

清 华 大 学

硕士学位论文摘要汇编

1 9 8 7

第 四 分 册

高速离心机模态阻尼的量测与分析

同位素分离专业研究生 刘 忻 指导教师 陆嘉珍 赵鸿宾

在用离心法分离同位素时，离心机转子的稳定性直接关系到机器的安全和工业化生产的可行性。在选定模态阻尼作为离心机转子稳定性判据以后，应找到合理而可行的测试方案以便可以准确地测量出转子振动的模态阻尼。

本论文着重介绍了为确定测试方案所做的工作，包括激振方案、测振方案、激振点和测振点的选择、静态及低转速模拟试验和方案确定之后进行的高转速运行试验，以及对试验数据所进行的处理和误差分析。

本论文提供了较为完整的实用的转子系统模态阻尼动态测试方法。

答辩日期：1987 年 12 月 10 日

超挠性离心机转子系统振动分析和实验

同位素分离专业研究生 李新生 指导教师 赵鸿宾

由于复合材料具有更高的比强度，所以当把它用于离心机转子结构，离心机的工作周速可提高到 600m/s 或更高。复合材料离心机模型的研制工作是本文的一个重要方面，文中讨论了该模型的理论 and 实验问题，论及了该转子系统固有频率、振型和内阻值的量测。本文将介绍用 Riccati 传递矩阵法编制的求解离心机转子系统临界转速和稳定性的程序“CRP”，其应用表明：“CRP”用于离心机振动分析是成功的。Riccati 法中奇点的存在干扰了找根过程，王正提出了去除奇点的方法。该方法可做些改进；改进后的方法为 Riccati 法的应用创造了更好的条件。本文还将给出对多节离心机弹性振动的计算分析。

答辩日期：1987 年 12 月 10 日

离心机转子的壳体振动

同位素分离专业研究生 陈 怡 指导教师 赵鸿宾 沈祖培

本文用 Fliigge 的线性近似理论，用矢量微分的方法推导了考虑离心力、科氏力作用和大变形影响的回转壳体的零阶弯曲方程和一阶振动方程。将不同的几何参数代入后可以得到组成离心机转子的圆板、圆柱壳、圆锥壳和圆环壳的零阶和一阶方程。本文求

解了圆柱壳和圆板的零阶和一阶解及圆锥壳的零阶方程的特解，并对将转筒简化为狭长圆柱壳的力学模型进行了具体的计算。

计算的结果表明，考虑了离心惯性力、科氏力及大变形影响后，C2 机型在升速过程中没有遇到共振频率，而较之柔软的 C4 机型在升速过程中可能会出现共振频率。随着振动阶次的升高，固有频率就远离工作频率。因此对由薄壁结构组成的高速离心机的转子，离心惯性力、科氏力对低阶固有频率的影响是不可忽略的。

答辩日期：1987 年 12 月 17 日

光纤传感技术检测表面缺陷

同位素分离专业研究生 薛 毅 指导教师 肖承德

随着激光和光纤技术的发展，已经研制出了各种各样的光纤传感器，为使检测系统灵活方便，本文中设计了一种新型的传光型光纤检测表面缺陷的传感器。它是由一根多模光纤输入激光，通过小透镜聚焦照射到表面上，再通过同一小透镜会聚表面的反射光，由 4 根多模光纤接收传送到光电二极管上，再转换成电信号。根据电信号的变化，输测量出表面缺陷的大小，用光纤传感器检测铝盘表面缺陷的方法，未见国内外有研究报道。

本文的主要工作有三个方面：理论分析；实验研究；电路处理系统的设计制作。

一、理论分析

用傅氏变换方法，对光纤出射场经过小透镜交换之后，照射到被检测表面上的聚焦光场分布，作了新的计算。用几何光学方法，定性地分析了最佳检测距离的条件。用相关传递函数的方法，分析了本光学系统用频率谱方法测物体运动的原理。对检测表面缺的原理进行了理论分析（面积分模型），计算了灵敏度，分析了扫描速度对检测结果的影响，分析了影响激光输入耦合效率的一些因素。

二、实验研究

对所用激光器的光束进行了测量，得出了场分布图。通过实际测量耦合效率和光强，对几种耦合方式进行了比较。实验测量了各种宽度的线状缺陷和不同直径的点状缺陷，作出的实验曲线与前面的理论分析结果附合很好，其中对狭缝“缺陷”测量的结果，也证实了前面对照射分布的理论计算结果是正确的。测量了离焦对测量信号的影响，其结果与前面几何光学方法分析的结果相同。另外，用光纤系统初步测量了转速，并对离心机转筒表面的缺陷进行了测量，也实际测量了条码和纸张。

三、电路设计与制作

根据检测的需要，在分析噪声频谱的基础上，设计了一个高阶低通频率滤波器。同时为消除信号摆动影响，制作了钳位电路，利用单电源运放的特性，制作了一个倒相空间滤波器，它可把我们不感兴趣的底小缺陷信号滤掉。另外，由于原有激光电源不理想，对它进行了改进，并制作了一个不同类型的新激光电源。

本光纤检测系统的灵敏度是：能测出 $\geq 0.7\mu$ 的线状缺陷； $\geq \phi = 12\sim 15\mu$ 的点状缺陷。另外，本光纤系统还能测速，测条码、测距离等。适用于检测各种孔径内部表面的缺陷。

最后对进一步提高系统的精度、分辨率和信噪比，增加本系统的其它功能，提出了改进建议和设想。

答辩日期：1988 年 6 月 7 日

离心机活动支臂的设计与流场的测量

同位素分离专业研究生 何跃惠 指导教师 钱绍圣

离心机流场的测量是一项很有意义的工作，它对于了解离心机内部流场机理，验证并发展理论上所提出的各种流型假设，并对离心机开展研究工作的最终目的获得较大的分离功，都具有重要的意义。本论文工作的主要内容就是用实验手段获得离心机转子内流场的分布。作为国内首先开展的这方面的研究，利用皮托（Pitot）管测压原理，在原来支臂的基础上，进行了重新设计，使上支臂在离心机运转过程中可以沿半径方向上连续移动。在对此可调式上支臂定标的基础上，进行了离心机流场的测量实验。利用此装置测量了不同转速和不同充气量下的离心机内部流场的压力沿半径方向上的分布，由此获得了支臂前流场的静压分布、角速度系数的分布情况。随着支臂的伸长，离心机精料室内的压力分布趋于平缓，侧壁处的压力与刚性旋转模型相比，小许多。且随支臂半径的加大，侧壁压力下降幅度不断增加。压力分布趋于平缓的原因是由于支臂的存在使离心机转子内气体的速度分布已不是按照刚性旋转的模型分布，转子内气体转动速度明显低于转子的转动速度。角速度系数 ε_r 也在随支臂的伸长而减小。实验中发现，角速度系数的下降与充气量、转速的关系不大，而主要取决于支臂的长度、形状等因素。在论文中，利用二维斜激波理论分析了支臂前的激波前后各物理量的关系。通过激波后，气流的压力、温度、密度上升，而马赫数下降。但仍为超音速流动。作为本论文工作的另一重要部分，是利用此装置测量了离心机支臂功耗。支臂功耗在离心机的分离中是一个较为重要的参量。一方面支臂的功耗对流场的环流量有很大影响，同时它本身的大小直接与离心机的功耗有关。支臂的功耗在离心机的功耗中占有较大的比例（约为30%左右）。在实验中，找出了支臂的功耗与支臂的入口压力和支臂长度的乘积为线性关系。详细分析了影响支臂功耗的各种因素及支臂的功耗在离心机总功耗中所占的比例。修正了以前所提出的有关支臂功耗的一些结论。使得对支臂功耗可以得出较为符合实际的结果。在完成封闭实验的同时（无供取料），还利用此装置进行了流动实验，实验的工况是分馏比为1。即下支臂无取料。在实验中，求出了新的上支臂管的管阻，及最大取料量。为利用此装置作分离实验进行了初步工作。

本论文在实验的基础上，利用 Schmidt 模型进行了计算。与以前的 Schmidt 计算模型不同的是根据实际的转子中隔板仅为一较大的中心孔的条件，采用了孔板流的方

式计算各个室之间的质量、动量的交换。这种计算较为符合实际。得出了离心机上支臂口的压力、中心压力、侧壁压力，并与实验进行了比较，得出了较为满意的结果。

答辩日期：1988 年 6 月 7 日

计算机数值—图形模拟及在离心分离中的应用

同位素分离专业研究生 邓志昂 指导教师 应纯同 苏铭德

随着计算机的广泛使用及计算技术的飞速发展，越来越多的科学技术问题使用数值计算的方法。对大量的数值计算结果的后处理也越来越重要，而对数值结果进行图形显示则是后处理的一个关键课题。本文结合当前科研的需要，讨论了进行计算机数值—图形模拟的原理及实现方法。在对有关三维图形处理的各种方法进行总结、比较的基础上，提出了新的适用性强、效率高的关于等值线和空间曲面的算法，并提出相应的网格划分、求解等值点及数据的树形结构排列、扫描平面消隐处理等方法。编制了相应的程序实现了等值线和空间曲面的显示和绘制，以此为基础讨论并实现了计算机动态图形模拟，进行了一些流场分布和空间曲面等图形的绘制以及一些流场的计算机动态模拟，这些工作都是结合最为普遍使用的微型计算机进行的，但其方法及大部分程序对其它种类的计算机也适用。此外，还实现了用大型计算机模拟微机绘图过程。所有这些方法构成了计算机数值图形模拟系统。论文的另一方面内容是进行离心机物理参数的优化计算，得到了分离功率随侧壁热驱动和下支臂驱动扰动量变化的数据，将结果进行了计算机图形显示，得到了直观的图形，对进行参数优化及讨论有很好的指导意义。在根计算结果和相应的计算机图形分析得到优化参数的基础上，又计算了分离功率随供料量和分流比变化的分布情况，对计算结果也进行了计算机图形显示与绘制，取得了比较理想的效果，也说明了计算机数值—图形模拟的有效性和实验性。

答辩日期：1988 年 6 月 8 日

射频溅射碳化硅薄膜的结构性质及温敏效应

核材料专业研究生 汤海鹏 指导教师 王英华

本文系统地研究了射频溅射碳化硅薄膜的结构和光学、电学性质。用XPS、AES、TEM、IR等方法分析比较了其晶态和非晶态两种形态的晶体结构和化学键结构的特点。分析表明溅射产物是以分子形式沉积于基片上。基片温度是引起结构发生根本变化的决定因素。根据一定的电子结构模型，研究了光学、电学现象的可能的机制，发现缺陷态和无序态对非晶 SiC 膜的光吸收和电导起决定作用，而激活的杂质态是晶态 SiC 的光吸收和电导的决定因素。膜的性能最终主要取决于溅射基片温度和杂质浓度。根据

SiC 的稳定性和半导体特性的电阻温度关系,用这种溅射碳化硅薄膜,制备了稳定可靠、灵敏度高及测温范围宽 ($0\sim 300^{\circ}\text{C}$) 的热敏元件。

答辩日期: 1987年 12 月 9 日

人工股骨头的磨损与改善

核材料专业研究生 王 军 指导教师 张效忠

医用 Ti-6Al-4V 合金做为人工股骨头材料在我国很有发展前途,当它与人工髌臼材料超高分子聚乙烯 (UHMWPE) 配对使用时,由于磨损问题未完全解决,限制了它的推广使用。

本论文对离子注入 Ti-6Al-4V 合金与 UHMWPE 对磨时的耐磨性进行了研究。所选注入离子为 N^+ 、 CO^+ 、 C^+ 及其组合,注入能量为 $70\sim 90\text{keV}$,剂量为 5×10^{17} 离子/ cm^2 ,束流密度为两种: $20\mu\text{A}/\text{cm}^2$ 和 $150\mu\text{A}/\text{cm}^2$,试验是在销盘磨损试验机,生理盐水溶液润滑条件下进行的。本论文还对注入层的力学性能和组织结构,试样在磨损过程中的表面形貌和粗糙度及磨屑进行了分析,并由以上试验工作得到如下几点结论。

(1) 采用本论文中的几种离子注入条件,注入试样的平均磨损率比未注试样降低了约 $40\sim 60\%$,其中以小束流密度注 N 和注 CO 的效果最好,平均磨损率都降低了约 60% ,而且小束流密度注 N 试样的平均磨损率仅为大束流密度注 N 试样的 65% 。

(2) X 光衍射及 TEM 试验表明,在小束流密度注入条件下,本论文中注入试样的注入层内都形成了高硬度的弥散强化相,这些弥散相为 TiN 和 TiC 或二者的混合相;在大束流密度注入条件下,注 N 试样的注入层内形成了许多粒度较大的条状 TiN。

(3) 显微硬度试验表明,本论文中的几种注入试样的显微硬度比未注试样提高了约 $27\sim 113\%$,其中以大束流密度注 N 试样的效果最好,显微硬度提高了约 113% ,而小束流密度注 N 试样的显微硬度仅为前者的 87% 。

(4) 对磨损试验中试样表面观察表明,金属与 UHMWPE 对磨时,金属表面始终有一层 UHMWPE 转移膜,经过一定时间的磨损,这层膜会逐步老化、断裂并剥落,代之以新的转移膜,对剥落膜成分测试表明,膜中溶有与之对磨的金属,因而这些剥落膜最终将起磨粒的作用。

(5) 对磨屑观察表明,磨损试验中, UHMWPE 磨屑有两种,细条状和薄片状,磨损轻微的金属试样对应的细条状磨屑较多,磨损严重的金属对应的细条状磨屑比前者少。

(6) 对磨损过程研究表明,离子注入和未注钛合金与 UHMWPE 对磨时,可认为其磨损过程是由磨损程度轻微的氧化磨损到磨损程度严重的磨粒磨损的渐变过程,对磨损率不同的试样,两种磨损方式的作用程度和作用时间的长短是不同的。

(7) 对回收人工股骨头表面磨损的测试分析表明,采用直射束离子注入机,对人工

股骨头表面的注入部位有选择地进行一次性静止耐磨处理,对改善其耐磨性,延长在体内的使用寿命是完全可行的。

答辩日期:1988 年 6 月 1 日

核子秤可靠性设计

反应堆工程和反应堆安全专业研究生 庞海福 指导教师 冯忠潜

本文较系统地进行了核子秤的可靠性设计工作。通过大量的可靠性理论计算,对核子秤的总体方案进行了比较,在现有技术手段下,找到了核子秤 MTBF 最佳的可行方案:电离室—测速电机—TP805 微机。在实验基础上,对薄弱环节提出了改进意见,核子秤的 MTBF 有了五倍的提高。为了指导核子秤定型后的可靠性工作,本文对核子秤的可靠性费用进行了粗略分析,在总费用最低条件下,给出了核子秤 MTBF 的最佳指标。全文体现了作者提出的任何一套仪器在设计阶段要采用物理设计与可靠性设计并行并发挥可靠性设计的指导作用的基本思想,为仪器的定型和其后的使用打下良好的可靠性基础。

答辩日期:1987 年 11 月 30 日

核电站仿真器冷却剂系统数学模型的研究与改进

反应堆工程和反应堆安全专业研究生 王利峰 指导教师 赵兆颐

本论文研究了清华大学核电培训中心核电站培训仿真器反应堆冷却剂系统的数学模型,指出了原数学模型的缺陷与不足,提出了改进意见。在此基础上,本文重点研究了稳压器的数学模型,对稳压器原有模型进行了改进,建立了适用范围广、精度高的三区非平衡态模型,以取代原来采用的只适用于慢变化瞬态的平衡态模型,并比较了新旧模型的精度,对改进模型进行了敏感性研究。改进模型仍以汇编语言编写程序,并移入原反应堆冷却剂系统程序模块中,初步实现了程序的运行。和原程序相比计算量增加不多,仍然可以满足实时要求。

答辩日期:1987 年 12 月 2 日

堆芯中子—热工水力耦合精细分析程序

TISKTH-3-A 的研制

反应堆工程和反应堆安全专业研究生 高 承 指导教师 曹栋兴

堆芯反应性引入事故是一个中子—热工水力相互反馈、相互制约和相互影响的瞬态过程。对这一过程的描述常常需要采用中子—热工水力耦合精细分析程序。

早期的耦合程序，大多采用点堆中子动力学模型和一维单相少通道闭式流动的热工水力学反馈模型，或者是根本无传热计算的绝热模型。这些程序在用于堆芯事故瞬态分析时一般需要引入各种保守的权重因子和峰值因子来作修正，故不能比较真实和准确地描述堆内的实际工况。近十年来发展起来的一些具有三维中子动力学模型和比较成熟和先进的热工水力学模型的耦合程序，有的，则是因为数值计算方法的局限性（如计算内存占用量大，费用高等）而限制了实际应用，只能作基准例题的计算，尽管这些程序能够给出比较精细的计算结果；有的程序，虽然采用了粗网法或现代节块法，具有计算速度快等特点，但却不能给出节块内（尤其是堆芯局部峰值工况区域处）的精细描述。

基于上述认识，本论文选择了研制一部具有嵌入计算和多步法分析功能的中子—热工水力耦合精细分析程序这一课题。将全堆芯的分析分为两步或三步，首先进行粗网节块（组件）的分析，求出各节块的平均通量和功率分布，选定热组件，然后对该组件作进一步精细的功率分布、热管冷却剂流场、焓场以及热棒 DNB 比分布、中心温度分布等计算。在研制该程序过程中，选用 TISKTH-3 程序作第一步全堆芯组件分析，同时对 TISKTH-3 热工部分 YZCOBS 的数学模型进行了改进，使其成为一部多步法分析程序 YZCOBS-M（M 表示 Multi-stage method）。此外，将一部高阶插值法通量计算程序改进为适合于组件燃料棒束通量计算程序，并引进了功率归一化计算和处理控制棒、通量测量管等冷壁元件的功能，将改进后的程序取名 HOIM-2（表示高阶插值法扩展版本）。然后将 YZCOBS-M、HOIM-2 和 S&TNGFM（与 TISKTH-3 相同）连接成一部中子—热工水力耦合精细分析程序 TISKTH-3-A。

采用研制的程序，对秦山 30 万千瓦压水堆核电站堆芯部分进行了分析计算，并与七二八工程研究设计院为秦山核电站所作的设计计算以及其它文献给出的计算结果作了比较，除因本计算考虑了一定的控制棒插入和一些其它初始参数略有不同而产生一些偏差外，结果基本符合。为了进一步验证程序的各种功能，选用两步混合格网法和三步法进行了计算比较，并获得了十分满意的结果。以上计算表明，程序 TISKTH-3-A 的连接和各项改进及引入的功能计算正确。此外，还研究分析了通道侧边界效应和冷壁元件的近似处理对计算结果的影响，比较了几种不同计算方案的精度和保守性。

TISKTH-3-A 程序的研制是在国家核安全局资助下完成的。它的完成，将为堆芯反应性引入事故提供一个具有先进模型和计算方法的中子—热工耦合精细分析程序，并将有助于提高我国堆芯安全分析的水平。

答辩日期：1988 年 4 月 15 日

核电站安全系统可靠性动态分析

反应堆工程与反应堆安全专业研究生 邹勇平 指导教师 胡大璞

核电站安全系统的可靠性如何,特别是那些在核电站事故时,投入运行时间较短的安全系统的动态可靠性如何,直接关系到整个核电站的安全。本文详细地给出了对系统的故障树进行定量计算的一种有效方法——动态树理论[KITT],KITT 这种工程近似方法在假设基本事件与统计独立和系统的故障模式已经知道的前提下,由基本事件的可靠性参数,求得系统的故障模式(最小割集)或成功模式(最小路集)的可靠性参数,最后求得系统的可靠性参数。这种方法考虑了可靠性参数与时间的依赖关系,可以全面地给出基本事件,MCS 或 MPS 和系统的动态可靠性指标,如不可用度,失效率,失效强度,不可靠度和失效期望次数。KITT 方法在求可靠性参数的过程中,忽略了 $(dt)^2$ 以上的高阶项,所以它是一种工程近似方法。本文还应用 KITT 方法对具有阶段性任务的系统进行动态可靠性分析及评价,处理了基本事件在备用期的贮备失效,试验不可用度,维修不可用度和 ON Demand 失效对系统失效的贡献,考虑了前面阶段基本事件的失效对后一阶段失效的影响。

为了方便地应用动态树理论对系统的故障树进行了定量计算,发展了适合 IBM PC /AT 微机的系统动态可靠性分析软件包 SRKA,该软件包由 PREP,SETS 和 KITT-1 三个程序组成,可以完成系统的可靠性定性分析及定量计算。

本文选择了一个实际的系统——广东核电站高压安注系统在发生小破口失水事故情况下投入运行的三个阶段[高压直接冷段注入,高压循环冷段注入和高压循环冷热段同时注入],分别进行系统的可靠性动态分析,给出了系统在各阶段的不可用度,失效率,失效强度,不可靠度和失效期望次数随时间变化的上限近似和上下限近似,还对高压直接冷段注入时,高压安注泵是否能从 RWST 直接取水的系统动态可靠性指标作了比较。最后提出了系统设计中的薄弱环节并提出了改进建议。

希望这一工作有助于全面地开展系统动态可靠性分析方法的研究,并在核电站安全分析中加以应用。

答辩日期:1988 年 6 月 3 日

高稳定谱仪放大器的研制

核物理专业研究生 张 翀 指导教师 范天民

本文介绍了一个用于高分辨率谱仪系统中的高稳定度谱仪放大器。在研制过程中,通过理论上与实践中的不断摸索,较好地解决了干扰、噪声等一系列问题,研制出了一个具有高稳定度的谱仪放大器。该放大器达到稳定的时间少于两小时,稳定后在二十四小时内谱漂移的绝对值为两道(即两毫伏)增益漂移的相对值为万分之二点五,达到了

国际先进水平。该放大器在其它一些重要指标,如积分非线性、电子学噪声等,也达到或接近国际先进水平。本论文还对影响稳定度的因素作了较为详细的分析和计算。类似的分析和计算在国内外文献中均未见。最后,本论文分析了工作中的不足之处及进一步改进的设想。

答辩日期:1987年11月28日

心脏核医学中的傅里叶分析方法研究室壁运动

核物理专业研究生 孙达海 指导教师 赵希德

本文在讨论了心脏核医学成像原理、核医学图象特点和核医学图象处理的一般方法后,重点阐述了傅里叶分析方法在心脏核医学中分析室壁运动的作用。在分析心血池多门控图象中,利用傅里叶分析方法得到了功能图象——幅度图象和相位图象。根据相位图象得到相位图象直方图分布,由直方图分布可以定性地诊断心脏的疾病。根据幅度图象和相位图象较好地分析了心脏室壁运动的不正常性(RWMA),确定了RWMA的位置、大小。在临床应用上得到了满意的结果。最后,文中从数学上推导分析了原始图象的统计误差对幅度图象质量的影响和GCCS-86 γ 相机—计算机系统中采用的图象溢出方式对幅度图象的影响,从理论上分析了幅度图象的可靠性。

答辩日期:1987年11月28日

道边界直接校正谱仪 ADC

核物理专业研究生 黄海涛 指导教师 王经瑾

微分非线性及变换速度,是多道谱仪ADC的重要技术指标。逐次比较法ADC速度快,但微分非线性大,传统上人们常用“滑尺”法来改善其微分线性,这使得ADC道轮廓变宽,要获得较好的微分线性(比如说1%),必须有足够多的道计数(通常10000以上),不适合低计数率或短时间测量。为克服这一缺陷,本文提出一种新的方法,根据ADC第一次变换的结果,找到相应的道边界误差(事先测好)并通过DAC反馈到ADC的输入端。ADC第二次的变换结果即为正确码。这一方法可使微分非线性降至0.6%(道计数只有2500时便能到1%)。

此外,本文还提出一种新的接口技术,使计算机从接口取数不影响ADC变换。

答辩日期:1987年11月28日

工业CT模型机的数据采集及控制接口的研制

核物理专业研究生 徐向军 指导教师 王经瑾

工业 CT 是 CT 技术应用于工业等领域的产物。它引起了无损检测和分析等方面的极大关注。工业 CT 模型机系统的研制旨在研究掌握 CT 技术,并使之应用于生产实际。

在本课题中,研制了适用于工业 CT 模型机的在低计数率条件下的数据采集系统,研制了扫描电机的控制部分,研制了数据采集运行软件。论文就数据采集接口电路和扫描系统进行了详细地讨论,并提出了进一步改进的建议和设想。

答辩日期:1987 年 12 月 5 日

新型微机多道分析器(MCMCA)的研制

核物理专业研究生 王俊明 指导教师 王经瑾

本文介绍了一种新型的可装于计算机内部的多道幅度分析器(MCMCA)。MCMCA 接口板设计成可直接插入 IBM PC、XT 或 AT 微机机箱的标准插卡,也可以直接插入长城 0520C—H 机箱,或者 Super 兼容机机箱。

MCMCA 接口中有一个双口数据存储器,它允许操作员退出 MCMCA 程序而不影响数据的获取与存储。MCMCA 接口可使一台微机成为一台功能很强的多道脉冲幅度分析器,它可与任何类型的 ADC(变换时间大于 $1.2\mu\text{s}$)直接相联。MCMCA 软件控制数据获取和显示,并在系统与外设之间进行数据传送。所有操作都采用程序清单方式,主要的参数将在屏上显示出来。

答辩日期:1987 年 12 月 5 日

闪烁谱仪的一种稳谱新方法

核物理专业研究生 姚如涛 指导教师 刘桂林

本文介绍了一种闪烁谱仪的稳谱新方法。其工作原理是将闪烁谱仪的温度补偿函数 $F(T)$ 写成表格,存入 EPROM。实际工作时,再读出对应于闪烁谱仪探头(温度敏感的主要原因)温度的补偿值,去调整谱仪的增益,达到稳谱的目的。文中给出了稳谱

的具体工作电路。

通过对锗酸铋闪烁探测器、碘化铯（铊）闪烁探测器及同使用锗酸铋闪烁体、替换光电倍增管的探测器情况，在不同的升温环境中的稳谱实验，初步证明这种新的稳谱方法是可行的。

另外，对新型闪烁体锗酸铋的温度性能的研究，为它的具体应用积累了经验。

答辩日期：1987 年 12 月 16 日

脉冲传输式生物信号隔离放大器的研制

核物理专业研究生 许大学 指导教师 王经瑾

在生命科学进一步发展的今天，科学工作者对中医的理论基础——经络学说产生了巨大的兴趣，并做了大量的研究工作；陆续提出了各种解释经络体系的假说。从各种假说可看出一点：穴位处有重要的信息发放。因此穴位信息探测对经络的解释非常重要。但穴位电位测量是一个较难做的工作，为准确测量穴位电位，需要研制一高性能的放大器。

穴位电位放大器作为生物电放大器，其特点是对高干扰本底下的微弱信号进行放大。本文首先分析了各种干扰的来源及影响程度，认为 50Hz 电场干扰是主要的干扰因素。然后，在 Thakes 和 Webstes 提出的生物电测量模型的基础上，推导出了各种测量模式下干扰的表达式。认为隔离方式的采取、地电极的引入、放大器的高共模阻抗是抑制 50Hz 电场干扰的重要手段，从而提出了最佳测量模式——三电极输入隔离放大器测量。隔离是由综合性能优良的光电耦合器件实现的，由于光电耦合器件耦合电容小，隔离性能优良，从而大大提高了放大器的共模抑制比，降低了放大器的噪声。但光电耦合器存在严重的非线性，为除此缺陷，本文提出了信号的脉冲传输方法，即先将模拟信号采样，用线性放电法变换成脉宽与幅值成正比的脉冲信号，然后将变换后的脉冲信号经光电耦合器传输到后面的非浮置部分电路，再将脉宽变换成脉冲计数，送 D/A 变换器，得到所需要的放大的模拟信号。这大大改善了放大器的线性。

在电路的具体设计中，采取了同相并联差动输入级形式，此种形式的电路具有高输入阻抗；理想情形下不引入共模干扰；且对偏置、失调电流以及失调电压引起的干扰有抑制作用的特点。另外，对外接电阻没有苛刻的要求，为获得高共模抑制比，除采取隔离方式外，作为输入级的两个并联放大器，其共模抑制比选得尽量相近，第二级选用 CMRR 将近 100dB 的运算放大器 LF444。

放大器总体性能优良， $\text{CMRR} > 120\text{dB}$ ， $\text{INL} < 0.1\%$ ，噪声小于 $20\mu\text{V}$ ，能用于穴位电位的测量。

答辩日期：1988 年 6 月 7 日

γ 相机图象数据采集接口的研制

核物理专业研究生 荆振学 指导教师 赵希德

本文介绍了一个可与任何常规 γ 相机相连接的计算机图象数据采集系统。采用 IBM—PC 微型计算机的特殊硬件技术, 系统可以以两种不同的采集方式以高计数率采集数据, 即表模式与帧模式。该系统的特点是位置分辨率好、速度快。

与 γ 相机输出的两路模拟坐标 (x, y) 信号相对应, 模拟数字转换接口包括两个输入缓冲放大级, 用于对 γ 相机信号进行缓冲和放大并将其影响与接口隔离; 两个阈值可调的双阈比较器, 它把超出 ADC 量程的坐标信号甄别掉; 两个增益与偏置可调的视野放大网络, 提供了选择放大感兴趣区的功能, 其增益调节共有 1.0、1.5、2.0、2.5 四档; 一对最大变换时间为 $3\mu s$ 的高精度 ADC827 片子。在 A/D 接口中, 我们设计了快速跟随采样保持电路, 其采样时间在 $2\mu s$ 左右。整个接口的死时间为 $5.85\mu s$ 。该接口的 A/D 转换精度为 12 位, 提供了 32×32 、 64×64 、 128×128 和 256×256 的数字图象分辨率选择。利用 ADC 的高分辨率进行低分辨率的数据采集, 可以大大改善模数转换接口的微分非线性。由于 γ 相机高计数率工作的要求, 在印制板电路的设计中我们使用了高频板技术。

表模式数据采集多用于动态和门控成象。系统中我们设置了两个 256kB 的大容量缓冲存储器。在动态成象中, 表模式可以 32×32 、 64×64 和 128×128 帧格式采集。数据到磁盘的传送以 DMA 方式进行, 保证了数据传输速度高于平均采集速度。大容量的缓冲存储器消除了 γ 事件的随机性。在门控成象中, 接口中我们设计了两个可逆计数器, 其计数位均为 18 位, 用于对两个缓冲存储器寻址。利用它们, 实现了采集与处理的时间共享, 如门控时心率不齐剔除。

本文的目的是研究临床心脏病学计算机图象数据采集技术。由于微分非线性好坏对图象质量因而对临床诊断结果影响很大, 我们重点讨论了改善模数转换的微分非线性的各种方法, 并对逻辑电路和电源等因素的影响加以分析。

答辩日期: 1988 年 6 月 7 日

热塑性树脂改性环氧树脂的研究

高分子材料专业研究生 傅增力 指导教师 孙以实

本文用聚砜 (PSF) 和聚醚砜 (PES) 两类韧性耐热热塑性树脂对环氧树脂进行了系统的改性研究。实验中合成了不同分子量, 不同端基的 PSF 改性剂, 并对改性剂

进行了表征,用三点弯曲法测定了环氧及改性环氧的断裂韧性,并对玻璃化转变温度及弹性模量等其它性能进行了测量;通过扫描电镜(SEM)和动态力学分析(DMA)等方法研究了改性环氧的微观结构形貌。实验结果表明,使用不同分子量的端羟基 PES 改性二氨基二苯砜(DDS)固化的 E51 环氧(DGEBA)时,其断裂韧性稍有提高。PES 的分子量较高时其改性效果更好些。SEM 和 DMA 分析结果证明该体系为均相体系。使用不同分子量的端羟基 PSF、端氨基 PSF 以及带混合端基的 PSF 对 E51/DDS 环氧的改性结果表明,有活性端基和分子量较大的 PSF 更有利于增韧。PSF 比 PES 对环氧有更明显的增韧效果。使用同种 PSF 改性剂对三种不同交联密度的环氧基体(DDS 固化的氨基四官能环氧 AG 80, DDS 固化的 E51 环氧以及六氢吡啶固化的 E51 环氧)进行改性时发现均得到两相微观结构,其中包括三种不同的形态:①PSF 为颗粒状分散相,环氧为连续相。②PSF 为连续相,环氧为颗粒及③上述两种结构互相穿插共存的过渡态。与橡胶(CTBN)增韧环氧体系的情况不同,在 PSF 改性环氧体系中,环氧基体的交联密度及屈服能力对增韧效果的影响不大。所有 PES 及 PSF 改性的环氧树脂的 T_g 及弹性模量均未下降。

文章在断裂形貌观察和理论分析的基础上对热塑性 PSF 颗粒改性环氧基体的各种增韧机理进行了详细讨论。在聚砜颗粒改性环氧的断面上可以看到 PSF 颗粒被拉长撕断的现象,但理论估算表明,PSF 的拉断耗能只能占增韧的很小一部分。理论计算也表明,PSF 颗粒对周围基体的应力集中很小,难以引发较明显的基体塑性屈服,断面 SEM 照片上亦未发现颗粒周围有明显的塑性变形。上述分析表明,PSF 颗粒的拉断及应力集中引起的基体塑性变形均不可能是这类改性体系中的主要增韧机理。文章首次提出在韧性热塑性颗粒改性脆性环氧体系中可能存在裂纹牵制机理,并在 PSF 颗粒改性环氧体系中发现了裂纹牵制机理的实验证据。这种机理可能是 PSF 颗粒改性环氧体系的主要增韧机理。

答辩日期:1988 年 6 月 4 日

热致聚酰胺液晶的合成与结构性能研究

高分子材料专业研究生 陈鸣飞 指导教师 周其庠 刘德山

主链热致性聚合物液晶可应用于高强、高模、耐热材料是新材料领域的重要研究课题。聚酰胺热致液晶因合成难度大,国内外研究很少,成功的合成报道更少。

本文研究热致聚酰胺液晶的合成及其结构与性能。聚酰胺采用低温溶液缩聚法合成。着重研究脂肪二胺,芳香二胺和芳香二酰氯三元共聚酰胺体系。研究表明:合成时采用不同加料顺序得到的共聚酰胺熔融行为差异很大,只有按特定的加料顺序才可获得熔点较低的共聚物,其特征是脂肪二胺与芳香二酰氯预缩聚后再投入芳香二胺完成聚合,而上述二种二胺混和后与芳香二酰氯进行缩聚得到的共聚物熔点高于分解温度。

按有序加料方式合成了若干系列不同化学结构,不同组成的共聚酰胺,从中筛选出三个具有热致液晶性的共聚酰胺体系。结果表明只有芳香二胺在一定的范围内共聚物才可熔融进入均相的液晶态。芳香二胺含量超过某个临界值得不到均相熔体,而低于某个值则熔体无液晶性。

偏光显微镜观察结果表明,所合成的热致聚酰胺液晶具有典型的黑线织态,广角 x 光及小角 x 光实验证明之为向列液晶。变温 FT-IR 研究结果表明聚酰胺分子间氢键作用对液晶态的稳定性起着重要的作用。

文中对有序加得到的共缩聚物的序列分布进行了理论上的分析,并在合理假设下得到定量关系式。结果表明:在三元组水平上,预聚反应决定最终形成聚合物的序列分布,序列分布与最后投入的单体无关。序列分布的特征值 B 只与投料比 f 以及端官能团和自由官能团的活性比有关,文中详细讨论了 f , R 对 B 值的影响。

本文用 FT-IR, x 光衍射以及核磁共振等手段对不同加料方式得到共聚酰胺进行了比较研究。发现 IR, x 光衍射难以区分其结构上的差别。400MHz- H^1 -NMR 及 75.5-MHz C^{13} -NMR 实验结果说明有序加料和混合加料所得共聚物差异表现在其序列分布上,揭示了其熔融行为相差甚大的原因,无疑这一结果为低熔点聚酰胺的开发、研究提供了理论上的依据。

答辩日期:1988年6月8日

直接成纤法芳纶Ⅱ短纤维的制备、性能和结构

高分子材料专业研究生 褚凤奎 指导教师 周其康

芳纶Ⅱ短纤维是一种性能优良的纤维,可广泛用于摩擦材料、绝缘材料和建筑结构材料,既提高了材料的性能,又减轻了环境污染。

本论文采用直接成纤法在 N -甲基吡咯烷酮-氯化锂-吡啶溶剂体系中合成树脂并通过成纤工艺的处理制备芳纶Ⅱ短纤维,经系统地研究在缩聚过程中各种因素,特别是吡啶用量和搅拌速度对聚合物分子量和成纤能力的影响,找到了较好的聚合工艺和特殊的溶剂体系,这种溶剂体系与过去一般的溶剂体系明显的不同点即采用较高浓度的吡啶和高速搅拌,并研究了沉析剂用量,沉析剂中 N -甲基吡咯烷酮和氢氧化钠的含量等成纤工艺对短纤维的平均长度平均直径和平均长径比的影响,进而研究了短纤维的几何尺寸与其强度之间的关系,找到了较好的成纤规律,并成功地制出了分子量较高、性能较好的芳纶Ⅱ短纤维。用扫描电子显微镜观察了短纤维的表面形态,用 x 射线衍射研究了短纤维的结晶度和晶系尺寸,并测定了用所得到的研纤维制成的制动摩擦片的主要性能,因而得到了如下结论:

1. 在 N -甲基吡咯烷酮-氯化锂-吡啶溶剂体系中进行对苯二甲酰氯和对苯二胺的低温溶液缩聚,并通过直接成纤法,成功地制得了性能较好的短纤维。
2. 较系统地研究了成纤工艺对短纤维几何尺寸的影响,随着沉析剂用量的增加,

短纤维的平均直径和平均长度增加, 平均长径比降低; 当沉析剂中 N-甲基吡咯烷酮含量增加时, 短纤维的平均直径和平均长度减小, 而平均长径比在 NMP 含量为 20% 体积百分比时出现最大值; 沉析剂中氢氧化钠的含量增加, 短纤维的平均直径和平均长度增加, 但平均长径比基本保持不变。

3. 芳纶Ⅱ短纤维的强度随着短纤维平均直径, 平均长度和平均长径比的增加而增大。

4. 扫描电子显微镜研究表明, 所得短纤维是由片状微纤组成的, 纤维表面较为粗糙, 比表面较大。

5. 通过直接成纤法得到的芳纶Ⅱ短纤维具有较高的结晶度。

6. 用所合成的芳纶Ⅱ短纤维制成的摩擦衬片, 经性能测定, 其摩擦系数的稳定性、摩擦率及耐温性能等主要指标优于石棉纤维制成的摩擦片, 在摩擦材料的领域中具有良好的应用前景。

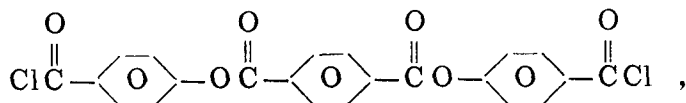
答辩日期: 1988 年 6 月 8 日

全芳族液晶共聚酯的合成及其结构和性能研究

高分子材料专业研究生 林庆煌 指导教师 周其庠 王慧芬

热致液晶聚合物能够制造高性能的纤维和塑料而受到人们极大的关注, 最近国外相继推出高强度高模量的聚芳酯液晶产品 Xydar、Vectra 和 Ekonol, 引起强烈的反响。

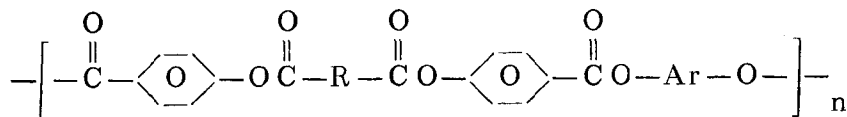
本论文制备了 3,3',5,5'—四甲基联苯二酚和复合单体



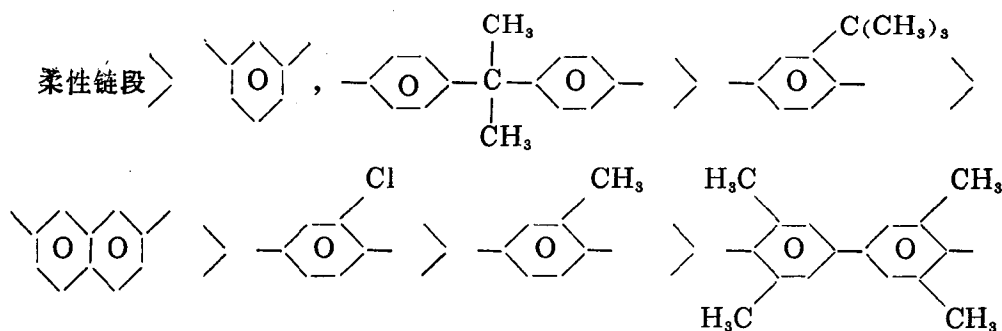
采用熔融酯交换和熔融 Schotten-Baumann 缩聚法合成了一系列基于对羟基苯甲酸、对苯二甲酸和各种二元酚, 分子链序列结构为规则和无规的共聚酯, 用热台偏光显微镜、DSC、SAXD、变温 WAXD、变温 FTIR 和 SEM 等对所合成的共聚酯进行了表征。系统地研究了序列结构、介晶单元和共聚物组成对共聚酯液晶性能的影响, 探讨了无规共聚降低聚芳酯熔点的原因, 得到一系列可熔融加工的共聚酯, 文中还研究了共聚酯的液晶态、“液晶玻璃态”等结构以及共聚芳酯的融解性。主要结果如下:

1. 热台偏光显微镜、DSC、SAXD、WAXD 分析结果表明, 所合成的共聚酯为向列型热致液晶。

2. 在三元规则共聚酯



中, 各结构单元对降低熔点的作用顺序如下:



其中芳环上的取代基对降低熔点起主导作用的是取代基的体积效应。

3. 由对羟基苯甲酸、对苯二甲酸和 2,7—萘二酚合成的三元无规共聚酯的熔点随对羟基苯甲酸含量的增加而先降后升, 对羟基苯甲酸含量为 66.7mol% 时, 共聚酯的熔点最低, 为 317℃。

4. 分子链序列结构对聚芳酯的液晶性能有很大的影响, 无规共聚酯与组成相同的规则共聚酯比较, 其熔点普遍降低, 液晶性得到改善, 但序列结构的改变并未使共聚酯的液晶相类型发生变化。

5. 无规共聚降低聚芳酯熔点的实质是对聚合物晶体结构的破坏。本论文引入了熔点降低系数 K, 得到改进的熔点降低方程:

$$\frac{1}{T_m} - \frac{1}{T_m^0} = -\frac{KR}{\Delta H_u} \ln x_A$$

用于计算无规共聚酯的熔点, 计算值与实验值能很好相符。

6. 全芳族共聚酯的溶解性受聚合物的结晶性、分子链结构的规整性、结构单元的相似性及取代基的影响。结晶性差、分子链结构的规整性低, 结构单元的相似性差, 都使得聚芳酯有较好的溶解性, 芳环上取代基的体积和极性增大, 也有利于聚芳酯的溶解。

7. 共聚芳酯的“液晶玻璃态”是结构与液晶态基本相同, 但分子链排列的有序程度和致密性稍高的热力学亚稳态, 从液晶态冷却至固态, 其结构可以是“液晶玻璃态”, 或是部分的“液晶玻璃态”取决于冷却速度与聚合物的松弛速率。

答辩日期: 1988 年 6 月 8 日

低维度电子导电聚合物 $[M(Pc)O]_n$ 晶态薄膜的高分辨电子显微术研究

高分子材料专业研究生 吴君华 指导教师 周 啸

高分辨电子显微术 (HREM) 直接观察物质的分子或原子级水平微观结构。由于电子束辐照损伤严重、不易制样等原因, 聚合物的 HREM 尚处于发展初期。低维度导电物质的导电机理研究是凝聚态物理重大课题, 同时该类物质的实际应用有着巨大潜