

附件 8:

国家能源应用技术研究及工程示范项目

智慧核电运营系统研究及示范

申报指南

一、指南说明

目前我国商业运行的核电机组达到 19 台，总装机容量 1701 万千瓦，在建规模世界第一，已成为全球核电发展的重心之一。预计到 2020 年中国核电装机容量将达到在运 5800 万千瓦，在建 3000 万千瓦的规模。核电站作为最为复杂的工业系统之一，其运营管理技术水平对于提高核电站安全水平和发电能力有着至关重要的影响。智慧核电运营是核电先进运营技术的发展趋势。智慧核电运营系统是在智能机器人等智能系统的基础上，应用云计算、物联网、移动通讯、大数据等计算机技术，形成高度智慧化的专家系统，对核电站及多个核电基地的安全、运行、维护等各领域信息进行集成、分析、判断和预测。

跟据《国家能源科技“十二五”规划》，为推进我国智慧核电运营技术进步，特设立“智慧核电运营系统研究及示范”项目。在核电运营经验、技术和管理体系基础上，结合我国核电发展需求和运营技术现状，进一步探索和建立智慧核电运营系统，研发适应核电环境的智能核电运行机器人系统。

符合申报条件的单位可申请本项目的课题，对于两个以上单位集中申报的课题，将通过专家论证确定课题的承担单位。

二、指南内容

1. 项目名称

智慧核电运营系统研究及示范

2. 项目总体目标

本项目的总体目标是：在我国当前核电运营经验、技术和管理体系基础上，深度结合我国核电发展需求和运营技术现状，进一步探索和建立智慧核电运营系统，研发适应核电环境的智能核电运行机器人等智能系统，提高核电运营技术水平，提升国内核电厂运营的可靠性和安全性，达到国际一流水平。

3. 项目的课题设置

本项目下设七个课题：

课题 1: 核电高危区域运行智能探测机器人系统

研究内容：

基于核电站核电运行参数巡检系统（CPIS）、多基地远程维修视频电子认证智能识别系统（KRV）和核电厂辐射防护系统（KRT）的基础技术上，开展以下研究：

（1）针对核电站管道众多、通道狭窄作业环境，研究探测机器人及行走平台；

（2）研制开发灵巧机械臂作业系统，可搭载视觉传感器载荷进行探测作业；

（3）开展探测机器人嵌入式控制系统研究，实现探测机器人的灵活运动控制；

（4）研究在辐射环境下机器人的可靠性技术；

考核指标：

（1）研制出探测机器人，可完成变电站等场所，运行巡检、积水检查、管道滴漏检查、蒸汽泄漏检测及高辐射（红区）的泄漏探测等作业任务；

（2）探测机器人载重能力大于 30 千克，运动速度大于 0.5 米/秒；连续工作时间大于 2 小时；

（3）作业机械臂自由度不小于 5，全伸展长度大于 1.5 米，末端负荷能力大于 2 千克；

(4) 耐辐射剂量率 1000rad/h, 累计耐辐射剂量 10000rad。
国拨经费控制额: 1250 万元

课题 2: 核电维修期间智能辐射防护监控系统

研究内容:

基于核电站电厂辐射防护系统 (KRT)、电厂环境监测系统 (KRS)、电厂辐射防护现场工作许可证系统 (RWP), 研发智能核电运行机器人系统实现高放射区的辐射快速和连续测量, 重点针对大修期间的辐射防护测量自动化展开, 并实现测量数据的组网传输、后台数据融合与动态显示, 将高辐射许可证办理系统与实时采样系统结合起来, 减少辐射测量人员所受剂量, 提高维修规划效率、缩短大修时间。具体研究模块如下:

(1) 研究核电站大修期间辐射剂量动态测量与热点动态定位技术, 缩短大修关键路径时间;

(2) 研究无固定网络环境下辐射测量信息的组网和传输技术;

(3) 研究基于增强现实的数据融合技术;

(4) 开发辐射防护动态监控软件处理系统, 实现辐射测量数据的可视化直观显示, 为辐射防护、大修作业规划和高辐射许可证办理提供决策依据。

考核指标:

(1) 研制一套核电维修期间智能辐射防护监控系统及相关技术文件;

(2) 反应堆厂房大修去污降级后测量时间较传统方法节约 50%以上时间, 并可对变化的热点进行动态定位;

(3) 无固定网络环境下传输距离不小于 500 米;

(4) 辐射剂量与热点可进行动态直观显示。

国拨经费控制额: 750 万元

课题 3: 便携式智能核电运行巡检闪测系统

研究内容:

基于核电站核电运行参数巡检系统 (CPIS) 及远程维修视频电子认证和智能识别系统 (KRV) 的技术, 开展以下研究:

(1) 针对核电运行关键模拟量仪表数据测量费时的问题, 研究模拟仪表数据的自动化快速测量方法, 降低工作人员辐射暴露时间, 减小人因失误, 并提高工作效率;

(2) 研制便携式智能核电运行数据自动抄表装置;

(3) 研究基于无线视频识别 (RFID) 的模拟量仪表自动识别技术;

(4) 研究基于视觉的模拟量仪表数据的数字化处理技术, 为后续数据传输和再利用奠定基础。

考核指标:

(1) 核电运行模拟量仪表数据闪测方案, 可将指针式仪表、液位显示仪表等模拟量自动识别成数字量;

(2) 核电运行巡检单点测量时间由 5 分钟降低为 30 秒钟以内;

(3) 便携式闪测装置重量小于 3kg。

国拨经费控制额: 500 万元

课题 4: 管道异物探查与清理机器人系统

研究内容:

基于核电站多基地重大设备远程维修在线支持平台 (KRM) 的技术, 尤其是远程维修视频电子认证和智能识别系统 (KRV), 针对管道出现异物后探查与清理过程繁琐、以及因管道切开和重新焊接带来的可靠性验证问题, 研制能在管道进行爬行的机器人系统, 完成管道爬行机器人机构的综合设计以及耐辐射和便于去污的外观设计, 同时研制具有容错功能的管道爬行机器人高可靠

性控制系统，研究可快速更换的灵巧作业工具系统，实现管道内异物探查和清理，降低管道内异物定位和清理的难度，减少操作人员的数量和工作时间，进而降低操作人员接受的辐射剂量。

考核指标：

- (1) 管道爬行机器人最小适应管径达到 300mm;
- (2) 机器人在管道内爬行距离不小于 50 米;
- (3) 机器人爬行速度不小于 0.2 米/秒，连续工作时间不小于 1 小时。
- (4) 机器人图像采集像素不低于 720p。

国拨经费控制额：1000 万元

课题 5: 核电 6D 临境式智能管控系统研究

研究内容：

在现有主泵等重大设备维修版数字化样机和环境厂房虚拟环境的基础上，研发集数据监测、故障分析为一体，提供运维支持、设备管理、故障解析、维修推演、智能模拟培训的智能核电 6D（三维技术基础上涵盖核电设计、运营工况和事故工况）临境式系统。具体研究内容如下：

(1) 研究核电关键业务流程技术，进行业务链逻辑关系解析，建立物理模型；

(2) 研究电厂管控 3D 虚拟现实技术、生产过程可视化监控技术、实时动态可视化报警技术、可视化动态故障分析及处理技术；

(3) 研发主泵 6D 临境式电厂管控系统，实现运维支持、设备管理、故障解析、维修推演、智能模拟培训；

考核指标：

- (1) 建立一套 100 型主泵 6D 临境式资产管理物理模型；
- (2) 建立一套 100 型主泵 6D 临境式数学模型；

(3) 建立一套 100 型主泵 6D 临境式资产管控智能系统；
国拨经费控制额：750 万元

课题 6: 核电多基地智能业绩管控系统研究

研究内容:

(1) 基于核电站多基地一站式重大设备状态检测信息平台 (OMI)、多基地重大设备智能诊断平台 (KKM)、核电站关键业绩智能管理平台 (OPI), 以及多基地重大设备健康盘系统 (KHI) 等已有基础平台和系统, 采用大数据架构的思路, 建立生产业绩数据采集、分析系统。采用云计算的集中式管理、分布式计算、自助式资源服务相结合的架构, 通过对重大设备健康度、关键生产参数等进行数据整合, 逐步建立科学的根本原因分析系统, 做到事前预测预警、生产全程掌控、事中快速响应措施有效、事后科学分析, 形成覆盖运营公司和各电厂的多层次多基地集中式生产业绩管控智能分析系统。

(2) 基于各项生产指标与关键要素, 通过物联网、导航定位、移动应用等技术手段, 对多基地机组运维工作、备品备件管理、人力调配、资源定位等进行集约化管理, 通过 PC 端、移动终端、生产设备终端三位一体的应用方式, 实现生产运营实时掌控、重大事件远程指挥、生产与业绩信息综合发布三大功能, 构建智慧型的生产运营关键指标的指挥、调度与管理平台。

考核指标:

(1) 建立一套基于核电重大设备及生产关键业绩参数的大数据处理系统;

(2) 建立一套基于重大设备及生产关键业绩参数的智能核电多基地业绩管控平台系统。

国拨经费控制额：500 万元

课题 7: 智能核电战略备件 3D 系统研究

研究内容:

战略备件 3D 系统的研发基于核电站战略备件的管理, 开发战略备件的 3D 数据库, 提高工程师在战略备件共享分析、故障诊断、维修方案分析、改造方案分析、应急现场更换方案、零部件管理等方面的工作效率和准确性, 减少机组发生非预期事故时的损失。具体研究模块如下:

(1) 研究核电站战略备件的 3D 数据开发, 建立战略备件及其零部件的 3D 数据模型, 开发 3D 仿真, 实现战略备件的全方位虚拟展示、虚拟拆解、虚拟组装;

(2) 研究同类战略备件 3D 数据对比分析功能模块, 通过系统自动完成战略备件技术信息对比, 输出战略备件共享或互换性报告;

(3) 研究战略备件在各种故障模式下的虚拟运行和损坏趋势分析模块, 实现故障信息诊断和机组运行安全分析的智能化;

(4) 研究战略备件的智能维修方案, 结合在线监测系统的故障分析结果, 根据智能维修方案专家模块实现维修方案的智能化;

(5) 研究战略备件更换时的全景虚拟展示, 将施工环境、专用工具、人员虚拟化, 并以虚拟漫游等方式完成全景展示;

(6) 研究战略备件改造方案虚拟实施和改造后战略备件运行状况的虚拟运行, 减少改造风险;

(7) 研究对战略备件零部件的主数据、库存、维修消耗、检修计划等的报表分析模块, 实现系统自动完成不同工作下的备件需求方案和备件储备方案;

考核指标:

建立一套智能核电战略备件 3D 系统, 包括以下功能:

(1) 研究战略备件 3D 数据的采集;

- (2) 3D 数据建立和虚拟仿真;
- (3) 同类备件战略备件智能对比分析;
- (4) 战略备件在故障模式下的虚拟运行方法和损坏趋势分析;
- (5) 战略备件现场更换时的虚拟全景展示;
- (6) 战略备件改造方案的虚拟运行;

国拨经费控制额: 750 万元。

4、项目支持年限

2015 年 1 月至 2017 年 12 月。

5、其它需说明的内容。

三、注意事项

1. 课题申报者应根据本项目申报指南编写《课题申报书》、《课题概算书》。

2. 课题必须由法人(单位)提出申请,法人是课题依托单位,且必须指定一名自然人担任课题申请负责人。每个课题申报只能有一个课题申请负责人和一个依托单位,课题的协作单位不能超过 5 家。

3. 课题申请单位应符合的基本条件:在中华人民共和国境内登记注册、过去两年内在申请和承担国家科技计划项目中没有不良信用记录的企事业单位,包括:大学、科研机构等事业法人;中方控股的企业法人。

4. 课题负责人应符合的基本条件:

- (1) 具有中华人民共和国国籍;
- (2) 年龄在 55 岁(含)以下(按指南发布之日计算);
- (3) 具有高级职称或已获得博士学位;
- (4) 每年(含跨年度连续)离职或出国的时间不超过 6 个月;

(5) 过去三年内在申报和承担国家能源科技计划项目中没有不良信用记录。

5. 申请者提出的国拨经费申请不得高于项目申报指南规定的国拨经费控制额, 自筹经费与国拨经费的比例原则上应不低于 1:1, 否则不予受理。

6. 课题申报受理的截止日期为 2014 年 7 月 4 日(星期五) 17 时。课题承担单位于截止日期前, 将打印版申报书 7 本和电子版光盘报送至国家能源局能源节约和科技装备司。

7. 咨询联系人及联系方式:

联系人: 赵志国 雷 祥

联系电话: 010-88656858 010-68505646

地址: 北京市西城区月坛南街 38 号

邮编: 100824