

# 镁合金一次挤压型材的工艺和性能

六二一所 鲁立奇 余应梅

三二〇厂 王迪瓚 一一二厂 祁宝双

## 一、前言

镁合金MB15型材是我国目前广泛使用的飞机受力构件。

多年来由于采用二次挤压的生产工艺,型材的截面上存在有不同程度的粗晶组织。机械性能显著降低。如拉伸强度为28~32公斤/毫米<sup>2</sup>,达不到冶标YB632—66强度指标的要求( $\sigma_b \geq 32$ 公斤/毫米<sup>2</sup>)。而且由于型材塑性低,工艺成型时产生裂纹而引起报废。

为了消除粗晶组织,提高产品的性能及满足设计、使用的要求,六二一所、三二〇厂、一一二厂共同协作对挤压工艺进行了探索和试验研究。经过多次反复试验结果证明:采用不均化一次挤压是消除型材粗晶组织、提高合金强度的有效工艺方法。

在冶金部东北轻合金加工厂的大力协同下,通过生产条件的小批量扩大试验进一步证实:新的工艺方法是可靠的,性能是稳定的、

经济效果也是明显的。不仅节省了电能,而且挤压效率和成品率各提高50%。

新工艺生产的MB15合金型材已达到美国同类合金ZK60A型材的强度水平,1980年与冶金部共同联合鉴定已正式推广用于成批生产。

## 二、试验方法

### 1. 铸造方法

采用半连续铸造,铸锭直径 $\phi 125 \sim 170$ 毫米,冷凝槽高80~120毫米。

### 2. 挤压工艺

型材尺寸为XC111—19,挤压温度为350~400℃,挤压系数为26。

### 3. 热处理制度

挤压后时效170±5℃ 10小时。

## 三、试验结果

### 1. 挤压工艺与性能的比较列入表1。

表 1

工 艺 条 件	合 金 成 分 %			状 态	挤压温度	挤压速度	$\sigma_b$	$\delta$	试样
	Zn	Zr			°C	米/分	公斤/毫米 <sup>2</sup>	%	数 量
一次挤压	5.14~5.80	0.67~0.75	余  量	均化380/8	350~400	2.3~10	32~34	13~19	38
一次挤压	5.14~5.60	0.73		不均化	350~400	2.3~6	34~36	12~19	21
二次挤压	5.40	0.50			350	0.5~3	28~29	10~17	7
美国型材	5.59	0.56	镁	壁厚1.5~4.4毫米			34~36	9~15	8
苏联型材	5.17~5.58	0.30~0.48		壁厚1.5~1.9毫米			32~34	10~17	10

## 2. 应力腐蚀试验见表2

0.5% NaCl, 温度30°C, 应力取 $\sigma_b$ 的50%。

表 2

工艺方法及试样尺寸	断裂时间(小时)
不均化一次挤压 MB15型材 壁厚1.6毫米	>45~74
二次挤压MB15 型材 壁厚2.0毫米	>8~51
苏产MA14型材 壁厚1.6毫米	>42~66

## 3. 金相组织

1) 二次挤压型材为粗大的晶粒组织, 而富铅条带全部消失(图1)。

2) 苏产型材MA14主要是再结晶的细晶及部分粗大晶粒, 但富铅条带基本消失(图2)。

3) 美国型材ZK60A主要是再结晶的细晶, 富铅条带较少(图3)。

4) 一次挤压型材为细小的晶粒及部分富铅条带(图4)。

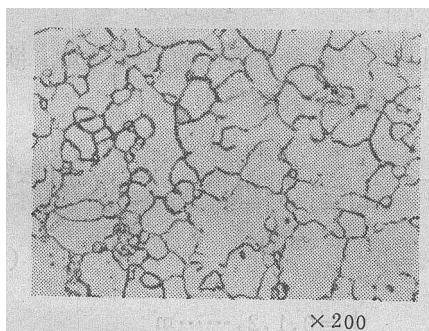


图 1 国产二次挤压型材

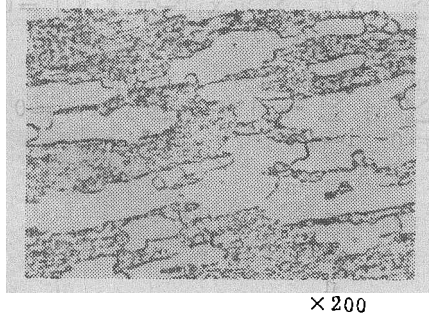


图 2 苏联型材

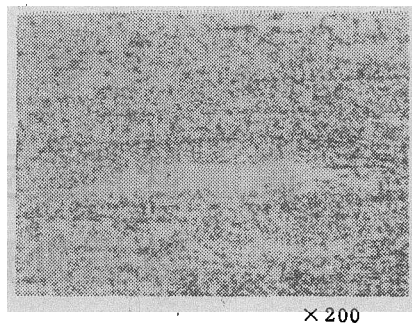


图 3 美国型材ZK60A

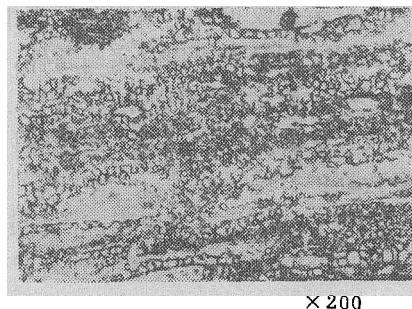


图 4 国产一次挤压型材

工艺成型试验结果表明, 一次挤压型材可以满足生产使用的要求。

此外还进行了电子探针相成分分析、X光衍射及薄膜透射电镜鉴定。

## 四、结果讨论

金相组织表明, 一次挤压的型材为细小的晶粒组织并保留有富铅条带沿挤压方向伸长。而二次挤压型材主要是粗大的再结晶组织, 富铅条带全部消失。

此外, 由X光、电镜研究结果分别指出: 一次挤压型材再结晶程度较小, 组织程度稍大于二次挤压型材。并发现有位错形成的亚结构。

因此, 一次挤压型材的强度显著提高的原因是保持细小晶粒和亚结构、组织强化的综合结果。但是, 影响型材性能的主要因素是由晶粒尺寸所决定的。由于富铅条带能有效阻碍再结晶晶粒的成长, 所以晶粒的大小与富铅条带的存在又是密切相关的。

关于镁合金型材产生粗大晶粒的原因, 目  
(下转第29页)

渐注入模具内,并抽真空(残压10毫米汞柱左右)脱泡。应使胶液内气泡完全排除。一般脱泡时间为30分钟左右。

(3)从真空釜内取出模具、补料到规定的高度。

(4)将灌注好的模具置于100℃的烘箱内,加热1小时,待灌注料凝胶后将温度升至120℃保持3小时,再将温度升到130℃保持3小时,然后取出包裹在棉被内逐渐冷却。

### 三、验试结果

浇注件的测试结果见表2

表 2

测 试 项 目	测 试 结 果
线圈耐压要求12千伏 150℃/6小时 -40~+100℃各保持1 小时循环三次	实际经20千伏5分钟未击穿 不 开 裂 不 开 裂

注:浇注件外形尺寸:280×150×150毫米

灌注料的冷缩对变压器开裂的危害影响较大,因为环氧树脂在热态下呈塑性,冷却时趋向刚性,所以开裂往往产生在高温硬化后的冷却

期内,因此应尽量降低冷却速率,使冷却应力缓慢产生。为此采用热脱模,避免了冷却时环氧树脂与其相接触的金属之间因膨胀系数不同所产生的应力,同时还采用了棉被包裹冷却。另外,降低固化温度,可减小体积收缩率,降低聚合放热量,提高树脂韧性。我们采用的最高固化温度为130℃以下的中温固化法,所选定配方的固化产品达到了较高的耐热等级。

### 四、结束语

1. 灌注料可室温配制,操作方便,无刺激性挥发物产生,改善了劳动条件。

2. 灌注料室温(或低温)适用期长,便于操作,在温度达到110~120℃时又能迅速固化,放热量小,固化后收缩率小,韧性好,产品不分层,且外观良好。

3. 能中温固化,且周期较短,可提高劳动生产率。

4. 灌注的产品机电性能良好,与用634#双酚A型环氧与苯酚、顺酐组成的灌注料灌注的产品相比无论耐热性、抗冲性、抗弯性等均有进一步提高。

(上接第31页)

前尚未见到有关资料和报导。通过上述综合研究和分析,我们认为:二次挤压型材产生粗大晶粒的根本原因是由于合金中固熔锆的沉淀或析出引起的。因为二次挤压型材由于经过二次加热和挤压过程,锆的析出和形成锆化物(如 $ZrH_2$ 等)相应增多。合金中固熔锆的浓度必然降低。因而不能有效地阻碍再结晶的成长。

镁-锆合金氢化处理的研究指出: $ZrH_2$ 的沉淀具有高的晶粒稳定性和提高合金的性能。但是,结合我们挤压工艺条件来说,形成 $ZrH_2$ 的数量仍然是有限的。因此, $ZrH_2$ 的弥散强化和阻碍再结晶的作用也是较小的。

需要指出:合金中锆的浓度分布是很不均匀的,因而析出相的质点大小和弥散分布的程

度也同样是不均匀的。因此,析出相的结构和分布形态对合金的性能和再结晶的影响有待进一步的研究和验证。

### 五、结 论

1. 镁合金MB15二次挤压型材强度降低的原因主要是由于粗大晶粒组织所引起的。

2. 粗晶组织产生的原因是由于合金中锆的沉淀或析出的结果。

3. 采用不均化一次挤压是消除粗大晶粒、提高强度的有效工艺方法。

4. 通过工厂扩大生产试制和工艺成型试验进一步证实:新的挤压工艺是可靠的、性能是稳定的、经济效果是明显的。经冶金部、三机部联合鉴定已正式推广用于成批生产。