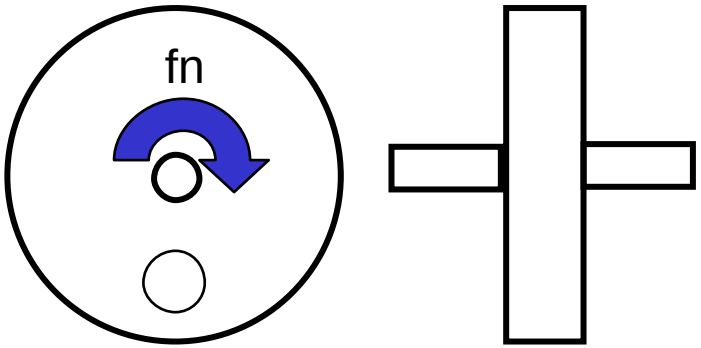
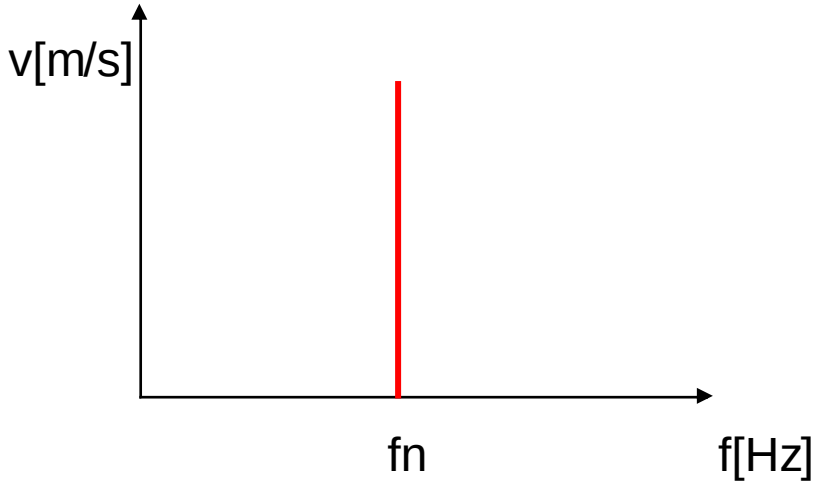
不平衡机械转动

症状：

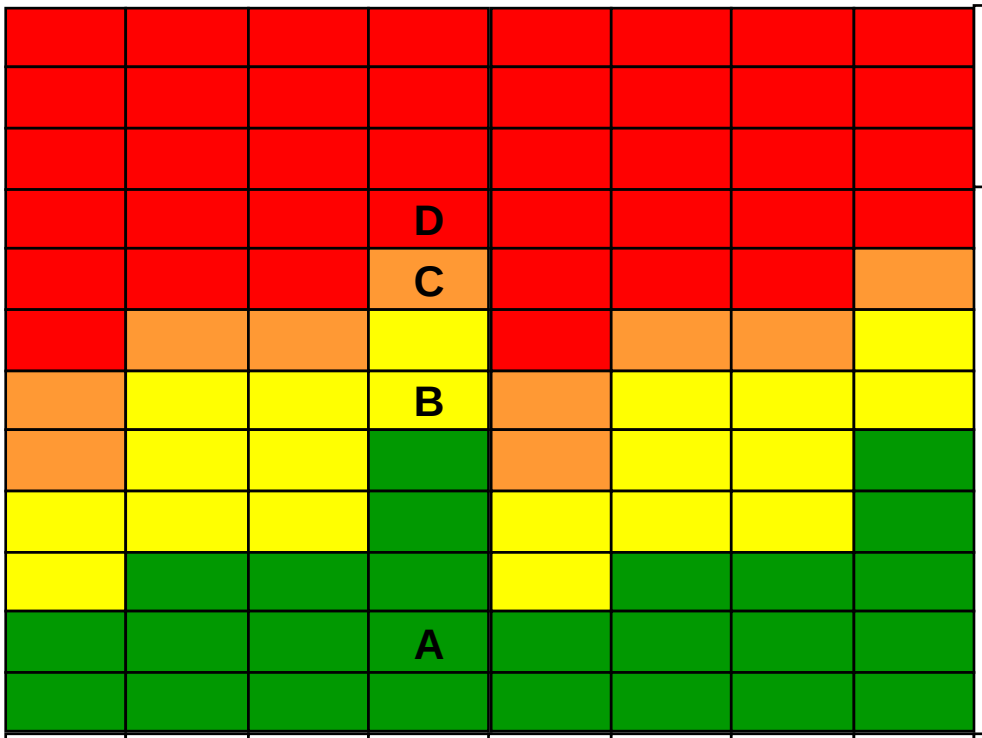
通常在fn处的振幅很高。 fn = n[RPM]/60

ISO10816-3：机械振动判断标准 。使用振动速度的有效值来评估机械设备的状况。将设备分成不同的组别，并考虑安装条件来进行评估。





ISO10816-3



振动速度[mm/s] RMS
11
7.1
4.5
3.5
2.8
2.3
1.4
0.71

区域**D**：危险振动，可能损害设备。

区域**C**：设备状态不适合连续运行，只允许在限定的时间内使用，应在第一时间对设备进行维修。

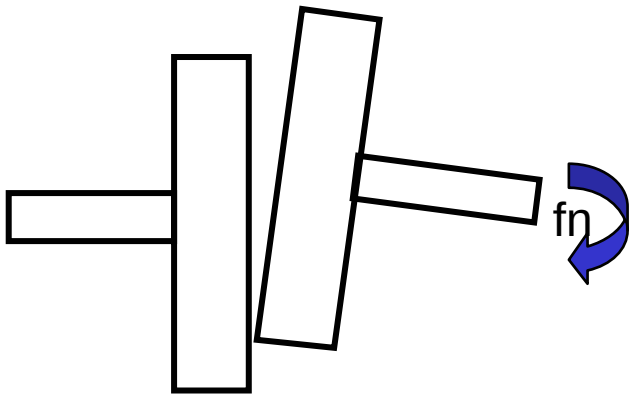
区域**B**：设备能够无限制的连续运行。

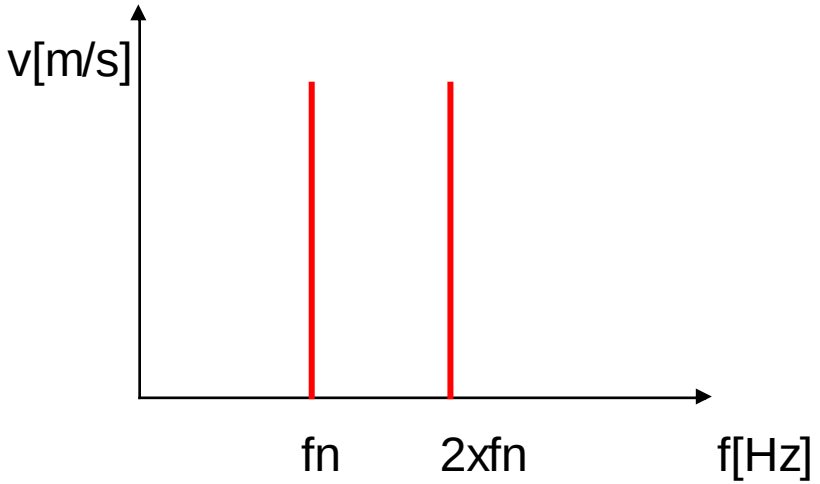
区域**A**：刚投入使用的设备振动值。

硬	软	硬	软	硬	软	硬	软	地基
泵类 15kW<P				中型机械 15kW<P<300kW		大型机械 300kW<P<50MW		机械类型
集成驱动		外部驱动						
组 4		组 3		组 2		组 1		组 别

未对准的机械转动

症状：
通常在fn和/或2xfn处明显的振幅增长。 fn = n[RPM]/60





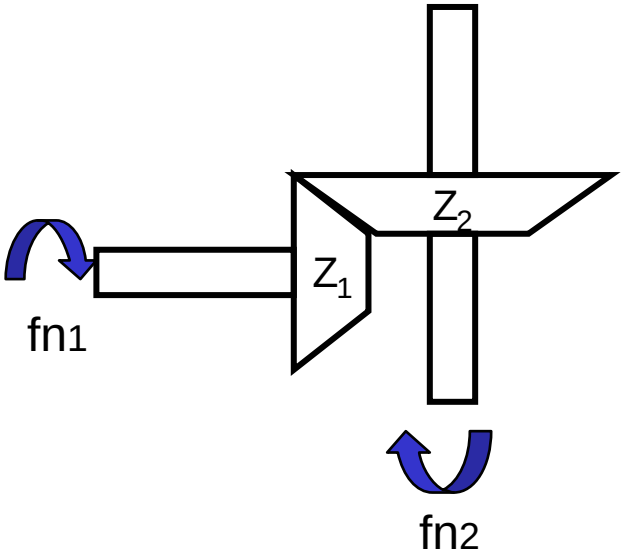
齿轮啮合故障

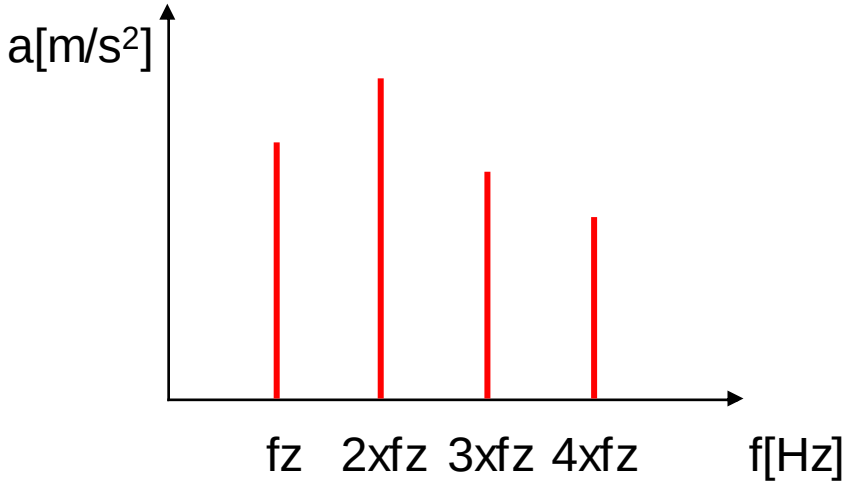
症状：

fz的谐波明显可见。齿轮啮和频率：$fz = fn_1 * Z_1 = fn_2 * Z_2$

Z1, Z2: 齿轮齿数

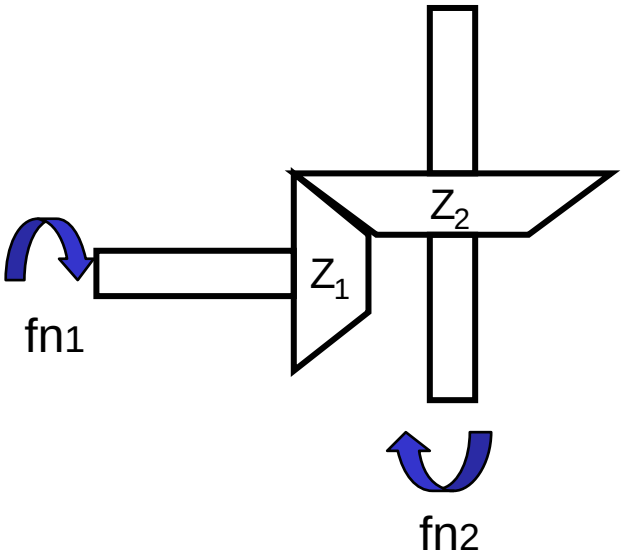
fn:轴旋转频率

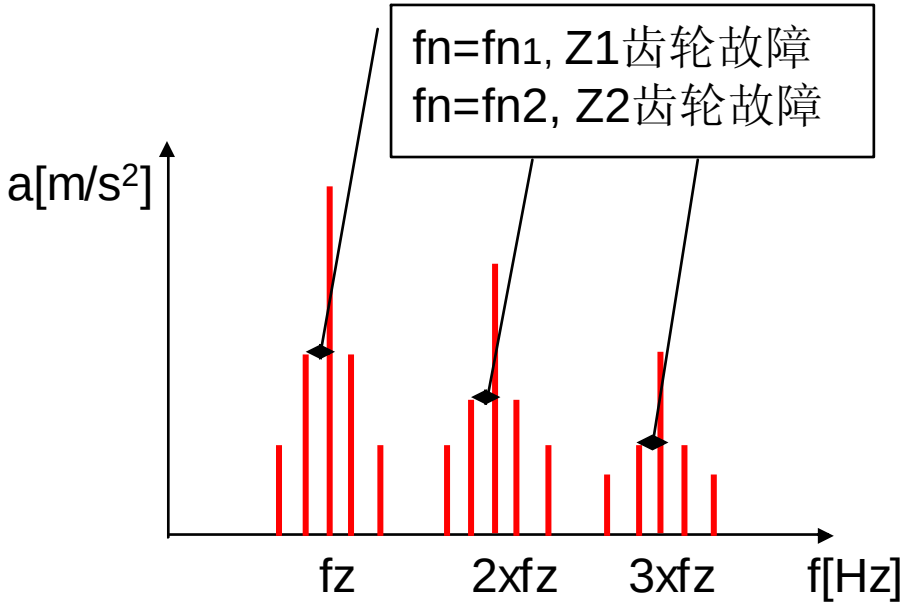




齿裂纹，断裂和齿面点蚀

症状：
fz和/或2xfz和/或3xfz具有明显的间隔为fn的旁频。
fn:轴旋转频率



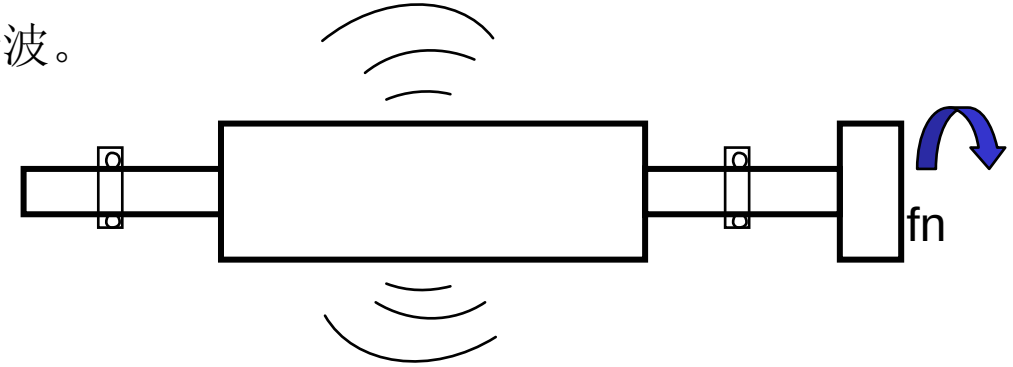


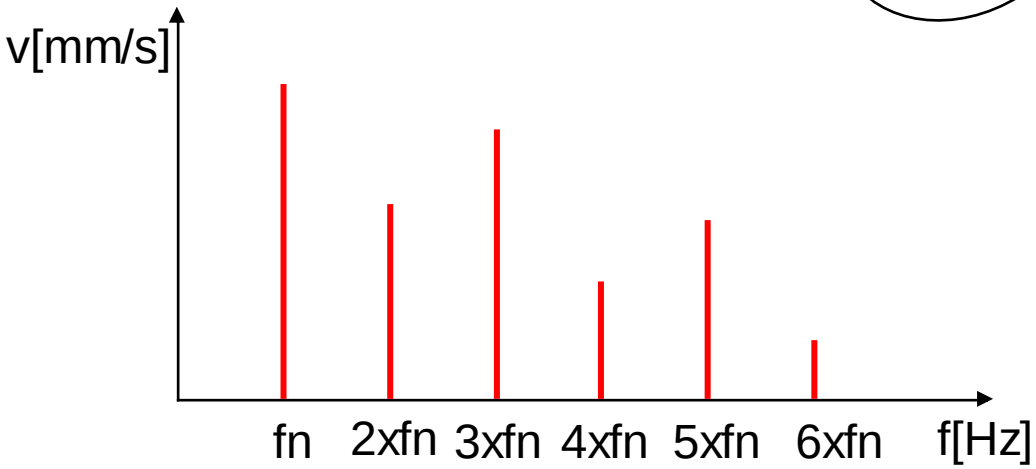
谐振

症状：

fn的谐波明显可见，尤其是奇次谐波。

fn:轴旋转频率



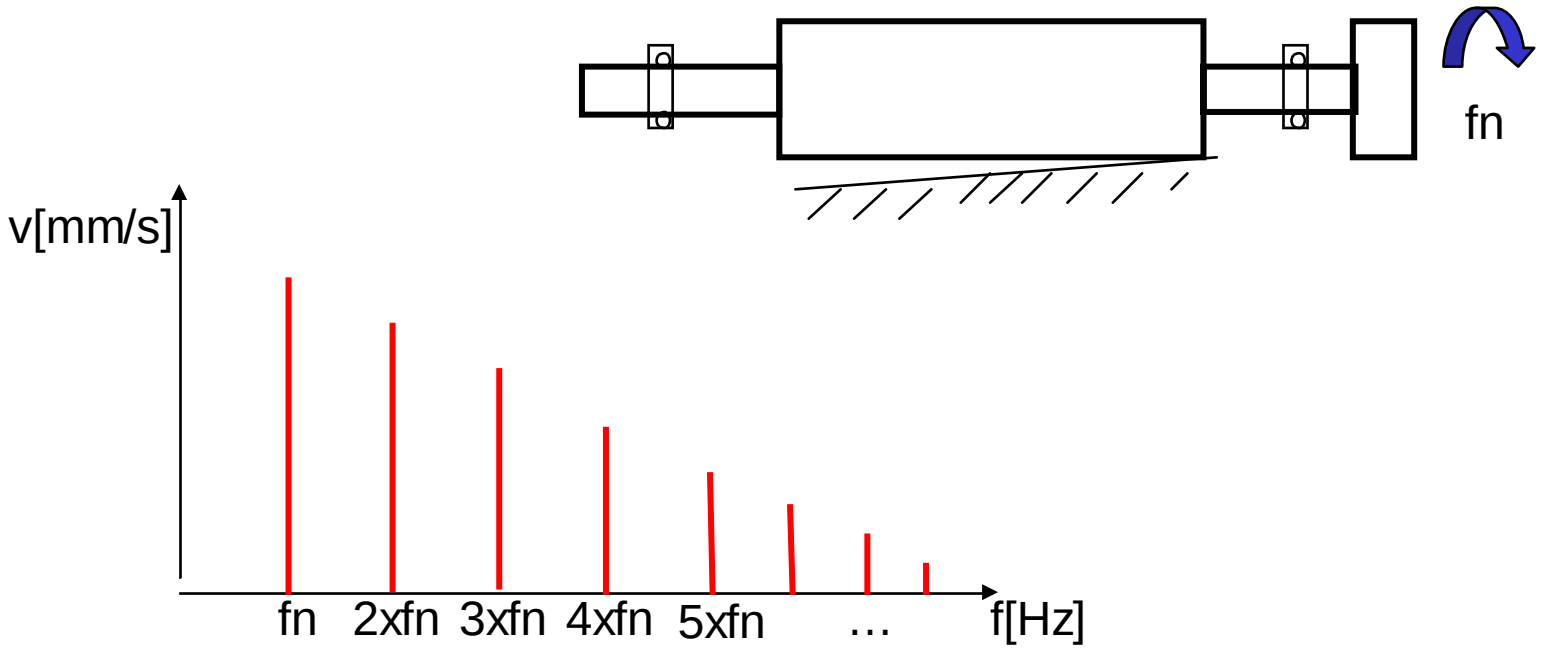


转动摩擦

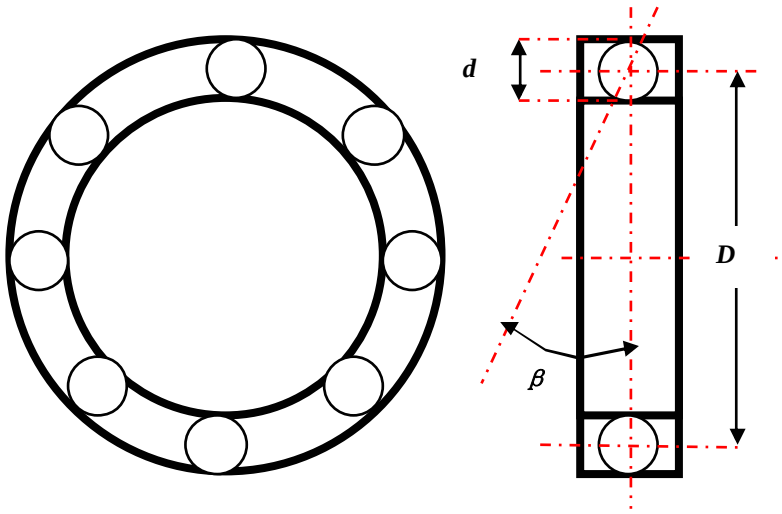
症状：

fn的高次谐波(10xfn, …, 20xfn)明显可见。

fn:轴旋转频率



轴承计算



典型故障	特征频率
外轴承 (BPFO)	$f_{BPFO} = \frac{1}{2} Nf\left(1 - \frac{d}{D}\cos\beta\right)$
内轴承 (BPFI)	$f_{BPFI} = \frac{1}{2} Nf\left(1 + \frac{d}{D}\cos\beta\right)$
滚体 (BPF)	$f_{BPF} = \frac{D}{d} f\left(1 - (\frac{d}{D})^2 \cos^2\beta\right)$
保持架 (CRF)	$f_{CRF} = \frac{1}{2} f\left(1 - \frac{d}{D}\right)$

N: 滚体(滚珠或滚柱)数量
f: 内轴承旋转频率[Hz] = fn
d: 滚体(滚珠或滚柱)直径[mm]
D: 滚体(滚珠或滚柱)中心直径[mm]
ß: 滚体和轴承之间的接触角

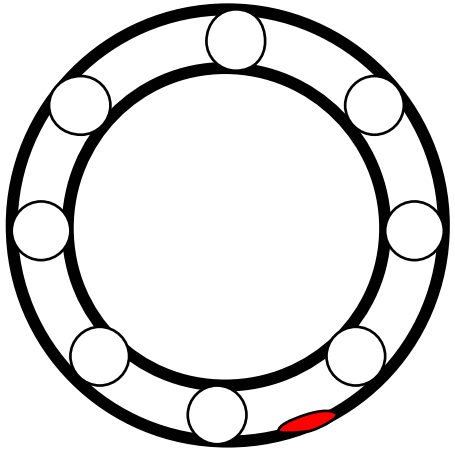
外轴承故障

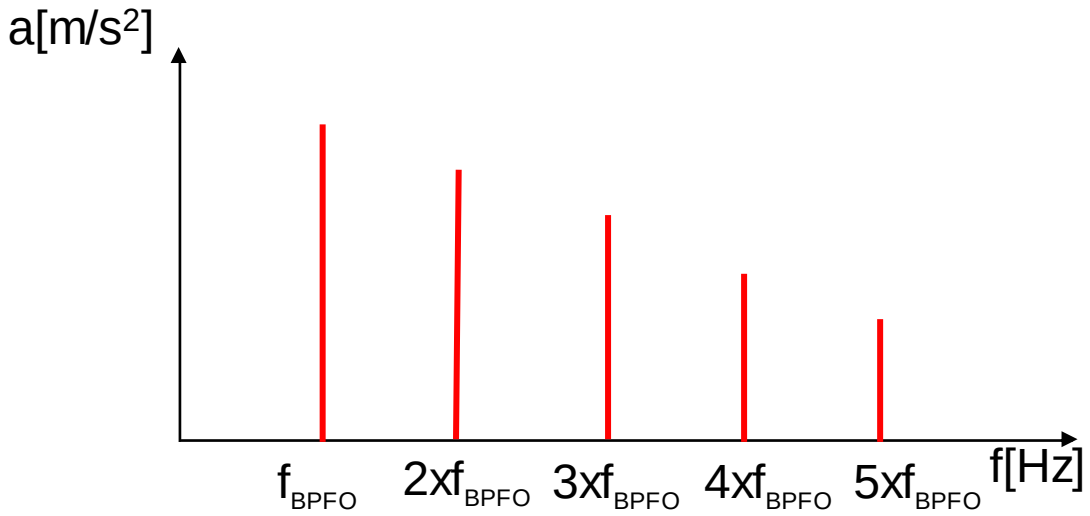
症状：

滚体经过外轴承的频率f_{BPFO}及其谐波清晰可见。

如果仅是f_{BPFO}出现，可能是外轴承不圆变形。

在非常不平衡的情况下，会由于周期性的负荷变化，出现间隔为fn的旁频。



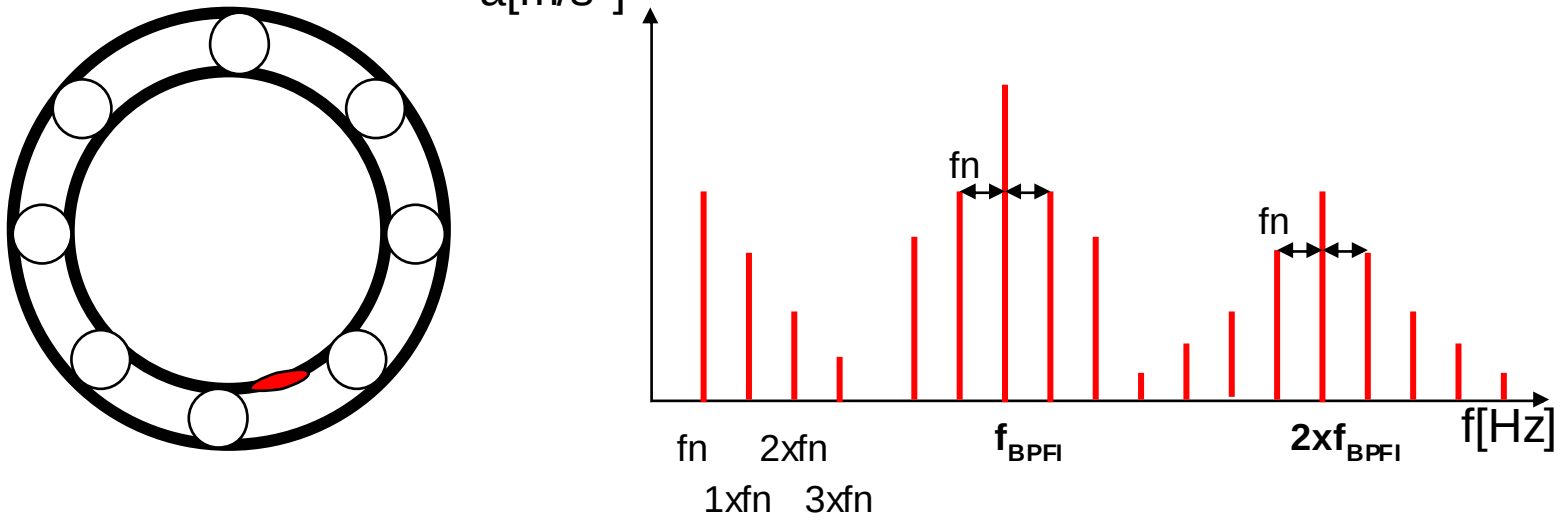


内轴承故障

症状：

滚体经过内轴承的频率f_{BPFI}和许多间隔为fn的旁频清晰可见。

fn及其谐波清晰可见。



滚体故障

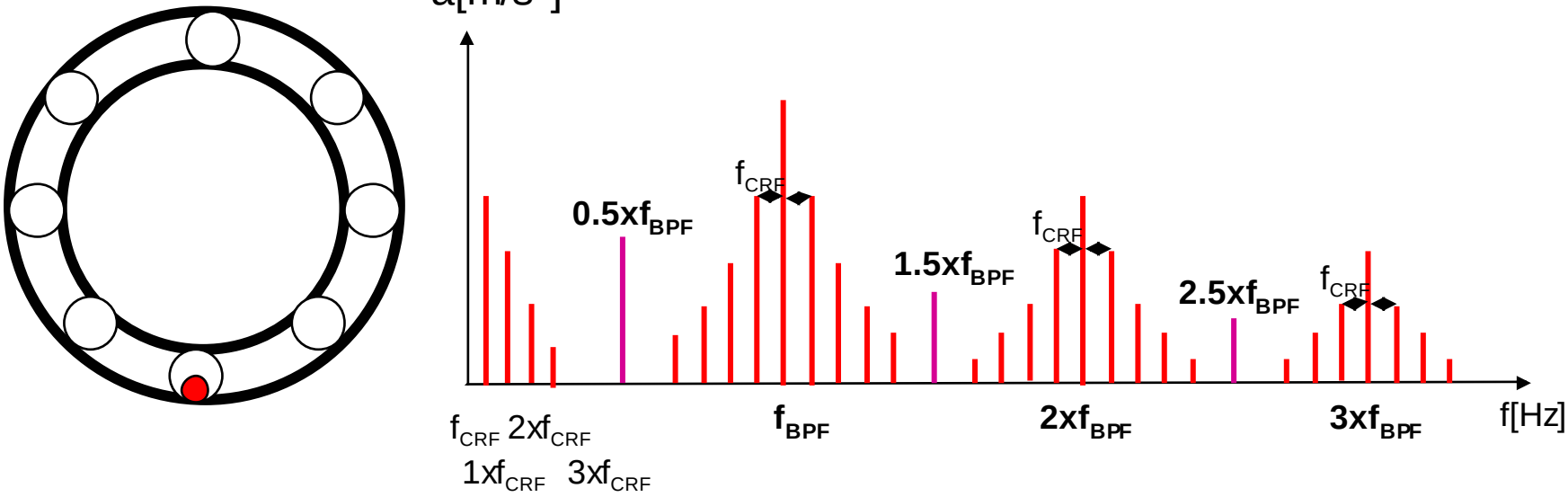
症状：

滚体频率f_{BPF}及其谐波带有间隔为保持架旋转频率f_{CRF}的旁频。

在轴承不清洁或者润滑不足的情况，滚体频率f_{BPF}也能被显示。

滚体频率f_{BPF}的子谐波总是存在。

保持架旋转频率f_{CRF}及其谐波清晰显示。



保持架故障

症状：

保持架旋转频率f_{CRF}及其谐波清晰可见。

