

2. 生产现场试用表明, 检测仪器的使用性能基本稳定, 检测数据的重现性良好并经有关单位鉴定通过。

3. 用该方法对正在服役的零件进行无损检测, 可将抗腐蚀性能低劣的零件挑出, 不仅可以避免不必要的浪费, 而且还可以有效地提高发动机的使用安全性并经有关单位鉴定通过。

参加本工作的有江宏德、何显璆、王震谷等同志, 并得到吴培远、吴荣贵、涂柏林、张学铎等同志的支持与配合。在此表示谢意。

参 考 资 料

- 〔1〕涡轮喷气发动机一级压气机叶片断裂原因研究, 六二一所, 1977年。
- 〔2〕A.N. Wendelbo, A Potention-static Determination of Stress Corrosion Susceptibility in 431 Stainless Steel, 1968.
- 〔3〕Cr17Ni2 不锈钢叶片应力腐蚀敏感性的电化学检测研究总结, 六二一所, 1979年。
- 〔4〕TW824 型 Ag-AgCl 电极在检测 Cr17Ni2 不锈钢零件应力腐蚀敏感性中的应用, 六二一所, 1979年。

ZGCr17Ni2 空心叶片测厚仪

一二〇厂 曲应泉

提高现代涡轮喷气发动机性能的重要措施之一, 就是提高燃气温度和增压比。然而, 燃气温度的提高, 会使发动机涡轮零件的热负荷随之增大, 从而对叶片材料提出更高的热性能要求。但是叶片材料高温性能的提高是有一定限度的。而带异形冷却通道叶片的出现大大改善了其冷却性能, 提高了发动机的功率。

对采用陶瓷型芯或石英型芯真空铸造的精密化的叶片来说, 难于保证冷却通道壁厚的技术要求。我厂所用的一种带冷却通道的叶片材料为 ZGCr17Ni2, 叶片壁厚尺寸为 $2.0^{+0.1}_{-0.5}$ 毫米。这种叶片采用陶瓷型芯精密铸造。由于叶片纵向较长难于保证叶片壁厚的规定尺寸, 所以对精铸后和加工后的叶片要百分之百测量, 以保证叶片质量。

尽管测量叶片异形孔壁厚的方法很多, 例如: 超声波法、X射线法、热电法、电感法、电磁波法、涡流法、磁性法或同位素法等, 然而具体的测量方法则要根据叶片壁厚尺寸的技术要求、基体材料和冷却通道的形状加以确定。

但是, 快速准确、费用低廉的方法仍是可取的。一般地说, 单边测量方法总比双边测量方法先进, 这是因为它不需要在孔内放入任何其它物体。某机所用的一种空心叶片材料, 是一种具有磁性的不锈钢, 为了测量这种叶片的壁厚, 我们研制了磁性单边测厚仪。这种测厚仪的使用方法简便, 测量结果可靠。

测量原理如下(见图1)。

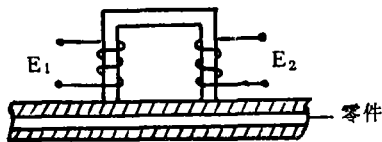


图 1 测量原理示意图

把一“Π”形测头与叶片组成一闭合磁路, 当在其初级通一交流电时, 初级线圈内即有电流流过, 并且在此闭合磁路内产生同一频率磁

通 ϕ 。此时，二次绕组产生的电势大小为：

$$E_2 = -\frac{4.44 \phi N_2 \cdot f}{10^8} \text{ (伏)} \quad (1)$$

式中：

N_2 ——二次绕组圈数；

f ——初级绕组磁化频率；

而 $\phi = B A$ (A 为磁体截面积， B 为磁感应密度) 这样 (1) 式可写成下式：

$$E_2 = -\frac{4.44 B \cdot N_2 \cdot f \cdot A}{10^8} \text{ (伏)} \quad (2)$$

而 B 是导磁率和磁势的函数。如果磁势和磁路长度以及磁体的导磁率不变，则上式二次绕组的感应电压与磁体截面 A 成正比关系。因为测头的磁体截面不变，即感应电势仅与叶片截面厚度变化成正比关系。这样，我们可通过二次电压的大小间接测量出叶片厚度。测头材料选用皮莫合金，厚度为1毫米，其他尺寸见图2。

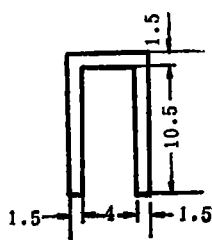


图2 测头尺寸

磁势与激磁频率是重要的。磁势的选择原则是，要使不同厚度的叶片都有反映。考虑到测量边缘的要求，我们选取激磁频率为20赫芝。这具测厚仪的主要技术性能为：

- ①测量范围：1.5毫米以下；
- ②测量误差： $\pm 7\%$ ；
- ③边缘影响：不大于0.5毫米；
- ④测量接触面积： 1.5×1.0 毫米²。

探头与叶片的接触测量面积为 1.5×1.0 毫米²。接触测量面积愈小，叶片测量点数就愈多，漏检区域也就愈少。而测量结果是探头两端点间厚度的平均值。这两端点间的距离愈小则准

确性愈高。但是探头两端点的距离与测量范围有关，距离越短，测量范围的上限也愈低。

叶片壁厚与仪器示值关系示于图3。

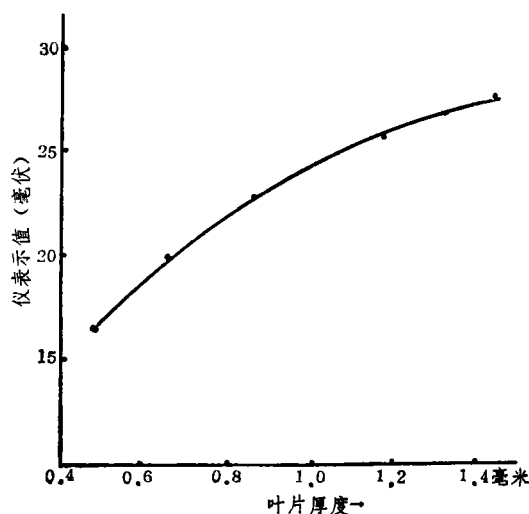


图3 叶片壁厚与仪器示值关系曲线

为保证叶片导磁率的稳定，测量是在热处理之后进行。我们经过多次使用，测量结果是可靠的。

~ ~ ~ ~

(上接第27页)

10℃、校正加热温度为 $800 \pm 10^\circ\text{C}$ 、热处理为 $980 \pm 10^\circ\text{C} \times 1$ 小时空冷 + $530 \pm 10^\circ\text{C} \times 6$ 小时空冷工艺生产的叶片，其组织性能能满足技术条件要求。因此，我们认为这一工艺是当前试制、生产TC9钛合金叶片较为合理切实可行的工艺制度之一。

× × × ×

在TC9钛合金叶片试制期间，宝鸡有色金属加工厂、抚顺钢厂、六二一所、011基地第二指挥部及第二设计所等兄弟单位和上级机关的同志同我厂的工人、技术人员一起付出了辛勤的劳动，对此表示感谢。