

测量转子各叶片的固有频率  
苏州太阳花感知技术有限公司  
孙静远

【关键词】 转子；离散度；固有频率

【摘要】 这篇文章介绍了如何测量叶轮转子各叶片的固有频率，并就各种拨片测试结果进行了比对。

叶轮在能源动力、航空航天、冶金等多个行业中受到广泛应用，它的质量直接影响发动机的空气动力性能和机械效率，对发动机性能有决定性的影响。为判断叶片的一致性，计算离散度，需要测量各叶片的固有频率。

由于叶轮叶片很薄质量很小，不适合采用加速度传感器；若采用激光测振，敲击时，叶片振动比较大，为捕捉反射光，需要反复调节激光头位置，另外成本较高，不适合大规模操作。因此，我们选用声压法，用海绵堵住暂时不测的叶片以防影响测试结果，或用手握住不测的叶片底部抑制其振动，然后敲击或拨动被测叶片，通过 TYH801 固有频率测试软件计算固有频率结果。



图 1 叶轮叶片固有频率测试现场

由于我们这次试验关心的是各叶片的固有频率，因此，转子整体的第一阶固有频率虽然非常重要，但这里不做讨论。经观察，11 个叶片的固有频率集中在 14~17kHz 之间，每一个叶片都有一个峰，因此，划定观察范围为 14~17kHz，一次敲击各被测叶片，计算固有频率结果。（不测叶片需要做隔振处理）

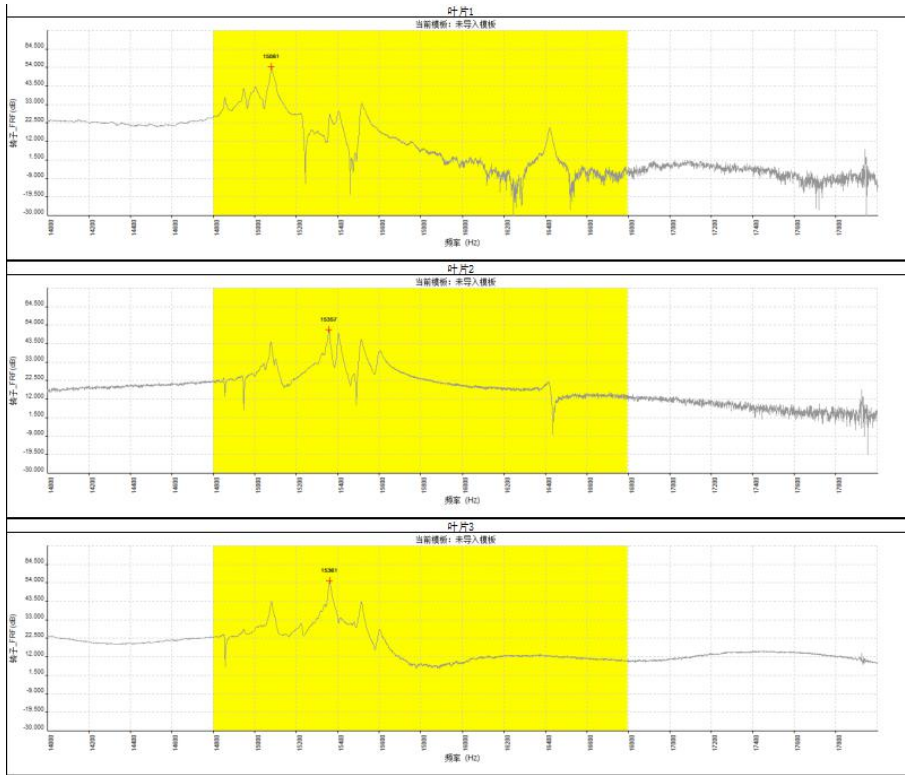


图 2Alicc 钢片测试结果叶片 1-3

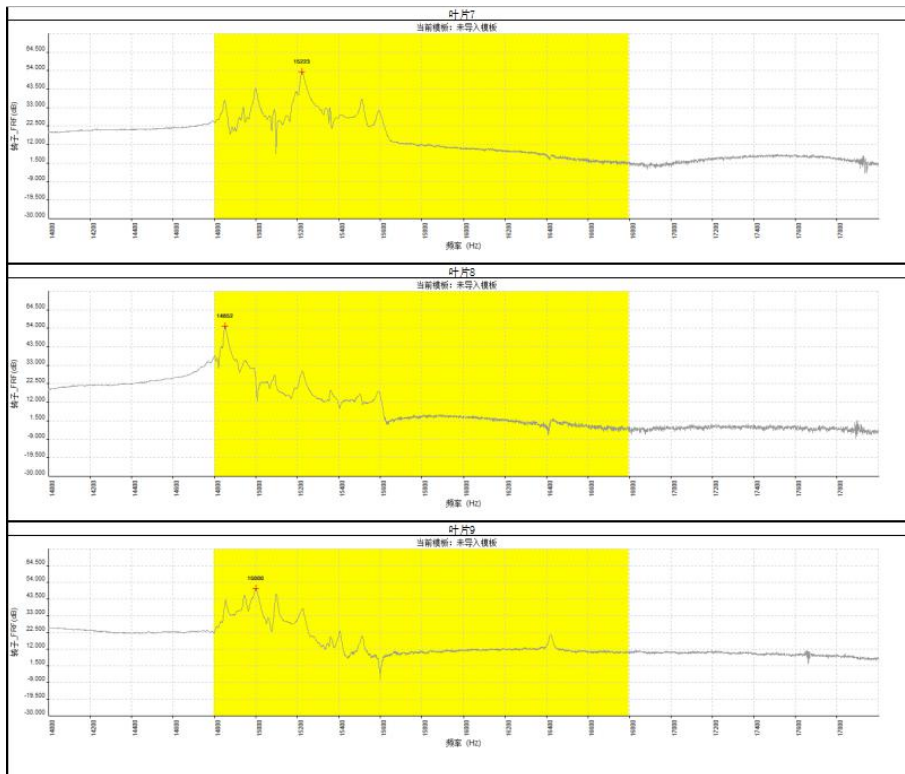


图 3Alicc 钢片测试结果叶片 4-6

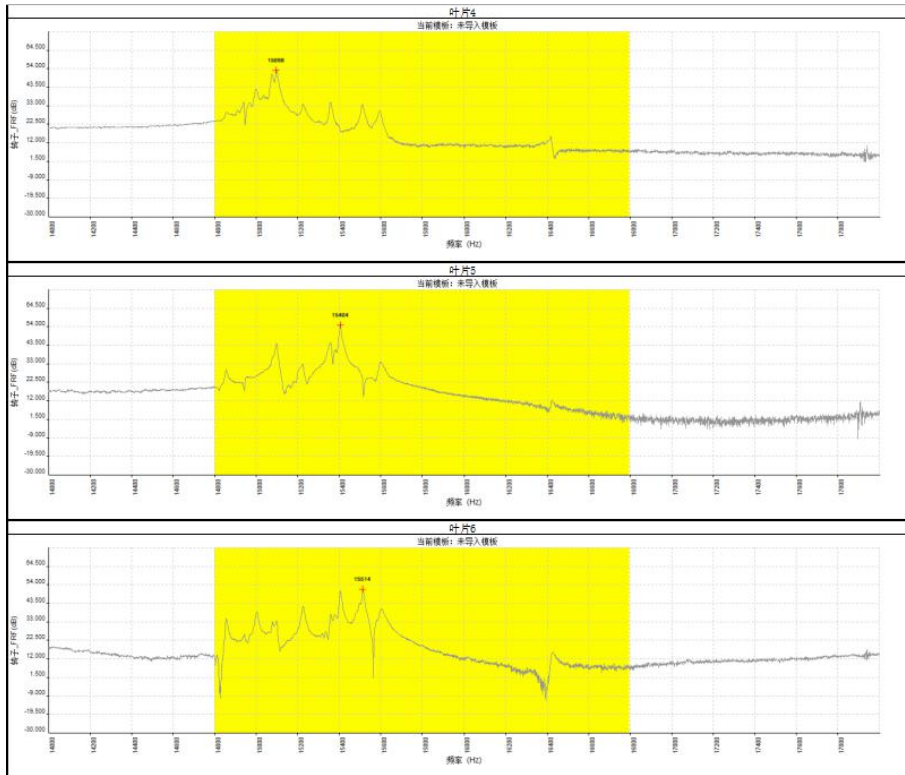


图 4 Alice 钢片测试结果叶片 7-9

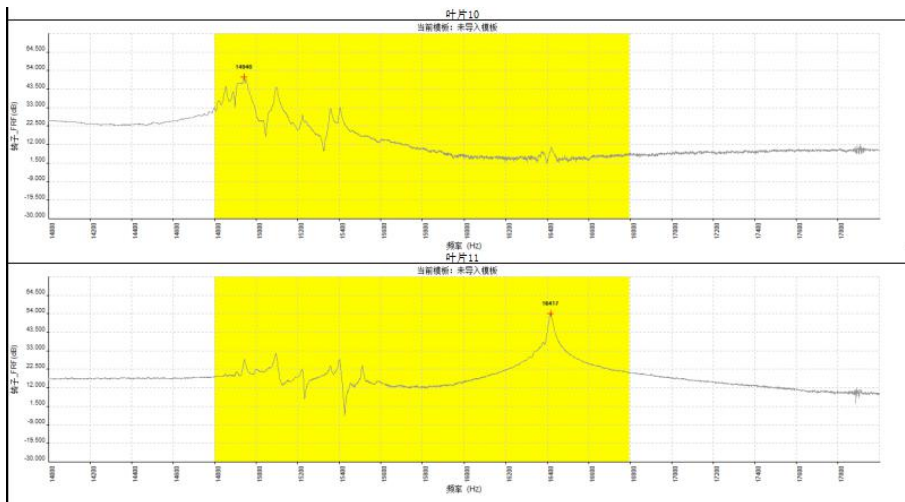


图 5 Alice 港片测试结果叶片 10-11

为确定合适的拨片我们进行了多组对比实验。通过比较频谱图像曲线和稳定性，我们最终选用 Alice0.3 拨片作为测试拨片，部分测试结果见下图。

叶片序号	测试拔片	频率	测试拔片	频率	测试拔片	频率	测试拔片	频率	测试拔片	频率
1	Flanger 1.0mm	15078.1	Flanger 0.75mm	15092.8	Flanger 0.5mm	15079.1	Blacklce0.8mm	15079.1	铜片Alice0.3mm	15081.1
2	Flanger 1.0mm	15354.5	Flanger 0.75mm	15355.5	Flanger 0.5mm	15358.4	Blacklce0.8mm	15359.4	铜片Alice0.3mm	15357.4
3	Flanger 1.0mm	15353.5	Flanger 0.75mm	15350.6	Flanger 0.5mm	15357.4	Blacklce0.8mm	15361.3	铜片Alice0.3mm	15361.3
4	Flanger 1.0mm	15092.8	Flanger 0.75mm	15093.8	Flanger 0.5mm	15096.7	Blacklce0.8mm	15098.6	铜片Alice0.3mm	15097.7
5	Flanger 1.0mm	15395.5	Flanger 0.75mm	15396.5	Flanger 0.5mm	15403.3	Blacklce0.8mm	15402.3	铜片Alice0.3mm	15404.3
6	Flanger 1.0mm	15506.8	Flanger 0.75mm	15506.8	Flanger 0.5mm	15509.8	Blacklce0.8mm	15513.7	铜片Alice0.3mm	15513.7
7	Flanger 1.0mm	15218.8	Flanger 0.75mm	15217.8	Flanger 0.5mm	15218.8	Blacklce0.8mm	15223.6	铜片Alice0.3mm	15222.7
8	Flanger 1.0mm	14850.6	Flanger 0.75mm	14850.6	Flanger 0.5mm	14850.6	Blacklce0.8mm	14852.5	铜片Alice0.3mm	14851.6
9	Flanger 1.0mm	14997.1	Flanger 0.75mm	14999	Flanger 0.5mm	14998	Blacklce0.8mm	14998.0	铜片Alice0.3mm	15000.0
10	Flanger 1.0mm	14937.5	Flanger 0.75mm	14938.5	Flanger 0.5mm	14939.5	Blacklce0.8mm	14944.3	铜片Alice0.3mm	14940.4
11	Flanger 1.0mm	16413.1	Flanger 0.75mm	16410.2	Flanger 0.5mm	16413.1	Blacklce0.8mm	16416.0	铜片Alice0.3mm	16417.0
mean		15291		15292		15293		15295		15295
std		407		405		407		407		407
min		14851		14851		14851		14853		14852
max		16413		16410		16413		16416		16417
min/std		2.660%		2.649%		2.660%		2.661%		2.664%
分散度		10.219%		10.199%		10.217%		10.222%		10.235%
叶片序号	测试拔片	频率	测试拔片	频率	测试拔片	频率	测试拔片	频率	测试拔片	频率
1	Alice1.5mm	15079.1	Alice1.2mm	15081.1	锤子	15001.0	TYH薄片	15002.9	TYH厚片	15075.2
2	Alice1.5mm	15355.5	Alice1.2mm	15352.5	锤子	15359.4	TYH薄片	15354.5	TYH厚片	15357.4
3	Alice1.5mm	15358.4	Alice1.2mm	15357.4	锤子	15360.4	TYH薄片	15357.4	TYH厚片	15353.5
4	Alice1.5mm	15077.1	Alice1.2mm	15075.2	锤子	15079.1	TYH薄片	15094.7	TYH厚片	15081.1
5	Alice1.5mm	15398.4	Alice1.2mm	15401.4	锤子	15404.3	TYH薄片	15398.4	TYH厚片	15400.4
6	Alice1.5mm	15401.4	Alice1.2mm	15510.7	锤子	15404.3	TYH薄片	15509.8	TYH厚片	15506.8
7	Alice1.5mm	15222.7	Alice1.2mm	15221.7	锤子	15224.6	TYH薄片	15220.7	TYH厚片	15223.6
8	Alice1.5mm	14853.5	Alice1.2mm	14849.6	锤子	14854.5	TYH薄片	14850.6	TYH厚片	14850.6
9	Alice1.5mm	14998.0	Alice1.2mm	14996.1	锤子	15000.0	TYH薄片	14994.1	TYH厚片	14995.1
10	Alice1.5mm	14942.4	Alice1.2mm	14944.3	锤子	14945.3	TYH薄片	14939.5	TYH厚片	14934.6
11	Alice1.5mm	16412.1	Alice1.2mm	16415.0	锤子	16418.0	TYH薄片	16408.2	TYH厚片	16415.0
mean		15282		15291		15277		15285		15290
std		403		408		408		410		408
min		14854		14850		14855		14851		14851
max		16412		16415		16418		16408		16415
min/std		2.634%		2.667%		2.671%		2.681%		2.670%
分散度		10.199%		10.237%		10.234%		10.191%		10.231%

图 6 各拔片测试结果比对