

# 逐梦东方

## ——中国和平利用核能的大亚湾传奇

朱建华

世界,因核能发生着改变人类历史的变化。

1942年12月2日,意大利物理学家费米和他的同事们在芝加哥大学足球场西看台下面的一个网球场中成功启动了世界上第一座原子反应堆,首次实现了他们称之为“K上帝”的铀裂变链式反应。小小原子,裂变后能产生巨大的能量,就像阿拉丁手里的神灯,为人类提供了无穷无尽的能量,而一方面又似潘多拉盒子里放出来的魔鬼,有可能给人类带来灾难。

自1954年世界上第一座原子能电站——奥布宁斯克(APS-1)0.5万千瓦压力管式石墨水冷堆核电站在前苏联建成,和平利用原子能,让这一清洁能源造福于人类就成为人类的美好愿望。中国在研制“两弹一艇”的同时,开始探索核电建设之路。

蓝色的深圳大亚湾见证了中国现代大型商业核电的起步,是中国现代核电梦开始的地方。大亚湾核电站在改革开放春天里孕育、诞生,坚持高起点起步,“站在巨人的肩膀上跳高”,在荆棘中走出了一条适合中国国情的“引进、消化、吸收、创新”发展核电的道路,并以长期安全运行的业绩令全球瞩目。

大亚湾永不停歇的涛声,向世界诉说着一个古老民族的胸怀与自信。在饱受雾霾困扰呼唤清洁能源的今天,揭开这个“蓝色精灵”神秘的面纱,大亚湾,传说中中西王母降生的地方,而今你将呈现给世人怎样的激越与传奇?带给人怎样的鼓励与启迪?

风雨过后见彩虹,关山飞度三十载。怀瑾握瑜,如沐春风,中国大型商用核电站的第一座里程碑在改革开放最前沿深圳昂然崛起……

### 东方破晓:中国核电工业的第一缕曙光

中国和平利用核能的号角是这样吹响的。“为我国原子能事业的发展干杯!”上个世纪五十年代中期的一个华灯初放的傍晚,开国领袖毛泽东在中南海与李四光、钱三强等共进晚餐。一生极少沾酒的毛泽东端起一杯红葡萄酒,忽然诗兴大发,发表了一番豪迈而爽朗的祝酒辞,而这句话就成为了开启中国核工业大幕的动员令。

1964年10月16日15时,地处中国西部的罗布泊核武器试验场,强光闪烁,天地轰鸣,巨大的蘑菇云翻滚而起,直上九霄。中国自行研究、设计、制造的第一颗原子弹爆炸成功。

1971年9月,中国第一艘核潜艇犹如蛟龙下水,试航成功。中国成为世界上第五个拥有核潜艇的国家。

“两弹一艇”让屹立在世界东方的一个古老民族和年轻的共和国挺直了脊梁!

一个国家如果不能和平利用核能,没有自己的核电工业,就不能称为核强国。然而,中国核电事业的起步,却经历了一个漫长而艰难的路程。中国和平利用核能的研究早在1955年就开始了,其间历经坎坷,几乎所有项目均未能成功。硕果仅存的“七二八工程”五易厂址,变更堆型,几上几下,历尽艰辛。从周恩来总理作出“728”指示起,搞了21年,一个30万千瓦的核电站才并网发电,而同期,全世界已有300多个核电站运行。严峻的现实提出了一个尖锐的问题:为什么我们的“两弹一艇”上得这么快,而作为和平利用原子能的核电站却举步维艰?逐梦东方的有志之士们望眼欲穿:中国核电起步的路在何方?

“我们要把世界一切先进技术、先进成果作为我们发展的起点。”1978年12月4日,中国改革开放的总设计师邓小平会见了法国外贸部长弗朗索瓦一行,并在回答法国记者问题时公开宣布:中国已决定向法国购买两座核电站设备。这是邓小平在中国改革开放初期,提出引进国外先进技术、设备和资金,加快中国核电发展步伐的重要举措。坚冰已被打破,历史的巨轮校正了航线,中国核电的起步从此进入了新的时代。

其实,早在1978年4月、5月间,时任广东省委书记、常务副省长王全国随谷牧副总理出访西欧后,“在广东建设核电站”的构想就挥之不去。可是,没有资金、没有技术、没有设备、没有人才、没有经验的残酷现实又让人颇为焦虑。1979年5月,美国国际核能公司总经理林杰克出访广州时带来一个在广东建设核电站,把部分电量卖给香港,以取得的外汇偿还建设核电站所欠外债的建议。这一方案让正在为广东省缺电而寝食难安的王全国大喜过望,脑海中迅即闪过“不谋而合”四个字。邓小平给深圳特区建设的指示是:“杀出一条血路来”。那么,“借贷建设、售电还钱、合资经营”,不正是解决在当时国家财政困难形势下我国核电站起步建设资金和外汇问题的“出路”吗?犹如电石火花,让广东省的领导人看到了在广东率先建设核电站的曙光。

习仲勋、任仲夷、王全国、叶选平等只要去北京,就千方百计找机会陈述广东发展核电的必要性、可能性和迫切性,千言万语做工作,争取能打开局面。

可是,在由国务院11部委共248位领导、专家参加长达29天的审查会上,还是有人提出了否定意见,应该自力更生自己建设核电站,为什么要花钱向国外买?随着工作的深入,国家有关部委对这一项目的分歧开始呈白热化趋势,同一时期,同一件事,截然不同的报告,摆在国务院领导的桌上。历经三年的争论漩涡,终于迎来希望的曙光,1985年12月20日,国务院办公厅向中央政治局常委、书记处、国务院有关部委送发了《关于广东核电站建设问题的会议纪要》,这份会议纪要就成为广东核电站项目批准书,我国核电事业起步的战鼓终于凭借改革开放强劲东风在南海之滨播响!

国务院决定调核动力专家、中国第一代核潜艇总工程师彭士禄主持广东核电站建设指挥部工作,这位革命先烈彭湃之子欣然受命,并从全国调集精兵强将赶赴广东,国防科工委鲁云龙,核工业部刘锡才、曾文星……电力部潘燕生、高胜玉……广东省沈健生、周展麟……真可谓群贤毕至,灿若星辰。因当时条件所限,不能带家属,彭士禄诙谐地说:“我们要做三年和尚,还要经历八年抗战,希望大家好自为之,不要犯政治错误、经济错误和生活错误”。

选址工作由一支人数不多但声名显赫的队伍担当,著名地质学家谷得振、胡海涛、李坪,著名水利专家张光斗等担任选址组顾问。他们“南征北战”,足迹遍布广东省的山山水水,住土毡毡帐篷,喝山泉水,点煤油灯,在茅草丛中艰难攀登,忍受风吹日晒和蚊虫叮咬,选择比较了几个点。1982年7月4日,冒着沥沥细雨,李鹏和叶选平在选厂组陪同下第一次考察广东核电站厂址,先后到了凌霄石和大坑。7月的夏雨时下时停,到凌霄石雨势更大了,李鹏撑着伞站在凌霄石上,指着已经沉睡千年的荒山大海,难掩激动的心情:“我国第一座大型商用核电站就建在这里吧!”

满载着希望和梦想,历史的指针指向了1985年1月18日。这一天,广东核电投资公司与香港中华电力公司合资

成立合营公司签字仪式在北京人民大会堂隆重举行。冬日的北京却是春意浓浓,第二天邓小平满面笑容,亲切接见了参加签字仪式的港方代表嘉道理一行。邓小平兴致勃勃地与嘉道理约定:“再过7年,你93岁,我87岁,开一个庆祝会,用这个合作项目作为我们对外开放的典范”。两位世纪老人定下了日后被人们广为传颂的“世纪之约”。

天有不测风云。前苏联发生了震惊世界的切尔诺贝利核电站事故引发香港反核风波,使历尽波折的大亚湾核电站再次面临生死存亡的考验。海湾对面香港反核签名运动搅得沸沸扬扬,宁愿不当省委书记也要搞核电站的合营公司董事长王全国忧心如焚、夜不能眠、奋笔疾书。小平同志力挽狂澜,乘改革开放东风发展中国核电的决心不变,正是他一锤定音,才使反核风波成功化解。1986年9月23日,在经受香港反核风波洗礼后,大亚湾核电站四个合同和三个贷款协议在北京人民大会堂签字,合营公司总经理鲁云龙与几大国外公司代表在合同文本上郑重签下自



大亚湾核电基地远眺

己的名字。中国核电的航船再次绕过暗礁扬起风帆!

好事多磨。在大亚湾核电站曲折的建设历程中,遇到了一个又一个困难,其中的漏管事件和核岛辅助管道安装工程延误让投资者和建设者们付出了沉痛的代价。尽管工期延误一天,仅贷款利率损失就高达100万美元,而大亚湾核电站坚持“安全第一、质量第一”的决心十分坚定。曾经为我国核工业建设立下汗马功劳的二三公司就这样“兵败大亚湾”,原来在自己队伍中当家作主的中国公司向法国公司拱手交出施工队伍的领导权。

低头靠勇气,抬头靠实力。那一夜,二三公司的每一个员工几乎都泪流满面……

千难万险踩脚下。在完成调试启动、人员培训、生产准备之后,大亚湾终于迎来了真正属于他们的盛大节日。1994年2月5日和15月6日,举世瞩目的1、2号机组顺利投产并投入商业运行。中国核电的奠基者李鹏从1982年率队赴英法等国考察核能研究合作基础,到选定技术方案、国内施工单位、工程建设方针、政策原则、电站厂址、主要干部人选等,亲自领导和决策核岛、常规岛、工程技术服务三大合同及其相应贷款谈判,先后17次到大亚湾核电站视察和指导工作,及时解决项目进展中的重大问题,确保工程优质圆满完成、生产安全高效、为打好我国核电发展基础倾注了大量心血。这一天他在深圳迎宾馆亲自主持庆祝大会,国家总理为一个核电站投产举行庆典,这充分体现了党和国家对我国核电事业起步和夯实我国核电事业发展基础的高度重视和殷切期望。

信念永固。改革开放总设计师邓小平引路,举国家之力,15年曲折历程,7年艰苦建设,历尽磨难仍矢志不渝,惊涛骇浪仍勇往直前,乘改革开放春风,“站在巨人肩膀上跳高”,实现“零资本裂变”,终结了中国没有现代大型商用核电站的历史,大亚湾核电向中国乃至世界绘出了一幅气吞山河动人心魄的壮丽画卷!

### 创新制胜:一个东方巨龙的胸怀与自信

征尘犹未洗,又闻战鼓催。

1994年2月5日,李鹏总理在深圳主持召开国务院办公厅会议,研究决定以建设大亚湾核电站形成的资产为基础,组建中国广东核电集团公司,作为国务院第56个试点企业集团,实行计划单列,执行“以核养核、滚动发展”方针,继续开发大亚湾核电站。经有关部门研究决定并报国务院批准鲁云龙出任刚组建的中国广东核电集团公司董事长兼总经理和党组书记。

“以核养核,滚动发展”,在岭澳建设广东第二核电站,成为大亚湾人新的挑战,“二核要比一核好”便是党中央、国务院向大亚湾人提出的更高要求。为此,岭澳一期核电采取大亚湾核电升级版改进的技术方案,建安工程采取与参与大亚湾施工单位议标,在总结大亚湾工程经验教训基础上搞好施工组织设计,由原来的以外方为主改为以我方为主外方参与的组织方案。

海纳百川,博采众长,借鉴世界各国的文明成果,最终走自主创新之路,是一个伟大民族的胸怀和希望所在。

1995年4月5日,总重近两吨饱蘸着希望和心血的几十套《可研报告》分发到50多个单位进行评审,资料未及的是,《可研报告》在最终审批时因合营谈判遇到了重大困难。岭澳核电项目几乎成为“泼在地上的水”,紧急关头,李鹏总理在钓鱼台国宾馆召集相关部门负责人,听取了汇报。会后,李鹏会见方代表,双方同意先以草签的形式将合同中已谈妥的条件固定下来。而此时,已是原定合同签订最后期限的前夜,终于把几乎已经泼在地上的水又收了回来!

中国和平利用核能的又一场世纪之战就这样拉开大幕。工程开始后,各参与方在大亚湾核电建设运营经验教训基础上,以我为主,进行了大量的改进创新工作。从“三大控制”到“五大控制”的工程创新,从穹顶整体吊装和冷试电源方案的技术创新,再到建安一切险再保策略的合同创新,坚持技术转让自主化,为消化、吸收、创新打基础,工程管理自主化;以我为主,程序管理;部分设计自主化,精心组织,重点突破;建安施工自主化,从败走麦城到扬眉吐气;生产准备和调试启动自主化,完美收官,全面创优;部分设

备制造国产化,坚持国际标准,不懈努力推进。实现全面创优,确保质量进度提前,造价降低的工程总目标……

穹顶吊装被视为工程建设中关键之一,按照法国核电站工程的施工方式,穹顶分为两半,分两次吊装。日本、韩国也都采用两次吊装的方式。但是,这种两次吊装的方式作业时间长,高空焊接作业成为进度的“瓶颈”。中方建设者决定采用穹顶整体吊装与对接的创新技术方案。1999年4月9日,起重量为600吨巨型吊车将庞大的穹顶缓缓吊起,经过1小时47分屏心敛气的操作,1号反应堆穹顶安全、准确地就位并点焊到反应堆钢衬的顶层上,完成了与穹顶筒身的无缝对接!这一创新成果,为百万千瓦级核电工程施工优化积累了宝贵经验,节省一个月工期,创造了巨大经济效益。

冷试电源方案的调整也是中方建设者一个富有胆识和魄力的创新,这一方案由调试队提出便被采纳,而在法国核电建设中还从未有过在没有主电源条件下进行核岛冷试的先例。2001年5月8日9时30分,工程指挥一声令下:“冷试开始!”经过各方面通力合作,1号机组冷试仅用10天就圆满完成各项任务。

曾经“败走麦城”的二三公司能挑起岭澳工程的大梁吗?要知道,岭澳工期已与法国同类电站22个月的最快工期十分接近!已实现凤凰涅槃的中国团队,从1999年1月26日开始进行的核岛安装工程,15个关键里程碑全部提前或按期实现,二三公司打了一场漂亮的翻身仗!

东方锅炉厂承担制造蒸汽发生器核岛设备的重任,但其地处“蜀道难,难于上青天”的四川。有人放言,重达345吨的蒸汽发生器即便造出来,也运不出去!四川省投资7亿元建设大件运输公路,投资4300万元建设大件码头。“两岸猿声啼不住,轻舟已过万重山”,中国的国产蒸汽发生器,从德阳到乐山,过岷江入长江,经上海转运,一路顺风,终于平安到达岭澳核电站工地。全国17个省、市、自治区共181个企业参与了岭澳核电站的国产化设备制造,六年征程,六年甘苦,岭澳核电国产化设备制造任务终于宣告完成……

2002年5月28日零时,大亚湾核电人又一个永远铭记的时刻。岭澳核电站1号机组比计划提前48天投入商业运行,投产仅仪46天,就实现主控室“零报警”运行,又一座百万千瓦级核电站在大亚湾畔拔地而起!2号机组取得了更加令人瞩目的成绩:创造了调试阶段非计划停机停堆次数为零的世界纪录!岭澳核电工程的质量、进度和投资三大控制成果均优于国家要求,完全实现了“二核要比一核好”的目标。节省工程投资约占工程投资总预算的10%,走出了一条核电产业可持续发展之路!在此基础上,经各方努力,又于2005年开启实现重大技术改进的岭澳二期工程建设并于2011年全部建成投产。

大亚湾核电的岭澳项目,开创了由中国核电的新纪元,实现了“以我为主”的战略构想,新的安全、技术创新成果,既有高的经济效益又拥有自主知识产权,设备制造国产化率达70%以上,为我国现代大型商业核电站大发展构建了坚实基础……

中国核电从大亚湾起步,已实现令全球瞩目的振翅起飞!

### 安全为天:核电运行管理的大亚湾灯塔

山高我为峰。大亚湾核电站从生产准备开始,就坚持高标准严要求与国际接轨的安全运行。自投产后就不放过与安全、技术、质量有关的任何问题。运行业绩逐年提高,管理体制持续创新,令国内外同行刮目相看。

进入新的世纪,大亚湾核电的历史接力棒传到了作风严谨的大亚湾核电运营公司董事长卢长申和总经理蒋兴华的手中。追求高端稳定,担使命、树队伍、优流程、创卓越。与国际先进水平电站进行对标,对设备、系统、人员培训和管理体制进行改革创新和大幅度提升,使安全运行的大亚湾核电站稳居世界先进行列。

安全是核电的生命线。以对国家、民族和人民负责精神,高度重视和保障核安全,是所有大亚湾核电人的最高准则。“不安全的电我们一度也不要!”、“核安全没有初级阶段”、“质量标准不谈中国特色”、“安全质量是全员的事情,要溶化在每一个人的血液里”……“安全第一,质量第一,追求卓越”则成为了大亚湾的基本原则。

保守决策、透明原则、四个凡事(凡事有章可循、凡事有人负责、凡事有人监督、凡事有据可查)是当前大亚湾运营实操者蒋兴华和大亚湾安全文化管理层承诺中的指导思想。保守决策是管理层进行决策及风险控制时必须遵循的原则;透明原则对于电站形成良好的报告文化起着至关重要的作用;“四个凡事”对于构建安全管理组织架构和划分部门责任、接口具有重要意义。

“一次把事情做好”、“按程序办事”、“人人都是一道屏障”、“现场操作要STAR”,体现了大亚湾核电安全文化个人承诺中的突出特点。员工在现场操作时严格遵守程序,自觉运用“明星自检(STAR)”操作方法,积极挑战不安全行为和条件,最大限度地消除潜在的、未被察觉的或被视为司空见惯的缺陷和风险,始终追求“一次把事情做好”,从而实现“人人都是一道屏障”的目标。

核安全高于一切,也意味着在安全方面投入更多的资金保障。大亚湾核电的管理层都坚持在安全上舍得投入,大亚湾核电站先后累计投入资金2亿多美元,消化并实施了1470多项技术改造,不断提升机组安全性和人员技能水平……

大亚湾核电纵深安全管理体系统以“发展核能、造福人类”的崇高社会使命为导向,以赶超国际先进安全标准,创建世界一流核电站为目标,通过综合运用一套安全管理体系和技术手段,对所有影响安全的关键因素进行分析、控制,在每一个管理环节设置重重的制度、组织、个人安全屏障,实现“道道都是安全关口,人人都是安全屏障”的深层次、精细化、标准化安全管理。即建立具有纵深防御特点的内部安全管理理论体系,以核安全管理为中心,

以业务流程为基础,坚持程序至上,实行全过程控制,构建完整的核电站安全管理体系。从目标、组织、制度、文化、队伍建设、技术改进等方面,全方位地构建多层次安全屏障的纵深优势,在安全管理上做到精益求精,对安全管理的体系、制度、流程、行为等进行标准的、细致的、精确的规定和固化。在全国企业管理创新大会上,由大亚湾核电运营管理有限公司申报的《以社会使命为导向的核电企业纵深安全管理》成果获得一等奖。此奖为大亚湾核电首次荣获国家级企业管理现代化创新大奖!2012年又以安全管理不断创新再获国家企业管理一等奖而受到社会各界的好评。

大亚湾核电基地自1994年投入商运以来,始终保持了安全稳定运行的不败业绩。大亚湾创造了6台机组可用率高达90%,每年安全发电450亿度的良好业绩。大亚湾核电运营公司董事长卢长申获得世界核运营协会颁发的“核能卓越奖”,公司还参加EDF(法国电力公司)举办的国际安全挑战赛,大亚湾得到的金牌总数遥遥领先,法国专家不约而同竖起大拇指点赞:“学生超过了‘老师’……”

如今的大亚湾核电站,已成为支撑核电后续发展的技术基础、人才基地、创新平台、经济支柱。

为中华民族争光,让祖国人民放心!大亚湾核电站成为了闪烁在南中国海岸上的一座核安全航标灯……

### 清洁世界:人类和平利用核能的中国之梦

越上新高度,延揽八面来风,从大亚湾出发的中国核电已走到全国正快步走向世界。

作为目前国内最大核电运营商和全球最大核电建造商的中广核已完成了由单一电厂向跨地区、多基地、多项目同时建设和运营的发展转变。到如今,中广核已建立了与国际接轨的、专业化的核电生产、工程建设、科技研发、核燃料供应保障体系,形成了风电、水电、太阳能、节能产业等清洁能源产业的全国布局。2014年中广核还实现旗下的中广核美亚、中广核电力在香港成功上市,加上此前在港上市的中广核矿业、中广核的核电、核燃料、非核清洁能源三大业务板块已实现上市。2015年3月成功实现3台核电机组(阳江核电2号机组、宁德核电3号机组、红沿河核电3号机组)并网发电之后,2015年3月29日,中广核所属红沿河核电站5号机组正式开工建设,这成为去年以来中央提出抓紧启动沿海核电建设要求后首个开工建设的核电新项目。至此,中广核在建核电机组达到14台,装机容量达1662万千瓦。在核燃料板块,中广核旗下的全球第三大铀矿“湖山矿”矿建进展顺利,其资源总量达29.29万吨,是中国在非洲最大的实体投资项目。中广核与哈萨克斯坦国家原子能工业公司签署协议,双方将在哈合资建设燃料组件厂,打通了中广核海外核燃料供应通道,取得了哈原玉天然铀在国内运输的独家代理权。2014年,中广核新能源业务也取得快速发展。新能源装机超过1000万千瓦,实现规模与效益同步发展……

环境就是民生,青山就是美丽,蓝天也是幸福。要着力推动生态环境保护,像保护眼睛一样保护生态环境,像对待生命一样对待生态环境。这是中国国家主席习近平在2015年“两会”期间向世界作出的庄严承诺。国务院总理李克强也在今年的《政府工作报告》中明确提出,高投入、高消耗、偏重数量扩张的发展方式已经难以以为继,“要保持稳增长与调结构的平衡”。中广核董事长贺禹就此表示,在我国当前国际减排的刚性约束下,规模化发展核电,大量替代非化石能源是实现能源结构优化目标、保护生态环境的必由之路。2015年3月7日,贺禹联合21名全国政协委员联名提交了题为《推动核电新一轮规模发展,实现中长期国家能源结构调整战略目标》政协提案。在满足全面建成小康社会的能源刚性需求及节能减排的刚性要求硬约束条件下,核电替代效应最强,应该规模化发展。这是贺禹,一个具有强烈社会责任的核电企业家面向未来发出的热切呼唤啊!

勿庸置疑,核电已成为继高铁之后“中国创造”的又一张名片。近年来,中广核积极践行中国核电“走出去”战略。中广核国际核电开发已进入技术和项目落地的新阶段;英国政府同意由中广核牵头的中国企业参与英国拟新建核电项目的开发与建设;罗马尼亚已宣布中广核成为切尔纳沃德核电项目“选定投资者”,双方正就项目落地而积极努力。2015年全国两会上,贺禹还提交提案《加强统筹协调,切实推动我国核电自主技术走出去》,这已经是贺禹连续三年提案推动华龙一号落地及走出去了。只有自主技术走出去,才能最大程度地带动装备制造走出去,真正体现核电强国地位和影响力。我国核电走出去已具备良好基础和优势条件,专家建议国家应将我国自主三代核电技术华龙一号技术列入国家重大科技专项,给予必要的政策支持。

2015年4月15日,国务院总理李克强主持召开国务院常务会议,决定核准建设“华龙一号”三代核电技术示范机组。提出,通过实施“华龙一号”技术示范工程,采取国际最高安全标准,完善应急预案和应急响应措施,确保工程建设和运营安全,可以形成拥有自主知识产权的关键装备与核心技术,打造中国核电良好的品牌形象,为核电装备“走出去”开展第三方合作创造有利条件。

加快推动华龙一号走出去,实现从“中国制造”到“中国创造”的跨越,托起核电“强国梦”。在未来的国际能源舞台上,中广核,必将成为中国能源企业递给世界的一张最亮丽的名片。

“大亚湾之梦”即“中国核电强国梦”,同属“中国梦”。从大亚湾走出的中国核电的逐梦者们早已将自己的全部热情溶入到中华民族伟大复兴的洪流中,将自己的全部情感融入到大亚湾澎湃的涛声里了……

从“核电之梦”成为“核电强国”,是二十一世纪的“中国梦”。

梦在前方,路在脚下。逐梦者不会停下前进的脚步。祝我“中国梦”,好风正扬帆!

影响中国工业经济人物

走向世界

人物