

# 我国乏燃料贮存管理立法研究

## ——基于对《乏燃料安全公约》及美国乏燃料贮存管理实践的分析

耿保江

**摘 要:** 对乏燃料进行贮存,是当前形势下核能发展必须采取的核安全保障措施。《乏燃料安全公约》为乏燃料贮存管理建构了比较理想的法律框架,确立了保障核安全的预防理念及责任理念。乏燃料产生量最多的美国制定了比较系统的乏燃料管理规则,对我国乏燃料贮存管理立法具有较强的借鉴意义。我国乏燃料贮存管理立法必须将核安全理念与乏燃料贮存管理实践相结合,树立乏燃料贮存管理的风险预防理念、明确相关主体的责任、构建乏燃料贮存基金制度,以确保我国核事业的可持续发展。

**关键词:** 乏燃料; 贮存; 管理; 立法; 核安全

**中图分类号:** D922.670.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-0169(2017)02-0021-07

**DOI:**10.16493/j.cnki.42-1627/c.2017.02.004

### 一、引 言

我国核电事业在“十三五”将进入一个新的发展阶段,《国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》明确将核电设备纳入战略性新兴产业,将核电项目用于推动能源结构的优化升级,并鼓励沿海核电的大力发展和积极探索内陆核电的前期研究。不过,在大力发展核电的同时,核电的必然副产物——乏燃料的管理问题绝对不容忽视。乏燃料具有高水平的放射性,对当代和后代人以及环境都将产生巨大的威胁。然而,我国目前并不具备与核电发展速度相匹配的乏燃料管理能力。

受技术水平所限,全球目前并没有统一的乏燃料处置方案,有的国家如法国、英国、俄罗斯、日本和印度等对其进行后处理从而实现循环利用,有的国家如美国、加拿大、瑞典、西班牙、芬兰等则采取“一次通过”(Once-through)的方式直接进行地质深埋。乏燃料管理问题是当前及未来制约核电事业的瓶颈,虽然全球三分之一的乏燃料会进入再循环过程,<sup>①</sup>但是,随着全世界大部分核电站卸出的乏燃料数量已经接近或超过在堆贮存水池容量,全球都面临乏燃料的去向处理问题。目前世界上大多数乏燃料并没有及时进行后处理或深地质处置,而是处于长期贮存的状态<sup>[1]</sup>。无论采取何种乏燃料处置方案,现有技术水平下都必须对乏燃料进行中间贮存。我国的乏燃料处置采取的是后处理模式,但从目前我国乏燃料后处理的发展现状看,后处理暂时无法有效缓解乏燃料大量累积的困境<sup>[2]</sup>,除了采取中间贮存的办法之外别无它选。

经过三十多年的核能立法,我国虽然初步构建了内容比较全面的核能法律框架,但乏燃料管理

基金项目: 国家核安全局核与辐射安全监督专项“核安全法立法重大问题后续研究”(JD201652X)

作者简介: 耿保江, 北京大学法学院博士研究生(北京 100871)

① 参见国际原子能机构网站:<https://www.iaea.org/topics/spent-fuel-management>,最后访问日期:2016年11月5日。

方面的立法还有很大的完善空间。虽然我国已经加入《乏燃料管理安全和放射性废物管理安全联合公约》(以下简称《乏燃料安全公约》)<sup>①</sup>,初步具备了宏观的乏燃料管理框架,但仍然缺少系统性的立法安排,尤其是在乏燃料贮存管理方面几乎处于立法空白。为了保证我国核电事业的发展不被乏燃料这一重要环节所牵制,有必要加快探索建立完善的乏燃料贮存管理制度。本文旨在通过对乏燃料管理的国际公约中的理想框架和美国的乏燃料贮存管理实践进行分析解读,并在我国乏燃料管理实际需求的基础上构建我国乏燃料贮存管理的立法框架。

## 二、《乏燃料安全公约》中的乏燃料管理框架解读

用以规制核能开发利用活动的核法律具有非常明显的技术性特征,这一特征使得全球范围内的核活动可以在很大程度上适用相近甚至相同的规则。基于此,国际原子能机构针对全球乏燃料管理而制定的《乏燃料安全公约》,为世界各国和地区的乏燃料管理提供了蓝本。我国于2006年加入该公约,因而该公约所阐述的乏燃料管理理念及其法律框架,对我国制定乏燃料相关法律具有重要参考意义。

《乏燃料安全公约》的目的方面在于提高既有乏燃料管理设施<sup>②</sup>的安全性;另一方面则是对拟议中的乏燃料管理设施的选址、设计、建造及运行等作出了框架性要求,具体可归纳为如下三个方面:

第一,在选址环节,以安全评价和信息公开作为乏燃料管理的重点内容。其中,安全评价的内容包括两层:一是评价在设施运行寿期内可能影响其安全的与场址有关的一切有关因素;二是评价此类设施对个人、社会和环境的安全可能造成的影响。信息公开主要是向公众成员提供设施安全方面的信息<sup>③</sup>。

第二,在设计和建造环节,应当进行安全评价和环境影响评价、预先考虑退役计划以及进行技术论证。其中,在设计阶段,一是应当对所采用的工艺技术方案进行严格的经验、试验或分析;二是应提前考虑乏燃料管理设施退役的概念性计划并在必要时考虑有关的技术准备措施。在设施建造阶段,一是建造前应当进行系统的安全评价及环境评价;二是建造时应当采取措施保证个人、社会和环境免受放射影响,并且要对建造所采用的工艺技术进行分析论证<sup>④</sup>。

第三,在运行环节,应进行技术、安全和环境要求验证,按要求运行、维护、监测、检查和试验,进行工程和技术支援,报告安全事件,总结运行经验等。在运行之前,必要时应当编写安全评价和环境评价的更新和详细版本<sup>⑤</sup>,在运行过程中,应当确保:运行许可是在安全评价和环境影响评价基础上作出的;对运行限值和条件作出规定,并在必要时加以修订;按照程序进行乏燃料管理设施的运行、维护、监测、检查和试验;在设施的整个运行寿期内,可获得相关的工程和技术支援;许可证持有者应及时向监管机构报告安全重要事件;制定收集和分析有关运行经验的计划并在情况合适时根据所得结果采取行动;在运行过程中,还应当利用乏燃料管理设施运行寿期内获得的

① 从具体内容来看,该公约涵盖了乏燃料和放射性废物两部分内容,基于本文研究主题的考虑,本文仅就乏燃料相关部分进行分析解读,为便于论述,本文将该《乏燃料管理安全和放射性废物管理安全联合公约》简称为《乏燃料安全公约》。

② 由于《乏燃料管理安全和放射性废物管理安全联合公约》是从一般意义上确立了乏燃料的管理框架,因而其采用的“乏燃料管理设施”这一概念,实际上包括了各国或地区实践中的乏燃料中间贮存设施和乏燃料处置设施。

③ 详见《乏燃料管理安全和放射性废物管理安全联合公约》第六条的规定。

④ 详见《乏燃料管理安全和放射性废物管理安全联合公约》第七条、第八条的规定。

⑤ 详见《乏燃料管理安全和放射性废物管理安全联合公约》第八条的规定。

信息编制退役计划和必要时更新此类设施的退役计划，并送监管机构审查<sup>①</sup>。另外，在运行前及运行过程中要制定适当的场内和必要时的场外应急计划，并进行适度演习<sup>②</sup>。

以上内容是《乏燃料安全公约》所表达的核安全目标的具体反映，<sup>③</sup> 主要体现了事先预防的风险管理理念。由于高度的技术性，核能风险是极其复杂的。尽管加强技术创新和对风险的认知在一定程度上可以缓解威胁，但它在另一方面又开启了一种新的可能性，进而会产生出难以想象的风险链<sup>[3](P12)</sup>。因此，在现有技术水平条件下只有事先充分考虑安全和环境问题、对技术方案进行充分论证并提前编制退役计划和应急计划，才能尽可能地降低风险水平。

在乏燃料管理的预防理念背后，是更深层次的责任理念。正如吉登斯认为，“风险总是与安全相关，也总是与责任相关。因此，当我们生存在一个人造不确定性而非外部不确定性的世界时，有关责任属性的讨论也与之之前大不相同”<sup>[4]</sup>。从《乏燃料安全公约》的具体规定看，乏燃料管理中的责任不是简单的事后性的法律责任，而是一种建立在预防理念基础之上的前瞻性责任<sup>④</sup>。虽然《乏燃料安全公约》并未对乏燃料管理相关责任主体进行明确，但从其具体规定来看，乏燃料贮存设施的设计、选址、运行、退役等各个环节应当及时进行的安全及环境评价、技术论证、退役计划的编制、公众参与等要求，这些都体现了科学技术不确定的情况下“未雨绸缪”的前瞻性理念。

如果将这种前瞻性的责任理念作为立法指导思想，那么相关法律就必须从预防和长远的视角考虑乏燃料贮存管理的问题。因此，乏燃料贮存立法的首要目的便是明确相关主体的责任，并在此基础上构建全面的管理制度。在实践中，随着核能事业的不断发展，主体责任的空白或灰色地带不可避免地存在，前瞻性责任理念如何顺利落实，取决于具体法律框架的构建，这是《乏燃料安全公约》理想模式下的现实诉求。

### 三、美国乏燃料贮存管理经验分析

美国乏燃料中间贮存的目的是保障核安全，具体包括以下三个方面：一、冷却乏燃料以防止其在衰变过程中温度过高；二、保护工作人员及公众免受乏燃料在衰变过程中产生的放射性影响，并防止放射性物质释放；三、防止发生临界事故。相关研究显示，2000年以后，在不扩容的情况下，整个美国核电行业中每年大约有三到四个核电厂乏燃料池存在空间不足的情形<sup>[5]</sup>。如今，美国拥有104座核反应堆而成为乏燃料的最大产出者，面临着艰巨的乏燃料管理任务，由于邻避政治问题、法律论证、资金不足等原因<sup>[6]</sup>，大量乏燃料被贮存在核电厂内。如何在最终处置库建成之前贮存乏燃料是美国核电厂目前迫切需要解决的问题，随着美国乏燃料处置压力的不断增大，建造乏燃料中间贮存设施，似乎已成为大势所趋<sup>⑤</sup>。

美国的乏燃料管理政策始于1957年，当时美国国家科学院认为地质封存是处置高放废物的最

① 详见《乏燃料管理安全和放射性废物管理安全联合公约》第九条的规定。

② 详见《乏燃料管理安全和放射性废物管理安全联合公约》第二十五条的规定。

③ 《乏燃料管理安全和放射性废物管理安全联合公约》的目标包括两个层面：其一，在满足当代人的需要和愿望而又无损于后代满足其需要和愿望的能力的前提下，确保在乏燃料管理的一切阶段都有防止潜在危害的有效防御措施，以便在目前和将来保护个人、社会和环境免受电离辐射的有害影响；其二，防止在乏燃料或放射性废物管理的任何阶段有放射后果的事故发生，和一旦发生事故时减轻事故后果。详见该《公约》第一条第二项和第三项的规定。

④ 与强调事后追究的法律责任不同，前瞻性责任旨在不利后果发生之前强化预防阶段的责任理念及责任保障，以制约预防阶段权力的不合理行使，这是作为核能风险管理重要环节的乏燃料安全管理的内在要求。

⑤ 例如，2006年，美国核管会向美国私营乏燃料公司(PFS)发放了许可证，允许该公司建造乏燃料贮存设施；2016年，美国核管会收到废物控制专家公司(WCS)提交的集中式乏燃料中间贮存设施建设和运行联合许可证申请。

佳方法<sup>[6]</sup>。但是,这种方法在实践中一直阻力重重,用以处置乏燃料的尤卡山项目被多次耽搁。<sup>①</sup>在此情形下,以建造地质处置库作为乏燃料管理重点的美国越来越重视乏燃料中间贮存<sup>②</sup>问题,乏燃料中间贮存将成为乏燃料管理当中的重要一环。早在1979年三里岛核事故发生时,乏燃料贮存在核电厂内这一做法就引起了强烈关注。为回应这一问题而制定的《1982年核废物政策法》<sup>③</sup>对乏燃料的中间贮存作出了详细规定。该法确立了美国乏燃料中间贮存管理的法律框架。

一方面,该法明确了乏燃料中间贮存相关政府部门的责任。根据该法规定,相关政府部门责任主要包括:(1)联邦政府有责任激励和促进当前乏燃料贮存设施的有效利用,有责任扩大乏燃料中间贮存容量,以保证位于反应堆所在地的乏燃料池处于可利用状态,保证核反应堆的正常运营;(2)能源部、核管会等联邦机构在激励或促进贮存容量的扩大时,应当考虑如下因素:公众健康、安全以及环境,经济成本,核反应堆运营的可持续性,法律相关规定,反应堆周围民众的看法;(3)核管会应当依法为所有在民用核反应堆场地使用的中间贮存设施制定技术许可程序;(4)核管会应根据《1954年原子能法》对许可申请或既有许可证的更改进行听证;(5)核管会应当对乏燃料中间贮存设施进行环境审查并注重公众参与<sup>④</sup>,等等。

另一方面,该法设立了专门的乏燃料中间贮存基金。根据该法规定,该基金由财政部负责建立,具体用途包括:(1)中间贮存设施的论证、开发、许可、建造、运营、退役以及退役后的维护和监管;(2)中间贮存项目的行政成本;(3)与中间贮存场地的获得、设计、更改、代替、运营和设施建造相关的成本;(4)乏燃料运输成本;(5)为弥补建造中间贮存设施所带来的社会经济影响而进行的影响援助。另外,该法还对乏燃料中间贮存基金的使用及预算进行了规定<sup>⑤</sup>。

还需注意的是,“9·11事件”后,美国对乏燃料贮存的安保问题也十分重视。在核管会通过乏燃料贮存设施进行安保评价并意识到乏燃料贮存安保设施管理规则十分复杂等问题后,于2007年制定了《单独乏燃料贮存设施放射性防护安保要求》<sup>⑥</sup>。近年核管会又在拟议单独乏燃料贮存设施安保规则,目的在于提高安保规则的一致性并创建风险指引和行动框架。此外,核管会还制定了一系列相关导则,包括管理导则、临时行政指导性文件以及其他指导性文件。

从《1982年核废物政策法》对乏燃料中间贮存问题作出的相关规定看,美国乏燃料中间贮存立法一是坚持了可持续的管理理念,即防止乏燃料无法处置而影响核电事业的健康发展;二是坚持了预防理念,即防止给人体健康及环境造成不利影响。基于两种理念,该法对政府责任做了比较具体的规定,还通过明确贮存基金的用途来保障乏燃料中间贮存的可持续管理,并最终实现核电事业的可持续发展。

但是,随着其他社会因素(如公众对核的接受程度以及恐怖势力对核安保的挑战等)的影响,美国的核电发展实践以及乏燃料中间贮存管理方案表明:无论采取何种乏燃料最终处置方案,都应

<sup>①</sup> 尤卡山项目的科学技术理由早在上世纪八十年代就已具备,但经过世界知名科学家们对尤卡山处置场进行的为期二十年科学研究并且投入一百亿美元后,白宫新闻秘书认为科学因素促使奥巴马政府决定不再继续推进尤卡山项目。参见 DEBRA J. CARFORA. Building a Sustainable Energy Future:Offering a Solution to the Nuclear Waste Disposal Problem through Reprocessing and the Rebirth of Yucca Mountain, Texas Journal of Oil, Gas, and Energy Law, 2012-2013:143-175。

<sup>②</sup> 由于美国采取乏燃料地质封存而不是后处理的方式,因而使用“中间贮存”是为了区别地质库贮存,与我国语境下使用的中间贮存没有区别。

<sup>③</sup> 该法的英文名称为“Nuclear Waste Policy Act of 1982”。

<sup>④</sup> Nuclear Waste Policy Act of 1982, Sec. 131-Sec. 135。

<sup>⑤</sup> Nuclear Waste Policy Act of 1982, Sec. 136。

<sup>⑥</sup> 该文件英文全称为:Independent Spent Fuel Storage Installation Security Requirements for Radiological Sabotage,相关内容参见美国核管会网站 <http://www.nrc.gov/about-nrc/regulatory/rulemaking/potential-rulemaking/isfsi-security/background.html>,最后访问日期:2016年11月5日。

当首先保证相关政策的可持续性，同时还应当事先全面地考虑多方面因素，以尽量减少相关阻碍。例如，从民用核能的发展历史中，我们可以清楚地看到公众信念的显著下降。三里岛和切尔诺贝利事件的社会反应成为 20 世纪晚期麻烦越来越多、越来越危急的境况的缩影<sup>[7](P124)</sup>。福岛核事故后，虽然美国总统奥巴马已经承诺继续推进核事业的发展，但是美国公众对核电的接受程度急转直下。福岛核事故的发生使得乏燃料因贮存在核电厂内所带来的问题（易受自然灾害和恐怖袭击的影响）而再次备受关注<sup>[6]</sup>。另外，从美国实践看，乏燃料中间贮存管理涉及安全（Safety）与安保（Security）两个层面<sup>①</sup>，因此，如何协调二者的关系，以确保相关主体责任得到明确，对于我国现行的核安全管理体制来讲，尤其值得审慎考虑。

#### 四、我国乏燃料贮存管理立法探索

受技术水平等因素的制约，当前我国乏燃料管理的形势不容乐观。早期设计建造的核电机组在堆湿式贮存容量一般能存放乏燃料时间约为十年，由于后处理发展的速度相对滞后，后期建造的核电机组乏燃料贮存时间扩展为十五年甚至为二十年。中核集团离堆乏燃料贮存水池是目前我国唯一接收商业压水堆乏燃料组件中间贮存的设施，将在 2018 年满容。国内多个在运核电站的乏燃料贮存水池也将在 2016—2019 年相继饱和<sup>②</sup>。预计到 2020 年，我国压水堆核电站累计产生待处理乏燃料约 8 000 吨（铀计），远大于目前国内具备（包括在建）的 1 300 吨（铀计）的乏燃料离堆贮存能力<sup>[8]</sup>。为解决这一挑战，我国必须加快乏燃料后处理的步伐。但是，目前我国后处理产业尚未形成工业生产能力，是核燃料循环中的薄弱环节。连云港“中法核循环项目”事件导致乏燃料后处理商业化受阻更是给乏燃料后处理的未来带来严峻考验<sup>③</sup>。因此，在闭式燃料循环目标实现之前，一些应急或者说是阶段性过渡选择成为当前必须面对的新课题<sup>[9]</sup>。

实际上，我国早在 1983 年就确立了核能发展“必须相应发展后处理”的路线，但是相关政策、法律、法规及标准等一直未能跟进。具体表现为：在国家层面上缺少顶层规划和配套标准、制度及监管体系<sup>④</sup>；缺少大型乏燃料后处理厂安全设计准则和安全审评原则等导则和标准，后处理厂选址悬而未决；尚未建立符合我国国情的完整的核燃料循环经济分析模型，缺乏后端投融资政策；在核化工领域人才严重匮乏，研发投入严重不足，等等<sup>[8]</sup>。

目前我国《核安全法》正在制定当中，全国人大常委会于 2016 年 11 月 14 日发布的《核安全法（草案）》征求意见稿第四十三条至第四十五条是对乏燃料管理的相关规定。其中，第四十三条是综合性规定，具体内容为：“产生、贮存、运输、处理、处置乏燃料的单位应当采取措施确保乏燃料的安全，并对其持有的乏燃料承担核安全责任。”而第四十四条和第四十五条是对该综合性条款中的“运输”环节作出的规定，对于乏燃料贮存的安全管理问题，该草案并未作任何具体规定。从该草案关于乏燃料管理相关条款的设置来看，由于乏燃料贮存与运输是相互并列的关系，因此，从立法技术的角度来讲，在对乏燃料运输作具体规定的同时，也应当对乏燃料的贮存进行具体规

① 通常来讲，核安全是指实现正常的运行工况，防止事故或减轻事故后果，从而保护工作人员、公众和环境免受不当的辐射危害；核安保是指防止、侦查和应对涉及核材料和其他放射性物质或相关设施的偷窃、蓄意破坏、未经授权的接触、非法转让或其他恶意行为，核安全与核安保在很多领域存在协同关系，其中就反映在乏燃料管理当中。

② 例如，大亚湾核电厂乏燃料水池已经饱和，田湾核电厂乏燃料水池接近饱和，已经建成的离堆乏燃料湿法储存设施也已贮存饱和。

③ 2016 年 8 月 6 日，连云港发生反“中法核循环项目”抗议游行，数千连云港市民聚集街头抗议“核废料”，3 日后，连云港市人民政府对外发布声明：暂停核循环项目选址前期工作。

④ 集中表现在缺乏核燃料循环的发展路线图，尤其是针对先进后处理、先进核燃料循环没有明确的技术发展路线指引，没有对乏燃料的中间贮存及运输的规划指导，导致目前在中间贮存方面技术路线不明确，布局不确定。

定。更加重要的是,正如前文所述,我国乏燃料管理实践所面临的严峻形势以及乏燃料安全管理立法的长期滞后,乏燃料贮存安全管理相关内容有必要在《核安全法》中予以明确。

因此,笔者认为,在《乏燃料安全公约》的乏燃料管理理念和理想框架的指引下,以美国乏燃料贮存立法为借鉴,结合我国乏燃料贮存的实际需求以及政策、法律法规的不足,我国的乏燃料贮存立法应当包括如下内容:

第一,树立风险预防理念,明确乏燃料贮存管理目的。风险预防理念是核能立法的根本指导思想,尤其是对于核安全立法来说,由于受科学技术水平等具体条件的影响,“核安全”是一个主观见之于客观的不太确定的概念,因而更加突出了预防理念的重要性。对乏燃料实行贮存管理,是一项兼顾安全、安保与发展的措施。一方面是为了实现核安全与安保目标,保障人身健康和环境免受放射性影响,保障核材料安全;另一方面是为了保障核事业的可持续发展。核能发展的历史实践表明,作为核燃料循环体系的末端环节,无论出于以上何种目的,乏燃料的管理问题都应当作为核能事业的重要内容而事先得到考虑。

第二,明确相关主体的责任。合理的乏燃料贮存管理立法是在预防理念的基础上,将更深层次的前瞻性责任理念实现法制化,即从预防的视角对各相关主体的责任(职责或义务)予以明确。对行政管理主体来说,要明确其在顶层规划(乏燃料贮存的短期及长远规划)上的责任,以确保所制定的规划符合核安全理念及核事业的长远发展;要明确标准制定中的责任,保证标准制定程序及内容的合理性;要明确各环节(设施选址、设计、建造、运行及退役等)管理和监督中的责任,保证管理和监督行为的合法性、保障公众人身安全及环境利益;相关技术、研发投入等方面的责任,保证及时为乏燃料贮存活动提供技术援助,等等。对从事乏燃料贮存的许可证持有者来说,要将其理应承担的首要管理责任予以具体化,包括依法进行设施运行、维护、监测、检查和试验的责任,如实向监管部门报告具体情况的责任,等等。

第三,确立乏燃料贮存基金制度。我国现已制定了《核电站乏燃料处理处置基金项目管理办法》(国防科工局,2014年),将乏燃料离堆贮存纳入基金的适用范围。但是,从该《办法》的具体内容看,基金的使用主要考虑的是乏燃料贮存设施的建设资金问题,使用范围不够明确(与美国乏燃料中间贮存基金的具体规定相比更加相形见绌)。与此同时,乏燃料贮存基金的设立目的应当与核安全密切相关,因而应当将核安全主管部门作为管理者,但该《办法》却仅以国防科工局作为主管部门,显然难以充分发挥基金在核安全保障方面的作用。鉴于乏燃料贮存对我国未来核能事业的重要性,建议将乏燃料中间贮存基金与乏燃料后处理基金予以分离,<sup>①</sup>并制定详细的基金管理办

## 五、结 语

限于技术水平等因素的制约,我国乏燃料后处理的能力与乏燃料管理的实际需求并不匹配,尤其是我国核电事业的快速发展将进一步为乏燃料管理工作提出严峻挑战。鉴于美国乏燃料管理的实践经验,乏燃料贮存管理将是我国乏燃料管理的一项重点任务。当前我国正在加紧制定核安全法,基于风险预防以及我国核电事业健康发展的考虑,必须对乏燃料贮存管理作出具体的制度安排。乏燃料贮存管理立法应当在《乏燃料安全公约》的相关框架基础上,认真总结分析美国的乏燃料贮存立法经验以及实践中乏燃料管理所面临的各种难题,并结合我国乏燃料管理的现实需求,才能贯彻

<sup>①</sup>之所以建议将二者进行分离,是因为乏燃料中间贮存的目的以核安全和安保为主,而乏燃料后处理的目的则是以发展为主,二者在安全与发展之间的重心不同。

“安全与发展并重”的国家核安全观，为我国核能事业的可持续发展提供制度保障。

### 参考文献

- [1] 刘敏,白云生. 主要核电国家乏燃料贮存现状分析[J]. 中国核工业,2015,(12).
- [2] 洪哲,赵善桂,张春龙,等. 我国乏燃料离堆贮存需求分析[J]. 核科学与工程,2016,(3).
- [3] 李谧. 风险社会的伦理责任[M]. 北京:中国社会科学出版社,2015.
- [4] Anthony Giddens. *Risk and Responsibility*[EB/OL]. <http://www.jstor.org/stable/1097071>,2016-11-03.
- [5] Committee on the Safety and Security of Commercial Spent Nuclear Fuel Storage, National Research Council. *Safety and Security of Commercial Spent Nuclear Fuel Storage: Public Report*[EB/OL]. <https://www.nap.edu/read/11263/chapter/1>,2016-11-06.
- [6] Debra, J. C. Building a sustainable energy future: Offering a solution to the nuclear waste disposal problem through reprocessing and the rebirth of Yucca Mountain[J]. *Texas Journal of Oil, Gas and Energy Law*, 2012 - 2013.
- [7] [英]芭芭拉·亚当,[英]乌尔里希·贝克,[英]约斯特·房·龙. 风险社会及其超越[M]. 赵延东,马缨,等,译. 北京:北京出版社,2005.
- [8] 朱纪,刘巍. 重视核燃料后处理能力建设[J]. 中国核工业,2014,(3).
- [9] 刘兴. 中国后处理坎坷前行[J]. 中国核工业,2015,(1).

## Legislation of Spent Fuel Storage Management in China

— The Analysis based on the Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and the Safety of Radioactive Waste Management and the Spent Fuel Storage Management Practice in America

GENG Bao-jiang

**Abstract:** Keeping the spent fuel in storage is the necessary measure during the nuclear energy development under the current situation. The Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and the Safety of Radioactive Waste Management constructed the ideal legal framework for the spent fuel storage management, established the concept of prevention for nuclear safety and the idea of responsibility. The sophisticated system of spent fuel management rules made by the United States, who produced the most spent fuel in the world, has strong reference significance to the legislation of China. Nuclear safety concept must be combined with spent fuel storage management practice so as to set up the risk prevention concept, clear the responsibility of the related subjects, and construct the spent fuel storage fund, ensuring the sustainable development of nuclear industry.

**Key words:** spent fuel; storage; management; legislation; nuclear safety

(责任编辑 周振新)