

中国科学院上海原子核研究所

# 年報

1989

(第九卷)

原子能出版社

4  
/3

## 内 容 简 介

本《年报》介绍了中国科学院上海原子核研究所1989年在核物理(理论、实验、应用)、核化学(钍燃料的利用、放射性药物、标记化合物、分析化学)、辐射化学、加速器、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1989年获奖科技项目及该年度在各期刊上发表的文章的目录一覽表等。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。

原子能出版社出版

(北京2108信箱)

中国科学院上海分院印刷厂印刷

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10·字数251千字

1990年11月北京第一版·1990年11月上海第一次印刷

印数1—1000

ISBN 7-5022-0285-4/TL·107

国内定价:6.40元

## 1989 年所领导成员

名誉所长 张家骥

所 长 杨福家

副 所 长 沙振元 姚志铨 蒋鲁冰 梁代骥

学术委员会主任 张家骥

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 张家骥

副主编 程晓伍 林念芸 李永熹 张仲木 姚志铨

委 员 (以姓氏笔划为序)

田家祺 包伯荣 毕明光 华天强 朱德铭 江勇先 沈德群 吴桂刚  
陈 森 陈茂柏 杨月珍 林森浩 侯仁辑 侯海林 张加山 张丽明  
张鸿临 赵夏令 姚则悟 徐君权 夏锡清(常委) 强玉俊 傅德基  
赖伟全 薛祥荣

通讯地址 上海 800-204 信箱

邮政编码 201800

电报 8009 电话 9530998

电传 30910 SINRS CN

传真 86-21-9528021

## 前 言

一年一期的年报又到了发刊的时刻，谨为补充数言以助读者对中国科学院上海原子核研究所1989年的科研活动情况能有较好的了解。1989年适逢我所建所三十周年，为了突出纪念，特编刊了《庆祝中国科学院上海原子核研究所建所三十周年征文集》一册，执笔者多为各研究室或专业组的学科负责人，征文集的刊行表征着我所这一年的一项重要学术活动。1989年是我国深入改革的一年，我所各项科研工作仍就1988年的基础上继续前进。从本期年报的内容来看，应用基础和具有应用前景的课题似乎多些，六项获奖的成果也具有同样的色彩，但是，基础研究以及理论性的论文并不算少。从这可以看出，我所各项专业的科研人员莫不奋发图强，各尽所能努力工作。所长杨福家教授为此特写了一篇题为“各善其长 相得益彰”的专文，介绍受到表彰的为我所科研工作做出优异成绩的黄天生总工程师、林念芸研究员等一批科技人员，并报道了1989年这一年五名从副研究员提升为研究员的名单。下面将就这一年度里引人注意的几项工作简单地在这里再提一提。

**科研工作** 1988年新闻界报道的冷聚变的讯息曾震动了整个科学界，可是，许多著名实验室所进行的实验并不能证明冷聚变的存在。我所于1989年亦曾组织有关科研人员作了这一项实验，通过测量质子的强度没有观察到可以证明冷聚变存在的核反应，但是，在整个过程中曾先后记录到两次时间很短的质子强度反常，原因不明。

**扫描隧道显微镜 (STM)** 它是近年来最引人注目的、可以观察到原子分子的新型研究装置。我所的有关科研人员，用国产的元器件试制成功了一台STM装置，并用它观察到DNA分子的螺旋结构。

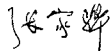
第一座我国自建的秦山核电厂已进入最后的安装调试阶段，在我所的零功率反应堆临界实验装置上安排了模拟的物理启动试验。

**实验室建设工作** 等待已久的10 MeV脉冲电子加速器终于在1989年建成，为我所的辐射化学辐射物理研究增添了一项十分重要的设备，为今后这一学科开拓新的研究领域创造了良好的条件。

从澳大利亚引进的扫描质子微探针 (SPM) 已基本完成整套的安装，性能的调试和提高尚须进行深入的工作。

所区内的第二个强光源装置已安装完成，专供作高分子材料的中试 $\gamma$ 辐照之用，使这一新技术的应用展现出更加美好的广阔前景。

众所周知，1989年是我国不寻常的一年，北京“6.4”事件的平定扫清了前进道路上的干扰障碍，建设社会主义的康庄大道显得更加美好光明。上海原子核研究所胜利地渡过而立之年，将以勇攀高峰的精神跨进新的年代，为祖国建设社会主义四个现代化做出更多更好的贡献。



1990年9月

## 各善其长 相得益彰

一个研究所的成功与否，很大程度上要看研究所的大多数工作人员，是否充分地发挥了他们的社会主义积极性。不同的人站不同的岗，岗位不同，贡献的方式也不同，对他们的评价标准也应不同。各个岗位，犹如一架钢琴上的琴键，它们发出的声音是不同的，如果光有一个琴键发声，就显得非常单调，很难听。只有每个琴键按需及时发出自己擅长的声音，才能形成动听的乐曲。所以，无论什么岗位，只要作出贡献，就应给予充分肯定，因为他在振兴核所的组曲中，发出了值得赞赏的声音。1989年末，中科院上海原子核所表彰了先进人物107位，先进集体13个，晋升了5位研究员，他们都是在不同岗位上作出很大贡献的人，其中有：

1. 为精心组织“地那米”加速器研制而夜以继日工作、年近七旬的黄天生总工程师。在他的领导下，“地那米”加速器在我所研制的部分有了重要进展，使中科院组织开发的、对我国辐射加工将起重大作用的电子加速器，有可能在不到两年时间内投入工业部门使用。

2. 为辐射科学基础研究作出贡献的、年过花甲的林念芸研究员。在他的组织下，10 MeV 电子加速器顺利出束，使研究毫微秒时间过程的辐射与物质相互作用的机理有了可能。我所辐射科学方面占有一定优势，为了使这一优势得到充分发挥，必须把不同力量联合起来，将研究、开发结合成一个有机的整体。林念芸是我所辐射科学的学术带头人，我们相信，在他领导下，辐射科学开放实验室将会很快地建成。

3. 在我国首次用国产扫描隧道显微镜取得DNA图像的课题负责人、最近得到晋升的中年科学家李以乾研究员。他几年来立足国内，刻苦奋斗，在质子X荧光分析、核微探针等研究方面作出了贡献，特别可贵的是在我所开拓了核技术用于生命科学的新方向，领导全组，在较短的时间内用国产元件制成扫描隧道显微镜(STM)，并与中科院上海细胞所合作，在我国首次获得了DNA图像。虽然比美国获得的图像(列为美国1989年科技新闻之首)晚了三个月，但其清晰程度达到了国际水平。他所领导的组是一个生气勃勃、团结文明的集体，因此被评为我所先进集体。

4. 国内首创、某些数据达到国际先进水平的“聚乙炔薄膜二极管”课题负责人林森浩副研究员。聚乙炔在70年代初合成成功，70年代末形成导电聚乙炔，80年代中后期国际上又报道了具有半导体特性的聚乙炔膜。在林森浩同志的领导下，经过几年艰苦奋斗，已用离子注入方法制成了我国第一个聚乙炔薄膜二极管，其检波比、电流特性均好于国际上已发表的数据。

5. 在离子束光学研究、实验室建设和管理方面取得显著成绩的毛羽副研究员。他领导的4 MV 静电加速器实验室，可以称得上是所最佳实验室，它的建设速度、管道质屏、成本、运转效率等，在国内同类实验室中均占领先地位。从毛羽同志身上，看不到任何“金钱万能”的痕迹，看到和听到的只是为我国科技事业顽强拼搏的事迹与精神面貌。毛羽同志是以实验室为家有很强事业心的实干家。

6. 立足国内、奋发图强、刻苦钻研、求实创新、在实际工作中锻炼成长的青年科技人员李德明同志。他是我所国家自然科学基金会重大项目——“超灵敏小型回旋加速器质谱计”课题组的主要骨干力量。他勤奋好学、工作积极、不计个人名利，把全身身心扑在事业上，取得了显著进步。几年来共发表论文9篇，编制各种计算机程序45个，为超灵敏小型回旋加速器质谱计的研制，作

出了重要贡献。获得该室领导和所学术委员会专业组的高度评价。

7.5位同志被晋升为研究员，他们是：前面提到的“扫描隧道显微镜”课题负责人李民乾同志，为应用研究和成果开发作出显著成绩的邱士龙同志，在加速器工程技术方面作出显著成绩的赖伟全同志，在基础核物理研究中作出显著成绩的石双惠同志以及在核电子学研究、开发方面作出显著成绩的薛穆栋同志。其中有些同志用优质的论文体现了他们的水平，有的则以他们的实绩反映出他们的贡献。

此外，还有一批勤勤恳恳为科研、开发第一线做了大量工作的行政管理和后勤服务人员，例如：从事开发管理的袁定寰，负责文印打字、电传传真业务的樊佩华，组织全所绿化工作的刘志春，办理物资采购的李存模，以及实验工厂技工陈品元等。他们那种一心为公、不计报酬、默默无闻的奉献精神，得到了大家一致的称颂。

在这些先进人物中，有德高望重的老科学家，也有初显才华的青年科研人员，有高级知识分子，也有技术工人，有行政干部，也有服务人员。虽然他们从事的具体工作不同，但都是原子核所必不可少的组成部分，虽然他们有各自的不同追求，但都愿意为发展祖国的核科学与核技术奉献自己的一切。虽然他们的能力、水平不一，但都能尽心尽职，处处闪烁着**奋发自强、求实创新、文明团结**的核所精神。他们是原子核所1200位职工的优秀代表。因此，每个职工都应以他们为榜样，积极做好本职工作，使原子核所逐步成为一个各善其长、相得益彰的整体，为繁荣祖国的科学事业、振兴中华民族谱写出新的乐章。

穆栋

# 目 录

各善其长 相得益彰.....	( 1 )
----------------	-------

## 核 物 理

### 一、理论核物理

#### • 核结构 •

1. 核心极化对 $^{48}\text{Ca}$ 交换重中微子的 $0\nu\beta\beta$ 的贡献 .....	( 1 )
2. 有限核物质的液-气相变 .....	( 2 )
3. 热核巨共振的温度相关性 .....	( 3 )
4. 相互作用玻色子模型(IBM-II)的连续变量表示与剪刀差模式激发 .....	( 3 )
5. 玻尔-特温模型作为连续变量表示下的等效哈密顿函数的研究 .....	( 4 )
6. 连续变量表示下的 IBM-I 对巨共振影响的研究 .....	( 4 )
7. 对力加四极力体系的核形状相变的微观研究 .....	( 5 )
8. 高激发变形核的巨共振特性 .....	( 6 )

#### • 中高能核物理与重离子核物理 •

1. 在膨胀的夸克-胶子等离子体中奇异粒子密度的演化 .....	( 6 )
2. 粒子分布和熵热对双轻子谱的影响 .....	( 7 )
3. 在膨胀夸克-胶子等离子体相变过程中的熵 .....	( 8 )
4. 在组分夸克模型里的核阴影和核反阴影 .....	( 8 )
5. $1+1$ 维时空演化的夸克胶子等离子体里的 $J/\psi$ 产生机制 .....	( 9 )
6. 夸克模型与 $\Lambda\text{N}$ 系统 .....	( 9 )
7. 核力的手征夸克-孤子模型理论 .....	( 10 )
8. 核力中排斥芯起源的研究 .....	( 10 )

### 二、实验核物理

1. $^{147}\text{Nd}$ 的衰变研究 .....	( 11 )
2. $^{51}\text{V}(\alpha, n\gamma) ^{54}\text{Mn}$ 在束 $\gamma$ 射线的角分布测量 .....	( 11 )
3. $^{24,26}\text{Mg}(d, ^0\text{Li})^{20,22}\text{Ne}$ 四核子转移反应 .....	( 12 )
4. 多普勒位移方法进展 .....	( 12 )
5. 关于 $E_{\text{cm}} \approx 33.5 \text{ MeV}$ 在 $^{12}\text{C} + ^{16}\text{O}$ 反应中的三体线性链结构新 共振的可能性 .....	( 13 )

6. 冷聚变的验证 .....	( 14 )
-----------------	--------

### 三、应用核物理

#### • 核效应及射线应用 •

1. 在溅射合金里与偏析相关的表面成分剖面 .....	( 15 )
2. 表面形貌对 Cd 和 In 靶溅射原子角分布的影响 .....	( 16 )
3. 同位素溅射中的表面偏析现象 .....	( 16 )
4. 不同轰击剂量下的溅射原子角分布的研究 .....	( 17 )
5. 合金溅射和聚变堆一壁材料 .....	( 18 )
6. 用于表面科学研究的低能原子和分子离子源系统 .....	( 18 )
7. 超高真空离子束分析靶室系统 .....	( 19 )
8. PIXE-Channelling 技术分析 GaAs 注入损伤 .....	( 20 )
9. 用于测量低能 X 射线谱的超薄窗 Si(Li) 探测器 .....	( 20 )
10. $YBa_2(Cu_{1-x}Fex)_2O_7$ 的辐照研究 .....	( 21 )
11. 在金属中的高压固体惰性气体 .....	( 22 )
12. 离子掺杂聚乙炔的穆斯堡尔效应研究 .....	( 22 )
13. 用穆斯堡尔光谱和正电子湮没技术研究 $\gamma$ 辐照对无定型晶体 Fe 78 B 13 Si 9 性能的影响 .....	( 23 )
14. 正电子湮没寿命-动量关联谱仪 .....	( 23 )
15. 合金 $\gamma$ 辐照缺陷与杂质原子相互作用的正电子湮没研究 .....	( 24 )
16. 腐蚀疲劳断裂过程中氢与缺陷相互作用——正电子湮没 Doppler 增宽 和寿命谱研究 .....	( 25 )
17. 合金添加剂 Ti 和 Si 对 Fe-Ti 和 Fe-Si 合金辐照性能的影响 .....	( 26 )
18. 用 RBS 和 RNR 研究表面涂覆的 $CoO_3$ 对 Fe-Cr 合金高温氧化的影响 .....	( 26 )
19. 6 MV 串列加速器超灵敏质谱仪进展 .....	( 27 )
20. 浓缩同位素 $Bc^{18}O$ 的制备 .....	( 28 )
21. AMS $^{10}Be$ 样品靶的制备 .....	( 28 )
22. 用于加速器质谱的粒子鉴别器 .....	( 29 )
23. $BaF_2$ 晶体镜对三联苯前后性能研究 .....	( 29 )
24. 一个由 TW 程序支援的 $\gamma$ 射线测量系统 .....	( 30 )
25. 用于燃料测量的裂变产物计算 .....	( 31 )
26. 高温气冷堆燃耗测量研究 .....	( 31 )
27. 核径迹技术探测快中子通量 .....	( 31 )
28. 陨石中含氮量的测定 .....	( 32 )

#### • 活化分析 •

1. 人发和人体内脏器微量元素相关性研究 .....	( 33 )
2. 仪器中子活化分析法对人脑肿瘤组织中微量元素的研究 .....	( 33 )
3. 珍珠贝壳中元素的中子活化分析 .....	( 34 )
4. 活性炭吸附法分离金属氢化物 .....	( 34 )



### · 扫描隧道显微镜和离子束分析 ·

1. DNA 结构多态性的扫描隧道显微镜(STM)直接观察……………( 35 )
2. 扫描探针的控制和数据分析系统 ……………( 36 )
3. 国产化扫描隧道显微镜(STM)的研制 ……………( 38 )
4. 化学掺杂聚乙炔的离子注入改性 ……………( 38 )
5. 聚乙炔稳定性研究 ……………( 39 )
6. 聚乙炔薄膜的热处理及其性能变化 ……………( 40 )
7. 不锈钢 304LN 在 1200 K 高温时成分簇的扩散和蒸发 ……………( 41 )
8. 核分析技术在上海地区环境污染研究中的应用 ……………( 42 )
9. 人发微量元素的女性学研究 ……………( 42 )
10. 用 EXAFS 法比较玻璃和晶体的结构 ……………( 43 )

### · 同位素仪表 ·

1. XYH-86 小面积涂层测厚仪的数据获取和处理 ……………( 43 )
2. 单片微机控制的可控硅调压电源 ……………( 44 )
3. 核辐射电离子微电流测量仪 ……………( 45 )

## 核 化 学

### 一、钍燃料的利用

1. 在钍-铀燃料后处理中添加剂对提高裂变产物去污作用的研究……………( 46 )
2. 高温气冷堆(HTGR)钍铀燃料后处理溶剂萃取工艺 ……………( 46 )
3. 钍铀核燃料后处理萃取过程中的数学模拟及工艺流程的计算机优化 ……………( 48 )
4. 脉冲极谱法分析萃余水相钍中微量铀 ……………( 48 )

### 二、放射性药物

#### · 医用放射性核素 ·

- 回旋加速器生产放射性同位素和放射性药物在我所的进展……………( 49 )

#### · 有机药物 ·

1. 6-溴左旋多巴的合成及脑示踪剂 6-<sup>77</sup>Br-L-DOPA 的制备研究……………( 50 )
2. 碘化试剂(Bolton-Hunter)的合成 ……………( 50 )
3. 氙标记雌二醇放射免疫测定药盒的研制 ……………( 51 )
4. <sup>3</sup>H-睾酮放射免疫试剂盒的研制……………( 52 )
5. <sup>3</sup>H-雌三醇放射免疫测定盒的研制……………( 52 )
6. 碘化试剂氯普踪(Iodogen, 自制)标记人纤维蛋白原(hFbg)的生物活性测试及它的标记方法研究 ……………( 53 )
7. 双功能整合剂连接单克隆抗体时分子数目的计算 ……………( 54 )
8. 抗人小细胞肺癌单克隆抗体(MA<sub>6</sub>-2 F<sub>1</sub>)与钆(<sup>153</sup>Gd)高效联结 ……………( 54 )

· 药理学 ·

<sup>99m</sup>Tc-PYP 在两种模型的梗塞心肌中浓集的规律 ..... ( 55 )

### 三、标记化合物

· 制备方法 ·

1. myo-[2-<sup>3</sup>H]肌醇的研制 ..... ( 56 )  
2. 游离甲状腺激素放免分析示踪剂的合成研究 ..... ( 56 )  
3. [<sup>14</sup>C-羧基]-甲酸乙酯的合成 ..... ( 57 )  
4. 氘标记腺苷的合成 ..... ( 58 )  
5. <sup>35</sup>S-硫脲的标记制备 ..... ( 59 )  
6. <sup>14</sup>C 标记的杀螟松的制备 ..... ( 59 )  
7. 杀螺新药示踪剂(次甲-<sup>3</sup>H)溴乙酰胺的研制 ..... ( 60 )

· 分离分析 ·

1. 多巴胺、去甲肾上腺素和去甲肾上腺酮的 HPLC 分离分析 ..... ( 60 )  
2. 氘离子束标记蛋白质的氨基酸分析 ..... ( 61 )  
3. 猴血清中块诺酮酯及代谢产物的血药浓度测定 ..... ( 63 )  
4. 应用放射性气相色谱法分析 <sup>14</sup>C-甲酸乙酯 ..... ( 63 )

### 四、分析化学

1. WEFT 技术在糖类化合物核磁共振谱中的应用 ..... ( 64 )  
2. <sup>1</sup>H 核磁共振研究氘标记四环药物的结构 ..... ( 64 )  
3. 白内障晶体微量元素组成初探 ..... ( 65 )  
4. 绿茶(绿茶)中某些化学成分的含量与等级间的相关性研究 ..... ( 65 )  
5. 茶叶冲泡次数与茶汤中元素浸出量的关系 ..... ( 66 )  
6. 用 FAAS 法测定保健药物中的必需元素 ..... ( 66 )  
7. ICP-AES 法测定无蛋白培养液在培养哺乳动物细胞过程中的微量元素的变化 ..... ( 67 )  
8. 上海地区 7—20 岁人群血清微量元素分析研究 ..... ( 67 )  
9. 野生植物中抗癌元素 Ge 的测定及辐射蘑菇微量元素的分析 ..... ( 68 )  
10. 骨及肌肉肿瘤中无机元素的变化及食疗食品的选择 ..... ( 68 )  
11. 上海地区食物中微量元素分析研究 ..... ( 69 )  
12. 高效液相色谱法分析 BZP 样品 ..... ( 69 )  
13. 火焰原子吸收法测定鸡蛋中铜、锌、铁及无火焰原子吸收法测定人脑中铝 ..... ( 70 )  
14. 血清中亚硝酸盐的脉冲极谱测定研究 ..... ( 70 )  
15. 硅胶中二氧化硅含量的测定方法 ..... ( 71 )  
16. 红外表面分析技术应用于高分子复合材料的分析 ..... ( 71 )  
17. 聚乙炔离子注入效应的红外光谱测定 ..... ( 72 )

# 辐 射 化 学

## 一、生物物质的辐射物理与化学

1. 核酸碱基的 CNDO/S-CI 计算 ..... ( 73 )
2. 亚油酸和亚麻酸低温辐解的 ESR 研究 ..... ( 74 )
3.  $\gamma$  辐照葡萄糖、果糖的自旋捕捉 ESR 研究 ..... ( 74 )
4. 咖啡酸对肌球蛋白辐射保护效应的 ESR 研究 ..... ( 75 )
5. 二苯甲酮光敏化鸟嘌呤核苷及胸腺嘧啶的激光光解研究 ..... ( 76 )
6. 丙酮光敏化鸟嘌呤核苷的激光光解中间活性产物的分析 ..... ( 77 )
7. 芥子酸的辐解机理研究 ..... ( 77 )
8. 聚甲基丙烯酸甲酯掩膜的离子束辐照效应 ..... ( 78 )
9. 同步辐射脉冲辐解检测系统的研制 ..... ( 78 )

## 二、辐射工艺学

1. 聚烯烃的辐射改性 ..... ( 79 )
2. 医用扩张球囊的研制 ..... ( 80 )
3. 珍珠着色技术研究 ..... ( 80 )
4. 一次性使用辐照消毒塑料培养皿的研制 ..... ( 81 )

## 三、辐射化学剂量学

1. 国产明蓝色有机玻璃剂量计的性能研究 ..... ( 81 )
2. 107 新建钴源装置的辐照场剂量学参数检测 ..... ( 82 )

# 加 速 器

## 一、回旋加速器

1. 等时性回旋加速器运行状况 ..... ( 83 )
2. 超灵敏小型回旋加速器质谱计磁铁三维磁场计算 ..... ( 83 )
3. 超灵敏小型回旋加速器质谱计外注入系统研制进展 ..... ( 84 )
4. 高压三角波产生器的研制 ..... ( 85 )
5. 非电调补等时性磁铁研制 ..... ( 85 )
6. 超灵敏小型回旋加速器质谱计的微通道板粒子探测器 ..... ( 86 )
7. 用于自由电子激光实验的谱仪 ..... ( 87 )
8. 中子治癌装置预研制 ..... ( 88 )
9. 核孔膜研制进展 ..... ( 89 )

## 二、静电加速器

1. 4 MV 静电加速器工作进展 ..... ( 90 )

2. 扫描质子微探针装置 ..... ( 91 )
3. 电子静电加速器工作进展 ..... ( 91 )

### 三、中子发生器

- 200 kV 中子发生器运行情况 ..... ( 92 )

### 四、串列加速器

1. 6 MV 串列加速器初步测试 ..... ( 92 )
2. 6 MV 串列加速器磁部件的磁场测量 ..... ( 94 )
3. 6 MV 串列加速器质谱计束流光路设计中的技术改进 ..... ( 95 )
4. 负离子束的研制进展 ..... ( 96 )
5. 在 Q3D 磁谱仪中粒子轨道和束流的计算 ..... ( 96 )
6. 利用 Q3D 磁谱仪进行质量鉴别的可能性研究 ..... ( 97 )

### 五、电磁同位素分离器

- 小型同位素分离器工作情况 ..... ( 97 )

### 六、10 MeV 电子直线加速器

1. 脉冲编程研究用的强流单脉冲电子直线加速器 ..... ( 98 )
2. 10 MeV 电子直线加速器的选址和建筑 ..... ( 99 )
3. 10 MeV 电子直线加速器的屏蔽计算 ..... ( 100 )
4. 10 MeV 电子直线加速器联锁系统 ..... ( 101 )
5. 10 MeV 电子直线加速器的微波系统 ..... ( 101 )
6. 10 MeV 电子直线加速器试运行情况 ..... ( 102 )

## 核 探 测 技 术

1. 5 MW 低温供热堆核功率测量系统 ..... ( 103 )
2.  $10^{-4}$ — $10^{-14}$ A 量程程微电流表 ..... ( 103 )
3. 大面积 Si(Li)X 射线探测窗 ..... ( 104 )
4. 用于核子皮带秤的高压电离室 ..... ( 104 )
5. NordBall 数据获取系统中的磁带驱动器 ..... ( 105 )
6. Ge(Li)  $\gamma$  能谱定性定量数据处理的功能块简介 ..... ( 105 )

## 计 算 机 的 应 用

1. 湖南辐照中心计算机控制系统软件 ..... ( 107 )
2. 工具书查询检索系统——ZXXJS 系统 ..... ( 107 )

3. MCS-48 单片微机仿真系统 .....	( 108 )
4. 高剂量注入和透射的蒙特卡罗模拟计算 .....	( 109 )
5. KERMIT 异机通讯协议的应用 .....	( 109 )
6. ND 76 多道分析器的维修 .....	( 110 )
7. TE 16 磁带机磁头的调换及维修 .....	( 110 )

## 反应堆技术及工程设计

### 一、反应堆技术

1. 秦山 30 万千瓦压水堆核电站物理启动准备试验 .....	( 111 )
2. 秦山核电站反应堆轴向流动对控制棒落棒时间的影响试验研究 .....	( 112 )
3. 秦山核电站控制棒在变形驱动线中落棒试验研究 .....	( 112 )
4. 钷-钷平衡功率临界实验 .....	( 113 )

### 二、辐照装置与工程设计

1. 湖南和石家庄辐照中心技术总调试总结报告 .....	( 114 )
2. 提高上海辐照中心辐照装置的利用效率 .....	( 115 )
3. 钴源装置控制系统失控及其处理方法 .....	( 116 )

## 辐射防护及监测

### 一、监测和评价

1. 所内土壤样品的 $\gamma$ 核素测定 .....	( 117 )
2. 个人外照射剂量监测 .....	( 117 )
3. 嘉定地区环境 $\gamma$ 辐射水平调查 .....	( 118 )
4. 强源封装中的个人剂量监测 .....	( 119 )

### 二、监测技术

1. 含氚液闪有机液体的处理和处置 .....	( 119 )
2. 外照射仿人体组织等效模型的研制 .....	( 120 )
3. HS-8210 型 $\gamma$ 射线报警仪研制 .....	( 121 )

## 应用与推广

1. 向新产品中试开发进军的一年 .....	( 122 )
2. 钴源辐照装置研制成果的推广情况 .....	( 123 )

3. 板框式超滤器的研制 .....	( 124 )
--------------------	---------

## 其 他

1. 9 keV 电子产生的俄初级 $L$ 空位分布和 $L_1-L_{2,3}M_{4,5,6}$ Coster-Kronig 跃迁 产额的估计值 .....	( 125 )
2. 用密度矩阵方法计算偶合四核交换体系 DNMR 线型(公式推导) .....	( 125 )

## 附 表

1. 1989 年获奖科技项目表 .....	( 126 )
2. 1989 年外国学者来访情况 .....	( 126 )
3. 1989 年出国人员活动情况 .....	( 127 )
4. 1989 年参加国内外学术会议情况 .....	( 128 )
5. 1989 年公开发表的论文目录 .....	( 133 )
6. 1989 年招收的研究生 .....	( 139 )

# 核 物 理

## 一、理论核物理

### 核结构

#### 1. 核心极化对 $^{48}\text{Ca}$ 交换重中微子的 $0\nu\beta\beta$ 的贡献

宋宏秋 吴慧芳\*

**关键词:**  $^{48}\text{Ca}$   $0\nu\beta\beta$  衰变 重中微子 核心极化

在过去的工作中<sup>[1]</sup>, 我们讨论了核心极化过程对  $^{48}\text{Ca}$   $0\nu\beta\beta$  衰变中轻中微子质量及右手流的修正。在本工作中, 我们进一步研究在双  $\beta$  衰变中交换的是重中微子的核心极化效应。我们分别讨论了通常的二核子机制(2N, 图 a)和  $\pi$  双电荷交换机制( $\pi\text{D}$ , 图 b)。在图 c 所示的核心极化过程(3p 1h)中, 阴影方格代表图 a 或图 b 所示的基本衰变过程(2p)。在计算中, 我们采用较大的模型空间和用唯象方法考虑了核子的短程关联<sup>[2]</sup>。单粒子态用谐振子来描述, 中间态求和限于

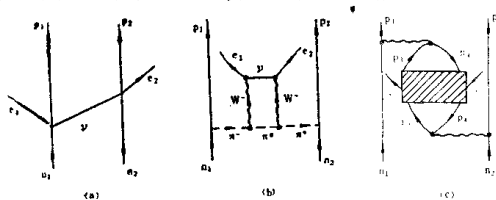


图  $0\nu\beta\beta$  衰变过程

表 重中微子质量  $M_\nu$  ( $\times 10^3\text{GeV}$ ) 的下限

	无短程关联			有短程关联		
	2p	2p+3p1h	$\Delta(\%)$	2p	2p+3p1h	$\Delta(\%)$
2N	9.95	10.67	7	4.86	5.25	8
2N+ $\pi\text{D}$	11.74	12.52	7	5.93	6.35	7

$$\Delta = [M_\nu(2p+3p1h) - M_\nu(2p)] / M_\nu(2p)$$

\* 中国科学院高能物理研究所

两个大壳。用衰变寿命的理论值去拟合实验值( $2 \times 10^{11}$ a), 我们可确定重中微子质量的下限, 计算结果列于表中。可以看出, 核心极化效应使重中微子质量下限提高了 8% 左右。与短程关联效应相比, 核心极化效应是比较小的。

### 参考文献

- [1] 宋宏秋, 吴慧芳, 高能物理与核物理 (待发表).  
 [2] H. F. Wu, H. Q. Song, T. T. S. Kuo, W. K. Cheng and D. Strottman, *Phys. Lett.*, **162 B**, 227. (1985).

## 2. 有限核物质的液-气相变

宋宏秋 郑国桐\* 苏汝铿\*\*

**关键词:** 有限核物质 液-气相变 Gogny 势

我们用有限温实时格林函数, 在正常配对近似下推导了 Gogny 相互作用情况下有限体积核物质的状态方程。并用之研究核物质液-气相变对系统大小(或核子数)的依赖性。

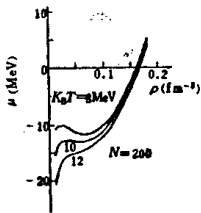


图  $\mu$ - $\rho$  等温线

对于有限核物质系统, 压强  $p$  是难以定义的量, 它涉及液气交界面的几何性质。因此, 代之以  $p = p(\rho)$ , 我们研究化学势  $\mu$  对密度  $\rho$  的依赖关系  $\mu = \mu(\rho)$ 。第一步, 自洽求解从有限温实时格林函数在正常配对近似下导出的 HF 方程组, 得到单粒子能量  $\epsilon_k$  和零级化学势  $\mu_0$ 。它们是温度  $T$  和密度  $\rho$  的函数。第二步, 由  $\epsilon_k, \mu_0$  求出热力学势  $\Omega = \Omega_0 + \Omega_1^{HF}$ , 并用热力学关系  $f_1 = \Omega/V + \mu_0 \rho$  求出自由能密度的一级近似  $f_1$ 。然后由关系式  $\mu_1 = (\partial f_1 / \partial \rho)_T$  求出化学势的一级近似。通过平面波的箱归一化, 我们考虑了有限体积效应。由数值计算, 我们得到不同温度下的  $\mu$ - $\rho$  等温曲线。作为例子, 在图

中给出核子数  $N = 200$  的等温曲线族。可以看出, 在低温时 ( $T \lesssim 12$  MeV), 液气两相共存。高温时 ( $T > 12$  MeV), 只存在气相。由拐点条件  $(\frac{\partial \mu}{\partial \rho})_T = (\frac{\partial^2 \mu}{\partial \rho^2})_T = 0$  确定液气相变临界温度  $T_c$ 。在表中, 我们给出不同核子数情况下的  $T_c$  值。数据表明, 随着核子数(或系统体积)的减小, 临界温度  $T_c$  和临界密度  $\rho_c$  明显下降。

表 液-气相变临界温度与临界密度对核子数的依赖性

核子数	50	100	200	1000	10000	$\infty$
$T_c$ (MeV)	7.9	9.4	11.1	12.9	14.5	15.8
$\rho_c$ (fm $^{-3}$ )	0.034	0.038	0.045	0.050	0.055	0.060

\* 杭州师范学院

\*\* 复旦大学



### 3. 热核巨共振的温度相关性

李 铭 宋宏秋

**关键词:** 热核巨共振  $^{208}\text{Pb}$

自重离子实验发现热核巨共振现象以来,人们用多种理论对该现象加以研究。我们用有限温 HF 及线性响应函数理论研究了  $^{208}\text{Pb}$  的同位旋矢量巨偶极和巨四极共振的温度依赖性。用 SK II 力作为核子间的相互作用势。由于在坐标空间处理问题,线性响应理论有利于对重核的研究,特别是在有限温情况下,它使计算量大大减小。

经过严格推导,我们得到有限温线性响应函数的比较普遍的形式,这种形式包含了过去理论所没有包含的算符空间的非对角项。略去非对角项后,它与过去的理论一致。第一步,我们自洽地计算了  $T=0, 3, 6$  MeV 情况下,  $^{208}\text{Pb}$  的单粒子能级  $\epsilon_p, \epsilon_n$ 。其中  $T=0$  MeV 的结果与 Vautherin-Brink<sup>[1]</sup> 的结果相一致。一般说来,随着温度的上升,单粒子能级都略为升高,其中质子能级尤为显著。在此基础上我们计算了质子和中子密度的径向分布。当温度上升时两种密度都向边缘扩散。最后,我们用线性响应函数计算了  $T=0, 3, 6$  MeV 情况下,  $^{208}\text{Pb}$  的同位旋矢量巨偶极和巨四极共振的强度分布。表中列出它们的峰值位置。我们发现,零温时共振峰的计算值比实验值(括号内)略高。随着温度的上升,共振峰位置缓缓下降,与实验现象定性相符。

表  $^{208}\text{Pb}$  同位旋矢量巨偶极、巨四极共振

	$T=0$	$T=3$	$T=6$
巨偶极共振(MeV)	13.6(13.5)	13.4	12.9
巨四极共振(MeV)	25.2(22.0)	24.9	23.7

#### 参考文献

- [1] D. Vautherin and D. M. Brink, *Phys. Rev.*, C5, 626 (1972).

### 4. 相互作用玻色子模型(IBM-II)的连续变量表示 与剪刀差模式激发

傅德基 哈益明\*

**关键词:** IBM-II 剪刀差模式 GCM

从 IBM-II 的哈密顿量出发,通过推广的相干态表象和动力学群表示的生成坐标方法(DGR-GCM)可以建立统一地处理这一具有中子及质子自由度的核体系的静态势能面和动态等效薛定谔

\* 山东农业大学