

核电：不该被误解的清洁能源

链接

什么是

第三代核电技术

针对公众对核电安全性、经济性的疑虑，美国电力研究所在美国能源部和核管会的支持下，对进一步大力发展核电的可行性进行了研究，根据其研究成果制定出了《用户要求文件(URD)》，对新建核电站的安全性、经济性和先进性提出了要求。随后，欧洲也出台了《欧洲用户要求文件(EUR)》，表达了与URD文件相似的要求。

美国能源部在20世纪末提出了发展第三代核电技术，并取得全世界的共识。第三代核电技术就是指满足URD或EUR，具有更好安全性的新一代先进核电站技术。它具有在经济上能与联合循环的天然气机组发电厂相竞争、在能源转换系统方面大量采用二代成熟技术的优势。第三代技术与第二代技术最为根本的一个差别，就是第三代核电技术把设置预防和缓解严重事故作为了设计核电站必须要满足的要求。也就是说，三代核电在安全问题上做到了“设计兜底”。

目前，具有代表性的第三代核电技术大致有6种堆型。分别是美国西屋电气公司的先进非能动压水堆(AP1000)、法国阿海珐公司的欧洲压水堆(EPR)、美国通用电气公司的先进沸水堆(ESBWR)、日本三菱公司的先进压水堆(APWR)和韩国电力工程公司的韩国先进压水堆(APRI 400)。我国自主设计的CAP1400和“华龙一号”也是三代核电技术。

从目前的核电发展情况来看，第三代核电技术已成为当今国际上核电发展的主流。世界上核电发达国家目前已经开工建设正在申请建设许可证的核电站几乎都是第三代。而目前正在建的三代核电站中，美国占了4台，俄罗斯有2台，法国和芬兰各有1台，中国6台(其中4台AP1000分别位于浙江三门和山东海阳，2台EPR位于广东台山)。

位于广东省深圳市大鹏新区的大亚湾核电基地，是中国目前在运行核电装机容量最大的核电基地。

新华社发



“核雾染”为什么是无稽之谈

近期，有文章称华北雾霾与内蒙古伴有轴类放射性元素的煤炭利用，以及内蒙古大营地区新发现的大型铀矿资源有关。称终日不散的雾霾是因为燃煤排放的放射性铀粉尘电离大量的空气分子和粉尘颗粒所致，从而引出了“核雾染”的说法。这种说法可信吗？

自古以来，在地球上辐射无处不在。天然辐射来源于外层空间的宇宙射线和地壳本身。我国公众所受辐射照射平均约3.1毫希/年，其中0.36毫希/年来自宇宙射线，其他2.74毫希/年都来源于地壳中的放射性物质。

铀是天然放射性物质中的一种，天然铀中99.3%是铀-238，其半衰期长达四十多亿年，也就是说其放射性很小。空气中铀的浓度极低，吸入铀、钍系(除钍、钍射气外)所有核素产生的剂量仅约6微希/年，即仅占总剂量的五百分之一。人类在天然辐射环境中繁衍生息和发展，每时每刻都会受到各种射线的辐射。天然铀产生的照射占总剂量的份额小于千分之一，是不可能对健康有影响的。

我国煤中铀的含量平均为130贝可/

核电与治理大气污染有什么关系

今年，我国中东部大部分地区再次爆发严重雾霾天气，影响面积约143万平方公里，约占国土面积的15%。全国已开展空气质量新标准监测的161个城市中，有36个城市发生了重度及以上污染，严重影响人民群众健康。

去年9月，国务院印发了大气污染防治“国十条”，提出了未来五年全国及重点地区(京津冀、长三角、珠三角)PM2.5/PM10的下降目标和10个方面的防治举措。在能源领域最核心的防治措

施就是要控制煤炭消费总量，提高天然气的使用量，大力发展核电、可再生能源等替代能源。

根据测算，如果在京津冀、长三角、珠三角周边地区分别建设1000万千瓦的核电装机，或者通过外送电方式将1000万千瓦核电输送至该地区，可以将这些地区的PM2.5年均浓度分别下降3.4、1.7、4.0微克/立方米，相当于将这三个地区的PM2.5年均浓度在目前基础上分别降低3%、2.5%和9%。五年后，这些

核电厂会危害公众健康吗

内陆核电厂是相对于建在海边的核电厂而言的，指建在内陆江、河、湖边的核电厂。内陆建核电厂不会影响环境与公众健康。

我国的核电安全标准与国际原子能机构的最新标准一致，内陆核电厂采用二次循环冷却技术，其淡水消耗量不会影响流域的水资源量，内陆核电厂下水水质可达饮用水标准。

我国内陆核电厂的水、气等排放指标达到国际高标准要求，对环境造成辐射影

响的增加量远低于环境本底的辐射水平，不会影响环境和公众健康。比如坐一次飞机，在万米高空我们一个小时受到的辐射是5个微希，但是在核电厂旁边，假设长期在这里工作，我们一年受到最大的辐射就是几个微希。

至于内陆核电厂发生严重事故时对水资源安全的影响，我国拟建内陆核项目选址条件良好，不可能发生类似日本福岛核电站那样的严重事故；通过采取进一步

工程措施，可以确保严重事故下水资源安全以及公众健康；内陆核电厂严重事故对公众的健康风险要小于人类其他活动。即使发生极不可能发生的核事故时，内陆核电厂也可以采取措施，实现严重事故工况下放射性污水的“可贮存”、“可封堵”、“可处理”和“可(与水体)实体隔离”。

世界多个国家发展核电的实践证明，滨海核电厂与内陆核电厂没有本质区别，一样都是安全的。法国和美国的内陆核电比例分别占到69%和61.5%，美国的密西西比河流域建有32台核电站；有些国家如瑞士、乌克兰、比利时等，其核电厂全部建在内陆。

核电装机对当地PM2.5年均浓度下降目标的贡献度分别为12%(约1/8)、12.5%(1/8)和60%。

与水电、风电、太阳能发电相比，在改善环境质量方面，核电具有明显的优势。核电单机容量大，运行稳定，利用小时数高，可以作为电网基荷运行，生产过程对环境基本上是零排放，改善环境的作用十分显著。据测算，每建成4000万千瓦的核电，每年可替代标煤消耗1亿吨。每100万千瓦的核电对标煤的替代效应分别相当于200万千瓦水电、350万千瓦风电、470万千瓦光伏发电(按照核电年利用小时数7000、水电3500、风电2000、光伏发电1500测算)。

世界多个国家发展核电的实践证明，滨海核电厂与内陆核电厂没有本质区别，一样都是安全的。法国和美国的内陆核电比例分别占到69%和61.5%，美国的密西西比河流域建有32台核电站；有些国家如瑞士、乌克兰、比利时等，其核电厂全部建在内陆。

世界多个国家发展核电的实践证明，滨海核电厂与内陆核电厂没有本质区别，一样都是安全的。法国和美国的内陆核电比例分别占到69%和61.5%，美国的密西西比河流域建有32台核电站；有些国家如瑞士、乌克兰、比利时等，其核电厂全部建在内陆。

福岛核事故的启示

福岛核电厂位于日本首都东京东北方向大约270千米处，共有6台机组，均采用沸水堆技术。其中1号机组于1971年3月投入商业运行。东京时间2011年3月11日14时46分，日本东北海域三陆洋面发生9.0级强烈地震，并引发海啸。在日本福岛第一核电厂多台核电机组的冷却系统停运的关键时刻，面对强烈地震和海啸的极端双重自然灾害超出了核电厂的设计极限的情形，有关部门未能及时作出果断正确的决策和采取科学合理的行动，去预防和缓解严重核事故，进而导致核燃料元件破损、部分堆芯熔化和氢气爆炸，发生放射性物质向环境的大量泄漏。事故表明，对严重事故的预防和处置认识不足，未能及时准确采取有效的系统性和已掌握的技术手段，这才导致了继三哩岛、切尔诺贝利核事故之后，世界核工业史上发生的最严重的核事故。

福岛核事故警示了人们要预防超强自然灾害对核电厂安全的影响，促进了各个核电国家全面审查在运、在建核电厂，进一步加强核安全防控措施。重点是完善针对极端外部事件的设防能力，以保证小概率但后果严重的超设计基准事故在选址和设计中得以恰当考虑，维持适当的安全裕量，并改进和强化严重事故管理，加强培训与监管，进一步完善系统性的管理和技术手段，持续提高严重事故有效预防和缓解能力。

福岛核事故发生后，我国积极采取行动，全面审查在运核电厂，有针对性地提高安全措施，如增高海堤防护墙、增设移动供电设备、增加非能动蓄水池等；制定和实施核电厂安全改进行动通用技术要求、新建核电厂安全要求等，用最先进的标准对所有在建核电厂进行安全评估，严格审批新上核电项目，编制出台了核安全规划，调整完善了核电发展中长期规划。科学家们正在积极吸取每一次核事故的经验教训，使核电技术水平不断提高，性能安全持续改进，确保核电厂安全高效地为人类发展服务。



2008年10月拍摄的日本福岛第一核电站外景。新华社发

链接

辐射加工技术的本质是什么？

γ射线、电子束和X射线对食品进行辐射加工，本质上是一种电离辐射技术的应用。γ射线、电子射线和X射线与紫外线、红外线、无线电波和可见光等性质相同，都是电磁波，只不过γ射线、电子射线或X射线波长更短，故它们的能量更大，是紫外线的几百倍。

辐射加工技术的其他应用

利用电离辐射对物质和材料进行加工处理的技术称为辐射加工。辐射加工技术目前已在材料改性、交联线缆、热缩材料、橡胶硫化、泡沫塑料、表面固化、中子嬗变掺杂单晶硅、医疗用品消毒灭菌、果蔬检疫杀虫、药用植物(或中成药)及烟草杀虫、废水、废气处理、医疗废弃物无害处理等领域应用并取得显著成效，形成产业规模。食品辐射加工仅仅是辐射技术应用的一个方面。

本版文章由中国科协科普部、中国核学会组织专家编写
本版编辑 韩霖 殷立春

辐射加工后的食品对人体无害

利用γ射线、电子束和X射线对物质具有穿透性的特点，对食品进行辐照加工处理，杀死食品中寄生的昆虫和致病细菌，提高食品的卫生质量和延长食品保质期的加工工艺过程叫做食品辐照加工或辐照加工。

那么，食品辐照加工有哪些优点？

灭菌彻底。由于射线穿透力强，它不仅可以杀死食品表面的病菌，还可以杀死寄生在食品深层的昆虫、虫卵和致病细菌，防止食品霉烂变质，提高食品的卫生质量。

营养损失少。采用γ射线或电子射线加工食品是一种“冷加工”技术。据测定，用2kGy剂量加工食品，食品内部温度最高上升0.5℃。在25kGy剂量下最高上升6℃。由于食品在加工过程中内部温度变化不大，被加工后的食品风味、营养成分和外观变化较小，比起“热加工”更容易受到市场青睐。

保证食品安全。被加工食品可先经过包装、罐装密封和装箱打包后进行辐照加工，避免食品在包装过程中所形成的二次污染。

节约能源，无三废排放。使用射线源作为能源，可以节省能源60%以上，环境友好。



为保证百姓餐桌上的食品安全，天津市产品质量监督检测技术研究院国家加工食品质量监督检验中心的检验人员每天要完成上百批次食品样品的检验任务。

新华社发

有人担心食品经过辐照加工会产生有毒物质，但理论上和实际检测结果都不存在这个问题。

食品辐照加工技术从开始研究到应用，几十年来，世界上30多个国家的科学家相继开展了卫生安全性方面的系统研究，研究试验工作的深度远远超过历史上任何一种食品加工技术。长期的动物毒性试验结果证明，食用辐照食品的动物生长、发育、遗传与食用未经辐照加工食品的动物完全相同。三致试验(致畸、致癌、致突变)结果也没有明显变化。上世纪70年代至80年代，美国等国家先后开展人体试验，参加试验者数百人。在为期三个月的食用辐照食品后，经严格体检及血象生理生化检查，无任何不良反应。在中国，439个志愿者所参与的8个实验中，食用为期7至15个星期的占膳食总量的60%至66%的辐照食品(0.2-8.0kGy，大米、土豆、花生、蘑菇、腊肉、肉、蔬菜及普通谷类)，在

物完全相同。三致试验(致畸、致癌、致突变)结果也没有明显变化。上世纪70年代至80年代，美国等国家先后开展人体试验，参加试验者数百人。在为期三个月的食用辐照食品后，经严格体检及血象生理生化检查，无任何不良反应。在中国，439个志愿者所参与的8个实验中，食用为期7至15个星期的占膳食总量的60%至66%的辐照食品(0.2-8.0kGy，大米、土豆、花生、蘑菇、腊肉、肉、蔬菜及普通谷类)，在