

核能利用与可变化的广度空间资源

蔡一鸣

一、广度空间资源利用性质的可变性

218

7.2 可变化的广度空间资源与核能利用

导读

广度空间资源如果在未来通过科学技术解决时间维度对人类和自然的影响问题，是可以转化为深度空间资源的。本节以核能为例，论述了广度空间资源的转化和核能利用。

7.2.1 广度空间资源利用性质的可变性

7.2.1.1 核能是广度空间资源，还是深度空间资源？

答案：核能现在是广度空间资源。核能虽然对大气没有污染。参照深度空间资源第二定律，核能利用过程中一旦发生核物质泄漏，大量具有极强污染力的放射性重金属（钚和铀的同位素）很难清除；钚元素的半衰期是2.5万年，铀-235的半衰期高达7亿年，远远超出了深度空间第二定律所描述的其物质变化对人类的生存环境在时间维度上的接受程度。核废料衰变期内的任何一个瞬间的时间点上一旦泄漏，所产生的辐射为人类所完全不能接受。但是，如果那一天人类的科技能妥善地解决衰变期的时间问题，那么核能就由广度空间资源转为深度空间资源。

深度空间第二定律没有提到核能的“转换”（用科学技术妥善解决核衰变期的时间问题），只是提到了生物质资源的转换。虽然核能和生物质能有着本质的区别，但如果能“转换”，在“原理”上有相似的地方，都关系到物质在转换的过程中人类生活和生存的能够接受的时间问题。由于核能的衰变期辐射极大地超出了现在人类能接受的范围，因此，目前核能还是属于广度空间资源。

7.2.1.2 核能利用

1905年，爱因斯坦提出质能方程 $E = mc^2$ ，揭示了质量和能量的联系，核能（或称原子能）是通过转化其质量从原子核释放的能量，其中 E = 能量， m = 质量， c = 光速常量。

1939年，哈恩和施特拉斯曼发现了铀-235的裂变。

1942年，美国芝加哥大学成功启动了世界上第一座核反应堆。

二、核辐射对海洋造成的影响比对陆地更为严重

1954年,前苏联建成了世界上第一座核电站——奥布灵斯克核电站。

1966年,由于核浓缩技术的发展,核能发电的成本已低于火力发电的成本。

1991年底中国自行设计建造的30万千瓦(电)秦山核电站在投入运行。

核能通过3种核反应之一释放:(1)核裂变,打开原子核的结合力。(2)核聚变,原子的粒子熔合在一起。(3)核衰变,自然的慢得多的裂变形式。

核能的优点:不产生空气污染。不像石化燃料发电那样排放大量的污染物质到大气中,不会产生加重地球温室效应的二氧化碳。发电所使用的铀燃料,除了发电本身外,没有其他用途。核燃料运输与储存方便,一座百万千瓦级的核能电厂一年只需30公吨的铀燃料。成本不易受到国际经济情势影响,故发电成本较其他发电方法更为稳定。

核能的缺点:人类受核能利用的威胁大致包括:核武器的实验和使用,核物质或核废料泄漏,危害范围大,持续时期长,几千年甚至上万年都不会消失,事后处理危险复杂。核电投资成本大,财务风险高。核能不宜做尖峰、离峰之随载运转。核能发电厂热效率较低,比一般化石电厂排放更多废热到环境里,因而核能电厂的热污染比较严重。

7.2.1.3 核聚变能

核裂变能的缺点是易引发众多事故。例如,1986年的切尔诺贝利核泄漏事故。然而核聚变能与核裂变能不同。可持续核聚变反应堆是由美国首先建设的。该点火装置的一位发言人说:“尽管核聚变是一种核子过程,但是它与裂变过程不同。核聚变能非常有希望成为一种长期的未来能源,因为核聚变所需的燃料在地球上比较丰富,而且它产生的能源比较安全和环保。而且生成的放射性副产品也比当前的核电站更少,储存方法也更简单。”科学家们对于核聚变能正在作更多的应用性的积极研究^[1]。

7.2.2 核辐射对于海洋造成的影响比对陆地更为严重

海洋是开放性的。核辐射对于海洋造成的后果比对陆地造成的后果似乎更为严重,海洋中的鱼是游动的,海水也是流动的,显然无法对其彻底隔离。据报道,2012年3月日本福岛核事故尽管已过去一年,核辐射却随着海水扩散到了640 km以外的地区,而且仍在向更远的距离扩散。在该片海域的鱼和浮游生物体上检测到的包括铯-137在内的核物质,其辐射水平超出灾前平均水平10倍以上,最高则高出1 000倍。核辐射的影响最严重的是它的漫长的时间影响。但当变异发生了,给物种和生物链带来的变化还不仅仅是时间问题。放射生态学家沃德·维克勒说,海洋动物的卵和

幼体对辐射较为敏感，所导致的辐射暴露将改变它们的 DNA。纽约莱曼学院海洋科学家拉什林则指出，绝大多数变异动物无法幸存，一些动物还会将变异遗传给下一代。如果海洋动物摄入受到辐射的植物和小型猎物，海洋食物链将受到污染。事实上，如果整个生物链中开始出现变异的 DNA，全人类都是受害者，躲到南极也没用^[2]。



图 7.2.1 变异海蛞蝓的鱼卵^[2]



图 7.2.2 变异海蛞蝓

此图为 2012 年 3 月 18 日，在广东省摄影家协会潜水委员会成立时的活动中，日本潜水摄影家键井靖章展示了在震区海底拍摄到的一条因核辐射变异的海蛞蝓。^[2]

食品安全令人担忧。2012 年 3 月，日本潜水摄影家键井靖章展示了在震区海底拍摄到的一条因核辐射变异的海蛞蝓。照片在网上公布后，引起一片哗然。据悉，美国马萨诸塞州伍兹霍尔海洋研究所研究员肯·比塞勒

图 7.2.3 正常海鲇鱼^[3]

一直负责监测日本福岛第一核电站事故。他透露，核事故发生已近一年，但核泄漏引发的核辐射并未停止，在距日本 30 ~ 640 km 的太平洋海域，检测到的辐射物质铯-137 浓度是正常值的 10 ~ 1 000 倍。放射物已彻底融入了海底泥土当中深达 20 cm，就像当年的切尔诺贝利地区的核污染一样，在漫长的年月中都不可能轻易散去。肯·比塞勒表示，检测结果显示的铯-137 的水平比通常被认为会造成伤害的程度要低，不足以威胁海洋生物安全，不影响人类食用海产品。但媒体评论这样的说法，听起来让人觉得并不是那么可靠。尤其，当令人震惊的变异生物照片已经摆在了眼前，谁能面对那张发着幽幽绿光的海鲇鱼照片说，这是无害的可食用的？^[2]

7.2.3 核辐射是持久的

核辐射的影响是持久的。日本政府公布的资料显示，2012 年 8 月在福岛第一核电站以北大约 20 km 的海域捕获的两条大泷六线鱼，放射性铯含量高达 2.5×10^4 Bq（放射性强度单位），超过食用海产品标准的 258 倍。而 2012 年 12 月的媒体报道，福岛第一核电站附近近期又捕获一条“高辐射鱼”，每千克鱼肉放射性铯的含量达到 2.54×10^5 Bq，高于食用海产品标准的 2 540 倍。对比之下，最新捕获的厚头平鲉竟把旧的被辐射量记录一下子提高了 10 倍。核泄漏危害情况随着时间的过去，仍让人十分担忧。科学家肯·比塞勒曾在《科学》杂志上警告，由于辐射量维持高水平，福岛第一核电站附近海域的鱼类在 10 年内将不适宜食用^[4]。

1986 年 4 月 26 日凌晨，切尔诺贝利核电站反应堆发生爆炸。强辐射

物质混合着炙热的石墨残片和核燃料碎片喷涌而出。20年来离核电站仅3 km的小镇无人居住，专家称放射性危险将持续10万年；消除切尔诺贝利后遗症至少需要800年的时间。据估算，核泄漏事故后产生的放射污染相当于日本广岛原子弹爆炸产生的放射污染的100倍。

7.2.4 关于对于海水提铀的思考

谈到核能利用，觉得有必要再谈谈对于海水提铀问题的思考。从海水中提铀，笔者认为，可能会产生一个现在看起来问题不大，今后却有可能发生严重问题的后果。关于这一推理主要是从比较科学中想到的。

我们知道海水和人类血液的物质组成有惊人的相似。前苏联科学家夫·弗·杰普戈利茨曾对海水和人类血液进行了对比测量，结果发现海水和入血中溶解的化学元素的相对含量惊人的接近。在海水中：氯为55.0%，钠为30.6%，氧为5.6%，钾为1.1%，钙为1.2%，其他元素为6.5%；而在人血中：氯为49.3%，钠为30.0%，氧为9.9%，钾为1.8%，钙为0.8%，其他元素为8.2%。

如果把地球比喻为一个活体，海洋占地球表面的面积约为71%。经科学测定，一个体重70 kg的成年人，分布在各种组织和骨骼中的水约占体重的60%~70%。海水的固有特征就是带有咸味，而人体血液中也带有这种海水特有的稍咸的味道。我们知道人体血液中每一种元素都是必需的，哪怕是微量的元素也自有存在的道理，与人的新陈代谢、身体健康休戚相关，缺一不可，否则人就会生病或死亡。

海水提铀是从海水中提取铀化合物的过程，海水中铀的蕴藏量约 4.5×10^9 t。目前，海水提铀工业发展很快，日本已于1986年4月在香港县建成了年产10 kg铀的海水提取厂。同时已制定了进一步建造工业规模的海水提铀工厂的计划，预计到2000年前年产铀达1 000 t。截止到2012年8月，铀提取成本也将降低近一半，即提取1磅（约合0.45 kg）铀的成本从大约560美元降至300美元^[5]。可见海水提铀工业今后必将高速发展。随着技术进步，沿海国家如果把海水提铀的年产量提高到 2×10^4 t，那么，20年内便可把海洋中的铀都抽光殆尽。至于海水化合物缺乏铀化学物质，会对海洋环境产生什么影响，似乎很少有人去认真想过。

地球只有一个，我们无法做更多的实验，我们暂时通过比较科学或许从中可得到一点启发。不敢说海水提铀一定会发生严重问题，但是，目前人类对于海洋当处于“贫铀”状态时，将会产生什么后果显然也是缺乏科学研究和无知的，至少现在如此。除了提取铀之外，海水中提取其他化合

物作为资源，同样缺乏着当提取该化合物后，在海水含量中缺乏该化合物时可能造成的对海洋综合环境的影响的分析研究。

7.2.5 核能的担忧

核能利用真正的担忧，倒不是在一般情况下核能利用过程的安全技术问题，最为令人担忧的是：（1）因为人类社会的不成熟，在核能的使用上，由于社会伦理道德认识的普遍不足，缺乏国际社会和国家法律体系的有效保障，万一引发平时想象中几乎是不会发生的突发事件，核能（弹）辐射和爆炸所产生的巨大威力，将给人类社会可能造成巨大的乃至是毁灭性的灾难。（2）利用核能源，人们把越来越多的核废料深埋在地球表层，但谁也无法预料，由于自然的地球表面的“活动”，或者是来自太空的大陨石的袭击，可能导致地球表面将核废料重新抛出，并带来可怕的大灾难。虽然人类社会对这些已高度重视，但谁也不能百分之百地保证此类事不会发生。当然，核能在解决了核污染等问题之后，有望转变为深度空间资源。

思考题：

1. 核能是广度空间资源，还是深度空间资源？资源利用性质的可变性如何？
2. 谈谈关于海水提铀的思考？
3. 核辐射对海洋造成的影响比对陆地更为严重。为什么？
4. 核能的担忧包括哪些内容？

参考文献

裂变反应堆 [EB/OL]. <http://baike.baidu.com/view/4734949.htm>
[EB/OL]. <http://www.eco.com.cn/2012/>

原载：蔡一鸣. 多维空间资源学[M]. 北京：海洋出版社，2014：pp218-223

上海心也环境发展中心摄影编辑

Vision designer of Shanghai All-heart Environment Development Center