

# 高硅氧纤维/酚醛复合材料产品的铣削加工工艺研究

冯周舟 周思齐 王 乐

(西安航天复合材料研究所, 西安 710025)



**摘要:** 针对高硅氧纤维/酚醛复合材料隔热方块在传统加工过程中出现的产品掉渣、崩块等问题提出了一种新的工艺方法, 通过设计合理的组合工装, 改善产品装夹方式, 避免了产品加工过程中出现明显的应力集中, 有效解决了产品外观质量问题, 有利于该类产品生产效率的提高。

**关键词:** 高硅氧纤维/酚醛复合材料; 装夹方式; 组合工装

**中图分类号:** V461 **文献标志码:** A

## Research on Milling Process of High-Silica Glass Fabric/Phenolic Materials Products

Feng Zhouzhou Zhou Siqi Wang Le

(Xi'an Aerospace Composites Research Institute, Xi'an 710025)

**Abstract:** In order to solve the problems such as drop piece and dregs of high-silica glass fabric/phenolic materials exothermic blocks during the traditional processing, this paper introduces a kind of new process method. By designing reasonable modular tooling and improving product clamping way, it avoided the obvious stress concentration during the processing and effectively solved the apparent quality problems. It is beneficial to improve the production efficiency of this kind of products.

**Key words:** high-silica glass fabric/phenolic materials; clamping way; modular tooling

### 1 引言

高硅氧纤维/酚醛复合材料在导弹中起隔热防热作用, 其制品具有重量轻、比强度高、耐瞬时高温等优点, 是理想的热防护和耐烧蚀材料, 常用于航天航空领域<sup>[1-2]</sup>。制品在加工的过程中可能导致材料出现掉渣、崩块等现象, 不仅影响了产品的表现质量, 在一定程度上还会影响材料的烧蚀防热性能。

同时, 随着型号的批生产, 为保证产品加工质量的一致性, 提高生产效率, 介绍了一种高硅氧纤维/酚醛复合材料组合铣加工技术。

材料, 其结构如图 1 所示。在该隔热方块加工过程中, 首先车削加工, 随后采用铣削加工。

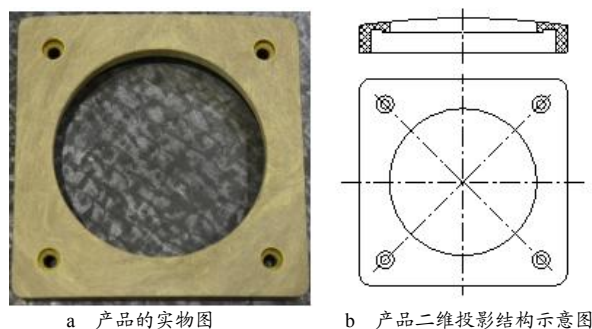


图 1 隔热方块结构图

### 2 加工难点

某批产型号的隔热方块为高硅氧纤维/酚醛复合

在研制初期, 由于生产量小, 铣削加工时, 传统的工艺方法是直接采用虎钳装夹产品, 切削时, 刀具直接切入产品, 由于切削力的作用会造成产品崩块、

掉渣等缺陷<sup>[3]</sup>,如图2所示。这些缺陷导致产品表观质量较差,影响产品使用性能,严重的会造成产品报废。具体加工难点在于装夹困难。高硅氧纤维/酚醛为非均质的复合材料,因整体结合力弱,在受到切削力时发生局部脱落导致掉渣。同时此产品不仅要车加工,还需要铣削加工,产品的轮廓及表面尺寸均难满足设计要求。

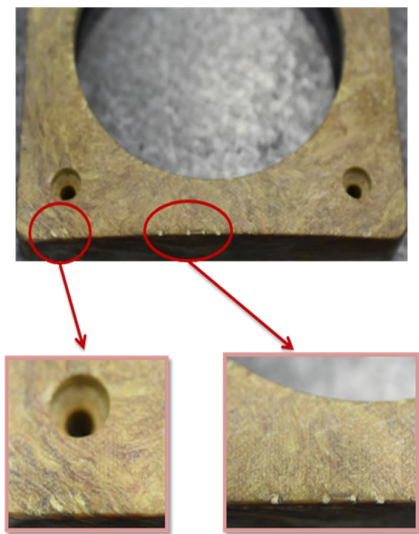


图2 高硅氧纤维/酚醛复合材料掉渣、崩块

### 3 新铣削技术介绍

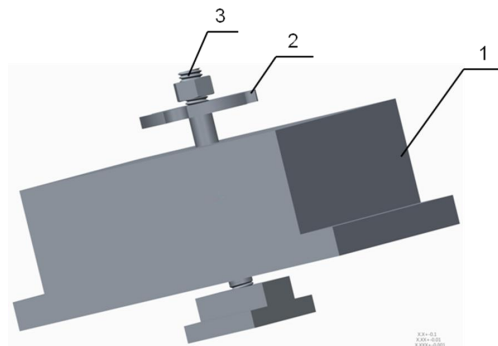
针对上述加工难点,设计出一种新型的组合铣削加工工装。此工装不直接装夹产品,防止材料崩块或掉渣,有效提高了生产效率。

#### 3.1 工装结构

产品的铣削加工分两次加工完成,首先是使用组合工装1加工孔和外轮廓,接下来是使用组合工装2进行表面铣削,如图3所示。组合工装1由三部分组成:1号零件是支撑板,2号零件是上段压板,3号是芯轴组件,由芯轴,T型块和螺母组成,如图4所示。T型块起到了连接机床的作用,芯轴起到了连接其他工装的作用,同时芯轴上端与螺母通过螺纹连接,起到紧固作用。组合工装2由两部分组成:1号零件是内型衬,2号零件是外夹紧环,如图5所示。

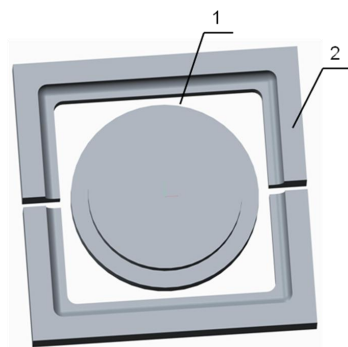


图3 组合工装



1—支撑板 2—上段压板 3—芯轴组件

图4 组合工装1结构示意图



1—内型衬 2—外夹紧环

图5 组合工装2结构示意图

#### 3.2 组合工装1设计要点

支撑板通过设计两侧辅助支板,利用压板固定于机床上,同时上表面内型衬的设计对工件起到支撑作用。上段压板的四个缺口设计有效避开了产品的四个台阶孔位置,防止发生干涉。芯轴通过两端螺纹的设计,连接T型块和螺母,分别连接于机床和起到压紧工件的作用。此防热方块首先加工台阶孔,然后铣削加工外轮廓,加工过程如图6所示。

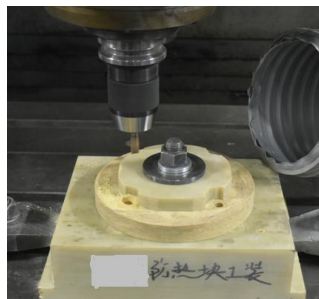


图6 组合工装1加工示意图

#### 3.3 组合工装2设计要点

组合工装2内型衬结构主要是支撑高硅氧纤维/酚醛复合材料防热方块的内型。外夹紧环由两个半环组成,便于拆卸工件;同时通过一圈凹槽设计,在铣削

加工时, 铣刀从凹槽处切入, 避免了材料边缘处的掉渣、崩块。组合工装 2 选用的材料必须是非金属材料, 且硬度要略高于高硅氧纤维/酚醛。使用组合工装 2 对工件表面铣削加工, 且在批量生产时可以快速装卸工件, 加工过程如图 7 所示。

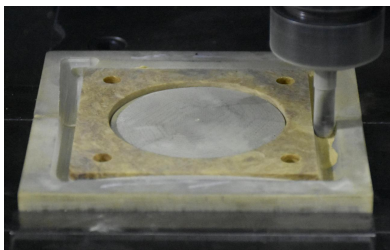


图 7 组合工装 2 加工示意图

#### 4 加工效果

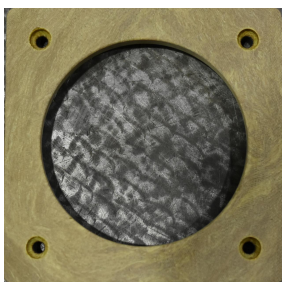


图 8 防热方块加工效果图

(上接第 62 页)

的先决条件。焊前预热不到位、焊后保温不充分，导致马氏体在焊接过程中冷却过快产生。

延迟断裂是焊接接头应力腐蚀失效的典型特征，该缺陷产生的根源在于接头区域受拉应力、腐蚀介质的双重作用。液压缸筒焊接接头焊缝为环焊缝，焊缝及其附近区域存在较高的残余应力；接头随部件进行氧化处理后，在焊接热影响区存在的较大残余应力与表面腐蚀介质的双重影响下，发生应力腐蚀，形成脆性裂纹损伤（陈旧裂纹），后续使用过程中裂纹损伤快速扩展发生断裂。

## 4.2 改讲建议

a. 制定合适的焊前预热和焊后热处理工艺并按要求严格执行。

b. 应选择热能集中、能力密度大的焊接方法。以气体保护焊为好,尤其是钨极氩弧焊,它的热量较易控制,焊接质量易保证<sup>[1]</sup>。

采用组合工装 1、2 对某批产放热方块进行铣削加工，有效提高了产品质量，很好地控制了产品的形位公差和粗糙度。产品无掉渣、崩块等缺陷，满足设计要求，加工效果见图 8。

## 5 结束语

该组合工装适用于高硅氧纤维/酚醛防热方块的铣削加工。通过外夹紧环作为辅助材料,避免了刀具直接切入工件导致的边缘掉渣、崩块等问题。通过两种组合工装的结合使用,大大提高了生产效率及产品质量的一致性,保证了批产型号的顺利交付,达到预期效果。针对相似结构的产品,该工艺技术具有一定的推广意义。

## 参考文献

- 1 林平, 高守臻, 迟淑梅, 等. 金属杂质对高硅氧纤维/酚醛复合材料烧蚀性能质量影响[J]. 化工新型材料, 2013, 41(9): 191~194
- 2 李锦文, 齐风杰, 魏化震, 等. 特种酚醛树脂基烧蚀复合材料的研究[J]. 工程塑料应用, 2007, 35(8): 21~24
- 3 原东霞, 孙晓霞. 高硅氧纤维/酚醛模压制品裂纹的产生原因及控制措施[J]. 内蒙古科技与经济, 2012, 265(15): 87~88

## 5 结束语

通过观察与分析, 接头断裂位置位于焊缝热影响区, 发生断裂的原因是由于焊接接头焊前预热不到位、焊后保温不充分, 导致焊接热影响区出现针状马氏体, 表面发生应力腐蚀, 形成脆性裂纹损伤(陈旧裂纹), 后期焊接热影响区在较大残余应力与表面腐蚀介质的双重影响下, 裂纹损伤发生快速扩展发生断裂。

## 参考文献

- 1 陈祝年. 焊接工程师手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002
- 2 刘群奇, 李平. 40Cr 电动机传动轴轴径的焊补及焊后加工工艺[J]. 煤矿机械, 2010, 31(7): 97~99
- 3 孙燕. ZG270-500 与 40Cr 的焊接[J]. 焊接技术, 2009, 38(6): 58~59
- 4 彭西洋, 王春芬. 40Cr 钢法兰焊接接头断裂原因分析[J]. 新技术新工艺, 2012, 27(2): 77~79