

LY16-1铝合金铆钉线材的应用

航天部二一一厂 王永正 谭立三 航空部六二一所 张禄山

随着航天技术的发展,对航天器用材的结构强度、耐热等性能提出了更高的要求,这样对连接用的铆钉材料也提出了更高要求。制造长征系列火箭时,我们对现有的铆钉用铝合金材料进行了比较。LC3铝合金剪切强度较高,但铆接工艺性欠佳,资料介绍也不宜超过125℃使用;LY4铝合金是高强耐热合金,但所制铆钉必须在固溶处理后2~6小时内铆接,常温下也无条件阳极化处理;LY9铝合金施铆的条件更

苛刻,须在固溶处理后二十分钟内铆接;LY10铝合金虽易于施铆,但剪切强度较低,不能满足设计要求。参照国内外有关资料,选用了航空部六二一所与冶金部一〇一厂共同研制的LY16-1铝合金线材进行了试验。

首先对LY16-1铝合金线材进行冷锻成形试验,规格有H6半圆头铆钉(GB867—76)、H6 120°沉头铆钉(GB954—76)和H6沉头铆钉(GB869—76)。试验结果表明成形性能良

好。然后将线材经过 $525 \pm 5^\circ\text{C}$, $10 \sim 40\text{min}$ 固溶处理和 $165 \pm 5^\circ\text{C}$, $12 \sim 16\text{h}$ 人工时效处理,随后进行室温和高温瞬时剪切强度试验,试验结果见表1。

由表可见,LY16-1铝合金线材比LY10合金剪切强度高。

该合金的生产流程,是将入厂复验合格的线材,由铆钉生产车间制成标准件,再经热处理车间固溶处理和人工时效,随后进行剪切强度和铆接性能试验,合格后发往装配车间使用。用风动手铆枪铆接。该合金在热处理后铆接,仍有足够的塑性铆入构件,并且不受热处理后停留时间的限制。因此LY16-1铝合金既具有LY10铝合金铆接方便的优点,

表 1

合 金 牌 号	规 格 d, mm	炉批号	剪切强度 τ , MPa		
			室 温	200°C	
				30min	2min
LY16-1	4	790—2	294~304	186~196	—
	5	790—1	294~304	186	—
	6	002	275~284	186~196	—
	4	79	294	—	279~284
	6	79	284	—	270~275
	< $\phi 6$	技术条件	≥ 284	≥ 186	—
	$\geq 6.0 \sim 8.0$	技术条件	≥ 275	≥ 186	—
LY10*	4	76	247	177	—
		技术条件	≥ 245	—	—

*此数据系航空部六二一所在 $515 \pm 5^\circ\text{C}$, 35min 固溶处理; 75°C , 24h 人工时效后测得的。

◁*▷

◁*▷

◁*▷

◁*▷

◁*▷

◁*▷

◁*▷

四、结 论

综合力学性能、组织分析、断口分析及断裂物理过程的观察分析结果,得出如下结论。

1. ZG28铸钢的断裂韧性 K_{Ic} 值,比同成分同等强度级别的锻钢好。

2. ZG28铸钢的塑性和韧性,比同成分同等强度级别的锻钢低。

3. 铸态的偏析和组织的不均匀性,是其与

锻态断裂行为不同的一个原因。

4. 局部断裂区与主裂纹尖端的特征距离,即主裂纹最难扩展的距离,决定着断裂韧性的高低。

(参考文献略)

附记:本文的试验工作得到ZG28项目组及有关同志的大力支持,特别是清华大学金属学教研室刘家没、曹维淦、鲁晓平等同志的大力支持,特此表示感谢。

FGH95 粉冶高温合金涡轮盘锻造工艺研究

钢铁研究总院 杨士仲 李力

摘 要

研究指出, FGH95合金难变形,不能采用一般的锻造工艺,必须采取慢速变形和保温措施。采用等温锻造最合适。在目前我国还没有大型等温锻造机的情况下,采用水压机包套锻造,只要保证终锻温度,严格控制变形量,可以锻出质量合格的盘件。盘件性能已达到美国同类合金René95的技术指标。

前 言

粉冶高温合金组织均匀、晶粒细小、疲劳性能好、屈服强度高,是制造先进发动机涡轮盘的理想材料。美国已有十多年的生产和使用经验,由军用现已扩大到民用。英、德、日、法等国也都正在研究。

FGH95(美国称René95)合金是一种镍基粉冶涡轮盘合金,含有较多的W、Mo、Nb、Al、Ti等合金元素,由于合金化程度高,变形很困难。美国原来采用直接热等静压技术制造涡轮盘,1980年,这种盘件曾发生断裂事故。

直接热等静压成形的涡轮盘,其组织中存在大量的PPB(原始颗粒边界),降低粉末间的结合强度。压力加工可以破碎PPB,并改善夹杂物的形态和分布,从而提高材料的性能,增加盘件的安全可靠性^[1]。为寻求合理的成型工艺,进行了锻造工艺的研究。

一、研究用料

采用真空熔炼氩气雾化的合金粉末。粉末

◁*▷ ◁*▷ △*▷ ◁*▷

又具有高温耐热的优点。特别是在200℃(< 2 in)其剪切强度不明显下降的特点,作为火箭铆钉用材是很适用的。

该线材已定型并有了一套完整的资料,如试验方法、验收标准、热处理规范、铆接工艺规

粒度为-150目,化学成分(%)0.05C, 13Cr, 8Co, 3.5W, 3.5Mo, 3.5Nb, 3.5Al, 2.5Ti, 0.05Zr, 0.01B, Ni基。粉末装套经加热脱气处理,再经1120℃ 117.6MPa3小时热等静压成形。热等静压锭经扒皮、超声波探伤后,作为研究的原材料使用。

二、锻造工艺参数的研究

1. 合金的热加工性能

用高温拉伸试验机、FTMP-6型静压试验机和Gleeble热模拟试验机,对热等静压锭和锻造饼坯的最佳变形温度范围、最大变形量以及变形速度对变形抗力和塑性的影响进行了研究,结果见图1~4。研究表明:①FGH95合金的最佳变形温度范围是1050~1150℃;②热等静压锭的最大允许变形量是45%,饼坯还可高些,但仍很难变形;③变形速度对FGH95合金的变形抗力和塑性影响很大,慢速变形时,变形抗力降低,塑性提高。

2. 锻造加热温度的影响

锻造加热温度对FGH95合金显微组织和

◁*▷ ◁*▷ ◁*▷ ◁*▷

范等,并制定了有关技术标准。用LY16-1铝合金线材制作的铆钉,作为航天产品有关结构件的连接,能满足设计要求,在长征系列火箭上应用是成功的。