

* 科学家 *

新院士主要科技成就(十一)

我在随机系统研究中的工作成绩

陈翰馥

(系统科学研究所 北京 100080)



我1961年毕业于列宁格勒大学数学力学系,30多年来一直研究控制理论。主要工作分四方面。

一、状态估计和随机控制。能观性和能控性是控制理论中的基本概念。我对随机系统给出了随机能观性和能控性的新定义,揭示了系统这种属性的本质,并用这证明了不用初始条件的各种状态估计的联系,为工程中常用的方法提供了理论依据。对二次指标下的奇异随机控制和对策,给出了最优控制序列,这对奇异和非奇异、确定性和随机各种情形都适用。这一系列工作,总结在1985年我在美国出版的专著《Recursive Estimation and Control for Stochastic Systems》中。

二、系统辨识。系统辨识是系统控制的基础课题,我用新的分析方法,研究随机系统的系数、阶和时滞的估计,不用通常要求的“持续激励”就可使估计收敛到真值。特别对最小二乘、随机梯度等方法导致的辨识误差给出了估计。对反馈控制系统,引入趋于零的激励信号,它不影响系统的控制性能,但能导致参数的精确估计。

三、适应控制。适应控制是最近20多年来控制界最活跃的领域之一。要使性能指标最优,同时使参数估计收敛到真值,是适应控制中的难点。我对工程应用重要的二次指标、跟踪、极点配置等问题,给出自行切换的适应控制律,并迭加激励信号,使上述难点得以克服。对广为应用的自校正跟踪器,不用外加激励,证明了它的最优性。我在辨识和适应控制方面的工作,部分地总结在美国出版的专著《Identification and Stochastic Adaptive Control》(合著)中。

四、随机逼近。随机逼近在系统辨识和适应控制中有广泛应用,我提出的“变界截尾”方法,克服了递推估计增长过快造成发散的困难,并且采用新的收敛性分析方法,不仅简单,并且实质性地减弱了所需条件。近几年又做了随机逼近稳健性、有效性的研究,并把随机逼近应用到离散事件动态系统等领域中去。

30多年来,我发表论文一百余篇,其中约半数发表在国外。除了上面提到的两本专著外,在国内还出版了三本著作。

我在化工新型材料方面的成果

陈鉴远

(化学工业部技术委员会 北京 100723)



我 1940 年毕业于中央大学化工系,1947 年赴美留学,1948 年在依阿华大学获科学硕士学位,1950 年在叙拉古大学获博士学位。早年曾从事造纸和粘液法人造丝的研究,1950 年以后又曾从事硫酸和磷肥厂的设计工作。从 1958 年起,我致力于化工新型材料的开发与设计,主要有以下几个方面:

(一)重水技术的开发和设计。提出了发展重水工业的基本构想,即先采用水电解交换法,以应国家急需。与此同时,加快硫化氢-水双温交换法的开发,其中第一套装置主要解决关键工艺技术,第二套装置解决设备材料立足国内问题。在此基础上再开发液氨精馏法和液氢精馏法重水的工业生产技术,为顺利发展重水工业创造了有利条件。在水电解交换法重水技术开发中,通过优化流程,设计高效设备,尽量减少系统中物料滞留量,缩短平衡时间。装置投料后仅用了 4 个多月时间就生产出合格产品,当时国外同类装置的平衡时间均在 10 个月左右。在第一套硫化氢-水双温交换法重水技术开发中,进行了工程研究,优化工艺参数和控制方法;优化开工过程,缩短平衡时间;求取最佳气液比,保证氘的高速积累。同时,解决了系统的防腐,防止了系统的堵塞。在第二套装置中,将交换系统由原来的两级级联改为三级级联,开工平衡时间较第一套缩短一半,交换塔体用碳钢代替复合钢板,节约了大量投资和外汇。在液氢精馏法制重水技术开发中,首先将已停产的电解水交换法装置改为液氢精馏装置,简化了原料气净化技术,较迅速地掌握了深冷技术。

(二)高能燃料的开发和设计。偏二甲肼生产技术采用氯胺法液相合成,使氯胺与二甲胺在管道反应器中连续反应,温度恒定,减少杂质偏脞等产生,并妥善解决了工程放大问题;在工艺中,改进精馏、浓缩和净化过程,保证持续稳定生产出高质量产品;同时,较好地解决了毒污水的处理问题。在液氢技术开发中,成功地解决了原料气的净化,降低能耗,减少冷损以及正仲氢的转化等问题,使液氢能较长时间贮存。

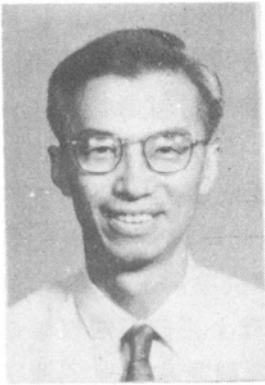
(三)超氧化物的开发与设计。在超氧化钠的技术开发中,首先用熔盐电解制取纯度 99.9% 的钠,解决了腐蚀问题,使操作稳定,满足工业生产要求。在氧化工艺中,解决高压反应釜材质和抗腐蚀等问题,改进加热方法,延长高压釜的使用寿命。在超氧化钾技术开发中,妥善地解决了高温反应下设备腐蚀严重等技术难点,制得高纯金属钾和超氧化钾。同时,还通过工艺改进,用富氧代替纯氧,降低了生产成本。

此外,我还主持和参与了无水氟化氢、元素氟、甲胺等产品的开发和设计,均获成功。80 年代以来,曾推荐和组织了千吨级四氟乙烯新工艺、万吨级有机硅单体和异丁醛氧化脱氢制甲基丙稀酸甲酯的开发建议,均已付诸实施。近年来,组织协调全氟离子膜、氯化法钛白的技术开发等工作。目前正在指导和协调一步法三聚氯氰的开发,已初步取得较好的成果。

我与低能粒子加速器

陈佳洱

(北京大学 北京 100871)



我于1958年开始从事加速器的研究及教学工作,30多年来和同事们一起研究过多种类型的低能加速器,包括:

一、等时性回旋加速器中央区的物理研究。1964年在英国访问期间,针对回旋加速器中束流在中央区大幅度衰减的现象进行了深入研究。我利用微分探针逐一确定各种离子成分的轨道并将实验诊断与理论分析及计算机模拟相结合,逐圈分析各轨道的动力学特性,终于弄清了头几圈中束流衰减的机制,并通过逐圈控制离子的高频相位与轨道中心,将束流的传输效率提高了三倍以上。在实验中我还证实了在具有三个扇形磁极的回旋加速器中存在着越隙共振。

二、4.5MV(兆伏)静电加速器的设计、建造和 2×6 MV串列静电加速器的改建及应用。(1)我作为4.5MV静电加速器项目负责人,组织研制人员首次摆脱以往的仿制模式,走自己的路。我们从优化物理参数入手,系统地优化了高压电极形状、高压柱结构以及各项设备的光学参量等。经优化的结构,机械性能稳定,电场分布均匀。运行时高压柱端部的最大振幅小于0.08mm,最高空载电压可达6.2MV,还具有束流脉冲化的性能。这台加速器的建成填补了我国单色中子在5-7MeV能区的空白。(2) 2×6 MV串列静电加速器是由英国牛津大学的加速器改建而成的国内高校中最大的一台加速器。1985年我和牛津大学签定了转让协议,并主持了重装、改造及部分设备国产化的工程。改建后的加速器不仅运行稳定,它的合轴精度、真空性能和束流强度等都高于原有设备的水平。利用这台设备,我们承担了国家自然科学基金重大项目,成功地建成了北京大学加速器质谱计,首次实现 ^{14}C 的超灵敏检测,碳样的测量能力达到每天十余个,性能指标赶上国际先进水平,它的建造和完成为我国 ^{14}C 加速器质谱年代学研究做出了贡献。

三、束流脉冲化技术的研究。直流束的脉冲化技术在利用飞行时间法的物理研究中有着重要的应用,也是提高直线和回旋加速器的俘获效率和束流品质的一项关键技术。但这方面的理论并不完善。1973—1984年间,我将束流光学的理论和方法拓展到束流的群聚、切割和输运过程,取得若干重要成果,包括用二维相空间的理论和方法研究束流的群聚和切割过程,补充了过去传统理论的不足,有效地预言了脉冲化束的波形、束流利用效率以及束流品质与束流初始能散及初始发射度的关系,这些都为实验所证实。我还与所指导的硕士生联合提出了新颖的双谐波切割器原理,试验证明其效率比常规正弦波切割器高约47%。我将这些成果用于实际,如为北京师范大学低能核物理所研制的一套高效聚束装置,能以不到10瓦的功率将350KeV连续氘束压缩到1纳秒;我在美国石溪大学的超导直线加速器的脉冲化系统中,成功地将64MeV的硫离子压缩到100皮秒,束流的总效率高达60%以上。我还将研究成果制成

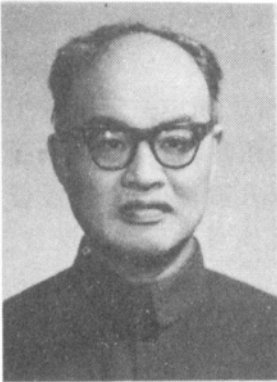
软件,由计算机直接控制加速器各有关设备,运行起来既精确又方便,得到石溪的同行们的高度赞赏,一直沿用至今。

四、直线加速器前沿技术研究。RFQ(射频四极透镜)是近年来强流离子加速器发展的前沿之一,在离子注入、爆炸物检测和核废料处理等方面都有重要应用。1984年我与方家驹同志联合提出并发展了一种由分离环共振线激发的新结构,它具有尺寸小、电稳定性好、工作频率低、调频范围宽、适宜于加速重离子等优点。1992年试验成功离子注入用的结构样机,主要性能指标达到国际同类结构的先进水平。另一项是1.5GHz射频超导铈加速腔的实验研究。低温射频超导加速腔对于发展高平均功率的自由电子激光器和下一代超高能加速器都有重要意义,国际加速器界对此极为重视。1987年以来,我领导的课题小组从无到有地建成了具有较高水平的射频超导实验室,还发展了一套有特色的表面处理工艺,使铈腔的加速梯度稳定地提高到12.6MV/m(Q~109),达到了国际先进水平。

我在动物生理生态学领域的工作

孙儒泳

(北京师范大学 北京 100875)

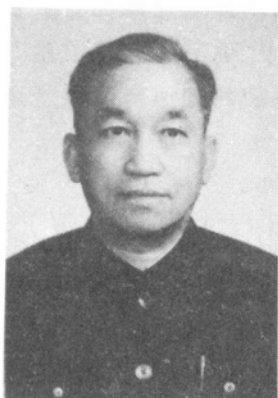


我长期从事动物生态学的研究和教学工作。50年代中后期在苏联以8季×2种鼠×2地点的大量观测,发现栖息在相距仅百余公里的南北两地种群间存在着统计学上显著的生理生态特征的地理变异,为兽类地理物种形成微小阶段提供了生理学的依据,同时提出地理变异季节相的新概念;60年代初,研究大家鼠属能量代谢和水代谢,阐明与栖息地相适应的种间差异,并引入协方差分析。70年代以后,根据国际生态学发展趋势,由描述鼠类生理生态的种间、种内变异研究,转向生理生态特征变异的机理和能量收支的研究工作:(1)在每日平均代谢率与静止代谢率关系研究中,提出Weiner以平均每日代谢率估计DER的模型应予修正;(2)发现鼠类体温调节能力胎后发育分三期,呈“S”型曲线,并将发育过程数学模型化,据此能预测其胎后变化;提出了恒温能力指数,明显优于Ricklef指数;(3)在行为生态研究中,对布氏田鼠婚配制度和繁殖行为,由直接观察深入到实验研究;而对高原鼠兔的繁殖季节性研究追溯到神经内分泌机制;(4)与有关教师合作,从亚细胞水平用生化测定方法,研究鼠类在低温驯化中肝脏和棕色脂肪的线粒体蛋白含量及其呼吸功能的变化、细胞色素碳氧化酶和琥珀酸氧化酶活性的变化;(5)在国内首先应用同位素标记测定田鼠水代谢;(6)将生理生态研究由鼠类扩展到鱼类的研究。30余年来,我出版了《动物生态学原理》、《种群科学管理与数学模型》和《普通生态学》(合著)等著作,并且用中、英文发表学术论文约60篇。

我在航天控制领域的成果

梁思礼

(航天工业总公司科技委 北京 100830)



我中学毕业后即赴美国学习和工作达八年之久。1949年新中国成立前夕我在美国辛辛那提大学获博士学位,随后即回国参加祖国建设。我的主要科技成果如下:

一、在地地弹道导弹控制系统领域

(1)在我国第一个自行研制的中近程地地导弹上取消了仿苏联的无线横偏校正系统,研制出具有中国特色的全惯性位置捷联制导系统,并为以后的地地战略导弹“全惯导化”奠定了基础。

(2)参加了1966年导弹核武器两弹(真原子弹头和中近程导弹)结合飞行试验。在二、七机部联合设计中,为确保安全,我提出了防静电措施。这是跨部级设计项目中电磁兼容技术协调的开端。

(3)1965年在远程战略导弹和运载火箭的研制中,作为负责控制系统的副总设计师,我决定采用惯性平台-集成电路化的弹上计算机制导方案。这在当时我国的技术和工业基础还较落后的情况下,是一个大胆而有远见的决策,为我国惯性制导技术开辟了新的途径。由于当时我国集成电路的可靠性不够高,全量制导计算机太复杂,过不了关,我与有关同志一道改进了制导关机方程,从系统一级上解决了此难题,大幅度地减少了集成电路使用量,使全部采用国产集成电路的弹上计算机,在70年代初成功地用于远程战略导弹和运载火箭,控制精度显著提高。接着又用弹上计算机首次在我国进行全弹自动化测试发射,节约了大量地面测试设备,缩短了发射准备时间。

由于以上贡献,我与钱学森、屠守锷等获1985年国家科技进步特等奖。

(4)我从70年代末即组织速率捷联惯性制导技术的预研,在80年代有三个战术地地导弹采用了此成果。在90年代初我参与解决了速率捷联系统在飞行试验中由于力学环境引起的动态误差这个关键技术问题,使三个战术导弹得以定型。

二、在航天质量和可靠性领域

我结合多年工程实践经验,系统地总结出一套“航天可靠性工程学”的理论和方法,并提出和推行一整套可靠性和质量保证措施,使导弹和运载火箭的可靠性有了明显的提高。该方法应用于长征二号运载火箭系列后,从70年代中至今,连续成功地将15颗可返回式卫星送入轨道,在国际上赢得了很高的可靠性声誉。

三、在计算机应用领域

作为航天工业总公司计算机自动测量和控制系统(CAMAC)的总设计师,我为导弹和卫星地面测试发控系统的标准化、模块化、通用化、系列化做出了贡献,获1987年国家科技进步奖二等奖。

我在生物地质学方面的成就

殷鸿福

(中国地质大学 武汉 430074)



我致力于使古生物学走生物学与地质学全面结合的道路,形成了生物地质学的方向,有如下几方面成果。

1. 在古生物学、地层学新理论方面,第一个向国内介绍新的演化理论“间断平衡论”,很早就评介新灾变论、分支系统学和事件地层学。在《地质演化突变观》一书中,通过对居维叶、莱伊尔、达尔文三巨匠的重新评价以及大量国内外的和自己的研究实例,指出古生物演化应包括渐变、突变和灾变(突变的特殊形式)三种形式;演化的过程不仅是由低级到高级的进步性发展,而且还是由大量绝灭、适应辐射、稳定发展相交替形成的阶段性发展。这些观点已反映在新版古生物学教程和地史学教程中。我对中国二叠纪—三叠纪之交的生物

大绝灭、辐射演化和事件地层界线的具体研究成果,多次被 SCI 引用,在国内外产生了广泛影响。

2. 应用古生物的地理分布论证板块活动历史是一个新兴的方向,我是国内这方面最早的学者之一,最早向国内介绍用古生物地理论证微板块和地体的活动。我主编的《中国古生物地理学》(1988)以量且完整的资料和计算机分析为基础,理论上有新的发展:(1)系统地提出地史上热、温、寒带生物区系的区别标志;(2)中国各时代的古生物地理区划,包括各时代区划图 24 张、表数十张,为我国板块活动提供了一个方面的论证;(3)最早以古生物地理论证了华南在早古生代及以前曾属于冈瓦纳的范畴,这一观点已在国内外获得日益增多的支持。该书已由英国牛津大学出版英文版(1994)。

3. 我是我国第一部古生态学教程(1964)主编之一。近年来又进行了生态地层学研究,完成了一批论文,三份生态地层学研究报告及《扬子及其周缘东吴—印支期生态地层学》专著。该书提出了为盆地分析服务的一整套生态地层学理论和方法,并证明可用于扬子区二叠—三叠系的实践。其系统性和完整性,目前国内外尚未有之。它在高精度及异相地层对比、层序地层学结合等方面,显示出单纯沉积学或生物地层学所没有的优点,并将对这一时期全球海平面变化提供重要信息。我创建的微机室,正在以秦岭和长江中、下游为对象,探索活动论的古海洋恢复和盆地演化。

4. 我在校内创建了生物成矿实验室(1988),已出版一批论文、科研报告、译文集及专著。这些研究证实,川甘边境两个微细粒浸染型金矿形成中,菌藻生物作了重要贡献。1992 年该室被地矿部定为学科新增长点予以支持。