

法国核安全与辐射防护局发布 2025 年年报



法国作为核电大国，在全球核工业领域长期扮演着领导者的角色。为整合监管决策与科研技术资源并支持法国核能复兴战略，2025 年，原法国核安全局（ASN）与法国原辐射防护局（IRSN）合并成立法国核安全与辐射防护局（ASNR）。近期，ASNR 发布自成立以来的首份年度报告——《2025 年法国核安全与辐射防护状况报告》。报告表示，2025 年法国国内核设施的安全与辐射防护水平总体令人满意，运行操作质量提升，超出运行限值的事件减少；国际方面，法国统筹推进国际热核聚变实验堆（ITER）项目、顺利完成《乏燃料管理安全和放射性废物管理安全联合公约》第八次履约工作、牵头六国监管机构对 Nuward 小堆项目进行设计联合审查。2026 年，ASNR 将继续推进核心业务部门重组、设立科学委员会、筹备 2027 年国际原子能机构核与辐射安全监管综合评估（IRRS）等多项活动。

在总结过去一年法国国内核安全与辐射防护工作的基础上，ASNR 还明确了未来核工业面临的两大挑战：即现有反应堆的持

续运行和技术创新与新项目的建设和部署，具有前瞻意义。ASNR 强调，需推动标准化建设、作出前瞻性预判、提高对微弱信号的灵敏度，并汲取法国核电机组标准化建设的历史经验，以应对上述挑战及不断演变的外部环境。

一、法国核设施概况

根据法国《环境法典》的规定，凡因其性质或所含放射性物质的数量或活度而需接受特定监管制度的设施，均被界定为基础核设施（INB）。基础核设施的创建须经法令批准，其设计、建造、运行及退役全过程均受法规约束。截至 2025 年 12 月 31 日，法国共有 118 个基础核设施（以法律实体计），分布于 35 个场址。这些设施涵盖核反应堆；核燃料制备、浓缩、制造、处理或贮存大型设施；放射性废物处理、贮存或处置大型设施；大型粒子加速器；以及深地质处置库等类别。截至 2025 年 12 月 31 日，法国共有在运商用反应堆 57 台，分布于 18 座核电站。其中包括 32 台 900MWe 机组、20 台 1300MWe 机组、4 台 1450MWe（N4）机组、1 台弗拉芒维尔 3 号 EPR 机组（2024 年投运），总装机容量约 60GWe。还有多座反应堆处于停堆退役或拆除准备阶段。

为对全国民用核活动实施有效监管，ASNR 设立了 11 个地区监督站，分别设于波尔多、卡昂、沙隆-香槟、第戎、里尔、里昂、马赛、南特、奥尔良、巴黎和斯特拉斯堡。各地区监督站负责其辖区内基础核设施的日常检查、许可审查及应急响应协调。截至 2025 年 12 月 31 日，ASNR 地区监督站共有 223 名工作人员，其中包括 169 名监督员。

二、2025 年营运单位安全业绩评估

2025 年, ASNR 对法国主要核设施营运单位——EDF、Orano、CEA 及 Andra——开展了系统的安全业绩评估。总体而言, 各营运单位在核安全与辐射防护方面的基本管控均保持在可接受水平, 未发生重大安全事故, 但在运维质量、分包监管、辐射防护文化、退役项目推进及历史废物治理等方面仍存在不同程度的薄弱环节。

(一) 法国电力公司 (EDF) 整体安全达标, 但存在大量运维、分包、辐射管理短板。

在核电站运维与核安全方面, 2025 年机组运行管控整体平稳, 反应堆运行超限事件减少, 控制室监督、反应性控制操作可靠性提升, 配套操纵员模拟机全面落地; 火灾防控体系持续优化, 厂区增设专职消防班组、完善多部门联动处置机制, 全年四起非核区火情均未引发核安全风险; 但存在施工与大修期间易燃物临时存放管理不到位, 化学品混存风险管控不足, 一线人员风险认知薄弱等问题, ASNR 要求 EDF 继续完善现场巡查与培训体系。

设备维护方面, 年度大修统筹规划 (Start 计划) 成效显著, 停堆检修整体可控, 但大量机组暴露出检修前期筹备不足、工序执行存在偏差问题, 部分关键安全设备出现检修缺陷; 应力腐蚀开裂 (SCC) 仍存在重点隐患, EDF 共检出 80 余处重大裂纹, 暴露出管道机械完整性的问题。EDF 已完成受影响管道的排查工作, 已配套开展无损检测与管道更换。ASNR 计划于 2026 年出台专项监管决议约束 EDF 完善长效监测方案, 加深营运单位对这一问题的深刻理解。

机组延寿是 EDF 的核心任务。截至 2026 年 1 月，在运的 57 座核反应堆（含弗拉芒维尔 EPR 机组）中，有 25 座运行已超 40 年。2025 年 7 月，ASNR 正式批复 1300MW 机组最长运行至 50 年。900MW 机组第五次十年评审（2029 年启动）新增气候变化适配强制要求。为确保机组长期运营，EDF 仍需在维护活动的准备工作、备件管理以及外包作业监督质量方面取得进展。

辐射防护与职业安全方面，工作人员照射剂量整体可控，但个人剂量计佩戴不规范、辐射区域标识不完善问题反复出现；大修工地污染扩散管控存在漏洞，厂区道路频繁检出放射性污染点位。工作人员辐射防护意识仍然薄弱，必须改进现场准备工作，降低接触石棉和铅的风险。ASNR 通过检查还发现了集体防坠落措施、人员消防安全以及电气设备和通风系统定期检查方面存在问题。

退役设施运营评估方面，Fessenheim、Brennilis、Chooz A 等关停设施退役筹备有序推进，但多处项目因资金、设备、承包商问题延期；Superphénix 快堆 2025 年完成堆内大件切割转运，但放射性燃料储存设施（APEC）运维时间表与退役规划存在冲突，EDF 需在 2026 年提交调整方案。UNGG 初代石墨堆拆除项目工期普遍滞后，厂房改造、废料存储配套设施建设进度不足。

（二）核燃料循环公司欧安诺（Orano）厂区整体安全可控，但乏燃料水池饱和风险、老旧设施退役延期两大核心风险突出。

燃料设施运行方面，2025 年，法国唯一混合氧化物燃料（MOX）生产设施 Melox 产能恢复至预期水平，缓解后处理厂储存池饱和压力。拉阿格（La Hague）厂区通过更换高密度燃料

篮提升水池存储容量，但按照现有燃料流入速度，2040 年现有水池将达到存储上限。新建水下储存库（Aval du futur 项目）工期容错空间小，一旦延期将引发全国乏燃料存储危机，该项目对法国核燃料产业链的韧性至关重要。Orano 公司与 ASN 针对该项目已成立专门的组织机构，以确保对即将提交的申请进行顺利审查，预计 2026 年启动首批申请，申请将涉及安全选项及将作为整个项目参考依据的相关设计标准。

历史放射性废物治理。拉阿格厂区留存大量早年未规范固化历史废料（RCD），回收、固化工程持续延期。2025 年完成大部分 Comurhex 一号厂区 61 区域的铀废料清理工作，但仍有大量存量待处置，拆解进度未达监管预期。老旧扩散厂房（乔治贝塞一号 George Besse I）拆解产生十万余吨极低放金属废料，处置路径尚未完全落地，相关研究需加速推进。厂区临界安全、火灾、辐射防护管控体系运行稳定；但 MAPu 设施 2025 年退役期间发生火灾，暴露老旧拆解车间防火设计缺陷，ASN 要求完善老旧热室防火隔离与应急处置流程。

（三）法国原子能委员会（CEA）运营大量研究堆与实验设施，安全整体受控，但存在资金人力短缺、退役项目普遍严重滞后的问题。

在运科研设施方面，各类研究堆、热室实验室安全管控基本达标，由 CEA 主导的主要新研究设施项目——RJH 研究堆，目前进展顺利且透明度高。但研究设施面临如翻新与地震加固工程、放射性物质和废物的清除等诸多安全挑战；周期性设备检查、安全试验频繁逾期；卡达拉舍（Cadarache）、萨克雷（Saclay）两

大核心基地应急大楼建设进度严重滞后，移动辐射监测设备部署、空气采样能力存在短板，应急演练暴露出组织漏洞。设备关键部件（EIP）采购、供应商监管流程虽合规，但设备老化引发的故障频次持续走高。

退役与历史废料治理仍是 CEA 的监管痛点。CEA 大量老旧设施集中关停，但 2019 年获批的退役路线因资金、承包商产能不足全面延误，多个历史废液、放射性储罐处置项目一再推迟。高活度实验室、石墨辐照废料库拆解周期远超原定计划，部分存放数十年放射性废料容器存在腐蚀渗漏隐患。ASNR 要求 CEA 于 2026 年提交更新版退役与废料管理战略，补充细化时间节点、配套财政保障方案。同时 CEA 专项核责任保险额度有限，大量退役工程存在资金缺口。

与退役和废物管理项目类似，CEA 在完成老旧设施改造或清除这些设施中历史遗留的物质和废物方面，仍面临重大困难。2025 年，CEA 与 ASNR 间建立高级联合监测机制，该机制用于跟踪相关设施运营及工作中的主要安全挑战期限。2024 年，ASN 已要求 CEA 在 2027 年前实施一套发生地震时自动检测并切断设施供水供电的系统。2025 年 7 月，CEA 在该系统方面已取得初步成果。ASNR 强调需要进一步加强该监测机制。

（四）法国放射性废物管理局（Andra）唯一核心任务为运营地表储存库、推进 Cigéo 高放深地质处置库。2025 年其核心工作为配合 ASNR 开展 Cigéo 建造许可技术审评，整体表现良好。

现有地表储存设施运营方面，奥布低中放储存中心（CSA）运行安全、辐射防护、环境管控均达标，废料打包、压缩工艺稳

定；2025 年存储量仅达授权容量 40%，饱和时间由 2042 年延后至 2062 年，压力有所缓解，但长期废物组分变化仍需持续评估。设施压力设备、火灾防控、外部洪水风险管控均通过年度检查。

Cigéo 深地质处置库进展方面，2023 年，Andra 提交 Cigéo 建造许可申请，2023–2025 年，ASNR 完成全链条技术评审，2025 年 11 月，出具官方审评意见：ASNR 认可 Andra 基础地质数据、运营阶段与封场阶段安全论证具备充分成熟度，认定当前阶段可进入公众调查环节，但仍需补充相关信息。工业试点期将开展原位试验验证可回取设计，预计 2026 年启动公众调查，2027–2028 年有望颁布建造法令，启动先导工程。2025 年，由 Andra 开展的布雷（Bure）地下实验室科研工作及地下黏土实验室试验保持高水准，持续积累长期黏土屏障、放射性核素迁移数据，为 Cigéo 提供核心技术支撑，相关试验流程全部通过 ASNR 核查。

三、2025 年亮点工作回顾

（一）Cigéo 深地质处置库项目取得关键里程碑，安全论证获阶段性认可。

历经数十年研发与论证，法国高放与中放长寿命废物深地质处置库项目 Cigéo 在 2025 年迎来了决定性节点。Cigéo 是法国用于最终可逆处置高放射性废物的项目，计划建于默兹省(Meuse)的布雷（Bure）。该设施将储存法国核设施运行和退役、乏燃料后处理过程所产生高放废物（HLW）和长寿命中放废物（ILW）。这些废物将装入储存容器，并下放到约 500 米深、厚度超 140 米黏土层中部。Cigéo 项目计划于 2055 年全面投入运营，预计运行时间约为 100 年。2016 年设定的项目成本为 250 亿欧元，目前

该项目正在重新评估成本。

ASNR 于 11 月正式公布了就该设施创建许可申请的技术评审意见,这是该项目自 2023 年 1 月法国放射性废物管理局(Andra)提交申请以来最核心的监管审批步骤。ASNR 的评估确认, Andra 在基础地质数据、场地特性认知方面已积累足够扎实的科学根基,其所提交的运营阶段与关闭后长期安全论证,在当前申请阶段达到了令人满意的成熟度。尤其重要的是, ASNR 认可项目所依托的“参考清单”具有充分的稳健性,可作为界定未来准许处置废物范围的有效基础。同时, ASNR 强调了“工业先导阶段”的关键过渡作用——该阶段将在地表与地下设施中进行渐进式实际测试,旨在验证技术的可操作性、处置库的可逆性,并进一步完善安全论据。在肯定项目可行性的同时, ASNR 也开列了公众调查前需补充完善的要素清单,涉及碳-14 剂量贡献、化学有毒物质长期影响、封堵方案及废物包装体积不确定性等。随着 2026 年公众调查的启动, Cigéo 将正式进入从科学论证走向社会决策的全新阶段。ASNR 的肯定性意见,为法国最终解决长寿命废物管理这一历史性难题提供了坚实的技术信心。

(二) 在役反应堆延寿战略稳步推进, 60 年以上运行研究提前布局。

法国核电机组集中建于 1980 年代, ASNR 在 2025 年显著加快了在役机组延寿管理的制度性安排。继 2021 年为 900MWe 系列开辟路径后, ASNR 于 2025 年 7 月正式确立了 1300MWe 系列反应堆在第四轮十年定期审查后继续运行至 50 年的条件与框架。该审查所涉及的改进措施——包括增设最终安全壳冷却系统、部

署极端灾害应急供水体系等——将显著提升机组的整体安全裕度，使其安全水平与第三代反应堆标准靠拢。与此同时，ASNR 已提前设定开展第五轮 900MWe 十年审查（首台机组将于 2029 年到期）的目标。

（三）常规放射领域患者剂量事件频发，辐射防护文化亟待强化。

2025 年，法国传统放射学领域发生了多起影响患者（特别是儿童群体）的重大辐射防护事件，其严重性与集中程度在近年来颇为罕见。这些事件的共同根源在于：设备在投运或维护后重新启用时，关键参数配置出现系统性错误，且长期未被察觉，导致大量患者（部分事件跨度长达数年）接受了远超预期的辐射剂量。ASNR 通过深入调查，发现这并非简单的技术失误，反而折射出辐射防护文化在基层实践中的严重弱化——表现为操作人员培训不足、缺乏对新进人员的系统带教、剂量优化流程流于形式、诊断参考水平未得到有效利用，以及缺乏对剂量数据的定期回溯与批判性分析。尤为值得警惕的是，许多医疗机构在配置新型放射设备时，未能有效整合医学物理师和放射科医师的专业意见，导致优化环节缺失。对此，ASNR 已明确部署 2026 年的专项应对措施：一是针对儿科放射科开展专项强化检查，二是向所有从业机构推送自评估工具，三是发布经验反馈信息卡以促进跨机构学习。同时，ASNR 呼吁将放射设备全面接入剂量存档与通信系统，并在法规层面加强强制要求，发展巩固辐射防护文化。

四、2026 年重点工作展望

（一）对现有反应堆的寿命管理。

一是 ASNR 已制定指导 900MWe 机组第五次定期安全审查（PSR）的总体审查方针：稳定的安全目标。与此前第四次审查相比，第五次审查不再追求安全目标的新一轮提升，而是转向“稳定化”。第五次审查将明确聚焦于两大核心：一是设施合规性与设备老化管理（面向 60 年运行），二是气候变化的影响（涵盖海平面上升、极端高温、取水用水约束等适应性措施）。为机组从 50 年运行向 60 年运行的过渡提供安全基础。二是开展反应堆超 60 年运行的可行性研究。反应堆延寿是世界各国的普遍关注点，自 2023 年起，法国核安全监管部门与法国电力公司（EDF）开展合作研究，系统识别不可更换部件等方面的安全技术约束。EDF 已提出一系列消除上述约束的策略和行动计划，ASNR 计划于 2026 年秋季发布正式意见，旨在 2026 年底前系统识别可能构成物理性或技术性障碍的关键薄弱环节，为能源政策制定提供关于反应堆运行寿命延续的安全依据，避免因机组集中退役而导致能源结构硬着陆，并防范类似应力腐蚀开裂等共性缺陷导致多机同时停运的系统性风险。

（二）对新建核电项目的持续关注。

一是 ASNR 指出改进版 EPR-2 设计方案在目前阶段的成熟度远高于弗拉芒维尔 EPR 项目同期水平，强调标准化建设与可复制性是保障 EPR-2 项目质量和安全的生命线。还需保持技术参照体系的稳定性，加强供应链管控，强化对供应商和分包商的管控力度。二是计划于 2026 年 10 月，启动弗拉芒维尔 EPR 机组的首次换料大修（VC1）。弗拉芒维尔 EPR 机组在 2024 年 12 月并网，首次换料大修涉及全堆芯燃料更换、反应堆冷却系统全

面重新鉴定与水压试验、反应堆压力容器顶盖更换、中间冷却回路与生水回路之间热交换器的更换等操作，首次换料大修是弗拉芒维尔 EPR 机组从“建设交付”转向“长期运营”的第一次全面检验。

（三）后端燃料循环与退役管理。

法国核燃料循环公司欧安诺（Orano）正在开发“未来后端”（Aval du Futur）和“持久-韧性”（Pérennité-Résilience）后端燃料循环计划。“未来后端”计划旨在为后端燃料循环设施的未来做准备，为乏燃料和含钚材料的储存提供额外裕量。这些设施计划于 2040 年左右投入使用。“持久-韧性”计划旨在维护现有设施至新设施投运，其目的在于加强维护、增加冗余配置、提高工业稳健性。尽管法国政府推行核能复兴战略，ASNR 强调在退役方面仍存在相当挑战。在关注在运、在建设的同时，不应减少投入退役的技术、财力和人力资源。

对外合作部 李安琪 供稿

摘自 ASNR 官网

文章内容不代表本公众号观点