

CDMS 信号处理故障诊断及振动分析系统的设计思想和技术特点

⑧
46-50

TP274.2

THE DESIGN IDEA AND TECHNICAL FEATURE OF
CDMS SIGNAL PROCESSING FAULT DIAGNOSING
AND VIBRATION ANALYZING SYSTEM

丁 康

Ding Kang

雷继尧

Lei Jiyao

(重庆大学测试中心)

摘 要 CDMS 信号处理故障诊断及振动分析系统是由重庆大学测试中心在借鉴消化吸收的基础上,将引进技术国产化并进行创造性开发的一个成功尝试。本文着重介绍该系统新颖的设计思想和先进的技术性能。

关键词 信号处理;信号分析;故障诊断;振动;模态分析

中国图书资料分类法分类号 TH865

ABSTRACT CDMS Signal processing, fault diagnosing and vibration analyzing system is developed by the Test Center of Chongqing University. Which is a successful test of creativeness development based on imported technology. The up-to-date design idea and advanced technical function of CDMS are introduced.

KEY WORD signal processing; signal analysis; fault diagnosis; vibration; modal analysis

0 概 述

设备状态监视及故障诊断技术是近20年发展起来的一门综合性新兴学科。它是利用计算机检测、信号处理、模式识别、系统理论、预报决策及可靠性分析等多种现代化研究成果,对设备运行状态监测分析,判断设备性能劣化趋势,诊断和预报故障,以保障设备安全运行、合理使用、恰当维修,促进设备科学管理和维修的实用科学。

要在我国推行建立在设备状态监测及故障诊断这门技术基础上的视情维修体制,必须解决好方法研究、手段研制、实际应用三个方面的问题,特别是手段研制问题。因为不论是监测还是诊断手段,目前我国主要还依赖进口。CDMS 信号处理故障诊断与振动分析系统的研制成功,解决了上述手段的国产化问题,为设备视情维修体制的推广普及创造了条件。

CDMS 系统是在借鉴消化吸收引进技术的基础上,将其国产化并进行创造性开发。它在

一台普通微机上有有效地实现了信号处理、故障诊断和振动分析功能的大结合,无论是性能指标,还是设计思想方面,比之现行的各种系统均有较大的突破。

1 CDMS 系统构成

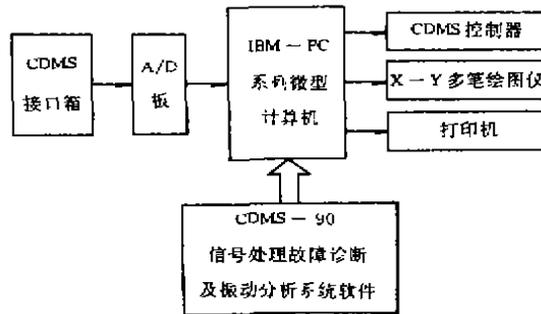


图1 CDMS 系统构成框图

CDMS 系统是以计算机为核心的分析系统,它是由接口箱、A/D 板、微型计算机、控制器、打印机、绘图仪和软件包组成,其系统构成框图如图1所示。

CDMS 系统软件包的主要功能见图2,是由数据采集、信号处理及系统分析、振动监测、故障诊断及现场控制、离线分析、图形回放、x-y 绘图、波形监视器、信号发生器、模态分析和用户再开发等部分组成。

2 CDMS 的设计思想和技术特点

CDMS 系统在设计思想和技术性能方面主要有下列几个特点:

1)在设计思想上充分利用了国际上近年发展起来的虚拟仪器的概念,该系统通过 CDMS 软件包,加上一部分自行开发设计的接口和外设,充分利用目前流行的 IBM-PC 系列微机的软硬件资源,实现了传统信号处理、故障诊断及振动分析仪器的功能。这种所谓虚拟仪器形式的计算机辅助测试系统,发挥了微机速度快、通用性好、价格便宜、运算精度高和可靠性好的特点。

2)在功能和技术指标上,瞄准国际同类产品八十年代的先进水平,具有下列特点:

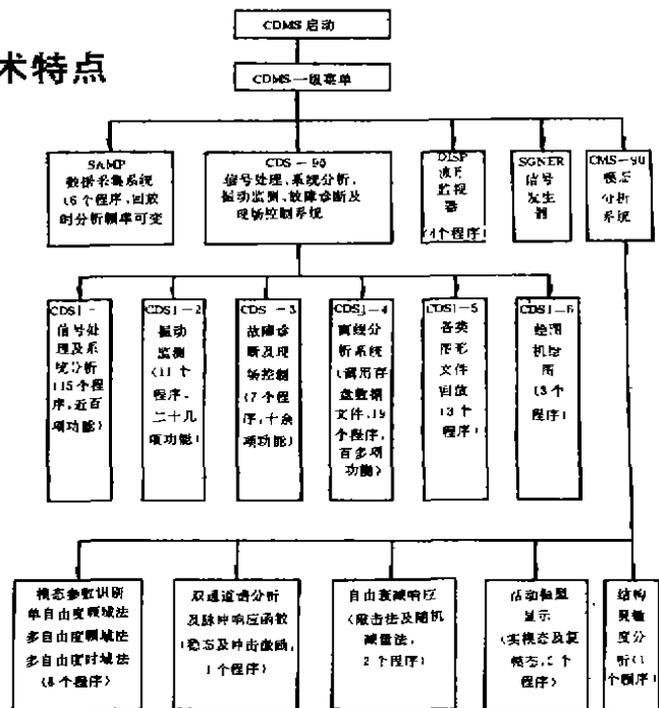


图2 CDMS 软件结构框图

功能方面:CDMS 不仅综合了各种国际近期信号分析设备,如 B&K2034、CF-920、SD375、HP5423A 等的主要功能,如频谱分析、传递函数、细化分析等;而且吸收了有关学科领域内的最新学术成果,如时间序列分析(AR 及 ARMA 建模及谱)、解调分析、时域法模态参数识别、结构灵敏度分析、频率得分法诊断故障、趋势分析与寿命预估等,全部功能达一百多项。

CDMS 在采样方面开发了自由触发、内触发、定时触发、峰值保持采样、选带分析、转速跟踪分析软件,便利了整套程序的研制,并为这类系统的进一步完善提供了有利条件。其中转速跟踪分析是进行动平衡、伯德图分析的核心,为旋转机械故障诊断提供了有效的采样手段。

CDMS 离线与在线分析并存,能够在没有存储记录设备(如价格昂贵的磁带记录仪)的条件下对现场采集信号作进一步精密分析。在离线分析时,分析频率可以改变是其最大特点。以往以微机为核心的数据采集系统均采用采样频率与回放时分析频率不可变的方式;而 CDMS 系统解决了采样长度、采样频率和回放分析频率三者之间的关系问题,使离线分析灵活性和精度有较大提高。

CDMS 既能进行稳态分析,如多段功率谱平均运算、解调分析等,也能分析过渡过程(升速、降速)和时变系统,如转速跟踪分析、三维功率谱阵等。而这一特点许多国外仪器都不具备,如 HP5423A、HP3562A。

速度方面:CDMS 最大特点之一是用软件实现了高速运算。不论是时域统计量计算、FFT 和谱分析、模态动画显示等在速度上较之国内其它系统都有较大提高。在时钟频率为 8MHz 计算机上,1024 点 FFT 复变换的运算时间小于 250ms,32 段谱分析仅需 5 秒,动画显示速度可达 50 帧/秒以上。表 1 是 CDMS 与国外四种进口仪器的分析速度对比,从中可以看出本文软件实现的谱分析速度达到了国外先进仪器用硬件实现的谱分析速度。

表 1 分析速度表(不考虑采样时间)

系 统	HP5423A	CF-910	ADRE	HP3562A	CDMS-90(本文)
32段1024点 谱分析时间(S)	15	15	34	6.5	5

提高速度的主要方法有:

(1) 尽量采用汇编语言程序:对计算工作量非常大的 FFT、谱分析、低通数字滤波、转速跟踪分析等;使用量大的数据传递、各种采样、内存赋零、零均值化等;非常费时的活动画面显示,如波形监视器、模态分析活动振型显示等均采用汇编语言子程序。

(2) 采用先进的算法和编程方法。FFT 汇编语言子程序框图见图 3,由于采用了窗函数库和三角函数库,使得三角函数运算和加窗几乎对运算速度没有影响。此外,谱分析时采用双段 1024 实数同时进行 FFT 的方法,大大节约了时间,提高了速度,其程序框图见图 4。

精度方面:A/D 变换精度 12bit;在计算中大量使用了 32 位实数和 64 位双精度数运算;在 FFT 汇编语言整数运算中引进了校正因子的方法提高精度;时域统计值的汇编语言也采用了提高字长的运算方法。加上采用高精度算法,所以分析精度较高。图 5 和图 6 是由 CDMS 和 HP3562A、HP5423A 的分析对比图,其分析结果的趋势完全一致,精度误差很小。

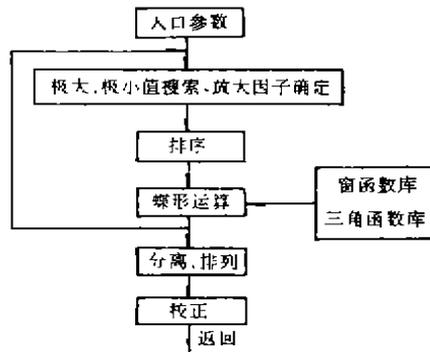


图3 FFT程序框图

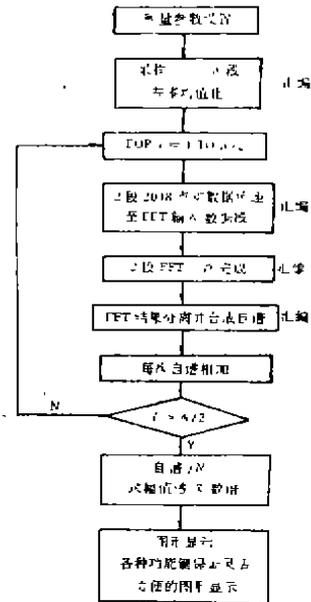


图4 谱分析程序框图

灵活方便、功能齐全的图形显示;CDMS 几乎所有结果均以图形方式显示,在参考国外仪器显示方法的基础上,根据使用中反馈的信息不断修改,CDMS 图形具有以下特点:

- (1)纵坐标既可浮动,又可设置;
- (2)纵、横坐标均可扩大和缩小;
- (3)有线光标和带光标;光标可快移或慢移,并能消除和重新显示;
- (4)图形有单幅、双幅上下、双幅重叠显示方法;
- (5)图形可存盘,存盘的图形随时可回放;
- (6)可按幅值大小顺序自动打印9个点的纵横坐标值,也可直接在图上标出光标的频率和幅值;
- (7)方便的功能求助键。

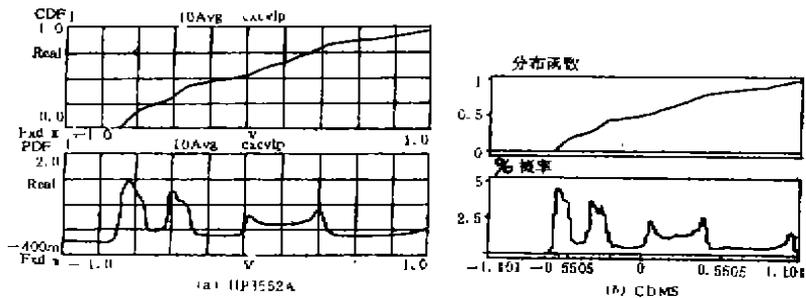


图5 华莹山电厂10万千瓦发电机组6⁺轴承垂向振动概率密度与分布函数

3) 从工程实用出发为用户提供良好的界面

在仪器的使用性能方面,我们从工程应用和国情的实际出发,作了如下几方面的技术考虑:

采用全汉字系统。CDMS 以 CCDOS 作为计算机的操作系统,利用编译 BASIC 语言汉字功能强的特点作为程序管理部分的主要语种,有效的解决了汉字化问题。

菜单操作、窗口式参数设置的使用方法。CDMS 的功能选择采用汉字提示下的菜单选择方式,而测量参数的设置则采用窗口式修改方法,其优点是不需重复设置参数,参数一旦设定可重复进行多次测量,并且改变参数时不需全部修改,需要修改的参数利用窗口单独修改即可。

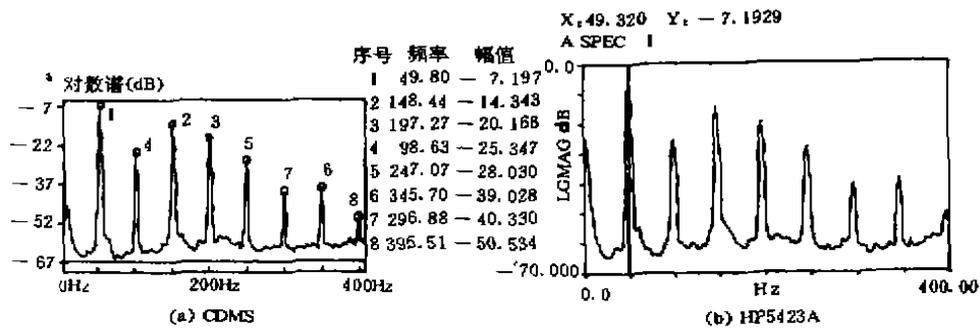


图 6 华莹山电厂10万千瓦发电机组6[#]轴承水平方向频谱图

多样化的输出方法。CDMS 能以图形硬拷贝方式输出,能以汉字表格的方式打印,能在屏幕上以图、表、曲线多种方式显示,还能在绘图机上输出高质量的各种图形。CDMS 的各种图形和输出结果均能以数据文件方式存档、反复调用。

4) 一机多能,充分利用硬件资源,降低成本。

CDMS 在解决速度、精度和功能等一系列问题的基础上,从技术上实现了信号处理、故障诊断、振动分析、波形监视、记录仪、绘图仪、信号源等十个功能的大结合,降低了成本。

5) 多种语言相结合、模块化的编程技巧

CDMS 程序设计中采用了编译 BASIC、FORTRAN 和汇编语言。编译 BASIC 语言汉字功能强、管理灵活,图形功能强, FORTRAN 语言复数运算功能强,而汇编语言运算速度快,三者结合构成了强有力的多种语言开发系统。我们在整体连接中有效地解决了三种语言程序的相互调用,使系统有机的连成一个整体。

模块化的编程技巧。根据信号分析的特点我们编制了 FFT、时域统计量、低通数字滤波、AR 及 ARMA 求谱、转速跟踪滤波等几个基础软件的汇编子程序。在此基础上,通过适当的组合变换和展开即可生成各种实用软件,从而有效地提高了系统的模块化程度,减少了编程工作量。

6) 强大的用户再开发功能。CDMS 考虑到用户特殊编程需要,提供有 FFT、采样、数据传递、开关量控制等汇编子程序。

7) 极高的性能价格比。通过上述种种努力,我们使系统的性能价格比有很大的提高,CDMS 功能比美国 HP5423A、HP3562A、ADRE 旋转机械故障诊断系统、日本 CF-910 功能更全,而价格仅为其 1/10~1/4。

参 考 文 献

- 1 丁康等. 提高 FFT 和谱分析速度及精度的方法. 重庆大学学报, 1992, Vol. 15(2)
- 2 雷继尧等. 工程信号处理技术, 重庆: 重庆大学出版社, 1990
- 3 丁康等. CDMS 信号处理故障诊断与振动分析系统和国外进口仪器的对比分析, 动态分析与测试技术, 1990, (2)