

谱分析技术在汽轮发电机组 故障诊断中的应用

申 仲 翰

(中国科学院力学研究所)

摘 要

本文使用分段升速的办法,对转子的不同工况进行了一系列谱分析,从而由多种状态下的共同特征找出转动体的不平衡故障,并且通过分析谱成分的异常反应研究了汽轮机转子的磁化现象。

前 言

旋转机械的故障诊断是近年来发展起来的一门新技术。具体内容是针对轴承、转子等部件所发生的异常现象而进行的检测分析和诊断研究,从而实现连续提供运行设备技术状态的综合信息,为设备运行和检修计划的制定提供可靠的依据。具体地说,它应包括以下三个基本内容。即旋转机械运行参数的预测;异常或故障原因的分析、判断;对旋转机械将来状况的预报、预测等。因此,诊断的内容和使用的方法将是多种多样的,其中最为常见的方法是对机械的振动响应做频谱分析。这样做的理由有两点,一是旋转机械的很多故障都能以振动状态的异常反映出来;另一点是在大量的机械损坏中由振动而引起的比例很高。加之近年来振动测试分析技术的蓬勃发展以及计算机技术

的突飞猛进,更使得谱分析技术成为故障诊断的重要手段,但是在实际应用中,由于多种振动信息错综交织,必须抓着故障之本质,使用不同方法进行分析才能奏效。为此,本文以转子的不平衡和磁化现象为实例。对谱分析诊断法做了探讨。

信息采集及处理

利用谱分析法进行故障诊断一般有如下三个步骤,即基本数据采集,数据的分析与处理以及通过谱形识别诊断故障所在。

数据采集的要点是传感器的选择和安放,如何选用取决于欲测的目标对象,鉴于转子运行状态的异常大部分会在轴瓦上有所反应,所以在本文中选用接触式拾振器对轴瓦的振动情况进行测量。由拾振器测得的信号通过记录仪存贮在磁带上,然后带回实验室回放,并进行

注:参加测试与分析的还有关彬、鲁宝香、王莘等同志。

主要参考资料

[1] 王太勇:影响金属锯切噪声的若干因素及圆锯片的动态特性,天津大学硕士研究生

论文,1986.1;

[2] C. D. Mote, Jr., A Review Report on Principal Developments in Thin Circular Saw Vibration and Control Research, 1977;

[3] 张纪锁等:低噪声圆锯机的设计,焊管通讯,1984.3.

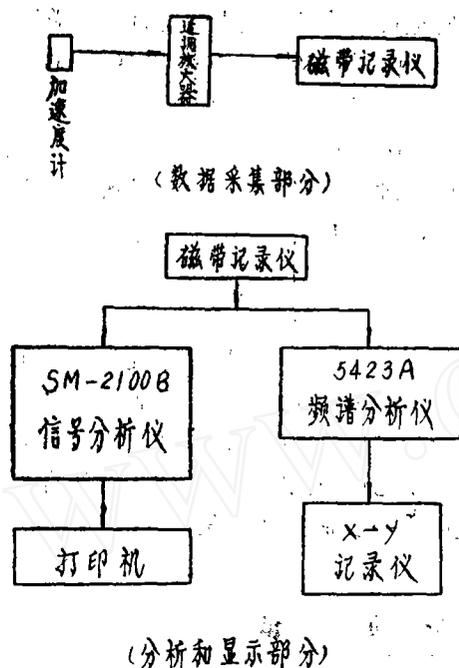


图1 信号采集和分析系统框图

各种处理和分析。所用的信号采集和分析系统可表示为图1所示之框图。图中表明,由磁带机回放的信号通过两路分析系统进行处理,一路是将信号送入SM-2100B信号分析仪,在这里,信号经滤波和模数转换变为数字量,再经分析仪内部的计算机系统做计算分析,结果除在屏幕上显示外并可在打印机上印出频谱图形。另一路是将信号送入5423A频谱分析仪,分析结果也在屏幕上做出显示并输出到函数记录仪绘成频谱图。

测试结果及分析

(1) 分段升速法判别转子的不平衡故障

对于快速转动的旋转机械来说,转子的动平衡问题是至关重要的,这里所说的不平衡是指偏心质量产生的离心力对转子进行的周期性干扰(图2)。由于转子的转动与不平衡干扰力



图2 不平衡转子示意图

作用为同一转速,所以产生在转子轴瓦上振动响应的主要频率成分将和相应的转速对应,并随转速的改变而改变。以上现象是不平衡故障的特征,其他形式的故障将不会造成上述的反应,这就是利用阶段升速法诊断不平衡故障的基本想法。

例如,某电厂的供水泵,其轴瓦的振动超出了标准。为了寻求故障的原因,以阶段升速的办法对轴瓦的振动进行了谱分析。在每个稳定的转速下,通过安装在轴瓦上的加速度计采集振动信号;振动信号的谱分析结果列于表1,数据表明;在4500r/min的转速下,频率为74Hz的分量最大($4500/60 \approx 74$);在5000r/min的转速下,频率为84Hz的分量最大($5000/60 \approx 84$);而在带负荷的4940r/min转速下,82Hz的分量最大($4940/60 \approx 82$),这就说明,在三种不同的转速下都反应了相同的规律,即轴瓦垂直振动的主要频率等于转子每秒时间内的转动次数。实际检测得知,泵的平衡部件不满足要求,在转子的每次转动中,不平衡质量产生了干扰力,从而促使轴瓦发生了与转动频率相同的振动。这种现象在低转速时反应不明显。

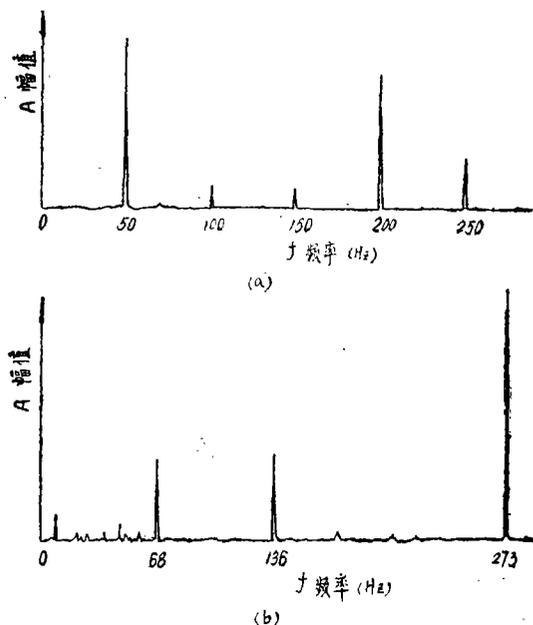


图3 转子轴瓦振动频谱图

(2) 汽轮机磁化故障的诊断

在汽轮发电机组的运行中,由于电机部分的漏磁有时会造成汽轮机中某些部件的磁化,它能促成机组的工作异常乃至发生故障,这种磁化故障亦能通过转子轴瓦的振动检测而反应出来,只是这种磁化故障的反应与转子结构上的不平衡、不对中及油膜振荡等故障所造成的轴瓦振动相比具有不同的性质。一般说,由不平衡等结构方面的因素所产生的振动,其主要频率多与转子的旋转速度成比例关系,即使对规范允许的小幅振动也是如此;而由磁化原因所形成的振动信号,其频率与转子的转速无关。以图3中a、b两组谱线为例,它们是对汽轮机组轴瓦振动的实测结果。这里,图3a

为正常运行中转子轴瓦上的垂直振动谱线,主要振动频率为50Hz及100、150、200Hz等高次谐波,显然,这些频率值都是汽轮发电机组转速(50r/s)的倍数。图3b为当转子部件有磁化时在轴瓦上获得的垂直振动谱线,主要频率为68Hz及136、272Hz等倍频成分,它们与转子的转速无明显关系。

以上所述为判断转子不平衡和磁化故障的一些体会,它可用于故障尚未发生时的征兆性判别,以求做好检修准备,防患于未然;又可在故障形成后,判断故障性质,采取措施,控制振动于允许的范围之内,所用方法将在今后研究中进一步充实和完善。

表1 给水泵轴瓦振动频谱

转速 (r/min)	频率幅值对照				
	f-频率	A-幅值			
2500	f(Hz)	124	150		
	A(mV)	13.6	4.8		
3500	f(Hz)	10	34	124	138
	A(mV)	5.8	5.8	7.4	8.7
4500	f(Hz)	46	74		
	A(mV)	14.3	50		
5000	f(Hz)	84			
	A(mV)	117			
4940	f(Hz)	82			
	A(mV)	167			

全国噪声与振动控制产品评优活动将在年内进行

根据中国环保工业协会5月份全国工作会议的要求,噪声与振动专业委员会将在第四届全国噪声控制工程学术会议期间开展噪声与振动控制产品评优活动,评选出受欢迎的噪声与振动控制产品,具体办法正在拟订之中。据悉,评选活动将于10月间在成都举行,产品的评比选优将根据产品设计质量、技术性能质量、加工制造质量、推广使用范围、产品鉴定与评价、产品获奖情况及产品质量管理等多个方面对参评产品进行考核评分。这次评优活动将促进我国噪声振动控制产品质量的显著提高。

(章奎生)