

# 模块化小型堆发展情况简述

◆王长松

(核建高温堆控股有限公司)

**【摘要】**小堆具有安全性高、功率较小、可靠近需求侧、建造周期短、较易融资、适应性强等优点。国内主要核电企业及科研机构均开展了大量的技术攻关和产品研发工作,取得了明显的进展。中核、中广核、清华大学、国电投、中科院、中船重工等单位及研究机构,都开发出各具特色的小堆技术,部分已具备开展工程示范的技术条件。

**【关键词】**小堆 ACP100 低温供热堆

国际原子能机构(IAEA)也提出了积极鼓励研发小型反应堆的倡议,将电功率不超过300MW的核电机组定义为小型反应堆。据IAEA于2018年发布的《小型模块化反应堆技术进展》,国际上共收录了53种小堆技术,连同目前正在开发之中的小堆,共有60种之多。小堆研发已成为当前核能领域的一个热点,也是核能技术发展的一个重要方向。我国有关政府部门和核能开发单位十分重视小型反应堆的开发工作,将之纳入国家发展规划,并取得了许多有重要影响的技术成果。

小堆具有安全性高、功率较小、可靠近需求侧、建造周期短、较易融资、适应性强等优点。国内主要核电企业及科研机构均开展了大量的技术攻关和产品研发工作,取得了明显的进展。中核、中广核、清华大学、国电投、中科院、中船重工等单位及研究机构,都开发出各具特色的小堆技术,部分已具备开展工程示范的技术条件。

## 一、ACP100小型模块化压水堆示范项目

ACP100模块化小型堆技术:2009年,中核集团启动了ACP100集团专项,开展多用途模块式小型堆设计研究。在其后的5年研发周期内,ACP100先后开展了方案设计、福岛事故后的方案优化设计及标准设计。随着设计阶段的深入,技术问题逐步暴露并逐一得以解决,所有系统的技术方案、容量及参数全部得以固化。

2015年7月,IAEA对ACP100进行通用设计审查(GRSR),2016年4月为ACP100颁发反应堆安全审查终版报告。ACP100成为世界首个通过IAEA通用设计审查的小堆。

2017年5月25日,应用于ACP100技术的海南昌江小堆科技示范工程获得《国家发展改革委办公厅关于海南昌江多用途小型堆示范工程有关问题的复函》。

2019年8月,海南昌江小堆示范工程项目初步安全分析报告正式获国家核安全局受理,安审工作正式展开。目前,该项目计划于2020年下半年实现FCD,首堆工期58个月。

## 二、“燕龙”泳池式低温供热堆示范项目

2017年11月8日,中核集团原子能院召开“燕龙”泳池式低温供热堆型号研发设计启动会,正式开始研发设计;2017年11月28日,中核集团正式发布自主研发、可实现区域供热的“燕龙”泳池式低温供热堆;作为泳池式低温供热堆“演示验证-示范工程-商业推广”三步走发展战略的第一步,中核集团在中国原子能科学院启动的供热演示项目——泳池式轻水反应堆(49-2堆)实现安全供热满168小时,为原子能院部分办公楼提供供热(原子能院区两座办公楼和一座49-2堆厂房,总体供热面积约1万平方米)。“燕龙”泳池堆技术是中国核工业集团有限公司为响应国家“打好蓝天保卫战”的号召,基于成熟技术研发的可用于我国北方地区冬季清洁供暖的泳池式低温供热堆。该型反应堆为低温常压水池式反应堆,反应堆燃料置于直径10米,深26米的低温常压水池内,

具有很高的固有安全性,适合临近城市建设。泳池堆安全性高,其特有的大容积水池(1800立方米水)设计可确保在最大假设事故下26天不融堆(目前最先进的三代压水堆核电站为3天),为事故响应争取足够时间。

2019年8月23日,中国核能电力股份有限公司与辽源市人民政府签署《共同建设清洁能源供热项目框架协议》。11月27日至29日,电力规划设计总院针对泳池堆辽源项目召开了初步可行性研究报告评审会。中核集团将进一步加快示范工程的实施步伐。

2016年,中咨公司组织专家对ACP100、NHR-200、ACPR50和CAP200等4种陆上小堆方案进行评估,评估内容涵盖了自主知识产权、成熟性、安全性、先进性、经济性等5个方面23个技术指标。评估认为,ACP100和NHR-200基本完成科研攻关和试验验证,技术方案成熟度和研发进度国内领先,具备开展工程示范的技术条件。

NHR200技术是由中广核与清华大学合作,共同进行得低温供热堆型机组。中广核在2014-2017年间先后在多处进行选址,最终将低温供热堆示范项目厂址定于河北省邢台市,并于2018年1月在北方地区冬季核能供暖座谈会上得到能源局的支持,目前示范项目正处于两评阶段。

HAPPY200。国家电投集团中央研究院在调研河北、东北的候选厂址后,针对当地居民供热参数与实际需求,形成了具有自主知识产权的微压供热堆HAPPY200技术方案。HAPPY200是微加压闭式回路,双环路布置、低热工参数的供热反应堆。该反应堆系统采用大水池作为常设安全设施,具备非能动安全特性,具有高安全性、高经济型、系统简化成熟等特点,目前,HAPPY200已经基本完成概念设计。

除此之外,中广核集团正在研发ACPR100小堆。国家电投正在研发中国先进非能动小型压水堆CAP150和CAP200。CAP150和CAP200的发电功率分别为150MWe和200MWe,引入了AP1000的非能动安全设计,简化了系统设计。

海上堆开发方面,中核集团正在研发海上模式堆ACP100S和ACP25S。ACP100S是在中核集团多用途模块式小型堆ACP100的基础上,根据船用核动力的特点,经过适应性设计改进,开发出满足三代核电安全标准和海上浮式平台入级规范设计的海洋核动力平台型号ACP100S。该反应堆采用一体化设计,反应堆单堆热功率385MW,单堆最大电功率为125MW,可快速跟踪负荷运行,反应堆设计寿命60年,换料周期24个月。目前,针对中核台海浮式核能示范项目开展初步设计及可行性研究。

ACP25S反应堆及一回路系统采用分散布置,单堆热功率100MW级,单堆最大电功率30MW,可快速跟踪负荷运行,设计寿命40年,换料周期18个月,满足三代核电安全标准。目前,正针对海上供能开展可行性论证。

2017年,中国核电等五家企业联合投资开发海上核动力浮动平台,推动核动力装置在水面舰船/海上综合利用平台等工程领域的应用。中广核的ACPR50S可用于热电联产和海水淡化,为海岛和沿海地区提供能源供应和应急支持。ACPR50S正在进行初步设计阶段。中船重工集团正在开展HHP25浮动堆设计工作,浮动平台装载两座热功率为100MWt、电功率为25MWe的HHP25小堆。国家电投集团也在积极研发CAP50T/CAP50S等海洋核动力平台技术。

表 1 国内正在开发 / 建设的小型堆

| 序号 | 堆型号      | 堆类型   | 开发单位  | 功率      | 进展阶段 |
|----|----------|-------|-------|---------|------|
| 1  | ACP100   | 压水堆   | 中核集团  | 125MWe  | 工程示范 |
| 2  | DHR-400  | 常压轻水堆 | 中核集团  | 400MWt  | 初步设计 |
| 3  | NHR-200  | 压水堆   | 中广核集团 | 200 MWt | 工程示范 |
| 4  | ACP250   | 压水堆   | 中广核集团 | 60 MWe  | 初步设计 |
| 5  | CAP150   | 压水堆   | 国家电投  | 150MWe  | 初步设计 |
| 6  | CAP200   | 压水堆   | 国家电投  | 220MWe  | 初步设计 |
| 7  | HAPPY200 | 压水堆   | 国家电投  | 200 MWt | 选址阶段 |
| 8  | ACP100S  | 压水堆   | 中核集团  | 100 MWe | 初步设计 |
| 9  | ACP25S   | 压水堆   | 中核集团  | 25MWe   | 初步设计 |
| 10 | ACP250S  | 压水堆   | 中广核集团 | 50MWe   | 初步设计 |
| 11 | HHP25    | 压水堆   | 中船重工  | 25 MWe  | 概念设计 |

目前,国内开发的小堆主要包括小型压水反应堆、高温气冷堆、小型金属快堆、熔盐堆等技术类型,小型压水反应堆是目前最

成熟、工程可实现性最高的技术也是国内外支持研发的重点。)高温气冷堆具有固有安全性、高温输出等特性,经过多年不断研究,积累了大量经验,我国正在建设示范工程,在进一步提高经济性后,具备规模推广的技术基础。)小型快堆目前主要有钠冷、铅冷和气冷3种类型,均被 GIF (第四代核能系统国际论坛)列为最有希望的第四代核能技术。)熔盐堆也被 GIF 列为最有希望的第四代核能技术,具有独特的技术优势,小型熔盐堆日益受到国际上的广泛关注。目前,国内各大集团均努力开发相应堆型,期待小堆作为一种核技术差异化产品在未来的核能源领域大放异彩。

参考文献:

[1]IAEA Advanced Reactors Information System (ARIS)2018 Edition.

作者简介:王长松,核建高温堆控股有限公司 高级主管工程师。

(上接第 158 页)

2. 颠覆传统人力资源管理

水能载舟,亦能覆舟。人工智能是水,传统人力资源是船。传统人力资源管理积弊已久,积弊已深,很难对其进行小修小补,人工智能时代的到来将会使得一切修补都无济于事,传统人力资源管理依然免不了被颠覆的命运。未来的人力资源管理将会是怎样的呢?人力资源管理工作中很多事务性的工作将会被取代,人力资源管理将会越来越趋向于战略活动,工作内容也不再是简单的人事管理,将会更加复杂化、智慧化。

三、人力资源管理应对策略

其一,实施智能化人力资源管理。人力资源已经不是十年前的人力资源,推陈出新将成为人力资源的主题。智能化人力资源管理将不再关注于事务性工作,而是集中于判断和决策类的工作。社会的用工需求已经不再是一元化,而是更加多元化,结构性人才已经大势已去,也不会未来的人类社会中占据一席之地,综合化的全面人才将会引领未来的时代潮流,在时代的大潮中充当弄潮儿。人力资源与人工智能的深度融合使得 HR 彻底从事务性工作解放出来,那个时候的 HR 将不再是现在的 HR,而是拥有决断和判断力的企业领袖。

其二,提升人力资源管理核心技术能力。这里的技术不是指专业意义上的技术,而是指真正意义上的技术。这种技术从某种程度上可以被称作艺术。只有真正的人力资源管理领袖才会有能力应对人工智能带来的巨大冲击,也才能在诺亚方舟上有自己的一席之地。

其三,人力资源管理再定位。人力资源已经不再是以前的人力

资源,因此继续被重新定义。腾讯与阿里巴巴在这一方面走的很靠前——三驾马车并行。专家中心、共享平台、业务伙伴三驾马车共同驱动人力资源管理走向新的方向。这三家马车的核心理念就是促进人力资源业务不断深化发展。

其四,促进产业转型升级。既然结构性人才过剩,那么很多产业就凭空消失了,那么如何来填补这一缺口呢?只有采取创造新就业的方式。那么解决办法也就只有产业转型,一方面使得人工智能融入当下产业注入制造业、服务业;另一方面号召万众创业,从而促使人工智能和新的人才不断被激活。

四、结语

综上,本文首先论述了人工智能在国内外的的发展情况,首先阐述了中外之间的差距;其次论述了人工智能将会给人力资源管理带来的积极和消极影响,表明人力资源管理走向新时代不可避免;最后给出了一些建议,针对人力资源管理如何应对人工智能时代的到来,以期能为当下企业解决人力资源管理难题提供借鉴。

参考文献:

[1]肖兴政,冉景亮,龙承春.人工智能对人力资源管理的影响研究[J].四川理工学院学报(社会科学版),2018(06):37-51.  
 [2]兰艳阳.人工智能时代的人力资源管理[J].经济研究导刊,2018(23):63-64.  
 [3]姜瑞峰.人工智能对人力资源管理的影响研究[J].环球市场,2019(02):214.

(上接第 58 页)

对此项工作的高度重视,需要将最终的评价结果与单位人员的绩效考核工作相挂钩,强化人员的危机意识。根据最终结果在单位内部进行公示,规范评价过程的公开透明性,转变传统预算资金管控观念,将评价结果与资金应用分配事项进行全面整合,统筹考核内部完成情况,针对预算评价相关指标任务不达标的部门与人员,减少其预算资金额度分配,结余的额度转给完成情况良好的部门,以调动内部人员参与预算绩效评价工作的积极性,强化内部资金规范监管,提升整体的预算资金使用效率与管理水平,促进行政事业单位预算管理工作的全面优化。

四、结束语

预算绩效评价作为行政事业单位预算管理工作的必要环节,事关单位整体预算管理工作的实施效果,因此,必须强化全员对此

项工作的高度重视。根据单位实际需求,从强化全员预算绩效评价管理意识,规范预算绩效评价相关制度建设、构建科学预算绩效评价体系,强化预算评价执行效果、将预算绩效评价结果与绩效考核相挂钩,强化评价结果的应用水平等多方面着手,有效推进行政事业单位预算绩效评价管理工作的全面实施。

参考文献:

[1]崔晓凤.浅析行政事业单位预算绩效评价[J].行政事业资产与财务,2018.01.  
 [2]王勇.试论行政事业单位预算绩效评价[J].现代经济信息,2016.04.  
 [3]杜方兴.行政事业单位绩效评价与预算管理有效性研究[J].财经界(学术版),2019.12.