

三代核电调试启动计划管理分析

刘有祺¹ 陈兆群²

国核示范电站有限公司 山东省荣成 264300

DOI: 10.12238/ems.v6i12.10876

[摘要] 文章旨在分析华龙一号和 AP1000 三代核电技术的调试启动工期对比、风险管理以及从装料开工到商业运营期间的计划管理优化方案。研究通过收集和分析三个项目在实际操作中的数据和经验, 发现不同技术路径下的工期存在差异, 风险管理策略也不尽相同。基于此, 提出了适应各自特点的计划管理改进措施, 以促进核电产业管理水平的提高, 推动核电站更加高效、安全地建设和运营。

[关键词] 三代核电; 调试启动; 进度管理; 风险管理

Management analysis of the commissioning and start-up plan for third-generation nuclear power plants

Liu Youqi¹ Chen Zhaoqun²

State Nuclear Demonstration Power Plant Co., Ltd. Shandong Rongcheng 264300

[Abstract] The article aims to analyze the comparison of commissioning and start-up periods, risk management, and optimization plans for the planning and management of the Hualong One and AP1000 third-generation nuclear power technologies from the start of loading to commercial operation. The study collected and analyzed data and experience from three projects in actual operation, and found that there are differences in project duration and risk management strategies under different technical paths. Based on this, improvement measures for plan management that adapt to their respective characteristics have been proposed to promote the improvement of the management level of the nuclear power industry and to facilitate the more efficient and safe construction and operation of nuclear power plants.

[Keywords] third-generation nuclear power; Debugging and startup; Progress management; risk management

引言

全球能源结构调整背景下, 三代核电技术如华龙一号与 AP1000 备受瞩目, 在调试启动期间的工期管理和风险控制直接关系到核电站能否高效安全运营, 对比分析不同技术路径下的管理策略, 旨在提出优化方案, 提升核电项目管理效率与建设质量, 确保核电站建设项目顺利推进。

1 调试进度管理对比分析

1.1 CAP1400 进度管理分析

CAP1400 项目调试进度管理体现对工程效率的高度关注, 项目团队利用先进管理软件实现调试进度的实时监控与动态调整, 确保工程按计划推进。建立健全质量监督体系, 定期质量检查与风险评估有效预防了可能引起工期延误的质量问题。三代核电站首堆工程调试启动过程中, 梳理 AP1000 依托项目差异性, 建立差异化台账, 适时升版程序, 确保试

验成功率; 因调试试验实施与系统 TOP 移交密切相关, 通过系统移交矩阵, 有序推动系统移交进度, 系统具备 TOB 后, 进而支持系统调试试验; 在试验过程中出现系统设备缺陷时, 通过联合维修组, 协同厂家、调试、采购建立 24 小时响应机制, 支持调试试验有序开展。调试过程中, 将系统按照核岛、常规岛、BOP、仪控、电气进行划分, 梳理相关调试试验先决条件、制约因素, 制约因素处理进展等, 提高计划管控精细化程度, 使 CAP1400 计划管控基本满足调试进度要求。CAP1400 在调试进度管控方面在进一步探索调试进度标准化与调试任务工作量及资源配置方面的关系, 同时进一步统计设备状态故障率, 通过细化设备故障台账, 完善备件库, 优化检修工艺等。

在热试阶段, 系统隔离移交至运行管控, 装料准备阶段, 系统移交复杂度高, 采取一体化计划方式管控工单; 且在装

料前一个月切换至业主计划主导。调试准备及实施过程中,出现配合作业与主工单管理失控,对调试进度产生一定程度影响,即脚手架搭设优先级未明确,出现主工作积压;也存在主工单处于观察时,相关区域保温未恢复等情况。后续为科学配置资源,提高计划管控有效性,需对该问题进一步优化流程。

1.2 华龙一号进度管理分析

聚焦关键路径管理,强化二级计划与接口协调,实现进度预警全覆盖,华龙一号项目组运用创新进度管控系统,确保调试工作高效实施。这种方式使华龙一号在调试阶段就精确地控制了工程进度,进度控制制度的创新和实践方法的有效性得到了所有里程碑节点的提前或如期达成的印证。提升了进度管理的科学性和系统性,增强了进度的可控性和变动

节点名称	合同时间	合同计划 FCD+	实际时间	实际 FCD+	偏差
RCS 移交	2012/6/30	40	2016/4/9	84	-45 个月
冷态试验开始	2012/10/31	43	2016/5/2	85	-43 个月
热态试验开始	2012/12/31	45	2016/7/30	88	-43 个月
热态试验完成	2013/2/28	47	2017/6/30	99	-52 个月
安全壳泄漏率试验完成	2013/3/31	48	2015/11/6	79	-31 个月
首次装料开始	2013/5/31	50	2018/4/25	109	-59 个月

热试开始——热试结束阶段:合同工期 2 个月,实际工期 11 个月,延期长达 9 个月。其中首次热试过程中各种问题处理延误 2 个月,首次热试后处理 ADS-4 振动等重大缺陷耗时大约 6 个月,补充热试工期 1 个月。热试结束——装料开始阶段:合同工期 3 个月,实际工期 10 个月,延期 7 个月。

在整个 AP1000 调试过程中,出现 ADS 相关管道振动高处理,制约调试进度推进。设备的质量可靠性与设计的合理性直接与调试质量密切相关,故调试进度的管控离不开施工质量、设备采购质量及设计质量等。

2 风险管理分析

2.1 CAP1400 风险管理

CAP1400 项目风险管理实践方面,项目组采取了全面细致的策略,保证项目的顺利实施,通过建立完善的风险评估体系,项目组对潜在风险因素进行系统地识别和分析评估,并定期举行风险评估会议和执行风险管理计划,使风险管理成为项目进展过程中的一项经常性工作,在此基础上,CAP1400 项目通过主动采取措施来降低风险发生的可能性,如通过设计优化来降低技术风险,通过合同管理来降低法律和财务风险等,从而从源头上减少风险发生的可能性,这些措施都起到了很好的效果。项目还制定了风险缓解计划,包括建立应急响应团队和制定详细的应急预案,以确保在风险事件发生时能够迅速有效地应对,其中特别强调的是与利益有关方的沟通。CAP1400 项目在风险管理过程中建立了透明和开放的沟通机制,通过 A 阶段指挥部日会、A 阶段指挥部

性的适应力,为项目的顺利实施奠定了坚实的基础,项目团队采用了沙盘推演和 TOP10 管理等先进技术。华龙一号将调试工作内容细化到调试试验为基本单位的分析分解,在全面的精细化进度管理措施下,为核电项目的顺利推进和项目的可持续发展提供了强有力的支持,华龙一号在调试进度控制上表现出了极高的专业性和前瞻性。

1.3 AP1000 进度管理分析

AP1000 项目 1 号机组计划 2012 年 10 月 31 日开始冷试。在项目建设过程中,由于前期设计、采购到货、施工等阶段各种问题制约,系统移交包不能按计划移交调试,在系统移交调试后的试验过程中也发现一些影响调试进展的设计、设备以及施工方面的问题,最终冷试开始时间延期至 2016 年 5 月 24 日,比合同计划延误 43 个月。调试各阶段节点如下:

日报、BC 阶段指挥部日会、BC 阶段指挥部日报,以使所有有关方对项目的风险有清晰的认识,并能积极参与到风险管理过程中来增强各方对项目成功的信心,以揭榜挂帅方式更新行动项,促进风险管理措施的有效执行,通过这些综合性的风险管理措施,CAP1400 项目在风险控制方面表现出高度的专业性和预见性,为核电项目的顺利实施提供了坚实的保障。在调试准备过程中,识别新工艺、设备、新厂家、新材料、新技术等,沙盘推演试验风险,提前制定措施。对调试各阶段试验按风险等级分类,如低风险、中风险、高风险等。

2.2 华龙一号风险管理

华龙一号工程在风险管理上表现出对风险控制重要性的高度认识,项目组运用先进工具和技术,如风险矩阵和决策树分析等,对项目中的关键风险进行精确识别和评估,并对这些风险提出了详尽的应对策略,以涵盖技术改进资源重新分配流程优化等多个方面的内容加以应对,从而确保了风险管理的全面性和深入性,同时也保证了项目的顺利推进。项目还重视风险的持续监控与评价,建立了一套风险监控体系,定期举行风险审查会议,以保证风险管理措施得到有效执行,项目成立了跨部门风险管理小组,以加强了不同部门间的协调与合作,使风险管理的效率和统一性得到了提高,通过这种跨部门的合作,风险管理不再是单一部门的职责,而是整个项目团队共同关注的问题,从而提高了整个项目的风险管理能力,确保了风险控制的全面性和有效性,同时也为华龙一号项目的顺利实施提供了坚实的保障,同时也为今后的风

险管理工作做出了表率作用。

2. 3AP1000 风险管理

AP1000 项目调试阶段的风险管理融合了国际先进经验与项目特性, 依据 ISO 31000 等标准建立了详尽的风险数据库, 对潜在风险进行细致分类与记录, 并利用专业工具进行量化分析; 在此基础上, 项目组制定了具体的风险应对策略, 确保能够及时察觉外部条件变化, 并迅速调整策略以减轻这些变动对项目进度及预算的影响。项目还建立了风险分担机制, 使项目与供应商及承包商之间形成风险分摊合作关系, 有效分散项目整体面临的风险水平, 增强风险管理过程中的协同作用。该项目高度重视风险信息的透明传播, 为促使风险管理成为多方共同参与的任务, 编制风险报告, 召开沟通会, 确保各方面所有相关方都能及时掌握项目风险状况。这种开放式的沟通机制, 在促进各方间信任与协作的同时, 也使整个项目风险管理的有效性与反应速度得到了显著提高, 夯实了 AP1000 项目顺利推进的基础。通过风险评估与管理的持续实践, 为今后同类项目的风险管理提供了有价值的参考案例, 项目团队积累了宝贵的经验。该风险管理方法从识别到应对措施制定, 再到共享风险信息, 强调全程参与与协作, 力求每个环节都做到周密, 确保了风险管理工作的系统性、有效性。通过与供应链伙伴的紧密合作, 共同面对不确定性挑战, 使 AP1000 项目从调试过程中从容应对各种潜在威胁, 确保项目按计划顺利实施, 从而使 AP1000 项目从整体抗风险能力得到进一步增强。

3 计划管理优化思考

3.1 CAP1400 计划管理改进

CAP1400 项目在计划管理方面的改进措施致力于提升计划的科学性和可执行性, 通过细致入微的项目进度规划和实时监控, 实现了对关键路径的有效控制, 确保了工程进度严格遵循既定计划进行, 项目团队采纳了先进的项目管理软件, 比如 P6, 以实现对项目进度的精确控制和动态调整, 项目引入了模块化施工技术, 通过工厂化预制和现场组装, 大幅提高了施工效率和质量, 缩短了建设周期, 项目团队特别强调了风险管理在计划管理中的重要性, 通过建立全面的风险评估体系和应对机制, 有效降低了项目延期和超支的风险, 项目还对供应链管理进行了优化, 与供应商建立了长期合作关系, 确保了施工材料和设备的及时供应, 减少了因物资短缺导致的工期延误, 这些改进措施的实施, 不仅提高了计划的科学性和可执行性, 还增强了项目团队对变化的适应能力, 为 CAP1400 项目的顺利实施提供了坚实的保障。

3.2 华龙一号计划管理改进

华龙一号项目通过精细控制进度与优化资源配置, 在计划管理上的改进显著提升了实施过程中的协同效率。采取 EPCS 总承包管理模式, 项目组有效整合了设计、采购、施工

及调试等多个关键阶段, 实现了工程的无缝对接与全周期管理。借助 BIM 技术的应用, 构建了数字化施工管理平台实现了施工过程的可视化管理与模拟, 提前识别并解决了潜在问题减少了施工不确定性及风险。建立的跨部门协调机制确保了项目信息流通与资源的合理分配, 增强了不同部门间的沟通与协作进而提高了管理效率与效果。项目还构建了风险数据库并制定了相应的管理流程对风险进行全面评估与管理, 实现风险的实时监控与快速响应机制降低了风险对进度和成本的影响。所有这些措施共同作用不仅加强了规划的科学性和可行性, 还增强了项目组应对变化的能力为华龙一号工程的成功实施提供了坚实保障。

3.3 AP1000 计划管理改进

通过对进度及资源优化的精雕细琢, 华龙一号项目在方案管理方面的改进使实施过程中的协同效率有了明显的提高。采用 EPCS 总承包管理模式, 在设计、采购、施工、调试等多个关键阶段, 由项目组有效整合, 工程实现无缝对接, 全周期管理。数字化施工管理平台借助 BIM 技术的应用, 在施工过程中实现了可视化管理与模拟, 对施工不确定性和危险性降低的潜在问题进行了事先识别和解决。建立的跨部门协调机制, 保证了项目信息流通和资源的合理分配, 增强了不同部门之间的沟通与协作, 进而提高了管理效率和效果, 项目信息流通与资源的合理配置得到了有效的发挥。该项目还构建了风险数据库, 制定了风险综合评估和管理的相应管理流程, 实现了风险实时监控、快速响应机制, 降低了风险对进度及成本的影响, 各项措施共同作用华龙一号项目。

结语

文章浅析了三代核电技术中 CAP1400、华龙一号、AP1000 项目的工期管理、风险管理及计划管理改进, 揭示了核电站建设过程中的关键管理要素。研究指出, 工期的合理规划、风险的有效控制及计划的持续优化对于确保核电站建设的顺利进行至关重要。提出的一系列针对性的管理改进措施, 旨在提高核电项目的管理效率和建设质量, 确保核电站能够高效、安全地建设和运营。这些研究成果不仅对当前核电项目的管理具有指导意义, 也为未来核电技术的发展和运营提供了重要的参考价值。

[参考文献]

- [1]任意. 三代压水堆堆外核测仪表调试方案研究与设计[J]. 自动化仪表, 2021, 42 (S1): 237-241.
- [2]陆龚曙. 施工项目群风险元传递模型及其信息系统研究[D]. 华北电力大学, 2013.
- [3]康才品. 海阳核电项目工程管理模式选择与实践[D]. 北京交通大学, 2009.
- [4]陈国才. 核电工程调试管理模式的研究分析与应用[D]. 上海交通大学, 2007.