

薄壁复合材料接头成型模的设计

何华锋¹ 高义广² 杨江波¹

(1. 湖北三江航天江北机械工程有限公司, 孝感 432000;

2. 第二炮兵驻 8610 厂军代室, 远安 444200)



摘要: 提出了薄壁复合材料四通接头预浸料铺层+模压的成型工艺方法, 结合 INVENTOR 三维设计软件的“部件衍生功能”, 对薄壁复合材料四通接头成型模具的结构设计和制造控制要点进行了分析和探讨。

关键词: 复合材料; 薄壁接头; INVENTOR; 模具设计

Design of Forming Mold for the Thin-walled Composite Material Four-way Joints

He Huafeng¹ Gao Yiguang² Yang Jiangbo¹

(1. Jiangbei Machinery Engineering Co. Ltd., Xiaogan 432000;

2. The Second Artillery Military Representative of Plant 8610, Yuanan 444200)

Abstract: The paper puts forward the molding technology and method on the prepreg overlaying and molding process for four-way joints of thin-walled composite material. Combining with the derivative function of 3D design software-INVENTOR, it analyzes and explores the key points for the structure design and manufacturing control of forming mold for the thin-walled composite material four-way joints.

Key words: composite material; thin-walled joint; INVENTOR; mold design

1 引言

某型号分离导轨是安装在三级发动机与级间段 II 之间的框架结构, 其作用是在级间段 II 与主体分离时, 使级间段 II 沿导轨滑动, 不与三级发动机喷管发生碰撞, 保护三级发动机喷管不被级间段 II 损伤。作为连接导轨和横杆的四通接头, 技术指标要求为: 尺寸精度高、重量轻、刚性好、耐高温。前期公司采用铝合金机加成型和缠绕成型, 但仍分别存在重量偏大、热环境适应能力差和尺寸精度差的缺点。为此, 项目组反复比较机加成型、缠绕成型及铺层+模压等工艺方案, 综合产品性能、成本、进度等因素, 决定采用铺层+模压的成型方式。成型工艺的关键在模具

设计, 而模具设计的关键和难点在于尺寸控制和脱模。本文结合 INVENTOR 三维设计软件的“部件衍生功能”, 对薄壁复合材料四通接头成型模具的结构设计和制造控制要点进行了分析和探讨。

2 制品结构特点

某型号分离导轨四通接头结构见图 1, 采用碳纤维 (T700) 预浸料铺层+模压成型, 成型后不机械加工, 直接与管件粘接为分离导轨。该零件结构为薄壁小尺寸四通状, 且是变壁厚 ($t=2\text{mm}$ 和 $t=5\text{mm}$), 非常不利于成型和脱模。

作者简介: 何华锋 (1982-), 工程师, 飞行器设计专业; 研究方向: 固体火箭发动机。

收稿日期: 2012-05-02

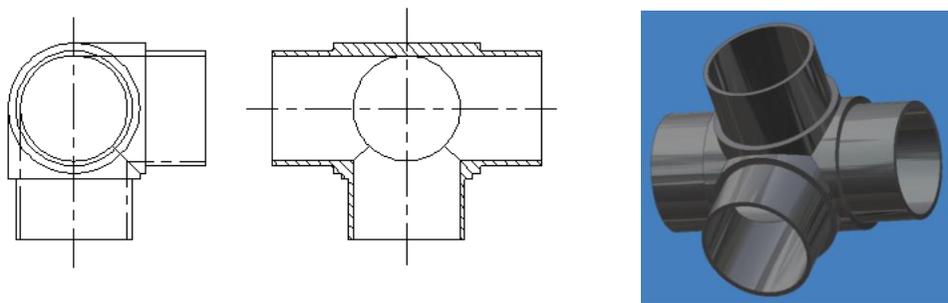


图1 四通接头

3 制品成型工艺方案

3.1 制品的工艺性

制品的工艺性包括制品的几何结构、尺寸精度要求及制品铺层和固化工艺参数等等,分析成型公差是否可以通过模具达到要求,是否需要后续机械加工;分析制品的表面质量和工艺稳定性是否能通过模具有效保证。

3.2 成型工艺方案

通过查阅国内外相关资料,碳纤维复合材料四通接头可以采取 RTM 成型或整体模压后机加、预浸料层压等方法成型。RTM 成型根据预制件的生产工艺又可以分为编织+RTM工艺、碳布铺层+RTM。综合产品性能、成本、进度等因素结合四通接头结构特点和工厂技术水平及设备保证能力,认为采用预浸料铺层+模压的成型工艺方法是可行的方案,具体工艺流程为:清理模具、下料→在芯模上铺层→上/下模对合→加热加压成型→固化、脱模→制件清理、修配。

4 成型模具主要结构

4.1 模具组成结构分析

结合该制品特点,确定模具结构,主要由芯模、上模、下模、定位套和限位环及其他连接螺钉和定位销等组成,具体见图2。

芯模主要用来保证四通接头的内孔成型,其外表面尺寸与制件的内表面结构尺寸相同,采用分件结构可方便拆卸。设计和制造控制要点为:表面粗糙度应尽量低,一般 1.6mm 以下,长度方向设计拔模斜度,为便于脱模,铺层前在其外表面缠绕一层脱模薄膜。其结构见图3。

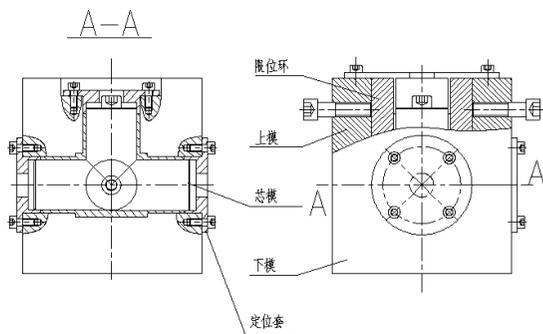


图2 模具主要结构图

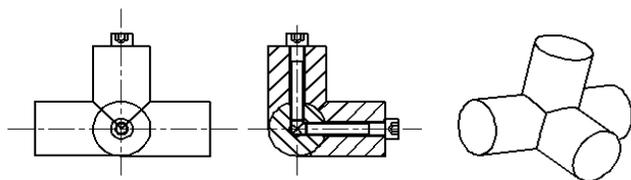


图3 芯模结构图

上模和下模共同组成的型腔形成四通接头的外形,可以保证四通接头的四处相贯型面和台阶一次成型。设计和制造控制要点为:上/下模组合加工来保证尺寸的一致性、上/下模贴合面间隙尽量小,减小或消除制件飞边,型腔表面粗糙度应尽量低,保证制品外观要求并利于脱模。

四件定位套用螺钉装配在芯模与上下模之间,用来保证薄壁四通接头的厚度均匀一致以及精确控制制件各个方向上的长度尺寸。

两个半环形的限位环用来保证芯模铺层后能顺利地进入上模,同时限位环在两个对称的螺钉挤压下保证制件该处的外径。限位环一次加工成型后线切割为对称的两件,线切割间隙尽量小,减小或消除制件飞边。

其他辅助件如上模和下模采用两处定位销来保证位置精度;加热方式:对于结构简单、尺寸较小的

模具，一般采用上下加热板加热，上下加热板分别将热量传递至模具中，保证成型工艺所需的温度要求；设备选用小型 XLB 平板硫化机，能同时满足加热和加压的工艺要求。

5 部件衍生功能在上/下模设计中的运用

目前，PRO/E、UG 等三维设计软件虽然在模具设计特别是在复杂型面模具设计方面具有强大的功能，但其操作过程稍显繁琐，同时占用大量的计算机系统资源。对于四通接头，此类结构相对简单的成型模具并不占优势，为此采用了 INVENTOR 的部件衍生功能对上/下模进行设计。

5.1 部件衍生功能

实际工作中，有时需要将不同的零件组合在一起，形成新的零件。比如铸造、模压用的模型或者诸如某些机箱所用的箱体等一些组焊件。我们把这种将零件组合起来，生成新的零件的方法称为零件布尔运算。INVENTOR 软件将零件布尔运算的功能扩展为部件衍生功能。

5.2 基于部件衍生功能的上/下模设计

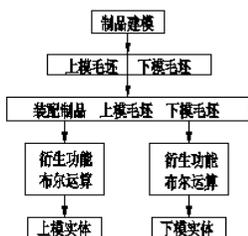


图 4 上/下模衍生过程图

下面按图 4 简要介绍设计过程：

a. 新建三个零件文件，分别为四通接头.ipt、上模.ipt（毛坯）、下模.ipt（毛坯），然后装配为模具.iam。

b. 新建一个零件文件，先直接结束当前草图，进入特征命令状态。单击“衍生零部件”图标：，系统弹出“打开”对话框。选择部件文件：模具.iam，并将其打开。这时，模具部件被引用到零件环境中。显示图 5 对话框：表示对该零件进行“并”运算；表示对该零件进行“差”运算；表示将该零件排除在外，既不进行“并”运算，也不进行“差”运算。

c. 按图 6 进行布尔运算，即分别对上/下模毛坯和四通接头进行并和差运算，系统经过计算得到上/下模实体如图 7。



图 5 部件衍生



图 6 布尔运算

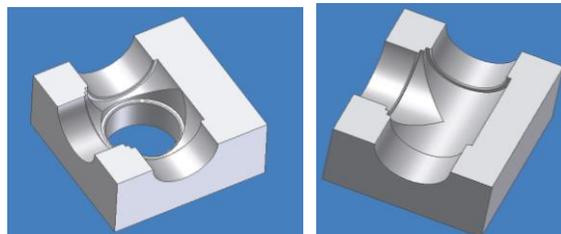


图 7 上/下模实体

6 结束语

该薄壁复合材料四通接头按预浸料铺层+模压的成型工艺方法设计上述模具，成型出的制品外观尺寸及性能满足分离导轨装配和后续承载试验要求，为高性能复合材料管接头成型及 INVENTOR 三维设计软件的部件衍生功能在模具上的应用提供了借鉴。

参考文献

- 1 齐晓杰. 塑料成型工艺与模具设计[M]. 北京：机械工业出版社，2005
- 2 冯炳尧，韩泰荣，蒋文森. 模具设计与制造简明手册[M]. 上海科学技术出版社，1998
- 3 李秦蕊. 塑料模具设计（第 2 版）[M]. 西安：西北工业大学出版社，1991
- 4 胡仁喜，等. Inventor9 中文版机械设计高级应用实例[M]. 北京：机械工业出版社，2005