

# 综合篇

我国核能发展的再研究项目  
综合概要报告



2012年10月24日,国务院常务会议审议并原则通过修订后的核电中长期发展规划,稳妥恢复核电的正常建设,并要求合理把握建设节奏,稳步有序推进我国核电的发展。在这种新形势下,中国工程院“我国核能发展的再研究”项目在第一阶段研究(已于2012年2月向国务院做过汇报)的基础上,进一步着眼于我国核能安全、规模化和可持续发展所面临的问题,重点分析了近期和长远我国核能发展需要解决的若干重要问题并提出相关建议。

## 一、我国核能发展的战略定位和指导方针

我国经济社会发展对能源需求持续增长,面临着国内资源环境制约日趋严峻和应对气候变化减缓CO<sub>2</sub>排放的双重挑战。发展核电对我国突破资源环境的瓶颈制约、保障能源安全、减缓CO<sub>2</sub>排放、实现绿色低碳发展具有不可替代的作用,核电将成为我国未来可持续能源体系中的重要支柱之一。由于核电建设投资较大、研发建造周期较长,核电中长期发展中很多关键问题需要解决,如核安全水平的提高、核燃料资源的保障、厂址资源和布局、自主化能力建设、放射性废物处置、核电技术的基础研究等。因此,必须将“安全稳步规模发展核电战略”作为我国能源发展的战略选择之一。

我国核电发展的方针可归纳为:**战略必争、确保安全、稳步高效**。

**战略必争**是指在全球低碳发展趋势下,掌握先进核能技术将成为一个国家核心竞争力的标志,核能应成为我国战略必争的高科技领域,要形成自主创新的核工业品牌,力争在世界范围内取得战略竞争优势。

**确保安全**是指坚持安全第一的根本方针,确保消除对公众健康和环境产生严重影响的放射性物质外泄事故。

**稳步高效**是指科学规划,有序推进,促使我国核电建设规模、速度、质量、效益协调发展。改革体制机制,加强与完善核电产业体制、安全监管体制和核事故应急体制,努力实现我国核电安全、稳步、高效和可持续发展。

必须安全稳步规模发展核电的原因有以下三点。

1) 我国能源消费持续增长,保障能源安全形势严峻

我国当前和中长期能源的发展有如下特点:

(1) 我国处于工业化和城镇化发展阶段,能源需求仍将持续增长;

(2) 我国经济增长处于转型过程中,能耗强度偏高;

(3) 以煤为主的能源结构难以长期持续;

(4) 能源供应安全形势严峻。

无论是国际权威研究机构(如国际能源署 IEA),还是我国的有关研究机构(如中国社科院、国务院发展研究中心、中国工程院等),对于2006—2030年中国GDP年均增速的估计都不低于6%,与之对应的年电力需求将达约90 000亿度。如此大的电力需求,是难以通过“仅大力发展其他清洁能源,而不发展核能”实现的。假设所有清洁能源都按《电力行业“十二五”规划》的最大值、核电维持当前容量不动,对2030年我国的电力

缺口进行测算,结果为:不发展核电而仅依靠其他清洁能源的发展是不能满足我国能源的巨大需求的。

能源供应安全问题已成为我国经济发展必须重视的问题。我国石油的对外依存度2013年达到60%。与此同时,由于美国本土页岩气的开发利用,美国已逐步脱离了对中东石油的依赖,中东不稳定局势等问题已成为美国用来制约中国的武器。并且,近年来石油海上运输风险明显加大,跨境石油管线安全运行问题不可忽视。这使得我国能源安全问题更加突出。

然而,对于核电来说,核燃料成本占发电成本比例低,且易于运输和储备。建设90天以上石油进口量的储备,需要投入380亿美元,相当于150座百万千瓦核电站5.4年铀储备的资金投入。因此,国际上将核燃料视为一种“准国内资源”,将发展核电视为提高能源自给率的一个重要途径。从美、法、英、日、韩等国发展核电的经验来看,核燃料主要都靠进口,但可以有效保障其国家核燃料供应安全。

综上所述,在确保安全的前提下,我国核电不但要发展,而且还要规模化发展,才能成为解决我国能源供给问题的重要支柱之一。此外,核电和其他清洁能源(可再生能源和天然气)必须相互补充、相互促进,缺一不可,才能高比例替代煤炭,支撑能源供应安全。

#### 2) 我国能源必须向低碳转型

我国能源安全的观念要转向“保供给和保环境并重”的理念,把解决能源利用造成的生态环境问题提升到国家安全的战略高度。

当前,我国环境污染问题非常突出,全国大范围的雾霾、水体污染、土壤污染等问题近年来频现,国内环境容量和资源瓶颈对我国经济社会发展的制约已非常突出,已成为我国长期现代化进程中的刚性约束。因此,经济、社会、资源和环境保护协调发展,才是科学的发展之道。十八大把生态文明建设提高到总体布局的新高度,着力推进绿色发展、循环发展、低碳发展。这表明我国向低碳能源发展的决心和态度。

同时,我国也受到全球应对气候变化、减缓碳排放越来越严峻的挑战。国际应对气候变化的目标要求全球碳排在2015—2025年必须达到峰值并开始下降,发展中国家也不能“完全豁免”责任。中国年CO<sub>2</sub>排放增长量占全球增长量一半以上,我国CO<sub>2</sub>排放达到峰值的时间对全球实现碳排放峰值将起决定性影响。即使实现我国政府的“承诺”,我国到2020年CO<sub>2</sub>排放也将达99亿t(假设2010—2020年间GDP年均增长率为7%),相当于美国和欧盟排放量的总和。因此,必须进一步制定并实施2020年后我国能源消费总量和CO<sub>2</sub>排放总量的控制目标,争取2030年前CO<sub>2</sub>排放尽早达到峰值,然后逐步下降。我国面临来自发达国家和发展中国家双方面的压力。因此无论从我国自身节能减排科学发展的角度,还是从负责任大国形象的角度,不考虑国际大局而径自按照粗放的高碳路径发展都是走不通的。

我国能源战略的中近期重点在于突破资源环境的瓶颈性制约,实现能源、环境与经济社会的协调和可持续发展,长期则必须发展并逐步形成以非化石能源为主体的可持续能源体系。因此,我国能源向低碳转型具有紧迫性。

### 3) 核电在我国能源向低碳转型中具有重要作用

核电是稳定、洁净、高能量密度的能源。核电和可再生能源及天然气等低碳清洁能源必须协调发展,规模化替代煤炭,并支撑起中国电力未来增长的需要。

其次,核电技术是综合性非常强的高科技领域,它体现国家的科技竞争实力。核电技术是我国少数几个能够有实力和势头在世界上获得核心竞争力的高新技术领域,也是做强我国制造业的战略性产业之一。

核电技术是高科技的综合集成,技术含量高,产业链条长,对从业人员素质要求高。核电技术的发展有利于战略性新兴产业的发展,提升我国在国际产业分工中的地位,推动我国整体工业水平上升到国际先进水平的新台阶。

## 二、当前我国核能发展急需解决的若干重要问题

### 1. 坚持安全第一的发展原则,进一步提高核电的安全性

安全是核能与核技术利用事业发展的生命线。福岛核事故引起世界范围内对核电安全性的担忧。有关国家纷纷对本国核电安全性重新进行了评估。通过检查评估,世界主要核电国家采取了措施并保持继续发展核电的立场。福岛事故虽然减缓了世界核能发展的速度,但同时也将进一步促进核电安全和管理进步与发展。

福岛核事故后,国家核安全局、能源局和地震局联合对我国运行和在建核电厂开展了安全大检查。其评估结果显示,我国核电技术发展具有后发优势。已确定实施的改进和事故缓解措施进一步降低了严重事故发生的几率。我国已形成的安全监管体制、监管实践和核电站已建立的较高水平的运营管理能力,共同保证了我国核电安全运营绩效在世界同行中居于前列。总体而言,我国核电站安全水平不低于国际上绝大多数运行机组,应对厂址相关的极端外部事件具有一定的安全裕度,核电的安全风险处于受控状态。目前,我国在核安全方面已进一步开展了一系列的研究,并陆续出台了相关要求 and 文件,力求进一步提高我国核电安全性和监管水平。

在此基础上,我们建议:

#### 1) 切实汲取福岛等核事故的教训和各国有益经验

福岛核事故是由于强地震引起的海啸高度超出设计,造成安全系统和设备因遭海水淹没而失效,并导致核电站长时间断电,致使燃料元件失去冷却受损,燃料元件包壳与水发生反应产生大量氢气释放出来引起爆炸,导致放射性物质大量释放到环境。大约有5万多人受影响撤离家园,需要付出巨大的代价对生态环境进行整治,包括大片土地的去污。

福岛事故的一个重要的经验教训是,对于极端自然灾害和严重事故这样的小概率事故缺乏防范意识和应对预案。技术人员没有应对危机的清晰操作规程,工人没有接受过相关培训,致使在出现诸如电力中断的紧急情况时不知如何应对,延误了时间。同时,国际核能界也认识到需要进一步提高核电站的安全性,包括:增强安全壳及其安全设施对事故的缓解功能,承受极端假想事故工况保持其完整性;提升严重灾害情况下

电源的可靠性,以及保证监测关键参数仪表的可靠性;增强应对长时间多机组发生事故的应急计划的准备和能力,以及决策支撑、辐射监测和公众教育方面的应急准备等。我国核电应切实吸取福岛事故经验反馈,进一步提高自身安全水平,就应对极端自然灾害和严重事故的缓解能力不足、核事故应急响应能力不足等问题,切实落实改进措施。

在提高自身核安全水平和加强应对极端外部自然灾害和严重事故的缓解能力方面,我国核电厂应认真落实核安全综合大检查的整改意见,找出与最先进安全标准的差距和薄弱环节,分阶段地对原设计进行补充和提升,不断提高核安全水平,全面推进严重事故管理导则制定并强化演练,提高运行人员素质,着力加强厂内应急能力尤其是事故应对能力的建设。

在核事故应急响应能力方面,我国急需加强的方面包括:①切实加强和完善核电应急体系;②要加强在一旦发生事故时根据事故级别能迅速集中所需的技术力量来应对事故的能力,尤其是在事故处置的早期,防止事故的升级与扩大;③物质储备,要达到既充分又避免经济上的过分负担,并在国家的统一部署下由电厂、相应主管部门等各方落实执行;④各电厂要抓紧制定严重事故管理导则,并根据国际趋势,扩大所覆盖的严重事故的情景和范围。

## 2) 不断提高核安全标准并严格执行

为落实国务院常务会议的精神,我国在核安全要求方面开展了一系列的研究工作,并陆续出台了相关的政策法规文件,督促实施。《核安全与放射性污染防治“十二五”规划及2020年远景目标》(即《核安全规划》)在核电厂安全水平方面已经提出了以下的具体目标:“新建核电机组具备较完善的严重事故预防和缓解措施,每堆年发生严重堆芯损坏事件的概率低于十万分之一,每堆年发生大量放射性物质释放事件的概率低于百万分之一”;“‘十三五’及以后新建核电机组力争实现从设计上实际消除大量放射性物质释放的可能性”。

为了落实《核安全规划》中对新建核电项目的安全要求,国家核安全局正在制定《“十二五”期间新建核电厂安全要求》(即《安全要求》)以指导我国“十二五”期间新建核电厂选址、设计、建造以及相应的审评监督等核安全有关活动。在《安全要求(征求意见稿)》中包括了38条具体要求,涵盖安全管理、主要技术要求、厂址安全、总体设计、系统设计、运行安全等方面。《安全要求(征求意见稿)》在HAF102—2004《核动力厂设计安全规定》所规定的基本原则上补充规定了更加具体的实施措施,并且吸收借鉴了福岛核事故的经验反馈。

在现行法规要求基础上,进一步落实最新的《核安全规划》和《安全要求》等文件提出的机组安全性、成熟性和可靠性等要求,我国现行核安全法规要求已是当前国际先进水平。业界普遍认为:目前的问题不是“标准不够高”,而是需要切实落实和执行。国际原子能机构新颁布的《核电厂安全设计》(IAEA SSR2/1)等新文件,更多地是对当前法规中一些原则性要求的工程落实,提出了切实的要求,例如“实际消除大量放射性释放”、“设计扩展工况”、“安全壳在极端工况下保持完整性的能力”等。这些具体要求怎么在新核电项目中落实,应是当前新核电项目设计和安全审查的重点。

## 2. 重视并做好核电中长期发展的顶层设计

实现我国核电规模化和可持续发展,涉及今后几十年的战略部署和安排,涉及众多行业和巨额投资。我国核电只有发展到相当规模才有战略意义。稳步把握好节奏和布局,有效保证整个核电产业的稳步发展,必须有一个明确的、可预见的核电中长期发展的顶层设计,以促进核电相关产业的良性循环发展。这也是法国等核电发达国家关于核电发展总结的重要经验之一。应在核电发展战略指导下,在对核燃料可供性和相关技术发展的科学评估基础上,加快制定有关我国核电可持续发展的中长期规划,并建立能够持续评估相关规划可控性和可调整性的能力。

截至目前,我国已运行的核电机组 17 台,装机容量 1469 万 kW;在建 28 台,总装机容量约 3000 万 kW。根据我国长期能源战略的需求,按照确保安全、稳步推进的指导思想,建议:2020 年前应按照相关规划和要求,切实落实有关安全要求,夯实基础能力建设,并加强布局和机制体制的完善。2020 年核电装机预期达到 5800 万 kW,在建 3000 万 kW。2020 年以后逐渐扩大规模,逐步提高核电在总发电量中的比重,到 2050 年争取占比 15%以上,达到目前国际核电发达国家的平均水平。

## 3. 加快推进我国自主创新的第三代核电技术的开发应用

由于受福岛核事故的影响,原先计划建造的二代改进型的核电项目已经停建,国外引进的新堆型批量投产的时间也较原计划有所延迟,已造成核电设备制造产能大量闲置。当前应尽快采取措施解决好过渡期的问题,避免核电建设大起大落,不利于整个产业链的稳步发展。在作为遗留问题考虑的几个核电厂址上,如红沿河 5、6 号机组、阳江 5、6 号机组以及田湾 5、6 号机组,少量建设几台以目前二代加改进技术为基础的机组,并根据《核动力厂设计安全规定》(HAF102—2004)、《福岛事故后核电厂改进行动通用技术要求》和《核安全与放射性污染防治“十二五”规划及 2020 年远景目标》的概率安全目标的要求增加相应的改进措施,以保持产业链的循序渐进发展,并给目前在运和在建的二代改进核电机组建立示范,不失为一个可行的选择。

同时,应加快推进自主创新的第三代核电技术的开发和应用。在国家能源局和国家核安全局的大力支持和指导下,中国核电集团公司和中国广东核电集团在原有的二代改进型成熟技术的基础上,充分借鉴融合了国际核电技术的先进设计理念,以及我国核电站多年来设计、建造、运行的经验,共同开发出“华龙一号”自主创新的第三代核电技术。它可以与我国以引进三代技术为参考研发的 CAP1400 大型先进压水堆核电站技术相辅相成,满足参与国内和国际核电市场竞争的需要,有利于我国核电产业稳步高效的发展。我们建议国家对于“华龙一号”自主创新的第三代核电技术的开发应用继续给予积极的支持。

## 4. 稳步启动内陆核电示范工程的建设

### 1) 内陆核电站是我国核电规模化发展的重要组成部分

根据环保部对我国备选厂址的分类评价和研究,我国目前比较成熟的备选厂址中

近四成是内陆厂址。而且随着国家经济发展向中西部延伸,内陆地区经济加快发展,对电力的需求日趋增长。因此在核电布局上,我国需要在沿海核电建设的基础上,进一步发展内陆核电。

## 2) 我国具备发展内陆核电的条件

受福岛核事故的影响,内陆核电的发展受到更多的关注,因而很有必要就我国拟建内陆核电厂的安全选址、用水等普遍关心的问题给予充分和科学的解答。

(1) 拟建内陆核电厂**选址**严格按照法规要求开展,严格进行科学论证。其外部设计基准事件的选取能够保证机组具备足够的抵御外部事件能力。

(2) 我国拟建内陆核电厂址相邻的河流和湖泊的平均流量较大,饮用水取水口较厂址普遍较远,核电厂运行对周围环境不致产生生态影响。

(3) 拟建内陆核电厂周围人口密度并不比沿海核电厂高。基于我国多年来沿海核电厂应急准备积累的实践经验,完全有能力做好内陆核电厂的应急准备工作。

(4) 拟建内陆核电厂选址中需重点考虑的问题包括地震、最大降雨、水库溃坝等原因导致的洪水,以及地质灾害引起的堰塞湖等次生效应影响。通过采用“干厂址”的选址理念和设防要求,使得“洪水”对内陆核电厂址不构成安全威胁。

(5) 内陆核电厂建设的用水安全也是有保障的:核电厂采取循环用水模式,日补水量仅为冷却用水蒸发量,加之通过厂址合理的布局,完全可以解决我国内陆地区水资源相对短少的矛盾。至于干旱等问题,是属于缓发的自然现象,并非突发事件,对此营运单位和监管部门有足够的应对时间和举措,对内陆核电不构成冲击性的安全威胁,此外,可通过在河段深挖储水槽等工程方案储备用水来解决应急储备问题。

3) 深入研究福岛核事故放射性废水泄漏的经验教训,采取可靠的保障措施,确保内陆核电厂的安全

国外压水堆核电厂大多建造在内陆,其运行实践表明,放射性流出物的排放完全可以控制在一个较低的水平。我国对**内陆核电厂规定液态流出物控制排放浓度的控制标准比沿海核电厂更严格**。因而,拟建内陆压水堆机组正常运行期间流出物排放的辐射影响是符合环保标准、可以接受的。国际实践表明,内陆核电厂正常运行期间放射性液态流出物排放通过沉积、吸附对受纳水体造成的实际累积影响十分轻微,不致造成生态影响。

但是福岛核事故造成放射性废水泄漏到海洋的经验教训亦需引起我们的高度重视。在福岛核事故发生期间,海啸致使大量海水灌入核电厂内,为了冷却堆芯又向反应堆内注入大量消防水,这些水受到燃料元件损坏产生的放射性物质的污染,形成了大量的放射性废水。在事故期间,为了给高放射性水平废水储存提供空间,人为将近1万t的低放射性水平废水排入海洋。另外由于电缆沟泄漏,亦有520t废水进入海洋。福岛核事故之后,为了对核电厂内的放射性废水进行集中处理,将近40万t的放射性废水输入350个储水罐内。在2013年8月发生了约300t的废水泄漏到海洋,日本原子能规制委员会已经把福岛核电站辐射污水外泄定级为国际核能事件分级表(INES)的第3级“严重事件”。福岛事故后的这种情况,暴露了日本核电管理和体制上的严重问题,是应该也完全可以避免的。



为了切实保障在极端事故工况下内陆核电厂放射性污染可防止、事故后果可控,除做好内陆核电厂址的选择和安全性论证(尤其是对地震等灾害的防止)、严重事故工况下确保水资源安全的工程措施做好充分论证外,内陆核电站还应制定严重事故工况下确保水资源安全的应急预案,该预案应体现预防和缓解并重的安全理念。目前相关单位的研究表明,内陆核电厂在严重事故工况下产生的放射性污水,可以按照“可存储”、“可封堵”、“可处理”和“可隔离”的四项原则进行防范和应对。目前已经提出了一系列可行的工程措施,并正在进行详细的工程论证。

建议从保障我国能源安全、环境安全和可持续发展的长远目标出发,稳妥启动内陆核电示范工程的建设。

4) 福岛后的核电发展需认真转变发展方式,建立民主、科学、信息透明的决策程序和工作方式,建立政府主导、企业、公众、专家共同参与的核电项目酝酿、论证机制,理性谋共识,提升全社会对核电的信心。

### 三、我国核能可持续和长远发展的相关问题

#### 1. 铀资源的供应不会对我国核电发展形成根本制约

我国已探明的保有铀资源储量可以保障 2020 年核电发展规模的需要。从更长远角度考虑,则我国核电发展对铀资源的需求应立足全球。国际上将核燃料均视为一种“准国内资源”。世界核电大国铀资源的保障都是利用“两个市场、两种资源”,“较多发展核电的国家不产铀,较多产铀的国家不发展核电”的格局已延续了几十年。国际原子能机构 2011 年度红皮书的数据表明,世界已查明铀资源为 709.66 万 t,待查明储量 1042.91 万 t,全球保有铀资源储量比 2009 年增加了 12.5%,储量预测乐观;此外,全球还有非常规铀资源 2200 万 t,可以满足全球核电发展的需要。在海水中大约含有 40 亿 t 铀,可作为潜在铀资源。因此,全球铀资源对核电发展的供应是充分的。福岛核事故后,国际铀价下跌,预计在今后一段时间内总体上还将呈一定的下跌趋势。目前,我国已建立天然铀储备制度,国内企业开展的铀资源海外开发和天然铀采购取得突破性进展,其中中核集团、中广核集团已控制的海外铀资源总量超过 40 万 t。通过加强国内铀矿勘查和开发,加强对国外铀资源的开发和贸易采购,建立多元化的铀资源保障体系,能够为我国核电发展提供有效的资源支撑。实施“国内生产、海外开发、国际贸易”三条渠道并举的天然铀保障体系,铀资源的供应不会成为本世纪中叶前我国核电发展的制约因素。

建议:我国铀资源储量潜力较大,但勘查程度总体较低,需要加大投入;铀矿勘探和采冶技术、资源利用率有待进一步提高,需要大力开展科技攻关;国内铀矿的所有权和采矿权之间的矛盾仍较突出;我国的海外铀资源开发需要进一步加强统筹协调;快堆、MOX 燃料的研发工作刚刚起步,急需加大工作力度,为核电发展的资源保障提供坚实的基础。同时,应充分利用福岛核事故后世界核电发展趋势变缓的时机对铀资源进行储备。

## 2. 核电全产业链的协调、配套和科学发展

核电全产业链的协调配套发展是保证核电可持续发展的重要战略。纵观国际核电大国的发展经验,可以总结为如下特点:①核电发展由国家统一规划、集中管理,并有完善的法规体系确保核电的良性发展;②拥有力量雄厚的核岛主设备供应商、富有经验的核电运营商以及核电工程公司,这是本国核电能够规模发展的重要支撑条件;③拥有成熟而配套的核燃料循环产业,确保核电产业前端和后端的稳固;④具备核电关键工艺、设备的自主研发和制造能力。

建议从国家层面进一步统筹规划,改革体制机制,正确引导全产业链各环节的发展,促进核电行业的有效整合,集中资源,切实提高核电厂设计、制造、建造、调试和运行等方面的能力和水平,逐渐形成具有统筹设计、制造、成套和集成能力的核岛主设备供应商和专业化国际型核电工程总承包公司,打造世界范围内核电技术竞争力。

核电全产业链的协调配套发展,应充分重视乏燃料储存、处理以及放射性废物的最终处置问题。这是国际核电工业面临的重要难题之一,应予高度重视,须及早研究筹划,并落实措施。其中,对放射性废物中高放射性长周期的核素,如次锕系元素(MA)等必须加以减容并有效处置,以降低未来百万年间辐射环境风险。

快中子堆是核燃料增殖的重要手段,又可用于焚烧锕系元素 MA,从而起到减低高放长周期废物的功用。发达国家对高放废物的处理处置做过多种方案研究,其中利用快堆开展 MA 嬗变的方案具备工程可实施性。鉴于快堆在铀燃料高效利用和焚烧 MA 方面的优点,应积极支持快堆相关基础科研的开展。

由于快中子堆体系及分离-嬗变均与先进燃料循环紧密相关,其中涉及大量铀、钚的储存和监管、燃料循环基础设施建设等一系列问题,关系到国家核燃料循环的长远策略,应积极开展研究论证,审慎决策。

## 3. 打造更有经济竞争力的核电产业

良好的经济性是核电规模发展的重要优势,也是核电在电力市场中生存的必要条件。在当前安全性不断提高、世界经济形势不断变化的背景下,核电经济性在战略上仍然是可取的,这是一个重要的基本判断。

国际权威机构研究表明核电具有良好的经济性。国际能源署(IEA)和 OECD 核能署(NEA)对 21 个国家 190 座电站进行的比较研究表明:作为基荷发电,在全球范围内核电较之燃煤、燃气电厂都是最有竞争力的优选方案。福岛核事故后,各国监管机构对现役核电机组进行了安全评估,进一步提升了核电站的安全标准,核电项目的造价将有所上升,但这并不会对这种形势产生明显的质的影响。

实践上,我国目前投入商业运行的二代加核电机组的上网电价在 0.393~0.464 元/(kW·h)之间,均较所在省脱硫脱硝燃煤机组标杆上网电价低,与东部沿海地区燃煤发电、燃油发电、风电、太阳能发电等相比,具有较强竞争力,并已取得了良好的经济效益。我国在建的三代机组由于均为世界上首次建设,技术引进、消化、吸收、再创新有