

# 科技展望 ——“大振动”与“微机卡泰”时代

应怀樵

(北京市应用科学研究所 东方振动和噪声技术研究所)

**摘要:**本文提出了“大振动”新概念。从两个方面阐述“大振动”问题,什么是大振动,它对我们生活的重要影响。第二部分讨论了PC卡泰的概念,主要用于测试与控制振动。PC卡泰是一种先进的振动测试和分析方法,主要通过计算机来完成。现在我们已经进入了一个大振动和PC卡泰的新时代。

**关键词:**大振动;振动测量;微机卡泰

**Abstract:** An new concept——“Large vibration” is put forward in this paper . The first part of this paper explains two problems: what is large vibration, its important effect on our live. To test and control the vibration, PCCATAI is discussed in the second part. PCCATAI is an advanced method to test and analyse the vibration used with personal computer. Now we enter a new age with Lage Vibration and PCCATAI.

**Keywords:** Large vibration; Vibration measurement; PCCATAL

## 1 “大振动”现象

近年来,我国振动工程学界的学术活动十分活跃,振动工程这门交叉学科技术得到了很大的发展。自从中国振动工程学会由国家科委1986年10月14日批准正式成立以来,各省市振动工程学会也相继成立,来自全国各方面的著名专家、教授在各种场合发表了许多观点新颖和内容精辟的论文。

目前,面临世纪之交,我认为振动工程,特别是在四化建设中,近年来能受到国内外专家和工业、农业、国防各部门科技工作者的重视,这是有其必然的重要原因的。振动现象是物质在运动中产生的。当在一个观察点的某个质点(包括固体的、液体的和气体的)离开其平衡位置作往复运动时,就产生了振动。若从空间来看,振动过程向空间传播,即产生了波动。振动有三个要素,周期(频率)、振幅和阻尼,考虑波动现象,还包括波速和波长。众所周知,坐汽车、火车时的振动,有时会使人颠簸得难受。家里的电冰箱、电风扇的振动会吵得人心烦意乱,特别是那些质量较差的空调机的振动噪声常使人无法忍受。更可怕的是地震现象,如唐山大地震使人民生命财产受到巨大损失,让人终生难忘。这些都是易见的振动现象。振动会使许多机器损坏,飞机和导弹失灵。因大风引起的桥梁振动和步兵正步过桥引起的振动会使大桥震垮。剧烈的振动会加速设备疲劳破坏,固体和气体的振动会产生噪声,等等。总之,振动现象以往主要是作为不好的现象来加以研究的,它经常是以我们人类的“敌人”的面孔出现的。实

实际上振动不仅仅是一种有害的现象,而且也是一种十分有益的现象。从某种意义上讲,振动是我们人类必不可少的“朋友”和被遗忘的“恩人”。振动打桩,振动压路,土建工程中对混凝土灌注时的振动捣固等,都是振动的应用,是它有益的一面。目前在建筑、冶金、化工和精密机械中许多领域,振动的利用正在迅速发展着。

因此,振动又是人类最亲密的朋友,几乎可以说人类一时一刻也离不开振动。人生活在各种振动环境中,如人们能听见声音,是声带振动发出的声音和耳膜振动以及靠空气振动的传播的结果;人的心脏在不停地跳动,即处于有规律的振动之中,没有心脏的振动,就没有了人的生命;人类从生命产生之时就在母体中不停地享受着母亲心脏的“振动”之作用。因而,从脱离母体后婴儿经常需要有节奏地轻拍和摇动——振动来进行催眠。仅从人类自身上就可以发现,几乎整个人体各部分都是由于振动才有效地进行工作。因此,我们从听到的、看到的和感觉到的现象中发现声波在振动、光波在振动、电波也在振动……。地上跑的各种车辆,天上的飞机、火箭和卫星,水上开的轮船,工厂里的机器……,无一不在振动之中。人类在不断地享受着振动的恩赐:计算机、电视机、收音机、电灯、闹钟、电话……,并赖以生存,同时又受振动之害和它的威胁。然而公平地说,人们受振动之益处远远大于其害处,广义地说,人类社会也处在振动之中,社会的经济现象,也有某种振动规律可循。如果从哲学观点定义:**世界是运动的,物质是运动的,而振动是研究运动规律的。**用现代广义的眼光来分析,振动范围可包括频率从零赫兹到无穷赫兹的范围,即包括零赫兹的直线运动和多种频率的复杂运动。因此,可以认为**物质是振动的,世界是振动的,宇宙是振动的,振动是物质运动的基本形态。**因此,研究物质世界的各方面,包括社会经济和各种社会现象,都应该用振动和波动的观点,这样会更有利些,更易反映事物的本质现象。通过寻找振动频率(周期)、振幅和阻尼等参数、振动激励“源”和消除振动的“汇”,等等,也许能更清楚地解释人类社会的各种现象,也能找到更多的规律。

综上所述,我们可以认为全世界,**物质世界处于振动之中,振动和波动是物质运动的基本形式,是普遍存在的规律。所以我们可以通俗地称之为“大振动”现象。**

仅就自然科学方面的振动工程来说,它是一门交叉技术学科。包括振动、冲击、噪声、波动和各种动态技术。它是在数学、物理学的基础上结合近代计算技术、测量技术、控制论、信息论和系统论等新学科综合发展起来的,以解决迅速发展且日益复杂的工程技术界提出的动力学问题,促进四化建设。举凡机械、航空航天、船舶、铁道、车辆、土建、水力、化工、电力、地质勘探、海洋工程和生物医学工程等的发展都与振动工程这一学科紧密相关。各类工程建造规模扩大(尺寸越来越大),各类机械运行速度的增长(速度越来越高),产品质量的提高(自动化、机械化)都依赖于振动问题的解决。

振动早期渊源于数理、天文等自然科学,而后振动的研究紧密结合工程技术,形成了振动工程中的机械振动、结构动力学、转子动力学、土动力学以及随机振动、非线性振动、动态测试、动态信号处理、模态分析、故障诊断、振动和噪声控制等学科。近代工程技术的飞跃发展,特别是航空、航天和海洋工程等技术的发展,必须对振动进行预测、采集,并实时处理在运行过程中的载荷数据的响应数据,对大型结构系统进行振动和噪声分析,对可能产生的过大振动事先加以避免或进行主动或被动控制以确保安全,经济合理。因而振动信号采集和处理、系统辨识、振动和噪声控制、环境预测等新分支迅速发展。人们正在战胜地震的威胁,促使振动工程得到迅速发展和广泛应用,并成为各行各业都密切关注的问题。如海洋工程的平台和跨海大桥,它包括流体—结构—土壤的耦合,规模庞大,它要经历强风暴、强地震,剧烈变化的波浪、海流、泥

石流和水流等非常复杂的恶劣环境,建设耗资十分巨大,振动工程面临这样庞大而又复杂的工程问题,不仅要从设计、施工期间的预测振动及噪声、控制振动和噪声,而且要在使用期间随时进行振动和噪声的监测,故障预测和诊断,排除故障,以防患于未然。又如运输包装的抗振动和冲击以及精密机械精度的提高,电子设备的稳定运行等都涉及振动工程这门学科,可以说今天振动工程的研究对象涉及工农业技术的各个领域,如机械工程、铁路和公路交通工程,航空和航天工程、船舶工程、土木建筑工程、电信和电力工程、计算机工程、声学工程、地球物理和地质工程、生物医学工程、核工程和军事科学、天文气象、海洋科学等几乎所有的科学部门和工程部门都要用到它,甚至人类社会活动中的各种现象也可用振动工程的方法来加以分析和寻找规律。它的规模越来越庞大。因此,振动工程包括振动、冲击、波动、噪声和各种动态技术(包括试验技术、测试分析技术、计算技术、信号和信息处理技术、自动控制技术、检测和故障诊断技术以及试验设备和材料动力性能等方面)的研究,并在国民经济中越来越发挥重要作用。振动工程作为一门基本学科,它像物理学中派生出电子学、声学、核物理学;电子学中派生出计算机学科一样,振动学科从力学和固体力学中派生出来,而远远超出力学的范畴产生一门既老又新的交叉技术学科——振动工程学,形成了一个“大振动”体系。它必然要在国民经济建设中发挥越来越重要的作用。

## 2 微机卡泰(PCCATAI)现象—微机卡式时代—虚拟仪器时代

随着振动工程学的发展和信息时代的到来,振动和动态测试等各种试验技术也有了巨大的发展和长足的进步,CAT——计算机辅助试验和计算机辅助测试技术取得了巨大的进步,由于微机飞速发展,微机全数字化的动静态测试技术——微机卡式自动采集测试分析仪 PC-CATAI(微机卡泰)正在向我们大步走来!这第四代测试记录分析设备,将对振动工程,对各种科学实验和分析产生革命性的变化。

### 2.1 概述

东方振动和噪声技术研究所从1985年着手研制DASP数据自动采集与处理系统以来,时间已过了十多年,90年代以来微机发展一日千里,用微机进行全数字化动静态测试分析的理想,现在终于成为现实了。在本所研究课题组的共同努力下研制开发出的INV东方科卡和DASP数据自动采集和处理系统,实现了科学实验的大容量,多通道数据采集,显示,示波,读数,波形分析,频谱分析,数字滤波,波形的积分和微分,计算分析,存储,打印,拷贝过程的全部自动化,只要有一台普通台式微机、便携式或笔记本机,装入INV(英维)东方科卡和DASP大容量数据(信号)自动采集和处理系统软件,加抗混淆滤波器就建成了记录处理系统。这种用INV“东方科卡”类似的各种功能卡与微机结合,再加上DASP(达世普)这样的专门软件,就建成了强有力的记录分析系统,既具有磁带记录功能又具有光线示波器,电子示波器和信号处理机功能,其性能远远优于磁带机,配上各种专用软件,便可以成为一台性能广泛的多功能数据(信号)记录和处理系统,且价格十分便宜,它们是科技工作者的得力助手,是科学试验的强有力工具,用微机进行智能自动化动静态数据(信号)的测试分析和处理,是科学试验的记录分析方法的一次“革命”,是科学试验和工程测量的记录分析走过从笔记录、光线示波记录到磁带记录的三个阶段,现在已开始进入第四代磁盘(光盘)记录和微机测试分析的时代。PCCATAI

(微机卡泰)的前景十分光明。微机卡泰——微机卡式自动测试分析仪器正在向我们大步走来!这第四代的测试记录分析设备,将对科学实验和工程测量产生无比深远的影响,它的关键性进步在于能实现“自动化”和“智能化”。

## 2.2 微机全数字化动静态测试分析的关键

科学技术的发展使微机已日趋普及,且越来越便宜。微机正在迅速进入办公室、进入家庭……。动静态测试分析是科学实验、工程测量、国防、工农业生产和设备管理中的不可缺少的一个关键性环节。国家和整个人类的活动中为动静态测量分析需耗费大量的人力和物力。但是,直到现在大量的模拟量测试设备和装置仍然垄断着动静态测试领域。然而用微机进行的全数字化动静态测试分析手段已经向模拟测试手段发起了强有力的进攻。用微机进行全数字化动静态测试分析的时代很快就要到来了。长期以来,影响数字化测试分析的技术关键在于三个方面:

(1)模数转换器(A/D 变换器)芯片的精度,速度和价格是一大关键,现已解决了。

(2)存储芯片(ROM)和磁盘的容量,速度和价格是第二大关键,现已经解决了。

(3)往内存和硬盘存储数据、调取数据和处理分析的技术,不间断存储的容量和速率是第三大关键,东方所已解决了。

## 2.3 用微机全数字化动静态测试分析的重大意义

(1)应用个人计算机(PERSONAL COMPUTER)——微机加上各种功能卡(如东方科卡)、测试卡、滤波卡、通信卡(FAX)、声霸卡、视频卡、网卡,加上 DASP(达世普)等各种专用软件组成了用微机进行全数字化动静态测试分析的卡式仪器(CARD INSTRUMENT),包括图像和声音设备的全功能的理想已成为现实了。

(2)应用微机进行全数字化动静态测试的优点是可实现“自动化”。由于微机是一个电脑,因此,配上各种程序,可以很容易地实现测试分析的自动化。这是以往模拟设备较难实现的。

(3)应用微机进行动静态测试的最大优点是可实现“智能化”。人类的各种科学实践累积下来的经验都可以形成各种“专家系统”,这些专家系统——“智能的集总”,可以注入电脑。因此,可以使一个微机测试的卡式自动化测试分析仪器设备得以实现。即实现了 PCCATAI(Personal Computer Card Auto Test Analysis Instrument)。PCCATAI 正在像泰山一样从地平线上崛起。

(4)PCCATAI 的崛起是动静态测试分析技术的一次“革命”,是仪器领域的一个新的里程碑,未来的“微机卡泰”,完全可以覆盖计算机辅助测试(CAT)的全部领域,几乎能替代所有的模拟测试设备。它的重大意义在于她尚是一块处女地,等待着我们去开拓,有许多未知领域等待我们去填补,“微机卡泰”的前景十分光明。

## 2.4 用微机全数字化测试分析——“微机卡泰”的光辉前景

综上所述,由于微机卡泰具有功能多、精度高、速度快、自动化、智能化、重量轻、体积小、功耗低、价格低和寿命长等十大优点,以及实时的远距传输、分析与控制。因此,她的前景是非常光明的,就东方所的 INV303/306 系统而言,她目前已经可以替代:

(1)电子示波器和瞬态记录仪(16~32 路);

- (2)磁带记录器(16~32路);
- (3)静动态数据记录处理机;
- (4)各种数字电压表,频率计,失真度计,阻尼计;
- (5)各种波谱分析仪功能(时域、幅域、频域、概率、相干、互谱、倒谱、传递、相干、谱阵、滤波、熵谱、倒熵谱、小波和小波包分析等);
- (6)模态分析与结构动力学修改,结构灵敏度分析,结构动力有限元分析,应变模态分析与全部振动试验和分析;
- (7)故障诊断和状态检测的在线监测功能;
- (8)各种信号处理,振动分析,噪声分析与声强分析,语图分析,随机振动试验,应力应变频度分析,地震和天然脉动记录分析;
- (9)生物医学分析;
- (10)桩基检测与承载力计算;
- (11)地基基础的瑞利波速测试和动刚度测试;
- (12)爆炸震动过程和各種物理量及工程参数的记录分析功能。

### 3 结束语

21世纪是“大振动”世纪,是“微机卡泰”世纪,随着“大振动”优越的环境和“信息时代”的到来,我们振动工程科技工作者要乘这个东风,为我国的经济建设发挥更大的作用,把握这次良机攻下大振动中的难点及“微机卡泰”这座“泰山”!从世界范围来说,我们的起步并不晚,“振动工程学科”和“振动工程学会”在国外也是少见的名称,国外也开始在搞“微机卡泰”了(国外称之为虚拟仪器)。我们有勤劳优秀知识分子,我们有引进的先进的飞速发展的硬件芯片,加上我们的聪明智慧,我们能达到国际先进水平或国际领先水平。我们中国知识分子要团结起来!抛弃存在于我们之间的几千年的“文人相轻妒贤忌能的恶疾”,不要内耗,要团结,要光明磊落,要与人为善,要勤奋,要创新,要通过自己的艰苦劳动而不要去剽窃别人的成果。只有团结才有力量,要提倡“文人相敬互相支持帮助”的新风尚。我们应面向世界,放眼未来,攻下“微机卡泰”,迎接大振动时代、微机卡泰时代、芯片时代和信息时代(卡式时代)的早日到来!让伟大的中华民族,让中华民族知识分子在世界上有更光辉的未来!让良好的学风,“玻尔所”的学风发扬光大!为振兴中华,为世界做出更大的贡献!

#### 参 考 文 献

- [1] 应怀樵主编.现代振动与噪声技术.北京:航空工业出版社,1997.6~8
- [2] 应怀樵主编.现代振动与噪声技术.北京:航空工业出版社,1997.9~11
- [3] 应怀樵主编.现代振动与噪声技术.北京:航空工业出版社,1997.28~32