

热压罐成型中温固化复合材料模具

何颖,蔡闻峰,赵鹏飞

(西北工业大学 365 所,西安 710072)

摘要 介绍了几种主要适于热压罐成型中温固化复合材料的模具铝模具、钢模具和碳纤维/环氧复合材料模具,并对其优缺点进行了比较。

关键词 复合材料;模具;热压罐

Moderate - temperature Cured Composite Moulds Used for Manufacturing Autoclaves

HE Ying, CAI Wen-feng, ZHAO Peng-fei

(Northwestern Polytechnical University No. 365 Institute, Xi'an, 710072)

ABSTRACT In this paper, several kinds of moulds used to manufacture the autoclaves are introduced, including the moderate - temperature cured composite moulds, steel moulds and carbon/epoxy composite moulds. Their advantages and disadvantages are also compared.

KEYWORDS composite; mould; autoclave

1 前言

FRP 复合材料的可设计性、材料与结构的同一性、重量轻、比强度高、耐腐蚀及独特的电热性能等优良性能,使其已广泛应用航空、航天的结构部件,及汽车、火车、舰艇等运动结构件。由于复合材料构件必须用专门设计制造的模具来使材料的复合过程和构件的成型过程同时完成,制件固化成型后几乎不再作任何加工,其内部结构、力学性能达到设计要求,表面质量、外表尺寸应满足装配协调要求,不允许强迫装配,因而成型复合材料模具的优劣对制品的外形及内部质量起着决定性作用。

2 复合材料成型模具基本要求

复合材料的成型是在模具中完成的,各种成型工艺对成型模具都有各自的要求。成型复合材料构件(产品)模具的基本要求:

(1) 满足产品设计的精度要求,模具尺寸精确,模具材料尽可能与构件的热膨胀系数相匹配,以保证生产出的产品变形小,尺寸稳定性好;模具表面光滑、平整、密实、无裂缝、无针眼,保证产品质量;

(2) 要有足够的刚度和强度。要能承受自重、制品重量、生产过程中的震动及活载荷的组合作用。对于大型产品,除满足强度要求外,刚度要求也很重

要,以防止模具型面基准变形,影响产品质量和模具使用寿命;

(3) 良好的热传导性和热稳定性。模具要有足够的耐热性,防止加热固化变形,影响产品质量。模具加热快,可缩短模具和制件在热压罐中的固化周期,还节约能源;

(4) 重量轻、材料来源充分。模具的设计及选材在具有足够的刚度和强度时还要考虑其运输操作方便;

(5) 成本低、易于加工。模具的经济效益及加工的技术难度也是模具设计不可缺少的一个因素;

(6) 维护与维修简便。要延长模具的使用寿命,模具可维修是一个重要的手段。

3 热压罐成型中温固化复合材料常用几种模具的比较

复合材料成型工艺不同,相应的成型模具材料种类也各异:如木模、石膏模、金属模、复合材料模具(玻璃纤维和碳纤维树脂复合材料)、硅橡胶模以及陶瓷模等等^[3]。这里主要讨论热压罐成型中温固化复合材料用模具,以带有复杂曲面的较大型构件(2.5m ×2.5m)用模具为例。热压罐成型工艺是目前广泛应用于先进复合材料结构、蜂窝夹层结构及金属或复合材料胶接结构的主要成型方法之一。其

成型工艺是复合材料在模具中在热压罐里经过加温、加压及抽真空共同作用下固化成型的。热压罐成型复合材料时模具除了要满足模具的基本要求外,还有模具的气密性,模具的耐压性等也是设计的主要因素。

目前适用于热压罐中温成型复合材料的模具主要有以下几种:铝模具、钢模具、碳纤维/环氧树脂复

合材料模具。根据热压罐成型复合材料对模具的要求对这几种材料模具做一比较,结果见表 1。

4 几种模具的性能比较

从表 1 中所列出的数据可以看到,对于热压罐成型中温固化复合材料构件的常用的几种不同材质模具各有优缺点。

表 1 几种模具的典型性能

模具材料	铝	钢	碳纤维/环氧 FRP
热膨胀系数($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	24	12.1	3.6
热传导率(kcal/m \cdot h $\cdot^{\circ}\text{C}$)	172.98	43.4	2.976
密度(g/cm 3)	2.7	7.86	1.5
制造精度	高	高	低
光洁度	表面光洁度较低	表面光洁度好	面光洁度较好(与母模表面加工有关)
气密性	差	好	好
制造方法	数控加工	数控加工	热压罐成型
制造难度	低	较大	大
制造周期	2 个月左右	2~3 个月	3~4 周
使用期	较长	长	短
制造成本	低	较高	昂贵
可维修性	一般	一般	好

4.1 铝模具

铝制模具重量轻,加工工艺性好,制造尺寸精度高,模具成本相对较低,并且在复合材料构件成型时有很好的导热性,模具升温速度快。但是铝的热膨胀系数相对较大,用其成型的复合材料制件尺寸稳定性差。再者,对于尺寸较大模具,在其铸造过程中往往会出现一些如砂眼、细小裂纹等铸造缺陷,导致其在使用中会产生漏气现象,而热压罐成型复合材料工艺是一个真空加压系统,要求模具必需有良好的气密性,否则真空系统泄漏,会造成复合材料构件内部质量降低,严重时造成报废。

4.2 钢模具

钢制模具热膨胀系数比铝制的低一半,刚性大,制造尺寸精度高且表面光洁度好,气密性好,使用寿命长。但是,由于其密度大,因而模具自重大,使用搬运不太方便,同时模具型面加工难度相应较大,制造周期较长。

4.3 碳纤维/环氧 FRP 模具

碳纤维/环氧树脂复合材料模具其明显的优点是质量轻,刚度大,热膨胀系数与所成型的复合材料构件一致,所制造的构件尺寸精确度高。同时复合材料模具型面由预浸料铺叠成型,可作任意的修补,

因而具有比较好的可修复性。但复合材料模具也有它的缺点:主要是相对金属模具使用寿命短,要求有较高的模具设计和制造水平。由于复合材料模具制造时必须有母模,用预浸料在母模上铺叠而成,这样其制造成本相应比较大。

5 结 论

以上比较的几种模具热压罐成型中温固化复合材料构件用型面曲面较复杂的几种材质不同的大型模具,均能适合于热压罐成型,每种模具都有其优缺点,具体使用哪种材质模具,依据产品的具体要求和

使用范围而定。
总的来说,对于尺寸精度配合要求较高、而且产量不大的复合材料构件可用碳纤维/环氧复合材料模具;对于尺寸精度要求不太高的构件或平板产品,铝制模具最为适用;当产品批量大,尺寸精度要求较高的构件,选择钢制模具最为经济、实用。

参 考 文 献

1 沃丁柱. 复合材料大全,北京:化学工业出版社,1999
2 牛春匀. 飞机复合材料结构设计制造. 西安:西北工业大学出版社,1995