

让核技术为国家可持续发展再创辉煌

杜祥琬

(中国工程院, 北京 100088)

[摘要] 概述了对核科学技术发展及应用方向的认识, 包括核技术与能源、核技术与医疗卫生、核分析技术、核辐射技术、宇航与航海核动力等5个方面, 讨论了它们对国家可持续发展的意义。概括了核科学技术发展的三部曲及发展前景。

[关键词] 核科学; 核技术; 核工程; 可持续发展

[中图分类号] TL99 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2008)01-0009-03

在 20 世纪的科学技术史上, 核科学、核技术、核工程是一个占有特殊地位的领域, 对人类的文明、进步产生了多方面的深远的影响。半个世纪以来, 新中国的核科学技术从无到有, 发展壮大, 为增强国家的国防实力和经济实力, 创造了辉煌的业绩。在新的世纪, 在保持我核武器有效性的同时, 核科学技术的发展和应用会走出更宽阔的道路, 为国家经济、社会发展和人民生活的改善作出更多的贡献。

下面, 围绕国家可持续发展的需求, 谈几点有关核技术应用的认识。

1 核技术与能源

核电是清洁能源, 在世界的电力供应中, 核电已占到 16%。我国已确定了“积极发展核电”的方针。目前核电在全国电力中的比重只有百分之一多一点, 2020 年可望达到 4% (约 40 GW)。再往后, 能占到 5%~10% 时, 就更为举足轻重。目前和今后几十年核电的发展是以压水堆为主的核裂变能发电。高温气冷堆也开始作出贡献。我国也启动了快堆的研究, 快中子堆不仅可以利用天然铀当中的主要成份铀 ^{238}U , 而且可起到增殖核燃料的作用。这几种基于核裂变的核电站将在今后几十年中对我国清洁能源作出贡献。

21 世纪下半叶, 受控热核聚变有可能开始作出贡献。现在就应对它的前期研究给以战略上的重现。目

前看来, 磁约束是实现受控热核聚变的较有希望的技术途径, 我国在加强国内研究的同时, 参加了以国际热核聚变实验堆 (ITER) 项目为代表的国际合作, 这条技术路线将经历实验堆、演示堆和商用堆几个阶段, 通过几十年的努力, 证明其可行性。惯性约束聚变的几条技术途径也在探索中。受控核聚变一旦成功, 将为人类未来洁净能源的可持续发展开创光明的前景。



图 1 秦山核电站

Fig. 1 The Qinshan nuclear power station

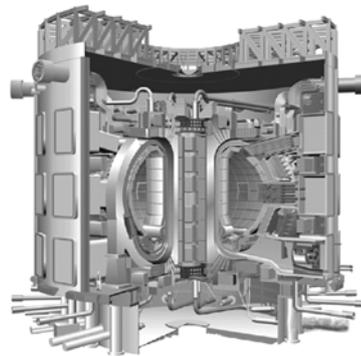


图 2 ITER 装置示意图

Fig. 2 Sketch map of the ITER device

[收稿日期] 2007-11-06

[作者简介] 杜祥琬(1938-), 男, 河南开封市人, 中国工程院院士、副院长, 主要研究领域为应用物理学

2 核技术与医疗卫生

现在已在医院推广应用的核磁共振(NMR)就是核技术应用于医疗诊断的一个范例。其发明者已因此获诺贝尔物理学奖。

分子核医疗正在并将要改变医药学,正电子发射断层显像技术(PET)就是一个代表^[1],它应用正电子核素化合物为显像剂,研究活体的生理、生化、化学递质、受体乃至基因改变,实现了活体内分子水平的研究,代表了当代最先进的无创伤、高品质景象诊断及指导治疗的水平。目前已成为诊断和治疗肿瘤、冠心病和脑部疾病等这三大疾病的最优手段。此外,各种放射医疗技术有很大发展,医用CT(X光机)已广泛应用于(头颅、牙科等的)放射学诊断;中子治疗、 π 介子治疗已进入临床应用;放射性同位素药品已实用;质子治疗也在实验阶段。可以说,核医学的发展是医学现代化的重要标志。

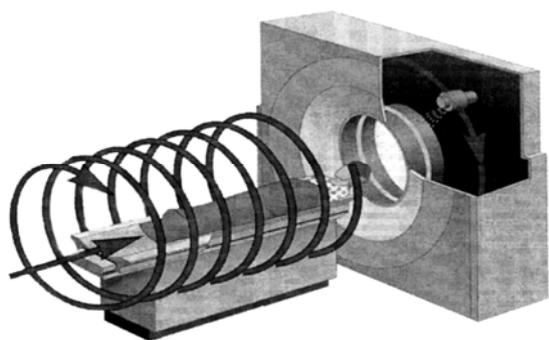


图3 医用螺旋CT示意图

Fig. 3 Sketch map of medical spiral CT

3 核分析技术的多种应用

核分析技术是应用中子活化、X荧光、同步辐射X荧光、质子激发X荧光和外束等手段分析样品的物理、化学性质的技术。

用于考古学:核分析技术可提高古陶瓷分析鉴定结果的准确性,我国是文明古国,出土文物价值连城,也就有人制造赝品。通过建立古文物的标准数据库和陶瓷标本库,应用核分析手段可鉴别真品和赝品。

用于国家安全、材料科学、环境保护等:核分析技术可应用于海关安检、反恐监测等;应用材料中成分及杂质元素的分析测试技术,可对材料进行快速定性分析及准确定量分析;同位素质谱计可进行样品的同位素分析和含量分析。核分析技术还可

用于环境中有害气体和放射性的监测等。

4 广泛应用的核辐射技术

在农业领域有核辐射辐照种子、保鲜技术等。在工业领域应用更广,如工业CT作无损检测,目前已发展到第三代,其特征是阵列(线或面)探测器、宽扇形束或锥形束以及旋转扫描方式等。它基于小加速器产生的电子束转换成X射线。而高能工业CT的特点在于射线能量高、穿透能力强,可检测尺寸大、密度高的工件,还可实现对实用原型的无损逆求。已发展了便携式数字式X射线实时成像系统(MDR)。我国的技术已打破了国际禁运封锁,可用于数字输油管道检测,固体火箭发动机中高能固体燃料、坦克发动机缸体、贫铀穿甲弹的检测等。进一步发展的超高分辨率显微CT系统,将能达到光学显微镜的分辨率,其空间分辨力将小于 $1\mu\text{m}$ 。

核电子学仪器:如 γ 能谱仪, γ 测井仪, γ 定向辐射仪, β - γ 编录仪、深浅孔 γ 测量仪、矿车放射性测量仪等,可用于地质勘探找矿及冶金、环保、建筑等领域。石油测井中子发生器已用于采油工业。

在科学研究领域,基于脉冲功率技术的脉冲X光机,可对各种爆炸过程进行X光瞬间照像,得到不透明物体内部的动态变化过程。电子束辐照可用作材料改性。单晶硅中子辐照掺杂技术,可获得不同电阻率的单晶硅材料,用于电子元器件制造。



图4 X光机

Fig. 4 The X-ray machine

各种核探测器对宇宙线、基本粒子物理、外星探测及多项实验室的基础研究,起着不可或缺的作用。

5 宇航和海洋核动力

太空是人类正在迅速进入的新疆域。在新的世纪里,宇航会有更大的发展,这是人类认识未知的需要,是和平利用空间的需要,也有着竞争空间优势的背景。

越是进入深空,走向比太阳系星球更遥远的太空,宇航动力的要求就越高。由于太阳能电池寿命的局限性,利用空间核反应堆作动力可能是一个方向。这是核工程技术与宇航技术的结合。

海洋是人类活动的另一个重要疆域,核动力也将为人类航海助一臂之力,核潜艇已成功应用了核动力,未来还会有更广的应用。

6 结语

综上所述,核技术有广阔的用武之地,可以为国家可持续发展作出多方面的贡献。从人类历史发展长河的角度来审视核科学技术发展的轨迹,可以

说它是一个悠长而动人的三部曲:

1) 20 世纪初叶,是引人入胜的核科学发现阶段,包括核结构、放射性、核裂变、核聚变等核物理学的革命性的新发现;

2) 20 世纪中叶,是以核武器研制成功为标志的震撼世界的核能释放阶段,它在军事、政治、科技等领域产生了重大而深远的影响;

3) 和平的理智的为人类可持续发展开创新路的核科学技术与工程的广泛应用和不断创新的阶段。本文上述的 5 个方向均属于这个阶段的内容。我想,今后核科学技术的发展主要应该是这第三部曲的延续和开拓,前景广阔。

让核科学技术为国家和人类的美好明天再创辉煌!

参考文献

- [1] 李佩珊,许良英.20 世纪科学技术简史[M].北京:科学出版社,1999

Let Nuclear Technology Create New Brilliancy for China's Sustainable Development

Du Xiangwan

(Chinese Academy of Engineering, Beijing 100088, China)

[Abstract] This paper summarizes the development and application directions of nuclear technology, including five aspects: nuclear technology and energy, nuclear technology and medicine, nuclear analysis technology, nuclear radiation technology, astronautics and voyage's nuclear power, etc. The paper discusses the importance of them to sustainable development and generalizes the development trilogy of nuclear science and technology and its prospect.

[Key words] nuclear science; nuclear technology; nuclear engineering; sustainable development