

北京大学加速器质谱计圆满建成

李 坤

(北京大学)

一、加速器质谱计简介

加速器质谱计(简称 AMS)是80年代迅速发展起来的一种超灵敏分析装置。它主要用来测量微量核素,如 ^{14}C 、 ^{10}Be 、 ^{26}Al 、 ^{36}Cl 、 ^{41}Ca 等的含量,作为年代测量或示踪的手段。加速器质谱计测量核素的灵敏度可达 10^{-15} 的水平,比普通质谱计高五到七个数量级,而所需样品仅数毫克,比普通放射性测量少三个数量级。这对测量珍贵且稀少的样品具有重要意义。加速器质谱计测量样品的效率高,一年可测数千个。加速器质谱计的应用遍及地质学、地球化学、海洋地质、冰川学、第四纪研究与全球变化的研究等地球科学的各个分支。在考古学、环境科学、温室效应的研究、材料科学以及生物医学的研究等方面也都显示出其特有的优越性。

二、北京大学加速器质谱计研制概况

北京大学加速器质谱计(简称 PKUAMS)的研制是国家自然科学基金支持的重大项目。它以端电压为6MV的串列加速器为主机,使用了专门研制的多靶位强流溅射离子源、高分辨本领的质量分析系统以及能鉴别不同核素的重离子探测器因而具有很强的抑制干扰本底的能力,极限灵敏度可达 10^{-15} 左右。束流输运部分采用了全静电的聚焦元件和宽孔径的平顶传输系统,有效地避免了分馏效应,保证了测量精度达1—2%,束流输运效率达25—40%;它还采用了国际先进的快交替注入测量方法,配置了功能齐全的数据获取系统,可方便地测 ^{12}C 、 ^{13}C 、 ^{14}C 等同位素以及它们的丰度比,碳样的测量能力可达每天十个。此外,还建立了适合于碳、铍和铝样品制备的实验室,能够有效地处理各种含量极低的样品。

在陈佳洱教授的主持下,北京大学的加速器质谱计于1992年初建成,此后用了一年多的时间,开展了 ^{14}C 、 ^{10}Be 和 ^{26}Al 等宇宙成因核素测量的实验研究,成功地建立了相应的测量方法。国家自然科学基金委员会于1993年4月27日和28日分别组织了项目的成果鉴定和验收。鉴定专家委员会和验收专家委员会分别由中国科学院学部委员王淦昌、方守贤、涂光炽、胡济民、唐孝威、刘元方等专家组成。专家们听取了研制组和测试专家组的报告,审查了有关材料,考察了加速器质谱计设备及其运行情况,并一致认为:北京大学加速器质谱计设计先进,建造速度快,经费使用效益高,其总体性能指标已达到国际先进水平。

三、北京大学加速器质谱计运行、使用情况

北京大学加速器质谱计实验室现已正式对外服务。自鉴定以来至1993年6月底,已先后

本文于1993年6月16日收到

为14个单位测量了 ^{14}C 样品62个, ^{10}Be 样6个和 ^{26}Al 样4个。其中包括:

1. 测定了陕西渭南的古土壤,为相应的地层提供了可靠的时间标尺。
2. 测了我国南方两个考古遗址的年代,它对研究我国南方旧石器文化向新石器文化过渡的时间与文化发展有极为重要的意义。
3. 测定了南极布兰斯菲尔德海峡水深1000到2000米下的软泥沉积物的年代,对解决沉积特征与相应年代的关系有重要意义。
4. 测定了我国辽宁凌源牛河梁遗址人骨的年代,它对探讨我国冶金起源有重要意义。
5. 测定了我国南海北部陆坡水深1500米下砂质泥的年代。
6. 测定了奥地利岩溶水样的年代,从而可研究地下水的年代以解决水的补偿与循环问题。
7. 测定了甘肃东灰山考古遗址的碳化小麦,对研究我国农业发展起源有重要意义。
8. 测量了我国黄、渤海,东海沉积物样品的 ^{10}Be 含量。
9. 测量了我国吉林陨石样品的 ^{26}Al 含量。
10. 鉴定了某些文物的年代。

四、北京大学加速器质谱计应用成果举例

北京大学加速器质谱计 ^{14}C 组最近测定了自然科学基金重大项目“我国干旱、半干旱区15万年来环境演变的动态过程与发展趋势”的一批6个样品的年龄。样品采自陕西渭南的一个剖面,深度自1米至6米,地质年代从全新世末到晚更新世中。所测样品材料为古土壤。每个样品均分离为腐殖酸、胡敏酸和基质碳做对比测年。这两种成分的测年结果基本一致,表明数据可靠。6个样品的测年结果与地层系列相符,为渭南剖面上部地层提供了可靠的时间标尺。北京大学与中科院地质所第四纪研究室商定,下一步准备加密测量点,对某些关键年龄通过重复测量提高年龄精度,同时,除古土壤外还准备测量黄土中其他有机质的年龄,从而使这一段的时间标尺更加精确。

北京大学对广西柳州白莲洞遗址的年代做了进一步的研究与测定。该遗址十年前曾用常规 ^{14}C 法铀系法做过年代测定,其年代范围在七千年至三万年之间。它是研究我国南方旧石器文化向新石器文化过度问题难得的重要考古遗址。但是由于遗址的若干重要层位可供分析的样品很少,得不到可靠的年龄数据,因此难以对该遗址的文化面貌,特别是一至两万年之间的确切文化面貌,做出正确的结论。最近用北京大学加速器质谱计测定了这些样品,得到了十分有价值的结果,解决了长期存在的因地质下沉引起的考古年代上的疑点和难点,将白莲洞遗址的研究推向新的阶段。它对深入认识我国南方旧石器文化向新石器文化过渡的文化发展历程具有重要意义。

通过测定古代陶器上少量积炭(如烟炱、食物残渣)的年代来确定陶制品的确切年龄,是加速器质谱计 ^{14}C 测年法的突出优点。河北徐水县南庄头遗址是我国北方重要的早期新石器遗址。用常规 ^{14}C 研究得出其年代范围在9700至10500年之间。该遗址所出陶片为目前我国通过考古发掘获得的最早陶制品。但由于常规方法测定的物质是木炭、骨头、泥炭等,而陶片的年代只能通过相同层位的其它样品物质的年代来推断。测定陶的积炭,将能提供其年代的最直接而准确的资料。我们用北京大学加速器质谱计测定了南庄头陶片上烟炱的年代,结果

与同层常规方法所得年代一致。这就进一步证明了南庄头遗址陶片是我国目前最早经过考古发掘而得到的陶制品。

我们还用北京大学加速器质谱计初步系统测定了桂林庙岩遗址的年代，结果显示它是研究我国南方旧石器文化向新文化过渡的另一个十分宝贵的考古遗址。

ACCELERATOR MASS SPECTROMETRY SUCCESSFULLY BUILT IN PEKING UNIVERSITY

Li Kun

(*Peking University*)

光导纤维化学传感器的研究

光导纤维化学传感器又称光极，它是将具有分子识别功能和换能器功能的固定化试剂传感膜安装在光导纤维上，作为传感器探头，它能选择性地对多种离子和化合物进行识别，并转化为荧光、磷光，化学发光和反射光等光信号，通过光导纤维传输检测系统进行检测，光导纤维化学传感器是分析化学在 80 年代的一项重大发展。

光导纤维化学传感器由于具有小至微米级的光纤探头，可以避免电磁的干扰，并能在高温，高压及强放射性等恶劣的环境下使用，还能通过光纤进行遥测、检测限可达 ppb 以下，现已在临床医学中活体成分的监测、化学反应过程的监测及控制、放射性裂变产物的遥测、战场上神经性毒气及其它毒剂的监测和报警，新型环境监测系统的建立等方面得到了很好的应用。

陕西师范大学化学系章竹君教授在国家自然科学基金的资助下，开展了这一新技术领域的研究，取得了突出的成绩。他建立了反射光传感器，透射光传感器及荧光传感器的理论基础，确立了它们的传感模式，阐明了传感膜的传感机制和固定化试剂选择的一般原则，克服了膜的传质阻力，在此基础上还完成了六种 pH 传感器，氧传感器，二氧化碳传感器，钾、钠、钙、镁、铝、锌、镉、铁、汞传感器，四种生化物质及酶等 21 种传感器的设计，获得三项美国和欧洲专利，发表论文 32 篇，被美国《科学引文索引 SCI》记载引用次数达 158 次，已被国内外化学家公认为“对这一新技术的创立作出了贡献，达到了国际先进水平。”

(化学科学部 供稿)

STUDY OF THE CHEMICAL SENSOR WITH OPTICAL FIBRES