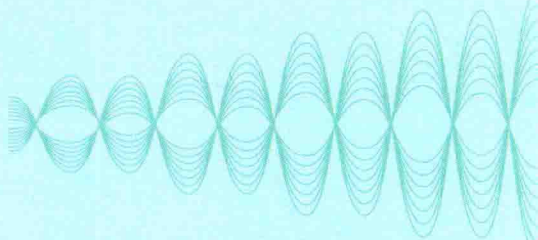




走进美丽的核科学世界系列

上海市核学会 组编

总主编 戴志敏

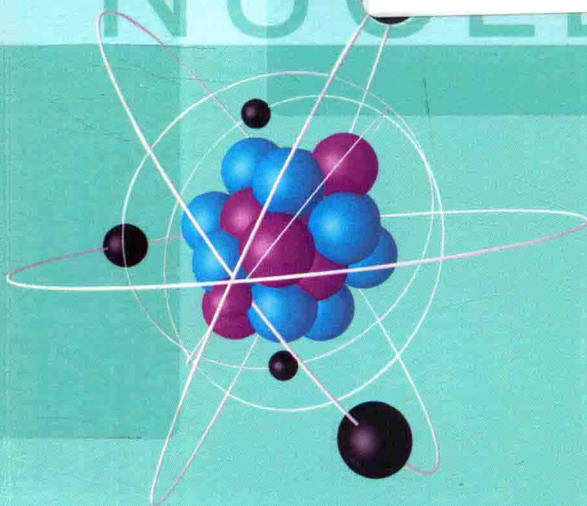


# 核技术解读 中医药千年奥秘

韩玲 宋少莉 ◎主编



NUCLEAR



核中医联袂  
护大众健康



上海交通大学出版社  
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS



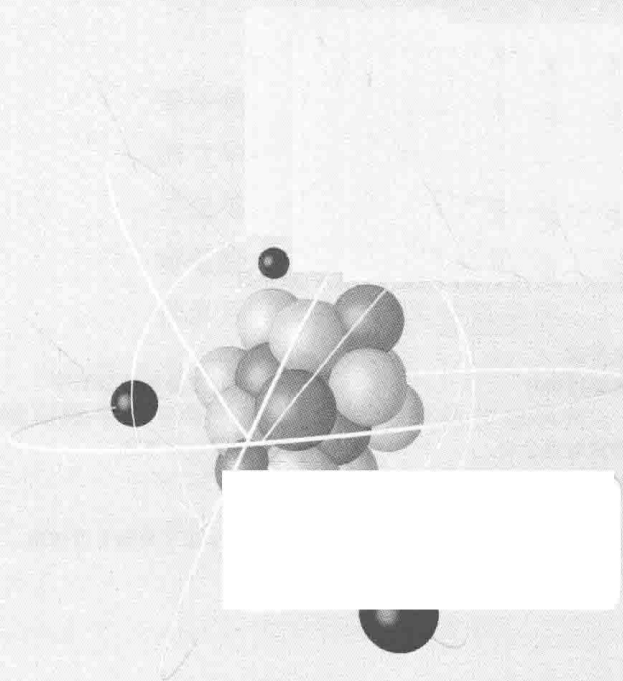
走进美丽的核科学世界系列

上海市核学会 组编

总主编 戴志敏

# 核技术解读 中医药千年奥秘

韩玲 宋少莉 ©主编



上海交通大学出版社  
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

## 内容提要

本书为“走进美丽的核科学世界系列”之一，主要内容包括核医学成像、放射性药物、放射性核素标记示踪、核分析、辐照灭菌等核技术在解密中医基础理论、中药研究、中医临床医学、中医微量元素分析、中医经络可视化、中药材的品质监控与灭菌消毒等方面的作用与应用。本书共七章，每章各有侧重，层次分明，内容丰富，兼具科学性与实用性。本书的读者对象为喜欢核科学与技术、传统中医药学的广大科学爱好者、学生及大众，以及利用核技术深入研究中医理论根源与中药有效成分的广大科研工作者等。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

核技术解读中医药千年奥秘/韩玲, 宋少莉主编

· 一上海: 上海交通大学出版社, 2022. 7

(走进美丽的核科学世界系列)

ISBN 978-7-313-26553-1

I. ①核… II. ①韩…②宋… III. ①核医学—应用  
—中国医药学 IV. ①R2②R81

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2022) 第 008791 号

## 核技术解读中医药千年奥秘

HEJISHU JIEDU ZHONGYIYAO QIANNIAN AOMI

主 编: 韩 玲 宋少莉

出版发行: 上海交通大学出版社

邮政编码: 200030

印 制: 上海景条印刷有限公司

开 本: 880mm×1230mm 1/32

字 数: 116 千字

版 次: 2022 年 7 月第 1 版

书 号: ISBN 978-7-313-26553-1

定 价: 39.00 元

地 址: 上海市番禺路 951 号

电 话: 021-64071208

经 销: 全国新华书店

印 张: 5.375

印 次: 2022 年 7 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者: 如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话: 021-59815621

# 本书编委会

主 编 韩 玲 宋少莉

编写委员 (按姓名拼音排序)

- 陈 键 复旦大学药学院  
郭静科 福州大学至诚学院  
韩 玲 中国人民解放军海军军医大学海军医学系  
李 聪 复旦大学药学院  
刘 虎 中国人民解放军海军军医大学海军医学系  
刘玉龙 中国人民解放军海军军医大学航海医学国家级实验教学示范中心  
宋少莉 复旦大学附属肿瘤医院  
谭立华 成都微瑞生物科技有限公司  
吴冠英 成都微瑞生物科技有限公司  
俞楚婷 中国人民解放军海军军医大学基础医学院  
张永芳 上海交通大学医学院

编写秘书 王明伟 复旦大学附属肿瘤医院

走进美丽的核科学世界系列

## 丛书编委会

### 总主编

戴志敏(中科院上海应用物理研究所所长、上海市核学会  
理事长, 研究员)

### 编委 (按姓氏笔画排序)

马余刚 (复旦大学现代物理研究所, 教授、中国科学院院士)

支敏 (中科院上海应用物理研究所, 研究员)

田林 (上海核工程研究设计院, 研究员级高工)

吕战鹏 (上海大学材料科学与工程学院, 研究员)

许道礼 (中科院上海应用物理研究所, 研究员)

孙扬 (上海交通大学物理与天文学院, 教授)

李景焯 (上海师范大学化学与材料科学学院, 研究员)

余飞 (同济大学附属第十人民医院, 教授)

宋少莉 (复旦大学附属肿瘤医院, 教授)

陆书玉 (上海市环境科学学会, 教授级高工)

郑向鹏 (复旦大学附属华东医院, 教授)

赵军 (上海市东方医院, 主任医师)

赵明华 (中科院上海应用物理研究所, 研究员)

赵晋华 (上海交通大学附属第一人民医院, 教授)

戚文元 (上海市农业科学院, 研究员)

康向东 (上海中医药大学附属普陀医院, 教授)

韩玲 (中国人民解放军海军军医大学海军医学系, 教授)

颜崇淮 (上海交通大学医学院附属新华医院, 教授)

## 总 序

核科学的发展起源于物质放射性的发现。1896年法国物理学家贝可勒尔发现铀的天然放射性后，迅速引起了一大批科学家的极大兴趣，他们为揭示物质组成的奥秘而展开了一场空前的竞赛。

居里夫妇系统地研究了当时已知的其他所有元素，发现铀与钍及其化合物都具有天然放射性，并发现了比铀放射性更强的元素钋与镭。居里夫妇于1898年发表了他们的研究成果，证实了发射射线是放射性元素的特性。由于放射性的发现，居里夫妇与贝可勒尔分享了1903年的诺贝尔物理学奖。就在居里夫妇发现镭的当年（1897年），英国物理学家汤姆孙发现了电子，并因此获1906年的诺贝尔物理学奖。随后，汤姆孙的学生卢瑟福证实了由放射性衰变产生的 $\alpha$ 射线就是氦原子核，为此获1908年的诺贝尔化学奖。1919年，卢瑟福利用人工核反应发现了质子，并预言了中子的存在，后于1932年为其学生查德威克所证实，查德威克因发现中子而获得了1935年的诺贝尔物理学奖。汤姆孙、卢瑟福、查德威克的发现揭示了原子核的存在，从此人类开启了对原子核结构性质与应用的研究。

1938年，德国物理学家哈恩在实验中发现了铀原子核的



裂变。随后，被誉为“原子弹之母”的莉泽·迈特纳在遭受纳粹迫害流亡他乡的路途中运用爱因斯坦的质能方程给出了核裂变实验及其释放巨大能量的解释。哈恩因发现核裂变获得了1944年的诺贝尔化学奖。1942年，意大利著名物理学家费米在美国芝加哥大学实现了人类历史上第一个核裂变链式反应，人类深入研究与利用核能的历史帷幕自此拉开。核能的发现首先被用于军事，第二次世界大战期间，德国的“纳粹核计划”催生了美国的“曼哈顿计划”，最终核武器首先在美国研制成功。我国分别于1964年、1967年和1974年拥有了自己的原子弹、氢弹与核潜艇，拥有了战略核力量并建立了完整的核燃料循环体系。

从物质深层结构的探索到核技术的广泛研究应用，核科学在20世纪初开始蓬勃发展，成为20世纪人类最重大的创造之一。随着学科间的交叉融合，核科学技术在核物理、反应堆、加速器、核电子学、辐射工艺、核农学、核医学、核材料，以及环境、生物、考古、地质与国防安全等领域广泛应用，并与人类的生存和发展息息相关。

核能是世界上清洁、高效、安全并可规模化应用的绿色能源，在人类开发新能源的征程中，核能在促进人类的生存发展和保障国家地位与安全方面发挥了重大作用。当下，核能应用已成为衡量综合国力的一项重要指标，也是当前各国解决能源不足和应对气候变化的重要战略。在确保安全的前提下，积极有序地发展核能对我国确保能源长期稳定供应及实现2060年碳中和尤为重要。核科学备受人们关注的另一个重要应用是面向人民生命健康的核医学。作为核裂变副产品的放射性同位素可以用来诊断和治疗肿瘤，以及心血管、甲状腺、骨关节和其

他器官疾病；核标记免疫分析让病变无处遁形；基于粒子加速器的质子、重离子治疗可以有效杀死癌细胞而对正常细胞影响很小，是精准医学诊治领域不可或缺的工具；核技术还可解读中医药千年“密码”，为人类健康保驾护航。在农业上，辐射育种可获得优良品种；辐照保鲜不仅可以提高农产品与食品的质量，而且可以延长储藏时间，成为食品的安全卫士。另外，辐射加工可以使各类材料改性从而获得优质性能，还可用于医疗器材消毒、环境污染物处理等，能极大地改善人们的生存环境。形形色色的粒子加速器则是各类辐射粒子源的“加工厂”，是研究核科学、发展核技术的重要手段。

然而，由于公众对核科学缺乏基本的认识，再加上一些不恰当的宣传和误导，“恐核”现象依然存在。因此，核科学知识亟待普及。

上海市核学会一直致力于核科学技术的传播与推广，组织编写和出版过一系列学术专著及科普丛书。在学术专著方面，近年来，原理事长杨福家先生作为总主编的“核能与核技术出版工程”已出版近30种图书，入选了“十二五”与“十三五”国家重点图书出版规划项目；其中，原理事长赵振堂先生主编的子系列“先进粒子加速器系列”是本丛书中的特色系列，得到了国家出版基金的支持。另外，丛书中部分英文版图书已输出至国际著名出版集团爱思唯尔与施普林格，在学术界与出版界都取得了良好的社会效益。在科普书方面，上海市核学会曾在20世纪80年代组织编写过一套核技术丛书，主编由时任上海市核学会理事长的张家骅先生担任，当时对普及与推动核技术应用起到了积极作用。40年过去了，核技术有了更多更新的发展，应用领域不断拓展，核科普宣传也应该顺应时代发



展，及时更新知识。经与上海交通大学出版社多次讨论，上海市核学会决定启动新时代的核科普丛书“走进美丽的核科学世界系列”的编撰工作。本科普丛书的编写队伍由上海市核学会各专业分会学者、高级科普专家，以及全国核科学领域爱好科普宣传的优秀学者联合组成。丛书按不同主题划分为不同分册，分别介绍核科学的基础研究以及在各个领域的应用。丛书运用大众能接受的语言，并辅以漫画或直观图示，将趣味性、故事性、人文历史元素与具体科学研究的产生、发展和应用融合在一起，展现科学、思想方法的过程美，突出核科学技术的应用美。希望本丛书的出版能让大众真正认识和理解核科学，并且发现核科学的“美”，从而提高科学素养，走近核科学，受益于核科学，推动核科学更好地为人类服务。

2021年3月

# 前 言

说起中医药，相信每个人都很熟悉，因为我们一生中总会有机会用中医药解除病痛或养生保健，它就在我们的生活中，就在我们身边。

说到核技术，估计多数人不太了解，因为我们日常能接触到核技术的场景似乎没那么多，人们甚至还会觉得核技术有些高深莫测。

然而，很少有人会将核技术与中医药联系在一起。事实上，核技术在中医药领域大有作为，是推动中医药创新发展的重要技术。

中医文化源远流长，距今已有几千年的历史，涌现出了很多名医大家、中医典籍和传世药方，例如神农、扁鹊、华佗、张仲景、孙思邈、李时珍等名医，《黄帝内经》《难经》《伤寒杂病论》《神农本草经》《本草纲目》等典籍，六味地黄丸、补中益气汤、小柴胡汤等名方。这些无不闪耀着中医文化的璀璨光辉。那么，如何认识中医药，中医药的奥秘是什么，或许核技术在一定程度上能够帮助我们解读中医药的千年奥秘。

核技术是以核性质、核反应、核效应、核谱学为基础，以反应堆、加速器、辐射源、核辐射探测器为工具的现代高新技



术，具有超高的灵敏度、特异性、选择性、抗干扰性、穿透性等特点，是研究物质的组成、结构和特性的重要手段，广泛应用于工业、农业、医学、地质、考古、能源等领域，典型的应用包括核医学、放射性核素示踪、辐照灭菌、核电站等。作为现代科学技术的重要组成和当代最先进技术之一，核技术极大地推动了自然科学和医学的快速发展，在促进西医发展的同时，也为中医学和中药学的深入发展提供了有力武器。

为了帮助读者了解核技术在中医药研究中的作用和贡献及其应用进展，我们组织了来自国内多所著名大学和企业的十多位专家、学者，精心编写了本书。全书分七章，分别是核技术解密中医基础理论、核技术在中药研究中的应用、核技术在中医临床医学中的应用、核技术与中药微量元素、核技术与中医经络学说、中药材品质的监测防控、中药材的核辐射灭菌。其中，第1章由张永芳、郭静科编写，第2章由陈键、李聪编写，第3章由宋少莉编写，第4章由韩玲、俞楚婷、刘玉龙编写，第5章由郭静科编写，第6章由谭立华、吴冠英编写，第7章由刘虎、韩玲编写。从本书的内容设置可以看出，核技术已经广泛应用于中医药的各个方面，我们相信核技术将会进一步助推中医药基础理论的深入与发展。

习近平总书记指出“中医药学凝聚着深邃的哲学智慧和中华民族几千年的健康养生理念及其实践经验，是中国古代科学的瑰宝，也是打开中华文明宝库的钥匙。”希望借助本书，能让更多的人了解核技术与中医药，让更多的人利用核技术解读更多的中医药奥秘，发掘更多更好的中医药宝库，造福广大人民群众，这将是我们的莫大荣幸，也是编写本书的初衷。

本书涉及面广，学科交叉性强，受限于编者水平和知识面，书中难免存在不足之处，欢迎广大读者批评指正，以便再版时校正，十分感谢！

# 目 录

第 1 章	核技术解密中医基础理论	001
	中医哲学的奥秘	001
	辨证论治，一人一方	001
	疾病预防之中医“治未病”	006
	熟悉又神奇的中医“阴阳”	009
	核技术透视真实世界	014
	神秘的微观世界	014
	CT 平扫和磁共振成像揭开“阴”“阳” 学说神秘的面纱	016
	核分析技术助力“阴阳”学说	018
第 2 章	核技术在中药研究中的应用	022
	天人合一：中药的发展	022
	中药学的发展历程	022
	中药应用的特点	026
	中药发展面临的问题和前景	030
	寻根溯源：中药作用机制的探索	033



中药现代化研究的方法和技术	033
药物 GPS 系统——核技术用于中药作用 靶点的探索	036
拨云见日：中药药效的评价	040
传统中药药效评价方法	040
中药药效的核技术快速评价和可视化	042

### 第 3 章 核技术在中医临床医学中的应用 048

天赋异禀的小“核”儿	048
加速而来的氟-18	048
来自“钼牛”的锝	049
“多胞胎碘兄弟”	050
作用非凡而独特的“核药儿”	051
是糖非糖的氟代脱氧葡萄糖	052
诊断肿瘤是否骨转移的“哨兵”：锝 ( <sup>99m</sup> Tc) 亚甲基二磷酸盐	052
治疗甲状腺疾病的“神仙水”：核药 碘化钠	053
神奇的专用身体透视扫描仪	054
单光子发射计算机断层扫描仪	054
正电子发射计算机断层扫描仪	055
“1+1>2”强强组合型扫描仪	055
核医学脑功能成像技术的应用	056
PET 和 SPECT 脑功能显像技术在脏腑 证候研究中的价值	057

揭秘神奇的针刺穴位疗法——PET	
“大有可为”	058
核技术与中医肿瘤体征的关系	058
肿瘤糖代谢显像与中医体征的关系	059
放化疗前后肿瘤代谢变化与中医证候	
演变的关系	060
PET——预测中医治疗肿瘤疗效的	
“神器”	061
核技术在心血管疾病诊断中的应用	062
高血压中医辨证分型与 SPECT 肾功能	
测定的关系	062
SPECT 心肌显像在冠心病中医辨证中的	
应用	063
<b>第 4 章 核技术与中药微量元素</b>	066
占人体总重量万分之一的微量元素	066
中药与微量元素	069
中药与微量元素的故事	069
微量元素与中药功效	071
中药微量元素常用检测方法	072
核技术助力检测中药微量元素	073
活化分析技术	074
X 射线荧光分析技术	075
核技术在中药微量元素研究中的应用	076



## 第 5 章 核技术与中医经络学说 ..... 081

神奇的经络.....	081
什么是经络? .....	081
中医经络学说的发展历程.....	083
现代科学对经络的研究探索.....	084
利用核技术研究经络实质.....	088
核成像技术在经络学说中的应用.....	088
核分析技术在经络物质基础研究中的应用.....	091
从自由基角度研究经络.....	093
自由基与疾病.....	093
一对亲爱的小伙伴——“氢”和“氧”.....	094
气行经络与活性氧自由基通路.....	095
核技术与氢氧好伙伴.....	098
经络电磁学和能量场.....	098
经络的生物电磁学.....	099
经络能量场.....	100

## 第 6 章 中药材品质的监测防控 ..... 102

中药材外源影响.....	103
药材的破坏分子.....	106
中药中的“毒”“毒素”与“霉菌”.....	107
中药中黄曲霉毒素的危害和检测.....	110
中药中黄曲霉毒素对人体的危害.....	110
中药中黄曲霉毒素的检测.....	111

免疫检测技术	113
高敏镧系荧光免疫层析法	114
高敏荧光定量快速检测技术在药材质量 监测中的应用	114
霉菌毒素（黄曲霉毒素）检测方法	115
中药材的品质管理	118
<b>第 7 章 中药材的辐照灭菌</b>	121
辐照灭菌概述	122
什么是辐照灭菌	122
核射线如何杀死细菌	123
辐照灭菌的应用对象	124
辐射与中药材灭菌	125
中药材的常用灭菌方法	126
核辐射对中药材品质的影响	129
核辐射对中成药包装的影响	130
可以对中药灭菌的射线种类	130
中药辐射的灭菌剂量	132
中药辐照灭菌后的保存时间	133
中药材辐照灭菌新进展	134
严格、审慎的“欧盟标准”	134
积极进取的“中国态度”	135
极具中国特色的中药辐照灭菌	136
参考文献	138
附录：部分彩图	143