

# 塞伯斯多夫实验室：多学科研究和支助中心

建于 26 年前的这个实验室正在为未来架桥铺路

Pier Roberto Danesi

在过去的四分之一世纪里，位于奥地利维也纳近郊塞伯斯多夫的机构核研究实验室，一直在给为在工业、医学、农业和其他领域中取得实际好处而学习和应用核技术的那些科学家提供帮助。作为联合国系统中唯一的一个经办自己实验室的组织，国际原子能机构 (IAEA) 处于能够满足国际性开发的许多科学和技术需求的独特地位。

塞伯斯多夫实验室创建于 1961 年，它是首创精神和合作支助的产物。该实验室的核心，实际上早在 1959 年就已形成。当时，机构的一小批科学家和技术人员，在维也纳大饭店的地下室建立了一个物理实验室、一个化学实验室和一个电子学工作间。在二十多年里，该饭店一直是 IAEA 总部所在地。后来，由于美国捐赠了 60 万美元，并以 1 奥地利先令每年的名义租金租到了奥地利核研究中心附近的土地，许多成员国也捐赠了贵重的设备，才将这些实验室和工作间从大饭店的“地下室”搬到塞伯斯多夫的较大设施中。到 1964 年，IAEA 和联合国粮农组织 (FAO) 之间建立了合作关系，使工作范围进一步扩大，这种合作在维也纳机构总部是通过 FAO / IAEA 联合处实现的，在塞伯斯多夫是通过农业实验室实现的。

早年的那种合作精神，一直延续至今。1986 年，农业实验室由于新建成了一座侧楼（其费用由 FAO 和 IAEA 对半提供，加拿大、波兰和美国则捐赠了研究设备和用品）而得到加强。1987 年 6 月，又迈出了重要的一步：机构理事会核准了扩大主楼中的培训和研究设施的建议。越来越多的 IAEA 成员国，主要是发展中国家，不断地为它们的科学家和科学进修人员请求获得到塞伯斯多夫进行实验室培训和在职培训的机会。（参见附表）。来自成员国的自愿捐款，将为此项扩建计划提供资金，奥地利及美国政府已经认捐的总额为 140 万美元。

当前，40 个左右不同国籍的 169 名工作人员，正在围绕该实验室承担的多方面任务开展工作，以支持机构的研究、培训和技术援助计划。他们的工作包括核的和相关的实验研究、分析和教育，以及支持 IAEA 国际安全保障体系的分析服务。这种安全保障体系有助于确保核能的和平利用。从组织机构来看，本实验室由下述三个分实验室组成：

- 农业实验室。它有土壤科学、植物育种、农用化学品、昆虫学和动物科学等五个股。
- 物理—化学—仪器仪表 (PCI) 实验室。它有化学、剂量学、仪器仪表和物理学，以及同位素水文学等四个股。
- 安全保障分析实验室 (SAL)。它有二个股：一个进行同位素分析，另一个进行化学分析。主要分析 IAEA 在视察各座核设施过程中收集到的核材料样品。

公共部分是辐射防护股和维修股、金工间、图书馆和行政管理部门。

塞伯斯多夫的培训包括许多活动，典型的有：

- 进修学者的在役培训。在将核技术应用于解决某个实际问题方面，给一个人以同机构在职科学家一道工作 2—12 个月的机会。

- 培训班。其特点是由 IAEA 和其他研究单位的科学家正式授课和进行实际练习。以农业实验室为例，自 1978 年以来，已主办了 12 期土壤科学方面的区域间培训班，有 225 人参加。此外，来自发展中国家的近 100 名科学家，参加了 5 期植物育种培训班；同时，还有近 40 名科学家参加了 2 期有关动物营养的区域间培训班。培训班一般为期 4—10 周，由于场地所限，每个班通常限 20 人参加。但是，要求参加者却非常多，每期培训班往往会收到 100 多份合格的、通过政府提出的申请书。

Danesi 博士是塞伯斯多夫实验室主任。三个分实验室及其所属各股的负责人也对本文的编写给予了帮助。



塞伯斯多夫实验室鸟瞰。

• 小组培训。由 4—6 名 IAEA 进修学者组成一个小组一起工作，时间最长为 6 个月，围绕一个专门的实用课题（例如，核电子学仪器仪表及其维修）进行学习。小组培训包括技术辅导、传授经验、定期讲课和直接指导实验。

**农业实验室**

由于 FAO、国际水稻研究所 (IRRI) 和机构若干成员国的捐款，农业实验室的工作几年来大大发展，捐款成员国有奥地利、加拿大、意大利、日本、波兰和美

国。农业实验室的主要活动和成就如下：

土壤科学股。<sup>\*</sup>该股在应用同位素技术使肥料更有效和更经济地利用方面，已经取得国际领先地位。在该股的实验室中，开发出了借助氮-15 测定大田中食用豆科植物的生物固氮量的方法。为测定各种耕作法的固氮量，并为提高作物产量和食用豆科植物的固氮本领，

正在做进一步的研究。该股还一直向参加机构协调研究计划和技术合作项目而自己又没有适用实验室设施的 100 多个合同户，提供测定氮-15 的例行分析服务；该股还应用放射性同位素技术，为参加 FAO 肥料计划的许多发展中国家评价天然的岩磷酸盐。该股已经为土壤科学及与之相关工作，建立了土壤微生物学、土壤物理学和植物生理学的专门实验室。

<sup>\*</sup> 有关该股的工作和机构在该领域的计划的更详细报告，请见《国际原子能机构通报》第 29 卷第 2 期 (1987 年)。

植物育种股。该股的基本任务，是开发由辐射诱发突变所得作物品种的遗传改良方法和接受咨询。由于作物品种的繁殖能力各不相同，因此只掌握一种简单通用的方法是不够的。几种重要的作物品种，例如香蕉和大蕉，由于不育性（不结籽）或由于可利用的种质中缺少理想的特性（抗病或抗虫害），是难以用常规的植物育种方法进行遗传改良的。该股试图用离体技术，结合诱发突变，来减少对于遗传改良的某些限制。例如，该股已经在装备精良的组织培养实验室中，开始进行离体诱变的研究工

**塞伯斯多夫实验室的科学进修金培训，1981—1986 年**

年	培训过的进修人员		培训班 (期)
	(人)	(人·月)	
1981	19	74.75	1
1982	26	129.5	2
1983	23	137.0	2
1984	26	176.5	2
1985	42	223.5	3
1986	62	221.5	4





农业实验室植物育种股的离体培养生长室。

作。一个总的目标是，开发在诱变处理中能确保尽可能高的繁殖率的方法。该股积极地从事施加于植物样品（主要是种子）上的中子辐照剂量的监测工作，并积极开发用化学诱变剂进行准确处理的方法。

鉴于植物育种应该在准备种植改良品种的环境中进行，所以，该股培训将返回本国工作的科学家，并满足一些研究机构提出的对植物样品进行辐照处理的要求。这种服务是免费的，包括每年大约 500 次的  $\gamma$  射线和快中子处理。

昆虫学股。<sup>\*</sup>该股几乎完全从事于用生物学技术防治虫害的昆虫不育技术 (SIT) 的研究工作。使实验室饲养的昆虫接受不育辐射剂量的照射，但又能基本上不改变它

<sup>\*</sup> 有关该股的工作和机构在该领域的计划的更详细报告，请见《国际原子能机构通报》第 29 卷第 2 期 (1987 年)。

们被释放到自然环境以后的行为能力。将成批饲养的不育昆虫释放到虫害成灾地区，它们与野生昆虫交配后不育后代，因此，害虫数量逐渐减少。连续几代重复使用这种方法就能够根除虫害。在塞伯斯多夫实验室，已经开发出一些用于两种昆虫即地中海果蝇 (*Ceratitis capitata*) 和采采蝇 (*Glossina palpalis palpalis*) 的 SIT 方法。地中海果蝇能伤害 200 多种水果和蔬菜，因此，它是世界上造成经济损失最大的害虫之一。在墨西哥，由于实施塞伯斯多夫帮助开发的昆虫不育技术计划，估计每年能节省 5 亿美元。现在，研究的目的是改进大量饲养的技术，并通过采用当地饲料和繁殖只有雄虫才饲养到成熟期的蝇种群系，来降低费用。因为成功的 SIT 作业只需要释放雄虫，因此，只饲养雄虫的做法几乎可以减少一半费用。

另一项 SIT 作业 (该股实验室为这次作业曾保存过备用蝇群)，已根除了尼日利亚中部 1500 平方

公里的农业区中的一种采采蝇。尼日利亚政府现已提出，希望把这种作业扩大到 12 000 平方公里的目标区。采采蝇是引起人嗜睡病和家畜致死传染病的锥虫的运载体，是许多非洲国家农村发展的主要障碍。这种采采蝇的自然繁殖率不高，使它成为 SIT 防治的良好目标，但是，这也成了实验室成批饲养的一大障碍。近几年来，该股研制出了一种新的、费用效率高的饲养系统。用一种离体系统代替饲养采采蝇的活动物，让采采蝇通过硅酮膜吸取动物血。目前的工作是改进不同采采蝇品种的供食和成批饲养的方法。

农用化学品股。这个 1982 年建立的股，主要研究农用化学品的使用带来的环境影响。一个同非洲国家特别有关的项目，是研究杀锥虫药物和它们的降解产物在血清乳样品和肉样品中的残留情况。另一个项目是关于杀虫剂的制备和它们在农产品中的残留情况。利用标记同位素，通过实验室研究和温室实验来分析自然系统中化学品的降解情况，旨在使必须使用的农用化学品量减至最少。

动物科学股。动物繁殖、营养和疾病诊断，是该股的主要工作方面。影响家畜生产率的一个主要因素是繁殖能力，特别是雌性的繁殖能力。母牛、母羊、山羊和其他牲畜繁殖力的一个灵敏的指标，是循环全身的雌性激素即孕激素的浓度。该股已研制出一种用于测定奶和血中的这种激素浓度的、可行的放射免疫分析药盒。目前，每月向发展中国家约 90 个研究单位分发 200 个药盒。研究人员利用这样的激素测量值，结合常规的繁殖和生



产参数，已经有能力确定什么是限制繁殖效率的主要因素，例如，家畜管理不善、营养不良还是发病率高。该股还向想要评价动物代用饲料（例如，农业的副产品、碱/氨处理过的稻草等）潜在营养价值的那些承包研究人员提供服务。用于这个目的的装置——瘤胃模拟技术（Rusitec）——能模拟反刍动物的消化功能，因此，人们常把它称做“人工母牛”。这种技术能在东道国进行昂贵而费时的饲养试验中试用这类饲料之前，按潜在营养价值对各种“饲料”进行筛选。还研制成了用于快速而准确地诊断由病毒、细菌和寄生虫等引起的主要疾病的药盒；由于这些疾病的发病率和死亡率较高，往往造成家畜饲养单位减产。该股还供应专门用于牛瘟、布鲁氏病菌、巴贝虫病和锥虫病的诊断和研究的药盒。

### 物理 - 化学 - 仪器仪表 (PCI) 实验室

PCI 实验室成立于 1985 年 6 月。它是由以前分别在化学、剂量学、物理学、电子学、计算机应用和同位素水文学方面工作的专业人员和实验室技术人员组成的。它的主要活动和成就有：

化学股。该股利用各种各样的现代核分析技术和微量分析技术，帮助解决一些与营养物和环境中的痕量元素有关的问题。这些技术包括中子活化分析 (NAA)、电感耦合等离子体原子发射光谱法 (ICP-AES)、原子吸收光谱法 (AAS)、激光荧光测定法、液体闪烁计数和核谱测量法等。一个重点是分析人类饮食、毛发、人的肾脏、肝脏、体液、空气、水、植物



一名科学家正在 PCI 实验室的单道分析器上工作。

和土壤样品中的痕量元素。最近，通过开发一些新的简单的放化方法改善了分析能力，这些方法可用来同时测定起重要生物学作用的几种有毒元素和其他元素。这些元素包括汞、硒、铜、锰、镉、钨和铬。每年大约进行 5000 次测定，通过中子活化分析和  $\gamma$  射线能谱法分析，测定了 1500 种不同物质中的有关元素。

该股还从事环境和食物中低水平放射性的探查和测定工作。该股以称作“环境和食物中放射性落下灰监测” (MEF) 计划的名义进行测量，并推荐测定空气、水、土壤、牧草和主要粮食中关键放射性污染的参考方法。这项工作有助于向各国主管部门和 FAO、世界卫生组织 (WHO)、世界气象组织 (WMO) 和联合国原子辐射效应科学委员会 (UNSCEAR) 等国际组织，提供可靠而且可比较的数据。此外，它还支助 WMO 的“大气污染监测网”，帮助它分析雨水样品和空气过滤样品中包括铅和镉

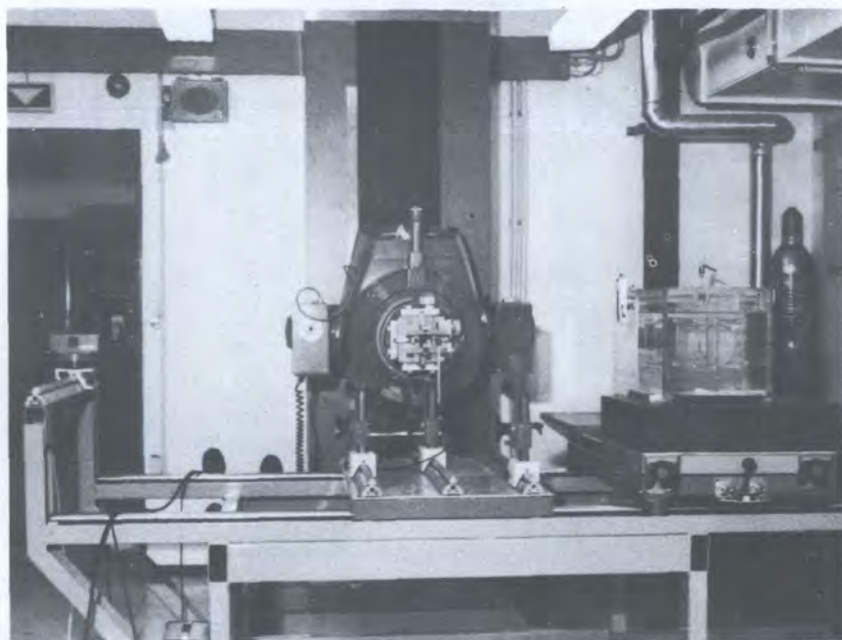
在内的 10 种污染元素。

有关化学股的分析质量控制服务 (AQCS) 的报道，参见附框。

剂量学股。该股是 IAEA / WHO 次级标准剂量学实验室 (SSDL) 网的中心实验室。它是在七十年代为了加速发展和维护在放射治疗和辐射防护方面的剂量学测量标准而成立的。SSDL 的剂量学标准，是利用国际测量体系中第一流计量实验室的原标准标定的，以确保剂量控制的精确性。当前，这个网大约有 60 个实验室（其中 46 个是发展中国家的实验室）。该股除了组织 SSDL 的比对工作和进行校准外，还培训 SSDL 的工作人员，承担技术出差任务和为 SSDL 网研制专用设备及实验室器具，以便改进剂量测量的准确度。

IAEA 和 WHO 的另一项联合任务，是给使用热释光剂量计 (TLD) 的各个放射治疗中心以邮寄方式提供剂量比对服务。该股制





剂量学股的一个钴-60源。

备并标定 TLD，经 WHO 寄往发展中国家有关的医院和门诊所。这些剂量计在上述医院和门诊所里，在规定的条件下，被照射到当地医院实验室认为已达到规定的剂量，然后，寄回塞伯斯多夫进行读出和评价。该股对其读数与名义剂量值进行对比；如有差异，通过 WHO 向该医疗单位报告，指出造成这种差异的可能原因，并就应采取的措施提出建议。该研究室每年评价 100—150 组热释光剂量计。

**仪器仪表和物理学股。**六十年代初期，该股的主要任务是标定和分发放射源，以及研究可靠的辐射剂量测量方法。该股精心开发了放射性绝对测定技术，研制了核测量设备，并对各种放射性核素的绝对放射性测定值进行了比对。它制备并标定了 15 至 20 种不同放射性核素的放射源（包括许多混合源），并把它们分发到不同国家的用户手中。此外，重新测定了几种放射性

核素的半衰期。该股目前的主要工作是将核仪器仪表用于土壤物理学研究，以便能给为土壤水管理选择适用的核方法或非核方法提出一些实施细则和建议。在这项工作中，来自发展中国家和发达国家的科学家，不断开展野外的和实验室内的实验研究。在使用中子密度计和  $\gamma$  密度计测量土壤水含量方面，经常给培训计划的参加者提供许多野外实习的机会。他们在野外进行测量，然后在课堂练习中利用这些数据计算作物的水需求量。该股还设计、制作和维修机构培训和研究活动中所用的电子设备和以微处理机为基础的设备，开发计算机在数据采集、转输和处理等方面的应用并提出有关的建议。目前在电子设备和核测量设备的设计、组装、运行、服务和维修等方面的在职培训请求越来越多。该股已经准备了 200 多套核电子学学习用器材，并已分发给世界各地的研究单位。

**同位素水文学股。**\* 该股的主要工作是，利用稳定同位素和放射性同位素研究地下水的起源和可利用率，以及地下水的更新速度。每年用高灵敏的测量仪器分析将近 1200 个水样，以支持机构在全世界的研究计划和技术援助项目。还给全世界 IAEA/WMO 雨量监测网的 164 个观测站中的 47 个站提供类似的服务。该股每年为这个网分析大约 500 个水样，分析其中的氦和氧-18 含量，大多数情况下还要分析氡含量。其余观测站的样品，是在机构成员国实验室配合下测量的。为了供参照和对比，该股储备了同位素组成不同的一批天然物质样品，并组织样品的装运。这类天然物质有水、碳酸盐、硫酸盐、硫化物、氮和天然气等。氦和某些稳定同位素的参考物质的比对工作是定期进行的，以协助不同国

\* 有关该股的工作和机构在水文学方面的计划的更详细报告，请见《国际原子能机构通报》第 29 卷第 2 期（1987 年）。

**化学股的一台测量铯-90 和氚的液体闪烁计数器。**

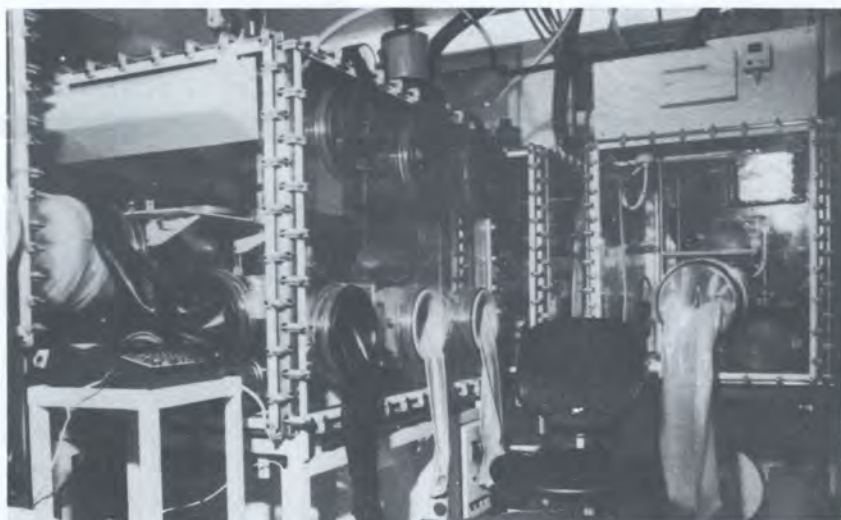




家的实验室核对他们的分析结果。该股还协助一些国家装备同位素水文学实验室，并拟订标准的测量程序。

### 安全保障分析实验室 (SAL)\*

安全保障分析实验室的工作，现已进入第 11 个年头。它为 IAEA 对核设施和核材料实施的安全保障提供分析服务。它设有两个股，对 IAEA 视察受保障的核设施过程中收集到的核材料样品，进行化学分析和同位素分析。它还帮助培训安全保障视察员；致力于安全



安全保障分析实验室化学分析股的手套箱。

\* 有关安全保障分析实验室及其工作的更详细报告，请见《国际原子能机构通报》第 28 卷第 4 期 (1986 年)。

保障取样程序和视察用设备的设计和试验；帮助经管由全世界参与受保障核材料分析工作的 18 个分析

实验室组成的网络。SAL 自己每年分析 1200 个左右的铀、钚和乏燃料的样品。

## 为分析实验室提供质量控制服务

J. J. LaBrecque, S. Ballestra 和 R. Schelenz

国际原子能机构于 1957 年成立以后，分析质量控制，尤其是放射性核素测量的质量控制，曾是人们非常关心的问题。到 1959 年，人数很少的几位科学家和技术人员，在维也纳大饭店机构总部的地下室里建立了一个实验室。3 年后，在摩纳哥建立了一个涉及海洋放射性的类似实验室。实验室活动的重点放在放射性同位素标定上，以便解决世界各个实验室所得测定值之间的差异问题。时至今日，标准化和相互校准，不仅仍是塞伯斯多夫实验室化学股的主要服务项目，而且也是机构其他部门，尤其是摩纳哥国际海洋放射性实验室 (ILMR) 的主要服务项目。

现今，这个计划称作分析质量控制服务 (AQCS)。它主要是组织各种比对研究，提供作为分析物的参考物质，如提供放射性核素，常量、少量和

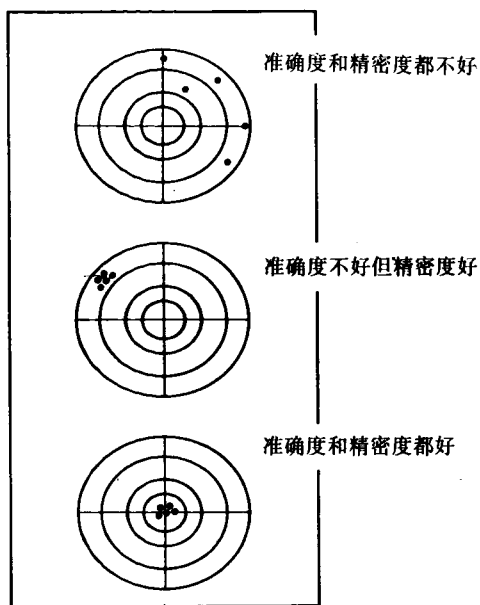
痕量元素的参考物质，提供测定稳定同位素比和光谱分析用的参考物质，乃至提供某些有机化合物的参考物质。

### 计划的基本情况

就结果的可靠性而言，化学测定值一般具有两个重要的属性：即精密度和准确度。一个测定值可以是精密的但并不准确。(见附图。)所谓精密，无非是指测量结果的重复性好；这一点用同一个样品、同一种方法对有关被分析物进行多次测定就很容易实现。但是，准确度(靠近真值的程度)在大多数情况下要求做比较多的工作才能达到，例如：

- 用几种不同的分析技术和分析方法由多名分析人员进行测量。如果这些不同的测量结果比较一致，则可以认为这些结果是准确的。但在有些情况下，对于某种特殊的测定来说，仅有一种分析技术可供使用，或者即使有多种分析技术可供使用，但特定的实验室常常只具备可供一种方法和(或)一种技术使用

Schelenz 先生是化学股股长，LaBrecque 先生是塞伯斯多夫实验室的化学家；Ballestra 先生是摩纳哥国际海洋放射性实验室的海洋化学家。



的资源。

• 参加比对研究。特定实验室报告的结果与利用严格的统计方法由全部结果算出的推荐值相符合的程度，就是该次具体测定的准确度的量度。在这种情况下，比对用样品在组成（基体）和浓度方面，应尽可能与例行被测样品相似。需要定期地进行大量的比对研究，但这种比对研究只能在相当有限的范围内组织，因此，许多重要的基体物质和（或）被分析物都尚未研究过。

• 使用尽可能与待分析物质相似的参考物质。推荐值和测量值之间的符合程度，就是该次具体测定的准确度的量度。因为参考物质的制备和认可是一件困难、费时又费钱的事，所以许多重要的参考物质和（或）被分析物目前没有任何来源。

#### 原子能机构的服务范围

自 1983 年以来，机构一直向世界各地的实验室每年提供大约 1500 份比较样品和参考物质。因此，这些实验室自己就可以评估和控制自己的工作质量。这样一种控制是必要的，因为各实验室所得的结果也许是作出经济的、行政管理的、医学的或者法律的决定依据。

一般说来，参考物质是比对研究的成果。在这一研究过程中，经过严格的统计评价和认可判定，就可以将某些分析物推荐为参考物质。有时，由于数据不足或数据质量不够，一次比对研究还得出参考物质。在通常情况下，大约有 50 个实验室请求参加放

射性核素比对研究，有 100 多个实验室希望参加痕量元素比对研究。

国际原子能机构目前提供的比对样品和参考样品，涉及供各种类型测量用的不同浓度档次的许多种材料和被分析物。由于对机构要求的增多和新分析技术的发展，样品品种可能会增加。例如，目前这项计划正在研究如何用核测量方法测定宏观中子吸收截面，以及如何用质谱法测定供生命科学应用使用的稳定同位素比。

可提供的参考物质可按以下四个基本领域分组：<sup>\*</sup>

• 核物质和稳定同位素的标准样品。备有不同浓度档次的三种钍矿石和七种铀矿石，可用于勘探和开采目的。还可提供供分析痕量杂质用的一种铀的氧化物样品，供水文调查用的水的两种稳定同位素样品。此外，还备有鉴定计算机软件用的  $\gamma$  射线能谱。

• 环境物质。在环境放射性的水平方面，备有奥地利的湖沉积物和土壤样品，可作为天然基质的标准样品，以及模拟的空气过滤器样品。在痕量元素及某些少量和大量元素方面，另有两种湖沉积物样品，一种土壤样品，一种长石样品和一种合成淡水的样品。

• 生物物质。为了满足生命科学方面各种活动的需要，制备并可提供测定被选定放射性核素用的几种参考物质（包括动物骨粉和奶粉）。另一类受到切尔诺贝利核电厂事故影响因而放射性水平提高了的奶粉和乳清粉样品，正在作为比对样品进行分析。还备有带有环境水平痕量元素的其他物质：奶粉、冻干的动物血、黑麦粉、棉纤维、干草粉、动物肌肉、动物骨骼、马肾和人类的混合饮食。

• 海洋来源物质。备有用于测量海洋沉积物、海藻和鱼肉放射性的天然基质标准样品。在痕量元素方面，可以提供海洋沉积物、干的桡足亚纲动物、鱼肉和贝类组织。在各种有机化合物方面，有三种物质即干的桡足亚纲动物、鱼肉和贝类组织已得到认可。

目前，塞伯斯多夫实验室化学股和摩纳哥实验室都在制备受切尔诺贝利核电厂事故影响因而放射性水平提高了的比对样品。将来出版的 AQCS 计划年度目录中，将刊登这些比对样品。这一目录可向塞伯斯多夫实验室索取。

\* 每一种参考物质都有一份完整的报告，说明各自的比对研究的情况，原子能机构塞伯斯多夫实验室 AQCS 计划组可根据请求免费提供此类报告 (P.O. Box 100, A-1400 Vienna, Austria)。有关海洋来源参考物质的更详细技术资料，可向摩纳哥公国摩纳哥海洋博物馆国际海洋放射性实验室索取。