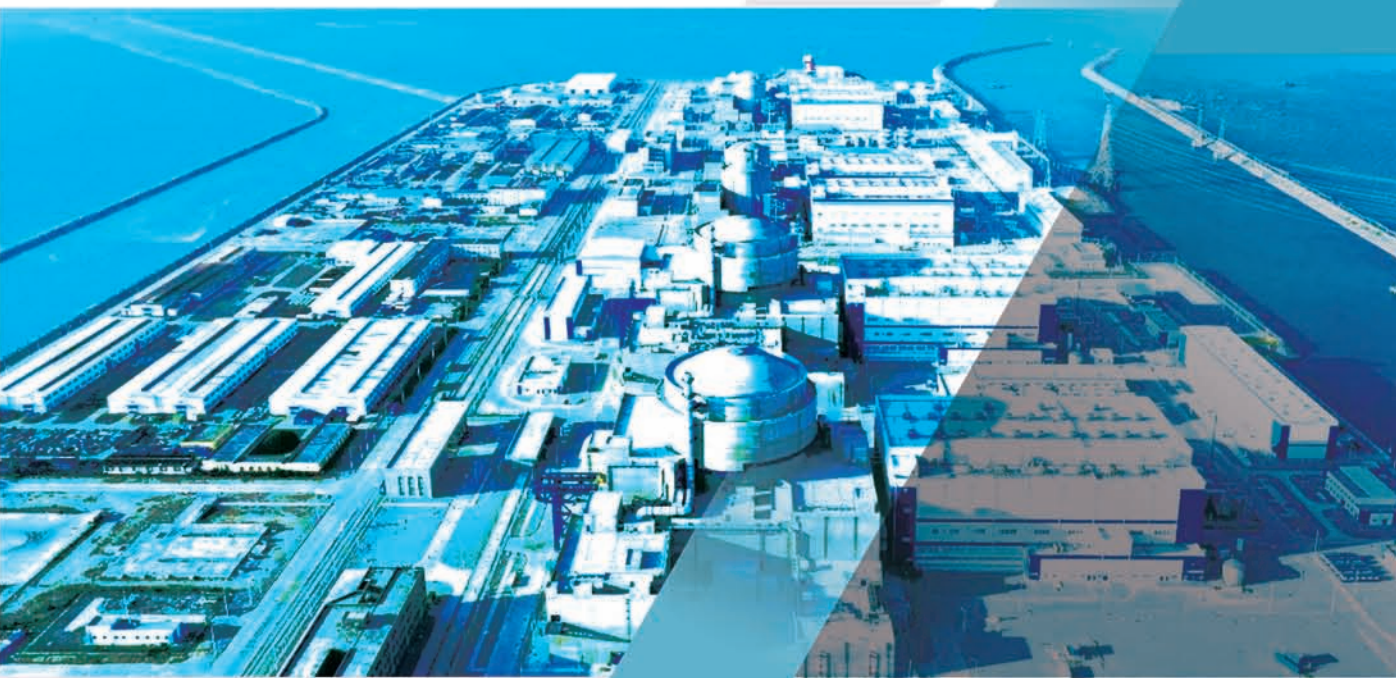


2022 年第 1 期

总第 35 期

 中再产险

中国核保险共同体 执行机构季讯



本期
看点

- 23 道阻且长——福岛核事故 11 周年进展跟踪
- 29 俄乌冲突下的乌克兰核电安全

中国核共体

执行机构季讯

2022 年第 1 期
总第 35 期





坚定信心 锚定方向 砥砺前行

2022年的春天又是一个不平凡的春天。俄乌冲突导致国际形势风云突变，有报道称这次可能是二战后世界主要大国之间，矛盾爆发最集中、影响最深远、波及范围最广的一次冲突。冲突进一步加剧了世界能源和金融市场动荡。同时奥密克戎变种引发的疫情在国内多个省份散发，甚至在部分地区迅速扩大蔓延，国内面临新冠疫情武汉爆发后最严重的一次疫情冲击。

在经历了2年多抗疫斗争之后，全国上下已经有了丰富的防控经验。各地局部的疫情散发也大多迅速得到控制和消除，相信吉林和上海的疫情也会在正确的防控策略指导下得到有效控制，逐步恢复正常。

俄乌冲突后国际油价不断创出新高，欧洲多国天然气价格飙升。能源危机下，核电对国家能源安全的重要性更加凸现，如比利时延长关闭国内核电机组时间，英国首相计划将国内核电占比提升10%，法国总统计划后续建设十几台核电机组以替代国内即将退役的老机组，美国、加拿大核电小型堆建设加速。能源安全与气候变化双重因素推动全球核电加快

复苏，并呈现出新的发展格局，核电工业进入新一个发展阶段的趋势更加确定。

我国坚持发展核电不动摇的长期政策为我们把握核电新一轮发展趋势创造了有利条件。3月25日，我国自主三代核电华龙一号示范工程第2台机组——中核集团福清核电6号机组正式具备商运条件。至此，华龙一号示范工程全面建成投运，标志着我国核电技术水平和综合实力跻身世界第一方阵，有力支撑我国由核电大国向核电强国跨越。华龙一号核电技术已经成为我国闪亮的“国家名片”，是中国核电行业独立自主科技创新的硕果，是我国科技行业创新发展的典范。在核电运行方面，自国内首台核电机组建成以来，我国从未发生国际核事件分级（INES）2级及2级以上的运行事件。2021年，全国运行核电机组累计发电量为4071.41亿千瓦时，比2020年同期上升了11.17%。与燃煤发电相比，核能发电相当于减少燃烧标准煤11558.05万吨，减少排放二氧化碳30282.09万吨、二氧化硫98.24万吨、氮氧化物85.53万吨。在良好的安全运行情况下，核电的稳定、低碳优势必将更加凸显。

“积极安全有序发展核电”是政府报告中指明的发展方向。当前我国核电占全部发电量5%左右，相比世界平均水平和发达国家依然较低。今年1-2月，我国全社会用电量累计13467亿千瓦时，同比增长5.8%，其中城乡居民生活用电量2403亿千瓦时，同比增长13.1%。在“双碳”目标和电力需求增长的情况下，核电成为国内不少省份的重要能源选择。广东、广西、福建、海南、江苏、浙江、山东、辽宁等地方政府2022年工作报告中将核电写入当地经济发展规划，并列为2022年工作重点之一。

国家和行业的安全发展都离不开独立自主与不断创新。中国的核保险发展之初，严重依赖国际保险市场。1999年中国核共体的成立标志着中国保险行业独立自主发展核保险的开始。从成立以来，中国核共体始终保持为国家核工业服务的初心，不断创新和优化保险保障。团结就是力量，目前中国核共体已经成为国际核共体体系的重要一极，深度参与国际核保险市场规则制定和公共决策，可以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。

在过去的二十多年里，中国核共体与中国核电企业都走过了一条独立自主、不断创新的发展之路，相信未来一定也可以在这条大道上携手走得更远、更稳。

特别报道

全国核电运行情况（2021年1-12月）

中国核能行业协会

截至2021年12月31日，我国运行核电机组共53台（不含台湾地区），装机容量为54646.95MWe（额定装机容量）。2021年1-12月全国共有4台核电机组首次装料，详见表1。

表1 2021年1-12月首次装料的核电机组信息

省份	核电厂名称	机组号	装机容量 (MWe)	开工日期	首次装料 开始日期	首次并网日期
江苏省	田湾核电站	6号机组	1118	2016-9-7	2021-4-14	2021-5-11
辽宁省	红沿河核电厂	5号机组	1118.79	2015-3-29	2021-5-15	2021-6-25
山东省	石岛湾核电厂	1号机组	211	2012-12-9	2021-8-21	2021-12-14
福建省	福清核电厂	6号机组	1161	2015-12-22	2021-11-6	2022-1-1

一、核电生产情况

2021年1-12月全国累计发电量为81121.8亿千瓦时，运行核电机组累计发电量为4071.41亿千瓦时，占全国累计发电量的5.02%，详见图1。

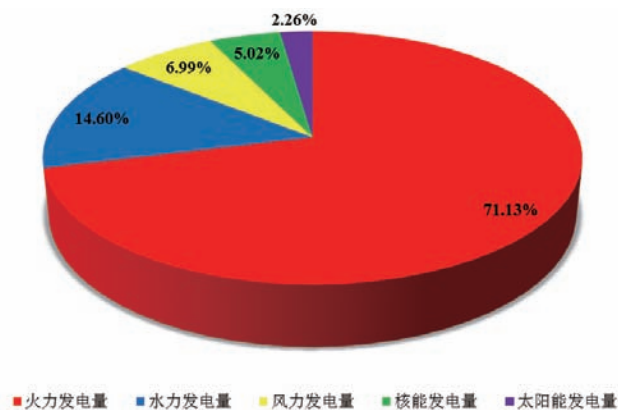


图 1 2021 年 1-12 月全国发电量统计分布

2021 年 1-12 月，全国运行核电机组累计发电量为 4071.41 亿千瓦时，比 2020 年同期上升了 11.17%；累计上网电量为 3820.84 亿千瓦时，比 2020 年同期上升了 11.44%，详见表 2。与燃煤发电相比，核能发电相当于减少燃烧标准煤 11558.05 万吨，减少排放二氧化碳 30282.09 万吨、二氧化硫 98.24 万吨、氮氧化物 85.53 万吨。

2021 年 1-12 月，核电设备利用小时数为 7777.85 小时，平均机组能力因子为 92.27%，详见表 3。2020 年和 2021 年全国运行核电机组各月发电量和上网电量趋势分别见图 2 和图 3。

表 2 2021 年 1-12 月核电电力生产指标统计表

统计项目 指标名称	2020 年 1-12 月	2021 年 1-12 月	同比趋势
发电量（亿千瓦时）	3662.42	4071.41	↑ 11.17%
上网电量（亿千瓦时）	3428.53	3820.84	↑ 11.44%

表 3 2021 年 1-12 月 53 台运行核电机组电力生产情况统计表

项目核电厂 / 机组	装机容量 MWe	发电量亿 千瓦时	上网电量亿 千瓦时	核电设备利 用小时数	机组能力因 子（%）
秦山核电厂 1 号机组	330	27.45	25.60	8317.75	90.72
大亚湾核电厂 1 号机组	984	77.59	74.22	7885.16	88.92
大亚湾核电厂 2 号机组	984	87.08	83.21	8849.59	99.98

项目核电厂 / 机组		装机容量 MWe	发电量亿 千瓦时	上网电量亿 千瓦时	核电设备利 用小时数	机组能力因 子 (%)
秦山第二核电厂	1 号机组	650	53.41	50.24	8216.58	92.15
	2 号机组	650	57.73	54.07	8880.97	99.91
	3 号机组	660	51.06	47.88	7736.65	88.18
	4 号机组	660	52.09	48.83	7892.15	89.13
岭澳核电厂	1 号机组	990	77.63	74.42	7841.41	89.67
	2 号机组	990	85.02	81.43	8587.88	99.98
	3 号机组	1086	77.69	73.12	7153.78	83.40
	4 号机组	1086	78.33	73.71	7212.71	86.11
秦山第三核电厂	1 号机组	728	54.87	50.74	7537.47	89.52
	2 号机组	728	60.84	56.08	8356.81	98.61
田湾核电站	1 号机组	1060	81.29	75.96	7669.23	90.13
	2 号机组	1060	85.59	79.72	8074.81	93.50
	3 号机组	1126	85.89	79.96	7628.08	93.38
	4 号机组	1126	93.00	86.10	8259.09	95.87
	5 号机组	1118	80.48	75.38	7198.65	85.95
	6 号机组	1118	58.90	55.31	5268.26	99.99
红沿河核电厂	1 号机组	1118.79	95.65	89.81	8549.01	99.99
	2 号机组	1118.79	87.12	81.95	7787.19	91.26
	3 号机组	1118.79	84.60	79.44	7561.90	88.16
	4 号机组	1118.79	88.59	83.28	7918.61	92.90
	5 号机组	1118.79	40.28	37.79	3600.58	99.97
宁德核电厂	1 号机组	1089	85.92	80.57	7889.38	92.56
	2 号机组	1089	85.64	80.57	7864.37	90.70
	3 号机组	1089	86.39	81.29	7933.37	95.06
	4 号机组	1089	94.99	89.12	8722.82	99.99
福清核电厂	1 号机组	1089	86.77	81.27	7967.88	92.54
	2 号机组	1089	81.48	76.32	7482.49	88.15
	3 号机组	1089	77.25	72.27	7093.91	90.99
	4 号机组	1089	90.25	84.69	8287.78	100.00
	5 号机组	1161	88.47	82.78	7620.41	92.18
	6 号机组	1161	/	/	/	/

续表

项目核电厂 / 机组		装机容量 MWe	发电量亿 千瓦时	上网电量亿 千瓦时	核电设备利 用小时数	机组能力因 子（%）
阳江核电厂	1 号机组	1086	84.20	79.31	7753.60	88.72
	2 号机组	1086	93.29	87.84	8590.67	99.97
	3 号机组	1086	83.14	78.05	7655.20	93.32
	4 号机组	1086	84.81	79.77	7809.85	89.41
	5 号机组	1086	87.16	81.96	8026.03	94.40
	6 号机组	1086	90.67	85.22	8349.23	98.02
方家山核电厂	1 号机组	1089	94.30	88.62	8659.76	99.87
	2 号机组	1089	81.18	76.53	7454.38	88.14
三门核电厂	1 号机组	1251	101.30	94.50	8097.39	93.94
	2 号机组	1251	98.51	91.94	7874.19	91.54
海阳核电厂	1 号机组	1253	97.71	91.32	7798.48	93.18
	2 号机组	1253	99.36	92.79	7930.14	93.48
台山核电厂	1 号机组	1750	81.29	76.17	4645.08	55.79
	2 号机组	1750	116.20	108.70	6639.83	78.96
昌江核电厂	1 号机组	650	48.28	44.68	7428.41	92.71
	2 号机组	650	49.35	45.73	7591.57	92.03
防城港核电厂	1 号机组	1086	86.82	81.68	7994.60	92.69
	2 号机组	1086	94.44	88.88	8695.78	99.99
石岛湾核电厂	1 号机组	211	0.03	0.01	11.94	/
合计值/整体值/平均值		54646.95	4071.41	3820.84	7777.85	92.27

说明:

1) 石岛湾核电厂 1 号机组于 2021 年 8 月 21 日首次装料, 截止 12 月底暂未商运, 机组能力因子暂不适用统计。

2) 福清核电厂 6 号机组于 2021 年 11 月 6 日首次装料, 截止 12 月底暂未并网发电, 发电量、上网电量、核电设备利用小时数和机组能力因子暂不适用统计。

3) 本表最后一行“合计值/整体值/平均值”中, 装机容量、发电量、上网电量为各机组合计值, 核电设备利用小时数为全部机组整体值, 机组能力因子为全部机组的算数平均值。

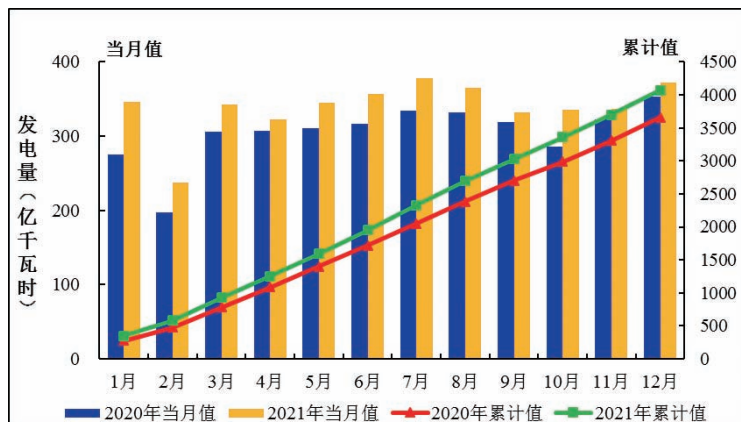


图2 2020、2021年1-12月全国运行核电机组发电量趋势

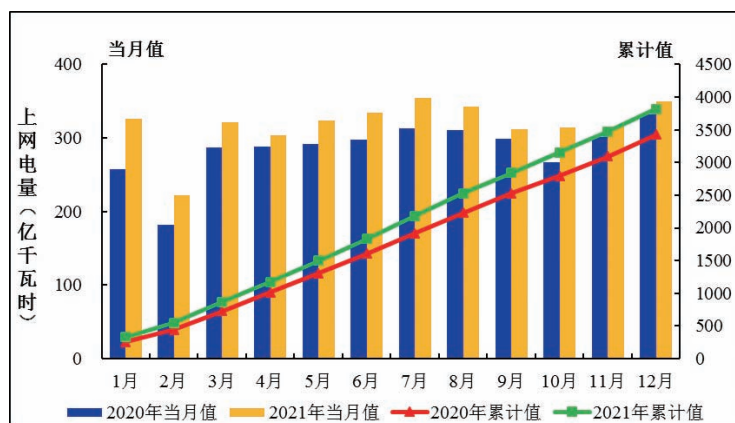


图3 2020、2021年1-12月全国运行核电机组上网电量趋势

二、核电安全生产情况

2021年1-12月，我国运行核电厂严格控制机组的运行风险，燃料元件包壳完整性、一回路压力边界完整性、安全壳完整性均满足技术规范要求；未发生国际核事件分级（INES）1级及1级以上的运行事件；未发生一般及以上辐射事故；未发生较大及以上生产安全事故；未发生一般及以上环境事件；未发生职业病危害事故及职业性超剂量照射。

三、放射性流出物排放和环境监测

按照国家环境保护法规和环境辐射监测标准以及国家核安全局批准的排放限值，我国运行核电厂对放射性流出物的排放进行了严格控制，并对核电厂周围辐射环境进行了有效监测。

2021 年 1-12 月放射性流出物排放统计结果表明，我国运行核电厂放射性流出物的排放量均低于国家核安全局批准限值。1-12 月辐射环境监测数据表明，各运行核电基地外围监督性监测自动站测出的环境空气吸收剂量率在当地本底辐射水平正常范围内，未监测到因核电机组运行引起的异常。



核共体工作简讯

► 向全国两会提出将核损害赔偿法列入全国人大立法计划的提案

1月，执行机构通过管理公司中再产险向中国保险行业协会提交“关于将核损害赔偿法列入全国人大立法计划的提案”的两会提案。

► 制定《中国核保险共同体“十四五”规划纲要》年度任务分解清单

一季度，为推动《中国核保险共同体“十四五”规划纲要》落地实施，核共体执行机构对照中国核共体“十四五”发展目标与重点举措，讨论并制定了《中国核共体“十四五”规划任务分解清单》与《2022年重点工作任务分解表》。

► 参加国际核共体体系经理年会、总目标委员会会议

2月8日，核共体执行机构总经理刘玉波参加国际核共体体系经理年会（视频会议）。

2月、3月，核共体执行机构总经理刘玉波参加国际核共体体系总目标委员会会议（视频会议）。

► 举办“华龙一号”核电技术专题培训

3月4日，执行机构邀请中国核电工程有限公司副总工程师李军为中国核共体成员公司代表介绍“华龙一号”研发历程及技术融合方案，并就相关技术问题开展深入交流。中国核共体执行机构和成员公司共50余人参加了培训。

通过此次培训，有助于中国核共体全面了解“华龙一号”融合核电堆型的技术特点和承保风险，更好地服务和保障核电发展，助力“双碳”国家战略。

► 启动中国核共体成员公司 2021 年经营状况调查与 2022 年临时承保能力限额复核工作

3月底，核共体执行机构启动中国核共体成员 2021 年经营状况调查工作，重点了解成员公司 2021 年全年偿付能力、净资产、损益等相关财务状况。执行机构将在收集完毕后上报理事会，理事会据此复核目前所使用的中国核共体成员公司 2022 年核保险承保能力临时限额。

► 向核共体成员公司通报核保险业务信息

3月底，执行机构依据《中国核共体章程》向各成员公司提供截至上一年 12 月 31 日的年度净自留保费、年度已决赔款和累计未决赔款统计报表，并依据《核保险巨灾责任准备金管理操作指引》向各成员通报 2022 年 1 季度中国核共体净自留预估保费与手续费。

► 研究俄乌冲突对核保险经营的影响

自 2 月下旬俄乌冲突爆发以来，执行机构与管理公司及国际核保险市场保持紧密沟通，及时将中国核共体在俄罗斯和乌克兰的风险暴露向全体成员公司作了说明，发布了《俄乌冲突下的乌克兰核电安全》《俄乌冲突下的切尔诺贝利核电站》两篇分析核电厂面临的风险研究报告。截至一季度末，执行机构认为事件对成员公司及国内投保客户的影响有限。

► 完成中核集团旗下核电公司核保险年度续转工作。

一季度，执行机构完成中核集团秦山核电、田湾核电、福清核电、三门核电、海南核电五大核电基地的核保险年度续转工作。

► 积极开展国际分入核保险业务

一季度，执行机构抓住欧洲正式实施巴黎公约 2004 年议定书的历史性机遇，

努力扩大境外优质风险的分入业务，巴黎公约2004年议定书要求缔约国的核设施运营单位应购买不低于7亿欧元（大部分缔约国要求12亿欧元）的第三者核损害赔偿责任保险，同时还调整了核损害赔偿的范围和时效。

► 统筹推进2022年核保险检验工作

一季度，执行机构工程师团队根据全球疫情情况和国内防控要求，完成境内在运核电机组的年度检验计划和各项应急预案制订。

► 与国际核共同体开展多轮工作沟通

一季度，执行机构多次参加国际核共同体各项交流研讨活动，相互交流本国核保险市场状况并就双方共同关心的议题进行探讨。执行机构将牵头国际核共同体体系有关导则的升版工作。

核电信息

国内行业动态

► 国之重器！华龙一号示范工程全面建成投运

3月25日，我国自主三代核电华龙一号示范工程第2台机组——中核集团福清核电6号机组正式具备商运条件。至此，华龙一号示范工程全面建成投运，标志着我国核电技术水平和综合实力跻身世界第一方阵，有力支撑我国由核电大国向核电强国跨越。

华龙一号示范工程福清核电5、6号机组建设过程中，5号机组创造了全球三



代核电首堆建设的最佳业绩。示范工程全面建成后，两台机组年发电能力近200亿度，相当于每年减少标准煤消耗624万吨、减少二氧化碳排放1632万吨，相当于植树造林1.4亿棵，经济社会和环保效应显著，对优化我国能源结构、推动绿色低碳发展、助力“双碳”目标实现具有重要意义。

据了解，目前华龙一号在国内已实现批量化建设，福建漳州、海南昌江等工程进展顺利。（信息来源：中国能源报）

编者按：华龙一号是我国核科技工作者秉持创新发展理念，自主研发并建造成功的具有完全自主知识产权的中国先进核电技术，安全性、经济性、可靠性、先进性等各项指标满足国际三代核电以及国内外最新法规标准的要求，打造出中国先进核电品牌，全面提升我国核电的核心竞争力。首创177燃料组件的反应堆堆芯，创造了我国三代核电的“中国芯”，打破了国际上的技术壁垒。创新性研发“能动与非能动相结合”的安全设计技术。自主研制的反应堆压力容器、蒸汽发生器、燃料转运装置等400余项重要设备已在华龙一号首堆工程成功应用，全面实现我国核电核心关键设备的自主可控。

► 红沿河核电站6号机组完成首次核燃料组件装载

3月28日12时34分，红沿河核电6号机组首次装载核燃料（简称“装料”）共计157组组件全部就位，堆芯照相合格。首次装料的完成，标志着机组正式进入主系统带核调试阶段，向建成投产迈出重要一步。

此次装料工作于3月25日21时42分开始，在生态环境部东北核与辐射安全监督站（以下简称“东北监督站”）的监督批准下开展，东北监督站副主任岳会国及有关工作人员现场见证装料工作启动。装料前，辽宁红沿河核电有限公司（简称“红沿河核电”）积极开展机组消缺工作，严格按照要求执行900余项机组定期试验，同时及时跟踪推动装料前综合检查等执照申请流程，做好相关整改，6号机组装料前系统状态良好、无影响系统可用缺陷，为装料工作的顺利进行打下了良好工作基础。（信息来源：中国广核集团）

编者按：此次装料标志着红沿河6号机组正式进入运行阶段，也标志着我国最后一台二代加改进机组开始运行。

► 华龙一号阿根廷核电项目总包合同签订

2月1日，阿根廷核电公司与中核集团以及中核集团中国中原、中国中原阿根廷分公司正式签署阿根廷阿图查三号核电站项目设计采购和施工合同。这是中阿核能合作的重要里程碑，也是双方坚持绿色低碳发展、共同应对气候变化，助力实现全球“碳达峰碳中和”目标，携手打造核能人类命运共同体的具体举措。



核电项目合作是中阿两国全面战略合作伙伴关系的重要组成部分。早在1985年，中阿两国政府就签订《和平利用核能协议》。根据总承包合同约定，中核集团将通过工程总承包方式，以“交钥匙”模式，为阿根廷建设一座华龙一号压水堆核电站。

编者按：此次中阿合同签订意味着华龙一号核电机组在出口巴基斯坦之后，在海外市场又斩获一项大单，据报道该机组总承包价格为80亿美元。我们期待看到华龙一号在海外市场继续乘风破浪，开拓向前。

► 海南昌江核电4号机组核岛开工建设

2021年12月28日上午，海南昌江核电二期4号机组核岛反应堆厂房筏底板开始浇筑第一罐混凝土。2021年，海南首台华龙一号机组昌江核电二期3号机组、全球首个陆上商用模块化小堆玲龙一号分别在海南核电基地开工建设。在建工程建成投产后，海南核电基地内总装机容量可达到380万千瓦，年发电量约300



亿度，将占到海南省用电量近50%，每年可减少标准煤936万吨，二氧化碳2448万吨，二氧化硫7.6万吨，氮氧化物6.4万吨，相当于植树造林2.1亿棵。

► 中广核广东太平岭核电1号机组完成穹顶吊装

2021年12月24日，中国广核集团广东太平岭核电项目1号机组顺利完成穹顶吊装，标志着该项目从土建施工阶段全面转入设备安装阶段，为进一步高质量稳步推进工程建设奠定了基础。

穹顶是核电站安全的重要屏障，是保证反应堆厂房完整性和密封性，实现固有安全的重要组成部分，穹顶吊装因此成为核电站工程建设的重要里程碑节点。太平岭核电1号机组穹顶重达225吨，由预埋件、钢板及焊接在外侧的角钢等部分构成，是一个直径为45米、高13.7米、由70块壁板组成的双曲面半球体，其



内部设置有安全系统和控制系统。



广东太平岭核电项目规划建设6台“华龙一号”核电机组，一期工程2台机组分别于2019年、2020年开工建设。（信息来源：中国广核集团）

► 中广核浙江三澳核电项目2号机组主体工程开工

2021年12月30日，中国广核集团浙江三澳核电项目2号机组核岛浇筑第一罐混凝土，标志着该机组主体工程正式开工。

三澳核电项目是我国首个民营资本参股的核电项目，规划建设6台我国自主三代核电技术“华龙一号”机组，1号机组主体工程已于2020年12月31日开工。项目6台机组全部商运后，年发电量将达到525亿千瓦时，超过2020年温州市全年用电量。

► 华龙一号通过英国通用设计审查（GDA）

英国当地时间2022年2月7日上午9时，英国核监管办公室（ONR）和环境署（EA）发布联合声明，确认我国自主核电技术华龙一号通过英国通用设计审查（GDA），并于当日为华龙一号颁发设计认可确认（DAC）和设计可接受性声明（SoDA）证书。

据了解，根据英国核安全监管规定要求，在英国使用新核电技术建设核电站

之前要进行通用设计审查，主要针对新建核反应堆设计通用安全性和环境影响进行评估，这两方面评估分别由英国核监管办公室和环境局负责。（信息来源：央广网）

编者按：英国通用设计审查被称为全球最为严苛的核电技术审查，通过该审查是华龙一号落地英国的技术前提，意味着华龙一号设计适合在英国部署。华龙一号被英国认证通过，也有利于该核电技术进一步向更多国家出口。据彭博社最新报道，华龙一号获批，意味着接下来只要“布拉德韦尔B”项目能够获得必要的规划和环境许可，该反应堆就可以在英国建造。当然目前英国政治和经济环境可能给华龙一号落地英国带来的影响，需要研究。

► 核能综合利用新示范—我国首个工业用途核能供汽工程在田湾开工

2022年2月23日，我国首个工业用途核能供汽工程在中核集团田湾核电基地打下第一根桩基，这是中核集团继秦山核电开展南方核能供暖之后，积极立足“三新一高”，助力“双碳”目标实现，与地方共享发展成果，建设美丽中国，在核能综合利用领域开展的又一积极探索，为优化调整我国能源结构，建设清洁低碳、安全高效的现代能源体系做出了新示范。

该工程由江苏核电有限公司、连云港市徐圩新区石化基地联合开展，采用田湾核电3、4号机组蒸汽作为热源，将蒸汽输送至连云港石化产业基地进行工业生产利用，预计2023年底投产供汽。

项目建成后，每年供汽量480万吨，可实现每年减少燃烧标准煤40万吨，等效减排二氧化碳107万吨、二氧化硫184吨、氮氧化物263吨。

编者按：工业用途核能供汽为建设清洁低碳、安全高效的现代能源体系做出新示范，开启了中国核电事业高质量发展的新篇章。

国际产业动态

► 乌方说切尔诺贝利核电站周边超过 1 万公顷森林着火

据乌克兰国家通讯社报道，乌克兰最高拉达（议会）人权事务专员杰尼索娃 2022 年 3 月 27 日在社交媒体上说，乌俄交战导致切尔诺贝利核电站周边超过 1 万公顷森林着火，目前已报告 31 起火情。大火导致放射性物质被释放到空气中，并在风力作用下长距离传播，对乌克兰、白俄罗斯及其他欧洲国家构成辐射威胁。杰尼索娃呼吁国际原子能机构尽快向乌克兰派遣专家和消防设备，以避免不可挽回的后果。

► 比利时政府将本国“弃核”时间推迟 10 年

2022 年 3 月，比利时政府在一份声明中说，Doe1-4 核电机组和 Tihange-3 核电机组将延寿 10 年运行至 2035 年。

声明说，关于延长 Doe1-4 和 Tihange-3 核电机组的法律草案将在 3 月底前提交给内阁——部长会议——批准。比利时政府表示，它将确保此举不会挤占可再生能源的发电量，多余的产量可用于在比利时启动氢气市场。

在对核电的未来进行了几个月的辩论之后，比利时的七党联合政府曾在 2021 年 12 月达成了一项计划，在能源不短缺的情况下，该国的最后一座核电站将在 2025 年关闭。但由于能源价格上涨和俄乌冲突，该计划出现变化。

比利时联邦政府还表示了对小型模块化核反应堆的兴趣，并表示在未来四年每年在该领域将投资 2500 万欧元。

► 英国首相希望将英国核电份额提高到 25%

2022 年 3 月，英国首相鲍里斯-约翰逊告诉核工业老板，政府希望英国 25% 的电力来自核电，比目前的水平增加约 10%，此举标志着英国能源结构可能发生重大转变。

英国首相约翰逊会见了主要核电企业和技术公司的高管，包括英国的劳斯莱斯公司、法国的EDF公司、美国的西屋公司和Bechtel公司，讨论如何帮助加快新核电站的开发。

唐宁街在一份声明中说，首相明确表示，核电作为一种清洁、可靠和安全的能源，将成为英国未来能源系统的一个主要部分。声明说："他阐述了本届政府的承诺，即支持该行业以具有成本效益的方式在英国建立一种繁荣的未来核电项目模式。"

出席会议的还有一系列大型养老金公司和保险公司。

会后，总部设在伦敦的核工业协会的首席执行官Tom Greatrex说，加快核电项目对于保持能源成本下降、减少昂贵的天然气进口和加强国家的能源安全是绝对必要的，因为它正在向净零排放迈进。"这意味着需要尽快投资于大型和小型核电站，同时进行可再生能源投资，以实现我们所需的清洁、自主电力。"

► 芬兰Olkiluoto-3机组发电！15年来欧洲首个新商业核反应堆

芬兰核电运营商Teollisuuden Voima (TVO) 表示，由阿海珐-西门子联合体建设的1600兆瓦EPR机组Olkiluoto-3于当地时间3月12日星期六13:01接入电网，电力输出已逐渐增加到约27%。

在大约四个月的试运行阶段，该机组的功率输出将逐渐增加到最大1600兆瓦，正常电力生产计划于2022年7月开始。

一旦全面投产，Olkiluoto-3预计将满足芬兰14%的电力需求，可能会减少从俄罗斯、瑞典和挪威的电力进口。

TVO表示，这座于12月21日达到首次临界值的核电站将大大改善芬兰的电力自给率。芬兰最后一座开始运行的商业核电站是1982年7月的Olkiluoto-2。

该机组于2005年8月开始建设，已经比计划晚了约10年建成。Olkiluoto-3的成本最初为32亿欧元，但在2012年，阿海珐估计整体成本接近85亿欧元。从那时起，它没有公开任何最新的成本预测。

编者按：Olkiluoto-3是全球首个开工建设的EPR机组，也是欧美首个建设的第三代大型压水堆机组。该机组的建设对新一轮大型压水堆建设具有典型的探索意义，不过也引领了后续众多三代机组的建设延期和高额建设成本增加的趋势。从建设成本估计，该机组可能是核电建设以来，建设

费用最高的一台核电机组。现在 Olkiluoto-3 已经并网发电。这对 EPR 型机组是一个好消息，对我国台山 1-2 号来说也是好消息。今后台山 1-2 号将不再是仅有的 2 台 EPR 商运机组，将可以有外部运行机组经验做参考。

► 美国 NRC 监察长的报告对核电站中的假冒零件问题提出警告

根据美国核管理委员会监察长办公室 2022 年 2 月 9 日的一份报告，假冒零部件对美国核电站的安全和安保构成严重风险，能源部工作人员在 2021 财年发现了 100 多起涉及假冒、欺诈或可疑反应堆物品的事件。

该报告说，根据 NRC 的说法，涉及伪造、欺诈或可疑物品（CFSI）的潜在案件数量，以及由此对美国核电机组的影响相对较小。但报告也警告说，NRC 可能低估了工厂中 CFSI 的数量及其影响，因为目前不要求运营商报告这些部件问题，除非是在特殊情况下，例如涉及执行重要安全功能的设备故障的情况。

"假冒零件是安全和安保问题，在需要执行安全功能的关键电厂设备中可能产生严重后果，"报告说。

该报告对美国多个核电厂进行了假货情况调查，在 NRC 四个地区的每个地区抽查了一个电厂，并在美国中西部的一个核电厂中发现了使用假货的情况。

2019 年，国际原子能机构发布了一份关于 CFSI 问题的报告，指出 CFSI 对工人安全、设施性能、公众和环境的直接和潜在威胁，以及它们对设施成本的潜在负面影响。

该报告说，关注点超出了设备或部件层面，延伸到设施建设中使用的原材料以及设施中使用的化学品和其他物质。

► 美国能源部启动 60 亿美元支持核电站持续运行的计划

2 月，美国能源部核能办公室启动了一项总额 60 亿美元的计划，旨在保护美国现有的核电反应堆群。

根据美国两党共同制定的基础设施法案，民用核电信用计划将允许面临关闭风险的商业核电反应堆的所有者和经营者通过密封投标程序申请信用支持。

自 2013 年以来，能源市场的变化和其他经济因素已经导致了美国各地 12 个商业反应堆的提前关闭。美国能源部说，这些关闭导致这些地区的碳排放增加，

空气质量变差，并失去了数千个高薪工作。



► 法国总统马克龙宣布多达 14 个新核反应堆的核电计划

2月，法国总统埃马纽埃尔－马克龙宣布，如果他选举中获得连任，将重新启动该国的商业核计划，建造至少6座新的核电反应堆，并有可能再建造8座，总共14座。

马克龙在东部工业城市贝尔福特公布其新的核战略时说：“我们国家需要的是法国核工业的重生，而且条件已经具备。”他还宣布，他希望在安全的前提下，将老旧核电站的寿命从目前的40年延长到50年或更长。

马克龙说，国家将承担起确保EDF财务的责任，这表明政府可能会向这家占84%股份的国有公司注入新的资本。

马克龙说，这将保证法国的能源独立，保证其电力供应，并帮助法国实现关键目标，包括在2050年实现碳中和。“如果我们想为我们的能源支付合理的费率，我们必须继续节约能源，在我们的土地上投资生产无碳能源。”

EDF公司表示，位于法国西北部诺曼底的Flamanville-3机组的燃料装载日期已经从2022年底推迟到2023年第二季度。EDF现在估计该项目总成本为127亿欧元，与之前最新估计的124亿欧元相比，增加了3亿欧元。

法国媒体在2021年10月报道，欧洲天然气危机对能源价格的影响，以及对家庭消费能力的冲击，加速了巴黎对EPR新技术的决定。

核电运行事件

新华社消息，日本福岛县附近海域3月16日夜间发生7.4级强烈地震。日本原子力规制委员会通报说，地震发生后，日本多个核电站出现短暂局部故障，总体上地震对该国核电站无明显影响。

日本原子力规制委员会滚动发布了日本多个核电站受地震影响及受损情况。在17日凌晨发布的最后一次通报中，该委员会介绍说，福岛第一核电站5号机组和福岛第二核电站1号、3号机组乏燃料池水泵一度停止工作，但稍后全部恢复，没有对核燃料冷却造成影响。福岛第一核电站5号机组和福岛第二核电站2号、3号、4号机组的火灾报警器启动，但经确认均未发生火灾。

日本原子力规制委员会还在通报中称，3月16日地震发生后，日本核电站没有发生放射性物质泄漏，未对外界造成影响，有关监测数据无异常，并表示如没有特别异常的情况将不再更新通报。

专业论坛

道阻且长——福岛核事故 11 周年进展跟踪

核共体执行机构 姜 萍 安江涛

2011 年 3 月发生的东日本大地震及福岛核事故距今已经 11 年了。东日本大地震及引发的海啸是人类现代历史上最严重的自然灾害之一，而引发的福岛核事故也是人类历史上目前仅有的 2 次 INES 7 级（最严重）核事故之一。核事故造成福岛第一核电厂 4 台核电机组严重损毁，福岛两个核电厂 10 台机组退役，超过 20 万人疏散，其中部分公众目前仍无法返回家园。福岛核事故的后果是深远的，处理难度也是非常复杂的。

自福岛核事故至今，中国核共体执行机构持续对事故处置进展情况进行跟踪，并自 2019 年开始每年发布年度进展回顾。

一、事故机组的退役处置进展

福岛核事故机组的退役处置是人类历史上最复杂的工业活动之一，根据东京电力公司前期发布的退役计划，福岛第一核电厂彻底完成事故机组处置退役约需 30-40 年。截至 2022 年，计划事故总处理时间已经过去了 1/3~1/4，虽然取得了一定的进展，但关键的堆芯高放废物处理及放射性污水处置依然棘手。

高放废物处理

福岛第一核电厂 1-3 号机组损毁比较严重，4 号机组损毁较轻。4 号机事故时正在大修，堆芯没有燃料，而且乏燃料水池中的乏燃料在 2014 年已经完全取出。

因此4号机是所有受损机组中最易处置的一台，目前已经没有关键障碍，后续按照正常的核电厂退役流程处理即可。

1-3号机组退役处理难度非常高。这三台机组在事故时均处于运行状态，不仅反应堆中有燃料，乏池中 also 存储有乏燃料。根据事故后的分析结果，已经可以确定1-3号机组的堆芯均发生了熔毁，且有一部分堆芯熔融物熔穿了压力容器，堆积在反应堆下部，这表明至少三层放射性屏蔽已经失效。熔毁的核燃料放射性极高，人员无法接近，需研发专门的设备、工艺和方案进行后续处理。2021年，3号机组的一个重要进展即取出了乏池内的乏燃料。目前，东京电力公司正在着手进行1、2号机组的乏燃料及1-3号机组的堆芯熔融物后续取出的准备工作，预计实际取出工作将于2024-2026年开始。

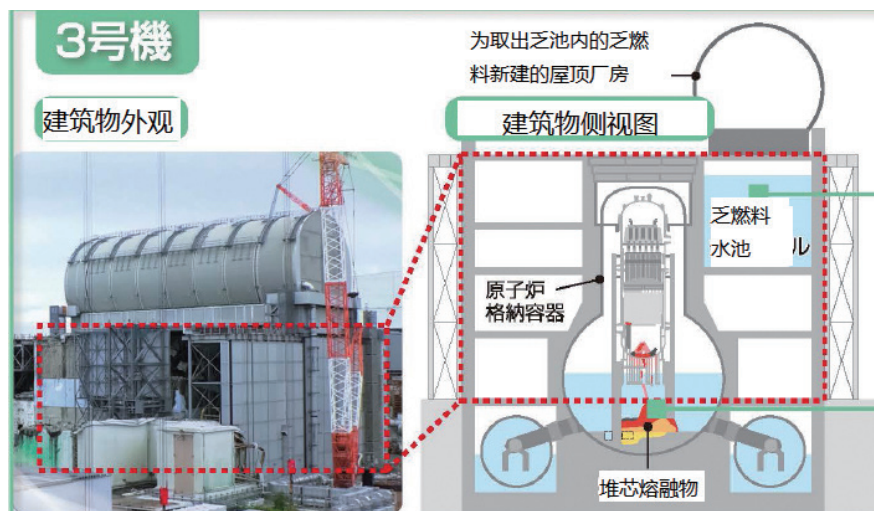


图1 福岛第一核电厂3号机状态示意图

放射性废水处理

放射性废水处理目前是福岛最棘手且社会关注度最高的话题之一。福岛核事故处理过程中一直在源源不断的产生含放射性废水。之前这些废水储存在现场的大量巨型储罐中，而随着废水不断产生，目前的储罐容量已经濒临耗尽。东京电力公司在福岛核事故现场建设了一座放射性废水处理设施——多种核素去除装置（ALPS）。该装置的目的在于通过多重方法过滤放射性废水，减少废水中的放射性核素，降低放射性。东京电力公司计划将过滤后的放射性废水稀释后直接排入太

平洋，引起了巨大的国内和国际争议。究其原因，主要是福岛核事故产生的放射性废水不同于一般的核电厂正常运行废水，其放射性核素来源、种类和数量都不同，处理难度大。2022年2月，包括中国专家在内的国际原子能机构调查团访问了福岛第一核电厂，以监督验证放射性水排海方案的安全性。根据IAEA公布的监督计划，IAEA会重点监督如下内容：

- 计划排放废水的放射学特征
- 废水排放计划的安全考虑
- 排放相关的环境监测
- 环境放射性影响评价，以保护公众和环境
- 安全监管措施，包括监督、检查、评价等等

我们期待IAEA的调查团能够使得福岛的放射性废水排海问题可以更加透明并得到妥善的解决，保护周边国家公众权益和全球环境。

二、公众和环境事故影响进展

福岛核事故后，超过20万人进行了紧急撤离。根据联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）于2020年发布的《福岛第一核电站事故辐射照射水平及影响》研究报告，撤离行为让成年人的有效剂量减少了40mSv；作为参照，国际通行的公众的年有效剂量限值为1mSv。可见，撤离行为极大地降低了公众的事故辐照剂量，对公众身体健康起到了重要保护作用，是严重核事故后政府和核设施所有者履行保护公众义务的关键措施之一。有效的应急体系和应急演练是实施迅速合理的撤离行为的关键，因此即使现在核电厂已经非常安全，也必须未雨绸缪，不断加强核应急能力建设。作为护航核能领域的行业，核保险也必须不断加强核应急能力建设，一旦发生核事故可以提供及时有效的保障。

虽然撤离行为使得疏散的民众受到的辐射剂量大幅降低，但事故依然对20公里外非撤离区域的公众造成额外的放射性剂量。根据相关文献数据，事故后第一年，福岛县非撤离地区的居民受到的辐射剂量比日本其他区域人员所受辐射高一个数量级，终身剂量的估计范围也比日本其他区域人员有显著升高。公众受到的放射性主要来源于放射性尘埃飘散沉降在地表（包括沉降在地面、土地、房屋、植被上等等），以及放射性碘吸入身体所造成的，对婴儿的影响高于成年人。虽然根据过去几十年的科学界普遍共识，这样的升高仍在本底范围之内，不会对人体造成影响，但毕竟严重核事故发生频率极低，学界对于核事故后低剂量人体辐

射的健康影响还待进一步的科学研究和长期观察。

飘散沉降的放射性尘埃是公众照射的主要来源，因此若要使附近区域重新可以居住，就必须对这些放射性尘埃进行清理。特别是日本这种国土面积狭小的国家，土地恢复使用成为了重振地区经济的关键问题之一，因此环境恢复便成为了核事故场外处理的重要工作。截至 2021 年 10 月，东电公司已经累计投入超过 100 万人次参与环境恢复和区域复兴工作。

环境恢复工作主要包含四大部分：

- 放射性去除：通过清洗、擦拭、铲除等方式去除放射性；
- 废物中间存储：把在放射性去除过程中产生的废物进行集中存储处理；
- 废弃物回收利用：去除放射性后，使部分物资重新投入使用；
- 环境恢复：恢复植被、公共设施使用能力等等。

上述工作虽然分为四大部分，但工作核心依然是清理处置放射性尘埃，其中约 80% 的工作量集中在放射性去除和废物存储上。目前，部分原撤离区域已经允许居民返回，证明环境恢复工作有较大成效。但辐射影响具有非常大的区域差异，部分区域处理难度大，可能很长时间内都难以能够重新使用。为了监测场外的放射性水平，日本核安全监管委员会在福岛第一核电站外 20 公里左右布置了多个检测点，如下是 2022 年 2 月 1 日公布的数据中比较典型的两个监测点的数值：

表 1 福岛第一核电厂外辐射监测数据

监测点名称	监测点位置	测定开始时间	剂量计回收时间	累计时长 (小时)	累计剂量 (mSv)
双叶郡浪江町赤羽木	西北 32 公里	2011/3/23	2021/12/23	3927	597.7
双叶郡广野町下潜见川	南 23 公里	2011/5/1	2021/12/22	3889	8.8

从上表中可以看出，福岛西北方向辐射累计剂量非常高，西北方向是事故后的主导风向。目前这个监控点周围仍然不可生活。而南部区域的监测点辐射剂量较低，虽然该监测点距离事故中心比第一个监测点更近 10 公里，但是剂量已经降到了非常低的水平，应该可以重新使用了。但是，由于核事故后群众信心重建难度非常大，公众是否愿意返回曾经的受污染地区生活，受污染地区经济能否恢复仍待长期观察。

三、公众和环境的损害赔偿进展

截至2022年1月，福岛核事故公众累计赔偿申请额已经超过12万亿日元，而对公众累计支付赔付已经超过10万亿日元，按照2022年2月汇率约折合6500亿人民币。其实，早在福岛核事故后的一年内，东京电力公司就已经支付了约一千亿人民币的赔偿，远超目前任何一个国际核损害赔偿公约所约定的额度。2011年至2015年6月，东京电力公司为福岛核事故向公众支付赔偿约7万亿日元，自2015年6月至今，东京电力公司又向公众支付赔偿超过3万亿日元，并且在过去的五年中每年新增赔偿约5000亿日元，可以预计，在今后的一段时间内，福岛核事故的赔偿总额仍将持续增长。

从赔偿项目上看，福岛核事故对公众的赔偿主要分为对个人的赔偿及对法人/个体经营人的赔偿、以及除污费用。对个人的赔偿在2015年前主要集中在对人员本身的赔偿，包括人身伤害、精神损害、身体检查费用、避难费用、工资损失以及家庭财产的赔偿，如房屋、财产、车辆、田地、墓碑、佛坛等等。2015年后，由于调整了前述部分费用的赔偿上限，个人赔偿金额有所增加，并增加了对个人撤离和返回家园的费用补偿。由此可见，福岛核事故中日本政府认定的对个人的补偿范围是非常广泛的，远超福岛事故前业界对人身赔偿主要集中在人身伤害和财产损失的狭义认定，并且随着事故处置进展，其额度和赔偿范围也会根据实际情况随之调整。

除公众之外，对法人及个体经营人的赔偿也在同步开展。2015年前，赔偿主要集中在对法人及个体经营人的营业收入损失、因声誉问题无法售卖商品的间接收入损失、资产损失（房屋、田地、车辆等）等。2015年以后，新增赔偿主要是农林业者的收入赔偿，而农林业者收入赔偿并不限定法人主体所在区域，这个要求和前期已经包括的间接收入损失的赔偿原则也是吻合的，因为非疏散区域的农林业产品也可能因为声誉问题无法售卖。

值得注意的是，2015年以后随着除污工作的推进，场外除污费用迅速增加。截至2021年底，个人赔偿、法人赔偿及除污费用的占比约为37:33:30。福岛核事故经验表明，在严重核事故的情况下，场外除污的复杂性、时间跨度和费用增长速度及总费用超过了之前的行业预期。

福岛核事故表明核事故后的损害赔偿具有复杂性和长期性，也表明严重核事故对公众造成的损害是严重的、广泛的、长期的。

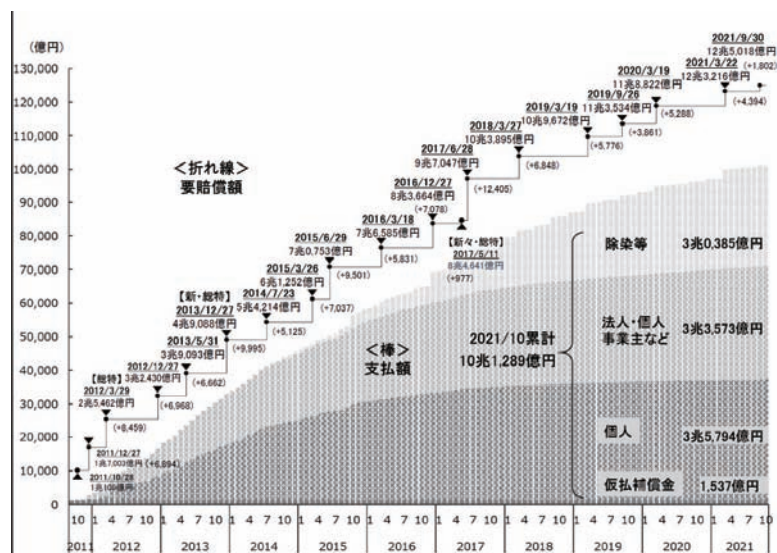


图 2 福岛核事故公众核损害赔偿累计情况（2021 年底）

四、结语

根据中国核共体对福岛核事故的处置情况跟踪，福岛核事故处置工作每年均有一定的进展，体现了日本核能行业的巨大努力，但另一方面，核心问题的处置难度也异常高。在核事故已经发生了十一年之后，周边部分环境依然没有达到可以重新使用的程度，核事故损害赔偿金额达到了天文数字，并且每年依然有较大增长。辐射最高的堆芯熔融物依然尚未开始着手实际去除，即使是最乐观的估计，事故结束后 15–20 年也很难完成堆芯熔融物的清除工作。因此，东京电力公司计划 30–40 年完成所有事故现场的处理处置，在笔者看来是非常难以完成的任务。

在全球碳减排的大背景下，核能无疑是清洁高效的能源供给中最稳定的能源之一。我国核电占比相比全球平均依然较低，在“双碳”战略下，核电肩负着重要的能源使命。但切尔诺贝利、福岛等核事故的处理处置和损害赔偿经验也在时刻提醒我们，确保安全运行是核能发展的决定性因素和根本的生命线，一旦发生核事故，事故处理和损害赔偿都将是长期的、复杂的、巨大的。作为核能风险管理体系中的一环，中国核保险共同体将持续提升风险管理能力和巨灾保障能力，为核能事业保驾护航。

俄乌冲突下的乌克兰核电安全

核共体执行机构 安江涛

当前俄乌冲突局面依然焦灼，在炮火下，不但乌克兰普通民众的安全无法保证，乌克兰核电机组的安全似乎也处于风雨飘摇之中。新闻中不时爆出俄乌军队在切尔诺贝利核电厂、扎波罗热核电周围交火、切尔诺贝利核电厂失去外部电网等消息。

切尔诺贝利核事故和福岛核事故都表明，核电机组安全不仅是核电设施本国的事，一旦发生严重核事故也会明显影响到周围国家甚至全球。在切尔诺贝利核电厂、扎波罗热核电厂被俄军占领，尤其是失去与外部的正常通信之后，这些核电厂的安全就成为了全球核电行业和很多民众关心的问题。国际原子能机构总干事拉斐尔-格罗西还多次向俄乌双方申请，希望能亲自到切尔诺贝利核电厂、扎波罗热核电厂查看确认核电设施安全情况。

可能很多人对乌克兰核电的印象主要是切尔诺贝利核事故，其实核电在乌克兰社会和经济发展中占有非常重要的地位。乌克兰核电发电量一直占全国发电量的50%以上，是其国家的主要的电力来源。并且由于乌克兰核电主要继承于前苏联，且其后期运行稳定、维护成本低，保证了乌克兰的电力安全和电价稳定，还是乌克兰重要的就业产业。目前乌克兰在运行的核电机组有15台，数量位居全球第9，排在英国之前。在全球，核电机组数量超过10台，且核电占比超过50%的国家中，除了核电强国法国也就是乌克兰了。正是因为核电对于乌克兰电力和经济的重要性，即使遭受了切尔诺贝利这样严重的核事故，乌克兰也没有“限核”或“弃核”。

目前乌克兰核电厂的安全与风险

在俄乌冲突情况下，乌克兰核电厂的安全肯定受到了明显的影响，但我们也不必过于担心切尔诺贝利核事故会重现。笔者认为以下几点基本判断有助于我们正确看待目前情况下的乌克兰核电安全问题。

1. 现在乌克兰正在运行的核电机组的安全性大大优于当年发生事故的切尔诺贝利机组。当年事故的切尔诺贝利机组是RBMK型机组，事故后调查表明，该机组有明显的设计缺陷。而现在乌克兰在运的机组全部是VER系列压水堆，其安全性

经过全球几十台机组的长期运行得到了充分的验证，并且在福岛核事故后，乌克兰核电机组也普遍开展了相关的安全能力提升。即使发生了交火、断电等危险情况，核电机组也有较多的办法和安全设计来实现安全停运。

2. 本次俄罗斯的军事行动对民用核设施保持了极大的克制。从切尔诺贝利和扎波罗热核电厂占领的过程中也可以看出，对于民用核设施，俄军希望尽可能保持其安全稳定运行。一旦发生核事故，将严重影响俄罗斯的既定部署，也会极大地增加军事冲突的复杂性和严重性。因此可以认为，俄罗斯是希望乌克兰核电安全稳定运行的。

3. 从执行层面，对于已经被俄罗斯军方占领的核电厂，决定机组安全的双方，俄罗斯军方和乌克兰核电运营人员在保障核电安全方面是有共识的。一方面切尔诺贝利核事故影响最大的就是乌克兰、俄罗斯和白俄罗斯三国，俄罗斯军方和乌克兰核电运营方都深知一旦发生严重核事故的严重后果；另一方面，切尔诺贝利和扎波罗热核电厂都位于乌克兰东部和南部，相对近俄。而且乌克兰核电主要继承自前苏联，在 2014 年乌东冲突发生之前，乌克兰核电工业与俄罗斯核电工业长期保持着密切的合作和联系，比如乌克兰核电机组的核燃料长期是由俄方供应的。乌克兰核电与俄罗斯核电本就同出一脉、同气连枝。甚至可以说，对于管理运行乌克兰核电，除了乌克兰人自己外，比较熟悉的就俄罗斯人了。

同时毫无疑问，在当前乌克兰危机情况下，核电厂的安全水平是受到明显影响的，尤其是被占领的核电厂，发生事故的风险在增加（当然发生切尔诺贝利级别事故风险笔者认为还是很低的）。风险增加的因素主要是以下几点：

1. 从有限的新闻消息看，被占领的核电厂的正常值班轮换已经打乱。部分电厂员工外逃避难和俄军从安全出发限制人员进出，可能会导致机组运行人手不足，而且电厂值班工作人员长期在这样不正常的工作环境下工作，同时不排除会受到一些其他政治压力，其心理和行为可能会受到影响，进而影响到日常的操作。

2. 在当前冲突情况下，核电机组的正常大修和设备维护将受到明显影响。尤其是配件的购买、运输，支持人员的到厂服务都可能中断。虽然乌克兰大部分核电机组可以通过临时措施降低这些不利因素的影响，但如果冲突长期持续，将严重影响核电机组的稳定运行。

3. 由于通信中断、人员进出受限，被占领的核电厂几乎完全处于乌克兰核电监管和应急救援范围之外，一旦运行核电机组发生严重事故（比如大型火灾），核电厂原有应急方案中的厂内应急力量和外部救援力量可能都无法到达，导致事故扩大、损失增加。

4. 从前几天切尔诺贝利和扎波罗热的交火新闻看，也不排除部分激进的武装行动酿成核电事故的可能。

关于乌克兰的核电安全新闻中，最让人担心的其实是切尔诺贝利核电厂附近交火以及后续失去外部电网的消息。3月20日，乌克兰监管机构称切尔诺贝利核电站大约一半的工作人员在工作了近4个星期后得到轮换，返回自己的家中。但3月24日国际原子能机构（IAEA）官网消息，乌克兰监管机构通知国际原子能机构，俄罗斯军队正在炮击斯拉乌季奇市的乌克兰检查站，那里有许多在附近的切尔诺贝利核电站（NPP）工作的人，这使他们处于危险之中，并阻止人员进一步轮流进出该地。同样3月23日IAEA官网消息，切尔诺贝利核电站周围发生林火事件。这个季节正是切尔诺贝利核电站林火多发的季节。消息还称，乌克兰消防人员正在努力扑灭林火，但灭火行动受到军事冲突的明显影响。3月24日IAEA官网更新消息称，乌克兰监管机构表示，目前虽然没有在切尔诺贝利核电站禁区内进行辐射测量，但根据多年来此类火灾的经验以及1986年事故后土壤中残留的放射性污染的位置和数量的详细数据，监管机构评估认为放射性风险较低。

最近的新闻验证了笔者之前的担心，切尔诺贝利核电站其实是本次俄乌冲突中面临风险相对最大的乌克兰核设施。原因主要有2点，一是切尔诺贝利核电站距离基辅只有130公里，离白俄罗斯边境、俄罗斯边境较近，正是本次冲突的核心区域，被军事武装冲突波及的情况短时间内难以改变；二是切尔诺贝利核电站目前的状态比较特殊，相比其他核电站，在军事冲突下更加脆弱。

切尔诺贝利核电站“简史”

切尔诺贝利核电站距离乌克兰首都基辅只有1.5小时左右的车程。如果不是因为发生了严重核事故，切尔诺贝利厂址原计划建设6台核电机组，是基辅及附近区域重要的电力供应来源。

切尔诺贝利核电站1-4号机组均为RBMK-1000型机组，均开建于1970年代。1986年，切尔诺贝利4号机组发生严重核事故之后，1-3号机组后续还运行发电多年。切尔诺贝利1、2、3号机组分别运行到了1996年、1991年和2000年。其中2号机组之所以在1991年关闭，是因为当时发生了一起十分严重的汽轮机厂房火灾，导致屋顶坍塌，机组无法重启。

在切尔诺贝利核电站4台机组全部关闭后，整个电厂的主要任务就转为如何处理4号事故机组和对1-3号机组的退役处置。

切尔诺贝利核电站现在有哪些危险源？

切尔诺贝利核电站目前具有放射性风险的设施主要有 5 个，分别是 4 号事故机组的“石棺”、1-3 号退役机组、乏燃料湿式存储设施、乏燃料干式存储设施和其他放射性废液和废物的处置存储设施。

其中 1-3 号退役机组已经移除了乏燃料，剩下的一些放射性设备后续计划逐步移除，其风险已经很低。

2011 年开展的压力测试结果显示，乏燃料湿式存储设施在失去电力的情况下，其水池的温度也不会超过 70 度。

乏燃料干式存储设施和其他放射性废液和废物的处置存储设施的日常放热本身就较低，发生放射性事故风险也相对较低，即使失去电力供应，预计也不会产生严重后果。



2008 年建成的加固结构

切尔诺贝利核电站目前风险最为特殊的就是事故 4 号机组。1986 年发生严重核事故后，从 1986 年 6 月到 11 月持续进行了 206 个日夜的紧急施工，才终于完成对事故堆芯和高放射性区域的封闭，建成了著名的“石棺”。由于施工较为紧急，该“石棺”设计寿命仅有 30 年。并且由于后期建筑结构不稳定的问题，2008 年还对外墙做了钢结构加固。

后来，在欧洲复兴开发银行的帮助下，经过十来年的建设，在“石棺”外部建

成了新的屏蔽罩。新屏蔽罩总建设费用15亿欧元，设计使用寿命100年，是有史以来人类建设的最大可移动陆基结构，跨度为257米，长162米，高108米，总重量超过36,000吨。该新屏蔽罩配有复杂的结构力学监测和放射性气体监测系统。



新建屏蔽罩的外观

切尔诺贝利核电站当前面临的主要风险

虽然新建屏蔽罩犹如一层新的保护膜，保证了在一般情况下“石棺”发生局部结构坍塌等事故也可以将放射性物质保留在屏蔽罩之内。但该屏蔽罩一方面需要正常的维护和监控，一方面该屏蔽罩只是钢结构+屏蔽膜，相比其他核电机组的钢筋混凝土外墙，在军事冲突下更为脆弱。

此外，1986年核事故之后，切尔诺贝利周围30公里划为禁入区，该区域的森林植被得到了极好的恢复和增长，林火一直是最近几年切尔诺贝利核电站面临的主要风险。一旦发生较大的森林火灾，在当前军事冲突情况下，其扑救和控制将明显更加困难。

1986年切尔诺贝利核事故震惊了世界，造成了极为严重的后果，也改变了核电发展历史。三十多年之后，切尔诺贝利核电站又一次处在了风险的漩涡之中，希望这一次切尔诺贝利核电站能够平安度过。



主 办：中国核保险共同体执行机构

编 辑：安江涛 姜 萍 杨尊毅 刘长亮

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。内部资料 免费交流



欢迎关注
中国核共体微信公众号