

探秘核电“宝贝”华龙一号

本报记者 齐 慧



最近“华龙一号”可是火了！今年4月15日，李克强总理主持召开国务院常务会议，决定核准建设“华龙一号”三代核电技术示范机组。此后，“华龙一号”这一名词经常出现在人们的视野之中。

到底这“华龙一号”是什么？与其他核电站有何不同？为何核电领域视它为宝？《经济日报》记者一一为您解答。

师出名门 功力高深

普通人对核能总有一种神秘感。几千年来人类一直都在为扩大能源、提高自己驾驭自然界的能力而奋斗。在掌握原子能以前，人类利用的几乎一切能源，如煤炭、石油等归根结底都来自太阳的辐射。种种能源转换和传输只是分子和原子的重新组合，不涉及原子核内部结构变化。

人类到20世纪初才逐渐认识原子核。人为地促使原子核内部结构发生变化，释放出其中蕴藏的巨大能量。但真正得以应用，是20世纪40年代才实现的，这也是原子能工业的开端。

目前，核电与火电、水电一起构成世界3大电力支柱。核电站与火电厂的运行原理其实是相同的，都是用蒸汽推动汽轮机、带动发电机发电，区别在于火电厂依靠燃烧化石燃料释放的热量来产生蒸汽，核电站则依靠核燃料的核裂变反应释放的核能来产生蒸汽。

也就是说火电厂烧的是煤，而核电站常用的核燃料是铀-235。铀的能量巨大，一吨铀-235的原子核裂变可以释放出相当于270万吨标准煤燃烧所放出的能量。

我们总是听报道说到第几代核电站，那么核电站又是如何划分的呢？

自1954年，前苏联建成电功率为5兆瓦的实验性核电站以来，核电技术的发展可以划分为第一、二、三、四代。

第一代核电站是指各国在20世纪50年代开发建设的实验性原型核电站，证明了利用核能发电的技术是可行的。

第二代核电站是指20世纪70年代至现在正在运行的大部分商业核电站，证明了发展核电在经济上是可行的。

第三代核电站是指满足《美国用户要求文件(URD)》或《欧洲用户要求文件(EUR)》，具有更高安全性的新一代先进核电站技术。

第四代核电技术是目前正在进行概念设计和研究开发的，在反应堆和燃料循环方面有重大创新的核电站，它着眼于核能更长远的发展，但最快也只能在2030年以后开始商业应用。

我国核工业也是从20世纪50年代起步的，今年正好是中国核工业创建60周年。而“华龙一号”就是中国核工业60



图① ACP1000 单堆效果图。



图② 建设中的“华龙一号”机组。



图③ ACP1000 双堆效果图。(资料照片)

年坚持自主创新的结晶。

“华龙一号”的“父母”是中国核工业集团公司和中国广核集团两大核电巨头，是在我国30余年核科研、设计、制造、建设和运行经验的基础上，根据福岛核事故经验反馈以及我国和全球最新安全要求，研发的第三代先进百万千瓦级压水堆核电技术。

“既自主创新，又博采众长，可以说它有身份、有基础，说师出名门并不为过。”中核集团公司董事长、党组书记孙勤介绍，“华龙一号”机组的最大电功率能达115万千瓦时，福清核电站的6台机组预计于2020年底全部建成投产，年发电量将达到450亿千瓦时，年总产值达170亿元。

身穿盔甲 不怕撞震

“你看，中间圆形的就是反应堆厂房，一高一低两圈钢筋就是‘华龙一号’显著特点之一——双层安全壳……”站在“华龙一号”首台落地的福清核电5号机组基坑旁，福清核电项目部总经理助理赵宝贵似乎已经从绑扎的钢筋中看到了“华龙一号”示范堆建成

后的模样。

为了让记者更好地对核电站有所了解，赵宝贵对着模型讲解着。

核岛和常规岛是核电站的中枢，从外部看去，这是两个分别呈圆形和方形结构的厂房，核电生产过程中的主力厂房和设备大部分被安装在这两个“岛”里。

和其他核电站工作原理相同，“华龙一号”的产电过程需要在两个“岛”之间完成，通过核岛反应堆堆芯里铀原子在中子的撞击下裂变产生热量形成蒸汽，传输到常规岛厂房，推动汽轮机转动做工，最终产生电能供应。

这个有些复杂的核电生产过程，如果用一句话概括就是，“核岛是产生能量的地方，常规岛是转换能量产生电的地方”。

三代核电站最为突出的优点就是更加安全。

从指标来说，“华龙一号”完全可以满足三代技术指标，在很多安全指标上还超越了现有三代核电技术的要求。

“华龙一号”的反应堆设计是“从157堆芯扩容到177堆芯”，提出改变核反应堆堆芯容量的方案就意味着要开发

出真正属于中国自己的核电堆型。相比国内在运核电机组，发电功率提高5%至10%的同时，降低了堆芯内的功率密度，提高了核电站的安全性。

“华龙一号”创新性地采用“能动和非能动安全设计理念”，以非能动安全系统作为能动安全系统的补充，可在保证技术成熟性的同时，大幅提高安全性。

它拥有的双层安全壳，内层确保反应堆发生事故的情况下放射性物质不会外泄，外层抵抗外部撞击的损害，可以抵御类似商用大飞机撞击，厂区也可抵御相当于日本福岛核事故中的地震震级。

日本福岛事故对世界核电发展影响巨大。为了更加安全，“华龙一号”提高了电厂的事故应急能力。充分吸取福岛核事故的经验反馈，采用多样化手段提高了水压式压水堆电源可靠性、增大蓄水池容量，设置移动临时供电措施、延长操纵员不干预时间及改进严重事故工况下应急指挥中心和运行支持中心的可居留性和可用性等，增强了极端外部灾害防护能力和事故应急能力。

中国核电 放眼世界

在国内，目前国家已同意依托中核集团福清5、6号机组和中广核集团防城港核电站3、4号机组建设“华龙一号”国内示范项目。2015年5月7日，“华龙一号”国内首堆——福清5号机组开工，随着示范项目的开工，其在国内扩大布局的速度将稳步提升。

放眼世界市场，“华龙一号”也有很强的商业竞争力。它具有完整自主知识产权，共获得743件专利和104项软件著作权，覆盖了设计技术、专用设计软件、燃料技术、运行维护技术等领域，满足核电“走出去”战略要求。而且其充分利用我国目前成熟的核电装备制造体系，自主研制了关键设备和部件，首堆示范工程设备国产化率大于85%，并具有良好的经济性。

自1986年以来，中核集团已累计出口1座核研究反应堆，5台微型反应堆，6座核电机组，积累了在国外的核电建设和运营管理经验。

而有了“华龙一号”，中国核电走出去将从“借船出海”走向“造船出海”，于国于民于能源发展，都有重大意义。作为中国核电走出去的重要品牌，“华龙一号”要全方位参与国际竞争。在国内建设示范工程，将增强国际市场对于我国核电技术的信心，也将进一步促进“华龙一号”的走出去。

虽然国内项目刚刚开工，但“华龙一号”在国外市场已经颇受关注，也赢得了市场。去年2月，“华龙一号”出口巴基斯坦；今年2月，中阿两国签订了《关于在阿根廷合作建设压水堆核电站的协议》，标志着中国自主三代核电技术成功出口拉丁美洲。目前，中核集团正在建立海外市场开发体系，积极推动在英国、阿根廷、埃及等国家和地区近20个核电项目合作。



近日，北京低空臭氧超标，引发受众极大关注——

城市臭氧污染是怎么回事

王乃仙

1940年，在美国的洛杉矶首次出现光化学烟雾污染。它的特征是烟雾呈蓝色，具有强氧化性，能使橡胶开裂，刺激人的眼睛，伤害植物，并使大气能见度降低；形成的条件是强日光和低湿度；其刺激物浓度的高峰在中午或午后，污染区域往往在下风向几十到几百公里外。继美国洛杉矶之后，光化学烟雾污染在世界各地不断出现。

2015年5月25日起，北京的空气中，遭到了严重污染，出现了刺鼻气味，罪魁祸首是低空臭氧超标。

对臭氧的认识可追溯到18世纪。臭氧在日常生活中常用于消毒除臭等；而自洛杉矶首次出现光化学烟雾污染以后，人们对臭氧污染形成的认识逐渐深入，基本搞清楚了臭氧污染形成的机制。当同时满足3个条件：紫外光、一定浓度的氮氧化物和碳氢化合物时，大气就会发生一系列复杂的反应，产生一些氧化性很强的产物，如臭氧、醛类、亚硝酸等。在合适的气象和地理条件下，污染物得到累积并形成光化学烟雾污染。

我国最早出现光化学烟雾污染可追溯到上世纪七十年代。近年来，在人口密集的华北、长三角、珠三角等地区，光化学烟雾污染的风险越来越大。

臭氧污染的产生与臭氧的“前身”，即氮氧化物、挥发性有机物、一氧化碳等的排放紧密相关。工厂废气排放、汽车尾气等都与臭氧污染紧密相关。此外，合适的气象条件和地理条件也是促使臭氧形成并得到累积的重要客观条件。

今年年初以来，臭氧和PM_{2.5}是我国主要的大气污染物，而到了5月25日，长期占据北京大气污染物之首的PM_{2.5}“下岗”，被臭氧所替代。这是由于阳光强烈，汽车排放的氮氧化物在阳光照射下就会生成臭氧，加剧了低空臭氧污染。

自然界的臭氧有90%分布在平流层，即距海平面7公里至50公里高度处，在平流层中的臭氧吸收太阳释放出的绝大部分有害紫外线，使地面上的动植物免遭这种射线的伤害。此外臭氧在平流层的垂直分布对平流层温度结构和大气运动起决定性作用。

但在对流层中(近地面的低空)，臭氧浓度超过一定值之后，就会对人体健康造成有害影响。常说的臭氧污染是指在近地面的臭氧浓度高于200微克/立方米。5月26日，北京市区臭氧浓度为270微克/立方米；北部地区浓度达到3000微克/立方米，导致臭氧超标。在对流层中，臭氧通过光化学反应形成并累积。因此，大气中臭氧的污染通常与光化学烟雾污染联系在一起。因为臭氧是这种污染中形成的最重要的二次污染物和指示剂。

臭氧几乎能与任何生物组织反应，会刺激和损害鼻黏膜和呼吸道，进而引起上呼吸道的炎症病变。这种刺激，轻则引发胸闷咳嗽、咽喉肿痛，重则引发哮喘，导致上呼吸道疾病恶化，还可能致肺功能减弱、肺气肿和肺组织损伤，而且这些损伤往往是不可修复的。(作者系中国气象学会会员)

细胞重塑——

拓展代谢病治疗手段

余惠敏

什么是细胞命运变化中的细胞重塑？

细胞的本意是“小房间”；成体细胞犹如一个具有特定功用的房间，其内的器具构造决定了它是居家、办公还是商铺；而胚胎干细胞则更像是一个空房间，可根据需要把它改造做任何用途。细胞重塑是成体细胞重编程为胚胎干细胞的过程，如同把原有房间里的器具构造清空，只留下最基本的设施。

中国科学家近期发现了重编程中细胞重塑的关键作用和调节机制，该发现将拓展人们对相关代谢病的认识，并导向新的治疗手段。这一发现是中国科学院广州生物医药与健康研究院裴端卿和秦宝明实验组的科研人员作出的。5月18日，国际著名学术期刊《自然-细胞生物学》在线发表了他们的最新研究成果，该研究发现，细胞重塑是重编程早期的必须事件，它来自重编程因子关闭mTORC1，而mTORC1关闭引发的自噬激活则阻碍重编程的发生。

2006年日本科学家成功建立诱导多能干细胞(iPS细胞)技术，简便地实现了成体细胞逆转为具有多种分化潜力的类似胚胎干细胞状态的iPS细胞，彻底叩开了再生医学的大门。然而该技术距离大规模应用，依然在“质量”和“安全”两个主要方面存在问题。过去几年来，科学家们的研究主要集中在细胞核内的基因表达调控上，而对细胞质中发生了哪些转变了解甚少。有研究发现，自噬细胞在饥饿等胁迫条件下主动降解自身细胞质组分的过程)通过降解线粒体在重编程早期发挥关键作用。裴端卿和秦宝明实验组的研究发现，在重编程早期的随机阶段，自噬被强烈激活。

出乎意料的是，自噬的激活对重编程非但不是必须，反而起阻碍作用。重编程在自噬缺失的细胞中不仅效率更高，而且获得的iPS细胞具有正常的多能性。研究人员进一步发现，实际上mTORC1的关闭是细胞重塑发生的关键原因，其持续开启则阻断细胞重塑。线粒体代谢转变以及重编程的发生。这一研究不仅阐明了重编程中细胞重塑的关键作用和调节机制，而且将拓展人们对糖尿病、癌症及神经退行性疾病等相关代谢病中细胞重塑如何影响细胞命运的认识，为寻找新的治疗手段提供有力依据。

本版编辑 童娜 郎冰 徐达

联系邮箱 jrbxzh@163.com

Arktek被动式疫苗存储设备——

来自中国的“生命之桶”

本报记者 陈 颀

这个看起来像卡通玩具的绿色冰桶，名为Arktek被动式疫苗存储设备。虽然其貌不扬，但因为能方便安全地保存疫苗，成为挽救许多贫困地区人口生命的重要设备，被称为“生命之桶”。它的生产者则是中国制冷设备制造企业——澳柯玛。

据澳柯玛股份有限公司董事长李蔚向《经济日报》记者介绍，Arktek具有超级真空密封效果，无需使用电源。桶内有8个冰排和三层分离的疫苗盒，可在35天里让内部温度始终保持在0℃至10℃。它操作方便，维修简单，可随时取用疫苗，是专门为电力短缺、交通不便的非洲运输疫苗而设计的。“我们多次到非洲进行检验，受到非洲人民的热烈欢迎。”李蔚说，“在非洲发生埃博拉疫情时，我们又将这个疫苗桶改造成专门放置埃博拉试验疫苗的装置，温度可保持在零下60℃至零下80℃。”

联合国儿童基金会驻华代表处卫生与营养处处长谢若博在接受《经济日报》记者采访时介绍说：“疫苗使几十年前威胁人类生命的疾病成为了历史，每年可帮助预防约两百万人的死亡。”尽管免疫接种是现代医学最伟大的成就之一，由于价格昂贵及运送困难等原因，全球仍有五分之一的儿童无法获得最基本的疫苗保护。据统计，每年约有150万儿童死于



图① 工作人员在检测Arktek各项技术指标。本报记者 陈颀摄

图② 在非洲，人们用骆驼运输装有疫苗的Arktek。郭白红摄

腹泻和肺炎等疫苗可预防疾病，也就是说，每20秒就有一个儿童死于疫苗可预防疾病。此外，每年还有数百万儿童受到严重的疾病折磨。免疫接种率最低的是农村地区，例如撒哈拉以南非洲，那里基础设施薄弱、电力供应不稳定，拯救生命的疫

苗往往不是变质就是断货。“我们经常听到一个母亲带着孩子徒步数英里，到了卫生站却发现，那里的疫苗已经断货。”谢若博说。

疫苗是对外界环境极为敏感的生物制品，若未储存于适宜的温度范围内，其效

图③ 疫苗桶Arktek。本报记者 陈颀摄

