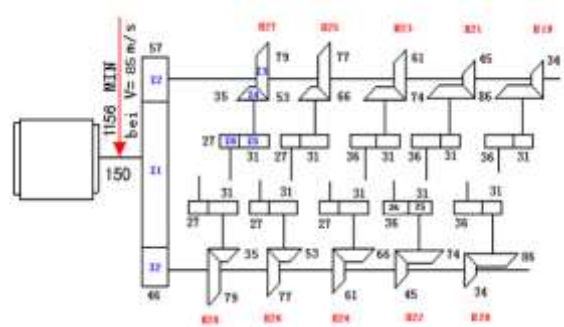


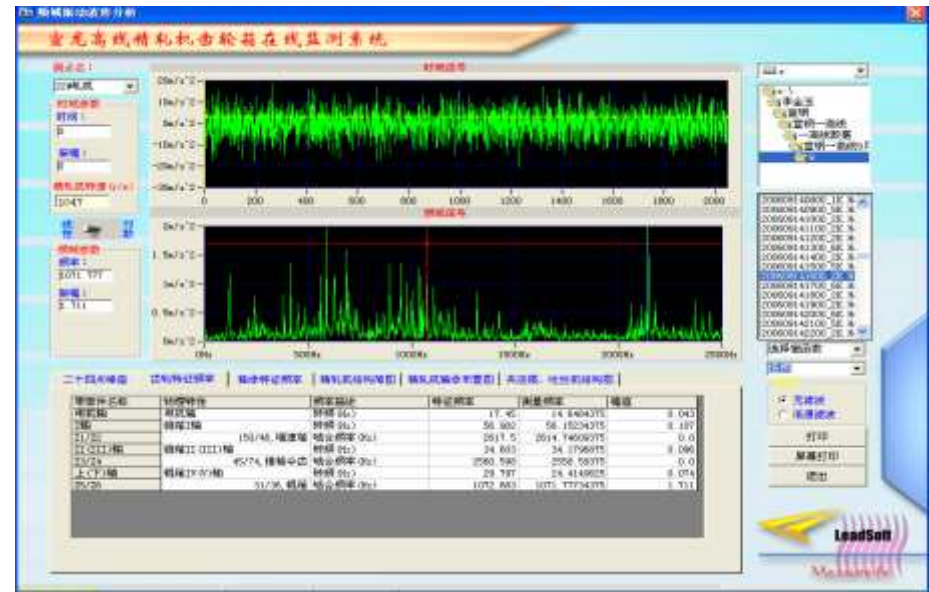
第 7 章 旋转机械状态监控及故障诊断

7.1 例题

例 7-1 宣龙高速线材公司**年**月，发现精轧 22#轧机辊箱振动增大。下图是传动系统图。



调出这一期间的在线监测与故障诊断系统的趋势图和频谱图。在 9 月 14 日的频谱图上明显看到 Z5/Z6 的啮合频率谱线。



特征频率表 1（22#轧机 转速为 1047r/min，谱图数据）

序号	故障信号频率 (Hz)	计算特征频率 (Hz)	振幅	绝对误差 (Hz)	相对误差 %	可信度 %	故障部位及性质分析
1	1037.598	1037.593	1.281	0.005	0	100	Z5/Z6啮合频率—锥箱II轴转频
2	1072.683	1071.773	1.711	0.91	0.085	100	Z5/Z6啮合频率
3	1105.957	1105.953	0.946	0.004	0	100	Z5/Z6啮合频率+锥箱II轴转频
4	2143.555	2143.546	1.962	0.009	0	100	2倍Z5/Z6啮合频率

由特征频率表可见，22 架辊箱的 Z5/Z6 啮合频率（1072.6Hz=34.603HzX31 齿），振幅在 9 月 14 日为 1.71m/s²，其两侧有较宽的边频带，间隔为 35.085Hz，与锥箱 II 轴的转频（34.603 Hz）基本一致。

诊断结论:

- 1) 从频谱图上可看出, 22#辊箱 Z5/Z6 啮合频率幅值比较突出且有上升趋势, 在其两侧有边频出现, 边频间隔分别为 35.085 Hz, 与锥箱 II 轴的转频 (34.603 Hz) 基本一致, 说明 22 锥箱 II 轴上的齿轮存在故障隐患。
- 2) 从时域波形中可以看出有轻微的周期性冲击信号, 冲击周期为 0.028S, 相应频率为 $(1/0.028=35.71\text{Hz})$, 正好为 22 架锥箱 II 轴的转频(34.603 Hz)一致, 这表明问题就出在 22 架锥箱 II 轴的齿轮上。
- 3) 建议厂方立即对 22 架锥箱 II 轴上的齿轮 Z5 (31 齿) 进行检查。

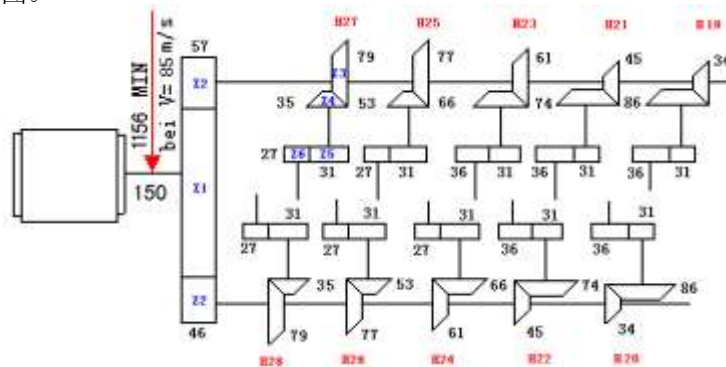
事后复核:

厂方于 2006 年 11 月份对拆卸下的精轧 22 架进行检查, 发现辊箱 II 轴上 Z5(31 齿)齿轮的轮齿已破损 (见图 8-12 和图 8-13), 与诊断分析结论相符。

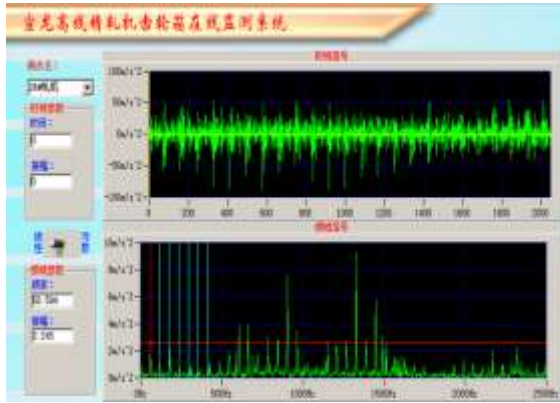
当时厂方曾进一步问过: 估计是什么性质的故障, 能否继续生产? 因为除了初期 (9 月 14 日及以后几天) 边频带较宽, 后期边频带有所收窄, 加上振幅并不很高。所以判定为出现较严重的斑剥。在工程上, 齿轮出现点蚀、斑剥, 厂方都会选择继续使用。整个 10 月都看着振幅缓慢上升, 直到 11 月份, 换轧钢品种, 才停产检查。因为是斜齿轮的缘故, 所以振幅没有像直齿轮那样大。



例 7-2 2005 年 1 月 31 日, 宣化钢铁公司高速线材轧机的 26 架出现振动异常。图 10 为高线轧机的传动机构示意图。



1) 频谱分析图:

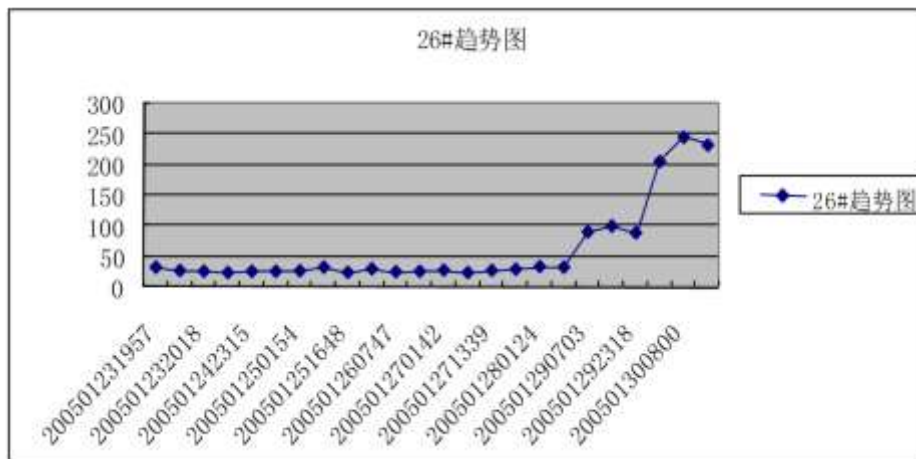


2) 数据分析:

表 1 数据分析表 (测量转速 1100rpm; 推导转速 1078.2rpm)

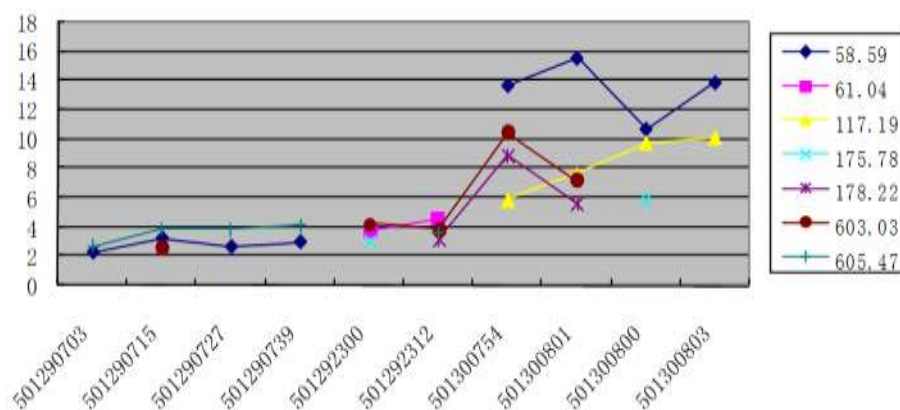
序号	故障特征频率 (Hz)		误差		振幅 (m/S²)	特征描述
	测量值	计算值	绝对	相对		
1	58.594	58.594	0	0	3.245	锥箱I轴转频
2	117.188	117.188	0	0	1.508	锥箱I轴转频二倍频
3	180.664	175.782	4.882	2.8%	2.458	锥箱I轴转频的三倍频
4	239.258	234.376	4.882	2.1%	0.908	锥箱I轴转频的四倍频

3) 趋势分析:



从振动有效值趋势图上可以看到振动是在 1 月 29 日开始上升的, 说明故障发展很快。

4) 特征频率趋势分析

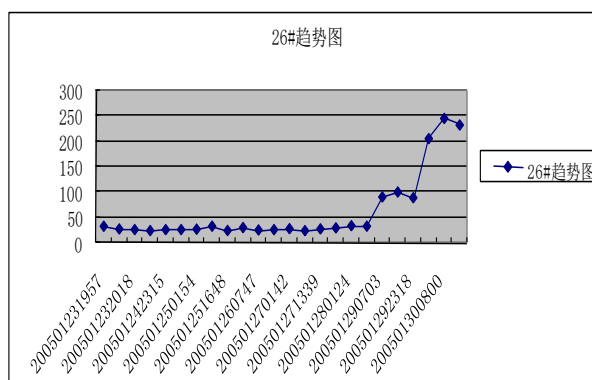


从 26 架特征频率趋势图中可以看到，1轴转频(58.59Hz)及 2 倍频(117.19Hz)的振幅也是在 1 月 29 日开始上升。

5) 当时的诊断结论与处理建议

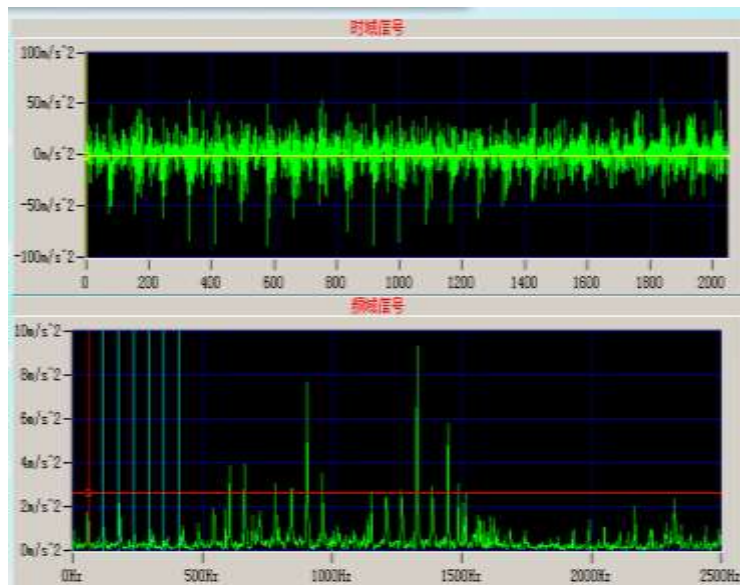
1. 时域信号特征

- 26#架精轧机在 1 月 29 日柱状图（棒图 a、b、c，这里未给出）峰值开始报警，30 日报警值达 255；
- 29 日时域信号发生严重畸变，30 日时域信号完全紊乱；
- 时域趋势图从 27 日的 22.6m/s^2 急剧上升到 30 日的 245m/s^2 ，突变了 10 倍左右。



2. 频域信号特征:

- 出现 26#架精轧机锥箱 I 轴的转动频率（同时也是该轴轴承内圈旋转频率）及大量谐波，达 5000Hz 以上，这是典型的部件松动特征。
- 58.59Hz 的振幅已经超过 10m/s^2 ；



3. 该齿轮箱可能存在两种故障隐患:

- a) I轴轴承损坏 (可能性较大);
- b) 26 架底座刚度弱 (有松动、裂纹等), 有被外力所激起的振动。

实际情况

厂方接到报告后, 立即组织检修。开箱后发现 1 轴 MRC—7126 KRD4S 轴承损坏。

(注: 这个诊断报告中将锥箱 I 轴的转动频率及大量谐波解释成典型的部件松动特征, 实际是因为轴承破损, 造成 I 轴定心失效所致)



7.2 作业

1. 齿轮故障有哪些?
2. 齿轮箱检测的信号包括哪些成分?
3. 如何利用边频带进行故障诊断?
4. 滚动轴承失效形式?
5. 滚动轴承震动的频谱包括哪些?
6. 滚动轴承故障分析方法有哪些?