

倒车雷达铝壳固有频率测试设备

苏州太阳花感知技术有限公司
孙静远

1. 应用背景

倒车雷达利用发出和接收超声波信号,计算车体与障碍物之间的距离及方位,提示司机,是汽车重要配件。由于主要利用的是超声波信号,其铝壳有非常明确的设计目标,且处于超声频段。本文介绍了倒车雷达铝壳的固有频率测试设备性能和使用方式。

2. 设备简介

设备经过 2 次重要升级,目前已实现了半自动化测试,可应用于各种类型的超声铝壳固有频率测试。我们同时提供 UDP 通信协议,设备可以轻易地集成入自动化产线。以下是详细配置及设备简介。

2.1. 硬件技术指标

● 采集器	TYH801 高频动态信号采集器 1) 输入通道: 4 通道模拟 2) 输入范围: $\pm 10V$ 3) 分辨率: 24 位 4) 采样频率: 最高 312kHz 5) 噪声底电平: -120dB 6) 动态范围: 102dB
● 传感器	高频传声器 1) 声场类型: 自由场 2) 灵敏度: 4mV/Pa 3) 频率响应: 4Hz~90kHz 4) 工作温度: $-30^{\circ}C \sim 80^{\circ}C$
● 机箱	定制机箱 1) 输入电压: 220V/110V 2) 接口: 网口、方口、电源接口
● 测量范围	20~90,000Hz
● 测量精度	$\pm 0.5\%$

2.2. 软件功能

- 数据采集: 通道同步采样, 存储原始数据
- 窗函数、滤波器、时域分析、频域分析功能
- 固有频率测试软件模块
- 数据输入输出管理: 对各种实验数据进行高效、安全的保存和管理
- 授权证书

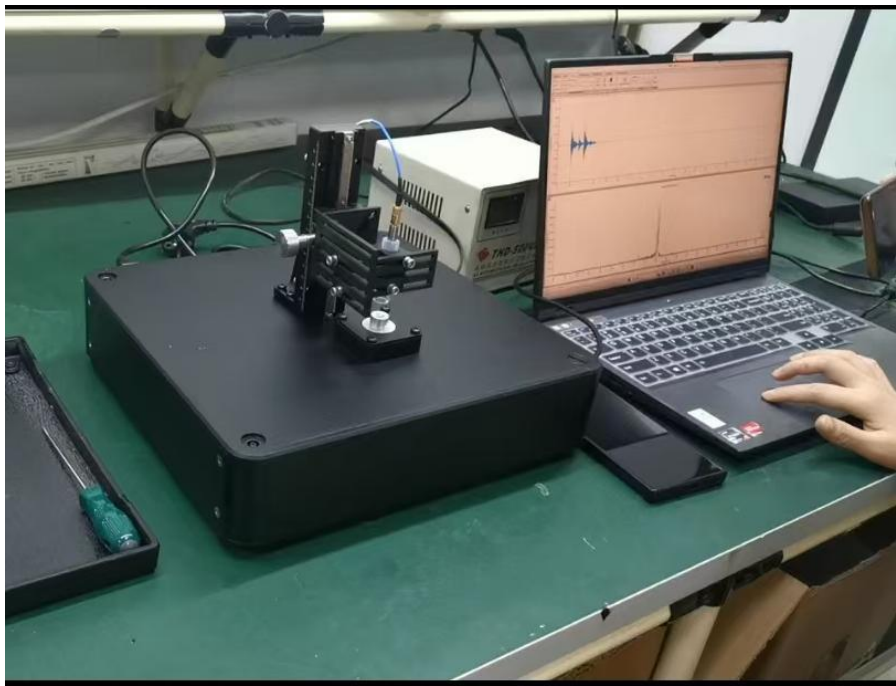


图 TYH801 固有频率测试系统-实测现场

3. 精度验证

经用户实测验证，设备精度及重复性可靠。

USS2-未喷漆铝壳频率复测			
编号	太阳花	检测厂商B	差值
003	65048.48	65195	146.52
011	65138.93	65230	91.07
017	64948.50	65050	101.50
030	65115.13	65210	94.87
035	65186.54	65270	83.46
039	65193.68	65270	76.32
048	65131.79	65220	88.21
050	64881.85	64970	88.15
118	65810.20	65940	129.80
128	65826.86	65900	73.14
平均	65228.20	65325.5	97.30

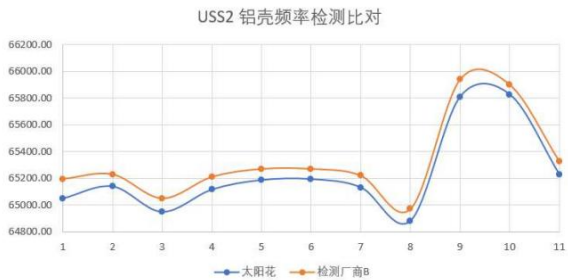


图 TYH801 与第三方检测设备的结果比对（未统一试验温度）

USS-02-011	Mod1	USS-02-017	Mod1	USS-02-048	Mod1
1	65166.40	1	64968.80	1	65166.40
2	65178.30	2	64980.70	2	65149.80
3	65173.60	3	64980.70	3	65154.50
4	65178.30	4	64985.50	4	65154.50
5	65168.80	5	64978.40	5	65159.30
6	65164.00	6	64985.50	6	65161.60
7	65168.80	7	65006.90	7	65156.90
8	65173.60	8	64990.30	8	65154.50
9	65173.60	9	64997.40	9	65154.50
10	65164.00	10	64992.60	10	65147.40
11	65168.80	11	64980.70	11	65154.50
12	65173.60	12	64997.40	12	65159.30
Min	65164.00	13	64992.60	13	65156.90
Max	65178.30	14	64983.10	Min	65147.40
d=Max-Min	14.30	Min	64968.80	Max	65166.40
Ave	65170.9833	Max	65006.90	d=Max-Min	19.00
Std	4.9295	d=Max-Min	38.10	Ave	65156.1615
d/2/Ave	0.010971%	Ave	64987.1857	Std	4.8839
Std/Ave	0.007564%	Std	9.7248	d/2/Ave	0.014580%
		d/2/Ave	0.029313%	Std/Ave	0.007496%
		Std/Ave	0.014964%		

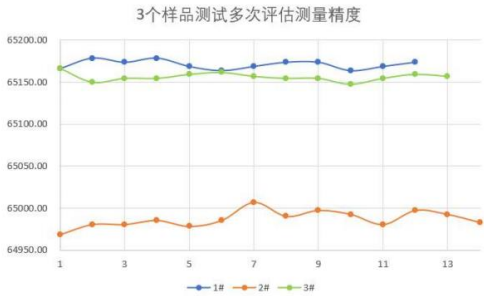
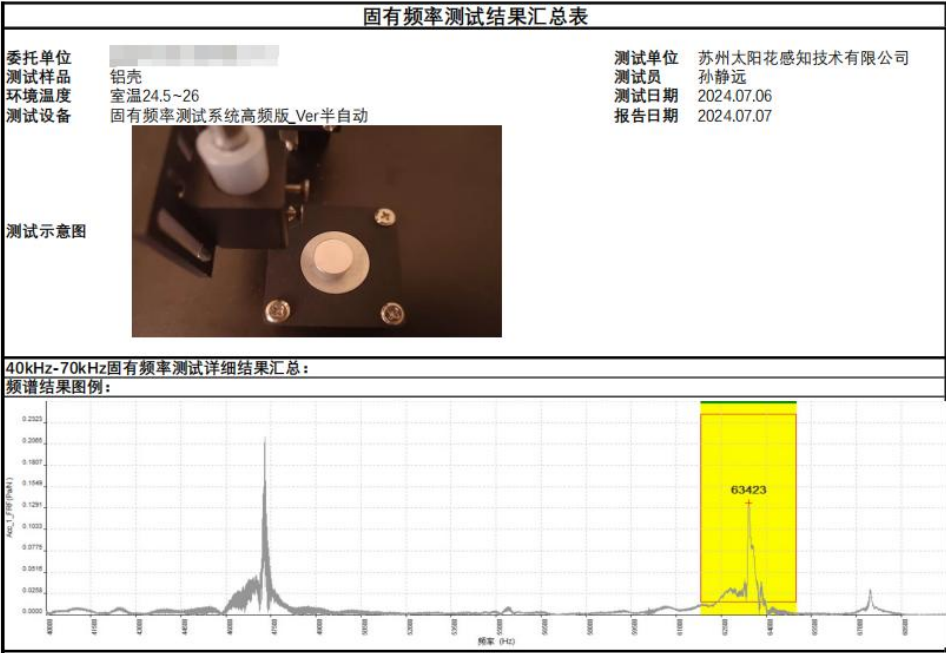


图 3 个样品多次测试结果记录表



固有频率测试结果汇总表										
FREQ										
No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ave	63407.14	63099.83	63305.73	62485.22	63130.30	62982.24	62062.23	63139.82	62452.37	62661.84
Std	10.2509	7.0065	6.6612	11.4871	6.8102	5.6321	4.6867	5.4758	4.6259	5.2624
Min	63390.23	63083.17	63295.02	62454.75	63118.87	62973.67	62057.23	63128.39	62442.85	62652.32
Max	63423.56	63106.97	63314.06	62492.84	63140.30	62987.95	62069.13	63147.44	62457.13	62668.98
d=Max-Min	33.33	23.80	19.04	38.09	21.43	14.28	11.90	19.05	14.28	16.66
d/2/Ave	0.0263%	0.0189%	0.0150%	0.0305%	0.0170%	0.0113%	0.0096%	0.0151%	0.0114%	0.0133%
Std/2/Ave	0.0081%	0.0056%	0.0053%	0.0092%	0.0054%	0.0045%	0.0038%	0.0043%	0.0037%	0.0042%
FREQ										
No	11	12	13	14						
Ave	62889.88	63215.04	62940.34	62743.96						
Std	9.6413	10.3581	5.8316	11.5148						
Min	62880.84	63195.04	62930.82	62730.87						
Max	62909.40	63230.75	62947.48	62761.82						
d=Max-Min	28.56	35.71	16.66	30.95						
d/2/Ave	0.0227%	0.0282%	0.0132%	0.0247%						
Std/2/Ave	0.0077%	0.0082%	0.0046%	0.0092%						

图 14 只高频铝壳多次重复试验 65kHz 附近固有频率测试报告

4. 一次简单的铝壳频率测试（为已设置好的型号做产品测试）
- 4.1. 打开软件后点击【运行模式】>【产品型号】>【产品列表】打开型号列表，选择要测试的产品的型号，点击保存关闭对话框。软件会自动调入该型号保存好的设置。
 - 4.2. 回到【测试】面板，确认左上角的存盘路径和存盘文件名是否需要调整。需要调整的话，可以点击【选择】按钮，选择存放路径并更改文件名。
 - 4.3. 放置好要测试的产品，即可点击【开始】进行测试。
- 测试完毕后软件会根据保存设置自动进行结果的保存。原始数据文(.raw)会存放在左上

角的路径名对应的存放路径下，测试结果摘要会保存在存放路径下的【通道 1】文件夹内的 csv 文件内。

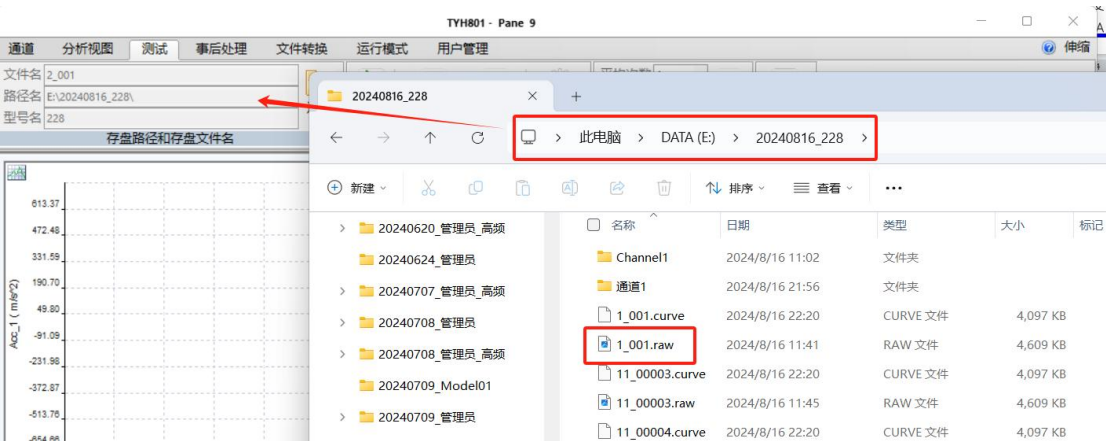


图 原始数据文件存盘路径

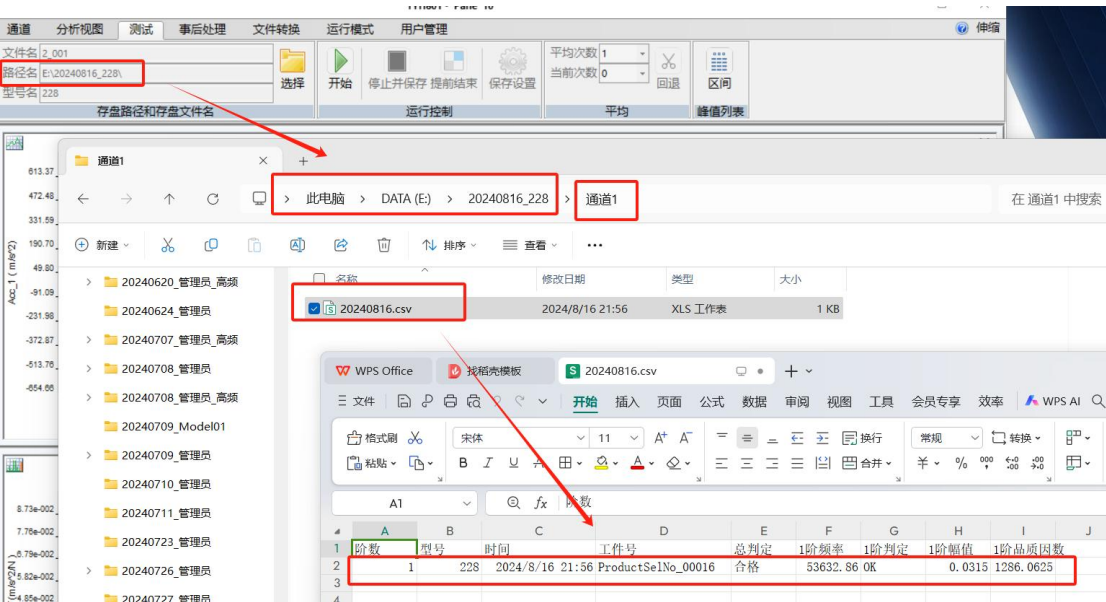


图 结果摘要的保存

4.4. 确认区间设置是否合适。

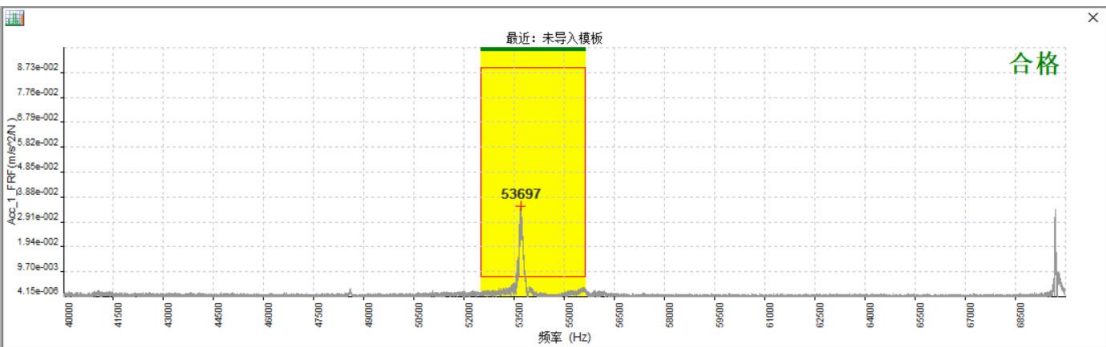


图 区间设置示例-1

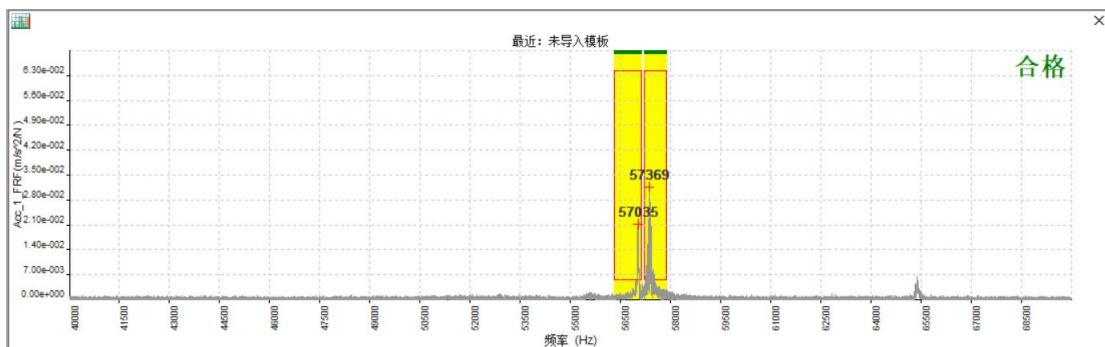


图 区间设置示例-2

详细测试结果也可以通过【测试】>【峰值列表】>【区间】打开区间列表查看。

固有频率区间设置和测试结果表

2 阶数 3% 公差范围 保存现场定义模板 导入现场定义模板

Mode	标称频率	公差下限	公差上限	搜索下限	搜索上限	峰值	固有频率	品质因数	阻尼系数	OK/NG
1	56741.7	56321.32	57162.16	56321.32	57162.16	0.02	57035.43	2479.25	0.0002	合格
2	57560.1	57207.21	57912.91	57207.21	57912.91	0.03	57369.07	1964.84	0.0003	合格

☐ 智能判峰 判峰步进 15 确定 取消 应用

图 区间列表-详细结果

以上就是一次为已设置好的型号做产品测试的的完整流程。

附录：客户与太阳花通信协议（固有频率高频版）

一、客户发往太阳花数据包格式

1 停止太阳花工作

序号	字节位置	名称	类型	含义
1	0-3	标识码	Long	固定值 0x00230512 客户发往太阳花
2	4-7	命令码	Long	固定值 0xC0D00000 停止工作命令
3	8-11	数值	Long	暂填 0 值，以后根据需要再定义
4	12-15	数值	Long	暂填 0 值，以后根据需要再定义
5	16-511	保留	Long	填 0 值

```
struct PKG_CUSTUMER2TYH_STOP{
    int direction;
    int cmd;
    int resv1;
    int resv2;
    BYTEResv[512-offsetof(int)*4];
};
```

2 启动太阳花工作

序号	字节位置	名称	类型	含义
1	0-3	标识码	Long	固定值 0x00230512 客户发往太阳花
2	4-7	命令码	Long	固定值 0xC0D00001 开始工作命令
3	8-11	数值	Long	暂填 0 值，以后根据需要再定义采样率
4	12-15	数值	Long	暂填 0 值，以后根据需要再定义通道号
5	16-511	保留	Long	填 0 值

```
struct PKG_CUSTUMER2TYH_START{
    int direction;
    int cmd;
    int resv1;
    int resv2;
    BYTEResv[512-offsetof(int)*4];
};
```

3 传递操作员名字

序号	字节位置	名称	类型	含义
1	0-3	标识码	Long	固定值 0x00230512 客户发往太阳花
2	4-7	命令码	Long	固定值 0xC0D00002 操作员名字传递
3	8-263	名字	Char	零件号 ANSI 字符串 注意末位赋 0
4	264-511	保留	Long	填 0 值

```
struct PKG_CUSTUMER2TYH_OPERATORNM{
    int direction;
    int cmd;
```

```

char operatornm[256];
BYTEresv[512-sizeof(int)*2-256];
};

```

4 传递零件号参数

序号	字节位置	名称	类型	含义
1	0-3	标识码	Int	固定值 0x00230512 客户发往太阳花
2	4-7	命令码	Int	固定值 0xC0D00003 传递零件号
3	8-11	通道号	Int	通道相对应的零件号(1,2,3,4)
4	12-267	零件号	Char	零件号 ANSI 字符串 注意末位赋 0
5	268-511	保留	Long	填 0 值

```

struct PKG_CUSTUMER2TYH_RPMPRESSPARTNUMBER{
    int direction;
    int cmd;
    int ch;
    char pumpnmb[256];
    BYTE resv[512-sizeof(int)*3-256];
};

```

二、太阳花发往客户数据包格式

1. 传递测试结果

序号	字节位置	名称	类型	含义
1	0-3	标识码	Int	固定值 0x05120023 客户发往太阳花
2	4-7	命令码	Int	固定值 0xC0D01001 传递测试结果
3	8-11	试验序号	Int	试验序号 第几次试验
4	12-15	通道号	Int	通道相对应的通道号(1,2,3,4)，主输出
5	16-19	阶数	Int	总阶数，主输出
6	20-23	总 OK/NG	Int	总 OK=0、NG=1，主输出
7	24-27	公差容限	Int	公差容限，预留项 仅供标称值+容限做合格判定，可忽略
8	28-107	固有频率标称值	Long	固有频率标称值，各阶固有频率公差范围的中心值（红框的中心线位置）*1000
9	108-187	固有频率结果值	Int	各阶固有频率测试结果*1000，主输出，注意只有前阶数个（由结果中序号 5 给出）是有效结果
10	188-267	固有频率合格	Int	各阶固有频率是否合格，主输出，注意只有前阶数个（由结果中序号 5 给出）是有效结果
11	268-347	峰值	Int	各阶峰值*1000
12	348-427	品质因数	Int	各阶品质因数*1000
13	428-507	阻尼系数	Int	各阶阻尼系数*1000
14	508-511	保留	Int	预留项，无意义

```

struct UDP_TYH2CUSTOMER_RESULT{
    int direction;
    int cmd;
    int tstno;        //试验序号
};

```

```
int ch;
int numMod;      // Mod数
int state;
int Lmt;         //公差范围
int nmFrq[20];   //固有频率标称值
int Freq[20];    //固有频率
int pass[20];    //固有频率通过
int P[20];
int Q[20];
int Damp[20];
BYTE resv[512-sizeof(int)*127];
};
```