

89' 清华大学

硕士学位论文摘要汇编

COLLECTION OF ABSTRACTS
OF MASTER'S THESES

TSINGHUA UNIVERSITY

第四分册



清华大学出版社

清华大学 1989 年硕士学位论文摘要汇编

清华大学研究生院编

清华大学出版社

内 容 简 介

本书收入清华大学 1989 年各专业毕业并授予硕士学位的研究生论文摘要 496 篇，主要内容为从事这项研究的目的意义，采用的研究方法，主要工作内容，获得的结论及其实用价值。重点介绍了论文的新见解及创造性部分。

本书可供高等学校，科研机构的广大研究生、研究生导师、科研人员、高年级大学生、指导毕业设计的教师及工矿企业从事有关研究工作或技术革新的同志参考。

(京) 新登字 158 号

1989 年硕士学位论文摘要汇编

清华大学研究生院编

☆

清华大学出版社出版

北京 清华园

清华大学印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行

开本: 787×1092 1/16 印张: 5.5 字数: 130 千字

1992年12月第一版 1992年12月第一次印刷

印数: 480

定价: 2.80 元

ISBN 7-302-01066-8/Z·59

前 言

为促进校际学术交流,广泛听取同行专家们的意见,提高研究生培养质量,现汇编出版 1989 年清华大学《硕士学位论文摘要汇编》,供大家参考。

本汇编共分五个分册,按学科进行编排,同一学科内以答辩日期先后次序排列。

第一分册包括建筑系、土木工程系、环境工程系及水利系各专业。

第二分册包括机械工程系、精密仪器系及热能工程系、汽车系各专业。

第三册包括电机工程系、无线电电子学系、计算机科学与技术系及自动化系各专业。

第四分册包括工程物理系、化学工程系、工程力学系及材料系、核能所各专业。

第五分册包括经济管理学院各系、现代应用物理系、应用数学系、化学系及生物科学与技术系等各专业。

本期《硕士学位论文摘要汇编》共收入 1989 年毕业并授予硕士学位的 86 级和 87 级硕士研究生学位论文摘要 496 篇。这些论文均已通过专家评阅和论文答辩。论文全文收存于我校图书馆及各系资料室。

我们恳请各有关单位的专家、同行学者和广大读者对论文中存在的问题提出宝贵意见;对编校工作中的错误予以批评指正。对此我们深表感谢。

编者

一九九一年十二月

第四分册

目 录

工程物理系

高速转子的动力分析及应用	黄迪南	4—1
分离理论研究及离心机流场的函数模拟	费 凌	4—1
新型离心纺丝电锭结构研究	张 明	4—2
液滴束流弥散性研究	屈志农	4—3
条码票证打印控制机的研制	陈凤河	4—4
销售系统的数据处理系统	左松林	4—5
三维中子学/热工—水力学耦合程序 TISKTH-4 的研制	张 洪	4—6
可插入微机内的谱仪 ADC 的研制	刘红艳	4—7
便携式微机多道分析器(DD-9)的研制	杨存榜	4—8

工程力学系

西北太平洋地区的海浪数值预报	丁溯源	4—9
含复杂边界的湍流流动的数值模拟	刘国华	4—10
多级气压差式深井提液新装置的研究	俞林江	4—11
圆柱及圆柱列高雷诺数绕流起动过程的数值研究	周 华	4—12
高效旋风除尘器的研究和降阻技术的应用	姜兰波	4—13
航天飞机机翼前缘温度的研究	丁 科	4—14
复合材料层合板的有限元法	张 翔	4—15
旋转机械同频振动的机理分析及故障自动诊断系统的探索	赵 新	4—16
PCR V 钢衬的后屈曲性态及其缺陷敏感性	陈 文	4—16
全塑性 J-积分近似表达式的研究	沈红年	4—17
液体火箭发动机燃烧室瞬态温度场分析	周 明	4—18
储液罐流固耦合抗震分析	汪 勇	4—19
T 型等径三通在外载作用下的稳定问题	郭 屹	4—20
橡胶增韧环氧树脂增韧机理的实验观察及理论计算	刘国奎	4—21
结构动力重分析及计算模型修正	屈绪艳	4—21
柔性转子—支承系统叶片丢失瞬态动力分析	陈 红	4—22
平面弹性体自由振动问题的边界元模态综合法	王永坚	4—23
周期热流法测量薄膜材料的导热系数	李 欣	4—24

功率晶体管外壳热阻测试装置的研究	赵向伟	4—25
压力对煤的燃烧特性影响的研究	赵 岩	4—25
大功率电弧等离子体发生器的理论与实验研究	杨立群	4—26
飞机座舱盖内应力无损检测的激光散光法研究	宋 援	4—27
车辆动力学的仿真计算研究与汽车的操纵稳定性	刘以钢	4—28
定量测定流体速度场的激光散斑法	李 菁	4—29
跳马动态实时测试系统	王 强	4—30

化学工程系

芳—脂族共聚酯酰胺的合成、序列结构及液晶性能的研究	谷立广	4—31
芳纶的液晶纺丝及结构性能研究	甘常林	4—32
从植物油脱臭馏出液中提取 VE 和留醇的工艺研究	倪金安	4—33
加压下醇—烃体系汽液平衡的实验研究和数据关联	李 辉	4—34
膜萃取过程传质性能的研究	王秀丽	4—35
新型填料萃取塔轴向混合及传质性能的研究	房诗宏	4—36
大孔筛板萃取塔传质性能的研究	叶桂芹	4—37
尿激酶精制研究	刘 铮	4—38
C ₄ —甲醇—MTBE 三元相平衡实验测定及合成 MTBE 催化 蒸馏塔的数模计算	丁 梅	4—39
移动床径向反应器中流体力学行为的研究	宋续祺	4—40
构件三相流化床流体力学特性的研究	王晓东	4—41
非等温萃取过程的研究	彭建军	4—41
热渗透蒸发的研究	王桂芝	4—42
渗透蒸发工业用膜的研制及分离乙醇水溶液的研究	石长江	4—43
年产三十万吨合成氨合成工段仿真	毕春华	4—44
炼油装置辅助操作的专家系统	宋同远	4—45
氨基酰化酶的固定化及其拆分乙酰—D,L—苯丙氨酸的 动力学研究	徐 东	4—46
混合电解质水溶液的热力学研究——Pitzer-Li 方程 的改进及其应用	何向明	4—47
液液界面和胶束反应动力学的研究——新型有机磷酸萃取体系	刘涤非	4—47
环烷酸萃取分离铜、钇、钆工艺改进研究	周 静	4—48
5709 萃取镍的宏观动力学研究	余高耀	4—49

材料科学与工程系

激光表面化学反应强化的研究	任 佳	4—50
注射成型 Si ₃ N ₄ 转子脱脂工艺的研究	叶 楠	4—51

无压烧结氮化硅材料亚临界裂纹扩展行为及机理研究	龚江宏	4—52
$\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ 超导陶瓷高温电导及氧扩散研究	王庆明	4—53
铌镁酸铅系低温烧结弛豫铁电陶瓷介电及力学性能研究	崔平生	4—54
Sialon 陶瓷的反应填隙再烧结的研究	吴京植	4—55
Ce-TZP 陶瓷形状记忆效应的研究	裴广斌	4—56
BaTiO_3 高压高介铁电陶瓷的结构与性能	张伟龙	4—57
$\text{SiC-Si}_3\text{N}_4$ 复合陶瓷制备新工艺研究	苏国平	4—58
球磨机衬板的选材和低合金衬钢的研制	刘义军	4—59
封接工艺与半导体器件玻璃爬坡关系的研究	曾燕屏	4—60
对显象管用阳极帽辉斑出现规律性及消除措施的研究	安白	4—61
EXAFS 实验系统的建立以及超细 Fe 微粒的研究	董海科	4—62
HGA 型磁头工艺、性能的改进及 MIG 磁头的研究	汪炜	4—62
非晶态 Gd-Fe 合金薄膜的应力和磁性能研究	周旗钢	4—63

核能技术设计研究院

低压低流速下过冷沸腾气泡脱离点的试验研究	汤搏	4—64
供热堆与热电厂联合运行的可行性	付志宝	4—65
核电站安全参数显示系统的设计—图形显示系统的开发	王孜	4—66
1000 立方米液化烃贮罐故障树分析	赵红波	4—67
城市大气污染短期预报系统	周伟	4—68
核孔膜错流过滤研究	乔树贵	4—69
HEH[EHP]萃取稀土的动力学研究	孙静	4—70
铀电化学还原动力学特性的研究	凌小平	4—71
低功率有机 ICP—AES 分析研究	唐亚平	4—71
静电感应晶闸管的研究	焦立中	4—72
干旱农业技术综合评价与发展模式研究	黄增初	4—73
平潭县能源、人口、经济和生态系统动力学模型——农村能源 综合建设模式研究	王仲颖	4—74
开放混合经济的闭环动态投入产出模型	舒涛	4—75
造纸企业能源审计及能源管理模型	张仲华	4—75
企业级能流图设计及应用——齐齐哈尔造纸厂节能分析案例	夏红	4—76
核燃料循环工业体系规划模型研究	田力	4—77
5 兆瓦低温堆—回路冷却剂辐射化学研究	石映祯	4—77
提高用二氧化碳再生离子交换树脂再生效率的研究	何美东	4—78
碳化硅晶须的生长	曹明	4—79

高速转子的动力分析及应用

同位素分离专业研究生 黄迪南 指导教师 沈祖培

涡轮分子泵广泛应用于真空技术中,它是一种获得清洁高真空的理想设备,它利用高速旋转的涡轮叶片,不断对被抽气体分子施以定向的动量和压缩作用,将气体排走,是一种纯机械的高速旋转真空泵。为了能使涡轮分子泵在高转速下平稳地工作,对它的动力特性和应力状态进行分析是很必要的。

首先,本文用 Riccati 传递矩阵法对涡轮分子泵进行了振动分析;在建立转子一支承系统的力学模型时,把涡轮叶片部分简化为刚体,把非线性的橡皮支承简化为线性的弹簧支承,同时,忽略了橡皮支承的阻尼作用和电机转子的影响,这使计算大为简化。计算得到的各阶固有频率和各阶主振型为涡轮分子泵的设计、生产和对其转子进行动平衡提供了很有力的依据。

涡轮分子泵的转速一般为 10 至 100krpm,甚至更高,其振动及由此产生的噪声对真空系统的工况有直接影响,而转子的不平衡是分子泵的主要激振源,作者应用影响系数法进行了大量实验,对涡轮分子泵转子的动平衡工艺做了探讨,并用 FORTRAN 语言编制的程序来控制平衡操作过程,程序采用人机对话的方式,简单易懂。用本文介绍的方法来平衡 FB-110 型涡轮分子泵,其不平衡量下降率在 95% 以上,且平衡一台分子泵一般不超过二小时,效率高,表明该方法是切实可行的,而且残余不平衡响应低于设计指标要求,泵壳振动一般小于 0.05μ ,该平衡方法的应用,得到 FB-110 型涡轮分子泵生产单位的好评。

如果涡轮分子泵转子上有一附加质量,当转子高速旋转时,附加质量产生的离心力将会引起转子应力状态的变化。因此,本文还用半解析法对类似于涡轮分子泵转子的轴对称结构在承受非轴对称载荷时的应力状态进行了分析,并考虑了各种类型的非轴对称载荷的情况。这为涡轮分子泵设计时的强度分析提供很大的方便。

本文的主要工作都是围绕高速转子展开的,本文通过对高速转子的动力分析,动平衡和应力分析等工作,这对高速转子的设计和改进其性能将会有很大帮助。

答辩日期:1989 年 12 月 6 日

分离理论研究及离心机流场的函数模拟

同位素分离专业研究生 费凌 指导教师 付瑞峰

在离心分离理论中,离心机分离功的计算及离心机分离性能的分析是非常重要的。

离心机分离功的计算及离心机分离性能的分析,首先涉及到的问题,就是离心机半度方程的求解。改进的径向平均法考虑了近代流场计算中所得到的轴速度沿径向和轴向

都有变化的实际情况,使丰度的计算较接近于实际,而在计算上却没有增加很多复杂的步骤,所以在计算机高度发展下数值方法高度发展的今天,改进的径向平均法仍是一行之有效的方法。本论文工作的一部分就是对两种典型的改进的径向平均法进行分析和讨论,对每种方法存在的问题进行探讨,对两种方法的差异进行分析论述,以便在今后使用改进的径向平均法求解离心机丰度方程时,有一些定性和定量的参考,为离心机分离性能的分析打下坚实的基础。通过本论文的分析 and 讨论,笔者认为,两种改进的径向平均法,即 Onsager-Cohen 方法和 Sovbb-aramayer 方法由于在径向平均丰度处理上的异同,使前者比后者更接近于实际,但在供料量相对环流量较小的情况下,两种方法的差异是比较小的。

求解离心机丰度方程的一个必不可少的前提就是离心机流场的求得。离心机流场的求得是一比较复杂的过程,一般情况下要利用计算机采用数值方法求得数值解,在离心机特性参数变化时,一目了然地看出流场的变化规律是比较困难的。离心机流场函数模拟的实现,这些问题都会得到较好地解决,而且将会使分离性能的分析更加容易。本文通过两种基本函数的组合,构造出离心机流场的模拟函数,取得了一定的效果,模拟流函数曲线和数值解的曲线基本吻合,分离功的优化值和扰动量大小也接近数值解的结果,并用模拟函数进行了一些分离性能的分析,得到了一些指导性结论。

供取料流场作为离心机流场的一个重要组成部分,对离心机分离功的影响是较大的,同时也是离心机分离性能分析中的一个重要环节。本文的一部分工作就是对已有的供取料模型作一系统的分析和计算,找出一些规律性的结论,给离心机的“物理”设计提供指导性参考。之中采用线性叠加的供取料流场模型,从计算结果来看,精料取料口位置由侧壁向中心轴移动时,分离功值逐渐增大,而且增大的幅度较大;贫料取料口位置的变化所引起的分离功的变化与精料取料口相反,总的趋势是减小,而且减小的幅度较小,只是在靠近侧壁附近分离功值出现了一小小的最大值。

答辩日期:1989年12月6日

新型离心纺丝电锭结构研究

同位素分离专业研究生 张 明 指导教师 陈弟恭

离心纺丝电锭(以下简称电锭)是五、六十年代从民主德国引进的、目前国内粘胶纤维纺丝中大规模使用的纺丝机。通过我们对国内几家大型化纤厂的调研表明:该电锭的日故障率过高,单机能耗过大,且运行不稳定。工厂每年投入的维修费用达百余万元。

本文从量上确定了电锭功耗(风阻、轴承摩擦及阻尼损耗等)的分布,并对原电锭故障进行了分析。发生故障的原因,从结构上讲主要是:轴承径向载荷过大;空心轴与实心轴的结构不可避免地造成头配合面的磨损,甚至胶合;离心罐晃头,导致电机扫膛;电机负载过大以及电压长期过低导致电机烧包,并且由于阻尼器结构的原因,致使电锭功耗的分散度很大。

本文重点对新型离心纺丝电锭进行了分析。

本着提高电锭寿命、降低电锭能耗的目的,我们从力学模型、总体结构、轴承以及阻尼器和电机等方面对原电锭进行了全面改进,并对新型电锭样机的各种性能进行广泛的实验研究。

新型电锭采用单一柔性轴,将上轴承移至电机转子内,从而使轴承载荷分布更加合理,消除了原电锭由于空、实心轴结构而导致的故障以及电机扫膛的隐患,使轴承寿命提高了3倍以上;采用了挤压膜阻尼器,克服了原电锭功耗分散大的缺点;采用了无接触的螺旋槽轴承,使下轴承几乎无磨损,寿命大大延长。我们的实验表明,由于机械结构的改进,新型电锭比原电锭的功耗平均可降低10~20瓦。

为配合轴承上移方案,我们进行了磁滞电机和空心转子鼠笼电机的方案实验。结果表明:新型电锭的电机在电气性能方面完全可以与原电机相比拟,并有可能优于原电机。

本文作者用 Riccati 传递矩阵法计算、分析了电锭的临界转速和不平衡响应,从理论上验证了新型电锭临界转速低、轴承载荷小的优点,同时为新型电锭的改进提供了理论数据准备。

本文还讨论了各种结构因素对离心罐风阻的影响以及不平衡量对电锭功耗的影响,提出了在工厂应增加对电锭转子进行动平衡工序的建议,提出了适合于工厂条件的平衡方法和技术管理措施。这一措施,对于提高轴承寿命及降低电锭功耗都有直接的意义。

总之,新型离心电锭克服了原电锭故障率高、功耗大且运行不够稳定的缺点,具有结构简单、运行稳定、故障率低和功耗低的优点,基本上实现了原定目标,已接近于工业应用。作者相信:新型电锭在工业上的应用必将产生可观的经济效益。

答辩日期:1989年12月6日

液滴束流弥散性研究

同位素分离专业研究生 屈志农 指导教师 钱绍圣

在高压气体的作用下,液体从喷嘴中高速射入真空系统后,由于液体表面张力的作用,分裂成间隔有序的液滴,便形成所谓的液滴束流。

本论文就喷嘴起始段流动进行了较为详细的分析。为我们的完全发展层流射流提供了实验基础。对线性理论中液体射流及液滴的参数作了系统性的总结。这一部分还涉及到线性理论与纳维-斯托克斯方程近似解的比较、周围气体分子对液滴运动的影响等。

在建立液滴束流实验装置的基础上,本论文对各系统及其工作过程作了详细介绍。本实验中,我们利用一高2.4m,外径为350mm的钢筒作为真空系统的主体,与JK-200型扩散泵机组相联接,组成液滴束流实验的真空系统。该系统在扩散泵开启后二小时,真空度可达 5×10^{-5} Torr。光电检测系统可以获得液滴束流的输出波形,本设计中利用He-Ne激光器作为光源,液滴间隙地挡住光路产生的光脉冲由PIN-FET混合集成光电接收器接收并将之转换成电信号输出到记忆示波器上,获得在不同真空度

下的液滴束流的输出波形照片。在高速摄像系统中,我们利用一光导纤维,引入 YAG 激光作为该系统的光源对液滴束流进行放大、摄像,获得了一系列液滴在不同情况下的真实照片。

论文中对流量实验及连续段长度实验数据进行分析,结果表明,液体在喷嘴小孔中的平均速度与施加于液体之上的压力差成线性关系,速度随着压差的增加而增大。连续段长度亦与压差成正比关系,但由于粘性力的影响,与线性理论结果相差较大。经过实验证明,对液体施加的附加振动频率的变化,对液体射流的速度没有影响,仅影响射流的连续段长度。对液滴束流的真实照片,我们对之进行了粗略的分析,液滴的大小、间距等与线性理论结果相符。液滴在真空系统中的行为表明,真空度越高,液滴的产生频率与扰动频率的跟随性越好。最后,我们利用数字化仪从液滴束流的输出波形脉冲上获取了一系列数据,对这些数据进行处理,最后得到了液滴速度弥散性随真空系统的真空度变化的弥散曲线,得到液滴速度弥散随着系统真空度的提高而减小的结论。该结论与理论分析结果相吻合。

答辩日期:1989 年 12 月 6 日

条码票证打印控制机的研制

同位素分离专业研究生 陈凤河 指导教师 肖承德

本文是为加速推广条码技术的应用而作。条码技术是一种先进的自动化管理手段,使用它可以实现许多人为不能达到的目的,成倍地提高劳动生产率,极明显地减小工作中的误差等等。目前这个技术已在国外的许多适于自动化管理的领域推广开来了。在国内条码技术尚处于萌芽阶段,有待各行各业的技术人员进行开发。在本论文中作者详细地表述了一种可适用于银行、财会部门业务自动化的条码票证打印控制机的制作过程。研制出来的控制机可以控制 CE515-P 打印机打印各种复杂的交叉 25 码票证,制作出的票证内容丰富,包括日期、帐号钱数、用途等。使用该控制机做出的条码票证在汇总、检查时很便于与计算机连接,让计算机来处理数据,无疑这将加速银行、财会部门电子化、自动化。

本文中介绍的控制机采用了 8031 单片机做为处理信息的中枢,同时带有管理键盘显示器的接口 8279,及与绘图仪接口的 8155 和 4KEPROM2732 16 个键、15 个数码显示管。机器工作时 8279 不断扫描键盘,一有键闭合 8279 必将中断信息传给 8031,8031 接到中断信号后,取走闭合键之键值,判断该值是什么键,是数字键则将该数字显示到数码管,是功能键转去执行各功能子程序。

论文中的软件部分利用 8031 的汇编指令编程。软件中提供了很多的功能。其中软件中有 7 个子程序,数字键子程序,清除子程序、修改子程序、打印子程序、存日期子程序、结果子程序。除了 0~9 的子程序是共同的,其余每个功能键对应一个子程序。软件设计中基本覆盖了 8031 全部汇编指令、编排上尽量实现模块化以便于调试、使用。

论文最后提出了一些继续开发本控制机的初步设想, 作者认为由于本控制机仅使用 8031 的汇编指令及 CE515-P 打印绘图机的绘图命令元 ASC II 码就可自由地绘出令人满意的多种交叉 25 码, 那么同样本控制机只要在其软件中将 CE515-P 绘图命令的 ASC II 码改成其它类型的具有图形功能的打印机的绘图命令 ASC II 码照样也可给出满意的交错 25 码。所以本控制机在硬件结构上可以做为一个通用的机器。另外根据不同行业的需要可以编制不同的条码票证程序, 然后将程序固化到 EPROM 上换到控制机顶上, 控制机就可控制打印机打印本行业所需要的条码票证。最后, 为了便于票证的流通是否在控制机上编制一些必要的汉字, 这样具有汉字的控制机就可通过打印机打到票证上, 使用户使用起来感到满意。

答辩日期: 1989 年 12 月 11 日

销售系统的数据处理系统

同位素分离专业研究生 左松林 指导教师 肖承德

本文把条码技术与计算机局部网络技术结合, 以超级市场的自动管理为背景, 提供了一个用于物流自动管理的数据处理系统。

一、局部网络的设计。

超级市场的物流自动管理, 对系统提出了以下几项要求:

1. 集中管理。超级市场设有一台主机, 每一出口设一工作站。工作站具有基本的 I/O 功能, 用光笔读入商品名, 数据由主机处理, 主机处理的结果回送工作站, 由打印机输出。主机贮有全部数据库和大部分功能。
2. 扩展能力。要求系统中的工作站数能任意扩展。
3. 传输距离。一般为几十米。
4. 通信量。约为 ~kbps。

由此可以确定局部网络的技术性能:

拓扑结构采用双侧星形网络, 便于实现集中管理和扩充; 通信介质采用双绞线或扁平电缆; 采用基带传输技术; 接口采用 RS-232 异步串行口, 这样通信距离可达 60m 以上, 速率为每秒几千位。

局网的中心结点为通信服务器, 负责连接主机和工作站。服务器采用 PABX 方式, 它以主机串行口的输出 OUT1 作为计数脉冲引入计数器, 计数值经译码后将一个工作站与主机连接。主机不断发出计数脉冲, 轮流查询各站, 接收、处理数据。

二、系统的软件设计。

系统配备的软件具备三项功能: ①管理功能, 能对超级市场的销售进行自动管理。②信息功能, 能提供对超级市场进行自动管理所必需的各种信息。③对系统本身的管理功能。

主机配备的软件用 dBASE-III 和汇编混合编写, 兼具上述三项功能。工作站分为两类: HX-20 的软件用 BASIC 编写; IBM-PC 的软件用汇编编写。

主机功能可分为：①自检，检查系统工作所必需的文件是否存在并置定串行口工作方式。②销售，能对日常销售进行自动管理。③编辑，能显示、修改数据库内容。④报表，输出有关销售、库存的各种信息。⑤说明，向用户介绍该系统。

三、总体性能。

1. 通用性。局网的接口采用通用的 RS-232 串行口，介质采用双绞线或扁平电缆，易于连接，通用性好。

2. 系统响应时间，指用户结束输入到系统输出结果的时间间隔。现在，主机采用 IBM-XT，未装协处理器，速度慢，工作时，系统对工作站用户的响应时间比较长，约为 $18s + 0.5s \times n$ (n 为商品件数)。解决办法是①采用速度高的微机，②采用内存大的微机（至少为 1M）③对 dBASE-III 过程文件进行编译。其中最根本的办法是第一种。采用这些方法，可以很容易地把系统响应时间缩短在 1S 以内。

该系统是针对物流的自动管理而设计的，对软件稍加改动，即可适用于其它场合的物流自动管理，具有广阔的应用前景。

答辩日期：1989 年 12 月 11 日

三维中子学/热工-水力学耦合程序 TISKTH-4 的研制

反应堆工程和安全专业研究生 张 洪 指导教师 胡大璞

近几年内，国内在反应堆堆芯程序的研制方面，以引进和开发国外先进的程序为主。这种工作可分为物理程序和热工程序两个方面。在物理程序方面我系开发的 SQT-NGFM 程序采用了先进的三维格林函数节块法进行计算，在热工程序方面我系开发的 CASTA-2 程序采用先进的三维两流体模型进行分析。但在三维堆芯物理、热工耦合程序方面国内尚没有国际上 TITAN 这种先进的程序，为了填补这方面的空缺，作者对三维耦合程序进行了一些探索，对耦合方法及反馈模型进行了初步研究，本文介绍的是堆芯三维稳态耦合程序 TISKTH-4 的研制。

有两种基本的耦合方法。一种是同步法，它试图对物理方程、热工方程和反馈方程全部同时求解。另一种是串接方法，它对物理方程和热工方程分离求解，再将反馈信息在这两部分间传输。基于所计算的反应堆工况，耦合程序又可分为稳态模式和瞬态模式。TISKTH-4 采用了串接方法，现在进行的只是稳态模式，其耦合过程如下：

首先进行物理稳态计算，在收敛后将产生的功率分布传给热工部分，进行热工的“假瞬态”计算，直至热工计算收敛，然后用得到的燃料、冷却剂温度场和冷却剂密度场修改中子截面，进行下一次物理稳态计算。如此循环往复，直至两次热工计算间的温度场误差达到温度场收敛准则，耦合计算结束。

TISKTH-4 考虑三种基本的反馈：核多普勒反馈、冷却剂温度反馈和慢化剂密度反馈。群参数将随燃料温度、冷却剂温度和慢化剂密度而变化，TISKTH-4 采用了线

性反馈模型,即认为群参数是随上述三个变量线性变化的。

在 TISKTH-4 的稳态模式建立后,进行了 SQT-NGFM 及 TISKTH-4 的 BWIC 问题的稳态计算。

SQT-NGFM 的计算结果为:

$K_{eff} = 0.82067$, 通道 1 平均功率 = 1.4485, 通道 2 平均功率 = 0.5515。

TISKTH-4 的计算结果为: (顶部反射边界)

$K_{eff} = 0.76130$, 通道 1 平均功率 = 1.4161, 通道 2 平均功率 = 0.5839。

可以看到,在耦合计算后,本征值下降了,通道功率也被展平了。TISKTH-4 的耦合计算达到了基本满意的结果。

答辩日期: 1989 年 12 月 5 日

可插入微机内的谱仪 ADC 的研制

核物理专业研究生 刘红艳 指导教师 陈 英

多道脉冲分析系统实质上是一个随机脉冲序列的统计处理系统。它在核科学、核工程、材料科学、环境科学等领域中有越来越广泛的应用。

70 年代以来,小型电子计算机出现以后,以小型机为核心部件构成的多道分析器越来越普及。随着微型机功能的增强和大规模集成电路技术的进步,以微机为核心构成的多道脉冲分析器成为以后发展的主要趋势。这种微机多道一般由 ADC (模—数变换器),数据获取接口和一台微机组成。它一般的配置是将 ADC 和数据获取接口插在 NIM 机箱内,再配一台微机。现在已出现了一种将数据获取接口放在微机机箱内,而 ADC 仍留在 NIM 机箱内的多道分析器,如本教研组研制的 DD-90 多道分析器。这样可减少计算机对 ADC 的干扰,但系统的结构不够紧凑。

在国外有的公司已推出被称为最现代化的设计产品,它将 ADC 与数据获取接口做在同一块板上(或两块板上),插入机箱内。这样,一台微机就是一台多道分析器。但在我国还没有这种生产能力,本文介绍的就是这种能插入微机内的谱仪 ADC。

多道脉冲分析器中使用的 ADC 和工业用的一般商品 ADC 相比,在测量对象、技术要求和电路特点上都有很大差别。

首先,被测信号是随机的指数函数或近似于高斯函数的尖顶脉冲,因而要求谱仪 ADC 要有峰保持能力和很快的变换速度。另外,一般的商品 ADC 都是插取逐次逼近法,微分非线性(即道宽一致性很差),高达 $\pm 50\%$,而谱仪 ADC 要求微分非线性小于 $\pm 1\%$ 。

ADC 芯片是整个设计的核心。本文选用 AD574 芯片,它是 12 位逐次逼近法模—数变换器,十二位变换时间为 $30\mu s$,微分非线性高达 $\pm 50\%$ 。

为了减小 AD574 的微分非线性,我采用滑尺技术来改善其微分非线性。滑尺法的原理简单,对器件的稳定性要求低,电路易于实现,而且该方法基本上不减小 ADC 的变换速度,适合于核事件计数率较高的情况。同时,由于滑尺法的效果是一种统计平

均的效果,在计数率较高时效果明显。本设计中采用对 AD574 进行六位滑尺的方法,获得足够小的微分非线性。

本设计中首次由集成运算放大器来实现输入信号的峰保持,得到了稳定的工作点。

本文介绍的这种 ADC,可插入微机机箱内,而且在机箱内测试,道计数大于二万以后,其微分非线性小于 $\pm 1\%$,变换速度小于 $35\mu\text{s}$ 。

本文中的 ADC 价格低廉,线路简单,结构紧凑,最大程度地集成化。

答辩日期:1989 年 12 月 9 日

便携式微机多道分析器 (DD-9) 的研制

核物理专业研究生 杨存榜 指导教师 陈 英

本文提出了一个在我国目前核仪器生产条件下实现多道谱仪小型化和便携化的方案并已完成样机 DD-9。它虽不象国外某些以微处理器为基础的便携式多道谱仪那样小巧,但已可实现手提,并且具有 IBM-PC/XT 的运算能力和易于与 NIM 系列配套的优点。此设计方案便于在我国现有的条件下迅速投产。

DD-9 的主机采用英国 AMSTRAD 公司新近推出的与 IBM-PC/XT/AT 机兼容的 PPC512 型便携式计算机。

DD-9 的硬件系统仍采用 NIM 标准,但设计了 8 个插宽的小型手提式 NIM 机箱。除可插入 NIM 电源、高压电源、放大器和 ADC (1024 道至 8192 道任意)外,DD-9 接口占两个 NIM 插宽。

DD-9 系统的接口采用了双口 DMA 数据传送方式,ADC 来的数据以 DMA 方式存入接口板的 $8\text{K} \times 24\text{bit}$ 的 RAM 中,此 RAM 同时直接挂在计算机的地址总线上,计算机也可直接利用此 RAM 的数据。在双口结构中 ADC 要求存储的优先权高于计算机取数的优先权。ADC 存取一个数据的时间小于 $5\mu\text{s}$ 。DD-9 接口还可提供 12 条控制线,用于其它外设的控制。它在 PHA 的定时计数和定数计时测量方式下具有前后台操作功能。

获取谱的参数(包括谱长、分析方式、停机方式、停机条件、ADC 分析范围、道宽和偏置)都可由表格方式独立设置和计算机自动选择。分析范围可分为 256, 512, 1024, 2048, 4096, 8192 六档;道宽(这里仅提供控制线)可分为 1mV, 2mV, 4mV, 8mV, 16mV, 32mV, 64mV 七档;数字偏置设置的范围为 0~8191;停机方式可设置成:定实时、定活时、定计数、定积分、定净面积五种;定时范围为 2s~109h;所有的计时都是实时、活时同时计,便于进行死时间校正。

谱曲线的显示是采用分辨率为 640×200 的 LCD 显示器。系统能够实现活显示和静显示。在软功能键的控制下,可以实现多种显示格式和功能:垂直轴的自动和手动量程转换;垂直轴的线性和对数刻度;水平扩展和压缩;水平方向谱曲线滚动;感兴趣区(ROI)的检索、设置和清除;双光标的变速移动。LCD 上显示出预置的停机条件和当前已测的实时间、活时间以及光标所在道的道址和计数。

谱数据的预处理在软功能键的控制下可实现三点平滑、五点平滑、寻峰、FWHM 计算、ROI 内的谱积分、峰净面积计算。

在软功能键的控制下, DD-9 系统能实现谱数据的输入和输出。包括谱数据的存盘; 从磁盘上读谱数据并显示; 在打印机上打印某一段谱数据; 谱分区传送。

DD-9 系统仿真软件 PMCA 采用了 8086 和 8087 宏汇编编程, 时钟为 8MHz, 数据处理速度较快。

由于 DD-9 多道谱仪系统具有体积小、重量轻等特点, 使它适于野外实验室以及需要经常搬动的实验工作。

答辩日期: 1989 年 12 月 9 日

西北太平洋地区的海浪数值预报

流体力学专业研究生 于溯源 指导教育 张兆顺

本文通过建立准平衡耦合海浪预报模型, 给出了中国近海——西北太平洋地区的海浪数值预报结果。

该模型通过求解能量传播方程而得到波浪能谱密度, 然后运用概率统计方法而得到海浪波高和平均跨零周期。

能量传输方程的求解方法是: 采用精确的回溯特征线法来计算能量的传播; 采用半解析的经验公式来计算能量的输入、耗散和水底摩擦; 采用实测海浪平衡谱 JONSWAP 谱进行非线性相互作用修正。此外, 本文模型还考虑了浅水的变浅效应和折射效应。

本文模型特点主要是: 1. 在一系列观测资料基础上, 拟合出了 JONSWAP 谱的峰频公式; 2. 给出了形式简单、便于应用、与实际物理现象特性一致, 且结果良好的耗散源函数公式; 3. 引入净指数增长率这一概念, 比较直观地反映了海浪对于由风速决定的动态平衡总能量的跟随过程。

本文采用分步计算方法, 其沿波特征线积分避免了因有限差分而带来的格式耗散或格式色散。

本文模型用标准算例进行验证, 所得的不同风区一维能谱在峰频位置、谱形特征和高频尾迹特性等方面同其它模型结果一致; 所得的有限风区能量增长曲线和有限风时能量增长曲线同其它模型结果一致。

此后, 本文模型对东经 $105^{\circ} \sim 141^{\circ}$ 、北纬 $15^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 的海域进行了 1989 年 3 月 1 日至同年 5 月 31 日的试报检验, 所得结果与实际海浪资料相比, 预报准确度达 90% 左右, 并得出这一结论: 海浪系统的位置主要取决于大气系统的位置, 而海浪系统浪高值的大小则一方面取决于风场, 另一方面也取决于预报模型本身。

初始场对本文模型的影响在六个时间步内消失, 因而不影响预报应用。边界条件的选取及网格长度的大小对本文模型预报结果不产生明显影响。

本文模型比第三代预报模型花费较少的计算 CPU 时间。因此, 本文模型对于适

应我国目前的计算机条件具有较大的应用价值。

另外,本文模型还给出了海浪的周期预报,指出其数量级。这为船舶及浮体的安全设计与建造提供了参考数据。

本文工作是我国海浪数值预报领域中的首次研究,是目前西北太平洋地区海浪预报研究中与实际海浪资料符合最好的预报模型。

答辩日期:1989年12月7日

含复杂边界的湍流流动的数值模拟

流体力学专业研究生 刘国华 指导教师 张兆顺

本文数值模拟了含复杂边界的定常、不可压二维轴对称湍流流动。

工程实际中的许多流动问题,是有复杂几何边界的湍流流动。所以在湍流计算中准确而方便地描述流场的边界变化,对解决实际工程问题有十分重要的意义。

首先,我们通过求解椭圆型偏微分方程的方法,生成正交贴体网格系统,从而把不规则的物理域映射成矩形计算域。具体地,就是用 M. Visbal 型的正交网格生成系统分两步来实现这一目标。我们假设变换方程中的源项部分 h_1/h_2 仅仅是一簇坐标线 $\xi_1 = \text{const}$ 的函数,这样,在第一步变换中,我们可以预先给定 $\nu = 0$ 边界上的点的分布,然后在全场迭代 (x, y) ; 在 ξ_1 方向迭代 h_1/h_2 , 得到贴体正交网格 (ξ, χ) 系。第二步变换以第一步变换得到的结果作为初始场,仅仅在 χ 方向作变换 $\chi = \chi(\eta)$ 。这时,我们可以预先给定 $\xi = 0$ 和 $\eta = 0$ 两个边界上的点的分布。这样,我们生成的贴体正交网格具有很好的伸展性。

这里,我们采用时间平均方法来描述湍流流动。具体地,就是用 $K-\epsilon$ 二方程 Boussinesq 粘度模型来表述湍流量——雷诺应力 $\overline{u_i u_j}$ 。按照流动量的物理意义,我们参考 S. B. Pope 的方法,选择速度分量 U 、 V 方向随坐标位置而变化,把 Cartesian 坐标系中湍流动力学输运方程变换到一般的正交系中。

在这基础上,我们直接在曲线坐标系中用有限体积方法对偏微分守恒型的流动方程进行离散。数值离散时,分别运用了下列手段:选用交错网格;对流项的离散用指数律格式 (PLDS) 和二次加权迎风格式 (QUICK);扩散项直接用中心差分;源项进行了线性化,并保证线性项系数 $S_p \leq 0$ 。

由于缺少显式的压力方程,我们用 SIMPLE 方法从连续方程中得到压力修正方程。本文涉及到了四种边界类型,分别作如下处理: i) 进口,所有量都给定值; ii) 对称边界,沿对称轴法向流动量的梯度为零; iii) 出口,按流动充分发展条件,沿流向流动量的梯度为零; iv) 固壁,用壁函数方法。

最后,本文用一二维单侧突扩管流实验 (NASA—CR—3765) 对综合程序进行了校验。结果表明,计算与实验基本吻合,但在回流区尚存在差距。在此基础上,我们计算了一有剧烈收缩/扩张截面的轴对称管流。

答辩日期:1989年12月7日