

第一章 系统介绍及软硬件结构

一、系统介绍

LC-8000多通道机械设备故障诊断系统(以下简称LC-8000)是以USB接口采集数据的采集器与计算机构成的综合系统,是一个全新概念的故障诊断系统。它将成为您在设备诊断与维修中的得力助手。

本系统由高性能笔记本电脑、小巧轻便的采集箱、可靠耐用的加速度传感器、电流传感器、光电转速传感器组成。每一部件都经过精心设计、挑选、严格测试。各项性能指标均居国际先进水平。特别适合现场使用。

同时, LC-8000还具有强大的现场数据分析功能、可选配交流异步电机故障诊断系统软件包和单双面现场动平衡系统软件。分析系统功能强大, 界面友好, 操作简单、方便。

通过软硬件的紧密结合可以完成下列分析及诊断:

1、转子系统状态监测、故障诊断

各种有量纲振动参数显示、时域波形实时显示存储、时域加窗、对数谱、幅值谱、相位谱、自相关、互相关、功率谱、转速三维谱、时间三维谱、轴心轨迹。对于各种转子系统故障(包括:转子不平衡、转子弯曲、不对中、油膜涡动、油膜振荡、旋转失速、喘振、转子与静止件摩擦、转子过盈配合件过盈不足、转子支承系统连接松动、密封和间隙动力失稳、转轴具有横向裂纹)均能达到良好的诊断效果。Windows界面, 全中文单双面现场动平衡软件包, 方便实用。

2、滚动轴承的状态检测、故障诊断

具有非量纲参数显示(包括:波形指标、峰值指标、裕度指标、峭度指标)、有量纲显示(包括:加速度峰值、平均幅值)、时域波形分析、幅值概率密度分析、包络解调、频谱分析功能。对于滚动轴承的内外环、滚动体、保持架的损伤、摩擦及缺油等故障均可进行分析诊断。

3、齿轮箱的状态监测、故障诊断:

具有各种有量纲参数(振动加速度、速度、位移的峰值、平均幅值、有效值)及无量纲振动参数显示、时域平均、频域平均、包络解调、功率谱分析、倒频谱分析功能。可诊断齿轮箱的不同轴、偏心、局部异常、磨损、齿距误差、不平衡等故障。

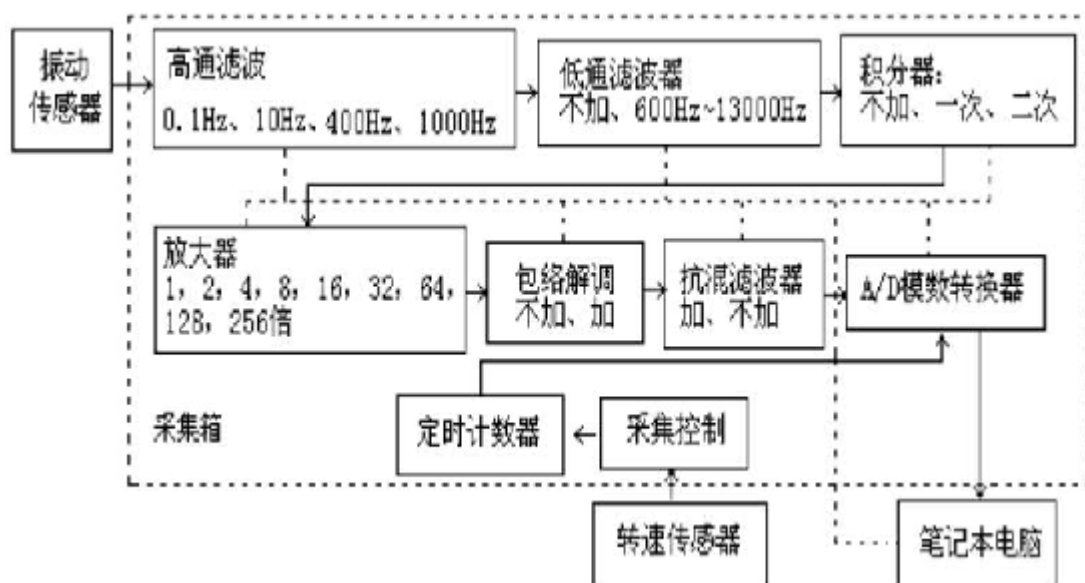
4、交流感应电机诊断专家系统

通过对电机电流信号的采集、分析、可诊断交流异步感应电动机的转子及偏心故障,以及交流同步电动机的偏心故障等。其中,转子故障包括:转子断条、转子端环断裂、转子中的高阻接头、铸铝转子中的铸造间隙和气泡、绕线式转子中的不良铜焊接头。偏心故障包括:不均匀气隙、磁吸力不平衡、机械不平衡、转子轴弯曲(热和机械弯曲)、轴承磨损。针对以上故障,本系统均能给出表示故障程度的定量诊断结论,及参考意见。

本系统采用Windows界面,可保存现场数据,具有数据回放、设备及测点信息打印等数据管理功能。系统软件存在硬盘上,为今后进一步升级提供方便。

二、LC-8000系统硬件组成

1、硬件基本构成如图所示:



2、硬件特点

LC-8000系列数据采集系统具有以下特点：

a、高速USB2.0接口

采集板使用USB2.0高速数据交换模式，14位AD，333.3K高速采样；2/4/8通道振动数据独立并行处理，同步采保。

通过高速并行采集实现包括同一轴系上不同振动信号的并行采集，并确保多通道振动数据的同相位采集。

b、与转子同步的数据采集

采集板中提供了1个独立转速通道，通过它完成转速计数与外部触发。

通过采集参数的设定，选择外触发，就可以使每次采集的起始点由转速键相信号来决定，使每次采集的数据具有相同的相位基准，便于不同历史时刻的数据之间的纵向比较与深入分析。

c、便携式设计

采集箱体积小巧, 采用充电电池供电, 一次充电可工作5--8小时

□三、LC-8000系列多通道状态检测仪软件配置

软件模块 系统类型	数据采集与 分析系统	现场动平 衡系统	交流异步电机 故障诊断系统
LC-8000A	○	○	—
LC-8000B	○	—	○
LC-8000C	○	○	○

□

所有类型都可以选配LC-8000系列之旋转机械故障自诊断软件。

第二章 系统安装设置

第一节 硬件设置与使用

一、采集箱的安装

利用并口线 将采集箱连到笔记本电脑的并行端口上, 打开电源。

二、传感器的安装及使用说明

八通道信号输入端及转速通道信号输入端如图2-1-1所示。

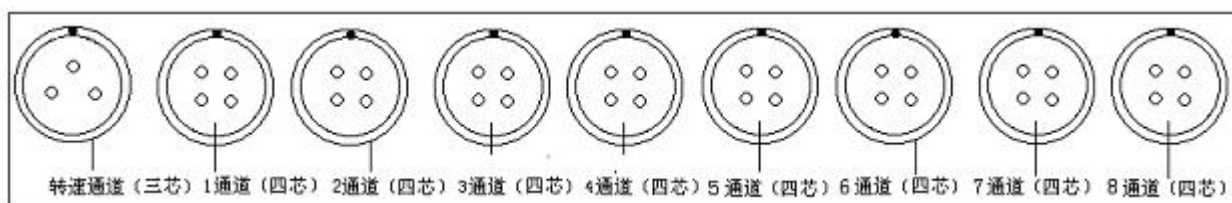


图2-1-1 信号输入通道及转速通道示意图(正视图)

信号输入端接线方法如图2-1-

2所示, 可与加速度、速度、位移传感器相连, 也可以与其它电压信号相连。注意: 输入端电

压不得超过 $\pm 30V$ 。

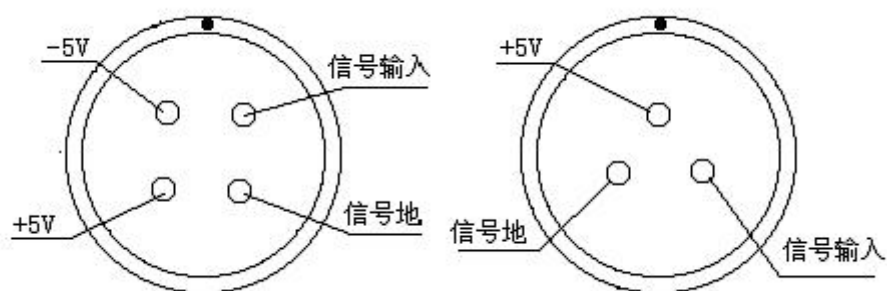


图2-1-2 信号输入插座示意图 图2-1-3 转速通道信号插座示意图

转速输入端如图2-1-3所示，与转速传感器相连。注意：输入端电平为TTL电平。

将传感器信号线插头按上图分别对应连接，注意插座的缺口方向与插头的凹槽相对。

三、采集器硬件驱动安装

进入驱动文件所在目录：USBdriver\

双击运行install.bat

之后插入采集器硬件USB电缆，安装向导自动安装驱动

第二节 软件的安装与启动

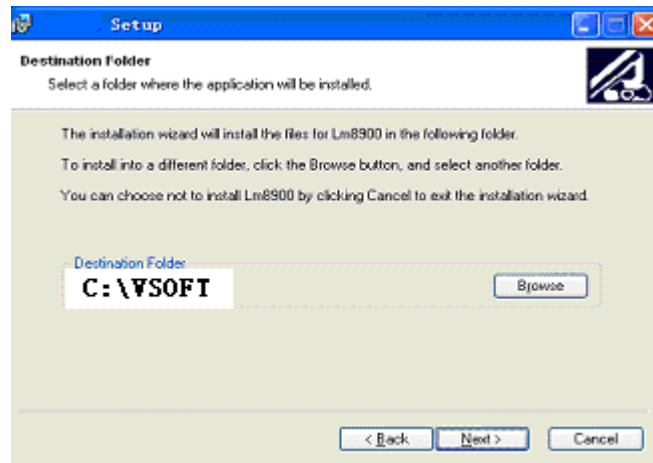
一、软件的安装

1、运行光盘中的LC-

8000\installer文件夹下的setup.exe，进入软件安装界面：

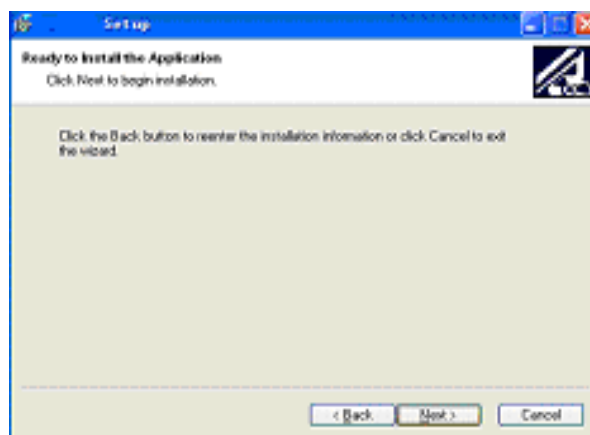


单击“next”继续

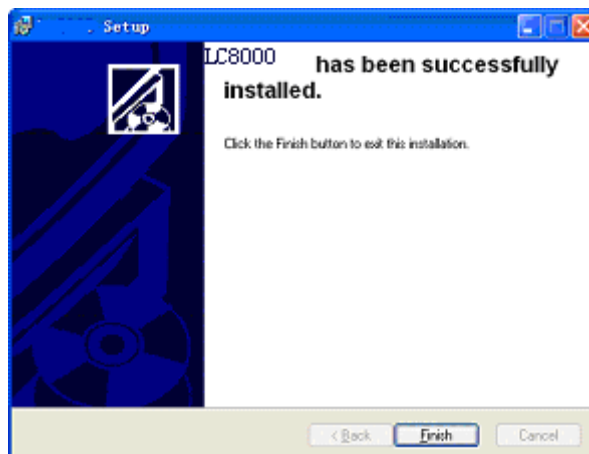


单击“next”继续

注意: 请确保路径为c:\VSOFT, 请不要更改路径, 以免程序运行出现错误。



单击“next”继续



单击“Finish”完成软件程序的安装。

二、驱动的安装

1、进入光盘中的\driversetup文件夹中，复制所有文件(共5个)到C盘根目录下，即C:\目录。

2、运行driversetup.exe文件，完成后按确定结束。

3、之后这5个文件就没用了，可以删除。

注意：在复制文件之前，请将“文件夹选项”的“查看”属性中的“隐藏文件”选择到“查看所有文件”，以便可以看到所有5个文件。

三、注意事项

1、为保证能看到完整的界面，请将机器的分辨率设为1024*768；任务栏属性设为自动隐藏。

四、运行LC-8000软件

若要启动 LC-8000软件，有两种方法：

- A. 在“开始”菜单“程序”中，单击LC-8000\ LC-8000系统快捷方式
- B. 找到LC-8000的安装目录C:\LC-8000，打开该目录，双击LC-8000.exe 文件。
- C. 运行桌面上的快捷方式:LC-8000振动分析软件

第三章 软件操作说明

振动分析软件采用Windows操作界面，易于广大用户理解和操作。

软件主要有五大功能模块：设备测点管理、数据采集、数据回放分析、趋势分析、信号模拟。运行LC-8000振动分析软件进入如下图所示的主界面后，可单击屏幕上的按钮进行各个功能模块之间的切换。单击退出系统，结束本次操作。

操作界面如图所示。



***注意:**鼠标在各个按键位置停留后, 将显示当前按键的具体功能。

□□□ 设备管理



设备管理: 点击 进入设备管理功能模块, 其菜单如下:

设备测点管理 设备数据管理 数据加载备份 检测人员管理 传感器设置 返回

共有6项功能:

- 1□ 设备测点管理: 建立管理设备测点信息
- 2□ 设备数据管理: 管理已经采集并存储的设备数据信息
- 3□ 数据加载备份: 将已经备份的数据库导入到当前的数据库中
- 4□ 检测人员管理: 建立并管理检测人员信息
- 5□ 传感器设置: 设置传感器类型以及各个传感器灵敏度
- 6□ 返回: 返回到主界面

软件首先进入的是设备测点管理, 之后点击各个菜单选项可以进入其它功能。

一、设备测点管理

在每台需要监测的机器设备上, 一般都有一个或几个测点, 每个测点上都有大量的数据需要管理。例如: 一台机泵组, 一般需要在电机的轴末端及驱动端各建立水平、垂直2个

测点，在泵的轴末端和前端各建立水平、垂直2个测点，共8个测点。用户建立了相应的测点后，才可以进行数据采集，其采集的数据就可以按测点的划分进行存储入库，以使用户日后查阅、分析。用户能够利用测点管理功能添加测点，并将测点信息录入到系统中，还可进行修改、查询、删除、打印等操作。


操作界面如图3-1-1所示。



图 3-1-1

1、添加测点

添加测点可将测点信息录入。如图3-1-1。


用户在输入完整的测点信息后，单击  添加 “添加”键保存数据。

测点信息录入的规则：


- A. 同一台设备，设备编号、设备名称、企业名称应该保持一致
- B. 同一台设备的不同测点名称，应该明确指示出所在位置，及测点方向
- C. 测点信息设置中的测点方向为指示信息，要根据测点名称中的测点方向正确选择径向水平、径向垂直、轴向三个方向的一种
- D. 测点信息设置中的电子标签为设备的电子标识码，应用中需要在每台设备上增加一个

电子识别码, 通过专用的设备来读取。该功能更加方便的进行设备管理与监测; 该功能为高级选配功能, 若未选择可以在录入时空着。

2、修改测点

从表中选中要修改的数据(被选中的数据呈高亮显示), 其测点的具体信息将自动读到测点信息设置中, 之后可以根据需要进行必要的修改, 最后单击  “修改”键, 完成修改。

3、删除

从表中选中要删除的数据(被选中的数据呈高亮显示), 单击  “删除”键, 删除要删除的数据。

请先确定目前光标所在处的数据是否是要删除的数据, 以免误删除。

软件支持同时对多行数据进行删除操作, SHIFT+鼠标左键
或Ctrl+鼠标左键选择多条数据,

注意: 若在“设备测点管理”中将某一测点删除, 在“设备管理”中该测点所对应的数据并不会被相应删除, 若想删除, 需进入设备数据管理中手动操作。

***删除的数据不能再恢复, 请在进行此项操作时慎重!**

4、查询

测点信息查询功能由2个独立的查询方式构成: 树状结构查询方式、名称列表查询方式
:

A. 树状结构查询方式操作界面如图3-1-2所示:

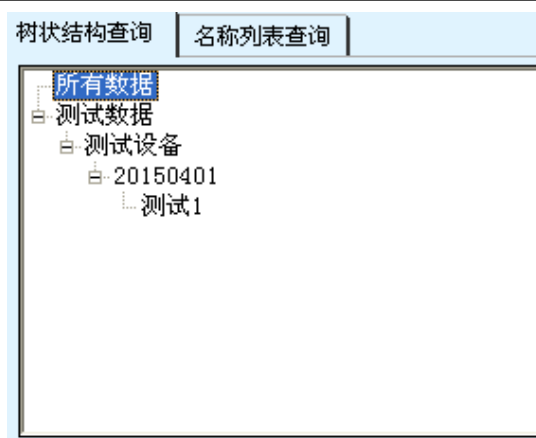


图 3-1-2

这个界面中列出库中所有的测点信息，并以树状四级结构显示，第一级为企业名称，第二级为设备名称，第三级为设备编号，第四级为测点名称。操作中可以点击具体选项，之后左边的表格中就会自动列出选定的测点信息。

选定的测点信息在信息查询类别中显示，如图3-1-2中：选中企业名称：金马热注作业区，设备名称：主体泵，设备编号：701，那么信息查询类别中显示：金马热注作业区\主体泵\701。之后软件将根据这个信息自动列出库中所有合适的的数据。

B. 名称列表查询方式操作界面如图3-1-3所示：



图3-1-3

这个界面中共列出了4个查询条件，查询全部、按企业名称查询、按设备名称查询、按设备编号查询四种独立的查询方式。

选择查询全部时:在左侧的表格中将自动列出所有测点信息

选择按企业名称:企业名称将进入可选状态, 其中已经自动把库中的所有企业名称列出, 点

击选择具体的企业名称, 左侧的表格中将自动列出企业名称符合条件的
测点信息

选择按设备名称:设备名称将进入可选状态, 其中已经自动把库中的所有设备名称列出, 点

击选择具体的设备名称, 左侧的表格中将自动列出设备名称符合条件的
测点信息

选择按设备编号:设备编号将进入可选状态, 其中已经自动把库中的所有设备编号列出, 点

击选择具体的设备编号, 左侧的表格中将自动列出设备编号符合条件的
测点信息

5、打印

单击  打印

“打印”按钮, 软件将会将数据表中显示的所有数据打印到WORD中, 完成后WORD文件将保存在C:\LC-8000\reports\路径下, 其自动保存的文件名为设备测点 + 当前时间字符串数据表显示的数据信息。

6、选择测点

在进行数据采集之前, 先要选择设备测点, 如果不选择测点直接进行数据采集, 系统将默认为虚拟设备, 虚拟测点, 设备编号默认为0001, 测点名称默认为01、02、03、04。单击



“测点选择”按钮其操作界面如图3-1-4所示。




图 3-1-4

从列表框中选择测点(被选中的数据为蓝色条),

选择“测点1”单击“选择”按钮, 读入测点1测点信息数据, 之后在“测点采集测点信息”表中对应的位置显示出选中的信息。若进行四通道测点采集, 先按上述方法选择测点1, 再选择测点2、3、4测点信息数据。



图 3-1-5

清空测点: 点击  “清空所有已选测点”

取消本次操作并退出, 点击 

确定本次操作并退出, 点击 

二、设备数据管理



图 3-1-6

因为所有的数据皆为采集后存储的数据，所以不提供添加及修改功能。若在“测点管理”中修改了“设备名称”、“设备编号”、“测点名称”、“设备单位”四项数据，在“设备管理”中会自动更新此四项数据。

在“设备管理”中提供查询、删除、打印等功能：

1、查询

测点信息查询功能由2个独立的查询方式构成：树状结构查询方式、信息列表查询方式，并且结合时间段的选择可以查询出特定时间段的数据。其操作界面如图3-1-7所示。

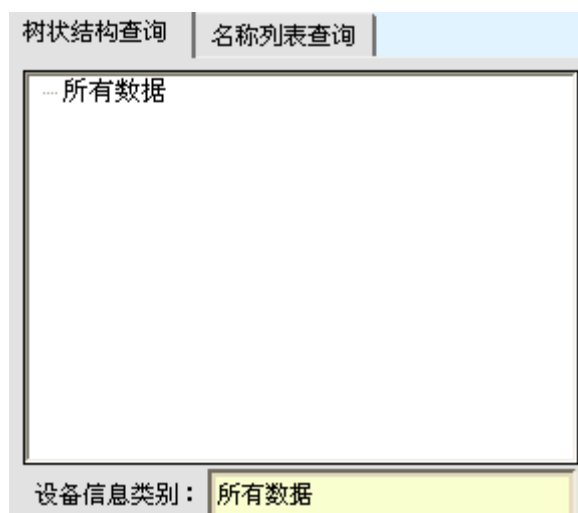



图 3-1-7


设备数据管理的查询方式与设备测点管理相同，详细操作见测点管理的查询功能。

时间段的选择来确定采集数据的具体时间段，与上面的查询方式为“与”的关系。

点击  数据时间段选择 的方框位置呈现  可以选择加时间段的查询，否则为不加。

软件已经在启动时自动计算好数据库中的所有数据的起始时间和结束时间了，用户可以在这个时间段中灵活的选择时间段，点击  可以设置具体的时间。

2、删除

从表中选中要删除的数据(被选中的数据呈蓝色高亮显示)，单击  删除


“删除”键，删除要删除的数据。

请先确定目前光标所在处的数据是否是要删除的数据，以免误删除。

软件支持同时对多行数据进行删除操作，SHIFT+鼠标左键或CTRL+鼠标左键选择多条数据，

***删除的数据不能再恢复，请在进行此项操作时慎重！**

3、打印

单击  打 印

“打印”按钮，软件将会将数据表中显示的所有数据打印到WORD中。

4□ 返回

单击  返 回

“返回”，返回到主界面；或者点击菜单中的“返回”，返回到主界面。

三、数据加载备份

在菜单中点击“数据加载备份”，则进入数据加载管理功能界面，如图:3-1-8



图3-1-8

- 1、界面左侧为软件现在使用的数据库信息，右侧为备份数据库信息，用于加载到当前数据库中。
- 2、数据库中共有3个表单，分别为：设备测点管理、设备数据管理、设备资料管理。两个数据库表单的具体信息在界面的上方显示，各个表单的具体信息在下方显示。点击“表单类型选择”可以查看具体的表单信息。
- 3、数据加载：首先单击“查找数据库”，在备份数据库的具体目录下选择相应的数据库的名称：...\data\LC-8000。如图:3-1-9

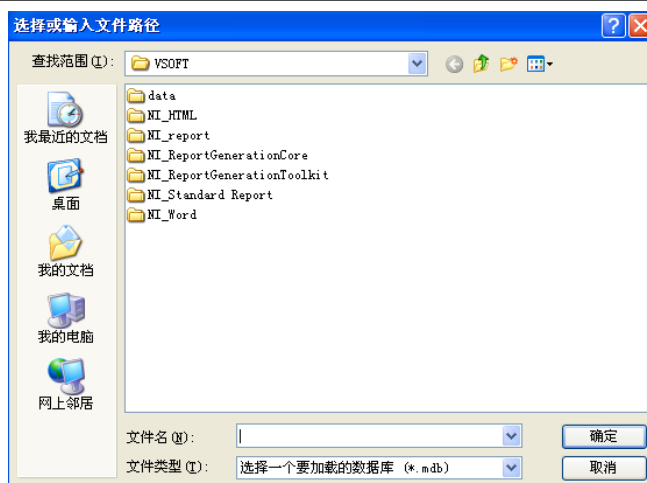


图3-1-9

之后根据具体的情况选择要加载的表单(界面的中间位置)。如图:

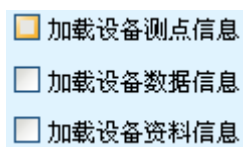



图3-1-10



图3-1-11

选择加载设备数据信息的时候, 可以再选择数据时间段, 选择特定的时间的采集数据。

最后点击  加载数据, 界面的中间位置提示加载的进度信息。

四、检测人员管理


在菜单中点击“检测人员管理”, 则进入检测人员管理功能界面, 如图:3-1-9




图3-1-9

1、添加检测人员:在右侧的检测人员中添加具体的检测人姓名,之后点击 

“添加”将检测人信息入库,之后在左侧的列表中列出相应的人员信息。

2、删除检测人员:选中要删除的检测人员(选中后呈蓝色高亮显示),之后单击 

“删除”键,删除要删除的检测人员。

3□ 返回:单击  “返回”,返回到主界面,或者点击菜单中的“返回”,返回到主界面。

五、传感器设置

在菜单中点击“传感器设置”,则进入传感器设置功能界面,如图:3-1-9



图:3-1-9

1、选择传感器类型:可以点击传感器类型后的下拉选择菜单,根据测试对象类型选择传感器的类型,有加速度,速度,位移三种类型可供选择。

器的类型,有加速度,速度,位移三种类型可供选择。

2□ 设置通道灵敏度:可以直接在输入栏内输入灵敏度值

3□ 保存设置:在设置完成之后点击 ,将当前设置存入数据库。

4□ 点击  退出传感器设置,并返回到主程序。

第二节 数据采集

本软件系统可进行八种数据采集模式：

1、时域棒图 显示各通道的棒图及时域和频域波形，用于各种旋转设备的故障分析

2、时域采集 显示各通道的时域和频域波形，用于各种旋转设备的故障分析

3、时间三维谱 用于大型机组的启停机过程的振动分析

4、转速三维谱 用于大型机组的启停机过程的振动分析

5、时域平均谱 用于滤除随机噪声干扰，提高信噪比

6、频域平均谱 用于滤除随机噪声干扰，提高信噪比

7、轴心轨迹 用于典型的轴系故障分析，如：动平衡不良，不对中，油膜涡动等

8、奈魁斯特图 用于大型机组的启停机过程的振动分析

每种采集称为一种采集类型。进行各种类型采集时，用户均需要进行各种采集参数的设定。设定好参数后，单击“开始”键，进行数据采集。也可以在采集过程中动态的改变参数设置。

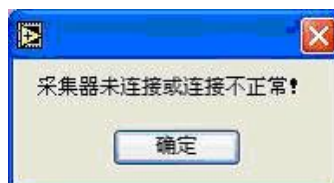
点击



进入数据采集，先进入时域棒图的界面，其整个数据采集的菜单为：

棒图监测	时频采集分析	时域平均谱	频域平均谱	轴心轨迹	返回
------	--------	-------	-------	------	----

如果弹出一个对话框



有以下几种原因：

1□ 采集箱与笔记本电脑的通讯线未连好或连接不牢。

2□ 采集电源未打开

注意：1、采集时，一定要保证系统时间正确！

2、界面中所有兰底黄字的控件为输入参数，所有绿底黄字的控件为输出(显示)参数！

一、时域棒图

可同时显示四通道通道采集的数据。操作界面如图3-2-1所示(时域波形)。

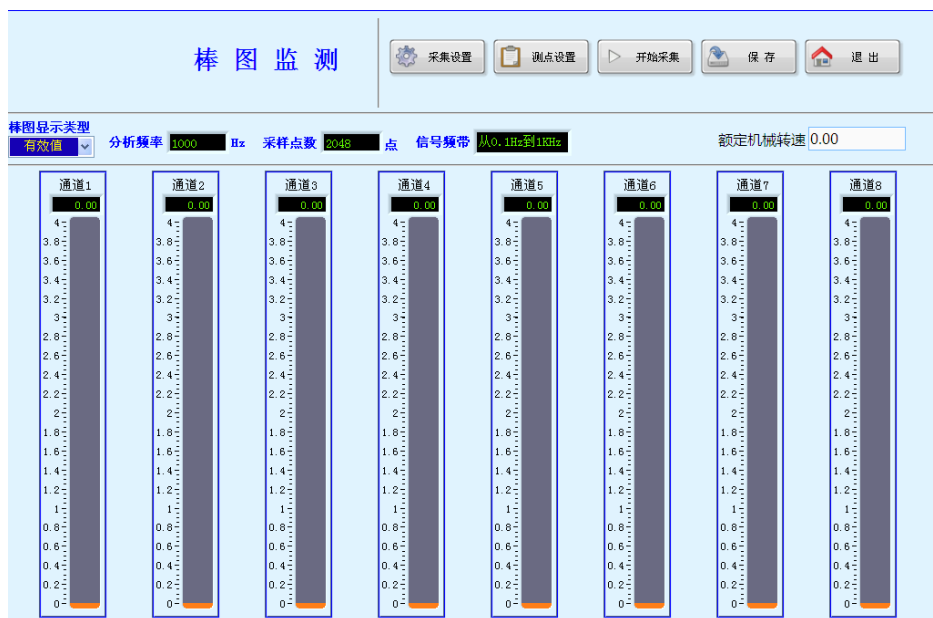


图3-2-1

1、数据采集分析过程

A、采集之前设置测点信息，通过点击



“[测点设置](#)”可以进入测点选择界面，详见[测点设置](#)。之后采集完的数据将根据当前的测点信息进行保存。

B、采集时要根据现场的实际情况正确设置[参数设定](#)，点击



“[参数设置](#)”可以进入参数设置界面，具体的详细设置请看[重点功能设置及参数说明—](#)

参数设定

C、点击



“[开始采集](#)”就开始采集数据并同步分析了。

D、当采集到合适的的数据后，点击



“保存”将当前的数据存入库。保存之后的数据可以在数据回放中的[时域数据回放](#)中查看。

2、界面功能介绍：

A、最上面为数据采集菜单，共有8种数据采集模式，点击可以进行切换。

B、左下方为4个通道的棒图显示，可以直接比较4个通道的振动大小。它的纵坐标Y表示振动的幅度，即振动大小；横坐标X表示通道号，对应1、2、3、4四个通道。纵坐标Y量程可以根据量程的设置自动调节，纵坐标的单位与时域或频域参数显示的单位一致。棒图显示的类型可以通过界面左上方的.进行设置，共包括：峰值、平均值、有效值3种。

C、棒图的右边是波形和数据参数的显示界面，它是一个双页结构的显示窗，通过点击“[时域参数](#)”的页头可以查看时域波形及参数；点击“[频域参数](#)”的页头可以查看频域波形及参数。


时域波形由上到下为1、2、3、4通道的波形，其纵坐标Y表示振动的幅度，即振动大小，单位与时域参数显示的单位一致；横坐标X表示采集的数据点的序号，从0开始直到设定的采集点数。时域波形的旁边为时域参数，这里共提供了6种参数，其中峰值、平均值、有效值为有量纲参数（它们的单位在时域参数的括弧内显示）；峰值指标、脉冲指标、波形指标为无量纲参数，具体的定义见[时域参数定义](#)。


频域波形是时域数据经过幅值谱(FFT)变换得来的，其纵坐标Y表示振动幅度，即振动大小，单位与显示参数的单位一致。横坐标X表示频率，单位为Hz。频域波形的旁边为频域参数，它列出了前4个最大振动的频率。

D、界面右上方是机械转速的显示栏，它根据是否采集转速的情况进行明暗显示，转速采集的设定通过[参数设定](#)完成。


E、界面左上方的为[窗函数](#)的设定，共有10种窗函数，其功能见[窗函数](#)。

F、窗函数的左方为[棒图显示类型](#)的设置，共有3种类型的参数：峰值、平均值、有效值。点击棒图显示类型的兰色区域可以选择类型。

G、右下方为5个功能按键，从上到下分别为[采集设置](#)、[测点设置](#)、[开始采集](#)、[保存](#)、[返回](#)。点击 

“[开始采集](#)”则系统开始按照当前设置的采集参数进行采集，按键改变成  “[停止采集](#)”，点击它就可以停止采集了，采集的数据保持为当前显示的数据；点击

 “[测点设置](#)”，则进入测点选择的界面；点击 

“[采集设置](#)”，则进入采集设置的界面；点击 

“[保存](#)”，则可以将当前的数据进行保存，之后出现保存成功的提示信息，按确定后返回，注

意:在数据采集与停止的过程中都可以进行数据保存;点击



退出

“返回”,则返回到系统的总界面。

二、时域采集

时域采集包括四部分:时域分析、频域分析、相关分析、概率分析。采用多页框形式的界面,可在四种分析间相互切换。操作界面如图3-2-2所示。



图3-2-2

1、数据采集分析过程

A、采集之前设置测点信息，通过点击



“[测点设置](#)”可以进入测点选择界面，详见[测点设置](#)。之后采集完的数据将根据当前的测点信息进行保存。

B、采集时要根据现场的实际情况正确设置[参数设定](#)，点击



“[参数设置](#)”可以进入参数设置界面，具体的详细设置请看[重点功能设置及参数说明——参数设定](#)

C、点击



“[开始采集](#)”就开始采集数据并同步分析了。

D、当采集到合适的的数据后，点击



“保存”将当前的数据存储在库。保存之后的数据可以在数据回放中的[时域数据回放](#)中查看。

2、界面功能介绍：

A、最上面为数据采集菜单，共有8种数据采集模式，点击可以进行切换。

B、左下方为4个通道的棒图显示，可以直接比较4个通道的振动大小。它的纵坐标Y表示振动的幅度，即振动大小；横坐标X表示通道号，对应1、2、3、4四个通道。纵坐标Y量程可以根据量程的设置自动调节，纵坐标的单位与时域或频域参数显示的单位一致。棒图显示的类型可以通过界面左上方的.进行设置，共包括：峰值、平均值、有效值3种。

C、棒图的右边是波形和数据参数的显示界面，它是一个双页结构的显示窗，通过点击“[时域参数](#)”的页头可以查看时域波形及参数；点击“[频域参数](#)”的页头可以查看频域波形及参数。


时域波形由上到下为1、2、3、4通道的波形，其纵坐标Y表示振动的幅度，即振动大小，单位与时域参数显示的单位一致；横坐标X表示采集的数据点的序号，从0开始直到设定的采集点数。时域波形的旁边为时域参数，这里共提供了6种参数，其中峰值、平均值、有效值为有量纲参数（它们的单位在时域参数的括弧内显示）；峰值指标、脉冲指标、波形指标为无量纲参数，具体的定义见[时域参数定义](#)。



频域波形是时域数据经过幅值谱(FFT)变换得来的，其纵坐标Y表示振动幅度，即振动大小，单位与显示参数的单位一致。横坐标X表示频率，单位为Hz。频域波形的旁边为频域参数，它列出了前4个最大振动的频率。

D、界面右上方是机械转速的显示栏，它根据是否采集转速的情况进行明暗显示，转速采集的设定通过[参数设定](#)完成。

E、界面左上方的为[窗函数](#)的设定，共有10种窗函数，其功能见[窗函数](#)。


F、窗函数的左方为[棒图显示类型](#)的设置，共有3种类型的参数：峰值、平均值、有效值。点击棒图显示类型的兰色区域可以选择类型。

G、右下方为5个功能按键，从上到下分别为[采集设置](#)、[测点设置](#)、[开始采集](#)、[保存](#)、[返回](#)。点击 

“[开始采集](#)”则系统开始按照当前设置的采集参数进行采集，按键改变成  “[停止采集](#)”，点击它就可以停止采集了，采集的数据保持为当前显示的数据；点击 

“[测点设置](#)”，则进入测点选择的界面；点击  “[采集设置](#)”，则进入采集设置的界面；点击 

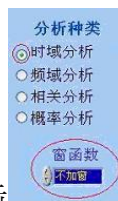
“[保存](#)”，则可以将当前的数据进行保存，之后出现保存成功的提示信息，按确定后返回，注


意：在数据采集与停止的过程中都可以进行数据保存；点击 

“返回”，则返回到系统的总界面。

下面详细介绍多页框中的四个部分：

（一）、时域分析



点击  时域分析，可以进入时域分析功能界面，操作界面如图3-2-2所示。

界面功能介绍：

a、这个功能界面中有一个四页的多页框，分别显示每两通道的时域波形数据，分别点击可以来回切换显示。

b、每个通道的数据显示由三部分构成：波形显示、XY坐标显示、参数显示。

波形显示窗口纵坐标Y表示振动的幅度，即振动大小，单位与时域参数显示的单位一致，横坐标X表示采集的数据点的序号，从0开始直到设定的采集点数，波形中的竖线为数据坐标线，可以通过鼠标左键拖动；

其下面是X坐标和Y坐标的显示，X坐标表示当前坐标横坐标的位置，Y坐标表示当前坐标线纵坐标的位置；

时域波形的旁边为时域参数，这里共提供了9种参数，具体的定义见[时域参数定义](#)。

c、当多页框处于时域分析功能时，窗口右侧中间位置显示窗函数控件，共有10种窗函数，其功能见窗函数。

(二)频域分析

点击频域分析页头可以进入频域分析功能界面，操作界面如图3-2-3所示。

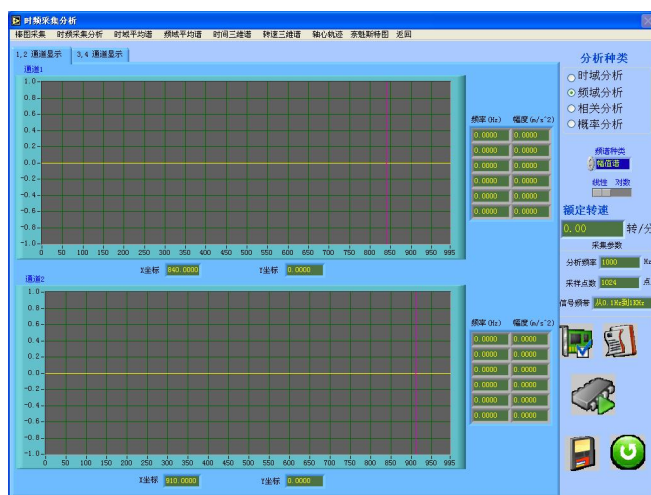


图3-2-3

●频域分析：频域分析过程中可以对采集数据进行幅值谱、功率谱、相位谱、倒频谱四种功能分析。幅值谱、功率谱又分为线性谱和对数谱。通过按钮

 来选择是线性谱还是对数谱。按钮向左为线性谱，按钮向右为对数谱。

界面功能介绍：

a、这个功能界面中有一个四页的多页框，分别显示每两通道的时域波形数据，分别点击可以来回切换显示。

b、当多页框处于频域分析时，界面右侧中间位置显示频谱分析类型控件共有四种频谱分析：幅值谱、功率谱、相位谱、倒频谱。当选择幅值谱、功率谱时，线性对数控制显示出来，选后两种时，它不可见。

c、每个通道频域数据显示由三部分构成：波形显示、XY坐标显示及输出参数显示。波形显示中有一条竖线为数据坐标线，可以通过鼠标左键拖动，坐标线的位置值在XY坐标显示控件中显示。

对应于不同的分析功能，频域窗口显示的参数意义也不同：

线性幅值谱时，纵坐标Y表示振动的幅值，单位与左面的频域参数单位一致，横坐标X表示的频率单位为HZ。

对数幅值谱时，纵坐标Y表示振动的对数值，横坐标X为频率。

线性功率谱时，纵坐标Y表示振动的能量，即幅值的平方，横坐标X表示频率。

对数功率谱时，纵坐标Y表示振动的对数能量值，横坐标X表示频率。

相位谱时，纵坐标Y表示振动的相位，单位为度，横坐标X表示频率。

倒频谱时，纵坐标Y表示振动的幅度，横坐标X表示时间，单位为秒(S)。

频域波形旁边的输出参数给出前6个最大振动的频率，并根据频域分析功能及采集参数的变化自动调节输出单位的显示。


(三)、相关分析

点击[相关分析](#)页头可以进入相关分析功能界面，操作界面如图3-2-4所示。



图3-2-4

对于单通道数据, 用户可选择自相关分析; 对于双通道数据, 用户可进行互相关分析。

用户可通过选择是自相关还是互相关, 按钮在上方, 表示为自相关, 自相关指示灯亮; 反之则为互相关, 互相关指示灯亮。

□

界面功能介绍:

a、这个功能界面中有一个两页的多页框, 分别显示每两通道的时域波形数据, 分别点击可以来回切换显示。

b、当多页框处于相关分析时, 界面的右侧中间位置显示相关分析的类型控件, 包括自相关和互相关两种。

c、每个通道的频域数据显示由三部分构成: 波形显示、XY坐标显示、参数显示。

波形显示窗口纵坐标Y表示振动的幅度, 即振动大小, 单位与时域参数显示的单位一致; 横坐标X表示采集的数据点的序号, 从0开始直到设定的采集点数, 波形中的竖线为数据坐标线, 可以通过鼠标左键拖动;

其下面是X坐标和Y坐标的显示, X坐标表示当前坐标横坐标的位置, Y坐标表示当前坐标线纵坐标的位置;

相关分析的波形右侧是分析结果, 共有9种参数, 具体的定义见[时域参数定义](#)。

(四)、概率分析

点击[概率分析](#)页头可以进入概率, 分析功能界面操作界面如图3-2-5所示。

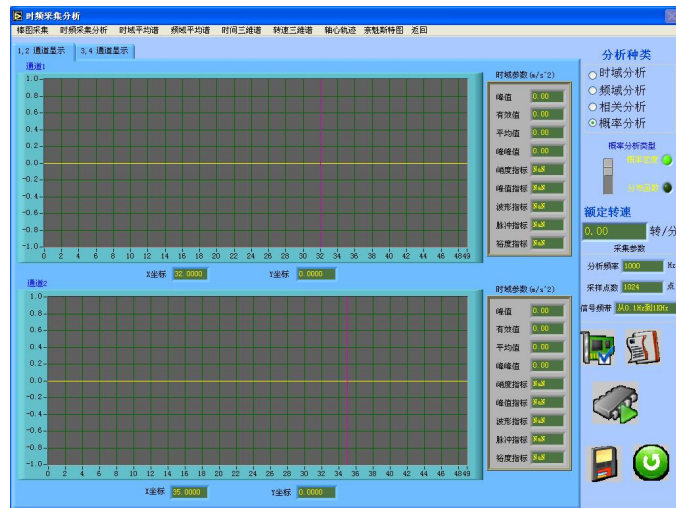



图3-2-5

用户可对采集数据进行概率密度和分布函数分析。用户通过选择是概率密度分析还是分布函数分析。 □

界面功能介绍：

a、这个功能界面中有一个两页的多页框，分别显示每两通道的时域波形数据，分别点击可以来回切换显示。

b、当多页框处于概率分析时，右侧中间位置显示概率分析类型选择控件，包括概率密度和分布函数两种。

c、每个通道的波形数据显示由三部分构成：波形显示、XY坐标显示、参数显示。

波形显示窗口纵坐标Y表示振动值的概率；

横坐标X表示振动的幅值；

波形中的竖线为数据坐标线，可以通过鼠标左键拖动；

其下面是X坐标和Y坐标的显示控件，X坐标表示当前坐标线横坐标的位置，Y坐标表示当前坐标线纵坐标的位置；

概率分析波形右侧为采集数据的时域参数，共提供了9种参数，具体的定义见[时域参数定义](#)。

三、时域平均谱

时域平均谱是根据设定的平均次数循环采集指定的组数后，将采集的数据点对点累加后进行平均，平均后的数据再进行各种分析。

由于是对时域的数据进行点对点平均，需要保证每组数据是同相位的，因此使用时需要有转速同步信号作外触发源，起鉴相作用。

时域平均分析是有效降低随机干扰噪声的一种方法。也就是说，采用时间平均技术后，可以滤除随机信号，保留与转速同步的周期信号。

操作界面如图3-2-6所示。



图3-2-6

1、数据采集分析过程

A、采集之前设置测点信息，通过点击



“[测点设置](#)”可以进入测点选择界面，详见[测点设置](#)。之后采集完的数据将根据当前的测点信息进行保存。

B、采集时要根据现场的实际情况正确设置

[参数设定](#)，点击



“[参数设置](#)”可以进入参数设置界面，具体的详细设置请看[重点功能设置及参数说明—参数设定](#)。

C、点击



“[开始采集](#)”就开始采集数据并同步分析了。

D、当采集到合适的的数据后，点击



“保存”将当前的数据存储在库。保存之后的数据可以在数据回放中的[时域数据回放](#)中查看。

2、界面功能介绍：

A、最上面为数据采集菜单，共有8种数据采集模式，点击可以进行切换。这个功能界面中有一个四页的多页框，分别显示每两通道的时域波形数据，分别点击可以来回切换显示。



B、每个通道频域数据显示由三部分构成：波形显示、XY坐标显示及输出参数显示。波形显示中有一条竖线为数据坐标线，可以通过鼠标左键拖动，坐标线的位置值在XY坐标显示控件中显示。纵坐标Y表示振动的幅值，单位与左面的频域参数单位一致，横坐标X表示的频率单位为Hz。

C、频域波形旁边的输出参数给出前6个最大振动的频率，并根据频域分析功能及采集参数的变化自动调节输出单位的显示。

D、波形窗口的右方是机械转速的显示栏，这里一直采集转速。

E、右下方为5个功能按键, 从上到下分别为**采集设置**、**测点设置**、**开始采集**、**保存**、**返回**。点




“**开始采集**”则系统开始按照当前设置的采集参数进行采集, 按键改变成“**停止采集**”, 点击它就可以停止采集了, 采集的数据保持为当前显示的数据; 点击

“**测点设置**”, 则进入测点选择的界面; 点击“**采集设置**”, 则进入采集设置的界面; 点击



“**保存**”, 则可以将当前的数据进行保存, 之后出现保存成功的提示信息, 按确定后返回, 注

意: 在数据采集与停止的过程中都可以进行数据保存; 点击

“**返回**”, 则返回到系统的总界。

四、频域平均谱

频域平均谱是采集规定的平均次数的时域数据后, 将每组时域数据首先进行线性幅值谱(FFT)的变换后, 各相同频率点对点累加后进行平均取得频域数据。

频域平均谱由于是对各个频点的值进行平均, 因此无须保证每组时域数据的初始相位相同。

频域平均谱分析也是有效降低随机干扰噪声的一种方法。也就是说, 采用时间平均技术后, 可以滤除随机信号, 保留与转速同步的周期信号。

操作界面如图3-2-7所示。

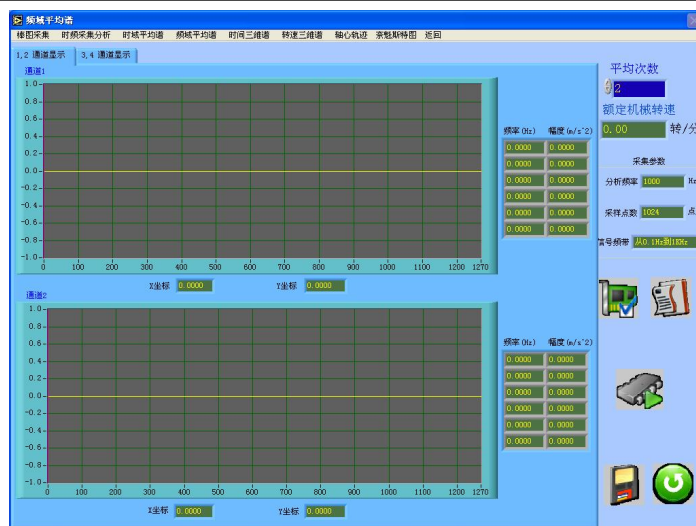


图3-2-7

1、数据采集分析过程

A、采集之前设置测点信息，通过点击



“[测点设置](#)”可以进入测点选择界面，详见[测点设置](#)。之后采集完的数据将根据当前的测点信息进行保存。

B、采集时要根据现场的实际情况正确设置[参数设定](#)，点击



“[参数设置](#)”可以进入参数设置界面，具体的详细设置请看[重点功能设置及参数说明—参数设定](#)。

C、点击



“[开始采集](#)”就开始采集数据并同步分析了。

D、当采集到合适的的数据后，点击“保存”将当前的数据存入库。保存之后的数据可以在数据回放中的[频域平均谱回放](#)中查看。


2、界面功能介绍：



A、最上面为数据采集菜单，共有8种数据采集模式，点击可以进行切换。这个功能界面中有一个四页的多页框，分别显示每两通道的时域波形数据，分别点击可以来回切换显示。



B、每个通道频域数据显示由三部分构成：波形显示、XY坐标显示及输出参数显示。波形显示中有一条竖线为数据坐标线，可以通过鼠标左键拖动，坐标线的位置值在XY坐标显示控件中显示。纵坐标Y表示振动的幅值，单位与左面的频域参数单位一致，横坐标X表示的频率单位为Hz。


C、频域波形旁边的输出参数给出前6个最大振动的频率，并根据频域分析功能及采集参数的变化自动调节输出单位的显示。

D、波形窗口的右方是机械转速的显示栏，这里一直采集转速。

E、右下方为5个功能按键，从上到下分别为采集设置、测点设置、开始采集、保存、返回。点击 

“开始采集”则系统开始按照当前设置的采集参数进行采集，按键改变成  “停止采集”，点击它就可以停止采集了，采集的数据保持为当前显示的数据；点击 

“测点设置”，则进入测点选择的界面；点击  “采集设置”，则进入采集设置的界面；点击 

“保存”，则可以将当前的数据进行保存，之后出现保存成功的提示信息，按确定后返回，注意：在数据采集与停止的过程中都可以进行数据保存；点击 

“返回”，则返回到系统的总界。

五、时间三维谱

时间三维谱是等时间间隔的数据，经过线性幅值谱变换后，显示在三维的图形中。利用时间三维谱，可观察频谱随时间变化情况。

操作界面如图3-2-8所示。

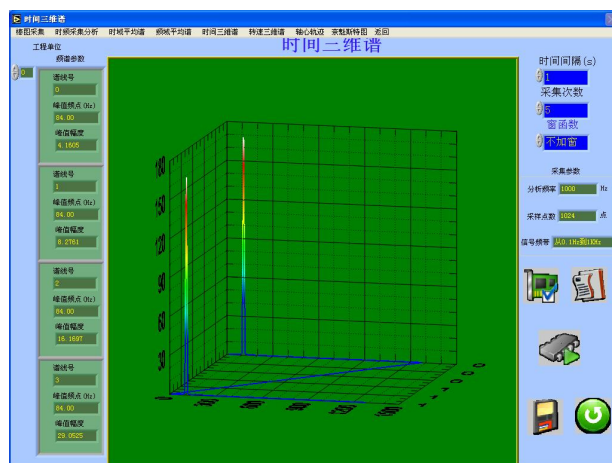


图3-2-8

1、数据采集分析过程

A、采集之前设置测点信息，通过点击



“[测点设置](#)”可以进入测点选择界面，详见[测点设置](#)。之后采集完的数据将根据当前的测点信息进行保存。

B、采集时要根据现场的实际情况正确设置[参数设定](#)，点击



“[参数设置](#)”可以进入参数设置界面，具体的详细设置请看[重点功能设置及参数说明—参数设定](#)。

C、点击



“[开始采集](#)”就开始采集数据并同步分析了。


D、当采集到合适的的数据后，点击“保存”将当前的数据存储入库。保存之后的数据可以在数据回放中的[时间三维谱回放](#)中查看。



2、界面功能介绍：



A、最上面为数据采集菜单，共有8种数据采集模式，点击可以进行切换。


B、左边是时间三维谱的的三维显示窗口，其中X轴表示频率，单位为Hz；Y轴表示振动幅值，单位在右上方的工程单位中显示；Z轴表示的是谱线号。

C、波形旁边的输出参数给出各个谱线最大振动的频点，单位在右上方的工程单位中显示。

D、右下方为5个功能按键，从上到下分别为采集设置、测点设置、开始采集、保存、返回。点击

“开始采集”则系统开始按照当前设置的采集参数进行采集，按键改变成“停止采集”，点击它就可以停止采集了，采集的数据保持为当前显示的数据；点击

“测点设置”，则进入测点选择的界面；点击“采集设置”，则进入采集设置的界面；点击

“保存”，则可以将当前的数据进行保存，之后出现保存成功的提示信息，按确定后返回，注意：在数据采集与停止的过程中都可以进行数据保存；点击

“返回”，则返回到系统的总界。

六、转速三维谱

转速三维谱是升速或降速时，等转速间隔的数据频谱谱阵，利用转速三维谱，可诊断不平衡、不对中、转子弯曲、共振、油膜振荡等故障。

操作界面如图3-2-9所示。

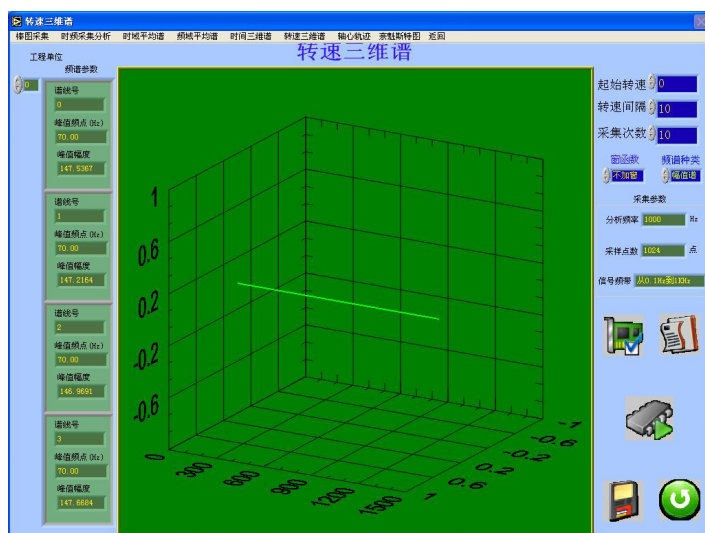



图3-2-9

1、数据采集分析过程

A、采集之前设置测点信息，通过点击 

“测点设置”可以进入测点选择界面，详见[测点设置](#)。之后采集完的数据将根据当前的测点信息进行保存。

B、采集时要根据现场的实际情况正确设置[参数设定](#)，点击  “参数设置”可以进入参数设置界面，具体的详细设置请看[重点功能设置及参数说明—参数设定](#)。

C、点击  “开始采集”就开始采集数据并同步分析了。

D、当采集到合适的的数据后，点击“保存”将当前的数据存储入库。保存之后的数据可以在数据回放中的[转速三维谱回放](#)中查看。


2、界面功能介绍：



A、最上面为数据采集菜单，共有7种数据采集模式，点击可以进行切换。



B、左边是转速三维谱的三维显示窗口，其中X轴表示频率，单位为Hz；Y轴表示振动幅值，单位在右上方的工程单位中显示；Z轴表示的是谱线号。

C、波形旁边的输出参数给出各个谱线最大振动的频点，单位在右上方的工程单位中显示。


D、窗函数的左边为频谱种类的选择，有幅值谱和自功率谱两种。

E、右下方为5个功能按键，从上到下分别为采集设置、测点设置、开始采集、保存、返回。点击 

“开始采集”则系统开始按照当前设置的采集参数进行采集，按键改变成  “停止采集”，点击它就可以停止采集了，采集的数据保持为当前显示的数据；点击 

“测点设置”，则进入测点选择的界面；点击  “采集设置”，则进入采集设置的界面；点击 

“保存”，则可以将当前的数据进行保存，之后出现保存成功的提示信息，按确定后返回，注

意：在数据采集与停止的过程中都可以进行数据保存；点击 

“返回”，则返回到系统的总界。

七、轴心轨迹

轴心轨迹是滑动轴承的轴心相对于轴承座的运动轨迹，它反映了转子瞬时的涡动状况。对轴心轨迹的观察有利于了解和掌握转子的运动状况，判断转子故障类型。

操作界面如图3-2-10所示。

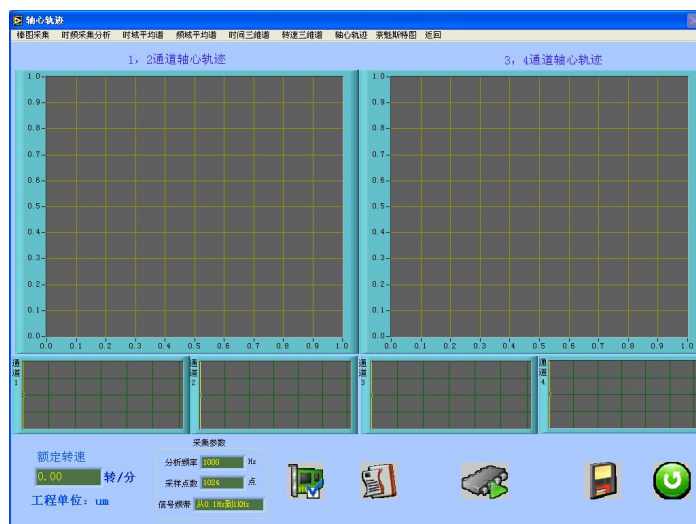


图3-2-10

1、数据采集分析过程

A、采集之前设置测点信息，通过点击 

“[测点设置](#)”可以进入测点选择界面，详见[测点设置](#)。之后采集完的数据将根据当前的测点信息进行保存。

B、采集时要根据现场的实际情况正确设置[参数设定](#)，点击  “[参数设置](#)”可以进入参数设置界面，具体的详细设置请看[重点功能设置及参数说明—参数设定](#)。

C、点击  “[开始采集](#)”就开始采集数据并同步分析了。

D、当采集到合适的的数据后，点击“保存”将当前的数据存储在库。保存之后的数据可以在数据回放中的[轴心轨迹回放](#)中查看。

E、振动加速度传感器的安装方法：在测量转子轴心轨迹是2个通道的传感器应该垂直转子径向方向安装，并且一个水平，一个垂直安装。

2、界面功能介绍：

A、最上面为数据采集菜单，共有7种数据采集模式，点击可以进行切换。



B、左上边是前2个通道的轴心轨迹显示窗口，其下面是前2个通道的时域波形；右上边是后2个通道的显示窗口，其下面是后两个通道的时域波形。

C、波形旁边的输出参数给出各个谱线最大振动的频点，单位在右上方的工程单位中显示。

D、参数设定的右边为机械转速的设定，如果数据采集过程中不选择采集转速，设定的转速才有效，否则将根据实际的机械转速进行数据分析。其下面为实际机械转速的显示窗口，它将根据是否采集转速而明暗显示。

E、下方为5个功能按键，从左到右分别为采集设置、测点设置、开始采集、保存、返回。


点击 

“开始采集”则系统开始按照当前设置的采集参数进行采集，按键改变成  “停止采集”，点击它就可以停止采集了，采集的数据保持为当前显示的数据；点击 

“测点设置”，则进入测点选择的界面；点击  “采集设置”，则进入采集设置的界面；点击



“保存”，则可以将当前的数据进行保存，之后出现保存成功的提示信息，按确定后返回，注

意：在数据采集与停止的过程中都可以进行数据保存；点击 

“返回”，则返回到系统的总界。

八、奈奎斯特图

奈奎斯特图是转速与幅值的对应关系，它反映了转子运行状态的一些基本特征。例如：

- 1、转子从零转速至运行转速范围内对失衡力的影响。
- 2、通过测量低转速下的幅值和相位，可以确定转子的弯曲程度。
- 3、通过确定转轴在出现振幅峰值和相位偏移时的转速，可以得到共振频率或临界转速上的共振频率。
- 4、测量共振时振幅峰值的高度，可以确定系统的阻尼。

操作界面如图3-2-11所示。

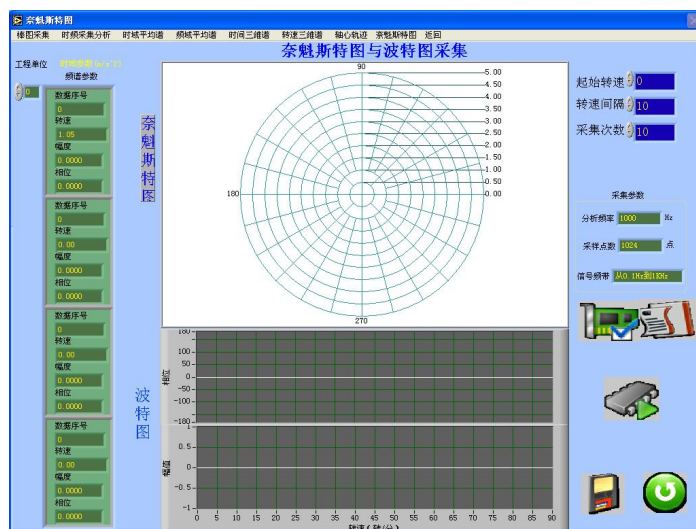


图3-2-11

1、数据采集分析过程

A、采集之前设置测点信息，通过点击 

“测点设置”可以进入测点选择界面，详见[测点设置](#)。之后采集完的数据将根据当前的测点信息进行保存。

B、采集时要根据现场的实际情况正确设置[参数设定](#)，点击“参数设置”可以进入参数设置界面，具体的详细设置请看[重点功能设置及参数说明—参数设定](#)。

C、点击“开始采集”就开始采集数据并同步分析了。

D、当采集到合适的的数据后，点击“保存”将当前的数据存储入库。保存之后的数据可以在数据回放中的[奈奎斯特回放](#)中查看。


2、界面功能介绍：



A、最上面为数据采集菜单，共有8种数据采集模式，点击可以进行切换。

B、左上边是前2个通道的轴心轨迹显示窗口，其下面是前2个通道的时域波形；右上边是后2个通道的显示窗口，其下面是后两个通道的时域波形。

C、波形旁边的输出参数给出各个谱线最大振动的频点，单位在右上方的工程单位中显示。

D、下方为5个功能按键，从左到右分别为[采集设置](#)、[测点设置](#)、[开始采集](#)、[保存](#)、[返回](#)。


点击

“[开始采集](#)”则系统开始按照当前设置的采集参数进行采集，按键改变成“[停止采集](#)”，点击它就可以停止采集了，采集的数据保持为当前显示的数据；点击

“[测点设置](#)”，则进入测点选择的界面；点击“[采集设置](#)”，则进入采集设置的界面；点击



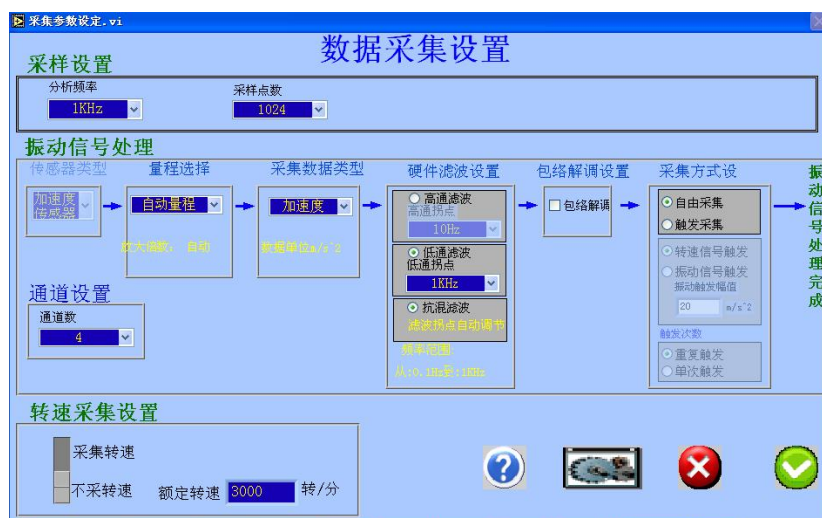
“[保存](#)”，则可以将当前的数据进行保存，之后出现保存成功的提示信息，按确定后返回，注

意：在数据采集与停止的过程中都可以进行数据保存；点击

“[返回](#)”，则返回到系统的总界。

九、重点功能设置及参数说明

(一)、参数设定



A、参数设置方法如下：

通过点击各个参数的蓝色信息框可以弹出可选择的信息内容，之后可以根据具体情况点击某条信息即可选中。（点击具体的关键词可以查看其具体的功能及用法）

- 1、**通道数**：若是4通道的系统可选1、2、3、4个通道，若是8通道系统为1、2—8个通道
- 2、**采样频率**：可选择100Hz、200Hz、500Hz、1KHz、2KHz、5KHz、10KHz、20KHz、50KHz.
- 3、**采样点数**：可选择256、512、1024、2048、4096、8192
；它们对应的频谱谱线数为：100、200、400、800、1600、3200
- 4、**量程选择**：量程包括自动量程和固定量程，固定量程包括 ± 892.8634 、 ± 446.4317 、 ± 223.2158 、 ± 111.6079 、 ± 55.80396 、 ± 27.90198 、 ± 13.95099 、 ± 6.975495 、 ± 3.487747
，对应于硬件的放大倍数为1、2、4、8、16、32、64、128、256
- 5、**采集数据类型**：可选择位移，速度，加速度。
- 6、**高通拐点设置**：可选择不加（实际为0.1Hz）、10Hz、400Hz、1000Hz
- 7、**低通拐点**：可选择不加、600Hz、1KHz、2KHz、3KHz、4KHz、5KHz、6KHz、7KHz、8KHz、9KHz、10KHz
- 8、**抗混设置**：可选择不加抗混或加抗混
- 9、**包络设置**：可选择加包络或不加包络
- 10、**采集方式设置**：自由采集和触发采集
- 11、**触发方式**：自由触发、单次触发、重复触发。

12、**触发源**:可选择**转速触发**或**振动触发**

13、**振动触发幅值**:输入蓝色框内

14、**触发次数**:重复触发和单次触发

15、**转速采集设置**:采、不采

16、**额定转速**:输入蓝色框内

17、**传感器选择**:传感器类型的显示为不可更改的选项,若要改变传感器的类型请在**传感器设置**中来设置,之后再进入采集设置时软件将根据设置的类型来显示。

B、采集参数功能与含义

1、**通道数**:用于选择多少个通道进行采集,通道之间采用并行模拟处理;同相位采集。采集的起始通道总是从第1通道开始,即选1通道时,只采集第一个通道,选择3通道时采集第1、2、3通道。

2、**采样频率**:是指最高**采样**频率,用于确定最大的信号分析范围。

另外也可以根据实际信号的情况来设置:首先将分析频率设为较大的值,观察各频率分量的分布,如果各主要频率分量都集中在较低的频率段时,应缩小分析频率,以提高频率分辨率。

3、**采样点数**:决定数据采集的精度。是指每完成一次采样,数据点的个数,也就是指一个时域波形是由多少个点组成的,例如采样点数是1024,表示每完成一次采样,系统绘出的时域波形由1024点组成。**采样点数*采样间隔=采样长度,其中采样间隔=1/采样频率**。采样点数直接决定频谱的谱线数,所以采样点数的大小会直接影响频率分辨率的高低,**频率分辨率=分析频率/谱线数,采样点数与谱线数的对应关系为256:100、512:200、1024:400、20**

48:800、4096:1600、8192:3200。例如，当采样点数为1024点时，系统将提供400条谱线，这时，如果分析频率设为1KHz，则频率分辨率为 $1000/400=2.5\text{Hz}$ ，即谱线与谱线之间的最小间隔为2.5Hz，在做频谱分析时，需要注意频率分辨率的影响，例如，某转子转动速度为1380转/分，理论转频为23Hz，但当频率分辨率为2.5Hz时，该转频实测值为22.5Hz，理论值和实际值会存在小于 $\Delta f/2$ 的误差，可以通过提高采样点数来解决。

4、量程选择：用于设定振动信号采集时的放大倍数，以便获得最佳的信号。当所测的信号幅值稳定时，宜采用自动量程。自动量程模式下，系统将自动调节放大倍数到最合理的程度。当所测的信号幅度不稳定时，应采用固定量程，提供的九种量程选择，分别对应的放大倍数是1倍，2倍，4倍，8倍，16倍，32倍，64倍，128倍256倍。

在进行三维谱采集时，一定要使用固定量程；在除三维谱采集外的其它采集中，可动态改变量程。

5、低通拐点：它与“低通设置”一起完成低通滤波的设置。在“低通设置”中如果选择不加低通，则低通拐点的设置将不起作用。它表示低于多少频率的振动信号可以通过，高于这个频点的信号将被滤掉。

6、高通设置：完成振动信号的高通滤波过程。共有4档：0.1Hz、10Hz、400Hz、1000Hz，表示高于当前设置值的振动信号可以通过，低于这个值的信号将被滤除

7、抗混设置：这个滤波设置属于低通滤波，具有非常好的滤波效果，可以有效的滤除噪声信号。采集时建议选择“加抗混”。选择“加抗混”之后，当分析频率设定为某一数值（如1KHz）时，系统将自动设定抗混滤波器的低通截止频率与所设数值（1KHz）一致。

8、根据5、6、7项的设置，本系统可以提供带通滤波功能，即高通滤波和低通滤波。高通滤波分四级：0.1Hz、10Hz、400Hz、1000Hz；低通滤波分前置低通滤波和后置低通滤波，

前置低通滤波低通拐点由600Hz到10KHz有级调节, 后置低通滤波为抗混滤波, 根据被测设备振动频率分量的分布选择适当的通频带。例如, 振动频率分量都集中在1KHz以内, 那么选择分析频率1KHz, 低通拐点应设为1KHz(与分析频率相同, 当分析频率小于1KHz时, 低通拐点设为600Hz), 抗混设置若选择“不加抗混”, 那么后置低通滤波无效, 高通设置一般情况设为10Hz, 仅当测取更低频率的信号时, 设为0.1Hz, 但需要注意的是, 这种条件下, 振动传感器的频响范围需满足测量要求。

9、包络设置:系统提供了加包络和不加包络两种选择, 当选择加包络时, 信号将通过包络检波电路, 如果信号中存在幅度调制或频率调制信号时, 将被有效的解调出来, 便于诊断诸如轴承或齿轮的故障。

10、触发源:包括内触发和外触发, 内触发指输入振动信号幅值超过某一数值时, 开始采集。这里内触发按触发阈值大小分为1/8量程、1/4量程、3/8量程、1/2量程、5/8量程、3/4量程、7/8量程七档。一般选择为1/8量程。外触发指由外部信号(TTL信号, 力锤信号等)触发控制采集过程, 这里专指通过转速(键相)信号来控制信号的采集, 以实现各通道同步采样, 并保证每次采样的起始相位相同。**注意:“触发源”设置要在“触发方式”选择为单次触发或重复触发时才有效。**

11、触发方式:包括自由触发、单次触发、重复触发。当用户选择自由触发时, 系统将不受触发源的影响进行自由采集。当选择单次触发时, 系统在设定的触发源(如设定量程或者外触发)到来时, 采集一次后停止。选择重复触发, 则采集一次后等待下一次触发源的到来再继续进行采集。

12、采集数据类型:本系统可以实现加速度(m/s^2), 速度(mm/s), 位移(μm)三种状态量, 实现的方法采用硬件的积分来实现。若使用加速度传感器, 那么加一次积分为速度, 加二次积分为位移。

(二)、测点设置

测点设置的界面如下:



测点信息选择:

从列表框中选择测点(被选中的数据为蓝色条),

选择“测点1”单击“选择”按钮,读入测点1测点信息数据,之后在“测点采集测点信息”表中对应的位置显示出选中的信息。若进行四通道测点采集,先按上述方法选择测点1,再选择测点2、3、4测点信息数据。

测点信息查询:

为了方便测点信息数据的选择,测点设置中也提供了查询功能。

测点信息查询功能由2个独立的查询方式构成:树状结构查询方式、名称列表查询方式:

A. 树状结构查询方式操作界面如图3-1-2所示:

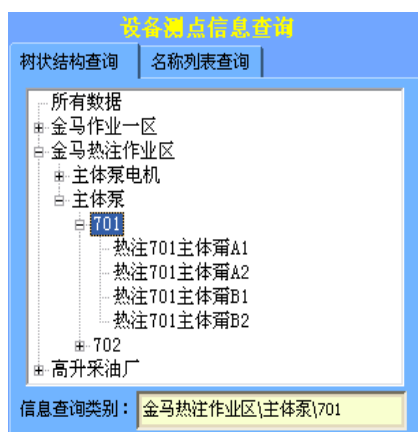


图 3-1-2

这个界面中列出库中所有的测点信息,并以树状四级结构显示,第一级为企业名称,第二级为设备名称,第三级为设备编号,第四级为测点名称。操作中可以点击具体选项,之后左边的表格中就会自动列出选定的测点信息。

选定的测点信息在信息查询类别中显示,如图3-1-

2中:选中企业名称:金马热注作业区,设备名称:主体泵,设备编号:701,那么信息查询类别中显示:金马热注作业区\主体泵\701。之后软件将根据这个信息自动列出库中所有合适的的数据。

B. 名称列表查询方式操作界面如图3-1-3所示:

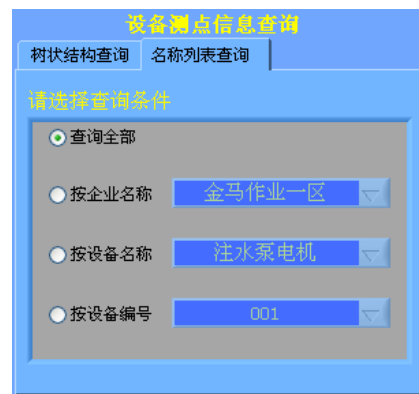


图3-1-3

这个界面中共列出了4个查询条件，查询全部、按企业名称查询、按设备名称查询、按设备编号查询四种独立的查询方式。

选择查询全部时：在左侧的表格中将自动列出所有测点信息

选择按企业名称：企业名称将进入可选状态，其中已经自动把库中的所有企业名称列出，点击选择具体的企业名称，左侧的表格中将自动列出企业名称符合条件的测点信息

选择按设备名称：设备名称将进入可选状态，其中已经自动把库中的所有设备名称列出，点击选择具体的设备名称，左侧的表格中将自动列出设备名称符合条件的测点信息

选择按设备编号：设备编号将进入可选状态，其中已经自动把库中的所有设备编号列出，点击选择具体的设备编号，左侧的表格中将自动列出设备编号符合条件的测点信息点击“查询”页面，进入到查询功能。

(三)、窗函数

1、窗函数的功能

由于数字信号分析时, 对信号进行截取以便取得可以处理的数据点数, 这样就产生了泄露现象。泄露是影响频谱分析精度的重要因素之一。因此就有必要研究截断函数即窗函数。

加窗的作用除了可以减小泄露以外, 在某些场合, 还可以抑制噪声, 提高频率分辨能力。

2、软件中提供的窗函数种类

软件中共提供了10种窗函数, 分别为: 采样窗、海明窗、汉宁窗、三角窗、矩形窗、平顶窗、布莱克曼窗、凯塞窗、指数窗、锥型余弦窗。

(四)、时域参数定义

软件系统中共提供下列几种参数, 其具体的定义如下:

1、有量纲参数:

峰值: $X_{\max} = \max\{|X_i|\}$

平均值: $|\overline{X}| = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |X_i|$

有效值(也称均方根值): $X_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T x^2(t) dt}$

方根幅值: $X_r = \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sqrt{|x_i|} \right]^2$

斜度: $\alpha = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i^3$

峭度: $\beta = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i^4$

有量纲参数对故障有一定的敏感性, 随着故障的发生和发展, 有效值、平均幅值、峭度均会逐渐增大。其中, 峭度对幅值非常敏感, 当其格律增加时, 峭度将迅速增大, 有利于探测信号中含有的脉冲故障。斜度反映概率密度纵坐标的不对称性, 不对称性越厉害, 斜度越大。

2、无量纲参数:

峭度指标: $K_v = \frac{\beta}{X_{rms}^4}$

波形指标: $S_f = \frac{X_{rms}}{|\bar{x}|}$

峰值指标: $C_f = \frac{X_{max}}{X_{rms}}$

脉冲指标: $I_f = \frac{X_{max}}{|\bar{x}|}$

裕度指标: $CL_f = \frac{X_{max}}{X_r}$

峭度指标、裕度指标和脉冲指标对于冲击(比如:轴承、齿轮箱)类故障比较敏感,特别是当故障发生时,它们有明显增加;但上升到一定程度后,随故障的逐渐发展,反而会下降,表明它们对早期故障有较高的敏感性,但稳定性不好。

一般说,有效值的稳定性较好,但对早期故障不敏感,所以,为了取得较好的效果,常将它们同时使用,以兼顾敏感性和稳定性。

第三节 数据回放

数据回放是根据数据采集类型而构建的,用户可以调入存储于数据库中的采集数据,进行深入分析。共提供七种数据回放方式:

- 1、时域数据回放 对应于时域棒图和时域采集的数据采集方式
- 2、时域平均谱回放 对应于时域平均谱数据采集方式
- 3、频域平均谱回放 对应于频域平均谱数据采集方式
- 4、时间三维谱回放 对应于时间三维谱数据采集方式
- 5、转速三维谱回放 对应于转速三维谱数据采集方式
- 6、轴心轨迹回放 对应于轴心轨迹数据采集方式
- 7、奈奎斯特图回放 对应于奈奎斯特图采集方式

一、时域数据回放

时域数据回放用于时域棒图和时域采集的数据回放和深入分析，进入时，软件先提示正在加载数据，这个过程是软件正在从数据库中读取相关的数据，之后相关数据就会在数据列表中列出。

操作界面如图3-3-1所示。

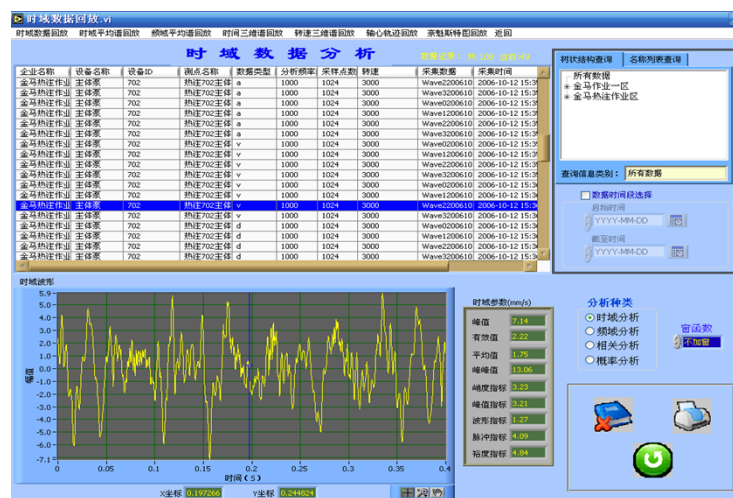


图3-3-1

(一)、具体的数据回放分析方法：

- 1、点击数据列表中的设备数据就可以在波形窗口中看到它的数据波形。
- 2、点击时域分析、频域分析、相关分析、概率分析的一种就可以显现对应的分析功能。
- 3、数据查询：具体的操作见后面的“八、采集数据查询方法”

(二)、界面功能：

- 1、最上面一行为数据回放菜单，共有7种数据回放方式，点击可以相互切换。
- 2、左上方为数据列表。

3、左下面为时域分析、频域分析、相关分析、概率分析的波形显示。提供时域分析、频域分析、相关分析、概率分析，同时可以设定不同的窗函数。窗函数的选择在右侧。具体的分析功能可以参考时域采集。

4、右上方为数据查询控制端，提供2类查询共同选择数据：设备信息的查询和数据时间段的查询。它们共同作用选择数据。

具体的操作见后面的“八、采集数据查询方法”

选择数据时间段时，要先选择时间段，再进行上面的查询操作。

5、删除：先请从列表中选中无用的数据（被选中的数据呈高亮显示），点击“删除”键可以删除数据。这里只能单条删除，删除的数据不可恢复，操作时请多加注意。

6、打印：单击 

“打印”按钮，软件将会将数据表中显示的所有数据打印到WORD中，完成后WORD文件将保存在C:\LC-8000\reports\路径下，其自动保存的文件名为时域分析打印 + 当前时间字符串。

7、单击“返回”按键，返回主界面。

二、时域平均谱回放

时域平均谱回放用于时域平均谱采集的数据回放和深入分析，进入时，软件先提示正在加载数据，这个过程是软件正在从数据库中读取相关的数据，之后相关数据就会在数据列表中列出。

操作界面如图3-3-2所示：

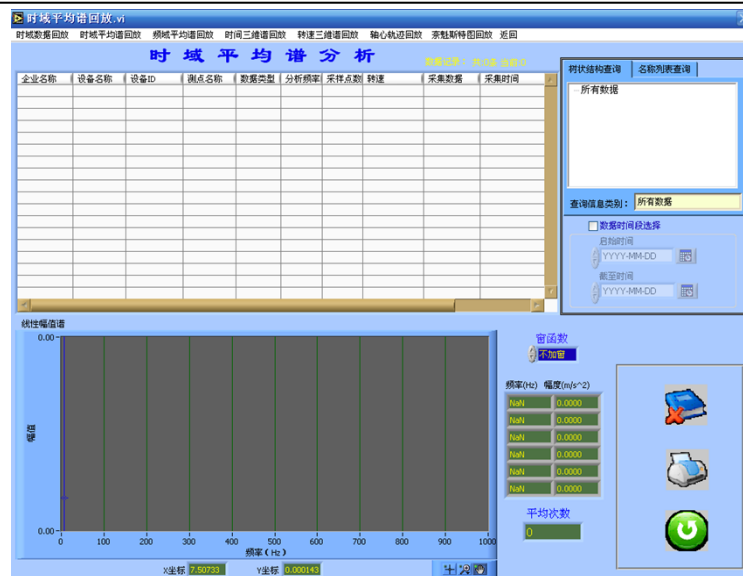


图3-3-2

□

(一)、具体的数据回放分析方法：

1、点击数据列表中的设备数据就可以在波形窗口中看到它的数据波形。

2、数据查询：具体的操作见后面的“八、采集数据查询方法”

3、波形显示设置：如果波形比较密集，可以点击“波形放大”将某一段的数据进行放大显示。点击“全显示”则恢复到所有的数据在一个波形窗口显示的状态。

(二)、界面功能：


1、最上面一行为数据回放菜单，共有7种数据回放方式，点击可以相互切换。

2、左上方为数据列表。

3、左下面为时域平均谱分析，同时可以设定不同的窗函数。窗函数的选择在右侧。具体的分析功能可以参考时域平均谱采集的分析。

4、右上方为数据查询控制端, 提供2类查询共同选择数据: 设备信息的查询和数据时间段的查询。它们共同作用选择数据。具体的操作见后面的“八、采集数据查询方法”。

5、删除: 先请先从列表中选中无用的数据(被选中的数据呈高亮显示), 点击“删除”键可以删除数据。这里只能单条删除, 删除的数据不可恢复, 操作时请多加注意。

6、打印: 在打印波形之前, 请先确认当前波形为要打印的波形(被选中的数据呈高亮显示)。单击“打印”按钮, 软件将会将数据表中显示的所有数据打印到WORD中, 完成后WORD文件将保存在C:\LC-8000\reports\路径下, 其自动保存的文件名为时域平均谱 + 当前时间字符串。

7、单击“返回”按键, 返回主界面。

三、频域平均谱回放

频域平均谱回放用于频域平均谱采集的数据回放和深入分析, 进入时, 软件先提示正在加载数据, 这个过程是软件正在从数据库中读取相关的数据, 之后相关数据就会在数据列表中列出。

操作界面如图3-3-3所示。

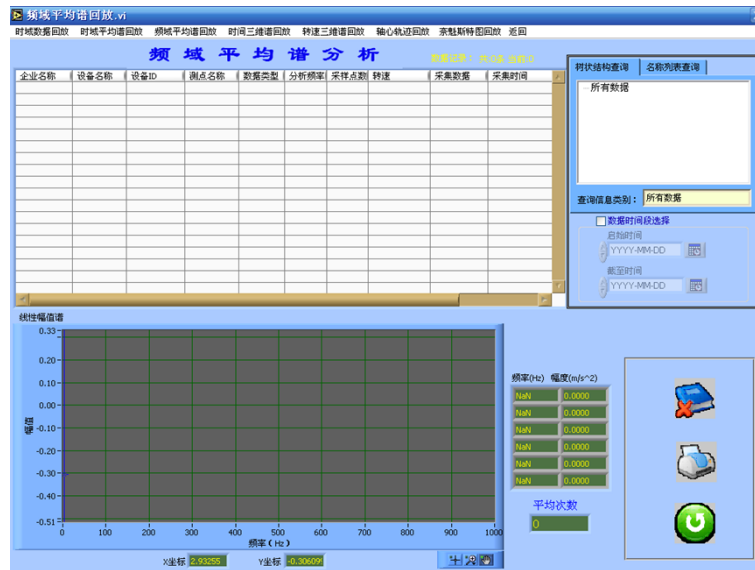


图3-3-3


(一)、具体的数据回放分析方法：

- 1、点击数据列表中的设备数据就可以在波形窗口中看到它的数据波形。
- 2、数据查询：具体的操作见后面的“八、采集数据查询方法”。
- 3、波形显示设置：如果波形比较密集，可以点击“波形放大”将某一段的数据进行放大显示。点击“全显示”则恢复到所有的数据在一个波形窗口显示的状态。

(二)、界面功能：

- 1、最上面一行为数据回放菜单，共有7种数据回放方式，点击可以相互切换。
- 2、左上方为数据列表。
- 3、左下面为频域平均谱分析，具体的分析功能可以参考频域平均谱采集的分析。
- 4、右上方为数据查询控制端，提供2类查询共同选择数据：设备信息的查询和数据时间段的查询。它们共同作用选择数据。具体的操作见后面的“八、采集数据查询方法”。

5、删除:先请从列表中选中的无用的数据(被选中的数据呈高亮显示), 点击“**删除**”键可以删除数据。这里只能单条删除, **删除的数据不可恢复, 操作时请多加注意。**

6、打印:在打印波形之前, 请先确认当前波形为要打印的波形(被选中的数据呈高亮显示)。单击

“**打印**”按钮, 软件将会将数据表中显示的所有数据打印到WORD中, 完成后WORD文件将保存在C:\LC-8000\reports\路径下, 其自动保存的文件名为**频域平均谱 + 当前时间字符串**。

7、单击“**返回**”按键, 返回主界面。

四、时间三维谱回放

时域三维谱回放用于时域三维谱采集的数据回放和深入分析, 进入时, 软件先提示正在加载数据, 这个过程是软件正在从数据库中读取相关的数据, 之后相关数据就会在数据列表中列出。

操作界面如图3-3-4所示。

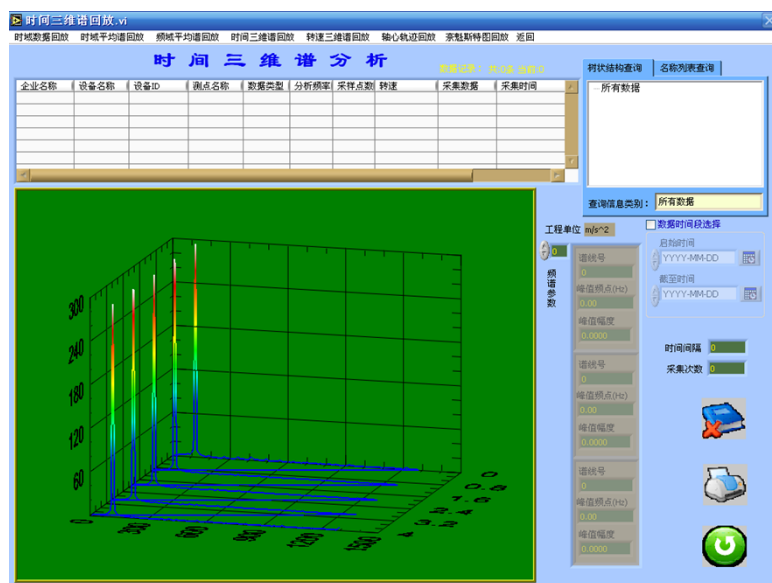


图3-3-4

(一)、具体的数据回放分析方法：

1、点击数据列表中的设备数据就可以在波形窗口中看到它的数据波形。

2、数据查询:具体的操作见后面的“八、采集数据查询方法”

(二)、界面功能:


1、最上面一行为数据回放菜单, 共有7种数据回放方式, 点击可以相互切换。

2、左上方为数据列表。

3、左下面为时间三维谱的波形分析, 具体的分析功能可以参考时间三维谱采集的分析。

4、右上方为数据查询控制端, 提供2类查询共同选择数据: 设备信息的查询和数据时间段的查询。它们共同作用选择数据。具体的操作见后面的“八、采集数据查询方法”。

5、删除: 先请先从列表中选中无用的数据(被选中的数据呈高亮显示), 点击“删除”键可以删除数据。这里只能单条删除, 删除的数据不可恢复, 操作时请多加注意。

6、打印: 在打印波形之前, 请先确认当前波形为要打印的波形(被选中的数据呈高亮显示)。单击

“打印”按钮, 软件将会将数据表中显示的所有数据打印到WORD中, 完成后WORD文件将保存在C:\LC-8000\reports\路径下, 其自动保存的文件名为时间三维谱 + 当前时间字符串。

7、单击“返回”按键, 返回主界面。

五、转速三维谱回放

转速三维谱回放用于转速三维谱采集的数据回放和深入分析,进入时,软件先提示正在加载数据,这个过程是软件正在从数据库中读取相关的数据,之后相关数据就会在数据列表中列出。

操作界面如图3-3-5所示。

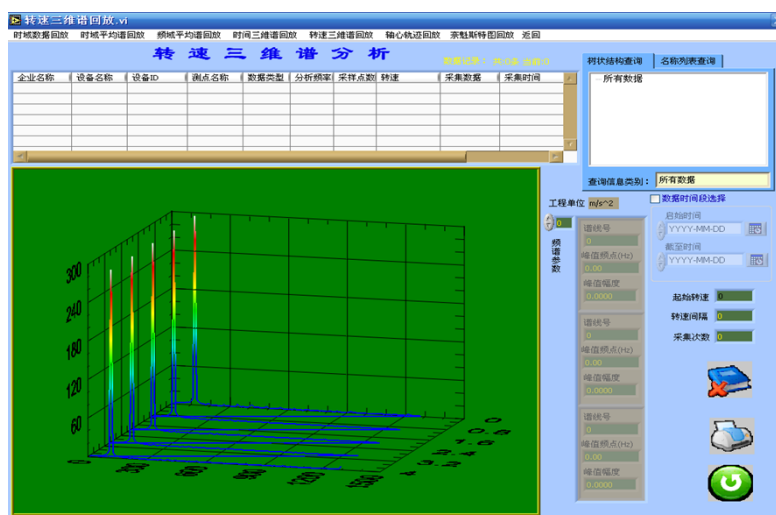


图3-3-5

(一)、具体的数据回放分析方法:

1、点击数据列表中的设备数据就可以在波形窗口中看到它的数据波形。

2、数据查询:具体的操作见后面的“八、采集数据查询方法”。

(二)、界面功能:

1、最上面一行为数据回放菜单,共有7种数据回放方式,点击可以相互切换。


2、左上方为数据列表。

3、左下面为转速三维谱的波形分析,具体的分析功能可以参考转速三维谱采集的分析

。

4、右上方为数据查询控制端, 提供2类查询共同选择数据: 设备信息的查询和数据时间段的查询。它们共同作用选择数据。具体的操作见后面的“八、采集数据查询方法”。

5、删除: 先请先从列表中选中文用的数据(被选中的数据呈高亮显示), 点击“删除”键可以删除数据。这里只能单条删除, 删除的数据不可恢复, 操作时请多加注意。

6、打印: 在打印波形之前, 请先确认当前波形为要打印的波形(被选中的数据呈高亮显示)。单击“打印”按钮, 软件将会将数据表中显示的所有数据打印到WORD中, 完成后WORD文件将保存在C:\LC-8000\reports\路径下, 其自动保存的文件名为转速三维谱 + 当前时间字符串。

7、单击“返回”按键, 返回主界面。

六、轴心轨迹回放

轴心轨迹回放用于轴心轨迹采集的数据回放和深入分析, 进入时, 软件先提示正在加载数据, 这个过程是软件正在从数据库中读取相关的数据, 之后相关数据就会在数据列表中列出。

操作界面如图3-3-6所示。

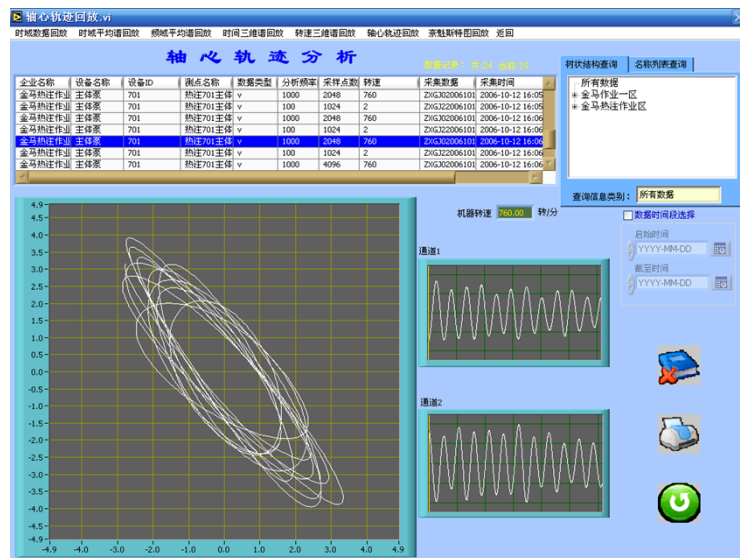


图3-3-6

(一)、具体的数据回放分析方法：

1、点击数据列表中的设备数据就可以在波形窗口中看到它的数据波形。

2、数据查询：具体的操作见后面的“八、采集数据查询方法”。

(二)、界面功能：

1、最上面一行为数据回放菜单，共有7种数据回放方式，点击可以相互切换。

2、左上方为数据列表。

3、左下面为轴心轨迹的波形分析，具体的分析功能可以参考轴心轨迹采集的分析。

4、右上方为数据查询控制端，提供2类查询共同选择数据：设备信息的查询和数据时间段的查询。它们共同作用选择数据。具体的操作见后面的“八、采集数据查询方法”。

5、删除：先请从列表选中无用的数据(被选中的数据呈高亮显示)，点击“删除”键可以删除数据。这里只能单条删除，删除的数据不可恢复，操作时请多加注意。

6、打印:在打印波形之前,请先确认当前波形为要打印的波形(被选中的数据呈高亮显

示)。单击

“打印”按钮，软件将会将数据表中显示的所有数据打印到WORD中，完成后WORD文件将保存在C:\LC-8000\reports\路径下，其自动保存的文件名为轴向轨迹 + 当前时间字符串。

7、单击“**返回**”按钮，返回主界面。

七、奈奎斯特图回放

奈奎斯特图回放用于奈奎斯特图采集的数据回放和深入分析, 进入时, 软件先提示正在加载数据, 这个过程是软件正在从数据库中读取相关的数据, 之后相关数据就会在数据列表中列出。

操作界面如图3-3-6所示。

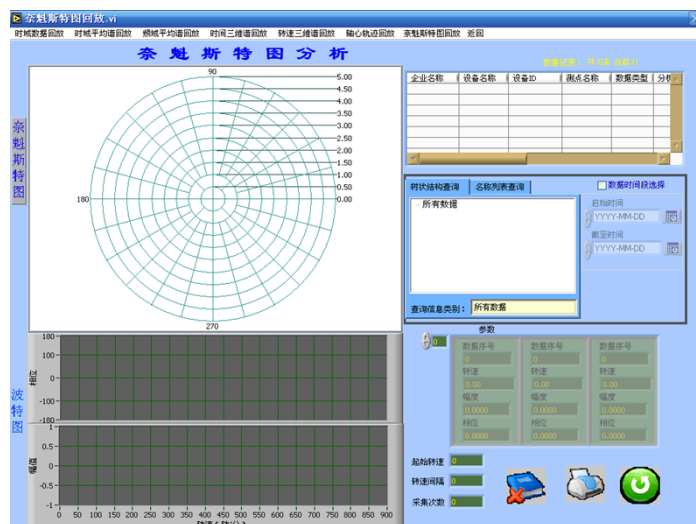



图3-3-6

(一)、具体的数据回放分析方法:

1、点击数据列表中的设备数据就可以在波形窗口中看到它的数据波形。

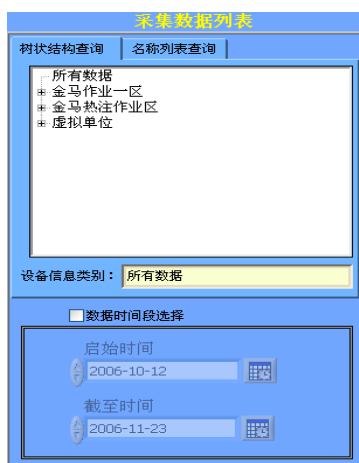
2、数据查询：点击“查询”按钮，进行数据查询，具体的操作见后面的界面功能介绍。

(二)、界面功能:

- 1、最上面一行为数据回放菜单，共有7种数据回放方式，点击可以相互切换。
- 2、右上方为数据列表。
- 3、左面为奈魁斯特图与波特图的波形分析，具体的分析功能可以参考奈魁斯特图采集的分析。
- 4、右上方为数据查询控制端，提供2类查询共同选择数据：设备信息的查询和数据时间段的查询。它们共同作用选择数据。具体的操作见后面的“八、采集数据查询方法”。
- 5、删除：先请先从列表选中无用的数据（被选中的数据呈高亮显示），点击“删除”键可以删除数据。这里只能单条删除，删除的数据不可恢复，操作时请多加注意。
- 6、打印：在打印波形之前，请先确认当前波形为要打印的波形（被选中的数据呈高亮显示）。单击“打印”按钮，软件将会将数据表中显示的所有数据打印到WORD中，完成后WORD文件将保存在C:\LC-8000\reports\路径下，其自动保存的文件名为奈魁斯特 + 当前时间字符串。
- 7、单击“返回”按键，返回主界面。

八、采集数据查询方法

在数据回放中数据的查询方法都基本相同，都是具有时间段选择的综合查询方式。如图：



测点信息查询功能由2个独立的查询方式构成:树状结构查询方式、名称列表查询方式:

A. 树状结构查询方式操作界面如图3-1-2所示:

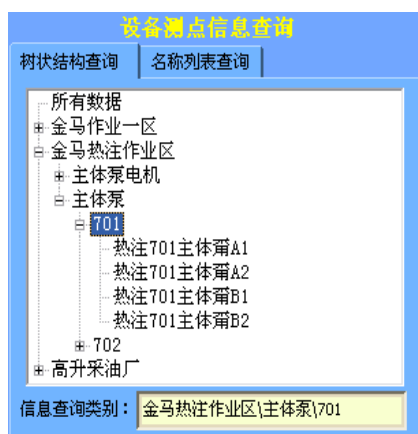


图 3-1-2

这个界面中列出库中所有的测点信息,并以树状四级结构显示,第一级为企业名称,第二级为设备名称,第三级为设备编号,第四级为测点名称。操作中可以点击具体选项,之后左边的表格中就会自动列出选定的测点信息。

选定的测点信息在信息查询类别中显示,如图3-1-

2中:点中企业名称:金马热注作业区,设备名称:主体泵,设备编号:701,那么信息查询类别中显示:金马热注作业区\主体泵\701。之后软件将根据这个信息自动列出库中所有合适的数据。

B. 名称列表查询方式操作界面如图3-1-3所示:

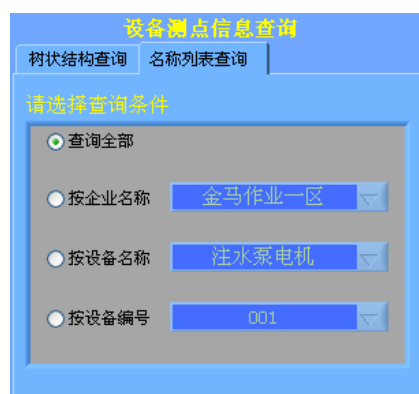


图3-1-3

这个界面中共列出了4个查询条件，查询全部、按企业名称查询、按设备名称查询、按设备编号查询四种独立的查询方式。

本软件中设备信息输入采用选择方式，软件将自动列出库中已有的设备名称、设备编号、测点名称的信息列表，用户直接选择就可以了。具体操作如下：

选择查询全部时：在左侧的表格中将自动列出所有测点信息

选择按企业名称：企业名称将进入可选状态，其中已经自动把库中的所有企业名称列出，点

击选择具体的企业名称，左侧的表格中将自动列出企业名称符合条件的测点信息

选择按设备名称：设备名称将进入可选状态，其中已经自动把库中的所有设备名称列出，点

击选择具体的设备名称，左侧的表格中将自动列出设备名称符合条件的测点信息

选择按设备编号：设备编号将进入可选状态，其中已经自动把库中的所有设备编号列出，点

击选择具体的设备编号，左侧的表格中将自动列出设备编号符合条件的测点信息点击“查询”页面，进入到查询功能。

C、数据时间段选择，其操作界面如图：




图 3-1-7

在这里可以设置是否选择数据时间段，若是选择则根据设定的起始时间和截至时间来查询，若是不选择则查询全部时间的采集数据。

时间段的选择来确定采集数据的具体时间段，与上面的查询方式为“与”的关系。

点击 ☐ 数据时间段选择的方框位置呈现 ☒ 可以选择加时间段的查询，否则为不加。

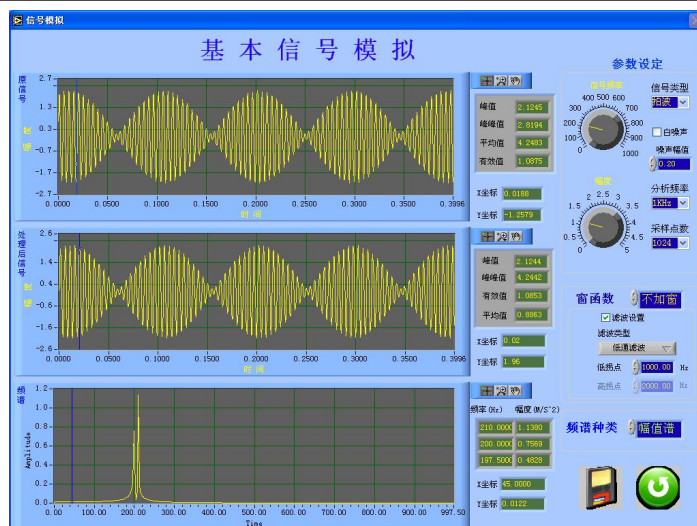
软件已经在启动时自动计算好数据库中的所有数据的起始时间和结束时间了，用户可以在这个时间段中灵活的选择时间段，点击  可以设置具体的时间。

第四节 信号模拟

信号模拟的功能是通过软件产生几种标准的信号，通过对模拟信号的分析来学习观察不同分析功能产生的效果。

本系统信号模拟中可产生正弦波、三角波、矩形波、锯齿波四种标准信号，同时可以选择在标准信号上叠加白噪声来模拟现场情况的干扰信号。信号的处理上包括时域滤波，时域加窗、频谱分析。所有的参数都可动态设置。

操作界面如图所示。



界面功能：

1、右上边为信号模拟的**参数设定**，共有7中参数可以设置：信号类型、白噪声、白噪声幅值、分析频率、采集点数、信号频率、信号幅度。

A、信号类型包括：无信号、正弦波、方波、三角波、锯齿波，拍波。点击可以选择。

B、信号频率：通过移动信号频率设置的游标可以调节信号的频率。

C、信号幅值：通过移动信号的幅度设置的游标可以调节信号的幅值。

D、白噪声与白噪声幅值：白噪声可以选择加与不加。其幅值可以手动输入。

E、分析频率：根据采样定理：采样频率 \geq 信号频率 $\times 2$ ，这里
分析频率=采样频率/2.56。因此要根据信号频率的大小来设置分析频率。分析频率有100、200、500、1K、2K、5K、10K、20K、50K九档可选。

F、采样点数：决定信号的数据点数。有256、512、1024、2048、4096、8192、16384、32768八档可选。

2、窗函数的设置：共有10种窗函数可以选择。点击可以在列表中选择。

3、数字滤波的设置:

A、滤波设置选择框:决定是否加数字滤波。

B、滤波类型:共有四中滤波类型:低通滤波、高通滤波、带通滤波、带阻滤波。

C、低拐点和高拐点:它们决定数字滤波的截止频率。低通滤波时仅低拐点有效,表示在低拐点的值的以下的频率的信号可以通过。高通滤波时仅低拐点有效,表示在低拐点的值的以上的频率的信号可以通过。带通滤波低拐点和高拐点同时作用,表示从低拐点的频率开始到高拐点的频率范围的信号可以通过。带阻滤波低拐点和高拐点同时作用,表示从低拐点的频率开始到高拐点的频率范围以外的信号可以通过,。

3、频谱种类:共有4种频谱分析类型:幅值谱、功率谱、相位谱、倒频谱。点击后可以在列表中选择。

4、数据保存:点击“保存”后,可以将设定的信号经过滤波、频域分析处理后的数据保存。保存后的数据可以在时域数据回放中查看。保存的设备信息为:设备名称:模拟信号,设备编号:01,测点名称:模拟信号,测点编号:01。

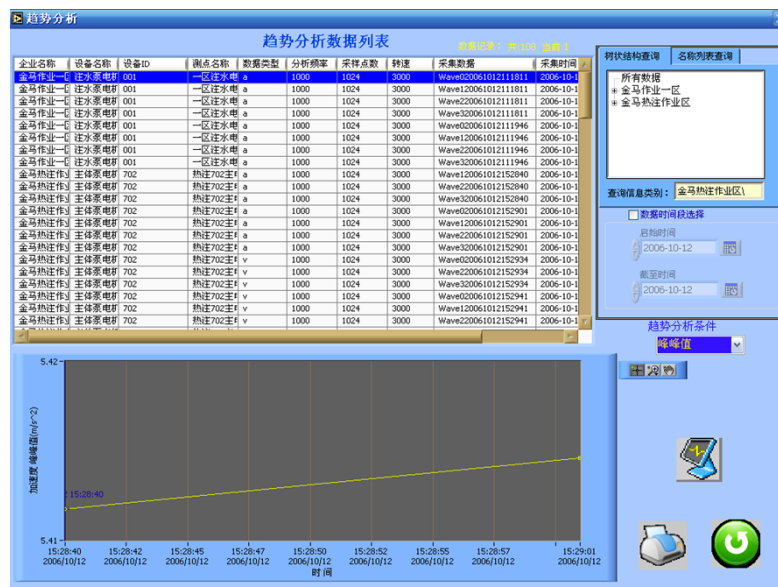
5、返回:按“返回”后,可以返回到总界面。

第五节 趋势分析

趋势分析的功能是通过对指定的机械设备的固定部位进行连续的监测，之后将所有数据按时间顺序排列绘制出趋势曲线，根据曲线的变化趋势来判断设备的状态，可以预先估计设备还可以使用的期限。

本系统软件提供了五种状态量的趋势分析功能：峰值、有效值、1倍频、2倍频、3倍频。

操作界面如图所示。



进行趋势分析的数据为了保证分析的精确，最好使用同一分析频率、同一采样点数、同一采样参数。

一、具体的趋势分析步骤：

- 1、设定趋势分析条件，共有5种参数可以选择。
- 2、查询要分析的设备测点。

3、趋势分析: 点击



“选择测点并分析”按键, 就可以将数据列表中指定的设备测点的所有数据进行趋势分析了。

4、波形显示设置: 如果波形比较密集, 可以点击“**波形放大**”将某一段的数据进行放大显示。点击“**全显示**”则恢复到所有的数据在一个波形窗口显示的状态。

二、界面功能:

1、左上方为数据列表。

2、左下面为趋势分析的波形窗口其X轴坐标表示时间, Y轴坐标表示的是幅度。

3、右上方为数据查询控制端, 提供2类查询共同选择数据: 设备信息的查询和数据时间段的查询。它们共同作用选择数据。具体的操作见后面的“**八、采集数据查询方法**”。

4、选择测点并分析: 先在趋势分析数据列表中点击选择要分析的设备信息, 之后点击“选择测点并分析”, 就可以绘制趋势分析曲线了。

5、趋势分析条件: 点击可以选择。共5种参数: 峰值、有效值、1倍频、2倍频、3倍频。

6、波形显示设置: 包括**波形放大**和**全显示**。分别用于放大波形和将所有数据同窗口显示。

7、打印: 在打印波形之前, 请先确认当前波形为要打印的波形(被选中的数据呈高亮显示)。单击



“**打印**”按钮, 软件将会将数据表中显示的所有数据打印到WORD中, 完成后WORD文件将保存在C:\LC-8000\reports\路径下, 其自动保存的文件名为**奈魁斯特 + 当前时间字符串**。

8、单击“**返回**”按键, 返回主界面。

第六节 系统帮助

点击进入系统帮助界面如下：



第四章 工程信号分析及常见故障诊断

本软件的信号分析与处理是在幅值、时间、频率等域进行的，它们是从不同的角度对信号进行观察和分析，丰富信号分析与处理的结果。通过对它们的分析，判断旋转机械包括转子系统、轴承、齿轮箱的故障。

第一节 信号的幅域分析

在信号幅值上进行各种处理称作幅域分析。本软件在进行幅域分析时,提供各种幅域参数,包括:有量纲参数(峰值、平均幅值、有效值、斜度、峭度),无量纲参数(波形指标、峰值指标、脉冲指标、裕度指标、峭度指标),概率密度。

一、有量纲参数:

$$\text{峰值: } X_{\max} = \max\{|X_i|\}$$

$$\text{平均幅值: } |\bar{X}| = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |X_i|$$

$$\text{有效值(也称均方根值): } X_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T x^2(t) dt}$$

$$\text{方根幅值: } X_r = \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sqrt{|x_i|} \right]^2$$

$$\text{斜度: } \alpha = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i^3$$

$$\text{峭度: } \beta = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i^4$$

有量纲参数对故障有一定的敏感性,随着故障的发生和发展,有效值、平均幅值、峭度均会逐渐增大。其中,峭度对幅值非常敏感,当其格律增加时,峭度将迅速增大,有利于探测信号中含有的脉冲故障。斜度反映概率密度纵坐标的不对称性,不对称性越厉害,斜度越大。

二、无量纲参数:

$$\text{峭度指标: } K_v = \frac{\beta}{X_{rms}^4}$$

$$\text{波形指标: } S_f = \frac{X_{rms}}{|\bar{X}|}$$

$$\text{峰值指标: } C_f = \frac{X_{\max}}{X_{rms}}$$

$$\text{脉冲指标: } I_f = \frac{X_{\max}}{|\bar{X}|}$$

$$\text{裕度指标: } CL_f = \frac{X_{\max}}{X_r}$$

峭度指标、裕度指标和脉冲指标对于冲击(比如:轴承、齿轮箱)类故障比较敏感,特别是当故障发生时,它们有明显增加;但上升到一定程度后,随故障的逐渐发展,反而会下降,表明它们对早期故障有较高的敏感性,但稳定性不好。

一般说,有效值的稳定性较好,但对早期故障不敏感,所以,为了取得较好的效果,常将它们同时使用,以兼顾敏感性和稳定性。

幅域参数对故障的敏感性和稳定性比较

幅域参数	敏感性	稳定性	幅域参数	敏感性	稳定性
波形指标	差	好	波形指标	好	一般
峰值指标	一般	一般	峰值指标	好	差
脉冲指标	较好	一般	脉冲指标	较差	较好

三、幅值概率密度

概率密度表示幅值 $X(t)$ 落在某一定范围内的概率大小,计算公式如下:

$$p(x) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{P_{rob}[x < x(t) < x + \Delta x]}{\Delta x}$$

第二节 信号的时域分析

一、时基波形分析

常用工程信号都是时间波形的形式。时间波形有直观、易于理解等特点,由于是最原始的信号,所以包含的信息量大。缺点是不太容易看出所包含信息与故障的联系。对于某些故障信号,其波形具有明显的特征,这时可以利用时间波形做出初步判断。比如对于旋

转机械，其不平衡故障较严重时，信号中有明显的以旋转频率为特征的周期成分。而转轴不对中时，信号在一个周期内，比旋转频率大一倍的高频成分明显加大，即一周两次。

二、自相关分析：

自相关分析：

自相关函数是描述一个时刻的取值与另一个时刻的取值之间的依赖关系。

$$\text{自相关的标准计算公式 } \hat{R}_r = R_x(r\Delta t) = \frac{1}{N-r} \sum_{n=1}^{N-r} x_n x_{n+r}$$

其应用如下：

- 1、根据自相关的形状来判断原信号的性质。比如周期信号的自相关函数仍为同周期的周期函数。
- 2、自相关函数可应用于随机噪声中的确定性信号。因为周期信号或任何确定性数据在所有时间上都有其自相关函数，而随机信号则不是。
- 3、将自相关函数做傅立叶变换可以求得自功率谱密度函数。
- 4、不同信号具有不同的自相关函数，是利用自相关函数进行故障诊断的依据，正常运行的机器，其平稳状态下的振动信号的自相关函数往往与宽带随机噪声的自相关函数相近，而当有故障时，特别是出现周期性冲击故障时，在滞后量为其周期的整倍处，自相关函数就会出现较大峰值。

三、互相关分析：

互相关函数是表示两组数据之间依赖关系的相互统计量，互相关的标准计算公式

$$R_{xy} = R_{xy}(r\Delta t) = \frac{1}{N-r} \sum_{n=1}^{N-r} x_n y_{n+r}$$

$$\hat{R}_{yx} = R_{yx}(r\Delta t) = \frac{1}{N-r} \sum_{n=1}^{N-r} y_n x_{n+r}$$

其应用如下：

1、互相关函数在时间位移等于信号通道系统所需要时间值时,将出现峰值。实际上互相关函数为线性关系的两个信号,其平均乘积在信号间出现的时间位移为零时总是最大值。系统的时间滞后直接可用输入输出互相关图中峰值的时间位移来确定。

2、互相关分析利用延时和能量信息对传输通道进行识别。

3、与自相关函数一样,互相关函数也可以利用它检测在外界噪声中的信号。

第三节 信号的频域分析

一、频域分析的概念:

频域分析的目的是把复杂的时间历程波形,经傅立叶变换分解为若干单一的谐波分量来研究,以获得信号的频率结构以及各谐波幅值和相位信息。频域分析在故障振动中占重要地位,一般的常见故障均可通过频域分析,进行诊断。

二、信号加窗

由于我们测量的波形是有限时间记录,而在该时间记录中连续的输入信号不是周期性的,就可能产生泄漏,泄漏问题是严重的,它足以完全掩盖紧靠正弦波的小信号。为此,软件具有选择加窗功能,这样,可以在频域中得到极近似正确的频谱。

任何函数都可用来对数据开取窗口,但最常用的一种功能称之为汉宁窗。不论在时间记录中是周期性的还是非周期性的,汉宁窗都可以顺利的完成任务。其他窗函数用户可根据实际需要选择窗函数。

三、倒频谱

倒频谱发现是近代信号处理科学的一项新技术,它可以处理复杂频谱图上的周期结果,倒谱分析也称二次频谱分析,它对于分析同族谐频或异族谐频、多成分边频等复杂信号,精确地测量频率间隔,找出功率谱上不易发现的问题,非常有效。

第四节 常见故障分析

机械故障诊断系统具有强大的数据分析及管理功能, 他的振动数据分析软件, 对于诊断转子系统、轴承、齿轮箱故障非常实用。下面就一些常见故障特点及诊断方法进行进一步说明。

一、转子系统故障诊断

转子故障一般采用频谱分析, 大部分故障都能一目了然。有些故障要用到轴心轨迹、转速三维谱。(见表4-4-1)

二、滚动轴承故障诊断

滚动轴承的振动信号分析故障诊断方法可分为简易诊断法和精密诊断法两种。简易诊断的目的是初步判断被列为诊断对象的滚动轴承是否出现了故障;精密诊断的目的是要判断在简易诊断中被认为是出现故障轴承的故障类别及原因。

1、简易诊断法

(1) 振幅值诊断法

这里所说的振幅值指峰值 X_p 、平均值 X (对于滚动轴承来讲, 应是加1K高通后测得的值)。峰值反映的是某时刻振幅的最大值, 因而它使用于像表面点蚀损伤之类的具有瞬时冲击的故障诊断。另外, 对于转速较低的情况(如300RPM以下), 也常采用峰值进行诊断。

均值是对时间平均的, 因而它适用于像缺油、磨损之类的振幅值随时间缓慢变化的故障诊断。

(2) 波形指标诊断法

波形指标定义为峰值与均值之比(X_p/X)。该值用于滚动轴承简易诊断的有效指标之一。当 X_p/X 过大时, 表明滚动轴承可能有点蚀;而 X_p/X 值过小时, 则有可能发生了磨损。

(3) 峰值指标诊断法

峰值指标定义为**峰值与均方根值之比**(X_p/X_{rms})。该值用于滚动轴承简易诊断的优点在于它不受轴承尺寸、转速及载荷的影响,也不受传感器、放大器变化的影响。该值用于点蚀类故障的诊断,通过对峰值指标随时间变化趋势的检测,可以有效地对滚动轴承进行早期预报,并能反映故障的发展变化趋势。当滚动轴承无故障时,峰值指标为一较小的稳定值。一旦轴承出现了损伤,则会产生冲击信号,振动峰值明显增大,但此时均方根值尚无明显的增大,故 X_p/X_{rms} 增大;当故障不断扩展,峰值逐渐达到极限值后,均方根值则开始增大, X_p/X_{rms} 逐步减小,直至恢复到无故障时的大小。

(4) 概率密度诊断法

无故障诊断滚动轴承的振动概率密度曲线是典型的正态分布曲线,而一旦出现故障,则概率密度曲线可能出现偏斜或分散的现象。

(5) 峭度系数诊断法

振幅满足正态分布规律的无故障轴承,其峭度值约为3。随着故障的出现和发展,峭度值具有与波峰因数类似的变化趋势。此方法的优点在于与轴承的转速、尺寸和载荷无关,主要适用于点蚀类故障的诊断。

表4-4-1 转子常见故障特征

故障类型	特征频率	常伴频率	振动稳定性	振动方向	相位特征	轴心轨迹	进动方向
转子质量偏心	1X		稳定	径向	稳定	椭圆	正进动
转子部件缺损	1X		突发性增大后稳定	径向	突变后稳定	椭圆	正进动
转子弓形弯曲	1X	2X	稳定	径向、轴向	稳定	椭圆	正进动
转子临时性弯曲	1X		稳定	径向、轴向	稳定	椭圆	正进动
转子不对中	2X	1X、3X	稳定	径向、轴向	较稳定	双环椭圆	正进动
油膜涡动	$\leq X/2$	1X	较稳定	径向	稳定	双环椭圆	正进动

油膜振荡	$<X/2 (0.43 \sim 0.48 X)$	组合频率	不稳定	径向	不稳定(突变)	扩散不规则	正进动
喘振	超低频(0.5~20 Hz)	1X	不稳定	径向	不稳定	紊乱	正进动
旋转失速	ω_0 及 $(\Omega \sim \omega_0)$ 的成对次谐波	组合频率	振幅大幅波动	径向、轴向	不稳定	杂乱	正进动
转子与静止件摩擦	高次谐波、低次谐波及其组合谐波	1X	不稳	径向	1)连续摩擦;反向位移、跳动、突变2)局部摩擦;反向位移	1)连续摩擦:扩散2)局部摩擦:紊乱	1)连续摩擦:反进动 2)局部摩擦:正进动
转子过盈配合件过盈不足	$<1X$ (次谐波)	1X	不稳	径向	杂乱	不稳定	正进动
转子支撑系统连接松动	基频及分数谐波	2X、3X ...	不稳定。工作转速达到阈值时,振幅突然增大或减小。	松动方向振动大	不稳定	紊乱	正进动
密封和间隙动力失稳	小于 $X/2$ 的次谐波	1X、 X/n 及 nX	不稳定,强烈振动	径向	不稳定	紊乱并扩散	正进动
转轴具有横向裂纹	2X	2X、3X等高频谐波	不稳定	径向、轴向	不规则变化	双椭圆或不规则	正进动

2、滚动轴承的精密诊断方法

包络解调分析法:

将由加速度传感器获得的加速度信号经过1KHz的高通滤波器去除低频信号后,对其进行包络处理,将调制信号移至低频,最后进行频谱分析,以找出信号的特征频率。滚动轴承各种常见的特征频率及故障部位如下:

- 一个滚动体(或保持架)通过内环上一损伤点的频率:

$$f_i = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{d}{D} \cos \alpha \right) f_r$$

Z个滚动体(或保持架)通过内环上一损伤点的频率:

$$Z f_i = \frac{1}{2} Z \left(1 + \frac{d}{D} \cos \alpha \right) f_r$$

●一个滚动体(或保持架)通过外环上一损伤点的频率:

$$f_c = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{d}{D} \cos \alpha \right) f_r$$

Z个滚动体(或保持架)通过外环上一损伤点的频率:

$$Z f_c = \frac{1}{2} Z \left(1 - \frac{d}{D} \cos \alpha \right) f_r$$

●滚动体上的一损伤点通过内环或外环的频率:

$$f_b = \frac{D}{2d} \left(1 - \left(\frac{d}{D} \right)^2 \cos^2 \alpha \right) f_r$$

●保持架的旋转频率(即滚动体的公转频率):

$$f_c = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{d}{D} \cos \alpha \right) f_r$$

(D—轴承节径 d—滚动体直径 r1—内环滚道半径 r2—外环滚道半径

a—接触角 Z—转子个数)

3、利用本软件检测滚动轴承

测量轴承振动的各种振动参数时, 应将高通滤波器设置到1KHz

(1)首先对滚动轴承进行简易诊断

a、设置采样模式:

高通滤波: 1KHz;

分析频率: 20KHz;

低通: 不加;

包络: 不加;

抗混滤波: 不加。

b、观察时域波形、概率密度及幅域参数, 判断滚动轴承是否有故障, 并记下信号量程。

(2)检测滚动轴承故障部位

a、如有故障, 要分析故障部位, 应将采样模式设置如下:

量程:同上次量程;

高通滤波:1KHz;

分析频率:1KHz;

低通:不加;

包络:加;

抗混滤波:加。

b、进行频谱分析, 找出特征频率, 确定故障部位。

三、齿轮故障诊断

1、简易诊断:

(1)振平诊断法是利用齿轮的振动强度来判别齿轮是否处于正常工作状态的诊断方法

。

a、绝对值判定法

利用在齿轮同一测点部位测得的振幅值直接作为评价运行状态的指标, 采用这种判定标准进行判定称为绝对值判定法。

用绝对值判定法进行齿轮状态识别, 必须制定相应的绝对值判定标准, 以使不同的振动强度对应不同的工作状态。

b、相对值判定法

在实际中, 对于尚未制定出绝对值判定标准的齿轮, 可以充分使用现场测量的统计资料, 制定适当的相对判定标准, 采用这种标准进行判定称为相对值判定法。

相对判定标准要求, 将在齿轮箱同一部位测点在不同时刻测得的振幅与正常状态下的振幅相比较, 当测量值和正常值相比达到一定程度时, 判定为某一状态。比如, 当相对值判定标准规定实际值达到正常值的2倍要引起注意, 达到4倍时则表示危险等。

实际运用中，最好两种方法同时参考，以避免较大的风险。

(2) 判定参数法

为了便于诊断，常用量纲唯一的参数指标作为诊断指标。它们的特点是对故障信号敏感，而对信号的绝对大小和频率变化不敏感。这些量纲唯一的参数有：波形指标、峰值指标、脉冲指标、裕度指标及峭度指标。这些指标各适用于不同的情况，没有绝对优劣之分。

(3) 简易诊断的实施方法

在简易诊断中，利用振动加速度测定的从1~10KHz频率是机械的局部共振频率，除齿轮以外，水泵、轴承、电动机等也会发生同样频率的振动，尤其是使用滚动轴承时易发生误诊。正确区分这些零部件间的差异，是简易诊断的关键。

图4-4-

1所示为齿轮箱中各滚动轴承和齿轮的测定示意图，在这种情况下，若测定的所有各值差异很小或相同，且均超差，说明齿轮是异常的，见图4-4-

2a。若4个测定值中的个别值对于其他值，即表示此测定部位是滚动轴承异常，见图4-4-2b。

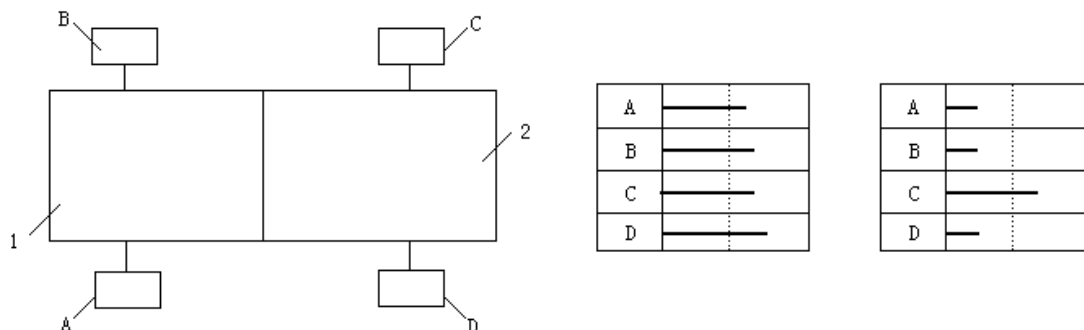


图 4-4-1 齿轮箱示意图

a) 齿轮异常 b) 轴承异常

1, 2 – 齿轮

A、B、C、D - 滚动轴承

图 4-4-2 用类比判定法作出的诊断

2、齿轮故障的精密诊断

(1) 齿轮故障的时域特征与频域特征

在多种情况下，齿轮故障可从齿轮的齿合波形以及频域分析识别出齿轮故障如表4-4-2所示。

(2) 齿轮故障的时域平均分析

这种方法在测量时要有转速同步信号作为外触发信号。经过时域平均的信号可以消除其他噪声干扰，提取有效齿轮信号。然后观察齿轮齿合波形，分析齿轮故障。

(3) 齿轮的倒谱分析与诊断

对齿轮故障进行频域诊断时，其中旋转频率、齿合频率及其谐波以及边频带是主要的诊断频带。然而许多故障的振动现象不是单一的，比如偏心齿轮，除了影响载荷的稳定性而导致调幅振动以外，实际上，还会造成不同程度的转矩的波动，同时产生调频现象，两种现象的综合结果是出现不对称的边频带。这种不对称的边带，对于实际信号有时是难以识别的，比较好的识别边带的方法是倒频谱分析。其特点是受传输途径的影响很小，在功率谱中模糊不清的信息在倒频谱中却一目了然。由于倒频谱将原来谱上成簇的边频带谱线简化为单根谱线，因此可以检测出功率谱中难以识别的周期性，使监测者便于观察。