

【海军】核动力在军用与民用之间的差别

2014-09-29 04:50:00

原文网址：<http://blog.udn.com/MengyuanWang/108908635>

今天（2014年九月29日），中国国家能源海洋核动力平台技术研发中心在中国船舶重工集团公司七一九所（位于武汉市）挂牌成立。此中心由中船重工七一九研究所发起，集合中国核动力研究院设计院、中科华核电技术研究院有限公司、中海油研究总院等单位共同组建。这是中共首个国家级海洋核动力平台技术研发机构。两天前已有台湾媒体报导，但是内容有些偏差，主要是猜测这项“海洋核动力平台技术”将被军用化而应用在核动力潜艇和航空母舰上。而事实是刚好相反的：军用和民用的海洋核动力平台有本质上的不同；中共以往只有军用核动力技术，这个新中心完全是为了开发民用版的海洋核动力而创立的。

最早的核反应堆是纯粹研究用的。后来在二战期间，美国的曼哈顿计划为了提炼钚（Plutonium）而开始建立大功率的反应堆。二战结束之后，美国积极研究利用核反应堆发电的可能性，这当然是军民两用的技术，但是资金主要来自海军的核潜艇计划，所以整个研究方向是由军方主导的。当时核反应堆的设计五花八门，可是能装在直径不到十公尺的潜艇里的只有一种，就是压水式（Pressurized Water Reactor），所以它成为后来所有军用船舶核动力的来源。既然军方已经投入了那么多钱把工程做出来了，民用的核电厂自然也就沿用这个设计。后来美国大部分的核电厂，尤其是西屋公司（Westinghouse）的产品，都是压水式的。直到更晚才有了沸水式（Boiling Water Reactor），不过它与压水式大同小异，1940和50年代的各式奇型设计大多已被人遗忘。

裝置容量:萬瓩

	核一廠		核二廠		核三廠		龍門(核四)廠	
	一號機	二號機	一號機	二號機	一號機	二號機	一號機	二號機
商轉日期	67年12月	68年7月	70年12月	72年3月	73年7月	74年5月	建造中	
反應器廠商	奇異		奇異		西屋		奇異	
反應器型式	沸水式		沸水式		壓水式		進步型沸水式	
裝置容量	63.6	63.6	98.5	98.5	95.1	95.1	135	135
占總裝置容量比例	3.1%		4.8%		4.6%		---	

台湾的核电厂如同世界绝大多数的商用核反应堆一样，不是压水式就是沸水式。台电用“万千瓦”作单位，既有西式的千进位，也有中式的万进位，有点不伦不类。为与下列的ACP-100做比较，核一厂的两个反应堆各有636兆瓦的功率。核二和核三则是1000兆瓦级的反应堆，是1980年代以后的第二代核电厂的主流技术。核四则用了GE最新的第三代设计，功率达到了1350兆瓦。中共最先进的CAP-1400与之有类似的功率，即1400兆瓦，不过用的是西屋的压水式技术。

虽然军用的压水式设计后来也主导了民用核电市场，但是两者之间还是有一个大差别，那就是燃料棒的更换问题。民用的核电站以安全为第一考虑，其次是费用；而军用的则以性能为第一，安全和费用都是次要的。民用的核电站空间有的是，而核潜艇里寸土寸金。因此核电厂的燃料棒一般只有5%的铀235（Uranium 235），大约每隔两年换一次。核潜艇不可能每两年就开膛破肚来换燃料，因此燃料棒必须能用上15（潜艇自身的半寿命）或30年（潜艇的全寿命），它的铀235浓度就为此而高达96%。

燃料的浓度差别这么大，设计上的细节自然也就南辕北辙，无法通用。经过六十多年的发展，军用和民用的核反应堆已经成为分别的工程体系：原理虽然相同，部件却常常有完全不同的设计；就像视窗作业系统（Windows OS）和Windows Phone，两者都是微软的技术，但是后者必须能塞进小小的手机里，因而不能与电脑上的Windows通用。

中共从1960年代开始研制091级核动力潜艇，到2012年开始的095级研发计划已经要求其军用核反应堆设计超越俄国，完全赶上美国和法国的最新水准。在民用核能方面，美国在1979年的三哩岛事故之后，其核电站建设完全停滞；而中共在过去几年则大规模投资，引进了美日法俄四国的第三代和德国的第四代设计（即Pebble Bed Reactor；这是个很有趣的技术，我以后有空会详述），如同高铁技术一样，在快速消化吸收之后，已经可以出口。所以在军用和民用核反应堆上，中共都已进入世界前列；那么这次新成立的中国国家能源海洋核动力平台技术研发中心，到底是要研究什么呢？其实它的研究对象，民用的核动力船只，是一个很小的市场，目前只有破冰船有应用，当然俄国在这方面最领先，俄国人还提出了用同样的技术来建造浮动核电站的可能性。中共的经济实力已经强大到可以面面俱到的地步，连这种小规模工业都不愿放过。在技术上，民用船只的核反应堆的性质介于军用反应堆和民用的陆上核电站之间，空间大于潜艇而小于核电站，燃料棒的更换周期长于两年而短于军用要求的15年，因而铀235浓度在20%左右。中共刚刚开发出世界第一个商业上实用的袖珍核反应堆ACP-100，目前正在福建莆田施工兴建其配套的电站，其发电功率为100兆瓦（MW），大小和一个集装箱类似，因此可能以此为基础，为改用中浓度燃料棒重新设计出民用船只的核反应堆。



ACP-100的模型。它采用一体化设计，整个反应堆非常紧凑，可以塞进一个标准的集装箱里；不过燃料棒还是须要两年换一次，和军用的明显不同。

1 条留言

姚广孝

2016-07-02 00:00:00

首先多谢博主在互联网上的辛勤无私的传播知识和科学逻辑。

博主是非常喜欢核能的，在众多博文中，提到核能的最多，其次就是太阳能。我手上有本书是罗马俱乐部的Jorgen Randers 对今后40年（截止到2052年）世界的各方面的预测研究。

其中有一章节就包括能源。他提到了因为大量二氧化碳的排放对气候的变化而预测人类的能源结构会转向低碳能源。化石燃料消费会急剧下降。可再生能源，太阳能，风能，生物能和水能一起在2052年占到比例的37%。其他的比例为煤炭23%。天然气22%。石油15%。和核能2%。

他在文中特别提到了光伏在未来的主导地位而又非常看衰核能。对光伏的看好在于成本在不断下降，而投资风险的下降。而核能在2052年的时候只有法国和中国这两个国家会从核能中获取电力，而且两国都决定，在2065年之前摆脱核能。

我之前还和德国的一个朋友聊到这问题，他说德国的能源结构已经领先了英国一个数量级，在于英国去年还在找中国盖核电厂，而德国已经不把重心放在核能上了。对于这些事我感到非常不能理解。

因为书中的论点给我的感觉特别像是外行，他提到了核能成本之谜，和其安全性之谜（受到福岛事件影响），和他容易被他国或者恐怖组织攻击，所以未来核能开发只会在中央集权国家（也就是中国）。

你对这个问题怎么看？

还有在留言中看到你要出书了，我个人感觉的话，你应该会遇到主题组织的问题。因为你的博客看上去很分散。但是我感觉这不是问题。我看到了Kevin Kelly (Out of control)这本书同样也出现了这个特点，写的很散，而且我发现你的文字中也经常流露出向2052这本书一样对未来世界方方面面的预测。而且文字含金量更高得多。

期待佳作的完成。天生的思考者的后代结晶就在于他的书中而不是亿万财富。

“

新非碳能源的最大阻碍，原本是成本高，现在大量生产后，成本下来了，新的问题在于它们靠天吃饭的不可靠性。我刚好计划在下一篇文章详谈。

核电的好处就在于它的稳定，对电网的要求很低。若要完全淘汰核电，前提是建立洲际的智能电网，这不是20年可以搞定的，而且会有国与国之间政策摩擦的难处。

[返回索引页](#)