

国家重点图书

欧阳予 主编 于仁芬 缪宝书 编著

核能

—— 无穷的能源



清华大学出版社
暨南大学出版社

TL-49
0118



欧阳予 主编 于仁芬 缪宝书 编著

核能

无穷的能源



A1001595



清华大学出版社



暨南大学出版社

(京)新登字 158 号

图书在版编目(CIP)数据

核能——无穷的能源/欧阳予主编,于仁芬,缪宝书编著. —北京:
清华大学出版社;广州:暨南大学出版社,2002.2

(院士科普书系/路甬祥主编)

ISBN 7-302-04960-2

I. 核... II. ①欧... ②于... ③缪... III. 核能-普及读物
IV. TL-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 079818 号

出 版 者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

暨南大学出版社(广州天河,邮编 510630)

<http://www.jnu.edu.cn>

责任编辑: 宋成斌

印 刷 者: 北京鑫丰华彩印有限公司

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 850×1168 1/32 印张: 6.25 插页: 1 字数: 130 千字

版 次: 2002 年 2 月第 1 版 2002 年 2 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-04960-2/G·230

印 数: 0001~5000

定 价: 12.00 元



彩图 1 我国自行设计建造的第一座核电站——秦山核电站全景



彩图 2 正在土建施工的江苏田湾核电站 1 号反应堆

HAN 76 / 05

《院士科普书系》编委会(第二届)

编委会名誉主任 周光召 宋 健 朱光亚

编委会主任 路甬祥

编委会委员 (两院各学部主任、副主任)

陈佳洱	杨 乐	闵乃本	陈建生	周 恒
王佛松	白春礼	刘元方	朱道本	何鸣元
梁栋材	卢永根	陈可冀	匡廷云	朱作言
孙 枢	安芷生	李廷栋	汪品先	陈 颢
王大中	戴汝为	周炳琨	刘广均	杨叔子
钟万勰	关 桥	吴有生	刘大响	顾国彪
陆建勋	龚惠兴	吴 澄	李大东	汪旭光
陆钟武	王思敬	朱建士	郑健超	胡见义
陈厚群	陈肇元	崔俊芝	张锦秋	刘鸿亮
方智远	旭日干	周国泰	王正国	赵 铠
钟南山	桑国卫			

编委会执行委员 郭传杰 常 平 钱文藻 罗荣兴

编委会办公室主任 罗荣兴(科学时报社)

副主任 周先路(中国科学院学部联合办公室)

白玉良(中国工程院学部工作部)

蔡鸿程(清华大学出版社)

周继武(暨南大学出版社)

总 策 划 罗荣兴 周继武 蔡鸿程

总 责 任 编 辑 周继武 蔡鸿程 宋成斌

提高全民族的科学素质

——序《院士科普书系》

人类走到了又一个千年之交。

人类的文明进程至少已有 6000 余年。地球上各个民族共同创造了人类文明的灿烂之花。中华文明同古埃及文明、古巴比伦文明、古印度文明、古希腊文明等一起,是人类文明的发源地。

15 世纪之前,以中华文明为代表的东方文明曾遥遥领先于当时的西方文明。从汉代到明代初期,中国的科学技术在世界上一直领先长达 14 个世纪以上。在那个时期,影响世界文明进程的重要发明中,相当部分是中华民族的贡献。

后来,中国逐渐落后了。中国为什么落后?近代从林则徐以来许多志士仁人就不断提出和思索这个历史课题。但都没有找到正确的答案。以毛泽东同志、邓小平同志为代表的中国共产党人作出了唯一正确的回答:中国落后,是由于生产力的落后和社会政治的腐朽。西方列强对中国的欺凌,更加剧了中国经济的落后和国家的衰败。而落后就要挨打。所以要进行革命,通过革命从根本上改变旧的生产关系和政

治上层建筑,为解放和发展生产力开辟道路。于是,就有了 80 多年前孙中山先生领导的辛亥革命,就有了 50 年前我们党领导的新民主主义革命的胜利,以及随后进行的社会主义革命的成功。无论是革命还是我们正在进行的社会主义改革,都是为了解放和发展生产力。

邓小平同志提出的“科学技术是第一生产力”的著名论断,使我们对科学技术在经济和社会发展中的地位与作用的认识,有了新的飞跃。我们应该运用这一真理性的认识,深刻总结以往科学技术发展的历史经验,把我国科技事业更好地推向前进。中国古代科技有过辉煌的成果,但也有不足,主要是没有形成实验科学传统和完整的学科体系,科学技术没有取得应有的社会地位,更缺乏通过科技促进社会生产力发展的动力和机制。为什么近代科学技术首先在文艺复兴后的欧洲出现,而未能在我国出现,这可能是原因之一吧。而且,我国历史上虽然有着伟大而丰富的文明成果和优良的文化传统,但相对说来,全社会的科学精神不足也是一个缺陷。鉴往开来,继承以往的优秀文化,弥补历史的不足,是当代中国人的社会责任。

在新的世纪中,中华民族将实现伟大的复兴。在一个占世界人口五分之一的的发展中大国里,再用 50 年的时间基本实现现代化,这又是一项惊天动地的伟业。为实现这个光辉

的目标,我们应该充分发挥社会主义制度的优越性,坚持不懈地实施科教兴国战略。

科教兴国,全社会都要参与,科学家和教育家更应奋勇当先,在全社会带头弘扬科学精神,传播科学思想,倡导科学方法,普及科学知识。科教兴国也要抓好基本建设。编辑出版高质量的科普图书,就是一项基本建设,对于提高全民族的科学素质,是很有意义的。在《院士科普书系》出版之际,写了上面这些话,是为序。

A handwritten signature in black ink, reading '江泽民' (Jiang Zemin), the former President of the People's Republic of China. The signature is written in a cursive, calligraphic style.

1999年12月23日

人民交给的课题

——写在《院士科普书系》出版之际

世界正在发生深刻的变化。这一变化是 20 世纪以来科学技术革命不断深入的必然结果。从马克思主义的观点看来,生产力的发展是人类社会发展与文明进步的根本动力;而“科学技术是第一生产力”,因此,科学技术是推动社会发展与文明进步的革命性力量。从生产力发展的阶段看,人类走过了农业经济时代、工业经济时代,正在进入知识经济时代。

知识经济时代,知识取代土地或资本成为生产力构成的第一要素。知识不同于土地或资本,不仅仅是一种物质的形态,知识同时还是一种精神的形态。知识,首先是科学技术知识,将不仅渗透到生产过程、流通过程等经济领域,同时还将渗透到政治、法律、外交、军事、教育、文化和社会生活等一切领域。可以说,在新的历史时期,一个国家、一个民族能否掌握当代最先进的科技知识以及这些科技知识在国民中普及的程度将决定其国力的强弱与社会文明程度的高低。科技创新与科普工作是关系到一个国家、一个民族兴衰

的大事。

对于我们科技工作者来说,我们的工作应当包含两个方面:发展科技与普及科技;或者说应当贯穿于知识的生产、传播及应用的全过程。我们所说的科普工作,不仅是普及科学知识,更应包括普及科学精神和科学方法。

我们的党和政府历来都十分重视科普工作。党的十五大更是把树立科学精神、掌握科学方法、普及科技知识作为实施科教兴国战略和社会主义文化建设的一项重要任务提到了全党、全国人民和全体科学工作者的面前。

正是在这样的背景下,1998年春由科学时报社(当时叫“中国科学报社”)提出创意,暨南大学出版社和清华大学出版社积极筹划,会同中国科学院学部联合办公室和中国工程院学部工作部,共同发起《院士科普书系》这一重大科普工程。

1998年6月,中国科学院与中国工程院“两院”院士大会改选各学部领导班子,《院士科普书系》编委会正式成立,各学部主任均为编委会委员。编委会办公室在广泛征求意见的基础上拟出150个“提议书目”,在“两院”院士大会上向1000多名院士发出题为《请科学家为21世纪写科普书》的“约稿信”,得到了院士们的热烈响应。在此后的半年多时间里,有176名院士同编委会办公室和出版社签订了175本书的写作出版协议,开始了《院士科普书系》艰辛的创作过程。

《院士科普书系》的定位是结合当代学科前沿和我国经济建设与社会发展的热点问题,普及科技知识、科学方法。科学性、知识性、实用性和趣味性是编写的总要求。

编写科普书对我国大多数院士来说是一个新课题。他们惯于撰写学术论文。如何把专业的知识和方法写成生动、有趣、有文采的科普读物,于科技知识中融入人文教育,不是一件容易的事。不少院士反映:写科普书比写学术专著还难。但院士们还是以感人的精神完成自己的书稿。在此过程中,科学时报社和中国科学院学部联合办公室、中国工程院学部工作部以及清华大学出版社、暨南大学出版社也付出了辛勤的劳动。

《院士科普书系》首辑终于出版了。这是人民交给科学家课题,科学家向人民交出答卷。江泽民总书记专门为《院士科普书系》撰写了序言,指出科普是科教兴国的基础工程,勉励科学家、教育家“在全社会带头弘扬科学精神,传播科学思想,倡导科学方法,普及科学知识”,充分表达了党的第三代领导集体对科普的重视,对提高全民族科技素质的殷殷期望。

《院士科普书系》将采取滚动出版的模式。一方面随着院士们的创作进程,成熟一批出版一批;另一方面随着科学技术的进步和创新,不断有新的题材由新的院士作者撰写。因此,《院士科普书系》将是一个长期的、系统的科普工程。

这一庞大的工程,不但需要院士们积极投入,还需要各界人士和广大读者的支持——对我们的选题和内容提出修订、完善的建议,帮助我们不断提高《院士科普书系》的水平与质量,使之成为国民科技素质教育的系统而经典的读本。在科学家群体撰写科普书方面,我们也要以此为起点为开端,参与国际竞争与合作,勇攀世界科普创作的高峰。

中国科学院院长
《院士科普书系》编委会主任

路甬祥

2000年1月8日

本书前言

20 世纪后半叶,人们越来越认识到,要使经济的发展和水平的提高长远持续下去,就必须保证实现两个基本条件:合理利用资源和保护生态环境。在这两个方面,核能的利用都能做出卓越的贡献。

产业革命以来的 200 多年间,人类对能源的利用发生了根本性的变化。19 世纪,人们把热能转化为机械能,代替并大大超越了人力和畜力作为生产和交通的动力,促使生产力大为发展。20 世纪,人们又进而把机械能转化为电能使用,进一步推动了生产力的发展和生活水平的提高。然而,随之而来的是能源消耗的数量急剧增长,而消耗的这些能源主要来自燃烧煤、石油、天然气等有机燃料。于是,埋藏于地球的在过去千百万年的历史长河中由古生物转化而来的可贵资源正在以惊人的速度日益消失。据预测:在未来不到 100 年内,石油和天然气即将耗尽,煤也只够用 200 多年。人类已经面临选择后继能源的问题。何况煤、石油、天然气又是很多化工、纺织、医药等产品的原料,它们作为这些产品的原料,其价值远高于作为燃料仅取得热能的价值,人类应该十分珍惜利用。

自然界中,作为能源的,除有机燃料外,有水力、太阳能、风能、潮汐能、地热能等,还有核能。水力是无污染的可再生

能源,应充分开发利用。但水力资源终究有限,且很受地理条件、气候条件等的限制,故光靠水力,解决不了日益增长的能源需求。太阳能、风能、潮汐能、地热能等也因受种种条件的限制,只能极为有限地利用。根据比较乐观的估计,这些能源在 21 世纪总能耗中能占到的分量很难超过 1%。实践证明,除有机燃料外,能大量利用并后续不断的,唯有核能。自 20 世纪 50 年代出现核电站以来,至今核电在全世界年发电总量中已占 17%,这种发展速度是其他能源所不能比拟的。待快中子增殖反应堆核电站达到商用化以后,地球上的铀和钍等裂变核燃料将能得到充分利用;它们在地球上的储量按其裂变能来说为地球上有机燃料含热量的 20 倍,足够人类使用相当长一段时期。更进一步则是正在研究中的聚变反应,待可控聚变反应堆成功后,水中的氘作为聚变核燃料足够人类使用几十亿年,那时人们将不再被能源问题所困扰。

大量燃烧有机燃料所带来的负面影响是对生态环境的污染及危害。燃烧所产生的二氧化碳在大气中的积累正越来越多,它所引起的温室效应的危害后果正在日益逼近。因此,限制二氧化碳的排放量,这已是世界上有远见的科学家和政治家的一致呼声。二氧化硫、氧化亚氮、苯并芘等这些由于燃烧而产生的有害气体对人体健康和农作物生长带来的危害也日益使人忧虑。上述这些都是环境保护方面所面临的重大难题。比较起来,核电站就没有那些排放物。核电站所产生的三废,经过严格有效的回收处理和最终安全处置,排往环境的只是处理回收后数量甚微的一点废水废气,

其放射性也是微不足道的,对环境影响极小。即使就放射性影响来说,核电站也小于火电站(火电站煤渣和烟气中也有放射性物质)。所以,开发利用核能十分有利于环境保护。

本书向读者概述核能的基本知识及其利用的基本原理和方式方法,阐述核能开发应用的历史、现状和前景,以期能有益于核科学技术知识的普及,使核能的利用得到公众日益广泛的关心和支持。

人们在承认核电站优越性的同时,往往也担心核电站出事故带来重大危害。本书也向读者说明,只要从设计、建造到运行都认真对待,并采取切实可行的多种安全防御措施,核电站的安全是有充分保证的。

作者对清华大学出版社、暨南大学出版社、中国科学院学部联合办公室在本书编写中给予的指导和帮助深表感谢。

欧阳予

2000年8月30日



欧阳予院士，1927年7月26日出生于四川乐山。1948年毕业于武汉大学工学院电机系，1957年苏联莫斯科动力学院研究生毕业，获博士学位。1991年当选为中国科学院院士。历任核工业二院副总工程师，上海核工院总工程师，现任核工业集团公司科技委高级顾问，江苏核电有限公司总工程师。他是我国第一座军用生产堆设计总工程师，我国第一座自行设计建造的秦山核电站和巴基斯坦核电站总设计师，我国核武器研制的主要开拓者和核电事业的主要奠基人之一。1989年获中国工程设计大师称号，1992年获全国“五一”劳动奖章和全国优秀科技工作者，1995年获何梁何利基金科学与技术进步奖，1997年获国家科学技术进步奖特等奖。2001年当选为俄罗斯工程院外籍院士。

01 21世纪的阳光产业——生态产业

02 工业发展的面包——芯片

03 我们身边的超声世界

04 地下城市

05 坚韧的盾牌——中国筑城史话

06 生态系统浅说

07 还我大自然——地球敲响了警钟

08 胆石病——一个外科学家的实录

09 飞行的金属

10 玻璃丝的神通——浅谈光纤通信

11 黄道婆走进现代纺织大观园——

纺织新技术、新工艺和新设备

12 射线束和材料改性

13 化学污染——破坏环境的元凶

14 癌症有那么可怕吗——认识癌症，为了防治

15 揭开核武器的神秘面纱

16 人类的诞生与进化

17 氮循环——维系地球生命生生不息的一个自然过程

18 探索地球内部的奥秘

19 黄河——我们的母亲河

20 金矿——人类最早认识和利用的矿产

21 石油——人类文明社会的血液

22 核能——无穷的能源

23 营造绚丽多彩的光世界——发光学趣谈

24 先进制造技术

25 返回式卫星

26 脑的奥秘

27 贵金属——周期表中一族璀璨的元素

28 纺织新境界——

纺织新原料与纺织品应用领域新发展

29 农药化学

30 工程抗震的新发展

31 材料世界的天之骄子——航空材料

32 离子的喷泉——电子回旋共振离子源

33 大地中的宝藏——实说中国的矿产资源

34 溶剂萃取

35 光子学技术——信息化时代的支撑技术

36 月球——人类走向深空的前哨站