中国核共体

执行机构季讯

2019 年第 3 期
总第 26 期

欢迎关注

中国核共体微信公众号

构建人类命运共同体是习近平总书记倡导的重要理念，已写入党章和党的十九大报告。保险是一种市场化的风险转移机制和有效应对各类灾害事故及突发事件的社会互助管理机制，风险共担和利益共享的原则贯穿行业发展始终，特别是保险公司之间组成的保险共同体，与人类命运共同体的核心理念非常契合。

从1999年到2019年，中国核保险共同体走过茁壮成长的二十年，从严重依赖境外再保险市场，发展到主导境内核保险业务、深度参与国际核保险市场规则制定和公共决策，成为保险行业护航核工业发展、服务国家核风险管理的重要平台。这些成绩的取得，离不开银保监会的关心和指导，离不开民族核工业的精诚合作，离不开成员公司和管理公司的大力支持，离不开核保险从业人员的辛勤工作。

当前，中国核共体正以护航核能发展为主线，着力提高专业能力与服务水平，加大新险种开发推广，进一步完善核保险保障体系，做好核保险保障和服务；同时，加强新形势下的核保险风险管理，配合开展好服务政府管理和国家战略的有关专项工作。

中国核事业进入了安全高效发展的新阶段，中国核保险进入了高质量高水平发展的新时期。中国核共体将在银保监会指导下，继续恪守集中国内核保险承保能力服务国家核能发展战略的宗旨，充分发挥自身机制优势，积极听取核能行业的需求意见和改进建议，在更深层次上将保险行业的风

险管理经验融入到核能行业的风险管理体系中，创造核保险与核工业互动互促、优势互补、战略共进的良好合作局面，为完善我国巨灾保险制度和核风险管理体系、服务国内核能发展和核电“走出去”战略而继续努力，为民生安全和公众福祉做出应有的贡献！

本期开卷的内容是《中国核保险共同体发展概况》，初步总结了二十年来中国核共体的发展情况。本期专业论坛文章推出核共体研究报告节选《核损害赔偿体系的历史、现状、未来》与《防范核事故是核风险管理的重中之重》。

中国核保险共同体发展概况

经中国保险监督管理委员会批准，中国核保险共同体（简称“中国核共体”）于1999年9月在北京成立。中国核共体的宗旨，是联合并集中我国保险行业的力量，加强国际合作与交流，为国家核工业发展保驾护航，提供专业、安全的核保险保障与风险管理服务。

在核共体成立大会上，时任保监会副主席吴定富同志指出：“核共体的成立是中国保险业的一件大事”。从此，中国的核保险摆脱了严重依赖境外再保险市场的不利局面，为支持民族核工业发展奠定了重要的保险组织与机制基础。

20年来，在监管机构的正确指导下，在各有关政府部门、核工业界、保险界和社会各界的支持信赖下，中国核共体在组织制度建设、保障规模和承保能力、专业能力建设、服务政府管理、国际地位与话语权等方面都实现了跨越式发展，成为保险行业护航核工业发展、服务国家核风险管理的重要平台。

一、组织规模逐步壮大，制度建设不断加强

中国核共体成员数量从成立时的5家发展到现在的29家，包括23家财产保险公司和6家再保险公司（成员名单附后），这些公司资质优良、实力雄厚、财务稳健，2018年在我国财险市场的份额超过90%，净资产超过5000亿元，成员之间就核保险相互承担连带责任，为保险行业服务核工业发展创造了良好条件。

中国核共体运作与风险管理的各项制度，如出单竞合制度、连带责任制度、净承保能力制度、偿付能力监测制度、承保能力审核制度、低手续费率制度、再保人资质审核制度等等，也不断走向健全和完善，形成了比较完整、科学的核巨灾保险运作与管理制度体系。

二、保障规模与承保能力持续提升

中国核共体的各类核保险产品覆盖了境内所有运营核电机组，承保了中核集团、中广核集团、国家电投集团的秦山一期（方家山）、秦山二期、秦山三期、田湾、福清、昌江、三门、大亚湾、岭澳、岭东、宁德、红沿河、阳江、防城港、台山、海阳等16个核电厂47台核电机组的核物质损失险、核第三者损害责任险、相关核雇主责任险，并为其他有关核设施（含军民两用核设施）、核活动提供了乏燃料贮存责任险、核材料运输责任险等核损害责任险保障。其中，核物质损失险主流保单的每一危险单位保险限额为140亿元，是国际核保险市场上保障范围最全面、保险限额最高的保单品种之一，目前为价值约8000亿元的境内核财产提供保障，有力地支持了国家核电运营与发展。根据国家相关规定，当前核第三者责任险保单限额为3 亿元。

从1999年到2019年，中国核共体的净承保能力获得了长足发展，由成立初期的境内业务每一危险单位3.3亿元、境外业务每一危险单位1 亿元，提高到目前的境内业务每一危险单位66亿元、境外业务每一危险单位26亿元，分别位列全球市场第二位、第三位，有力地维护了民族核工业的保险利益。

三、专业能力建设成效显著

在核工业科研单位和相关高校的协助下，中国核共体先后研究开发了“核物质损失风险评估定价模型”、“核第三者责任风险评估定价模型”，建立了“核保险数据库”，为核保险费率的科学厘定奠定了基础。在监管机构指导下，中国核共体还为《财产保险危险单位划分方法指引第12 号：核电站运营期》起草了有关建议。

日本福岛核电厂“3.11”核事故发生后，中国核共体先后完成《中国核电厂风险管理报告》、《日本福岛核事故损害赔偿情况报告》、《国内核电站厂址风险评估》等专项课题。近年来，为做好我国第三代核电AP1000、EPR等全球首堆的核保险工作，开展了“AP1000第三代核电技术全球首堆风险评估”等研究项目，为我国新型核电的国际承保与风险管理做好专业支持。

核共体逐步培养起一支核保险和核电风险评估等条线的专业人才队伍，牵头承担核安全、机器损坏和消防等主要风险领域的保险实体风险评估，不仅完成了境内核电厂的保险风险检验任务，而且成为国际核共体体系技术活动的积极参与

者。中国核共体通过广泛参与境内外核电风险评估活动，服务于核工业风险管理经验反馈，为我国核工业企业累计提供了近千项风险管理改进建议。

中国核共体应用新技术提升核保险运营服务、加强巨灾应急管理，建设了“核星”区块链业务平台、核保险巨灾应急信息平台等数字化平台，在国际核保险市场上处于领先地位。

四、积极服务政府管理

作为保险行业的专业联合体，中国核共体依托平台优势和专业资源，为有关国家机关和政府部门提供专业服务，积极配合政府管理，近年来参与了我国涉核立法建设研究、商业保险参与国家核事故应急机制建设研究、核保险巨灾责任准备金制度国际调研、核电“走出去”保险保障课题、放射性污染风险保障研究等工作。

在《核安全法》立法过程中，中国核共体受全国人大环资委、国家核安全局委托，先后开展了“核损害赔偿立法研究”、“核与辐射事故第三方责任立法与保险研究”，研究成果为我国《核安全法》有关内容的讨论与起草提供了专业参考。《核安全法》自2018年1月1日实施以来，核共体结合自身业务积极贯彻落实《核安全法》有关规定，为促进核安全运营、服务核安全保障发挥独特功能。

为配合推进“十三五”核安全规划项目——“商业保险参与国家核应急机制建设”，目前核共体已完成“核保险巨灾事故应急信息平台建设”第一期，为核共体融入国家核应急体系创造条件。

建立核保险巨灾责任准备金制度是国务院《关于加快发展现代保险服务业的若干意见》的要求，也是应对核风险重大性、巨灾性、长期性的科学制度设计，根据中国银行保险监督管理委员会安排，核共体参与了核保险巨灾责任准备金制度的国际调研和方案论证等工作。

中国核共体承担并完成国家能源局“核电‘走出去’核损害赔偿责任风险研究”课题，并与中核集团等单位密切协作，服务核电“走出去”战略。开展了放射源环境污染责任保险研究，配合有关主管部门和单位推进加强放射性污染风险管理工作。

五、国际市场话语权不断提高

中国核共体积极深化国际合作、主动参与国际事务，在国际市场建立起了重

要影响力和话语权，成长为国际核共体体系的重要一极。

目前，中国核共体境内外业务每一危险单位承保能力居全球前列，是国际核共体体系主席年会、经理年会和亚洲核共体经理年会的重要成员，并担任国际核共体体系总目标委员会委员单位、工程分委会委员单位、理赔分委会委员单位，深度参与国际核保险市场规则制定和公共决策。

在国际再保险市场上，中国核共体自主主导境内核保险业务关键条件的协商，具有核保险承保、理赔、风控等领域的自主权，为我国核工业企业提供了具有全球竞争力的保障服务和费率水平，有力地维护了民族核工业的利益。

为形成良好的风险地域结构和险种组合，中国核共体还从20多个国家或地区承保了300余座核设施的分入再保险业务，约占世界核设施总量的70%，成为境外核保险市场的重要再保险人。

2018年11月，中国核共体与英国核共体（国际核共体体系秘书长单位）在英国驻北京大使馆签署战略合作协议（MOU），加强双方合作，进一步发挥国际核共体体系在核风险管理领域的机制优势，积极参与“一带一路”沿线国家核保险业务，为我国核工业发展提供更全面、更充分的保险保障和专业服务，助力核电及装备制造业“走出去”相关工作。

当前，中国核共体正以护航核能发展为主线，着力提高专业能力与服务水平，加大新险种开发推广，进一步完善核保险保障体系，做好核保险保障和服务；同时，加强新形势下的核保险风险管理，配合开展好服务政府管理和国家战略的有关专项工作。

面对核能发展和核保险新形势，中国核共体将在银保监会指导下，继续恪守集中国内核保险承保能力服务国家核能发展战略的宗旨，充分发挥自身五大机制优势，积极听取核能行业的需求意见和改进建议，在更深层次上将保险行业的风险管理经验融入到核能行业的风险管理体系中，创造核保险与核工业互动互促、优势互补、战略共进的良好合作局面，为完善我国巨灾保险制度和核风险管理体系、服务国内核能发展和核电“走出去”战略而继续努力，为民生安全和公众福祉做出应有的贡献！

中国核保险共同体

成员公司：

核共体工作简讯

◆ 完成中核集团海南核电业务续转

8月，中国核共体完成中核集团海南核电业务续转，并继续为码头扩建项目提供保险保障。

◆ 拜访国家核安全局经验反馈处

8月，中国核共体执行机构拜访国家核安全局经验反馈处，并汇报相关工作情况。

◆ 完成“华龙一号”全球首堆的核保险风险评估

8月底，中国核共体组织的国际工程师团队顺利完成对中核集团福清核电厂5/6号机组装料前核保险风险评估活动。福清5号机组是“华龙一号”全球首堆示范工程。“华龙一号”是在我国30余年核电科研、设计、制造、建设和运行经验的基础上，根据福岛核事故经验反馈以及我国和全球最新安全要求，研发的具有完整自主知识产权的三代核电技术。

◆ 比利时核共体来访

9月，中国核共体执行机构接待比利时核共体总经理Marc Roothooft来访。

◆ 参加捷克核电厂国际核保险风险检验活动

9月，核共体执行机构工程师应邀参加捷克Temelin核电厂风险检验活动。Temelin核电厂自1987年开始建设，2000年投入商运，采用俄罗斯VVER 1000核电技术。捷克国内对核电支持度很高，核电占国内发电量比例约34%，并可向周边国家出口电力。

◆ 中国核保险共同体成立二十周年系列活动筹备工作有序开展

2019年是中国核共体成立二十周年，将于11月在北京举办高峰论坛、亚洲核保险经理年会、中国核共体大会等系列活动。在此期间将发布“中国核共体核损害应急响应平台”、《核损害赔偿体系建设研究》、《核保险实体风险研究报告》等平台和专业报告。同时高峰论坛期间也将举办中国核共体二十周年成就展。在中再集团、中再产险与核共体各理事单位、成员公司的指导和大力支持下，相关工作推进顺利。

核电信息

国内核电行业动态

◆ 国内核电运行与建设

国务院新闻办公室发布《中国的核安全》白皮书

国务院新闻办9月3日发布《中国的核安全》白皮书。这是中国发布的首部核安全白皮书。

白皮书指出，近70年来，中国核事业从无到有、持续发展，形成了完备的核工业体系，为保障能源安全、保护生态环境、提高人民生活水平、促进经济高质量发展作出了重要贡献。中国始终把保障核安全作为重要的国家责任，融入核能开发利用全过程，始终以安全为前提发展核事业，按照最严格标准实施监督管理，始终积极适应核事业发展的新要求，不断推动核安全与时俱进、创新发展，保持了良好的安全记录，走出一条中国特色核安全之路。

白皮书指出，党的十八大以来，中国的核安全事业进入安全高效发展的新时期。在核安全观引领下，中国逐步构建起法律规范、行政监管、行业自律、技术保障、人才支撑、文化引领、社会参与、国际合作等为主体的核安全治理体系，核安全防线更加牢固。

白皮书强调，作为构建公平、合作、共赢的国际核安全体系的重要倡导者、推动者和参与者，中国在做好自身核安全的同时，认真履行核安全国际义务，大力推动核安全双多边合作，积极促进核能和平利用造福全人类，为全球核安全治理贡献了中国智慧、中国力量。（信息来源：国务院新闻办公室）

全球最大轻水压水堆核电厂诞生

7月24日，阳江核电6号机组在顺利完成168小时满负荷示范运行之后，正式投入商运。至此，阳江核电厂6台百万千瓦级核电机组全面投产，成为全球最大的在运轻水压水堆核电基地。

阳江核电厂是我国一次核准机组数量最多和规模最大的核电项目，也是我国核电“规模化、系列化、标准化”发展的标志性项目。1、2、3、4、5号机组分别于2014年3月25日、2015年6月5日、2016年1月1日、2017年3月15日、2018年7月12日实现商业运行；其中5号机组首次采用中广核自主研发的核电厂“神经中枢”和睦系统，实现了国内首台具有完全自主知识产权的核级数字化仪控系统的工程应用。

阳江核电厂6台机组投运后，年发电量可达480亿千瓦时，将在粤港澳大湾区能源结构转型升级中发挥支柱性作用。截至6月30日，阳江核电厂累计上网电量已超过1200亿千瓦时，相当于植树造林27万公顷，减少标煤消耗3680万吨、减排二氧化碳10092万吨。（信息来源：科技日报）

田湾5号机组完成二回路联合水压试验

8月9日凌晨00:20，田湾核电5号机组二回路联合水压试验压力升至12.75MPa并成功保压10分钟，承压焊口无一泄漏，各项试验结果满足要求，水压试验圆满完成。（信息来源：中核工程）

我国大陆首座核电厂首次实现连续3次全燃料循环运行

9月9日，我国大陆首座核电厂——秦山核电厂圆满完成第十九次燃料循环运行，开始换料大修。本燃料循环共连续功率运行390天，这是秦山核电厂功率从30万千瓦提升到35万千瓦之后的首个燃料循环，也是秦山核电厂首次实现连续3次全燃料循环运行，创造了历史最佳运行业绩。

秦山核电基地已建成9台机组，总装机容量660.4万千瓦，年发电量约500亿千瓦时，是目前我国核电机组数量最多、堆型最丰富、装机容量最大的核电基地。（信息来源：中核集团）

◆ 三代核电最新动态

国家核安全局：漳州、惠州核电项目将陆续开工建设

在国务院新闻办在9月3日上午举行的新闻发布会上，生态环境部副部长、国

家核安全局局长刘华透露，未来几个月，福建漳州核电项目、广东惠州太平岭核电项目将在通过安全审查后，陆续开工建设。目前，这些项目都在进行厂址的前期准备。刘华表示，关于新的核电项目，前不久国家能源局已经发布了国务院在今年年初核准的几个新核电项目，目前这些核电项目正在积极的前期准备过程中。（信息来源：第一财经）

新进展！漳州核电环评文件获批

9月23日，生态环境部发布拟作出福建漳州核电厂1、2号机组（建造阶段）环评文件审批意见的公示。（信息来源：生态环境部）

国和一号（CAP1400）湿绕组电机主泵样机通过鉴定

7月15日，CAP1400湿绕组电机主泵样机在上海电气凯士比核电泵阀有限公司顺利完成全部鉴定试验项目，试验数据显示主泵各项性能参数均满足主泵设计规范书的要求，试验后拆检结果满足验收要求。7月31日，样机通过专家鉴定会鉴定。国家核安全监管机构代表全程参与并见证了鉴定试验和拆检过程。

本次试验的成功完成，标志着CAP1400湿绕组电机主泵样机研制完成，解决了CAP1400示范项目关键设备的“瓶颈”问题，能够保障示范项目的主泵需求。（信息来源：上海电气）

◆ 核电走出去

“华龙一号”海外首堆常规岛汽轮机扣盖完成 为热试奠定基础

7月24日17点46分，随着LP2低压缸缓缓落下，“华龙一号”海外首堆卡拉奇核电厂K-2机组常规岛汽轮机扣盖节点顺利实现，标志着常规岛安装工作重点由设备安装转至单体调试，为后续汽轮机盘车及热态试验奠定了坚实基础。（信息来源：中核集团）

“华龙一号”海外机组调试大纲正式获批

经过近三个多月的评审，巴基斯坦核能监管委员会(PNRA)于2019年9月17日晚，正式批准了《卡拉奇核电厂二号/三号机组（K-2/K-3）调试大纲》。

调试大纲是核电厂调试阶段管理和技术的纲领性文件，是核安全监管当局监督调试阶段工作的依据文件。（信息来源：中国核电信息网）

国际核电行业动态

◆ 国际核电运行与建设

美国核管会就桃花谷核电厂延寿征求意见

美国核管会已就艾克森电力公司申请为桃花谷2号和3号机组再运行20年的申请，发布了补充环评报告草案征求公众意见。这将是该电厂许可证第二次延期，若得到批准，则可运行80年。

桃花谷核电厂于1974年开始发电运行，最初获得40年的许可，原许可证在2003年延期。目前，2号机组和3号机组的许可证有效期分别于2033年和2034年到期。

捷克重启核电站新建机组项目

捷克《经济报》8月15日报道，在经过了数年的停滞后，捷克副总理兼工贸部长哈弗利切克重新启动Dukovany核电厂新机组的建设项目。

8月30日，捷克核电厂运营商CEZ能源集团发布声明称，捷克环境部对在Dukovany核电厂址建设两台新机组的环境影响评估报告予以了批准。

CEZ表示，此次环评对是否有足够冷却水确保Dukovany核电厂现有4台机组及新机组同时运行的问题进行了分析。结果显示，即使在恶劣气候条件下，现有4台机组及1台装机容量达1200MWe的新机组也可保持正常运行。

9月5日，捷克CEZ能源集团首席核能官Bohdan Zronek在出席世界核协会（WNA）2019年研讨会时表示，该公司与捷克政府间有关新核电机组建设项目的框架协议预计将于2020年初签署完成，目前双方已就协议大纲达成一致。

Zronek透露，协议中将包含政府支持条款，但这并不意味着政府将对新核电厂直接持股。不过由于政府的介入，核电建设项目融资成本将有所下降。

Dukovany核电厂当前在运的4台机组装机容量均为498 MWe，先后于1985 ~ 1987年间投运，并拟于2035 ~ 2037年间退役。根据捷克政府长期能源战略，捷克计划在2035年前至少建设1台新核电机组。7月，捷政府决定新建Dukovany核电厂新机组，预计总投资2000–3000亿克朗（约合87–130亿美元），其中一半资金来自银行贷款，由捷国家能源集团具体负责。

Rosatom获土耳其阿库尤2号机组建造许可证

9月9日，俄罗斯国际新闻通讯社（Ria Novosti）援引俄罗斯国家原子能公司（Rosatom）匿名消息称，土耳其原子能管理局（TAEK）已为Rosatom颁发阿库尤（Akkuyu）核电厂2号机组建造许可证。

2018年12月，Rosatom获得该机组基础建造许可证以开展厂址准备工作，但实际建设工作需在获得正式建造许可证后才可启动。

此外，该公司还拟于2020年1季度获得阿库尤核电厂3号机组基础建造许可证。

俄罗斯将在雅库特建造小型模块堆

9月5日，俄罗斯国家原子能公司和萨哈共和国（雅库特）签署了一项关于在最新的RITM-200反应堆设施基础上建造小型模块堆的合作协议，RITM-200反应堆最初是为船舶设计的。双方合作内容包括：可行性研究、设计和勘测；制定项目的财务模型；以及确定在雅库特实际建造小型模块堆的场址。

俄罗斯国家原子能公司准备向合作伙伴提议，开展一个带有RITM-200反应堆的项目，用这种核电厂为偏远地区和消费者提供能源。RITM-200是新一代压水堆。该系列的6个核反应堆已成功安装在“北极”号、“西伯利亚”号和“乌拉尔”号破冰船上。

乌兹别克斯坦将于年底前签署首座核电厂EPC合同

乌兹别克斯坦代表在维也纳出席国际原子能机构（IAEA）第63届大会时表示，有关该国首座核电厂建设项目的设计－采购－建设（EPC）合同将于2019年底前签署完成。

乌兹别克斯坦已正式邀请IAEA对其实施综合核基础设施审查（INIR）以对该国基础设施能否引进核电进行评估。2019年10月，IAEA及相关方将在乌兹别克斯坦首都塔什干举行会议，以筹备审查工作。

此前，俄罗斯国家原子能公司曾宣布将在乌兹别克斯坦建设两台WER-1200机组，其中首台机组计划于2028年投入商运。

2018年9月，俄乌两国签署有关在乌建设核电厂的初步合作协议，2019年5月，双方签署首座商用核电厂拟建厂址调查协议。

法国Astrid钠冷快堆示范项目推迟至2050年后

8月30日，法国原子能和替代能源委员会（CEA）发布声明称，2050年之前该

国暂无继续推进Astrid钠冷快堆示范项目的计划。

据了解，CEA原计划在马库尔（Marcoule）厂址建造一座装机容量为600MWe的钠冷快堆，但2018年6月，法国政府称，为节省资金，该项目装机容量将降至100~200MWe。

此前，法国曾计划在2024年批准快堆建设，并在2030年代实现首座示范快堆投运。但2019年1月，政府公布初步长期能源计划称，鉴于目前铀仍具有广泛可用性，因此最早要到2050年才需建设快堆项目。

ASTRID是第四代核能系统钠冷池式快堆，采用MOX燃料，其安全水平至少与第三代相当，负荷因子不低于80%，可实现次量锕系核素嬗变的示范，投资可控，并可作为辐照设施开展相关试验。ASTRID项目属法国国家投资，由法国原子能委员会（CEA）牵头负责，阿海珐（AREVA NP）负责核岛（堆芯和燃料仍属于CEA），法国电力公司（EDF）为业主提供技术支持。按计划2010年至2012年为预概念设计（pre-conceptual design）阶段，确定主要设计参数；2013至2014为概念设计（conceptual design）阶段，确定开口选项，如堆芯设计、燃料类型、蒸汽发生器新材料和技术、能量转换系统、钠防火新技术、严重事故缓解设施、仪控等，2015至2017为初步设计（basic design）。

◆ 福岛核事故新进展

东京电力福岛第一核电厂开始拆除烟囱

据日本共同社报道，东京电力公司于8月1日开始拆除福岛第一核电厂1、2号机组的共用烟囱上半段。在核事故发生时，为了降低1号机组反应堆压力容器的压力，烟囱曾用于向外排放含有放射性物质的蒸汽。

由于支柱发生了断裂，此次拆除是为了减小倒塌的风险。具体的拆除工作由福岛当地的企业负责。使用大型起重机将切割装置吊到高处后，通过远程操作对烟囱上半部分逐步进行环切并移除。1日将首先拆除敷设电缆的管道等，2日开始将着手拆除烟囱本身。

福岛第二核电厂将退役：耗资177亿人民币 耗时将超40年

日本东京电力公司7月31日召开董事会，正式决定退役福岛第二核电厂。这意味着，福岛两座核电厂10座核反应堆将在数十年内全部退役。

日本共同社报道，福岛第二核电厂4座核反应堆的退役可能耗费大约2800亿日元（约合177亿元人民币），耗时超过40年。东电打算就地建设一处设施，用

于存放这座核电厂的乏燃料，但这些乏燃料的处理场待定。

福岛一核放射性污水将达极限 日政府小委员会商对策

据日本共同社报道，日前，围绕东京电力福岛第一核电厂持续增加的含放射性物质氚的处理水，日本政府小委员会召开会议讨论处理方法。

报道称，这是约7个月以来再次召开小委员会会议。此前讨论了排放入海等5种处理方法，把渔业相关人士等呼声较高的长期保存作为议题还属首次。事务局称，“并未预设日程”，表示下次以后还将继续讨论。

东电称，用地内储罐保存将于2022年夏天达到极限，扩大储罐容积或转移至用地外存在难度。如果长期保存，报废作业结束后也会留下储罐，而且会占用熔融核燃料（燃料碎片）保存设施等用地。

燃料碎片冷却等过程中产生的污水通过“多核素去除设备”（ALPS）进行净化处理，但无法去除放射性氚，导致处理水持续增加。原子能规制委员会指出，应稀释后排放入海。

截至2019年7月底，保存在储罐中的核污水约为110万吨。东电计划到2020年底确保储罐容量达到137万吨，之后则未定。

国内核能行业事件通告

宁德核电厂1号机组发生一起1级运行事件

近日，国家核安全局发布了关于印发《福建宁德核电厂1号机组“因应急母线LHB失电导致手动停堆后撤”运行事件独立调查报告》的函，国核安函[2019]56号，详情如下：

各相关单位：

2019年7月8日，福建宁德核电有限公司向我局通告宁德核电厂1号机组发生一起1级运行事件：“因应急母线LHB失电导致手动停堆后撤”。我局对此高度重视，立即核实情况并开展研究，认为尽管本次事件并无实际核安全后果，但可能存在设备共因失效，且可能其他电厂也存在类似问题。我局于7月9–12日组织专家赴福建宁德核电厂现场对该事件开展了独立调查和评价。

根据调查情况，本次事件原因为重要厂用水系统（SEC）泵电机绝缘子和供电开关熔断器两处设备故障失效的叠加；电厂对事件的应对和处置是适当的；由

于该事件与1号机组当晚出现的另一起异常存在共因失效，电厂按照国际核与辐射事件分级原则，将事件级别界定为1级是合理的。此外，本事件涉及同批次电机设备部件的材料失效，事件发展和处置过程较为复杂，在相关设备的制造运维、机组的运行操作等方面需引起采用同批次设备核电厂的重视。

现将事件调查报告印送给你单位，请排查是否采用了同批次或类似设备，并做好以下经验反馈工作。

一、福建宁德核电有限公司应尽快分析SEC泵供电开关熔断器C相未能正常熔断的原因，并开展必要的改进行动。

二、应进一步与SEC泵电机制造厂家开展沟通，研究改进电机结构，保证绝缘子日常检测和维修的可达性，并采取有效措施防止其绝缘性能降级。

三、应排查所采购电机绝缘子材料的使用情况，对制造材料为不饱和聚酯纤维增强塑料4332（DMC）且在潮湿环境中使用的绝缘子，应尽快实施改造。

四、应进一步梳理和优化核安全相关设备的预防性维修程序，加强对设备性能频繁降级情况的识别，关注设备性能降级的深层次原因，提高设备可靠性。

五、应会同设计单位进一步分析本次异常中核电厂中压配电系统电压互感器（PT）谐振相关情况，研究PT谐振的产生机理和应对措施，必要时优化改进核电厂相关设计。

附件：主送单位名单

国家核安全局

2019年7月31日

（此件社会公开）（信息来源：国家核安全局）

专业论坛

核损害赔偿法律体系的历史、现状、未来

核共体执行机构　杨尊毅

1. 核损害赔偿法律体系的发展历史

1.1 核损害法律的起源

核损害赔偿责任法是各核电国家自核电发展伊始就开始建立的特殊损害赔偿责任法，其中很多法律原则都体现了效率优先的法经济学观点，典型的示例是针对核损害赔偿责任的归责、赔偿额度等关键原则并没有采用普通侵权法的规定，而是开创性地引入了唯一责任原则、无过错责任原则、有限责任原则等特殊规定。

早在 1957 年全球第一座民用核电厂美国希平港核电厂[1]建成之际，由于意识到发生严重反应堆事故的概率不可能减少为零，而一旦发生严重事故将带来严重的破坏。根据当时的侵权责任法，事故赔偿责任将由责任人承担，由此将给核电营运单位带来不可承担的灾难性后果，同时巨额的核事故赔偿责任也远远超出当时全球保险业的承保能力，核电营运单位将被迫自行承担赔偿责任。在此背景下，该核电厂的营运单位表示在核损害赔偿责任问题未有合理的解决方案之前将

1　希平港核电厂是世界上第一座“专一民用的大型核电厂”。核电厂坐落在美国宾夕法尼亚州俄亥俄河边，距离该州首府匹兹堡40Km。希平港核电厂在1957年12月2号并入电网后一直运行到1982年10月才永久关闭。

不会装载核燃料并开始运行。为鼓励核电工业发展，同时也为保护受害人的合法权益，美国诞生了全球第一部核损害赔偿责任法——普莱森－安德森法（《Price-Anderson Act》）。普莱森－安德森法本质是一项核能行业特殊法，从普莱森－安德森法的立法内容看，核损害赔偿责任法的立法目的是双重的：一是消除核能营运单位无法承担核损害赔偿责任的担忧，吸引投资者投资核能产业；二是保护了核辐射受害人能获得经济赔偿的权益。围绕这个双重目的，普莱森－安德森法建立了唯一责任、绝对责任、有限责任、强制财务保证责任、国家干预责任、唯一司法管辖等一系列的特殊原则。随着核电在越来越多国家中运用，普莱森－安德森法所开创的核损害赔偿责任体系陆续在各个核电国家开始建立，如德国（1959年）、日本（1961年）、西班牙（1964年）、英国（1965年）、法国（1968年）、韩国（1969年）、加拿大（1970年）等。

除各国的核损害赔偿法外，考虑到核损害极易造成跨国境的核损害，建立核损害赔偿责任国际公约的想法最早在欧洲产生，欧洲由于国家面积小、数量多而又互相接壤，在发展核电的初期就感受到跨境核损害的威胁。1960年，西欧各国在巴黎达成了《关于核能领域的第三方损害赔偿责任公约》，它是世界上第一部核损害赔偿国际公约。截至目前，全球共建立了三个国际核损害赔偿公约，分别是1960年的巴黎公约、1963年的维也纳公约和1997年的核损害补充赔偿公约，巴黎公约和维也纳公约自生效以来已经过多次修订，其中巴黎公约还扩展了布鲁塞尔补充公约。

三个公约基本采用了相同的立法原则和立法思路，形成三个大致相同的国际公约的背景是三个公约的缔约国存在较大的差异，难以直接融合在一个公约中，如巴黎公约的缔约国主要是西欧的发达国家，它们地理位置相近，社会经济发展水平接近，公约对各国提出责任额度要求也较高；又如维也纳公约的缔约国主要是东欧、南美等小国，其中很多甚至是无核电的国家，因此责任金额是最低的；而核损害补充赔偿公约出台的背景则是为了吸纳游离在巴黎公约和维也纳公约之外的核电国家，主要是为吸引美国加入公约体系而设计的。

2. 核损害赔偿法律体系的现状

2.1 全球核损害赔偿法律体系高度趋同

全球核损害赔偿法律体系的法律原则和法律框架呈现出高度的一致性，这种立法的一致性主要是由三个原因造成的，一是全球核损害赔偿的法律体系基本都

沿用了美国的普莱斯－安德森法所建立的核损害赔偿立法原则，二是随着核损害赔偿国际公约的盛起，主要核电国家的核损害立法都向与国际公约趋同的方向发展，三是核电技术掌握在少数几个国家，核电出口国普遍要求核电进口国建立与国际公约一致的核损害赔偿责任法律制度以保障自身权益。在上述三个因素的综合影响下，各国的核损害赔偿法律体系形成高度趋同的特点，这种趋同主要体现为全球各核电国家的核损害赔偿法律体系基本都参照唯一责任原则、无过错责任原则、有限赔偿责任原则、强制财务保证原则、政府干预原则、有限诉讼时效原则、唯一司法管辖原则、不歧视原则等来制定。

2.2 各国核损害法律体系与核电发展保持同步

纵观世界主要核电国家，无不是在核电发展早期就已制定核损害赔偿法，各主要核电国家核损害赔偿责任法首次立法时间与首台核电机组商业运行时间的对比参见图 1。在图 1 的前半部分，这种同步发展的趋势显著，在后半部分，可以观察到这种同步发展关系的背离趋势，这主要是因为前苏联解体导致前独联体国家及华沙组织国家独立，这种国家的分立直接或间接导致这些国家诸多法律的重新制定，由此加剧了前述同步关系的背离。

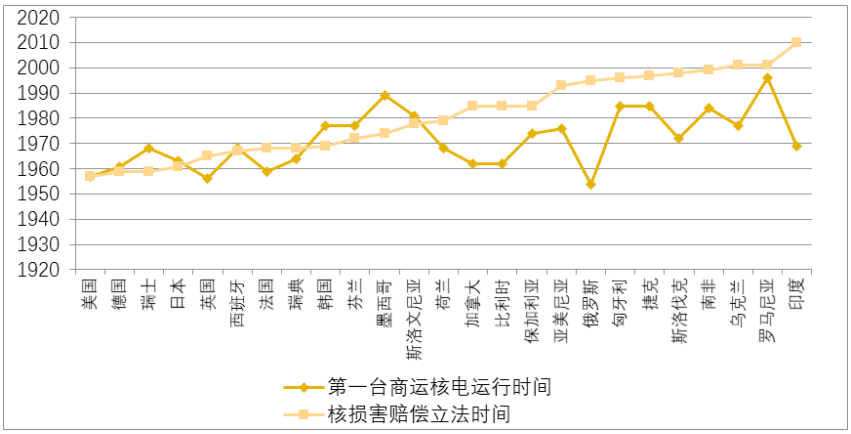

图 1　主要核电国家首次立法时间与首台核电机组建设时间的对比

2.3 各国核损害赔偿法律体系的立法形式多样

从立法形式看，将核损害赔偿的立法内容与其他法规合并或将核损害赔偿责任单独成法的情况都有。在美国、英国、法国、德国、俄罗斯、越南、斯洛伐克、捷克、南非、土耳其、波兰、意大利、乌克兰、孟加拉国、哈萨克斯坦、丹

麦、立陶宛、白俄罗斯、印度尼西亚、菲律宾、马来西亚21个国家中，核损害赔偿责任法与其他立法合并确立，如美国的核损害赔偿责任法“普莱斯－安德森法”合并于“核能法”中，法国的核损害赔偿责任法合并于“核能领域透明法”中，德国的核损害赔偿责任法合并于“原子能的和平利用及危害防治法”等。在日本、韩国、中国台湾、印度、阿联酋、荷兰、比利时、西班牙、瑞士、芬兰、瑞典、罗马尼亚、斯洛文尼亚、加拿大、墨西哥、奥地利、匈牙利、保加利亚、阿根廷、巴西等20个国家和地区中，核损害赔偿责任法以专门法的形式单独立法，如日本的核损害赔偿责任法即为“核损害赔偿法”。

2.4 国际核损害赔偿公约覆盖范围持续增加

从国际核损害赔偿赔偿公约的出台背景看，其中既有保护跨境受害人的成分，也有保护核工业的成分。考虑到核事故造成的巨大损失和公约所设定的有限赔偿金额，保护本国核工业正成为未加入公约国家的首要考虑因素，如日本在福岛核事故发生后很快就加入了核损害补偿赔偿公约。截止2019年3月31日，全球绝大部分的核电国家都已加入一个或多个国际公约，国际公约涵盖了全球357台核电机组，占比约为80.2% 。

3. 核损害赔偿法律体系的发展趋势

核损害赔偿的法律体系是持续变革的，一是在国际公约层面，1960年创立的巴黎公约，经历了1964年、1982年和2004年三次主要的修订；1963年创立的维也纳公约，也在1997年进行了修订。二是在各国国内立法层面，如1957年创立的美国普莱斯－安德森法，历经了1966年、1988年、2003年、2015年四次主要修订，另外针对核设施营运单位应承担的责任额度还经过了11次的调整。又如1961年创立的日本核损害赔偿法，经历了9次主要修订。我国对核损害赔偿立法规范的也经历了1986年和2007年两次调整。

核损害赔偿法律体系变化的主要动因一是反映社会经济的发展，不仅体现为物质成就，也体现为精神成就；二是吸收重大事故的经验教训。由此，核损害赔偿体系表现出四个主要的发展趋势，一是对核设施营运单位的法律责任额度要求逐步提高，部分国家甚至由有限责任转向无限责任；二是对核损害的界定越来越宽泛，能获得核损害赔偿法支持的损害类型越来越多；三是核损害赔偿资金来源多元化的特征日益凸显，出现了核损害赔偿社会化的规定和做法；四是核损害赔偿应急机制从无到有，逐步完善。

3.1 法律责任额度逐步提高

提升核损害赔偿责任限额历来是各国际公约及各国核损害赔偿体系修订的重要内容，责任限额成为修订立法核心要素的原因主要有三，一是现行核损害赔偿责任法所规定的责任人责任额度普遍不超过100亿人民币，这与重大核事故可能涉及的上千亿人民币赔偿金额相去甚远，如何通过合理的赔偿限额设计，不仅实现保护公众的目的，还能倒逼核设施营运单位加强安全管理，尽可能地降低核事故发生概率是核损害赔偿立法要解决的核心问题。二是社会经济的发展本身也要求核损害的赔偿额度可以进行动态调整。社会经济发展一方面表现为经济的发展，表现为社会财产的增加和人们平均生活水平的提高，由此要求核损害的赔偿标准要逐步提高；另一方面表现为社会文明的进步，表现为对人和环境资源等非简单物化价值给予更高的重视，由此导致核损害的赔偿范围越来越宽泛。三是随着核能行业的长期稳定发展，一方面核能营运单位的财务实力稳步提高，核能营运单位也具备了承担更多赔偿责任的财务基础，另一方面核设施的平稳运营水平和安全管理水平持续提高，重大核事故发生的概率持续降低，核能营运单位转移核事故损害赔偿责任的代价持续降低。

基于上述三个因素，核损害国际公约和各国核损害赔偿法都将提升赔偿责任限额作为重要的修订事项。巴黎公约对核能营运单位的赔偿责任限额经历了1500万欧元、1500万特别提款权、1.5亿特别提款权、7亿欧元四个提升阶段。美国普莱斯－安德森法则对赔偿责任限额进行了6000万美元、7400万美元、8200万美元、9500万美元、1.1 亿美元、1.25亿美元、1.4亿美元、1.6亿美元、2.0亿美元、3.0亿美元、3.75亿美元、4.5亿美元等多次调整。我国自1986年开始引入核损害赔偿责任立法以来也对赔偿责任限额做过调整，从最早的1800万人民币提高到3亿人民币，目前国内还存在将责任限额提高到3亿特别提款权（约30亿人民币）以便和国际公约最低标准挂钩的呼吁。福岛核事故的发生极大地促进了各国提升赔偿责任限额的进程，自2011年事故发生以来，主要核电国家都完成了责任限额的提升（具体请参加图3.2）。除逐步提升责任额度外，部分国家甚至采取了更为激进的措施，即放弃核损害赔偿中对有限责任的要求，改为采用无限责任，不再设置具体的赔偿责任限额，而是要求核能运行企业要尽最大的可能去承担赔偿责任。日本、瑞士、芬兰都先后从有限责任转为无限赔偿责任。

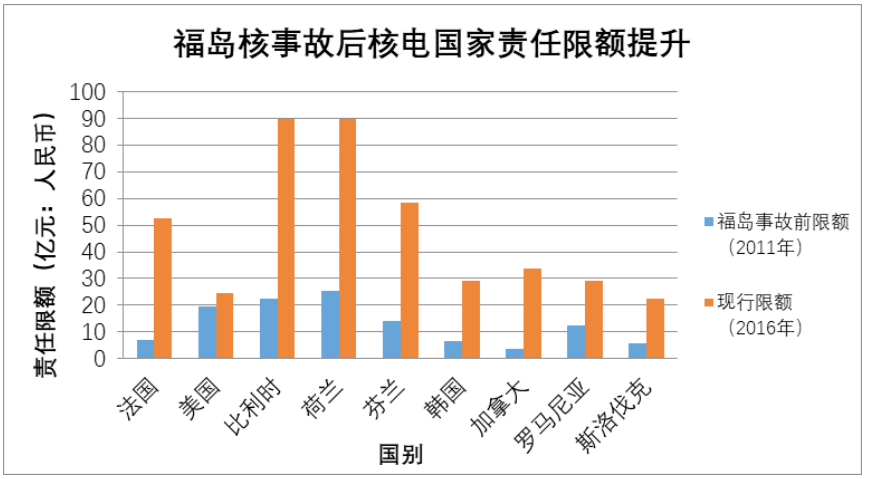

图 2　福岛核事故后核电国家责任限额提升图

3.2 核损害赔偿范围日渐宽泛

传统意义的核损害一般仅包括核设施内部放射性释放或由放射性物质在运输环节放射性释放带来的人身伤害或财产损失，这种伤害或损失是源于上述释放的放射性或毒性、爆炸性或其他有害特性的综合效应。自 1997 年维也纳公约修订以来，国际公约对核损害的定义进行了极大的扩充，扩充之后的核损害范围不仅包含了传统的人身伤害和财产损失，还包括（1）由人身伤害和财产损失带来的直接经济收入损失；（2）恢复受显著影响环境的费用支出；（3）因环境的显著变化导致的直接经济利益损失；（4）为缓解即将发生的核事故的危害程度而发生的费用支出及此类缓解措施带来的后续损失；（5）根据一般民法可获得的其他经济损失（除上述已提及经济损失之外的部分）。可以看到，核损害的赔偿范围几乎包含了所有可能受核辐射影响的范围，其中对环境资源及其直接经济损失的赔偿、对在事故实际发生前所采取的紧急措施的赔偿都是普通侵权责任法通常会比较谨慎的领域。

国际公约对核损害更宽泛的规定，引领着各国法律对核损害的立法规范，立法对核损害的规范，不仅是来自历史实践的经验总结，也对核事故发生后的损害赔偿具有重要的指导意义。除切尔诺贝利事故未进行过大规模公开赔偿外，三里岛、东海村、福岛三次重大核事故均进行过公开赔偿。其中 1979 年美国三里岛核事故虽然并未造成实质的放射性外泄，但由于政府发布了针对周围人群的疏散命令，导致约 20 万人群离开了居住地进行了短期疏散。美国核保险共同体作为承保三里岛核电厂第三者责任保险的保险人对疏散人群的疏散费用进行了甄别和赔

偿，累计支付7100万美元，其中主要涉及对疏散人群的紧急救助、费用补偿、损害赔偿及相关的司法费用，事故中可获得的赔偿包括疏散人群在疏散期间发生的食宿费用、购置衣物费用、交通费用和紧急医疗费用。虽然事故在发生后对周边工商业、农业等带来不利影响，但由于鉴定结果并未显示有明显的核辐射，因此各方在能否获得赔偿及应赔偿多少等问题上进行了长期的司法研究，直至1981年，才将此类损害的索赔请求一并处理。另外，针对该事故可能存在的长期负面影响，还通过建立公众健康基金的形式对该地区的健康情况进行跟踪和研究。

日本1999年的东海村核事故造成了小范围的放射性泄漏，造成3名工作人员死亡，376名人员受到不同程度的核辐射，事故要求距离事故发生地350米半径范围内约50户人群进行疏散、10公里半径范围内约31 万人群进行室内隐蔽。与三里岛核事故的赔偿范围类似，东海村核事故主要针对核事故所导致的人身伤害、医疗检查费用、疏散费用（含交通、食宿及其他临时费用）、财产沾污或销售价格下跌、人员工作收入损失、法人营业收入损失（含受实际损害所致损失和因谣言所致损失）和精神损害（需要以有身体伤害为前提）。事故共支付127亿日圆（约合人民币7亿元），其中主要的赔偿金额是支付经济损失而非人身伤害。

日本2011年的福岛核事故是民用核设施历史上除切尔诺贝利核事故外的另一起7级重大核事故，也是全球首次对重大核事故进行全面核损害赔偿的唯一案例。福岛核事故开创了核损害赔偿的多项世界之最，主要包括（1）潜在的受害人数最多，政府命令疏散人群达34万，自主避难人群达150多万；（2）事故索赔案件数量最多，截止2019年10月15日，共有291.4万份；（3）事故赔偿金额最大，截止2019年10月15日，已支付赔偿金额92184亿日元（约合人民币6000多亿元）；（4）投入事故处理的人力最多，高峰时期共有13200名人员从事与事故赔偿直接相关的工作；（5）赔偿范围最宽，涵盖了精神损失、经济收入损失、传闻损失、间接损失、自主避难损失等一般侵权行为会比较慎重考虑的领域。

具体到福岛核事故的核损害赔偿范围，总体来讲是从合理性出发，只要能证明所受损害与福岛核事故存在合理的因果关联，就应当获得相应的赔偿以恢复到受害前的状态（福岛核事故核损害赔偿更多的出于公平性、合理性考虑，与本文所探讨的法经济学效率优先的观点不尽相同）。出于这种思想的指导，福岛核事故的损害赔偿在东海村事故赔偿实践的基础之上，加强了如下几项核损害类型的赔偿力度：（1）受害人所承受的精神损害，对精神损害的认定取消了在东海村事故处理时提出的需要以身体伤害为前提的条件，只要是受福岛核事故影响的人群均可以获得赔偿，但根据不同受害人的境况提出了不同的赔偿标准；（2）农、

林、牧、渔、工商业、旅游业、运输业、出口行业等产业的营业损失均可获得赔偿，其中特别包含了因传闻所造成的直接或间接经济损失；（3）受害人的财产损失，特别是针对受害人的不动产及家居用品进行了赔偿，赔偿的标准根据受害人需要离家避难的时间来确定，对于不动产的赔偿定价采用多种公允定价方法中的最高值确定；（4）自愿疏散人群的赔偿，自愿疏散是指不在政府指定疏散范围内人群因恐慌而进行的自愿疏散，针对此部分人群的赔偿内容主要是精神受害及自愿避难期间的生活成本增加。

不论是从法律规范还是实际案例，对核损害认定和赔偿实际已经是朝着传统侵权责任以更加公平、更加合理为首导原则的方向前进，即只要根据公众能接受的常识，能建立起受害与核事故之间的因果关系，即基本可以认定为属于核损害的赔偿范围，这与放射性辐射防护科学所建立的基于可观察的人身伤害、财产损失和环境污染存在极大不同。核损害认定标准的这种发展趋势，本文称之为核损害范围的“泛化”，推动核损害范围“泛化”的基础动力来自保护受害人的合法权益，在这种动力的推动下，核损害赔偿的责任额度和责任范围都呈现出日益提高和扩大的趋势。不断“泛化”的赔偿范围看似给能给更多的核事故受害提供损害赔偿，但由于法定赔偿限额依旧远低于核事故的实际致害金额，宽泛的赔偿范围不仅将带来人均可赔偿金额的摊薄，更极端的还可能导致赔偿金的低效率使用。在日本福岛核事故的赔偿实践中，由于追求对核损害赔偿进行以合理性和公平性为基础的公平赔偿，导致对第三方的核损害赔偿金额超过6000亿人民币，巨额的赔偿金额远超出责任人的财务实力，政府为支持损害处理，先是预先垫付了赔偿所需的所有资金，然后通过立法的形式强制要求全体核电行业共同摊付赔偿金，最后通过调高电价及在电力价格中附加赔偿金等方式来改善电力公司经营状况进而筹集偿还政府预先支付的赔偿金，政府所采取的的一系列的赔偿资金筹集机制给核电行业和全社会带来较大的影响，本质上是让全社会共同来承担赔偿成本。由此可见，在核损害赔偿范围“泛化”的趋势面前，如果不考虑赔偿资金筹集成本和使用效率的话，可能会给全社会带来不必要的成本。笔者认为，在核损害赔偿范围“泛化”的背景下，更应该用法经济学的“效率”观点来审视核损害赔偿范围及不同损害类型的赔偿优先权，从社会整体福利角度来科学确定核损害范围及其赔偿标准。

3.3 赔偿资金来源多元化趋势显现

责任人责任限额提高和核损害赔偿范围扩大带来的一个直接问题就是赔偿资

金从哪里来？显然，仅仅依靠核设施运行单位一家的实力不足以确保受害人及时获得核损害赔偿的权益。为此，部分国际公约（布鲁塞尔补充公约和核损害补充赔偿公约）在营运单位的法定赔偿金之外，引入了核设施装置国的赔偿资金或公约缔约国之间的共同赔偿基金，形成了二级或三级的赔偿资金体系。

在国际公约中，布鲁塞尔补充公约是对巴黎公约的补充（两个公约统称为巴黎公约体系），根据2004年巴黎公约及布鲁塞尔补充公约的修订议定书，巴黎公约体系的三级赔偿资金的结构如图3。在发生核事故导致需要对核损害进行赔偿时，第一级的赔偿资金由营运单位承担，责任金额为7亿欧元；第二级的赔偿资金由事故所在装置国提供，责任金额为5亿欧元，装置国可以通过国内立法将5亿欧元的责任由营运单位提供（即，营运单位责任金额为7+5=12亿欧元）；第三级的赔偿资金由所有缔约国家按一定规则[2]共同承担，责任金额为3亿欧元，确定各国分摊比例的基本原则是核电总装机容量越大，需要分摊的资金比例越大。

图 3　巴黎公约及布鲁塞尔补充公约的三级赔偿资金结构

2　缔约国公共基金的分摊规则为：

1）基金的50%按每个缔约国的国民生产宗旨（GNP）与所有缔约国GNP之和的比值分摊，以OECD官方公布的核事故发生前一年的数值为准。

2）基金的另外50%按每个缔约国领土内的反应堆的热功率与所有缔约国领土内的反应堆热功率之和的比值分摊。

3　核损害赔偿公约对缔约国公共基金的分摊规则为：

1）该缔约方核装机容量与每装机容量300SDR的乘积的数额和；

2）核事件发生的前一年所评定的该缔约方的联合国会费分摊比率与所有缔约方的此种比率总和之比值乘以依据第1)分款为所有缔约方计算得到的数额之总和的10%所得之数额。

1997年制定的核损害补充赔偿公约建立了二级的赔偿资金机制，第一级赔偿资金由核装置所在国提供总额为3亿SDR的责任金额，这个责任金额可以由缔约国通过国内法立法的形式交由核设施运行企业承担或核设施运行企业与政府共同承担；第二级赔偿资金由缔约国按一定规则[3]共同承担，各缔约国应承担的比例及筹集的总金额和核电总装机容量直接挂钩，即当所有缔约国共有的核电总装机容量越大，则各缔约国应分摊的责任总额越大，一国拥有的核电总装机越大，则其应分摊的比例越高。核损害补充赔偿公约的二级赔偿资金的结构如图4。

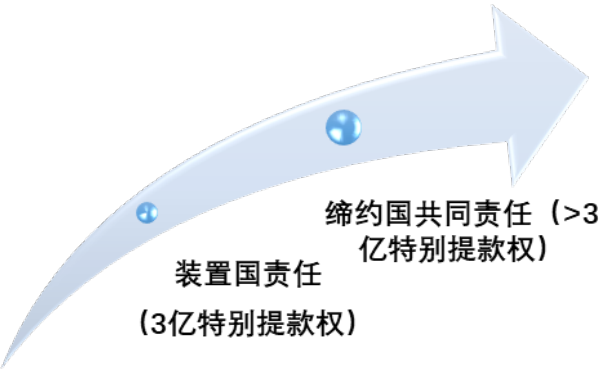

图4　核损害补充赔偿公约的二级赔偿资金的结构

除国际公约外，部分国家在其国内立法或核损害赔偿实践中也建立了多元化的赔偿资金筹措机制，其中以美国和德国的机制最为特殊。美国在1977年后在普莱斯－安德森法中引入了两级的核损害赔偿资金体系，第一级赔偿金由营运单位承担，金额按商业保险市场可提供的最大承保能力确定（在2019年一季度是4.5亿美元），第二级赔偿金由美国国内所有核电运行企业共同承担，各运行企业应承担的责任金额按每台核电机组承担1.21亿美元的标准[4]确定，美国国内102台核电机组可提供高达123.68亿美元的资金支持。美国通过上述两级赔偿资金体系创造了全球最高限额的赔偿资金体系。值得注意的是，第二级赔偿机制并不需要运行企业事先拿出赔偿资金，而是当事故赔偿责任金额超出或预计将超出第一级

4　普莱斯－安德森对第二级赔偿金的主要内容描述如下：商用核电厂持证人需按每台机组6300万美元的标准来摊付赔款，其中每年最高摊付额不高于1000万美元，上述两个金额将根据CPI的变化，每5年调整一次，保证购买力不变。根据2013年发布的数据，上述两个金额分别调整为1.27亿美元和2000万美元。

的赔偿金额时，由营运单位按每年2000万美元的标准逐年提供，直至单一机组累计支付金额达到1.21亿美元。德国在2002年修改国内原子能法《关于和平利用核能和防止核损害法》时，形成了实行核事故损害赔偿无限定责任及核电厂营运单位需要提供不少于25亿欧元的财务保证的制度安排。为满足25亿欧元财务保证的要求，德国核电行业逐渐形成了两级的赔偿资金体系，其中第一级的赔偿资金为2.25亿欧元，由商业保险提供；第二级的赔偿资金由德国国内四个核电控股集团公司通过自愿协议的形式形成共同赔偿协议，该协议可以在需要时筹集22.75亿欧元的赔偿资金。根据自愿协议的内容，在实际发生核损害赔偿时，将按下列顺利启动赔偿资金的筹措：第一顺位为第三者责任保险，金额为2.25亿欧元，由保险公司提供；第二顺位为发生事故的核能企业按企业最大偿债能力提供的赔偿资金，金额根据事故企业的实际财务实力确定；第三顺位为事故核电企业的最终控股母公司按最大偿债能力提供赔偿资金，金额根据事故企业最终控股母公司的实际财务实力确定；第四顺位为四个核电控股集团按各自核电总装机的比例提供资金支持；上述四层资金分配机制可支持最高为25亿欧元的赔偿资金。

得益于全球核电机组的高度安全运行水平，不论是国际公约的多层资金来源机制还是美国和德国的资金筹措机制，都未曾有过实际的运用。日本虽然没有在福岛核事故发生前建立类似的多层资金筹措机制，但由于福岛核事故所带来的巨额赔偿责任已严重超出责任人（东京电力公司）的偿债能力，日本政府被迫出面组建了以政府为主导，各核电企业共同承担赔偿资金的多层次资金筹集方案。方案是以日本政府2011年8月3日正式推出的《原子能损害赔偿支援机构法》为基础。该法成立了“原子能损害赔偿支援机构”这一特殊目的公司，实现政府对东京电力应支付赔偿金的支援。政府首先以特别国债的形式为东京电力提供了5万亿日元的资金援助，随后制定了核电行业补偿金缴纳计划。该计划要求所有核电运行企业要根据核电装机总容量的比例逐年缴纳相应补偿金，补偿金除用于弥补“原子能损害赔偿支援机构”日常运行费用外，主要用于逐步偿还政府提供的财务支持。东京电力公司作为事故的责任方，除需要根据上述计划缴纳补偿金之外，还需要根据自身经营状况缴纳特殊的补偿金。随着核事故损害赔偿工作的持续推进，政府以特别国债提供给东京电力公司用于损害赔偿的金额已经超过9万亿日元。

赔偿资金来源多元化顺应了核损害赔偿责任额度及赔偿范围的扩大，适应了核能产业“一损俱损”特性，不仅符合经济学中消除外部性应采用外部性内部化的解决思路，也符合法经济学中应对预防事故最有效率的一方施加责任以尽可能

减少事故发生概率的要求。

4. 核损害赔偿法律体系存在的主要问题

核损害赔偿法律体系存在的问题都是在实践中暴露出来的，其中最主要的问题当属未对核损害赔偿的组织和实施做出妥善的安排。福岛事故所实施的核损害赔偿不仅是史无前例的，更是震撼人心的。各国政府都深刻认识到应对重大核事故的损害赔偿也将会是一个重大的挑战。传统上，核损害赔偿可能应当归属于核安全应急管理体系，然而现有的应急体系偏重于核安全层面的核应急，同时也无法解决处理事故损害赔偿所需要的巨额资金及应对损害赔偿所需要的专业技能。而大部分国家的核损害赔偿法律体系对核损害赔偿的组织实施通常也未作妥善的安排，由此产生了一个空白地带。

福岛核事故的损害赔偿经验表明，在发生重大核事故后，一个预先有充分准备的、能及时、高效、公平地处理核损害赔偿的核损害赔偿组织和实施体系对减轻核事故给受害人带来的不利影响、稳定社会舆论、早日恢复社会秩序等都具有非常重要的作用。另外，核损害赔偿也是政府及核能企业在核事故发生后很长一段时间里的主要工作，需要调动大量的人力、物力和财力的支持，没有一个预先设计的机制是难以实现大量资源的调集和使用。

基于核损害赔偿组织和实施体系的重要性，西方国家陆续启动了相关研究，这其中最成功的案例当属美国核共体将自身融入美国核安全应急管理体系的实践案例。根据美国普莱斯－安德森法所建立的核损害赔偿体系，美国核保险共同体是美国核事故核损害赔偿组织和实施的最主要力量，美国核共体在其中将承担受害人紧急经济救助、赔偿资金筹集、核损害情形认定、核损害赔偿实施等一系列工作，而美国联邦法院则将在事故损害赔偿金额超过一定金额后介入赔偿，为核损害赔偿的公平、高效实施进行监管并提供支持和帮助。欧洲各国由于地域狭小且互相接壤，各国核共体正酝酿设计适用于欧洲各国的核损害赔偿应急机制通用框架，并在这个通用框架基础上建立各国核共体在核事故赔偿应急及赔偿实施层面的互相支持和协作，力求建立一个覆盖欧洲甚至全球核共体的国际化的核损害赔偿的组织和实施体系。

我国自福岛事故发生后开始了广泛的核安全普查和整改，从立法到监管到核电厂的日常运营都作了大量的工作，在立法方面，《原子能法》和《核安全法》两部大法都已编入立法规划，目前《核安全法》已经出台，《原子能法》也有新

的动作，所欠是核损害赔偿的内容没有在《核安全法》中得到有效的扩充，而《原子能法》各个阶段的草案也为对此作出有效的规定，因此，我国核损害赔偿的法律体系建设不仅落后与国际同行，也没有在福岛核事故的整改工作中获得相应的重视，亟需加快推进，尽快建成。

防范核事故是核风险管理的重中之重

核共体执行机构　技术处

目前全球商业核电机组超过400多台，累计运行超过1.8万堆年，相比台风、洪水、爆炸等风险，核事故的发生呈现明显的低频高损特点。从公认的三次严重核事故——三里岛、切尔诺贝利、福岛核事故的后果看，核事故不但会造成巨额的财产损失，严重影响行业的发展，更是会对社会、国家、民生和环境造成不可估量的影响。

Lan Chen[1]等人的研究表明，三里岛、切尔诺贝利、福岛三大核事故造成的总损失（包括直接和间接损失）大约在5570~9960亿美元，占所有核事件/事故所造成的损失总和的80%。

表1　核事故造成的损失估计（含直接及间接损失）

分类	总损失（单位：亿美元）
三里岛、切尔诺贝利、福岛三大核事故	5670–9960
其他商用发电站核事件/事故（784个）	1530–2800
其他非发电机组造成的核事件（83件）	40–80
总计	7240–12840

从保险风险看，核事故造成的损失特点充分体现了核风险低频高损的巨灾特性。核风险的巨灾特性，决定了核保险风险管理和风险分散的特殊形式。防范和管理核巨灾风险是核保险风险管理的基础与核心，也是与其他保险最根本的差异。

核事故改变着核电发展方向和过程

从上世纪五十年代建成第一台用于发电的核电机组开始，人类利用核能发电

1　Lan Chen, safety of Nuclear Energy: Analysis of Events at Commercial Nuclear Power Plants[D]. Master Thesis

的时间已经走过60多年。在这一甲子多的时间里，核电技术从第一代发电原型堆，到目前占发电主流的第二代核电机组，再到正在稳步发展的第三代核电，走过了不平凡的技术改革与升级道路。

与其他科学技术的发展一样，核电技术的进步也不是一帆风顺，既有能源危机下的大发展，也有核事故下的产业寒冬。在核电运行的1.8万多堆年里，发生了三里岛、切尔诺贝利、福岛等严重的核事故，这些核事故无论导致的人员伤亡如何，最终都造成了严重且深远的社会影响，甚至直接改变了后续的核电行业发展。比如美国三里岛核事故之前，由于石油危机，全球都在大力发展核电，美国现役大部分核电机组建设于此期间，但由于1979年三里岛核事故的发生，美国乃至全球核电建设被踩了急刹车。甚至美国国内在此之后30多年没有新建核电机组，原来计划建设或者正在建设的多个核电机组搁置。1986年切尔诺贝利核电事故发生后，全球引发核恐慌，欧洲反核势力崛起，苏联为了清理和封堵事故反应堆，几乎掏空政府财政，甚至被称为是压倒前苏联的最后一根稻草，全球核电建设坠入深渊。2011年福岛核事故发生前，全球核电行业正在转暖，甚至有可能掀起新一波建设高潮，事故虽然未造成人员伤亡，但核物质泄漏再次让全球紧张，日本核电机组一时间全部关停，欧美国家纷纷表示将降低核电比例或者放弃发展核电。各国核电监管部门纷纷加强超基准设计事故的研究与预防，全球核电监管再次加强，EPR、AP1000等当时正在建设的第三代核电机组不断延长建设工期。

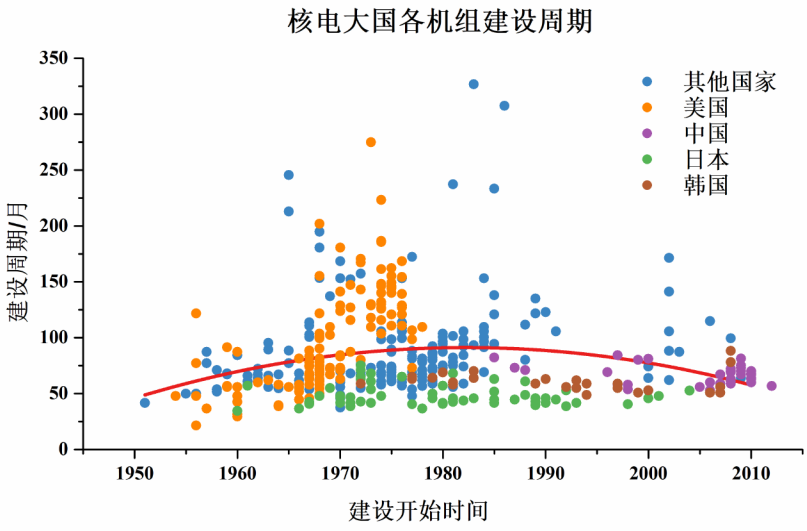

图 5-1　全球核电机组开工建设时间和周期

这些核事故的发生，一方面让核电设计者、运行者、管理者不断提高对核安全的认识、改进核安全水平，但另一方面也改变了核电发展的社会环境和政策环境。由于核辐射风险的特殊性，核事故发生后总是很容易引发民众对自身安全和周围环境持续且严重关注。这些社会关注在选举型社会下，往往容易成为选举争论的议题，进而成为现实的政治和经济政策。比如福岛核事故后，德国、法国、英国以及我国台湾地区的选举中，都出现了反核议题。核电行业与其他行业最大的区别就是决定行业发展的主要因素不是发电技术的进步和经济性的改进，而是核安全能否有效保障、核事故能否有效预防。

从历史数据看核事故的发生特点

历史是一面镜子，分析历史上曾经发生过的核事故可以有助于我们更好理解核电风险的特殊性。

切尔诺贝利核事故发生后，国际社会对核事故的影响空前关注。为了便于国际事故交流通信，在1990年由国际原子能机构（international atomic energy agency，IAEA）和经济合作与发展组织（Organization for Economic Co-operation and Development，OECD）的核能机构（nuclear energy agency，NEA）设计了国际核事故分级标准（International Nuclear Event Scale，INES），作为核电事故对安全影响的分类。

表 2　国际核事故分级标准（INES）

级别	说明	准则
0级	偏差	安全上无重要意义
1级	异常	超出规定运行范围的异常情况，可能由于设备故障，人为差错或规程有问题引起。
2级	事件	安全措施明显失效，但仍具有足够纵深防御，仍能处理进一步发生的问题。 导致工作人员所受剂量超过规定年剂量限值的事件和/或导致在核设施设计未预计的区域内存在明显放射性，并要求纠正行动的事件。
3级	重大事件	放射性向外释放超过规定限值，使照射最多的厂外人员受到十分之几毫西弗量级剂量的照射。无需厂外保护性措施。 导致工作人员受到足以产生急性健康影响剂量的厂内事件和/或导致污染扩散的事件。 安全系统再发生一点问题就会变成事故状态的事件，或者如果出现某些始发事件，安全系统已不能阻止事故发生的状况。

续表

级别	说明	准则
4级	没有明显厂外风险的事故	放射性向外释放，使受照射最多的厂外个人受到几毫西弗量级剂量的照射。由于这种释放，除当地可能需要采取食品管制行动外，一般不需要厂外保护性行动。 核装置明显损坏。这类事故可能包括造成重大厂内修复困难的核装置损坏。例如动力堆的局部堆芯熔化和非反应堆设施的可比拟的事件。 一个或多个工作人员受到很可能发生过早死亡的过量照射。
5级	具有厂外风险的事故	放射性物质向外释放（数量上，等效放射性超过1014–1015Bq I–131）。这种释放可能导致需要部分执行应急计划的防护措施，以降低健康影响的可能性。 核装置严重损坏，这可能涉及动力堆的堆芯大部分严重损坏，重大临界事故或者引起在核设施内大量放射性释放的重大火灾或爆炸事件。
6级	重大事故	放射性物质向外释放（数量上，等效放射性超过1015–1016Bq I–131）。这种释放可能导致需要全面执行地方应急计划的防护措施，以减少严重的健康影响。
7级	特大事故	大型核装置（如动力堆堆芯）的大部分放射性物质向外释放，典型的应包括长寿命和短寿命的放射性裂变产物的混合物（数量上，等效放射性超过1016Bq I–131）。这种释放可能有急性健康影响；在大范围地区（可能涉及一个以上国家）有慢性健康影响；有长期的环境后果。

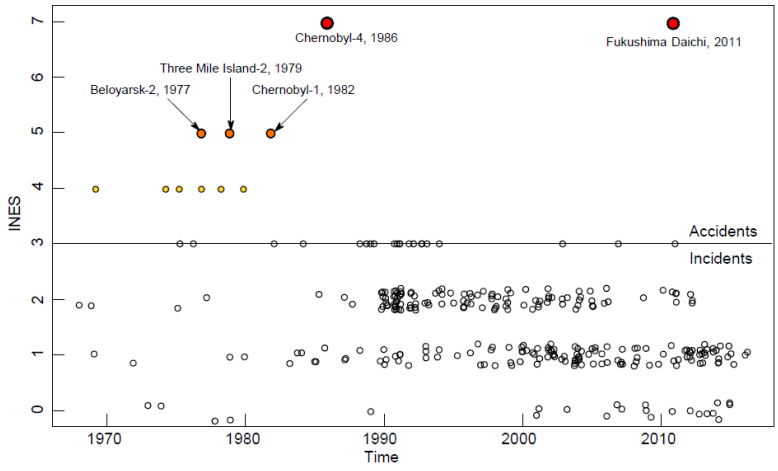

图 2　基于 INES 分级的民用核能应用的事故 / 事件统计

图2中包括商用核电机组、实验堆和上下游的燃料设施的事件/事故。从其中可以看出，INES 3级以上事故/事件数量在随着时间和技术进步而逐步减少，而INES 3级以下事件的数量在1990年INES标准颁布以后，数量相对比较稳定。

中国核共体执行机构统计了有资料可查的商用核电机组发生的INES 4级及以上的核事故，并对其中的原因和后果做了简单介绍。由于INES是1990年才制定出来的事故分级标准，所以1990之前发生的核事故，都是根据相关资料补充认定的核事故等级，其中可能部分事件的定级有争议，但这里不做讨论。

结合图2和表3可以看出1990年以后，INES 4级及以上事故只发生了1起，就是INES 7级的福岛核事故。而INES 3级及以下事件的数量几乎没有明显变化。这也表明，小型事件难以根本性杜绝，而严重事故的发生，随着核电技术的进步和核安全监管的加强可以有效降低，但降低不等于杜绝。福岛核事故的发生也表明，极端事件下的严重事故管理将是今后核安全提升的重要内容。

没有人能预测下次严重核事故会在何时何地发生，但只要吸取以往经验、持续开发新技术、提高安全水平和事故管理水平，尽可能降低事故发生概率，尽可能减少事故造成的损失就能争取到最好的核电未来。

表3　民用核电设施 INES 4级及以上事件统计

	时间	国家	机组	性质	INES等级	事件描述
1	1957	英国	Windscale	商用堆	5	堆芯过热导致燃料损坏，堆芯石墨燃烧约16小时，堆芯融化。
2	1966-10-05	美国	Fermi-1	实验快堆	4	钠冷却系统故障导致Enrico Fermi-1快中子增殖反应堆中105个燃料组件的2个在事故中部分熔化，安全壳外没有污染。
3	1967-05-01	英国	Chapel cross-2	商用	4	石墨碎片部分阻塞了燃料通道，导致燃料元件熔化并引发着火，事故限于反应堆堆芯。堆芯在1969年得到修复并重新启动，机组一直运行到2004年电厂关闭。

续表

	时间	国家	机组	性质	INES 等级	事件描述
4	1969–1–21	瑞士	Lucens	实验堆	5	冷却剂的完全丧失导致山洞掩体中的实验核反应堆功率偏移和爆炸。该反应堆的地下安全壳建筑物可防止任何向外部的污染，但该洞穴受到严重污染并被密封。没有人员受伤或死亡。
5	1969–10–17	法国	St Laurent–1	商用	4	装料过程中部分堆芯燃料熔化，工人们花了整整一年的时间清洗和修理反应堆。正是这次事故导致法国石墨气冷堆技术发展计划终结。
6	1974–02–06	前苏联	Leningrad–1	商用	4	二回路破裂，三人死亡
7	1975–11–30	前苏联	Leningrad–1	商用	4	功率偏移、部分堆芯熔化、部分放射性气体释放
8	1977–01–01	前苏联	Beloyarsk–2 ABM–200	商用	5	近半堆芯熔化
9	1977–02–22	斯洛伐克	Bounice–A1	商用	4	在将燃料组件装入反应堆之前，操作员忽略了从燃料组件中去除吸湿材料。该事故导致燃料完整性受损、燃料包壳的广泛腐蚀损坏以及放射性物质进入厂区。这次事故后该机组退役。
10	1979–01–02	美国	三里岛 –2	商用	5	设备故障、系统设计缺陷和人为操作失误三哩岛核电厂 2 号机组冷却失效和部分核心熔毁，但没有发生严重放射性物质外泄，没有造成人员伤亡，对周围居民健康影响极小，但严重打击了美国民众对核电的信心，直接改变了后续美国核电发展历程。具体内容见下文。

	时间	国家	机组	性质	INES等级	事件描述
11	1980-03-13	法国	St Laurent-2	商用	4	短暂功率偏移导致燃料束破裂和80 GBq的少量放射性核素释放。该反应堆后续得到修复并继续运行，直至1992年退役。
12	1982-09-09	前苏联	切尔诺贝利-1	商用	4	部分堆芯发生熔化
13	1986-04-26	前苏联	切尔诺贝利-4	商用	7	由于设计缺陷、安全分析不足和违反试验规程等原因，导致堆芯功率失控，发生爆炸。事故导致至少30人死亡，并通过烟气和大气弥散将大量放射性物质释放到欧洲多个国家，大量土地被污染，几十万人被疏散，对社会经济和环境造成极为严重影响，是人类核电史上最严重的一次核事故。具体内容见下文。
14	1989-11-24	德国	Greifswald-5	商用	4	操作员禁用六个冷却泵中的三个以测试紧急关闭功能。但第四台泵非预期关闭，导致部分燃料过热，损坏了十根燃料棒。该事故后机组关闭。
15	2011-04-12	日本	福岛-1、2、3	商用	7	由于对超基准事故估计不足，地震引发的海啸后导致失去应急电源，进而导致堆芯失去正常冷却，随后1、2、3号机组发生堆芯熔化。该事故导致大量放射性核素释放到空气及海洋，引发全球关注。事故未造成人员死亡，但严重改变了全球核电发展趋势。

主　　办：中国核保险共同体执行机构
编　　辑：安江涛　梁松博　姜　萍　杨尊毅
联系电话：010–66576671
联系邮箱：anjt@chinare.com.cn

本刊部分图片来自网络，因无法联系到作者，如本刊使用了您的作品，请主动联系本刊编辑。