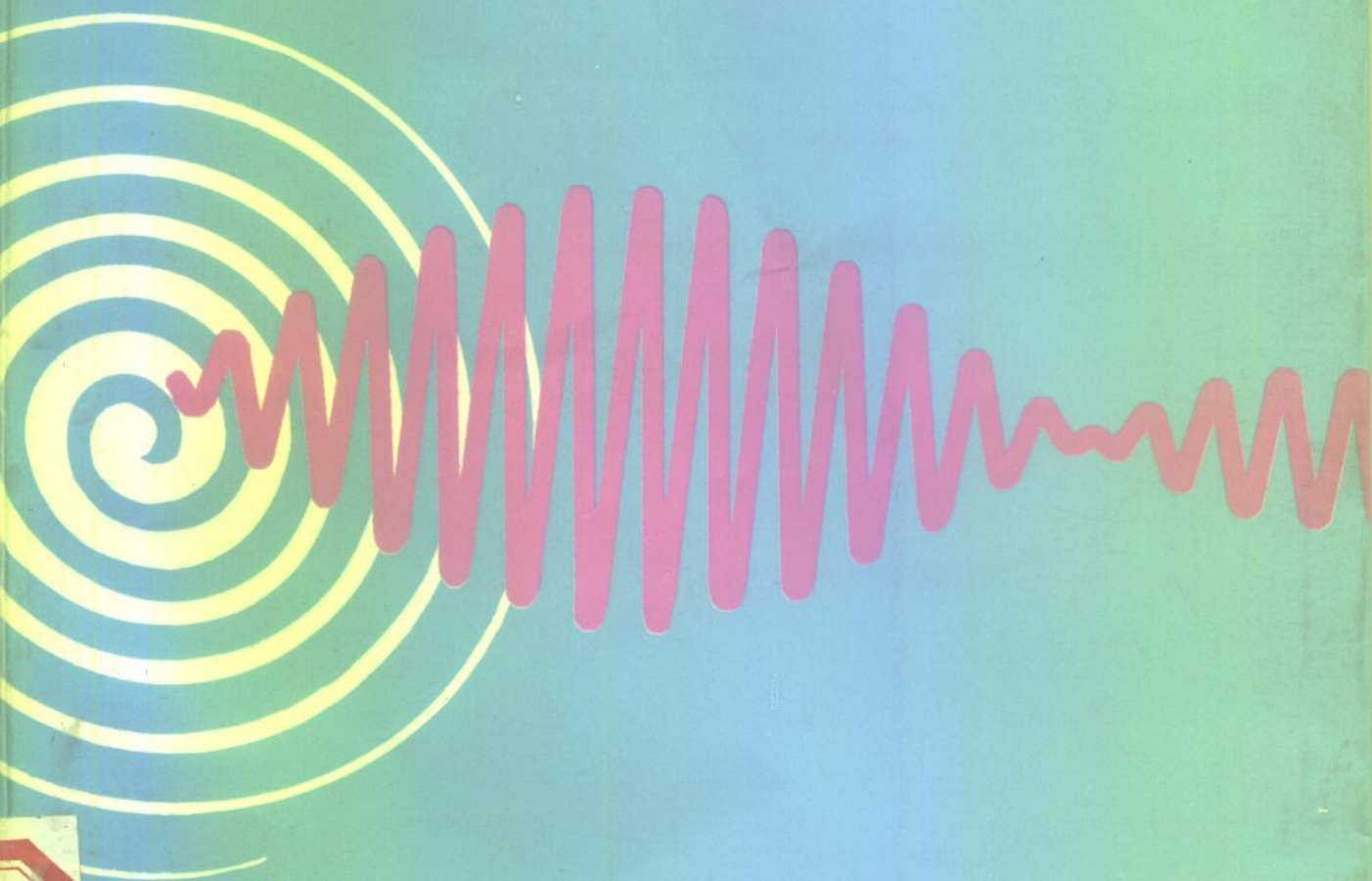


现代振动与 噪声技术

应怀樵 主编



航空工业出版社

现代振动与噪声技术

应怀樵 主编

航空工业出版社

1997

内 容 提 要

本书为全国第八届和第九届振动与噪声技术交流会的论文集,它反映了当前我国振动和噪声控制工程技术研究的新成果,对我国开展振动和噪声控制、动态测试和分析工作有重要指导意义和实用价值。

主要内容包括:试验技术与分析计算方法;模态分析与故障诊断;减振、隔振理论与试验技术;桩-土模型与试验技术。

此书可供从事结构(包括桩、土)动态分析、测试和信号信息等方面的科研、教育、工程技术人员及研究生参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代振动与噪声技术/应怀樵主编. —北京:航空工业出版社, 1997. 9

ISBN 7-80134-238-

I. 现… I. 应… Ⅲ. ①振动控制-技术-文集②噪声控制-技术-文集 IV. TB53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 15618 号

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里 14 号 100029)

北京地质印刷厂印刷

全国各地新华书店经售

1997 年 9 月第 1 版

1997 年 9 月第 1 次印刷

开本: 787×1092 1/16

印张: 24.25 字数: 621 千字

印数: 1—3000

定价: 40.00 元

序 言

本书为全国第八届(1994年10月于北京)、第九届(1995年10月于北京)两届振动(与噪声)技术交流会的论文集,共收录论文70多篇,反映了当今国内外有关振动(与噪声)方面的先进技术,将对我国振动和噪声技术的发展有较大的促进和推动作用。

回顾振动工程领域的发展,第一届全国振动技术交流会(咨询培训会)1984年10月在北京召开,这是我国振动工程学界一次空前的盛会,会议历时半个月,出席会议的代表有来自全国300多个单位的500余人,会议由中国科协咨询中心主办、中国振动技术咨询部承办;大会执行主席、振动咨询部总经理应怀樵教授主持会议并做了报告,科协咨询部部长黎功德、振动咨询部顾问王仁院士、振动咨询部理事长杜庆华教授做了报告,顾问郑哲敏院士致书面贺词,与会专家教授中有杨叔子院士、郑兆昌、诸德超、徐敏、奚德昌、吴今培等教授;张强星、应怀樵、陈奇妙、董显铨、恽伟君、潘复兰、俞云书、俞寿鹏等28位专家研究员做了专题报告,主要内容有:振动和结构动力学的试验和模态分析;振、冲、噪等各种测试技术、波形分析、频谱分析和各种动态数据的信号处理技术;测量仪器和试验装置的研究和国内外动态;环境试验和计量标定技术;隔振、减振技术;故障诊断和工况检测等技术。

经过第一届至第七届振动技术交流会之后,1994年10月,第八届全国振动技术交流会又于北京召开,此会正逢中国科协咨询中心振动技术咨询部成立10周年。会议由东方振动和噪声技术研究所所长应怀樵教授主持,出席会议并讲话的有中国振动工程学会理事长、东方所名誉所长胡海昌院士;中科院院士、土动力学学会理事长汪闻韶教授;中科院院士、中科院声学所研究员、东方所副所长候朝焕院士及振动噪声分会理事长田千里研究员、随机振动分会理事长欧阳怡研究员、结构动力学分会理事长王大钧教授、中国振动学会副理事长郑兆昌教授和陈心昭教授、柳春图研究员等。出席会议的代表有全国83个单位的120余人,会上成立了全国振动技术交流会组织技术委员会,有11个发起单位14位委员和9位顾问,组委会由应怀樵任主任,郑兆昌、欧阳怡任副主任。

第九届全国振动技术交流会1995年10月在北京召开,会议正值东方振动和噪声技术研究所成立十周年(1985年10月11日成立),会议由东方所所长应怀樵教授主持,同时召开了振动与噪声控制学会第三届理事会,出席会议的有来自全国108个单位的140余人,中科院院士王仁、郑哲敏、汪闻韶出席会议并讲了话,参加会议的还有中国科协咨询部副部长高昌文高工、海淀科委主任周汉安教授、西安交大建筑工程与力学学院院长陈绍汀教授、合肥工业大学校长陈心昭教授、北京市自然科学学院院长纪世瀛教授级高工、航天部五院总工程师柯受全研究员、703所所长毛化民研究员、11所副所长余金宝研究员以及郑兆昌、田千里、王大钧、奚德昌、欧阳怡等专家教授并做了热情的讲话,肯定了东方所成立十周年来的显著成绩和对中国振动工程学会成立作出的重要贡献。大会还收到了中科院院士闻邦椿教授、马大猷教授的贺信贺词及清华大学杜庆华教授、航空工业总公司张彦仲教授等的贺电。与会期间召开了全国振动技术交流会组委会会议,有41个发起单位参加,会议肯定了11年来召开的九次全国振动技术交流会的形式和积极作用。

现在,第十届全国振动技术交流会于1996年10月在北京已经顺利召开并圆满结束,参加会议的有来自全国各单位的100多位代表,会上正式扩大了全国振动技术交流会组委会的机构。组委会名单和第三届理事会名单如下:

全国振动技术交流会的组委会由下列人员组成:

顾 问:(按姓氏笔划为序)10人

马大猷(院士) 王 仁(院士) 汪闻韶(院士)
杨叔子(院士) 杜庆华 教授 张彦仲 教授 侯朝焕(院士)
郑哲敏(院士) 胡海昌(院士) 闻邦椿(院士)

常务委员:(按姓氏笔划为序)26人

王大钧 王五振 田千里 朱梓根 吴世明 吴成元
何正嘉 张之勇(香港) 张令弥 张维狄 应怀樵
杨 昆 陈心昭 郑兆昌 欧阳怡 姚起杭 柯受全
赵淳生 聂恒仁 徐攸在 郭天德 诸德超 高赞明(香港)
龚思礼 程明昆 熊诗波

常务委员会主任: 应怀樵

常务委员会副主任: 郑兆昌 欧阳怡 程明昆 赵淳生

中国振动工程学会振动与噪声控制分会第三届理事会名单如下:

顾 问: 屈维德 樊 鹏 张强星

名誉理事长: 田千里

理 事 长: 陈心昭

副理事长: 严济宽 应怀樵(常务) 任克明

秘 书 长: 李延萍

副秘书长: 刘正士 雷速华

常务理事:(按姓氏笔划为序)19人

王丹峰 王振林 任克明 朱之堰 伏同先 孙进才
孙家麒 宋孔杰 应怀樵 严济宽 陈心昭 范宗喜
郑慕侨 顾仲权 赵松龄 胡选利 程明昆 靳书元
潘旭初

理 事:(按姓氏笔划为序)66人

王 强 (沪) 王 强 (京) 王丹峰 王振林
毛化民 左言言 申仲翰 刘正士 任克明 卢炳武
孙庆鸿 孙进才 孙家麒 朱之堰 朱石坚 朱梓根

朱善庆	伏同先	庄国华	向树红	李东旭	(女)
李柏松	李芳年	(女)	李柯迈	李延萍	何玉珊
宋孔杰	沈荣瀛	沈瑞喜	应怀樵	杨 昆	严济宽
余金宝	陈 赣	陈之炎	陈心昭	陈国柱	郑百哲
郑慕侨	罗先和	范宗喜	张文平	周 晶	朗德民
赵松龄	赵淳生	胡年丰	胡选利	荣钟汇	姚伟达
聂恒仁	贾武同	顾仲权	郭天德	高德源	唐恒龄
龚农斌	程明昆	焦群英	蒋淦清	靳书元	
雷速华	(女)	潘旭初	潘树祥	薛新法	戴林钧

学会咨询部名单如下:

主 任: 应怀樵

副主任: 孙家麒 王丹峰 潘旭初

委 员: 刘一峰 徐 殷 洪宝林 雷速华

本书由于出版工作的繁杂和经费困难,一直延迟到今年才正式列入出版计划并正式出版,在此,编辑委员会向各位作者表示歉意。

本书主编: 应怀樵

名誉主编: 田千里 陈心昭

编辑委员会: 中国振动工程学会振动与噪声控制分会
全国振动(与噪声)技术及应用交流会组委会
中国船舶工业总公司船舶系统工程部
北京市自然科学院东方振动和噪声技术研究所

编 委: 田千里 陈心昭 应怀樵 任克明 郑兆昌 王大钧
柳春图 吴成元 李德葆 欧阳怡 李延萍 程明昆

审稿委员会: 田千里 应怀樵 柳春图 王大钧 李德葆 刘一峰
曾义方 吴成元 李延萍 王丹峰

在本书编辑和出版工作中,王丹峰、雷速华、李建峰等同志完成了大量的具体工作,编辑委员会对他们的辛勤工作特表致谢!

为庆祝中国振动技术咨询部成立十周年(1984~1994)、庆祝东方振动和噪声技术研究所成立十周年(1985~1995)、庆祝中国振动工程学会获得批准十周年(1986年10月14日~1996年),本书作为一份小小的礼物以表示对我国振动工程学界、振动技术与噪声应用学界广大科技工作者的良好祝愿。我们也对《现代振动与噪声技术》第一卷正式出版表示衷心的祝贺,

并祝愿第二卷、第三卷也会很快和广大读者见面。

书中定有不少缺点和错误,欢迎广大读者来信批评和指正。来信请寄:

北京市北三环中路 48 号交科院内东方所办公室收(100088)

《现代振动与噪声技术》编辑委员会

1996 年 10 月于北京

目 录

中国振动工程学会胡海昌理事长在第八届全国振动技术交流会议上的讲话·····	(1)
致第八届全国振动技术交流会议的贺电贺信选登·····	(2)
第九届全国振动技术交流会部分来宾、专家讲话选登·····	(3)
谈谈对振动工程的看法·····	胡海昌(6)
振动工程在国民经济建设中的重要作用——浅论“大振动”现象·····	应怀樵(9)

第一部分 试验技术与分析方法

粘弹性、非线性基础隔振分析·····	田千里(12)
海洋工程结构随机冰激振动模型·····	段梦兰 柳春图(19)
利用残余声强校正双传声器声强测量系统相位不匹配误差 的研究·····	陈心昭 李登啸 刘征宇 叶宗才(23)
变时基最大熵谱(VTBMEM)谱阵的变频分析技术 的研究·····	应怀樵 沈 松 刘进明(28)
微机智能自动化动静态测试分析技术的研究·····	应怀樵 刘进明(33)
测试系统动力学·····	黄俊钦(37)
变时基瞬态信号传递函数细化分析新方法·····	应怀樵 刘进明(43)
压力测量系统动态性能改进研究·····	罗先和 黄俊钦(48)
机器人多维腕力传感器动特性的研究·····	刘正士 陈心昭(56)
频率在FFT谱上位置对加窗泄漏的影响·····	刘进明 应怀樵(61)
海洋石油平台冰激位移响应分析·····	柳春图 段梦兰(68)
短时最大熵谱(STMEM)谱阵的时频分析研究·····	应怀樵 沈 松 刘进明(73)
散斑错位干涉测振法的研究·····	周辛庚(77)
用声强法进行车辆噪声分析·····	杨绍奎(81)
武钢某铸铁机吊车厂房的动态测试与分析·····	王永焕 李 宁(85)
噪声异常监测和分析·····	王天其 张谷香 李万春(89)
振动测试在公路斜拉桥上的应用·····	王 钧 王立行(93)
实船结构振动噪声与辐射噪声的异地同步采集技术·····	于 风 陈宗岐 刘文帅(97)
柴油机水下排气噪声理论和实验研究简介·····	张文平(101)
基于振动信号与声发射信号的转动机械运行状态 的综合监测·····	李 勇 叶荣学 张艾萍(105)
转子弹簧管裂纹诊断法·····	尹占山 凌 文 何景荣(109)
动测传感器特性的研究·····	陈国尧 林苏雄(114)
动态规划在振动结构反问题中的应用·····	谢永亮(120)

水下航行体突出腔的振动机理研究·····	刘铭克	余 珍(124)
构架式动力机器基础——轴系耦合振动计算·····	巩天真 王宏力 和建刚	孙 补(128)
新型高弹性联轴器——钢丝绳联轴器·····		胡年丰(132)
高速信号采集与处理系统·····		李志强(137)
激光测振仪的原理及应用·····	毕 朋	宋云峰(143)
提高自适应噪声有源控制系统跟踪速度的 FTLMS 算法 ·····	吕广庆 胡选利 黄协清	张升陞(150)
两种隐参数 ARMA 谱估计方法 ·····	张英和 张建萍	何东光(155)
国产 200MW 汽轮发电机组轴系扭振特性调整 ·····	鲍 菊 杨 昆	傅忠广(159)
轴系扭振设计及特性分析的四端网络法·····	顾煜炯 杨 昆 王志明	杜大明(164)
概率统计法确定波速·····		杨 武(169)
振动镗削装置的研究·····		徐东鸣(173)
某机采用弹性支承和 PSFD 后的振动特性分析·····	郑大平	王天波(177)
关于用 INV 的频率细化与大容量数据采集分析技术提高阻尼比 计算精度的研究·····	应怀樵 李惠彬	沈 松(181)

第二部分 模态分析与故障诊断

杆、梁的固有频率和模态的定性性质 ·····	王大钧	王其申(185)
分区试验模态综合法·····	张存良	应怀樵(192)
基于小波分析的铁路车辆滚动轴承不解体故障诊断新方法·····	周晓凯	严普强(196)
蜂窝夹层壳的模态分析·····	韩志东 齐 航	姚振汉(202)
水中三维结构的湿模态分析方法·····	杜双兴	李琪华(206)
场道地基综合模量在运动荷载下的识别·····	刘洪兵 王尚文 董玉明	尚世英(211)
汽车发动机旋装滤芯支架模态分析·····		毛履国(215)
高速车辆构架的模态计算、试验分析 ·····		李世亮(224)
大功率钻井泵机架的模态分析及动力修改后的再测试分析 ·····	陈如恒 程方强 张来斌	吕德贵(229)
用双通道信号分析仪进行三维模态分析·····		管秀云(235)
柴油机中滚动轴承故障诊断共振解调技术·····	陈向坚	何 杰(238)
海军某大功率舰用燃气轮机性能试验阶段的故障诊断 ·····	翁维熊 郭雪英 刘惠英 严 红	皮 立(242)
IRD-890 数据采集器及 PM 软件在故障诊断中的应用实例·····		于福德(246)
氮压机高压缸突发性故障探析·····	郭晓翡 洪燕华	徐帮彦(255)
倒频谱分析在机械故障诊断中的应用·····	刘 展	潘志德(259)

第三部分 减振、隔振理论与试验技术

隔振降噪新技术——从双层隔振到浮筏装置·····	尚国清 沈密群	严济宽(262)
钢丝绳、叠层橡胶隔震器动特性的实验建模 ·····	柳 春 杜春雷 李德葆 田千里	马邦安(268)

冲击法测量橡胶隔振器的动态特性·····	李国华	冯子钧(273)
电厂构架式动力机器基础的隔振研究·····	巩天真	王尚文 杜建平(279)
电厂大型构架式隔振基础的动力特性优化·····	巩天真	王尚文 董玉明(284)
附加粘弹阻尼器隔振系统理论研究·····	田志敏	徐植信 任晓崧(288)
颗粒摩擦阻尼减振技术的试验研究·····	陈天宁 陈花玲	胡选利 黄协清(295)

第四部分 桩—土理论和试验技术

桩的离散系统频率和模态的定性性质及振动反问题·····	王其申	王大钧(299)
反射波法在海港基桩完整性检测中的应用·····	刘金光	吴成元(305)
基础强夯对周围建筑物的振动影响分析·····	赵军会	黎益仁(310)
大连港东港区爆炸处理软基震动效应监测·····		王丹峰(314)
桩基无损检测工程实例·····	郭伟	王敏 朱德昌(324)
模型桩动力测试与计算分析·····	刘洪兵	王新宁 文立华 尚世英(328)
散粒料成型堆体动剪切模量的研究·····	刘洪兵	郭天德 文立华(331)
大型三轴仪内粗粒土试件剪切波速测试技术的改进·····	陈宁	常亚屏 王昆耀(336)
爆破作用下汾河水库土坝的振动测试技术与安全分析·····	王天颂	吴兴和(341)
桩—土系统刚度参数识别方法探讨·····	毛跃辉	骆晓斌(346)
码头引桥被撞桩的低应变完整性测试·····		王晖(350)
预制桩瞬态动测中的几个问题·····	邹桂高	刘金光(356)
动测在夯扩桩质量检测中应用·····		林苏雄(362)
深层水泥搅拌桩的检测与波速的确定·····		杨武(369)
对反射波法在基桩完整性检测中“盲区”和“桩顶缺陷”问题的探讨·····		罗洪全(372)

中国振动工程学会

胡海昌理事长在第八届全国振动技术 交流会议上的讲话

各位同志：

第八届全国振动技术交流会与振动技术研讨班现在开幕了。我首先代表学会祝贺会议的召开！第一届全国技术交流会（1984年10月召开）至今整整十年了。十年里召开了八次全国振动技术交流会，每次会都对我国振动技术的发展起到了促进和推动的作用。我衷心地预祝本次会议取得圆满的成功，为我国振动技术和工程的发展起到推动作用。

东方振动和噪声技术研究所的前身是中国科协咨询中心的振动技术咨询部。东方所曾对中国振动工程学会的成立作出了重要贡献，东方所和振动工程学会两者几乎是同步发展的，1984年10月召开了第一届全国振动技术交流会，1985年8月召开了中国振动工程学会筹备组第一次会议，1986年10月中国振动工程学会获得批准成立，1987年5月召开了中国振动工程学会成立大会，这样的高速度筹建全国性学会是不多见的，在推动振动工程学会的筹备工作中，应怀樵同志出了很大的力，起过重要的作用。

振动工程学会的主要成员是在科研机构 and 高等院校中从事振动工作的同志们，成立振动工程学会的目的，除了促进振动工程在我国的发展以外，还有另一层含义，当时已预感到单从力学的角度从事振动学的研究和教学将不适应时代的需要，搞理论研究的，搞力学研究和教学的需要有人直接从事工程工作。我们希望振动工程学会的成立有助于这个转变，这个战略转移的思想，提倡面向经济建设，促进生产力的发展，从事开发、研究、生产、销售一条龙的思想。

这几年来，在全国大潮的影响下，同时也由于振动工程学会的努力，振动工作在为国民经济建设方面取得了一定的成绩。总的说来并不十分理想，但也有出色的典型例子，应怀樵同志创办的东方振动和噪声技术研究所是例子之一，她是一个完全民办的科研实体，以科研和开发为主。

东方所的发展道路是不平坦的，但在非常困难的时刻站住了脚跟，现在正处旺盛的时候，有了自己独创的价廉物美的信号处理新产品，有些方面超过了国外同类产品。但是这些成果来之不易，应怀樵同志承受了巨大的压力，为此进行了超负荷的工作。大家看到他一付病容的样子，大家就可以想象创业之艰苦。我一方面为他取得的成绩感到高兴，另一方面也为他身体健康状况的恶化感到惋惜和忧虑。我衷心希望目前正在拼搏和准备拼搏的同志们要注意自己的健康，特别是应怀樵同志，他不是保持健康而是恢复健康，因而需要对自己身体更加留意！

我们希望大家身体健康，尤其是比我年龄大的同志，因为我是体弱多病的人。

附带说明一件事，我在本次会议上不准备作专题报告，会议通知上说“会议将邀请各位专家作专题报告”，其中也包括我，会议来邀请我时，我说我体弱多病，杂事又多，难于从命，但这时通知已出，收不回来，实在十分遗憾。

最后我再一次衷心祝愿会议圆满成功，大家在业务上有收获，身体健康，心情舒畅！

致第八届全国振动技术交流会议的贺电贺信选登

第八届全国振动技术交流会议收到了国内著名专家教授的来函来电,向大会表示热情的祝贺,衷心地祝贺第八届全国振动技术交流会议取得圆满成功!

中国科学院院士、中国力学学会理事长,中国自然科学基金委顾问、北京大学力学系教授、东方振动和噪声技术研究所顾问王仁教授贺信:

应怀樵同志转第八届振动技术交流会

十年前我很高兴地参加了首次振动咨询培训技术交流会,十年以来,你们坚持用这种方式为工程界培养人才,为推广振动技术应用作出了很大的成绩,反过来也促进了振动理论研究、技术开发的发展,我高兴地向你们祝贺。振动理论及应用,振动技术开发和应用在工程上有广阔的天地和重要作用,预祝你们在今后的努力中取得更大的发展,为我国科学研究、经济建设和人才培养作出更大贡献。

北京大学力学系

王 仁

1994年10月8日

中国科学院院士、华中理工大学校长、东方振动和噪声技术研究所学术委员杨叔子教授贺信:

怀樵同志:

您好!9月8日来函与通知收到,高兴地祝贺老朋友死里逃生,真诚地感谢您的盛情邀请。由于10月15日是我校校庆,更由于10月中旬国家教委召开重要会议,校长一定要出席,所以盛会无法参加。预祝全国第八届振动技术交流会成功!

感谢您的关心、信任与支持!

祝

健康!

华中理工大学

杨叔子

1994年9月16日

第九届全国振动技术交流会部分来宾、专家讲话选登

西安交通大学建筑工程与力学学院原院长陈绍汀教授的讲话

在目前国内学术交流不太景气的情况下,第九届全国振动技术交流会会有这么多专家来参加,说明振动技术很受重视。

在我国的振动技术发展中,应怀樵同志起了某种特殊的、甚至可说是有些传奇色彩的作用,为了创建中国振动工程学会,我看到他一个人到处奔波、大声呐喊,把全国振动界的力量组合起来,并请出许多著名前辈出面支持。他的这种精神令人十分钦佩。由于长期紧张的工作,使他的身体受到了损害,在这种情况下他仍然坚持执着地追求。今天看到东方所取得的成绩使我很受感动。

人通过视觉、听觉、触觉等器官把外界各种信息集中到大脑进行分析、处理。这就是各种传感器和前置放大器把信号输入计算机进行分析、处理。现在各种专门的测量分析系统也是如此。如果以计算机为核心,开发各种插卡和相应的软件,“即插即用”就可使计算机变成各种各样的测量分析系统,东方所开发的就振动方面的这种系统,这是今后技术发展的非常好的方向。

我们国家买法国的核电设备,而法国人设计核电设备时用的转子动力学软件是我搞的。但我回国后却无法为我国核电出力。我们不计较待遇,但知识分子最痛苦的是自己的才能和技术不被国家所用。我们中国人这么聪明,如果都能像应怀樵同志那样,把技术凝结成硬件,就能把我们的作用更好地发挥出来。我们搞振动的人一定要设法在振动技术开发方面携起手来,同行之间不要内耗,要团结和相互支持,作为同一个民族,要把我们的技术产品打到国外去,打到世界上去。

合肥工业大学校长陈心昭教授的讲话

首先对东方所成立十周年表示热烈祝贺,全国振动技术交流会久盛不衰是与东方所的坚持和努力分不开的,它之所以能得到发展:

一是强调了理论联系实际。振动技术的重要性,已越来越被大家认识,特别是应用和控制振动带来的效益,东方所比较强调把科学技术转化为生产力。

二是有一大批科技队伍,特别是得到学术界老前辈的支持,十年来做了不懈的努力,在困难的情况下能坚持下来,艰苦创业。

三是有非常热心的组织者,东方所十年来给予会议的积极和有力的支持,对全国振动技术会议长盛不衰起了重要作用。

四是有一大批来自全国各地热心的代表的支持与参加,没有他们的积极参与很难使会议取得成功。

我们要学习东方所把振动技术应用到生产、工程建设上,使它发挥重要作用,我愿与大家一起学习他们这种精神,在国家经济建设中贡献我们的一份力量。

中国科学院院士北京大学力学系王仁教授的讲话

我来这里参加第九届全国振动技术交流会暨东方所成立十周年大会,首先表示对东方所在理论和应用相结合方面所作出的成就表示祝贺。

今年夏天我在美国参加一些国际会议,看到一些振动领域的当前动态,趁此向同志们简单提一提,我发现振动的应用面还在继续扩大,例如:无损探伤的应用,对老的建筑和其它的结构物用振动和别的物理办法进行测量以期延长它们的使用寿命,另如,新材料的层出不穷,有一些是编织的复合材料,它们的振动问题;在恶劣环境下材料的粘弹性性质起作用了,及它们的振动问题等等。

振动测量和数据处理技术方面发展也很快,特别是计算机技术和振动测量、控制的结合有许多新的进展,这也是一类学科的交叉问题,有待于大家共同努力研究,我期望东方所将取得更多的成就。

中国科学院院士中国科学院力学研究所原所长郑哲敏教授的讲话

首先我祝贺东方所成立十周年,去年召开的全国振动技术交流会,我因为身体原因未能参加,本来打算是要参加的。

我自己在学习振动理论过程中,知道了相对概念,即无量纲的重要意义,如时间概念,结构物的自振周期,冲击的概念,定常的概念,考虑主要控制量,控制因素的大小,时间等等,都有不同问题内在的度量,这是些非常基本而且实用的概念,其应用并不限于振动问题,随着我国国民经济的发展,振动问题越来越多,机器制造越来越大或越来越小,越来越精细。频率的降低也带来很多问题。

前些日子我遇到美国 Housner 教授谈到日本地震,他认为日本地震房屋破坏严重,主要是抗振规范不合理引起的。也谈到了高速列车中的振动问题,气动噪声问题。

材料在极限状态下的非线性因素越来越重要,如何去控制这些因素,抗振建筑结构中的振动主动控制问题都是些很重要的问题。

美国波士顿建造了一座 20 多层的高层玻璃围护结构,建筑物设计者本意是想在天气好的情况下可以反射出全市风光。但建成后,在风载作用下玻璃产生了振动,后来在屋顶安装了吸振装置才消除了振动。现在由于抗振问题得到了较好的解决,洛杉矶建了高层建筑物,在地震载荷的作用下都未出现大的问题。

有些快要接近使用寿命的一些桥梁,在地震作用下有被破坏的,现在开始搞些水箱式的主动控制技术,企图提高桥梁的使用寿命,增加安全性。总之,振动技术仍在不断发展,相信它将在我国的经济建设中会发挥越来越大的作用。

最后祝大会成功。

中国科学院院士中国水利水电科学研究院抗振所汪文韶教授的讲话

各位专家,各位领导,首先祝贺这次会议的召开,我对振动也不熟悉,但我对土力学比较熟悉,对东方所也很熟悉。

1987 年我就参加了第一次全国振动噪声会议。水利工程土力学问题很多,水利工程和振动也有联系。过去在土工问题中很多是用静力学的方法解决的,第二次世界大战中第一颗原子

弹的爆炸及50年代后发生的地震等等对土力学的影响都很大。因而关于土动力学问题的研究需要考虑振动对土工的影响,要考虑他们的相互关系,土的性质如何与振动相联系等问题。例如,土的应力应变关系,小应变和大应变不同,土的强度和压力是一次方的关系。土的模量不是一个常数,他和压力存在着0.5次方的关系,因此如何用振动理论来研究土的力学性质是一个较复杂的问题。我希望振动学与土动力学要相互渗透和了解,开展更深入的研究工作。

谈谈对振动工程的看法*

胡海昌

(东方振动和噪声技术研究所名誉所长)

1986年10月14日国家科委批准中国振动工程学会成立,消息传来,一时间振动工程成了许多人关注的话题。

1 工程振动与振动工程

振动以前被看作是力学的一个分支,从某种意义上说,它曾经是一门基础科学,早期是物理学家尤其是声学家的研究对象,本世纪二三十年代,随着生产的发展、机械的高速化和结构的轻型化,工程中的振动问题愈来愈多了,于是出现了面向工程问题的工程振动。这可以说是“振动”发展的第二阶段。当前工程振动的发展又到了一个新的转折点,量变引起了质变,因此我们感到有必要提出一个新的学科名叫振动工程。我们认为,工程振动的着眼点和落脚点是振动,它实质上仍是基础科学的一个分支,而振动工程的着眼点和落脚点是工程,是工程科学的一个分支。基础科学和工程科学有何区别呢?基础科学着重认识世界、说明世界、力求把纷纭繁杂的以及不被注意的现象说明得有条有理一清二楚,而工程科学应能直接指导人们有根据、有目的、有步骤地去改造世界。工程科学是指导实践去改造世界的学问。例如,如果把结构力学看作是基础科学,那么结构设计原理便是工程科学,而某具体结构的设计则是工程实践。

所以,从工程振动到振动工程表明我们的重点已由认识世界、说明世界进展到改造世界,这是一个非常重要的转变。

基础科学能够而且应该发展出相应的工程科学,这种说法符合不符合实际情况呢?是符合的。相关联的基础科学和工程科学,从历史发展看谁先谁后,并无一成不变的顺序。在科学技术发展的早期先有工程实践,再有工程科学,最后才有基础科学。例如土木(包括建筑、水利等)和冶金,在科学技术发展的中期,相关联的工程科学和基础科学几乎是齐头并进的。再比如机械工程和力学,在英文中,mechanical一词既指机械的,又指力学的,这正是两者齐头并进的历史遗迹。近期来有许多重大进展是先有基础科学而后才有工程科学和工程实践,这种科学技术发展的新模式开始于从电磁学到电机工程和无线电工程。近年来这种模式则更多见了,例如原子能、半导体、计算机、航天、信息等等。

现在“振动”也沿着上述新模式由力学中的一个分支走上了向工程科学发展的道路。这既有需要也有可能。因而可以说,提出和发展振动工程的客观条件已相当成熟。

* 本文为作者在1986年10月杭州“全国振动工程在国民经济建设中的应用研讨会”的讲话提纲。本书认为直到现在仍有现实意义和指导意义,故引入本书。本文又曾作为第九届全国振动技术交流会的书面发言。

2 为什么要搞振动工程?

在不久以前,人们在设计机械或结构时,常常只考虑静载荷和静特性,只在样品试制出来后再作动载荷和动特性的测试。如有不合要求的,采用局部补救的措施。这种设计路线可以简称为静态设计、动态校核补救。这种头痛医头脚痛治脚的做法,对于一些局部的枝节问题尚能收效,但对于一些涉及全局的重大的振动问题,即使能补救也是少慢差费,而有时甚至无法补救,造成重大返工。所以对于一些振动特性决定其命运的工程项目,必须在设计、实施(生产、加工或建造)、管理(使用、监测、维修等)等阶段采取综合性工程措施。这种全过程和全方位处理振动问题的思想,便是振动工程的基本技术路线。

例如,对于公认为尖端的航天技术,无论苏联、美国还是我们中国,头几颗卫星的结构设计都还是沿用了静态设计、动态校核补救的路线。随着卫星体积的增大和动力特性要求的提高,各国先后改用了振动工程的路线。

航空界对振动重要性的认识要比航天界早得多。自从发生飞机因颤振失事之后,避免颤振便成了飞机设计的必要指标。现在航空界为避免颤振采取了被动以及主动抑制的“全方位”措施。

高速转动机械的设计也经历了类似的发展过程,当转速不十分高时,人们可以采用静态设计、动态校核补救的路线,这里所谓补救主要是避开临界转速和调动平衡,但是随着转速的不断提高和柔性转子的出现,人们被迫采取了全过程的综合性措施。不仅在产品的设计制造、安装过程中要全面保证产品的动态特性,在使用过程中也需要随时进行监测,发现事故苗头要及时停车检修,避免飞车事故。

即使对于一些不致酿成重大事故的产品,例如交通运输工具、家用冰箱、电扇等,如果振动和噪声过大,也都有被挤出市场的危险。可以预见,动态特性也必将成为这些产品的重要性能指标。

至于振动机械这样一类产品,产生预定的振动是它们的主要功能,当然不需要用静态设计、动态校核补救的路线了。

3 前景初窥

振动工程已具备了很好的发展条件,这主要是:

- (1) 力学已经充分发展,提供了坚实的理论基础。
- (2) 计算机、软件和相应的数学方法飞速发展,提供了有利的计算工具和计算方法。
- (3) 先进的测量技术和快速的计算机信号处理使得复杂的、实时的在线测试、分析和控制有了可能。
- (4) 系统论、控制论、信息论以及它们的应用蓬勃发展,为各个工程科学提供了一整套通用的设计、实施和管理的原则、方法和措施。
- (5) 几个经常与振动打交道的行业,已经有了不少成功地解决振动问题的工程实践经验和理论。

综上所述,振动工程确已具备了发展条件,已有可能综合治理各类工程振动问题。如果说