

CMC

为加工大型复合材料工件搭台

Royal Engineered Composites 公司添置了一台五轴水刀 / 铣床复合机床、最大的高压釜、更宽大的复合材料铺层室。公司决心找准自身定位，以赢得更大规模的航天部件加工任务。

文 | Derek Korn

Royal Engineered Composites 是一家位于 Minden 的制造商，有令人印象深刻的复合材料生产能力。近期，它又在处理大规模零部件的能力方面大展身手。

工程经理 Tim O'Dey 说，几年前，Royal 便已发现了诸如发动机罩和推力反向器系统等大型复合航空航天部件方面的商机，有意扩大产能承担这类工作。但公司仅有在生产尺寸较小的类似复合材料部件方面的经验是不够的，其现有产能

根本无法承担如此巨大的工作。

于是，Royal 公司采取了一个大胆的举动来给自己定位，以赢得这种类型的工作。它最近完成了三项设施扩展计划的第一项。第一项扩展计划为高棚建筑，使其总建筑面积增加到 82 000 ft² (1 ft²=0.093 m²)。最令人难以置信的是，该公司做出这些投资时，手里并没有它所相信会有的那类大型生产任务的采购订单。

Royal Engineered Composites

于 1949 年创办，曾用名 Royal Plastic，专业从事塑料热成型。2010 年改名，把业务重点转移到复合材料部件，主要用于航空中，如推力反向器门、夹芯板组件、整流罩和雷达天线罩等部件的加工。

通常，复合材料部件的制造工艺，是数控切割多层复合铺层材料。它们是配套好了送到一间洁净室里，在模具中用手敷层成型的。Royal 公司的洁净室有激光投影仪，可精确地把激光轮廓投射到敷层模具上，工人依照此轮廓给各层定位。铺层完成后，该组件被放在聚酯薄膜袋里输送至高压釜中，在充满氮气的环境中加热加压，进行固化。固化完成后，将组件从袋中取出，根据设计进行修整和钻孔。

在这种制造过程中，每样东西都得达到超大型化，以便公司接纳所想象的大工件。例如，ASC Process Systems 出品的新高压釜比厂里的其他五个高压釜都大得多。该高压釜安装于 2013 年秋天，直径 12 ft (1 ft=30.5 m)，长 30 ft。O'Dey 先生说，这是可以安装在厂房里而无需在现场建造的最大的 ASC 高压釜 (图 1)。

新的高压釜不仅可用于固化较



图 1 支持 Royal 公司接纳更大组件加工的另一个关键是这个 ASC Process Systems 出品的反应釜。这个最大的 ASC 高压釜可以安装在厂房里

大的部件，它在每个固化周期还可以处理比厂内其他高压釜更多的小部件。它有更多的真空出口和热电偶端口，除实现上述用途外，还实现了安全系统，用于在釜门打开之前把氮完全清除出釜。否则，大量的氮气泄漏会导致人身事故。

过去，Royal 在数控铣床或普通机床上进行修整、钻孔和铰孔工作。为了适应大型部件的加工，公司添置了 Flow Aerospace Systems 出品的复合材料加工中心（CMC），进行五轴水刀切割和传统铣削，其 XYZ 行程为 21.3 ft × 8.2 ft × 3.3 ft（图 2）。

此 CMC 是在 1991 年版本的基础上开发的，是带有双五轴水刀和铣削主轴头的龙门式机床。Flow 公司的总工程师 Mark Saberton 说，此机床是安装在美国的第一台 Size B 型设备，相比过去的机型，它反映了一些设计上的改进（图 3）。

B 型版本采用了模块化设计，可以添加 X 轴导轨，额外延长机床的纵向行程。安装此 CMC 时也考虑到将来能够方便地添加 Flow 公司的 Flexible Header System（柔性接头系统）。这种可重构的夹具系

统具有多个制动器，可以提升到不同的 Z 轴高度以容纳异形部件。该系统可以代替或减少对传统真空夹具的需求。

O'Dey 先生说，Royal 公司对高压磨料水刀切割有兴趣，因为它在加工如碳纤维增强塑料（CFRP）、凯夫拉复合材料和石英环氧树脂复合材料等方面有特别的优势。由石榴石磨料介质用作水刀的“刀刃”，因为新鲜介质不断引入射流中，水刀的刀刃就会始终锋利，而传统的铣削和钻削刀具会磨损，会导致工件脱层或毛边。磨损的刀具也会给工件带进热量，复合材料特别难散热。没有产生大量切屑将热量从低热导性材料中带走，热积累会带来树脂燃烧的危险。

水刀加工的切削力还不到传统机械加工的 1/10。这意味着水刀加工组件的固定装置不需要常规铣削所要求的那么笨重。而传统铣削加工复合材料必须处理的粉尘问题对水刀来说也不是问题。

CMC 的水刀头不同于一般水刀设备上用的刀头。传统的机床在其切割床的格栅下有一水箱在水刀穿透工件后吸收它。而 CMC 没有



图 3 Royal 公司的 CMC 是第一台安装在美国的由 Flow 公司出品的 Size B 型。其模块化设计允许添加额外的 X 轴导轨，延长机床的纵向行程

水箱，而是有一个与车间地面一般高的坚实的钢床。捕获杯收集切割产生的废料并真空抽进一个分离过滤器。它还可以防止喷出物无意中射穿工件其他一些地方或伤及车间人员。

然而，在设计水刀夹具时，必须考虑到这个 C 形捕获杯。夹具必须在工件的背面提供出入口，为此杯留有空间。这就是说，在一些场合中，由于杯的干扰，仅有工件的一部分可通过水刀加工。在这种情况下，工作必须由 CMC 铣头来完成。

Royal 在 CMC 上仍面临优化夹具设计方面的问题，公司还得升级此机床的探测能力。目前探测包用于设置过程中准确定位机床的夹具。这是通过探测被加工在夹具里的各种定位球进行的。然而，探测包还得升级，以使加工过程中的测量能正常进行。O'Dey 先生说，他还想添置一台起重机，在新大楼能更方便地搬运大型夹具，并把它们安装在 CMC 上。O'Dey 先生暗示，下次再来时保证能看到改进工艺流程的又一新成果。公司会很快开始在车间使用 iPad 或其他平板电脑，努力实现无纸化，并确保车间人员都能用到所有必要的工作信息。MM

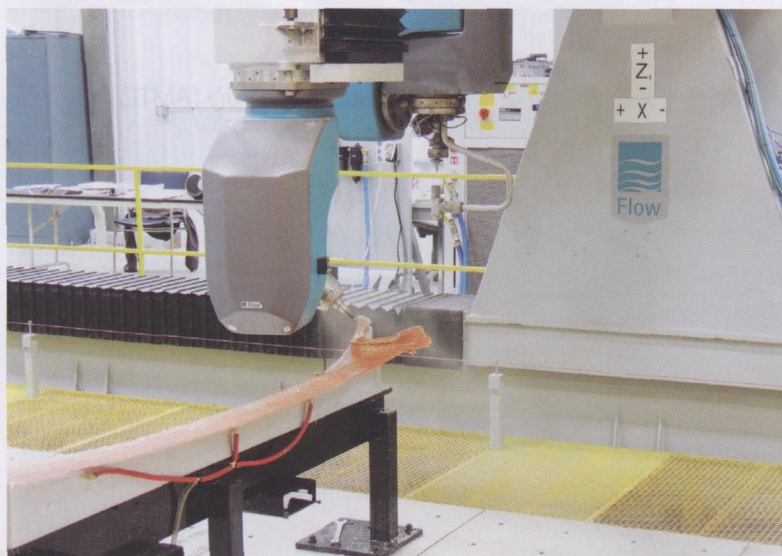


图 2 这台是 Flow Aerospace Systems 公司出品的复合材料加工中心（CMC），同时具有五轴联动水刀切割和铣削功能