

物理学和化学方面的培训活动

国际原子能机构实验室培训来自发展中国家的科学家和技术人员

A. A. Abdel-Rassoul

设在奥地利塞伯斯多夫的国际原子能机构 (IAEA) 物理学 - 化学 - 仪器实验室 (PCI), 在涉及使用核方法和相关技术的各种学科中, 培训来自发展中国家的科学家和技术人员。

培训班的重点放在环境和污染控制, 分析化学, 核材料的纯度控制, 剂量学, 同位素水文学, 核电子学和仪器, 以及计算机程序和维修等领域。PCI 还为选出的持有进修金学员组织时间最长为 6 个月的小组培训; 和时间为 2 个月到 1 年的在职培训。

在职培训计划分为 4 个领域: 化学、核仪器、剂量学和同位素水文学。这些领域反映了 PCI 实验室的组织结构。

化学

化学股通过分析化学服务和培训计划支持机构的各项计划, 该股培训计划旨在提高来自发展中国家的分析化学专家的技术能力。涉及现代核分析技术和其他微量分析技术的不同方面的现代化高级培训, 包括各种无机材料、生物体和食品、核燃料元件、土壤、岩石和矿物、雨水和其他天然水中各种痕量元素的测定, 以及食物产品和环境样品中放射性污染物的测定。

目前, 培训重点是生物和环境样品中的痕量元素和放射性核素的测定。样品取自个别食品、所有饮食、沉降物、空气过滤器、植物材料和土壤。此外,

Abdel-Rassoul 先生是 IAEA 塞伯斯多夫实验室 PCI 实验室负责人。化学股、仪器股、剂量学股和同位素水文学股的股长们, 也对本文的撰写提供了帮助。

对矿物样品中主要和次要元素也进行了测定。

为此, 化学股提供涉及上述各种技术应用的培训和指导性研究, 而且还在以下几个方面为一些分析实验室提供质量控制服务:

中子活化分析。不同基质中痕量元素的中子活化分析 (NAA) 测定是以下列步骤进行的, 即先在塞伯斯多夫奥地利研究中心改进游泳池罐式反应堆 (ASTRA) 用中子辐照样品, 然后用放射化学方法处理和 (或) 进行核能谱测量。化学股备有各种类型的探测器和核测量仪器, 人们借助于计算机能谱评价, 使用这些探测器和核测量仪器来测量单个活化产物。在对营养和环境有重要影响的多数痕量元素的测量中, 可达到的检测极限范围是 1-100 纳克/克 (ng/g)。

荧光测定法。常规和激光荧光测定法用于测定不同的水、生物和食品材料、以及矿物样品中的痕量铀。使用激光荧光测定计可达到的检测极限在水样品中约为 0.05ng/g, 在多数矿物中约为 0.05 微克/克 ($\mu\text{g/g}$)。

原子吸收光谱测定法。化学股装备有原子吸收分光光度计 (AAS), 它有一个具有显示、自动控制本底校正 (氘灯) 和信号及数据处理功能的微信息处理机控制系统。该仪器主要用石墨炉和冷蒸气技术来测定超微量的化学元素, 而且通过许多金属氢化物分离过程测定形成金属氢化物的元素。

电感耦合等离子体 (ICP) 发射光谱法。ICP 发



由一名学员设计并由 PCL 实验室仪器股组装的以微处理机为基础的土壤样品密度测量所用控制器设备。

射光谱法仪器装有一个可供同时测量和依次测量的复合发射分光计。用于同时测量的多色仪有一套与 18 个元素相配的装置。单色仪可用于分析周期表中几乎所有的元素。

放射性测量。培训还包括用于测定不同核素低水平放射性的各种类型核谱测量仪器的操作。进行放射性测量，是为了监测食品 and 环境污染，测定土壤和其他地质样品中的天然放射性活度（铀、镭和钍系列），以及测量诱发核过程产生的放射性同位素。该股还备有用于 γ 谱测定，液体闪烁计数， $\alpha - \beta$ 闪烁计数，以及 α 计数和谱测定的完整系统。许多专门仪器可用于核测量方面的培训，这包括多道分析器、辐射探测器和谱仪。

向分析实验室提供质量控制服务。化学股通过实行和组织涉及若干分析实验室的比对工作，提供质量控制方面的示范培训。1959 年以来，机构一直在实施分析质量控制服务 (AQCS) 计划。化学股制备参考材料并分发给成员国许多实验室。这些参考材料可连续用于低水平放射性评定，能谱分析，小量和痕量元素的测定，稳定同位素比率的测定，以及各种基体内某些有机化合物的分析。

总之，视所培训人员学历和专业经验的不同，开展有针对性的研究以达到某种目的，例如通过正确的

取样和样品处理来改善检测极限。

核仪器

仪器股的培训活动包括个人的和小组的进修金培训。这种培训，可使来自发展中成员国的电子学技术人员和工程师们精通核测量仪器的电路设计、组装和操作。他们可以学到控制检验、运行维修、检修和修复发生故障设备方面的实际经验。

个人在职培训始于 1980 年。现在，在机构技术援助和合作处批准的请求中，80% 以上属于仪器股培训。为满足每个学员的需要和适应其技能，制订了个别培训计划。学员们将开始学到核电子学方面，以及正确操作和使用试验仪器和修理工具方面的基础知识和经验，并将获得核测量常用的各类仪器设计和制造方面必要的基础资料。

通过对学员们的督促和经常指导，他们可以获得电子学设备维护和修理方面的经验。学员在通晓微信息处理机理论、硬件设计和程序后，接受更复杂的测量仪器设计和制造方面的培训。

例如，有个学员最近设计并组装了一个以微信息处理机为基础的控制装置。这种装置可根据铯-137 和镭-241 发射的 γ 射线的衰减量，测量土壤样品的密度。另外一个学员设计并组装了一个放射性二氧化碳控制器，目前正在巴基斯坦的一个技术合作项目



核谱仪器维修方面的小组进修金培训。

中。该学员还为核仪器维修培训的教学，设计并安装了一个噪声发生器。

1983年以来，来自18个国家的21位进修人员接受了个人在职培训。每年接受4至6名学员作6至12个月的培训。这类延长时间的培训需要集中精力进行指导和督促。这些学员最终会获得丰富的工作经验，返回本国后能够胜任教员工作。

为了满足发展中国家请求的数量已经增加的专家培训和维持这些国家中适宜的保养和维修服务能力，1986年创办了核谱学仪器维修方面的小组进修金培训。这类小组培训，时间不超过6个月而且通常只有6至8名学员，这样可使本实验室的培训能力得到最好的运用。培训重点放在核仪器方面，其中包括大多数研究和发展控制实验室中进行核谱测量所使用的计算机辅助仪器。这类培训涉及工厂制造的诸如半导体探测器、前置放大器、放大器、低压和高压电源、以及基于微信息处理机的多道分析器等核仪器的主要故障检修。在培训中，人们强调了工厂制造的核谱仪器各种方框图和电路图的分析（以及正确使用测量仪器进行维修实践和故障检修）。

当学员们获得有关探测器、模拟、数字、微处理机和计算机设备的操作和使用的基础知识和经验以后，其他类型的核电子学仪器的维修也就容易了。它们包括在大多数研究和服务实验室、核医学、农业、保健物理和水文学中所使用的大部分仪器。

有时准许一些学员延长培训期，进行进一步的在职培训。

在机构进修金科合作下，第一期小组进修金培训于1987年11月开始，有4名分别来自缅甸、阿尔及利亚、肯尼亚和孟加拉国的学员参加。下期小组进修金培训计划于1988年10月开始，将接受8名学员。

剂量学

塞伯斯多夫剂量学股，通过剂量学科，在IAEA / 国际卫生组织（WHO）次级标准剂量学实验室（SSDL）网中起中心实验室的作用。该网于1976年开始工作，它包括世界范围内的50多个SSDL；其中大约40个实验室在发展中成员国。剂量学股保存着各种次级标准，为SSDL和其他提出请求的实验室提供标定和参考辐照服务，为次级标准化发展新的技术和仪器，培训进修人员，组织和评价热释光剂量计（TLD）和电离室剂量比对工作，并且提供专家服务以支助机构技术援助项目。

作为这个网络的中心实验室的剂量学股，以提供服务为中心工作，而且把很大的精力放在培训活动上。

每年安排两次每次两个月的培训期，向这个实验室网的年青科学家讲授电离辐射测量技术标准化的

理论和实践。每个培训期最多招收 4 名学员，学员们个人选定的培训计划，反映出他们本国实验室在标定工作、质量控制和质量保证方面的技术现状。

根据学员的学历和感兴趣领域，提供三级培训。第一级是一般培训，使年轻科学家熟悉剂量学中所用各种技术和测量仪器。第二级涉及对操作者进行专门的标定 / 测量技术培训。剂量学专题方面的高级培训，则是向专业人员提供有关领域内的先进经验。

这类培训的课题有：

电离室。这包括在 10 千伏 X 射线至钴 -60 能量的辐射能范围内，对电离室能量相关性的测定（在空气中中和体模中标定）；用电离室进行的吸收剂量测定；用半值层测量法进行的低、高强度 X 射线束辐射品质测定；质量控制和质量保证技术和方法；以及防护级监测剂量计的性能测试和标定。

热释光剂量学 (TLD)。这涉及 TLD 材料的能量相关性；TLD 物理特性的介绍和论证（能量相关性、产额、衰减特性、清洗和退火方法、可用剂量范围、热发光曲线）；IAEA / WHO 的钴 -60 和 X 射线能量邮寄剂量比对工作的介绍；TLD 在辐射防护级（例如个人监测），治疗级和高剂量剂量学上的应用。

中、高剂量水平的化学剂量测定。这包括弗里克剂量测定系统；弗里克溶液制备和辐照剂量计的评估；乙醇—氯代苯系统；以及辐照剂量计安瓶的评估。

同位素水文学

同位素水文学股的实验室设在维也纳 IAEA 总部，该实验室参与许多技术合作计划和研究合同，并作为世界网络的一部分，参与降水中同位素监测计划。

水文学股提供的服务包括各种项目、研究合同和上述网络的水样品同位素分析；参考材料和比对材料的贮存和分发；帮助建立同位素水文学实验室；开发新的标准测量方法；组织比对；以及培训来自发展中国家的进修人员。

目前已有若干分析设备可供在职培训：

- 由电解浓缩设施（两套电解电池）；液体闪烁谱仪；以及气体计数设备（备有 2 个气体正比计数器和相应的电子学设备）组成的水样品氡活度测定系统。

- 水样品碳 -14 活度测定系统，它包括水样品中碳酸盐沉淀装置；将碳酸盐转化成甲烷的制备装置；以及一个低水平气体正比计数设备。

- 水中氦，氧 -18 和碳酸盐中碳 -13 的稳定同位素质谱测定法。目前，有 2 台质谱仪和相应的制备装置可以用于在职培训。

- 可进行水样品化学分析（pH 值、导电性、负离子、微量元素）的水化学实验室。该实验室装备有一台原子吸收分光光度计、一台离子液相色谱仪和紫外线—可见光分光光度计。

根据学员的素质和需求，提供不同级别的培训。一般地说，它涉及各种同位素分析所需水样品制备，以及质谱仪、液体闪烁谱仪和气体计数器的操作与维修等方面的实际培训。学员还将接受测量数据评估和统计处理、低水平计数系统误差源和标准化方法等领域的基本培训。

每年有 3 至 7 名进修人员接受同位素水文学股的个人培训。培训期从 2 个星期到 6 个月不等。另外，还通过小组进修金培训提供同位素水文学方法应用方面的实验室培训。

计划在 1990 年举办一期同位素分析技术方面的高级培训班。这期培训班将以发展中国家环境同位素实验室工作人员为对象。

