

论中国核电技术自主研发之路

(转载)

1. 中国核电发展的形势和任务

自从1985年3月20日秦山一期（秦山 I）核电站 浇灌第一罐混凝土以来，中国核电建设已经整整走过了20个年头。先后有秦山 I、大亚湾、秦山 II、岭澳一期（岭澳 I）、秦山 III，五座核电站，共九台机组投产运营，总装机容量为670万千瓦，占全国总发电量的2%。这些核电站中，有自行设计，自行建造的我国第一座核电站秦山 I；有完全由法国和加拿大引进的大亚湾和秦山 III；有基本与大亚湾相同，但采用一些国产设备的岭澳 I；也有借助于大亚湾的经验，自行设计和建造的秦山 II。这些核电站中，除秦山 III是由加拿大引进的重水堆型的外，其它均是压水堆型的。现在还在建设中的有田湾（中俄合作）、岭澳 II 和秦山 II 扩建工程（秦 II 扩），它们各包括两台机组，单机容量分别为100万、100万和65万千瓦。这些核电站的建成和运行，为我国核电站设计、建造和运营，积累了宝贵经验，为今后我国核电建设打下了比较坚实的基础。

随着国民经济的高速发展，能源短缺日见突出。如果说几年前，核电还只是中国能源发展的一个选项的话，现在则是必须走的一条道路了。国家已经有了一个雄心勃勃的核电发展计划：准备到 2020年，核电装机容量达4000万千瓦，即再投资4000亿人民币，再建31台百万千瓦级的核电机组。

面对着这样紧迫形势，中国核电界要回答的问题是：今后的中国核电发展之路，应该怎么走？为了回答这个问题，我们要对中国核电发展的基本形势，有一个清醒的估计。这是确定今后中国核电发展方针的依据。

2. 中国核电国产化成绩的评估

在中国核电界，关于核电国产化率，你常常会听到人们这样说：秦山 II 为55%；秦 II 扩将达70%；岭澳 I 为30%，岭澳 II 的一号机组力争取达50%，二号机组将达70%。几年前，有报道说：“中国核电设备制造跻身世界前列”，说的是上海锅炉厂制造的60万千瓦核电机组的反应堆压力容器（下称压力容器）的事，据说在焊接、装配、精密机械加工等方面实现了重大突破，开辟了中国核电设备制造的新领域。看了这些数字和报道，外界人士一定认为，中国的核电站建设一定是达到了相当高的水平，设计，建造（包括设备制造）和运营已经日臻成熟，只要再进一步提高国产化率，完全靠自己的力量建造核电站，已经指日可待。在中国，常常有媒体和业界的头面人物把事物的光鲜面摆给人看，而不是切实地反映事情的本来面貌，这几乎成了司空见惯的现象。但在这光鲜面下的事实，却并不十分令人鼓舞。

国产化的最核心的内容，是关键设备的自主制造。这些设备包括：压力容器、主循环泵、

蒸汽发生器、稳压器以及主回路管道等。国产化率是可以作为评估国产化成绩的一个指标，但这些关键设备制造的实绩更有实际意义，更能代表核电国产化的水平。那么，这些设备国产化的情况到底如何呢？到目前为止，除30万千瓦级核电机组的设备外，我国使用的唯一的60万千瓦级国产关键设备，就是上面说的，由上海锅炉厂制造的、用于秦山II的一台压力容器。当时报道说，“跻身世界前列”，“已达到国际先进水平”。但实际并不如此，据媒体报道：这台压力容器接管端有四条焊缝被发现有缺陷，请了外国公司才得以修复。上锅因此失去了秦II扩的订单。我们必须对自己的设备制造能力，做实事求是地评估。

3. 国产化的秦II扩模式和岭澳II模式

现在正在建设的秦II扩和岭澳II的技术路线，是值得我们认真研究的。秦II扩为有更多可能采用国产设备，仍选用65万千瓦的发电机组。它的主要设备来源有两个途径，凡是有可能的，就采用国产设备；否则就从国外采购。压力容器和稳压器将由第一重型机械厂制造；蒸汽发生器将由上海电气制造；一回路主管道由经玛努尔（烟台）公司承担制造（算不得国产化）；而主循环泵（和上冲泵）则是由日本三菱提供。

而所谓岭澳II（百万千瓦级）模式，有的关键设备由中国公司和外国公司合作供应，如东方电机和法国热蒙已经联合组建阿海珐公司，生产主循环泵；而其它的则是采用国内公司“为主”制造，有外国公司做技术支持，设备制造所需的原材料和核心部件由外国公司供应。据报道，岭澳II的压力容器、蒸汽发生器、稳压器、主回路管道的制造，都是以东方集团下属的东方锅炉和东方电气等为主，辅之以法玛通的技术支持（加买原材料、核心部件）。

比较秦II扩和岭澳II，我们可以看出以下几点：

首先，如果两座核电站建成后，技术成熟程度可达到同一水平的话，因为计划建造的核电站应为百万千瓦级的，那么按岭澳II模式可以一步到位；而按秦II扩模式，中国虽有制造60万千瓦级的压力容器经验，但那是上锅制造的，而且还不算十分成功。对一重来说，制造这种级别的压力容器，技术上并没有继承性，仍然是不小的挑战；由上海电气承担蒸汽发生器和由一重承担的稳压器，能否通过这次制造，使其制造技术达到成熟，尚有待实践证明；主循环泵仍从日本三菱采购，还谈不到国产化。显然，要建造百万千瓦级的电站，没有直通车，还需要对制造技术做进一步改进和提高，还有相当的路要走。

按岭澳II的模式，中外联合生产的产品，中方得不到核心技术，这是许多实例证明了的经验。而以中方为主，只要求外方提供支持，则外方并不对设备制造质量负责，也决不会在“技术支持”中把核心技术交给你；中方囿于原有的技术水平，所造设备很难达到高质量；中方不能生产的原材料和核心部件还要从外方采购，绝大部分的核心技术就包括在这原材料和核心部件中。这样的“引进”虽然代价并不小，也同样得不到核心技术。关于这一点稍后我们会谈到，沈阳水泵厂和金属所的经验。显然，所谓的“以我为主”，只不过由中方出面签合同，实际仍然是一种“外围打工”而已。企图与国外企业建立联队，“以团结协作的大团队精神”“高质量地完成设备制造任务”，是“市场换技术”思路的一个变种。要外方与你一起发扬“团结协作的大团队精神”，不是欺人之谈，也是一厢情愿。不管合作的融洽与否，外方的目的都是为最大限度扩大其自身利益；他们绝不会为中方的利益着想，而且还会毫不犹豫的损害中方的利益。我们在下文中还会谈到这方面的例子。外方或假联合企业之躯，或借“技术支持”之手，仍可掌控中国的核电关键设备制造市场相当重要的份额。因为中国的核电市场很大，他们获得

的利益也很大，自不待言，中国为此所付出的代价也是很大的。这就是为什么他们心甘情愿地充当合作伙伴或“配角”的原因。所谓“引进、消化、吸收、创新”的关键在于“引进”。既然不能引进核心技术，那么“消化、吸收和创新”也就无从谈起。如果这样地滚动下去，多少个核电机组建成后，核电成本仍然降不下来，中国核电不可能实现真正的国产化。

因此，虽然在秦Ⅱ扩和岭澳Ⅱ的建设中，我们在锐意推进国产化。但是单就我国设备制造技术方面而论，虽然在小功率电站（30万千瓦）方面，有了一定的经验积累，而对于中等功率的核电站如秦Ⅱ扩，我们的核电设备的制造技术的掌握，仍然是不十分充分的。单就关键设备制造而论，秦Ⅱ扩在某种程度上仍然具有原型堆的特点，它的关键设备并没有在实际核电站上考验过，还没有使用经验。至于说百万千瓦级的核电站的设备制造的“以我为主”，只不过是一种内部口号而已，并不具有多大的实际意义。如果不把问题讲清楚，这是对将来核电站建设的一种误导。

4. 核电设备技术为什么发展缓慢

在分析我国核电设备制造技术发展缓慢的原因时，我们必须注意下列事实：搞两弹一艇时，我们自己不搞研发，就不会有任何进展，现在的航天技术也是如此。搞核电站则不同，自己不研发设备制造技术，也能够从国外买到任何建造核电站所需的设备，甚至买到整座核电站。秦山Ⅰ、大亚湾、秦山Ⅱ（用了一台国产的压力容器）和岭澳Ⅰ的建成，基本上都没有采用国产的关键设备，没有自己研发关键设备制造技术的紧迫感。

大亚湾的成功，使我们在核电站的设计，建造，运行方面学会了许多东西。核电站是在中国的土地上建造的，有许多中国的工程师和技术工人参加建设工作。国外承包商必须为我们提供技术文件，必须在建造，调试，运行方面指导我们的人员工作。因而只要他们要向中国出口核电站，上面这些东西没法不让我们学。这为我们后来的秦山Ⅱ的设计、建造和运营，提供了人员和技术的准备。如果没有大亚湾核电站的引进，要自己设计和建造60万和100万千瓦的核电站，要艰难的多，要花更多的摸索时间。但我们也必须看到，尽管上述的技术对我们非常重要，但那还不是建造核电站最核心的技术。而关键设备制造技术才是最核心的技术，这可是他们要牢牢握在自己手里的东西，你没有办法在核电站建设过程中学到。即使中方人员参与监造也无济于事，他们会想方设法，让你看不到想看的東西，他们也还会找出种种借口，拒绝你的监造。有许多东西，如材料成分和生产工艺，即使你参加了监造，你也无法学到。我们从法国引进了大亚湾核电站，从加拿大引进秦山Ⅲ核电站，从俄罗斯引进了田湾核电站；我们基本上没有学到什么关键设备制造技术。这正如胡总书记在参观秦山Ⅱ时所说的：“核心技术是买不来的。”这就是为什么核电站可以建设成功，但却得不到核电站关键设备制造技术。我们必须改变一种错觉：以为，既然设计，建造，运营的技术和经验可以由市场换来，那么设备制造技术也可以由市场换来。

关键设备制造的国产化进展甚微，究其原因，除了上面讲过的外部原因外，还有中国的内部原因：我国核电发展的重心放在核电站建设上，而没有给开发核电技术以应有的关注。一切运作都以核电站业主为中心展开的。在核电站建设的自始至终，无论是国家投资，还是地方筹款，所有的钱都掌握在业主手里，由业主全权支配。这种体制，必然带来下面的情况：由于核电站建造中所需要的任何设备，在国际市场上都是可以买到，因此，业主并不在意设备国产化的问题，对于国产化缺乏积极性；他们掌握着钱，一心一意想买国外产品，因为国外产品技

术成熟，风险小。不仅关键设备要从国外买，就是有些国内可以提供的设备也要从国外买。他们有很大积极性买国外设备，也还因为这会給工作人员，带来丰厚的经济利益，这是不可回避的事实。因此，他们最不主张采用国产设备。他们不为技术研发出钱，没有资金支持，研发工作是不可能取得大的进展的。

国内的设备制造商对国产化有极大的积极性。看到核电站建设所需的那么多设备的大额订单被国外制造商拿走，他们心急如焚，但苦于技术落后、没有经济实力，只好望洋兴叹。当他们哪管只是拿到一个小的设备制造项目，也会激发起发展核电技术的热情。1998年沈阳水泵厂接受了一项核主泵试制任务，科学院金属所协助试制成功一个有特定性能要求的、重10吨的不锈钢大锻件，2000年初沈阳水泵厂用该锻件试制的核主泵成功。在试制过程中，两个单位投入了大量的人力、物力、财力，倾注了极大的热情和积极性。长沙水泵厂拿到恰希马主泵订单后，打算投巨资，购买国外核主泵制造技术，以便通过吸收消化、自主创新，开发出具有自主知识产权的核电主泵。但国内制造商受到技术和经济实力的限制，他们的技术研究工作，往往是在取得项目之后进行。这样的设备研发出来，还有在以后的核电项目中，不被采用的风险。在资金和技术上，他们无法与国外的大公司相竞争，这就决定了他们的技术发展工作，很难取得重大进展。还有就是联合企业的中方，他们是借助国外大公司的技术力量取得项目的，这是他们的主要目的。他们当然想掌握制造技术，但是合作对手并不给他们这样的条件和机会。他们拿到项目，实际上也只能从大蛋糕上分得一小块，也就是周光召先生说的“外围打工”。

在理论上，最关心国产化的当是代表国家的机构。20年来，在建设核电站的过程中，如上所说，不搞关键设备研发，靠买设备也可建设核电站。人们没有被逼到不研发核电技术，就无法建设核电站的死角，缺乏自主研发核电技术的紧迫感。他们没有意识到，自主研发核电设备制造技术的重要，也没有启动自主开发核电技术的勇气。极端点说，在他们的头脑中，有意识和无意识地形成这样观念：核电设备技术只能来自国外，虽也说“自主创新”，但那也只能是在拿到国外技术之后的“创新”。特别是在我国核电从“适度发展”到“积极发展”的形势出现之后，中国出现了一个巨大的核电市场，以为“市场”是一个具有无限魔力的法宝。它不仅可以换来技术，还可以换来最好的技术，还会让人家教会设计和制造工艺，还要国内单位分享这些技术；还要由此产生“自主知识产权”。一旦这个美丽的梦破灭时，就变得茫然不知所措。几乎没有想过，在我们没有办法从外面取得技术情况下，如何通过自己的努力来研发制造技术。正因为如此，我国发展核电至少已有20年历史，但在核电站关键设备制造技术上进展十分可怜：没有发展规划，投资即使有也非常少，没有整合国内的研究力量，没有从事直接搞技术研究和统辖、协调国内研究所、厂家的技术研究工作的实体。一句话：除了分散在各厂家的零散的研究力量外，并没有形成核电设备制造技术的研究的整体力量。就是到现在，也看不出，人们已经有了明确的依靠自己力量，研发核电技术的意识，还看不出改变现状的决心。

分散在大大小小的常规设备研究所和制造厂中的研发工作，只能自发地进行，缺乏从核电发展总体方面和从核电的特点方面的指导。例如：像压力容器，如将使用寿命增加到60年，它的材质成分，机械性能，辐照性能，材料的辐照考验，辐照件的制备和设置等等，都不是一个常规厂所能单独进行的。再如制造水泵所需要的材料，大型锻件等，也不是水泵厂可以独自解决的。就是现在，前后两次制造同样的设备，也缺少在技术上的继承性：秦山II的一台压力容器是由上锅生产的，秦II扩的压力容器则是由一重制造；1997年，沈阳水泵厂制造了30万千瓦级核电站水泵，而新的一样级别的水泵则由长沙水泵厂提供。目前，面对我国巨大核电市场的要求，我们这种核电设备技术研发和制造状态，无论如何是满足不了要求的。

5. 市场为什么换不来技术？

中外双方在以依托项目进行技术转让谈判中，无法取得进展。其根本原因是，双方目标相距太远，绝对无法统一。中方要以阳江、三门的四台机组、或许稍高的代价，得到这些机组，以及先进的电站设计技术和设备制造技术，然后使之转化成具有自主知识产权的技术，在以后的核电站的建设中，应用这些技术自己设计核电站和制造设备。而对方要得到的不仅仅是四台核电机组，而是中国的巨大的核电市场。市场的竞争再激烈，也不足以让他们为了四台核电机组而断送以后的核电市场。因此，他们以难以接受的报价，逼使中方望而却步，从而进入他们的轨道。但中国又不可能把巨大的核电市场永久地拱手相让；中外双方的利益是完全对立的、不可调和的，无法取得进展。可见靠“市场换技术”所能起到的作用很有限，正真的核心技术市场是换不来的。

这里，我愿意讲述几个“市场换技术”的小例子：一个是，在上个世纪80年代，我们在为大亚湾核电站进行引进燃料组件制造技术，同一家德国公司谈判，因价格的差距而僵持的时候，法国公司乘虚而入，他们开出的条件是：如果采用他们的燃料组件制造技术，他们可以将“堆芯设计和燃料管理软件包”无偿地提供给我们。这可算一个很典型的“市场换技术”，虽说是“无偿”，但软件的复制和文件提供，也花费了一笔不菲的费用。但我们拿到了这套软件不久，他们自己就废弃不用了。另一个例子，是大亚湾为了研究18个月换料，与法方签订一个合同。与合同捆在一起的是，法方应向中方提供“堆芯设计和燃料管理”SCIENCE软件包。且不说，他们删除了包括有一百多个机组数据的数据库，而且中方专家无法读出，他们以源代码形式提供的SCIENCE软件包，而且还没有办法依据合同再找他们解决问题，只能吃哑巴亏。我们的有关人员，有时还要以拥有SCIENCE软件来炫耀，但对以源代码的价格引进的却是黑匣子问题，却讳莫如深。最后一个例子：沈阳水泵厂从1996年开始一项主循环泵的研究，欧洲某公司应按合同提供几套关键不锈钢部件与材料。欧洲核组织以这些材料和部件涉及核主泵的核心机密为理由，在交货前终止了该合同的执行。此外，沈阳水泵厂在别的项目的研发中还因材料价格太高，或者因为对方提供错误的材料成分和工艺不得不请金属所研制所需的材料。到现在为止，我还没有听说过一次成功地从外商手中获得关键设备地制造技术。

6. 中国核电发展应分两步走

首先我必须以务实的心态，正确分析核电站建设和设备制造技术研发之间的关系，实事求是地确定自己的技术路线。在我们还不能用国产的关键设备装备核电站的时候，我们应将核电站建设和技术研发作为两件事，使之相对地分离开来，并按轻重缓急区分出近期和远期的任务。这样我们才会更明确，在什么时候做什么和怎样做，才会针对近期和远期任务而采取相应的对策。

以务实心态，加紧近期的核电站建设：

我们在“市场换技术”的美梦中生活的太久了，现在必须回到现实中来。我们必须端正心态，务实地分析当前形势，确定我们的技术路线。目前面临形势是：能源的短缺已成为国民经济发展的一个限制因素，为解决电力的缺口，必须加快核电站的建设。在这种情况下，我提出核电站建设两步走的主张：即在近期内，以解决能源短缺为主要目标，将近期任务单纯化，就是为生产电力而建核电站，不必执意与技术引进挂钩。还可以沿用秦山二期、秦II扩、岭澳II的建设模式，依靠自己的力量，来进行自主设计，自主建造，和自主运营，这是我们的能力所能达到的。至于目前还不能自主制造的关键设备，如压力容器、主循环泵、蒸汽发生器、稳压器等，则仍可由中外联合的企业提供，或者直接从国外采购。在能够自主生产这些设备之前，我们可以利用我们已经掌握的技术加上购置来的设备，将核电站一座座建起来，以满足近期对能源的需求。

积极推进关键设备的研发工作：

但是如上述的建核电站的模式一直延续下去，那就等于将中国的核电市场的关键设备制造这一块，拱手让给了外国人，一直为外国人所把持，这是我们绝对不能做的。因此，必须在近期建造核电站的同时，积极推进核电站关键设备制造技术的研发工作。随着制造技术的研发成功，第一项国产的关键设备制造出来，我们的核电建设就进入了向完全国产化行进的过渡阶段。在这阶段中，随着各关键设备相继被制造出来，就不断地用自主制造的设备取代不具自主知识产权的设备，装备核电站，直至完全的国产化。在远期任务中，还包括下一代的先进核电系统的研发。

我现在提倡的是积极的自主性的研发，并不排除在从外面获得核心技术的基础上的开发，而却还要努力争取，但不把立足点放在这上面。我所建议的研发，则是建立在得不到外来核心技术的基础上的。这就要求那种在旧轨道走久了的人，要有重大思想观念的转变，如果把这称为“小小的革命”也不为过。对核电发展负有重大责任的人，要有抛掉旧思路，采取新思路的勇气。我们必须丢掉幻想，振奋精神，自己发展核技术，实现完全的国产化。历史将证明，这是我们唯一可走的正确道路。

在这核电技术研发的建议中，包含一项重要的实质性的举措：

组建核技术研发机构：

在各核电大国中，都有核电设备的研发机构。如美国的西屋公司，俄罗斯的OKB“Gidropress”，以及后来的法国、德国、日本、韩国等也都有这样的机构，惟独中国没有。从即将成为核电大国的观点出发，中国理应组建一所，就像俄罗斯的OKB“Gidropress”（见附录）那样的，权威性的核电技术研发机构。组建这机构的主要目的，就是研发建设核电站所需的设备，以及为下一代核电站技术的发展提供硬件技术的支持，成为国家核电技术研发总负责和总归口单位。

该机构应拥有装备完善的试验研究和强有力的试验设备加工基地；应设有主管研发各种设备，如压力容器、主循环泵、蒸汽发生器、稳压器，以及堆内结构和控制系统等的部门和相关的实验室。

该机构的主要任务是：

- 与有潜力参加核电设备研究和试制的厂家和研究所，共同承担核电设备的研究发展工作，特别是组织对关键技术的联合攻关；
- 本机构的各部门也应具有相当的研究实力，在联合攻关中，承担其它厂、所没有条件承担的，具有核电特色的任务；
- 协调本机构的部门、研究所和制造厂的分工合作，组织编制研发大纲，掌控研发计划和主导研发工作的进行；
- 编制和修订相关的法规和标准文件；监督这些文件的执行；
- 组织对研发成果的鉴定和验收，并将这成果应用于实际设备制造中去；收集设备在实际应用中的反馈问题，改进设备制造技术；
- 作为引进国外技术主体，与有关的公司和厂家合作，引进国外技术，并在此基础上发展自己的技术；
- 开展与国际组织和外国研究机构的学术交流和合作；等等。

我们在这里列举的项目，并不表明它们是足够的和适当的，只不过是抛砖引玉而已。重大方针的改变，应是国家和政府的行为，单靠市场运作是达不到结果的。我国政府应拨以专用款项，用于核电技术的开发，改变过去核电站建设费用全部归核电公司（业主）支配的模式，将研发费用从核电站建设费用中分离出来，核电公司也有责任为核电技术的研发提供资金的支持。

整合核电技术研发的技术队伍。选派有高度自信力、有责任感、有创新精神的人来领导这个机构；拒绝那些从旧体制脱胎出来的没有自信力、没有责任感、缺乏创新精神、只会花钱、传统习气浓重的人参与领导工作，因为他们只会阻滞工作的进展，甚至滋生腐败；聘请高级的核电专家和高级专业人员来主持各种设备制造技术的研发工作；努力吸收海归人员参加创业；选拔优秀的年轻的科技人员，建设强大的研发的技术队伍。

我们所研发的关键设备，必须要有严格的质量保证。我们要采用国产的设备，必须满足国家关于核电设备的质量标准，在质量问题上，不能有任何迁就。我们应采取这样的方针：国产设备必须是成熟一个，才能采用一个，不能有半点马虎。采用国产化设备的核电站必须是安全的、经济的和可靠的。

根据国家的规划，中国要成为核电大国。要建设那么多的核电站，核电设备制造这个坎总是要跨过的。我们必须要有重新开启核电建设新局面的勇气。根据法、日、德、韩的经验，只要我们坚信我们自己力量，他们能完成自主化的核电站的开发，我们也一定能做的到。如果说，在我们执行“适度发展”方针的时候，组建这样的研究机构也许显得太过奢侈；那么当想到，我国到2020年将成为拥有超过40台机组，总装机容量达4000万千瓦的核电大国时，组建这样的研究机构是绝对必要的。不如此，我们就会又一次失去改变我国核电国产化进程的机会，犯历史性的错误。要执行这样的方针，是会有不少的困难，但只要我们有了想法，迈出了第一步，并坚决的走下去，我们一定会取得成功。因为我们在两弹一艇的建造中，有过这样的经验。

7. 增强自信力，自主创新一定会成功

要开创中国核电事业大发展的新局面，正如上文所说：自主制造关键设备这个坎是必须

跨越的。我们现在要买设备，到2010年要买，到2015年要买，总不能到2020年以后还要买吧！在我国半个世纪的科学技术发展史上，在核领域曾经有过被逼到死角后，而绝处逢生的经验。在上个世纪五六十年代之交，前苏联背信弃义，撕毁合同，撤走了专家，带走和销毁了资料。在这发展核武器的关键时刻，我们靠自己的力量，发展自己的技术，造出了原子弹和氢弹；也是在同样的条件下，研发成功核潜艇。核界前辈在极其困难条件下，有勇气自主研制造两弹一艇并取得成功，我们总不能没有勇气自主研制压力容器、主循环泵等这样的设备制造技术吧。中星微电子在创业之初，是在一个大仓库里起家，冬天没有暖气，冻肿了双手，创造了非凡的业绩；中国航天人，在完全靠自己的智慧和力量，实现了中国人的航天飞行。与航天技术和芯片技术相比，我们总不该认为，核电设备制造技术更复杂，而失去自主研发、创新的勇气。我曾经说过：“外国人涉足的一切领域都不是我们的禁区，在有些领域我们将比他们走的更远。”“我们要彻底抛弃自卑和无所作为的思想，全面重塑我们民族群体的自信力，树立自主创新（包括在引进、消化基础上的再创新）意识。”我认为，只要我们消除自卑，提高自信力，采取得当的措施，大力协作，充分发挥自主创新精神，我们就会有自主制造的关键的核电设备，装备在自主设计、自主建造、自主运营的核电站上。历史证明，中国人有能力，在看似没路可走的时候，开辟出自己的路来。此时，我想起毛泽东的词句：“雄关漫道真如铁，而今漫步从头越。”用在这里最合适。

8. 结论

中国面临着核电大发展的大好形势。在我们依靠自己的力量，还无法提供核电站建设所需要的设备情况下，仍可采用建设核电站的自主设计，自主建造，自主运营，以及关键设备由国内设备制造商联手国外供货商提供，或者直接从国外购买，以满足近期对核电的需求；同时，大力推进核电设备制造技术自主的研发，为此组建中国核电技术研发机构，政府拨以专款，整合国内技术力量，开展核电技术的研发工作。每一项技术研发成功，就立即投产；并将制造成功的设备用到即将建设的核电站上，直到核电站建设的国产化取得完全的成功。同时，此研究机构还将以硬件技术的研发，支持国家先进的核电技术的研究和发展。

2006年4月4日 初稿

2006年4月13日 修改

附录：俄罗斯的OKB Gidropress

俄罗斯有一个叫OKB Gidropress机构，建于1946年，目的是同其他企业和机构一起，共同参与原子能和国防核力量的建设工作。在过去的五十年中，OKB Gidropress进行了大量的装置和设备的研究设计工作，其中包括各种功率核电站的水水反应堆装置等。为掌握试验台架和核电站定制设备所需要的复杂的工艺过程和设备制造，在该企业建立了强有力的生产基地。在这试验研究基地，装备了在功率和复杂程度上，都是独一无二的装置，为所有的深入研究设计中使用的技术方案提供技术依据。OKB Gidropress还指导和协调各研究机构和制造企业

的研究工作，凡是核电站设备问题，都是由它来归口，协调，并加以解决。现在，在OKB **Gidropress**继续集中力量开展具有提高安全性反应堆装置的设计，在企业的试验台架上，有法国的、捷克、芬兰和德国的公司 进行科学研究工作。

在俄罗斯由于有这样研发机构（当然，不只是OKB **Gidropress**），才能在研究工作上有所大手笔的举措。如：为研究在核电站在事故条件下，散发到安全壳内的氢气的爆炸条件，他们做向5000立方米的空间内充入氢气的试验，观察其爆炸过程。为研究燃料组件在熔化后各种物质的特性，他们做真组件的熔化试验。由于他们有很强的试验手段，一旦一个新设想提出，他们会很快投入试制和试验阶段。（主要根据OKB “**Gidropress**” 院长兼总设计师Y. G. 德拉贡诺夫为 《OKB “**Gidropress**” 五十年》写的前言《致读者》编写）