

7050 铆钉铆接裂纹分析及对策

Analyzing of Riveting Crack of 7050 Aluminum Rivet and Countermeasure

成都飞机工业(集团)有限责任公司 何凤涛 黄卫

西北工业大学机电学院 曹增强

7050 铝合金材料,由于其综合性能好,在现代飞机结构的零件、连接件中被广泛使用,其中包括用 7050 铝合金材料加工生产的牌号为 HB6748 的 100° 沉头铆钉和 HB6747 冠状铆钉(俗称 7050 铆钉)。在某型飞机装配制造中大量采用了这种铆钉,但在飞机进气道部位发现使用 7050 铆钉一段时间后,该部位出现大量铆钉铆头开裂的现象。为分析 7050 铆钉铆接后铆头开裂的原因,本文从材料、热处理、铆接方法和铆接方式等方面分别进行了试验研究。

1 试验方案设计

影响铆接质量的因素一般有:材料、热处理工艺以及铆接方式。本试验方案是根据 7050 铆钉的制造、热处理工艺试验、铆接工艺试验设计的。

1.1 7050 铆钉的制造

在 7050 铆钉的制造中,用国产和进口 2 种线材进行试验,材料成分基本一致,主要化学成分有 Zn(6.2%)、Cu(2.3%)、Mn(2.2%)和 Zr(0.12%)。

1.2 热处理工艺试验

热处理对铆钉的性能有较大影响。7050 铆钉一般采用固溶加时效的热处理方式。在固溶处理中,采用 477 的温度,保温 45min,并采用乙二醇冷却和水冷两种冷却方式。在时效处理中,先用 121 的温度,保温时间取 4h、6h、8h 3 种;随后在 178 的温度下保温 11.5h,空冷。

1.3 铆接工艺试验

实际生产中采用不同铆接方法,如锤铆(正铆和反铆)、压铆等,也会对铆接质量产生一定影响。电磁铆接是一种新型铆接工艺,加载速率高,适合于应变率敏感的钛合金等难成形材料的铆接。

为了分析铆接方法对铆钉成形后铆头状态,用国产 7050 丝材和进口 7050 丝材分别新制 7050 铆钉,铆钉分为 12 组,每组 10 颗,每组铆钉按时效处理工艺参数不同编号,分别采用电磁铆接、正铆、反铆、压铆等 4 种铆接方法进行铆接试验。所有铆接试验在材料为 LY10 的工艺试片上进行,要求一块试片只铆接

同一种质量编号的铆钉。铆接后采用 5 倍放大镜目测检查铆头是否产生裂纹。

2 试验结果与分析

2.1 丝材对铆接质量的影响

进口丝材和国产丝材采用普通铆接方法时铆接质量不同,国产 7050 丝材制造的铆钉铆接后大量铆头开裂,进口丝材制造的铆钉铆接质量较好,但仍有 10%左右铆头开裂,因而靠选用丝材的方法不能彻底解决铆钉铆头开裂的问题。

2.2 热处理对铆接质量的影响

在铆钉的固溶处理中,无论是用水冷还是乙二醇冷却,铆头开裂数量没有明显变化,都有 10%左右开裂,因此,这 2 种冷却液的更换不会改变铆接质量的状况。在时效处理中,第一级时效(121℃)的 3 种保温时间对铆钉铆头开裂情况没有明显影响;第二级时效(178℃)的保温时间对铆接质量有一定影响。

2.3 7050 铆钉延迟开裂分析

检查铆钉铆头发现,7050 铆钉完成铆接后一般不会立即开裂,而放置 20 天后均出现了裂纹,表明 7050 铆钉有延迟开裂的问题。主要原因可能是铆接过程中铆接力使铆头材料中产生剪切应力,如果剪切应力超过材料的剪切强度,就可能出现剪切破坏,导致铆头开裂;如果剪切应力没有超过材料的剪切强度,也就不会立即出现铆头开裂破坏,但在放置过程中,铆钉铆头中的应力逐渐释放,在释放过程中,随着应力的变化,铆钉铆头材料的变形也可能发生变化,如果局部应变过大就可能出现裂纹(应力裂纹)。

2.4 铆接方法分析

从铆接方法来看,不管其他条件如何改变,采用普通方法铆接时,无论是正铆、反铆还是压铆,都有一定数量的铆钉出现裂纹。而采用电磁铆接时,无论是国产材料还是进口材料,在不同热处理条件下的铆钉均未发现铆钉铆头开裂,表明铆接方式对铆接质量有较大影响。本项试验得出的结论是:采用电磁铆接可以有效解决 7050 铆钉铆头开裂的问题。(责编 金卯)