

## 核科学百年讲座

# 第十讲 中国老一代物理学家对核科学的重要贡献\*

郑春开<sup>†</sup> 许甫荣

(北京大学物理学院技术物理系 北京 100871)

**摘 要** 核科学百年的重大发现与核技术应用对人类进步与社会发展产生了深远的影响。20 世纪 20 年代以来,中国一批批有志青年抱着“科学救国”、“教育救国”的强烈愿望,奔赴西欧、北美,学习科学、攻读物理。他们在世界物理名师的指导下,发挥了中华儿女的聪明才智,在原子核科学研究方面取得许多重要成就和发现,为核科学发展做出了重要贡献。文章着重介绍这一批老一代物理学家在百年核科学发展中所做出的重要贡献和历史功绩。

**关键词** 老一代物理学家,核科学,重要贡献

## A century of nuclear science ——Important contributions of early generation Chinese physicists to nuclear science

ZHENG Chun-Kai<sup>†</sup> XU Fu-Rong

(Department of Technical Physics, School of Physics, Peking University, Beijing 100871, China)

**Abstract** The great discoveries and applications of nuclear science have had tremendous impact on the progress and development of mankind over the last 100 years. In the 1920's to 1940's, many young Chinese who yearned to save the country through science and education went to west Europe and north America to study science, including physics. Studying and working with famous physicists throughout the world, they made many important contributions and discoveries in the development of nuclear science. This paper describes the historical contributions of the older generation of Chinese physicists to nuclear science.

**Key words** older generation physicists, nuclear science, important contributions

1840 年鸦片战争以后,中国逐渐沦为半殖民地国家。列强的侵略和掠夺,激起了民众革新图强的激情。20 世纪 20 年代以来,在“科学救国”、“教育救国”的热潮中,一批批有志青年奔赴西欧、北美,学习科学、攻读物理,在世界名师的指导下,发挥了中华儿女的聪明才智,在原子核科学研究方面取得许多重要成就和发现,为核科学发展做出了重要贡献,受到国际重视。一批在 20 世纪 20—30 年代学成回国的物理学先驱,为民族振兴和国家富强而艰苦创业,为我国近代物理的建立、发展和人才培养做出了杰出的贡献。新中国成立后,他们中的许多人,为报

效祖国,冲破重重阻力,毅然回国,成为发展我国核科学的领导和中坚。本文根据有关史料和传记<sup>[1-4]</sup>,汇集我国部分物理学先驱、老一代物理学家在核科学发展过程中做出的重大贡献和光辉业绩。

我国老一代科学家中,首推著名的物理学家、教育家、我国近代物理学先驱和杰出的奠基人吴有训和叶企孙先生。他们不仅在科学上做出了重大成就,而且还竭尽全力为我国近代物理培养了几代科学精

\* 国家自然科学基金(批准号:10075070)资助项目  
2003-07-14 收到初稿,2003-08-15 修回

<sup>†</sup> 通讯联系人, E-mail: zckzheng@263.net

英,为我国民族振兴、国家富强做出了杰出的贡献。

我国物理学先驱、近代物理奠基人吴有训(1879—1977),1922—1924年,在康普顿指导下,在美国以他精湛的实验技术和精辟的理论分析,验证了康普顿效应。1924年他与康普顿(Compton A H)联名发表了《经过轻元素散射后的铝  $K_{\alpha}$  射线的波长》的论文,从实验上验证了散射量子理论所预言的光谱位移的真实性。1925年,他又单独发表了《在康普顿效应中变线与不变线的能量分布》和《在康普顿效应中变线与不变线能量比》两篇论文,以雄辩的事实,无可置疑地证实了康普顿效应,并丰富和发展了康普顿的工作,使康普顿的发现很快得到国际物理学界的公认。后来也有人称康普顿效应为康普顿—吴有训效应。1927年,康普顿则由于他的这一发现荣获诺贝尔物理学奖。Compton 和 Allison S K 在他们合著的 *X-rays in Theory and Experiment* 一书中,对吴有训的工作给予了很高的评价。吴有训先生全面地验证了康普顿效应,为康普顿效应的确认和进一步研究做出了举世瞩目的成果。

我国物理学先驱、教育家叶企孙(1898—1977),1921年在美国与 W. 杜安、H. H. 帕尔默合作,用 X 射线法重新测定了普朗克常数  $h$  值,得到  $h = (6.556 \pm 0.009) \times 10^{-27} \text{ erg} \cdot \text{s}$ 。这是当时该常数最精确的值,被物理学界沿用达 16 年之久。他是中国物理学界最早的组织者之一,1932 年中国物理学会成立时就担任副会长,后来又担任两届(1936 年和 1946 年)会长(理事长)。他从事教育半个多世纪,在清华大学、西南联大、北京大学为我国培养了大批物理学杰出人才。

著名的核科学家赵忠尧(1902—1998),是我国原子核物理、中子物理、加速器和宇宙线研究的前驱者和奠基人之一。1927 年他去美国加州理工学院读博士学位,师从诺贝尔物理奖获得者密立根。他不愿接受比较容易完成的研究题目,于是导师就给他一个当时未能解决的前沿课题:“硬  $\gamma$  射线通过物质时的吸收系数”。当时物理学界普遍认为,硬  $\gamma$  射线通过物质时的吸收,主要是自由电子的康普顿散射引起的,用于计算吸收系数的是刚刚问世的量子电动力学的结果克莱因—仁科(Klein—Nishina)公式。因此赵的研究题目就是要用实验测量的数据来验证克莱因—仁科公式的正确性。经过一年多的努力,他的实验测量发现,硬  $\gamma$  射线(2.6MeV)通过轻元素时的吸收系数与克莱因—仁科公式完全符合,但硬  $\gamma$  射线通过重元素(如铅)时的吸收系数比克

莱因—仁科公式大了近 40%。称为“反常吸收”现象。1930 年 5 月赵忠尧的“硬  $\gamma$  射线的吸收”一文在美国《国家科学院院刊》上发表。为了进一步探索“反常吸收”机制,他接着进行硬  $\gamma$  射线散射的新实验,又获得了更为重要的新发现。他观测到硬  $\gamma$  射线散射,除了康普顿散射以外,从铅中还放出一种附加的散射射线,称“特殊辐射”,而且测得散射射线波长相当于能量为 0.5MeV 的光子,辐射角分布大致为各向同性。他的《硬  $\gamma$  射线的散射》论文于 1930 年 10 月在美国《物理评论》上发表,并推测“反常吸收和反常散射起因于原子核是相当明显的”。两年后,密立根的另一位博士生安德森(Anderson C D)、受师兄赵忠尧硬  $\gamma$  射线散射实验的启发,用云室研究宇宙线时,在他所拍的照片中发现了正电子(科学家发现的第一个反粒子)的径迹。人们在讨论正电子的性质,寻找正电子产生和湮没的证据时,才认识到赵忠尧所发现的“反常吸收”就是  $\gamma$  射线与原子核发生作用而产生了一对正负电子,而“特殊辐射”则是正电子和负电子重新结合并转化为两个光子的湮没辐射。根据质能关系式,每个  $\gamma$  光子能量应为 0.5MeV,而且辐射角分布应为各向同性。因此赵忠尧是观察到正负电子对产生和湮没的第一人。但由于种种原因,国际物理学界往往把赵忠尧的贡献算在别人名下。为了纠正对中国物理学家的不公正对待,20 世纪 80 年代末,赵忠尧先生的学生杨振宁做了深入调查和考证,发表专文澄清事实。现在,赵忠尧是最先发现正负电子对的产生和湮没的卓越科学功绩已得到世界物理学界认同。1981 年,正电子发现者安德森也肯定了赵忠尧当年所做出的不可磨灭的贡献。1950 年,他冲破种种阻力,带着在美国购得的静电加速器部件和实验设备回到大陆,为新中国成立初期的近代物理研究所(即后来的原子能研究所)开展核科学研究创造了重要条件。

最早参加中子和裂变物理学研究并做出重要贡献的中国物理学家王普(1902—1969),30 年代后期,他在 F. 约里奥—居里(Joliot—Curie)夫妇用  $\alpha$  粒子轰击原子核发现了人工放射性重大成就的带动下,进行了有关热中子和 Al 核作用的研究。在 1938 年夏,他发表了研究结果,证实了热中子可导致半衰期为 2.3min 的  $^{28}\text{Al}$  的  $\beta$  发射体的生成,测定了热中子在 Al 中的吸收系数和相应的截面( $1.6 \times 10^{-24} \text{ cm}^2$ ),还证实了 Al 在热中子能区中不存在共振能级。1939 年 1 月,在华盛顿召开了第五届国际理论物理学讨论会,这次会议原定的议题是讨论低温的

获得和低温下物质的性质,但是由于 N. J 玻尔 (Bohr) 在会上宣布了铀核裂变的发现,引起了人们的极大兴趣,竟把会议议题临时改变成核裂变讨论。当时王普是卡内基学院的客座研究员,是我国参加这次历史性盛会的惟一学者。卡内基学院的 R. B. 罗伯茨 (Roberts) 和王普等人立即于 1 月 28 日会议闭幕的当晚进行实验证实。不久,王普和罗伯茨等人合作,又首先发现核裂变发射缓发中子。这是裂变反应堆与和平利用核能的一个关键问题,因为缓发中子在链式反应的控制中极为重要。缓发中子的发现,打开了核能应用之门,为核裂变反应堆的建造以及原子能的和平利用铺平了道路。

著名的核科学家、“两弹一星”功臣王淦昌 (1907—1998)。60 多年来对核科学的重大贡献令世人瞩目。1930 年,青年王淦昌在柏林大学读研究生时,中子发现就与他擦肩而过。他先后两次听了师兄科斯特斯 (Kosters) 介绍的德国物理学家博特和贝克在 1930 年做的用  $\alpha$  粒子轰击铍的原子核实验,结果产生穿透力很强的射线,而且把它解释为  $\gamma$  射线 (实际是未被认识的“中子”)。王淦昌当时就对射线的性质抱有怀疑,他想  $\gamma$  射线不可能有那么高的能量,博特做这个实验用的探测器是计数器,不能判别射线性质,如果改用云雾室做探测器来做这个实验,就可能弄清这个穿透力强的射线的本性。为此,他向导师迈特纳建议,用云雾室来研究博特所说的穿透力很强的射线。他连续提了两次,迈特纳都没有理睬,只好作罢。1932 年,中子发现以后迈特纳也有点后悔,她对青年王淦昌说:“这是运气问题。”如果迈特纳当时接受王淦昌的建议,支持他用云雾室做这个实验,凭她丰富的实验经验和王淦昌的科学敏感性与执着追求精神,在她的指导下进行实验,完全有可能首先发现中子。因此后人都对中子发现与王淦昌擦肩而过感到十分遗憾。

1914 年查德维克在实验中发现了  $\beta$  衰变中原子核放射出的电子能量是从零到某一最大值之间连续分布,这一奇特现象使人们对  $\beta$  衰变中能量是否守恒产生怀疑。1930 年奥地利的泡利 (Pauli W) 提出了“中微子假说”,认为  $\beta$  衰变时同时放射出一个电子和一个“中微子”。中微子不带电,质量极小,自旋为  $1/2$ ,穿透力很强。由于衰变后有三个粒子(子核、电子和中微子),衰变能在三个粒子间分配,这样可以很好地解释  $\beta$  衰变中放出的电子能量连续分布,而且能量守恒、动量守恒和角动量守恒都可满足。后来,中微子假说逐渐被人们所接受,但是,由于

中微子不带电,质量极小或为 0,穿透力又很强,在实验上要发现它十分困难。有不少实验物理学家做过这方面的实验,却一直没有找到中微子的踪迹。1940 年,王淦昌随浙江大学内迁到贵州,在养病期间,反复调查和思考从实验上如何来验证中微子存在的问题。他分析了克兰 (Crane H R) 等人的证实中微子存在的实验(用测量  $\beta$  射线和反冲核动量、能量办法)不成功的原因是,末态有三体(反冲核、 $\beta$  射线和中微子),这三种粒子分不清楚,就很难测出中微子。他想,最好能够变三体为二体,于是王淦昌就想到了 K 俘获的方法。因为 K 俘获过程是一个原子核俘获一个内层电子(K 层),同时释放一个中微子的过程,这样末态只有二体(反冲核和中微子),不放射  $\beta$  射线,所以反冲核的能量是单值能量,只要测量它的能量,就可以得到关于中微子的知识。这时王淦昌记取中子发现与他擦肩而过的教训,他对探测中微子的实验充满信心。他给学生许良英指定的毕业论文就是《 $\beta$  衰变和中微子存在问题》,由于当时他在抗战时期的贵州遵义,物质条件和实验设备限制,这一重大实验没能进行到底,中途被迫放弃了。1941 年他把验证中微子存在的简单方法,写成了一篇短文:《关于探测中微子的一个建议》,建议用  ${}^7\text{Be}$  的 K 电子俘获过程,测量反冲核  ${}^7\text{Li}$  能量,来探测中微子的存在。1942 年 1 月美国的《物理评论》发表了这篇文章。几个月后,美国物理学家阿伦 (Allen J S) 就按照王淦昌的建议进行实验,得到了初步肯定结果。这个实验引起了国际物理学界的注意,成为 1942 年国际物理学界的重要成就之一。1947 年王淦昌又写了《建议探测中微子的几种方法》,发表在《物理评论》上。阿伦和另外几位物理学家又继续做了一系列 K 俘获实验。直到 1952 年,实验获得完全成功,他们第一次发现单能的反冲核。根据中微子存在假定,反冲核  ${}^7\text{Li}$  能量应为  $56\text{eV}$ ,实验测得反冲能量是  $(55.9 \pm 1.0)\text{eV}$ ,与王淦昌的论文预期结果相符。这样从实验上间接地证明了中微子的存在。因此王淦昌在探测中微子过程中,做出了突出的贡献。但令人遗憾的是中国人想出来的实验,由外国人做出来,这是很可惜的。可以想象,这件事如果发生在今天,结果肯定是另一个样子。

解放后,王淦昌的才能得到充分发挥,1959 年 3 月 9 日反西格马负超子的发现就是一个典型例证。1956 年 9 月,王淦昌到新成立的杜布纳联合原子核研究所(在莫斯科)工作,1959 年被选为副所长。当时联合所建成了一台世界上能量最高的加速器,但

在能量上的优势只能保持几年,能否在这短短的几年内,抢在其他能量更高的加速器建成之前做出成果,获得重大发现.联合所对王淦昌小组的研究工作寄以厚望.王淦昌以他深刻的洞察力、准确的科学判断力选定了正确的研究方向(寻找新奇粒子,包括各种超子的反粒子);以严谨治学精神、活跃的学术思想制定了实验方案;选择反应系统(关系实验成败的重要抉择)和探测器类型,提出反超子存在的可能图像及照片扫描标准.他们选用加速器产生的8.3GeV能量 $\pi^-$ 介子作“炮弹”,让它与丙烷气泡室工作液体中的氢和碳相互作用,然后将实验过程拍摄下来.到1960年春天,一共得到近11万对照片,包括几十万个 $\pi^-$ 介子核反应事例.通过“扫描”工作,从这几十万个反应事例中,把产生反超子的反应找出来是非常困难、艰苦的事情.功夫不负有心人,1959年3月9日,在所扫的4万张照片中发现了一个反西格马负超子产生和衰变的事例(图1).这是激动人心的发现,是高能 $\pi$ 介子核反应中首次观察到的有反粒子产生、衰变和衰变产物湮灭等的完整图像.1972年,杨振宁回国访问的时候,对周恩来总理说:联合原子核研究所这台加速器上所做的惟一值得称道的工作,就是王淦昌先生及其小组对反西格马负超子的发现.

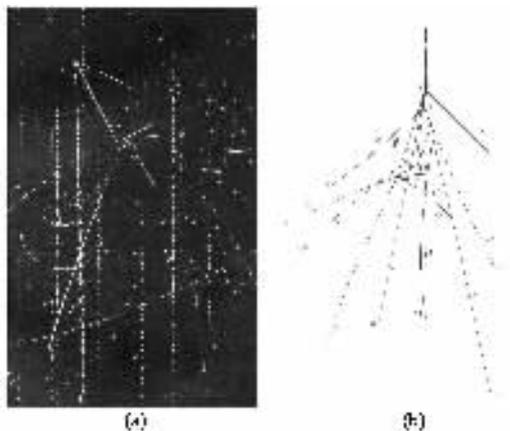


图1 (a)反 $\Sigma^-$ 超子的发现 (b)扫描照片的示意图

从1961年到1978年,王淦昌化名“王京”,为核武器研制奋斗17年.他是我国核武器研制的主要科学技术领导人之一,是核武器研究实验工作的开拓者,为我国的国防建设事业作出了杰出的贡献.

1964年王淦昌与苏联巴索夫院士同时独立地提出激光惯性约束核聚变的新概念,为核聚变研究开辟了一条新途径,是世界激光惯性约束核聚变研究的奠基人之一.

我国高能物理奠基人、著名的物理学家张文裕(1910—1992).20世纪30年代后期,在英国剑桥大学卡文迪什实验室由E.卢瑟福指导从事原子核物理研究.他以实验验证了玻尔的核液滴模型;并与Lewis D W B和Burcham W E合作,首次研究了高压倍加器产生 $^8\text{Li}$ 的衰变机制和 $^8\text{Be}$ 激发态跃迁为 $2\alpha$ ,并测量了 $\alpha$ 射线谱,发现它是连续的,因而证明 $^8\text{Be}$ 有很宽的激发态.他还与别人合作用高压倍加器产生的 $\gamma$ 射线和快中子轰击多种元素,发现多种放射性同位素,并首次观察到受激放射的( $\gamma, n$ )和( $n, 2n$ )过程.他又用(锂+氘核)产生的中子轰击 $^{16}\text{O}$ 形成活性的 $^{16}\text{N}$ ,从而发现 $^{16}\text{O}(n, p)^{16}\text{N}$ 效应,这对反应堆建造和运行时预防冷却水中的 $^{16}\text{O}$ 变为 $^{16}\text{N}$ 所引起的辐射危害以及对反应堆的发展都有重要意义.张文裕的上述研究成果得到国际学术界的好评.1946年,张文裕在美国普林斯顿大学,用自己研制的多路符合和反符合望远镜式计数器,在云室内记录经铅减速并停止在铅、铁和铝箔上的慢介子数,证实了停止在金属箔上的介子不存在引起爆炸的“星裂”径迹,从而证明 $\mu$ 子是非强相互作用粒子,否定了当时关于介子武器的谣传.1947年,他又从实验上发现了 $\mu$ 子是弱作用粒子和“ $\mu$ 子原子”(  $\mu$ 子取代核外电子),以及证明 $\mu$ 子被核俘获后在定态轨道间跃迁时会发射1—5MeV低能光子,国际上把上述两项重大发现用张文裕的名字命名,即命名为“张原子”和“张辐射”.这就首先突破了卢瑟福-玻尔模型,开拓了奇异原子研究的新领域.

中国原子弹之父、著名核科学家钱三强(1913—1992).他先后在法国巴黎大学镭学研究所居里实验室和法兰西学院原子核化学实验室进行原子核物理研究.1938—1939年,他与居里夫人女儿伊莱娜·居里合作,发现用中子轰击铀和钍后产生同样的周期为3.5小时的放射性镭的同位素,且它们放射出的 $\beta$ 能谱是等同的.这对解释当时发现不久的核裂变现象是有力的支持.1946—1947年,他同夫人何泽慧(1914— )合作研究,发现了铀核受慢中子轰击后可分裂为三块或四块裂变碎片,即三分裂和四分裂现象,并提出了三分裂机制.铀核的三分裂和四分裂现象,使人们对铀核分裂的认识前进了一步.1946年底,法国科学院授予他亨利·德帕尔维尔奖金.不久,由于铀核三分裂和四分裂的工作,钱三强被晋升为研究导师.约里奥-居里认为,铀核的三分裂和四分裂现象的发现,这是第二次世界大战后他们的实验室里的一个最重要的成就.20年

后,美、苏两国七个实验室利用半导体探测技术,完全证实了钱三强夫妇的有关三分裂机制的预言,为裂变物理研究开辟了新方向。此前,1945年何泽慧在德国海德堡皇家学院核物理研究所,用磁场云室首次观察和研究正负电子的弹性碰撞现象。她利用正电子为初级电子,在有磁场的云室中观察正电子与负电子的径迹,并测量了它们碰撞前后各自的能量,从而首次发现正电子与负电子之间的几乎全部能量交换的弹性碰撞现象。该项工作的初步结果在1945年底于英国 Bristol 举行的英法宇宙线会议和1946年于剑桥举行的英国物理学会会议上报告,受到与会者极大的关注,被1946年英国《自然杂志》称为“科学珍品”。

我国原子核科学事业的开拓者之一、物理学家杨澄中(1913—1987)。1945年到英国留学,在利物浦大学读研究生期间,他在 J. R. 霍尔特教授指导下,用自制的微分电离室,开展 $^{27}\text{Al}$ 、 $^{24}\text{Mg}$ 和 $^{31}\text{P}$ 的(d, p)、(d,  $\alpha$ )反应实验研究,首次测量到(d, p)反应出射质子有明显的前冲角分布,得到削裂反应机制的证据。他是国际上最早研究轻核削裂反应的少数人之一。1951年回国后,他领导建立我国自制的第一台质子静电加速器 and 高压倍加器,创建兰州中国科学院近代物理研究所,领导建成1.5m回旋加速器和第一台大型分离扇重离子回旋加速器系统,领导完成一批重要的热核材料轻核数据的测量任务,领导开创了我国重离子反应实验研究,为我国原子核物理的加速器技术培养了大批人才。

著名理论物理学家卢鹤绂(1914—1997)。1937—1938年间,他在美国明尼苏达大学用自制的180°聚焦质谱仪研究热盐离子源的发射性能,发现了热盐离子源发射的同位素效应,并准确测定了锂6与锂7的同位素丰度比。他的测定为国际会议公认,并被选定为国际同位素表上的准确值,沿用达20年之久。1945年美国在日本投下了两颗原子弹后,他在当时迁到贵州湄潭的浙江大学任教授,他研究出估算原子弹及原子反应堆临界体积的简易方法。1946年6月,他应主编卢于道的约请,撰写了题为《原子能与原子弹》一文在我国的《科学》杂志上发表。课余之暇,他将此研究成果,以《关于原子弹的物理学》为题撰成英文短文,寄往《美国物理月刊》。由于有关原子弹和原子堆的工作属保密范畴,该刊劳勒尔(Roller D)将此文送交美国原子能委员会审批,一年后才在1947年该刊最后一期上发表。《美国物理月刊》主编寄来热情洋溢的感谢信,向他

表示祝贺。国际上承认卢鹤绂为第一个公开发表。

著名的物理学家、教育家、中国核教育主要奠基人之一虞福春(1914—2003)。1949年6月在美国俄亥俄州立大学物理系获哲学博士学位后,到斯坦福大学物理系做博士后研究工作,在核磁共振研究领域取得了重大科研成就,载入20世纪科技发展史册。1949年,他在布洛赫教授(Bloch F, 因发现核磁共振获诺贝尔物理学奖)支持和另一位博士后普洛克特(Proctor W G)合作下,最先发现了核磁共振化学位移效应,为核磁共振谱学奠定了基础。1996年,在美国举行国际核磁共振发现50周年庆祝大会,特地专函邀请他参加,再次高度评价此项发现。1950年,他还和奥德(Alder F)合作,首次测定 $^{17}\text{O}$ 自旋值为5/2,磁矩数值和符号都与中子相同,从而证实了存在自旋-轨道耦合的核壳层结构理论。值得骄傲的是,当时虞福春测得的 $^{17}\text{O}$ 的磁矩值,经过了近50年,与国际公布的值仅有0.3%的偏差,所公布的更加精确值的误差正好落在他公布的误差范围内。在一年多时间内,他和普洛克特一共精确测定了20多个稳定核素磁矩,占元素周期表具有磁矩的稳定核素总数的20%以上。他测定的这些数据,全部作为精确值被权威性书刊收集,并不断引证,对核基本参数测定和核结构研究做出了重要贡献。他是布洛赫核磁共振学派的重要成员,也是第一个涉足此领域并有重大贡献的中国科学家,在国际上享有声誉。1951年回国后,在北京大学物理系任教,1955年根据党中央决策,他奉命和胡济民、朱光亚一起筹建北京大学物理研究室(我国第一个核教育基地、北京大学技术物理系前身),为我国核教育事业和核科技人才培养做出了卓越贡献。

粒子物理与核物理学家朱洪元(1917—1992)。1947年他在英国曼彻斯特大学做博士生期间,对宇宙线中高能电子在磁场中运动时放出的电磁辐射的性质进行了全面研究,在理论上得到了这种电磁辐射的频谱、角分布和极化态的具体表达式。1947年3月24日,他的论文《关于高速荷电粒子在磁场中发射的电磁辐射》被“Proceedings of the Royal Society”接收后20余天,1947年4月16日,在美国纽约通用电气公司研究所新建的一台能量为70MeV的电子同步加速器上,第一次观察到了这种电磁辐射,后来称这种辐射为“同步辐射”。这种辐射由于其频谱很宽,自然准直性非常好,极化态明确,强度很高,而且具有脉冲时间结构,现已被非常广泛地应用。1949年美国的施温格(Schwinger J)在研究同步加速器中

的电子辐射性质时也得到了与朱洪元相同结果,但比朱晚了两年,于1949年6月在Phys. Rev.上发表.现在这两篇论文结果都作为同步辐射的经典理论被广泛引用.另外,1947年,曼彻斯特大学物理系的一个研究小组,在云雾室中发现了一些难于解释的粒子的径迹.对此朱洪元做了估计,最早指出衰变前粒子质量下限为电子的900倍.这些粒子后来被列为奇异粒子.因此朱洪元对奇异粒子也做出先导性研究.1965年,他还和我国其他学者合作,建立和发展了关于强子结构的“层子模型”理论.他对我国高能物理研究事业的发展和理论物理人才培养都做出了重要贡献.

此外,还有许多老一代物理学家在核科学上也做出重要成果,在此不一一列举了.

## 参 考 文 献

- [ 1 ] 中国科学技术协会编,中国科学技术专家传略(理学编,物理学卷1,2).北京:中国科学技术出版社,2001 [ Ed. Chinese Association of Science and Technology, Biographies of Chinese Scientific Specialists, Volumes 1 and 2 of Physics of the Edition of Natural Science. Beijing: Scientific Press of China, 2001 ( in Chinese ) ]
- [ 2 ] 中国大百科全书总编辑委员会《物理学》编辑委员会,中国大百科全书.(物理学I,II).北京:中国大百科全书出版社,1992 [ Ed. the Physics Branch of the General Editorial Committee of the Chinese Great Encyclopedia. Chinese Great Encyclopedia, Volumes I and II of Physics. Beijing: Chinese Great Encyclopedia Press, 1992 ( in Chinese ) ]
- [ 3 ] 戴念祖主编.20世纪上半叶中国物理学论文集粹.长沙:湖南教育出版社,1993 [ Ed. Dai N Z. Selection of Chinese papers in Physics in the First Half of the 20th Century. Changsha: Hunan Education Press, 1993 ( in Chinese ) ]
- [ 4 ] 魏凤文等.当代物理学进展.南昌:江西教育出版社,1997 [ Wei F W *et al.* Progress of Modern Physics, Nanchang: Jiangxi Education Press, 1997 ( in Chinese ) ]

( 全部完 )

· 书评和书讯 ·

## 科学出版社物理类图书精品推荐

书 名	作(译)者	定价	出版日期	发行号
新材料概论	陈 光	¥30.00	2003年8月	0-1838
软X射线射线与极紫外辐射的原理和应用	张 杰	¥59.00	2003年9月	0-1682
磁性液体理论及应用	李德才	¥45.00	2003年8月	0-1711
超导理论	章立源	¥40.00	2003年9月	0-1640
滞后非线性系统的分岔与奇异性	杨绍普	¥39.00	2003年6月	0-1757
非线性随机动力学与控制	朱位秋	¥48.00	2003年5月	010-1725
应用力学对偶体系	钟万勰	¥42.00	2002年3月	0-1542
广义相对论和引力场理论	胡 宁	¥15.00	1999年3月	0-1157
激光的衍射及热作用计算	李俊昌	¥34.00	2002年3月	0-1553
高激发原子	詹明生	¥35.00	2003年2月	0-1683
微米纳米尺度传热学	刘 静	¥23.00	2002年3月	0-1289
半导体光谱和光学性质	沈学础	¥88.00	2003年4月	0-0507
电介质物理学(第二版)	殷之文	¥58.00	2003年4月	0-1655
粉末衍射法测定晶体结构	梁敬魁	¥68.00	2003年4月	0-1697
逃逸飞行器分离动力学与仿真	李东旭	¥30.00	2003年6月	01V-0016

欢迎各界人士邮购科学出版社各类图书.凡购书者均免邮费并可享受优惠,请按以下方式和我们联系,同时欢迎访问科学出版社网址 <http://www.sciencep.com>

电 话:010-64017957 64033515 电子邮件:dpyan@cspg.net 或 mlhukai@yahoo.com.cn

通讯地址:北京东黄城根北街16号 科学出版社 邮政编码:100717 联系人:鄢德平 胡凯