

生产线测试台电机/油泵/水泵等振动检测系统

NO. TYH190226T-01

1 设备名称: 测试台电机/油泵/水泵振动噪声检测系统,

1.1 设备目的: 这一种可以无缝嵌入生产线或性能测试台的振动噪声测试单元。可以与新的性能测试台集成,也可以在旧的生产线或性能测试台上添加这个测试单元。测试台其工作过程可以完全受生产线或性能测试台的控制,与电机/油泵/水泵性能测试台协调一致地工作,检测结果返回控制台或生产线。

在电机/油泵/水泵测试台上,电机/油泵/水泵运行时测量电机的振动信号,根据电机/油泵/水泵的振动情况间接测试电机/油泵/水泵的噪声情况,自动判定电机/油泵/水泵的工作是否正常,对有振动噪声问题的泵报警,同时提供振动噪声分析功能。

1.1.1 设备采集振动和噪声信号,根据振动和噪声信号检测转向助力系统的振动噪声性能。

1.1.2 设备具有自动采集振动信号,能对敲击、异响进行量化判定,若不合格品具备报警提示功能。

1.1.2 设备具有实时显示振动信号及检测结果的功能。

1.1.3 能有效剔除随机性振动冲击信号干扰,对敲击异响的正确识别。

1.1.4 能够测量振动异响的同时,记录并识别转速和相位位置。

1.1.5 满足生产节拍要求。

1.1.6 对于与角度或转速有关的振动,可以输入编码器脉冲,分析在相关角度或转速下的振动,便于发现产品问题,便于问题分类。

1.2 内容: 设备制造方向用户方提供测试台上电机/油泵/水泵振动声检测系统及安装调试一套。负责制造和提供上述设备并在用户方指定的试验间内安装、调试,合格后交付用户方使用。设备制造方提供的服务包括:设计、制造、运输、调整、安装、发货、试验验收、传感器、试运转调整、交付和培训。

2 系统试验的主要依据

GB/T 3947:1996 声学名词术语

GB/T 17483:1998 液压泵空气传声噪声测定规范

GB/T 6881.1:2002 声学 声压法测定噪声源声功率级混响室精密法

GB/T 6881.3:2002 声学 声压法测定噪声源声功率级混响场中小型可移动声源工程法第2部分:专用混响测试室法

GB/T 6882:2008 声学 声压法测定噪声源声功率级消声室和半消声精密法

GB/T 3767:1996 声学 声压法测定噪声源声功率级 反射面上方近似自由场的工程法

GB/T 3768:1996 声学 反射面上方采用包络测量表面的简易法

GB/T8098:1999 泵的噪声测量与评价方法

IEC61672-1:2002 电声、声级计、第1部分:技术要求

GB/T1496-79 机动车噪声测量方法

GB/T 0069.1-88 旋转电机噪声测定方法及限值 噪声工程测定方法

GB/T17483-1998 液压泵空气传声噪声级测定规范

QC/T1288.2-2001 汽车发动机冷水泵试验方法

水泵振动、噪声测量规范 Q/JQ XXXX-2013 江淮汽车股份有限公司

乘用车普通动力转向油泵试验规范 Q/SQR.04.272-2006 奇瑞汽车有限公司企业标准

液压泵噪音试验台试验标准[技术资料] 德尔汽车部件股份有限公司

BOCSH 水泵噪声测试要求

ISO3744:2010 Acoustics - Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure - Engineering methods for an essentially free field over a

reflecting plane

ISO3745:2003 Acoustics - Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure - Precision methods for anechoic and hemi-anechoic room

ISO3747:2011 Acoustics - Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure - Engineering/survey methods for use in situ in a reverberant environment

3. 基本技术方案

3.1 振动噪声信号的测量：

测试的环境噪声往往达不到噪声测试的要求（根据机油泵/水泵/电机工作噪声声功率级要求，噪声测试环境要求 6dB，最好 10dB 的裕量，如果环境达不到要求，就需要增加消声室或消音箱，在消声室/箱内进行测量。比如总装厂的要求是机油泵/水泵/电机工作噪声声功率级<70dB，而测试环境的噪声有 65dB，就需要考虑添加消音箱或消声室；但如果总装厂对机油泵/水泵/电机工作噪声声功率级要求<75dB，测试环境的噪声仍为 65dB，就不需要考虑添加消声室或消音箱），需要消声室中进行，但是生产线的环境又无法满足，这时采用测量壳振动的间接方法会有更好的结果；测量振动的方法不容易受环境影响，比对试验更加稳定；另外测试振动的方法，容易区分问题发生的部位；如果仅仅是检测电机/油泵/水泵是不是有噪声问题，而不是实测其噪声的功率级，测量泵体振动的是很好的思路。在测量噪声的同时，我们将同时测量壳体和试验台的振动，最后主要以振动信号的处理为主。

测量壳本身在X、Y、Z三个方向上的振动，最后选择振动最强烈的方向。

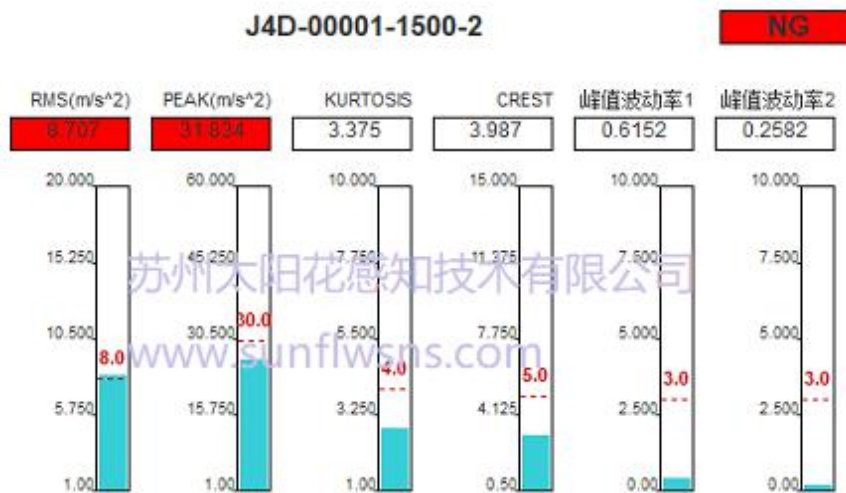


图 1 油泵振动统计值测量检测

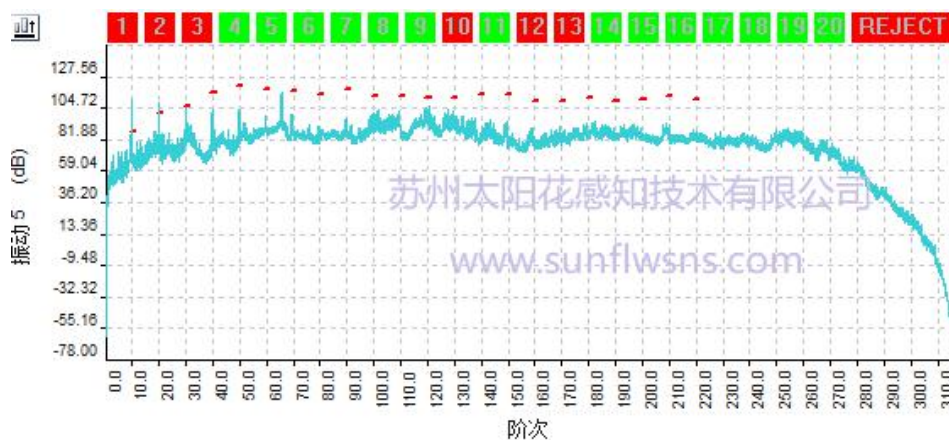


图 2 油泵振动阶次测量检测

TYH801振动和压力脉动信号测试系统同时对振动和噪声在频域进行算法处理，对旋转部件的阶次进行跟踪，在生产线上直接判断阶次分量是否超标。

3.2 设备具有实时显示振动和压力脉动信号及检测结果的功能

TYH801振动和压力脉动测试系统实时显示振动信号（下图右侧）试验结果，通过的产品显示绿色OK，拒绝的产品显示红色的NG。同时不合格的统计量显示红色，标明问题的原因。

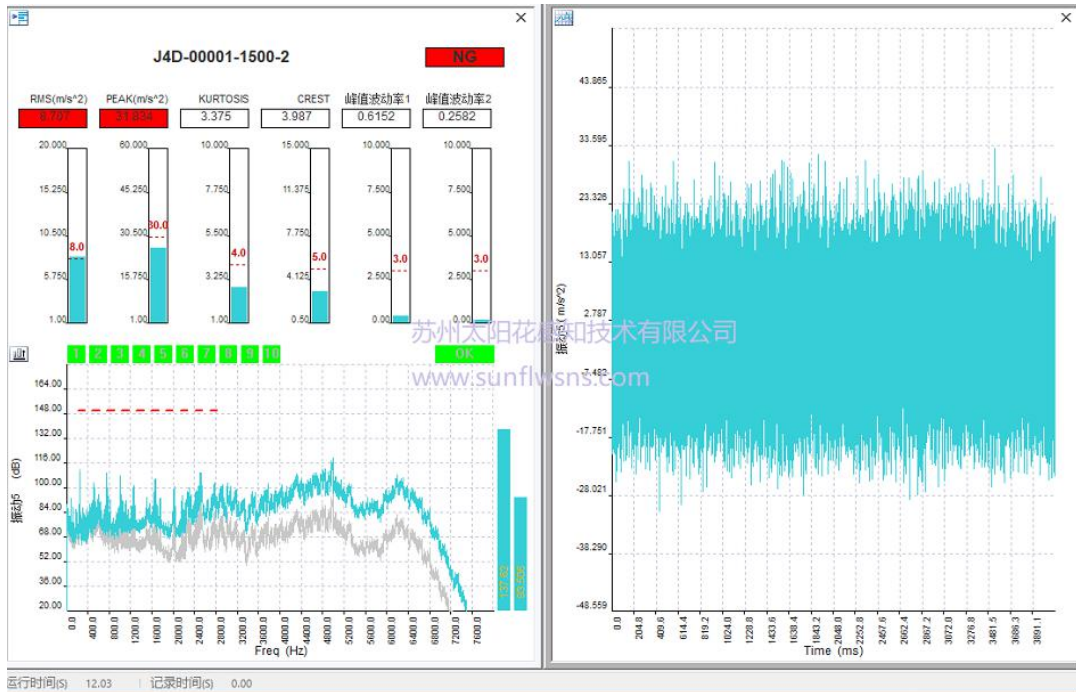


图 3 TYH801振动测试系统软件运行界面截图（恒速测试）

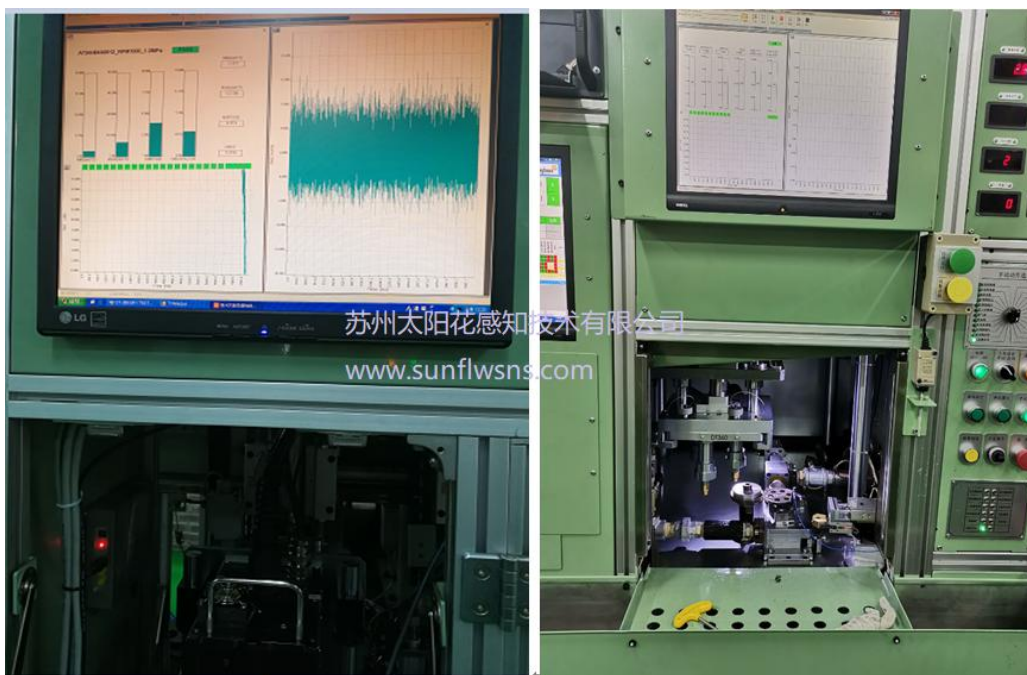


图 4 TYH801振动测试系统在生产线和测试台应用实例（恒速测试）

3.3 用测量振动的方法间接测量噪声信号 [根据用户需要选配]

声压信号仅仅在车间的隔音间测量，带有隔音间的测试台同时测定振动和噪声，求解并标定振动与噪声的转化曲线。这个标定的转化曲线用于振动测试，在振动测试的同时估计出噪声的测量值。

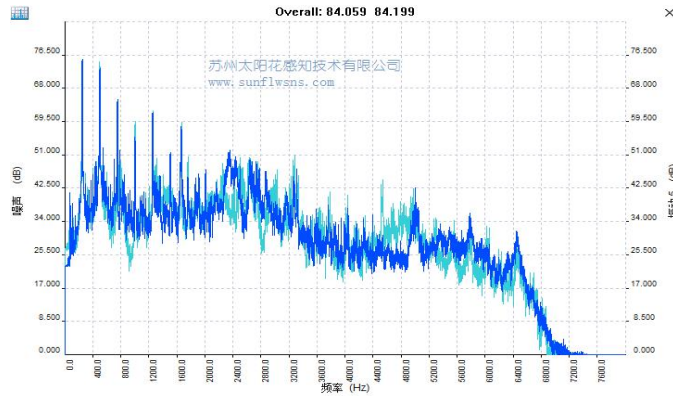


图5 计算的振动频谱与噪声实测频谱的比较

(可以看出, 计算的到振动频谱和噪声实测的频谱一致性很高, 总的统计值也相差很小)

3.4 变转速变压力检测问题:

对于变转速和变压力测量的情况, 同时对转速和压力进行测量和统计, 通过自学习的方法生成阈值曲线, 自动进行判决检测。压力可以通过编码器脉冲分频计算得到, 也可以直接从电机 TcpModBus 上读取。

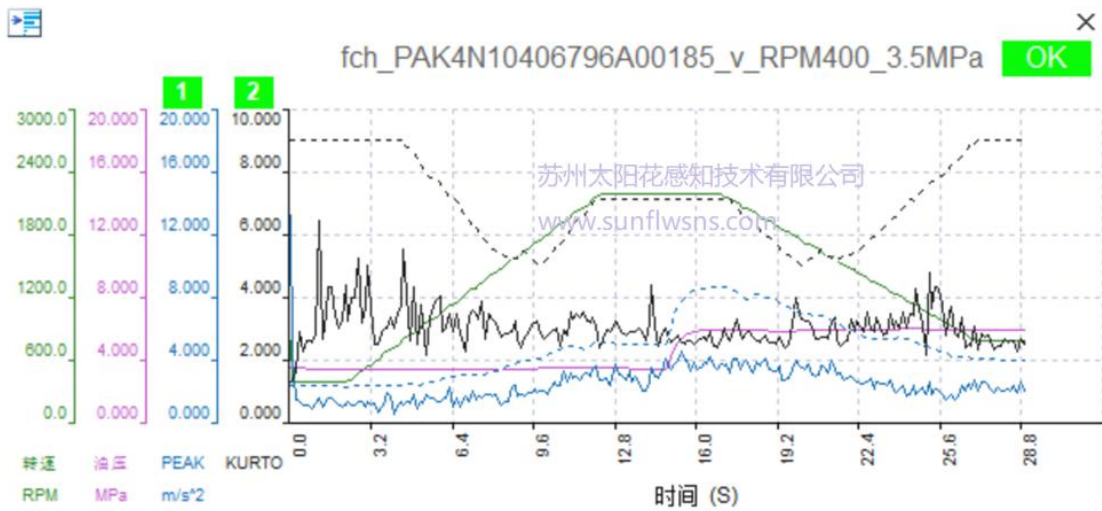


图4 TYH801振动测试系统软件运行界面截图(变转速和变压力测试)

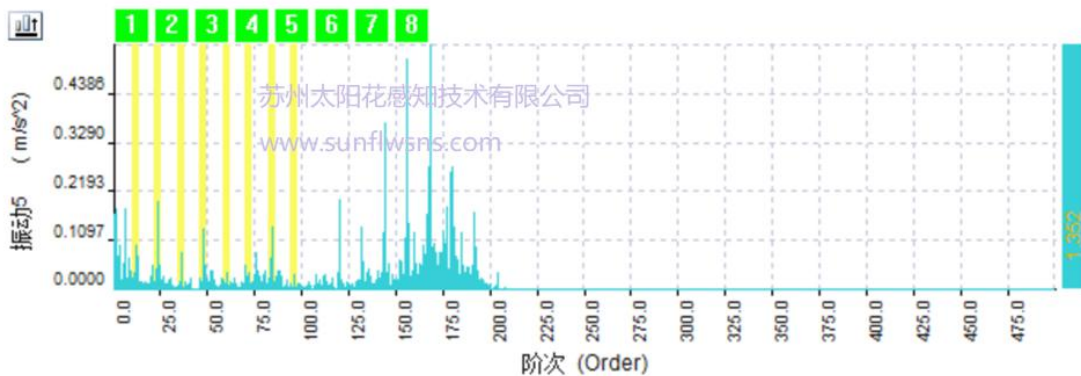


图6 TYH801振动测试系统软件运行界面截图(变转速和变压力测试实时阶次跟踪判决)

变转速和变压力测试振动测试的重要性在于: 泵的振动和噪声与转速和压力密切相关, 泵的检验指标要独立于压力和转速的影响, 才能真正知道泵的运行时振动和噪声OK或NG。另外泵的设计人员, 非常想了解在转速和压力变化时泵的振动是如何变化的。这个试验开始是均匀增速10秒时间, 转速从800RPM增加到2200RPM; 在最高转速保持7秒, 在最高转速的中间, 压力从3.5MPa升高到5.7Ma; 然后开始10秒均匀

减速，转速从2200RPM降低到800RPM；其中蓝色的线是PEAK统计值（实线是实时统计值，虚线是动态阈值曲线，统计时间为转子转动周期），黑的线条是Kurtosis，可以明显观察到转速对于振动统计值的影响。大量试验发现同一个设计，不同的泵，表现出不同的特征曲线，而且多次试验结果重复。比起恒速试验，变转速变压力试验对泵的性能观察的更为清晰，为泵的设计和质量管理人员提供了更多直观的测试信息，它不仅可以在测泵振动性能的NG或OK，而且可以指出是在哪个转速，哪个压力下出了问题的。

变转速和变压力测量时的阈值曲线是一种转速和压力的函数，通过自学习的方法来自动生成。根据设计的算法，很快就可以自动形成阈值曲线，操作非常简便，同时也提供了人工修正的接口。

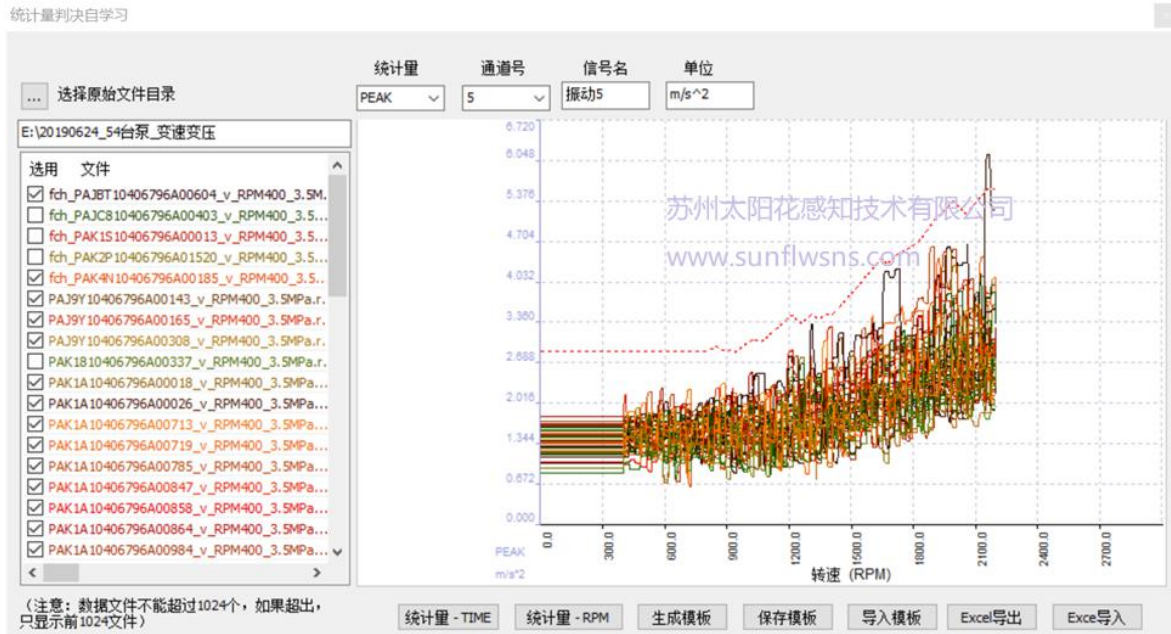


图7 自学习算法界面



图8 TYH801 振动测试系统在测试台的应用实例（变转速变压力振动测试）

3.5 振动数据的事后分析

TYH801 振动测试系统还包括完整的事后数据分析功能，可以对测试记录进行回放，可以进行时域统计量分析、频域功率谱分析、倍频程分析、时频分析、阶次分析，阶次抽取、频谱比较等处理，协助设计人

员、试验和质量管理人员查找振动和噪声问题原因，形成数据处理报表。

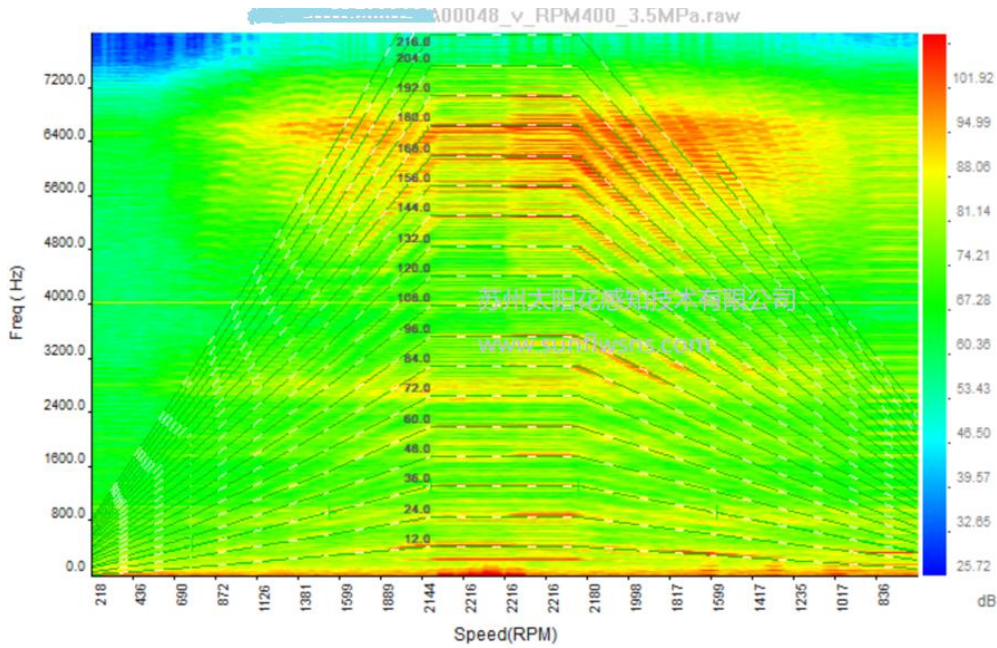


图8 TYH801 振动测试系统事后分析应用（12叶泵的升降速阶次分析）

3.6 台架和泵体固有频率试验验证：

推荐可选项目是锤击试验模块，用于测试试验台部件和壳体的谐振频率，区别噪声的来源。可以在以后逐步添加。机油泵测试的中测试台架往往产生噪声，设计测试台架时，其主要部件的谐振频率要求放置在机油泵固有频率和机油工作范围的各个阶次之外，通常向低频段靠拢，低于200Hz，建议配备**锤击法固有频率测试仪**。如果利用现有测试台架，需要避开台架的固有频率，需要对测量得到信号进行分析，需要进行信号处理。

油泵/水泵/电机工作时，传动齿轮或链条等也会发出噪声，需要同时测量台架在传动齿轮或链条或其它传动机构附近的振动信号，需要对测量得到信号进行分析，需要进行信号处理。

3.7 振动噪声问题产品检测：

根据试验对有问题产品噪声的特征积累和统计量提取是难点问题，要对生产线上产品进行大量的测试，对测试结果进行分析，积累各种有问题产品样本，对问题产品问题模式进行识别。需要的现场时间较多，同时需要用户方的密切配合，提供大量典型的问题产品，现场工作量较大。

3.8 能剔除随机性冲击信号干扰

转动部件在测试时往往会有由于测试台夹具等的安装问题或环境问题，产生随机性冲击振动，这种振动不是减速器本身的问题，处理信号时需要“跳过”这些区域。我们有“连续”和“总计”两种工作模式，来剔除随机性冲击的干扰。

3.9 与转速和相位相关的振动噪声测量

在不同的转速、负载下，测量振动的同时可以同时测量转速和相位；
较高的采样率和采样精度，可以通过测量观察振动和角度相位的关系。

3.10 满足生产节拍要求

TYH801振动测试系统的测量分析时间节拍在15s以内。

3.11 数据采集系统：

采用太阳花感知技术有限公司的TYH801噪声信号采集器，数字转换精度(A/D) 24-bit，数据转换分辨率 $1/2^{24}$ ，最高采样率128kHz。由于实行无二次仪表测量模式，最大程度提高了传感器测量的准确性和实时性，数据通过USB接口传送至工控机，可将程序安装于测试台工控机进行数据采集、数据管理和数

据分析，同步显示测量数据。

3.12 与测试台主控软件的接口：

有 2 种方式与测试台主控软件实现数据对接：

1 是局域网 UDP 方式，提供连接协议文件和协议调试器；

2 是 COM 方式，用于生产线上与 PLC 连接，提供链接协议和协议调试。

主程序或生产线的 PLC 可以控制 TYH801 启动采集、停止、发送结果等操作，产品 OK 和 NG 自动判别，数据自动保存。TYH801 设备可以做到完全由其它进程控制，或通过以太网控制，或对上位机透明，数据和命令交互自动完成。

4. 振动测试的详细配置清单（略去）

5. 设备验收

整套设备在用户方现场调试后，由制造方人员演示技术协议书中规定的各项功能，然后进行的一组试验项目。考核整个系统工作的可靠性，及测量结果的重复性。要求考核期间无故障。如验收不能通过，制造方必需在一周完成不符合性的整改。

5.1. 验收标准：按双方签订的合同及技术协议。

5.2. 验收内容

5.2.1 设备的测量范围和精度：设备分析最大分析频率范围 2-50kHz，102dB 动态范围；（如果加选噪声测量）测量声压级范围 20-136dB，精度±5%。振动测试范围不小于±500m/s²，精度±5%。（对于具体传感器应以传感器本身的最大指标范围确定）精度检验可以联系第三方计量测试认证机构现场或测试，测试费用由用户方承担。

5.2.2 设备应具有的分析功能：

实时噪声声压或振动信号时间历程显示。

实时噪声声压或振动 FFT 分析和显示。

实时噪声声压或振动信号倍频程分析和显示。

实时噪声声压或振动信号时频分析（Time-Frequency）和显示。

实时噪声声压或振动信号统计量计算和显示（RMS、PEAK、P2P、MIN、MAX、MEAN、Kurtosis 等）。

事后时频分析（在没有转速信号情况下，可以根据阶次信息恢复转速信号）

阶次分析

信号积分

信号事后重放

振动转化为“可听”声音信号

A 计权、窗函数和 Overall 等计算。

转速测量

压力脉动测量

与生产线或测试台配套旋转机械振动检测（恒速定压力）

与生产线或测试台配套旋转机械振动检测（变速变压力模块）

事后分析模块。

5.2.3 设备具有最基本的检测功能：

统计量检验：经过多次试验确立的噪声/振动检测判决，实时噪声声压或振动信号经过适当的滤波处理，完善解决实时计算统计量的判决问题。

频域/阶次域检验：对大量有问题产品的倍频程或 FFT 频谱和阶次进行分析，有问题产品噪声的特征

积累，完善解决频域检验问题，可以判决比较，实时判决是否有问题，对不良产品进行报警。

5.2.4 有问题产品检测可以由用户方人员设置并进行类似开发应用：

软件可以确保由操作人员在试验过程中积累问题特征，通过分析，区别油泵/水泵/电机正常运转的声音/振动和异响的声音/振动；生成新的频域/阶次判决策略，设置到程序中，可以对新的问题进行识别。

软件上开发方便的试验数据积累应用，生成噪音不良产品的识别模版的方法公开，软件上开发方便的模版和更新设置方式，培训用户方人员掌握。

本部分软件上由制造方负责完成，分析方法和检测方法对用户方人员公开，用户方人员也可参与并根据使用提出建议。培训用户方人员可以自行分析信号、积累特征，然后自行确定测试方案。

5.2.5 软件部分通用要求：

实时噪声声压或振动实时信号采集控制，可以对原始数据进行记录，同时实时显示噪声声压的时间历程图、噪声频谱（含 overall）图、噪声倍频程（含 overall）图、噪声声压、时频分析图和统计量等。可以对分析结果的图形和数据方便地存盘，可以对时间信号指定时间区间进行缩放显示；对频域/阶次分析指定频率/阶次区间进行缩放显示。

所有应用软件以及制造方编制的软件，如需要设定口令需要以书面方式通知用户方并双方存档。

苏州太阳花感知技术有限公司

2019年02月26日