

# 激光焊接技术进入空中客车

科技处 尚三绪编译

**[内容摘要]**介绍了欧洲空客集团在飞机装配中应用激光焊接技术的情况。激光焊接技术可以部分地代替铆接技术,具有生产效率高、减轻结构重量、成本低、提高结构耐腐蚀性等特点,在飞机制造中具有广泛的应用前景。

**关键词** 空客集团 飞机装配 激光焊接技术—应用

## 1 引言

航空工业的技术进步层出不穷,这包括并突出表现在飞机的看不见的地方。当旅客内心充满惬意,舒适地坐在飞机座椅上时,新的科技将使他们越来越安全地完成飞行。最近得到应用的一项新技术就是例证。进入空客制造领域的激光焊接因为代替了成千上万颗铆钉而减轻了飞机的重量,同时保证了原来的结构强度不受影响。

## 2 激光焊接技术的研究和应用现状

飞机的结构强度与飞机骨架的设计有关系,与采用的材料(铝、钛、钢、复合材料)有关系,同时也与用来增加机体壁板刚度的长桁和型材有关系。这些零部件依靠铆钉(以及螺栓、胶粘剂等)装配到一起。铆钉的用量是很大的,以最新一代的 A340-600 飞机为例,每架机消耗的铆钉不下 250 万个。我国中短程旅客运输机—运七飞机上也有 60 万颗铆钉。最早时这些紧固件依靠由男女铆工组成的“大队人马”用手工安装。近三十多年来,人们使用自动化程度越来越高的机器完成铆接。但在飞机的一些难以接进的部位,手工铆接则一直延续下来。铆接作为航空制造业中传统的通用技术虽然是一项很好的工艺,但存在费用高、重量大以及耐腐蚀性差等缺点。因此科研和工程技术人员试图寻找一些高质量的替代办法,以便至少在目前能在飞机受力不太大的部位取代铆接技术。

自二十世纪九十年代开始,为了减少铆接应力,生产出更便宜更轻的产品,空中客车工业公司所属的德国和法国科技人员分别在他们所在的工厂开展了激光焊接机身壁板的工程技术应用研究。他们把二氧化碳作为激光源,进行了大量可行性试验、强度试验和方法

优化,同时和专业厂家合作研制出了相应的激光焊接设备。例如,自 1996 年以来,空中客车法国公司的圣·纳泽尔厂就安装了两台四坐标、2.5kW 二氧化碳激光焊接机,可加工 6 m × 2 m 的飞机机体壁板。在进行激光焊接的初步试验时,他们把长桁和框焊接在单曲面或双曲面的机身蒙皮上。当时,曾在汉堡制作了筒形试验件,后来又制作了 A340-600 疲劳试验机机体壁板。课题研究获得了成功,空客公司选定空客系列飞机中最小的机型—A318 飞机作为应用激光焊接技术的首例机型。按照计划,A318 飞机前机身下部的一块侧壁板(法国负责)和后机身下部的一块后壁板(德国负责)采用激光焊接制造。据报道,上述首批壁板目前已经生产出来并交付使用。有关国家政府对激光焊接技术的研究给予了支持和鼓励,空中客车德国公司的诺尔顿汉姆工厂因为在该项技术的研究和转化方面成绩突出而获得了德国经济部颁发的科技发明大奖。

## 3 激光焊接的原理和发展历史

激光焊接说起来非常简单,它是通过激光光束发出的能量在零件之间做出由熔化金属所形成的焊缝,从而把两个零件装配在一起。激光焊接能大大提高生产效率。举例来说,目前自动铆接的速度是每分钟 20 cm,而激光焊接已达到每分钟 6m,两者之间的效率关系是 1:30。

激光焊接技术的起源可以追溯到二十世纪八十年代。那个时候,高能量密度激光焊接先是在不锈钢和钛合金上进行,随后这项技术逐步扩展到其它材料上,但是应用到铝合金还要晚一些,因为当时常规的结构材料合金在传统的技术条件下可焊性很差,铝合金甚至被看成是不可焊接的材料。随着时间的推移,由于人们对焊缝的冶金知识了解得更多了,并且又出现了含有可焊牌号的新的结构材料合金,于是情况就发生了变化。与此同时,激光源也在发展,先是二氧化碳激光源功率增大,接着是产生了脉动式和连续式的 YAG 激光源(YAG = Yttrium Aluminium Garnet 钇铝石榴石激光器)。这些进步使得焊接铝合金成为可能。也正是在这个前提下,空中客车工业公司成功地进行了前面所提到的利用激光焊接(下转第 19 页)

需重复利用即可,而且某一模块内容更改,资料中引用该模块部分也自动更改,不必人为再做重复更改工作。这样就使得飞机用户技术资料达到高度规范化,大大提高了工作效率和资料准确性。

飞机用户技术资料的电子手册为自动生成,省去了人为编制目录链接和内容链接的环节,并且资料内容更改,电子手册也自动随之更改,减少了工作量,提高了准确度。

#### 4.4 系统的管理功能

飞机用户技术资料数字化编制与管理系统是符合 ATA2200 的客户机/服务器结构的系统,主要具有以下管理功能。

##### 4.4.1 工作流程管理

根据飞机用户技术资料任务分工情况,绘制出可视的任务工作流程图表,并且可对任务的进程进行可视的跟踪,例如可确定稿件由谁发送,发送给谁,接收到与否及稿件当前在何处等信息。

##### 4.4.2 目录管理

(上接第 49 页)技术制造飞机壁板的产业化研究。但是该课题为什么仅限于使用二氧化碳激光源而不用 YAG 激光源呢?那是因为这一时期从产业化意义上讲,二氧化碳激光源具备了实施焊接所必须的最低功率(2.5kW),而 YAG 激光源发出的功率还太小,只是到了 1998 年才有了大功率的连续式 YAG 激光。不过对 YAG 激光焊接的应用研究仍在继续。据报道,空中客车法国公司的圣·纳泽尔厂可望在 2002 年实现从二氧化碳激光焊接向 YAG 激光焊接过渡。

YAG 激光的原理是这样的: Nd-YAG 晶体棒在受到外加能量即一个光源的激励时便发出波长为  $1.06\mu$  的激光束(致密光)。YAG 激光诱人的地方是它的波长,因为这一波长很适合光纤传输。而二氧化碳激光的弱点也在于此。由于二氧化碳激光的波长在当前条件下不能满足光纤传输的要求,为了把能量传输到熔化部位,必须利用一组可调整方向的镜子。镜子的反射过程要引起能量损失,其结果是,假如开始时的能量是 2.5kW 的话,那么到达目的地后就只有 2.3kW 了。根据传输路线对尘埃的灵敏度,镜子的污染程度以及镜子间的准直度,能量损失还会加大。由此可见,调整二氧化碳激光设备的过程非常繁琐,需要的周期较长。至于 YAG 激光系统,它用的是能量损失很小的光纤,避免了反光镜所带来的“陷阱”,并且,它对污染不敏感,因此失调的概率也不大。如果说调整好一台二氧化碳激光设备需要若干天的话,那么

对所有数字化飞机用户技术资料,按照机型、批架次、手册名、章节、文件名(含文件的属性信息,如版次、更改时间、A4 数/页数、插图数、有效性等)建立树形结构目录。

##### 4.4.3 查询功能

对存入数据库中的文档按照名称、有效性、版次、修订时间等关键字进行单独查询或联合查询,并能调出相应的文件或页进行浏览。

##### 4.4.4 权限管理

对不同用户设置不同的使用权限。

#### 5 结束语

飞机用户技术资料数字化编制和管理系统具有流程简单、成稿周期短、劳动强度小、费用低等特点。因而,该系统已被国际上航空业发达的公司广泛采用。对西飞公司而言,尽快应用数字化编制和管理系统,不仅可满足国内外用户多年的迫切要求,而且对树立良好的企业形象,提高公司航空产品的市场占有率必将起到积极的推进作用。

(编辑:王孔巨)

YAG 激光设备只要半天时间就够了。应用光纤的另一个优点是可以把能量传递到最接近待装配的零件。这一点对形状复杂的零件是很重要的。YAG 激光也有缺点,这就是资金投入比二氧化碳激光要大。从这个意义上说,这两种激光焊接技术将长期共存下去,为提高产品质量,增强企业竞争力服务。

#### 4 激光焊接的应用前景

激光焊接技术有利于极大地提高劳动生产率,降低成本,减轻飞机重量,提高飞机的耐腐蚀性。和传统的铆接技术相比,激光焊接可使成本降低 15% 到 20%,使飞机壁板的重量减少 5%。另外,激光焊缝对腐蚀没有铆钉那样敏感,而强度基本和铆接相同,甚至比铆接更好。

由于激光焊接技术有以上显著优点,欧洲空客公司正在不断扩大它的应用。如前所述,用激光焊接 A318 飞机机身下壁板已成现实。A318 飞机起落架舱壁板和机头密封地板的激光焊接当前正处在研究阶段,下一阶段瞄准的目标可能是 A400M 型及 A319/320/321 飞机。

相信,激光焊接作为一项优良的新技术将会较快地发展起来,广泛应用于航空航天制造业中。不过,就象任何事物都具有相对性一样,激光技术并不是万能的,不可能 100% 地取代铆接技术。自动铆接甚至手工铆接仍将在飞机生产中占据必要的地位。

(编辑:王孔巨)