

中国科学院上海原子核研究所

# 年報

1991

(第十一卷)

原子能出版社

# 中国科学院 上海原子核研究所年报

1991

(第十一卷)

JJ11/57/26

原子能出版社

## 内 容 简 介

本《年报》介绍了中国科学院上海原子核研究所 1991 年在核物理（理论、实验、应用），核化学（钚燃料的利用、放射性药物、标记化合物、分析化学），辐射化学，加速器，核探测技术，计算机的应用，反应堆技术及工程设计，辐射防护等研究工作的进展；科研设备的维护、改建、运行；科技成果开发；学术活动与国际交往情况。此外，还有 1991 年获奖科研项目及该年度在各期刊上发表文章的目录一览表。本《年报》分中、英文版出版。

本《年报》可供从事原子核科学技术人员、有关高等院校师生以及从事同位素与射线在国防、工业、农业、医学上应用的广大科学工作者参考。

### 中国科学院上海原子核研究所年报 (1991)

原子能出版社出版

(北京 2108 信箱)

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

国外发行：中国国际图书贸易总公司

(中国国际书店)

China International Book Trading Corp.

(GUOJI SHUDIAN)

P. O. BOX 399, Beijing, China

☆

开本 787×1092 1/16·印张 8·字数 170 千字

1991 年 12 月北京第一版·1991 年 12 月上海第一次印刷

印数 1-1500

ISBN 7-5022-0708-2/TL·437

国内定价：7.00 元

## 1992 年所领导成员

所 长 杨福家  
副 所 长 沙振元 蒋鲁冰 曹珊珊  
所长助理 诸顺林 汪勇先  
学术委员会主任 杨福家  
副主任 程晓伍 林念芸

## 《中国科学院上海原子核研究所年报》编辑委员会

主 编 杨福家  
副主编 程晓伍 林念芸 赵夏令 姚志铨 诸顺林  
委 员 (以姓氏笔划为序)  
田家祺 包伯荣 归寿造 朱家龙 周宝森 汪勇先 刘仁忠 郑里平  
吴桂刚 陈 森 陈茂柏 林森浩 张金根 张加山 张丽明 张鸿临  
盛康龙 姚则悟 徐君权 夏锡清 (常委) 强玉俊 斯厚智 薛祥荣

通讯地址 上海 800-204 信箱  
电报 8009 电话 9530998  
电传 30910 SINRS CN  
传真 86-21-9528021

# 前 言

## 把握机遇 积极开拓

现代社会的一个重要特点，就是变革的节奏在加快，发展的速度在加快，世界各国都面临着新的挑战与机遇。作为发展中的社会主义国家，我们只能有一个选择，就是坚决按照“一个中心，两个基本点”的基本路线，加大改革开放的步伐，一心一意把经济建设搞上去。

邓小平同志关于“科学技术是第一生产力”的科学论断，中央关于“经济建设必须依靠科学技术，科技工作必须面向经济建设”，“把经济建设转移到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来”的方针，已日益深入人心。近几年来，中国科学院在贯彻这一方针中建立了“一院两种运行机制”的发展模式，把主要力量投向国民经济的主战场，努力使科学院成为开放型的、综合性的自然科学研究中心和推动高新技术产业形成与发展的基地，为造就一支充满创造活力的新一代的科技队伍，为我国科技事业和社会经济的发展作出了无愧于科技国家队的贡献。最近，周光召院长又在学部大会上进一步提出：打破部门和行业的垄断限制，把真正有水平的科研队伍组织和吸引到为国民经济建设服务的主战场上去。要认真解决好科技与经济的结合点问题，大胆引进市场机制，按照经济规律办事，通过竞争，力争在我国形成一些综合性、外向型的高技术产业集团。这就为广大科技人员上经济建设主战场提供了更为广阔的天地。

当前，原子核所一定要紧紧把握住这样两个历史性的机遇：一是科学院创建高新技术产业的历史责任，二是上海浦东开发所形成的政策环境；进一步解放思想，积极开拓，坚决把全所的事业发展推进到一个新的台阶。

原子核所是一个综合性很强的研究机构，有基础研究、也有应用研究和开发研究，三方面都拥有相当的实力。但必须再次重申，这个所应该是以核技术应用为主、更确切地说是以应用开发研究为主的研究所。我是从基础研究出身的，因而我很重视这方面的工作。但作为所长，我必须从国家利益出发，以全局的观点及所的发展前途来考虑，就不得不指出原子核所的主攻方向应该是在国民经济建设主战场上。这决不意味着我们不要搞基础研究了，相反，还要采取积极措施，稳定和保持一支精干的队伍，潜心从事高水平的基础研究，到国际上去摘取“金牌”。然而，原子核所在力量布局上，必须有更多的人去从事应用和开发研究，多出成果、多出效益，为解放和发展生产力，增强国家综合国力、提高人民生活水平作出应有的贡献。为此，我们必须从以下三方面进行坚持不懈的努力：

### 一、科技开发要形成三个产业集团

一个是核电子仪器仪表集团，包括工农医用的同位素仪器仪表、火灾自动报警系统、爆炸物检测装置、核探测器等；第二个是辐照产业集团，包括钴源辐照装置的设计与安

装、工业用加速器生产，以及由此形成的辐照材料改性、灭菌保鲜、种子诱变等；第三个是放射性药物集团，包括缺中子放射性药物、放射 $\gamma$ 免疫药盒，以及同位素标记化合物的开发和生产。在这些方面，原子核所的力量是非常雄厚的，问题是过于分散。因此，必须采取有力措施，积极推动各个经济实体和研究室的联合，从科技开发初级阶段的束缚中摆脱出来，走内外联合、集约经营的道路，争取在我国核技术的产业化过程中，逐步成为具有一定实力和影响的高技术产业集团。

## 二、科学研究抓好三个重点项目

一是放射性药物的研究。中国科学院、国家医药管理局共管的“上海放射性药物联合研究开发中心”，已经在我所正式成立；利用外国政府贷款引进生产放射药物的加速器谈判也已基本结束；工程项目建设的可行性论证也由专家们评审通过。这就意味着我国南方最大的放射性药物研制和生产基地，两年后将在我所正式投入运行。这就要求我们在搞好工程建设的同时，必须抓紧生产工艺流程的中试和新一代放射药物的研究。既要确保放射药物工程如期竣工，又要通过我们的研究，使新型药物不断问世，造福于人类。

二是自由电子激光(FEL)装置的研制。FEL是人类在七十年代中期开发、利用新电磁波谱资源的又一次重大突破，也是激光领域一个非常重要的发展方向。国际上头几批利用FEL的研究报告已经发表，专门用于生命科学、材料科学、医学的FEL中心，正在陆续建立。FEL的关键，是要有高水平的加速器技术。它对电子束的总体品质(能散、发射度、流强和参数稳定性等)有近乎苛刻的要求。目前世界上已建和在建的FEL不下三十台，但只有半数真正符合要求的。一个重要原因就是加速器提供的电子束品质不能满足FEL的要求。美国现正在建立两个军用FEL中心和五个民用FEL中心。在凡登比尔大学的民用中心已基本建成。这对原子核所来说是一个很好的机会，我们的目标是争取在三年内引出符合要求的电子束，最终是要在上海光机所、北京高能所与我所共同努力下，建立一个民用FEL中心。这对原子核所的将来，对上海地区乃至全国的科技事业都会产生很大的影响。

三是工业CT的研制。工业CT是一项崭新的无损检测手段，它涉及核电子学、核物理、核探测器、自动化技术、计算机图象重建等各个专业，是一门综合性很强的高科技。近十年来，它在发达国家的工业生产和科研活动中的应用日趋广泛，尤其在炼钢、发电、化工、航空、军事等设施和产品无损检测方面，均取得了可观的经济效益。国家科委主任宋健对此十分重视，表示要尽力给予支持，说如能“尽快作出有益结果，实现产业化，实为中国科技界大幸”。因此，我们应该进一步组织力量，把改进型的工业CT试验装置尽快搞上去，积极争取企业部门的支持与合作，使实用型的工业CT能早日诞生、服务于生产。

## 三、把三个开放实验室办好

近几年来，在有关部门的支持下，原子核所先后建成了辐射化学开放实验室、核分析技术开放实验室(与北京高能所联合)及基础物理实验室(与复旦大学联合)。各个实验室的科技人员做了许多基础工作，取得了较大的进展。有的还获得国家科委评议组专家们的一致好评。今后的任务是要按照“开放、流动、联合”的方针，进一步加强这三个实验室的工作，在实验室的学术水平、开放程度、研究成果、人才培养和管理水平等方面，都要有新的提高，有的则要积极创造条件，争取升格为国家级的开放实验室。从而使原子核所逐步

成为科学院面向国内外开放的、具有国际水平的、综合性的核技术应用研究基地。

同时，要加大对重大基础研究的支持强度。比如寻找新核素项目，现在全世界发现的新核素已达 2000 多个，但没有一个是由中国发现的。在新核素图上，仅芬兰一国就插上了 10 面国旗。周光召院长曾对我说：你们应该争取把中华人民共和国的国旗插上去。现在，这个项目已经有了突破性的进展，我相信这个时刻即将会到来。类似这样的基础研究，我们就是要抓住重点，加大力度，积极支持。

从现在起，原子核所将进入一个新的发展时期。每个同志都应该进一步解放思想、振奋精神，为我们已经献出青春的原子核所进一步贡献我们的聪明才智，只要我们把握时机、积极开拓，努力办好以上三方面的九件事，那末，原子核所的振兴将是指日可待的。

杨福家

中国科学院上海原子核研究所《年报》主编，所长

杨福家

1992 年 6 月

成为科学院面向国内外开放的、具有国际水平的、综合性的核技术应用研究基地。

同时，要加大对重大基础研究的支持强度。比如寻找新核素项目，现在全世界发现的新核素已达 2000 多个，但没有一个是由中国发现的。在新核素图上，仅芬兰一国就插上了 10 面国旗。周光召院长曾对我说：你们应该争取把中华人民共和国的国旗插上去。现在，这个项目已经有了突破性的进展，我相信这个时刻即将会到来。类似这样的基础研究，我们就是要抓住重点，加大力度，积极支持。

从现在起，原子核所将进入一个新的发展时期。每个同志都应该进一步解放思想、振奋精神，为我们已经献出青春的原子核所进一步贡献我们的聪明才智，只要我们把握时机、积极开拓，努力办好以上三方面的九件事，那末，原子核所的振兴将是指日可待的。

杨福家

中国科学院上海原子核研究所《年报》主编，所长

杨福家

1992 年 6 月



# 目 录

## 核物理

### 一、理论核物理

#### • 核结构 •

1. BCS 波函数用于  $0\nu$  型双  $\beta$  衰变率的计算 ..... (1)
2. IBM-II 连续变量表示的动态运动方程解 ..... (1)
3. IBM 的连续变量解中的拉伸效应 ..... (2)
4. 量子系统映射的若干问题..... (2)
5. 含核子对转移的熔合反应耦合道(CC)计算 ..... (3)
6. Skyrme 相互作用下热核的库仑不稳定性 ..... (4)
7.  $p\bar{p}$  湮灭中的 Bose-Einstein 关联..... (4)
8. 中子滴线核  $^{11}\text{Li}$  软巨偶极共振的半经典描述 ..... (5)
9. 有限温下半无限核物质巨共振的阻尼的研究..... (6)
10. 核的自旋横向响应函数 ..... (6)

#### • 中高能核物理与重离子核物理 •

1. 氦性质的手征夸克禁闭孤子模型..... (7)
2. 富重子夸克-胶子等离子体火球中奇异粒子产生和演化时的量子效应 ..... (7)
3. 极端相对论核核碰撞中  $J/\psi$  产率与强子多变数的关联和它的抑制 ..... (8)
4. 极端相对论性原子核碰撞中的双轻子谱..... (8)
5. 核阴影区 K 因子与 A 关系 ..... (9)
6. 核物质的热力学行为..... (9)
7. 在中能重离子碰撞中熵产生的一个表述 ..... (10)
8. 在非平衡态定义态函数是可能的 ..... (10)
9. 求解相对论静力学问题的关键 ..... (11)
10. 方位角对高速运动物体视在形象的影响..... (12)

### 二、实验核物理

1. 短寿命核的内转换电子谱仪 ..... (13)
2.  $^{238}\text{U}$  裂变产物质量链  $A = 105$  的数据分析 ..... (13)
3.  $\alpha$  粒子在  $^{10,11}\text{B}$  核上引起的反应的 DWBA 分析 ..... (14)
4.  $44\text{MeV}/u$   $^{129}\text{Xe}$  弹核产生的同位素分布研究 ..... (15)

5. $^{147}\text{Pm}$ 低激发能级结构研究 .....	(15)
6. 在离子延伸轰击下同位素溅射角分布 .....	(16)
7. 中能区 $^{86}\text{Kr}+^{197}\text{Au}$ 反应中能量耗散、 $\pi$ 介子阈下产生和流角 .....	(17)
8. 改进反冲距离法测量核能级寿命 .....	(17)
9. 中能区重离子核反应中集体流的消失 .....	(18)
10. $85\text{MeV/u}$ 以下的 $^{40}\text{Ar}+^{27}\text{Al}$ 反应的 $\psi$ 角分布的研究 .....	(18)
11. $3\text{MeV}$ $\alpha$ 粒子引起的 $^{27}\text{Al}(\alpha,p)^{30}\text{Si}$ 反应截面测量 .....	(19)

### 三、应用核物理

#### • 核效应及射线应用 •

1. NiTi 形状记忆合金的发射穆斯堡尔谱研究 .....	(20)
2. 火焰山砂子的研究 .....	(20)
3. Mo / Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 催化剂的 TDPAC 研究 .....	(21)
4. $\gamma$ 辐照对 Fe <sub>78</sub> Si <sub>9</sub> B <sub>13</sub> 性能的影响 .....	(22)
5. 合金添加剂对 316 钢辐照损伤的正电子湮没研究 .....	(22)
6. 微量硼对冷变形钢捕氢性能的影响 .....	(23)
7. 纳米材料 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 的微结构研究 .....	(23)
8. 硼对 Ni <sub>3</sub> Al 韧化作用的正电子湮没研究 .....	(24)
9. 单孔核滤膜的研制及其应用 .....	(25)
10. $\gamma$ 射线无损检测炮弹装药的局部密度 .....	(25)
11. 检测炮弹体内炸药密度的新方法 .....	(26)
12. 不同壁厚密封管道内材料密度的测定 .....	(26)
13. D <sub>60</sub> 钢和 TNT 的 $\gamma$ 射线吸收系数 .....	(27)
14. 嘉定白蒜电子束辐照诱变效应研究 .....	(27)
15. 电子束对四种大麦种子生理损伤的影响 .....	(28)
16. 不同辐照源对小麦干种的半致死剂量研究 .....	(28)

#### • 活化分析 •

1. 人脑肿瘤组织中元素组分的 NAA 及 ICP-AES 分析 .....	(29)
2. 脑肿瘤病人人发微量元素的中子活化分析 .....	(29)

#### • 扫描隧道显微学和离子束分析 •

1. 用于 STM 针尖-样品趋近的纳米驱动器 .....	(30)
2. 核探针技术在球墨铸铁中的应用 .....	(30)
3. 核探针技术及其应用 .....	(31)
4. $1.56\text{MeV}$ Sb <sup>+</sup> 注入单晶硅研究 .....	(32)
5. 离子注入法制造纳米微晶 .....	(32)
6. 离子注入后的聚苯胺电性能研究 .....	(33)
7. 聚苯胺薄膜的 n 型离子注入掺杂 .....	(34)

8. 质子非卢瑟福弹性散射分析厚靶样品  $\text{Si}_x\text{N}_y/\text{SiC}$  ..... (34)
  9. BBL 聚合物合成和掺杂研究 ..... (35)
  10. 前向反冲测掺氧多晶硅中氢浓度分布 ..... (35)
- 同位素仪表 ·
1. 钽铌含量在线监测的可行性研究 ..... (36)
  2. 微束 X 射线荧光分析研究 ..... (36)
  3. 流态化煤粉质量流量测定 ..... (37)

## 核化学

### 一、钍燃料的利用

1. N-烷基己内酰胺从硝酸溶液中萃取 U(VI)、Th(IV)的研究 ..... (38)
2. 二(2-乙基己基)亚砷和磷酸三丁酯从硝酸溶液中萃取铀、钍性能的比较 ..... (39)
3. 二(2-乙基己基)亚砷在硝酸介质中萃取裂片元素锆、铈、钷及  $\gamma$  辐照对萃取性质的影响 ..... (39)
4. N-烷基己内酰胺对主要裂片元素的萃取及  $\gamma$  辐照对萃取行为的影响 ..... (40)
5. DBN-偶氮胂分光光度法直接测定有机相中微量钍 ..... (41)

### 二、放射性药物

- 有机药物 ·
1. 脑灌注显像药物前体 HPDM 的制备研究 ..... (41)
  2. 放免治疗药物  $^{90}\text{Y}-\text{MA}_6-2\text{F}_7$  的制备研究 ..... (42)
  3. 脑示踪剂 6-溴( $^{77}\text{Br}$ )-L-DOPA 的制备及其药理实验 ..... (43)
  4. 雌二醇-6-羧甲基肟- $^{125}\text{I}$ -组胺的制备 ..... (43)
  5.  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  标记肺癌单克隆抗体 LC-1-IgM 型片段对荷人肺癌裸鼠的显像定位的研究 ..... (44)
  6.  $\text{N}^+$ 注入赤霉素产生菌的诱变研究 ..... (44)
- 药理学 ·
- 本所的放射药理学研究 ..... (45)

### 三、标记化合物

- 制备方法 ·
1.  $[9,10-^3\text{H}]-9$ -十六烯乙酸酯的研制 ..... (46)

2.  $^{35}\text{S}$ -丙硫苯咪唑亚砷(ABZSO)的制备 ..... (46)

## 四、分析化学

1. 氢化物原子吸收法测定鸡蛋中的硒 ..... (47)
2.  $^{13}\text{C}$ -NMR 定量技术测定 HM-PAO 的非对映立体异构体的异构纯度 ..... (47)

# 辐射化学

## 一、生物物质的辐射物理与化学

1. 肽链中的电子转移 ..... (49)
2. 胸腺嘧啶激发三重态和胱氨酸间的电子转移反应 ..... (49)
3. 中子诱致哺乳动物细胞  $V_{79-379} \text{ A DNA}$  的链断裂 ..... (50)
4. 胞嘧啶、胞苷及脱氧胞苷酸水溶液体系的激光光解研究 ..... (50)
5. 胞嘧啶水溶液体系的脉冲辐解研究 ..... (51)
6.  $\text{SO}_4^-$  氧化胱氨酸的脉冲辐解研究 ..... (52)
7. 脉冲辐解中单脉冲剂量测定 ..... (53)

## 二、辐射工艺学

1. 辐射交联聚氯乙烯电线的研究 ..... (54)
2. 自控温聚合物电加热带的研制和聚合物 PTC 现象的研究 ..... (54)
3. 医用乳胶制品辐射灭菌技术研究 ..... (54)

# 加速器

## 一、回旋加速器

1. 等时性回旋加速器运行状况 ..... (56)
2. 实验厅扩建工程 ..... (57)
3. 外靶同位素生产自动装置的控制系統 ..... (57)
4. 动态过滤初步探索 ..... (58)

## 二、静电加速器

1. 6MV 串列加速器调试工作进展..... (59)
2. 地那米加速器加速管的设计和性能 ..... (59)
3. 高频高压电子辐照加速器的束流光学研究 ..... (60)
4. 地那米加速器气体处理系统 ..... (61)

## 三、电磁同位素分离器

1. 多功能实验室型电磁同位素分离器(EMIS-SINR-02)性能 ..... (61)
2. 100kV EMIS(SINR-02)上开展的实验工作 ..... (63)
3. 多丝束流剖面仪(MW-BPM)性能 ..... (63)
4. 50kV 稳压电源..... (64)

## 核探测技术

1. 100MHz 瞬态信号记录系统 ..... (66)
2. 人体多种脏器功能测定仪 ..... (66)
3. 高压脉冲发生器 ..... (67)

## 反应堆技术及工程设计

1. 上海辐照基地运行经验 ..... (69)
2.  $\gamma$  辐照装置经济性分析 ..... (69)
3. 小型钴源辐照装置通风系统的改建 ..... (70)
4. 视觉现象与钴源室安全技术 ..... (71)
5. 辐射化学开放实验室工程设计 ..... (71)
6. 临界装置安全分析报告 ..... (72)
7. 数字式反应性计 ..... (72)

# 辐射防护及监测

## 一、监测和评价

1. 个人外照射剂量监测 ..... (74)
2. 环境  $\gamma$  辐射水平的监测 ..... (74)
3. 冬青树叶的  $\gamma$  放射性测量 ..... (75)

## 二、监测技术

1. 袖珍数字剂量计 ..... (75)
2. 用于放射性剂量测量的  $\text{HgI}_2$  探测器 ..... (76)
3. 含氟有机废液去污研究的进展状况 ..... (76)

## 其 他

- 质子和 $^4\text{He}$ 离子碰撞产生的金、铅、铋 LX 射线相对强度 ..... (77)

## 附 表

1. 1991 年获奖科技项目表 ..... (78)
2. 1991 年外国学者来访情况 ..... (78)
3. 1991 年出国人员活动情况 ..... (80)
4. 1991 年参加国内外学术会议情况 ..... (81)
5. 1991 年公开发表的论文目录 ..... (88)
6. 1991 年招收的研究生 ..... (92)

# 核物理

## 一、理论核物理

### 核结构

#### 1. BCS 波函数用于 $0\gamma$ 型双 $\beta$ 衰变率的计算

林仲金<sup>①</sup> 甘幼坪<sup>②</sup> 傅德基 吴宗思<sup>③</sup>

关键词:  $0\gamma$  型双  $\beta$  衰变

本文在文献<sup>[1]</sup>基础上, 采用 BCS 波函数处理  $^{82}\text{Se} (0^+; \text{g.s.}) \rightarrow ^{82}\text{Kr} (0^+; \text{g.s.})$   $0\gamma$  型双  $\beta$  衰变的计算问题。二核子机制核双  $\beta$  衰变过程的计算框架中, 采用了 (1) 冲量近似。(2) 封闭性近似。(3) 核矩阵元 BCS 近似。(4) 电子波函数系附加了库仑修正因子的平面波近似。在仅考虑初末态总自旋是偶-偶核的母核和子核基态情况下, 公式可以简洁求出。核力强度及单粒子组态空间大小都取得与文献<sup>[1]</sup>一致。计算结果表明, 为符合  $^{82}\text{Se} \rightarrow ^{82}\text{Kr}$  的  $0^+ - 0^+$  双  $\beta$   $0\nu$  型衰变实验值 (寿命  $\tau_{0\nu} = 3.1 \times 10^{21}$  年, 电子最大动能  $T_0 = 3.01 \text{keV}$ , 其中微子质量  $m_\nu < 15 \text{eV}$ , 右手流混合参量  $\eta < 1.7 \times 10^{-5}$ ,  $\eta - m_\nu$  的关系图与前人工作一致。本工作用同一套 BCS 波函数处理  $0\nu$  型  $2\nu$  型双  $\beta$  衰变的计算问题。

#### 参考文献

[1] Fu Deji and Gan Youping, *Chinese Physics*, 8, 434 (1988).

#### 2. IBM-II 连续变量表示的动态运动方程解

狄尧民<sup>④</sup> 哈益明<sup>⑤</sup> 傅德基 徐躬耦

关键词: IBM-II 剪刀差模式

本文在以前工作<sup>[1]</sup>基础上进一步细致地改进了变换和近似后, 获得了在 IBM-II 连续变量表示下, 动态方程的同相部分 (中子与质子组分变化同相) 呈现为核的振动-转动模式, 反相部分呈现剪刀差运动模式。后者形象地可表现为形变核的中子椭球和质子椭球绕核对称主轴反相地运动。工作中以  $^{156}\text{Gd}$  核能谱为例, 求得的激发能谱与用代数方法解得的数值相符。

① CCAST

② 厦门大学

③ 广西大学

④ 徐州师范学院

⑤ 山东农业大学

## 参考文献

[1] Ha Yiming and Fu Deji, *Chinese Journal of Nuclear Physics*, 12, 151 (1990).

### 3. IBM 的连续变量解中的拉伸效应

梁世东<sup>①</sup> 傅德基

**关键词:** 相互作用玻色子模型 拉伸效应

在相互作用玻色子模型的连续变量解中<sup>[1]</sup>, 由静态势能面的极小值来确定核基态平衡点, 即核的基态形变值。这样求出的形变核的转动惯量不随转动带自旋增加而有所变化, 求得的基带转动能级间隔与代数解不同是显然的, 因为未计入拉伸效应。这一效应实际上存在于连续变量表示解中的动态部分, 它可折合成(1)等效静态势能面表示式中, 相应于基态关联的项目; (2) 动态方程中, 惯量参数系形变参量的函数。后者按  $1/N$  展开成级数 ( $N$  是总玻色子数), 只取零级项时, 则还原为无拉伸效应的结果; 计入一阶项, 用微扰方法处理之后, 则获得对基带转动带附加以正比于  $I^2(I+1)^2$  的项目。随之而来, 对  $\beta$  带和  $\gamma$  带也会有附加项。本工作以 Gd 同位素的代数解(IBM PHINT CODE)和连续变量解比较, 计入这些拉伸项目之后, 改进了代数解和连续变量解(几何解)的相符程度。

## 参考文献

[1] 戴子高、傅德基、梁世东、徐躬耦, *高能物理与核物理*, 15, 569 (1991).

### 4. 量子系统映射的若干问题

徐躬耦<sup>②</sup> 王文阁<sup>②</sup> 杨亚天<sup>③</sup> 傅德基

**关键词:** 动力系统 迭代微扰 量子混沌

本工作的目的, 试图在参考经典不可积性研究途径的基础上, 提出一条根据拓扑观点研究量子不可积性的途径。对于不可积量子体系的运动的研究是一个崭新的领域, 广义地讲, 可统称为量子混沌运动。本工作着重阐明了以下问题: (1) 量子体系完全可积的充要条件; (2) 通向量子不可积的途径。

本文采用与哈密顿量  $H(0)$  联系的系统及与  $H(\lambda) = H(0) + \lambda (H - H(0))$  联系的系统来研究问题。  $H(0)$  是完全可积的;  $H$  是待研究的, 它可以是不可积的;  $\lambda$  是连续变化参量 (由 0 到 1 之间变化)。在  $H(0)$  的本征组态空间中可定义一个建立在能壳之上的不变子空间, 这个子空间由  $H(0)$  赋以一定的性质。如果其中含有足够多的基矢, 则可进一步按能

---

① 佛山大学

② 南京大学

③ 福建师范大学



量以外其余量子数划分该子空间, 这种性质体现了  $H(0)$  可积的特征。类似地, 也可以有  $H(\lambda)$  的能量壳、基矢系和子空间, 此时的子空间已赋有  $H(\lambda)$  的性质。但是这种子空间是否能进一步划分? 是否可积? 这正是本工作致力之所在。本工作解决了  $H(0)$  状态与  $H(\lambda)$  的状态之间映射问题, 包括连续性以及  $H(\lambda)$  和  $H(0)$  能量壳是否同胚的问题。当免交叉 (Avoided Crossing) 出现时, 同胚遭到破坏。这种拓扑不变性的破坏是本质性的, 与表象无关。由于一对一关系的明确建立, 免交叉点是奇点的性质清楚地显示出来, 迭代微扰的不收敛性也获得了明确的判据和条件。通过这种机制, 拓扑不变子空间可以从第一个免交叉点开始的局部破坏到大范围的破坏, 导致整体性破坏的完全混沌状态。以简化模型为例, 本工作做了数值计算, 阐明了上述结论。

## 5. 含核子对转移的熔合反应耦合道 (CC) 计算

刘桂民 傅德基 程晓伍

关键词: 核子对转移 垒下熔合增强 耦合道模型

重离子垒下熔合截面增强是来源于核结构和反应动力学的共同作用的复杂结果。Dasso and Landowne 等人<sup>[1-2]</sup>提出的在 IWBC 下求解的转动框架近似的耦合道 (CC) 模型是描述熔合过程垒穿透的较真实的框架, 一维的 BPM 只是它的一种无耦合极限, 该模型允许人们对复杂的反应问题进行较简单的计算。

选取无限深势阱的谐振波函数作为单粒子波函数, 因而核子对的质心运动和相对运动可以解析地分开。由于谐振波函数在核表面区域衰减太快, 需要对它进行一定的修正, 即让它在核表面区域与球汉克函数  $-i^l h_l(ikr)$  相连接。在无冲近似极限下, 利用 Buttle-Goldfarb 展开式<sup>[3]</sup>解析地得到了核子对转移矩阵元。对于振动核的单声子激发的矩阵元标准地写成:

$$\langle \lambda \| V_{\text{cpl}}^{\lambda}(r) \| 0 \rangle = \frac{R\beta_{\lambda}}{\sqrt{4\pi}} \left( -\frac{dV_n}{dr} + \frac{3Z_1 Z_2 e^2}{2\lambda + 1} \times \frac{R^{\lambda-1}}{r^{\lambda+1}} \right)$$

在  $r$ -空间求解, 使耦合道方程退耦后得到了一系列本征道  $V_b + \lambda(i)$  是本征道的本征垒, 其中  $V_b$  是入射道的绝热垒,  $\lambda(i)$  是第  $i$  个本征值, 熔合截面可化为这些本征垒穿透的带权平均 ( $w^{(i)}$  为权重因子)。当所有的  $\lambda^{(i)} = 0$  时, 它所对应的解即为无耦合极限的 BPM 结果。作为实例, 我们对  $^{16}\text{O} + ^{18}\text{O}$  这样一个只含有  $^{18}\text{O}$  的  $2^+$  态激发和中子对弹性转移的简单耦合体系进行了详细的研究。工作表明, 耦合道的参与: (1) 不仅改变了绝热垒的高度也影响了绝热垒的定域性; (2) 使绝热垒有一个分布, 从而使熔合增强了。

### 参考文献

- [1] C.H.Dasso and S.Landowne, *Nucl. Phys.*, **A407**, 381 (1983).
- [2] H.Esbensen and S.Landowne, *Nucl. Phys.*, **A492**, 473 (1989).
- [3] P.J.A.Buttle and L.J.B.Goldfarb, *Nucl. Phys.*, **78**, 409 (1966).