

解决铝合金加工变形的办法

李 鹏

(中国电子科技集团公司第27研究所,河南 郑州 450005)

摘 要:铝合金材料在现代工业中的应用非常广泛,但是,使用传统的加工方法加工铝合金材料存在零件变形的题目。本文从先进加工方法、加工刀具、热处理方法几个方面探讨了解决铝合金加工变形的办法。在加工余量一定的情况下,每次加工的余量越小,反转的次数越多,则工件加工后变形越小。在加工过程中如果利用切削液进行冷却,效果更好。

关键词:铝合金;变形;加工方法;刀具;热处理

中图分类号:TG 146.21 **文献标志码:**A

Resolutions of Aluminum Alloy Processing Distortion

LI Peng

(The 27th Research Institute of CETC, Zhengzhou 450005, China)

Abstract: The aluminum alloy materials have been widely used in the modern industries. However, there exists the problems of distortion when these kinds of materials are processed with the traditional processing techniques. This article is expounded such aspects as the advanced processing methods, the processing cutting tools and the methods of the heat-treatment so as to solve the problems of the distortion when the aluminum alloy materials are processed.

Key words: Aluminum alloy, Distortion, Processing methods, Cutting tools, Heat-treatment

铝合金材料在现代工业中的地位非常重要。具有比重小、强度较高、导电导热性好、耐蚀、可焊的特点。但是,铝合金材料也存在加工后零件容易变形的题目。

引起零件加工后变形的主要原因是加工后零件内应力起了变化。零件内应力是由于内部宏观或微观的组织发生了不均匀的体积变化而产生的。具有内应力的零件处于一种不稳定的状态,其内部组织有强烈地倾向要恢复到稳定的没有内应力的状态,即使在常温下,零件也在不断地进行这种变化。具有内应力的零件由于内应力暂时处于相对平衡的状态,在短期内还看不出有什么变动,但在去除某些表面部分后,就打破了这种平衡,内应力重新分布,零件就出现了变形。

零件的变形直接影响到零件的使用性能。在传统的加工方法中,影响零件变形的因素主要是热变形和冷变形。具体到切削加工中,影响零件变形的的主要因素是切削力、切削热和夹紧力。切削热可以引起铝合金材料的热变形,切削过程中施加在零件上的夹紧力可以引起铝合金材料的冷变形,而切削力的大小直接影响到切削热和夹紧力的大小。

1 利用先进的加工技术解决铝合金的加工变形

先进的加工技术之所以能够较好地解决铝合金材料的加工变形问题,主要是先进的加工技术与传

统的加工技术相比有效地解决了零件加工过程中零件的切削力、切削热和夹紧力的问题。

1.1 高速切削技术

在常规切削速度范围内,切削温度随着切削速度的提高而提高到一定值后,切削温度不但不会上升反而会降低,这个速度值与零件材料的种类有关。

一般认为高速切削速度是常规切削速度的5~10倍。铝合金材料高速切削的速度范围在1 500~5 000 m/min。高速切削技术相对传统切削加工技术切削力降低了30%,留于零件的切削热降低了90%。使用圆柱铣刀对铝合金材料进行高速铣削时,应选用较大的径向背吃刀量(约为刀具直径的40%~80%)和较小的轴向背吃刀量(小于刀具直径的30%)。高速铣削铝合金材料时,在金属去除力恒定的情况下,选用较小的轴向背吃刀量和较大的径向背吃刀量更为有利。

1.2 电流变(ER)技术

电流变技术是当代新兴的和有广阔应用前景的高新技术。电流变技术的理论基础是利用某些特殊的液体,在电场作用下产生电流变效应,这种效应的特征即在电场的作用与控制下,液体的粘度立即敏感地变化和快速地增长,直至在某一电场强度下停止流动并达到固化,具有固体的属性,即具有抗剪切能力。

使用电流变技术,液体到固体或者是固体到液体,整个过程可逆、可控。

应用电流变液体,可以在不加电场时确定好零件的加工位置,施加电场后,零件就被准确定位和安装。因此,无需夹紧力,变形小,精度高。

1.3 激光加工技术

激光加工技术与传统加工方法相比具有传统加工方法所不具备的特性。激光加工是非接触加工,对零件无直接冲击,加工过程中无“切削力”作用于零件,零件夹紧力很小,基本上无冷变形。激光加工过程中,激光束能量密度高,加工速度快,对零件不加工区域没有影响,或影响极小,因此其热影响区小,零件热变形小。

1.4 其他先进加工技术

除激光加工技术外,还有其他非接触加工的加工方法。比如,水射流加工技术,超声波加工技术,离子束加工技术,等离子体加工技术,线切割加工技术。与激光加工技术一样,这些加工方法同样具有冷变形和热变形小的特点。

2 利用切削刀具解决铝合金的加工变形

与黑色金属相比,铝合金材料在切削过程中产生的切削力比较小,可以采用较大的切削速度,但容易粘刀,形成积屑瘤。铝合金材料的导热系数高,切削时由切屑和零件传出去的热量较多,切削区温度较低,所以刀具耐用度较高,但零件本身温升较快,容易引起变形。因此,选用合适的刀具材料,在刀具材料的基础上选择合适的刀具角度,并提高刀具的表面粗糙度要求,对降低切削力和切削热十分有效。

类金刚石碳(DLC)涂层的主要成分为碳,是一种兼有高硬度和优异摩擦性能的非晶体硬质薄膜。在没有润滑剂的情况下,摩擦因数也很低($\mu = 0.005 \sim 0.2$)。DLC涂层不仅摩擦因数小而且抗粘附性好,硬度高,耐磨性强。DLC涂层刀片与普通硬质合金刀片相比,从轴向分力、径向分力和进给力来看,DLC涂层刀片均优于未涂层刀片,尤其是轴向分力约降低2/3。

聚晶金刚石(PCD)刀具材质稳定,使用性能可以预测,比天然金刚石刀具更适用于加工铝合金材料。PCD具有目前最高的硬度和耐磨性,可以磨削出锋利的刀刃,有很好的导热性,线膨胀系数很小,摩擦因数也小。采用PCD刀具加工铝合金时,由于PCD刀具表面与金属亲和力小,且刀具一般抛光成镜面,不易产生积屑瘤,加工尺寸稳定,表面质量好。在 $Ra0.02 \sim 0.32 \mu m$ 的条件下,可获得5~7级精度。

3 利用热处理解决铝合金的加工变形

消除铝合金材料加工应力的热处理方法主要有:去应力退火、再结晶退火、均匀化退火、时效。

对于结构比较复杂的零件,工艺路线可以是:粗加工→热处理→精加工。

对于结构复杂的零件,工艺路线可以是:粗加工→热处理→半精加工→热处理→精加工。

对于结构复杂,精度要求高的零件,在粗加工和半精加工后安排热处理工序的同时,可以在零件精加工工序后安排稳定化热处理工序,防止零件在放置、安装、使用过程中发生微小的尺寸变化。

4 利用冷处理解决铝合金的加工变形

解决铝合金加工变形的冷处理方法主要有振动时效和人工冷校形。振动时效是利用机械方法使零件振动,在振动过程中应力得以松弛或重新分布达到稳定尺寸的目的。与热处理相比,振动时效有节能、生产周期短、生产费用底等优点。人工冷校形是指零件加工变形后,由人工对变形零件进行校形。一方面通过施加外力对零件校形,另一方面,通过不断的施加外力达到内应力释放的目的。

5 解决铝合金硬铝板料变形的实例

铝合金硬铝板料在淬火后内部存在很大的内应力。一般而言,板料越厚残余应力越高。这种残余应力如果不消除,经过一段时间后板料会发生严重的翘曲。不仅如此,残余应力还会增加机械加工时的变形。

机柜的面板一般采用厚度在6 mm以下的LY12-CZ板,面板要求表面美观。通常情况下,面板要进行表面处理。由于硬铝(LY12-CZ)板料表面的包铝层对表面处理(主要指电镀)后面板的美观有一定的影响,因此,面板表面一般不进行机械加工。由于板料可能有一定程度的翘曲,因此一定要进行校平处理。校平采用热校平。所谓热校平就是将面板用上、下2块钢板夹紧,加热到硬铝再结晶退火温度,既达到校平的目的又达到再结晶退火的目的。与冷校平相比,热校平的优点在于不会损伤表面,同时,经过热校平的面板,尺寸稳定性好。相对冷校平,由于避免了在校平过程中工具对零件表面的敲击,热校平后零件的表面质量明显好于冷校平零件的表面质量。

硬铝板料在轧制后表面产生压应力,而心部则呈拉应力状态。如对板料表面进行切削加工,由于板料表面拉应力的变化,则可能引起零件翘曲。对

22 t/h 铝锭堆垛机机体振动分析

芮执元,王 帅

(兰州理工大学,甘肃 兰州 730050)

摘 要: 铝锭堆垛机机体是铝锭堆垛机重要的构件之一,是码垛小车、反转机构、整列机构及其他部件的主要承载体,机体在堆垛机工作过程中如果产生较大变形和振动将直接影响堆垛机的性能。因此,对铝锭堆垛机的振动分析研究是十分必要的,分析 22 t/h 铝锭堆垛机的振动情况,给出堆垛机机体设计的合理性。

关键词: 铝锭堆垛机机体;振动;分析

中图分类号: TP 202.1 **文献标志码:** A

The Vibration Analysis for the Framework of the 22t/h Stacker

RUI Zhiyuan, WANG Shuai

(Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China)

Abstract: The framework of the stacker is one of the important components, which is the mainly carrier of the stacking dolly, overturn organ ranking up-down organ and other parts. It is harm to the continuous stacker, if the framework has large deformation and vibration during the machine working. So it's necessary to study the deformation & vibration of the frame and analysis the vibration of the 22 t/h stacker, in order to design structure and dimensions correctly, and gives the framework design is reasonable.

Key words: The framework of the stacker, Vibration, Analysis

铝锭堆垛机是铝锭连铸生产线的关键设备,它的作用是将冷却运输机送来的铝锭按照设定的程序进行堆垛,主要由翻转装置、牵引整列装置和堆垛小车 3 部分组成。1) 翻转装置:按照堆垛的要求对铝锭进行翻转 180° 的装置。2) 牵引整列装置:将翻转装置出来的铝锭拉到整列机上进行整列。3) 堆垛小车:将整列的铝锭码放成垛。由于生产效率的提高,铝锭生产由 16 t/h 提高到 22 t/h,要求堆垛的速度更高,其中堆垛小车高速的前后运动过程中,由于产生起动、加速、匀速、减速直到停止的复合运动(8 s 一个循环),造成对堆垛机机体振动,尤其是在堆垛机顶部的操作台上,感觉非常明显。为此,堆垛小车高速化后对机体的振动分析是必要的。

1 堆垛小车运动对机体顶部的挠度分析

于设计精度要求不高的零件(例如垫板、支撑板),也可采用不需热处理的简单方法。即在板料加工余量一定的情况下,采用上下平面去除余量均等的原则,在上平面去除 δ 厚度的余量,然后翻面重新装夹,去除另一面 δ 厚度的余量。加工时采用初加工去除较大的余量,然后梯次减小的原则。在加工余量一定的情况下,每次加工的余量越小,反转的次数越多,则工件加工后变形越小。在加工过程中如果利用切

铝锭堆垛机机体为桁架和支架结构,其结构件包括钢板、角钢、槽钢、方钢,4 立柱为方钢,4 地脚有地脚螺栓固定于地面。由于码垛小车是造成机体振动的主要原因,所以必须对码垛小车进行分析。

码垛小车和机体的受力简图如图 1,机体简化为双立柱等截面梁。

将夹具小车在加(减)速过程中对机架的影响可理解为空中悬臂梁受力,根据弹性力学,刚体位移(与形变无关的位移)可用以下方程式表示:

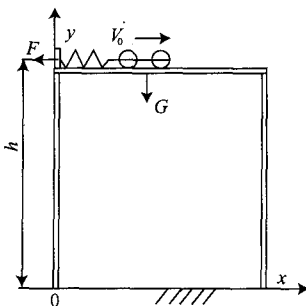


图 1 小车和机体受力简图

削液进行冷却,效果更好。

作者简介:李鹏(1964-),男,学士,工程师,主要从事电子机械加工方面的研究及应用。

收稿日期:2008 年 10 月 20 日

责任编辑 吕德龙