

大型铝蒙皮蜂窝夹层筒段成型模脱模工装设计

刘艳^{1,2} 沈辉^{1,2} 周琳贇^{1,2} 刘扬^{1,2}

(1 上海复合材料科技有限公司,上海 201112)

(2 上海航天树脂基复合材料工程技术研究中心,上海 201112)

文 摘 分析了筒段产品和筒段成型模的特点,提出用脱模工装实现筒段产品和筒段成型模分离的思想。通过分析脱模工装的技术难点和脱模过程可能出现的状况,介绍了模具的设计和脱模过程。实践表明,此脱模工装结构合理,能满足筒段成型模脱模的需求。

关键词 蜂窝夹层筒段,连接,移动,分离

中图分类号:V461

DOI:10.3969/j.issn.1007-2330.2016.02.020

Design of Mould and Demoulding Fixture For Honeycomb Sandwich Cylinder Made by Large Aluminum Skin

LIU Yan^{1,2} SHEN Hui^{1,2} ZHOU Linyun^{1,2} LIU Yang^{1,2}

(1 Shanghai Composite Material Science & Technology Co.,Ltd, Shanghai 201112)

(2 Shanghai Engineering Technology & Research Center of Aerospace Resin Based Composites, Shanghai 201112)

Abstract This article aimed to analyze the features of the cylinder and the mould of cylinder. An idea was presented that the mould of cylinder and the cylinder could be separated by the demoulding fixture. Through the analysis of technical difficulties about the demoulding fixture and the possible emergence during demoulding, the process of the design and the demoulding was introduced. It had been found that the structure of demoulding fixture was feasible. It could meet the demoulding requirement of the mould.

Key words Honeycomb sandwich cylinder, Connection, Movement, Separation

0 引言

大型铝蒙皮蜂窝夹层筒段(以下简称筒段)产品为带外翻法兰的薄壁圆筒结构,高1 426 mm,外径 $\Phi 3\ 065$ mm,壁厚30 mm,是轨道器的主要结构部件,由上、下端框,内、外蒙皮,铝蜂窝芯等组成,外形尺寸较大,故产品整体刚性较差,容易因磕碰、拉挤等外力引起局部受损而影响产品外观、精度和性能。

筒段产品成型工艺采用在筒段成型模中胶接固化成型。筒段成型模主结构为带加强筋的4片式薄壁型腔模,阴模结构,片与片之间通过螺钉和销钉定位并连接。成型时,型腔模4片先用销钉和螺钉连接成一个整体,连接后在型腔模内壁及上、下端面分别涂覆脱模剂,利用型腔模上的定位结构分别连接筒段产品的外蒙皮和上、下端框,在外蒙皮内侧依次装配

铝蜂窝芯、埋件、内蒙皮等零件,包装袋密封,进热压罐抽真空并打压,完成筒段产品的胶接固化成型。

筒段产品胶接成型后,产品在成型模的内型面,且上下端外翻端框与成型模上下端面紧密接触(图1),此时脱模方向只能为水平向外方向。在研制阶段,产品成型后采用行车和铲车,依靠人力控制,使筒段产品和筒段成型模分离,此法虽然简单,但在分离过程中不可避免地存在非水平方向的侧向分力,此力施加到产品上下端框上,直接影响筒段产品精度,也不易将型腔模拉出;同时,由于筒段成型模尺寸较大($\Phi 3\ 414$ mm \times 1 426 mm),结构质量1 600 kg,在将成型模具拉出的过程中重心难以控制,脱模过程风险较大,为此,在模样阶段需设计脱模工装完成筒段成型模与筒段产品的分离。

收稿日期:2015-10-14

作者简介:刘艳,1967年出生,高级工程师,主要从事复合材料构件的模具设计工作。E-mail: doubao729@126.com

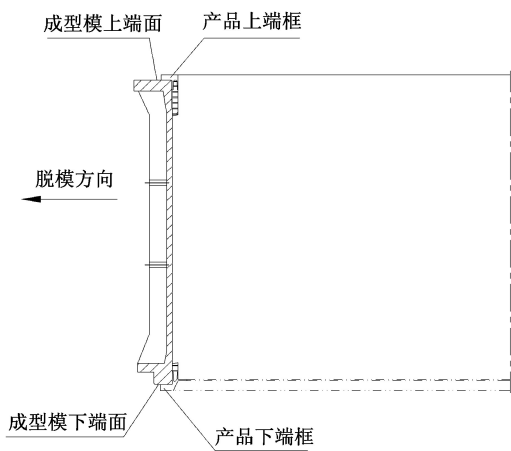


图1 产品成型后在成型模中状况

Fig. 1 State of product forming in the mould

为了尽可能地消除由于脱模过程带给产品的缺陷,该工装应解决如下设计过程中的技术难点:

- (1)应有稳定、可靠的底座,能承载整个筒段成型模和移动部件,且承载面变形在一定的范围内;
- (2)应有移动部件,该部件接受水平方向的力,带着筒段成型模与筒段产品分离;
- (3)有限位装置,防止移动部件脱离滚动轨道而损伤产品和成型模;
- (4)脱模工装与筒段成型模有可靠的连接,防止移动过程中摇晃、侧翻等不安全因素;
- (5)便捷、省力的传动装置,通过该装置施加较小的力,可使成型模向外缓慢、匀速移动。

1 工装设计^[1-4]

图2所示为实现上述要求而设计的脱模工装,分为动、静两部分,静止部分作为支撑结构提供移动部件滚动的轨道及螺杆运动副的支撑点;移动部分能提供力源,施力时带动轮组件沿着轨道慢慢向外移动,实现筒段成型模与筒段产品的分离。

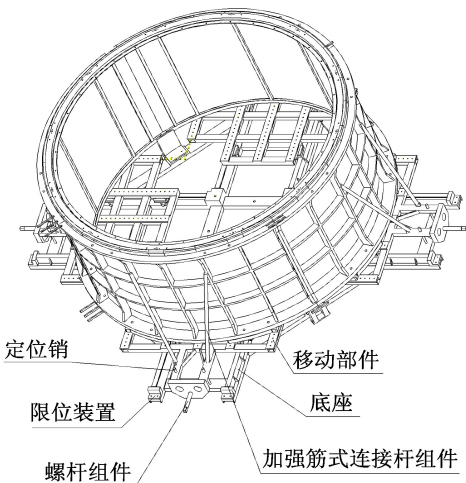


图2 筒段成型模脱模工装

Fig. 2 Demoulding fixture for mould of cylinder

1.1 底座设计

底座要求自身稳定,能承载筒段成型模和移动部件的结构质量,且变形在允许范围之内。为此底座采用平板式结构,用槽钢焊接,如图3所示。底座自重660 kg,因为槽钢焊接结构且承载结构质量较大(2 900 kg),所以结构设计时考虑了因承载载荷重力影响而引起的平面变形。引用 Ansys 软件分析见图4,当承载载荷为2 900 kg时,平面最大变形为0.21 mm,在允许范围内(许用变形值:0.4 mm)。滑槽采用C形结构,当移动部件在此滑槽内滑动时,C形结构形成一个上挡板,防止移动部件沿2个支点翘起而脱离轨道;滑槽的末端有限位装置接口,移动部件的终止位置由此限位装置获得;底座上另有移动部件初始位置定位销孔,当移动部件用定位销和底座连接后,筒段成型模能顺利地 and 移动部件连接。

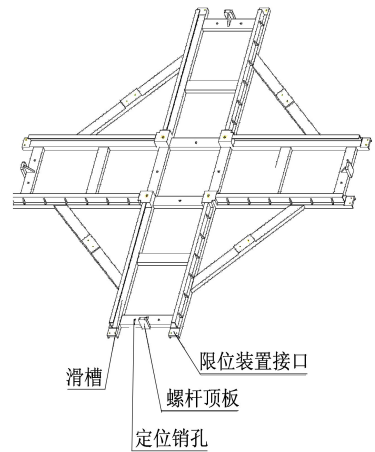


图3 底座

Fig. 3 Schematic diagram of base

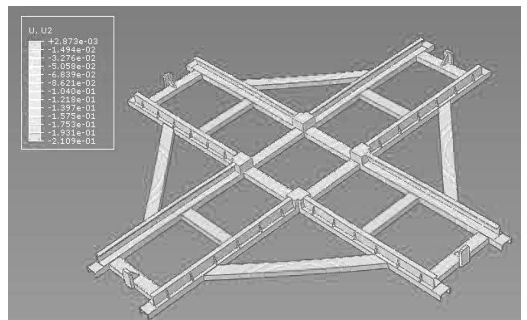


图4 底座承受载荷后的变形情况

Fig. 4 Deformation of base after bearing load

1.2 移动部件设计

移动部件(图5)上端为连接板,连接板上根据产品设置各种尺寸的螺纹孔,作为固定筒段成型模的接口;下端为滑轮结构,由轴、轴承、档圈、固定板等零件组成,轴承在底座的C型槽内滚动,该结构能有效地减小脱模过程中移动部件与底座之间的摩擦力。

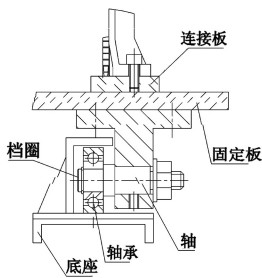


图5 移动部件结构示意图

Fig. 5 Schematic diagram of moving component structure

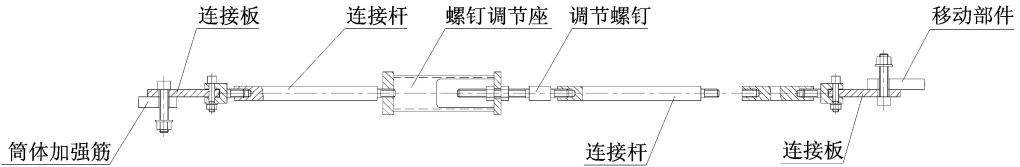


图6 加强筋式连接杆组件

Fig. 6 Schematic diagram of linkage with reinforcing bar

1.4 传动装置设计

在成型模具上完成筒段产品的胶接固化成型后,虽然成型模具表面光洁,又涂覆了脱模剂,但要将成型模与筒段产品分离必须要克服黏附力和吸附力,其中黏附力为树脂基体与模具贴合面固化成型后产生的,吸附力是由于胶接固化时抽真空打压后模具界面在大气压力作用下产生的,所以必须提供一种外力使成型模与产品分离。

本脱模工装中设计了一种螺杆组件提供满足要求的外力源(图7)。螺杆组件为一个梯形螺纹副(T_r40 * 6-8H/8e),传动性好,加工容易。旋转螺杆组件至底座螺杆组件顶板,继续旋转,由于底座固定不动,遂产生轴向力,促使成型模与产品渐渐分离,分离后移动部件继续在此轴向力的作用下沿水平方向向外缓慢、匀速移动,直到成型模与产品完全分离。

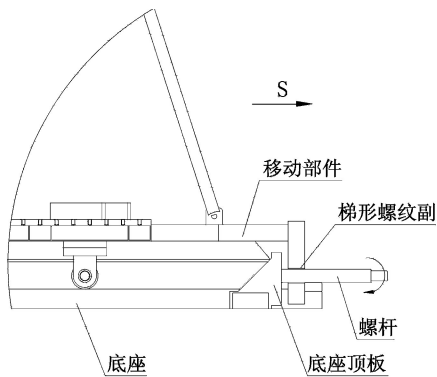


图7 传动装置结构和工作原理示意图

Fig. 7 Structure and operational principle of transmission device

2 脱模过程

2.1 脱模工装与筒段成型模的连接

将限位装置安装至底座 C 型滑槽的末端,移动

1.3 加强筋式连接杆组件设计

加强筋式连接杆组件(图6)为防筒体侧翻而设计。由连接板、连接杆、调节螺钉、螺钉调节座等组成,下端与移动部件连接,上端与筒体加强筋连接,中间有调节螺钉。调节螺钉为左旋螺纹,旋转调节螺钉可使连接杆组件长度适应上、下端固定孔的位置。

部件用 8 个定位销(每个移动部件 2 个)连接在底座上,此时脱模工装的动静两部分连为一个整体。

筒段成型模和移动部件中的连接块连接,要求每片型腔模至少有 2 个连接点紧固;加强筋式连接杆组件下端连接至底座上的连接孔内,上端连接至型腔模加强筋连接孔内,旋转加强筋式连接杆组件中的调节螺钉,使连接杆长度适宜。

在每片型腔模上端面各旋入 2 个吊环螺钉,利用双钩行车中 1 个钩子软连接型腔模其中的 3 片,另一片软连接另 1 个钩子,该片即为第一片需要拆除的型腔模零件。图 8 所示为脱模工装与筒段成型模连接点示意图。

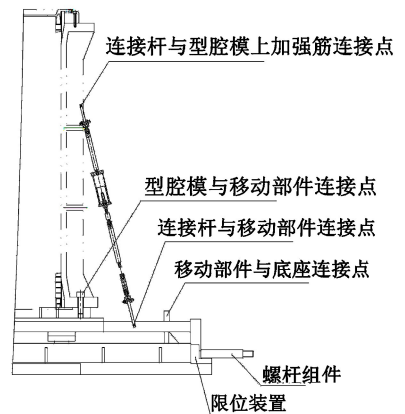


图8 脱模工装与筒段成型模连接点示意图

Fig. 8 Schematic diagram of connection between mould and demoulding fixture

2.2 运动过程

拆除第一片型腔模两侧面的连接螺钉和销钉,拆除此片移动部件与底座连接的定位销,旋转螺杆组件,模具沿图 9 所示方向运动,筒段产品的上下端框与成型模中的型腔模逐渐分离,继续旋转螺杆组件,

直至产品与模具完全分离。同理脱其余三片型腔模。

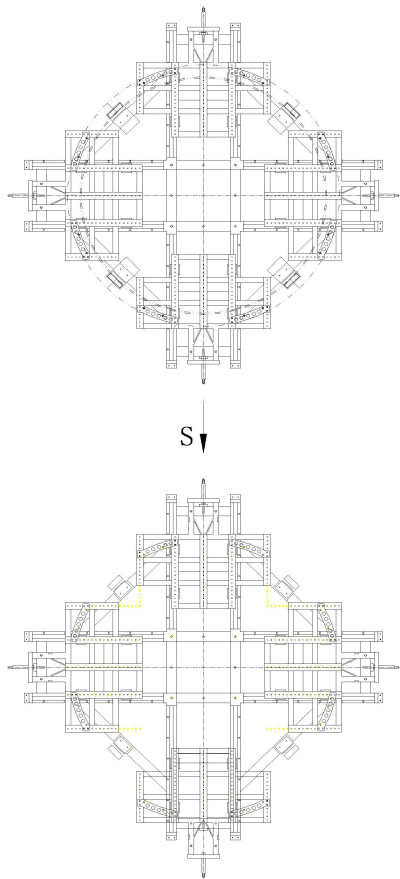


图9 移动部件运动方向示意图

Fig. 9 Schematic diagram of moving direction of parts

3 风险分析及安全措施

筒段产品由于外形尺寸大,自身刚性差,容易因磕碰、拉挤等外力引起局部受损;产品成型采用4片式阴模结构,产品在模具的内侧,且产品上、下端框紧靠成型模具的上、下端,成型后,型腔模只能沿水平方向向外移动,使产品与模具分离,如有非水平方向的分力,则脱模时,会对产品造成挤压导致产品有内在应力或裂纹,从而影响产品性能,为此本脱模工装设计和操作时采取了如下安全措施。

(1)脱模工装与筒段成型模直径方向采用螺钉连接,高度方向每片均安排2根加强筋式连接杆组件,使动、静两部分各自成1个刚性整体,连接安全有效(图10)。

(2)筒段成型模与脱模工装连接后,在拆除型腔模其中一片两面的连接前,先用行车的一个钩软连接即将移动的一片,用另一个钩软连接其余三片,防止因重心不稳等原因而造成磕碰、撞击等不安全因素。



图10 脱模工装与筒段成型模连接后状态图

Fig. 10 Images of connection between demoulding fixture and mould

(3)移动部件有限位装置,可以防止型腔模脱离滑移轨道,损坏模具。

(4)螺杆组件只能提供轴向力使滚动轴承在底座C型槽内移动,防止侧向分力影响产品性能。

图11所示为利用该脱模工装成功地将筒段成型模与筒段产品分离。分离后,产品外观无碰伤、挤压等缺陷,达到筒段产品的设计精度要求,有效地实现了筒段成型模安全、无损伤脱模的要求。



图11 筒段产品与筒段成型模在脱模工装作用下分离

Fig. 11 Separation of cylinder and mould in the role of demoulding fixture

4 结论

大型铝蒙皮蜂窝夹层筒段成型模脱模工装结构设计合理,脱模过程安全可靠,操作方便,为以后同类工装的设计提供了有益的参考。

参考文献

[1] 沃西源,夏英伟. 聚合物基复合材料制品的脱模工艺分析[J]. 航天制造技术,2004(3):52-54.
[2] 陈烈民. 航天器结构与机构[M]. 北京: 中国科学技术出版社,2005.
[3] 李秀珍. 机械设计基础[M]. 北京: 机械工业出版社,2005.
[4] 成大先. 机械设计手册[K]. 北京: 化学工业出版社,2007.