

铆钉类紧固件分解工艺技术研究

Research on Process Technology of Removing Rivet Type Hardware

中航通飞华南飞机工业有限公司 冯万喜

[摘要] 本文通过对飞机结构设计中,常用实芯铆钉和抽芯铆钉分解工艺技术的分析,结合目前国内外航空制造企业所采用的标准紧固件的分解方法,进一步研究了实芯、抽芯铆钉等航空紧固件经济、稳定、快速的分解技术。铆钉、抽芯铆钉等航空紧固件分解技术的研究,将为各类飞行器制造和维修、维护奠定良好的质量保证基础。

关键词: 抽芯铆钉 挡板 导向冲头 易钻 抽芯铆钉芯杆分解器

[ABSTRACT] In the design of aircraft structures, analysis of solid rivets and blind rivets decomposition technology is carried out. Combined with the current domestic and international aerospace manufacturers decomposition method used in standard fasteners, further research on economy, stable, fast decomposition technologies of solid rivets and blind rivet is done. This research lays a good foundation for the manufacture and maintenance of all types of aircraft.

Keywords: Blind Rivet Iron block Pilot punching pin E-drill Tool of removing rivet core pin

全世界所有生产线上正在批量生产的客机,大部分都是采用铝合金制成的铆接结构,铆钉目前仍然是飞机结构连接设计最常选用的标准件。一般的轻型飞机上,铆钉的使用数量就多达 10 万个,而空客的大型客机铆钉的使用量则多达 500 万个。铆接是飞机装配连接的主要技术方法,按照铆钉的类型大致可以分为:适用于普通实芯铆钉的冲击铆接;静压力成型的压铆,常用材料为铝及铝合金、钢及合金钢、钛及钛合金等;随着近年来,航空工业不断壮大和发展,飞机逐步扩大应用整体结构、钛合金结构和复合材料结构,对铆接连接件的品种、质量等要求大大提高,为满足铆接件的一些特殊要求,国内外研制了一些特种铆钉,如环槽铆钉、抽芯铆钉、螺纹空心铆钉、高抗剪铆钉、钛合金铆钉等^[1]。铆接工艺设备简单、连接牢固可靠、抗震、耐冲击制造成本相对较低,铆钉因其不可拆卸的连接特性,在实际飞机制造工程阶段,因实施设计更改、各类结构故障返工、返

修;针对不同客户需求的改装;用户在使用过程中产生损伤后的修复工作,都要采用分解技术将已经铆接完成的铆钉拆除下来。工程预算阶段,制造商通常将铆钉的定额量增加 10% 左右,主要用于生产过程损耗和拆解更换使用。

铆钉的种类繁多,不同飞机型号设计过程中选用的铆钉也存在较大差异。在铆钉分解技术方面,国内外航空企业虽然都有相应的铆钉分解技术工艺规范,但是因为具体型号选用铆钉类别各不相同,铆钉的外形和材料不同,所应用连接部位的结构形式和连接材料的特性差异,采用的铆钉分解工艺技术方法也不尽一致。铆钉分解技术在飞机制造的实际工程阶段应用的频率非常高,在实际操作过程中,因分解铆钉而引发的次生故障率也比较高。目前,国内大多数航空企业紧固件拆除工艺现状主要还是采用风钻与钻头并辅助简单工具的分解模式。本文针对国内外常用铆钉的分解技术进行研究,分析各种类型的常用铆钉在不同结构材料上的分解问题;寻求运用不同的分解工具和方法的铆钉分解技术解决方案。

1 常用铆钉分解工艺技术分析

1.1 钻冲法分解铆钉

对于埋头或梯型头、圆头、半圆头等类的实芯铆钉,需要使用比芯杆公称直径小一级的钻头从钉头部一侧的中心位置钻孔,深度需要控制在接近而不能超过钉杆的高度,直至铆钉头脱落为止,主要避免伤及结构件。然后用与铆钉杆相同直径的冲头冲掉残余的钉杆及墩头部分。

对于抽芯铆钉,由于铆钉结构较为复杂,铆钉的芯杆和钉套的材料不尽相同,鼓包型抽芯铆钉等类型的抽芯铆钉的干涉量较小,所以,分解铆钉的难度较大。通常航空企业采用以下几种方式:

(1) 冲击法:将专用导套放在环圈上面,冲头沿导套引向铆钉尾端,铆钉墩头面用空心顶把顶住,轻叩铆枪,将芯杆冲出,然后使用钻头将钉体部分分解掉。

(2) 钻击法:将钻套放在环圈上面,用与铆钉直径相同的钻头钻铆钉钉帽,然后用铆钉冲将铆钉冲出。

(3) 环圈拆除法: 用空心铣刀洗切环圈, 在铣去足够量的环圈材料后, 用铆钉冲将铆钉冲出。

(4) 环槽劈开法: 用小铣子沿纵向劈开环圈, 然后使用铆钉冲把铆钉冲出^[2]。

实施实芯类铆钉分解过程中, 要求必须准确将钻头控制在铆钉头的中心位置, 对于操作工人的技能和熟练程度要求较高。这种工艺方法不需要太多的特殊工具, 因其成本低廉、操作而且相对速度较快, 而在航空制造业中应用十分广泛。一方面该工艺方法简单快捷, 另一方面因其控制难度较大, 极易伤及结构部分, 由此而导致的故障率也较高。主要存在钻除铆钉头过程时间很长; 对结构, 特别是硬金属结构损伤率较高(蒙皮表面、孔壁刮伤); 异物(屑片)的收集和控制不易, 形成多余物并且飞扬屑片容易造成受伤; 对操作工人的熟练程度和技能要求较高; 工人劳动强度大等缺点。使用铣刀和铣子等工具同样对操作者的要求很高, 在实际工程应用通常很少采用。

1.2 打磨法分解铆钉

通过打磨铆钉头部, 使用打磨器、冲子和不同等级的钻头拆除铆钉。在打磨过程中尽可能多地磨掉铆钉头部(图1), 同时要注意控制打磨姿态和打磨量, 不能损伤到周围的铆钉和结构零件表面。使用冲头和锤子在已经打磨完成的工作面上打出冲点(图2), 主要作用是分解时钻头的行进方向提供引导。这时选择的钻头要比铆钉直径小一个等级, 钻出剩下的铆钉销的一部分(图3), 确保钻出的孔完全处于铆钉杆的中心, 这样钻出的孔才不会扩大, 同时也为下一级钻孔提供导向的作用。最后换成与铆钉直径同级的一个钻头小心地钻出铆钉杆。

1.3 铣冲法分解铆钉

将扁平的金属铣子置于铆钉头刚好唇口的位置铲

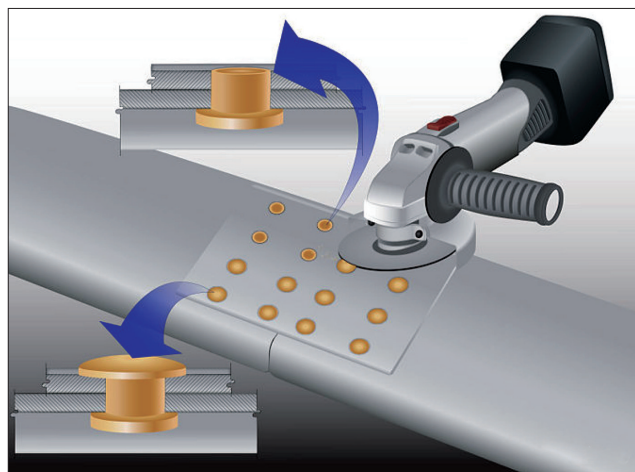


图1 打磨铆钉头
Fig.1 Polishing rivet head

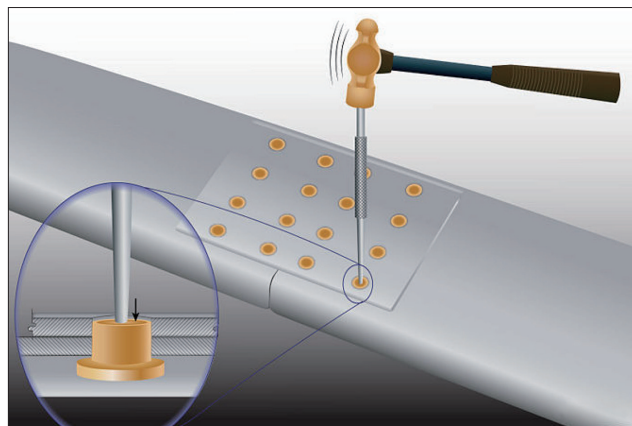


图2 打冲点
Fig.2 Punching point

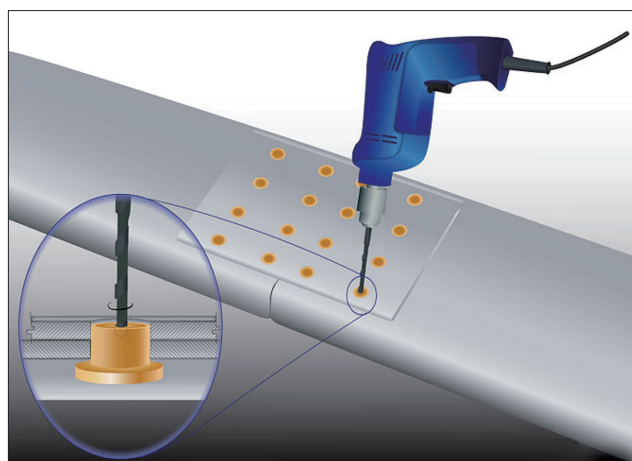


图3 钻除钉杆
Fig.3 Removing rivet

除铆钉头部。使用约3-lb的锤子击打扁铣子的尾部(图4), 直至铲除铆钉头部。最后用冲子敲出铆钉的钉杆(图5)。对于铆钉膨胀过紧, 难以冲出需要按照图3的操作步骤分级钻掉铆钉杆部分。

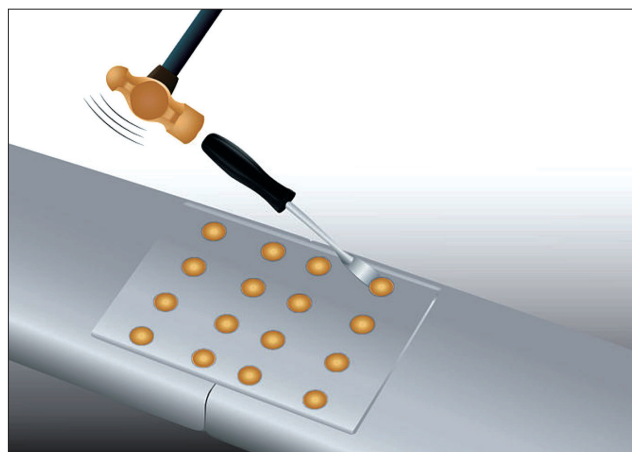


图4 铲除铆钉头
Fig.4 Shoveling rivet head

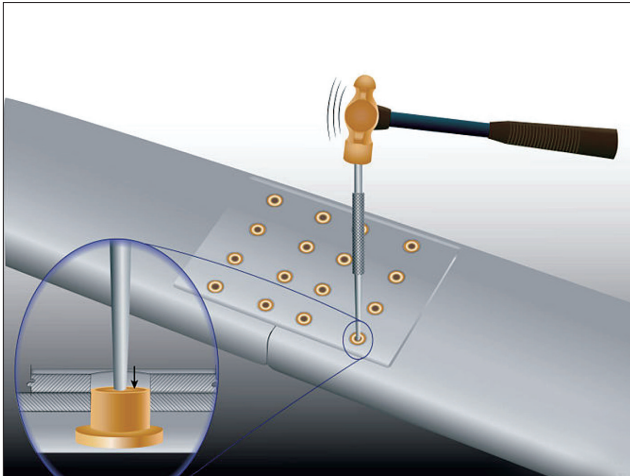


图5 冲出钉杆
Fig.5 Punching rivet out

基于飞机设计紧凑、结构复杂,无论是用打磨器打磨掉铆钉头还是使用专用的镊子来铲除铆钉的头部的工艺方法,主要还是应用在要求相对较低的民用领域。这两种方法都存在着明显的技术缺陷,打磨法极易给产品周围结构件的表层带来损伤,铲除法对于大直径或高强度铆钉不具备可操作性,同时也将不可避免地对结构件的孔壁造成损伤,因此在现今航空产品制造过程中并没有被广泛采用。

2 专用工具分解铆钉工艺分析

2.1 使用铆钉分解器分解铆钉

美国专业飞机维护公司(Aircraft Spruce & Specialty Co.)研发出一种专门用于铆钉分解的工具(图6)。这种工具使用户能够快速而准确地去除铆钉和盲孔紧固件。根据不同的铆钉类型,需要选择相应规格的导向和钻头来分解铆钉。按照不同铆钉安装好钻孔附件,安装到正确的位置后锁紧(图6)。然后参照结构的材料厚

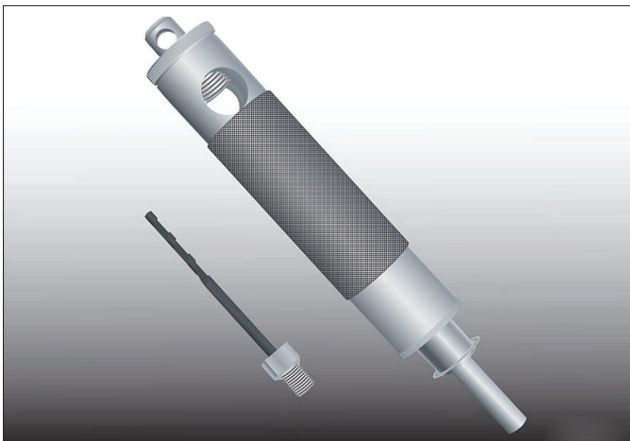


图6 铆钉分解器
Fig.6 Tool of removing rivet

度相应调整钻头露出部分,保证钻孔的深度恰好使铆钉能够被分解掉(图7)。最后利用调整好的铆钉分解器钻掉铆钉的钉杆部分,冲出残余铆头部分(图8)。

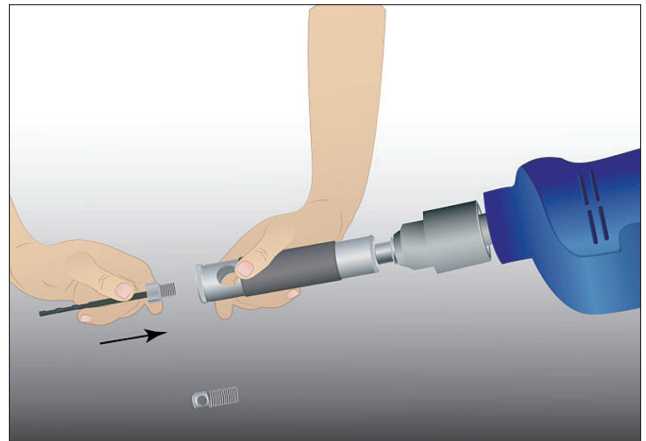


图7 附件安装
Fig.7 Accessory assembly

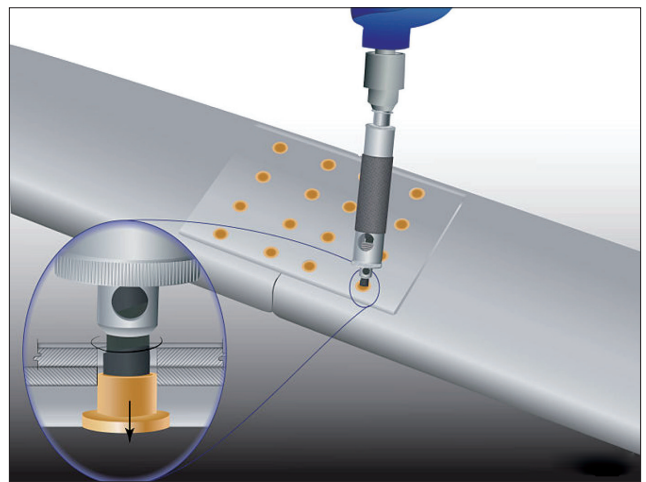


图8 分解铆钉
Fig.8 Removing rivet

2.2 易钻(E-drill)分解铆钉等紧固件工艺技术

E-drill 是世界首创手持式电火花无应力切削加工工艺,能够实现迅速切削所有的导电材料,在航空工业上主要应用于拆卸铆钉等各种紧固件和钻孔工作。操作者从程序库选择紧固件类型,手持式终端将会指示操作者用哪个电极系统并会给紧固件预切割一个深度,通过真空定位器或导向冲头的方式定位紧固件的中心位置。精密尺寸的电极从紧固件头部切出一个圆槽,在电极和机身结构之间产生一个易断截面(图9)。闭合回路的流体系统包含过滤水、冲洗切削区域并去除切削产生的碎屑能吸走和收集碎屑并进行适当处理。E-drill 切削完成后,最后的步骤为利用冲头把残余的紧固件金

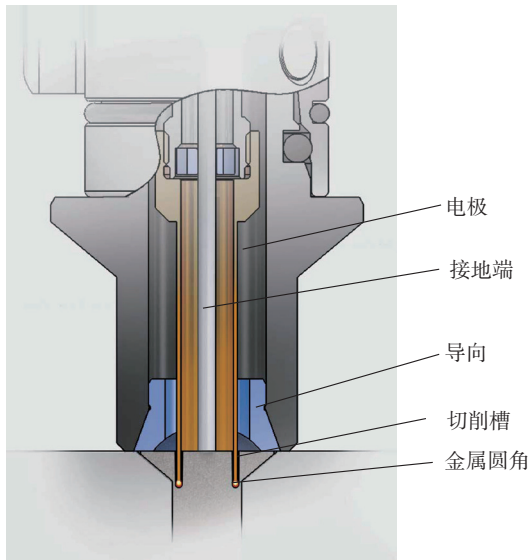


图9 易钻原理图
Fig.9 E-drill diagram

属块破裂后冲出。

强力冲洗切削区域同时起到冷却降温的作用,意味着热量不会转移到周边结构而导致热损伤。E-drill 通过深度控制能极大降低损伤机身结构件的风险,其深度控制精准能够达到到 0.005mm 以下,无应力切削与传统钻除方法相比,精密尺寸的电极加上精准深度控制很大程度上降低了机身结构损伤的风险。可适用于各类平头、凸头紧固件和铆钉、螺帽的分解工作。E-drill 能够显著的提高生产效率,大约 5s 内将 1/4 铝紧固件去边,钛紧固件在 10s 内去边,其拆除铝制紧固件的效率比传统钻除方法快 2 倍,拆除硬金属(钛)紧固件的效率比传统钻除方法快 5~10 倍。如拆除钛高锁纽扣头 6~10s · 1/4; 钛高锁螺帽 20~30s · 1/4; 铝制平头铆钉 2~3s · 3/16; 钛平头螺栓 10~15s。

E-drill 在拆除铆钉紧固件过程中能够有效地控制位置精度和多余物屑(FOD); 切削过程没有强度,切削面干净没有毛刺; 有效地消除钻头偏移和钻头打滑而带来的损坏; 在拔出紧固件时不会损伤机身,因此较传统的机械式分解铆钉的工艺方法可以减少 90% 左右的产品损伤率。美国洛克希德·马丁公司 F-22 项目,美国航空塔尔萨-757 垂尾都得到了广泛应用,在大运输机 KC135 的机翼上分解了 390 个钢制紧固件,目视检测结果为零损伤。

3 综合分析

实芯铆钉等紧固件安装工艺简单、成本低廉、连接可靠性较高,因此在飞机结构设计中仍然占据主导地位。随着复合材料和钛合金技术的发展,越来越多的复

合材料和钛合金材料被广泛应用于航空制造业,适应其材料特性和应用区域设计要求的抽芯类紧固件应用的比例也呈现逐步加大的趋势。无论实芯铆钉还是抽芯铆钉类紧固件,分解过程中主要存在的问题是如何防止损伤结构件表面; 拆除后能够确保孔径质量等问题。

3.1 实芯类铆钉等紧固件分解技术

实芯类铆钉拆解的技术要点关键在于,分解头部的过程中准确控制切削工作始终控制在标准件的中心位置。对于凸头类型的标准紧固件,可以根据其头部的的外形设计制作相应的简易导向钻模,通过外形定位控制始钻模的中心与紧固件轴心保持一致。平头铆钉类紧固件,则需要预先使用导向冲头制出冲点或者使用专用的定位器来保障分解过程的位置准确度。当需要分解的紧固件数量较大时,可以采用铆钉分解器等专用工具。

3.2 抽芯类铆钉等紧固件分解技术

机械锁紧鼓包型抽芯铆钉是适用于单面铆接的新型铆钉,它连接强度大、可靠性高、使用操作方便,国外已广泛应用于飞机不开敞部位的铆接及维修^[3]。机械锁紧鼓包型抽芯铆钉等类型的紧固件,分解难度大、对于分解后孔径的质量要求也比较高,最好用专用分解器或 E-drill 等专用工具分解。笔者在工程实践中发现,在相对难度较大的复合材料或薄板类钛合金基体上,如果能够快速的拆除紧固件的芯杆部分,残余的金属块儿部分利用简单的钻冲的办法来分解。使用“抽芯钉芯杆分解器”就可以快速的拆除芯杆部分。其工作原理为: 首先将抽芯钉的锁紧环部分拆除,脱离锁紧环的束缚,芯杆部分就可以轻松的冲除掉。紧固件芯杆的中心孔恰好能够做为分解金属体部分的导向孔,最后轻松钻冲掉紧固件的残余部分。

4 结束语

本文通过对实芯类铆钉以及抽芯类铆钉分解工艺技术的研究,综合分析传统工艺技术的优点和缺点,得到了不同类型紧固件拆除的要点和控制方向。为更多种类航空紧固件的分解工艺技术的发展奠定了基础。伴随着军、民机市场的快速增长,根据航空紧固件和连接结构的特点,采用适应的分解工艺技术能够大幅度提高工作效率。

参考文献

- [1] 何文治. 航空制造工程手册. 北京: 航空工业出版社, 1993: 663.
- [2] 侯祖飞. 铆装钳工技能. 北京: 航空工业出版社, 2008: 62-63.
- [3] 陈兴安, 陈金云. 机械锁紧鼓包型抽芯铆钉研制与应用. 航空制造技术, 2006(3): 93-95.

(责编 深蓝)