

## 核原料:通过技术合作开发铀资源

综述通过 IAEA 支助的项目在铀资源勘探和开发方面提供的技术援助

Mohamad Tauchid

**铀**作为世界核电厂的基本燃料,在许多国家已成为重要的能源来源。铀并不是天然丰富的矿产,在地壳中的平均浓度仅为 2—4 ppm。在自然界,它大约如同钨或砷那样稀有,但较之镉、汞或银要多些。

产于某些地质环境中的较高浓度的铀,经勘探和开发后有可能成为资源或经济上可采的储量。世界上大多数已知的铀资源都是在几个轮廓鲜明的铀区发现的。铀也可作为金矿和铜矿副产品回收,以及从磷酸生产中回收。

在过去 30 多年里,国际原子能机构 (IAEA) 一直参与援助那些对勘探和开发其本国铀资源感兴趣的国家。自 1959 年 IAEA 第一个核原料领域的技术合作项目开展以来,各项活动已逐渐拥有一系列的技术服务和项目。目前,机构核燃料循环和废物管理处正在执行 42 项技术合作项目(见图)。这些项目中的大部分涉及铀的勘探与开发,以及其后续的工业加工和作为核燃料的利用。目前正在实施这类技术合作项目的有 21 个国家:阿尔及利亚、阿根廷、智利、中国、朝鲜民主主义人民共和国、埃及、加蓬、印度尼西亚、伊朗伊斯兰共和国、马达加斯加、马来西亚、马里、蒙古、巴基斯坦、菲律宾、葡萄牙、阿拉伯叙利亚共和国、

泰国、委内瑞拉、越南和赞比亚。IAEA 还正在支助两个区域培训班,一个在非洲,另一个在亚洲和太平洋地区。

本文介绍核原料领域 IAEA 技术合作活动概况,特别着眼于那些能够影响未来方向的目前发展和趋势。

### 几种项目需要类型

最近常有人问,既然世界各地有充足的铀供应,铀的市场价格又低,为什么一些国家还希望勘探或生产铀。

从 IAEA 收到的对该领域技术合作和援助的一些要求中,可以找到几个答案:

- 有些国家希望勘探和最后生产铀,以便在已制定的和(或)已规划的核动力计划方面,满足他们目前或预计的国内需要。

- 有些国家很想充分利用他们在 70 年代末和 80 年代初铀勘探兴旺时期所获得的经验。他们特别想利用他们所获得的大量勘探数据和他们所熟悉的技术,评估他们的一般矿产资源和研究环境条件。

- 有些国家主要对保存和(或)编列铀地质、勘探和开采方面有价值的资料感兴趣,因为不这样做它们便会丢失。这些资料被认为对未来研究和评价铀和其他矿产资源是非常有用的。

IAEA 正在支助的大多数项目是与铀勘探、开采和矿石加工直接有关的第一类。

Tauchid 先生是 IAEA 核燃料循环和废物管理处高级职员。



通过 IAEA 科学进修金计划组织的萨斯喀彻温铀培训班的科研进修人员在研究地质图

这些项目多数在亚洲和中东。对于这些项目,一个显著的趋势是特别强调研究资源的经济生存能力和环境可接受性,而不是不顾成本地勘探和生产必要的矿产品。实际上,许多这类项目都涉及铀计划可行性的评估。在另外的情况下,特别是在那些从中央计划经济转向市场经济的国家,工作重点主要是放在重新评价已知铀资源的经济生存能力上。

### 矿产资源评价和环境研究

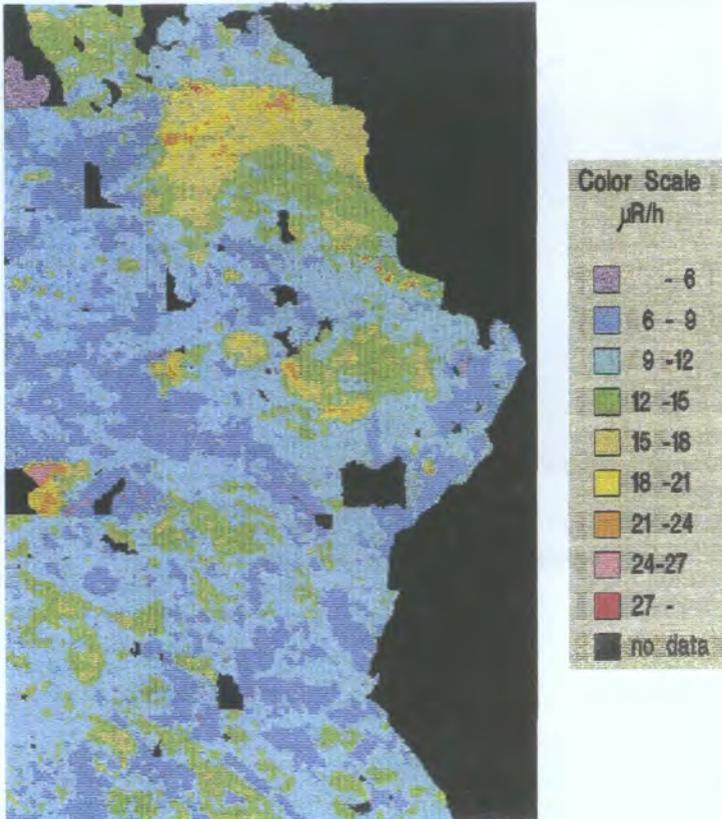
目前,愈来愈多的 IAEA 支助项目涉及,对 70 年代末和 80 年代初铀勘探兴旺时期收集的资料和样品的重新分析。这些数据可用于矿产资源的一般评估,并能为环境监测及相关研究提供背景资料。

包括铀在内的矿产勘探,通常包括可覆盖大面积地区以致整个国家的区域地球化学和地球物理测量。例如,在 70 年代和 80 年代,美国执行了一项称为《国家铀资源评价计划》的 7 年计划,耗资超过 1.5 亿美元。其他的例子有:泰国在 80 年代中期进行的地球物理测量,耗资 2000 万美元;伊朗在 70 年代末进行的覆盖其面积大约

40% 的航空放射性和磁法测量,耗资 3000 万美元。

这些为专门的目的而进行的勘探工作产生了大量的数据和样品。从当时的目的出发,这些数据和样品曾被频繁地处理和分析。今天这些数据和样品常常有更广泛的用途。例如,分析技术的改进使人们对先前收集的地质和地球化学样品,进行更灵敏和更全面的化学分析。此外,标定程序和计算机数据处理方法的改进,已使人们能报道那些可更易与其他地区或国家的数据相关联的定量结果。在这方面,机构通过它的一些出版物对  $\gamma$  射线环境调查和必要的标定作出了重大贡献。

在科学界,对铀勘探数据特别是放射性测量所得数据的价值的认识已有增长。这些数据可用于寻找其他矿产,包括铝(铝土矿)、铜、金、锡、钨和稀土元素。这种认识已使人们对利用现代分析技术重新处理“旧的”放射性测量数据产生较大兴趣。例如,利用这类资料修改已勘探地区和国家的现有地质图,特别是那些为森林覆盖地表出露不好的地区的地质图。另外还有一个好处是为绘制天然放射性图提供了可能。这种放射性图是意外放射性污染情况



本图所示为葡萄牙一些地区的天然放射性水平。在 IAEA 支持下绘成的本图示出 0—27 微雷姆/小时的水平。淡紫到绿色的阴影表示低水平，黄色为中等水平，粉红和红色为高水平。

下进行环境监测和有关研究不可缺少的工具。

IAEA 技术合作项目有些和这类活动有关。例如，在下列国家执行的一些项目便是这样的项目。

**马来西亚。**1980 年，马来西亚地质调查所在马来西亚半岛中部狭长地区 3 万多平方公里面积上进行了航空放射性测量和磁法测量。测量的成果一开始便被用于确定对铀勘探可能有利的地区。1990 年，马来西亚请求 IAEA 审查其上述测量数据的质量，及其在其他方面的可能用处。审查报告建

议重新校定和重新处理这些数据。1992 年，以非常适中的费用编出了一套新的图集，现正被用作中部狭长地区包括放射性矿产在内的矿产评价计划的背景资料。合起来，天然放射性图和三元放射性元素图几乎相当于该地区的一张最新地质图。

**葡萄牙。**IAEA 目前正在支助地质矿产总局矿产开发服务处（最近改名为地质矿产研究所）编制葡萄牙天然放射性图。该项目的资金由 IAEA 和葡萄牙核防护和核安全局共同提供，后者的责任还包括处理各种环境问题特别是与放射性有关的环境问题。葡萄牙的铀勘探和生产历史较长。在 50 年代和 60 年代，该国大部分地区曾进行过车载和徒步地面放射性测量。在 IAEA 项目的名义下，曾就重新校定这些老的测量结果的问题进行研究。业已发现，许多这类旧数据经重新处理，可用来编制该国的天然放射性环境图。人们正把这样的资料与新近的航空  $\gamma$  能谱测量结果结合在一起。该项目即将获得一个新的车载 256 道  $\gamma$  能谱测量系统，以便进行范围更宽的环境研究。

**赞比亚。**IAEA 已帮助赞比亚地质调查局改进其分析实验室和计算机处理设施。在 70 年代进行的铀勘探活动中，根据系统的区域地球化学测量结果绘制了全国的地球化学图。幸运的是与许多国家的通常情况不同，该国大多数地球化学样品保存得很好因而可被重新分析。

赞比亚政府希望通过新近的 IAEA 支助项目，得到有利于扩大国家天然资源蕴藏量的新信息。这样一张地球化学测量图，也将成为环境研究的极好原始资料。

上述例子以及其他类似的 IAEA 技术合作项目，为促进实现联合国教科文组织和国际地质科学联合会《国际地质相关计划》的国际地质测绘项目提供了便利的条件。这个项目包括利用放射性测量技术绘制放射性元素图，而 IAEA 是项目的放射性测量方法指导委员会的牵头者。这个为期 5 年的项目的第二阶段，已在今年年初得到核准。

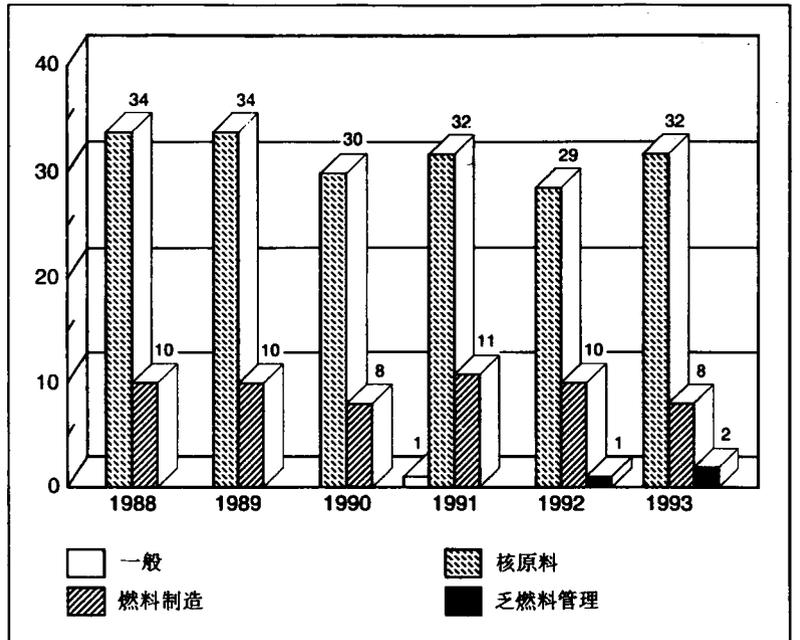
## 勘探数据的保存

另一类 IAEA 技术合作项目涉及铀勘探及有关活动数据的组织和保存。不进行这类工作,以前花很高代价收集的所有资料就有永远丢失的危险。许多这样的资料是在其它情况下将需要重新收集的宝贵财富。它可用于评价未来的天然资源和矿产(不只是铀)。几乎所有这类项目都在非洲,这里许多国家的经济都以矿业生产为基础。然而,过去 30 多年里,非洲的矿业生产增长落后于其他地区特别是亚洲和拉丁美洲。缺乏勘探是造成这种落后的重要原因。

非洲许多地区有大量在殖民地时期产生的和较近期在种种援助计划名下完成勘探活动后获得的地质和勘探数据。不过,大部分数据通常未被条理化,因而很难查找和应用。通过 IAEA 的技术合作项目,支持了一些非洲国家为建立地质和铀勘探资料计算机化数据库所作的努力,这样就把宝贵的数据保存起来且易于检索和利用。一般认为,在扩大一国矿产资源蕴藏量方面,传播原始的地质、地球化学和地球物理资料,如同勘探本身一样重要。因此,IAEA 最近在赞比亚卢萨卡为来自 12 个非洲国家的 17 名专家举办了一期区域培训班。该培训班侧重于计算机化数据库在矿产(特别是铀资源)勘探和开发中的利用。

## 进修金和培训班

IAEA 技术合作项目的重要部分,是为发展中国家选派的科学家安排进修金和科学访问金。要求在核原料勘探和生产方面给予这些服务,仍然高于核燃料循环的其它方面。但是,随着世界范围铀勘探活动的减少,安排 IAEA 科学进修人员已变得非常困难。机构依赖少数国家(中国、加拿大、印度,和在稍低程度上的法国)的慷慨,仍定期安排一些进修人员到这些国家,接受铀地质、勘探、矿石加工和采矿方面的进修培训。



IAEA 1988—1993 年在核燃料循环方面的技术合作项目

为克服这个长期的问题,IAEA 组织越来越多的国家培训班,以满足要求国的专门需要。这类培训班的一个好处是能使更多技术人员同时受到培训。此外,还能使普遍存在的语言困难减至最小。

另一个办法是,与作为东道主的条件较好的研究所合作组织小组进修金培训。这种培训的一个例子,是加拿大萨斯喀彻温里贾纳大学地质系组织的一次关于铀地质、勘探和环境研究方面的会议。萨斯喀彻温作为世界最富和最大的铀矿产地,是这种培训的特别合适的场所。

这种方法是 IAEA 成熟的跨区域和区域培训班的补充。从 1969 年至 1985 年,IAEA 几乎每年都组织铀勘探领域的培训班。这段时间几乎所有国家都有铀资源评估活动。根据一些国家现在所要求的援助类型,办班方向已发生变化。单纯的铀勘探方面的培训班已很少开办,而涉及计算机应用的要求日益增多。可以预见,未来的培训班可能包括涉及管理和环境影响的研究,以及铀矿床开发和生产方面的安全实践等课题。 □