

华龙一号首堆年底投产

中国核电潜“龙”腾空

5月23日,全国人大代表、中国核工业集团有限公司总经理、党组书记顾军在接受媒体采访时透露,华龙一号全球首堆福清核电5号机组有望今年年底前投产运行。

在此前的5月13日5时,华龙一号全球首堆——中核集团福清核电5号机组(以下简称福清核电5号机组)安全壳厂房内压力降至大气压。在所有参试人员的共同注目下,通往内层安全壳的闸门缓缓打开,这标志着福清核电5号机组内层安全壳整体性试验圆满完成!

安全壳整体性试验包括密封性和强度试验,是机组装料前的大型综合性试验,旨在验证华龙一号全球首堆第三道安全屏障的完整性和可靠性。本次试验历时9天,试验过程安全质量可控无偏差,且首次开展安全壳泄漏率验证试验并一次合格。

A 优化后施工难度倍增

2016年12月,福清核电5号机组开始不锈钢水池安装工作。

对核电站来说,水池意义重大,它承担着核电机组余热导出、应急冷却、辐射防护等作用。

但与国内核电站最常见的堆型之一——M310堆型不同,华龙一号在M310堆型原有堆腔水池、燃料厂房不锈钢水池两大水池的基础上,新增了4大水池:内置换料水箱、辅助给水箱、非能动热量导出水池和非能动堆腔注水箱。其中,堆腔水池比M310堆型的容积更大,堆腔水闸门重量是M310堆型的两倍多。此外,华龙一号在核岛厂房内还设置了废液收集系统和中和低放射性废液的处理与贮存设施。

这些优化,意味着福清核电5号机组不锈钢水池工作量陡然倍增,大大增加了施工周期和难度。

为确保福清核电5号机组不锈钢水池施工有序开展,在中国核电工程有限公司

的部署下,福清核电项目部组织中国核工业二四建设有限公司及各参建单位成立不锈钢覆面施工专项组,统筹协调不锈钢水池各项施工。由于设计复杂、工程量巨大,水池的制造和检验前后共历时3年4个月。

华龙一号单机组不锈钢水池的焊接量约是M310堆型的6倍,探伤量约是M310堆型的15倍。不锈钢水池密封试验就是要对所有水池的焊缝质量和水池密封性进行验证。6个水池总的焊缝长度约为13000米,探伤的底片量约为2.8万张,如果按照平均每天40张底片拍摄量算的话,探伤工作持续了约700天。

“在最后冲刺阶段遭遇了新冠肺炎疫情,施工专项组在做好疫情防控的前提下,积极推动复工复产,保证了福清核电5号机组不锈钢水池密封试验的顺利完成,为福清核电5号机组的装料重大节点奠定了基础。”中核集团核电工程公司项目部相关负责人倪海涛介绍。

B 多种测试确保安全

如果将发电站比作一个巨大的充电宝,那么华龙一号就是一座巨大的核燃料充电宝——“核电宝”。考量一座核电站,最重要指标之一是安全可靠。

一座核电站的建设要历经研发设计、土建施工、设备安装、调试几个阶段。

调试阶段包括冷试、热试、装料、并网等节点。

2019年4月27日,福清核电5号机组一回路水压试验正式启动,标志着该机组提前计划50天启动冷试,由安装阶段全面转入调试阶段。

冷试是核电厂大型综合专项调试试验,被认为是热试前的“热身”,主要目的是验证一回路系统和设备及其辅助管道在高压下的承压能力以及泄漏率,并在各个压力平台下进行主系统和辅助系统的相关试验,是对整个反应堆性能的第一次全面“体检”。

它也被认为是检验这座“核电宝”的第一步,可验证各系统完整性,以及超设计基准状态下能否正常保压。而首堆能否如期推进,“体检”报告十分关键。

压力,是冷试首先要考核的指标之一。我们日常接触的大气压为0.1兆帕,而福清核电5号机组一回路工作压强为15.5兆帕。根据设计方案,一回路设计压强约为17兆帕。但冷试的峰值是兆帕,相当于

C 异地协同开展设计工作

热试结束后,按照计划,福清核电5号机组将进行首次装料。首次装料是核电厂运行的开端,意义重大。

首次装料前,负责福清核电5号机组运营的福清核电公司需要向国家核安全局提交《福清核电站5号机组首次装料申请书》。

根据我国民用核设施安全监督管理条例及其实施细则和有关核电厂的安全规定

手掌大的面积上得承载10辆满载小轿车的重量。

2019年4月28日,福清核电5号机组一回路水压试验一次成功。这标志着华龙一号全球首堆顶住“高压”,顺利通过检验机组性能的一次“大考”,可以进行热试。

热试是热态性能试验的简称,与35—70摄氏度的冷试温度相比,热试温度则高达300摄氏度。热试期间,工作人员会尽可能模拟核电站实际运行工况,以验证系统性能是否与设计要求相一致,还要对核电站的可靠性进行进一步验证,包括系统的各项参数指标是否达到设计要求。此外,还要验证仪表及设备在高温下的可靠性,校核温度、压力、流量、振动、间隙等测量参数是否符合设计值要求。

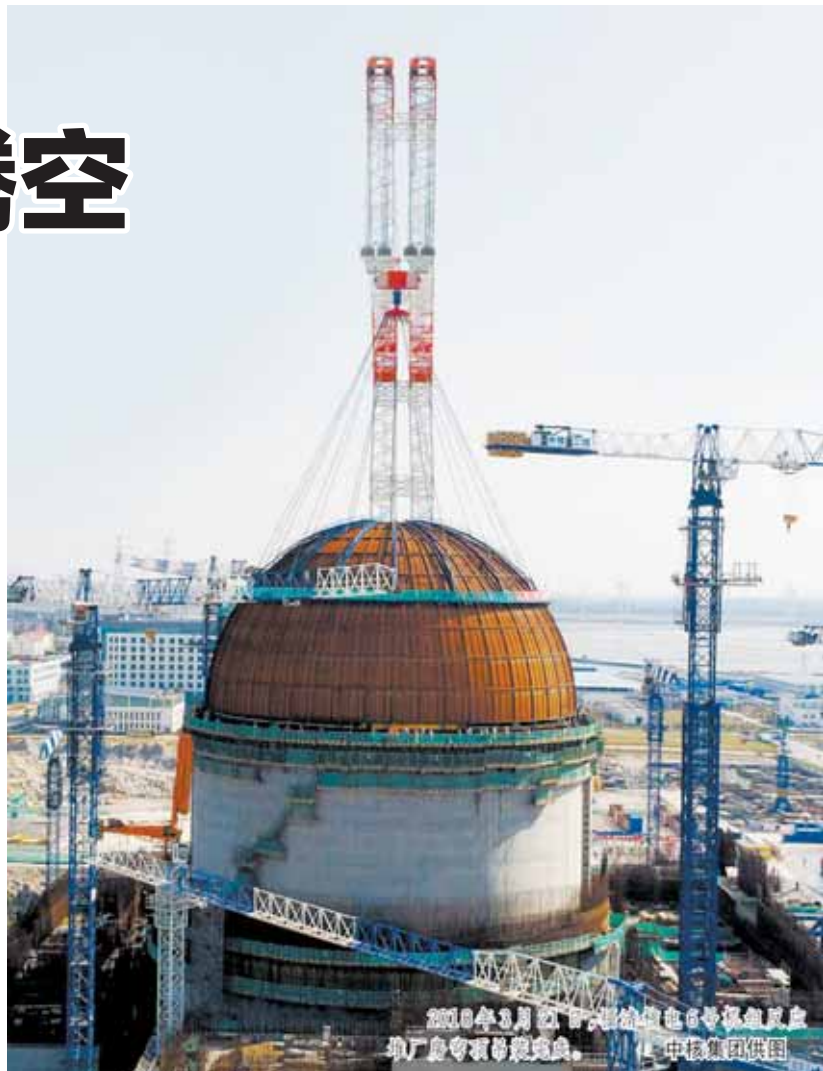
正因如此,与冷试相比,热试是一个比较漫长的过程,它并不是某一个试验,而是一系列试验的总和。

根据机组不同,热试少则几十天,多则几个月。热试过程中,核电站的运行规程将得到全方位验证,核电站的功能将得到充分检验,核电站里从事操作的人员队伍也将得到锻炼。

3月2日,福清核电5号机组热试基本完成,为后续机组装料、并网发电等工作奠定了坚实基础。

及导则,国家核安全局在审查公司提交的申请文件,并进行现场检查后,如果认为机组建造满足核安全基本要求,有足够的安全措施保障其运行不会致使厂区、公众和环境遭受过量辐射危害,符合核安全法规基本要求,具备首次装料条件,将为该机组颁发首次装料批准书。

装料完成后,福清核电5号机组将迎来正式并网发电,投产运行。



自2015年5月7日开工以来,福清核电5号机组进展顺利,按照计划进度开展建设成为重要标签。

“华龙一号是个复杂的系统工程,是从无到有的创新过程。”中核集团华龙一号总设计师邢继介绍说,福清核电5号机组的攻坚课题之一,是按期完成首堆工程施工图设计。

通过持续推进“互联网+”,中核集团将核电的设计、应用软件集成与互联网等技术相结合,建立了异地综合协同设计平台,全国多个设计单位通过网络连接,利用各种终端设备,在同一个平台上开展异地协同设计工作。协同设计平台终端数量达到500个,并可根据需要

进行扩充。

在这个平台上,近千名华龙一号现场工程师和设计人员,实现了信息的及时沟通共享,加快了设计数据传递,减少了设计交换过程,有效提升了设计效率。

在开展设计工作的同时,中核集团充分利用设计信息平台高效便捷的特点,将示范工程建设中遇到的技术问题及时汇总,形成设计领域的大数据,不仅向设备制造方和工程建设方反馈,还传递给了后续的核电项目。

“这为华龙一号核电项目标准化设计、批量化建设奠定了技术基础,提升了建设与运行的经济性。”邢继说。

D 华龙一号可满足国际最高安全要求

全国政协委员、中国工程院院士、中核集团副总工程师罗琦指出,近年来,中国的能源结构正在发生着重要改变,核电发挥着越来越重要的作用。

截至2019年,中国大陆在运核反应堆47台,保持安全稳定运行,装机容量全球第三,在建核电规模世界第一。我国核电在设计、研发、建造、运行等方面的水平都已跻身国际第一阵营。

总结中国核电的发展经验,很重要的一点,就是要坚持自主创新,总结适合自身发展的经验理念,围绕自身需求,进行自主设计、建造、运行。

中国核电在发展过程中形成了一批三代核电的技术和品牌。华龙一号的最大特点是自主创新,拥有完全的自主知识产权,在走出去方面完全不会受制于人,这是值得骄傲的。

华龙一号是几代核工业人努力的结果。其设计寿命为60年,反应堆采用177堆芯设计,堆芯换料周期为18个月,电厂可利用率高达90%以上。其中自主知识产权覆盖了设计、燃料、设备、建造、运行、维护等领域,并已自主开发了核电专用软件,形成了完整的知识产权体系,是目前国内能独立出口的三代机型。

作为全球首堆示范工程,中核集团福清核电5号机组建设进展顺利,有望于今年年底前投产运行。

华龙一号在安全性上达到了日本福岛核事故后国家核安全局提出的新核安全目

标和需求,也满足了国际最高的安全要求。

同时,华龙一号采用的技术都是经过实践考验的成熟技术,降低了核电站在建设工期和质量上的风险。华龙一号拥有的“能动和非能动系统”可以在厂区完全停电的情况下利用重力为反应堆堆芯降温,其拥有的双重安全壳可完全抵御大型商务飞机的碰撞,厂区也可抵御与福岛核事故中震级相同的地震。

从上世纪90年代开始,中核集团就推动核电技术走出去,目前已经有6台核电机组落地巴基斯坦,其中4台已经建成,2台华龙一号目前也正在建设中。除此之外,我国向其他国家也出口了七八个反应堆以及核设施装置。

我国核电发电量在全国发电总量中占4.2%,装机容量是全国总量的2.4%,但仍要低于国际上一些发达国家,如美国、欧洲、俄罗斯等。尤其是法国,其核电发电量占全国总发电量的比例超过70%。与此相比,中国核电的发展空间非常大。

华龙一号全球首堆福清核电5号机组受到了大家的广泛关注,福清核电6号机组也计划于2021年投产运行,未来华龙一号将会收获更多成果。中国核电要发展,就要继续坚持科技引领、自主创新,坚持不断研发、开拓进取,以中国力量推动世界核能的发展,把中国核电技术奉献给全国乃至全世界人民。

据新华网