

# 第19章 设备诊断仪器的选用

黄 昭 毅

## 第1节 国产主要诊断仪器的原理与性能

### (一) 振动测试仪器

#### 1. 207、217电子听诊器

(1) 207电子听诊器 是一种供现场使用的便携式简易诊断仪器。它是利用对机器振动特征及振动量的检测来判断故障的,其工作原理如图19-1-1所示。

207电子听诊器的输入端是一个压电晶体振动加速度传感器。通过探针接触机器,将机器振动的加速度转换成电荷量,再由电荷放大器将电荷量转换成电压量。这里的电压量值和振动加速度量值成正比,其比例取决于传感器灵敏度和电荷放大器增益:  $of/ci$ 。此处  $of$  为反馈电容,  $ci$  为输入电容。电荷放大器的输出进入可变增益的线性电压放大器,经功率放大后输出,可接耳机监听或其他显示分析仪器。

由于207电子听诊器是将机器的振动冲击量转换成电信号后放大若干倍,它具有下列特点:

1) 抗干扰性好 测点的振动可无衰减地传至听诊器,而测点外的振动因机械阻尼作用将得到衰减。由于听诊器中的振动加速度传感器对声波不敏感,周围环境的杂音可被阻隔在外,故所测信号只是被测点的振动与冲击量。因而,其抗干扰性优于

用驻极体话筒做成的类似于传声放大器的听诊器。

2) 分辨能力强 由于多数现代设备转速较高,起报警作用的振动信号多出现在高频带,且信号比较微弱。207电子听诊器在设计时做了充分考虑,其传感器安装频率  $\geq 15\text{kHz}$ ,其电路频响  $> 20\text{kHz}$ ,完全满足机械振动规定的  $10\text{kHz}$  要求。

3) 灵敏度较高 207听诊器可将输入放大数千倍,这对早期故障检测和分析诊断十分有利。

4) 仪器的使用十分简便 只需将探针拧入传感器,打开音量开关,接上耳机就可监听。由于完好机器的振动特征和有故障机器的特征不同,反映在听诊器耳机中的声音也不同。经过一段时间练习,使用者可根据声音的差异初步判断出有无故障。例如,当耳机里传出清脆尖细的声音(高频振动),一般表明较小的构件有了较小的裂纹,或强度较高的金属部件产生了局部缺陷;当耳机里传出低沉混浊的噪声(低频振动),一般表明由强度较低的材料制成的较大、较长的构件存在较大的裂纹或缺陷;当耳机里传出的噪声比平时增强时,表明机器故障正在发展,声音越大,故障越严重;如果耳机里传出的噪声不再按有规律的回歇出现,而是随机的出现,这表明某个部件已经松动,随时会发生意外事故。

为尽可能准确地拾取振动量,需要正确使用探针,使传感器与被测部位紧密靠定,以减少高频分量损失。207听诊器配有两根探针,分别为  $290\text{mm}$  和  $70\text{mm}$  长。由于材料和长度不同,其谐振频率也

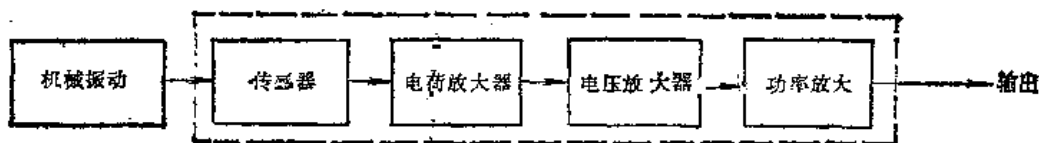


图19-1-1 电子听诊器的工作原理图

不一样。硬而短的探针谐振频率较高，长的探针则谐振频率较低。所以，使用听诊器测量高速机械时，应优先采用短探针。

使用207听诊器时，可用录音机将机器正常运转的各测点的信号录下，作为机器动态数据存档，与以后测得的信号作对比。对于较复杂的信号，也可送入信号分析仪进行谱分析，还可接示波器以观察信号的时域波形。

图19-1-2为207听诊器的外观图。

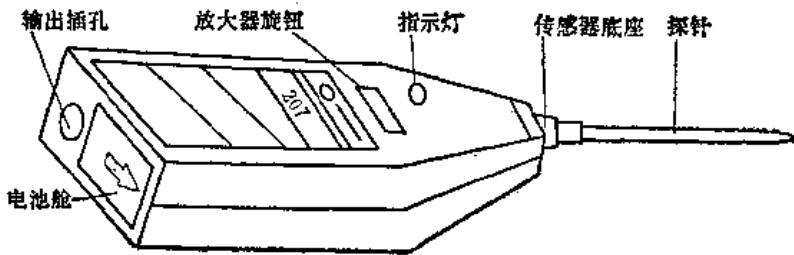


图19-1-2 207听诊器的外观图

207听诊器的主要性能参数如下：

- 1) 传感器类型：压电加速度型。
- 2) 放大器最大增益：>8000倍。
- 3) 最大灵敏度：约800mV/g。
- 4) 信噪比：>60dB。
- 5) 探针谐振频率：>20kHz。
- 6) 探针长度：290mm及70mm。
- 7) 整机功耗：<15mW。
- 8) 电源：DC.9V（两节9V积层电池并联）。
- 9) 体积：170×50×33mm。
- 10) 重量：340g（包括290mm探针及电池）。

(2) 217机器故障检查仪 是宝应振动仪器厂在207电子听诊器的基础上，自行研制的一种便携式机器故障检查仪器。通过液晶电压表显示，可测量机械振动的加速度有效值，通过机内带通滤波网络可在现场进行简单频率分析；两个耳机输出可供两人同时监听，一个电压输出可与示波器、磁带机、电平记录仪、信号分析仪联机使用，作进一步的故障分析。它是把定性定量、单人与多人、振平测试与频率分析相结合的便携式仪器。

217检查仪的主要性能参数如下：

- 1) 传感器类型：手持式对称剪切压电型。
- 2) 显示器类型：3 $\frac{1}{2}$ 位液晶电压表（满量程199.9mV）。

3) 测量范围：0.01~19.99g。

4) 频率范围：5~8000Hz。

5) 分辨率：0.01g。

6) 频率选择：

① 直通档：2~9000Hz。

② 带通档：1~5档：

1档：2~30Hz；

2档：30~100Hz；

3档：100~300Hz；

4档：300~1000Hz；

5档：1000~3000Hz。

③ 低通档：2~5000Hz。

7) 信噪比≥60dB。

8) 传感器灵敏度：≥15pC/g。

9) 整机功耗：≤20mA。

10) 电源：双向4.5V，6节5号电池。

11) 体积：210×100×55mm。

12) 重量：0.65kg。

图19-1-3为217检查仪的外观图。

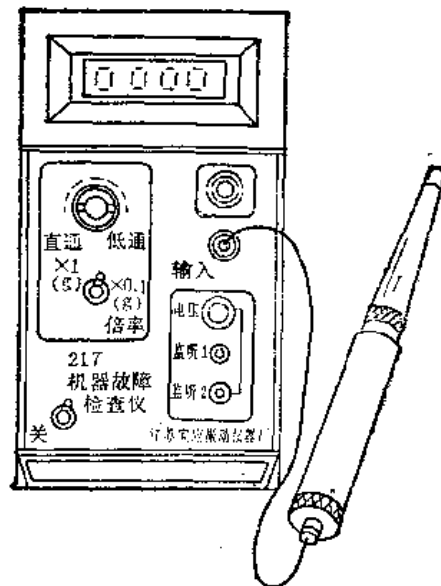


图19-1-3 217机器故障检查仪外观图

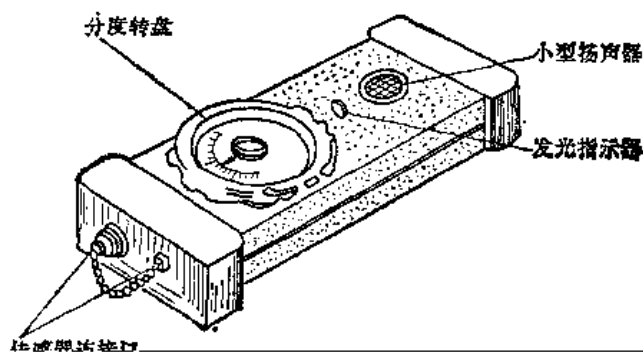
## 2. CMJ-1冲击脉冲计、JK8241A 轴承齿轮故障分析仪

(1) CMJ-1冲击脉冲计 当滚动轴承元件表面上产生剥落和裂纹等局部缺陷时，随着轴承的旋转，缺陷部分每接触一次就会产生一个冲击脉冲。它具有周期性。上海长江科学仪器厂生产的CMJ-1

冲击脉冲计是一种现场常用的简易诊断滚动轴承的仪器，它对轴承所产生的瞬时脉动压缩波，通过传感器接收信号，然后转换为音频声调表示在仪器的读数盘上。根据音频的变化范围，对照基准值鉴别出轴承工作状态的好坏。

CMJ-1冲击脉冲计是一部用8节5号电池推动的便携仪器，操作容易，并可用于各种较恶劣的环境中。仪器读数盘先根据轴承内径及转速而调校到每一轴承的正常冲击水平上，凡超过这一水平的冲击脉冲就能使仪器发出可听见的音频声。轴承的冲击数值由转动仪器上的分贝刻度盘使音频声由连续到间断，直至消失。在嘈声大的情况下也可以从面板上的发光器中看出由常亮到断续亮，直到不亮而读出 $dB_C$ 和 $dB_M$ 等值。

图19-1-4为CMJ-1冲击脉冲计的外观图。



①  $0 \leq dB_N < 20dB$  绿色范围。为正常状态，下次测定可在1~2月内进行。

②  $20 \leq dB_N < 35dB$  黄色范围。为注意状态，有初期损伤可能，需在短期内（15~30天）再测试。

③  $35 \leq dB_N < 60dB$  红色范围。为损伤状态，已有明显的损伤。需要更短的周期进行监测，以观测其发展或予以更换。

3)  $dB_i$  (背景分贝) 为使不同轴承都能适合 $dB_N$ 这个标准，便要选用 $dB_i$ 背景分贝。 $dB_{SY}$ 、 $dB_N$ 和 $dB_i$ 的关系是：

$$dB_N = dB_{SY} - dB_i$$

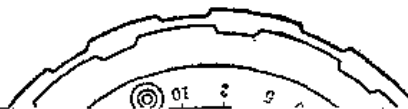
选定 $dB_i$ 的方法示于图19-1-5。两个刻度盘可独立转动。

如果事先知道轴承的转速和轴承内径，选定测定点后，在冲击脉冲计的刻度盘上可直接找出轴承的背景分贝 $dB_i$ 值。

例如，轴承内径： $d = 50mm$ ；

每分钟转数： $n = 2000 r/min$ ；

背景分贝： $dB_i = 20$ 。



承内径刻度是不动的，只是转速刻度随着  $dB_i$  刻度盘一起旋转。所以旋转  $dB_i$  刻度，即可将  $2000r/min$  的刻度与内径刻度对准，由  $dB_N$  刻度盘中的黑三角所对的  $dB_i$  值就是背景分贝值，即  $dB_i = 20$ 。

4)  $dB_M$  (最大分贝) 由于轴承不良的工作状态，导致滚珠或滚柱跟滚道剧烈冲击，发出特强脉冲时，那个最大的  $dB_N$  值便是  $dB_M$ 。

5)  $dB_C$  (地毯分贝) 因为滚珠或滚柱及滚道的表面有一定的粗糙度，所以会发出一定的脉冲量，这个基本的脉冲量  $dB_N$  值就是  $dB_C$ 。

几种分贝值的关系示于图19-1-6。

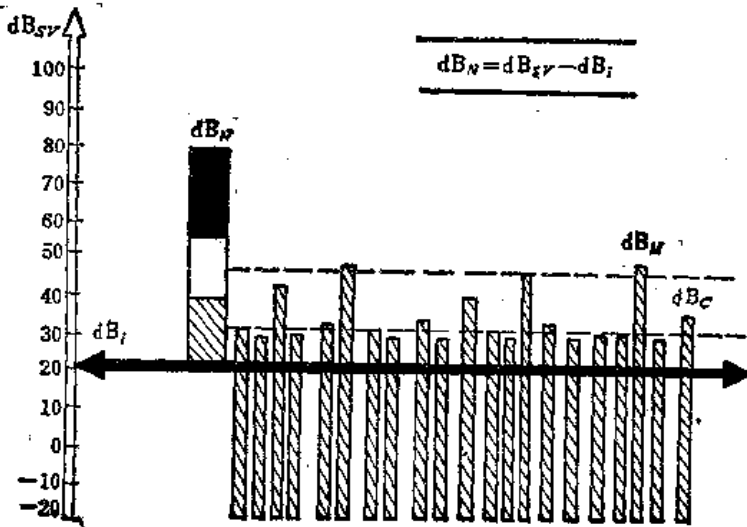


图19-1-6 分贝值关系图

CMJ-1主机除有小型扬声器及发光指示外，还配有耳机，可在噪声大的情况下工作。此外它也可以使用超声探头代替冲击脉冲探头，用于检测压力系统或真空系统的泄漏。

国外与此相似的产品有瑞典SKF公司的SPM-43A。国内宝应振动仪器厂生产的213轴承故障检查仪，它拾取轴承故障的冲击信号，液晶显示轴承故障的SP值，其工作原理相同。

(2) JK8241A 轴承、齿轮故障分析仪 将低频冲击激起的高频（通常在 25KC 以上）共振波形进行包络检波和低通滤波，即解调，就可以获得一个个对应于低频冲击的，放大并展宽的共振解调波。航空航天部 608 研究所和株洲湘中仪器厂合作，应用这一共振解调变换技术，研制出 JK8241 系列轴承齿轮故障诊断仪器，可用于分析滚动轴承和齿轮在运转中的故障规律，亦可用于试验现场的故障监视和时序分析，以  $x-y$  记录仪自动记录其6

个通道的分析谱，可判别齿轮部件和轴承的内环、外环、保持架、精度消失、安装松动，转子、静子摩擦等故障，其主要性能参数如下：

1) 使用安装谐振频率大于 25KC 的加速度传感器，灵敏度不小于  $10pC/g$  或  $100mV/g$ 。

2) 有 6 个并列的测量分析通道，一个数据管理及记录控制单元。

3) 使用从动外差分析技术， $20 \sim 10kHz$ 。可用  $x-y$  记录仪记录谱图。

### 3. HB-1 轴承故障检查仪、CCL-2251 多功能轴承故障测试仪

(1) HB-1 型轴承故障检查仪 (图19-1-7) 是上海华阳电子仪器厂与宝钢总厂根据国外先进技术开发的检查仪器。它在不分解轴承，不停止轴承运转的情况下，能对各类滚动轴承和滑动轴承进行定量测出轴承的润滑状态和运转状态，以便早期发现故障。其主要功能有如下 4 项：

1) 适用于滑动轴承、滚动轴承及使用不同牌号润滑油脂的轴承。

2) 对轴承的偏心，传动带张力过紧，联轴器同心状态，均能定量测试。

3) 对轴承润滑状态，润滑油脂是否足够，油质是否劣化，都能定量测试，从而可决定换油、检修和更换的时间。

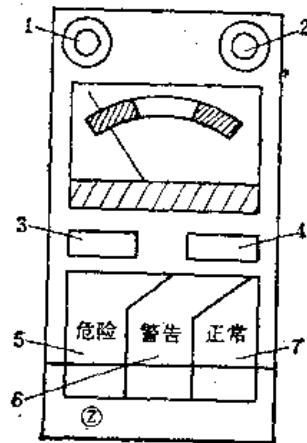


图19-1-7 HB-1型轴承故障检查仪外观  
1—接地端插口 2—测量端插口 3—测量方式选择 4—电源开关 5—危险区域(红) 6—警告区域(黄) 7—正常区域(绿)

4) 可以定量测试旋转电机转子与定子的同心状态, 避免状态不良引起电化学反应, 造成油脂劣化。

HB-1型检查仪的主要性能参数如下:

1) 指针式表头指示。

2) 测量方式选择:

X方式——误差不大于3%;

Y方式——误差不大于5%。

3) 仪器尺寸: 165mm×85mm×65mm (包括皮套)。

4) 净重, 982g (包括探头)。

5) 工作环境:

温度:  $-10^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ;

相对湿度: 90%以下;

无严重腐蚀性气体;

轴转速大于200r/min。

使用时将检查仪右边船形电源开关拨到“ON”状态, 左边的选择船形开关向“X”状态, 此时电表指针应偏转至满度。否则便是电池失效, 应予更换, 将黑色插头插入“接地端”插口, 红色插头插入“测量端”插口, 将夹子夹住电机的接地端或电机吊环。如是其它种类轴承, 夹头应夹住不能转动部分, 使探头与电机或轴承接触。如果电机或轴承的转动部分的端部是敞开的, 则用仪器所附的尖形接触头与转动部分的端部接触。如果转动端部无法接触, 则可用仪器所附的钢丝刷触头与电机的转轴接触。

(2) CCL-2251型多功能轴承故障测试仪(图19-1-8) 是温州莲池仪器厂的产品, 它是一种综合测试仪器, 能测量温度、噪声、磨损程度、轴电压4种物理量, 适用于轴承运行中的不解体故障检测和诊断, 它采用数字显示, 读数准确, 携带方便, 适用于现场巡检和点检。

CCL-2251的主要性能参数如下:

1) 外形尺寸: 152mm×63mm×35mm。

2) 电源电压: DC9V (5号电池6节)。

3) 温度检测范围:  $0\sim 100^{\circ}\text{C}$ , 误差 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

4) 噪声放大: 20dB。

5) 磨损状态: “正常”、“注意”、“危险”。

6) 环境温度:  $-10\sim +40^{\circ}\text{C}$ 。

7) 环境湿度:  $\leq 90\%$ 。

8) 现场条件: 无腐蚀、易爆气体。

在进行温度检测时, 需将温度传感器插入传感

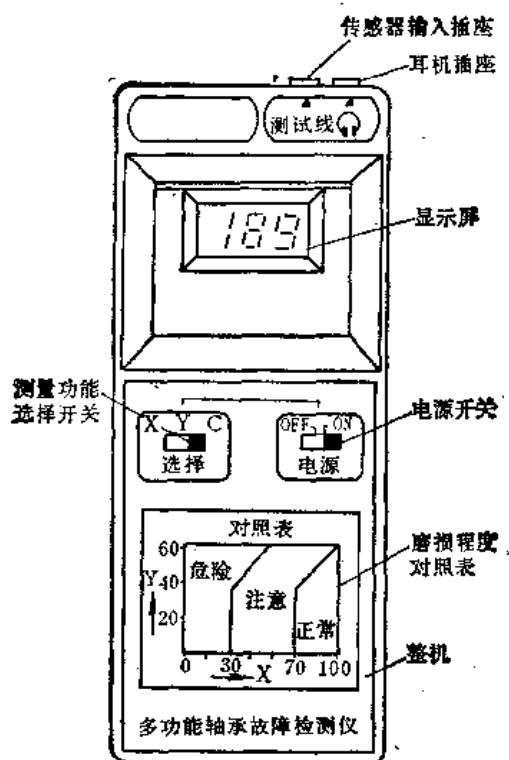


图19-1-8 CCL-2251检测仪结构示意图

器插座, 将“测量功能选择”开关置于“C”位置, 只须将传感器的圆平面或探头的前部面接触或插入均可, 获得一个稳定的温度, 大约需3分钟, 两个不同点的温度测量间隔时间应大于5分钟。

在噪声检测听诊时, “选择”开关可处于任何位置, 电源开关则应置于“ON”位置, 拉杆要拉到适中的位置, 随后将耳机插入耳机插座内。然后将拉杆的顶部靠紧被测点, 即可从耳机中听到各种噪声。通过可调节耳机上的电位器, 可使音量达到适中要求。

在轴承磨损状态监测时, 检测工作可分两项进行, 一个为油膜电阻“X”状态, 另一个为油膜电压“Y”状态。得出两个“X”、“Y”数据后, 在仪器面板上的“X”、“Y”状态判别坐标图上找出交点所处的位置, 即可判断出轴承的磨损状态。如“X”方式所测的数值为“20”, “Y”方式所测的数据为1时, 交点坐标正好在“危险”区域内, 说明轴承应进行拆开检查或更换。若“X”方式测的数值为“80”, “Y”方式测得的数据为“50”, 交点虽坐标落在“注意”范围内, 说明该轴承已处于“危险”的边缘。

4. MD-2型便携式机械振动检测仪、BZ-4200型机械故障诊断仪

(1) MD-2型便携式机械振动检测仪(图19-

1-9) 是北戴河无线电厂的产品,它是进行状态监测和故障诊断的便携式振动测量仪器。该仪器可方便地测得机械振动的加速度、速度、位移等3项参数的真有效值和峰值等6个量值,据以了解和掌握机械设备或零部件的劣化程度及发展趋势。

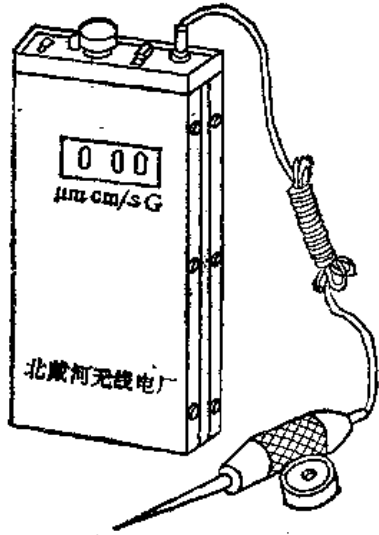


图19-1-9 MD-2便携式机械振动检测仪

MD-2的主要性能参数如下:

- 1) 加速度:  $0.1 \sim 199.9 \text{ m/s}^2$  ( $0.01 \sim 20 \text{ g}$ ).
- 2) 速度:  $0.01 \sim 19.99 \text{ cm/s}$  (均方根值).
- 3) 位移:  $1 \sim 1999 \mu\text{m}$  (峰值).
- 4) 测试选择: 峰值、有效值.
- 5) 输出方式:

a) 数字显示; b) 模拟输出 (2V有效值).

6) 频率范围: 加速度  $5 \text{ Hz} \sim 10 \text{ kHz}$ , 速度、位移  $10 \sim 1000 \text{ Hz}$ .

7) 精度: 读数值的  $\pm 5\% \pm 2$  个字, 在模拟输出时, 加速度可扩展到  $20 \text{ g}$ , 频率  $5 \text{ kHz}$ .

8) 电源:  $1.5 \text{ V}$  5号电池6节.

国外相似产品是日本川铁计量仪器公司的MK-10型振动计.

(2) BZ-4200型机械故障诊断仪 是北京测振仪器厂的产品,它是一种微机化机械信号分析仪。可将采集的振动信号通过快速傅里叶变换(FFT),进行多种频域或时域分析。

BZ-4200采用的是手持式压电传感器,其内装有阻抗变换器。输出的加速度信号首先进入前置放大器,经过一次积分变成速度信号,二次积分变成

位移信号。然后经过放大、滤波处理,送给A/D变换器,进入微处理机,进行FFT运算,处理的结果由微型打印机输出。本机设有一个“功能选择”开关,目前已开发了4种功能:幅值谱功能、自功率谱功能、8次平均的幅值谱功能及8次平均的自功率谱功能。

以上4种测量功能均可打印出频谱图及有关的文字参数。并同时打印按幅值大小顺序排列的15个最大幅值。另根据用户的需要,还可打印出此次测量的局部谱及相应的时域信号。

BZ-4200仪器的原理框图如图19-1-10所示。

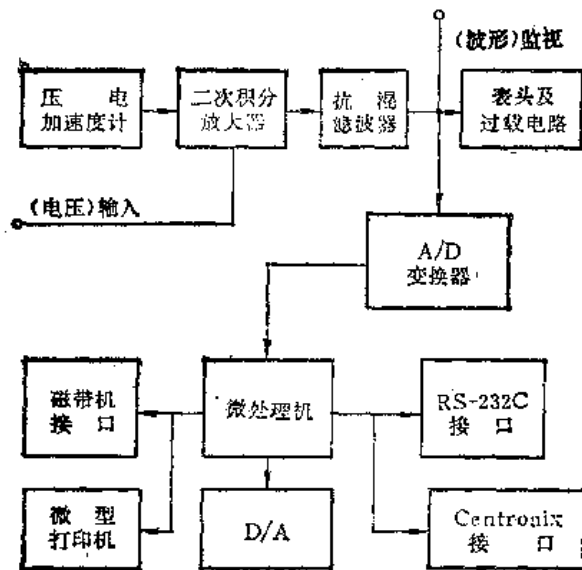


图19-1-10 BZ-4200仪器原理框图

BZ-4200的主要性能参数如下:

1) 输入部分 (单通道)

① 频率分析范围:

加速度:  $2 \sim 8 \text{ kHz}$ ;

速度:  $10 \sim 1 \text{ kHz}$ ;

位移:  $10 \sim 500 \text{ Hz}$ 。

② 输入量程 (单峰值):

加速度 ( $\text{m/s}^2$ ): 0.5, 1.5, 5, 15, 50, 150;

速度 ( $\text{m/s}$ ): 0.5, 1.5, 5, 15, 30, 150;

位移 ( $\mu\text{m}$ ): 5, 15, 50, 150, 500, 1500。

③ 抗混滤波器:

分档: 250, 500, 1k, 2k, 4k, 8kHz  
6档;

通带波动:  $\leq 0.2dB$ ;  
 衰减斜率:  $-100dB/OCT$ 。

2) 数据处理部分

① 主机:

Z80ACPU, 时钟 4MHz, 内存 32k;  
 A/D转换, 8位, 最高采样速度 20kHz;  
 二路 RS-232C 接口;  
 一路 centronix 接口;  
 二路 8位 D/A 输出;  
 磁带机接口。

② 打印输出: 可打印单次测量和八次平均后的幅值谱和自功率谱, 15个最大值的频率和幅值, 局部谱及时域信号。还可同时打印测量日期、被测机号或位号、功能选择、测量方式(速度、加速度或位移)、测量量程、时域峰值等参数。

③ 时域单峰值: 在打印参数中用 PEAK 表示, BZ-4200的前后面板设置如图 19-1-11 所示。

面板上各开关的作用如下:

1) 功能选择开关 共有 8 种功能, 现已开发 4 个, 每次测量前, 都必须根据实际需要置于确定位置。

2) 表头及过载指示 表头有两层刻度, 上层按 0, 1, 2, 3, 4, 5 刻度, 下层按 0, 5, 10, 15 刻度。表头左侧有一过载指示灯, 灯亮表示信号过大, 需进行衰减。

3) 输入量程 有红、黑两层刻度, 红字表示速度或加速度, 黑字表示位移, 三个测量值均为单

峰值。

4) 测量方式 有速度、加速度及位移 3 种方式供选择。

5) 频率范围 加速度的频率分析范围从 2 ~ 8 kHz, 共分 6 档。在速度和位移测量时, 下限频率是 10Hz, 上限频率分别是 1 kHz 和 500Hz。

6) 起始(窗)频率 它是指轮开关, 在按动测量键进行幅值谱或自功率谱测量时, 开关预置的频率是监测窗频率。用户对所关心的频率, 在测量时事先预置, 在打印的谱图中就会给出该信号频率的幅值。

7) 测量日期 共 6 位数字, 前两位表示年, 中间两位表示月, 最后两位表示日。

8) 机号机位 共 4 位数字, 可对被测设备或其部位分别编号。

9) 测量键 在功能选择、输入量程、测量方式、频率范围、测量日期、机号位号和窗频率等开关预置完毕后, 按下测量键, 即开始采样。

10) 谱线间隔 它是专为局部谱功能设置的, 利用谱线间隔开关, 可以方便地看清局部谱中的每条或几条谱线。

11) 打印量程 它也是为局部谱功能设置的, 打印量程有自动, 25, 50, 100 四档, 均为百分数, 是相对于测量全部结果中的最大值而言。

12) 打印行数 它也是为局部谱功能设置的, 打印行数共有 10, 20, 50 三种选择, 它决定局部谱中谱线的条数。

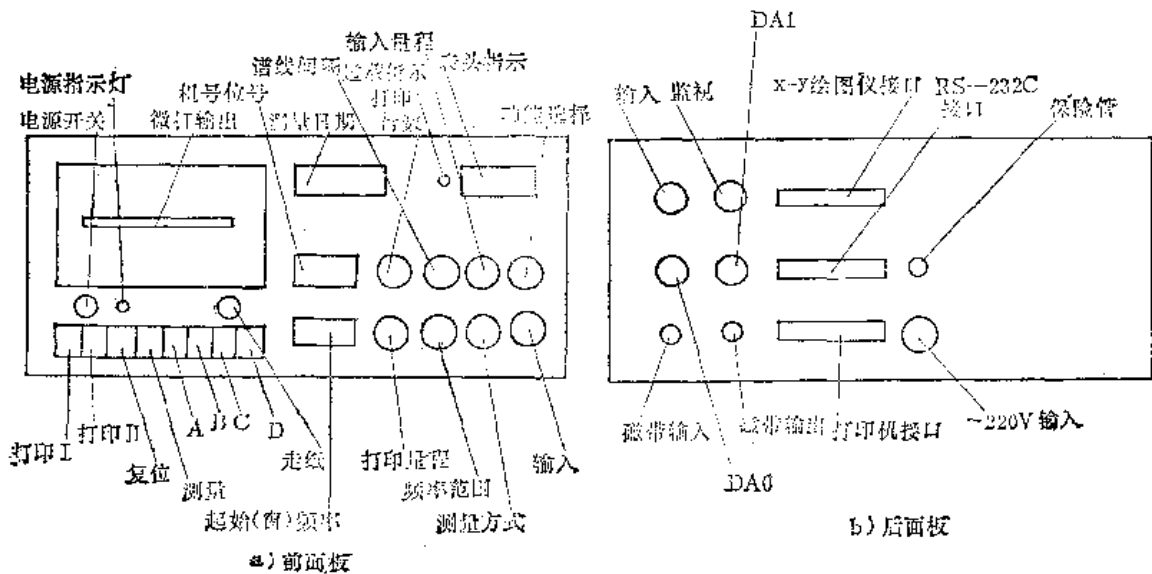


图19-1-11 BZ-4200前、后面板设置图

13) “打印 I” 键 局部谱打印命令键。

14) “打印 II” 键 时域信号输出打印命令键。

15) “复位” 键 任何操作, 均可用“复位键”中止其操作。

16) 走纸 主要完成上纸工作。

17) A、B、C、D 键 有待开发键位。

由 BZ-4200 所绘出的某例幅值谱及按幅值大小顺序排列的 15 个最大幅值对应于频率的排列表如图 19-1-12 所示。图中 FUNC 是功能选择, 01 即是幅

值谱。MODE 是测量方式, ACCEL 是加速度。而 MEAS. RANGE 是量程范围, 由用户确定, 以保证指针接近满度, 在此处为 0.153 g。PEAK 表示单峰值, 此外:

DF——横轴单位刻度频率值: 12.5Hz

DA——纵轴单位刻度幅度值: 0.0097653

WF——监测窗频率: 42.5Hz

WA——监测窗幅度: 0.04908

与 BZ-4200 相似的国外产品是日本川铁计量仪器公司的 MK-200 型精密诊断仪器。

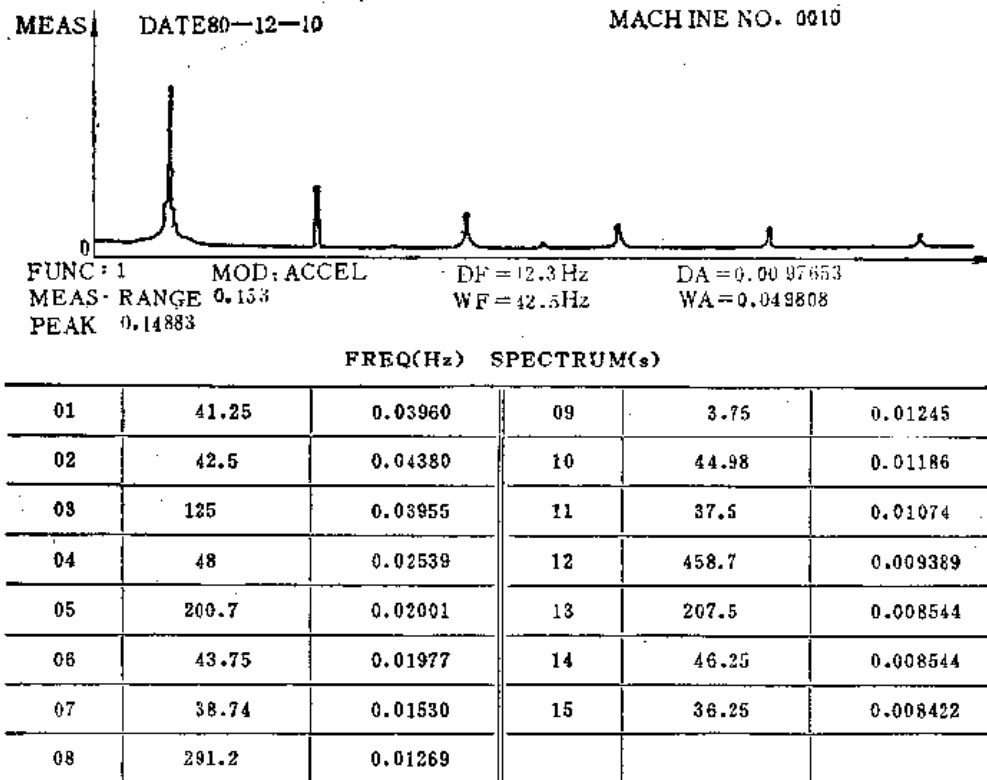


图19-1-12 幅值谱及15个最大值

### 5. DZ-2振动测量仪、DZ-5振动测量分析仪

(1) DZ-2型振动测量仪 是上海长江科学仪器厂在DZ-80优秀产品上发展的, 它可与任何种类的压电加速度计配合使用, 属于由干电池供电的便携式测量仪。它不仅可按 ISO2954 的要求进行 10~1000Hz 的振动强度测量, 还可进行 10~10000 Hz 的宽带振动测量。由于采用了真有效值检波器和峰值检波器, 测试精度较高, 仪器能对不同灵敏度的压电传感器实行统一化输出。测量方便, 表头显示的数值可保持, 并备有记录输出和外接滤波器插口。

DZ-2型振动测量仪的主要性能参数如下:

#### 1) 频响范围:

7 Hz~10kHz (-3dB);

10Hz~1kHz (平坦度不大于 ±5%)。

#### 2) 测量范围:

加速度: 0.03~1000ms<sup>-2</sup>;

速度: 0.03~1000mms<sup>-1</sup>;

位移: 0.001~30mm。

#### 3) 压电传感器灵敏度范围: 10~99.9pc.

#### 4) 峰值因数 (真有效值检波): ≥5。

#### 5) 系统精度: ±5%。

#### 6) 供电电压: 直流5±0.5V。

#### 7) 外形尺寸: 220×220×130mm。



8) 重量: 1.5kg。

DZ-2仪器前后面板的各种设置示于图19-1-13。

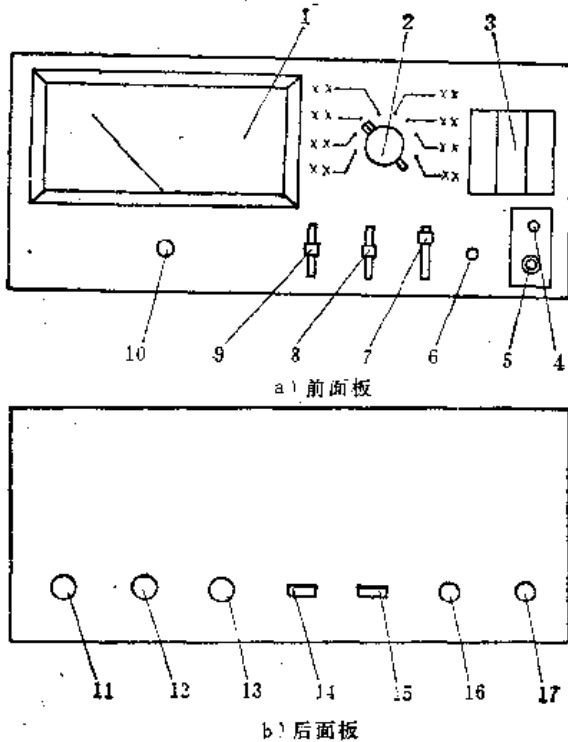


图19-1-13 DZ-2仪器前后面板开关与插座

1—表头 2—量程选择开关(8个量程) 3—传感器的灵敏度拨盘 4—电源指示灯 5—电源开关 6—传感器插座 7—测量保持开关 8—物理量选择开关(A、V) 9—测量值选择开关(有效值、单峰、峰峰) 10—表头机械零点调节螺丝 11—振动信号输出插座 12、13—外接滤波器输入输出插座 14—滤波开关 15—低温滤波器开关 16—充电插座 17—接地插座

(2) DZ-5型振动测量分析仪 是长江科学仪器厂在消化吸收国外简易诊断仪器研制经验, 以及在生产ZFY-1型振动分析仪的基础上开发的先进产品。它由压电传感器、测量放大器和频率分析等部分组成, 可测量与分析机械振动的加速度、速度和位移等物理量, 并由表头直接读数。仪器的主要技术指标, 符合ISO-2954-75标准。

DZ-5具有较宽的频响范围和量程范围, 能适应于各类机器设备的状态监测和故障诊断。它由5号电池供电, 结构小巧, 操作简单, 并配有磁性吸座和触针, 能方便地选择测点, 设置的记录输出插座, 可供现场记录分析。

DZ-5的主要性能参数如下:

1) 整机频响:

带通: 10 Hz~1 kHz (平坦度不大于±5%);

高通: 10 Hz~10kHz (平坦度不大于±10%)。

2) 测量范围:

加速度:  $a_{rms}$  0.3~300ms<sup>-2</sup>;

速度:  $v_{rms}$  0.3~300mm/s;

位移:  $S_p$  0.03~30mm。

3) 测量精度: ±5%。

4) 频率分析范围:

分10~100Hz, 100Hz~1kHz, 1~10kHz 3

档。

5) 选择性: Q=10 (恒10%带宽)。

6) 增益: 0 dB±0.5dB。

7) 供电电源: DC7.5V, LR6×5。

8) 整机功耗: 0.5W。

9) 外形尺寸: 285×80×50mm。

10) 重量: 0.65kg。

DZ-5的仪器外形及开关设置示于图19-1-14,

其中主要开关、旋钮的功能说明如下:

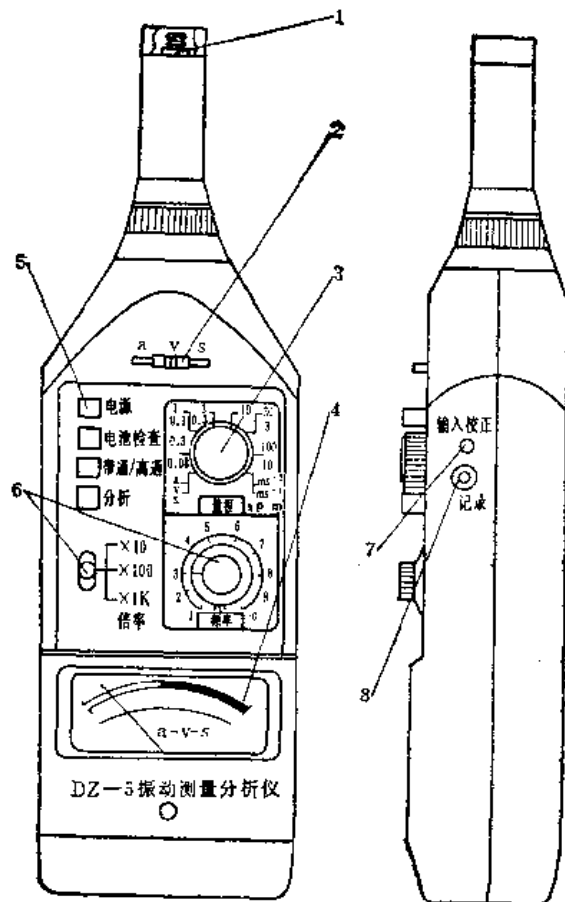


图19-1-14 DZ-5仪器外形及开关设置

指示表头 4：除可分别读出 A、V、S 的测量值外，32 线区用作电池检查，并附有分贝刻度

按键开关 5，共有 4 档：“电源”用于通断电源。“电池检查”按下按键，指针应在 32 线区，否则应换电池。“带通/高通”选择按钮键，未下按时为带通，下按锁住后为高通。当需对振动信号进行频率分析时，下按“分析”按键，即可对宽频带的振动信号进行手动频率分析。

倍率开关与频率调节旋钮 6：“倍率”开关共分 3 档。每档对应的频率调节范围列于表 19-1-1，只有在下按“分析”按键，对振动信号进行频率分析时，“倍率”开关与“频率”调节旋钮才配合使用。

表 19-1-1

倍率开关位置		频率调节范围(Hz)
第 1 档	×10	10~100
第 2 档	×100	100~1000
第 3 档	×1 k	1000~10000

对所测振动信号进行频率分析的方法：

按下“分析”按键，切换倍率开关，转动频率调节旋钮，即可找到一个或几个主要的频率成分。分析时表头指示的是各频率点的振动分量，对加速度、速度仍为有效值，位移仍为单峰值。

例如对一台转速为 1440r/min 的旋转电机，宽频带测得振动加速度量为  $32\text{ms}^{-2}$ 。按下“分析”按键后，依次切换倍率开关，转动“频率”调节旋钮，即可找到一个或几个主振频率。若在 ×10 档的 24Hz 处为表头指针指在  $2\text{ms}^{-2}$ ，48Hz 处为  $20\text{ms}^{-2}$ ，在 ×100 档的 144Hz 处为  $8\text{ms}^{-2}$ ，其它各频率点均低于基频 24Hz 处的振动值，则可列出分析结果如表 19-1-2。这样即可确定引起振动的原因，本例是由于转子的不同心度所引起。

表 19-1-2

振动总量		$32\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$
基 频	24Hz	$2\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$
二次谐波	48Hz	$20\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$
六次谐波	144Hz	$8\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$

8. DF4074W 多通道 FFT 信号分析仪、200 型 机器故障分析仪

(1) DF4074W 多通道 FFT 信号分析仪 是由宁波东风无线电厂设计并制造的频谱分析仪。它是一种设计新颖、性价比较高、功能可扩充的高性能、轻便型信号综合分析测量仪器。它具有通道多(标准 4 个)、频带宽(DC-50kHz)、精度高(分辨精度为 0.01%FS)、动态范围大( $\geq 70\text{dB}$ )、存储容量大(最大可达 640kB)、功能齐全、使用方便、应用范围广等优点。

该仪器在硬件上采用 INTEL 8086 高性能 16 位微处理器为 CPU，大量 LSI、VLSI 器件支持的总线模块化结构；软件开发中采用程序语言和汇编语言结合来实现各种数字信号处理功能。它除了能提供各种信号的频谱、相关、卷积、传递函数、概率统计、波形观察存储等传统分析处理功能外，还有一些现代分析仪器的功能，如频谱细化(ZOOM FFT)分析、倒频谱(Cepstrum)分析、1/1、1/3 倍频分析、三维阵图显示、大容量存储、抗混淆滤波以及自动显示标度和归一特性等。还可向用户提供十几种可编程子程序。

DF4074W 具有方便的人机对话功能，全部处理功能均以“菜单”方式操作，可通过双线游标进行数据快速检索和波形任意编辑，还可对命令进行修改、插入、删除、认可、保存或装载运行等一系列键操作。凡拥有 IBMPC/XT/AT 及其兼容微机可通过 RS232C 串行接口或 GP-IB 并行通信接口与 DF4074W 联机通信，对数字信号进行二次处理。

DF4074W 的主要性能参数如下：

#### 1) 处理功能

- ① 存储波形显示。
- ② 自互功率谱。
- ③ 自互归一化相关。
- ④ 线性谱(幅度与相位)。
- ⑤ 复频谱(实部、虚部显示)。
- ⑥ 传递函数与相干函数。
- ⑦ 脉冲响应。
- ⑧ 频域细化(ZOOM)。
- ⑨ 倒频谱。
- ⑩ 三维阵图显示。
- ⑪ 1/1、1/3 倍频分析。
- ⑫ 赖奎斯(Nyquist)图分析。

2) 自编组合功能 通过 PROGRAM(编程)键进入编程状态，用 INSERT(插入)键、DELETE(删除)键、MODIFY(修改)键、OK(认

可) 键进行高级编程, 通过SAVE (保存)、LOAD (装载) 和RUN (运行) 键处理自编功能, 按COPY 键可获得硬拷贝图形。

### 3) 输入部分

① 通道配置: 1~4 通道任选, 有扩充 8 至 16 通道的能力。

② 阻抗:  $\geq 1 \text{ M}\Omega$ 。

③ 耦合方式: DC/AC (0.5Hz/-3dB)。

④ 电压量程:  $\pm 5 \text{ mV}$ , ……  $\pm 100 \text{ V}$ 。按 1、2、5 分 15 档, 可预置或手工触控调态, 有信号溢出过载指示。

### 4) 分析部分

① 分析频率: DC~50kHz, 按 1, 2, 5 共分 13 档, 即 5 Hz, 10 Hz, …… 20 kHz, 50 kHz。

② 分辨率 (K 为 ZOOM 放大因子):

幅度: 1/4096 满量程;

频率: 1/(400×k) 满量程。

③ 动态范围: 70dB。

④ A/D 变换: 12Bit, 最大采样率为 128kHz, 采样频率为分析频率 2.56 倍。

⑤ 抗混叠滤波:  $\pm 0.1 \text{ dB}$  通带波动, -120dB/OCT 过渡斜率, 截止频率随选定的分析频率连动。

⑥ 海量存储器: 每块 320kB, 二块共 640kB。

⑦ 采样选择: 内/外采样, 自由和触发或平均等模式。

### 5) 显示部分

① 显示屏幕: 7 英寸绿色高分辨率 CRT, 并有视频输出及复合视频输出, 供外接大屏幕。

② 显示分辨率: 400 线。

③ 显示方式: 单双曲线、赖奎斯图、三维图显示及“菜单”显示, 谐波列表等。

④ 图形注释: 各种分析结果均可按相应方式显示, 并有现行数据状态指示和设定参数指示等。

⑤ 数据检索: 屏幕图形数据采用游标检索, 并可结合“FAST”键快速定位读数, 有绝对和相对两种坐标输出。

⑥ 波形编辑: 可对任一存储数据作快速任意编辑。

### 6) 外接 I/O 接口

① 视频输出。

② 并行打印机接口。

③ RS232C 串行通信接口。

④  $\mu$  序列信号同步输出。

(2) 200 型机器故障分析仪 是宝应振动仪器厂和哈尔滨工业大学联合研制的。它主要参考了日本川铁的 MK-200 精密振动诊断仪, 并结合了我国的实际情况, 增加了倒频谱分析、外触发同步时域平均、CRT 显示等功能, 以适应不同需要。

该仪器是一种便携式的微机化 FFT 分析仪, 它集传感器、电荷放大、归一放大器、积分器(单积、重积)、抗混叠滤波器、A/D 转换、微机分析处理, 打印显示输出为一体。它操作方便, 全部功能键操作, 功能选择、量程均自动识别。仪器还具有极好的电源抗干扰能力。

仪器的中央处理器采用 Z80A CPU, 时钟为 4 MHz, 利用软件实现 FFT 运算, 为了提高运算速度, 采用了汇编语言的快浮点算法, 整个程序均已固化。在 ROM (只读存储器) 内, 不必对程序进行加载, 打开电源开关即可使用, 每次只需按一个键, 就可得到所需结果。

200 型机器故障分析仪能有效地提供以下的功能:

1) 单通道 10kHz 示波器。

2) 数字式波形存储器。

3) 数字电压表 (均方根值、峰峰值同时显示)。

4) 单通道频谱分析仪, 频率范围为 0~10kHz。

5) 信号平均仪。

6) 积分器。

7) 单通道低通滤波器。

8) 电荷放大器。

200 型仪器的主要性能参数如下:

### 1) 输入部分

① 输入方式: 电荷、电压。

② 加速度传感器灵敏度范围:  $10 \text{ pC/g} \sim 100 \text{ pC/g}$ 。

③ 最大输入: 电荷 1500PC, 电压 15V。

④ 量限:

加速度: 0.015~15g 6 档选择;

速度: 0.15~150 $\text{mms}^{-1}$  6 档选择;

位移: 1.5~1500 $\mu\text{m}$  6 档选择。

⑤ 抗混叠滤波器:

衰减  $> 70 \text{ dB/OCT}$ ;

通带波动  $\leq 0.2 \text{ dB}$ 。

⑥ 输入采样:

8 bit A/D转换器512点，  
最高采样频率25.6kHz。

- ⑦ 分析频率范围：  
5 Hz~10kHz 分5档可选  
(100Hz, 500Hz, 1 kHz, 5kHz, 10kHz)。

## 2) 处理功能

- ① 时间域：  
a. 时间轴瞬时波形；  
b. 时间轴波形扩展；  
c. 时间轴波形平均；  
d. 时间轴积分；  
e. 时间轴波形，真有效值、峰峰值。

- ② 频率域及其他：  
a. 幅值谱（峰值谱）；  
b. 功率谱；  
c. 倒频谱；  
d. 频域平均；  
e. 图形扩展。

③ 数据分析：分析当时输入信号。

④ 数据转储：仪器分析的结果存入盒式录音机，亦可回送。

⑤ 谱图比较：将现时谱和送入仪器的历史谱同时显示，供分析比较。

3) 监测功能 在时域自动将设定值与测量值比较，10分钟循环一次。

## 7. HZ-8500型轴运动监视仪、JX-1型加速度校准仪

(1) HZ-8500型轴运动监视仪 是北京测振仪器厂与清华大学精仪系联合研制的产品。它可用于对各种旋转机械如电机、汽轮机、鼓风机、空压机等的轴振动、轴位移、转速、轴心轨迹等进行长期监测。仪器采用电涡流原理，可实现对旋转体的非接触测量。全套系统由电涡流传感器、前置器和监视单元三部分组成，具有报警和防爆性能。仪器的技术指标与美国本特利公司的7200系列产品一致，并有相同的结构尺寸，可以直接作相应对接。

HZ-8500的主要功能、指标和型号如下：

1) 探头及前置器 HZ-8500系列轴运动监视仪配套用的探头和前置器也可以单独用来对各种机器设备进行非接触位移、振动或其他运动的测量，被测物体必须是金属体。探头和前置器的技术指标列于表19-1-3。

表 19-1-3

	探 头	前 置 器
型 号	85811-01	85745-01(4m延长电缆) 85745-01A(8m延长电缆)
输出灵敏度	8mV/ $\mu$ m	
测量范围	0~10kHz	
分辨率	1 $\mu$ m	
线性度	1.5%	1.5%
工作温度	-30°C~150°C	-30°C~70°C
温漂	0.1%/°C	0.1%/°C
系统(线性)		

前置器供电电压为DC-24V，输出可接交、直流电压表或输入到计算机。

前置器可发出 $f_s = 1$  MHz的射频信号。此交变信号由连接电缆引至探头，并在探头顶部周围的一定范围内形成交变磁场。当具有一定电、磁性质的被测物体处在有效范围内，便在物体表面形成交变电涡流，此电流又通过线圈反作用于射频信号。电涡流大小与间隙有关，当间隙不变时，便形成一恒幅值信号，当间隙大小随时间变化时，便会形成与间隙变化规律相同的调幅信号。该信号经幅度检波器就在前置器输出端输出与间隙变化成正比的电压信号。

2) 单通道振动单元 其主要功能是监测旋转机械轴对轴瓦(座)的相对振动，共有三种型号，其量程也不同：

85200-01型 量程：0~100 $\mu$ m(峰-峰)。

85200-02型 量程：0~200 $\mu$ m。

85200-04型 量程：0~400 $\mu$ m。

单通道振动单元的主要指标是：

频率范围：4~4000Hz。

显示精度： $\pm 2.5\%$ (FS)。

输出精度： $\pm 1\%$ (FS)。

输出阻抗：1k $\Omega$ 。

3) 单通道位移单元 其主要功能是监测旋转机械轴对轴瓦(座)的相对位移，共有两种型号：

85300-01型 量程： $\pm 1$ mm( $\pm 0.75$ mm)。

85300-02型 量程： $\pm 2$ mm。

单通道位移单元的主要指标与单通道振动单元相同。

4) XY振动单元(双通道) 其主要功能是监

测旋转机械轴对轴瓦(座)的相对振动,它监测的是某一径向平面两个方向互相垂直的振动,其两路输出接示波器,可观察此点的轴心轨迹。

它共有三种型号,以适应不同的量程:

85100-01型 量程: 0~100 $\mu$ m (峰-峰)。

85100-02型 量程: 0~200 $\mu$ m (峰-峰)。

85100-04型 量程: 0~400 $\mu$ m (峰-峰)。

其主要指标与单通道振动单元相同。

5) 转速单元 其主要功能是监测旋转机械的转速,并输出键相位信号(5位数码显示)。只有一种型号: 85700-01型。

其主要指标如下:

测量范围: 300~99000r/min。

测量精度:  $\pm 0.01\%$  (FS)。

分辨率: 1r/min。

6) 电源单元 其主要功能是供给监视仪各单元工作电压灯试验电压并有电源升速抑制功能。

型号: 85050-02型

其主要指标是:

输入电压: 交流220V (50Hz)。

允许电源波动:  $\pm 15\%$ 。

整机功率: 约100W。

HZ-8500型轴运动监视仪的内部结构为抽屉式,可根据测点需要灵活组合不同单位,仪器的容量为7表位,电源、转速单元各占2表位,振动和位移单元各占1表位。其前面板设置示于图19-1-15。

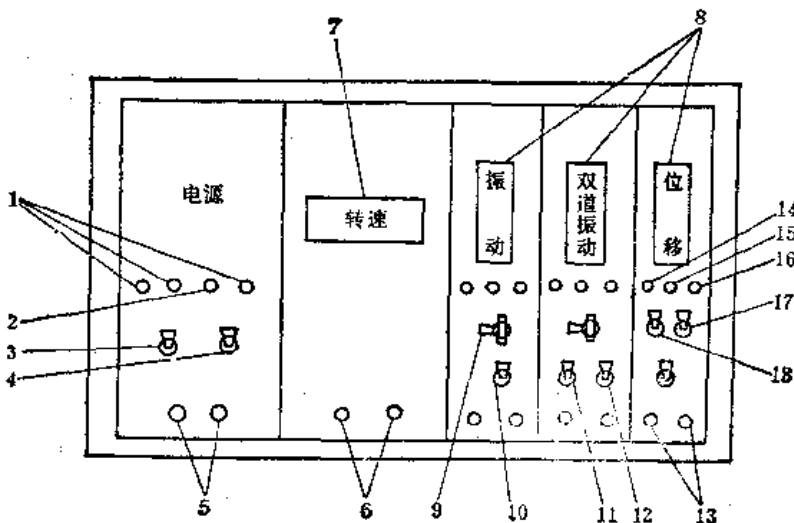


图19-1-15 HZ-8500型轴运动监视仪前面板设置

- 1—内部直流电压指示灯;
  - 2—灯试验指示灯;
  - 3—总复位开关;
  - 4—灯试验开关;
  - 5—键相位前置器输出插座;
  - 6—转速(键相位)前置器输出插座;
  - 7—转速数码管(5位);
  - 8—振动、位移表头,表头左边刻度为电压(测前置器安装间隙),表头右边刻度为振动位移;
  - 9—报警危险设立开关,单振、双振相同;
  - 10—间隙电压开关,单振、位移单元相同;
  - 11—垂直,振动读数和间隙电压读数开关;
  - 12—水平,振动读数和间隙电压读数开关;
  - 13—前置器输出插座,振动和位移单元相同,双振为两路输出;
  - 14—报警指示灯,振动位移和双通道振动相同;
  - 15—正常指示灯,位移和双通道振动相同,表明传感器前置器安装及连线正确;
  - 16—危险指示灯,振动、位移和双通道振动相同;
  - 17—位移单元,正负向报警设定开关;
  - 18—位移单元,正负向危险设定开关。
- 仪器后面板各种设置示于图19-1-16。

(2) JX-1型加速度校准仪 是北京测振仪器厂的产品。当压电式加速度计经过一段时期的使用后,或者由于某种用途需要加长或改变电缆时,灵敏度都要发生变化。为了保证测量精度,往往需要对加速度计重新标定,有时还需要对整套测量系统进行标定。而JX-1型加速度校准仪就是一种小型、便携式校准仪器,它可以非常方便地完成上述任务。

该仪器包括:文氏电桥振荡器、功率放大器、放大及检波电路、稳压电源和一个具有前后两个台面的振动台。文氏电桥振荡器产生79.6Hz的正弦电压,调节前面板上的电位器,由槽形电表指针指示即可方便地调到1g。

JX-1的原理框图如图19-1-17。

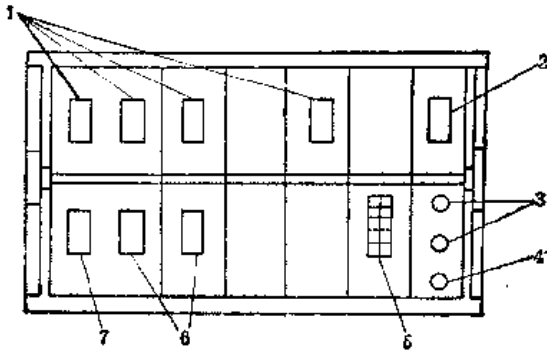


图19-1-16 HZ-8500轴运动监视仪后面板设置  
1—前置器接线端子板 2—键相位前置器 3—2A  
保险丝 4—备用保险 5—电源接线端子 6—继电器  
接点接线端子 7—报警铃

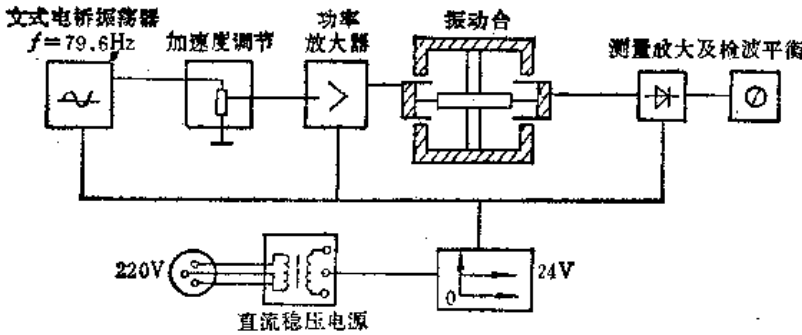


图19-2-17 JX-1型加速度校准仪原理图

所示，主要部分如下：

1) 直流稳压电源 它是可调稳压电源，并具有差动放大器和辅助电压。220V交流电源经变压器降至36V，然后经桥式整流和滤波后，接至具有差动放大器的稳压电路，使输出电压的温度稳定性提高，而增加辅助电压的环节则是为了使输出电压的稳定性提高。

该稳压电源输出24V，波纹电压小于2mV，在外界电压220V±10%变化时，该电压基本不变。

2) 文氏电桥振荡器 它是一个晶体管RC振荡器，包括两个RC网络和一个两级移相器。采用一个具有负温度系数的热敏电阻稳幅。振荡频率固定为79.6Hz，输出幅度0~3V。

3) 功率放大器 它可将振荡信号增强，并使振荡器与驱动线圈的阻抗相匹配，输出驱动电压的大小是靠振荡器输出部分的电位器来完成的。输出电压幅度0~5V以上。

4) 放大及检波电路 它包括一线性放大器、检波器和一平衡电路。±100μA槽形电表接在平衡

电路中。当来自功率放大器的信号电压相当于推动振动台振动量为1g时，指针正好指在0点。当电源切断时，指针也返回0点。

JX-1仪器的主要技术指标如下：

- 1) 精度：优于5%。
- 2) 失真度：功放失真度：<1%，台面失真度<1%。
- 3) 频率：79.6Hz±0.5Hz (φ=500)。
- 4) 内部发生器：  
加速度：1g，速度：19.62mm/s<sup>-1</sup>(峰值)；  
位移：78.42μm(峰-峰)。
- 5) 最大负载质量：80g。
- 6) 振动台系统的运动质量：100g。

7) 外部驱动发生器范围：

- 50~2000Hz。
- 8) 最大输入功率：5W。
- 9) 线圈阻抗：驱动线圈，  
80Ω；速度线圈，500Ω。
- 10) 最大振幅：±1.5mm。
- 11) 温度范围：+10°~  
+35°C。
- 12) 横向运动：<10%。
- 13) 电源：交流：220V±10%，

耗电5W。

直流：24V，30mA。

- 14) 外形尺寸：200×180×150(mm)。
- 15) 重量：5kg。

JX-1型加速度校准仪采用铝型材组成机箱骨架，和左右旁板构成封闭的金属机箱，中央水平用叶形弹簧紧固住振动台体。两个台面分别裸露在前后面板的中央位置(图19-1-18)。槽形指示电表、加速度电平调节电位器、控制开关、电源开关分别装在前面板上；交直流电源插座、保险丝座、多功能插孔均安装在后面板上。

### 8. ZH911测振表/数据采集器

ZH911测振表/数据采集器是北京振华高技术发展公司开发的、把测振同采集为一体的仪器，其价格只与测振表相当。它可以测量和存储1000个测点的振动加速度、速度和位移，作平均处理后可自动与基准值或报警限比较并报警。它还可以存储22个1024点振动波形，所有存储的数据均可送到PCXT/286/386/486等同型微机建立设备维修数据库和进行信号分析与故障诊断。它还可设计成不用

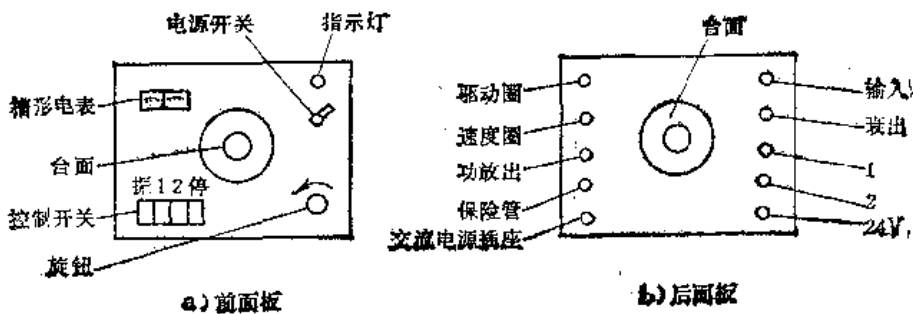


图19-1-18 JX-1前后面板设置图

微机，而能独立进行数据搜集，设备管理和趋势分析。ZH911具有小巧轻便，易于操作掌握的特点，十分适合企业用于状态监测和故障诊断工作。

ZH911型测振表/数据采集器的主要参数如下：

1) 量程范围/最高分辨率(在传感器灵敏度为 $10\text{PC}/\text{ms}^2$ 时)

加速度峰值： $1 \sim 250\text{ms}^{-2}/0.008\text{ms}^{-2}$ 。

速度有效值： $1 \sim 250\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}/0.008\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

位移峰峰值： $20 \sim 5000\mu\text{m}/0.16\mu\text{m}$ 。

电压峰峰值： $80\text{mV} \sim 20\text{V}/0.64\text{mV}$ 。

2) 频率范围

加速度： $10 \sim 5000\text{Hz}$ ；

速度： $10 \sim 1000\text{Hz}$ ；

位移： $10 \sim 500\text{Hz}$ ；

电压： $10 \sim 5000\text{Hz}$ ；

采样频率为 $12.8\text{kHz}$ 。

3) 动态范围： $48\text{dB}$  测量动态范围 +  $48\text{dB}$  增益调整范围。

4) 测量精度： $\pm 5\%$ 。

5) 传感器类型：压电加速度式，灵敏度可调。

6) 平均次数：峰值和峰峰值为4次，有效值为2次。

7) 存储能力：1000个常规测点(包括序号、测点名，加速度或电压峰值，速度或电压有效值，位移或电压峰峰值，状态字等)和22个1024点波形。

8) 电源：4节5号电池，可使用8小时。

9) 外形尺寸： $160 \times 87 \times 38\text{mm}$ 。

10) 重量： $0.4\text{kg}$ (包括电池)。

ZH911所附微机软件为中文设备维修数据库及信号分析与处理软件包各一套。

ZH911的面板及按钮设置示于图19-1-19。

面板包括4部分：最上面是显示器，为4位

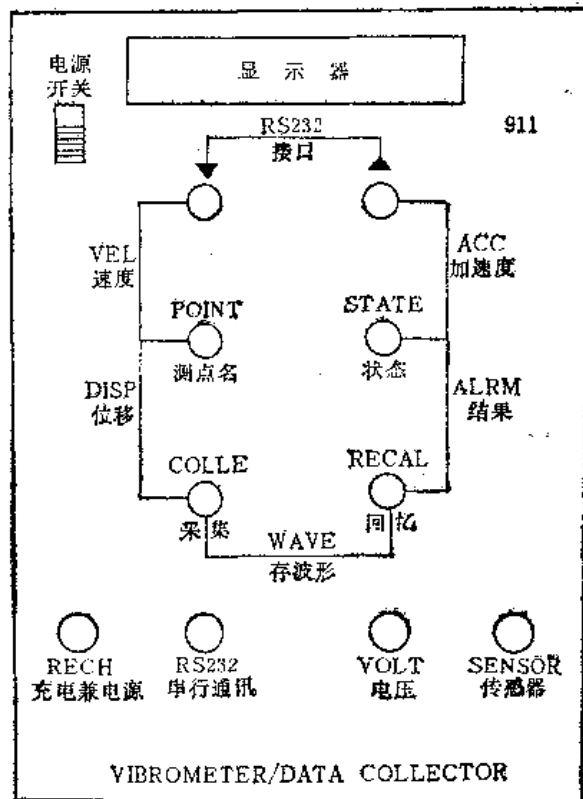


图19-1-19 ZH911测振仪/数据采集器

LED发光管；左上角是电源开关；中间为6个操作键，最下面是4个插座。

在键盘上包括6个独立键和6个复合键，它们是：

1) 测点名 (POINT)：显示当前测点。

2) 状态 (STATE)：显示当前测点的测量状态和内存状态。其字符含义是：

第1个字符：S = 传感器输入方式；

U = 电压输入方式。

第2个字符：A = 按加速度报警；

U = 按速度报警；

d = 按位移报警；

第3个字符,  $\square$  = 已进行过测量, 内存中为新数据;

$\square$  = 内存中为老数据 (基准值或报警值)。

第4个字符: H = 已存有波形

N = 该测点未存波形

3) 采集 (COLLE): 测量, 计算, 显示, 平均处理并报警。

4) 回忆 (RECAL): 按一下此键, 则显示的速度、位移、加速度等为基准值或报警限等老数据 (显示一个“O”字符)。再按一下, 则显示新数据 (显示一个“ $\square$ ”字符)。

5) 减少 (V) 和 6) 增加 (A): 用于改变测点名, 测量输入方式, 传感器灵敏度和报警倍乘因子等。

7) 加速度 (ACC) = A + 状态: 显示加速度或电压峰值。

8) 速度 (VEL) = V + 测点名: 显示速度或电压真有效值。

9) 位移 (DISP) = 测点名 + 采集: 显示位移或电压峰峰值。

10) 串口 (RS232) = V + A: 进行串口通讯, 显示“-”并等待PC命令。PC发出结束通讯命令后显示“End”。

11) 结果 (ALRM) = 状态 + 回忆: 再现测量结论。

12) 存波形 (WAVE) = 采集 + 回忆: 存储上次测量的波形, 显示存储的波形序号, 如已经存了22个波形, 则显示“FULL”。

除了上面的12个常用键外, 还有几个非常用键, 它们是:

1) 内存格式化 = 测点名 + A。

2) 显示传感器灵敏度 = V + 采集。

3) 显示报警限倍乘因子 = A + 回忆。

4) 显示当前测点的顺序号 = 测点名 + 状态。

位于面板下端的4个插座自左至右分别为:

1) 充电兼外接电源 (RECH): 输入9V (100mA) 可对机内电池充电, 或作为外接电源。

2) 串行通讯接口 (R232): 用于与PC通讯。

3) 电压 (VOLT): 电压测量输入。

4) 传感器 (SENSOR): 压电加速度传感器输入。

ZH911的测量功能较多, 但操作使用十分方便, 现仅就几个主要方面略述于下:

(1) 振动测量 即作测振表使用。

1) 首先将面板左上角的电源开关向上推, 此时显示器应有变化, 否则是无电池或充电不足。再将传感器插头插好, 并将传感器固定到待测设备上。

2) 然后按一下左下角的采集键 (COLLE)。显示器则将依次显示: “SEN” (传感器输入方式), “U” (测量速度), 速度真有效值, “d” (位移), 位移峰峰值, “A” (加速度), 加速度峰值, 最后显示测量采集的结果。

3) 在用“测点”和“A”, “V”键找到你所要的测点名后, 应该先按“状态”以确认输入方式与实际接线相符。如不一致, 则可用“A”或“V”来改变输入方式或改变输入插座。

4) 测量采集的结论共有4种:

“Good”: 振动未超限, 一切正常;

“A-HL”: 振动值超过了基准值 (即内存中该测点原来存储的老数据) 与报警限倍乘因子的乘积。ZH911只对3个振动特征值之一 (由状态字第二个字符表示) 进行比较报警。

“BA-L”: 电池电压低, 无法测量。

“OVFL”: 输入信号过载。有两种可能: 一是输入信号太大; 二是在测量过程中出现了瞬间的大干扰信号。后一种情况可以再按一下采集键重测一次。

(2) 存储测量数据

1) 因特征值的存储是自动实现的。每当你改变测点名时, ZH911会自动检查上一个测点是否有新测数据, 如有则将其存储起来 (包括状态字, 加速度或电压峰值, 速度或电压有效值, 位移或电压峰峰值)。由于新数据与老数据 (基准值或报警限) 占用相同的内存空间, 所以新数据存储后老数据就丢失了。

2) 如果你希望对某个测点的振动作更进一步的信号分析或故障诊断, 则可在采集后按下“存波形”复合键, 将刚刚测到的加速度或电压波形存储起来, 以便以后送到微机。每次存储后, 显示器会显示刚刚存入的波形的序号, 如同“N-12”。最多可存22个1024点波形。存满后会显示“FULL”。

(3) 内存格式化 内存格式化是专门为没有微机而用ZH911单独作设备监测和按状态进行维修



的用户设计的功能。在按下复合键“测点”+“入”后，ZH911按自然顺序为1000个内存单元中的测点名命名，并将全部状态中的新老标志置为“老”，将有无波形标志置为“无”。

(4) 与微机联用 其典型用法是：首先，用微机通过串行通讯线将已设置好的传感器灵敏度，报警限倍乘因子，巡检路线（即测点名及顺序），各个测点的输入方式、报警变量名以及加速度、速度和位移的基准值或报警限送入ZH911。然后用ZH911去现场进行测量和采集。采集完后再用串行通讯线将采集到的新数据送到微机中的设备维修数据库或信号分析软件包。

(5) 独立进行数据采集与设备管理 不用微机而单独用ZH911作设备监测的方法是：

1) 根据工作方便设计一条巡检路线，在每个设备测点上按自然顺序标上测点名，每条路线的测点数应不多于1000。

2) 对ZH911作内存格式化处理。

3) 巡检每个测点，在ZH911的测点名与设备上的测点名一致后进行测量，这时可以忽略老数据和测量的最后结论，因为老数据在第一次测量以后即为上次该点的测量值而不是基准值或报警限。

4) 巡检结束后按一下“回忆”键，就可以依次将所有测点的新测振动数据读出并记录到设备档案中或画趋势图。

对于不用微机的使用者，生产厂可提供一种不存波形而增加测点数，和可以固定存储基准值的ZH911A。

### 9. JGZY-1型机械故障综合诊断仪

JGZY-1型机械故障综合诊断仪是上海第二工业大学机械故障诊断研究室在上海复旦大学计算机

系的协助下，与洛阳矿山机器厂、上海重型机器厂合作研制成功的一种适用于金属切削机床及其他旋转机械现场诊断的仪器。

使用该仪器无须进行机箱解体，即可找出其中元件的故障源。它集4种传感器于一体，可完成放大衰减、信号预处理、信号分析、显示、打印等全部功能。这4种传感器是：

1) 刀具功能传感器 它是上海第二工业大学的专利技术，可在加工刀具内拾取故障信息，经处理后可指出影响加工工件表面的质量或丧失加工精度的有关零部件的故障和损坏趋势。

2) 噪声传感器 它是驻极体电容传感器，对于轴承点蚀、齿轮严重磨损，以及一些作用力较低但振动较强的故障，进行噪声分析具有独特的优越性。

3) 振动传感器 它是压电式加速度计，可用于拾取机械设备中引起振动的故障响应信号，以供进行综合诊断，其频响范围在1Hz~10Hz之间。

4) 光电传感器 它利用轴部预设的光标，可以测准机械的运转频率，以供计算传动链中的故障特征频率使用。将该频率与谱图中故障能量大的频率对号，即可得出诊断结果。

JGZY-1的结构原理框图如图19-1-20所示。

该仪器采用了有限宽带包络解调方法，将周期脉冲响应信号的载波成分去掉，将信号恢复成周期衰减脉冲的形成，再进行FFT变换，就成为一个解调谱。从而，可以利用它的频谱图进行故障诊断，找出故障部件的特征频率。

该仪器还采用了双特征频谱分析法，对原始谱和解调谱的频率成分进行综合分析。根据故障能量在原始谱和解调谱上的分布情况，相对大小、谐波

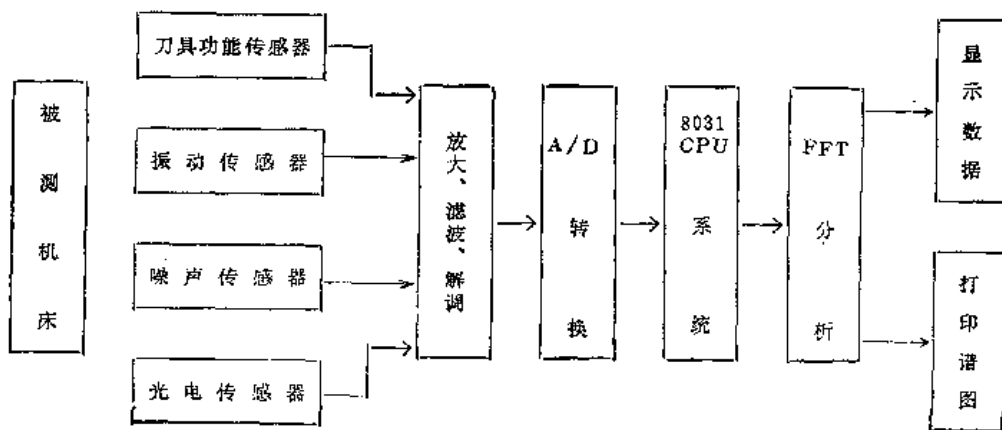


图19-1-20 JGZY-1结构原理框图

成分, 进行正交分析, 并结合机械原理, 对故障源的平稳波动和冲击波动两种特征进行综合评价。

该仪器在数据分析部分采用了集成度高、可靠性大、实时控制方强的单片机系统 (MCS-51), 从而携带方便, 进入现场试测。而且它所匹配的FP10型绘图仪, 可绘出清晰、直观的百分误差能谱图和时间域样本图, 有利故障分析。

(1) JGZY-1的主要性能参数

- 1) 采样频率: 0.02Hz~9999Hz。
- 2) A/D变换: 8位, 转换时间100μs。
- 3) 测频范围:  $f = 0.0001 \sim 9999\text{Hz}$ 。
- 4) 采样点数:  $n = 1 \sim 9\text{K}$  ( $K = 1024$ , 为单个样本点数)。
- 5) 分析频率的分辨率:  $\Delta f = 0.0001\text{Hz}$ 。
- 6) 抗混滤波器阶数: 四阶。
- 7) 滤波器通带范围: 5档:  
0~2Hz; 0~20Hz; 0~200Hz;  
0~2kHz; 0~5kHz。
- 8) 信噪比: 大于50dB。
- 9) 电源和功率: 交流50Hz, 220V ± 20V。  
消耗功率: AC50W。
- 10) 外形尺寸: 450×250×80mm, 便携式。

(2) JGZY-1的面板结构 如图 19-1-21 所示。

示。

- 1—交流220V电源插座。
- 2—仪器电源开关: 按下开关电源接通, 指示

灯亮红光。

- 3—CH2/A 加速度传感器输入信号接口, 用以拾取被测系统的振动信号。
- 4—CH1/1噪声传感器输入信号接口, 用以拾取被测系统的噪声信号。
- 5—CH1、CH2、CH3分别与3个信号输入口相对应。
- 6—信号输入衰减步进式选择开关: 可根据被测信号的电压幅值, 选择适当的衰减档, 共分11级。
- 7—上下限幅指示灯: 可使输入信号控制在上下限幅之内, 不致失真。
- 8—交流电表, 用以观测交流电平。
- 9—直流电表, 用以提高2.5V被测电压信号, 使信号恒为正值。
- 10—解调选择按键: 当用加速度传感器时使用, 以便将被调制的低中频信号还原。但在用刀具功能传感器时不用。
- 11—滤波选择按键: 共有5个频段可供选择: 0~2, 0~20, 0~200, 0~2000, 0~5kHz。
- 12—数码管显示: 共有6位, 其中5位用以显示频率值或转速。
- 13—键盘: 共有功能键5个, 数字键及小数点键11个。
- 14—光电输入指示灯: 指示光电信号输入的

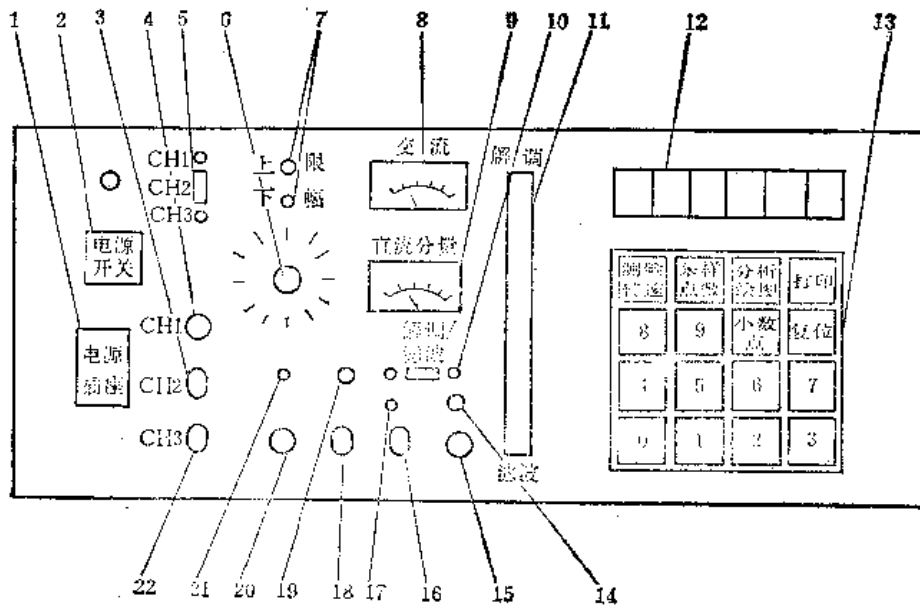


图19-1-21 JGZY-1型机械故障综合诊断仪面板

0~1电平。

15—光电输入插口：用以拾取来自光电传感器的信号，一般用于测量回转频率，但也具有宽广频域的计频率功能。

16—信号输出：可将信号接入示波器，以便进行时域图形检测。

17—解调指示灯：将解调/滤波开关拨向解调时，其下对应位置上的指示灯亮。

18—信号输出：与16同。

19—光电电平调整旋钮：可调整光电切割电平，达到每一个周期一个脉冲。

20—仪器调零旋钮：为开机后直流电平调零使用。

21—增益选择开关：有+40、+50dB二档，可与衰减档合用。

22—CH3/FS 刀具功能传感器输入接口。可用以指出影响加工工件表面质量的机床故障源。

(3) JGZY-1 的使用方法及操作步骤 在使用前要先准备好被测系统的传动链及轴承参数，对仪器调零，解调状态下直流表应为0，滤波状态下直流表应为2.5V。并将PP40绘图仪联机并装好打印纸。操作步骤按以下程序进行：

1) 打开诊断及绘图仪电源开关。

2) 将传感器放在被测系统敏感部位，并使其输出线与本机对应输入插口相联。调节有关旋钮，使被测信号电压值适当，如光电输入时可调旋钮19，其他信号输入时可调旋钮21。

3) 根据用户要求选择滤波按钮。

4) 根据传感器类别选择解调/滤波拨键。

5) 按仪器键盘上的功能复位键，当显示“P”时即可开始工作。

6) 按测频键当显“F”时，可得某部件的旋转频率。再按本键即可转入测转速的程序。

7) 按采样键当显“C”时，再根据滤波频率（一般是其2.56倍）按数字键。

8) 按同一键当显“n”时，再按数字键置采样点数。

9) 按同一键即进入采样程序，所需时间为  $n \times 1024 / f_{\text{采}}(\text{s})$ ，结束时显示“E”，即END。

10) 按分析键可进行FFT分析及几次平均。显示“A”时，即为ANALYSIS，结束时显“P”，即PASS。自动转入绘图程序。

11) 绘图仪可输出百分误差能量谱图，并打出5个主要参数：采样次数、最大百分能量值、直流分量值、信号平均总误差能量及频谱分辨率。

12) 用户可根据谱图上的峰值点进行人机对话，以求出峰值的误差能量值和所对应的频率值。当按打印键显“PF”时，可键入“首位序号”值。当按同一键显“PE”时，可键入“末位序号”值。再按同一键，即可打印出包括你所需要的峰值点及附近的若干频率值及能量百分值。

13) 如希望将同一谱图再打印，只要重按信号分析键即可。

14) 如要重新设置采样频率、采样点数，或更换了传感器，以及改变低通滤波频率段及进行解调/滤波选择，应先按复位键再重复6至12的各项程序。

## (二) 温度测试仪器

### 1. SW-2型便携式数显表面温度计

浙江慈溪光华数字显示仪器厂生产的SW-2型便携式数显表面温度计（图19-1-22），配用由先进工艺制造的片状弹性热电偶表面探头及其他各种测温热电偶探头，具有测温快速、准确、方便的特点。可用于设备简易诊断，测量轴承、轴瓦、电机、齿轮箱及其他机械动力设备的表面温度。它还可用于对红外热相仪的测温进行校验和标定。

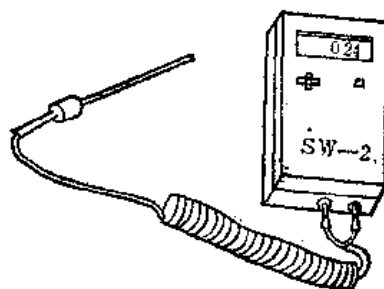


图19-1-22 SW-2型便携式数显表面温度计

其主要技术指标有：

- 1) 量程：0~400℃；-50~1200℃两种。
- 2) 精度：±(0.5%满量程+1)℃。
- 3) 分辨率：1℃。
- 4) 反应时间：<10s。
- 5) 电源：6F-22，9V电池一节。
- 6) 尺寸：160×80×30mm。

## 2. IRT-1200型手持式快速红外测温仪

西安国营西北光学仪器厂生产的 IRT-1200 型手持式快速红外测温仪（或称点温计），是一种结构小巧，用电池进行工作的无触点温度测量仪器。它可将设备材料或被测物辐射出来的红外线辐射能量通过光学系统变成电信号，再经微计算机处理，由四位数字液晶显示器直接显示出来。该仪器全部采用 CMOS 电路，功耗较小，而且具有自动环温补偿功能，为精确测量，可将被测物的辐射系数及环境温度置入内存作为修正系数。该仪器可显示温度测量值的最大最小、平均、温差及瞬时值。

IRT-1200 的工作原理如图 19-1-23 所示。从物镜所收集的目标物体所发射的红外辐射光子，经光栅滤光器调制成为有一定频率的光子信号，聚集到红外探测器上，再经后部电桥转换为电压信号，并通过预放、选频和末级放大，最后显现到显示器上。

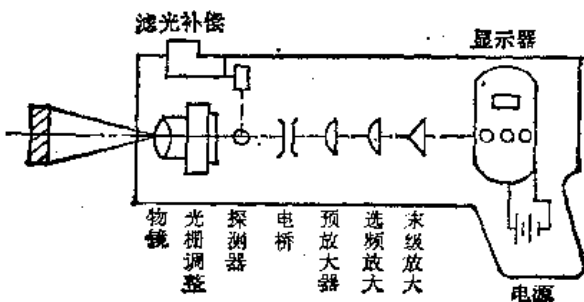


图19-1-23 IRT-1200的工作原理图

IRT-1200 的外形结构示于图 19-1-24。整个机体和一只大型手枪相似，枪筒内装有仪器组件，枪筒上装有可供瞄准被测物体的瞄准镜，枪筒后部端面是操作仪表盘，手把内可装电源电池，手把前方的机钮是测温按钮。

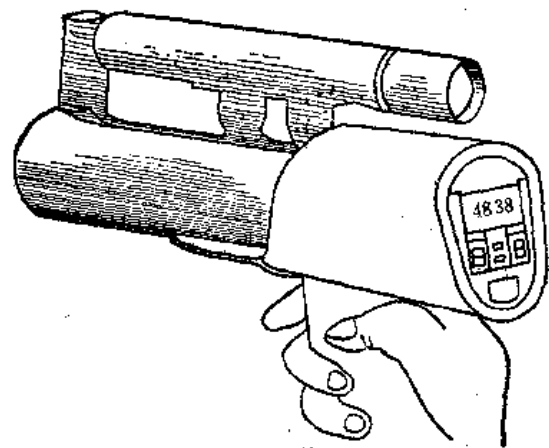
### (1) IRT-1200的功能特点

1) 当断续按压功能选择 (FUNCTION SELECT) 键，显示面板左侧的箭头就在标记 TMP、AVG、MAX、MIN、DIF 之间循环。

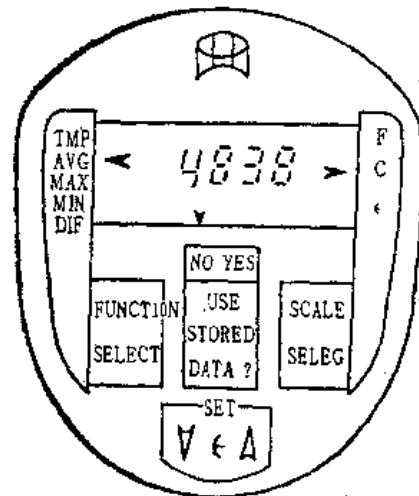
当箭头指向 TMP 时，显示的数字为松开按钮前的最后一个被测温度，也称为瞬时温度。

当箭头指向 AVG 时，显示的数字为平均温度。即一次动作中（从按下到松开按钮之间），所有读数的总和和被读数的总次数去除。

当箭头指向 MAX 时，显示的数字为一次动作中被测温度的最大值，即最高温度。



a) 外观



b) 表盘

图19-1-24 IRT-1200的外形及操作仪表盘

当箭头指向 MIN 时，显示的数字为一次动作中被测温度的最小值，即最低温度。

当箭头指向 DIF 时，显示的数字为最高温度与最低温度的差值，即温差。

动作一次以后，以上各种数据的计算就已全部完成，其结果便存贮起来。通过反复按压 FUNCTION SELECT 键，可使它们依次在液晶显示面板上显示出来。

当符号 “A” 出现在显示面板的上方时，表示以上各种计算使用了置入的环境反射温度做为修正系数。

2) 当按压 USE STORED DATA? (存储与否) 键，显示面板下方的箭头就在 NO、YES 标记之间移动。

若箭头指向 NO，表示开始测量时就已把上次动作中的测量数据从存贮器中清除了。每次压下按

钮的头几秒钟，显示面板都显示出“[[[[”，这表示存储器中的数据已被清除。

若箭头指向YES，表示上次动作中的测量数据和现行测量数据一起参加运算。这时，每次按下按钮显示面板不显示“[[[[”，而是一个测量数据。

3) 当按下SCALE SELECT (温标选择)键，显示面板右侧的箭头可以在标记“F、°C、°”之间循环。

当箭头指向F时，显示出的数字为华氏温度。

当箭头指向°C时，显示出的数字为摄氏温度。

当箭头指向°时，显示出的数字为辐射率。该数据可用△、▽键来增加或减少。其调整范围为0.10~1.00。

当符号“∧”在显示面板上方出现时，表示可置入反射环境温度。

4) 预置反射环境温度数值：被测物体附近的高温物体的温度为反射环境温度。在测量高温物体附近的物体温度时，应将反射环境温度先置入测温仪内以排除高温物体对测温精度的影响。其具体方法如下：

仪器的辐射率为1.00。按FUNCTION SELECT键，使左侧箭头指到AVG；按SCALE SELECT键使左侧箭头指到F或°C。背对被测物体，用仪器对所有影响被测温度的物体进行扫描测量，然后读出其平均值，这个值便是环境反射温度。

在符号“∧”并存的前提下，按压▽或△键，使显示面板上的数值等于已知的反射环境温度值。△符号必须在∧符号出现时，按压FUNCTION SELECT键才出现。”

按下SCALE SELECT键，使右侧箭头对准F或°C，∧保持、▲消失，这种状态下测量的结果才是被测物体的真实温度。

5) 用测温仪还能测量物体的辐射率。如果已知被测物体的准确温度，再用该仪器对其进行测温，此时显示的温度可能与被测物体的已知温度不同。通过调整本仪器的辐射率，再进行测量，直到使本仪器所测的温度与已知温度相同为止。此时，仪器中的辐射率即是被测物体的辐射率。

(2) IRT-1200A的主要技术参数

- 1) 测温范围：0°C~1200°C。
- 2) 工作环境温度：0~50°C。
- 3) 工作波段：8~14μm。
- 4) 测量误差：环境温度在25°C时，

测点温度在100°C以上，该数为±1%±1位数；

测点温度在100°C以下：±2°C。

- 5) 距离系数：40:1。
- 6) 视场角：0.66°。
- 7) 最小目标：φ40mm。
- 8) 体积：长27cm、高18cm、宽8cm。
- 9) 重量：1kg。
- 10) 功耗：小于300mW。

### 3. 841型热像仪

中国科学院上海技术物理所研制生产的841型热像仪是一种装有电脑的便携式工业热像仪。它具有快速、彩色电视图像显示和数字化图像处理等功能，是80年代新型智能化热成像系统。它显示目标的温度分布，并计算温度数值。热像仪测量温度具有快速、非接触、准确的特点，在很多工业部门和节能领域得到应用。

841型热像仪在工作原理上系由3个部分组成：摄像头部、微处理机和外围设备(图19-1-25)。另外配有交流供电电源或直流电源，可供用户选择。

(1) 摄像头部(简称头部) 头部内主要有红外光学系统、扫描器及其驱动电机、同步信号电路、红外探测器及其前置放大器等。来自视场范围内各物体的红外辐射，首先通过扫描器的作用，依照一定的扫描方式，由红外透镜聚焦在探测器的敏感元件上。探测器的作用是把人眼看不到的红外辐射转换成电信号，然后由前置放大器放大并输出至热像仪的微处理机。这个信号称作热图像信号。跟这一信号一起进入微处理机的还有温度补偿、同步脉冲信号。

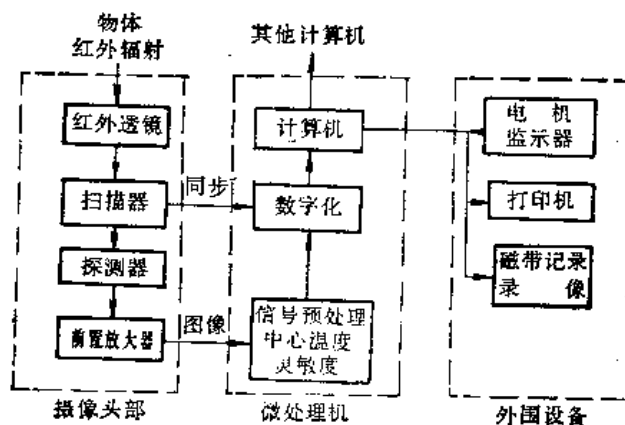


图19-1-25 841型热像仪工作原理

在摄像头部内还有调焦和放置滤光片、光栏的机构。要使显示屏上图像清晰，必须移动透镜进行对焦。在头部内有一个圆盘，拨动圆盘便可以调焦。在圆盘旁边有两个槽，用于安插滤光片或光栏。这种光栏式滤光片，在测量某些目标和在某些温度范围时十分必要。

(2) 微处理机 841型热像仪的微处理机的原理框图示于图 19-2-26。微处理机接收来自头部的所有信息，经过各种处理后输出图像信号，由电视监视器显示出来。在屏幕上显示的信息除了热图像之外，还有温度标尺（简称温标）、字符和各种计算数据。微处理机还提供各种接口，实现跟其他计算机系统的通讯、数据传输以及图像信息的多种记录。

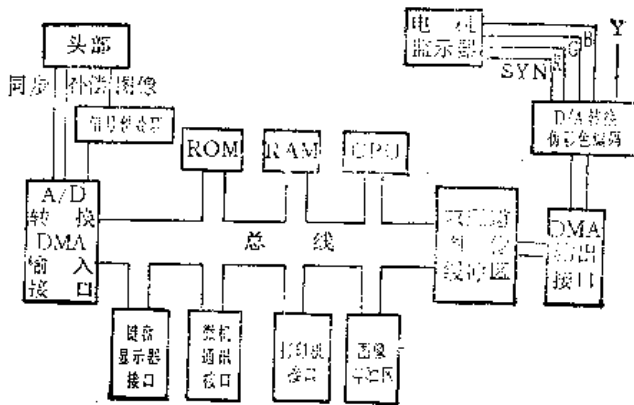


图19-1-26 微处理机框图

热图像信号在微处理机内首先通过信号预处理，恢复信号直流电平。然后，由A/D转换器转换成四位二进制数字信号。因而将目标温度分为16个等级，每一级的实际温度值以及两级之间的温度差都可通过中心温度和灵敏度两个旋钮开关来改变。数字信号由DMA接口向CPU请求总线后，存入图像缓冲区。图像的输出显示采用高速DMA方式。输出DMA按电视扫描频率从图像缓冲区读出图像信息。如果外围设备选用彩色监视器，则可使用R、G、B和复合同步信号，得到彩色显示的热图像；如选用黑白监视器，则仅需使用Y信号，它也是供录像机记录用的输入信号。

微处理机提供对头部扫描器的控制。在正常情况下，头部每秒扫描近10幅图像，每幅图像具有128条扫描线。A/D转换器亦以此输入图像格式进行采样。微处理机可以改变输入图像格式，以每秒近5幅、每幅128线的速率输入，并进行实时叠加处

理，得到一幅连续16幅叠加平均的图像。叠加处理的效果是大大地提高图像的信噪比。如16次叠加可改善信噪比4倍，因此温度分辨率亦提高4倍。

微处理机内图像存储区是供后备用。可存一幅热图像，在多种图像处理功能中都要用它。微处理机共有32个功能键，其中一个专用于复位。

(3) 热图显示 显示的热图像并不依赖于显示屏的尺寸大小，它具有以下结构：整个画面共有 $160 \times 144$ 像元，其中左上角 $128 \times 128$ 像元为热图像内容。右边为温度标尺，占有 $32 \times 128$ 像元。温标分为16个等级，温度高低自上而下。841不使用第16级的温度数值，因而热图像仅具有15个温度等级。画面最低下的16行为字符区，供显示参数、计算结果用。用户可以自行编程，调用系统子程序，把用户程序的计算结果显示在字符区。

(4) 温度的自动计算 由于电脑的运用，使841完全摆脱了模拟量的“非线性校正”和迭加的繁琐过程。电脑通过多路模拟开关和A/D转换器分别获得图像信号电压和参考黑体温度电压的数值，然后根据各自的函数关系进行计算。所得数值比模拟量校正迭加方法精确。

在计算温度时，可输入物体表面辐射系数 $\epsilon$ 和周围环境温度 $T_D$ ，由计算程序对温度值进行修正，得到物体表面的真实温度。计算温度系由一个功能键来实现。

#### (5) 841型热像仪的主要性能指标

- 1) 测温范围： $-30^{\circ}\text{C} \sim 1500^{\circ}\text{C}$ 。  
第Ⅰ档： $-30 \sim 150^{\circ}\text{C}$ 。  
第Ⅱ档： $100 \sim 600^{\circ}\text{C}$ 。  
第Ⅲ档： $400 \sim 1500^{\circ}\text{C}$ 。
- 2) 温度分辨率： $0.2^{\circ}\text{C}$ 。
- 3) 视场范围： $20^{\circ} \times 20^{\circ}$ 。
- 4) 像元数目： $128 \times 128$ 。
- 5) 扫描频率：10幅/秒。
- 6) 对焦距离： $0.5\text{m} \sim \infty$ 。
- 7) 灵敏度：1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128。
- 8) 发射率校正： $0.01 \sim 1.0$ 。
- 9) 探测器：77K光导型碲镉汞。
- 10) 响应波长： $8 \sim 12\mu\text{m}$ 。
- 11) 输出信号：与我国电视制式兼容的电视信号R、G、B和复合同步，黑白全电视信号Y。
- 12) 显示方式：彩色电视监视器。

## 13) 微处理机部分

CPU Z-80A

RMM 14KB

RAM 22KB

6位数字显示及32功能键盘

并行打印机接口;

并行通讯或串行RS-232C接口;

盒式录音机输出接口;

A/D转换电路及DMA图像输入接口;

DMA图像输出接口及伪彩色编码电路。

## 14) 软件

HG基本监控程序;

温度计算程序;

图象处理程序;

常用函数浮点运算符程序库。

## 15) 外形尺寸和重量

摄像头:  $120 \times 150 \times 220\text{mm}$ , 2.6kg;微处理机:  $100 \times 300 \times 350\text{mm}$ , 4.1kg;电源箱:  $100 \times 300 \times 150\text{mm}$ , 5 kg。

## 16) 使用条件

温度:  $0 \sim 45^\circ\text{C}$ ;湿度:  $< 80\%$ 相对湿度。

## (三) 油液分析仪器

## 1. YTC-1型油液含铁量检测仪(铁量仪)

由装甲兵工程学院二室所研制的YTC-1铁量仪是一种从润滑油中分离和测量铁磁性磨粒的定量测试仪器。它采用新型传感器,利用永磁铁将油液中铁磁性磨损颗粒吸附沉淀在传感器表面,通过传感器膜片的变形来测量铁磁性颗粒的多少,从而实现油液含铁量的精确测量。

铁量仪主要由传感器、读数仪和恒流泵等组成,如图19-1-27所示。它的核心部分是高性能磁吸应变式含铁量传感器。传感器上表面的弹性合金膜片内粘贴有高灵敏度应变片,在膜片下方中心有一高强度永磁铁。当油样被缓慢地泵送到传感器表面中心时,磁铁就将液体中大于 $5\mu\text{m}$ 的铁磁性磨粒吸附在弹性膜片表面中心,引起膜片变形,应变片将这微小变形转变成相应的电信号输出,经读数仪标定、放大并显示,即给出被测油样中的含铁量 $F_0$ 读数。

## (1) 铁量仪的用途

1) 监测机器磨损状况,预报失效,为确定修理时间或换油周期提供科学依据。

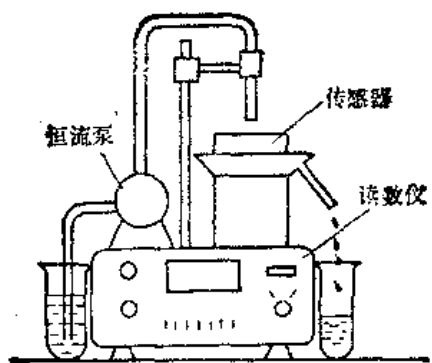


图19-1-27 YTC-1型铁量仪

2) 确定设备出厂或维修后的磨合时间。

3) 鉴定新设计样机或新油种试用的使用效果。

4) 为机械故障诊断的油液分析提供最佳采样时机。

## (2) YTC-1铁量仪的主要性能参数

1) 额定值:  $2000\text{Fe}$ 。

2) 灵敏度:  $500\text{Fe}/\text{mg}$ 。

3) 重现性:  $< 2\%$ 误差。

4) 非线性:  $< 0.5\%$ 。

5) 吸附颗粒:  $> 5\mu\text{m}$ 。

6) 磁场强度:  $\geq 3500 \times 10^{-4}\text{T}$ 。

7) 油样流量:  $1\text{mg}/\text{min}$ (可调)。

8) 电源:  $\text{DC}15\text{V}$ (2号电池10节);

$\text{DC}9\text{V}$ (6F22积层电池一节);

$\text{AC}220\text{V}$ 。

9) 重量: 4.5kg。

## (3) YTC-1铁量仪的主要特点

1) 采用新型磁吸应变式含铁量传感器,实现了一次转换检测原理,大大提高了检测精度,重现性好,检测灵敏度可达 $1\text{ppm}$ 。

2) 能精确测定油液中大于 $5\mu\text{m}$ 的铁磁性颗粒的含量,一次吸附率高于 $98\%$ ,适用于各类机械油样,尤其是污染严重、含铁量高的油样。

3) 铁量仪操作简便,对油样分析过程清洁度无特殊要求,一次分析油样 $1 \sim 4\text{mL}$ ,时间仅为 $10 \sim 20\text{min}$ 。

4) 铁量仪应用灵活,可对机器油液含铁量进行采样分析,也可与大型设备润滑系统联机实现在线检测。

## 2. ZTP-1型直读式铁谱仪

由北京科学仪器厂生产的ZTP-1型直读式铁谱

仪(图19-1-28),是利用高梯度强磁场从机器润滑油中按粒度大小在玻璃管内顺序分离出磨损微粒,利用光电器件对磨粒覆盖面积进行测定,并在数显屏上同时示出油样内大磨粒( $>5\mu\text{m}$ )和小磨粒( $1\sim 2\mu\text{m}$ )浓度的定量测量结果。它可以广泛用于机器工况监测、磨损机理研究、以及润滑油品质评定等生产及科研领域。

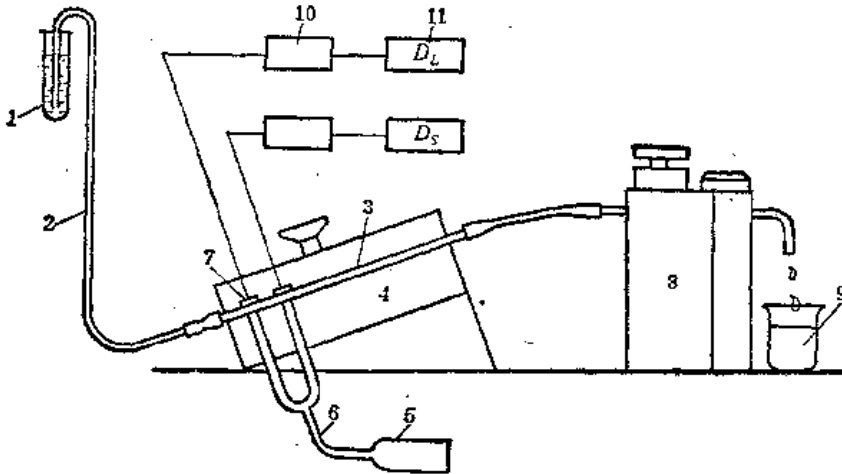


图19-1-28 ZTP-1型直读式铁谱仪原理图

1—油样 2—毛细管 3—沉积管 4—磁铁 5—灯 6—光导纤维  
7—光电探头 8—虹吸泵 9—废油 10—电子线路 11—数显屏

直读式铁谱仪的工作原理:取自机器润滑油系统的油样1,在虹吸作用下流经位于磁铁4狭缝上方的玻璃沉积管3。油液中的可磁化磨粒在高梯度强磁场的作用下,依其粒度排列在沉积管内壁的不同位置上。在沉积管的入口区,  $1\sim 2\mu\text{m}$  磨粒的沉积层上覆盖着  $5\mu\text{m}$  的大磨粒,而  $5\mu\text{m}$  后的位置

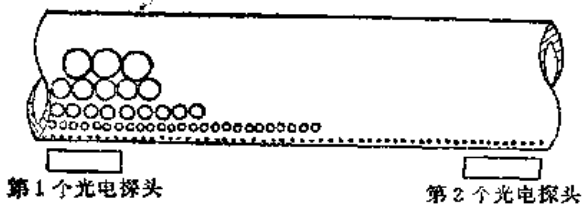
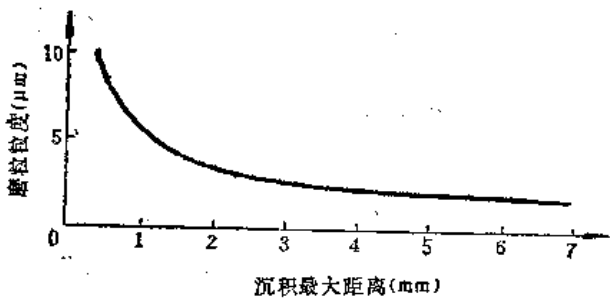


图19-1-29 沉积管内的磨粒排列

上则沉积着只有  $1\sim 2\mu\text{m}$  的小磨粒(图19-1-29)。

光导纤维6将光线引至与这两个区域相对应的固定测点上,并由两个光电探头7接收穿过磨粒沉积层的光信号。该信号的强弱反映了磨屑的沉积量。并通过电子电路10的放大、A/D转换等处理,最终在数显屏11上以数字形式直接显示出来。其中  $D_L$  屏上的数值表征了油样中大磨粒的浓度值,  $D_S$  则为小磨粒浓度的浓度值。

(1) ZTP-1型直读式铁谱仪的主要性能参数

1) 磁场:最大磁通密度  $\geq 1.5\text{T}$ ;

最大磁场梯度  $\geq 5\text{T}$ 。

2) 可沉积磨粒粒度范围:  $10^{-1}\sim 10^2\mu\text{m}$  (数量级)。

3) 沉淀管:沉淀管尺寸  $\phi 1.8/\phi 3\times 100\text{mm}$ ;

毛细管尺寸  $\phi 0.8/\phi 1.2\times 800\text{mm}$ 。

4) 读数精度: 0.1 直读数。

5) 数显屏:  $3\frac{1}{2}$  位LED显示。

(2) ZTP-1型直读式铁谱仪的主要特点

1) 分析速度快,与分析式铁谱仪配合使用,可用于大型机器的工况监测。

2) 仪器结构紧凑,虹吸泵具有开关控制手钮,操作方便。

3) 两个数显屏可同时示出大、小磨粒浓度的测定值  $D_L$  和  $D_S$ , 读数稳定。

4) 仪器装有数据输出接口,可接计算机使用,以便自动处理输出数据并打印。

### 3. TPF-1型分析式铁谱仪

由重庆光学仪器厂生产的 TPF-1 型分析式铁谱仪系统,包括了 ZTP-1 型铁谱制谱仪、XQT-1 型铁谱显微镜(又称双色显微镜)和 XDT-1 型读数器。它可在不拆卸状态下抽取机械润滑油样,利用高梯度强磁场将包含在润滑油等介质中的铁磁或顺磁性磨粒分离并排列成铁谱图,然后在铁谱显微镜下观察和分析磨粒的形态、组份、尺寸、数量、粒度分布,从而获得有关机械磨损状况的信息。它亦可用读数器进行粒度覆盖面积百分比的测定。



(1) 分析式铁谱制谱仪 其工作原理如图 19-1-30所示: 由具有低稳定流量的微量泵 2 将油样 1 输送到位于磁场装置 4 上方的玻璃基片 3 的上端。由于玻璃基片与水平面成一个小倾角, 从而形成一个由弱到强逐步增强的高梯度磁场, 油样沿倾斜基片向下流动。可磁化的金属磨粒在高梯度磁力、液体粘性吸力和重力作用下, 按尺寸大小依次沉积在玻璃基片上, 并沿垂直于油样流动方向形成楔状。油从玻璃片下端, 通过导流管 5 排入贮油杯 6, 在大约 4 ml 的油样从基片上流过之后, 使用四氯乙烯溶剂洗涤基片, 以除去残余油液, 并使磨粒粘在基片上, 即制成谱片。

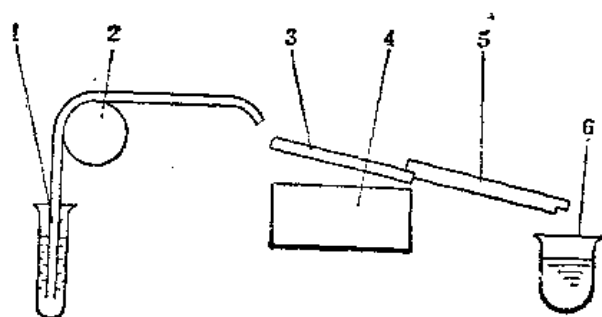


图19-1-30 ZTP-1铁谱制谱仪工作原理图

1—油样 2—微量泵 3—玻璃基片 4—磁场装置  
5—导流管 6—贮油杯

(2) 典型的铁谱片 如图 19-1-31 所示。而铁谱片上不同位置沉积的颗粒尺寸则列于表 19-1-4。

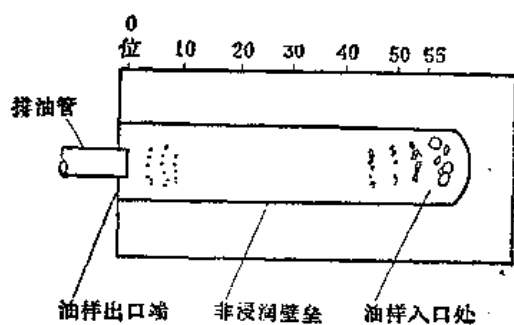


图19-1-31 典型铁谱片

(3) XQT-1铁谱显微镜 又称双色显微镜。它具有两个可以同时使用的光源, 即红色的反射光源和绿色的透射光源。由于金属粒子具有吸收和反射光波的自由电子, 故在该镜中金属磨粒显示红色, 而非金属粒子(如有机聚合物磨粒等)因通常是透明或半透明的, 故显示绿色。

表19-1-4 铁谱片上典型磨粒的尺寸分布

铁谱片上的位置 (mm)	磨粒的尺寸 ( $\mu\text{m}$ )
入口处~55	$\geq 5$
50	1~2
40	0.75~1.25
30	0.50~1.00
20	0.25~0.75
10	0.10~0.5

XQT-1铁谱显微镜的主要技术指标:

- 1) 物镜与目镜合成的总放大倍率: 125~1560 $\times$ 。
- 2) 具有透射、反射照明光路, 可实现双色照明。
- 3) 采用机械自动补偿筒长的双目镜观察。
- 4) 带 $\phi 100$ 幅面投影装置。
- 5) 带135及120摄影装置。
- 6) 带典型粒子定位指标和测微标尺。
- 7) 带粒子10 $\times$ 测微目镜。
- 8) 带透、反射偏光及反射暗场装置。

(4) XDT-1型铁谱读数器 是用来测量表示润滑油中磨损颗粒的相对含量, 铁谱读数器上读出的光密度值是通过铁谱显微镜上光传感器测得的。其读数的意义表示谱片上 1.2mm 直径的视场中磨损颗粒的覆盖面积百分比。

#### (四) 其他诊断仪器

##### 1. MC-100电动机故障检测仪

上海华阳电子仪器厂生产的 MC-100型电动机故障检测仪是一种简便、快速地检测电机故障的仪器。其主要测量参数是对地绝缘、绕组电阻和绕组电感。该仪器与测高阻抗的摇表相比较, 具有读数稳定的优点, 与测电感的万用电桥相比较, 则可省去反复平衡。因此, 它适合于设备维修人员对电动机故障的现场检测。

MC-100 系用于静态检测, 在测试前电机电源必须切断, 可以在电机的配线端检测, 也可以在切断电源的开关处检测。

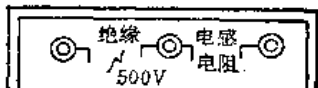
一台完好电机, 其绕组对地的绝缘电阻应大于 2 M $\Omega$ , 绕组的电阻对称, 电感值也要对称。电感对称时, 不仅说明 3 个定子绕组一致, 而且转子也没有问题。

低于 10kW 的新的小型电机, 其各相绕组的电

阻和电感间的偏差一般小于5%，而大于100kW的大型电机的偏差常常较大，有时超过10%也可使用。因此通常规定电机绕组的电阻和电感间的差异大于10%时为电机的故障状态。

单一故障一般均可通过测量确定。如绕组的电阻偏差大时，就可说明组成定子绕组的几个并联线圈中的某个线圈开路，或在连接点处由于松动、污物、火花作用而呈现高阻。又如绕组的电感偏差大时，一般是某个定子绕组中的线圈间出现了短路。当慢慢转动转子，使之改变位置时，如果定子各绕组的电感值均受影响，则可能是转子有故障。

图19-1-32是MC-100的仪器面板布置图：上面是供绝缘和电感、电阻试验的接线端子。当中是指针式仪表，红色（R）分度是供测绕组电阻用，蓝色（B）分度是供测绝缘电阻用，而绿色（G）则是供检查电池电压用。其下是功能选择及测量范围旋钮。正中的是测试按钮，而其左侧上方的则是电源指示。



电钮后，就可以从表盘的蓝色线框内直接读出电机绕组对地的绝缘电阻。如果定子绕组没有互相连接，可以依次测试各绕组对地的绝缘电阻，也可测试各绕组之间的绝缘电阻。

3) 测绕组电阻 将“功能转换”开关扳至“电阻”，将测试线插到标有“电阻/电感”的两个接线柱上。对于已接成星形或三角形的电机，应先测两个电源端间的电阻。按电源按钮，再调节“测量范围”开关，以便获得表头指针的最大偏摆，并记下红色刻度线上所示的数值。在不改变“测量范围”情况下，应在其余两对电源端子间重复测量，然后比较3次测量的结果。理想的情况是3个数值完全一致，有误差也不应超过5%。如果定子绕组没有互相接好，就应分别测试各绕组，然后比较读数，读数间的偏差不应超过10%。

4) 测绕组电感 将“功能转换”开关置于“电感”位置，其余测试程序与测电阻时相同。对于已连成星形或三角形的电机，各读数间的偏差小于5%为正常；对于各绕组互不相连的情况，各读数间的偏差小于10%为正常。

控制 (DAC) 线路, 对于粗糙表面、带漆层材料以及凹面的测量十分方便。一般单晶片探头如要测粗糙体, 通常要把表面打光后才能测定, 而该仪器则可测到  $R_a 12.5$  的粗糙物体。测厚仪可由数字直接显示出厚度值。电池工作时间长, 使用方便, 操作简易, 可广泛用于工业各部门。

CCH-12 以测钢为主, 其它金属、有机玻璃、硬塑料等也可使用。对于液体管道、气体管道、锅炉 (包括外壁和内壁)、各种钢管、各种高压容器的壁厚和面积平板的中间处, 以及其它无法同时触及材料的两面进行测量的场合, 使用该仪器都很方便。而对于精度要求相对不高, 只需测定腐蚀度的粗糙毛面的测量, 该仪器也能适用。

CCH-12 型测厚仪的基本原理是利用超声脉冲反射法。当超声波在同一均匀介质中传播时, 声速为一常数, 在不同介质的界面上, 则具有反射特性。当发射的脉冲通过换能器发射晶片经延迟块接触被测件表面时, 超声脉冲即射向被测件, 并以一固定声速向被测件深处传播; 在达到被测件的另一面时, 又反射回来, 被另一接收晶片所接收。这样,

只要测出从发射到接收超声脉冲所需要的时间, 扣除延迟来回时间, 再乘上被测件的声速常数, 就是超声脉冲在被测件中所经历的来回距离, 从而测得其厚度值。

为实现上述工作原理, CCH-12 仪器系由主振级、发射电路、接收电路、双晶片探头、延迟单稳电路、距离增益补偿电路、厚度方波形成电路、低功率时间放大电路、计数振荡电路、计数、闸锁、译码功能电路、显示电路、3 mA 静态供电电路、30 mA 动态供电电路、10 mA 灯丝瞬间加热电路、荧光管灯丝串联供电电路等部分组成。

(1) CCH-12 型测厚仪的外形结构 如图 19-1-33 所示, 其各部分的名称和作用如下:

声速旋钮 1: 需根据每一种材料的声速进行调整, 以便测出的数字和实际厚度相符;

电源开关 2: 拨向有红点位置表示接通电源, 拨向相反位置表示关断电源。

探头插座 3: 与探头的双芯插头相接;

发光二极管 4: 当接通电源后, 即发微光, 当测出厚度时即显著增亮;

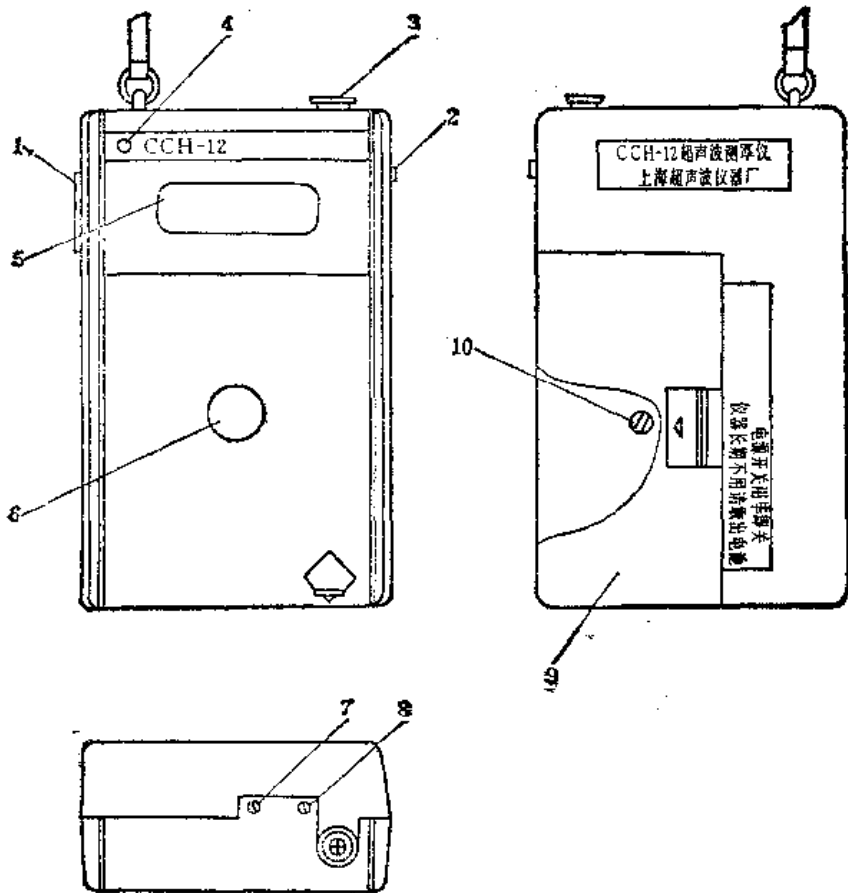


图 19-1-33 CCH-12 型测厚仪外形结构图

三位荧光数码管显示5；只在测出厚度时才显示；

5 mm 厚度试块6：供现场测试随时调节使用；

起点调节7：主要用以调整测薄壁的精度，可与声速旋钮配合调节；

增益调节8：对于难测的材料，可适当开大，以提高灵敏度。但开得太大，可能出现界面波等杂波，使仪器不测厚时也出现读数，此时应适当开小增益，使仪器读数刚好消失；

电池盖板9：将其推开可换电池；

盖板吊紧螺丝10：将电池取出时，即可看见。将该螺丝松开，即可打开上盖板。

## (2) CCH-12型测厚仪在测厚时的工作方法

1) 将探头电缆同仪器相接。插接时，应使半圆形接口对准。

2) 打开电源开关。此时发光二极管应发亮。

3) 将探头平贴地按到5 mm 试块上，并用一滴甘油或机油作耦合。此时，3只荧光数码管应有数字显示。调整声速旋钮，可使显示读数变化，如用以测钢，则应将此数字调至“0.50”。

4) 在测量各种不同材料时，由于声速不同，需要进行声速校正。可将被测材料做成校正试块，也可把被测材料能够用普通量具测量的部分用作校正，校正方法是先用普通量具测量某一部分的厚度，精度达到0.01mm，再用仪器测量此处的厚度值，并调整声速旋钮，使仪器显示的数值同普通量具测出的数值相符。此时仪器即已校正。

5) 调整起点，主要用以调整测薄壁的精度，可用声速调节配合进行。方法是用薄的试块（例如4 mm）调起点，用厚的试块（例如40mm）调声速，反复校正至厚薄试块的数值皆相符为止。

6) 测厚时，探头和被测件之间需滴上传声耦合剂，使探头和被测件间没有空气间隙，以便于超声传播。甘油是较好的耦合剂，特别在测半径较小的管道等情况下，能提高灵敏度。

7) 仪器不测厚时，虽打开电源，也无读数。如不测厚时而有读数，则表明灵敏度太高，应将增益调节适当开小，使读数刚好消失。有时在不测厚时虽无读数，但荧光管有闪烁现象，也表示灵敏度太高。有时测出厚度始终为一固定数值，也表示灵敏度太高。

8) 每次测量完毕，必须关掉电源。

## (3) CCH-12型测厚仪的主要技术参数

### 1) 测量范围及误差

1.5~40mm (45°钢板)；误差为

±0.2mm；

40~99.9mm (45°钢板)；误差为厚度值的±0.5%；

直径大于35mm } 管材；误差为±(0.3mm  
壁厚大于3 mm } +壁厚的0.5%)。

### 2) 测量粗糙表面的能力

可测出表面 $R_a$ 12.5、厚20mm的45°钢板。

3) 探头频率：5 MHz。

4) 稳定性：开机后经校正，半小时内仪器的测量误差符合要求。

5) 时间漂移：开机后仪器每小时最大漂移值为±0.2mm。

6) 电源：4节6 F 22层迭电池，可用30小时。

7) 显示方式：三位荧光数码管自动显示。

8) 使用环境：0~40°C；相对湿度20%~90% RH(在40°C时)。

9) 外形尺寸：150×95×40mm。

10) 重量：0.35kg (不含电池)。

## 第2节 几种国外诊断仪器简介

### 1. 4912型便携式频闪仪

由丹麦B & K公司生产的4912型便携式频闪仪是一种紧凑的手持式仪器(图19-2-1)。它具有转速计及运动分析仪两种功能，可供在寻找故障、设计和开发工作中，对不同类型的快速、反复运动进行研究及精确测量。

频闪仪系利用视觉暂存现象，对那些由于速度过快而为人眼难以察觉的机器振动、回转或往复部件，使它们“冻结”或是缓慢地运动。当机械由频闪仪中的氙泡发出的闪光所照明，并对闪速作恰当的调节下，所得到的视觉是机械地静止的，或缓慢地在移动。这一视觉使我们能从定量上评价该机械的特性，它也能对所发生的运动量作比较性的测量。由于4912型频闪仪的特点是一个4位的液晶显

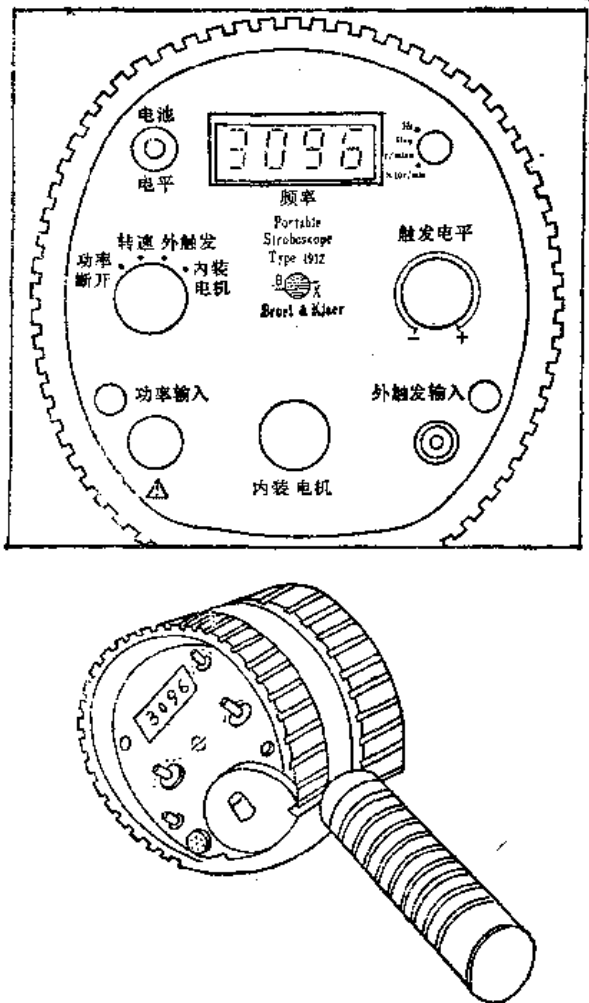


图19-2-1 4912型频闪仪的背面操纵旋钮布置及外型图（其正面是一个闪光的氖泡）

示，它可调为Hz或RPM，故也能用于精确测量运动的频率。

4912型频闪仪可被用作转速计或转速计及频闪仪的组合物。在自由运转模式下，该灯泡是由一个可调为5~125Hz的内装频率发生器来触发。实际的频率是在显示屏上示出。

4912型频闪仪也可从外部触发，即通过一个同轴电缆，从一个光电式转速计的探头，或一些其他的运动传感设施或仪器。当单一用作转速计时，其显示将指出0~1500Hz的频率或其相当RPM，如果超过上限，该显示将闪烁指出超越了量程。当它用作一个频闪仪与被研究的机械或系统同步时，其闪速范围是0~130Hz。在这种运行模式下，外部触发将把触发频率锁定到20000Hz，并且如果它们大于130Hz，闪速将是其触发频率的分倍数。

4912型频闪仪是一个完整的独立单元，从它的

握持把手中的可充电电池获取功率。而光源、动力源及发电机都装在一个重仅1.3kg的手持式仪器内，从而使得该仪器在紧凑、有限空间及远距离位置下便于工作。

#### (1) 4912型频闪仪的主要用途

- 1) 旋转或往复机械的检查。
- 2) 模态研究和振动试验。
- 3) 旋转部件的现场动平衡。
- 4) 旋转，直线或振动运动的转速或频率测量。
- 5) 在车间对高速重复性的工业过程进行检查。

#### (2) 4912型频闪仪的主要性能参数

- 1) 它是组合的频闪仪和转速计。
- 2) 内部发电机的频率范围：5~125Hz。
- 3) 可得到的闪速：0~130Hz（0~7800 RPM）。
- 4) 转速计工作范围：0~1500Hz。
- 5) 外部触发范围：0~2000Hz。
- 6) 无论频率是否高于25闪每秒都能保持恒定白光。
- 7) 具有4位液晶显示。可用频率或RPM。
- 8) 完整独立的手持式单元。
- 9) 内装的可快速充电的镍镉电池，能保证2小时工作。
- 10) 平均闪光照度于0.5m距离：1000 lm。
- 11) 外型尺寸：265×135×93mm。
- 12) 重量：1.3kg。

#### 2. VM-64机械状态检测仪

VM-64机械状态检测仪是日本RION公司研制，属于超小型（可装入工作服胸袋）的设备简易诊断用仪器。它把简易诊断中必要的全部功能予以凝缩，可以检测由于振动造成的旋转机械的异常和劣化。

通常，对于设备不平衡、不对中、轴裂纹及油膜涡动等故障的诊断，适宜在低频范围采用振动速度进行检测，而对于轴承的异常和劣化的诊断则适宜在高频范围采用加速度进行检测。低频范围的振动速度是用其实效值表示，而在高频范围的加速度表示模式则有平均值、峰值及冲击指数（峰值/平均值）3种，该仪器能把上述4种检测数据同时予以保持。

#### (1) VM-64机械状态检测仪的特点

1) 它是把现有的钢笔型机械检测仪 VM-66 (低频) 及 VM-67 (高频) 的功能合为一体。可同时进行检诊, 从而使设备点检费用有所降低。

2) 在简单测定中, 其稳定性及功能可以扩展。因传感器内装, 故便于简易诊断。而当测点位于内部不便接触的场合, 则可使用有磁座的传感器 PV-50 以进行稳定的检测; 此外, 它还具有数据记忆和联机通信功能, 可利用微机和数据管理程序以进行检测数据的趋向管理。

3) 它具有检测诊断方便的优点, 能把测点编号、振动方向都表示出来, 故可防止在错误的检测部位进行点检。由于能进行报警限值的设定, 故可把注意状态和危险状态分别显示, 从而能在现场进行状态识别。

4) 为了能进行有关振动的简易诊断, 它已把必要的全部功能予以凝缩, 从而做到体积小、重量轻, 可装入工作服的胸袋, 携带和使用都十分方便。

(2) VM-64机械状态监测仪的主要参数

1) 传感器: 剪切型压电式加速度传感器, 规定按压为 1 kg。

2) 显示器:  $3\frac{1}{2}$  行, 显示间隔时间约 2 秒; 显示器的有效显示范围及频率范围列于表 19-2-1。

3) 显示器精度及误差:

低通有效值  $L_o$  RMS:  $\pm(5\% + 2\text{位字})$ , 于 80 Hz, 10 mm/s;

表19-2-1 显示器的有效显示范围及频率范围

功能	频率	模式	有效范围	滤波特性
低通 RMS	5Hz~1kHz	振动速度	0~199.9mm/s 0~7.87in/s	有效值
高通 AVE	中心频率 约32kHz	振动加速度 (相对值)	0~19.99	平均值
高通 PEAK	频带宽度 约550Hz	振动加速度 (相对值)	0~199.9	峰值
冲击指数	(-3dB)	高通 PEAK 高通 AVE	0~199.9	—

高通平均值  $H_i$  AVE:  $\pm(20\% + 2\text{位字})$  按设定振动条件。

4) 过负荷显示: 可监视  $L_o$  RMS,  $H_i$  AVE,  $H_i$  PEAK 滤波回路的输入信号。

5) 检测保持功能: 当按下“HOLD”按钮时, 可保持各检测数值。

6) 存储容量: 500点 × 4种数据

7) 联机接口: RS-232C。

8) 工作温湿度范围: 0~50°C, 20%~90% RH。

9) 电源: A3型干电池 2个, 可连续工作 10 小时, 并有自动节能功能 (约 10 分钟后)。

10) 外型尺寸: 150 × 55 × 22 mm。

11) 重量: 约 160 g (包括电池在内)。

(3) VM-64的面板及按钮 示于图 19-2-2, 各个按钮名称和功能如下:

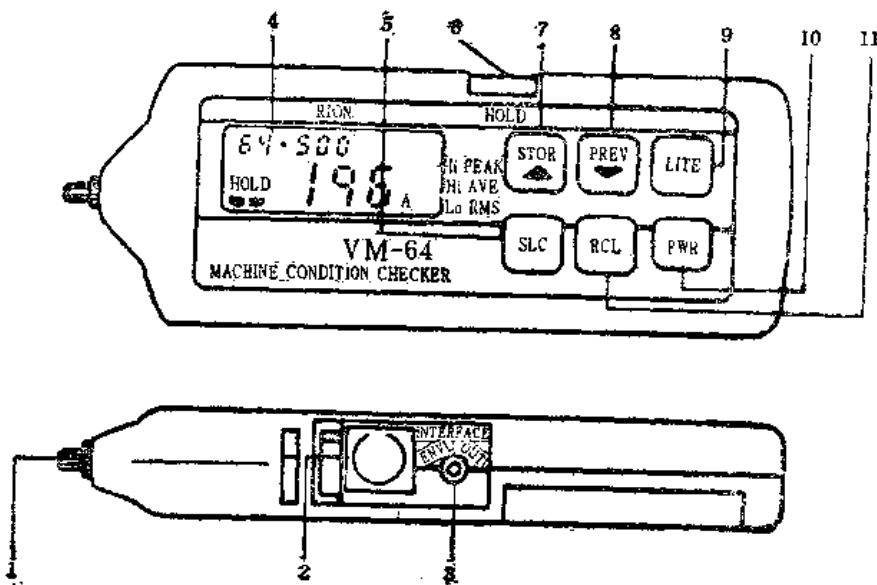


图19-2-2 VM-64机械状态检测仪的面板及按钮

1—振动传感器：检测时需用力约10N力按在检测点上。

2—联机用插口：用于把记忆下的检测值向计算机输入。它也是与外接传感器共用插口。

3—包络输出插口 (ENVL OUT)：用于把包络处理的高通信号输出。

4—液晶显示器：可显示测点编号、超载、保持、检测值和报警值等。

5—功能选择按钮 (SLC)：用于在四种检测值中采用那种表示。

6—保持按钮 (HOLD)：按下时可将检测值保持，再一次按下时即解除保持状态。

7—储存/增加按钮 (STORE/UP)：用于存入检测数据或增大测点编号。

8—存校/减少按钮 (PREV/DOWN)：用于在存入之后对该测点的检修再校，或把测点编号减小。

9—液晶背光按钮 (LITE)：用于环境光线暗时读取测值。

10—电源开关 (PWR)：用于接通或切断电源。

11—记录调出按钮 (RCL)：用于把已存入的数据调出。

与 VM-64 配套的外部设备有 CC-87 型接口电缆、CP-10 型打印机及 PV-50 型外接传感器。

与 VM-64 配套的计算机软件是 303 A 设备诊断的趋向管理程序。它由台帐管理部分、趋向管理部分和异常数据管理部分 3 个子程序组成。

该程序的主菜单包括：条件设定、读出检测值、趋向管理、模式及限值、记入和更改测点台帐、记入更改及读出路径表格、故障管理、工作结束共 8 个部分，可移动光标进行选择。

### 3. IRD890型数据采集器及分析器

美国 IRD 机械分析公司生产的 IRD890 型机械维修数据采集器及分析器 (图 19-2-3) 是唯一的具有数据采集及分析功能的仪器。作为一个分析器，890 能提供完整的 FFT 谱分析、时域波形分析以及机械状态现场分析所必要的温度及相位测量。作为一个数据采集器，890 是一个被设计成能与 7090 软件系统共同运行的强力全功能采集器。

#### (1) IRD890 的主要用途：

1) 在状态监测方面 主要用作数据采集器，可以方便而快速地掌握大量多点、多机的状态信

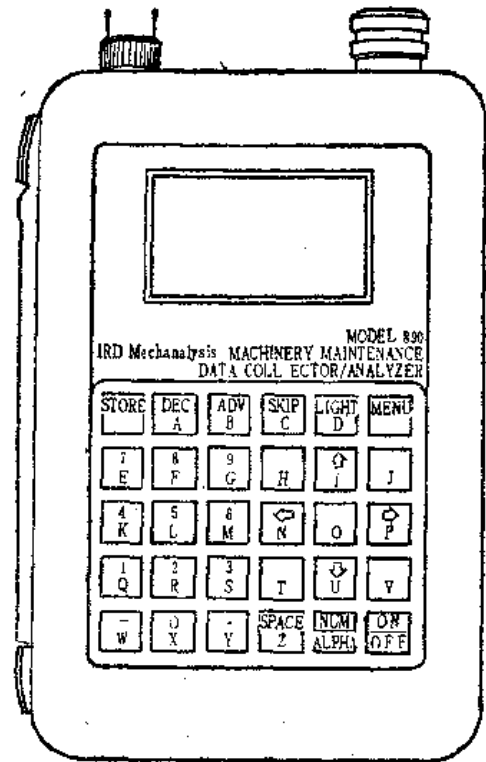


图 19-2-3 IRD890 型数据采集器

息。在数据采集之后，890 可输入台式计算机，并使用由 IRD 公司供给的兼容软件包，以便进行趋势分析及制出各种报表。

2) 在状态分析方面 当趋势指出有潜在问题时，可把 890 带回现场，用作一个分析器或平衡仪。它能够提供全部 FFT 谱分析以及波形分析，还可以在现场进行机械状态分析所必需的温度和相位测量。890 也可在正常数据采集的过程中中断下来，以便对可疑的问题进行另外的分析。

3) 在校正平衡方面 当发现机械有不平衡时，可找出任选的平衡方法。而任选的平衡模式可使你在现场完成单面和双面的动平衡。

#### (2) IRD890 的主要性能参数

1) 有 HELP 选择可用的方便的菜单系统。  
2) 频率范围达 25kHz (1500000r/min)，可适用广阔范围的传感器。

3) 具有 70dB 每级动态范围的 12 位字符分辨率，可自动分档或选择固定的分档。

4) 可接受红外温度探头、相位传感器、直流输入以及手动输入数据。

5) 可使用单一传感器测量位移、速度、加速度及峰值能量 (SPIKE ENERGY)。

6) 对具体的机械问题做早期检测时, 可以记录下 6 个可编程的频带。

7) 具有 100 个用户可自定义的机器状态注释码。

8) 有 768 K 字符的记忆容量。

9) 数据采集器可快速存入或调出。

10) 对 FFT (可达 3200 线的分辨率)、时域波形、时间同步平均及相位都有单独的分析模块。

11) 有 FFT 幅值放大、频率细化、光标、网格、阶次显示、可选平均、单元和分档。

12) 有 Backlit 超扭液晶显示, 可在全部照明状态下有文本及图形的读出能力。

13) 有为延长电池寿命的独立的功率管理系统。用户能对有些活动选择停机时间。

14) 对精确的低量程测量有低噪声电子元件。

#### 4. 2515 型振动分析仪

丹麦 B & K 公司生产的 2515 型振动分析仪是一种便携式使用电池工作的仪器。它设计用于在现场进行机器故障的检测和诊断。该仪器能在可选频率范围上至 20 kHz 情况下, 完成恒带宽及 23% 或 6% 恒百分比带宽的分析。它的非易失性存储器能保存多达 100 个谱, 并有对当前测量谱和已存谱相比较的设施。诊断设施包括有细化、线性和指数平均、扫描和倒频谱分析。还有相位光标读出及谐波标记功能。单一增益加速度计及标准的 (200 mV/mil) 邻近传感器可以直接连接并标定。

##### (1) 2515 型振动分析仪的用途

1) 现场查找机械振动问题。

2) 机器工况的常年监测。

3) 采集和储存振动谱以供日后处理。

4) 对恒百分比带宽谱进行比较, 以查明故障和预测机械故障。

5) 不平衡的检测和现场动平衡。

图 19-2-4 是 2515 型振动分析仪的前后面板布置图。为了简化操作过程, 前面板是按流程图设计, 并使其控制组件都封闭在黑框里。控制器及控制组件都用箭头连接, 以便示出通常的操作顺序。

##### (2) 2515 型振动分析仪具有的独特功能

1) 直接连接传感器 由于分析仪的输入组件包括内装式前置电荷放大器, 故加速度计可直接连接到 2515, 无须采用单独的前置放大器。使用加速度计时, 输入组件可设定为接受电压输入。这种输入方式可用于分析磁带上记录的信号, 或从永久安

装的监测系统分析通过前置放大器送来的信号。

2) 时间模式和频率模式 在时间模式下不进行傅氏变换, 工作较快。而且可采用内或外触发以得到同步平均的时间函数, 有助于消除噪声和其它异步信号影响。以频率模式工作时, 按“连续”键可得汉字计权, 并显示均方根谱; 按“瞬态”键则可选平顶计权, 并显示能量谱密度。

3) 谱平均和扫描分析 对谱和时间函数可进行多达 2000 次的线性平均处理, 在频域可进行 8 个谱的指数平均处理。展宽的谱也可进行线性平均或指数平均。

在分析往复机械所产生的非稳定信号时, 扫描分析能将测量的振动信号分为 17 段, 段间重叠 75%。各段依次显示, 并用线性平均处理产生 17 幅显示值的平均结果。

4) 先进的光标功能 2515 具有设定校准光标和参考光标功能。参考光标一经设定, 操作者能显示以参考光标为基础的光标相对位置及其相对幅值。光标的读出位置也可选择。在作现场动平衡时, 光标与外触发联用还可以决定光标位置相对于触发点的相位。

为识别谐波以提高对基频的估计精度, 该仪器具有可微调的谐波光标。当主光标已置于某一谐波上时, 该谐波频率在谱线带宽内插入即得。

5) 分析仪“设定”的调用 当操作者从存储器调用参考谱或其它信号时, 如果分析仪处于“设定”模式下, 则参考谱测量时所用的分析仪“设定”也同时被调出, 这就大大简化了为进行谱的对比而做的分析仪的设定工作。分析仪还会示出被储存的参考谱的平均次数, 如果存储器内的“设定”与当前测量的输入组件“设定”相异时, 分析仪会报警。

6) 速度补偿功能 尽管机器工况未变, 但许多机器也并非一直精确地以同样的速度运行, 因而其振动谱也不一样。为了补偿这种可能引起误解的速度变化, 可把参考谱和测量谱二者的光标移到相应于机器运转速度的频率处, 然后按“求差”键, 仪器便能自动地使参考谱光标重合于测量谱光标位置。由于频率坐标系采用对数刻度, 故上述方法产生的是正确谱差, 不含因速度变化引起的隐蔽错误成分。

7) 非破坏性的谱展宽技术 这一技术可使用户在基带谱的任意部分均获得高 5 倍的分辨率。在



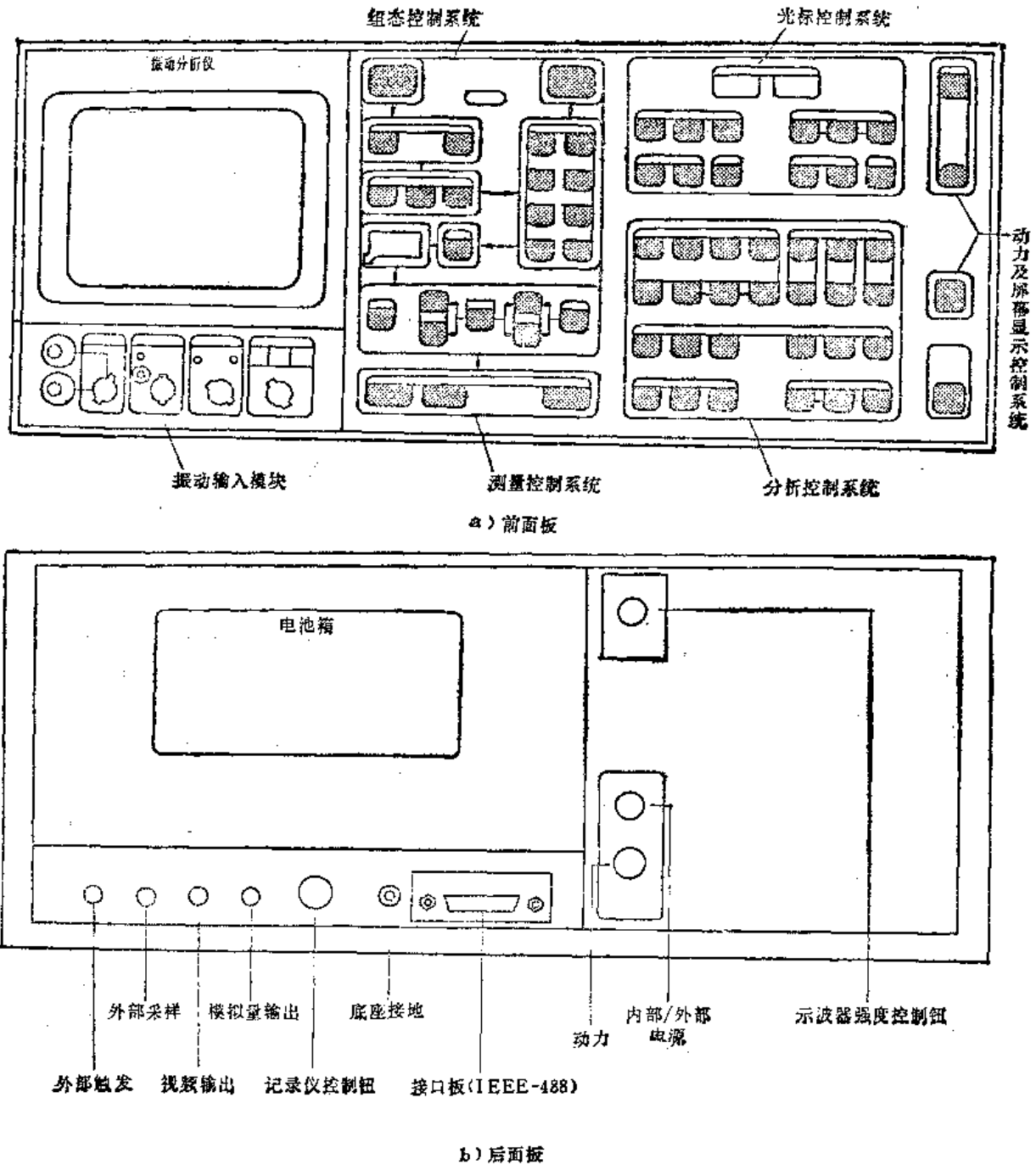


图10-2-4 2515型振动分析仪前后面板布置图

不同的中心频率附近进行几次谱展宽，便可在整个基带谱范围内识别边带等参数。因谱展宽技术所增加的分辨率提高了测量边带间隔的精度，从而可较好地估算信号的调制频率。

6%和23%恒百分比带宽适用于监测振动信号和进行故障报警，而恒带宽分析技术则适用于诊断超限的振源。

8) 倒频谱分析 这一功能可用来检测谐波、

分离的谐波族，也可以用来隔离通常难以识别的边带。因为这些边带靠得很紧，或者几族边带混在一起。倒频谱还有一个特点，可当作一种减少数据技术来采用，因为谱中的边带族可用倒频谱中的单条线来识别。

(3) 2515型振动分析仪的主要性能参数

- 1) 它是单通道的FFT分析仪。
- 2) 频率范围为0.3~20kHz，分8档可选范

图。

- 3) 在频域范围可以255条线进行分析显示。
- 4) 在时域范围可采样为1024个。
- 5) 在非破坏性的谱展宽可达5倍。
- 6) 有恒带宽加6%和23%恒百分比带宽分析。
- 7) 有大容量非易失性存储器, 可存参考谱多达100个。
- 8) 有扫描分析功能可对6种函数中的任一种进行显示。
- 9) 有内触发和外触发功能, 其触发电平和触发延迟均可进行调节。
- 10) 有外部采样功能, 可与频率倍乘器共用。
- 11) 用可充电电池工作, 可连续工作4小时。
- 12) 是便携和耐用的仪器, 包括电池的总重量为16kg。

还应指出, 在使用2515型振动分析仪进行机械状态监测时, 可充分利用7616软件对采集的数据进行处理, 以便进行预测、报告和储存。

### 5. MR-10C/30C盒式磁带数据记录器

由日本TEAC公司生产的MR-10C/30C型盒式磁带数据记录器(或称磁带机)既能在现场也能在实验室提供良好性能。它操作十分容易, 能提供多通道的录放功能, 并且每个通道均能单独控制。记

录系统可以是调频FM或任选的直录DR, 所有录放均能以6种带速工作, 而且还设有噪声补偿。为使仪器工作方便, 还有很多特性, 如自动检查及记数器寻址功能、双表监测、录抹通断开关、以及全部前面板操作等。

图19-2-5是MR-30C的前面板布置, 它基本上是由3个部分组成:

1) 左面是带舱及操作按钮部分, 自上而下为盒式磁带的带舱, 动力开关以及包括录、停、快进、倒带、快倒等按钮操作系统。

2) 中间部分是功能选择和仪表显示系统, 它包括带速选择器、标定选择器、监测通道选择器、全自动自试验系统、磁带计数和搜寻功能、双表监测, 以及监视器的输出、指示和选择。

3) 右边部分是监测通道单元: 每个单元自上而下配有: FM通道指示、收录开关、输入调零及输入衰减器、输出调零及输出量级调节、输入及输出BNC接口。

来自传感器的振动信号可以记录在磁带记录器上, 以便储存起来供日后的再现分析。通过提高或减低磁带速度, 可以达到时间压缩或延长, 多通道单元还可以记录若干信号的时间和相位关系。

(1) MR-10C及MR-30C的功能特点

1) 它是多通道的录放系统。MR-10有4个,

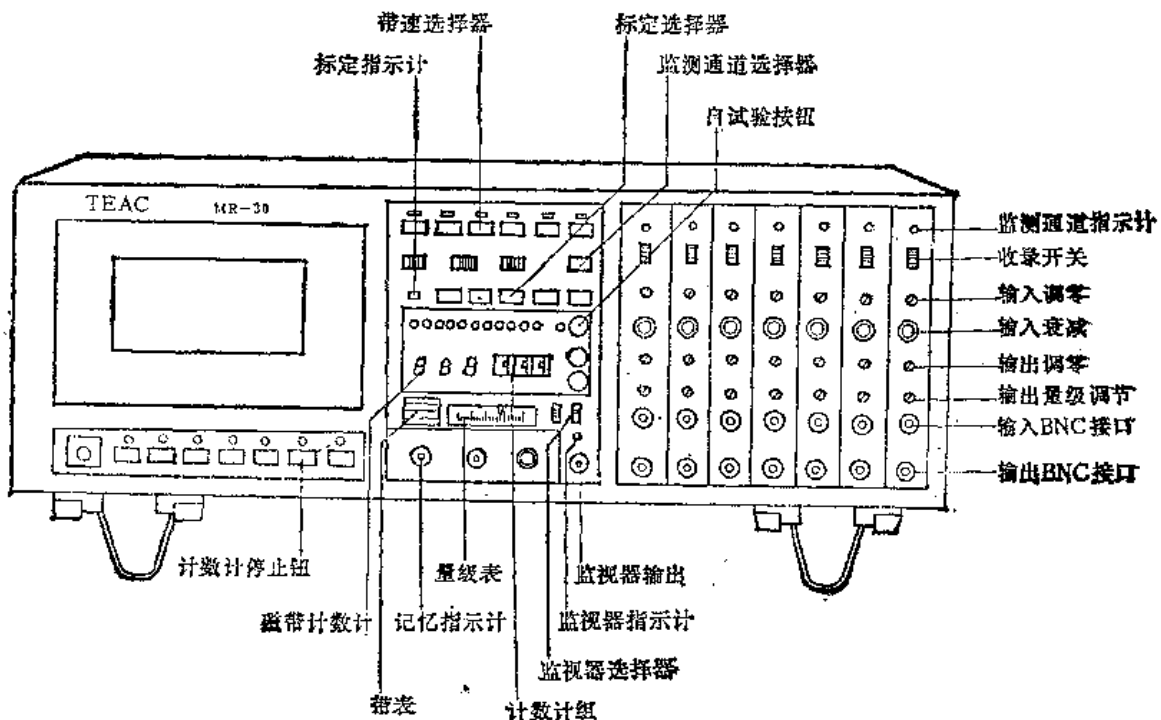


图19-2-5 MR-30C盒式磁带数据记录器的前面板布置

而MR-30有7个独立的单元可供同时录放，因而具有良好的系统灵活性。每一通道都有它自己的输入衰减选择、输入调零、输出调零、输出量级调节和收录开关，以供录放的精确控制。

2) 它有6个带速选择和32倍时基范围。从38.1, 19.05, 9.52, 4.76, 2.38到1.19cm/s共6个带速能提供频率响应对收录时间相比较的宽阔范围，可得最高180分钟的记录时间或高达36K的频率响应。它还可以实现32:1的时基变换。

3) 它有触摸一次的自动自检系统。由于数据记录本质上是一个关键的程序，在一次记录活动开始之前，确定该系统是否处于完整的运行状态就十分重要。这意味着在实际收录之前，要有相当的设定及试验时间。在MR-10及MR-30中，有一个完整的系统检查是由按下一个试验按钮来完成。有一个微处理器控制的自试验系统，靠启动磁带并完成静态和动态试验，能自动地检验动力供应、磁头故障、每个通道的录放电路、伺服闭锁及消磁电流等，使系统状态即刻显示出来。

4) 它采用双表监测。有两只表可供在录放时间用于信号量级的精确监测。一个高度响应性能的LED带表指示每一通道的单独信号数值，而另一个高灵敏宽阔范围的量级表，则可提供所在监视器模式下的信号指示。

5) 它有调频FM及直接DR(可选项)记录系统。在通常情况下，调频记录系统可提供30Hz至10kHz的足够范围。这适用于低频信号或信号处理涉及许多信号的相位和时间关系。而如果需要高频范围时，则可选购直接记录的DR系统，它能提供高至75kHz的响应。

(2) MR-10及MR-30的技术参数(MR-30除通道为7外，其他与MR-10相同)

1) 录放系统: FM系统宽带组I, 或可选的DR系统。

2) 磁带: TEAC仪表盒式带CT-90 I型。

3) 通道数: 4和7(MR-30)。

4) 频率响应: DC-10kHz(FM), 50dB;  
最大75kHz(选购件DR)。

5) 最低最高速度变换比: 1:32。

6) 磁带速度: 38.1cm/s。

7) 记录时间: 最长3h 9min。

8) 共6种带速。

9) 有全自动自试验功能。

10) 可选择GP-1B(IEE-488)功能。

11) 尺寸: 430×150×240mm。

12) 重量: MR-10为11kg。

MR-30为11.5kg。

## 6. 870型热像仪

由瑞典AGEMA公司生产的870型热像仪是一个用于温度测量，及对温度模型进行动态或静态分析的实时温度成像系统。它包括了一个扫描器及一个显示单元。并被设计用于高度精确的温度测量，以及产生高质量的热图像。根据新的辐射扫描法

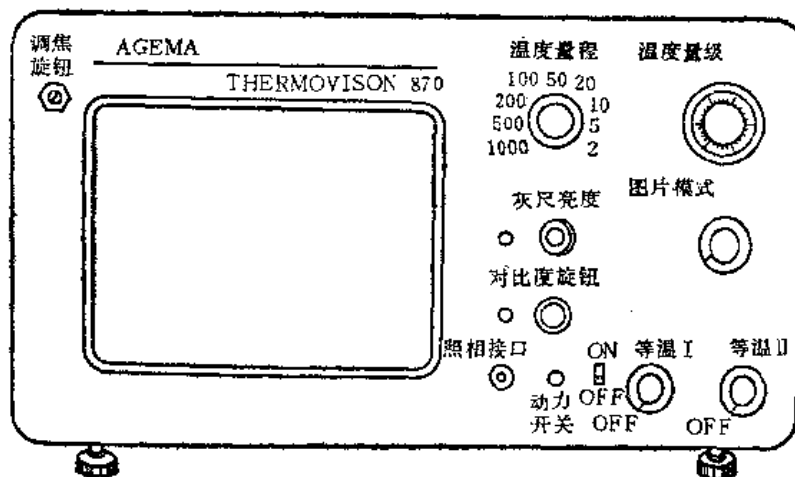


图19-2-6 870型热像仪基本系统

则，它使用一种热电冷却的红外探测器以取代液氮或其他气体的冷却剂。

870型热像仪的基本系统有广泛的附件可用，以供放大、记录、处理和分析由870型热像仪系统所产生的温度数据。

870型热像仪的基本系统示于图19-2-6。

1) 扫描单元 扫描器把由一个目标所发射的红外辐射转换成电子视频信号，这是靠使用AGEMA公司所特殊设计的热电冷却SPRITE探测器来得到。这种探测器的杰出特性是能在不损失灵敏度或分辨率的情况下，免除低温冷却剂。

AGEMA公司世界专利的光学设计，是以钻石旋转非球面元件为特征。这种专门设计能产生一个提高效率及稳定性的扫描器，其耐用性设计及无刷直流电机保证了扫描器具有极长的寿命以及较低的

功率消耗。

内装的小型化温度基准及温度传感器能确保极高的测量精度。扫描器的特点是装有以7、12、20及40度视场角的卡口型可换镜头。

宽带抗反射的镀层用于增强系统响应，特别是在红外谱的 $2\sim 4\mu\text{m}$ 区域。而广泛的选择光谱滤光器则适于不同用途。

2) 显示单元 自扫描器来的视频信号在显示单元中被处理，并以灰调的热图来表示，而图中的灰色影调则表示了红外辐射强度。

等温 I 及等温 II 控制器用于集中突出及测量具有相同温度的区域。显示器还配有亮度标尺以供设定等温及温差的测量。“量程”控制旋钮能调节温度灵敏度，而“量级”控制旋钮则用于调节和测量绝对温度量级。

显示单元也含有对不同附件的出线，其中包括了RS-232接口。

3) 电源 870型热像仪由可充电电池驱动，以供用于便携工作。也可用交流电源供电，使用动力供应或电池充电器单元作为A/D变换。

870型热像仪的主要技术参数

(1) 扫描单元部分

- 1) 红外探测器: MCT热电冷却SPRITE型。
- 2) 谱响应: 宽带抗反射镀层 $2\sim 5\mu\text{m}$ (短波段)。
- 3) 温度测量范围:  $-20\sim +500^{\circ}\text{C}$ (用滤光器可扩展至 $1500^{\circ}\text{C}$ )。
- 4) 光圈: 3个, 外部可选。
- 5) 分辨率: 90线。
- 6) 灵敏度: 在 $30^{\circ}\text{C}$ 目标温度下为 $0.1^{\circ}\text{C}$ 。
- 7) 红外滤光片: 2个, 外部可选。
- 8) 现场频率: 25Hz。
- 9) 直线频率: 2500Hz。
- 10) 每帧线数: 280。
- 11) 系统环境温度:
  - 在运行下  $-15^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ ;
  - 在存储中  $-40^{\circ}\text{C}\sim 55^{\circ}\text{C}$ 。
- 12) 镜头: 有7、12、20及40度视场角。
- 13) 尺寸:  $92\times 150\times 205\text{mm}$ 。
- 14) 从扫描器至显示器电缆长度: 1.5m。
- 15) 重量: 2.5kg。

(2) 显示器单元部分

- 1) 图片型式: 标准、反转、黑、浅灰、灰色

标度。

- 2) 温度范围: 9个标定范围。
- 3) 温度量级: 5转度盘控制。
- 4) 等温功能: 在所选温度范围内, 宽为 $2\%\sim 3\%$ 及2级连续可调。
- 5) 热像尺寸:  $50\times 50\text{mm}$ , 由温度测量标尺及数字显示范围所确定。
- 6) 输出接口:
  - 附件 可接至显示单元附件, 如DISCON或TIC-8000;
  - 视频 可接至视频采集器系统;
  - 数据 可接至温度读出计算机TRC。
- 7) 所需功率: 12V直流, 或自单独电源供应的 $\pm 15\text{V}$ 直流。
- 8) 尺寸 $W\times H\times D$ :  $253\text{mm}\times 129\text{mm}\times 322\text{mm}$ 。
- 9) 重量: 4.5kg。
- 10) 专利号: 556192905。

## 7. ENTEK交流异步电动机故障诊断系统

美国ENTEK公司开发的交流异步电动机故障诊断系统, 是以ENTEK的“电动机监测器”和IRD890数据采集分析器, 对交流异步电动机转子导条故障的诊断所提供的极为有效的试验系统。这一诊断可用于电机“在线”和在正常运行负载下完成。这就不须拆卸, 从而避免了使用传统的故障评定方法所作的目视检查。

转子状态是通过具体的电机电流的频谱分析来估价。用IRD890在“分析”模式下采集谱数据的过程是快速、方便和安全的, 因为它可以在配电室或其他远距离的位置来完成。谱数据分析是由“电动机监测器”(MOTORMONITOR)程序在无载情况下经IRD890来迅速完成, 它不需要历史的和趋势的数据。

“电动机监测器”能快速而准确地验证与转子损伤有关的电机问题, 诸如: ①转子导条的断裂; ②转子端环的裂纹; ③压铸转子的铸造沙眼和气孔; ④用铜制造的转子其不良钎焊接点; ⑤鼠笼式线圈中的高阻接头; ⑥滑环式感应电机的转子绕组故障; ⑦其他如不规则的静、动态气隙, 磁力及机械不平衡, 转子轴热弯曲, 定、转子轴承不圆以及静、动态偏心等。

通过检测这些缺陷能有助于防止电动机的次生故障问题: ①由于摩擦造成的定子损坏; ②因打火

或增加启动次数造成的定子热损；③轴承损伤。

“电动机监测器”试验系统示于图19-2-7：包括有在个人计算机上的软件、IRD890及支持硬件。（附加硬件是和软件一起成套供应），它包括有一个信号处理单元、两个电流互感器、电缆及其接头。

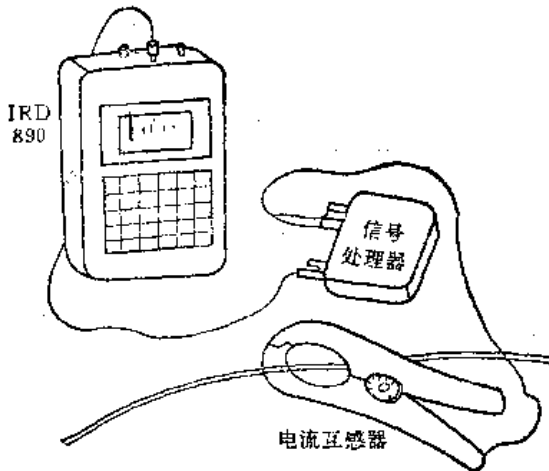


图19-2-7 交流异步电动机故障诊断系统

为了实施测验，用户先要对890组态以取得适当的标定等，并把电流信号连接到“AU3”输入。将890置于“分析”模式即可采集频谱，并使用早已设定于“电动机监测器”程序中的电机名称予以储存。890能允许一次测试和储存10台电动机的数据。

在完成上述工作后，把一组电缆从890串联到计算机串行接口1上。使波特率(baud)率调在9600和单元开关放在“转换”模式下。“电动机监

测器”程序即能完全控制无载下的时序。它可完成每一电机的诊断并显示其结果，也能自动打印每一电机在无载下的报告。

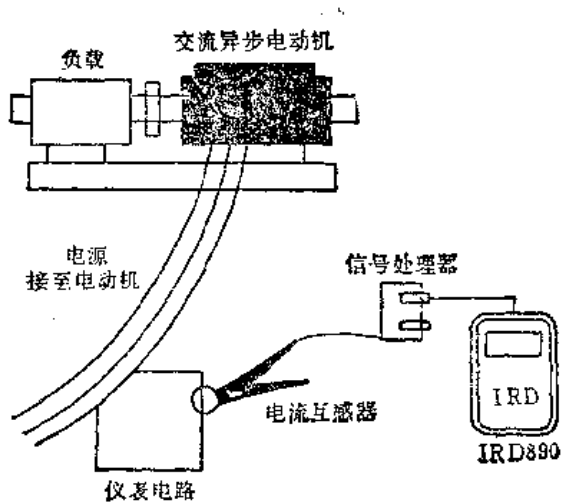
它的软件程序能实现输入电流的详细的频谱分析，以便决定转子的技术状态。该程序可提供根据转子导条分析的7种推荐状态。其推荐范围可如：“运转良好”、“12个月后再检查”，直至“现有故障将导致进一步损坏、尽早停机检修”等。

“电动机监测器”还可绘制断裂导条和动态偏心的趋势图，可供寻找今后电动机运转状态的变化规律，以及把测量结果存入供今后使用。

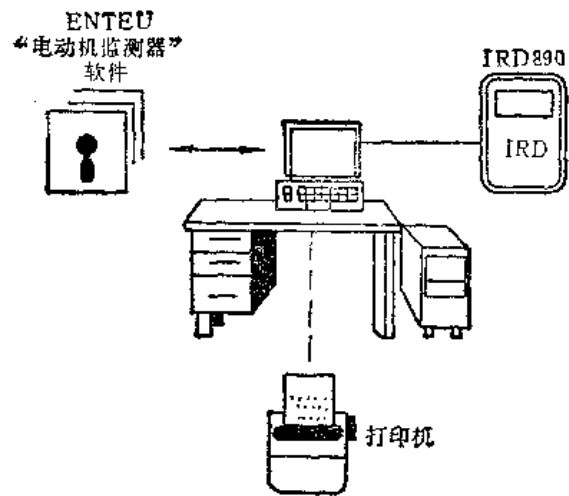
图19-2-8是“电动机监测器”数据采集和数据分析的衔接示意图。

(1) ENTEK 交流异步电动机故障诊断系统的特征优点

- 1) 有在线和负载下的诊断功能。
- 2) 不影响、不中断正常生产。
- 3) 无需原始工作状态信息即可确定故障。
- 4) 专家诊断系统可减少对电动机专家的依赖。
- 5) 减少拆卸检测或目视检查。
- 6) 可远距离检测，使得测试安全。
- 7) 可以区分电器和机械故障。
- 8) 能提高诊断的准确性。
- 9) 操作简便快速，能减少分析时间。
- 10) 能对测量信号质量进行分析，减少误诊断的可能性。



a) “电动机监测器”数据采集



b) “电动机监测器”数据分析

图19-2-8 “电动机监测器”数据采集与分析图

## (2) ENTEK 交流异步电动机故障诊断系统的技术参数

### 1) 测试条件

- ① 负载不小于额定的25%。
- ② 在正常工作电压下测试。
- ③ 电动机的极对数和转数不限。
- ④ 电动机的功率要大于15kW。

### 2) 软件输入

① 电动机铭牌资料(电压、电流、功率、效率)。

- ② 工厂及电动机的代码。
- ③ 测量回路的标定。
- ④ 转子导条数。

### 3) 分析功能

- ① 转子绕组分析。
- ② 静、动态偏心分析。
- ③ 测量信号质量分析。
- ④ 存储数据的再分析。

### 4) 输出功能

- ① 对转子绕组分析提供21类(每种转子结构7类)状态报告。
- ② 对偏心分析提供5类状态报告,同时给出静、动态偏心的差异。
- ③ 频谱图。

### ④ 转子绕组趋势图,

a. 测量信号质量分析,分析结果的有效性分析;

- b. 以总气隙百分比给出动态偏心的趋势图,
- c. 输出分析过程中显示的全部图表;
- d. 电动机综合信息;
- e. 使用者的注释说明。

### 5) 数据库

- ① 测试参数及电动机参数数据库。
- ② 转子断条趋势数据库。
- ③ 动态偏心趋势数据库。
- ④ 测量频谱数据库。
- ⑤ 用户说明数据库。

6) 计算机: IBM PC/XT/AT/PSZ 或运行MSDOS的80386及100%的兼容机。

## 参 考 文 献

- [1] 夏侯淳, 盛德思, 洪莲洁. 振动测量的应用. 北京: 中国环境科学出版社, 1986
- [2] 王宜. 设备振动简易诊断技术. 北京: 机械工业出版社, 1990
- [3] [英]R. A. 柯拉科特. 振动监测与诊断. 吴振球译. 北京: 学术期刊出版社, 1988