

用先进的技术和设备 装备航空制造业

Equipping Aviation Industry With Advanced Technology and Facilities

MAG 辛辛那提公司

经过 20 多年的发展,辛辛那提复合材料加工设备全球市场占有率达 80%,其中铺带机销量逾 40 台,有 15 个不同用户。这些设备主要用于生产机身零部件、机翼蒙皮、发动机进气罩、机头、垂尾和平尾等。

经过近 1 个世纪的发展,飞机制造业正在进行新的变革。铝质飞机在走过了 80 多年后,开始逐渐淡出人们的视线;多层、高强度的碳纤维复合材料逐步走上历史舞台;军用飞机和商用喷气式飞机领导了这次革命,现在民用飞机也步入了变革行列。波音公司新款机型 B787 作为世界上首个复合材料商用飞机,从体积方面讲有 80% 的结构为复合材料,从重量方面讲则有 50% 的结构为复合材料,而新款的空客 A350XWB 飞机也有 52% 为复合材料结构。

早期的复合材料零部件都通过劳动强度很大的手工铺设而成,效率低,劳动强度大。在近期的复合材料制造工艺中,用自动铺带系统完成大批量的生产已成为最紧迫的需求,这样既可以严格控制生产,还可以最大程度地减少浪费,从而获得最佳的成本收益。

作为航空业领先的机床设备供应商,MAG 辛辛那提公司迅速抓住这个机遇,于 1983 年成功地向用户提供了首个自动铺带系统。目前,

MAG 辛辛那提公司已成为航空业数控复合材料加工机床的领跑者。辛辛那提机床公司从 1982 年起开始研发生产复合材料自动加工设备,主要包括 2 个系列:自动复合材料铺带机和自动复合材料缠绕机。辛辛那提复合材料加工自动化设备通过模拟优化零部件的设计,可降低零件的重量及装配成本,减少人工成本,降低加工期间的检测成本,减少废料及重复工作,大大降低了复合材料产品的加工成本,并提高了高质量零部件的重复使用率,可以为用户带来更多的商机。经过 20 多年的发展,辛辛那提复合材料加工设备全球市场占有率达 80%,其中铺带机销量逾 40 台,有 15 个不同用户。这些设备主要用于生产机身零部件、机翼蒙皮、发动机进气罩、机头、垂尾和平尾等。

美国、以色列、意大利、日本、韩国等许多国家的飞机制造厂商均已使用 MAG 辛辛那提公司生产的自动铺带系统建造其复合材料加工流水线,即采用层层铺置的方式将复合材料加工成所需的形状,当铺设而成

的结构达到期望的形状后,该结构将被放置到大型的高压加热舱中,通过高温高压处理,最终获得强度很高、壁厚很薄的整体结构件。生产出来的复合材料结构要比传统的铝材结构轻 25% ~ 30%。

机头、机身部分及其他卵形和高曲面结构可以通过 MAG 辛辛那提公司 VIPER 系列低曲线复合材料自动缠绕机生产。而那些弯曲度较小的或是平面结构,例如机翼板、副翼、垂尾及平尾蒙皮等,均可由 Charger 系列自动铺带机完成。

VIPER 系列自动缠绕机

VIPER 系列自动缠绕机可以将许多条碳纤维精确地铺设到旋转或静止的模型上,精度可达 $\pm 1.27\text{mm}$ 。这种机床可以实现 32 条碳纤维独立地被分配、压实、装夹、切割、再成型,形成无褶皱的曲线、曲面或混合曲面。这种控制可以实现碳纤维在保证最佳角度的情况下交错铺设,层层铺设,使得零件的强度、硬度达到最大化,在保证重量最小化的同时获得

不同壁厚的零件。通过程序设计的开/关/切割工序可以生产各种开启装置(窗户、门、舱口等),还可生产网状结构的精边。这种方式可以优



由VIPER系列自动缠绕机生产的A380机身

化结构集成度,降低 35% 材料的浪费,减少后续加工需求及手工操作。

专门为复合材料加工设计的先进的控制及软件,使得多轴运动的编程及控制非常简易,很方便地就能生产出复杂的造型。被授权的软件可以将 CAD 工具及零部件信息解析到多轴指令中,这样就可以将复合材料应用到曲面所需的路径及刀具转向中,同时保证混合型滚筒符合平面的要求。通过一个 3D 模拟块确保零件程序的整体性,实现自动防撞后处理监测及校对功能。

高/低导轨式自动铺带机

辛辛那提高/低导轨式自动铺带机可以分层次在平面、曲面轮廓表面进行 7.6cm、15.2cm 和 30.5cm 带料的铺覆加工。该设备由 PC 机控制, X 轴方向每 3.6m 处 X 轴行程可增长 30.5cm,以增加 X 轴方向运动的柔性;龙门宽度可调,标准机型为 508cm;10 个轴,其中 5 个置于龙门上,5 个置于头部, Z 轴节拍可根据实际应用进行适当的调整, A 轴位于带料头部,可实现曲面零件的铺覆;横梁导轨高度根据实际需要设定。

辛辛那提高/低导轨式自动铺带机主要包括 2 种类型:4 轴平面

铺带机(FTL)及 5 轴曲面铺带机(CTL)。平面铺带机可用于对平面、厚度可变的 7.6cm 及 15.2cm 带料铺覆加工,用户主要为欧美飞机制造商。曲面铺带机可实现全曲面或局部曲面零件的铺覆加工,该机型有 2 种形式,其中一种可实现尺寸分别为 7.6cm 及 15.2cm 带料的同时铺覆,另一种可实现尺寸为 15.2cm 及 30.5cm 带料的同时铺覆。用户遍布于美国、欧洲、日本、印尼等国家及地区。波音公司已经购置辛辛那提自动铺带机逾 20 台,主要用于军事飞机、商用飞机的生产,其中 1992 年波音公司采用辛辛那提自动铺带机生产波音 777 垂尾和平尾蒙皮。空客公司利用平面及曲面自动铺带机生产 A330/A340 尾翼蒙皮,蒙皮长 9m,宽 2m,重 200kg。Nashville 航空结构公司利用自动铺带机生产空客 A330/A340 机翼外副翼,降低了 70% 人工时间。

MAG 辛辛那提公司推出的 Charger 系列新款铺带机以 50m/min 的速度处理 150 ~ 300mm 宽的任意方向、任意层数石墨纤维或者环氧化物纤维,同时确保稳定的零件形状、厚度及强度。

金属材料加工机床

复合材料飞机并非完全排除金属材料,事实上,目前航空制造业对于钛合金零部件的需求已处于尖峰状态,钛合金材料可以提供与复合材料相似的膨胀系数以及抗腐蚀系数。MAG 辛辛那提公司拥有丰富的产品线及技术来满足各制造商对于钛合金材料加工的爆炸式需求。

(1) U5 系列龙门加工中心。包

括 2 种类型,其中低速系列适用于钛合金零件的加工,主要应用在战斗机的生产制造;高速系列适用于铝合金材料,可加工飞机各种规格的零部件。

(2) H5 卧式加工中心。用户主要为发动机生产商,主要生产发动机盘环、机匣类零件,主要用户包括罗尔斯·罗伊斯、通用电气航空发动机公司等。

(3) HyperMach 高性能加工中心。这种机床配备直线电机,加工速度快,快移速度可达 120m/min,加速度 1g,适合于各种铝合金材质的零件加工。

结束语

MAG 辛辛那提公司有很多产品在市场上一直居于行业领先水平,对于波音、空客两大大型民用飞机制造商而言,大型结构件的加工使用了



由VIPER系列自动缠绕机生产的小型商务飞机机头

很多辛辛那提公司的产品,尤其在波音公司及其主要供应商中,大约 70% 的结构件加工都使用的辛辛那提公司的产品。在产品上,辛辛那提公司主要有两大类型的设备取得很好的市场占有率,一种是 3 ~ 5 个主轴的五轴联动龙门铣床,此类设备在全球有超过 450 台的保有量;另外一种为复合材料的铺带设备和缠绕设备,截至 2006 年底,复合材料的缠绕设备占到全球市场的 80%。能够取得如此好的成绩,主要归功于产品的高可靠性、高切削能力和高精度。

(责编 依然)