

世界高能实验中心介绍



卢瑟福实验室的近况*

英国卢瑟福实验室是以英国著名物理学家卢瑟福命名的实验室,位于牛津市近郊 24 公里处。卢瑟福实验室是英国的高能物理研究中心,同时也是英国的核科学以及其它基础科学和应用科学的主要研究基地之一。卢瑟福实验室已有几十年的历史,随着实验室的发展,近廿年来它在高能物理等方面做出了不少出色的工作。目前,卢瑟福实验室无论在欧洲,还是在世界上都享有很高的声望。

卢瑟福实验室目前的状况和特点

卢瑟福实验室隶属英国科学研究理事会 (SRC),实验室下设高能物理部、理论部、加速器部、工程部、仪器部、计算和自动化部、激光部、中子束研究组和行政管理部等。实验室人员总数为 1205 人,其中包括科研人员 400 人,工程技术人员 290 人,工人 300 人及后勤人员 215 人。最近,埃普莱顿 (Appleton) 空间研究所并入卢瑟福实验室,人员总数增加为 1555 人。另外,英国各大学参加卢瑟福实验室工作的人员达 2480 人,其中仅计算机方面就占 1600 人。

卢瑟福实验室的主要任务是,在高能物理和原子核等科学领域中建造一些大型设备和装置,提供英国各大学和有关研究机构开展研究工作。基于这样一种方针,卢瑟福实验室与英国许多大学之间存在着密切的合作关系。大学里的研究人员参与制定实验室的研究计划,研究计划实施所需要的经费集中由 SRC 统一分配使用。实验室还创造条件让学生参加研究工作,使他们在学生时代就具备独立的,创造性的工作能力。另一方面,实验室里许多物理学家都在大学担任教学工作,使教学和科研工作密切结合。大学中一些年青有才干的研究人员也能不断地被选拔到实验室,使实验室经常保持着活力。

卢瑟福实验室在发展高能物理等基础学科的同时,十分重视发展应用科学。那些与国计民生密切相关的科学研究在实验室中占有很重要的地位。一般来

说,这方面研究的周期较短,对社会的直接贡献较大。正是由于这种原因,卢瑟福实验室的发展受到英国各部门和大学的广泛支持。卢瑟福实验室有一支由应用物理学家、数学家、化学家、计算机专家以及相当数量的工程技术(电机、电子、机械和土木工程)专家组成的队伍。这支多学科、多工种的队伍,是实验室发展应用科学和在非常宽广的领域中进行活动的良好基础。因此,一旦科学技术上有新的苗头时,实验室可以很快地抓住时机,明确方向,开辟新的研究领域。

卢瑟福实验室的另一个特点是,它与世界上许多高能实验室都建立了密切的国际合作关系。为了实现远程信息处理,卢瑟福实验室与 CERN 和 DESY 等实验室之间还建立了计算机网络。在 CERN 和 DESY 加速器上取得的实验数据,可以通过该网络在卢瑟福实验室里打印出来。

另计,卢瑟福实验室在国内外建立了严密的情报交换网(分发预印本和私人通讯等),这对及时交流学术上的新思想,新观点和开展广泛的讨论起到了良好的作用。

卢瑟福实验室的主要研究工作

卢瑟福实验室目前的研究工作可以概括为以下几个主要方面:

高能物理研究 卢瑟福实验室在 1963 年建成了一台能量为 70 亿电子伏的质子同步加速器(命名为尼姆如德加速器)。这台加速器运转了十五年,已于 1978 年 6 月正式关闭。自此以后,卢瑟福实验室的高能物理工作基本上转移到 CERN、DESY、SLAC 和 FNAL 等加速器上进行。但实验的很多准备工作(包括探测器的研制),以及某些实验的分析仍在自己的实验室内进行。

卢瑟福实验室在高能探测器的研制方面进行了大量的工作。气泡室是最突出的成就之一。它先后建造了各种规格的氢气泡室,小的容量只有 1 立升,大的达几千立升。特别是对气泡室技术的改进,实验室曾做出了很多卓有成效的工作,如快循环气泡室技术、径迹灵敏靶技术等。这些技术的发展弥补了气泡室在高能物理实验中的某些不足,从而使气泡室在实验中的应用提高到一个新的阶段。不久前建成的小型欧洲气泡室(LEBC)就是一个典型的例子。这是一个只有 20 厘米,容量为 1 立升,膨胀频率为 40 次/秒的快循环氢气泡室。它的最大优点是空间分辨率高,即 40—50 微米。因此,用它可以直接观察到寿命为 5×10^{-13} 秒粲粒子的产生,及其在相互作用顶点(即产生点)附近的衰变过程。这个气泡室最近运往 CERN 后,在质子对

* 本文主要内容是作者参考卢瑟福实验室所长斯塔夫特 1979 年 11 月来我国访问期间在中国科学院高能物理所作的报告写的。

撞加速器 (ISR) 上已经取得了第一批数据。据最初统计, 该室在 10 天内就拍摄了 110000 张照片。作用事例数为 60000 个。其中 8 个事例可能是粲粒子的成对产生。

除此之外, 卢瑟福实验室与 CERN 正合作建造一个大型欧洲混合谱仪 (EHS), 即气泡室与电子学探测器构成的系统。其中气泡室为直径 80 厘米的快循环氢泡室, 膨胀的重复频率是 30 次/秒, 该室在 EHS 中可起到靶和观察顶点的作用。这项工程于 1977 年 5 月开始动工, 预计 1980 年末建成。

卢瑟福实验室近期的高能物理研究项目大约有 70 个, 参加实验的人数是 350 人左右。这些实验分散在 CERN、DESY、SLAC、FNAL 等几个实验室内进行。主要的研究内容包括: 强子谱, 弱作用和电磁作用以及新粒子的研究等。例如在 CERN 的 SPS (400 GeV 质子同步加速器) 上进行的主要项目可归纳为以下几方面: 1. 利用大型欧洲气泡室 (BEBC) 或与乳胶合用进行中微子、反中微子以及强子的实验; 2. 利用 LEBC 研究粲粒子的寿命; 3. 利用 Ω 谱仪进行光生实验和强子实验; 4. 关于 μ 子的实验; 5. 在超子束上的实验; 6. EHS 的实验准备。

再如在 ISR 上对大横动量的 π^0 、 γ 、 e^\pm 及喷注现象的研究。其次主要是在 DESY 的 PETRA (e^+e^- 对撞加速器) 上, 与 TASSO 和 JADE 两个组合作测量 $R = \sigma_{\text{强子}} / \sigma_{\mu^+\mu^-}$ 值及观测之喷注现象; 在 SLAC 参加气泡室混合谱仪方面的实验; 在 FNAL 合作进行 $\nu_\mu + e \rightarrow \nu_\mu + e$ 散射实验等。在高能理论物理方面, 除通常的研究外, 卢瑟福实验室比较强调对实验数据的唯象分析。

超导研究 超导是卢瑟福实验室主要的应用研究之一。从长远来看, 超导对工业具有很大的潜在意义, 因此, 为了保证英国在超导研究领域持有较高的水平, 1977 年 SRC 受工业部和工程部的委托在卢瑟福实验室大力开展超导及其应用的研究。除为加速器和探

测器研制大型超导体外, 主要的研究还有: 1. 与帝国材料工业 (IMI) 合作发展“卢瑟福”铌钛超导导线; 2. 为生化研究提供 NMR 磁体; 3. 为欧洲核聚变计划设计超导磁体; 4. 与十所英国大学合作发展超导交流发电机; 5. 用于带电粒子动量分析的超导二极管磁体; 6. 研究超导磁体悬浮超高速火车; 7. 研制铌三锡 (Nb_3Sn) 导线。

计算机科学 计算机科学在卢瑟福实验室占很重要的地位, 从各大学派来参加这方面工作的人数 (多达 1600 人) 就足以说明。目前实验室的中心计算机是 IBM 360/195 和 ICL 1906 A。其主要工作包括成批计算和交互计算两部分, 后者把卢瑟福实验室与英国的主要计算中心 (如爱丁堡计算中心和曼彻斯特计算中心) 以及 CERN 和 DESY 连结在一起, 形成了一个庞大的计算机网络, 从而促进了英国计算技术的发展。

激光研究 卢瑟福实验室在发展激光理论研究的同时, 也很重视大功率激光器的研制。目前已经研制成功 8×10^{11} 瓦的大功率玻璃激光器, 今后将向更高的功率方向发展。

中子束研究 目前所用的强流中子源主要是从格瑞毛布勒 (Grenoble) 高通量中子反应堆上得到的, 其主要工作有中子的电二极矩及中子寿命的测量等。为了获得强流中子源, 在已关闭的尼姆洛德加速器位置上, 正筹建平均产生率为 4×10^{16} 快中子/秒的加速器脉冲中子源。

新工艺和新技术 卢瑟福实验室十分重视新工艺和新技术的研究, 并及时把研究成果推广到实际应用中去。这方面比较突出的是对各种类型极化靶的研制 (如极化氘靶、轴向质子靶以及冻结极化靶等) 和电子束刻及化学工艺等的研究。

此外, 加速器的应用 (如 π 介子治癌、同步辐射的应用和利用重离子产生核聚变反应研究等)、空间研究以及能源研究等方面在卢瑟福实验室也都占有一定的地位。

(王世伟)