



李冠兴,上海人,中国工程院院士,核材料与核燃料工艺技术专家。现任中国核工集团公司科技委高级顾问,中核北方核燃料元件有限公司名誉总经理,中国核学会理事长,中国核能行业协会名誉副理事长,全国核能标准化技术委员会主任委员。

卷首语 Foreword

科技导报 2016, 34(15)

核能发展与安全

核能发电的科学起源于欧洲,技术发展于英美(特别是美国),而当前核电的发展则主要在东亚(特别是中国)。经过几十年的发展,中国已经跻身世界核电发展的第一方阵,将逐步成为世界核电的产业中心,实现从核电大国到核电强国的历史跨越。目前,中国运行的核电机组30台,总装机容量2831万kW,在建的核电机组24台,总装机容量2672万kW。在建核电机组规模居世界首位,是世界上核电发展最快的国家。计划到2020年,核电运行装机容量将达到5800万kW,在建将达到3000万kW以上。中国运行核电机组安全业绩良好,未发生过国际核与辐射事件分级表二级以上事件和事故,四分之三的运行指标处于世界核电运营者协会世界排名前四分之一。气态和液态流出物排放远低于国家标准限值。在建核电机组质量保证、安全监管、应急准备体系完整。

中国已成为世界上最大的能源生产国和消费国。全国火电装机容量突破10亿kW,预计年底发电装机容量将达到16.3亿kW左右。2015年核电累计发电量仅占全国电力总发电量的3.01%。核电是高效、清洁、安全的绿色能源,是保障能源安全和应对气候变化的关键途径,是构建多元化清洁能源体系不可或缺的一个必然选择。因此必须坚持积极推进核电建设的方针,使中国核电在发电量中的比例尽早达到和超过世界11%左右的平均水平。

福岛核事故最重要的教训是再次提醒我们,要充分认识到诸如堆芯熔化的、概率非常小的严重事故(超出设计基准)是确实可能发生的!福岛核事故亦充分说明2个千分之一的核电厂定量安全目标,即对于“对紧邻核电厂的正常个体成员来说,由于反应堆事故所导致立即死亡的风险,不应该超过社会成员所面对的其他事故所导致的立即死亡风险总和的千分之一;对核电厂邻近区域的人口来说,由于核电厂运行所导致的癌症死亡风险,不应该超过其他原因所导致癌症死亡风险总和的千分之一”的论证是不充分的。因为由于福岛核事故造成的大量放射性物质的释放以及由此产生的社会、政治和经济的严重后果是不能接受的!中国要积极推进核电建设,必须要从根本上杜绝发生类似福岛这样的核事故,这种核事故是不能容忍的、不可接受的。这是核科技工作者的承诺和担当。

现有二代和二代改进型核电厂均以设计基准事故作为依据,因而本质上并未考虑承受严重事故的问题。其虽然具有一定抵御严重事故的能力,而且在福岛核事故后预防和缓解严重事故的能力得到了进一步加强与提高,但是二代和二代改进型核电厂一旦发生堆芯熔化事故,由于不具有对堆芯熔融物的包容能力,后果依然是无法承受的。二代和二代改进型核电站最重要的安全措施是确保堆芯燃料组件包壳的完整性,确保堆芯有满足冷却需要的流动水。在紧急情况下,要断然处置,向堆芯注水。

以AP1000为代表的三代核电充分吸取1979年三哩岛核事故和1986年切尔诺贝利核事故的教训,把堆芯遭到严重损坏和熔化作为一个可信事件,进行核电厂的安全设计,通过理论分析和实验验证,确认安全系统的设计是可靠的、充分的。其中,AP1000的堆芯熔融物保持在压力容器内的技术,可以确保在发生堆芯熔化事故时,采用非能动方式,用水冷却压力壳下封头,将熔融物滞留在压力壳内,压力容器不会被熔穿,从而保证安全壳的完整性,实现从设计上实际消除大量放射性物质释放的可能性,确保无放射性物质向核电厂外泄漏!这就是说,发生概率非常小的最严重核事故造成的损失和危害,可以局限于核电厂内而对公众和环境不造成危害,损失主要是经济上的。中国自主研发的华龙1号和CAP1400三代核电也具有类似的功能。这对社会公众来说应该是可以接受的,对国家来说也是可以承受的。

核电厂的安全要通过设计、建造和运行的全过程来实现,容不得半点马虎和疏漏。在当今比较浮躁的社会环境条件下,要强化监督,坚持诚信和精益求精的工作态度,坚持持续不断改进的安全文化理念,人定胜天!

托马斯·弗里德曼在《世界是平的》一书中写过这样一段话,对印度和中国来说,“未来是非常清晰的。他们准确地知道他们未来将要干什么。”中国和印度“在未来将要去做美国今天正在做的事情,而美国的工作是去创造未来”,振聋发聩,发人深省!

科技进步是无止境的!对提高采用压水堆型的核电厂安全性的一个重要方向,是研制出不会熔化的核燃料元件和能包容全部裂变产物的燃料芯体,并在安全性与经济性之间满足可以接受的平衡。

核能的未来在中国!在这里我想引用马克思的一句话:“在科学上没有平坦的大道,只有不畏劳苦沿着陡峭山路攀登的人,才有希望达到光辉的顶点。”与从事核科技工作的同仁们共勉!

李冠兴

(中国核学会,北京 100822)