

美国商业核电站监管的进化与发展 ——基于美国核能监管委员会的发展史

禹 庚

(新疆维吾尔自治区科学技术厅, 乌鲁木齐 830011)

摘 要:通过分析研究美国从原子能委员会到核能监管委员会的演化进程,并运用实证分析手段解析引发核电监管机构进化的事件及背后的推动因素、监管机构的独立性和权力制衡的制度设计,使我们了解到:美国核能监管委员会是美国特定的政治、经济、文化环境下的产物,有其独特性;核能监管委员会的外部制约及内部约束机制,在保障其独立、公开、专业履行职责的同时,形成了行业安全至上的文化,建立起基于公信力的监管权威。进一步告诉我们,对核电完善的监督,尤其是消费者、公众和媒体对被监管者生产的产品和服务的监督,是防止核电监管失灵的最有效措施。

关键词: 美国; 核电站; 核能监管委员会; 原子能委员会

中图分类号: D771.234; X946 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2014.03.007

2011年3月11日,大地震和海啸引发了日本福岛核电站的核泄漏事故,事故造成巨大的生命和物质财产损失,形成环境灾害,以及民众对发展核电的质疑而引发的多国政府的政治危机。随着事故调查的深入,作为公共安全和环境守护者的核电站监管机构由后台被推到前台,成为关注的焦点。如何建立有效的监管体系提高核电的安全性和可靠性,使核能发电燃料资源丰富、单位发电成本低及温室气体排放量低的优势得以充分发挥,是世界各国发展核电所面临的重大课题。

美国是世界最大的核电国家(现役的104座核电机组生产的电力,占全世界核电总发电量的27%^[1]),也是世界上最早实行独立核安全监管的国家。研讨美国核能监管的发展历程,有利于了解核能监管的一般规律以及特殊性,为我国核电

的发展提供借鉴。

1 核能监管的起步时期

1.1 原子能委员会及其职能

人类利用核能的研究始于第二次世界大战。美国从1942年组织实施“曼哈顿计划”到1945年8月在日本投放了两颗原子弹,认识到核能的巨大潜能^①。1946年,美国通过了“原子能法案”(The Atomic Energy Act of 1946)。依据该法案,美国授权成立了原子能委员会(Atomic Energy Commission),旨在加强对核技术的控制,加速核武器的研发;授权成立了议会原子能联合委员会(The Joint Committee on Atomic Energy, JCAE, 1946—1977年),该委员会是美国国会的专门委员会^②,有权接触所有有关原子能的技术和信息,完

作者简介: 禹庚(1958—),男,国际科技合作处处长,主要研究方向为国际科技合作管理及农业经济管理。

收稿日期: 2013-12-06

① 美国著名核物理学家阿尔文·温伯格(Alvin Weinberg),1958年诺贝尔物理学奖获得者,在1945年美国参议院举行的一次特别听证会上告诫到:“原子能可以用来救治也可以用来杀戮人类,它可以使一个地区肥沃富庶也可以使其毁灭。”

② 美国议会原子能联合委员会是美国国会的专门委员会,对所有涉及民用及军用原子能的议案、决议以及其他事务具有专属管辖权。该委员会依据1946年美国原子能法案而成立,监管美国原子能委员会。由于权力巨大,常常被描述为美国历史上最强大的国会委员会,也是当代史唯一具有立法权的永久联合委员会。随着核能监管委员会的设立,原子能联合委员会的作用受到调整并于1977年解散。

全并及时获得原子能委员会的动态信息以及立法否决权。在这种制度设计框架下，原子能委员会享有充分的自由，以独立行使法律赋予的权力；议会原子能联合委员会则可以通过行使立法否决权，保证原子能委员会的行为不出格，形成权力约束。

到 1953 年，美国充分验证了核能的巨大威力（核裂变武器——原子弹，热核聚变武器——氢弹），时任美国总统艾森豪威尔急于突破，提出了“原子能为和平服务”的口号，以展示核能造福人类的另一面。1951 年，爱达荷州反应堆测试站（NRTS）的核科学家首次利用反应堆产生的大量热能进行发电试验获得成功。有了技术储备，有了核能利用广阔商业前景的前瞻认识，1954 年，美国议会通过了“原子能法案”的修订案：解除国家对核技术的垄断（此前核技术属于国家机密）；鼓励社会广泛参与出于和平目的的核能开发和利用；确立商业核能利用为国家重大发展目标。原子能委员会的主要职能因此被重新定义为三大项：继续其核武器计划，促进核能的商业利用，防止和平利用可能产生的危害。

现在，只要稍许具备监管理论或实践经验的人都不难发现当时原子能委员会职能设计的弊端：这三大职能的前两项是一类，属于促进核技术的应用，区别在，一个军口，一个民口；第三个职能与前两项即相互关联、又相互矛盾。尤其是促进发展和加强监管两项职能由同一个机构负责，难免顾此失彼，就好像加大油门爬坡的汽车，非紧急情况不会轻易踩刹车。同理，全力推进商业核能产业起步发展的原子能委员会疏于监管职责也在意料之中。

1.2 原子能委员会的发展历程及其存在的问题

1.2.1 促进核能商业利用和监管

原子能委员会在促进核能商业利用和监管方面做了大量工作。在核能的商业利用方面，原子能委员会确立了延续至今的以企业为主、政府支持的政府和工业界的合作伙伴关系，在自由企业制度的框架内，企业充分发挥了其在商业核能展示和推广利用方面的作用；在核能监管方面，原子能委员会克服了技术（因为对核反应堆科学技术研究的局限，核技术存在诸如辐射对反应堆材料性质的作用、水在反应堆中与铀和钍及其他元素的反应方式等许多未知问题）和经验不足的困难，制定了监管的指导

原则和技术标准，确立了商业核反应堆建设许可和运营许可制度。原子委员会成立了由外部专家组成的反应堆安全咨询委员会（Advisory Committee on Reactor Safeguards），其成员是核反应堆各个领域的权威，非全职，其职责是就反应堆技术标准进行独立审查。

原子能委员会急于推进商业核电站的发展，同时支持多种反应堆的设计方案。这样一来，原子能委员会对反应堆设计、建设申请的审核只能建立在个案基础上，增大了审核的技术难度。更何况当时，不论是核电企业的技术人员、还是原子能委员会内部及外部专家，所掌握的核电站技术和经验都很有限，所以，核电站的安全问题就变成了一个理性判断而不是基于实证的量化分析。原子能委员会对看得见摸得着的一个个核电建设项目进展的关注，远远超过了看似虚无缥缈但理应优先解决的安全问题。

1956 年，美国动力反应堆开发公司（Power Reactor Development Company, PRDC）向原子能委员会提交了快中子增殖堆建设申请。该堆型在当时属技术超前的堆型，反应堆安全咨询委员会对此设计持保留意见，在一份向原子能委员会提交的内部报告中指出：就目前提供的材料，没有足够的信息可以保证 PRDC 的反应堆一旦投入运营而不危害公共安全。然而，原子能委员会执意批准该申请，为此，直接无视并刻意向议会原子能联合委员会隐瞒了反应堆安全咨询委员会的审查意见。事情很快被揭露，原子能委员会因为在促进商业核电发展方面的激进以及对核安全监管方面的不尽职，而饱受诟病。

1.2.2 推动商业核电站的发展

原子能委员会强力推动商业核电的发展，很快取得了令人鼓舞的成果。1957 年 12 月，美国第一个商业核电站——宾夕法尼亚州的 Shippingport 核电站投入运营。随着政府鼓励民间资本投入核能发电的产业政策和监管体系逐步到位并日渐完善，美国商业核电站进入大规模建设发展阶段。1962 年，在一份提交给美国总统肯尼迪的报告中称，6 座核电机组投入运营，2 座在建，并预计到 2000 年核电在全国发电能力的比例将达到 50%。

也就在这时，公众的环保意识被煤电厂滚滚浓

烟熏醒。迫于公众环保压力，电力公司纷纷斥巨资控制污染。没有滚滚黑烟的核电站逐渐被公众和电力公司所接受，而成为宠儿。

美国核电设备制造巨头为了抢占市场，开创了核电站建设的“交钥匙工程时代”，极大地促进了核电发展。核电设备制造商们，1965年，售出4台核电机组，占当年新购置发电能力的17%；1966年，售出20台核电机组，占当年新购置发电能力的36%；1967年，售出31台机组，占当年新购置发电能力的49%。核电的快速增长形成了美国核电发展史上的第一个高峰，史称 The Great Bandwagon Market。

1965—1970年的5年间，随着核电产业的发展，原子能委员会的雇员总数随之增加了50%，受理的申请量增长更是高达600%。

1.2.3 受到核反应堆安全设计的冲击

原子能委员会陶醉于核电产业蓬勃发展的成果，忽视了其双重职能设置的硬伤，虽然也采取了一些行之有效的监管措施，但总体于事无补，核电数量的激增放大了监管不力的短板，形成了一波强似一波的冲击，侵蚀了其赖以生存的公信基础。

原子能委员会受到的第一波冲击涉及核反应堆的安全设计问题。1966年，由橡树岭国家实验室反应堆安全专家 William K Ergen 负责的特别小组研究反应堆堆芯熔化的问题时发现，在事故工况造成冷却剂大量减少时，如果堆芯事故冷却系统（ECCS）失效，极有可能造成安全壳损坏。因此，安全壳无法起到阻止放射物质逃逸的最后屏障的作用。而此前，原子能委员会把安全壳视为防止放射性物质泄漏的最后一道屏障，即使出现最坏情况，也可以锁闭放射性物质。也就是说，原本认为是最可以信赖的安全屏障，竟然可能只是摆设。

早在20世纪60年代初，原子能委员会就着手在爱达荷反应堆试验站建造试验反应堆，开展事故工况冷却剂减少的情况下反应堆状态试验研究。但由于研究经费投入不足，试验报告直到1971年

才出来，结果令人大惊：冷却剂减少、堆芯过热会产生大量的蒸汽，导致反应堆内压力增高，从而阻止堆芯事故冷却系统冷却剂按预期进入堆芯。

原子能委员会试图在影响最小的情况下尽快解决堆芯事故冷却系统问题，针对其发现的问题来制定堆芯事故冷却系统的临时验收标准。忧思科学家联盟^①对核电站的安全性深表忧虑，对临时标准等提出尖锐批评，引起了社会广泛的关注。事态的发展迫使原子能委员会召开听证会。听证会总计135天，时间跨度一年半，记录长达2.2万页。听证会结束后，原子能委员会根据听证意见，对临时标准进行重要修改。这个时期，关于堆芯事故冷却系统的争论经常出现在媒体的头版头条，使原子能委员会成为批评的对象，其内部专家对临时标准的分歧也被公之于众。面对问题，原子能委员会不是坦率地承认堆芯事故冷却系统问题的潜在重要性，并花时间充分评估其技术的不确定性，进而制定科学的标准，而是担心事态扩大可能对核电发展造成诸如动摇公众对核电站反应堆安全的信心、延误许可审批工作等的不良影响。最后的结果与初衷截然相反，批评者听其言观其行，更加坚信原子能委员会是宁可牺牲公共安全也要发展核电、开发快中子增殖反应堆，以实现核电发展目标。

1.2.4 因高放射性废料的处置问题而被压垮

高放射性核废料的处置问题，成为压垮原子能委员会的最后一根稻草。早在1957年，科学家们就达成共识，地下深处的盐矿是理想的处置场所。然而，原子能委员会始终也没有提出周密的政策指导和明晰的技术路线。直到1970年，迫于科学家组织、议员以及媒体的压力，原子能委员会才匆忙宣布在堪萨斯一个废弃的盐矿建设核废料永久处置场的计划。计划一出台，就受到当地地质学家的质疑，并列举地质及水文调查数据批驳，随后变成原子能委员会为一方，议会议员及堪萨斯州政府官员为另一方的激烈争辩。最后的结果是：原子能委员会不得不宣布该计划因缺乏详尽的地质及水文调查而放弃。

^① 忧思科学家联盟（Union of Concerned Scientists, UCS，网址：www.ucsusa.org），成立于1969年，是一个由科学家组成的社会团体，关注技术滥用，近年来，把关注重点转向核能的应用领域。

凡此种种，原子能委员会的公信资源消耗殆尽，公众的耐心也被碾得粉碎。在这个过程中，对核电技术和监管理论知识逐步了解的公众，批评更加切中要害，直指原子能委员会的职能设计。有批评者尖锐地指出，集发展和监管职能于一身的原子能委员会的作用无异于派一只狼去监守鸡窝。1973年前后的阿拉伯石油禁运，核电在良好监管的环境下快速有序发展的问题被提到议事日程，解决核电发展和监管的矛盾变得刻不容缓。

1974年，时任美国总统尼克松推动议会通过了“能源重组法案”（The Energy Reorganization Act of 1974），撤销原子能委员会，成立美国核能监管委员会（U.S. Nuclear Regulatory Commission, NRC），接手民用核能监管的职能；成立美国能源研究开发署（后并入能源部）接手原子能委员会的其他职能。法案还规定了核能监管委员会的组成、职能及权限等。

2 现代核能监管时期

2.1 核能监管委员会及其职能

美国NRC于1975年1月正式运作，标志着现代商业核电监管体系的建立。NRC从原子能委员会继承了两份遗产：20年积累的推进核电发展以及核电监管的经验和教训，一堆亟待解决的问题。而排在首位的是重建公信力以及化解公众对核电日益增长的疑虑。

2.2 核能监管委员会的发展历程

2.2.1 应对突发事件的能力在加强，但突发事件的教训是惨痛的

就在NRC紧锣密鼓地进行机构内部调整以适应加强核电监管的要求之际，一场突发事件打乱了安排部署，检验了NRC应对突发事件的能力。

1975年3月22日，阿拉巴马州 Browns Ferry 核电站发生大火^[2]。起火的原因是技术人员在设备检修时违规使用蜡烛照明，引燃了电路的绝缘材料。大火在燃烧了7个小时后才得到控制，几乎导致安全设备瘫痪。NRC全力以赴、紧急应对，采取了短期和长期措施。这场大火对核电监管的影响深远并涉及诸多方面。从积极的方面讲：NRC在此后的10年时间里，认真总结并汲取教训，全面审查、修订并新增了一系列核电站防火管理条例^[3]；

核电站在提高防火意识、降低火灾隐患、应对突发火灾方面的能力增强，设施到位和措施更趋完善。负面影响也是巨大的：公众由此见证了核电站的脆弱，疑虑加重；大火造成核电站1000多万美元的直接损失和5亿美元的间接损失；另据专家估计，依据此后NRC修订的防火标准，以1976年美元价值计算，美国投入核电机组防火改造的费用高达70亿~120亿美元^[4]。NRC专家在事后总结这场火灾时，说过一番极具哲理的话：火灾事件提供了独特的历史数据，但只有当教训被汲取并切实推动安全进步时，这些数据才有意义。如果这些教训只是被汲取而不能时刻警醒人们，这些惨痛的教训必将不时被重复^[2]。

2.2.2 采取措施加强对核电站的监管

在NRC继续修订、完善核电站防火技术措施、强化落实的同时，为了加强对核电站的监管，获得核电站状况和运行的第一手数据以及独立、专业的评价，NRC从1977年开始实施驻站检查员计划（Resident Inspector Program）。最初，NRC是在个别重点核电站派驻两名检查员，在NRC总部及四个地区分部的技术支持下，检查核电站的安全、应急预案、辐射保护措施、环境监测、核电站设备定期检查及防火等各类情况，协助NRC派出的巡回检查组进行专项检查等工作。NRC的驻站检查员与NRC派出的巡回检查组相互配合，成效显著。

2.2.3 三哩岛核电事故对NRC的影响

（1）三哩岛核电事故

1979年3月16日，美国发行了一部由简·芳达和迈克尔·道格拉斯分别扮演男女主角的科幻灾难片，讲述了一个与核电站堆芯融化相关的故事。片中科学家相信堆芯融化将迅速洞穿地球并影响到位于地球另一端的中国，片名“中国综合症”由此而来。仿佛警示预言，3月28日，也就是这部影片发行后的第12天，美国三哩岛核电厂二号反应堆发生了反应堆堆芯缺水而部分融毁和放射性物质外逸的重大事故^[5]。

（2）面对事故积极采取应对措施

NRC在第一时间派出专家组抵达事故现场，采取了一系列措施：恢复堆芯冷却系统的正常运转，以防止事故进一步恶化；研究事故可能的安

全影响，并采取必要措施；探明事故原因（这是NRC、核电企业及政府的首要任务）等。在事故最初的一段时间，政府、NRC、核电企业及核电专家等众多关于事故原因、破坏情况、处置措施及事态发展的信息相互矛盾，给公众一种技术失控的感觉。事故基本控制后，NRC专家在检查时发现反应器压力容器有氢气泡产生，因为担心可能发生的氢爆导致压力容器破裂、放射性物质外溢，建议政府紧急疏散了核电站5英里范围内的孕妇及学龄前儿童。NRC在组织调查寻找解决问题途径的同时，当天深夜召开新闻发布会，通报了专家的忧虑、采取的措施等。第二天，经过专家们深入实验研究后认为反应器压力容器不具备燃爆的条件。

（3）政府成立特别调查委员会对事故进行调查

三哩岛核电事故发生后，美国总统、NRC、宾夕法尼亚州政府、议会以及核电工业组织分别对该事故进行了调查。

1979年4月5日，时任美国总统卡特宣布成立“三哩岛核事故总统特别调查委员会”（President's Commission on the Accident at TMI）并拨款100万美元“调查事故原因，并就改善核电站安全提出建议”。总统任命达特茅斯学院院长John G. Kemeny为调查委员会主席，其成员为中立意见人士。总统责令调查委员会，在成立后的6个月提交报告。调查委员会当年10月底向总统提交了179页的主报告以及9卷共2200页的专题技术报告。报告没有就核电表示倾向性意见，而是再三强调：无论出于什么考虑，如果国家决定继续发展核电，就必须直面核电与生俱来的危险，而为了把这种危险控制在可承受的限度则必须变革。变革要从反应堆技术设计入手、完善反应堆安全系统；从核电站管理入手，改革核电站的组织结构、操作规程、管理程序等；但最重要的是要改变NRC以及核电工业界的思维方式。报告认定，设备缺陷和人为失误是主因，对核电企业及NRC在设备维护、质量控制、操作程序、监理等方面的疏忽提出严厉批评；报告肯定了安全壳在事故工况所发挥的安全保障作用，表示对核电机组有信心；报告列出了44条建

议，尖锐地指出，NRC要转变观念，就要摒弃原子能委员会讨好核电工业的行事哲学，时刻牢记其保障公民安全以及核电设施安全的根本职责；报告首次明确提出“人为因素”对核电站安全生产的影响，提出加强反应器控制员以及督查人员的岗位培训、资质认证，尤其要加强应对非常规状态能力的培养；报告提出应加强对核电站及其周边的辐射监控，完善紧急预案，向公众及媒体提供及时、明确的信息等；报告建议暂停建设和运营申请的审批等。报告对NRC履行职责的能力明确表示不信任，建议成立新的机构取而代之。

（4）公众对核电的反响及总统的态度

三哩岛核事故后，公众反对核电的声音高涨，支持发展核电的民意比例由事故前的70%下滑到40%左右^[6]，其中，最激烈的要求是关闭现役核电站，终止在建核电站，启动退役程序。核电产业与NRC的存亡，此刻命悬一线。就在这关键时刻，美国经历了严重的石油危机，能源价格高企、供应紧张，普通无铅汽油的价格从1978年的每加仑1.657美元跳到1979年的2.062美元^[7]。

经过长时间思考和权衡，卡特总统于1979年12月给特别调查委员会回函表示：还没有奢侈到可以废弃已建或正在建设的核电站或者长期暂停核电发展的程度，解散刚刚成立几年的NRC也不现实。总统提出中间路线：暂停核电站建设和运营许可的审批，允许已经获得批准的38个新核电站建设项目继续实施，到所有项目结束后的1982年再考虑是否继续新的核电站建设。总统还责令NRC严格监管并加速改善安全状况。

（5）NRC成立特别调查组对事故进行深入调查，并从技术角度提出建议

NRC在三哩岛事故后立即采取了诸多措施，如，对在役核电站进行大检查，暂缓了所有在役反应堆（完成基建和设备安装进入装载燃料及小功率试运行的反应堆等）的运营申请^①等。NRC成立了由50多位专业人士组成的特别调查组，从核电站安全建设的角度，利用技术手段，以实验和检测结果为依据，对事故进行深入调查。特别调查

① 直到1980年，暂缓令才被解除。在其后的9年时间里，NRC核准了40多个反应堆满负荷运营许可，其中绝大多数在1970年代已经获得建设许可。

组花费了 300 万美元，于 1980 年 1 月底形成正式报告，其结论与总统特别调查委员会的结论大同小异，其建议更多出于技术角度考虑，并从管理的角度提出：规范紧急预案的制定、启动、解除，督导核电企业制定紧急预案并贯彻落实，提升 NRC 紧急响应中心的能力，加强现役核反应堆的巡检制度，扩大派驻检查员制度等。

（6）核电企业纷纷行动起来

感受到三里岛核电站事故的空前压力，核电企业清醒地认识到，核电企业一损俱损、一荣俱荣的关系，且不论核电站的重大安全问题，即使是个别管理瑕疵，也可能玷辱整个核电产业，拖累产业的稳定发展并影响财务状况。为此，核电业成立了核电运行研究院（Institute of Nuclear Power Operations）^[8]，其费用由核电企业分摊（1980 年初成立时年预算为 1 100 万美元）。成立研究院的主要目的是：跟踪了解、通报核电企业的运行情况并进行评估，岗位培训及资格认证，事故分析及信息交换，提升核电企业的安全性和可靠性，追求卓越管理。核电业还成立了核电安全分析中心（Nuclear Safety Analysis Center），以分析各类事故技术原因、研发最佳技术解决方案并在业内共享。

（7）三哩岛核事故后 NRC 的工作重点

三哩岛核电站事故后的 10 年，NRC 把主要力量投入到事故的研究以及相关监管规则的修订、落实；日常工作的重心由以往受理新核电站的申请转向在役核电站的安全监管及增效延寿的研究。从 1978 年开始，NRC 就没有受理新的核电站建设申请。三哩岛事故后正式暂缓，这一缓就是 30 多年，直到 2012 年，NRC 以 4 票赞成 1 票反对的结果通过了由南方核电公司提出的 Vogtle 3 和 Vogtle 4 反应堆的联合建设及运营许可（COL）申请，稍后又批准了南卡莱罗纳州电气公司提出的 VCSNS 核电站 2 号及 3 号反应堆的联合建设及运营许可申请。

2.2.4 完善各种监管条例，成为核安全监管的专业机构

三哩岛核电站事故无疑是美国自开发核电以

来最严重的事故，从根本上改变了美国 NRC 以及核电企业的生存环境。借用当时一位媒体编辑的话来说叫做“被判缓刑”^①。生存环境的改变迫使 NRC 和核电企业做出适应性改变。核电企业更加积极主动地关注安全生产，公开运营和管理信息，努力修复公共形象等。NRC 修改完善了监管条例，使其更加严格、监管范围有所扩大、监管活动更加积极主动，核电站的日常运营管理更是受到严密监督，仔细研究发现的问题并及时采取审慎对策把问题解决在萌芽状态，注重与国际同行的合作与交流。NRC 的严格监管，从客观上提高了核电企业的安全性，降低了公众健康和安全的风险。

面对日益增长的电力需求和暂缓新核电站建设的矛盾，从 1985 年开始，NRC 开始着手核电站延寿的研究，以服役不同年限的核电站为研究对象就其安全特性组织委托研究。在研究成果的基础上，1991 年，NRC 批准发布了许可证更新的相关技术要求条例。但直到 1998 年 4 月，巴尔的摩燃气及电力公司（Baltimore Gas and Electric Company）才为其 Calvert Cliffs 核电站申请延寿，成为第一个吃螃蟹的公司。

在应对解决各类棘手问题并积极参与国际核电开发过程中重大危机事件（如切尔诺贝利核电站事故和福岛核电站事故）的处理过程中，NRC 也在不断与时俱进，目前，已发展成为以其监管程序标准化、量化，监管流程透明化、公开化及内部管理制度化而著称的核安全监管的专业机构。

3 监管的独立性与权力制衡的制度设计

3.1 NRC 具有独立的监管权力

美国 NRC 是依据 1974 年“能源重组法案”及其修订案成立的独立法人机构^[9]。1954 年的“原子能法案”^②界定了 NRC 的监管范围为：核设施（核电厂、科研试验用研究堆、核燃料循环设施等）、核材料、辐射防护和废物管理等。NRC 的职责包括：核安全许可证申请的审查、评价、颁发与管理；核安全检查和执法；运行数据的分析和评价；核安全立法和研究等。NRC 总部设在华盛顿

① “Nuclear industry must face the fact that the TMI accident has put nuclear energy on probation.” Jon Payne, editor of Nuclear News.

② 能源重组法案和原子能法案文本参见 <http://www.nrc.gov/about-nrc/governing-laws.html>。

附近马里兰州的罗克韦尔，在宾夕法尼亚州、佐治亚州、伊利诺斯州、德克萨斯州分设4个地区办事处。目前，NRC雇员约4 000人，年度经费超过10亿美元，其中，76%用于核反应堆监管。

为了保证NRC有效、独立地行使监管权力，防止其不作为或权力滥用（被“俘获”^①），美国依据其立法、司法、行政三权分立体系，设计了一套复杂的系统，保证了NRC最大限度的独立性以及对NRC的有效监督与制衡。

NRC是独立于美国政府管理部门的独立法人机构，其领导机构是5位委员组成的委员会，所有重大事项均需委员会集体批准，每位委员的表决权相同，以防止专权。

3.2 政府对NRC的制衡作用

（1）总统对NRC的影响

总统提名NRC委员，经参议院投票通过后，由总统任命，任期5年。总统可以在5位委员中任命某位委员为主席（同时也是官方发言人）或罢免其主席的职务，而不需要经过参议院的批准，但总统不能以政治理由免除委员的职务，也不能同时任命所有5位委员，而且最多只能有3位委员来自同一政党。

（2）国会的制衡作用

国会可制定或修改相关适用法案，否决总统的任命，审核批准NRC拨款预算，弹劾罢免委员，国会听证调查等等。

（3）司法的制衡作用

司法制衡主要是通过受理针对司法审查或诉讼，对NRC决定的有效性进行判决来体现。

3.3 监管制度设计和监管队伍建设是监管独立性的先决条件

独立、专业地履行监管职权，被认为是监管机构的灵魂所在，也是其赖以生存的根本。就监管机构的独立性而言，由国家政治、经济、社会要素而决定的国家制度设计是一个方面，是国家层面的统领与制衡；另一个方面是监管机构的自身建设，从其自身的角度，如何保障其独立性。

美国NRC前主席杰索科（Jaczko）曾经这样定义NRC的独立性：免受政治和经济影响，充足的人力和财力资源，高素质的工作人员，召之即来的内部及外部的技术支援组织，公开明晰以及国际合作^[10]。

（1）免受政治和经济影响，就是要保证监管不受政府推动核能或抑制核能发展政策的影响，独立决策。尤其在现阶段，政府承受着巨大的发展压力，而监管机构的职责是在发展与安全发生冲突时优先保证安全。美国原子能委员会监管失灵就是政治影响的典型例证。对企业而言，安全是有成本的，而且安全标准越高，企业成本也越高。核电由于其特殊性，安全标准在工业界是最高的，核电企业对“过分的安全标准”早已是怨言颇多。企业游说限制监管或通过种种手段“俘获”监管机构，使监管失灵，这样的例子在国际监管实践中时有发生。因此，从制度设计入手，使监管机构免受政治和经济的影响，是保证监管独立性的基础。

（2）除了完善的组织制度和法律框架，还需要有充足的人手和财政资源，监管机构才具备有效履行职责的基本条件。核能监管对试验科学依赖程度很高，每一项出台的规定或标准都有大量的试验数据支撑。此外，监管人员的继续教育也需要一定的科研设施。所以，核能监管所需的人均财政资源远高于其他监管机构。美国NRC实行全额预算，经议会批准后由财政拨付。NRC的财务与被监管企业支付的监管费（每个核反应堆年费为500万美元）以及执法的罚没所得，没有任何关系。难以想象，监管机构一手收取被监管对象的钱，一手挥舞监管的大棒，会有什么公平、公正、维护公众利益可言。

（3）核能的特殊属性以及核电站工程、技术和管理复杂程度决定了监管机构必须配备高素质的工作人员，才能肩负起确保核能安全的重任。核能监管人员必须专业技术精通并了解核电安全系统发展的前沿技术，经验丰富并熟悉核电站运作，还须具备管理知识；监管机构应形成安全第一的监管文化、建立系统培训制度以及科学的绩效考核体

① 1971年，美国经济学家斯蒂格勒（Stigler）提出监管俘获理论认为，监管机构与被监管机构共存过程中，监管机构逐渐被监管对象通过各种手段和方法所俘获，监管机构最终会被监管对象所控制，成为监管对象利益集团谋求超额利润的同谋，结果使被监管行业更加不公平，降低整体效率。

系，使之成为安全至上的学习型组织。

(4) 核能涉及的技术领域既深且广，监管机构不可能、也没有必要把全国该领域的顶尖人才招致麾下。由此，在保持一只与监管需求相适应的技术团队的基础上，监管机构需要大量的社会科研机构作为其召之即来的外部技术支援，进行技术验证或提供技术咨询。

(5) 公开是指除了法律明令禁止的所有监管信息都必须公开，包括监管的决策和执行过程等。公开是公众知情权的需要，是公众行使对监管机构和核电企业监督权的需要，是监管机构提高公信力的需要，是增强发展核电产业正能量的需要。

(6) 明晰是指监管法规条例的连续性、逻辑性和执行的可行性，避免歧义和模棱两可，保持法规条例的严肃。

(7) 国际合作是分享技术和经验、商讨技术标准、预防及降低事故发生的概率并消除其影响、确保高标准核能安全的有效手段。

杰索科在谈及高素质监管队伍建设时没有特别提及雇员的道德诚信、恪尽职守的问题，并非这个问题不重要，而是因为这是招募雇员的基本要求，同时，NRC 及联邦政府有规定详尽的约束条例。

总之，监管制度设计和监管队伍建设，两者相辅相成缺一不可，是保证监管机构独立、有效行使监管权力的先决条件。

4 结语

(1) 美国 NRC 是美国特定的政治、经济、文化环境下的产物

NRC 是在三权分立的政体条件下，由美国政府和议会顶层设计并以国家法律和法规的形式严格规范其行为准则的产物。相比部门设计，最大的好处在于，充分体现国家和人民的最高利益而不是部门利益，避免权力扩张或责任推诿，制约监督机制等一步到位。

NRC 的外部制约及内部约束机制，在保障其独立、公开、专业履行职责的同时，形成了行业安全至上的文化，建立起基于公信力的监管权威。

NRC 是在监管与“被监管”的实践中长期博弈不断进化的结果。长期的实践中，核电企业、监管机构、以及社会监督机构形成了相互监督、共同

进步的三位一体关系。可以说，没有社会监管就没有核管会的今天。美国议会和政府要求与核电生产与核电监管相关的所有信息完全透明公开，则是培育社会监管力量（尤其是科学家及专业人士）、使其发挥监管作用的先决条件。

(2) 美国核电监管体系建设的借鉴价值

我国的政治、经济、文化环境与美国有很大差异，生搬硬套美国的核电监管体系势必水土不服，而应通过对比找出我国核电监管体系建设中所面对的问题。我国对核电监管机构的建设，必须充分研究我国政治、经济及文化环境的特殊性对实施监管的影响，从而制定解决方案，可以借鉴美国利用三权分立实现对监管机构的规范和约束的方法。

美国核电监管体系建设中遇到的共性问题及解决方法也值得我们借鉴，因核电监管体系建设中有许多共性问题，如，信息公开、社会监督（媒体监督、公众监督以及专业社会团体监督）、独立监管等。

总之，我国核电监管机构的设置要纳入国家核电监管体系建设给予通盘考虑，使之完善有效，切实发挥保障公众安全和生存环境的功效。■

参考文献：

- [1] U.S. Nuclear Regulatory Commission. U.S. Nuclear Regulatory Commission (NRC) 2011–2012 Information Digest [R]. Washington, DC: Office of Public Affairs, 2012.
- [2] U.S. Nuclear Regulatory Commission. The Browns Ferry Nuclear Plant Fire of 1975 and the History of NRC Fire Regulations [R/OL]. Washington, DC: Office of Nuclear Regulatory Research, 2009 [2013-05-22]. <http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/nuregs/brochures/br0361/br/br0361.pdf>.
- [3] U.S. NRC. 10 CFR 50.48 and Appendix R [EB/OL]. [2013-07-10]. http://www.ecfr.gov/cgi-bin/ECFR?_page=browse.
- [4] Talbert Joseph H. The Browns Ferry Fire [EB/OL]. [2013-07-10]. http://safetymatters.aonfpe.com/2012/Volume-1/Printable_Version_Historical_Events.aspx.
- [5] 维基百科. 三哩岛核泄漏事故 [EB/OL]. [2013-07-15]. <http://zh.wikipedia.org/wiki/%E4%B8%89%E9%87%8C%E5%B2%9B%E4%BA%8B%E6%95%85>.
- [6] Eisler P. Poll: Fears of Nuclear Disaster in U.S. Rise After Japan Quake [EB/OL]. (2011-03-17) [2013-07-15]. http://usatoday30.usatoday.com/news/washington/2011-03-17-rw_nukepoll14_

- ST_N.htm.
- [7] Annual Energy Review 2011[R]. (2012-09-27)[2013-07-20]. <http://www.eia.gov/totalenergy/data/annual/pdf/aer.pdf>.
- [8] Institute of Nuclear Power Operations. About Us[EB/OL]. [2013-10-11]. <http://www.inpo.info/AboutUs.htm>.
- [9] U.S. Nuclear Regulatory Commission. The Commission[EB/OL]. (2013-06-24)[2013-10-11]. <http://www.nrc.gov/about-nrc/organization/commfuncdesc.html>.
- [10] Effective Nuclear Regulatory System, Further Enhancing the Global Nuclear Safety and Security Regime, Proceedings of an International Conference, Cape Town, South Africa, 14–18 December 2009[C]. Vienna, Austria: IAEA, 2010.
- [11] Stigler G J. The Theory of Economic Regulation[J]. The Bell Journal of Economics and Management Science, 1971, 2(1): 3-21.
- [12] Wiener J B. The Regulation of Technology, and the Technology of Regulation [J]. Technology in Society, 2004 (26): 483–500.
- [13] Walker J S, Wellock T R. A Short History of Nuclear Regulation, 1946–2009[M]. Washington, DC: U.S. Nuclear Regulatory Commission, 2010-10.
- [14] Walker J S. Containing the Atom, Nuclear Regulation in a Changing Environment 1963–1971[M]. Oakland, CA: University of California Press, 1992.
- [15] Walker J S. Three Mile Island: A Nuclear Crisis in Historical Perspective[M]. Oakland, CA: University of California Press, 2004.
- [16] EPRI, INPO, NEI. The Way Forward: U.S. Industry Leadership in Response to Events at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant[R]. Washington, DC: Nuclear Energy Institute, 2012-02.
- [17] 李晶晶, 林明彻, 杨富强, 等. 中国核安全监管体制改革建议[EB/OL]. (2012-03-02)[2013-09-15]. http://www.nrdc.cn/news_center_flag.php?id=1428&cid=104.
- [18] Doren P V. A Brief History of Energy Regulations[R/OL]. (2009-02)[2013-09-15]. <http://www.downsizinggovernment.org/energy/regulations>.
- [19] NRC. Nuclear Regulatory Legislation (NUREG–0980 Vol.2, No.9)[R]. Rockville, MD: U.S. Nuclear Regulatory Commission, 2011-01.
- [20] NRC. Information Digest, 2012–2013 (NUREG–1350, Volume 24)[R]. Rockville, MD: U.S. Nuclear Regulatory Commission, 2012-08.
- [21] The Nuclear Regulatory Process[R]. Washington, DC: Nuclear Energy Institute, 2007-03.

Regulation of Commercial Nuclear Plants in the USA — Evolution and Progress of USNRC from a Historic Point of View

YU Geng

(Department of Science and Technology of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Wulumuqi 830011)

Abstract: Based on empirical analysis of factors embedded in the occurrences and systematic design which balances independence and power of the regulator, the article recalls the historical transformation from the Atomic Energy Commission (AEC) to the Nuclear Regulatory Commission (NRC), and concludes that although NRC is the result of US political, economic and cultural background, the well-designed supervision, especially that by media and public who are also the consumers of service and products produced by the regulated, is the only resort to prevent regulation from failure.

Key words: the U.S.; nuclear plants; U.S. Nuclear Regulatory Commission (USNRC); Atomic Energy Commission (AEC)