、精加工0.5mm,且两面加工余量必须相等。由于粗加工热处理后工件变形3~4mm,必须通过校正处理减小再次加工变形,在压力机上校正至1mm以内,再进行去应力处理。

4. 装夹方式

根据薄壁大件的结构特点,通过适当减少压紧力大小,增加压紧力的数量来减少零件的装夹变形,改变夹紧力(支撑力)的施加位置,将夹紧力作用于刚性好的表面。

(1) 该框架零件平面度要求较高,且装夹压紧困难,因此利用两端原材料的废料以及在工件上选择合理位置留有工艺搭头用作压板压紧使用(见图3)。

(2) 用等高块和压板作支撑和压紧装置,这样既方便加工、又方便装夹,节省工装,能有效地加强辅助支撑,增大铝合金薄壁大件的刚性,从而有效地减少

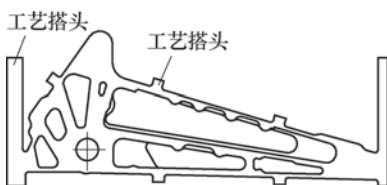


图3 零件工艺凸台示意图

加工振动和加工变形。

(3) 采用数控高速铣削时,压紧方式改为侧面压紧。因数控高速铣是微切,加工变形小、效率高,所以其压紧方式以侧压为主,原工艺搭头取消。

(4) 分步分层环切铣削。由于薄壁零件本身定位夹紧支点跨度大、刚性较弱,高速铣削时在径向铣削的作用下在Y方向上发生振动,增大进给量、切削厚度就会使应力增大,变形也增大,同时侧面易产生振纹,所以,正反两面铣削加工时,每面切削厚度不能一次定位装夹铣到尺寸,要分余量加工,该型零件面留0.5~2mm余量较合理,每层加工去除余量0.1~0.5mm较合理,同时铣平面时应交叉铣削至尺寸,两面切削量对等铣削,变形相对减小。对一批产品而言,循环铣削能起到自然时效的目的。为防止摆放变形,将工件直放,不要平放,最好用绳挂起来,避免变形。

5. 数控高速铣削

数控高速铣就是在数控高速加工中心上,提高主轴转速,加大进给速度及减小切削深度(微切),以显著减少加工中的切削力和切削热量,从而大大减小零件的变形,提高加工效率和精度。该型零件高速铣削主轴转速选择12 000~15 000r/min较合理。

6. 结语

该零件成品经整体装配试验成功后,验证了现行工艺的正确性及可行性。可得出如下结论:粗精加工分开、穿插热处理实效去应力、正确的装夹定位方式以

及合理的铣削加工方式能有效减小或消除应力变形,保证产品质量,提高加工效率。该工艺方案对于其他类似框架类零件的加工具有很好的参考价值。

参考文献:

- [1] 侯书林, 朱海. 机械加工工艺基础[M]. 北京: 北京大学出版社, 2011.
- [2] 范崇洛. 机械加工工艺学[M]. 南京: 东南大学出版社, 2009.
- [3] 石从继. 数控加工工艺与编程[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2012.

MW (收稿日期: 20170531)

专家点评



本文所述零件为板状,且尺寸较大,加工精度较高,机加过程中受切削力等影响变形较大,加工精度难以保证,作者通过加工工序、装夹方式等的合理改进,较好地控制了加工变形,保证了加工精度。