

## 第一部分 轴承检测仪LD-10简介

### 一、 LD-10 性能介绍

是一种专门用于检查旋转机械中滚动轴承运转状况的机械故障诊断仪器。设备管理维修人员利用LD-10 可在一个观察周期内检测机器机械状态的显著特征，从而探测出机械故障并为有效的预防性检修提供数据。

LD-10 主要功能是用冲击脉冲的方法来测量已装机的滚珠（或滚柱）轴承的工作状态并判断其损伤程度，从而达到以下目的：

- 在机器处于良好的工作状态时，避免不必要的检修
- 对仍适合运转的轴承，避免常规的更换
- 及时发现隐患，避免事故发生和不必要的停产，有计划地安排维修

LD-10 的检测功能是以下面的技术为基础：

- 获专利权的冲击脉冲法
- LD-10 只需少量的数据输入，就可提供对机器轴承状况的瞬时描述
- 用良好（绿），警告（黄），坏（红）直接显示机器轴承的情况
- 对轴承状况进一步评估的峰值读数和耳机模式

### 二、 仪器按钮和功能

LD-10有两个带有不同类型连接器的输入端，操作仪器仅使用五个功能按钮（图 1）

#### 1. LCD 显示

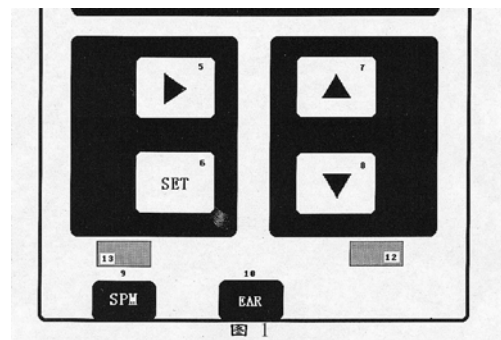
显示内容表示菜单、输入的数据和测量的结果

#### 2. 状态刻度

指在状态刻度上的绿、黄、红区的箭头为测量的冲击脉冲提供瞬时的评价

green (绿)=良好状态

yellow (黄)=警告状态



red(红)=损坏状态

### 3. 峰值指示灯

在轴承的检测过程中，闪光灯亮表示有高于显示的冲击脉冲峰值存在，增大测量范围直至灯熄灭，就可测量出该峰值

### 4. 测量按钮

按 M 键启动一个测量周期。对于连续的测量，该键应一直按下

### 5. 光标移动按钮

按此钮光标向右移动

### 6. 设置按钮

按钮 SET 进行数据输入并可设置耳机音量

### 7. /8 箭头按钮

按钮（7）用于增加/按钮（8）用于减小输入的数据值，并可改变测量范围

### 9. 冲击脉冲传感器输入端

### 10. 耳机接口

## 三、 冲击脉冲方法

对轴承寿命影响很大的因素是安装、工作状态和维修保养，为防止轴承的突然损坏造成的后果最理想的办法是随时掌握轴承的工作状态。过去，试用过测温、测振、测声的方法。现在发明的冲击脉冲法可以在轴承的正常运行过程中测定轴承的状况，而不受机器和轴承本身的振动影响。这种测试能早期发现和识别滚动轴承因制造不良、装配不良、润滑不良及使用中旋转面产生伤痕等与轴承寿命有关的异常原因、劣化程度和发展趋势。因此冲击脉冲法对检测滚动轴承的工作状态有着独特的效果。

在冲击脉冲方法中，对轴承寿命的定义是这样的：一个完好的新轴承有一个较低的初始冲击值，当这个冲击值达到初始冲击值的 1000 倍左右时，就认为该轴承到达了其寿命的终点，图 2 所示为轴承损伤的一般发展状态。

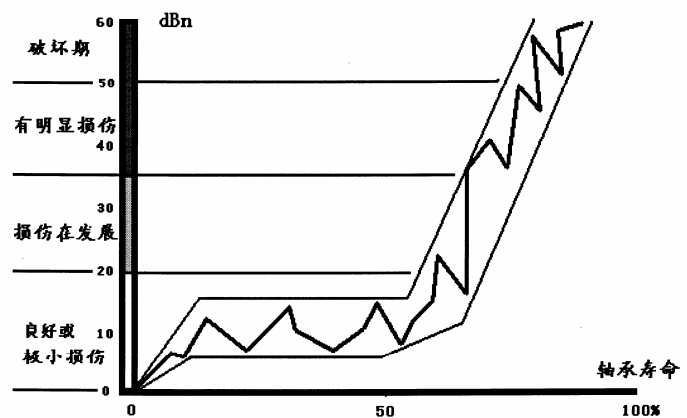


图 2

冲击脉冲的强弱取决于冲击速度 V，如以 A 代表冲击脉冲的峰值，则有  $A=f(V)$  的关系，而冲击

速度  $V$  又取决于轴承的大小、转速和缺陷的大小。

在冲击脉冲方法中，用到了几个分贝量：（图 3）

$\text{dBsv}$  (dB-shock value)----- 绝对冲击分贝值，是用来测量冲击脉冲强弱的绝对值。

$\text{dBi}$  (dB-Initial)-----初始分贝值，该值是从大量新轴承的试验与测量中取得的平均值，使不同的轴承和转速都适用于  $\text{dBN}$  这个标准。

$\text{dBN}$  (dB-Normalized) ----- 标准分贝值，标准化了的测量和刻度单位，用来评定轴承工作情况的标准。

$\text{dBm}$  (dB-Maximun Value)----- 最大分贝值，测量轴承的冲击脉冲时，所获得的  $\text{dBN}$  最大值，是用来度量轴承的损伤程度。

$\text{dBc}$  (dB-Carpet Value)----- 地毯分贝值，这是另一个  $\text{dBN}$  值，是用来度量轴承表面粗糙度及安装，润滑状态的量。

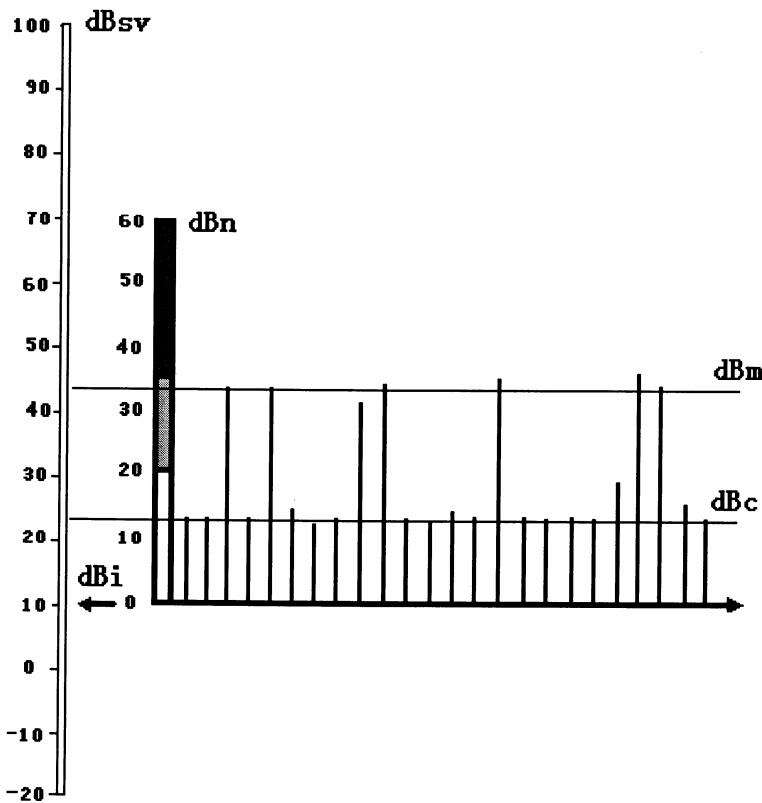


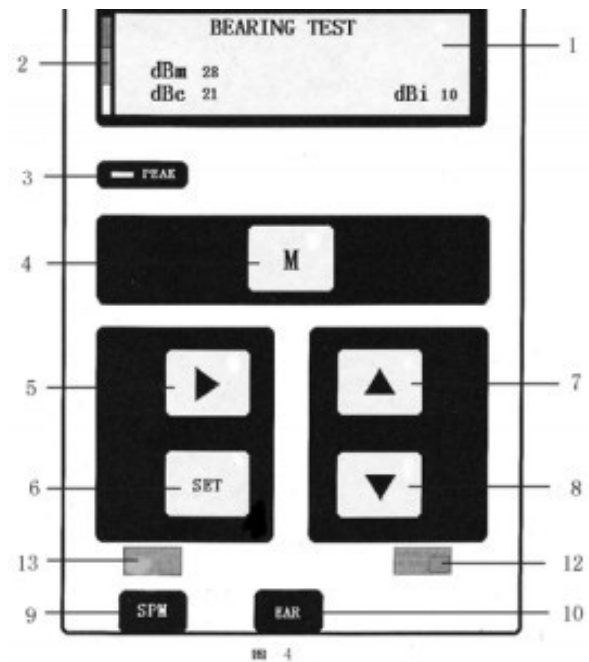
图 3

# 第二部分 LD-10 操作指南

## 一、 总体功能

LD-10 有五个功能按钮，两个无标牌的按钮和两个输入端（图 4）

- 1. 显示
- 2. 状态刻度
- 3. 峰值指示灯
- 4. 测量按钮 (M)
- 5. 光标移动按钮
- 6. 设置 (SET)
- 7. 箭头按钮 (UP)
- 8. 箭头按钮 (DOWN)
- 9. 冲击脉冲传感器接线柱 (SPM)
- 10. 耳机接线柱 (EAR)
- 11. 主复位按钮 (未标记)
- 12. 程序版本显示 (未标记)



## 仪器开/关:

按任意一个功能换钮，LD-10 即被打开，当最后一次按功能按钮后约 30 秒，仪器自动关机，如果一分钟内仪器未能自动关机，按未标记的主复位按钮（12）。

## 传感器:

接线端 SPM (9) 用于连接冲击脉冲传感器，接线端 (10) 连接耳机，连上耳机则激活耳机模式。如退出耳机模式，则须断开接线端 (10) 上的电缆。

## 存贮:

当LD-10掉电时，将储存以下读数:

上一次的冲击脉冲读数 (dBm、dBc、dBi 的设置)，包括指在状态刻度上的箭头。按了 SET 按钮后改变仪器设置，但不能改变上一次的读数或箭头位置。按 M 按钮，将启动一次新的测量。

## 二、 冲击脉冲测量

标准化的冲击脉冲读数(dBN)显示了轴承的状态,但测量前首先需要输入轴承的初始化值 dBi，

LD-10接受的 dBi 值范围是-9~40dBi。未标准化的读数用绝对的数值表示冲击脉冲的幅值，测量单位是 dBsv（绝对分贝值），dBi 设置为“——”（两个短横线）时，dBi 低于-9。

## 1. 设置 dBi 初始值（可以用二种方法设置）

### （1）直接改变 dBi 值

如果 dBi 从 18 改为 27 须进行如下操作：

- 按 SET 按钮获得如图 5A 所示菜单、光标，

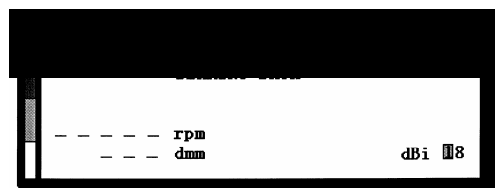


图 5A

一个闪动的黑方块停在 dBi 值上

- 按按钮 UP 即可增加 dBi 值，欲减小 dBi 值，按按钮 DOWN。

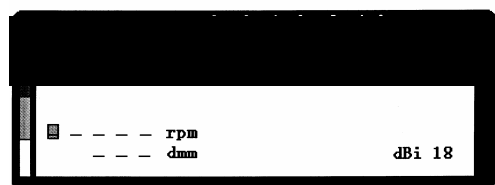


图 5B

- 当设置完成后，按一下 M 按钮退出设置模式

### （2）设置 rpm（每分钟转数）和轴直径 d

- 再次按 SET 按钮，光标移到 rpm 行的首部（图 5B），如设置转数 3650 转/分，按光标移动按钮，光标在 rpm 向右移一位，压住其中一个箭头按钮，直到 rpm 到 3000。
- 按光标移动按钮，光标又向右移一位，压住一个箭头按钮，直到 rpm 读数为 3600。再用光标移动按钮移动光标，改变 rpm 为 3650。

- 按 SET 键。光标移至 diameter（直径）行。按上述步骤输入轴直径，按 SET 键显示 dBi 值，按 M 键退出设置模式（图 5C）

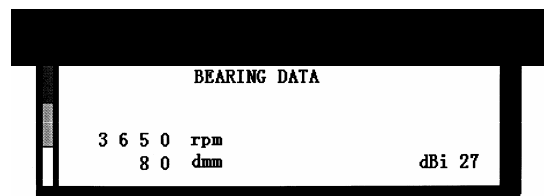


图 5C

注意：可接受的最高转速是 19999 转/分，最大轴直径是 1999 毫米。

当计算的 dBi 值小于-9 或大于 40，将不接受 rpm 和 diameter 值，如不接受设定的值，将显示“dBi——”。

## 2. 冲击脉冲测量：

### （1）测量方法

打开LD-10，上一次的读数和上一次设置的 dBi 值的结果将显示在 BEARING TEST（轴承测试）菜单里，（图 6）然后

- 校验轴承在运行中

- 核定/改变 dBi 值
- 把传感器按到测量点上
- 按一下按钮

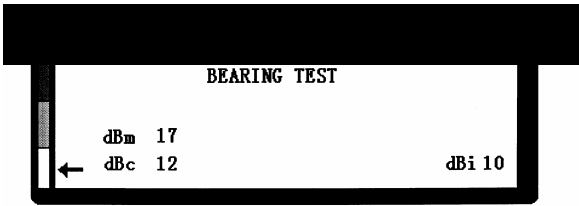


图 6

几秒钟之内，新的最大值 dBm 和地毯值

dBc 将显示在屏幕上。这些值一直停留在屏幕上，直到用 M 按钮设定其它读数。

## (2) 标准化读数

当使用的是除 “——” 以外的任一个 dBi 设定值时，屏幕上显示的结果是标准化读数，一个箭头指在彩色刻度的某个区域内：

green(绿)——良好状态 (0~20dBN)

yellow(黄)——警告状态 (21~34dBN)

red(红)——损坏状态 (35dBN 以上)

## (3) 未标准化的读数

dBi 设为 “——”，测量单位是 dBasv (绝对分贝值)，不显示箭头。

## (4) 连续的读数

按 M 键并压住，屏幕上的测量结果每隔几秒将更新一次，直到松开 M 键。

## (5) 峰值指示灯

当仪器打开时，它将连续地测量冲击脉冲，测量的冲击脉冲值高于显示的 dBm 时，峰值指示灯就闪一次。如果 dBm 读数高了（黄区或红区）且峰值指示灯频繁地闪，建议重新测量或改变测量档确定最强脉冲的强度。按一次 UP 按钮，屏幕显示 LEV (LEVE1=目前的测量界限) 和相应的冲击值，并以显示的 dBm 档值为起点（图 7）

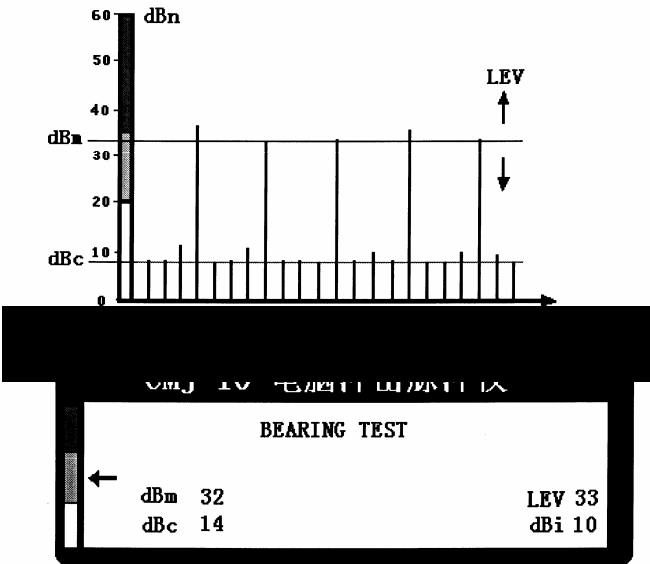


图 7

## (6) 改变测量档

测量档可按如下步骤改变：

- 重复按 UP 按钮，这将每步一分贝地增加测量档，当测量档高于最强脉冲的冲击值时，峰值指示灯不再闪动。

- 按 DOWN 按钮降低档位，超过档位值的脉冲越多，峰值指示灯闪动越频繁，直到不可能辨别独立的脉冲（在 dBC 档位或接近该档位上峰值指示灯呈现稳定的红色）。

### 3. 耳机

当无法确定冲击脉冲信号源时，可用耳机去探测，耳机的工作原理和峰值显灯相同，当冲击脉冲的冲击值高于测量档位时，可听见声音脉冲。当测量界限高于最强脉冲的冲击值时，声音脉冲消失，档位降低，声音脉冲更频繁，接近 dBC 档位时，变成连续的音。

#### 耳机使用如下：

把冲击脉冲传感器连到测量点和 LD-10 上，将耳机连接到 LD-10 上，屏幕切换到耳机菜单（图 8）

- 按 UP 或 DOWN 按钮改变测量档
- 要退出耳机模式，须把电缆从 LD-10 上拆下

测量档以 dBSv（未标准化冲击脉冲值）为显示单位，仪器重新开机，将工作在上一次使用耳机或峰值指示灯时设置的档位。

#### 声量调整：

欲调整音量，在耳机联上时按 SET 按钮，音量用 UP/DOWN 按钮改变，从 1 到 10 逐步进行，按 M 按钮返回耳机模式，音量将一直保持直到重新调整（图 9）

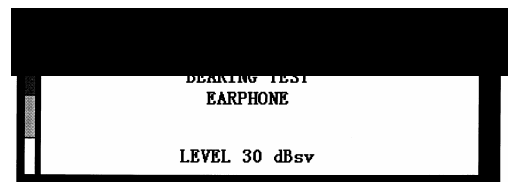


图 8

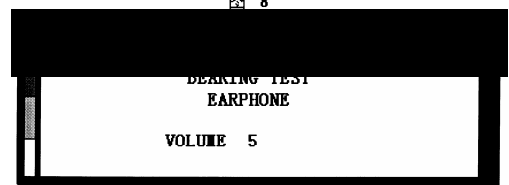


图 9

## 第三部分 冲击脉冲的常规测量和数据分析

### 一、设备状态监测系统的建立

设备状态的监测维护意味着对状态检测投入更多的时间和物力，相应较少地投入紧急维修，从而达到减少整个生产费用的目的，这就把重任加到测量人员的肩上——他们要在机械故障造成事故前找出它们。同时给维修提供详细的故障分析报告。

在绝大多数情况下，LD-10 进行轴承状态检测是简单、迅速而又容易的事。要获得可靠的状态读数有两个基本要求：

- 根据 SPM 规则选定合适的测量点
- 由轴直径和 rpm 计算出正确的初始化值 dBi

但任何一种状态评价方法，都有其边缘情况和正常情况的例外。同样在少数情况下冲击脉冲测量也可能难以奏效：

- 低的 rpm（每 5 种转数）或不规则的负载
- 有其它脉冲源的干扰
- 很快的损坏过程

从根本上说，一个有效的状态检测系统要求：

- 对获得正常轴承和机器状态的有效原始值，要有细致的准备
- 对周期性数据采集，要有计划完善的规程
- 对任何偏离正常状态测量的结果，要有全面的评价

#### 1. LD-10 测量范围

LD-10 的测量范围很大，能覆盖大多数的轴承应用场合。可接受的最大 rpm 为 19999 转/分钟，dBi 为 40，可接受的 dBi 最低值是-9dBi，但是，在极端低速的范围内，基本不可能从轴承上获得有意义的读数，实际中的界限是具有约为 0 dBi 值的轴承

#### 2. 测量间隔

一般情况下，表面损伤发展很慢，这里给出测量间隔的总的规则

- 轴承每三个月至少检查一次

- 关键设备和重负载的轴承（如主轴承等）应比正常轴承测量得频繁
- 当轴承状态不稳（上升或不规则的读数）须更频繁地测量轴承
- 受损轴承应严密观察直至被更换

这就意味着对可疑或坏的状态的轴承，必须提供额外检测的时间

注意：轴承在润滑后运行约一小时之后方可进行测量

### 3. 测量点选择

要确保信号正确的传输，测量点必须按以下规则选定（图 10）

1. 轴承和测量点间信号路径应尽可能地直和短
2. 信号路径必须只包含轴承和轴承箱间的一个机械界面
3. 测量点必须位于轴承负载区内。（大多位于轴承箱的较低部分）

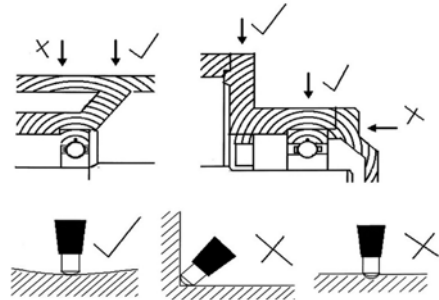


图 10

- 如果测量点不符合以上规则，冲击脉冲法的评估原则和状态刻度是没有意义的
- 找出最强的信号：用探头找出轴承箱上信号最强点。如有几个给出相同信号的点，选取最易获取读数的点。
- 标记测量点：测量点应用标记号明显地标记，这样获得的读数才有可比性

### 4. 轴承检测跟踪表 （图 11）

跟踪表是系统的状态检测的必备辅助工具，一段时间内读数的发展过程对维修，保养计划而言比单纯的一次测量结果更具有可靠性。

跟踪表纸上的空间用于记以下数据：

1. 机器部件、名称、编号、位置

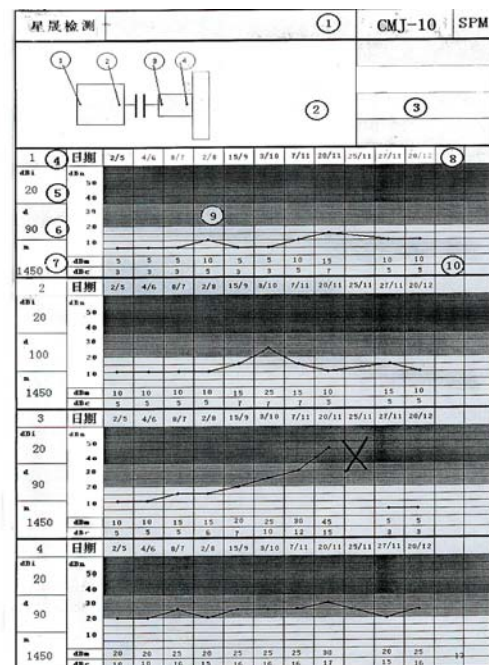


图 11

2. 显示每个测量点位置和编号的简单框图
3. 注释
4. 测量点编号
5. 初始化值 dBi
6. 轴直径
7. rpm
8. 测量日期
9. 测量结果绘图 (dBm、dBC)
10. 测量数据 (dBm、dBC)

## 二、数据分析

### 1. 如何进行数据分析与处理

数据分析与处理是确保你交给维护人员的信息是准确的、详细的，在实际测量中，有些机器含有比轴承更多类型的振动脉冲。另外，对坏的轴承状态，可能有在损伤之外大量的其它原因，所以在数据分析与处理时，需要你用峰值指示器、探头传感器、耳机以及你的感觉：看、摸、听全面地分析，这可避免夸大故障或漏掉坏的轴承。

数据分析与处理在两种情形下是必须的：

- 通常新的测量点和新安装轴承的第一次读数，这是建立常规检测可靠性的基础，你要确信你从轴承上测量的冲击脉冲读数是准确的。

- 如发现轴承状态不正常或有明显变化，就得辨别是不良的安装、不良的润滑、过载还是损伤，以便确定做何种维护工作。

在不能确认读数是准确的情况下，须：

- 检查 rpm（每分钟转数），轴半径 d，dBi 的设置

- 如果峰值指示灯闪动，继续测量直到建立正确的 dBm，dBC 值。

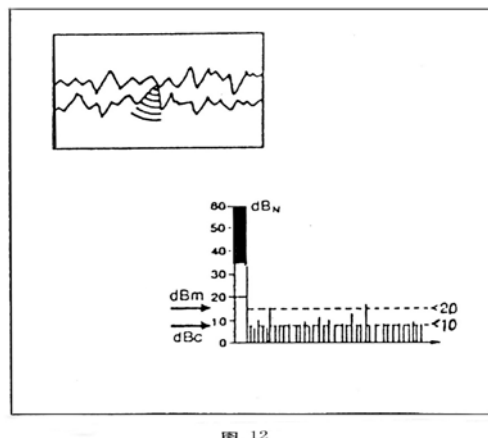


图 12

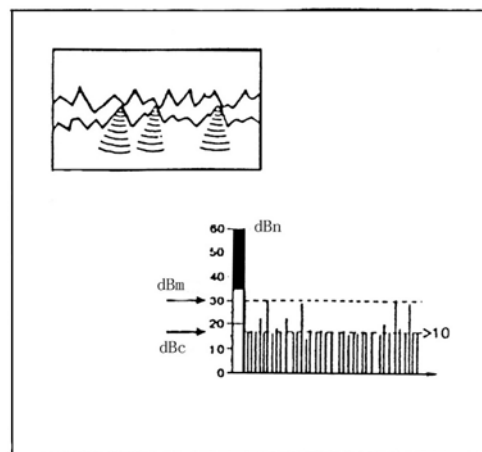


图 13

## 2. 轴承典型的冲击脉冲模式

### (1) 良好轴承模式 (图 12)

正常状态下的轴承，dBM 值低于 20dB，dBC 值约 5 至 10dB。如果读数很低，就要引起注意，可能原因常是不当的测量点或轴承上无负载。

### (2) 早期损伤轴承模式 (图 13)

dBM 值在 20 至 35dB 区间内 (黄区) 和 dBC 中等程度的增长是轴承表面小的损伤的信号，此时应对轴承更频繁地测量，以确定它们的状态是否稳定或正在恶化。(图 13)

### (3) 坏严重的轴承模式 (图 14)

dBM 值大于 35dB (红区)，dBC 和 dBM 间差值大，dBM 的强度表明损坏程度：

- 35 ~ 40 dBN 轻微受损
- 40 ~ 45 dBN 严重受损
- > 45 dBN 有断裂危险件

原因可能是润滑油太脏或轴承有故障，如油脏换油后，dBM 会下降一个低值。

### (4) 周期性的冲击信号 (图 15)

周期性的冲击是典型的干扰信号，由机器部件间如轴对轴承箱或密封层的摩擦所致。这种冲击出现和 r/min 有关。

### (5) 有节奏的峰值 (图 16)

出现周期性的单峰值，可能是负荷冲击、压力冲击、齿轮损伤或其他机器撞击 (例如，冲床在冲压瞬间，汽锤在锤击的瞬间)

### (6) 润滑油不良模式 (图 17)

高的 dBC 值是轴承处于无润滑运转状态，dBM 和 dBC 间差值很小。原因：

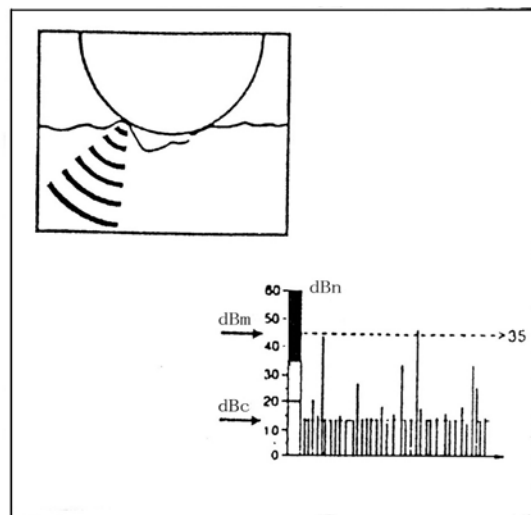


图 14

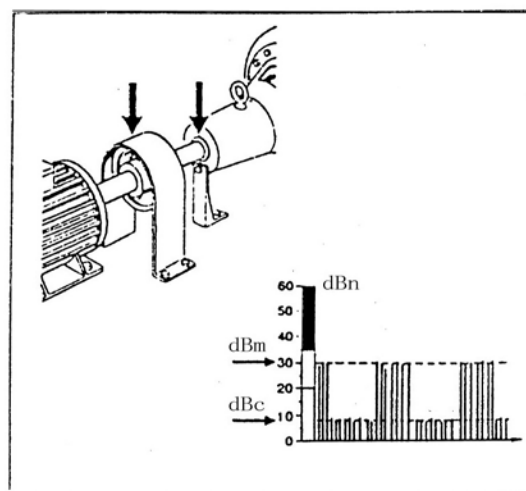


图 15

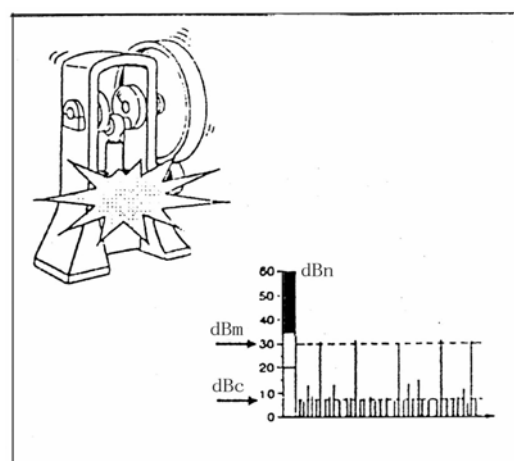


图 16

- 润滑不充分（不良的油路，旧的，结块的或冷凝的润滑油）
- 不对中或弯曲
- 安全故障

措施：给轴承重新润滑或者增大油流量。

#### （7） 穴及相似的干扰（图 18）

泵的气穴现象或持续摩擦引起的冲击脉冲，谱图与干燥运行的轴承一样，如气穴现象，受影响的轴承不止一个，而最大测值处在泵体上，且不受润滑条件的影响。

#### （8） 规则的测量结果（图 19）

如读数一直正常，突然出现读数低值或完全没有读数，原因：

- 误操作仪器，传感器安装失败或仪器失灵，可测试最近测试过的一个轴承（有正常读数的）来确定仪器正常否。

- 如仪器正常，被测轴在旋转，几小时前未重新加过油，则此低值可能是转轴与轴承或轴承座与轴承之间打滑所致。

#### （9） 轴承损伤读数（图 20）

表面受损的重负荷滚针轴承有一段时间内获取的读数可能出现大的变化（即高的冲击脉冲峰值间又出现低的冲击脉冲各值）。原因：受损表面在重负荷作用下，将表面磨平（读数回落），又出现受损表面（读数上升），如此往复，为保证机器可靠工作，应作为有问题轴承处理。

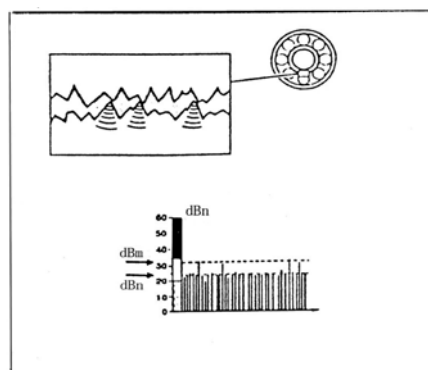


图 17

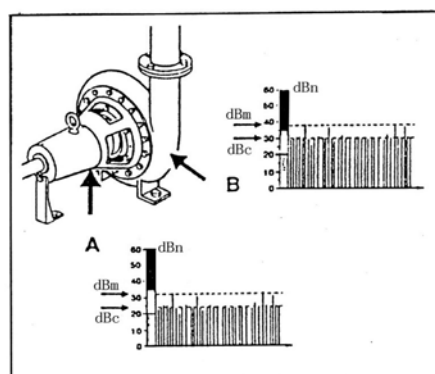


图 18

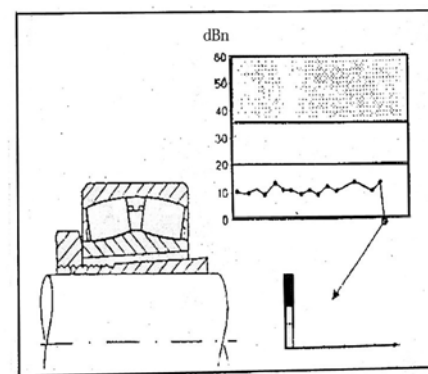


图 19

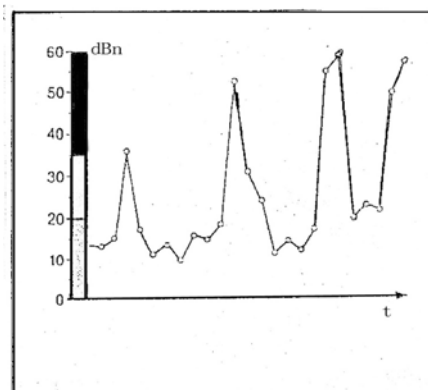


图 20

## 第四部分 仪器技术参数及保养

### 一、仪器技术参数与部件

#### 1. LD-10 技术参数

|          |               |
|----------|---------------|
| 冲击脉冲测量范围 | -9 ~ 99dBsv   |
| 冲击脉冲分辨率  | 1 dBsv        |
| 冲击脉冲精度   | ±2 dBsv       |
| 温度范围     | 0 ~ 50℃       |
| 湿 度      | 不大于 80%RH     |
| 电 源      | 6×1.5V LR6 电池 |
| 尺 寸      | 255×105×60mm  |
| 重 量      | 0.8Kg         |

#### 2. 部件及附件

|        |                |
|--------|----------------|
| LDJ-10 | 电脑冲击脉冲计        |
| DZF    | 冲击脉冲手持式传感器     |
| EAR-10 | 头戴式耳机          |
| SPM    | LDJ-10 冲击脉冲跟踪表 |
|        | 十字螺丝刀（5×75 mm） |
|        | 操作手册           |
|        | 包装箱            |

### 二、仪器保养

#### 1. 仪器存放：

仪器外壳由 ABS 塑料制成，勿将仪器暴露在潮湿或高湿度的地方。

- 2. 更换电池：**仪器由六节 1.5V 碱性电池（LR6）供电，也可使用可充电电池。当屏幕出现“BATTERY LOW”显示时，表明电池需更换，长期不使用仪器时，请取出电池。

