

# 用涡流导电仪无损检测铝合金零件硬度

国营一四三厂冶金科

我厂产品的壳体系用ZL-101材料并经T5热处理，硬度要求HB=80~100。

产品在装配调试过程中发现，有的衬套自壳体中脱出一部分，影响了产品质量。经检查衬套脱出的壳体硬度略低于HB60，不符合工艺规程规定的数值。

为了对产品质量负责，必须全面复查壳体的硬度，但装配好的产品壳体无法用现有的硬度计加以检测。为此，我们用FQR-7501型涡流导电仪进行了测量，对产品进行了分选，保证了产品质量，使生产顺利进行。

现将我们用导电仪测试硬度的工作情况，作一介绍。

## 导电仪的测试装置<sup>[1]</sup>及工作原理

测试装置见方框图(图1)

### 工作原理

金属材料的机械性能(如硬度)与其组织结构有关，而金属材料的物理性能也与其组织结构有关。涡流导电仪就是利用这一原理将探测头放在金属块上，交流电桥内的线圈电磁场就在金属表面感生涡流，涡流的大小与被测金属导电性有关，从而测出金属的电导率绝对值。电导率绝对值与金属的硬度值有一对应关系，即可间接测出硬度。

标准试块的硬度与电导率

标准试块的要求：

1. 与被测金属材料相同；
2. 与被测金属经同一热处理工艺处理。

我们选用因机械加工报废的壳体，从其上截取一定尺寸的试块，先用布氏硬度计检定硬

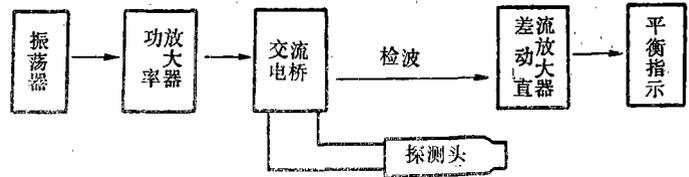


图 1

度，再用导电仪测出相对应的电导率绝对值(见表1)。

表 1

编 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
硬 度 HB	62	62	62.4	63.2	63.3	76.5	77.1	78	80
电 导 率 M/Ω·mm <sup>2</sup>	28	27.3	27	27.1	27	27	27.1	27	25.5
编 号	10	11	12	13	14	15	16	17	18
硬 度 HB	83	85.5	86	88	91	92	93	94	95
电 导 率 M/Ω·mm <sup>2</sup>	24.9	24.4	28.8	25	24.8	22	25.2	25.1	20.6

## 半成品产品的壳体硬度与电导率

将已组装的半成品壳体，先用布氏硬度计检定硬度，再用导电仪测出相对应的电导率绝对值(见表2)。

表 2

编 号	1	2	3	4	5	6	7	8
硬 度 HB	55.6	63	64.8	72.1	93	95	99	99.5
电 导 率 M/Ω·mm <sup>2</sup>	29	29.4	29	29	24.5	23.6	23	23.5

从表1和表2数值可以看出, 电导率绝对值小于或等于 $25.5 \text{ M}/\Omega \cdot \text{mm}^2$ 的, 其对应硬度值均大于或等于 HB80, 可以满足我厂产品壳体的硬度要求。

我们应用电导率  $25.5 \text{ M}/\Omega \cdot \text{mm}^2$  这个数值<sup>[2]</sup>(已纳入厂有关资料), 对产品壳体的硬度进行了内厂及外厂检测。

### 内厂检测

对已装配好的14台产品壳体(无法用现有的硬度计测定硬度), 用导电仪进行了电导率的测量, 其值见表3。

表 3

编 号	1	2	3	4	5	6	7
电 导 率 $\text{M}/\Omega \cdot \text{mm}^2$	27.5	26.8	26.8	26.5	26.7	24.8	24.2
编 号	8	9	10	11	12	13	14
电 导 率 $\text{M}/\Omega \cdot \text{mm}^2$	24	23.8	23.7	23	22.6	22.6	22

从表3数值可以看出, 1至5号产品的壳体的电导率绝对值均大于 $25.5 \text{ M}/\Omega \cdot \text{mm}^2$ , 从而认为这5台产品的壳体硬度均小于 HB80。

我们将这5台产品分解, 用布氏硬度计测其壳体硬度, 其值见表4。

表 4

编 号	1	2	3	4	5
硬 度 HB	60.1	60.1	60.5	65.5	60

表4的硬度值, 证实了导电仪间接测量硬度的可靠性。

### 外厂检测

用导电仪到外厂对产品的壳体进行了电导率的测量。其值摘录于表5。

表 5

编 号	1	2	3	4	5	6	7	8
电 导 率 $\text{M}/\Omega \cdot \text{mm}^2$	27.5	23.9	23.7	23.6	23.5	23.4	22.8	22.7
编 号	9	10						
电 导 率 $\text{M}/\Omega \cdot \text{mm}^2$	22.5	22.1						

从表5数值可以看出, 1号产品壳体的电导率大于 $25.5 \text{ M}/\Omega \cdot \text{mm}^2$ 。我们认为1号产品的壳体硬度小于 HB80。

### 硬度与电导率的对应关系<sup>[3]</sup>

综合上述数据, 可绘成壳体的硬度与电导率的关系图, 如图2。

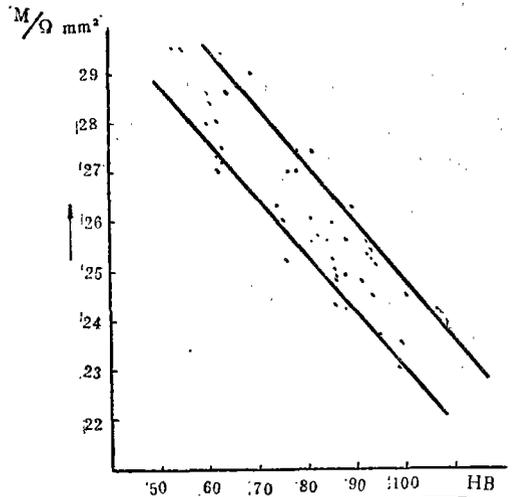


图 2 硬度与电导率对应关系

从图2可见, 壳体的硬度与电导率具有斜带状的对应关系。硬度高, 电导率低。硬度低, 电导率高。

### 斜带状形成原因分析

1. 机械硬度反映零件测定点表面的硬度, 而导电仪测定的电导率反映了零件被测表面的综合性能。可见两者不会一一对应。

2. 铸造生产中, 存在化学成分的不均匀性, 在热处理时不能使所有的 $\text{Mg}_2\text{Si}$ 相全部溶解, 影响基体组织的同一性。加上处理过程中加热不均匀等原因, 造成零件各部分硬度有波动。

### 3. 铝合金铸造的局部缺陷及其它原因。

带状宽度决定了处于硬度边缘界限的零件有被误判的可能性。因此带状宽度既要保证零件的质量,又不能单纯追求保证质量而选得过窄。这方面的工作,我们做得还不够,有待进一步试验。

### 结 论

1.7501型涡流导电仪用标准试块校对,可以对铝合金的硬度进行间接无损测量。并且测试方便。

2.我厂产品的壳体硬度要求为 $HB = 80 \sim 100$ ,如电导率绝对值小于或等于 $25.5M/\Omega \cdot mm^2$ 则认为硬度合格,可以保证产品质量。

### 参 考 资 料

- [1]涡流导电仪说明书,厦门第二电子仪器厂。
- [2]用涡流导电仪测定壳体硬度临时说明书,厂内资料。
- [3]剩余磁场法检查汽车连杆硬度,长春汽车厂。

## 会议动态

### 疲劳性能测试工作会议

一九七八年六月十二日至十七日在合肥召开了疲劳性能测试工作会议。空军、科学院、部内有关厂、所、院校共29个单位59名代表出席了会议。

会议总结交流了经验;介绍了国外有关动态;统一了疲劳曲线测试和数据处理方法;确定了试样标准和加工工艺要求;协调了测试任务;制定了近期规划并提出了具体措施和建议。在统一思想的基础上,顺利地安排了九种材料71条疲劳曲线的测试任务,计划在1979年年底前完成,经审定汇编成册,供推广应用。由于代表们的一致努力,会议达到了预期目的。

会议认为,在各单位党委的正确领导下,设计、试验、加工密切配合,调动各方面的积极因素,一定能很好地完成任务,为疲劳性能测试工作做出新成绩。

(郭宏全)

## 国外消息

### 发动机上使用的精密铸件

F-15、F-16战斗机所用涡轮风扇发动机F-100,采用精密铸件之处甚多。其一级、二级涡轮叶片和一级导向叶片,均为空心气冷结构,由PWA1422镍基合金定向凝固成柱状晶;三、四级涡轮叶片为实心结构,由IN100镍基高温合金铸造;二、三级导向叶片,为IN100空心气冷叶片;四级导向叶片,为IN100实心叶片。

此发动机的另一特点是大量使用钛合金精密铸件,压气机静子多为整体铸件。此外,加力燃烧室使用钛铸件也很多。材料为Ti-6Al-4V。

六至十三级压气机静子为IN718镍基高温合金。

超音速运输机协和号的奥林帕斯593发动机,其高压、低压涡轮导向叶片均为空心精密铸件,材料为BSEM734镍基高温合金。

波音747旅客机的JT9D-7发动机,其高压涡轮叶片和导向叶片均采用空心精密铸件。涡轮叶片材料为PWA1455镍基高温合金,涂以PWA73防腐涂层。此外,涡轮转子在喷