

中國工程院 院士文集

刘伯里文集



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press



中國工程院 院士文集

Collections from Members of the
Chinese Academy of Engineering

刘伯里文集

A Collection from Liu Boli



北京
冶金工业出版社
2016

内 容 提 要

《刘伯里文集》收录了刘伯里院士团队自 1964 年至 2014 年间发表的研究报告和学术论文,内容主要涉及裂变产物分离和裂变废液处理,锝、铈和卤素等放射性药物化学。本书对我国从事放射化学和放射性药物化学行业研究的科研工作者有很好的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

刘伯里文集/刘伯里著. —北京:冶金工业出版社, 2016. 7

(中国工程院院士文集)

ISBN 978-7-5024-7108-8

I. ①刘… II. ①刘… III. ①放射化学—文集 IV. ①O615-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016) 第 208269 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷 39 号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjcbbs@cnmp.com.cn

策 划 任静波 责任编辑 李 臻 于昕蕾 美术编辑 彭子赫

版式设计 孙跃红 责任校对 石 静 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-7108-8

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;三河市双峰印刷装订有限公司印刷

2016 年 7 月第 1 版, 2016 年 7 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 39 印张; 2 彩页; 901 千字; 606 页

179.00 元

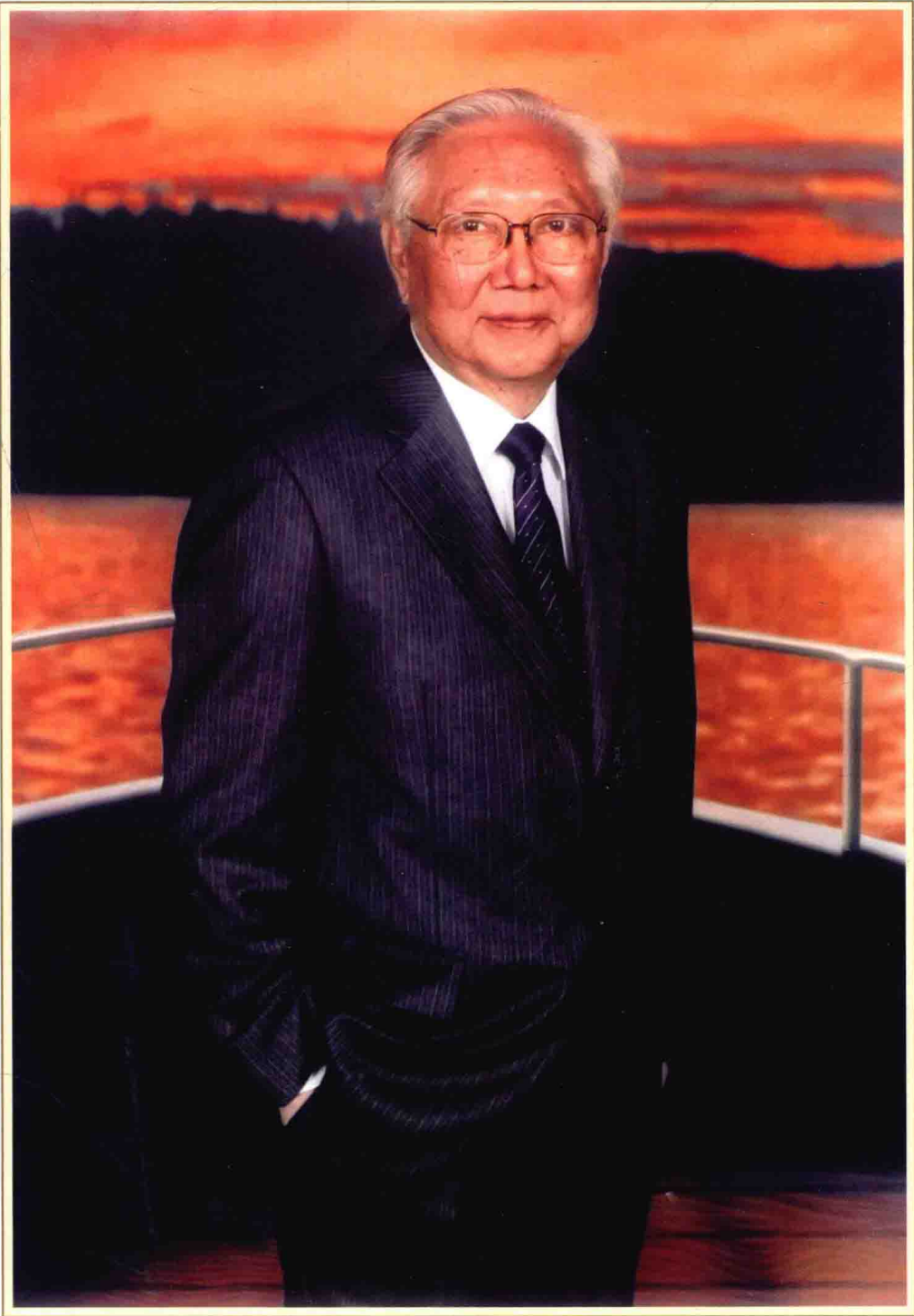
冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

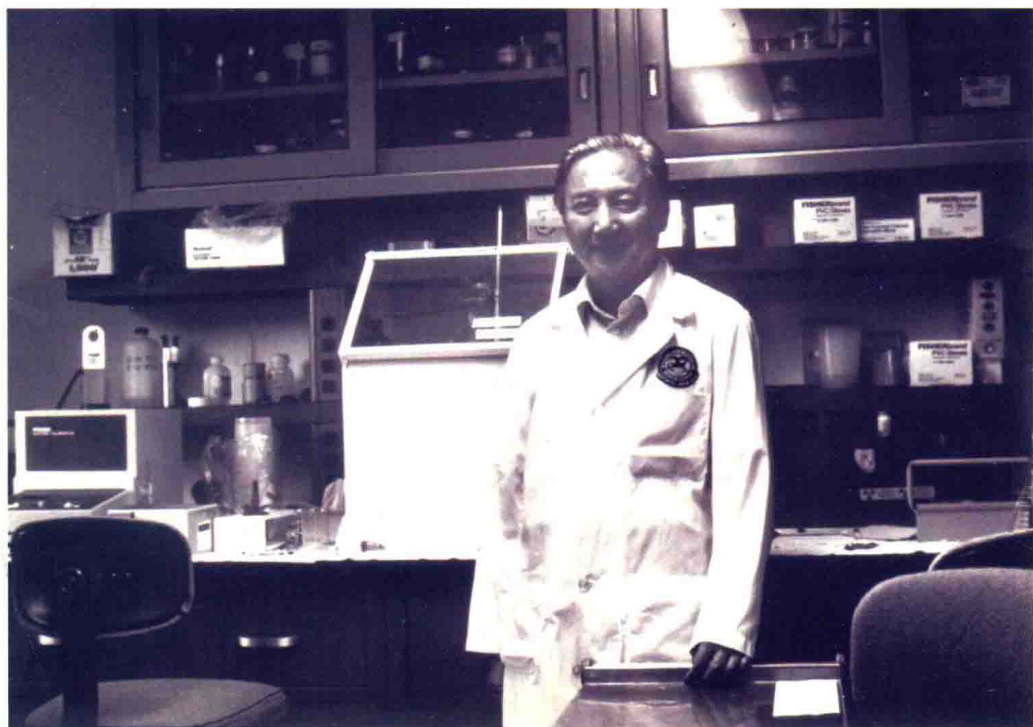
冶金书店 地址 北京市东四西大街 46 号(100010) 电话 (010)65289081(兼传真)

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgycbs.tmall.com

(本书如有印装质量问题,本社营销中心负责退换)



刘伯里 院士



20 世纪 80 年代，刘伯里院士在美国进行合作交流



20 世纪 90 年代，刘伯里院士在国内做学术报告



2010年，刘伯里院士从教58周年纪念



刘伯里院士和夫人陈淑华



中国工程院 院士文集

《中国工程院院士文集》总序

2012年暮秋，中国工程院开始组织并陆续出版《中国工程院院士文集》系列丛书。《中国工程院院士文集》收录了院士的传略、学术论著、中外论文及其目录、讲话文稿与科普作品等。其中，既有院士们早年初涉工程科技领域的学术论文，亦有其成为学科领军人物后，学术观点日趋成熟的思想硕果。卷卷文集在手，众多院士数十载辛勤耕耘的学术人生跃然纸上，透过严谨的工程科技论文，院士笑谈宏论的生动形象历历在目。

中国工程院是中国工程科学技术界的最高荣誉性、咨询性学术机构，由院士组成，致力于促进工程科学技术事业的发展。作为工程科学技术方面的领军人物，院士们在各自的研究领域具有极高的学术造诣，为我国工程科技事业发展做出了重大的、创造性的成就和贡献。《中国工程院院士文集》既是院士们一生事业成果的凝炼，也是他们高尚人格情操的写照。工程院出版史上能够留下这样丰富深刻的一笔，余有荣焉。

我向来认为，为中国工程院院士们组织出版院士文集之意义，贵在“真、善、美”三字。他们脚踏实地，放眼未来，自朴实的工程技术升华至引领学术前沿的至高境界，此谓其“真”；他们热爱祖国，提携后进，具有坚定的理想信念和高尚的人格魅力，此谓其“善”；他们治学严谨，著作等身，求真务实，科学创新，此谓其“美”。《中国工程院院士文集》集真、善、美于一体，辩而不华，质而不俚，既有“居高声自远”之澹泊意蕴，又有“大济于苍生”之战略胸怀，斯人斯事，斯情斯志，令人阅后难忘。

读一本文集，犹如阅读一段院士的“攀登”高峰的人生。让我们翻开《中国工程院院士文集》，进入院士们的学术世界。愿后之览者，亦有感于斯文，体味院士们的学术历程。

徐匡迪

2012年7月



刘伯里院士简介

刘伯里 (1931 ~), 江苏常州人。放射化学和放射性药物化学家, 中国放射性药物领域的主要开拓者。1997 年当选为中国工程院院士。1953 年毕业于华东师范大学化学系。他和合作者早期承担并完成了中国核燃料后处理工程低放裂变废液的任务, 参加了核爆炸现场裂变产物污染苦咸水的去污, 核潜艇原子反应堆第一回路水放射性的净化和从高放裂变废液中提取 ^{137}Cs 、 ^{90}Sr 等裂变产物的研究, 为完成有关军工任务做出了重要贡献。20 世纪 70 年代初, 他开始致力于核能的和平利用, 从事放射性药物的研究, 研究了 15 种核素的放射性药物, 在放射性药物分子设计和应用两方面取得了系列创新成果。他和合作者首次提出并用实验证实了锝配合物的稳定性规律, 系统研究了心、脑、肾上腺和有关受体放射性药物的构效关系; 指导并参加研制的 $^{99\text{m}}\text{Tc-ECD}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$ 获国家一类新药证书和生产证书, 取得了较大的经济效益和社会效益。还研制出有望成为具有中国自主知识产权的新的脑斑块显像剂。此外, 还研制出 ^{67}Ga 和 ^{111}In 两类新的心肌显像剂。首创了湿热熔融标记法和冠醚介质催化交换法, 前者用于放射性药物标记的新工艺, 后者实现了低温快速同位素交换。合作著有《锝药物化学及其应用》, 在国内外主要专业刊物上发表论文 240 余篇。曾获全国科技大会奖 (1979 年)、国家教委甲类科技进步奖二等奖 (1993 年)、国家教委科技进步奖二等奖 (1998 年)、国家科技进步奖二等奖 (1999 年)、国防科工委以及省部级科技进步奖等 9 项奖励。

一、成长历程

刘伯里 1931 年 3 月 17 日出生于江苏常州。他在省立常州中学读高中时

期，就接触到了一些进步书籍，新中国成立后通过对马列主义和中国革命史的学习及社会活动，确立了自己的信仰和一生奋斗目标。从此，他一直在各方面严格要求自己。

1953年，刘伯里毕业于华东师范大学化学系，同年分配到北京师范大学工作，师从胡志彬教授。在5年的助教工作中，他埋头业务，读了两遍研究生课程，打下了良好的理论基础和实验技能，并开展了物理化学方面的科学研究。1958年是刘伯里学术生涯的转折点，学校要选调一批人才转向原子能科学研究，刘伯里被选送到中国科学院原子能研究所，师从留美归来的冯锡璋教授学习放射化学。在启蒙导师冯锡璋的指导下，他精读了不少专著并开始从事放射性废液处理的研究。冯锡璋不仅把他引入了原子能科学的殿堂，而且使他认识到“科研工作一定要走在生产需要的前面”。经过细致深入的调研，刘伯里根据中国核燃料后处理工业发展的需要，确定了裂变废液的处理和裂变核素的分离回收作为他的研究方向。从20世纪50年代末开始，他利用中国的天然无机矿物，如高岭土、蒙脱石、蛭石、沸石等，对主要铀裂变产物进行了交换吸附的研究，并取得了一些有意义的结果。60年代中期，根据“备战、备荒、为人民”和三线建设的需要，为了确保长江上游不被核污染，要求将核工厂排放的放射性废液安全降低到国家规定的标准。刘伯里当时正在山西武乡革命老区参加农村四清运动，中途被调回北京，随即开展这项研究。由于时间紧、任务重，他和同事们从接受任务开始，根本顾不上放射性的危险，五年多的时间中，他们几乎没有节假日，全身心地投入研究。此后，他又接着从事了裂变核素的电迁移行为研究。由于经常接触毒性极大的核素 ^{239}Pu 和接受很大的辐射剂量，在十多年的工作中，刘伯里等接受的辐射总剂量是很大的。因此，他不到40岁时，头发已经脱落和变白，从外形看上去宛如个老人。“文化大革命”时期他由于有海外关系，因此各种到现场试验的机会都没有，虽然他也感到委屈，但他总是想到自己所做的工作只要对祖国和人民有益，能够使国家真正强大起来，不再受帝国主义列强的凌辱和宰割，个人受一点委屈不算什么。

20世纪70年代中期，随着原子能和平利用的发展，刘伯里认识到放射性药物领域是放射性核素应用方面极为活跃的一个分支，又能直接为人民健康服务，造福人类，因此研究方向又转向了放射性药物。1974年，北京市科

技局的主要领导白介夫（后任北京市政协主席）和郑林（原核工业部原子能所党委书记）两位局长亲临北京师范大学放射化学与辐射化学研究室，听取了该室的汇报后，当场拍板给 40 个科研编制，成立北京市回旋加速器放射性药物实验室，刘伯里任该室董事长。40 多年来，刘伯里和他的合作者在这块园地辛勤耕耘，取得了不少令人瞩目的成果。迄今为止，刘伯里和他的合作者著有《锝药物化学及其应用》一书，在国内外主要专业刊物上发表论文 240 余篇。

20 世纪 80 年代以来，刘伯里除了担任繁重的教学和科研工作外，还担任许多行政和社会工作。历任北京师范大学化学系副主任、应用化学研究所所长、应用科学与技术学院院长，曾任中国核学会核化学和放射化学学会副理事长、中国核学会同位素学会常务理事、北京回旋加速器放射性药物实验室董事长、中国《大百科全书·核化学与放射化学卷》副主编、中国放射化学教材委员会主任、国家同位素工程技术研究中心工程技术委员会委员以及核化学与放射化学杂志常务编委等职。他积极组建了中国第一个放射性药物教育部重点实验室，并担任该重点实验室筹建期的学术委员会主任。他作为主要负责人之一参与了 985 非动力核技术创新平台的建立（2004 年 11 月），并被任命为 985 非动力核技术创新平台学术委员会主任，促进了中国放射性药物的研发和青年人才的培养。由于他对我国放射化学事业的卓越贡献以及献身祖国的赤胆忠心，1997 年当选为中国工程院院士，2006 年被评为北京市优秀共产党员。

二、主要研究领域和学术成就

1. 开拓放射性药物的研究

刘伯里在放射性药物领域，研究了 15 种核素的放射性药物，尤其在锝化学以及锝药物的理论设计和应用方面取得了系列成果。

（1）锝化学与 ^{99m}Tc -放射性药物的研究。1980 年以来，由于 ^{99m}Tc 具有理想的核性质，锝药物得到了很大的发展。刘伯里及其合作者将堆积模型应用于锝化学，首次定量研究了锝配合物的结构稳定性规律，得出了所有稳定锝配合物，其空间立体角系数之和（SAS 值）为 0.97 ± 0.13 。这解释了为什么世界各国过去在合成锝放射性药物时发现的某些锝配合物不稳定，提出了

各种不同配位原子可能形成的稳定锝放射性药物的方案,这些设想后来均为实验所证实。这一成果使稳定锝配合物的设计、合成摆脱了过去经验的束缚,缩短了筛选时间,为锝放射性药物的设计提供了理论和实验依据。此外,刘伯里等还系统地研究了心、脑、肾上腺和有关受体锝放射性药物的构效关系,提出了脑显像剂的吸收机理和滞留机理,设计合成了对中枢神经系统特定受体具有高亲和性、选择性和高的脑摄取的 ^{99m}Tc 标记的分子探针。研制出有望成为中国自主知识产权的新放射性药物有:脑灌注显像剂 ^{99m}Tc -MPBDA、脑 $\text{A}\beta$ 斑块显像剂 ^{99m}Tc -TZPH2-4-BAT、心肌灌注显像剂 $^{99m}\text{Tc}(\text{CO})_3(\text{MIBI})_3$ 以及肾功能显像剂 ^{99m}Tc -BPHA等。其中, ^{99m}Tc -MPBDA具有良好的脑吸收和滞留性质, $^{99m}\text{Tc}(\text{CO})_3(\text{MIBI})_3$ 的性质优于目前临床上广泛使用的心肌灌注显像剂 ^{99m}Tc -MIBI, ^{99m}Tc -BPHA的性质与临床上使用的肾功能显像剂 ^{99m}Tc -DTPA相当,脑 $\text{A}\beta$ 斑块显像剂 ^{99m}Tc -TZPH2-4-BAT具有较高的脑摄取。为了降低诊断成本,为广大的人民的健康服务,他和合作者积极研制了脑灌注显像剂 ^{99m}Tc -ECD和心肌灌注显像剂 ^{99m}Tc -MIBI,目前已通过卫生部批准,在全国临床推广应用,产生了较大的社会和经济效益。

(2) 放射性卤素药物。在放射性肾上腺显像剂的研制中,在王世真首次标记6位碘代胆固醇的基础上,刘伯里和他的合作者系统地研究了 ^{82}Br 、 ^{131}I 、 ^{211}At 标记的6位胆固醇和 ^{131}I 标记的6位甲基胆固醇和6位乙基胆固醇。其中,放射性核素溴、碲标记的6位胆固醇和 ^{131}I 标记的6位乙基胆固醇是独创的。此外,他还系统地研究了放射性卤素同位素交换动力学规律。

在放射性卤素药物标记方面,刘伯里首创了湿热熔融交换法和冠醚介质催化交换法。前者已用于放射性药物标记的新工艺,后者实现了低温快速同位素交换,为生物活性物质的标记开辟了新途径。另外,为了有目的地设计合成新型的放射性药物,刘伯里领导的研究组应用量子化学、分子力学以及分子图形学等计算机辅助药物设计方法研究了一系列脑受体与其配体相互作用的模型,得到了一些性质优良的放射性卤素示踪剂。如在系统研究新型 $\text{A}\beta$ 斑块分子显像剂的基础上,发现 ^{18}F 标记的苯并恶唑类衍生物 $[\text{}^{18}\text{F}]\text{ZB-35a}$ 在小鼠体内外的综合性质和美国食品与药品管理委员会(FDA)批准用于临床诊断阿尔茨海默病的 ^{18}F 标记的 $\text{A}\beta$ 斑块显像剂 $[\text{}^{18}\text{F}]\text{AV45}$ 的性质相当,目前正在进行临床前研究。此外,放射性碘标记的苯基苄基醚类 $\text{A}\beta$ 斑

块显像剂具有全新的化学结构,且各项性质优于已报道的 $[^{123}\text{I}]\text{IMPY}$ 。再如在系统研究 $\sigma\text{-1}$ 受体显像剂的基础上,设计合成了一种新型的 ^{18}F 标记的 $\sigma\text{-1}$ 受体显像剂,其体内外综合性质均优于目前国际上唯一用于人体研究的 ^{18}F 标记的 $\sigma\text{-1}$ 受体显像剂 $[^{18}\text{F}]\text{FPS}$ 。这些成果都处于放射性药物的研究前沿,受到各国同行的瞩目。

(3) 其他核素的放射性药物。在美国加州大学 Crocker 核实验室,刘伯里参加了对生产医用核素 ^{123}I 重要的 $^{127}\text{I}(\text{p},\text{xn})$ 核反应的激发函数、薄靶产额及累计产额的测定,其中包括 $^{127}\text{I}(\text{p},\text{n})^{127}\text{Xe}$ 、 $^{127}\text{I}(\text{p},3\text{n})^{125}\text{Xe}$ 、 $^{127}\text{I}(\text{p},5\text{n})^{123}\text{Xe}$ 、 $^{127}\text{I}(\text{p},6\text{n})^{122}\text{Xe}$ 和 $^{127}\text{I}(\text{p},7\text{n})^{121}\text{Xe}$ 等核反应,并大规模生产高纯度的 ^{123}I 。在国内,他指导并参加了用 CS-30 回旋加速器研制 ^{67}Ga 、 ^{111}In 、 ^{201}Tl 和 ^{57}Co 等医用核素。其中, ^{67}Ga 自 1987 年开始经卫生部批准,首次在国内大批量生产,供全国临床应用, ^{57}Co 也批量生产,供制作穆斯鲍尔源,改变了依靠进口的局面,取得了很好的社会和经济效益。另外,成功地研制出 +1 价的 $^{111}\text{In}\text{-BAT-TE}$ 和 $^{68}\text{Ga}\text{-BAT-TECH}$ 配合物用作新的心肌显像剂,并定量地研究了上述两类药物的构效关系,为放射性 ^{111}In 和正电子发射核素 ^{68}Ga 的应用,以及为镓、铟放射性药物的发展开辟了广阔的前景。

2. 研究裂变产物分离和裂变废液处理

在中国核工业发展的初期,刘伯里根据中国核燃料后处理工业发展的需要,积极从事裂变废液处理的研究。自 1958 年以来,他系统地研究了中国蒙脱石、蛭石、斜发沸石等对裂变产物 ^{137}Cs 、 ^{90}Sr 、 ^{147}Pm 、 ^{144}Ce 和 ^{106}Ru 的交换吸附行为,并取得了一些有意义的结果。

1965 年,根据三线建设的需要,刘伯里和他的同事们承担了核燃料后处理工厂(821 工程)中裂变废液处理的任务。刘伯里是该项目的主要技术负责人,组织并参加了该项目主要的实验研究。该实验包括几段流程,仅离子交换段就采集了全国上千种不同产地的蛭石、沸石矿样,并研究了它们对 ^{137}Cs 、 ^{90}Sr 、 ^{144}Ce 等裂变产物的交换吸附行为。为了确保数据的可靠性,他们建立了全套主要裂变核素的分析方法和低本底总 β 的测量方法,筛选了各类净化 ^{106}Ru 的阴离子树脂,设计了快速混凝沉降器,选择了各种快速混凝剂,试验了各种混凝方案以及进行了热实验等。经过五年的艰苦奋斗,经过几百次小型流程试验和三次扩大试验,他们终于成功地确定了一套符合国家标准

要求的处理流程,采用混凝沉降和离子交换两段流程处理大量低放裂变废水,达到了国家安全排放指标。该项成果填补了国内空白,达到了当时国际先进水平,并在三线核工业建设的有关工程设计中被采用。

1970~1972年,刘伯里作为主要负责人之一,参加了国家海洋局下达的海水淡化器脱盐除放射性裂变产物污染的研究项目。以核爆炸污染的苦咸水为体系,用冷却5天的浓缩 ^{235}U 、 ^{239}Pu ,经反应堆辐照后的裂片为指示剂,研究裂变产物在电渗析脱盐过程中的迁移行为和规律。此项研究取得了满意结果,为净化核爆炸现场的污染水源提供了有效手段,具有实际应用价值。此后,他还参加了中国核潜艇原子反应堆第一回路水中泄漏放射性核素的净化研究,为完成军工任务做出了重要贡献。

1974年,刘伯里参加了用人工合成的无机离子交换材料从高放裂变废液1AW中,分离和提取 ^{137}Cs 和 ^{90}Sr 的研究并进行了热试验,该项目经验收,达到了国际先进水平。

三、重视教育事业,积极开展国际学术交流

刘伯里长期从事教学和科研工作,在承担研究项目的同时,积极从事人才的培养,为研究生开设了原子核物理、放射化学、放射性药物化学和钍化学及其应用等基础和专业课程。1960~1964年培养放射化学研究生4名,1978年以来培养硕士生45名,博士生32名,博士后1名。其中,博士生崔孟超获得了2012年北京市优秀博士论文。20世纪60年代初培养研究生时,他还是一名讲师,在此特殊环境下,他勇敢地探索培养了中国第一批放射化学专业研究生。当时被聘任为答辩委员会主席学部委员的徐光宪和答辩委员会委员的刘元方都对刘伯里给予了很高的评价。1980年以来培养的研究生中,不少学生在国外深造或工作,国外的同事对他培养的学生同样给出了很高的评价。例如,2011年,在荷兰阿姆斯特丹举办的第19届国际放射性药物科学会议(19th International Symposium on Radiopharmaceutical Sciences, Amsterdam, The Netherlands, August 28—September 2, 2011)大会开幕式上,SRS会议之父、美国医学科学院院士、华盛顿大学的Welch教授在题为《The birth of the International Symposia of Radiopharmaceutical Chemistry and ISRS and SRS today》的大会报告中,把刘伯里作为放射性药物领域最有世界

影响力的重量级人物进行介绍,认为他推动了 ISRS 的发展,很多杰出的放射性药物工作者都出自他的团队。再如美国密苏里大学的 Lewis 教授来信感谢他送来了得到全面良好训练、创新性和动手能力都非常强的好学生。目前,他的学生大多在工作中做出了出色的成绩,有些已经成为了某些大学里放射性药物领域的学术负责人。刘伯里鼓励自己的学生学成回国服务,他常常对自己的学生说:“出去可以开阔眼界,学到知识和技能,但是不能忘记我们最终的根是在中国。”受他的影响,他的一些学生学成归来后,做了大量促进中外放射性药物“产学研,技工贸”的交流合作活动。但是,有的学生觉得留在国外更合适,他也很理解他们的选择。他认为:“要从更长远的角度来看人才外流的问题。现在国际学术交流活动很多,但是事实上最有收获的还是跑到国外跟他们一起做项目。为什么?因为即便是大型国际学术交流,展示的几乎都是过去一两年的成果,也就是说你了解到的都是过去式,如果你跟着他们一块儿做项目,那么你了解的就是进行时,而且如果你保持敏感的话,你还可以捕捉到将来时。作为一名科研工作者,我更深刻地体会到改革开放给国家带来的巨大变化。报效祖国有各种方式,而且最优秀的人才留学,不可能一个都不回来。哪怕是有 10% 的人回来,对国家而言都是宝贵的财富。”

刘伯里重视因材施教,要求学生结合自身的实际条件,掌握一定的理论和方法。他认为,知识的掌握,贵在熟练,只有反复熟练地理解和掌握了,才有可能谈得上发展和创新,所谓“熟能生巧”,这个“巧”字,就是科学发明创新的契机。许多新理论、新方法都是从这个“巧”字上开始萌发生长而发展起来的。不仅如此,每当从事新的规律的探索时,自己最愿意应用的理论工具或实验方法,常常是自己掌握最熟练的那一部分。刘伯里不仅在学术上对学生指导有方,而且对学生生活也给予了很多关心和支持。当得知 2004 级硕士研究生张秋艳的父亲患脑瘤需要做手术而其家境又困难的消息时,他立即尽力解囊相助,使她的父亲的手术及时进行,病情及时得到控制。该学生非常感动,在学业上更加勤奋、努力。

为了发展中国的放射化学与放射性药物化学事业并扩大影响,刘伯里积极从事国际学术交流活动,先后 7 次被邀赴美国讲学和进行合作研究。1983 年,他担任美国纽约州立大学布法罗分校访问学者。1985 年,他担任美国加

利福尼亚大学戴维斯分校访问教授。1988~1990年,他担任美国宾夕法尼亚大学放射学系的访问教授和脑放射性药物研究项目的顾问。三次应邀赴日本讲学,在九州大学、东北大学进行合作研究。1980~1981年,他担任日本九州大学访问研究员。作为中日双边会议的主要发起人和倡导者之一,他四次作为中国代表团团长出席在日本召开的第一次(福岡)、第三次(福岡)、第五次(仙台)和第七次(京都)中日双边会议,并且担任在中国召开的第二次(北京)、第四次(上海)和第八次(北京)中日双边会议的主席。1986年在北京召开的国际核化学和放射化学会议中,他担任国际组织委员会委员并做了大会特邀报告。他还是国际原子能机构放射性同位素生产培训班的特邀讲课人(1988年,1992年,1999年),受到亚太地区各国学生及机构官员的好评。另外,他还以中国代表身份两次参加了1993年和1995年在曼谷和悉尼举行的亚太地区核合作计划中有关放射性药物的国际会议。

作为中国放射性药物领域的主要开拓者,刘伯里认为,不仅应当争取成为一个具有创新精神的科学家,而且还力争成为一个懂得研究成果开发和转化的精明的企业家。如今每门学科正在向自己邻近的学科迅速扩充和渗透,同时研究成果转化为商品的周期也越来越短,对于应用研究来说,其成果用论文的形式发表,只是一个开端,决不当是终结。他和他的合作者研制的心、脑放射性药物 $^{99m}\text{Tc-MIBI}$ 和 $^{99m}\text{Tc-ECD}$ 已由开发团队商品化,正在为全国人民的健康服务。他们不停地在放射性药物领域积极探索,争取早日将放射性药物的科研成果,转化为具有中国自主知识产权的具有国际竞争力的商品。



目 录

裂变产物分离和裂变废液处理

- » 裂变产物和裂变废液中 Cs^{137} 的分离和回收 3
- » 蛭石在低放裂变废水处理中的应用 19
- » 电渗析器对长寿命裂变元素去除的基本研究(一) 32
- » 利用无机离子交换剂——多聚锑酸从 1AW 中提取裂变核素 ^{90}Sr 的研究 39
- » 用磷酸锆-磷酸铵复合交换剂从动力堆元件废液中提取 ^{137}Cs 的研究 45

放射性药物化学

锝、铼放射性药物

- » Quantitative Study of the Structure-stability Relationship of Tc Complexes 55
- » Quantitative Study of the Structure-stability Relationship of $\text{Tc}^{\text{V}}\text{O}(\text{III})$ Complexes ... 70
- » Stability of Isomers of $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMPAO and Complex of $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -CBPAO Based on CNDO/2 Method 84
- » 铼的配位化学研究 I. 铼化合物的堆积饱和规律 90
- » Synthesis of New N_2S Ligands, Preparation of $^{99\text{m}}\text{Tc}$ Complexes and Their Preliminary Biodistribution in Mice 96
- » 一种新的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 标记的 $[\text{Tc}(\text{CO})_3(\text{MIBI})_3]^+$ 络合物作为心肌显像剂 103
- » Solvation Effects on Brain Uptakes of Isomers of $^{99\text{m}}\text{Tc}$ Brain Imaging Agents 109
- » Preparation of New Technetium-99m NNS/X Complexes and Selection for Brain Imaging Agent 118
- » Synthesis, Separation and Biodistribution of $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -CO-MIBI Complex 129
- » 新的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 标记 σ 受体肿瘤显像剂 137
- » Synthesis and Biological Evaluation of Technetium-99m-labeled Deoxyglucose

Derivatives as Imaging Agents for Tumor	146
>> Preparation and Biodistribution of Novel $^{99m}\text{Tc}(\text{CO})_3\text{-CNR}$ Complexes for Myocardial Imaging	153
>> Caution to HPLC Analysis of Tricarbonyl Technetium Radiopharmaceuticals: An Example of Changing Constitution of Complexes in Column	162
>> Preparation and Biological Evaluation of $^{99m}\text{Tc-CO-MIBI}$ as Myocardial Perfusion Imaging Agent	168
>> Synthesis and Biological Evaluation of ^{99m}Tc , Re-monoamine-monoamide Conjugated to 2-(4-aminophenyl) Benzothiazole as Potential Probes for β -amyloid Plaques in the Brain	178
>> Copolymer-based Hepatocyte Asialoglycoprotein Receptor Targeting Agent for SPECT	184
>> ^{99m}Tc -and Re-labeled 6-dialkylamino-2-naphthylethylidene Derivatives as Imaging Probes for β -amyloid Plaques	199
>> Synthesis and Biological Evaluation of Novel Technetium-99m Labeled Phenylbenzoxazole Derivatives as Potential Imaging Probes for β -amyloid Plaques in Brain	207
>> ^{99m}Tc -labeled Dibenzylideneacetone Derivatives as Potential SPECT Probes for <i>in vivo</i> Imaging of β -amyloid Plaque	215
>> Novel Cyclopentadienyl Tricarbonyl Complexes of ^{99m}Tc Mimicking Chalcone as Potential Single-Photon Emission Computed Tomography Imaging Probes for β -amyloid Plaques in Brain	234
卤素放射性药物	
>> Labelling of 6-Iodocholesterol in Melt	257
>> Radioiodination of Alkyl Halides with $\text{Na }^{125}\text{I}$ Catalyzed by Dicyclohexyl-18-crown-6	260
>> 卤代烷烃与 ^{125}I , ^{77}Br 快速交换的新方法	263
>> Radiobromine Labeled Cholesterol Analogs Synthesis and Tissue Distribution of Bromine-82 Labeled 6-Bromocholesterol	268
>> 无载体 ^{18}F 的制备及快速标记	273
>> Halogen Exchanges Using Crown Ethers: Synthesis and Preliminary Biodistribution of 6- ^{211}At -astatomethyl-19-norcholest-5(10)-en-3 β -ol	277
>> 复相体系同位素交换的研究热液熔融快速标记法	282
>> A Fast, Kit-type Radioiodination Procedure for ^{127}I -for- ^{123}I Exchange	289
>> Cyclotron Production of High-purity ^{123}I I. A Revision of Excitation Functions,	