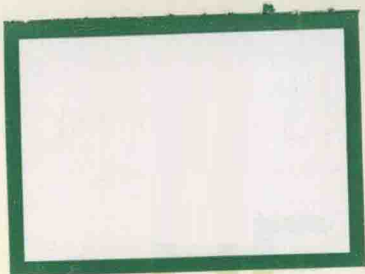


核电在中国

——走进春天

汤紫德 著



核
电

核电在中国

——走进春天

汤紫德 著

在
中
国

 江苏人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

核电在中国:走进春天 / 汤紫德著. —南京:
江苏人民出版社, 2012.4

ISBN 978-7-214-08106-3

I. ①核… II. ①汤… III. ①核电工业—技术发展—
中国 IV. ①F426.23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 073627 号

书 名	核电在中国:走进春天
著 者	汤紫德
责 任 编 辑	王保顶
出 版 发 行	凤凰出版传媒集团 凤凰出版传媒股份有限公司 江苏人民出版社
集 团 地 址	南京市湖南路 1 号 A 楼邮编:210009
集 团 网 址	http://www.ppm.cn
出版社地址	南京市湖南路 1 号 A 楼邮编:210009
出版社网址	http://www.book-wind.com http://jsrmcbs.tmall.com
印 刷	河海大学印刷厂
开 本	787×1092 毫米 1/16
印 张	11.75
字 数	185 千字
版 次	2012 年 6 月第 1 版 2012 年 6 月第 1 次印刷
标 准 书 号	ISBN 978-7-214-08106-3
定 价	32.00 元

(江苏人民出版社图书凡印装错误可向承印厂调换)



引言

几年前,《核电在中国》出版,反响颇丰,很受鼓舞。

朋友们赞许《核电在中国》一书去伪存真,见证了中国核电发展取得的成绩、走过的历程——的确,回顾历史,减少忘却,曾是笔者当时之初衷。然而,了解过去不是目的,人们更期望了解今天,展望未来。

因此,朋友们一再提议,要笔者再写一部《核电在中国》的“续篇”,甚至写什么、怎么写,都进行过逐一指点,关怀备至。笔者为之感动,但又担心能力不济,有负众望。

有朋友催促:“赶紧动手,‘续篇’挺重要,涉及中央决策、体制改革、观念博弈等许多方面。”针对笔者顾虑,年长朋友还劝导:“要扔掉包袱,早些动手,早点出书”;“不必等什么‘时机’,免得时机到了,力不从心了,咋办?”言语之间,更是感人至深。如是,在大家鼓动、鞭策下,选择了“早些动手”。

开始构思时,最先想到的是2003年。这一年,核电在中国开始走进春天。

回首2003年,对于确立我国核电发展方针,积极推进核电建设来说,是值得记载的一年。这一年里,首先是温总理做出了:发展核电,要“采用世界先进技术,统一技术路线,不敢再走错一步,不能照顾各种关系”的明确指示,召唤了我国核电春天的到来。

温总理的指示,全面体现了党中央、国务院关于改善能源结构,积极推进核电建设的战略决策精神,体察了我国核电发展及管理所经历的艰难处境,透析了过去,指点了未来,同时,启发各界,要辩证地看待成绩和不足,迅速转变观念,探索我国核电改革创新发展的新



路子。

传达、贯彻温总理指示，唤起了我国“核电春天”，解放了我国核电发展生产力。从此，在我国大江南北、沿海、内陆，广大能源、电力及核电事业热心者，为“我国核电春天来了”欢欣鼓舞。

自2003年以来，根据党中央、国务院一系列决策精神，先后成立了国家核电自主化工作领导小组，启动了我国第三代核电技术国际招标，确立了我国核电自主化依托项目建设方向，并进一步明确了通过全面引进AP1000先进技术、消化吸收和再创新的发展路线，推进了我国核电自主创新体系建立的发展趋势。在国内外各界通力合作和实践的大潮中，彰显了我国核电“走进春天”的深刻内涵，让我国“核电春天”更加灿烂。

“走进春天”，更新观念，改革体制，一派创新发展的新景象欣欣向荣。且看，短短几年，新上核电项目恰似雨后春笋，自主、创新发展的洪流，正簇拥着中国核电走向世界，阔步迈入世界核电大国、强国的行程。

2011年3月，全国人民代表大会拥护党中央的提议，在《国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》中明确：要“在确保安全的基础上高效发展核电”。“安全”、“高效”，这是我国发展核电永恒的方针和目标。正当此刻，日本东海发生强烈地震和巨大海啸，引发福岛核电严重事故，进一步印证了我国安全、高效发展核电的方针，同时更深刻地警示人们：核电“安全第一”，切不可掉以轻心。日本福岛核电事故伊始，我国国务院随即召开了常务会议，做出四项决定：要求用最先进的标准，对我国在运、在建、拟建核设施，进行安全再评审，对不符合要求的核设施进行整改，直至停运、停建。历史的进程，进一步证实我国采用世界先进技术，安全、高效发展核电的英明决策，不仅会指引我国核电的春天更加辉煌，还将享誉全球，影响全世界。

顺应这一大好趋势，继续《核电在中国》的行程，把沿途所闻所见记录下来，大概就是朋友们力促的《核电在中国》“续篇”的本意。顺此，可否把它简单定名为《核电在中国——走进春天》？在这个名目下，可以承先启后，可以看到春天的明媚，也可领略春天里“倒春寒”之冷涩。

此前，曾有部分专家做出分工，各人撰稿，编过一部“我国第三



代核电技术招投标谈判纪实文集”，后因系列敏感原因，被迫搁置下来。

这部“文集”是各位专家在参与我国第三代核电技术国际招标谈判期间呕心沥血的真实写照，它凝聚了专家们的心智，实为记载我国核电历史不可多得的珍贵文献。有人提议，《核电在中国——走进春天》能不能弥补一点“文集”夭折后的遗憾。笔者以为，二者的立意、构思、取材、受众等，都不尽相同，恐怕很难针对后者目标做出满意的选择。

我们坚信：明天，核电在中国的景致将更加美好！



目 录

引 言	1
-----------	---

第一篇 企盼春天的诉求	1
--------------------------	---

一、原子能的时代召唤	2
二、能源理念不断进步	7
1. 能源新理念的滋生	7
2. 实践低碳经济发展模式	9
三、中国核电从这里起步	13
四、中国核电的良好开端	15
五、一石激起千层浪	17
1. “728”建院三步走踏空了	18
2. 核电的能源基本属性错位了	19
3. 核电发展方针路线被扭曲了	21
4. 分散努力把发展差距拉大了	22
六、企盼春天的努力	25
七、安全高效发展核电	28

**第二篇 走进春天的感悟** 31

一、世界信息	33
1. 世界核电正复苏	33
2. 福岛事故长教训	36
3. 三代核电受青睐	38
4. 市场角逐促发展	43
二、国内背景	44
1. 核电春天的号角	44
2. 步入初春多感悟	46
3. 初春时节暖人心	47
三、启动招标	49
1. 为何要启动招标?	50
2. 组建核电招标团	51
3. 老专家们的进言	53
4. 领导小组的成立	56
5. 招标航向得纠正	58
四、招标谈判	61
1. 成立公司筹备组	62
2. 做好截标前准备	64
3. 各具特色投标商	65
4. 招标谈判促双赢	70
五、重大事项	87
1. 天湖会议论高下	87
2. 中央集体做决策	88
3. 中美签署备忘录	89
4. 国家核电开新篇	90



5. 依托项目徐启动	92
6. 重大专项促创新	93
7. 发展速度慕全球	94

第三篇 春天里的“倒春寒”

97

一、历史渊源“倒春寒”	99
二、安全第一要牢记	101
二、自主制造路艰难	103
1. 设计制造两分离	106
2. 重主轻辅不成套	108
3. 因循守旧少创新	109
4. 不顾质量弄玄虚	111
四、日本福岛核事故	112
1. 事故初起的情况	112
2. 中国政府的决策	115
3. 初析案例话安全	116
五、福岛事故引风波	117
六、马车汽车难相容	120

第四篇 明天更美好

123

一、福岛事故 启迪世界	124
1. 简单回顾	124
2. 国际原子能机构(IAEA)出台《核安全行动计划》	125
3. 欧盟实行“压力测试”	127
4. 美国进行“分期评估”	127
5. 全球核电发展更趋安全	128



6. “弃核前景令人堪忧”	130
7. “未来 50 年我们仍然需要核电”	132
8. 世界核电发展趋势长期不变	133
二、更新换代 加速进步	136
1. 浅谈核电技术更新换代	136
2. 国际论坛(GIF)推荐的四代核能系统方案	140
三、坚定目标 创新发展	146
1. AP1000 自主化依托项目顺利推进	146
2. 应对气候变化的目标将如期实现	147
3. 建立我国核电自主创新发展体系	151
4. 进入世界核能技术更前沿	152
附录	158
主要参考文献和资料	174
后记	175



第一篇

企盼春天的诉求

春天,经常被比拟为许多美好愿望的象征。因为,春天有大地复苏,万象更新,一派喜人景象,令人企盼。

核电的春天,除了那春天舒心的感怀,更富精神和物质内涵,更是诱人。因为,核电可以大规模推进核能和平利用,改善能源结构,应对气候变化,促进环境友好,带动人类社会进步,等等。

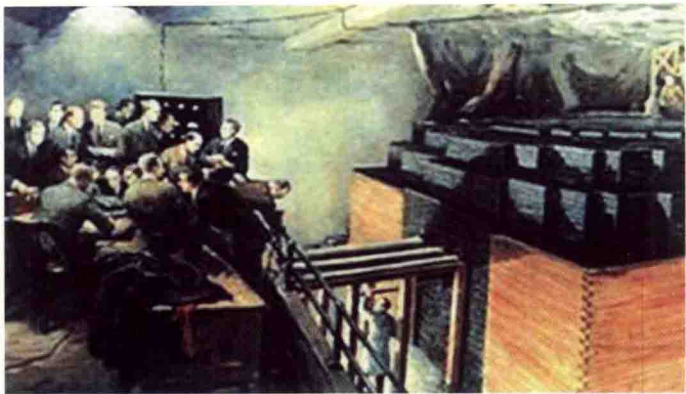
核电在我国走过了一段不平常的历程,人们企盼核电春天,更是由来已久。

一、原子能的时代召唤

上世纪 30 年代,德国科学家在研究中子与铀核作用的物理实验中,意外地发现铀-235 原子核的裂变现象,而且裂变过程同时释放出巨大能量。这一发现,轰动了当时学术界,立即成了许多学者追逐探索的目标。企盼迅速找到原子核中释放的能量从何而来?能量为何如此巨大?可否转化为直接应用的能源?

随即,上世纪 40 年代,美国集中了一批资深科学家,在一项庞大的“曼哈顿工程”计划中,他们利用芝加哥大学的一个网球厅建造了世界上第一座原子能反应堆,并于 1942 年 12 月 2 日首次临界,成功地实现了可控铀核裂变的链式反应,揭示了人类可直接应用原子能的可喜前景。

原子核中蕴藏的巨大能量,能在人类操控下有序释放,无疑为人类有效利用原子能指明了方向,意义非同一般。当时,有人把他比作“哥伦布发现新大陆”,为人类社会发展、保障能源供给开辟了一个全



1942年,美国哥伦比亚大学网球厅诞生了世界第一座原子能反应堆,证实了核裂变链式反应的可控性^①

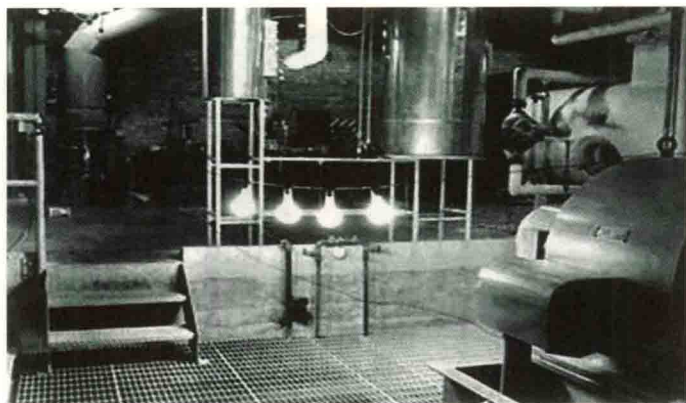
新的领域!

1945年7月16日,美国在新墨西哥州阿拉莫戈多沙漠成功地试爆了第一颗原子弹,同年8月6日和9日,先后在日本广岛、长崎投下了第二、第三颗原子弹,显示出原子能的巨大威力。这一时的显赫,曾一度给人们增添了对原子弹的恐惧,但更多的有识之士仍然看重原子能的潜在用途,认定原子能将替代煤炭、石油等化石类能源,并将广泛应用于社会生产和人类进步事业。为此,许多国家的科学家和工程技术人员立志为之探索,进行了一系列艰苦卓绝的工程实践。

1951年12月1日,在美国爱达荷国家实验室,首次利用原子能反应堆余热进行了一次小规模发电尝试,取得了成功,点亮了四个电灯泡,这是人类首次利用独立于太阳能之外的能源,实现并见证了原子能发电。

1954年,前苏联建造了世界上第一座电功率为5000千瓦的(奥布涅斯克)原子能试验电厂于当年6月实现并网发电,取得了突破性的试验成果;之后,英国于1956年10月建成了卡德豪尔生产(钷)发电两用气冷堆原型核电厂;美国于1957年12月,在核潜艇动力堆技术基础上,建成了电功率9万千瓦的希平港压水堆原型核电厂,成为后续压水堆核电厂的示范电厂;1960年7月在美国又建成了德累斯

^① 图片引自林诚格等编《非能动安全先进压水堆核电技术》,原子能出版社,2010。



1951 年，美国爱达荷国家实验室利用反应堆余热发电点亮了四个电灯泡^①



1954 年，前苏联建成电功率 5000 千瓦的奥布涅斯克实验核电站^②

顿沸水堆原型核电站；1962 年在加拿大建成了可以直接使用天然铀的重水堆原型核电站……

大量试验证明，原子能可以大规模和平利用，可以大规模用于发电，取代煤炭、石油等常规能源，造福人类。

1956 年，联合国发起并召开了“世界和平利用原子能大会”，从心理上缓解了人们对原子弹的恐惧，特别是原子能试验电厂和原型

^① 图片引自张东辉《第四代自主核电技术——快堆技术的发展及其示范项目的建设》。

^② 图片摘自国家核电技术公司“宣传手册”。



核电厂的示范效果,引发人们更多地看好原子能广泛应用的前景。想当年,一批“原子能”热心者高调掀起了一股“人类进入原子能时代”的热潮,报刊文字、广告漫画更以醒目方式扩大影响,种种宣传,令人陶醉,让人们自然地浮起许多美好的联想:除了要享受原子能发电外,还要乘坐原子能飞机、原子能汽船周游世界,甚至要住进原子能公寓,享受无忧无虑的生活……似乎,许多美好的愿望都可寄托“原子能”来实现。曾记得,儿时许多人都喜欢把一些新颖的东西与“原子能”或“原子”挂钩,以示其高尚、时髦。原子能发电的反应堆就直呼“原子锅炉”,尚合乎情理,而那些同“原子能”毫不相干的日用商品、儿童玩具等也都争先以“原子”冠名,忽悠百姓。如当时新推出的圆珠笔,因为不需要灌墨水(相比自来水笔),笔芯使用时间长,便冠以“原子笔”雅称,很受欢迎;又如孩童们玩耍的弹簧枪,因为可连续击发,子弹可回用,也被称为“原子炮”,招摇过市;还有女人用的发夹,因为装饰了一朵带珠光的小花,更被吹为进口“原子花”,很得女性喜欢,争相佩带,等等。总之,那时被“原子能时代”煽起的“原子”热,风行一时。其中,绝大多数人并不理解所谓“原子能时代”的真实意义,更不曾体验实现原子能开发应用,使之成为时代特征所需要付出的艰辛。

“世界和平利用原子能大会”后,从事原子能应用开发的科学家及工程技术人员总结了原子能发电试验装置、试验电厂、原型电厂的研发、运行经验,对这一代核电厂的性能(包括安全性、经济性以及设备设计、材料选取、工程实践等)进行改进、提高,以适应商业建造和运行的要求。此间,美国、苏联、加拿大以及欧洲一些国家先后开发、建造了一批电功率30万千瓦以上的多种反应堆型的核电厂,其中压水堆型较多,其次是沸水堆,再次是重水堆等,至今仍保持这一趋势(参见下表)。他们的成功建造和投运,推动了世界核电的大发展,形成了世界上第二代核电技术,其装机发电曾一度占居世界总发电量的五分之一。这一成就,曾为缓解上世纪70年代全球性石油危机做出了巨大贡献。

在国内,老年朋友都还记得:联合国召开世界和平利用原子能大会的当年,1956年正值我国掀起全民“向科学进军”,人民日报社曾刊发过“大办原子能”的社论,由此调动了国内一些部门、省市、科研单位和大专院校对和平利用原子能、发展核电的极大热情,并争先恐后拟议各自实施方案,有的大学开始筹划增设工程物理、工程化学专



反应堆型		运行机组				在建机组		关闭机组	
		机组 (台)	%	容量 (MW)	%	机组 (台)	%	机组 (台)	%
石墨堆	GCR	18	7.7	8909	5.5	0	2.3	49	40.2
	LWGR	16		11404		1			
重水堆	PHWR	44	10.1	22441	6.1	4	9.1	8	6.6
快堆	FBW	2	0.5	690	0.2	2	4.5	6	4.9
沸水堆	BWR	92	21.1	83656	22.6	3	6.8	23	18.9
压水堆	PWR	264	60.6	243121	65.7	34	77.3	34	27.9
合 计		436		390216		55		122	

世界核电发展主要反应堆型及容量统计(截至 2010 年底)

业,增添实验设施,启动人员培训,等等。

在“原子能时代”的感召下,以及当年“向科学进军”、“大办原子能”的召唤,国内企盼加快核电研发的呼声在各地蜂拥,企盼核电将引导我国能源、电力技术赶超世界先进水平,使之成为缓解我国一次能源分布不均的有效途径。这一驱动力,使国内有些部门、单位对发展核电的构想,从萌生到开始组织实施。

当时,水电部在全国电力工业 12 年科技规划中,首次提出了和平利用原子能——发展核电的建议。1958 年,由国家计委、经委、水电、机械、高教部和科学院组成了我国原子能工程领导小组,拟议了我国首个核电项目,代号为“581”工程(意指 1958 年第 1 号工程),并在华北电管局设立了工程筹建办公室。随后,开展了一系列调研、论证,以及人员商调、培训等各项工作,逐一展开。在当时西方对我实行经济、技术封锁,国内技术和实践基础比较薄弱的情况下,为实现对核电的跨越,曾企盼:我国首座核电站的建设能获得苏联“老大哥”援助,建成一座苏联式的石墨水冷堆核电站。

经历过我国三年困难时期的一代人都还记忆犹新,上世纪 50 年代末到 60 年代初,在苏联领导人赫鲁晓夫的导演下,从 1958 年开始,中苏关系已开始出现裂痕,苏联从我境内陆续撤走专家,陆续终止对我业已承诺的援助,甚至多方施压,全面限制我国发展,对核电



的企盼更不可能得到任何施舍。此外,当时国内又连续三年遭遇严重自然灾害,造成天灾人祸交织,困难重重。此刻,核电“581”工程更是面临人才、技术、资金多重制约,只得就此罢休。

不过,国内一些大专院校的师生们并未因此而气馁。根据清华大学的建议,国家曾批准北京市和清华大学着手研究建设一座(代号为820工程)5万千瓦融盐增殖堆(详见“第四篇 明天更美好”介绍)核电站,一批学者和师生们曾为之奔波,费了不少气力,终因前期研究、开发不到位,技术和工艺不成熟,而放慢了脚步。

随后,由上海交通大学(270教研室)提出设想和方案,国家又批准在上海另建一座小型核能发电研究、试验装置(代号122工程)。这项研究活动受“文革”磨难,几经周折,但科研人员坚持不懈,队伍不断精练,其中,主要骨干后来移师上海“728”工程,成为参与我国自行设计、建造的首座核电厂——秦山核电厂研发、设计的中坚力量。

二、能源理念不断进步

能源是推动人类社会及经济发展的永恒动力。

历史上,人类从开始认识“火”,到钻木取火,燃用薪材,以其驱赶野兽、烧烤食物、集居采暖,到利用畜力、风力、水力,扩大对能源的利用,再到挖矿采煤、采油……直到能源商品化。能源始终在默默地推动社会前进,人类长期在不停地自发消耗能源。岁月漫长,曾有多少人思考过能源与社会发展的关系?又有多少人想过能源的来龙去脉,以及能源当今的处境和前途?

1. 能源新理念的滋生

我们在《核电在中国》的“开篇”里曾讲述过一个“核能,生命源泉”的故事,得出了“生命离不开太阳,生活离不开核能”的结论。从中,我们已经感悟到,原来大家熟知的煤炭、石油,水力、风力等诸多一次能源都源于太阳,都可归属于太阳能(氢核聚变能)不同形式的载体。

为什么在全球气候变化危机面前,人们将目光投向核能?因为人类进步,眼界拓宽,认知加深了。当人类尚处于自发消费能源时,不大深究那些“深奥”的能源问题,而今却成了老幼关注的热门话题,人们