

燃气涡轮叶片气相渗铝中非渗部位防护工艺

中国南方航空工业(集团)有限公司 (湖南株洲 412002) 李克 张正义 张莉

现代航空工业中,为满足发动机使用性能要求,燃气涡轮高温合金叶片广泛采用渗铝工艺,以确保在高温工作时具有较高的抗高温氧化、抗热腐蚀能力。在以提高叶片冷却效率的叶片表面、内腔渗铝工艺成为科研焦点的同时,非渗铝部位的防护也成为技术难题。

渗铝技术属于化学热处理工艺。目前,金属制件的化学热处理防护方面,已经有成熟的方法。气体氮化制件一般采用镀层防护法,包括镀锡、镀铜、镀镍三种方法防护。氮化后完整的镀镍层可不去除,其余镀层均要去除。气体渗碳过程中,对非渗碳面一般采用镀铜方法进行防护,渗碳结束检验合格后,除去非渗碳面的防护铜层。

固体渗铝中非渗铝部位保护,目前常用陶瓷罩或常规涂料进行保护。但使用温度受到限制,只能在950℃以下使用。而对于沉积处理、高温扩散处理在同一个炉子中同时进行的气相渗铝工艺,渗铝过程中温度达到950~1050℃,常规的防护方法失效。

本文采用对比工艺试验方法,研究渗铝过程中非渗铝部位的不同防护工艺,分析4种防护方法的保护效果。

1. 制件特征

某航空发动机用燃气涡轮叶片为镍基高温合金(代号LK)铸造成形,机械加工榫头部位后进行渗铝。技术条件要求:叶片表面进行渗铝,叶片榫头部位不允许有渗层。叶片渗层分布如图1所示。

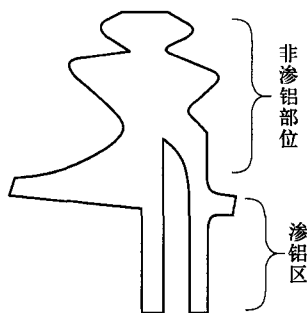


图1 叶片渗层分布

制件简要工序路线:毛坯铸造→叶片机械加工→渗铝。在对叶身进行渗铝时,需对非渗铝部位进行有效防护处理,防止高温渗铝过程中铝粉与叶片榫头表面接触而产生渗铝层。

2. 防渗工艺试验

(1) 非渗铝部位的防护 对镍基高温合金废叶片采用三种保护涂料(1号、2号、3号)和金属罩包覆叶片榫头等4种方法开展工艺试验。具体试验方案见表1。

表1 叶片榫头防护工艺方法

项目	非渗面防护方法	工艺特点	每件工作量	外观	渗铝后清理
方法1	1号涂料	涂敷7层	1周	红色	自然脱落
方法2	2号涂料	底3层、面4层	5 h	白色	成壳剥离
方法3	3号涂料	底3层、面1层	2 h	泥灰色	刷子清理
方法4	金属罩	手工包覆	10 min	灰绿色	手工拆除

(2) 气相渗铝 根据前期工艺试验确定的渗铝制度,在专用气相渗铝炉中对叶片试件进行渗铝。渗铝制度为:1000℃,保温3~5h,炉冷。渗铝前将马弗罐通入氩气,排净空气后再开始加热,升温、保温及冷却过程中确保密封,罐内处于正压。

(3) 色质处理 渗铝后,叶片渗层完整性一般采用色质处理来进行初步外观判定,同时可检查非渗铝面的漏渗情况。具体工艺为:空气炉,500~600℃,保温1~1.5h,空冷。

3. 试验结果

(1) 外观检查结果 按上述4种工艺方案进行试验,各试件经色质检查后,首先对叶片渗铝外观进行目视检查,结果见表2。

