

试论我国核电的发展目标、安全要求和技术路线（2000—2020年）

郁祖盛

（国家环境保护总局核安全中心，北京，100088）

1 我国核电的现状、发展背景与至2020年的发展目标

1.1 我国核电的现状与发展背景

1.1.1 能源发展的需求

为了保证实现党的“十六大”所提出的在2020年之前使全国人民的生活达到“全面小康”这一宏伟目标，我国的国民生产总值GDP的年平均增长率必须大于7%。据有关方面测算，为保持经济的持续、高速增长，能源的平均年增长率必须大于5%。这就意味着到2020年我国的发电装机总容量需要由目前的3.2亿kW增长到8亿kW，净增加4.8亿kW。目前我国运行和在建的核电装机总容量仅0.087亿kW（8.7 GW），占发电总容量的2.7%。为加强能源结构的多样性、提高能源安全，到2020年，核电的比例应至少提高到4%，即0.32亿kW（32 GW）。如要实现这一目标，即从现在算起到2020年的18年间要增加23.3 GW的核电容量，相当于新建23.3台百万千瓦的核电机组，这是一个很大的核电市场。即使以平均1100美元/kW的造价估算，其总投入将达到256.3亿美元（近2200亿人民币）。我国是一个大国，为拉动内需，保证经济的可持续发展，核电的发展不能完全依靠进口，面对如此大的核电市场，必须培育和建立我国自主的核电产业，以满足能源发展的需求。

1.1.2 成绩与不足

经过近30年的努力，我国的核电已完成了从无到有的跨越，运行业绩良好。目前，投入运行的核电机组容量已达5200 MW，到2005年运行的核电机组总容量将达到8700 MW；我国已建立了与国际接轨的核安全法规体系和独立的核安全监管体制，对民用核设施的安全进行了有效的监管；在核电国产化方面，包括项目管理、设计、设备制造、建造、调试和运行等方面均取得了一定的经验，为进一步发展奠定了基础。

但是，由于近30年来我国未能形成一个统一的、实际可执行的核能发展战略目标、发展规划和与其相适应的产业政策，在已建的项目上形成了多种堆型、多国引进、客观上不利于核电国产化的局面。此外，由于在发展核电的体制上也存在着与社会主义市场经济不相适应的根本性问题，因此近年来核电的发展陷入争论、徘徊、停滞的局面。

1.1.3 发达国家核能发展的新动向

（1）先进核能技术的发展，使核电的安全性和经济性得以统一。近20年来，国际核能界在总结美国三哩岛核事故和前苏联切尔诺贝利核事故经验教训的基础上，就如何进一步提高核电的安全性方面开展了大量的研究工作，取得了重要成果，在核电技术的安全性与经济性的统一方面取得重大突破，可以保证新建核电厂的风险概率（反应堆堆芯熔化概率和放射性物质大量释放的概率）在现有基础上再降低一个数量级。在经济性方面通过简化系统和向大容量（单机容量为1000~1400 MW）发展已可使其成本（综合考虑建造成本、运行成本和环境的影响）低于传统的煤电、油电、燃气透平发电和水电，使核电在能源市场上更具竞争力，目前在核能发达国家（如美国），实现这一目标的技术已经成熟。

（2）国际核安全标准进一步提高。近年来，在国际原子能机构（IAEA）的组织下，各成员国之间经过合作研究、反复讨论、协商，一致通过了对于核电厂的安全标准的修订。新的国际核安全标准已通过IAEA陆续颁布。新标准增加了“纵深防御”的层次；要求将核电厂的“风险概率”在原要求的基础上再降

综述
核电设计
工程管理
工程建设
运行维护
核安全
核电前期
核电论坛
核电经济
核电国产化
核电质量
核电信息

低一个数量级；在设计中必经考虑对严重事故的预防和缓解；强调了概率风险评价技术的应用并进一步提高了防火要求……；等等。

(3) 由于运行管理水平的不断提高，特别是基于风险评价的运行管理技术的应用，使得核电厂的运行业绩大幅度提高，运行成本低于其它所有类别的发电厂。例如，美国103座核电机组的年度平均可利用率从原来1990年的低于65%提高到目前的90%以上，发电的生产成本仅1.83美分/kWh，低于煤电。103座核电机组平均每年非计划停堆数从1.2次降至0次。

(4) 由于新一代的核能技术已具备与常规能源竞争的优势，以及近年来核电厂良好的运行业绩提高了公众和投资者对进一步发展核电的信心，在发达国家，以美国为首进一步发展核能的高潮可能提前到来。近年来，美国加州缺电的现实使得电力公司纷纷准备投资建设新的核电厂，预计今后3~5年内美国将有一批新的核电项目上马，这一举动必将刺激西方的核电市场，使其注入新的活力。

1.1.4 进一步发展的技术基础

1.1.4.1 对我国当前核电设计能力的评估

(1) 通过我国核工业40余年的发展和压水堆核电厂20多年设计工作的实践，总体而言，基本上具备了开展设计工作所必需的分析计算和实验验证的条件和能力。但是，如按国际上称之为“第三代或三代+”核电技术为目标，开发能符合国际新的安全标准并具有能与传统能源相竞争的经济性的核电厂来评价，则由于经验和技术贮备不足，分析计算和实验验证的条件还有较大的差距。

(2) 由于近20年来我国所完成的秦山300 MW核电厂、和在此基础上经改进的出口巴基斯坦的恰希玛核电厂以及秦山600 MW核电厂的设计是分别比照和参考国外70年代和80年代初的技术完成的，基本上还处于“模仿”、“仿制”的知其然而不完全知其所以然的阶段。总体而言，可以认为我国当前已基本具备了“模仿”国外70年代末和80年代初技术水平核电厂（第二代核电技术）的设计能力。

(3) 如果以“第三代或三代+”核电技术为尺度来评估我国的现有设计能力，则不得不承认还存在着相当大的差距，需要大量的投入，以便在完成众多项目的研究和实验验证后可以完成新电厂的设计，这一过程至少需要5~8年或更长的时间。但是，如果在我国现有的设计能力的基础上，抓住时机采取中外合作，联合设计，以较小的代价用3年左右的时间学习和掌握外方的先进技术，共同完成“第三代或三代+”技术的核电厂设计是可能的。

1.1.4.2 对我国目前核电设备制造能力的评估

(1) 我国已完成的秦山300 MW核电厂、巴基斯坦恰希玛核电厂和秦山600 MW核电厂有关设备的制造表明：针对300 MW核电厂，包括核岛和常规岛设备的国产化能力可达70%或更高。针对600 MW核电厂就制造能力而言应不低于60%，在核岛的主泵、核安全一级阀门、主蒸汽隔离阀的制造能力等方面尚不足，核设备制造的质量保证和管理能力还需狠下功夫提高。由此可见，我国现有的核电设备制造能力对于第二代核电技术而言，已有相当好的基础。

(2) 如果以“第三代或三代+”核电技术要求，即制造出能符合国际新的安全标准和能与传统能源相竞争的经济性的核电厂为尺度来评估我国的核电设备制造能力，可以看出：

核电厂安全性的提高主要涉及到电厂核岛系统设计的改进，总体而言并未对设备制造技术提出更高的要求，而核电厂单机容量的增加则与设备制造能力直接相关。

若以单机容量为1000~1400 MW为目标考虑，下列能力尚有不足：

—核岛主泵/屏蔽泵、反应堆压力容器、单环路功率大于300 MW的蒸汽发生器、核一级阀门、主蒸汽隔离阀等；

—数字化控制保护系统的大部分元器件；

—常规岛汽轮机和发电机的转子、部分叶片、主给水泵等。

这些能力的不足可先采取进口并采取有选择的引进技术、合作生产方式逐步国产化。

对于采用“第三代或三代+”核电技术的核电厂而言，国内现有的制造能力估计第一个双堆机组能达到30%~40%，然后逐步提高。设备采购可依照质量、进度、价格的要求公开招标，组织国内外设备供货商提供。因此国内现有的设备制造能力不应成为采用新技术的制约因素。

1.1.4.3 对我国目前核电项目建设和运行管理能力的评估

国内广东大亚湾核电站和岭澳核电站项目的建设和运行管理实践表明，以广东核电合营有限公司的管理模式和能力为“样本”进行评估，可以说明该公司的项目管理模式是与国际接轨的、高效率的，符合国际和我国核安全标准的要求。因此，可以说目前我国已具备采用“第二代核电技术”的大型核电项目自主建设和运行的管理能力。

如果以“第三代或三代+”核电技术为目标进行评估，由于采用国际上先进的“模块化”建造技术，则需引进相应的组织管理技术。为此，第一个双堆的建造和调试管理可采用“共同管理，外方负责”的方式，从第二个双堆开始则采取“以我为主，外方咨询，中方负责”的方式进行。

电厂的运行管理方面可以采取“以我为主，外方咨询，中方负责”的方式进行。

1.1.5 加入WTO对我国核电发展的影响

我国加入WTO后，面对全球经济一体化的趋势，在核电领域同样面临着更大的机遇和挑战。所谓“机遇”是指：在WTO的“游戏”框架内，有了更广泛而规范的国际合作条件。所谓“挑战”是指：在我们制定核电发展战略和相应的技术路线时，必须把“视线”对准国际核电技术发展中经验证的最新技术以及国际核能产业分工的现状上，以寻求我国核电产业实现“跨越式”发展的途径和“切入点”。如果我们的发展战略和技术路线依旧停留在跟踪、模仿和重复发达国家已走过的“路”，那么在21世纪全球经济一体化和技术激烈竞争的大潮中就可能被淘汰“出局”而在国内和国际市场上难于有立足之地！

1.1.6 我国电力工业体制改革对核电发展的影响

实行“厂网分开、竞价上网”的电力工业体制改革已在推进，形势迫使核电必须进入电力市场，参与竞争。目前对核电上网电价的优惠政策仅是临时性的措施。核电要在电力市场中有立足之地，就必须在保证安全的前提下，具有可竞争的经济性，这也是进一步发展核电的重要前提。

1.2 至2020年我国核电发展的目标

综上所述，我国核电发展的目标应当是：

(1) 发展核电，促进我国能源结构的多样化，提高我国能源的安全性。

(2) 尽快形成完整的、与国际合作的、具有市场竞争能力的我国自主核电产业体系，以满足国民经济持续发展对能源的需求（占领国内核电市场）。

(3) 通过国际合作实现我国核电技术的跨越式发展，力争在国际核电产业链的技术高端占有一席之地，为我国的核电产业走向国际市场创造条件。

2 我国新建核电站的核安全要求 [1]

世界核电数十年的发展历史以及中国核电近30年的开发经验表明，核电是一种安全、清洁的能源。迄今为止核电站运行安全记录是良好的，这一现实已被国际社会所接受。然而美国三哩岛核电站事故和前苏联切尔诺贝利核电站事故也表明，尽管核电站发生严重事故的频度极低，由于其后果相当严重，仍然不能忽视它的风险。

目前，国际核工业界和核安全管理部门已形成共识并正在做出巨大的努力，使未来核电站在提高经济性的同时具有更高的核安全水平。达成这一共识的基础是：

(1) 近年来，核安全研究的深入、技术的发展以及核电站运行经验的反馈，使大家进一步认识到现有核电站在核安全方面的薄弱环节，找到了用简化系统的新技术或以较低成本加以改进的途径。核技术的发展使得同时提高安全性和经济性成为可能。

(2) 经验表明：一个重大的核事故将对公众和潜在的核电运营者产生很大的负面影响，要使公众和电力工业界接受核电，就必须增加公众和电力工业对核安全的信心。这要求进一步降低核电站发生事件和事故的频度。

(3) 当前对核电站风险水平的评估还有一定的不确定性，因而需要进一步提高安全水平，为核电站安全留有更大的裕度。

(4) 随着核电站数量和核电容量的不断增加，必须进一步提高核电站的安全水平，使其在总体上对

社会的风险不再增加。

国家核安全局为适应我国当前核电发展的需要，使新建核电厂的安全水平与国际水平基本接轨，在充分研究国际核安全标准以及我国现行标准和综合技术能力之后，在广泛征求国内有关政府部门、核电企业集团、研究单位和核电厂意见的基础上，于2002年8月发布了《新建核电厂设计中几个重要安全问题的技术政策》。

该文件主要阐明了：我国新建核电厂的定量安全目标必须与国际新标准接轨，使核电厂的风险概率在现有基础上降低一个数量级；明确了5个层次的纵深防御概念；新电厂的设计必须考虑严重事故的预防和缓解措施；在设计中强调概率安全评价（PSA）技术的使用；强调了加强设计管理，特别是设计验证；强调了数字化控制保护系统的应用和良好的人机接口等内容。相应的我国新核安全法规“核电厂设计安全规定”和“核电厂运行安全规定”等也将在近期相继发布、执行。

我国核电国产化的依托项目应遵循我国现行核安全法规和《新建核电厂设计中几个重要安全问题的技术政策》的有关要求，使其符合核电厂新的国际安全标准。

此外，应强调的是，与国际接轨的我国核电厂防火要求《核电厂防火》（HAD102/11）早已于1996年发布，由于历史原因，我国目前已运行和在建的核电厂的防火设计与此要求相比均有不同程度的差距。对于新建核电厂的防火设计则必须满足该要求。

3 我国发展核电的技术路线

正确的技术路线是实现核电发展目标的重要保证。为此，在制定技术路线和选择方案时，必须注意到当前国际上核电新技术的发展现状和趋势，以及对2020年前后国际核电及其技术的发展状况和国际核电产业状况作出估计，同时还需考虑下列的基本要素：

- （1）国内现有的技术基础（设计、设备制造、现场建造、调试运行管理、核电工程管理）；
- （2）技术路线所确定的方案应能满足新的安全要求；
- （3）技术路线所确定的方案在经济性方面对于传统能源具有竞争能力（国内、国际）；
- （4）技术路线所确定方案实施的时间进度；
- （5）拉动国民经济（近期、长期）的作用；
- （6）技术路线所确定的方案是否具有批量生产的长期效益；
- （7）技术路线所确定的方案是否能保证所构筑的核电产业平台的技术能力接近或部分达到当时的国际先进水平，为核电技术的进一步发展和核电产品进入国际市场创造条件；
- （8）利益代价分析；
- （9）风险分析。

为此，对下列可供选择的两种技术路线进行分析、比较。

3.1 渐进式发展

以我为主，在现有成熟的核电技术的基础上进行改进，即以“第二代核电技术为基础的改进型”入手，形成一定规模，构成核电产业平台。同时，密切跟踪国外“革新型”，即“第三代或三代+”核电技术的发展，择机通过技术引进，在国内发展“革新型”核电技术，跟上国际核电技术的新发展，即“分两步走”的安排。

近年来国内有关单位提出和论证的下述方案均可划为“改进型”核电机组：

—CNP-1000（三个环路，每个环路30万kW，177个堆芯组件），

—以岭澳核电机组（M310）为基础+改进，

—以秦山二期60万kW核电机组为基础+改进，

—以日本大饭核电站3、4号机组作为参考电站+改进等。

利弊分析：

两步走方案的“第一步”，强调自主设计、以我为主，采用中外合作的方式来弥补我方设计能力的不足。这一方案可能会在一定程度上受到现有能力和时间的制约。当然，如有可能应尽可能考虑与“第二步”有所衔接，例如采用“314堆型”。总体而言，在短期内不太可能在安全性和经济性上达到“更高”的目标。如果项目准备在“十五”期间开工建设，则电厂的设计很可能是建立在80年代初核电技术基础上的改进型，其改进幅度必然受到限制，是一种中间过渡型方案。

两步走方案中“第一步”的优点：这一选择有可能上马较快；有利于现有技术队伍和技术能力的保持和发展；可基本上实现自主设计，设备制造的国产化比例高；对近期国民经济拉动作用的贡献相对较大；技术成熟，风险较小。

但是，该方案也存在一些不确定性，需仔细考虑。例如：以第二代核电技术为基础的改进型，为了满足我国现行的核安全法规（特别在防火要求方面）和国家核安全局关于新建核电站的安全要求，则必须要在原有的基础上作较大的修改，这种修改需要时间，此外在改进设计中有可能需要添加硬件设备而进一步增加建造成本。因此，实际上能否上马快，经济性如何，还有待具体分析。该方案在技术上不先进，不是国际核电技术发展的主流，其经济性也无法和传统能源相竞争。因此，它很难成为我国核电国产化的依托项目，也不可能成为中国标准化核电站的基础，很难再有后续项目。

“两步走”方案的“第二步”，即：目前密切跟踪国外“革新型”核电技术的发展，择机通过技术引进在国内发展“革新型”核电技术，跟上国际核电技术的新发展。目前国际上核电技术正处于从“改进型”向“革新型”的转型时期。发达国家（如美国）对“革新型”核电技术，像AP-1000的开发已接近完成。渐进式发展的技术路线只有靠“第二步”，直接跨入国际核电最新技术的行列才能实现我国发展核电的目标。从“择机”的角度来分析，如果待国外“革新型”核电站投运发电以后再“择机”考虑技术引进，则必然会比现在就“加入”联合开发、全面掌握“革新型”核电技术要花费更大的代价。因此，“择机”跨入国际核电最新技术行列的最好时机就是“现在”。看来渐进式发展的技术路线的“第一步”和“第二步”应当同时“走”较为合理。

很明显，渐进式发展的技术路线“第一步”的方案并不完美。如果经过充分的调研和分析认为，直接走“第二步”的条件尚不成熟，在这种情况下，把“第一步”的方案仅作为“过渡阶段的一种补充”，那么“第一步”的方案也不失为有其合理性。既然不能作为核电国产化的依托项目，而仅作为“过渡阶段的一种补充”，则对其安全性和经济性的要求不能过高，安全性要满足当前的国家核安全法规和国家核安全局对新建核电站的最低要求，其经济性只要经过分析，业主认为在今后的电力市场上有利可图即可。这种“补充”着眼于：保持现有的技术队伍和技术能力，并力争有所提高；满足核电企业建造新机组、扩大再生产以追求利润的正当要求。这种“补充”应有明确的“时域”限制，数量最多以同一堆型的两台机组为限，把其余的场址尽可能地留给实施“第二步”方案使用，实施渐进式发展技术路线的重点是与“第一步”方案同时实施的“第二步”，应保证其人力和相关条件的需求，力争核电发展目标的早日实现。

如果经过充分的调研和分析认为，当前直接走“第二步”的条件已经具备，虽然目前尚未建成“原型堆”，在技术上有一些风险，但“权衡利弊”可以接受。在这种情况下，“第一步”可以取消，即变成了“跨越式发展”的技术路线。

3.2 跨越式发展

在分析国内外核电市场发展趋势的前提下，充分利用国内核电的技术基础，紧紧抓住国际合作的良好机遇，坚持高起点，“一步”与国际核电最新技术接轨，即联合开发“第三代或三代+”核电技术为目标，用8~10年的时间形成我国高水平的核电产业（包括设计能力、设备制造能力、电厂建造能力和运行管理能力），占领国内核电市场并逐步进入国际市场。结合国情，坚持“跨越式”的发展道路，这是任何一个产业在未来能够立足于国内和国际市场、赖以生存的前提，核电也不例外。

为实现跨越式发展，可供选择的国外“第三代或三代+”核电技术和合作伙伴有：

—英国核燃料公司-西屋公司的AP-1000型核电机组（美国西屋公司现已被英国核燃料公司兼并）；

—美国GE公司的ABWR；

—英国核燃料公司-CE公司的SYSTEM80+；

—法国法马通ANP公司的欧洲压水堆EPR。

3.2.1 利弊分析

"跨越式"发展的技术路线也必须坚持核电国产化的方针,充分利用和发挥国内在设计、设备制造、工程建造、工程管理、电厂调试和运行管理等方面的基础和经验。依照上述9个要素,通过国际/国内竞争和比选来确定"中国核电站"的堆型和国外合作伙伴。

所谓"中国核电站"要特别强调:

(1) 要采用国际上经验证的核电最新技术,并能在发展中不断改进,保证在未来的20~30年内在国际上处于先进水平;

(2) 其安全性必须满足我国现行核安全法规和《新建核电厂设计中几个重要安全问题的技术政策》的有关要求,即与国际上新的安全标准的要求接轨;

(3) 在经济性方面要能与传统电厂竞争,并保持优势。

对首批4~8台机组并考虑后续的20余台机组,以"捆绑式"进行招标,以市场换技术,联合设计,联合建造(第一个双堆外方负责),在设备制造方面充分发挥国内的条件和能力。对于关键设备国内制造能力不足部分引进必要的技术,以合作生产的方式进行,逐步国产化(确定4台机组国产化的比例)。

采用"跨越式"发展的技术路线,一步跨到国际上最先进的"革新型"核电技术的方案,其有利之处是:该技术路线所确定的方案能满足我国和国际上最新的安全要求;具有良好的经济性,批量建造其建造成本可低于1000美元/KW,运行成本与传统能源相比具有竞争力;该方案可有效地利用国内现有的技术基础和技术能力,并通过国际合作尽快地向国际先进水平靠拢;该方案也具有批量建造的长期效益,通过不断的完善和改进使我国的核电技术和核电产业至少可在今后的20~30年内达到和保持国际先进水平,并进入国际市场;当然该方案实施的初期,设备国产化比例不如"改进型"方案的比例高,近期对国民经济的拉动作用也不如"改进型"方案的作用大。但是长期效益和设备国产化的技术水平和能力的提高远比"改进型"方案要高。

3.2.2 风险分析

由于发达国家"革新型"核电技术正处于开发末期,目前尚无"原型堆"。但是,"革新型"核电厂的设计是经运行充分考验的成熟技术和经实验充分验证的技术的"集成"。按照美国核管会(NRC)的"一步法"的许可证管理,目前基本上已完成对AP-1000的审查,并已于今年6月16日发布了安全评价报告的草案(DSER),2004年将颁发最终设计许可(FDC)。当然与"改进型"技术相比,直接上"革新型"确有一定的风险。但是,是否达到可接受的水平,这将是目前能否跨越式的"一步"采用"革新型"核电技术的关键所在。风险和利益往往共存,而且成正比。我国磁悬浮列车试验线的建成是坚持走"跨越式"发展路线的成功案例。

3.2.3 投入、效益分析和时间进度预计

目前发达国家"革新型"核电技术正处于开发末期,AP-1000的首个双堆机组建造预计在2006年开始,2009—2010年建成,2010—2011年投入商业运行。为此,美国能源部目前已采取相应的优惠政策,以确保该目标的实现。如果通过国际招标确定合作伙伴后,立即派中方技术人员全面参与设计工作和建造准备工作,实行中外联合设计(或参与外方为主的设计工作)、联合建造,首批(例如2台机组)原型机组设计由外方负责,3年完成设计。通过参与设计工作,逐步掌握最先进的核电技术,并为全面技术引进创造有利条件。这样在设计阶段的初期,投入会比"改进型"高一些,但是会比等到国外"革新型"核电厂投入运行后再全面引进技术的代价要低,效益更高,能更快掌握最先进的核电技术。就尽快实现我国发展核电的目标而言,这是最佳的选择。如果运作得当,我国"革新型"核电厂的开始建造时间可与国外同步或略晚半年至一年,即可能在2006或2007年,2010年或2011年建成发电。因此,如运作得好,"跨越式"发展的时间进度不见得比"两步走"方案的"第一步"来得慢。

针对两种可供选择的技术路线,经过利弊综合分析,其结果表明:我国发展核电要坚持"跨越式"发展的技术路线。如果目前跨越式的"一步"采用国际上最先进的"革新型"核电技术方案的条件已具备,虽有一定的风险,但可接受,那么这是以最短的时间、最低的代价实现我国核电发展目标的最佳选择;如果目前跨越式的"一步"采用国际上最先进的"革新型"核电技术方案的条件尚不成熟,那么也只能采用"两步走"的方案。但是,第一步"改进型"的方案主要是为了保持现有的技术队伍和技术能力、并力争有所提高而采取的临时措施,它仅是"过渡阶段的一种补充",起不到核电国产化依托项目的作用。实现核电的发展目标,作为核电国产化依托项目依然要靠先进的"革新型"核电技术方案。因此,如采用"渐进式"发展的技术路线,则应坚持"两步"一齐走,以"第二步"为重点的方针是合理的。

4 结论

(1) 至2020年我国核电发展的目标是：促进我国能源结构的多样化，提高我国能源的安全性；尽快形成完整的、与国际合作的、具有市场竞争能力的我国自主核电产业体系，以满足国民经济持续发展对能源的需求；通过国际合作实现我国核电技术的跨越式发展，力争在国际核电产业链的技术高端占有一席之地，为我国的核电产业走向国际市场创造条件。

(2) 核电国产化的依托项目应遵循我国现行核安全法规和国家核安全局发布的《新建核电厂设计中几个重要安全问题的技术政策》的有关要求，与国际新的核安全标准的要求接轨。

(3) 我国发展核电要坚持“跨越式”发展的技术路线。如果目前跨越式的“一步”采用国际上最先进的“革新型”核电技术方案的条件已具备，那么这是以最短的时间、最低的代价实现我国核电发展战略目标的最佳选择；如果目前跨越式的“一步”采用国际上最先进的“革新型”核电技术方案的条件尚不成熟，那么也只能采用“两步走”的方案。由于第一步“改进型”的方案仅是一种过渡性的临时措施，而为实现核电发展的目标，作为核电国产化依托项目，依然要靠先进的“革新型”核电技术。因此，如果采用“渐进式”发展的技术路线，则应坚持“两步”一齐走，以“第二步”为重点的方针是合理的。

参考文献

[1] 国家核安全局. 新建核电厂设计中几个重要安全问题的技术政策. 2002年8月