

可持续发展的好兆头:核能的贡献

在世界上许多国家,可持续发展的目标正在把人们的注意力集中于以核为基础的技术产生的好处方面

Arshad Khan,
Lucille Langlois
和Marc Giroux

当一百年多一点时间以前发现放射性时,没有人能预见其深远的影响。这一发现打开了一个崭新的、令人兴奋的科技学科的大门。该学科已对世界产生巨大的,既可怕又有益的冲击。IAEA 自 40 年前即 1957 年成立以来,一直紧密地围绕核能及其国际和平发展这两个方面开展工作。机构的日常工作主要是,帮助各国共同努力防止核能用于恐吓目的和促进其造福世界的安全利用。

在过去的 40 年里,核和辐射技术广泛应用于能源和环境、医学、农业和工业以及其他领域并取得了重大成就。例如,借助这些技术人们可以探测、追踪、描绘和测量肉眼看不到的东西,摧毁癌细胞和病菌,准确地寻找水源和以环境上清洁且经济上有竞争力的方式大量发电。

本文讨论原子的和平贡献,尤其是在 IAEA 为促进可持续发展所开展的活动的范围内的贡献,以及核能的多方面的和多种多样的应用。核和辐射技术的有益应用,已成为满足拉丁美洲、非洲、亚洲和世界其他地区的各种需要和解决各种问题的有价值的,甚至有时是必不可少的手段。

Khan 先生、Langlois 女士和 Giroux 先生是 IAEA 核能司规划和经济研究科职员。

医学和保健需要

核技术最常见的和广泛接受的应用,也许是在医学领域,如诊断、成像和癌治疗等。事实上,没有诊断放射学和放射治疗,现代医学是不可想象的。这些技术已变得如此平常、可靠和准确,以致在西方工业化世界里,约 1/3 的病人经历过某种形式的放射诊断和放射治疗。

IAEA 的核医学计划帮助世界各国所有从事这些设备操作的人员保持高度的专业水平,并保持他们在诊断和放射治疗中使用的设备的精度和质量。机构还为目前正在放射学、放射治疗和核医学领域工作的医学物理工作者提供高级培训援助。这种援助有助于确保各国建立高质量辐射诊断和治疗的能力。IAEA 与世界卫生组织(WHO)一起,通过全球实验室网进一步工作以确保诊断和治疗中辐射测量结果的一致。

人体营养研究。目前愈来愈备受关注的另一种特殊应用是,利用同位素技术评价人体营养状况和测定营养计划的效果。这种应用较可替代的程序具有许多优点。它允许非侵入性地尽早正确检测营养缺乏情况,从而有助于想出适当的补救办法。机构参与了一些开拓性的利用这些技术评估维生素 A 和



人们从多种途径和方式看到利用核能带来的好兆头。顺时针上左起：矿物燃料燃烧排向大气的气体排放量通过利用辐射技术可以减少，而利用不释出二氧化碳的核电厂发电则可以避免气体排放。(Carnemark/世界银行)海洋科学家使用核技术分析样品，以测定杀虫剂和其他化学品造成的污染。(IAEA-MEL)在非洲、拉丁美洲和其他地区，正在利用基于核的分析方法评估和改善儿童的营养健康。(Carnemark/世界银行)让田野更加郁郁葱葱是 IAEA 支助的诸多项目的实践目标，这些项目帮助农民研究和解决影响粮食和农业生产的各种问题。(IAEA)在缺水的地方，同位素水文学手段正在帮助有关国家更好地认识和管理现有的水源，以及评价未来的水源。(Marshall/IAEA)

铁缺乏、骨病、营养不良和母亲及儿童的营养要求的工作。眼下,全世界有 8 亿人长期处于营养不良状态,并有 10 多亿人因缺乏营养而患病或丧失劳动力。

为了帮助改变这种局面,IAEA 正在开发和转让能使尽早探知和治疗成为可能的以核为基础的评估手段。这样一些高度专业化的技术,能够成为改善世界人口营养所作努力中的“可持续解决办法”,而机构支持的项目正有助于各项计划在拉丁美洲各国和其他地区的实施。

粮食、水和农业必需品

水资源。世界虽有足够的水,但非常需要水的地方却不一定有水。缺水已日趋严重,而同位素技术在示踪和测量地下水资源的范围方面常常是很有用的。同位素技术为管理和节省现有水源和查找新的、可补给的和可开发的水资源,提供了重要的分析手段。根据分析结果,可就这些水资源的可持续使用的规划和管理,提出明智的建议。

IAEA 有一个支持发展活动的专用同位素水文学实验室,通过一些项目向长期缺水的国家(例如摩洛哥、塞内加尔和埃塞俄比亚)提供援助。在最近的十年里,机构已支助价值 2000 万美元的近 160 个项目帮助各国开发在水文学同位素应用方面的国家能力。这些国家的约 550 名科技人员已接受了有关技能方面的培训。

农业应用。核技术在农业领域中的使用,对发展中国家有头等重要的意义。应用于该领域的放射性同位素和辐射技术能够:

- 诱发植物突变,以获得所要求的农作物品种;
- 确定利用肥料和水以及生物固氮的最佳条件;
- 根除或防治害虫;
- 提高植物物种的遗传变异性;
- 通过抑制萌芽和消除污染以及延长粮食的贮存期,来减少收获后的损失;和

● 帮助确定农药和农用化学品在环境和食物链中的迁移途径。

测量作物氮摄取量。机构与联合国粮农组织(FAO)合作,改进了氮-15 技术,以测量植物从大气中、土壤中和所施肥料中摄取的氮量。该技术提供在整个生长季里固定的总氮量估计值。借助这种方法,可以确定一些单产和蛋白质含量都较高的固氮效率更高的豆科植物,并把它们选择出来供育种之用。FAO 和 IAEA 在世界范围内联合支助约 30 个旨在生产和使用生物肥料以提高生物固氮和粒用豆类产量的项目。使用这些生物肥料,已使孟加拉国、中国、印度、马来西亚、巴基斯坦、菲律宾、斯里兰卡、泰国和越南等国粒用豆类产量增加 25%。

根除害虫。昏睡病是一种众所周知的由采采蝇传播的疾病。采采蝇这种害虫的存在妨碍了非洲一些大的地区的开拓和发展。虽然一些害虫在西非已暂时得到防治,但根除采采蝇已证明是一个难以达到的目标。目前,机构与 FAO 一起正在有效地防治一种已使坦桑尼亚的桑给巴尔岛上的家畜受到相当大损失的害虫;当地主管部门深信,这种害虫能被根除。

在桑给巴尔岛所做努力的一个重要部分是使用基于辐射技术的昆虫不育技术(SIT)。这种技术是在孵化之前通过辐照使工厂饲养的雄性昆虫绝育,随后向侵染区释放数百万只不育昆虫。当它们在旷野与雌蝇交配时,不会生育后代,这样就可以逐渐地减少并最终根除这种虫口。这项技术对于桑给巴尔岛之类受外部重新侵染的风险极小的有限地区来说尤为有效。

近几年里,昆虫不育技术也已成功地用于防治其他多种害虫,其中包括造成重大损失的地中海果蝇和新世界旋丽蝇,光是前者就已侵害 82 个国家 260 种水果和蔬菜,后者危及数百万头牲畜。在墨西哥的塔帕丘拉,建有世界上最大的饲养不育的地中海果蝇的工厂。在墨西哥的图斯特拉亦建有大型的旋丽蝇饲养工厂,它在 1991 年根除新世

界旋丽蝇的成功战斗中起了重要作用。在过去的 30 年里,墨西哥根除旋丽蝇的效费比保守地估计约为 10:1,按货币计,这意味着在这段时间里带给墨西哥经济的利益至少为 30 亿美元。基于世界上取得的昆虫不育技术的经验,IAEA、FAO 和利比亚主管部门数年前成功地在受到过旋丽蝇严重危害的利比亚根除了旋丽蝇。大量不育蝇曾从墨西哥被空运到的黎波里并释放入利比亚的侵染区。墨西哥目前正为中美洲根除运动提供不育旋丽蝇,并将为加勒比地区开展类似的运动提供这种旋丽蝇。

使用昆虫不育技术根除这样一些破坏性害虫,是对任何国家以环境上可持续的方式养活自己和他人的能力的重要贡献。这项技术能够确保农业生产的质量和数量,却不需要额外地广泛使用在其他情况下会被释放到环境中的化学品。

扩大作物的遗传变异性。作为旨在改进个别地区农业经济条件的努力的一部分,电离辐射在植物育种领域已使用几十年。这种研究的一部分工作,在机构设在奥地利塞伯斯多夫的自己的研究实验室里进行;地区特定研究或国家特定研究,通过 IAEA 支助的农业研究计划在全球范围内进行。通过把突变与植物体外繁殖战略相结合,这种研究已使人们能够成功地生产高粱、大蒜、小麦、香蕉、扁豆、鳄梨和胡椒的新的更抗虫害和更适应苛刻环境条件的基因型/突变品系。

保藏食品。世界各地愈来愈多地利用辐照技术保藏食品。在 37 个国家里,卫生和安全主管部门已批准 40 余种食品可以辐照,其范围从香料和谷物到去骨鸡肉、水果和蔬菜。今天,消费者可以像他们在法国能享受的那样安全地享受辐照过的草莓,或像享受泰国当地生产的香肠那样享受辐照过的香肠。

这里,还需要制定规则 and 标准以管理该技术的安全应用。早在 1983 年,食品标准委员会已就辐照食品通过一项世界标准。该委员会是 FAO 和 WHO 的联合机构,代表 130

多个国家。此外,一个专家委员会已向该委员会报告,任何食品商品的辐照,在其最高平均剂量为 10000 戈瑞时,不会出现毒物学危险,不需要作进一步试验,并且不会带来特殊的营养问题或微生物学问题。*

各国政府对此工艺感兴趣的原因有多种:

- 由于侵染、污染和变质,收成后的粮食损失很大(通常为粮食总产量的 25%);
- 担心食品传染疾病;
- 食品国际贸易不断增长,必须符合严格的质量和检疫进口标准。

在食品标准委员会就食品本身实施监督的同时,国际辐射防护条例保证着辐照设施的安全运行。IAEA 帮助制订这种条例,并经常向那些希望试验或使用这种技术的国家提供援助。

牲畜健康、繁殖力和疾病防治。牲畜对大多数发展中国家的可持续农业虽然极其重要,但其繁殖力常常比工业化国家低得多。如果注意动物营养、繁殖作业和健康,特别是注意控制和防止疾病,则可以提高牲畜产量。这可以通过采用核及相关技术来实现。IAEA 与 FAO、欧洲联盟和其他伙伴一道,正在帮助非洲和其他地区的国家来控制、监视和最终从他们的领土上根除牛疫。在非洲,这场运动效果一直很明显。参加这一运动的 34 个国家现在一致认为,再过 5 年可以根除牛疫。

能源和电力需要

在能源领域,核应用给环境带来巨大的好处,而且不只限于清洁电力生产。

地热资源调查。由于 IAEA 设在维也纳的同位素水文学实验室和其全球伙伴的分析能力,地热系统调查能得以改进,其资源

* 1 戈瑞=1 焦耳/千克,是用于计量受辐照物质所吸收能量的计量单位。

核电在环境方面的好处

使用核燃料而不是燃烧矿物燃料为电厂输入动力,也许是解决全球变暖威胁问题的一种办法。在帮助各国减少或抑制其二氧化碳(CO₂)(与全球气候变化相关的气体)的排放量方面,核的作用已相当大。如果用燃矿物燃料电厂代替世界目前运行中的核电厂,则来自能源部门的CO₂排放量将增加8%以上。这个水平几乎等于利用水电避免排放的CO₂量。电力生产中核电份额高的国家,例如法国、瑞典、比利时、西班牙、瑞士和美国,避免排放的CO₂量明显更大。1980年到1993年间,法国的CO₂释放量已降到1/8,二氧化硫释放量已降到1/10。在此期间,法国的总发电量增加约一倍,主要靠的是发电量中核电份额由约25%增加到75%以上。同样,瑞典主要通过用核动力代替发电用的石油和其他矿物燃料,大大减少了大气释放量。据报告,就经济合作与发展组织的全体工业化国家而言,在过去的25年里,核动力在降低能源经济中碳的使用量方面的作用愈来愈大。

这些成就表明,需要对不同的发电方案作客观的比较,并且核动力在环境方面的好处是可以许多数据证明的。鉴于成员国对这种为能源规划服务的全面比较感兴趣,IAEA已开发并分发了一套计算机工具和数据库。它们构成一个分析框架,以便人们分析发电用所有能源链的经济、健康、环境和社会问题。

的利用也可达到最优化。在一些国家(例如,哥斯达黎加和尼加拉瓜),机构提供的同位素技术已用于绘制地热资源图和决定设施的最好位置。

消除气体排放物。在常规燃煤电厂的高烟囱中使用加速器产生的电子束,可以实际上消除向环境排放的硫和氮。事实上,在加入铍之后,这些可能污染环境的烟气被转化成肥料——硫酸铵及硝酸铵——和水。这种巧妙而新颖的方法,目前正在波兰华沙附近实施的一个由IAEA支助的项目中得到论证。昔日的炼金术士曾充满憧憬地梦想把铅转化成金,今天的能源计划者正现实地看到污染环境的气体被转化成作物的宝贵食物。

核能。毫无疑问,全球能源用量将迅速增加,一是因为世界人口正在大量增加,一是因为能源(特别是电的使用)是人们追求的更高生活标准的一个极其重要的部分。孟加拉国和坦桑尼亚年人均耗电量不足100 kWh。瑞典年人均耗电量为15000 kWh,墨西哥年人均耗电量约为1250 kWh。鉴于世

界人口不可避免的増加,世界各国正大力发展经济和城市化趋势日益增强,世界能源会议预测到2020年世界耗电量将增加50%—75%便不足为奇了。

目前,世界电力中63%来自热能(煤、石油和天然气),19%来自水力,17%来自核能,0.5%来自地热,不足0.1%来自太阳能、风能和生物量。随着时代发展、资源的开发和新技术的出现,以及人们更加关心环境问题,上述能源状况将会明显地改变。合理的能源生产和使用,必将成为可持续发展的一个重要方面。基于迄今获得的经验,核能将在未来任何能源混合体中起重要作用。

核电前景。70年代,尤其是为了减少对石油的依赖,人们曾对核电表示极大热情,并期待核电获得迅速发展。由于80年代的高通货膨胀和较低经济增长,能源需求的增长较预期的要慢,并变得对价格更敏感。譬如,一些国家(如墨西哥和巴西)构想的大的建造计划未能实现。三里岛事故后要求做出的许多与安全相关的改变,使核电亦丧失了

某些经济竞争力。

这些经济因素以及日益增加的对核电的政治反对,减缓了核电工业的发展。作为更大的环境保护运动的一部分的对安全和废物处置的担忧,进一步阻碍了一些国家对核电的进一步投资。目前,西欧和南北美洲的更多的核电厂的建造处于停滞状态。西欧和南北美洲近几年缓慢的经济增长和发电工业的超容量,已致使几乎不再建造任何类型的大型基荷电厂。只有在东亚,特别是日本、大韩民国和中国,还继续大力建造核电厂。

然而,核电仍是我们未来能源的一个切实可行的组成部分,其理由是:

经济竞争性。对国家、电力公司和消费者来说,能源方案的经济竞争性仍是重要的。从经济观点看,目前核电与煤以及在某些场合与天然气,处于大致相同水平。然而,核电要求较大量的预先投资,这在资金缺乏的发展中国家是不利因素。由于核技术比较年轻,在合理化、标准化、模件结构、加深燃耗和简化等方面应有潜力可挖,而这些因素都将带来更高的效率和更低的成本。此外,燃料的相对价格有可能随着时间推移而改变。尤其是对于缺乏国内燃料资源的国家,核发电仍是一种有吸引力的方案。

安全性。以安全性的理由对核电提出的那些异议,也许可逐步地被正面的经验所回答。世界上没有任何别的故事,比三里岛和切尔诺贝利事故更受公众注意。这容易掩盖这样的事实,即迄今世界已经历了约 7700 个堆年的运行,而未发生过任何别的大事故。通过各国监管机构、世界核运营者协会和国际原子能机构,都可以获得这许多年的经验,供所有的人从中汲取。1979 年发生的三里岛事故,虽然它几乎未向环境释放放射性,却引起人们开展广泛的安全性审议活动,从而加强了西方核电厂的安全性;而 10 年前发生的切尔诺贝利事故,同样引起俄罗斯和东欧各国开展安全性审议活动,并采取新的安全措施。这样,这两个曾引起众人反

对核电的大的核事故,也使安全领域中有决定性的和广泛的措施付诸实施。核电安全性成为一个更加重要的国际问题。机构成为一个重要因素,各国政府通过它进行合作建立起现在所称作的“国际核安全文化”的若干重要成分。从世界核电厂生产数字的提高、其人员所受剂量的降低和无计划停堆次数的减少,可以看到这种努力的效果。新型先进堆(其中有些已投放市场)有若干新的安全设施,因而预期能有比目前占支配地位的堆型更好的可靠性和安全性记录。

能源安全。能源独立是一个重要因素。并非所有国家都有丰富的能源资源——碳氢化合物和瀑布。对没有石油和天然气资源的法国、日本、大韩民国、瑞典和芬兰而言,核电提供的自力更生措施和抵御国际危机的措施曾是并仍然是重要的。

环境保护。另一个促使核复苏的重要因素将是环境。核电可被视为是现实能源方案中对环境损害最小即释放物最少的一个。事实上,已经导致酸雨产生、林木枯死和全球气候变化威胁的,不是核电厂而是矿物燃料的过量燃烧。核电不产生气载释放物,并有助于防止全球空气污染。实际上,如果世界上的 437 座核动力堆被同等容量的燃煤电厂所替代,则每年将向世界大气多排放约 26 亿吨 CO_2 和若干百万吨伴生的硫及氮的氧化物。

把可能的全球气候变化的影响降到最低限度,已经成为可持续发展运动的主要目标之一。有关减少 CO_2 排放量的必要性的谈论很多,尽管科学家们尚未肯定或一致认为,由于来自矿物燃料(如石油、天然气和煤)的 CO_2 的排放,从现在起的 50 年里会真的发生不可逆的全球变暖现象。在全球变暖趋势方面仍然有一些问题,而这种不确定性导致许多观察家主张世界应实行所谓的“无憾”政策。他们所说的“无憾”政策,指的是即使在对全球变暖的恐惧被证明是无根据的情况下我们也不会感到后悔的政策。核电方案符合无憾政策的要求,因为它不促进全球

比较能源:Decades 计划

IAEA 和其他国际、地区和国家组织正在通过一项合作计划一道工作,以帮助能源规划者评估发电方案。

这项称为“Decades”的计划特色是用一套工具来比较性评估整个能源链中的发电能源。它包括用于支持比较性评估的,涉及健康、经济和环境方面的数据库;一些用于发电系统规划和分析的成套软件包;和培训与支助服务。该计划由 IAEA 和下述 8 个国际组织联合实施:欧洲联盟、亚洲及太平洋地区经济和社会委员会、经济合作与发展组织核能机构、国际应用系统分析研究所、石油输出国组织、联合国工业发展组织、世界卫生组织和世界银行。该计划受所有 9 个参与组织的代表组成的联合指导委员会监督,由设在维也纳机构总部的 IAEA 计划和经济研究科协调。

变暖,并且在价格上与矿物燃料不相上下。

相反,太阳、风和生物量来源的可再生能源,在可预见的将来不会在大的规模上具有商业竞争力。尽管这些能源的开发得到肯定并受到适当的鼓励,但人们预测它们在未来数十年里仅起次要作用。能源效率的大幅提高(意味着能源的更有效生产和使用)已经实现。这种提高对于限制能源需要量,仍是很重要的。然而,恰恰在我们更有效地发电和用电的时候,世界能源总需要量正在增加。这并不是说,仅靠核能就能解决全球变暖的威胁问题。许多不同的方案在必要时可加以使用,其中包括可再生能源方案和节能方案。但是,在需要制定的响应政策中,核能肯定能够成为可持续发展的一个有生命力的和有希望的组成部分。

废物管理。就核电废物管理而论,人们最担心的往往是高毒性和放射性乏燃料和核废物。然而,除毒性和放射性外,这些乏燃料和核废物的特点还有体积小、便于废物处置。这与燃矿物燃料电厂的废物处置问题形成鲜明对比。矿物燃料电厂的释放物体积大,并直接进入环境。当结合这种情况考虑

长寿命核废物的安全处置问题时,这种比较结果就更加显而易见。核废物由于体积有限,可从技术上和经济上安全地加以管理,和埋入原先产出铀的地壳里。然而,并不是每个人都对“高技术”解决办法有这种信心。“不要在我后院”的态度已影响各主要核国家的核废物管理计划,正如它已影响到几乎每个工业设施和与能源有关的设施的选址一样。这类设施的选址是可持续发展中的重要组成部分。阻止废物处置不可能使废物离开或使其停止产出:这样做的结果只会不必要地延长直接环境照射。

若干有关核电和其他形式的发电的比较评价报告,强调了这些令人感兴趣的废物产生和处置问题中的一些问题。例如,考虑到这种情况,即某个国家决定不运行一座核电厂,而代之建造两座同等容量的燃煤机组。在这种情况下,核电厂每年消耗约 30 吨低富集铀,而煤电厂每天却消耗约 5 列车煤;来自铀的核废物的有限体积可以整体加以隔离,而煤电厂将产生大量的 CO₂ 和含具有长期毒性的重金属的灰。燃煤和燃其他矿物燃料所产生的所有这类废物的处置场,是我们的大气和地球表面。

实现可持续的解决

可持续发展的国际目标要求全世界的人们协调行动,并利用由其支配的所有科学和技术手段。在各个领域里,核能及其多种应用已经证明,它们是为实现可持续地解决影响我们的社会、经济和环境发展的实际问题所应采取的措施的重要组成部分。

为在今后的岁月作出正确的选择,各国政府将需要有关经验和事实的客观记录,并以此来评价他们的各种方案、确定优先项目和安排所需的资源。IAEA 将通过一系列服务和项目,帮助各国努力在核和辐射技术能产生最大效益的领域建设性地和安全地应用这些技术,和规划它们的能源和电力发展。 □