



身穿长袖长裤、防砸鞋，头戴安全帽，现场电钻声、切割声、敲打声此起彼伏。近日，在海南昌江核电“玲龙一号”建设项目现场，施工人员正在厂房内进行构件安装工作。项目现场，随处可见的安全质量公告牌也提醒着每一位施工人员安全作业的重要性。每位工人各司其职，指挥者人手一台对讲机，进行指挥交流工作。 南国都市报记者 程小丹

全球首个开工的陆上商用模块式小堆

攻克技术难题 实现四大创新

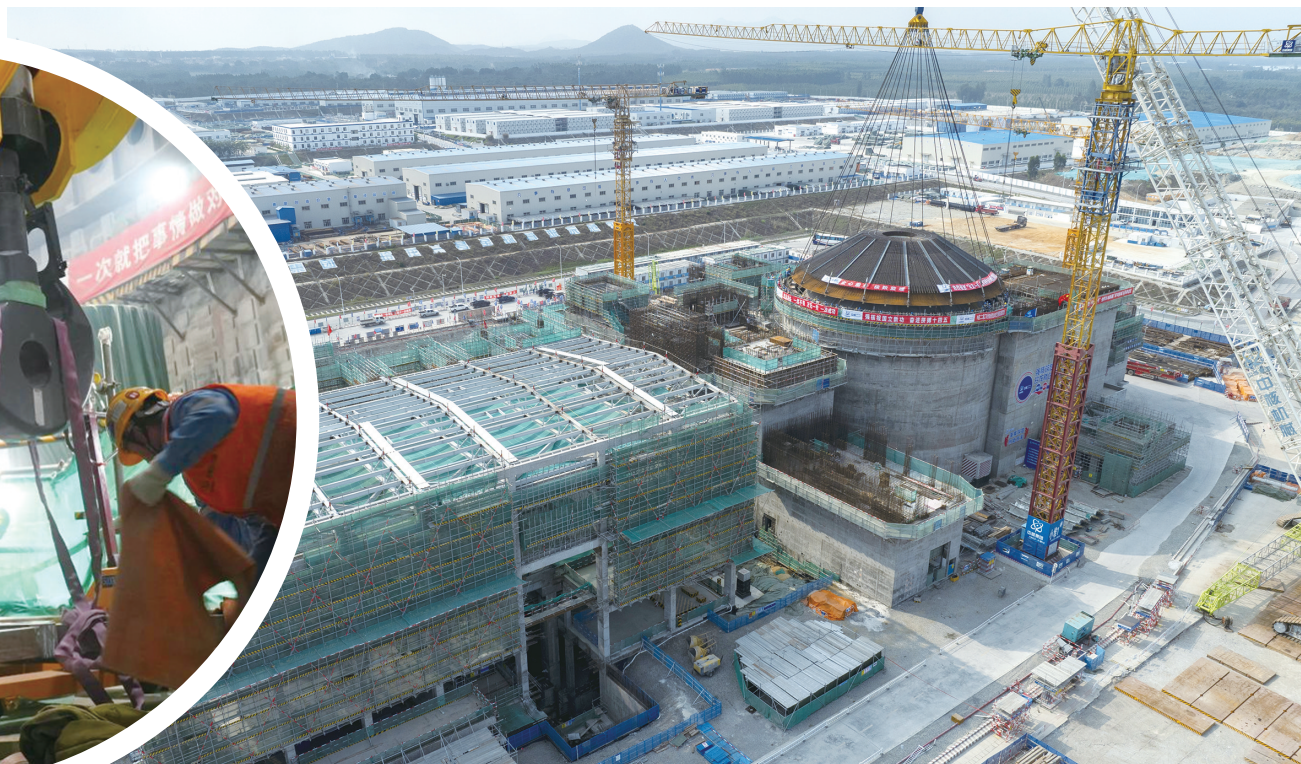


扫码看视频

海南昌江核电“玲龙一号” 这个“移动充电宝”不简单



工人们正在施工。
记者 吴兴财 摄



在海南昌江核电基地，“玲龙一号”全球首堆工程正稳步推进。(海南核电供图)

全球首个陆上商用模块式小堆 攻克多个技术难关

“玲龙一号”是多用途模块式小型核反应堆的别称，是中核集团继百万千瓦级“华龙一号”后的又一自主创新重大成果。2021年7月13日，多用途模块式小堆科技示范工程在昌江核电现场正式开工，成为全球首个开工的陆上商用模块式小堆。

什么是小型堆？国际原子能机构认定，小型堆是电功率30万千瓦以下的核反应堆。“玲龙一号”设计电功率12.5万千瓦，除可用于发电外，还可用于城市供热、工业供汽、海水淡化、石油开采和燃煤热电机组替代等多种用途，适用于园区、矿区、高耗能企业自备能源等多种应用场景。

区别于传统大型反应堆，模块式小型堆技术具有小型化、模块化、一体化、非能动的特点，它安全性高、建造周期短、部署灵活，所以也被称为“移动充电宝”。

据介绍，“玲龙一号”的主系统和施工，均采用模块化设计，通过流水线生产、运输和快速装配组装核反应堆，就像组装家电产品，简单、迅速、高效。

“‘玲龙一号’我们把它总结成了四大创新点，数字化设计、工厂化制造、模块化施工、智能化管理，最大的创新点，就在于它的一体化设计。这一理念体现在‘玲龙一号’设计、制造、运输、安装的全过程。”海南核电工程管理处副处长赵龙介绍，在核电站设备中，反应堆压力容器

器是核心设备之一，也是反应堆中唯一不可更换的主设备，被誉为核电站的“心脏”，集成了压力容器、主泵连接管、蒸汽发生器等多个重要设备。

吊装前，蒸汽发生器就已在工厂与反应堆压力容器完成组焊，是制造难度最高、最具代表性的“工厂化预制、模块化制造”核电主设备，其设计创新既提高了核电站安全性和可靠性，又极大地缩短了工期。

创新就意味着有挑战。作为全球首个商用核电小堆示范工程，没有建设经验可借鉴。如何将这个一体化反应堆压力容器立式运输安全抵达施工现场？

在前期分析上，海南核电设计团队通过不断进行沙盘推演，以及头脑风暴的多种方法来研究，情景设计及演习，提前识别风险，形成风险管控清单。

安装过程中，由于压力容器需要不断插入和抽出，操作过程将会带来一个工期上的延长，同时也不利于安全质量的控制。

为了让过程更加顺利，团队采用了非常大胆的设想，通过逻辑上的优化，让原来计划要“七进七出”的设备，缩减到了四次，将大量工作分散在专用工装平台中完成，使得进入设备的次数大大减少，由此也提高了施工的安全性和质量，效率也得到了非常大的提升。

从零开始的自主创新 到崛起的中国核电新名片

“我们很重要的一个任务，就是在运行阶段，把可能遇到的风险点排除掉，所以这就需要我们设计人员要多方面考虑，把这些识别出来，并且保证工程的进度。”海南小堆设计管理处工艺科王伟昊介绍道。他所在的小堆设计管理处，主要解决施工、建造、运维等提出的技术问题，保证施工图纸的顺利出版。

为了确保施工进度，设计管理团队提出了“330设计固化”的目标，也就是在2024年3月30日之前，把小堆设计问题全部重新梳理，并进行解决。

建设过程中，项目团队还成立了“玲龙一号设计领域协同管理”总师会及办公室的协同工作机制，对影响施工、采购的设计相关技术问题按照分级分类原则快速处理，以现场计划的节点为目标推动设计相关工作，努力实现“1-3-7”处理原则目标：一般技术问题在1天内解决，复杂问题在3天内解决，疑难问题在7天内完成决策处理。

由于是全球首创，在项目初期的核安全审评阶段，“玲龙一号”面临没有成熟且适用于小型堆的核安全审评相关标准规范的情况，影响安全审评工作的开展。

“为解决这个问题，我们积极组织设计院与审评技术单位、监管部门以及

外部专家多次开展小堆设计特点沟通。针对‘玲龙一号’与传统大堆的差异之处进行详细对比分析，并在此基础上协助审评方对小堆的高安全性及特殊应用场景单独制定小型压水堆核动力厂安全审评原则（试行），以指导审评工作。”王伟昊说，这种方式行之有效，为未来小型堆审评开创了路径，积累了经验。

翻开“玲龙一号”建设工作进度表，数项工作井然有序排列其中，在此过程中，每一个细节，都彰显着我国自主创新的底气。

根据计划安排，“玲龙一号”将于2025年年底并网发电，年发电量可达10亿千瓦时，满足52.6万户家庭生活所需，不仅将以稳定可靠的清洁能源助力国家“双碳”目标实现和海南“清洁能源岛”建设，更将以先进反应堆技术的示范效应，推动世界核能的发展。

如今，行走在海南昌江核电站园林般的厂区内，透过一棵棵芒果树、椰子树、三角梅的树梢，眺望远处高大的建筑与忙碌的吊车，能生动感受到中国核电产业近年来快速发展的轨迹。

可以预见，未来“玲龙一号”在海南核电的成功应用，意味着安全智能的模块式小堆将推动中国在世界核能领域率先突围，成为中国制造及原创科技品牌又一张世界级名片。