

日本后福岛时期的核能政策研究

李小军

内容提要 第二次世界大战后,日本把能源的稳定供给、廉价供应和环境保护视为能源政策追求的三大目标。基于发电成本可控、能源供给安全和缓解温室气体排放方面的优势,核能成为日本实现其能源政策目标的首选。福岛核事故后,日本政府被迫重新反思核能政策,围绕能源结构调整与核能政策前景等核心议题,“反核派”与“拥核派”展开激烈辩论。“反核派”从“福岛灾难”、核事故频发、核废料处理难题等方面提出反核的多重理由;“拥核派”则从能源、经济和政治视角阐释继续坚持核能发展的现实动因。后福岛时期核能发展的制约因素增加,核能发展充满不确定性,日本核能政策的前景取决于日本在提升核能安全、更新核安全文化和增强民众接受度方面的进展程度。

关键词 地区与国别政治 日本 福岛核事故 核能政策 核能前景

* 李小军:广州大学公共管理学院政府管理系副教授。(邮编:510006)

** 本文系2015年度国家哲学社会科学一般项目“全球‘反核能运动’对我国核电开发的影响及其应对策略研究”(15BGJ060)的阶段性成果之一。感谢《国际政治研究》匿名评审专家提出的建设性修改意见,文中错漏由作者自负。

第二次世界大战后,伴随着日本经济的高速发展,能源消费迅速增长,能源的稳定供给成为日本能源安全战略考量的重点。因为从“能源供给的安全看,日本是所有经合组织(OECD)国家中最脆弱的”。^① 日本把能源的稳定供给、廉价供应和环境保护视为能源政策的三大目标。核电拥有发电成本可控、能源安全和缓解气候变化三大优势,因而受到众多国家青睐。日本也将核电作为实现能源政策目标的首选。自20世纪80年代以来,日本对核电研究的投入高达700亿美元。^② 2010年版的《基本能源计划》中,日本计划在2030年将核电份额从30%提升至50%。^③ 日本成为仅次于美国和法国的世界第三大核能开发国,核能在一定程度上支持了日本战后的“经济奇迹”。

福岛核事故的爆发,让原本前景看好的核能开发突遭“政治抵制”(political backlash),^④ 犹如1979年三哩岛核泄漏事故后,美国国内形成一种主张完全停止核能扩展的“有毒政治话语”(toxic political discourse)一般。^⑤ 伴随着日益上升的公众愤怒和群情激愤的抗议游行,几乎所有的核电站都被闲置起来,政府也被迫重新反思其核能政策。核能在能源消费总量中的份额也从2010年的13%下降到2011年的7%。^⑥ 日本社会围绕能源结构的调整展开激烈辩论,其中核能在未来能源结构中的地位问题则是辩论核心。^⑦ 这种全国性辩论不但将“为建立一项稳定可靠的国家安全政策奠定基础,而且会形成执行辩论议题的共识”。^⑧ 辩论中出现“反核派”与“拥核派”的观点交锋。梳理日本社会的核能辩论,展望日本核能政策的前景,对完善我国的核能政策具有重要借鉴意义。

① Scott Valentine, et al., “Empowered? Evaluating Japan’s National Energy Strategy under the DPJ Administration,” *Energy Policy*, Vol.39, No.3, 2011, p. 1865.

② Ibid., p. 1866.

③ J. S. Duffield and B. Woodall, “Japan’s New Basic Energy Plan,” *Energy Policy*, Vol.39, No.6, 2011, p. 3742.

④ Paul J. Scalise, “Japanese Energy Policy After Fukushima,” December 21, 2011, <http://www.policyinnovations.org/ideas/commentary/data/000228>, 2016-07-28.

⑤ The Brookings Institution, “Fukushima and the Global ‘Nuclear Renaissance’,” March 14, 2011, http://www.brookings.edu/opinions/2011/0314_japan_nuclear_hultman.aspx, 2016-07-28.

⑥ Christopher Lena and Victor Niana, “Nuclear Versus Natural Gas: An Assessment on the Drivers Influencing Japan’s Energy Future,” *Energy Procedia*, No.61, 2014, p. 194.

⑦ Titli Basu, “Energy Conundrum in Post-Fukushima Japan,” School of International Studies Jawaharlal Nehru University New Delhi, India, 2012, p. 2.

⑧ Brad Glosserman, “Straight Talk about Japan’s Nuclear Option,” Pacific Forum CSIS, *PacNet*, No.50A, October 11, 2006.

一、反核派观点

日本的核能开发,从一开始就充满争议。福岛核事故的爆发,引起民众对核电的担忧和恐惧,触发大规模反核运动。反核派从福岛灾难性后果、核能“安全神话”的破灭及核废料处理难题等视角,提出日本暂停乃至最终放弃核能发展的多重理由。

(一)“福岛灾难”:日本难以承受之重

反核派认为,核能是人类危险短视的追求,理应抛弃。而福岛核事故带来的多重“福岛灾难”,更是日本难以承受之重,理应重新唤起人们对核灾难的可怕记忆。

首先,地震、海啸与核泄漏相叠加的“三重灾难”,给日本带来巨大的经济损失。据世界银行估计,地震致日本经济损失 2250 亿美元,约占其国内生产总值的 4%。日本政府估计的损失在 1950 亿—3050 亿美元之间,约为其国内生产总值的 3.4%—5.3%。^① 有些学者估计的地震损失更为惊人,认为地震给日本带来 3000 亿—6000 亿美元的损失,约为其国内生产总值的 5%—7%,而 1995 年的神户大地震造成的损失仅占其国内生产总值的 2%。^② 截至 2012 年底,大约 1.9 万人死亡或失踪,超过 39 万户房屋部分或全部摧毁。高峰时期的疏散人数超过 40 万。有超过 32 万人住在临时住所,数量超出了他们原有的房子。^③ 国际原子能机构(IAEA)总干事提交的最新报告认为“地震和海啸在日本造成了惨重生命损失和广泛破坏”,有“1.5 万多人死亡,6000 多人受伤,仍有约 2500 人被报告为失踪”。^④ 由地震和海啸引致的福岛核灾难被认定为比切尔诺贝利核事故危害更大的“重大事故”(major accident),是世界上代价

① Titli Basu, “Energy Conundrum in Post-Fukushima Japan,” School of International Studies Jawaharlal Nehru University, India, 2012, pp. 2-3.

② J. Juesta and A. Suwa, “Sustainable Energy Policy in Japan: post Fukushima,” 2011, p.24, <http://sargasso.nl/wp-content/uploads/2011/10/411joni.pdf>, 2016-10-24.

③ Toshio Sugiman, “Lessons Learned from the 2011 Debacle of the Fukushima Nuclear Power Plant,” *Public Understanding of Science*, Vol.23, No.3, 2014, p. 254.

④ 国际原子能机构:《福岛第一核电站总干事报告》(中文版),2015年8月31日发布,第1页,<http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/SupplementaryMaterials/PI1710/Languages/Chinese.pdf>, 2016-10-24。

最为昂贵的灾难。^①

其次,福岛核灾难带来严重的核污染。福岛核事故造成电力供应中断,反应堆堆芯融化和氢爆炸,造成乡村地区的核污染。核灾难在宫城、福岛和岩手县产生大约 2250 万吨的碎片,福岛辖区有 2800 万立方米的土壤被污染。^② 因为担心辐射中毒,人们不愿意吃福岛的农业和海洋产品。疫区之外的地方政府准备接受碎片垃圾进行焚烧,但这会带来碎片燃烧挥发放射性物质污染当地环境的风险。在工程技术人员利用“补水和排水”(feed and bleed)程序冷却核反应堆的过程中,核反应堆地下室大约 10 万吨核废水流入地面和地下水,最后被排入大海,造成海水污染。^③

再次,福岛核灾难造成的核辐射同样不容忽视。2011 年 8 月 12 日,东京大学放射性同位素研究中心(Tokyo University's Radioisotope Centre)教授儿玉龙彦(Tatsuhiko Kodama)在国会作证时,认为福岛核电站释放的放射性是广岛核爆的 29.6 倍,来自福岛的放射性挥发每年仅减少 1/10,广岛核爆的放射性挥发要比福岛快 100 倍。^④ 作为福岛核电站运营商的东京电力公司(TEPCO)证实,核电站在事故受损后前几周释放的放射性物质就达 90 万贝可勒尔,是之前估计的两倍。切尔诺贝利核事故当年释放的核放射性大约只有 520 万贝可勒尔。^⑤ 日本原子力安全保安院同年提交的报告称,仅福岛 1 号核电站就释放了 1.5 万贝可勒尔的铯 137,这种致癌物质的释放会持续几十年。^⑥

最后,根据切尔诺贝利论坛的研究结论,核事故对民众带来的心理危害远胜核辐射本身,表现为民众对其健康和福祉的强烈负面看法,过分夸大核辐射危害健康的意识,强化一种认为一旦遭受核辐射就会让人折寿这样的广泛观念。父母亲在针对孩子健康问题上表现出夸张或错误的理念,一种因为信赖核能安全而产生的被欺骗感。^⑦ 根据世界卫生组织的最新报告,遭受切尔诺贝

① Titli Basu, "Energy Conundrum in Post-Fukushima Japan," pp. 2-3.

② J. Jupesta and A. Suwa, "Sustainable Energy Policy in Japan: post Fukushima," p. 24.

③ Titli Basu, "Energy Conundrum in Post-Fukushima Japan," p. 6.

④ "Fukushima Fallout Said 30 Times Hiroshima's," *The Japan Times*, August 24, 2011.

⑤ Dennis Normile, "Growing Distaste for Nuclear Power Dims Prospects for R&D," *Science*, June 8, 2012, Vol.336, Issue 6086, p. 1220.

⑥ Japan Times Online, "Cesium Release Equal to 168 Hiroshima A-bomb," Aug. 29, 2011, <https://www.travel-impact-newswire.com/2011/08/cesium-release-equal-to-168-hiroshima-a-bombs-japan-times-online/>, 2016-10-24.

⑦ Tessa Morris-Suzuki, "Touching the Grass: Science, Uncertainty and Everyday Life from Chernobyl to Fukushima", *Science, Technology & Society*, Vol.19, No.3, 2014, pp. 331-332.

利核事故影响人群的焦虑水平是其他人群的两倍,还存在各种原因不明的身体症状和自觉健康状况不良。这些症状多数情况下被认为是由患者遭受不幸造成,但医生却将这些症状诊断为与“切尔诺贝利相关的健康问题”(Chernobyl-related health problem)。^①

福岛核事故后,许多人被迫疏散和重新安置,失去家园和工作,住在临时庇护所,伴随着焦虑和无助。出于安全考虑,灾区的许多父母不允许孩子出门玩耍,甚至在辐射不高的地方都这样要求孩子。缺乏玩闹游逛的生活会让孩子的体质有恶化的风险。截至2014年1月,仍有近13.8万名来自福岛辖区的民众一直没有返回家园,或是因为政府命令,或是因为民众仍担忧核辐射污染对孩子健康可能造成的影响。^②

有学者研究发现,相当一部分受事故影响的民众都承受着相当大的心理压力。心理健康问题包括但不局限于创伤后应激障碍、抑郁和焦虑症状等,诸如睡眠紊乱和饮食不规律这样的健康问题也陆续发生。福岛地区放射性释放引起许多民众的巨大恐惧和不确定性,让受事故影响的居民承受巨大痛苦,特别是有年幼孩子的家庭和核电站工人。^③一位居住在临时居所的农民抱怨政府在灾害发生后行动迟缓,疏散民众不及时,批评政府把“我们视为实验室老鼠”。^④

(二) 核事故频发:日本并不具有确保核能“安全神话”的技术实力

反核派认为,日本作为第二次世界大战中核爆的受害者,战后坚持核能的和平利用,开发出世界上技术先进的商业核能项目,核电站安全运营的水平较高,导致自满情绪蔓延,“核村庄”(nuclear village)^⑤反复向民众灌输核能是“安全、廉价和可靠”的,从而让日本民众自信满满的迷恋“安全神话”。日本的54

① WHO, “1986—2016: Chernobyl at 30,” 25 April 2016, http://www.who.int/ionizing_radiation/chernobyl/Chernobyl-update.pdf?ua=1, 2016-10-24.

② Koichi Hasegawa, “The Fukushima Nuclear Accident and Japan’s Civil Society: Context, Reactions, and Policy Impacts,” *International Sociology*, Vol.29, No.4, 2014, p. 285.

③ Nahoko Harada, “Mental Health and Psychological Impacts from the 2011 Great East Japan Earthquake Disaster: a Systematic Literature Review,” September 2, 2015, <http://disastermilitarymedicine.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40696-015-0008-x>, 2016-10-24.

④ “The Mental Health Effects of the Nuclear Accident at Fukushima,” March 9, 2012, <https://nuclear-news.net/2012/03/10/the-mental-health-effects-of-the-nuclear-accident-at-fukushima/>, 2016-10-24.

⑤ “核村庄”在日本通常指的是鼓吹核能发展的机构和个人形成的利益共同体,包括公用单位、核供应商、政府机构、议会、金融部门、媒体和学术界。它是一个为求国家核能发展不惜牺牲民众安全的业内和政府规范者、国内媒体和政治人物的联合体。参见 Jeff Kingston, “Japan’s Nuclear Village?” *The Asia-Pacific Journal*, Vol.10, Issue 37, No.1, Sep. 2012, p. 1.

座核电站都建设在世界最为活跃的地震带之上,地震学家就曾警告日本核电站面临的风险,国际原子能机构也在2008年发出日本福岛核电站存有“严重问题”的警告。^①但日本显然没有重视这些专业性的安全警告,因为“在事故之前,日本存在的一个基本假设是,核电站的设计及已经建立的安全措施是足够强健的,能够承受具有低概率和严重后果的外部事件”。^②这种“基本假设”导致“有关组织及其工作人员往往不会对安全水平提出挑战”,强化“利益相关者关于核电站技术设计坚固性的基本假设”,导致“安全改进没有被及时引入”。^③

1979年,美国三哩岛核事故发生后,由约翰·凯梅尼领衔的总统委员会在提交的调查报告中指出:“本次事故太严重了,像三哩岛这样严重的核事故将来不允许再次发生”。^④遗憾的是,七年之后的苏联爆发更为严重的切尔诺贝利核事故。此后,全球核运转的安全记录总体良好,这在一定程度上削弱了民众对核安全的关注和担忧,国际核工业似乎已成功克服“切尔诺贝利综合征”(Chernobyl Syndrome),核灾难的可怕后果在某种程度上被遗忘、淡化或忽略,^⑤整个核能世界显得“有点自满”。^⑥日本的核企业和政府主管部门、大学和研究机构内支持核能的研究者,长期以来也向民众承诺诸如福岛这样的核灾难将不会在日本发生。^⑦事实上,日本核能发展中核事故不断,技术操作错误和不诚实行为屡屡发生。2002年,因被指控存有29次篡改或忽视检查记录的事实,日本核主管部门强制关闭东京电力公司的部分反应堆。^⑧2004年,美浜核电站(Mihama)3号机组二回路管道发生破裂事故,造成四名工作人员死亡、

① David Edwards, “IAEA Warned Japan That Quakes Could Be Too Much for Nuclear Facilities, Leaked Cable Reveals,” Mar. 16, 2011, <http://www.rawstory.com/2011/03/iaea-warned-japan-that-quakes-could-be-too-much-for-nuclear-facilities-leaked-cable-reveals/>, 2016-10-24.

② 国际原子能机构:《福岛第一核电站事故总干事报告》(中文版), <http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/SupplementaryMaterials/P1710/Languages/Chinese.pdf>, 第6页。

③ 同上书,第7页。

④ The President's Commission on the Accident at Three Mile Island, “Overview: Severity of the Accident,” Report Of The President's Commission On The Accident At Three Mile Island, 1979, http://www.pddoc.com/tmi2/kemeny/severity_of_the_accident.htm, 2016-10-24.

⑤ Mycle Schneider, et al., “2010—2011 World Nuclear Industry Status Report,” *Bulletin of the Atomic Scientists*, Vol.67, No.4, 2011, p. 61.

⑥ Sylvia Pfeifer, “Fukushima Triggers ‘Nuclear safety Renaissance’,” March 11, 2012, <http://www.ft.com/cms/s/0/63cd3612-6b88-11e1-8337-00144feab49a.html#axzz21XBxxbLb>, 2016-07-29.

⑦ James W. Tollefson, “The Discursive Reproduction of Technoscience and Japanese National Identity in The Daily Yomiuri Coverage of the Fukushima Nuclear Disaster,” *Discourse & Communication*, Vol.8, No.3, 2014, p. 300.

⑧ Howard French, “Nuclear Power Scandal Grows,” Sep. 21, 2002, <http://www.nytimes.com/2002/09/21/world/world-briefing-asia-japannuclear-power-scandal-grows.html>, 2016-07-29.

七人受伤。^① 2005年,宫城县女川核电站(Onagawa nuclear station)的三个反应堆在地震后被关闭,在随后的技术评估中发现核电站因剧烈震动所导致的损害已超出其承受能力,如果不及时关闭,后果将不堪设想。2007年,刈羽核电站(Kashiwazaki-Kariwa plant)因地震发生放射物泄漏。^②

一系列核事故的发生,特别是福岛核事故的发生,表明日本并不具有确保核能“安全神话”的技术实力,危机在一定程度上瓦解了“技术科学”的话语霸权形态。福岛核事故是唯一由地震与海啸引发的事故,这超出了核电站的安全设计范畴,原有的设计理念将事故概率认定为“有可能”(possible)但“未必可能”(unlikely)发生。^③ 如何阻止氢爆炸,如何提升密闭和通风系统,如何提升应急反应能力,都是本次核能事故提供的珍贵技术教训。为防止氢爆炸,需要从密闭壳排除蒸汽,诸如这样的安全技术措施直到1992年日本才引入。事故管理指南从开始实施就一直没有进行过评估,这些措施不是建立在法律规范的基础上,而仅作为反应堆的自愿努力。^④

(三) 核废料处理:一个难以回避的技术难题

自核电站投入使用以来,基于政治、经济、技术和扩散风险等方面原因,核废料处理与核燃料循环一直是一个悬而未决的全球性难题。目前大约有7.1万吨乏燃料和高放射性废料储存在121个核电站与非军事政府用地,50多年储存的乏燃料可堆满一个41英尺高的足球场,而且核废料仍以每年2000吨的速度在递增。^⑤ 乏燃料由于存在高放射性,其巨大风险在于一旦废料池被损坏或冷却不及时,就极易发生放射性事故。

核废料的处置目前有储存与回收两种方式,但都存在问题。储存方式潜藏着未来的污染问题,实际上是把今天的污染风险转移到未来;回收方式存在潜在的扩散风险,因为再处理可从核废料中回收可进行再利用的核原料,包括

① Greenpeace International, “Accident at Japan Nuclear Plant,” August 9, 2004, <http://www.greenpeace.org/international/en/news/features/accident-at-japan-nuclear-plant/>, 2016-07-29.

② Peter Ford, “Japan’s Hamaoka Nuclear Plant Sees Tsunami Defense in (Very Big) Wall,” Mar. 10, 2012, <http://www.csmonitor.com/World/Asia-Pacific/2012/0310/Japan-s-Hamaoka-nuclear-plant-sees-tsunami-defense-in-very-big-wall>, 2016-07-29.

③ Tatsujiro Suzuki, “Deconstructing the Zero-risk Mindset: The Lessons and Future Responsibilities for a Post-Fukushima Nuclear Japan,” *Bulletin of the Atomic Scientists*, Vol.67, No.5, 2011, p. 10.

④ Ibid., p. 12.

⑤ H. Sterling Burnett and David T. Stevenson, “Lessons from Japan on Nuclear Waste,” *The Washington Times*, April 8, 2011.

提取可制造核武器的钚。多数国家选择的是以美国为代表的“一次通过”开放核燃料循环方式,即乏燃料经过冷却、包装后作为废物送到深地质层处置或长期贮存。中、英、法等国采取的是闭式循环,即乏燃料在核电站乏燃料水池中贮存5—8年后,运至后处理厂进行后处理。但寻求核燃料再处理和创建闭合循环的国家,至今仍没找到一个被国际社会广泛接受的方法。^① 对一个致力于核能发展的国家来说,核燃料循环的困境是一个绕不过去的坎,必须要加以解决。

反核派批评日本迄今为止仍然没有找到核废料处理的恰当方法。日本核电使用的是混合氧化物(MOX)燃料。日本认为使用混合氧化物燃料可减少铀矿的进口量,能有效解决核燃料不足问题,而且也是实施燃料闭式循环战略的必然要求。然而,由于日本的乏燃料处理设施严重不足,导致反应堆站点乏燃料的堆积特别严重。正因为堆积了过多的乏燃料,加之缺乏放射性核废料的最终处置场地,日本的核能发电经常被讥讽为“无厕所公寓”。^② 2013年3月,美国核管制委员会主席麦克法兰(Allison Macfarlane)在对日本的访问中,基于世界已无空间对核废料进行安全储存,对日本进一步的核能拓展提出警告。福岛核事故的教训之一就是必须要对乏燃料的处理制定出详细规划而非临时补救的方法。

日本当前的主要做法是通过与英国和法国公司签署合约,通过海运方式将混合氧化物燃料储存在英国和法国,以备核电建设之用。但英、法的处理能力也日益捉襟见肘,两国每年的处理容量大约也就4700吨左右。自1979年以来,日本已将140船乏燃料运到了欧洲,^③在此背景下,安倍政府希望能加速推进核废料处理场地的选择。在综合各方意见后,日本经济产业省(METI)已同意日本核燃料公司(JNFL)在青森县(Aomori)六所村(Rokkasho)建设混合氧化物燃料制造厂,从而提升日本的混合氧化物燃料储存能力。^④ 但总体而言,政府在核废料处置场地的选择上停滞不前。反核派认为,主要原因在于政府与公众在核能政策方面没有形成共识,这表明民众对日本处理高放射性废料能力仍持怀疑态度。

① Robert Rosner and Stephen M. Goldberg, “A Practical, Regional Approach to Nuclear Waste Storage,” *Bulletin of the Atomic Scientists*, Vol.69, No.6, 2013, pp. 59-60.

② “Japan’s Nuclear Waste Problem,” Jan. 21, 2014, <http://www.japantimes.co.jp/opinion/2014/01/21/editorials/japans-nuclear-waste-problem/> #. VyHQxOyeqL5, 2016-07-29.

③ Williamd Turner, “Japanese Plutonium Stockpiles: A Transportation, Storage, and Public Relations Challenge,” *Journal of Environment & Development*, Vol.12, No.1, March 2003, p. 101.

④ Williamd Turner, “Japanese Plutonium Stockpiles: A Transportation, Storage, and Public Relations Challenge,” *Journal of Environment & Development*, Vol.12, No.1, March 2003, p. 100.

二、拥核派观点

福岛核事故对日本核电发展速度、技术路线、核安全标准、堆型选择等无疑产生重要影响,这将在一定程度上拖慢日本核能发展的进程。然而,急剧的核能政策调整,会给日本带来沉重的财政负担和环境压力,直接威胁日本的能源和经济安全。“拥核派”从能源、经济和政治视角,提出日本必须坚持核能发展的多种理由。

(一) 能源视角:核能仍是清洁、安全和经济的能源选项

从全球层面看,有两大因素激励着发达国家对核能发展的兴趣:居高不下的油气价格和对气候变化的关注。^① 在传统的化石燃料中,煤炭燃烧会排放大量二氧化碳,天然气的二氧化碳排放量是煤炭的一半。与此相比,核能不会排放二氧化碳,是一种清洁的零排放技术。虽然核能也会排放有害的放射物,但煤炭发电过程产生的有害物质要比核能更为严重。^② 据加拿大彭比纳研究所(the Pembina Institute)的研究,加拿大23座核反应堆每年的二氧化碳排放总量在46.8万吨至59.4万吨之间,占加拿大年碳排放总量的0.07%(2006)。而一个500兆瓦的燃煤发电厂却能产生大约300万吨二氧化碳,占加拿大年二氧化碳排放量的0.4%(2006)。^③ 顶尖气象学家詹姆斯·汉森(James Hansen)在2013年与人合著的论文中指出“全球核能已经减少了大约184万与空气污染有关的人口死亡及因化石燃料使用而产生的64亿吨二氧化碳当量的温室气体排放”。^④ 由此,核能被认为是能大量提供重要能源的唯一选项,是从氢经济发展为完全清洁能源经济的“桥梁”。^⑤

① Milan Illycky, “Climate Change, Energy Security, and Nuclear Power,” *STAIR*, Vol.4, No.2, 2009, pp. 92-112.

② Mara Hvistendahl, “Coal Ash Is More Radioactive than Nuclear Waste,” December 13, 2007, <http://www.scientificamerican.com/article/coal-ash-is-more-radioactive-than-nuclear-waste/>, 2016-07-28.

③ Mark Winfield, et al., “Nuclear Power in Canada: An Examination of Risks, Impacts, and Sustainability,” December 2006, http://pubs.pembina.org/reports/Nuclear_web.pdf, 2016-07-28.

④ Pushker A. Kharecha and James E. Hansen, “Prevented Mortality and Greenhouse Gas Emissions from Historical and Projected Nuclear Power,” *Environmental Science & Technology*, Vol.47, No.9, May 7, 2013, pp. 4889-4895.

⑤ Al Shpyth, et al., “Nuclear Power’s Role in Enhancing Energy Security in a Dangerous World,” <http://www.uvic.ca/research/centres/globalstudies/assets/docs/publications/NuclearPowersRoleinEnhancingEnergySecurity.pdf>, 2016-07-28.

拥核派认为,由于核事故中的核泄漏能在短期内对民众生命安全造成灾难性后果,极易引发群体性恐慌,从而导致民众谈“核”色变,实际上核能的危害并没有民众想象的那样严重。世界卫生组织在2006年提交的关于切尔诺贝利核事故健康影响的报告称,核事故造成30名核电员工和消防员死亡,其中28人死于核辐射。^①世界卫生组织在纪念切尔诺贝利核灾难30周年的报告中指出,曾遭受核事故影响的白俄罗斯、俄罗斯联邦和乌克兰发现1.1万个甲状腺癌诊断病例,其中有一小部分很可能由切尔诺贝利核事故致病。^②福岛核事故有一种估计认为直接造成的死亡大约是1万人,引发的癌症死亡率与发病率的最大数量分别是1500人和1800人。^③事实上,传统化石燃料碳排放对民众生命安全造成的危害更为严重。根据世界卫生组织2016年5月发布的最新报告称,室内空气污染每年导致全球430万人死亡,室外空气污染每年导致全球370万人死亡。^④室内和室外空气污染成为全球最大的单一环境卫生风险。

日本是一个能源资源贫乏的国家,是世界上最大的天然气进口国和第二大煤炭进口国,是世界第五大能源消费国。巨大的能源需求与高度的进口依赖,使能源安全成为日本政府优先考虑的议题。正因为如此,日本政府坚信建立强大的核能项目对确保国家的能源自给,经济发展与国家安全至关重要。^⑤福岛核事故前,核能平均每年削减日本大约14%的二氧化碳排放量。^⑥福岛核事故后,现有核电站暂停运营,化石燃料进口迅速增加。日本2010年的全部燃料进口是17.4万亿日元,2011年是21.8万亿日元,增长了25%。从占国内生产总值(GDP)的比重来看,燃料进口从2.6%上升到了4.6%。^⑦化石原料

① WHO, “Health Effects of the Chernobyl Accident and Special Health Care Programmes: Report of the UN Chernobyl Forum Expert Group ‘Health’,” 2006, pp. 2-3, http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43447/1/9241594179_eng.pdf, 2016-10-21.

② WHO, “1986—2016: Chernobyl at 30,” 25 April 2016.

③ Abubakar Sadiq Aliyu, et al., “An Overview of Current Knowledge Concerning the Health and Environmental Consequences of the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant (FDNPP) Accident,” *Environment International*, No.85, 2015, pp. 213-228.

④ WHO, “Sixty-ninth World Health Assembly Update,” May 27, 2016, <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2016/wha69-27-may-2016/en/>, 2016-10-21.

⑤ Williamd Turner, “Japanese Plutonium Stockpiles: A Transportation, Storage, and Public Relations Challenge,” p. 99.

⑥ J. Nakano, “Japan’s Energy Supply and Security since the March 11 Earthquake,” Center for Strategic & International Studies, Commentary, March 23, 2011.

⑦ Andrew DeWit, “Japan’s Remarkable Renewable Energy Drive-after Fukushima,” *The Asia-Pacific Journal*, Vol.10, No.10, March 11, 2012, p. 2.

的大量进口预计每年会增加5.5%的二氧化碳排放量,这对日本的国际减排承诺带来巨大挑战。日本承诺2020年的碳排放要在1990的水平上下降25%,2050年下降大约80%。^①特别是作为东道国主持通过1997年的京都议定书,日本做出了一些世界上最为雄心勃勃的排放控制承诺,所有这些都建立在有计划发展核电的基础之上。^②

2015年12月,举世瞩目的巴黎气候大会召开,最终达成一份全面、均衡和有力的《巴黎协定》,对未来全球气候治理的制度安排重新设计,为2020年后全球应对气候变化制定出行动框架。值得关注的是,《巴黎协定》允许个别国家把依赖核能作为其减排能源组合的一部分,美国、中国和印度都利用核能实现减排目标。^③正如美国核能协会(NEI)负责环保政策的高级总监苏珊(Susan Mathiascheck)指出:“巴黎协定凸显的是一个强有力的碳减排国际承诺。由于能实现碳减排和满足民众基本生活需求的双重目标,核能在兑现国际承诺方面具有重要地位。”^④日本作为世界第五大排放国,温室气体排放量占全球近3.8%,日本在巴黎气候大会后的动向自然备受国际关注。2016年3月15日,日本时任环境大臣丸川珠代(Marukawa)在记者招待会上表示:“在《巴黎协定》达成后,展现我们实现协议目标的决心至关重要”,“2030年减排26%是日本要实现的中期目标,2050年减排80%则是长期目标”,“为控制对燃煤电力的需求,日本政府准备重新开放福岛核灾难后被关闭的一些核反应堆”。^⑤

(二) 经济视角:弃核将给日本经济带来毁灭性后果

福岛核事故前,核能提供了日本大约30%的电力供应。福岛核事故后,基于技术缺陷或常规检查的原因,核反应堆开始一个接一个地关闭。至2013年

① J. Tollefson, “Japan Faces Power Struggle,” *Nature*, Vol.472, 2011, pp. 143-144.

② Philip Tammen, “Nuclear Power in Japan after Fukushima: Delivering Energy Security?” December 2013, p. 4, <http://defence.gov.au/ADC/Publications/Shedden/2013/Tammen%20final%20PDF%20Japan%20energy.pdf>, 2016-07-31.

③ NEI, “French Lessons: What the Paris Climate Agreement Means for Nuclear,” <http://www.nei.org/News-Media/News/News-Archives/French-Lessons-What-the-Paris-Climate-Agreement-Me>, 2016-10-24.

④ Ibid.

⑤ “Japan Details Plan for Post-Paris Agreement Carbon Cuts,” March 16, 2016, <http://www.businessgreen.com/bg/news/2451065/japan-details-plan-for-post-paris-agreement-carbon-cuts>, 2016-10-24.

年中,所有 50 座核电站处于闲置状态,就此而言,日本简直进入了“无核”状态。^① 拥核派认为,如果日本彻底废除核能,无疑会给日本经济带来毁灭性影响。正如日本内阁官房副长官仙谷由人所警告的,“从某种意义上说,如果关闭全部核电站,日本无异于在进行大规模的经济自杀”。^②

首先,暂缓或关闭核电站,给日本的能源安全供应带来巨大挑战。液化天然气,原油和成品油的进口额在 2011 年 3 月分别增长 37.5%, 21.3% 和 39.5%。^③ 日本经济能源研究所(IEEJ)预测,化石燃料进口的成本将上升为 610 亿美元。^④ 2012 年,日本已成为世界上最大的液化天然气进口国。2013 年,日本支付的液化天然气的费用高达创纪录的 689.8 亿美元。^⑤ 但化石燃料的大量进口仍无法缓解电力短缺的窘境。电力短缺成为困扰东京民众生活的一个严重问题,迫使人们不得不去调整自己的生活方式。为节约能源,商店,餐馆和办公室将灯光调暗,将空调温度调高。为节约能源,东京的一些政府机构已单独采用夏令时。^⑥

其次,暂缓或关闭核电站,让本已步履维艰的日本经济雪上加霜。福岛核事故后,化石燃料的进口成本剧增,国内生产总值增长仅为 1.9%,工业生产增长 5%。^⑦ 日本如果要保持经济的竞争力,最可行的选择就是在努力赢得民众支持的背景下重启核能。2014 年 4 月,安倍政府宣布新的国家能源政策,将核能确定为“一个关键的基础电力来源”,宣布在经过新创建的原子能规制委员会(Nuclear Regulation Authority, NRA)的严格测试后,核反应堆的运营将重启。^⑧

① K. V. Kesavan, “Japan’s Nuclear Energy Policy and Its Uncertain Future-Analysis,” September 6, 2015, <http://www.eurasiareview.com/06092015-japans-nuclear-energy-policy-and-its-uncertain-future-analysis/>, 2016-07-28.

② Nuclear Energy Institute, “Germany and Japan Rethink Nuclear Policies,” Summer 2012, <http://www.nei.org/News-Media/News/News-Archives/germany-and-japan-rethink-nuclear-policies>, 2016-07-28.

③ Vlado Vivoda, “Japan’s Energy Security Predicament post-Fukushima,” *Energy Policy*, Vol.46, 2012, p.136.

④ IEEJ, “Japan Energy Brief,” No.17, January 2012, p. 7, <http://eneken.ieej.or.jp/en/jeb/1201.pdf>, 2016-07-28.

⑤ “Future of Nuclear Energy: Japan,” April 5, 2016, <http://forumonenergy.com/2016/04/05/future-of-nuclear-energy-japan-2/>, 2016-07-28.

⑥ Haruko Satoh, “Fukushima and the Future of Nuclear Energy in Japan: The Need for a Robust Social Contract (ARI),” <http://biblioteca.ribei.org/2173/1/ARI-113-2011-I.pdf>, 2011, p. 2, 2017-03-17.

⑦ IEEJ, “Japan Energy Brief,” p. 5.

⑧ K. V. Kesavan, “Japan’s Nuclear Energy Policy and Its Uncertain Future,” September 6, 2015, <http://www.eurasiareview.com/06092015-japans-nuclear-energy-policy-and-its-uncertain-future-analysis/>, 2016-07-28.

(三) 政治视角:重启核能承载一定的外交战略使命

拥核派认为,核工业在提升日本国际地位和国家安全方面扮演着关键角色,重启核能在一定程度上承载着独特的外交战略使命。

首先,核能合作是密切美印日三边战略合作的主要抓手之一。美国不但希望日本能迅速接受美印核协议,而且也乐见日本与印度签署核合作协议,从而以核合作为抓手,进一步夯实三边战略合作的基础。在2012年共同举行的第九次美日印学术界战略对话中,与会代表认为,如果日本弃核,这会在一定程度上动摇人们对美印核能合作的信赖。^①美国前国务卿康多莉扎·赖斯就曾指出“核协议对塑造世界上两大主体(印度和日本)之间全天候伙伴关系至关重要”。^②美国不乐见日本采取“零核能”政策,还在于核能合作是美日共同反对国际核扩散的重要组成部分,为美日安全联盟提供实质内容,促使日本在美国的国际安全领域扮演一种支撑角色。

其次,日本如果放弃核能,会严重影响美印、法印核合作协议的履行,不但损害西方盟友的利益,而且也会让日本失去分享核利益蛋糕的机会。活跃于国际核电市场的美国通用电气公司(General Electrics)、美国西屋电气公司(Westinghouse)和法国阿海珐(Areva SA)等,都是日本部分或全资控股的公司,这些核反应堆供应商与主导关键部件供给的日本核能工程公司存在复杂关联。如果日本放弃核能,在与相关国家没有签署核合作协议的情况下,日本公司不能将相关技术和部件出售给这些国家,从而给在这些国家拿到核能合同的通用、阿海珐等公司的履约带来巨大障碍,这将直接损害美、法企业的经济利益。

日本是世界第三大核能大国,日本政府一直将核电出口作为助推经济增长的战略之一。安倍政府提出的增长战略就要求面向出口的基础设施要增长三倍,在2020年达到3000亿美元,而核技术的出口则是实现这一目标的关键。^③根据日本能源经济研究所估计,印度、东盟各成员国、中东国家、土耳其和其他有日本公司参与核电项目的国家,核能市场的规模大约有34万亿日元

① CSIS, “U. S.-Japan-India Track Two Strategic Dialogue,” March 1, 2012, <https://www.csis.org/analysis/us-japan-india-track-two-strategic-dialogue-march-2012>, 2016-07-28.

② Secretary Condoleezza Rice, “U. S-India Civilian Nuclear Cooperation Agreement,” April 5, 2006, <http://2001-2009.state.gov/secretary/rm/2006/64146.htm>, 2016-07-28.

③ Jeff Kingston, “Abe’s Nuclear Energy Policy and Japan’s Future,” *The Asia-Pacific Journal*, Vol.11, Issue. 34, No.1, Aug. 2013, p. 2.

—72 万亿日元(3275 亿—6936 亿美元)。^① 印度作为新兴核能大国,未来十年间的核电市场规模高达 1500 亿美元,^②世界上拥有先进技术国家都想从印度市场分一杯羹。在对印度核电市场的争夺中,日本已意识到是一个“迟到者”。^③ 如果放弃核能,日本就无法与印度展开核能合作,等于在开拓印度核电市场的角逐中自断手臂。此外,日本的核能技术出口,在国际上面临来自俄罗斯与中国的直接竞争。俄罗斯已向匈牙利,土耳其和委内瑞拉转让核能技术。虽然继续担忧伊朗的核意图,但 2014 年 11 月俄罗斯仍宣布在伊朗将建设 8 座新的核反应堆。中国在继续推进与巴基斯坦核能技术合作的情况下,同阿根廷签署向其提供新核反应堆的协议,并积极参与英国欣克利角核电站项目,^④并先后获得欧盟和英国政府的批准,这标志中国核能技术正式进入英国市场。

第三,坚持核能发展,是确保日本国家安全的重要一环。将核工业作为其潜在核武能力的技术基础,这是日本拥核派及日本右翼势力的一个带有根本战略性的考虑。因为只有坚持其核能技术开发能力,才能确保拥有核武制造的潜力,才能实现核武与核能相得益彰的发展目标。正如日本国际政治学者、社会运动家武藤一羊(MUTO Ichiyo)所指出的,日本核能机制是国家安全机制的有机组成部分,日本先进的核工业基础是日本国家安全的核心,充当“核武潜力保管人”的角色。^⑤

作为第二次世界大战中遭受原子弹轰炸的直接受害国,战后的日本坚持和平发展道路,奉行不开发核武的国家战略。1967 年,日本首相佐藤荣作在对国会的答辩中提出“无核三原则”,^⑥四年后,国会通过决议将其确定为基本国策。然而,不坚持核武开发,并不意味着日本会主动放弃对核武技术的掌握和引进。正如日本外务省在 1969 年制定的《我国外交政策大纲》中所声称的:

① Kazuko Goto, “Japan’s Role as Leader for Nuclear Nonproliferation,” December 2012, http://fas.org/_docs/2012IssueBrief_Japan.pdf, 2016-07-28.

② Dafna Linzer, “Bush Officials Defend India Nuclear Deal,” *The Washington Post*, July 20, 2005.

③ Takenori Horimoto, “The Japan-India Nuclear Agreement: Enhancing Bilateral Relations?” *Asia Pacific Bulletin*, No.107, April 15, 2011.

④ “Frenzy to Export Nuclear Technology-Russia and China Winning?” Feb. 21, 2015, <https://nuclear-news.net/2015/02/21/frenzy-to-export-nuclear-technology-russia-and-china-winning/>, 2016-10-24.

⑤ Muto Ichiyo, “Buildup of Nuclear Armament Capability and the Post-War Statehood of Japan-Fukushima and the Genealogy of Nuclear Bombs and Power Plants,” October 17, 2012, <http://www.europe-solidaire.org/spip.php?article26652>, 2016-07-28.

⑥ 即“不拥有、不制造、不运进核武器”。

“目前虽坚持不拥有核武器的政策,但无论是否加入《不扩散核武器条约》,均应注意常态保持制造核武器的经济与技术潜力,并避免外来制约。”^①为此,日本将民用核能技术的开发作为掌握核武技术的突破口,既可不违逆国家和平发展战略,又可隐秘地掌握核武开发技术。因为军用与民用之间存在天然的技术联系,明细两者界限的难度大。正如印度总理尼赫鲁所指出的那样:“我不知道该如何在核能用于和平与国防目的之间做出区分。”^②

为提升自身的核能技术,日本特别注意引进国外先进的核能技术。日本首座核电站东海1号(Tokai 1)就是由英国帮助设计的,后来,日本的能源需求远超英国设计核电站的承受能力,继而转向美国寻求更先进的核反应堆。20世纪70年代,日本已具有在没有其他国家帮助之下开发大部分核能的能力。20世纪80年代中期,日本进一步提高核能技术,本国的核电站建设已达世界标准。作为核能研究中最具技术难度和巨量投资的增殖反应堆研究来说,就连实力雄厚的美国都望而却步,但日本却不惜耗时10年和投61亿美元巨资进行技术攻克,最终建成“文殊”中子增殖反应堆。比核裂变效率更高的受控核裂变技术研究方面,日本同样取得重要进展,日本现拥有世界上唯一的大型螺旋形受控核聚变实验装置,在受控核聚变研究上达到了一流水平。^③2016年6月20日,美国副总统拜登在接受美国公共广播协会(PBS)主持人采访时就坦承,“日本实际上具备一夜之间拥有核武器的能力”。^④

三、日本后福岛时期核能政策展望

日本核能政策的前景,将取决于日本在核能地位认知、提升核能安全、更新核安全文化和增强民众接受度等关键议题方面所取得的进展程度。

① 刘华:《日本承认曾与西德讨论日本拥有核武器的可能性》,2010-11-30, http://military.china.com/zh_cn/news2/02/11078239/20101130/16269903.html, 2016-10-24。

② M. V. Ramana, “Chapter 3: Nuclear Power in India: Failed Past, Dubious Future,” *Program on Science and Global Security*, Princeton University, p. 72.

③ 张治宇、夏前勇:《日本离“核门槛”有多远》, <http://gb.cri.cn/2201/2004/04/26/144@140767.htm>, 2016-10-24。

④ 中国青年网:《美国副总统首次表态:日本可一夜之间拥有核武》,2016-06-27, http://news.youth.cn/gj/201606/t20160627_8193715.htm, 2016-10-11。

(一) 对核能地位的认知

福岛核事故后,日本能源政策调整的呼声高涨,核能发展面临的制约因素显著增加,核能发展的不确定性增强。

福岛核事故之前,基于能源安全和国际义务的双重考量,日本的能源战略有意提升核能在能源结构中的地位,让核能在低碳能源供给结构中扮演关键角色。2007年,由10个电力公司负责运营的55座轻水反应堆,提供了日本30%的电力,日本能源的自给率从4%提升到16%。^①2010年6月,日本制定的基本能源计划确定在2030年日本电力的一半将依赖核能。届时,将至少削减30%的温室气体排放,从而为2050年实现削减80%温室气体排放的长期目标铺平道路。^②

福岛核事故后,伴随民众的反核情绪与充斥全社会的“核敏感”(nuclear allergy),日本政府被迫表态调整能源政策。在2011年10月发表的能源白皮书中,日本政府宣布“推倒重来”,^③将采取措施降低国家对核能依赖,重修基本能源计划。正如同年12月,日本基本能源计划评估委员会提交的报告所指出的:“在最近的灾难与核事故发生后,这种能源结构(核能占30%)一定要进行根本性修改。”^④时任首相菅直人同年也宣布要“分阶段降低国家对核能的依赖,从而实现一种未来没有核能也能运转的社会。”^⑤

根据国际原子能机构提供的数据,2015年,日本在建核电站2座,运营核电站43座,长期关闭核电站1座,永久关闭核电站16座,核能发电量4346.49 GW·h,全国总发电量829020.00 GW·h,核能发电量占总发电量的比重仅为0.52%。^⑥由此观之,似乎核能在日本能源结构中的地位已微不足道

① Shunsuke Kondo, “Japanese Nuclear Energy Policy in 2007,” paper presented at US-Japan Workshop on Nuclear Energy, No.8 and 9, 2007, p. 1, http://www.aec.go.jp/jicst/NC/about/kettei/kouen_071108.pdf, 2016-07-29.

② Zarrar Niazi, “Role of Nuclear Energy in Japan Post-Fukushima: Alternatives and Their Impact on Japan’s GHG Emission Targets,” 2013, p. 1, <http://uu.diva-portal.org/smash/get/diva2:638155/FULLTEXT01.pdf>, 2016-07-28.

③ METI, “Annual Energy Report FY2010,” June, 2010, http://www.meti.go.jp/english/report/downloadfiles/2010_outline.pdf, 2016-10-24.

④ METI, “Major Discussion Points toward the Establishment of a New Basic Energy Plan for Japan,” Advisory Committee on Energy and Natural Resources, December 20, 2011, p. 3, http://www.enecho.meti.go.jp/info/committee/kihonmondai/ikenbosyu/ronten_eng.pdf, 2016-10-24.

⑤ “Kan Wants to Phase out N-power,” *The Yomiuri Shimbun*, July 14, 2011.

⑥ IAEA, “Japan: Electricity Production Share in 2015,” <https://www.iaea.org/PRIS/CountryStatistics/CountryDetails.aspx?current=JP>, 2016-10-23.

道,但事实并非如此。核能在日本能源结构中比重的陡降,是由多重变量因素叠加造成的,并非日本能源结构的常态。

首先,严苛的核安全标准直接延缓停运核电站的重启。福岛核事故后,核能安全在日本受到严重质疑,为将类似核事故再次爆发的风险最小化,日本整合成立新的原子能规制委员会,将公众安全 and 安全文化置于最优先考虑之列,通过严格和可靠的核活动规制去保护公众和环境安全。^① 所有暂停核电站的重新启动,都要经过近乎苛刻的安全压力测试,从而在相当程度上拖慢了核能的重新启动。核电运营商和政府官员指责原子能规制委员会代理委员长岛崎邦彦(Kunihiko Shimazaki)直至任期届满,都拖延为核反应堆的重启开绿灯。^② 这恰好反映原子能规制委员会在核能安全问题上严肃、严苛和谨慎的态度。

其次,日本牺牲国际减排承诺带来的能源结构变化。福岛核事故后,化石燃料进口大增,二氧化碳排放量从2010年的1.12亿吨飙升到2012年的4.86亿吨。2013年,日本能源消费的88%依赖化石燃料,甚至比20世纪70年代石油危机时期80%的比重还高。^③ 在2013年联合国华沙气候变化前夕,日本环境部宣布日本将改变其二氧化碳减排目标,到2020年将二氧化碳排放量在2005年基础上减少3.8%,这相当于在1990年基础上增加3.1%,一个重要原因就是依赖老的化石燃料发电厂。^④

这种大规模使用化石燃料的状态如果继续,不但会对日本的贸易赤字和碳排放产生重要影响,让日本的国际减排承诺大打折扣,而且会直接影响日本在国际反对全球变暖努力中的国际声誉和领导地位。为此,日本政府强调仍要继续发展核电。2014年4月11日,日本内阁批准第四版的战略能源计划,提出要提升对可再生资源的使用,削减核能在电力生产中的份额,将天然气使

① Nuclear Regulation Authority, "NRA's Core Values and Principles," January 9, 2013, http://www.nsr.go.jp/english/e_nra/idea.html, 2016-10-23.

② Christopher Hobson, "In the Wake of Fukushima: What Role for Nuclear Power in Japan?" July 08, 2014, <http://www.globalresearch.ca/in-the-wake-of-fukushima-what-role-for-nuclear-power-in-japan/5390371>, 2016-10-24.

③ The Japan Times Online, "Energy Report Calls for Reliance on Nuclear Power," June 17, 2014, <http://www.japantimes.co.jp/news/2014/06/17/national/energy-report-calls-for-reliance-on-nuclear-power/#.WAg6lvmeP8Y>, 2016-10-24.

④ World Nuclear Association, "Nuclear Power in Japan," August 2016, <http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-g-n/japan-nuclear-power.aspx>, 2016-10-24.

用作为中期的过渡燃料,并提高对未来潜在能源形式(甲烷水合物)的关注。^①但与此同时,日本政府仍承诺确保自己的核燃料循环政策,并通过与美国和法国的合作,推进快中子反应堆的研究和开发。日本承诺将重建日本核工业与国内外民众之间的信任。在国内,通过加强同地方政府的沟通,努力解决核安全关注,通过制定强有力的应急计划等方式,提升日本民众对核能的参与热情。在国际上,通过支持新兴核能市场的人力资源和制度发展等方式,重建对其核工业的信心。^②

2015年,日本经济贸易产业省负责国际核能合作的官员中原弘道(Hiromichi Nakahara)阐述了日本最新的能源政策,特别是核能政策。重申仍将核能的需求作为一个“基本负荷”(base load)和“准民用燃料”(quasi-domestic fuel)来源,特别当要实现排放目标时更要如此。中原弘道还从核能启动的进程到市场改革和乏燃料改革,对日本核能的未来进行全面评估。^③2015年7月,日本经济贸易产业省重申核能在未来的发电中占22%。^④2016年2月,英国石油公司能源展望报告指出,日本的核反应堆预计会在未来五年重启,在2020年将会达到2010年60%的水平。^⑤

(二) 更新和创新核安全文化

“核安全文化”是个人、组织和机构作为一种支持和提升核安全方式时所表现的各种特征、态度和行为的总和。^⑥核能安全是核安全文化关注的重点,核安全文化对改善核能安全起到良好的推动作用。强调核安全文化既是一种态度问题,也是一种体制问题,还是一种在处置核事故中所表现出的正确理解

① “Strategic Energy Plan,” April, 2014, http://www.enecho.meti.go.jp/en/category/others/basic_plan/pdf/4th_strategic_energy_plan.pdf, 2016-10-24.

② Forum on Energy, “An Analysis of Japan’s 4th Strategic Energy Plan,” June 10, 2014, <http://forumonenergy.com/2014/06/10/an-analysis-of-japans-4th-strategic-energy-plan/>, 2016-10-24.

③ “Japan’s Current Nuclear Energy Policy,” October 16, 2015, <http://forumonenergy.com/2015/10/16/japans-current-nuclear-energy-policy-2/>, 2016-10-24.

④ “Future of Nuclear Energy: Japan,” April 5, 2016.

⑤ World Nuclear Association, “Nuclear Power in Japan,” August 2016.

⑥ IAEA, “Nuclear Security Culture: Implementing Guide,” *IAEA Nuclear Security Series*, No.7, 2016, p. 3.

力和执行力问题。不合时宜的核安全文化是导致核事故频发的重要诱因之一。^①对倡导日本继续发展核能的拥核者来说,强有力的核安全文化不但能有效削减严重核事故的发生,而且有助于恢复民众对核能的信心。日本作为世界核能开发强国,核安全文化仍然存在许多“不合时宜”的地方。

日本在保护核电站安全方面依赖“传统科学戒律”,^②核安全理念保守陈旧,核安全规章制度缺乏及时更新和创新,核规章制度的执行缺乏“牙齿”功能。这种近乎盲从的依赖限制了日本核电在安全技术和数据方面的探索和更新,日本的若干核安全规章制度没有及时更新自20世纪70年代以来因技术进步所取得的安全数据。1966年首座商业核电站运营直至1992年,日本一直没有引入“严重事故”^③管理措施。作为日本监管核安全的政府机构,原子力安全保安院(NISA)颁布的一些安全规章制度缺乏强制性和约束性,基本属于自愿执行的指南,这等于将核安全风险评估和应急反应这样重要的任务交到核电运营者的手里。作为福岛核电站的直接经营者,东京电力公司宣称核电站是绝对安全的,甚至没有给当地居民提供一个紧急疏散的计划。国际原子能机构总干事天野之弥在总结福岛核事故的报告中指出:“任何国家都没有理由对核安全产生自满。促成福岛第一核电站事故的一些因素不是日本所独有的。不断的质疑和从经验中学习的开放态度是安全文化的关键之所在,对从事核电的每个人而言都至关重要。必须始终将安全放在首位。”^④

日本的核安全管理中还存在核危机预警意识不强、核应急能力不足的问题。日本专家对因海啸和地震引致核事故的可能性早有警告,但并没有引起政府相关部门的重视。1997年,地震专家石桥克彦(Katsuhiko Ishibashi)在《科学》发文指出:“对核电站来说,与常规的核事故不同,由地震引起的核灾难特别危险,因为它同时会造成多重故障。”^⑤20世纪80年代以来,原子力安全保

① 美国核管理委员会(NRC)在对日本东海村核临界事故的评估报告中,指出核事故的一般根源包括:“(1) 监管不足;(2) 缺乏适宜的核安全文化;(3) 员工缺乏培训和资质。”参见 Nuclear Regulatory Commission, “NRC Review of the Tokai-Mura Criticality Accident,” April 2000, p. 1, <http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/commission/secys/2000/secy2000-0085/attachment1.pdf>, 2016-07-29。

② Norimitsu Onishi and James Glanz, “Japanese Rules for Nuclear Plants Relied on Old Science,” *The New York Times*, March 26, 2011.

③ “严重事故”是一种超越设计基础和对控制反应堆带来极端挑战的事故,可能会导致堆芯损坏或堆芯熔化。

④ 国际原子能机构:《福岛第一核电站事故总干事报告》(中文版)。“前言”,<http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/SupplementaryMaterials/P1710/Languages/Chinese.pdf>。

⑤ Tatsujiro Suzuki, “Deconstructing the Zero-risk Mindset: The Lessons and Future Responsibilities for a Post-Fukushima Nuclear Japan,” *Bulletin of the Atomic Scientists*, Vol.67, No.5, 2011, p. 10.

安院忽视关于反应堆安全壳是否能“经受地震和海啸”能力的警告,错失纠错机会,最终酿成大祸。政府尽管颁布了诸如《核灾难应急预案特别法》和《应急预案基本法》等法规,但反核人士认为,政府的核应急体系仍然是不充分的。正如绿色行动执行董事艾琳·美绪子·史密斯(Aileen Mioko Smith)所批评的那样,“在这个地震活跃的国家,政府拒绝制定基于地震而考虑核事故的应急计划。当发生地震与核事故时,缺乏保护民众的应急计划”。^①当危机发生时,政府也不愿发布准确的信息。例如,美国政府早在3月16日就提出开辟“50英里(大约80公里)疏散区”的建议,但日本政府在25日却仅开辟30公里疏散区,并通知公众:预计大风会将福岛西北部的放射性物质吹走,结果导致福岛西北部和30公里以外的居民没有疏散,从而遭受严重的核辐射。^②

福岛核事故后,日本已充分认识到核电站提升抵御自然灾害能力的必要性和紧迫性,宣布对全境的所有核电站立即启动安全升级,^③政府引入一种严格的“压力测试”,对暂停核反应堆进行全面的安全评估。^④与其他核开发国家所进行的安全升级不同,原子力安全保安院应充分吸取福岛核事故教训,对现有的安全评估体系进行彻底的改革和升级,这是事关后福岛时期日本重启核电和确保核电可持续性发展的重要步骤。对后福岛时期的日本来说,通过对核电安全透明和可靠的升级,重新恢复民众对核电的信心,比对核电设施进行单纯的物理更新更为重要。美国前核管理委员会主席理查德·梅瑟(Richard Meserve)发现,所有关于福岛核事故的不同调查都认为,安全文化的失败是一个“核心因素”。将钱投入技术解决路径要比进行人力资源系统的根本性变革更为简单易行,但为确保日本核能安全计,人力资源系统根本性变革的任务最终仍需启动实施。事实上,还存在一种风险,即过度依赖技术修复可能会产生一种新的“核安全神话”。^⑤

① E. Johnston, “Basic Nuclear Policy Questioned,” *The Japan Times*, March 13, 2011.

② Yuki Shimada, “Truth and Truth-telling in Dietrich Bonhoeffer: Reconsidered after 3. 11 and ‘Fukushima’,” *Theology Today*, Vol.71, No.1, 2014, pp.122-123.

③ CNN, “Safety Upgrades Ordered at Japan Nuclear Plants,” March 30, 2011, <http://edition.cnn.com/2011/WORLD/asiapcf/03/30/japan.nuclear.safety/>, 2016-07-29.

④ “Town Agrees to Restart of Genkai Nuclear Reactors Due to Dependence on Subsidies,” *Mainichi Shimbun*, July 5, 2011.

⑤ Christopher Hobson, “In the Wake of Fukushima: What Role for Nuclear Power in Japan?” July 08, 2014.

(三) 提升民众接受度

强化核安全努力,恢复民众信心,提升民众接受度。如果日本的能源选择是要依靠核能发电,就需要解决民众接受度的问题,以便日本民众能进行实际的和建设性的参与。^①重大核事故具有影响民众价值观和环保理念的潜力。核能与其他替代能源的最大差别在于民众接受度,直接决定着核能的生死存亡。福岛核事故对核电领域的民众接受度产生了深刻影响,触发民众的反核情绪,日本社会一时弥漫着“谈核色变”的“核厌恶”情绪。参与发动反核运动的诺贝尔文学奖获得者大江健三郎(Kenzaburo Oe)就公然批评说,“核能通常伴随的是毁灭和牺牲”,如果继续使用核能会给国家带来危机,“所以一定要有反对核能的意志”。^②尽管如此,日本社会仍有众多力量坚定支持核能发展。但“核能是一门生意,不是一门宗教”。^③激烈的批评和狂热的支持都未必理性,应该对核能形成一种冷静、客观和科学的态度。因此,日本政府需要从“政治上保持民粹主义情绪与可靠及可负担电力供给之间的平衡”。^④

民众核能接受度的根本基础在于对核能安全信任。20世纪80年代末,多数民众认为核电是“安全”或“比较安全”的,^⑤对核能安全持谨慎乐观态度。但90年代早期民众对核能态度中“矛盾性”和“不确定性”的特征日益突出。对核能持“谨慎态度”的民众比率一直在50—60%之间徘徊。^⑥重大核事故的发生,成为加速摧毁民众对政府和核电安全监管信任的催化剂。如在日本东海村核事故发生前后,民众对核能“非常不安”感受的比率从21%急剧上升到52%。^⑦由此可见,重启核能的关键是重新恢复民众对核能的信任和信心。

① Phil Richardson, et al., “Public Involvement as a Tool to Enhance Nuclear Safety,” *Energy Strategy Reviews*, Vol.1, No.4, 2013, p. 267.

② Akira Tashiro, “Japan: Finally, No to Nuclear Power,” March 8, 2012, http://www.progressive.org/japan_nuclear_industry.html, 2016-07-29.

③ Sharon Squassoni, “Nuclear Power: Between Faith and Fear,” 25 August 2011, <http://thebulletin.org/nuclear-energy-different-other-energy-sources/nuclear-power-between-faith-and-fear>, 2016-07-29.

④ World Nuclear Association, “Nuclear Power in Japan,” August 2016.

⑤ Mindy L. Kotler and Ian T. Hillman, “Japanese Nuclear Energy Policy And Public Opinion,” May 2000, p. 5, <http://bakerinstitute.org/media/files/Research/326aae26/japanese-nuclear-energy-policy-and-public-opinion.pdf>, 2016-07-29.

⑥ Mindy L. Kotler and Ian T. Hillman, “Japanese Nuclear Energy Policy And Public Opinion,” p. 21.

⑦ Ibid., p. 24.

首先,日本政府通过向国际原子能机构提交专门报告的形式,对福岛核事故的经验教训进行全面总结和反思。2011年6月,日本政府向国际原子能机构提交《东京电力公司福岛核电站事故报告》。^① 日本政府从严重核事故的预防、严重核事故的应对之策、核应急的响应、加强安全基础建设和全面灌输安全文化五个方面对福岛核事故进行了初步总结和反思。报告提出要强化抵御地震和海啸、防止氢气爆炸、确保反应堆、安全壳和乏燃料池的可靠冷却功能、重大自然灾害和核应急叠加情势响应方面的安全措施。同年9月,日本政府向国际原子能机构提交《东京电力公司福岛核电站事故补充报告》。^② 报告的主要内容为:核事故处置方面的最新进展;对厂区外遭受核伤害民众的响应;努力解决6月报告提出的28条“经验教训”;核事故场地复原的中长期计划;审议提高安全标准的进展;对福岛核电厂进一步的安全评估等。报告承认实现核事故的恢复需耗费较长时间,但通过动员来自世界各地的智慧和努力,日本有信心成功解决本次核事故。

其次,为强化核能安全监管的权威性和有效性,整合成立对核能实施统一安全监管的原子能规制委员会,统一掌管开发和执行安全措施的事宜,以确保基于国际标准的核能利用安全。委员会的主席和委员基于专业知识,从中立和公平的立场独立履行权力,将有助于保护民众的生命、健康和财产,保护环境和国家安全。^③ 日本吸取福岛核事故处置过程中首相官邸介入现场引发的混乱,赋予委员会在处置紧急事故方面拥有较大权限。

原子能规制委员会行动迅速,已为国家核反应堆编纂一系列全新的安全标准和响应指南,内容涵盖核能设计基础、严重事故处置举措、抵御地震和海啸等方面,总共有《核电站新安全标准草案》《新监管要求大纲(设计基础)》《轻水反应堆新监管要求大纲(严重事故措施)》《商业核反应堆实施新管制要求》《轻水反应堆新监管要求大纲(地震和海啸)》等。^④ 新安全标准汲取福岛核事

① Nuclear Emergency Response Headquarters Government of Japan, “Report of the Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety,” June 2011, <https://www.iaea.org/sites/default/files/japan-report.pdf>, 2016-10-13.

② Nuclear Emergency Response Headquarters Government of Japan, “Additional Report of the Japanese Government to the IAEA: The Accident at TEPCO’s Fukushima Nuclear Power Stations,” Sep. 2011, http://www.meti.go.jp/english/earthquake/nuclear/iaea/iaea_110911.html, 2016-10-13.

③ “Act for Establishment of the Nuclear Regulation Authority,” June 27, 2012, <http://www.nsr.go.jp/data/000067231.pdf>, 2016-10-24.

④ NRA, “Regulatory Requirements,” <http://www.nsr.go.jp/english/regulatory/index.html>, 2016-10-20.

故教训,对核电企业的责任作明晰界定,要求核电站为反应堆的降压排气设备增加放射性物质过滤功能,以防止事故造成放射性物质扩散;具备抗震措施,设置应对恐怖活动和自然灾害的“紧急应急对策处”;核电反应堆要建设在没有断裂层的地基上,要为整座核电站设定预防海啸基准,设置符合最高抗震基准的防洪堤,要针对活火山、龙卷风等采取相应措施。为在短期内获得部分核能的重启,执行难以置信的安全保障措施去阻止核事故的再次发生,这是日本政府取得的值得赞赏的成就。^①

在国际层面上,福岛核事故后,国际原子能机构承诺要在恢复民众对核电的信心中扮演一个核心角色。^② 国际原子能机构在福岛核事故的应急和处置方面进行了一系列响应活动:^③总干事访问日本;召开机构理事会会议;原子能机构“事件和应急中心”(IEC)进入全面响应模式;成立“福岛核事故协调组”(FACT);启动原子能机构实验室(塞伯斯道夫实验室和国际海洋放射性实验室)监测活动;对核事故的跨部门协调响应;原子能机构对日本的技术援助(国际原子能机构监控工作组,国际原子能机构与联合国粮农组织视频安全评估联合工作组,向日本派遣国际调查专家);国际原子能机构成员国简报;国际原子能机构部长级核安全会议等。国际原子能机构的初衷就是要求福岛事故的处置要确保透明,建立信赖,恢复民众对核能安全的信心。

在核能安全努力的基础上,日本民众对核能的态度正在发生微妙的变化。日本瑞穗综合研究所在2015年2月做的一份调查中,设问“假如成本相同或低于现有用电,是否愿意使用核能发电”时,有67%的受访者回答说愿意,仅有32%的回答反对。这与2012年众多媒体调研民众反对核能的坚决态度形成了鲜明对比。^④ 日本政府也已开始了核能的重启活动。2015年9月10日,仙台1号通过最终的原子能规制委员会的审查,重启商业运营。高滨4(Takahama 4)在同年2月有一个短暂重启。2016年3月23日,监管机构审查通过,日本四国电力公司(Shikoku Electric Power Co)宣布将于同年7月重启伊方核电

① Forum on Energy, “Fukushima 5th Anniversary: Remembering the Past and Looking to the Future,” March 9, 2016, <http://forumonenergy.com/2016/03/09/fukushima-5th-anniversary-remembering-the-past-and-looking-to-the-future/>, 2016-10-24.

② “UN Pledges to Restore Faith in Nuclear Power After Fukushima,” September 13, 2011, <http://www.scoop.co.nz/stories/WO1109/S00264/un-pledges-to-restore-faith-in-nuclear-power-after-fukushima.htm>, 2016-07-29.

③ IAEA, “IAEA Activities in Response to the Fukushima Accident,” June 3, 2011, https://www.iaea.org/sites/default/files/govinf2011-8_0.pdf, 2016-10-16.

④ World Nuclear Association, “Nuclear Power in Japan,” August 2016.

站3号(Ikata 3)压水堆的商业运营。^① 2016年7月,日本能源经济研究所估计在2017年3月底有7座核电站能实现重启,到2018年3月将会有12座实现重启。^② 2015年8月,世界核协会秘书长赖辛(Agnetta Rising)在回应日本仙台1号核电站重启时指出:“这是日本坚定走恢复其商业平衡,重获能源独立以及削减碳排放之路的关键一步,日本民众需要看到在承诺保护民众健康和环境的情况下,核电站得到有效和可靠的运营。日本核工业是全球核工业的一个重要组成部分,全球核工业一致欢迎第一座日本核电站的重启。”^③

结 论

集中在政府、核电企业、学术界和民众之间的这场核能辩论,核心议题是日本后福岛时期的能源结构调整及其核能政策前景。核能辩论与其说是“反核派”和“拥核派”的观点交锋和利益对峙,还不如说是日本全民在为核能前途寻找最大“公约数”和政策共识。日本能源结构的调整,要综合考虑经济形势、资源贫乏、国际减排承诺、福岛灾难经历等因素。解决日本的能源困境没有一劳永逸的方法,能源结构的调整也绝非一朝一夕之事。世界上不存在无风险的能源,核能辩论不但要评估核能利用的利弊得失,而且也要评估其他能源选择的优劣得失。

毫无疑问,日本未来的能源结构充满变数,利益较量和政策博弈加剧,政府决策的平衡难度增加,但能源政策在短期内实现激进变革是不现实的。完全放弃核能缺乏现实基础,大张旗鼓发展核能又面临现实的反核压力,短期内依赖可再生资源又指望不上。日本的现实选择就是采取权宜之计,以短期内牺牲国际减排承诺和承受巨大财政压力为代价,通过大规模进口和使用化石燃料解决因核能停摆造成的电力短缺困境。日本未来的能源战略选择是要长期依赖清洁能源,核能仍是清洁能源结构中的不二选择。日本政府通过限制事故风险的综合方法,不断累积和恢复民众对核能的信心,从而使核能在日本走上一条安全和稳健的发展之路。

① “Future of Nuclear Energy: Japan,” April 5, 2016.

② World Nuclear Association, “Nuclear Power in Japan,” August 2016.

③ World Nuclear Association, “Japan on the Road to Recovery as Nuclear Power Reactor Restarts,” August 11, 2015, <http://www.pennenergy.com/articles/pennenergy/2015/08/japan-nuclear-power-reactor-restart-finally-puts-the-country-on-the-road-to-recovery.html>, 2016-07-29.