

## 温州动车追尾 对中国核电中长期规划的警示

涂建军

二〇一一年八月

### 免责声明:

本政策展望仅代表作者个人观点,与卡内基国际和平基金会的立场无关,更不代表卡内基国际和平基金会其他工作人员的研究及观点。本政策展望中的所有信息均来源于公开资料,卡内基国际和平基金会对本文以及其中全部或者部分内容、文字的真实性、完整性、及时性不提供任何保证或承诺。

### 概述

2011年7月23日,北京至福州的D301次与杭州开往福州的D3115次列车在温州境内追尾,造成大量人员伤亡。虽然中国政府很快就为国内媒体的报道划了红线,官方媒体也异乎寻常地指出,事故动车是基于国外技术建造,但席卷全国的网络问责风暴却愈演愈烈。

虽然事故发生在铁路行业,考虑到高铁和核电都是人类社会成功商业化的最大型、最复杂的工程技术。两者在中国,皆以巨大的市场需求为支撑,有市场换技术的可行性。另外,国内高速发展的社会、经济诉求,促使两者都有发展空间和吸引资本的能力,因而获得政府高层的重视和支持。有鉴于此,中国政府有必要深刻意识到,这次事故对中国核电发展的警示作用。

“7·23”温州动车追尾归根结底是中国社会近些年来在公共项目投资领域好大喜功所引发矛盾的一次总爆发,也反映了国内为了引进重大高新技术急于求成、贪功冒进的心态。这次事件民愤之大、升级之快,所造成的政府与执政党的公关危机,显示了由于缺乏宣泄渠道而导致国内矛盾以井喷式爆发对社会稳定的潜在危害。不过,如果中国领导人能够以该事故为鉴大力整顿基建投资领域的乱象,并因此能对2020年核电规划目标的修订三思而后行,那么从全社会的角度来看,未尝不算因祸得福。

考虑到核电开发在财务、技术与环境等方面的风险与不确定性,中国核电中长期规划需谨防欲速则不达。以美国三哩岛核事故、前苏联切尔诺贝利核灾难、日本福岛核危机及温州动车追尾为鉴,国家发改委2007年公布的2020年国内核电运行装机容量4000万千瓦的规划目标短期内不宜上调。如果十二五期间国内第三代核电技术的引进能够有序地顺利进行、或者国内核电行业能扎扎实实地对国产二代半的反应堆技术进行长足可靠的安全改进,中国2020年核电规划目标完全可以在十三五期间再行调整。

## 引言

2011年7月23日夜，北京至福州的D301次列车行驶至温州市双屿路段时，与杭州开往福州的D3115次列车追尾，造成D301次列车4节车厢坠落高架桥，至少40位乘客遇难190多人受伤。由于这场惨烈的追尾理论上应该绝对不可能发生，加之铁道部在善后过程中手法简单粗暴，这次事故在全国网民的推动下很快演变成政府部门及执政党的一场公关危机。虽然国内宣传部门按照惯例很快就为媒体的报道划了红线，官方的通讯社也异乎寻常地指出这两辆事故动车是分别在加拿大庞巴迪及日本川崎重工的设计基础上制造的，但席卷全国的网络问责风暴及国际社会的疑虑却大有愈演愈烈之势。

这次动车追尾归根结底是中国社会近些年来在公共项目投资领域好大喜功所引发矛盾的一次总爆发，也反映了国内为了引进重大高新技术急于求成、贪功冒进的心态。这次事件民愤之大、升级之快所造成的政府与执政党的公关危机显示了由于缺乏宣泄渠道而导致国内矛盾以井喷式爆发对社会稳定的潜在危害。虽然这次事故是发生在铁路运输行业，中国领导人也需要深刻意识到它对国内其它重大工程尤其是国家核电中长期规划的警示作用。

## 动车追尾事故背景与回顾

中国高铁从2004年前的一无所有，在短短几年做到运营规模及速度世界第一，并走完了发达国家近半世纪的历程。就连曾得益于大规模修建铁路和公路而领先世界的美国媒体及智库在惊叹京沪高铁是中国经济腾飞的标志之余，也不忘反思为何本国没有如此成就。不过出乎政府意料的是，中国高铁最近遭遇了国内舆论的猛烈围攻，抨击的内容一轮轮地变换主题。例如，高铁投资过大、负债过高、稳定性差、速度谎言、票价过高、低收入乘客“被高铁”、周边暴力拆迁等等。

屋漏偏逢连夜雨，中国铁道部最近也是人事状况不断。今年2月12日，铁道部长刘志军因为严重违纪被中纪委调查，并被中组部免职。大陆向有“撼山易，撼铁老大难”之说，刘志军下台彰显铁道系统贪腐问题严重。坊间盛传刘志军受贿金额甚巨并与大陆高铁招标及多家上市公司弊案有关。刘志军案发之后，铁道部相关司局和地方铁路局就一直处在风口浪尖之中。今年2月底，铁道部运输局局长、副总工程师张曙光被停职审查；6月下旬，南昌铁路局局长邵力平、呼和浩特铁路局局长林奋强、副局长马俊飞被“双规”的消息又相继传出。之后铁道部运输局副局长苏顺虎也被中纪委“双规”。8月16日，昆明铁路局局长闻清良成为最新落马的铁道部官员。

温州动车追尾的第二天，国务院宣布成立“7·23”甬温特别重大铁路交通事故调查组，由安监总局局长骆琳任组长。在事故调查结果没有出来的情况下，

中国领导人需要深刻意识到温州动车追尾对国内其它重大工程尤其是国家核电中长期规划的警示作用。

铁道部当天就匆忙将上海铁路局局长龙京、党委书记李嘉、分管工务电务的副局长何胜利就地免职。虽然这种手法不无平息民愤的考量，但事后看来这也成为事故处理现场乱象丛生的一个原因。由于在动车追尾新闻发布会上应对媒体不力，铁道部新闻发言人王勇平8月16日被停职卸任并远派波兰。不过，由于该事件反映的政治责任及体制漏洞远远超出了以上铁道部中层干部所在的层级，如果人事上的处理到此为止的话，中国政府会错失一个整治有计划经济最后一个堡垒之称的铁道行业的契机。

事故发生5天后，新任上海铁路局局长安路生宣布“7·23”动车事故是由于温州南站信号设备在设计上存在严重缺陷，遭雷击发生故障后，导致本应显示为红灯的区间信号机错误显示为绿灯。在雷击造成温州南站信号设备故障后，电务值班人员及铁路调度由于安全意识及经验不足没能及时阻止事故的发生，这也暴露出铁道部对员工的教育培训并不到位。

8月10日，国务院常务会议决定调整、充实甬温线事故调查组和专家组，铁道部副部长被剔除出新的事故调查组。事故发生一个月后，中国国家安监总局新闻发言人黄毅8月22日明确表态，温州动车追尾“确实是一起不该发生的、可以避免和防范的责任事故”。这起事故既暴露出信号系统设计上的缺陷，从而导致雷击造成的故障问题，同时也反映出故障发生之后，应急处置不力以及安全管理上的漏洞。事故调查组计划9月份正式向国务院提交事故调查处理报告。

中国高铁技术上的快速突破是依靠公开招投标及有针对性的技术转让规定来引导国外高铁公司向中方转让关键技术，并且国外公司只有和中方建立合资企业才能全面准入中国高铁市场。自2004年起，日本的川崎重工、法国的阿尔斯通、加拿大的庞巴迪及德国的西门子为首的国外公司在此背景下被逐个击破。国内巨大的市场最终使得铁道部及其下属的中国南车集团、中国北车股份有限公司等国有企业可以用优惠的价格从国外合作伙伴获得中国高铁开发急需的各项关键技术。

即使不考虑通过以上途径获取技术的专利权问题，铁道部还需要处理一个棘手的问题：如何在国内大上快上高铁项目的前提下培训出能保证运行安全的合格铁路员工队伍？2008年3月，10位北京铁路局机务段的司机被选为中国的首批高铁司机。当时他们对将于8月1日在京津城际高铁正式运营时速350公里的CRH3型国产动车一无所知。虽然德国专家要求他们接受两到三个月的培训，但是这批司机的培训时间最终被下令缩水到短短的10天。铁道部的这种行事风格逐步拉大了缺乏培训的员工素质与高铁安全需求间的差距。毕竟，再先进的技术还是需要合格的人员来操作。不然，设备故障加上经验不足的作业人员可以让任何安全系统失灵，这次温州动车追尾事故就是一个典型。

温州动车追尾“  
确实是一起不该  
发生的、可以避  
免和防范的责任  
事故”。

# 动车追尾对核电中长期规划的警示

高铁和核电表面上是两个不相关的行业，但换个角度来看，它们其实有很多相似的地方。高铁和核电都是人类社会成功商业化的最大型、最复杂的工程技术之一。以国内巨大的市场需求为支撑，它们都有市场换技术的可行性。另外，国内高速发展的社会、经济诉求，促使两者都有发展空间和吸引资本的能力，并都因而获得政府高层的重视和支持。但高铁和核电的发展也面临很多相似的问题。首先，技术来源多元化所导致的整合难度过大，具体体现在国内企业快速消化、吸收、升级国外技术的能力问题，人员培训、监管机制等带来的制约。更加不可忽视的是行业急剧扩张而导致的安全隐患。以上种种对比表明如何规避技术风险、改进监管体制并避免潜在恶性事故的发生是高铁和核电都必须全力应对的挑战。

为应对国内不断严峻的环境挑战并且改善日益严峻的能源安全问题，中国决策者选定大规模核电开发作为技术解决之道。虽然中国当前核电运行装机总容量只有大约1180万千瓦（详见表一），不过2007年由国家发改委颁布的《核

如何规避技术风险、改进监管体制，并避免潜在恶性事故的发生是高铁和核电都必须全力应对的挑战。

表一：中国已并网核电机组一览

核电机组	地址	装机容量 (MW)	堆型技术	开工 / 并网时间
秦山一期	浙江海盐	300	CNP300	1985.03.20 - 1991.12.15
清华核研院	北京昌平	10	高温气冷堆	1986 - 2003
大亚湾				
1号	广东深圳	984	M310	1987.08.07 - 1993.08.31
2号	广东深圳	984	M310	1987.08.07 - 1994.02.02
秦山二期				
1号	浙江海盐	650	CNP650	1996.06.02 - 2002.02.06
2号	浙江海盐	650	CNP650	1997.03.23 - 2004.03.11
3号 (扩建)	浙江海盐	650	CNP650	2006.04.28 - 2010.08.01
岭奥一期				
1号	广东深圳	990	CPR1000	1997.05.15 - 2002.02
2号	广东深圳	990	CPR1000	1997.05.15 - 2002.09
秦山三期				
1号	浙江海盐	728	CANDU 6	1998.06.08 - 2002.11.19
2号	浙江海盐	728	CANDU 6	1998.06.08 - 2003.06.12
田湾一期				
1号	江苏连云港	1,060	AES - 91	1999.10.20 - 207.05.12
2号	江苏连云港	1,060	AES - 91	2000.09.20 - 2007.07.2
岭奥二期				
1号	广东深圳	990	CPR1000	2005.12.15 - 2010.07.15
2号	广东深圳	1000	CPR1000	2006.6.15 - 2011.05.03
中国实验快堆	北京房山	25	CEFR	2000.05 - 2011.07.21
总计: 15		11,809		

来源：世界核能协会、中国核电信息网、媒体公开报道。

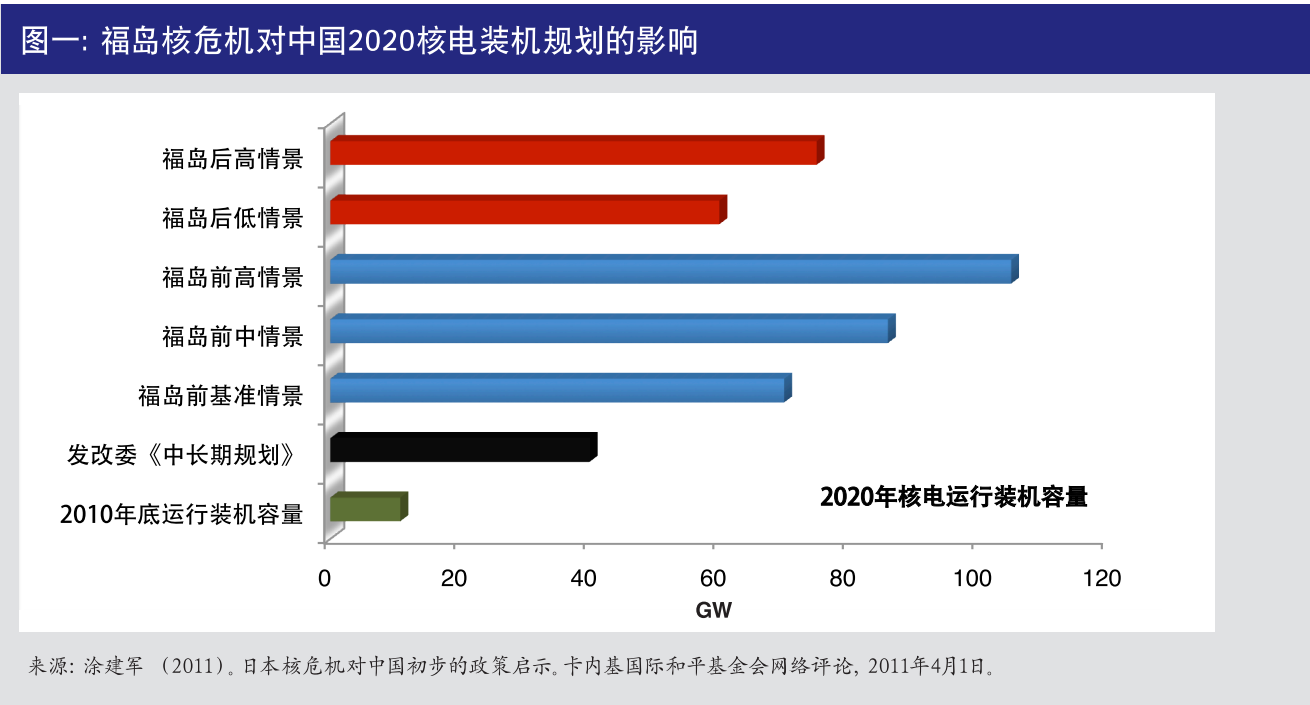
电中长期发展规划》计划在2020年前将这个指标增加到4000万千瓦。根据一些广泛流传的报道，中国政府可能会将2020年核电开发的目标上调至7000至8600万千瓦。中国核工业的部分专家甚至声称2020年全国核电运行装机总容量可以达到一百万千瓦的水平（详见图一）。毫不夸张的说，在福岛核危机发生之前，中国核电中长期规划在行业利益集团的大力推动下已经做好在全国范围发起核电大跃进的准备。

## 福岛核危机棒喝中国核电大跃进

值得庆幸的是，发生在今年3月11日的日本福岛核危机给中国政府敲响了警钟，也给了决策者对2020年核电规划二次思考的机会。鉴于福岛事故的严重性以及国内民意的巨大冲击，温家宝总理3月16日主持召开国务院常务会议决定暂停审批新的核电项目，并抓紧编制核工业安全规划，调整完善核电发展中长期规划。国务院的规定还要求立即组织对全国核设施进行安全检查、并切实加强正在运行核设施的安全管理。此举标志着中国这个有着全球最雄心勃勃核电发展规划的国家在国家战略层面上对核电开发开始变得更加谨慎。

不过可惜的是，由于国内对核电行业利益集团缺乏有效的制约机制，最近大陆又出现了核电大跃进的苗头。在今年7月发布的《国家“十二五”科学技术发展规划》中就明确提到，国内核电行业要“依托装机容量为1000兆瓦的先进非能动核电技术（AP1000），全面掌握AP1000核电关键设计技术和关键设备材料制造技术，自主完成内陆厂址标准设计。完成中国的装机容量

日本福岛核危机  
给中国政府敲响  
了警钟，也给了决  
策者对2020年核  
电规划二次思考  
的机会。





为1400兆瓦的先进非能动核电技术（CAP1400）标准体系设计并建设示范电站，2015年底具备倒送电和主控室部分投运条件。”相对中国核电技术本土化的“高效率”，同样的时间可能还不够一个经合组织国家的核电投资人申请项目开工前的相关许可证。尤其令人担忧的是，已经在国内开工建设并在福岛核危机后被国内政府部门及核电行业寄予厚望的AP1000，美国公众及国会对其安全可靠性的始终疑虑重重。开发商西屋公司为满足申请美国原子能管理委员会设计认证证书的最新要求，已经对在2007年3月转让给国家核电技术有限公司的AP1000原设计做了较大的安全改进。

与高铁的发展类似，中国核电行业也是以市场换技术的手段从国外引进关键技术。自1991年中国核电工业开始自主设计及建造国产压水反应堆（第二代技术，秦山一期的CNP300、秦山二期的CNP650），还陆续引进了法国的M310（二代，大亚湾）、加拿大的CANDU 6（二代，秦山三期）、俄罗斯的AES-91（二代，田湾一期）、美国的AP1000（三代，山东海阳与浙江三门）及法国的EPR（三代，广东台山）。并且除了基于国外引进技术的“本土化”机型（二代半的CPR1000，规划中三代的CAP1400），国内还和俄罗斯合作建造和运行中国实验快堆（四代，北京房山25 MW CEPR），并计划对同属第四代核电技术的高温气冷堆工业化放大（清华大学核研院10MW实验堆、华能山东石岛湾200 MW示范工程）。但是从设计标准化、操作安全、维护简易性的角度来看，在任何一个国家，同时运行维护过多种类的反应堆都是一种非常危险的核电发展模式。因此，中国领导人需要立即限制国内核反应堆型进一步多样化的趋势，

中国领导人需要立即限制国内核反应堆型进一步多样化的趋势，并集中全国核电行业的人力、物力专注一到两个标准化的核反应堆型的研究、开发与推广。

表二：中国在建核电机组一览

核电机组	地址	装机容量 (MW)	堆型技术	开工时间
秦山二期: 4号 (扩建)	浙江海盐	650	CNP600	2007.1.28
红沿河: 1-4号	辽宁大连	4x1000	CPR1000	2007.8.18
宁德: 1-4号	福建宁德	4x1000	CPR1000	2008.2.18
福清: 1-2号	福建福清	2x1000	CPR1000	2008.11.12
阳江: 1-6号	广东阳江	6x1000	CPR1000	2008.12.16
方家山: 1-2号	浙江海盐	2x1000	CPR1000	2008.12.26
三门: 1-2号	浙江台州	2x1250	AP1000	2009.3.31
台山: 1-2号	广东台山	2x1750	EPR	2009.12.21
海阳: 1-2号	山东海阳	2x1250	AP1000	2009.12.28
昌江: 1-2号	海南昌江	2x650	CNP600	2010.4.25
防城港: 1-2号	广西防城港	2x1000	CPR1000	2010.7.30
福清: 3-4号	福建福清	2x1000	CPR1000	2010.12.31
总计: 32		32,450		

来源：世界核能协会、中国核电信息网、媒体公开报道。

表三：国内部分已报道非海水冷却（内陆）核电机组一览

核电机组	地址	装机容量 (MW)	堆型技术	计划开工时间
大阪一、二期：1-4号	湖北咸宁	4x1250	AP1000	2011或2015
浠水一、二期：1-4号	湖北黄冈	4x1250	AP1000	2013
松滋：1-4或6号	湖北松滋	4/6x1250	AP1000	待定
广水：1-4号	湖北广水	4x1250	AP1000	待定
钟祥：1-4号	湖北钟祥	4x1250	AP1000	待定
桃花江：1-4号	湖南益阳	4x1250	AP1000	2011或2015
小磨山一、二期：1-6号	湖南岳阳	6x1250	AP1000	2012
常德一、二期：1-4号	湖南常德	4x1000	待定	待定
湘潭：1-4号	湖南湘潭	4x1250	AP1000	待定
郴州：待定	湖南郴州	待定	AP1000	待定
衡阳：1-4号	湖南衡阳	4x1250	AP1000	待定
彭泽一、二期：1-4号	江西九江	4x1250	AP1000	2011或2015
烟家山：1-2号	江西吉安	2x1250	AP1000	2011或2015
峡江：1-4号	江西峡江	4x1250	AP1000	2015
鹰潭一期：1-2号	江西鹰潭	2x1250	AP1000	待定
赣州：1-4号	江西赣州	4x1250	AP1000	待定
赣东北：待定	江西赣东北	待定	待定	待定
赣西：待定	江西赣西	待定	待定	待定
抚州：待定	江西抚州	待定	待定	待定
南阳一至三期：1-6号	河南南阳	6x1250	AP1000	待定
信阳一、二期：1-4号	河南信阳	4x1000	待定	待定
涪陵一、二期：1-4号	重庆	4x1250	AP1000	2011或2015
三坝一、二期：1-4号	四川南充	4x1000	待定	待定
芜湖一、二期：1-4号	安徽芜湖	4x1000	待定	2011.12
吉阳一、二期：1-4号	安徽池州	4x1000	待定	待定
兰州：1-2号	甘肃兰州	待定	待定	待定
靖宇县赤松：1-4号	吉林白山	4x1250	AP1000	2012
松江：待定	吉林	待定	AP1000	待定
亮甲山：待定	吉林	待定	AP1000	待定
九台：待定	吉林长春	待定	AP1000	待定
松花江流域中游：1-4号	黑龙江	4x1000	待定	待定
三明一、二期：1-4号	福建三明	4x1000	待定	2012.09
肇庆：1-4号	广东肇庆	4x1250	AP1000	待定
韶关：1-2号	广东广州	2x1250	AP1000	2013
总计：至少120		>150,500		

来源：世界核能协会、中国核电信息网、媒体公开报道。

说明：本表所列核电机组能否立项会受到地方政府项目取舍与中央政府未来核电中长期规划的双重影响。出于安全的考量，国产化程度较高的二代半机型可能被内陆核电项目放弃。出于技术本土化的考量，未来内陆核电机组的选型会更倾向于规划中的CAP1400或者后续机型，而不太可能大规模持续选用AP1000。

最近几年各级地方政府已经一窝蜂式地规划非海水冷却核电项目，就连甘肃这样严重缺水的地方，都已上报了核电项目。

并集中全国核电行业的人力、物力专注一到两个标准化的核反应堆型的研究、开发与推广。

## 内陆核电站的规划需三思而后行

此外，中国政府应该对在内地地区大规模地开发核电项目持非常审慎的态度。由于核电站的运行需要消耗大量的工艺用水，中国当前所有的运营核电站都建在沿海地区并采用海水冷却。出于拉抬地方经济发展、应对电力需求迅猛增长的考量，最近几年各级地方政府已经一窝蜂地规划非海水冷却核电项目，就连甘肃这样严重缺水的地方，都已上报了核电项目（详见表三）。不过，核电站排放的废水经过多道程序的处理，还是具有一定的放射性。即便内陆核电站采用比沿海地区更加严格的环保标准，大规模扎堆建设导致的低放射性废水排放的流域累计效应还是会给国内本来已经非常稀缺的淡水资源带来巨大环境风险。一旦发生重大核电安全事故，后果更是不堪设想。

由于中国资源赋存的特点，中国内陆地区长期向沿海地区供应相当比例的能源产出。过去，内陆一些能源赋存丰富的省份一比如水电资源丰富并有着国内最大水电工程项目三峡电站的湖北省一由于大量向沿海省份出口电力而导致了本地区严重的电荒，并被迫准备上马环境风险极大的非海水冷却核电项目（仅湖北一省就已经评估规划了至少5个内陆核电项目）。为了尽量避免在内陆省份大规模开发核电的必要性、降低全国电力传输的平均损耗率、并且保护国内宝贵的淡水资源，中国领导人应该首先考虑在全国范围内优化地区间电力容量的不合理现有分配体制。在国内充分消化吸收第三代核电技术的前提下，再考虑是否有必要稳步有序地推动内陆核电站的建设开发。

## 避免盲目依赖未经实践充分验证的高新技术

为了适应中国高速铁路的迅速发展和保证铁路运输安全的需要，铁道部组织专家研制了一套据说是适合中国国情而且代表国际先进水平的中国列车控制系统CTCS。从理论上来说，配备了CTCS的两辆动车在铁路系统其它安全机制的保障下是绝对不会发生碰撞事故的。温州动车追尾以及历史上发生的核电事故表明任何技术上的创新都无法完全消除在设计、建设、操作、维护、退役以及事故应对过程中人为失误带来的潜在风险。这对于核电安全尤其重要。

为了应对福岛核危机所引发的安全挑战，中国政府据报道可能会放弃重复建造在很多现有核电站使用的二代反应堆，并转而采用更加先进的核电技术。这包括更加现代和“被动”的安全系统，它们允许核电站紧急情况下在没有操作人员干预与电力系统反馈的条件下安全停机。虽然这种转变是合乎逻辑的，不过中国领导人要尽量避免过分相信AP1000及EPR等没有经过实践充分检验的高新技术。不管第三代核电技术在理论上如何之先进，中国领导人要清醒地意识到这类技术还没有在世界任何国家得到充分验证这个事实。

在国内充分消化吸收第三代核电技术的前提下，再考虑是否有必要稳步有序地推动内陆核电站的建设开发。



所以，任何新一代的核电技术从设计经验、施工安全和操作稳定性的角度来看，还是存在着巨大的安全风险。另外，温州动车追尾事故的发生表明理论上再可靠的安全技术还是可能因为设计失误、人员经验不足、硬件故障等原因全面失灵。

这次动车事故后由于铁道部善后不力导致国内民意沸腾，这表明中国政府部门未来处理公共事件需要与时俱进。10年前，国内类似的重大事故还可以通过控制传统媒体报道的方式淡化处理。不过由于网络技术的迅猛发展，诸如微博、博客等网络互动平台的出现使得全国人民都可及时了解实情。这就是为何铁道部为了清理事故现场而匆忙结束人员搜救、事发后快速掩埋毁损机车、事故原因没有调查清楚就急忙恢复通车等事件会引起全国网民的一致口诛笔伐，并最终上升到政府部门及执政党公共关系危机的层面。

## 高度警惕过度追求国产化的安全风险

“国产化”是指在引进国外产品设计和生产线的前提下，由中国企业在国内设计和制造出成品，它一直都是中国工业发展的金科玉律。与日本花了30年才将列车时速从210公里提升至300公里相比较，中国仅用7年的时间就将高铁时速从2004年的160公里增加到380公里。早在2007年4月，铁道部就宣称，时速200公里及以上动车的国产化率已达到70%以上，并“跻身世界先进行列”。不过，铁道部一步到位引进国外最先进技术并片面强调国产化率的动车制造战略，最终没有通过大规模商业化运营的检验。

设计时速350公里、全长1318公里的京沪高铁自今年6月30日通车后，已发生多起故障，引发各界对高铁安全的质疑。8月11日，中国北车以“传感器误报”为主要理由，对其生产的CRH380BL型高铁列车实行召回。不过，据8月22日版的财新《新世纪》报道，召回的真实原因是该型号一辆列车正式上路不到半个月，竟然在关键的动力轴处发现不明裂纹。不过，铁道部不仅对这起可能导致重大事故的动力轴质量问题秘而不宣，也未上报国务院。在更换了车轴之后，这辆列车和其它同型号、使用相同制造商供应的轮对的列车，依然以时速300公里在京沪高铁上运营。如果同类事件10年后发生在运行装机容量大幅增长、但信息透明度依然严重不足的中国核电行业，后果将不堪设想。

为了减少核电站的单位投资成本，中国不太可能持续大规模向国外公司支付昂贵的专利费及购买进口设备，所以国产化一直是国内核电发展的重中之重。不过，任何高新技术的本土化速度必须充分尊重国内行业水平及装备制造业现状。虽然中国迄今没有发生大的核电事故，但这个成绩是建立在逐步引进国外技术、合理增加装机容量的前提下。从1985年3月国内开工建设秦山一期的国产压水反应堆CNP300，到2011年8月岭奥二期2号机组正式投入商业运行，并将二代半的本土化机型CPR1000的国产化率提高到70%，国内核电行

理论上再可靠的  
安全技术还是  
可能因为设计失  
误、人员经验不  
足、硬件故障等  
原因全面失灵。

业用了16年的时间才将装机容量提高到1180万千瓦。

与前16年相对稳健的发展相比，国内第三代核电技术的国产化步伐只能用“激进”二字形容。四台在建的AP1000机组中，2009年3月开工的三门1号机组核岛设备的国产化率只有30%，不到1年后于2010年1月开工的海阳2号机组的主要核岛设备就预计全部实现国产化，而这种“高效率”的本土化速度将完全依赖于同期国内研发的“突破”。更加令人担忧的是，虽然在建的AP1000示范机组最快也要到2013年底才能建成试运行，中国核电行业已经计划要在短期内将单机容量1250 MW的AP1000 国产化为单机容量1400 MW的CAP1400，并且第一个CAP1400电站最早2015年底就会具备倒送电和主控室部分投运条件。

不可否认，国内核电行业从技术引进中可以快速学到不少先进的设计理念和制造工艺。但是，不在技术转让范围之内的设计原理和核心技术，往往是最难于掌握的。而在有着装机容量放大要求的AP1000到CAP1400的国产化过程中，这些中方并未掌握的内容可能会对原设计的修改部分产生难于预料的影响。以高铁为例，虽然“引进—消化—吸收—再创新”这种国产化路线原理上没有任何问题，但是由于铁道部没有预留足够的时间让国内厂家扎实地消化和吸收进口技术，最后导致温州动车追尾及北车集团主力车型召回等重大事件的发生，并对中国高铁技术在国际市场的信誉造成沉重打击。以高铁行业的惨痛教训为鉴，中国领导人需要深刻警醒高新技术跃进式国产化所伴生的巨大安全风险，并在综合平衡安全要求、技术先进性、国产化目标、新增核电装机容量目标等因素的前提下，合理地规划国内未来核电建设的主力机型路线图。

中国领导人需要  
深刻警醒高新技术跃进式国产化所伴生的巨大安全风险，并合理地规划国内未来核电建设的主力机型路线图。

## 清醒认识核电事故的潜在政治风险

自1978年改革开放以来，中国取得了举世瞩目的经济成就，并在2010年一举超过日本成为世界第二大经济实体。不过可惜的是，国内30多年来改革开放的成果大部分被人数不多的精英阶层把持。由于对权力的有效制衡迟迟不能建立，中国的社会矛盾在现有体制下一旦产生就难以消弭。这已成为仇富、仇官以及极端民族主义等诸多理念滋生的温床。在此背景下，社会各阶层间的互信迟迟难以建立，重大公共事件的问责往往以网络口水代替理性探讨。这也导致国内“维稳”花销节节攀升，据报道已经超过了每年的军费开支。

鉴于国内现行体制下社会矛盾的积累效应，中国领导人有必要从政权稳定的高度理解一场重大核电事故可能导致的冲击效应。1979年三里岛核事故后，民间反核的力量导致美国核电行业30多年都没有办法再成功新建一座核电站。1986年发生的切尔诺利核灾难加剧了前苏联内忧外患的局面，导致了各加盟共和国的进一步离心离德，并成为前苏联最终解体的催化剂。2011年福岛核危机后，日本首相菅直人已经被迫承诺为此下台，日本经济也遭受重创。

如果在温州动车追尾事件后，中国还要坚持大上快上核电项目，因匆忙上马而在未来十年建造的大量核反应堆都可能成为潜在事故的引爆点。如果考虑到因为人力资源挑战而产生的附加风险，任何形式的核电大跃进在国内都可能会因一场核灾难的发生而以悲剧告终。

福岛核危机后，德国政府由于巨大的民意压力宣布在2022年前彻底退出核电行业。不过由于中德两国国情差别巨大，完全放弃核电对中国来说并不可取。考虑到国内快速增长的能源需求、逐步恶化的空气污染，日益脆弱的能源安全、减缓气候变化的国际政治压力，中国政府并没有简单的应对之术来同时解决以上的挑战，国内领导人也因此习惯在以下能源之间进行艰难的权衡取舍：高排放而且重污染的煤炭、导致能源安全及环境恶化的石油、国内资源相对短缺并且投资成本高昂的天然气、对生态有灾难性影响的大型水电工程、技术及环境风险巨大的核电、相对昂贵而且不稳定的可再生能源。综上所述，为了应对国内的能源和环境挑战，中国核电装机容量在未来的进一步增长应该是无可避免的。即便如此，中国政府必须意识到安全是核电及高铁等重点工程的发展之本，脱离一个稳健、适度的中长期发展规划，节能减排、可持续发展、产业升级、拉抬区域经济等概念终将是镜花水月。

中国第四、五代领导人预计会在2012年底的中共十八大上开始进行权力交接。鉴于核电技术路线上存在的不确定性因素过多，国内核电规划短期内还是应该以求稳为宜，2007年公布的《核电中长期发展规划》中2020年核电运行装机容量4000万千瓦的规划目标最好不宜在十二五期间上调。不然的话，过高的核电规划目标会对核电开发主管部门、核电安全监管部门、国有核电公司及设备制造厂商带来难以应对的监管压力、技术风险及人力挑战。

## 结论：中国核电中长期规划需谨防欲速则不达

“7·23”温州动车追尾虽然暴露了国内公共项目投资领域因好大喜功所引发的诸多矛盾，而且还造成了政府部门与执政党的公关危机，不过，如果中国领导人能够以该事故为鉴大力整顿基建投资领域的乱象，并因此能对2020年核电规划目标的修订三思而后行，那么从全社会的角度来看，未尝不算因祸得福。

考虑到核电开发在财务、技术与环境等方面的巨大风险与不确定性，中国核电中长期规划需谨防欲速则不达。以美国三里岛核事故、前苏联切尔诺贝利核灾难、日本福岛核危机及温州动车追尾为鉴，国家发改委2007年公布的2020年国内核电运行装机容量4000万千瓦的规划目标短期内不宜上调。如果十二五期间国内第三代核电技术的引进能够有序地顺利进行、或者国内核电行业能扎扎实实地对国产二代半的反应堆技术进行长足可靠的安全改进，中国2020年核电规划目标完全可以在十三五期间再行调整。

中国核电中长期  
规划需谨防欲速  
则不达。

## 作者

**涂建军**是卡内基国际和平基金会能源与气候项目的高级研究员，并全面主管卡内基中国能源与气候政策相关的工作。他还是加拿大工业能源数据分析中心的客座研究员。

涂建军精于煤炭、石油、天然气及电力行业的战略规划和政策评估，并对资源与环境可持续发展有深入研究。他和中国的能源工业、政府部门、学术界、环保NGO都有良好的工作合作关系。

## 卡内基国际和平基金会

卡内基国际和平基金会是一个非营利的民间组织，以促进各国之间的合作和推动美国积极参与国际事务为宗旨。它创建于1910年，无党派偏向而且追求应用性的成果。

卡内基跨越百年，是第一个全球智库，在华盛顿、莫斯科、北京、布鲁特、布鲁塞尔设有办公室，而这五个地点覆盖的地区和政府的政治发展和国际政策决定着近期国际和平和经济发展。

---

卡内基能源与气候项目 在全球范围与能源技术、环境科学及政治经济学领域的专家紧密合作，为世界各国的决策者提供切实可行的政策解决方案。该项目致力于提供领导能力建设及政策框架协议，以尽量降低全球气候变化所带来的风险，并减少对稀缺资源的争夺。

On the web: <http://carnegieendowment.org/programs>

---