

建党100周年

奋斗百年路
启航新征程

从3千瓦到22亿千瓦,电力强国当之无愧

■王信茂/口述 本报记者 贾科华/整理

今年7月1日是中国共产党百年华诞。中国共产党从诞生那天起,已走过整整100年的光辉历程。在中国共产党的正确领导下,广大电力职工扬眉吐气、自力更生、艰苦奋斗、勇于创新,电力工业实现跨越发展,为经济社会发展提供了坚强的动力支撑。

新中国成立前 电力发展极其缓慢

中国电力工业起步不晚,1882年4月,上海开始出现公用电业,但由于内忧外患、战乱不止,到新中国成立前夕,电力工业是一个落后、弱小、破碎的“烂摊子”。除东北初步形成154千伏电网和一条220千伏线路及台湾建有154千伏电力系统外,京津唐为77千伏电网,其它地区只有以城市供电区为中心的发电厂。全国发电装机容量只有184.9万千瓦、发电量43.1亿千瓦时,人均用电量不足8千瓦时/年,发电装机容量和发电量分别位居世界第21位和第25位。

中国共产党领导电力事业发展开端于1941年。当时根据中共中央部署,在延安建成阎店子发电厂,尽管发电功率只有3千瓦,却支撑起几十个无线电台,把我党的联络范围扩展到国统区乃至苏联,发挥了重要作用。

1942年春天,八路军129师官兵在河北省涉县西北清漳河的赤岸村建起了一座10千瓦木质水轮机发电站,供军工和照明用。解放战争期间,解放区军民在中国共产党的领导下,积极恢复生产,支援前线作战。

1947年,在晋绥军区司令员贺龙的领导下,在山西省兴县创建了全国解放区第一座火电厂,装机116千瓦,史称“贺龙电厂”。同年,在山西省长治市郊区西白兔村建设了装机容量最终达2170千瓦的华北军工部第四总厂军工一分厂,史称“刘伯承电厂”。

1948年,晋察冀边区军民在河北省平山县建设了装机155千瓦的洮沱水水电站,

在十分艰难的环境下为三座军工厂和西柏坡党中央所在地照明、发报、广播供电。洮沱水水电站是战争年代自行设计、施工的较大的水电站,标志着解放区电力和军工生产跨入新阶段,为中国革命作出了特殊贡献。朱德总司令剪彩并亲自开闸放水发电,被誉为“边区创举”,他亲笔题写“红色发电厂”。

解放前夕,为防止国民党军队撤退时的破坏,全国各地电厂在中国共产党的组织和影响下,开展了护厂斗争。如北京石景山电厂,是当时华北最大的电厂,也是当时北平唯一的供电单位,一旦断电,北平将成为一座“死城”。在地下党的领导下,该厂成立了护厂委员会,配合解放军保护厂房和发电设备。解放后第二天,石景山电厂就恢复了发电。

新中国成立到改革开放前 初步建立独立完整的电力工业体系

1949年10月1日,中华人民共和国成立,这是实现中华民族伟大复兴的又一个里程碑。党和国家高度重视电力工业,毛泽东主席曾致信电力职工,希望他们团结一致,努力工作,为完成国家任务和改善自己的生活而奋斗,并提出电力是国民经济的“先行官”,从而确立了电力工业作为国民经济先行工业和基础产业的地位。

在电源建设方面,到1978年前,我国改建了丰满水电站,建成了新安江、刘家峡、三门峡、葛洲坝等大中型水电站,新建和改建了阜新、辽宁等大型火电厂,以及西藏羊八井地热电站。其中,刘家峡水电站是新中国自行设计、施工和自制设备的第一座百万千瓦级水电站。

期间,国产首台10万、12.5万、20万、30万千瓦汽轮发电机组和国产首台15万、22.5万、30万千瓦水轮发电机组相继投运;组建了各类电力科学研究机构,拥有覆盖整个电力领域的科研力量;组建了六大电力设计院、八大水电设计院和十几个大型

工程局,培养出一大批有觉悟、有能力、懂技术、会管理的各级电业领导干部和数以万计的职工队伍;兴办了一批高等院校、专科学校、技工学校、夜大等,为电力工业发展提供了有力的人力资源保障,初步建立起独立完整的电力工业体系。

到1978年底,全国发电装机容量达5712.21万千瓦,发电量达2565.5亿千瓦时,人均用电量上升到260千瓦时/人,分别比1949年增长了29.9、58.7和31.5倍。发电装机容量和发电量分别位居世界第8位和第7位。电网以220千伏为主,建成35千伏及以上输电线路23万千米、35千伏及以上变电容量1.26亿千伏安。农村用电从无到有取得较大发展,奠定了农村电力基础,为国民经济发展和人民生活水平提高提供了保障。

改革开放至党的十八大召开 电力工业实现跨越发展

1978年12月党的十一届三中全会召开,开辟了社会主义事业发展新时期。按照党中央部署和要求,电力工业系统开展了一系列拨乱反正和生产整顿工作。

改革开放前和改革开放初期,电力行业一直实行集中统一的计划管理体制,投资主体单一、运行机制僵化,投资不足,难以满足国民经济对电力的需求,导致了“三五”到“八五”期间,全国性缺电严重,企业开工不足,居民生活用电不能保证,制约了国民经济发展和人民生活水平提高。面对全国性严重缺电局面,为解决办电资金不足的问题,二十世纪八十年代初,山东龙口电厂集资办电的突破,为我国电力工业发展闯出了一条新路。为适应国民经济蓬勃发展的新局面,国家出台了一系列鼓励集资办电、多家办电的政策,推动了电力体制改革,有力推动电力工业快速发展。

随后,电力工业按照“政企分开,省为实体,联合电网,统一调度,集资办电”和“因地、因网制宜”的改革思路,逐步推进

政企分开等各项改革,电力企业从政企合一逐步过渡到不再承担政府行政管理职能。1997年1月,国家电力公司成立,成为国务院授权的电力投资主体和经营主体。1998年3月,全国人大决定撤销电力部,电力行政管理职能移交国家经贸委,电力行业行政管理职能移交中电联,平稳实现电力政企分开。二十世纪九十年代后期,按照《中华人民共和国电力法》和现代企业制度要求,电力企业开始成为自主经营、自负盈亏的法人实体,电力市场建设试点工作也有序开展。

2002年2月,《国务院关于印发电力体制改革方案的通知》发布,进一步推行以“打破垄断、引入竞争、提高效率、降低成本、健全电价机制、构建政府监管下的公平有序的电力市场体系”为目标的改革,拉开了电力工业市场化改革序幕。2002年12月,国务院对国家电力公司资产进行重组,组建了两大电网公司、五大发电公司和四大辅业公司,实现厂网分开。2003年3月,国家电力监管委员会成立并开始履行电力监管职能。2011年,推进多年的电网主辅分离改革基本完成。

截至2012年底,全国发电装机容量达11.47亿千瓦,稳居世界第二,其中,火电装机容量8.19亿千瓦,占全国发电设备容量的71.5%;水电装机容量2.49亿千瓦;并网风电装机容量6083万千瓦;并网太阳能发电装机容量328万千瓦;核电装机容量1257万千瓦,核电在建机组26台,中国成为世界上在建核电装机规模最大的国家,电源结构逐步向绿色发电倾斜。35千伏及以上输电线路长度148万千米,变电容量44.6亿千伏安,分别比1978年增长5.4、34.4倍,初步建成全国范围内能源资源优化配置的新平台。同时,电网智能化和自动化水平显著提升。

2011年,中国发电量跃居世界第一;2012年,发电量达4.99万亿千瓦时,人均用电量达3676千瓦时。当时,装机容量、发电量、人均用电量分别比1978年增长了

19.1、18.5、13.1倍,基本实现改革开放以来的电力的充足供应,满足了经济社会发展对电力的强劲需求。中国电力工业实现跨越发展,在规模、能力、装备水平上均居世界先进行列。

昂首迈入新时代 电力工业开启高质量发展新征程

2015年3月,中共中央、国务院发布《关于进一步深化电力体制改革的若干意见》,标志着我国电力市场化改革进入新阶段。通过这一轮电力体制改革各项任务的有效推进,取得了重要的阶段性成果,进一步解决了制约电力行业科学发展的突出矛盾和深层次问题,促进了电力行业又好又快发展,推动了结构转型和产业升级。

截至2020年底,我国发电装机容量达22亿千瓦,其中,火电装机容量12.5亿千瓦;水电装机容量3.7亿千瓦(含抽水蓄能电站3149万千瓦);核电装机容量4989万千瓦;并网风电装机容量2.81亿千瓦;并网太阳能发电装机容量2.53亿千瓦;生物质发电装机2952万千瓦。非化石能源装机占总装机的比重上升至44.8%。2020年我国年发电量7.78万亿千瓦时,人均用电量达5365千瓦时,装机容量、发电量、人均用电量比1978年增长37.5、29.3、19.6倍。

同时,国际合作全方位深化,行业企业影响力显著提升,电力企业实力增强,积极实施“走出去”战略和“一带一路”倡议,在火电、水电、核电、新能源发电及输变电等领域全面推进国际化发展,建立贯穿资金、技术、装备、标准、管理等各环节的电力国际合作全产业链、全生命周期服务模式。

回顾新中国电力工业历史,是一部几代电力职工艰苦奋斗、奋发图强的发展史。中国电力工业从追赶者到领先,中国已成为当之无愧的世界电力强国,必将为中华民族的伟大复兴提供更加坚强有力的支撑。

(作者系原电力工业部(国家电力公司)三峡工程办公室主任)

20年磨一剑,将先进核电技术牢牢握在手心

■邢继/口述 本报记者 朱学蕊/整理



作为我国自主三代核电技术,中核集团华龙一号研发要追溯到上世纪九十年代末。只不过,那时这个技术还不叫华龙一号,而是叫自主百万千瓦级核电型号——CNP1000。

当时,CNP1000完成了一个接近初步设计阶段的工作,后来随着国际上核电技术发展,出现第三代核电概念,且欧美已在推出第三代核电技术,我们认为有必要重新调整CNP1000方案。第三代核电站在安全性和经济性方面都提出了更高要求,应对事故的能力更强,所以我们重新取了国际上第三代核电站设计理念,重新定位了自主百万千瓦级技术的研发目标,形成了一个具有三代特征的,但还不能完全算第三代的自主核电技术——CP1000。

所以,从华龙一号研发脉络上看,CNP1000是第一步,CP1000是第二步,ACP1000是第三步,最后是华龙一号。如今回头看这20年,四个自主品牌的核电型号研发,以及华龙一号首堆落地和投产,历程十分艰辛。

最高安全标准下研发“华龙”

2011年日本福岛核事故发生前不久,中核集团借鉴国际三代核电技术,研发

了具有三代特征的核电型号CP1000,且已通过核准,进入开工许可证审查阶段。福岛核事故那天,我正在北京的AP1000最终用户技术转让签字仪式上代表中核集团签署协议,听到福岛地震消息,在场同行都非常担心,大家讨论福岛第一核电站会不会受影响,很快,就传来了核电站发生氢气爆炸的消息……

事故发生5天后,国务院常务会议作出“国四条”决定,暂停国内所有核电项目审批;暂停所有新建核电站,重新评估;对所有核电设施进行逐一排查,发现安全问题立即解决,不能解决的停止运行。在此背景下,原本预计2011年底开工的CP1000项目搁置了,这对我们打击非常大,当时感觉很迷茫。但团队很快就重新振作起来,并当机立断,决定放弃CP1000,直接做真正的三代技术。由此,我们对照“国四条”要求逐一梳理,开始了ACP1000,也就是后来称为华龙一号的型号研发。

华龙一号的设计目标,是对当时的技术作出革命性改进,吸收福岛核事故经验教训,加入非能动系统,向国际最高安全标准看齐。这对整个团队来说,是个很大激励,大家很快摆脱了福岛事故带来的阴霾,全力以赴投入新型号研发,这是我们第一次建设中国自主的先进核电,每个人都鼓足了气、卯足了劲。

攻克非能动技术创新障碍

其实,我们在早期形成CP1000方案时,就已经有了“能动+非能动”雏形,因为它是具有三代特征的核电站,就是

针对核电站可能发生的严重事故,加强应对措施,这也是二代技术和三代技术的巨大差别。

福岛核事故是因为核电站失去全部厂用电源,在运机组和乏燃料水池的热量无法及时排出,温度越来越高,导致堆芯熔化发生氢气爆炸,造成大量放射性物质释放。针对这个经验教训,我们在华龙一号中设计了三套非能动事故应对系统,旨在考虑电厂丧失全部(包括应急)电源的极端情况,以及在这种情况下非能动安全系统不依赖外部电源,仅靠重力、温差等提供动力即可维持系统运行,带走反应堆事故后产生的热量,更好地保证核电安全。

非能动是华龙一号的一项重要创新,但我们当时针对核电站非能动的研究缺少基础,开发设备上缺少关键技术,没有现成东西可借鉴,研究难度非常大。这时,年轻的团队给了我很多勇气和信心,他们在没有更多参考、经验的非能动领域蹚出了一条路。

2018年8月29日凌晨,随着最后一次试验结束,非能动系统十一个正式工况、累计十八次试验圆满完成,实验非常成功,远超过我的希望。当初在系统总体设计时,我的目标只是每个系统能力实现33%,这样三个整体达百分之百,但他们坚持不断优化改进,使每个系统达到50%,大幅提升了安全余量。

果断拍板双层安全壳设计

保障核电站安全有三道安全屏障,华龙一号除在三道安全屏障上设置了“能动+非能动”安全手段外,还采用了双层安全壳设计,这在设计CP1000时就已确立。不过,当时这个“确立”经历了讨论争议和拍板的过程。

CP1000项目计划于2011年底开工,鉴于CP1000研发周期较短,若采用双层安全壳,可能要解决很多技术上的难题。所以,在当时的一场专家会上,有些专家考虑到项目进度的紧迫性,提出是不是必须要做双层安全壳。此前,我们设计团队曾充分研究过这个问题,认为有信心,可以坚持,后来建议得到中核集团和专家们的支持。

我们从未做过双层安全壳,困难不小,但有信心,所以预见那天开会可能有不同意见,我就提前写了一些话。我说,我们的技术人员还是渴望能通过自主创新来推动中国核电技术发展,如果支持我们在安全壳上搞创新,无疑会点燃工程师和研发设计人员的创新激情,我们知道挑战很大,但有这个信心实现目标。说完后,大家纷纷鼓起掌来,建议得到一致认可。这段话当时起了很重要的作用,但最关键的因素,还是我们的技术、基础,让我有底气,要不然作为总设计师,我不敢打这个包票。

当时拍板这件事情的就是中核集团现任董事长余剑锋,他当时是集团副总经理,主管CP1000研究。那天的专家会结束后,他把我叫到办公室,针对CP1000跟我谈,希望我们把这个目标定得更高一些:我们自主研发要有一个更高目标,要瞄准国际上最先进的核电,以高标准严要求来确定自主核电发展。而且,他还给了很多具体要求,如非能动的技术运用。实际上,他是在鼓励大家创新。

由“中国制造”向“中国创造”跨越

核电站是最复杂的能源系统,不是设计人员设计出施工图,核电站就一定造出来,国家整体的工业能力是否匹配非常重要,这个匹配主要是装备制造。核电站用的设备是核级设备,即便是

简单的阀门、管道都要具备抗高压、抗辐射等功能,对材料性能及设备的可靠性、精密度要求很高,有的使用寿命要求甚至达60年,这就倒逼国内装备制造企业不断提升技术和管理水平,从而带动制造业整体升级。

华龙一号研发集结了国内17所高校、科研院所,以及国外14家企业、大学参与,研发过程中开展了产学研合作,克服了很多困难,解决了设备国产化难题,满足第三代核电要求。在核电主设备上通过联合研制实现100%国产化,不仅是关键设备,核电建设用的大宗材料也是如此。

如三代核电的电缆要求是,假设出现严重事故时,为确保核电安全,电缆必须能够耐受严重事故考验,且以前二代核电站用的电缆鉴定寿命为40年,而三代核电站电缆鉴定寿命是60年。我们与厂家一起研究,实现电缆寿命延长,提高了耐高温高压性能。后来,电缆通过了15天的模拟高温高压环境试验,又经过了15天强碱性溶液浸泡试验考验后,通过了最后的耐压性能试验,成功验证了电缆在极端情况下的安全功能。

类似这样的事儿还有很多,现在回头看,我们这些年联合国国内200家制造企业,带动产业链5000多家企业,共同突破了411台核心装备国产化,华龙一号首堆工程国产化率达88%,实现了由“中国制造”向“中国创造”的跨越。

核电技术研发和核电建设对科技进步和装备制造发挥重要的带动作用,我国核电产业由此登上世界舞台,与核电强国同台竞技。华龙一号从无到有,从图纸到投产发电的历程,再次证明了我们坚持核电自主化发展的重要历史意义。

(作者系中核集团华龙一号总设计师)