

核的绿灯

谈科学、外交及原子能用于和平

JOHN B. RITCH III

在人类即将跨入下个千年之际,与世界的可持续发展有关的课题向能源生产者提出巨大挑战。21世纪政治舞台和市场上,将有更多考验。核能在帮助满足电力需求和抑制气候变化的威胁方面能起什么作用呢?今年9月在维也纳,IAEA大会将举办一个科学论坛,届时重要专家将探讨核电在国际可持续发展方面的作用。

在这短文中,美国大使 John B. Ritch III 从世界外交成就、能源与环境目标,以及影响公众理解原子能用于和平的问题等角度,就核能的全球发展提出了非常坦率的想法。

我的论点比较简单:在下个世纪,如果想要使我们的能源需求得到满足并保持其供应的可靠性,则人类必须利用核能这个“魔仆”。在核外交和核技术方面,我们已经朝这个目标取得了巨大的进步,但政治方面却相当滞后。

的确,在21世纪的前夕,我们面对的是一种严重的,由强烈感情影响而生的奇异现象。在工业化的民主



国家中,那些非常关注潜伏着的、由喷散到大气中的数十亿吨温室气体引起的灾难性效应的人,基本上是最反对核能的人。换言之,能够非常透彻地看清楚全球变暖问题的那些人,往往是最强烈反对这一问题的最现实解决方案的人。

同样,在发展中国家中,反核情绪似乎在催逼民主改革最甚的力量中最为强烈。纵观世界(法国是值得注意的例外),“进步的”政治往往是“反核的”政治。

这种类型虽有可理解的历史原因,但它在核事业取得两个极其重要的成就以后依然存在。

第一个是在建立有效的不扩散核武器体制并开始销毁冷战时期建立起来的令人胆颤心惊的核武器库方面取得的进展。第二个是在使核能成为满足全球日益增加的能源需求的一种安全、清洁且高效的手段方面取得的进展——这种需求是任何别的非碳基技术所不能满足的,尽管风能、太阳能和别的

Ritch 大使是美国常驻 IAEA 和在维也纳联合国组织的代表。表达的观点是他个人的,但与美国的政策一致。这篇短文以先前发表在《展望》上的文章为基础改写。《展望》是在英国出版的政治和文化杂志,其因特网网址为 www.prospect-magazine.co.uk。

照片:西班牙何塞·卡夫雷拉核电站。全世界核电供应量约占总发电量的16%。(来源:UNESA (Unidad Electricas SA))

“可再生”能源非常有吸引力。

“核”这个词涵盖三类不同的技术。其一是产生核爆炸所需的技术。其二是利用它使反应堆中的水加热随后驱动汽轮机发电的技术。这两种技术都用铀和钚——易裂变材料——和原子分裂来释放能量。

第三类技术——有时称作“核应用”——包括依靠辐射的正面效应的那些技术。尽管公众对此知之甚少，但这类技术真是五花八门，对人们日常生活中的每个方面都有着惊人的影响。

许多领域正在使用核技术，例如：使粮食作物适应当地的条件因而使收成增加；找水；改进灌溉用水量；与破坏性极大的害虫（诸如地中海实蝇、螺旋蝇和采采蝇）作斗争；控制海洋中的水污染；提高许多工业生产工艺的质量；制造新材料；食品保鲜；保护艺术品；以及治疗人类的疾病。其中的某些技术与欠发达国家的关系特别大，其他一些技术现已在工业化民主国家中普遍使用。

我们从未像今天这样安全地使用核能，我们也从未像今天这样需要使用更多核能。然而，公众对核电的理解仍然停留在轻信谬论的状态，其害怕的程度与客观事实很不相称。我的目的是戳穿那些谬论，并提供和全球未来政策有关的一些事实。

能源问题

今天，世界 60 亿人口中的 20 亿人尚未用上电。在下一个 25 年中，预计世界人口还要增加 20 亿。我们必须设想这 40 亿人——以及数十亿计的眼下只消耗一点点能源的人——为了追求更高的生活水准，将在增加全球的能源消耗量方面施加巨大的压力。这种需求是我们应该力求满足的，不仅为了减轻人类的贫穷，而且也是因为提高生活水准是稳定全球人口的必要条件。

比较合理的预测是，世界能源消耗量到 2020 年将增加 50%，到下世纪中叶有可能翻番。人类所面临的问题中没有哪一个，比能不能满足这么大的能源需求和如何去满足这一需求更大。即使按照目前的消费水平，我们释放温室气体——主要是二氧化碳——的速率，会使这种气体在大气中的总积累在 21 世纪的某个时候几乎达到工业化以前水平的两倍。

气候变化。温室效应本身已是不争的事实。实际上，如果不是它吸收热量，地球表面就会被冰覆盖。仍然不详的是当温室效应增强时地球会发生哪些变化。但是大多数科学家预言，全球气温会升高几度，并伴有灾难性的气候恶果。

由于从采取措施到见到效果有几十年的时间（能源

基础设施一旦建成，就要长期使用；温室气体一旦放出，就要长期存在），我们需要一种使“无遗憾”原则具体化的全球能源战略。任何别的政策都要冒发生灾难的危险。

《京都议定书》——它规定了减少排放量的指标，并允许采用“灵活”的机制来达到这些指标——是我们实际削减温室气体排放量的进程的，一个虽然有限但也值得赞美的起点。欠发达国家则由于其人均排放水平较低，至今仍以该问题起源于工业化国家为由抵制排放指标。它们的预计能源消耗量最终会使它们也参加进来。但是，如果想要建立一种全球性的体制，工业化民主国家中将需要有政治领导的行动。

这里，我们便从有希望的世界来到超现实的世界。要求工业化国家减少的量——不仅仅是达到稍微减少一点排放量的京都指标，而是要大大减少，以便稳定大气中温室气体的含量——似乎远远超过了正在研究的那些减少排放量手段的可能贡献。

把很大的注意力放在节能上是相当正确的；在目前要求排放量在一限度内的情况下，这确实能产生一些效果。但是，根据对可再生能源——太阳能和风能、地热能、生物能和水电——所能起的作用所做的实事求是的分析，把希望放在它们身上是

相当荒唐的。最合适的可再生能源——水电——早已开发得差不多了，现在提供了全球 6% 的能量。而其余的可再生能源现在产生的能量不到 1%，不可能寄予奢望。据世界能源理事会的预测，即使大大增加研究经费和补贴，到 2020 年，这些可再生能源也只能提供 3% 到 6% 的能量。与此同时，核动力却普遍地成了一种政治禁区，虽然它目前供应了全球 6% 的能量（约占总发电量的 16%），而且仍然是一种现成的、能够满足日益增加的基荷能源需求的技术，它的温室气体排放量甚至是可以忽略不计的。

甚至联合国开发计划署，在其《里约后的能源》报告中，也拒绝将核电作为一种能源选择，列举的理由是“公众的担忧”。但是，对于政治领导者们来说，如果在试图从真实的危害与选择中做出权衡的评价时简单地听从关于核电的“公众担忧”，那他们就是失职。

回答公众对核能根深蒂固的担忧，意味着必须批驳以下三种流传很广的谬论：核能会促使核武器的扩散；使用核能会冒另一次切尔诺贝利事故的危险；以及核废物对环境来说是一颗定时炸弹。

核弹问题

第一种谬论——核反应

堆可能会培育出核武器——依据经验判断，这是毫无根据的。五个核武器国家都是先制造出核弹后才转向民用电力生产的；从技术上说，动力堆不是一个必要的中间步骤。

此外，人们很少认识到我们在控制核武器扩散方面的成功。一切核军备控制的核心是《不扩散核武器条约》(NPT)，经过 30 年的外交努力，现在它几乎已是全球性的，并带有严格的强制性。

这一成就必须与美国总统肯尼迪貌似有理的预言——这个世纪可能会出现几十个拥有核武器的国家——对照起来看。相反，我们已经把这个数字限制到八个：联合国安理会中的五个核武器国家，它们必须切切实实地裁军；还有三个国家——印度、巴基斯坦和以色列——它们出于自己国家的安全利益一直拒绝接受 NPT 方面的义务。

除了这八个国家之外，世界上其他的每个国家现在都从法律上承诺不发展核武器——受 IAEA 严格监督的一种义务。

这样的成就过去是想都不敢想的。形形色色的政府，如阿根廷、巴西、瑞典、瑞士、中国台湾省和大韩民国，在参加 NPT 之前，都被认为在大力从事核武器的研究。南非在制造了几枚可使用的核弹之后参加了 NPT，并坚决地放弃了核武器。乌克兰、白

俄罗斯和哈萨克斯坦从前苏联继承了一批核武器，但也作出了令人赞美的放弃核武器国家地位的决定。

NPT 作为国际安全的一道防御工事，其状况取决于确保条约得到遵守的核查是否可靠。鉴于 NPT 的范围如此之广，还有一支新的 IAEA 核保障力量，任何一心想突破这一制度的扩散者，必将面临着极大的被人察觉的可能性——而且他们确切地知道，违反条约必定会把自己变成一个国际罪人，遭到联合国安理会的集体制裁，很可能包括军事制裁。

全世界要感谢萨达姆·侯赛因，正是他促使 IAEA 的核保障进行彻底的升级。在海湾战争前的几十年中，国际社会一直是按照下面这条假设运转的：任何非法武器必然来自在商用堆或研究堆的伪装下秘密生产的易裂变材料。

这就是只授权 IAEA 在世界上已知核设施中适用核保障的原因所在。就在 IAEA 正在对伊拉克的“已申报”核设施实施核保障的同时，萨达姆却创建了一项秘密核计划。此事教育我们，IAEA 需要拥有更广泛的权力。

在 1993 年到 1997 年间，IAEA 成员国和机构秘书处对这些新权力进行了研究。1997 年，研究结果——为了集体安全，引人瞩目地

让出一部分国家主权——写入了“加强核保障议定书”中,预计 NPT 的所有参加国会在 2000 年 NPT 审议大会之前签署这份议定书。根据该议定书,每个无核武器国家必须给 IAEA 提供前所未有的接触权,不仅可获取所有与核有关的资料,而且可进入或许有理由受到怀疑的所有场址。不签署——或拒绝提供该议定书中规定的接触权——就等于承认有意发展核武器。

IAEA 权力的这种扩大,由于另两项事态的发展而得到进一步的增强。其一是成员国方面空前地愿意与 IAEA 的检查团分享有用的情报——数据和高倍数的图像。其二是越来越高级的检测技术的出现,这些技术能利用从许多英里以外采集的微小样品探知和鉴别核活动。

当朝鲜为了能够进行核贸易而加入 NPT 并接受 IAEA 的检查时,正是 IAEA 样品分析方法的精密性连同有人提供给 IAEA 的卫星图像,提供了朝鲜关于其核历史的陈述与事实不符的确凿证据。IAEA 的成员国与朝鲜发生对峙,引发了通过美国领导的谈判才解决的危机。按照 1994 年商定的框架协议并遵照联合国的授权,IAEA 检查员一直留在朝鲜,以便监视朝鲜人同意的核冻结情况。换言之,核查制度仍在执行。(后来关于朝鲜

可能在建造核工程的发现和检查结果,表明了支持 IAEA 的先进情报技术的重要性。)

伊拉克和朝鲜违反 NPT,甚至印度和巴基斯坦进行的核试验,都是下面这条更大的规则的例外:世界正在坚定地离开核武器,并正在构筑一道防止旧病复发的有力屏障。5 个被承认的核武器国家军事上的逐渐非核化也正在取得进展。如果第二个《削减战略武器条约》START-2 得到全面执行,美国和俄罗斯的战略武器库将比冷战高峰时削减掉 70%。从前苏联核武器库撤出的核材料的安全处理,仍是一个迫切需要国际关注的问题,但这种关注大概不会妨碍关于全球未来的能源供应的合乎理性的决定。

3 个“未被承认”核武器国家的情况怎样呢?以色列——它被更大的和怀有敌意的国家包围着——已经声明,它的 NPT 成员资格必须以阿拉伯—以色列在和平方面的实质性进展为前提,这些进展中很可能包括一项以色列自己也参加的地区性核武器检查的非正式协议。大多数阿拉伯国家尽管怨恨以色列在该地区中拥有的独特的核地位,但也承认它们共同感兴趣的是无核武器的阿拉伯世界。以色列已经是《全面禁止核试验条约》(CTBT)的签署国。印度和巴基斯坦这两个国家已经发

表了它们的核“声明”,它们也很可能加入 CTBT,并开始就禁止生产武器用易裂变材料问题进行谈判。由于 CTBT 严格的国际监测体系已接近完成,因而它正朝着建立一个无核武器试验(不管是秘密的还是公开的)的世界前进。

说得更彻底一些,把害怕核扩散放入全球变暖的辩论中,真是找错了地方。当前的大部分碳消费量,发生在早已有核武器或者能够相信它是一个很守信用的 NPT 缔约方的国家中。在能源消费量增长速度最快的中国和印度也都早已有了核武器。简言之,不管什么地方,只要能减少碳排放量,都会对保护气候产生重要的好处,扩散根本不是一个问

安全问题

第二种谬论是核电厂本身就是一种炸弹——在发生事故时很可能爆炸或大量释放致命的辐射剂量。这一谬论对公众的思想有着极大的影响。而三里岛和切尔诺贝利发生的两起事故,使这种谬论进入了集体的记忆中。这两幅图像的威力远远超过了事实所提供的证据。

在 1979 年的三里岛事故中,简单的事实就是公众健康没有受到威胁。尽管一系列的错误使反应堆严重受损,但唯一的厂外效应是释放了微不足道的放射性——

如果将它与大气中的天然放射性相比较,完全可以忽略不计。三里岛地区的居民所受的辐射剂量比从纽约飞到迈阿密,或者比在四周都是花岗岩的中央火车站中站上几分钟所受的剂量还小。这是该反应堆设计中的保护性屏障起了作用的结果。对比之下,1986年的切尔诺贝利事故是一出对人和环境都具有严重后果的悲剧。切尔诺贝利电厂是苏联时代的老产品。庞大的反应堆缺乏在世界其他地方被认为是起码的那些安全技术、安全规程和保护性屏障。火灾导致放射性通过反应堆上方敞开的屋顶大量释放。有二十几名消防队员死于直接的辐射照射。

世界卫生组织(WHO)于1996年该事故十周年时倡议召开的一次大会,基于对110万人(多数直接受到落下灰的照射)的大量研究,发表了一篇报告。主要的研究结果是儿童中的甲状腺癌明显增加;已观察到800例有此种疾病,其中3名儿童已经死亡,这样的病例预计还会有数千个。该报告还预测会有3500人会死于辐射诱发的癌症,主要是老年人。

这些统计数字并没有将切尔诺贝利发生的那些事的重要性降到最低,它们只是要客观地审察这起独一无二的事件。我们这个核时代现在已经有了8000多堆·年的

运行经历和一起严重事故。

与此同时,化石燃料的生产和消费源源不断地产生着事故和疾病,此外还有温室气体。自切尔诺贝利事故以来的这些年中,在煤、石油和天然气的生产中就已经死了数以万计的人;由于使用碳基燃料生产本来可以靠核能生产的能量,受到由此造成的污染所引发的疾病折磨的人每年要达到几百万。据WHO称,每年有300万人死于由全球的能源系统(主要是化石燃料)引起的空气污染。

问题是:为阻止另一次切尔诺贝利事故,我们做了什么?尽管切尔诺贝利事故严重损害了核电的名声,但它激励人们在全球的核电工业中取得了长足的进步。就像萨达姆·侯赛因帮助人们去加强核保障防止出现扩散者一样,切尔诺贝利事故加速了更加强大的核安全文化的到来。各国的监管机构、新的世界核运营者联合会和IAEA携手,大力推广最新的知识。两年前,《核安全公约》引入了同行审查制度,以便发现偏离现已得到公认的较高安全标准的情况。

目前正在31个国家中运行的动力堆总共约有430座(半数在欧洲),生产的电力占世界总发电量的16%。安全方面只有一个较大的问题:在前苏联帝国的3个国家中,大约有15个切尔诺贝利型核电机组仍然在使用

着。虽然现在已装备了提高安全性的设备,人员也得到了更好的培训,但这些反应堆仍然低于现行标准,因而一旦能够给替代的能源供应设施提供资金和安装完成,就必须尽快把它们淘汰掉。

淘汰切尔诺贝利型反应堆对于确保核电工业只有最现代化的反应堆来说是一项重要的措施。以大量运行经验为基础,今天的反应堆是按照“纵深防御”原则设计建造的,即使内部发生严重事故,也能确保不向环境释放放射性。此外,设计者认为,最新的机组发生此种环境无害事件的概率为每运行100 000堆·年不超过一次。目前正在开发的改进型机组发生内部损伤事件的概率更低。

废物问题

现代化反应堆是极度安全的这一事实,使人们把注意力转向核废物问题。这种谬论是,尽管反应堆是安全的,但所产生的废物仍是一个无法解决的问题——是一种持久存在的和累积性的环境公害。实际情况是,在能够满足世界能源需求日益扩大的所有能源形式中,核电产生的废物数量最少,且最容易管理。

正因为产生无法解决的废物问题的罪魁祸首是消费化石燃料而不是核电,才产

生了保护气候这项任务。这个问题有两个方面：一是废产品的体积庞大，主要是气体和微粒；二是它们的处置方法——把它分散到大气中。这两个方面没有一个是能够轻易地借助技术进行改良的。

相比之下，核废物的体积小，容易严格地加以管理。多数核废物包含的是寿命相对较短的中、低放废物——平均每座动力堆每年约产生800吨。此类废物能够利用在近地表设施中受控掩埋或贮存这一类标准的技术安全地得到处理。此类废物的一半来自工业和医疗活动，而不是电力生产。

高放废物包括乏燃料或对乏燃料进行后处理以便回收可以继续使用的铀或钚后留下的液体废物。

每年从所有反应堆中卸出的乏燃料总量为12 000吨。这个量——与每年在排放的数十亿吨的温室气体和数万吨的有毒污染物相比真是小巫见大巫——能够贮存在地上或地下。此外，如果对这部分燃料进行后处理，废物的体积就会大大减少。平均来自每座反应堆的30吨乏燃料产生的液体废物每年只有10立方米。

即使今天的反应堆数翻一番，而且所有的乏燃料都进行后处理，则每年的液体废物总量也只有9000立方米——相当于建在足球场上两米高的构筑物所占的空

间。后处理所产生的液体废物能够被固化到化学上稳定的玻璃中，并能适用于各种各样的相当安全的贮存技术。的确，现在将这些技术用于长期贮存的问题与其说是个技术问题，不如说是个政治问题。

迄今为止，由于种种政治障碍，至今还没有一个国家给长期处置库发放许可证，有关国家都是采用形形色色的方法进行中间贮存。不过，许多国家正在开发处置库的概念。正在研究中的是固体盐穹和花岗岩隧道之类的深地下地质构造，这种构造是不透水的，因而能防止物料被溶解。如果使用此类场所做处置库，当然还会加上一系列别的屏障与之配合，如：对废物进行玻璃固化；非常耐久的贮存容器；以及吸收性的粘土等。

据IAEA称，即使不用这些屏障，“从主岩到地表这段长长的路或许就可能确保放射性物质得到足够的稀释，以致几乎不会给人体健康或环境带来任何危害”。此外，能够将贮存场地设计得一切物料都处于严格的监视之下——并且，一旦技术方面的进步提供了新的重新处理的机会，还能很容易地回取。

显然，无论是公众安全，还是公众接受方面，核废物的管理都必须达到很高的标准。第一步是要求对废物问题有较广泛的了解，不是作

为核工业的一种不可推卸的责任，而是作为一种巨大的社会决定来对待。这就是要在不顾一切地散布数量吓人的化石燃料排放物和小心地封隔其数量相对有限的乏燃料之间作出抉择。

为了给出一个鲜明的例子，我们假定欧洲现在就把所有的核电取消掉，改用传统的化石燃料发电，由此产生的额外温室气体相当于马路上奔跑的汽车数量翻一番。

历史的教训

50多年来，广岛和长崎这两个词成了核战争恐怖的代名词，因而一直在促使世界采取建设性的行动。

切尔诺贝利这个词的效应却一直是比较含混不清的。即使人们齐心协力地在核工业历史中制造最坏的大灾难，那场灾难——工业部门玩忽职守的惟一的一个事例——也不至于变得更糟。尽管科学家和外交家们曾努力确保此类灾难永不重现，但这个词变成了一个抵制未来依靠核电的战斗口号。这是错误地吸取的一个教训。

今天，人类面对着种种需求和危险，要求我们开发建设性的动力，即核能，并实现美国总统艾森豪威尔“原子能用于和平”这一主张。科学与外交已经为此铺平了道路。政治家和决策者们现在必须紧紧跟上。 □