

发展中国家的环境同位素水文学实验室

它们在水文学和地球化学研究诸领域的作用、经验和问题

在本世纪内,全世界的耗水量增加了十倍,但估计尚有 20 亿人的饮用水供应仍然不足。在未来的岁月中,随着世界人口的增长和工农业用水量的增加,清洁淡水的需求量可能会增加得更快。这种情景有助于说明为什么必须加强保护现有水资源,开发可持续供应的新水源,以及改进水的分配和管理系统等方面的工作。

需求的增长速度和缺水问题的严重性,在发展中国家中尤其突出,迫使人们更加重视水资源的研究和勘探,从而可以更细心地评估和管理好水资源。

在这一方面,现在不少国家已采取一些措施,包括建立了一批水文学实验室,以便从分析技术方面支持利用环境同位素技术和其他方法的野外研究。(见第 13 页附框。)有 28 个发展中国家已建立了 60 多个为水文学和地球与环境科学其他领域的科学研究服务的实验室。(见附表。)许多实验室是在国际原子能机构(IAEA)的大力支持下建立的。IAEA 通过其科学与技术计划在规划、设备和操作方面向它们提供了大量的支助。这几年,对 IAEA 设在维也纳的同位素水文学实验室提供分析服务的请求日益增多,这就使建立本国的实验室一事变得更有必要。

本文根据 IAEA 的经验,介绍了发展中国家的环境同位素水文学实验室的作用、经验和问题,并就实验室的建立、人员配备

和运行等重要问题提出了一些具体意见。

实验室的建立

发展中国家环境同位素水文学实验室的首要任务,是为在有实际意义的水文学问题研究中应用同位素技术提供必要的分析支助。此外,它们也可为地热勘探、地球化学、地质学和环境研究等相近领域的研究工作提供支助。这种扩大业务范围的做法应予以鼓励。

目前,有些实验室隶属于直接从事水资源评估和管理的国家研究机构,另一些则隶属于国家原子能委员会(AEC)或大学的研究所。两者各有利弊。

与水有关的研究机构。从原则上讲,直接参与水资源评估和管理的机构,最适宜于用同位素技术解决水文学方面的实际问题 and 设立环境同位素水文学实验室。这些机构的科技人员通常拥有水文地质、水文学或水利工程方面的基础知识。他们还有钻井、测井、测水压面和排水量、采集化学分析用地表水和地下水样,以及测绘等方面的大量现场经验。他们接触的绝大部分是实际应用问题,如果他们和实验室科研人员之间能建立起有效的合作关系,就能产生有实际意义和科学意义的重要成果。

但是,实验室和野外工作人员之间建立这种良好合作关系的条件并不总是很容易具备的。原因之一与他们所从事的学科有关。要一个物理学家或化学家通晓地下水系统的地质学基础知识(通常不需要了

Roberto
Gonfiantini
和 Willibald
Stichler

Gonfiantini 先生是 IAEA 同位素水文学科科长,Stichler 先生是该科职员。

亚太地区的环境同位素水文学实验室

		分析能力		
中国:	北京铀矿地质研究院, 北京	SI		
	中国科学院地质研究所, 北京	SI	T	C
	中国地质科学院矿床研究所, 北京	SI		
	北京大学地质系	SI		C
	地质矿产部岩溶地质研究所, 广西桂林	SI	T	C
	南京水文学和水资源研究所	SI		
	地质矿产部水文地质与工程地质研究所, 河北正定	SI		
	煤炭工业部、煤炭地质与勘探研究所, 西安	SI		
	中国科学院盐湖研究所, 西宁	SI		
	中国科学院地球化学研究所, 甘肃	SI	T	C
注: 中国约有 30 个实验室可进行水的同位素分析。此处列出的仅是一部分。				
印度:	巴巴原子能研究中心同位素处, 孟买	SI	T	C
	国家地球物理研究所, 海得拉巴	SI	T	C
	原子矿物研究处, 海得拉巴	SI		
	印度农业研究所核研究实验室, 新德里	SI		
	物理研究实验室, 艾哈迈达巴德邦首府纳符兰普拉	SI		C
印度尼西亚:	同位素与辐射应用中心, 雅加达*	SI	T	C
	核材料和仪器仪表研究中心, 日惹	SI		C
大韩民国:	新能源研究所, 青南*	SI		
马来西亚:	科学技术与环境部核能局, 加影*	SI	T	
巴基斯坦:	核科学技术研究所, 伊斯兰堡*	SI	T	C
越南:	核技术中心核研究研究所, 胡志明市*			C

SI=稳定同位素; T=氚; C=碳-14

* 得到 IAEA 大量支助的实验室。

注: 此表是以向 IAEA 提供的资料为基础编制的。

解得很详细)和野外调查中常用的经验方法,可能是困难的。另一方面,水文地质学家也许会发现,要彻底弄懂同位素技术是困难的,即使粗略地弄懂决定着同位素在不同天然水体间的分配状况的那些物理化学过程也是困难的。IAEA 提供的专家,可以帮助野外工作人员与实验室工作人员沟通。

实验室隶属于水资源机构的另一缺点是,那里的支持性基础设施往往不足以帮助这类高技术实验室的例行运转。这些单位常常没有电子学间,没有玻璃吹制设施,图书馆里也没有同位素方面的书籍和科技杂志。

由与地热水打交道的研究机构主管的实验室,情况通常要好些。实际上,这些研究机构对于地球化学方法(和属于这一范畴的环境同位素技术)是比较熟悉的,因为在勘探地热区时经常用到这些方法。

国家原子能委员会(AEC)的研究中心。这些研究中心通常由科技水平比较高的许多实验室组成。隶属于这些研究中心的同位素水文学实验室,原则上可享用高效地开展日常工作所需的最好条件。然而,由于常常缺乏水文学专业人才,他们必须与水资源研究机构密切合作。

这种合作的成功与否,主要取决于双方参与合作的人员——取决于他们的能力、干劲,以及双方对于建立和发展科学交往与合作关系的兴趣。开始时,IAEA 的专家可以帮助他们与水文学研究机构挂钩和磋商,帮助他们选择可以应用同位素技术解决的现场问题。这种合作关系一经建立,实验室的科研人员就会在野外工作方面具有一定的自治能力。理想地说,实验室在人员和设备方面应做到能从挑选出的地点收集样品,而不必总是依赖其他研究机构。实验室还应参加有助于加深对上述问题的了解的所有调查工作,并能就特别适宜于应用同位素技术的那些方面接受他人的咨询。例如,取样技术方面的某些困难,也许只有同位素专家才能帮助克服。

无论如何,把实验室办成坐等顾客和

仅仅提供同位素分析结果的服务性机构的想法是不可取的。这种态度会削弱所需的脑力劳动量,使工作人员失去科研兴趣和科研工作能力。要不了多久,分析结果的质量就会下降。

大学。从原则上讲,大学是从事科学研究的理想场所。那里能够比较容易地采用从事水文学、地球化学和环境研究所需的那种跨学科方法。此外,教学活动和研究活动都将有助于年轻科学家的成长,确保任何特定科学领域的发展和连续性。这意味着,新的水文学家(地球化学家,环境科学家)将能学到这些技术的基本知识,有利于他们在今后的专业生涯中使用这些知识。

然而,大学也有一些不足之处。首先,尤其是发展中国家,大学的经费往往不足,这会影晌这样一种高科技实验室的工作连续性。其次,这些大学可能正在从事科学上有意义而且十分重要,但实用意义较小的项目。有些人也许不把这一点视为缺点,因为大学的主要任务是培养新科学家,而科学研究始终是一种投入。但是,重要的是要在纯科学研究和实际应用之间找到合适的平衡点。

人员配备和基础设施

同位素水文学实验室所需的分析仪器,例如同位素质谱仪和低放射性液体闪烁计数器,是市场上很容易买到的。从原则上讲,如果能获得足够的财政支助,有合适的基础设施,能招聘到合格的工作人员,那建立和装备一个实验室是比较容易的。

所需的基础设施相当简单:足够的建筑面积(包括一台测量稳定同位素的质谱仪、一两台测氚和碳-14的液体闪烁计数器、若干样品制备系统在内的设备齐全的实验室所需的最小面积约300 m²);自来水;可靠的电源;空调(在又热又潮的地区是必不可少的);干冰和液氮;一个电子学间;最好还有一个金工间。

技术人员应包括适当数量的实验室化学技师(理想的做法是为每种被测量的最重要同位素至少配备一名技师)和一名在

拉丁美洲、中东和欧洲地区的环境同位素水文学实验室

拉丁美洲		分析能力		
阿根廷:	布宜诺斯艾利斯大学地质年代学和同位素地质学研究所	SI	T	C
巴西:	西阿拉州福塔莱萨市联合大学物理系			C
	核能农业中心,皮拉西卡巴*	SI		C
智利:	智利核能委员会,皇后核研究中心,智利圣地亚哥*	SI	T	C
哥伦比亚:	波哥大核研究所*	SI	T	C
古巴:	国家水利资源研究所,哈瓦那		T	
墨西哥:	电学研究所,莫雷洛斯市奎尔纳瓦卡	SI		
	墨西哥水技术研究所,莫雷洛斯*	SI		C
	墨西哥国立大学物理研究所,墨西哥城	SI		
乌拉圭:	乌拉圭共和国大学放射化学系,蒙得维的亚*			C
中东和欧洲				
阿尔巴尼亚:	核物理研究所,地拉那*	SI	T	C
希腊:	国家物理学研究中心,雅典*	SI	T	C
冰岛:	冰岛大学,雷克雅未克*	SI	T	
伊朗:	能源部水资源研究所,德黑兰*	SI	T	C
约旦:	约旦水管理局,阿曼*	SI	T	C
波兰:	矿冶科学院核技术和物理研究所,克拉科夫*	SI	T	C
葡萄牙:	国家工程技术工业实验室,萨卡文*	SI	T	C
罗马尼亚:	原子物理研究所,布加勒斯特		T	C
土耳其:	国家水利工程总局,安卡拉*	SI		
南斯拉夫:	放射性同位素在科学与工业中的应用中心,斯科普*	SI	T	C

SI=稳定同位素;T=氚;C=碳-14。

* 得到IAEA大量支助的实验室。

注:此表是以向IAEA提供的资料为基础编制的。

非洲的环境同位素水文学实验室

		分析能力		
阿尔及利亚	核技术开发中心, 阿尔及尔	SI	T	C
埃及	中东地区阿拉伯国家放射性同位素中心, 开罗		T	
	原子能研究所	SI		
苏丹	国家水资源管理局地下水研究部门, 喀土穆*		T	
尼日尔	理学院地质系, 尼亚美*			C

SI=稳定同位素; T=氚; C=碳-14。

* 得到 IAEA 大量支助的实验室。

注: 此表是以向 IAEA 提供的资料为基础编制的。

计算机使用和接口技术方面有经验的电子学工程师。最好还有一名能在需要时招之即来的玻璃工。

科研人员至少应包括一名物理学家、一名地球化学家和(或)一名野外水文学家或水文地质学家。物理学家主要负责实验室的运行和数据的质量,另两名专家负责确定需要研究的问题和帮助采集样品与判读数据。

在许多情况下,IAEA 通常可帮助培训科研和技术人员,并在实验室设备安装期间提供专家援助。此外,IAEA 还可提供一些设备,其中包括测定天然化合物中同位素比的微小变化所需的质谱仪和探测极低浓度的环境放射性同位素用的液体闪烁计数器 and 正比气体计数器。

实验室的运行

许多发展中国家在实验室例行运行期间碰到不少问题,特别是在设备安装好和 IAEA 的技术援助结束以后。人们最关心的问题是:

设备维护和备品备件。可以预料,随新仪器提供的第一批备品备件将在二三年内用完,这些仪器中原先没有提供备件的部件也可能损坏。从制造厂家那里购买新部件需要硬通货,而这在许多国家中是难以搞到的。有时订购备件需要一年以上的时

间,时间的拖延往往造成实际的后果。例如,质谱仪如果放在那里一年不用,那就可能很难让它再转起来,因为这是一种高度复杂的仪器。实验室的一部分重要设备长期不工作,也会影响工作人员的士气和生产率。

因为有这么一些潜在的问题,作出组建同位素水文学实验室(或任何一个采用高精尖设备的实验室)的决定时,应该考虑能否获得硬通货。通常所需经费数目不大,每年大概需要 1000—10 000 美元。

在某些情况下,IAEA 可通过一国或地区的技术合作项目帮助解决设备维护问题。IAEA 可提供急需的备件,提供能帮助查出仪器失灵和故障原因的专家并进行修理。然而,这个援助渠道只在大修及某些特殊情况下是可取的,不适用于日常的维护。

人员配备。应很好地挑选科研和技术人员并有一定的鼓励措施,如有可能,这些科技人员的工资应该与国营和私营的其他研究机构中同等专业水平科技人员的一样多。这样就能减少花费了大量时间和金钱培养出来的有经验人员的流失。

实际上,发展中国家有经验人员的流动性一般比较大,因为许多研究机构不能提供象竞争者所能提供的那样多的薪水和提拔机会。遗憾的是,这个问题不易解决,因而值得每个国家充分重视。无疑,应该采取措施避免工作人员象过去经常发生的那样流失。

科学交流。发展中国家科学家遇到的另一个困难是出差经费少,因而往往处于与科技界相隔绝的状态。参加科学会议、访问其他研究机构以及与同行交换意见,不仅有助于科学家们了解自己所从事领域的最新发展,而且有助于就具体问题建立合作关系。这些活动归根结底都将有助于他们的研究工作保持高质量,使科学实验室或研究所持续地顺利运转。

虽然 IAEA 能够通过其科学访问计划和给其学术会议和研讨会提供财政支助的方式给予帮助,但规模有限,不足以全部解决这个困难。

促进科学联系和合作的一个好办法是

同位素在水文学研究中的应用

在自然界中,环境同位素相当丰富。分析此类同位素,是地球天然资源科研工作的重要组成部分。从本质上看,同位素是同一种元素的几种形式,它们的化学性质相同但核性质互不相同。

众所周知,不同水体中的环境同位素含量是不同的,因而可以用几种同位素的数量和比例来描述或示踪水源的特征。例如,借助环境同位素可以揭示地下水的来源,显示近期是否得到雨水和地表水的补给(这在干旱地区是很关键的一个问题),确定地下水的年龄以及地表水和地下水之间或者两个含水层之间的互连情况。因此,环境同位素可以帮助水文学家了解各种水体系的状况。水体系通常是相当复杂的,而在地下水体系中,水文学家只能在为数不多的几个地点进行直接观察。水文学研究中用到的比较重要的同位素是稳定的氘(氢-2)和氧-18,以及放射性的氚(氢-3)和碳-14。

利用同位素的核技术已成为一种精密的工具,它们往往与其他研究方法结合起来用于研究水资源。灵敏的现代化仪器和装备,如液体闪烁计数器,可以准确地探测水中极少量的环境放射性同位素。在过去20年中,发展中国家已建立了一些环境同位素水文学实验室。发展中国家的科学家正愈来愈多地把这项技术作为一种研究工具加以利用。

上图为智利原子能委员会实验室里的同位素比质谱仪。下图为哥伦比亚波哥大核研究所的液体闪烁计数器。



通过协调研究计划把发展中国家和发达国家的研究机构连在一起。每18—24个月举行一次的有所有参加单位代表参加的研究协调会议,尤其可使各种联系得到加强。

就某些方面而言,IAEA专家在技术合作项目范围内对发展中国家的访问,会有

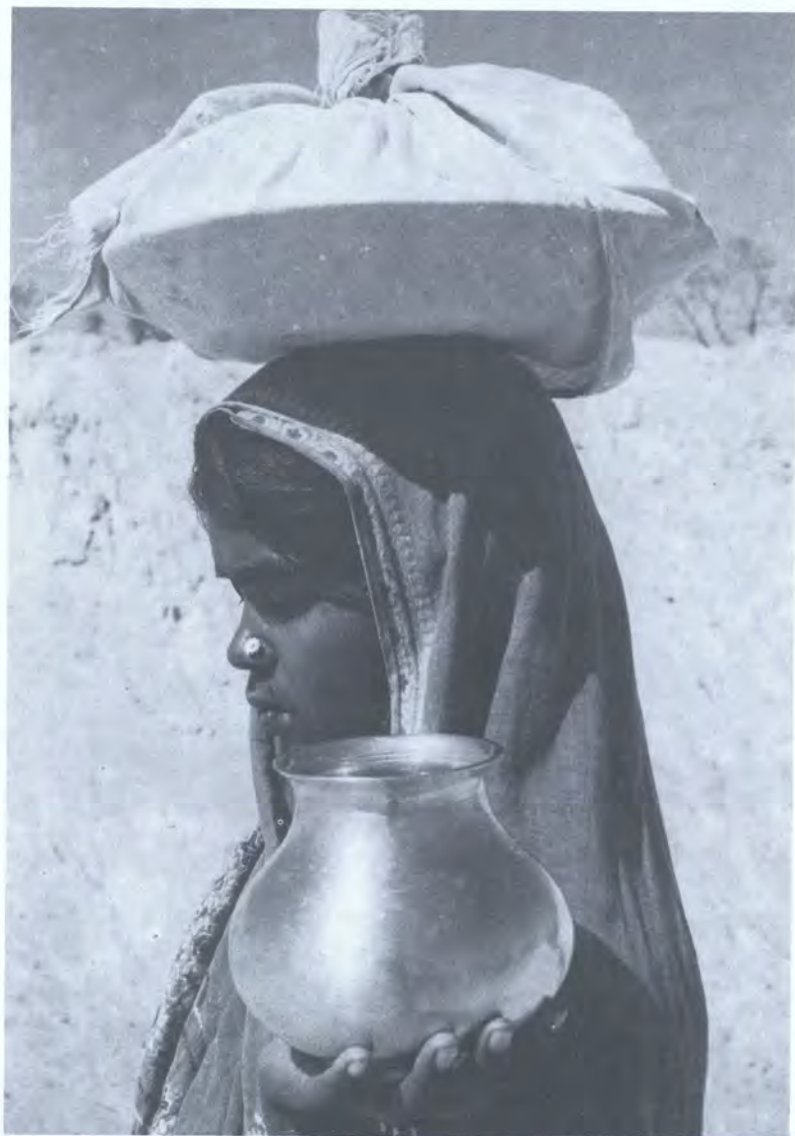
助于打破当地科学家的孤立状态。最近的一种趋势是聘用本地区其他发展中国家的专家。尽管从许多方面来看这是一种积极的发展,因为这些专家熟悉本地区的问题,但是这会减少当地科学家接触先进的科技发展趋势的机会。从长远看,聘用本地区专

家可能会加重而不是减轻当地科学界的孤立状态,而且这可能会扩大发展中国家与科学比较发达国家之间的差距。不过,这样一种结论不一定普遍适用。水平和经验(包括专家本人及其所在研究机构的水平和经验)仍然是选聘专家的最重要因素。

其他任务。除了将同位素技术用于水文学、地球化学和环境问题外,其他方面还存在一些应该由环境同位素实验室执行的重要任务。对于这些任务,其主管机构理应给予资助和鼓励。其中包括:

- 建立全国性的收集同位素(氘、氚和氧-18)分析用降水样品的常设站网。随着时间的推移,可利用这些观察资料建立数

在今后的岁月中,印度等国家的饮用水需求量预计将迅速增加。



据库,总有一天会证明这样的数据库对许多调查工作是很有用的;

- 定期监测选定江河、湖泊、大型涌泉等水体的同位素组成变化。这将充实上述数据库,并提供一套也许会引出需要另外进行调查和找到另外一些用途的信息;

- 规划实验室实验并组织实施,以研究在野外研究中遇到的特殊条件下也许会发生同位素分配情况;

- 举办有关环境同位素的科学基础知识和各种应用的培训班;

- 接待读大学学位论文的学生进行所需的实验工作。

一种折衷的解决办法

鉴于没有普遍适用的有关建立环境同位素水文学实验室的规则,只能根据每种情况的具体特点加以评估。这种评估工作通常不大容易做,这里给出的几点看法定能有助于做好对拟议中实验室的建立、人员配备和运行的评估。

实验室的建立和高效运行的先决条件包括,具备合适的基础设施和支付运行费用、购买备件及开展野外调查所需的资金。

总的说来,AEC的研究中心通常都有很好的基础设施和辅助设施,其次是大学,这些地方还有能激励人们上进的从事脑力劳动的环境。另一方面,与水资源打交道的组织更适合于找出和评估有实用意义的现场问题。

在经费要求方面,从长远来看,考虑到普遍存在的经济问题和研究重点的转移,恐怕不能过多地指望国家对水文学实验室的支助。为了帮助一些国家,IAEA已在亚太地区 and 拉丁美洲以区域合作计划(分别称作RCA和ARCAL计划)的范围内建立了一些援助体制,以提供一些财政援助。

不过,环境同位素水文学实验室能否成功地建立和运行,归根结底取决于工作人员的素质。一个实验室只要拥有意气风发、技术精通和信心十足的科技人员,它就能成为本国致力于解决实际问题和保护宝贵自然资源的重要核心力量。