

赢创ROHACELL® HERO泡沫芯材在飞机前起落架舱门中的应用

Evonik ROHACELL® HERO Foam Core for Aircraft Nose Landing Gear Doors Manufacturing

赢创特种化学(上海)有限公司 尹君 胡培

独立的优化再设计项目

CTC 是空中客车公司(Airbus)的全资子公司,其主要目标是开发成本高效型量产技术,用以生产和组装碳纤维增强复材(CFRP)的轻量化飞机结构部件。早在2013年,CTC就开展了一系列项目,评估用于A级和B级碳纤维增强飞机部件的产量更高、成本更低的制造方法。赢创向CTC项目团队提交了新型的具备优异损伤容限性能的ROHACELL® HERO泡沫芯材样品,用于评估作为蜂窝材料的替代品;使用泡沫芯材在时间和成本上的一个关键优势在于可以一步加工到位,无需热压罐工序。赢创表示,在当前已有的ROHACELL®泡沫芯材PMI产品中,最新的HERO系列有着极高的断裂延长率(9%~10%)和最低的树脂吸收率,抗撞击损伤能力最强,可视探伤效果最佳,因此非常适合于飞机外覆盖部件的应用。

为获取有意义的具有可比性的数据,CTC评估了飞机碳纤维夹层结构的3种设计选择:(1)热压罐工艺蜂窝芯材/预浸料环氧树脂体系;(2)热压罐HERO芯材/预浸料环氧树脂;(3)树脂注射HERO芯材/

液态环氧树脂。3项设计的评估结果证明,2种泡沫芯材设计的生产时间和成本都大幅降低。经过计算,热压罐HERO芯材/环氧树脂预浸料设计的总成本比蜂窝设计低21%。但是,HERO芯材/树脂注射液态环氧树脂OoA选项被证明是最轻量化(-19%)和总体成本最低(-25%)的设计,而且固化时间(-43%)缩短了18h,因此可以大大提高生产力。

生产时间和成本的对比

蜂窝/预浸料设计需要42h的生产时间,而使用树脂注射“一步固化”HERO泡沫芯材设计仅需要24h。这主要是因为取消了热压罐蜂窝/预浸料设计“两步固化”加工过程中所需的两个关键步骤。CTC指出,在几何形状相对简单的部件上,已经实现了时间和成本上相当大幅度的节省;而随着形状和曲面复杂性的提高,选用树脂注射泡沫芯材所能节省的加工时间和成本,相对于热压罐蜂窝设计而言要多得多。

泡沫芯材的生产

采用HERO芯材/环氧树脂注射设计的前起落架舱门由德国布伦瑞克的INVENT有限公司制造。从

过去的商业项目中可知,树脂注射工艺与预浸料/热压罐的工艺相比,速度更快,成本效率更高。经优化的铺层设计使用了ROHACELL 71HERO芯材泡沫、碳纤维织物,以及空客公司认证的Hexcel环氧树脂RTM 6。泡沫芯材从一块71HERO泡沫板经数控机床加工成精确的尺寸。这种“即开即用”的71HERO预成形芯材部件由赢创的ROHACELL® SHAPES部门生产,提供给INVENT公司以制成待评估的部件。

与蜂窝芯材不同的是,所有



前起落架舱门试验件与ROHACELL® HERO芯材

ROHACELL PMI 泡沫都是闭孔结构。这种闭孔泡沫没有开放孔洞的特点对生产而言是一大优势。因为不存在必须封闭的开放边缘,制造商不再需要蜂窝芯材的“灌封材料”,也不需要胶膜来将芯材与面板粘合;泡沫芯材部件可以简单地一步固化完成。

服役中 MRO 性能

使用中的 ROHACELL® HERO 泡沫芯材与蜂窝设计相比具有维护、维修和操作(MRO)成本更低的优势。采用闭孔芯材设计,可以避免碳纤维面板因使用中水分的累积,而造

成脱胶和层间剥离的问题。相比之下,长时间服役之后,蜂窝夹层结构部件会因环氧树脂或灌封胶的开裂而产生严重的 MRO 问题。

CTC 项目团队还必须考虑的一个关键因素是:有必要使用一种可提供优良损伤容限和可视探伤能力的芯材。结构完整性是飞机机外部件的一项关键安全因素。ROHACELL® HERO 泡沫芯材被 CTC 选中作为蜂窝芯材的轻量化替代品,是因为它提供了同等水平的损伤容限和可视探伤能力,且总体机械性能符合较高的要求。ROHACELL® HERO 的损伤特性经过了德国哈雷

(Halle) 的 Fraunhofer IWM 研究所的独立验证,该研究所依据 ASTM D7766/D7766M-11,对来自于新型 HERO 泡沫芯材树脂注射设计和传统的蜂窝/预浸料系统的测试件,实施了一系列的对比撞击测试,确认了泡沫样品和蜂窝样品的损伤在范围和深度上是相同的。

未来设计与优化再设计

赢创表示,ROHACELL® 团队目前正在与空客公司就若干结构应用项目开展合作,目前已有多个等级的 HERO 在接受一系列 A 级和 B 级应用的评估。(责编 春早)

紧凑型 CU 磨床

Multigrind® CU

哈斯马格

德国哈斯马格磨床有限公司是一家提供整序加工方案的磨床制造商。哈斯马格为客户的工件提供整套的交钥匙方案:包括软件包、磨削工艺策略、为客户工件量身定制的夹具,甚至到自动化上下料方案。

去年推向市场的 Multigrind® CU 型磨床是磨削专家哈斯马格系列中最小的磨床。公司系列中的大型 Multigrind® CB 磨床可以使用直径达 300mm 的砂轮,对直径 340~500mm 之间的工件进行加工,中型 Multigrind® CA 磨床可使用直径 250mm 的砂轮,对直径 260mm 以下的工件进行加工。这款小型 Multigrind® CU 磨床可以使用直径小于 225mm 的砂轮,加工工件直径达 180mm。

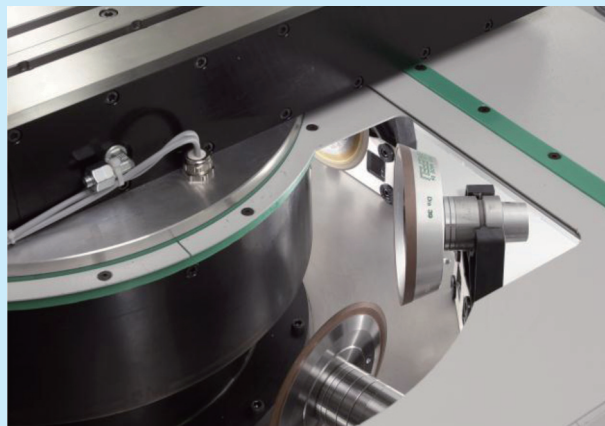
CU 型磨床小巧紧凑,沿袭了哈斯马格公司其他两个较大机型的高刚性、高精度及柔性的特征。

CU 与前任机型相比占地减半,

全新 CU 型磨床与前任 AF 机型相比宽度减少 50mm。2 个冷却液容器被设计进了矿物铸件床身内,因此新机型的占地面积甚至不到前任 AF 机型的一半。另外,哈斯马格的开发人员成功地设计出集成于机舱内的简易上下料系统来代替配备在工作舱外的机械手,不仅结构紧凑,而且经济合算。

紧凑设计还体现在新的操作、维护与上下料的理念上——磨床左右两翼不再设置维护与维修开口。这就意味着磨床左右可以并排放置多台设备以节省空间。工件装卸、砂轮装载以及操作在磨床正面进行,磨床后方则用于进行维修和检测工作。虽然设备小巧,但 CU 磨床的砂轮库根据选配的砂轮尺寸可以容纳 9~14 个刀位。这是前任机型容量的 3 倍。

紧凑设计还体现在数控轴排布的新理念上,即在此,开发人员进行了特殊设计,即哈斯马格不追求廉价制造或廉价购买,更重视开发智能理念,利用现有轴,发现并发挥它们更大的功能和灵活性。全新磨床中的轴位排列采用传统龙门设计,X、Y、Z 轴位于工作台上方,Y 轴行程位于机座侧方。用于工件旋转的 A 轴位于工作台上,C 轴从上移至工作台下,并在此旋转机床工作台和位于工作台下方的砂轮库。安装在 Z 轴上的简易机械爪能在 X、Y 和 Z 轴方向移动,配合着集成料盘通过摆动把料盘送至工作台上方,再加上机械爪本身的摆动,使简易机械爪也可自由灵活地实现自动上下料。(责编 春早)



紧凑设计还体现在数控轴排布的新理念上,即在此,开发人员进行了特殊设计,即哈斯马格不追求廉价制造或廉价购买,更重视开发智能理念,利用现有轴,发现并发挥它们更大的功能和灵活性。

全新磨床中的轴位排列采用传统龙门设计,X、Y、Z 轴位于工作台上方,Y 轴行程位于机座侧方。用于工件旋转的 A 轴位于工作台上,C 轴从上移至工作台下,并在此旋转机床工作台和位于工作台下方的砂轮库。安装在 Z 轴上的简易机械爪能在 X、Y 和 Z 轴方向移动,配合着集成料盘通过摆动把料盘送至工作台上方,再加上机械爪本身的摆动,使简易机械爪也可自由灵活地实现自动上下料。(责编 春早)