

# 中国核科学技术进展报告

## （第三卷）

——中国核学会2013年学术年会论文集

### 第2册

▲ 铀矿冶分卷

▲ 核能动力分卷(上)

中国原子能出版社

# 中国核科学技术进展报告

## (第三卷)

——中国核学会 2013 年学术年会论文集

### 第 2 册

铀矿冶分卷

核能动力分卷(上)

中国原子能出版社

图书在版编目(CIP)数据

中国核科学技术进展报告. 第3卷 : 中国核学会 2013 年学术年会论文集. 第2册, 铀矿冶、核能动力. 上 / 中国核学会编.  
—北京 : 中国原子能出版社, 2014.5  
ISBN 978-7-5022-6124-5

I. ①中… II. ①中… III. ①核技术—技术发展—研究报告—中国 IV. ①TL-12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 299730 号

内 容 简 介

自首届全国学术年会以来,我国核科学技术取得长足发展。《中国核科学技术进展报告(第三卷)》收录了中国核学会 2013 年全国学术年会 746 篇研究论文,均为我国核科技界最新的研究成果。2012 年 10 月 24 日,国务院常务会议讨论通过了《能源发展“十二五”规划》,再次讨论并通过了《核电安全规划(2011—2020 年)》和《核电中长期发展规划(2011—2020 年)》,对未来一段时期内我国核电的发展指明了方向。我国核电发展形势日趋明朗,核科技不断取得重大的进步,核事业发展态势正在朝着国家规划和核从业人士希望的方向发展,中国核学会 2013 年学术年会就是在这样的大背景下召开的。

本届学术年会于 2013 年 9 月 10 日至 14 日在哈尔滨举行,以“机遇与挑战”为主题,来自我国核工业界、核科研机构、高等院校和核技术企业等的知名院士、专家、教授及一线青年核科技工作者近 1 200 人(其中院士 26 人)与会。本届学术年会共征集研究论文 1 206 篇,共有 746 篇论文通过了评审,结集为《中国核科学技术进展报告(第三卷)》,全书分为 10 册。为了便于读者订购和查阅,22 个二级学科分别设立分卷。

各册包含的分卷如下:第 1 册为“铀矿地质”分卷;第 2 册含“铀矿冶”分卷和“核能动力”分卷(上)两部分;第 3 册为“核能动力”分卷(下);第 4 册收录了“核材料”、“同位素分离”和“核化学与放射化学”3 个分卷;第 5 册内容为“辐射防护”和“核化工”2 个分卷;第 6 册共收录了“核物理”、“计算物理”和“粒子加速器”3 个分卷;第 7 册则为“核电子学与核探测技术”、“脉冲功率技术及其应用”、“核聚变与等离子体物理”3 个分卷;第 8 册包含有“辐射研究与应用”、“同位素”、“核农学”和“辐射物理”4 个分卷;第 9 册收录有“核医学”和“核技术工业应用”2 个分卷;第 10 册内容为“核情报”和“核技术经济与管理现代化”2 个分卷。

作为公共信息,文集还列出了中国核学会 2013 年学术年会的组织机构,《中国核科学技术进展报告(第三卷)》的总编委会和 22 个(二级学科)分卷编委会的名单。

中国核科学技术进展报告(第三卷)

---

出版发行 中国原子能出版社(北京市海淀区阜成路 43 号 100048)  
责任编辑 刘 岩  
特邀编辑 秦昭曼 徐若珊  
装帧设计 赵 杰  
责任印制 潘玉玲  
印 刷 保定市中华美凯印刷有限公司  
经 销 全国新华书店  
开 本 890 mm×1240 mm 1/16  
印 张 37.75 字 数 1143 千字  
版 次 2014 年 5 月第 1 版 2014 年 5 月第 1 次印刷  
书 号 ISBN 978-7-5022-6124-5 定 价 150.00 元

---

网址: <http://www.aep.com.cn> E-mail: [atomep123@126.com](mailto:atomep123@126.com)  
发行电话: 010-68452845

# 中国核学会 2013 年 学术年会大会组织机构

大会名誉主席 宋希斌

大会主席 刘志刚

执行主席 李冠兴

副主席 (按姓氏笔画排序)

王 森 王敏正 孙汉虹 余剑锋 张廷克  
张维岩 赵 军 祖 斌 贺 禹 康克军  
雷增光 詹文龙

高级顾问 (按姓氏笔画排序)

丁中智 马栩泉 王乃彦 王大中 杜祥琬  
张国宝 陈佳洱 胡思得 钱绍钧 穆占英

## 组 委 会

主 任 雷增光

副 主 任 王德林(常务) 申立新 张志俭

委 员 (按姓氏笔画排序)

马文军 王国宝 石金水 兰晓莉 朱升云  
刘 伟 苏艳茹 李景辉 杨华庭 张 建  
陈 伟 罗志福 郑卫芳 赵京伟 哈益明  
姜卫红 秦昭曼 徐燕生 唐传祥 崔海平  
简晓飞 蔚喜军 熊朝志

秘书处主任 秦昭曼

秘书处副主任 赵 强

秘书处成员 (按姓氏笔画排序)

马正锋 马福秋 王义伟 包东方 李 钢  
李可心 杨 路 吴 昊 张宝珠 秦子淇  
耿庆云 徐若珊

## 学术委员会

主 任 李冠兴

副 主 任 叶奇蓁 邱爱慈 陈念念 赵志祥 程建平

委 员 (按姓氏笔画排序)

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 王贻芳 | 卢文跃 | 叶国安 | 田佳树 | 司胜义 |
| 华跃进 | 李建刚 | 杨华庭 | 张永学 | 张志忠 |
| 张志俭 | 张金带 | 陈炳德 | 陈森玉 | 罗志福 |
| 罗顺忠 | 赵红卫 | 赵振堂 | 姜 宏 | 柴国早 |
| 唐传祥 | 彭先觉 | 曾毅君 | 樊明武 | 潘传红 |
| 潘自强 |     |     |     |     |

主办单位 中国核学会

承办单位 哈尔滨市人民政府

哈尔滨工程大学

协办单位 中国核工业集团公司

中国核工业建设集团公司

中国电力投资集团公司

国家核电技术有限公司

中国广东核电集团有限公司

清华大学

中国工程物理研究院

中国科学院

中国华能集团公司

中国大唐集团公司

## 技术支持单位

铀矿地质分会、铀矿冶分会、核能动力分会、核材料分会、同位素分离分会、核化学与放射化学分会、辐射防护分会、核化工分会、核物理分会、计算物理分会、粒子加速器分会、核电子学与核探测技术分会、脉冲功率技术及其应用分会、核聚变与等离子体物理分会、辐射物理分会、辐射研究与应用分会、同位素分会、核农学分会、核医学分会、核技术工业应用分会、核情报分会、核技术经济与管理现代化分会

北京市核学会、湖南省核学会、江西省核学会、广东省核学会、四川省核学会、浙江省核学会、湖北省核学会、福建省核学会、黑龙江省核学会、陕西省核学会、辽宁省核学会、甘肃省核学会、山西省核学会、吉林省核学会、新疆自治区核学会、安徽省核学会、河南省核学会、江苏省核学会、上海市核学会、天津市核学会、贵州省核学会

# 中国核科学技术进展报告

## (第三卷)

### 总编委会

主任 李冠兴

副主任 叶奇蓁 邱爱慈 陈念念 赵志祥 程建平

委员 (按姓氏笔画排序)

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 王贻芳 | 卢文跃 | 叶国安 | 田佳树 | 司胜义 |
| 华跃进 | 李建刚 | 杨华庭 | 张永学 | 张志忠 |
| 张志俭 | 张金带 | 陈炳德 | 陈森玉 | 罗志福 |
| 罗顺忠 | 赵红卫 | 赵振堂 | 姜宏  | 柴国旱 |
| 唐传祥 | 彭先觉 | 曾毅君 | 樊明武 | 潘传红 |
| 潘自强 |     |     |     |     |

### 编委会办公室

主任 龚俊 王德林

副主任 李涛 申立新 秦昭曼

成员 (按姓氏笔画排序)

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 丁怀兰 | 卫广刚 | 马正峰 | 王丹  | 王青  |
| 王义伟 | 付凯  | 付真  | 刘岩  | 刘朔  |
| 孙凤春 | 杨璐  | 张琳  | 张关铭 | 张宝珠 |
| 肖萍  | 赵志军 | 侯茸方 | 秦子淇 | 耿庆云 |
| 徐若珊 | 谭俊  | 窦思佳 |     |     |

# 铀矿冶分卷

## 编 委 会

主 任 杜运斌

副主任 苏艳茹

委 员 (按姓氏笔画排序)

李 秦 李伟才 李建华 张永明

孟 晋 钟平汝 姚益轩 谭亚辉

# 核能动力分卷(上)

## 编 委 会

主 任 叶奇蓁

副主任 田佳树 邢 继 张海波 南 滨 严嘉鹏  
隋永斌 张一心 王 侃 张志俭

委 员 (按姓氏笔画排序)

卜永熙 才宝利 王 丽 王志刚 元一单  
毛亚蔚 刘 伟 刘 颖 刘立平 刘树斌  
江小川 孙金龙 李焕荣 李善昌 邱小红  
张玉峰 张桂英 张瑞萍 武 琛 赵 博  
黄伟峰 程和平

# 前 言

2011年3月日本福岛核事件发生后,国务院要求对全国核设施进行全面安全检查。经过严格的安全检查,专家得出的结论是我国运行和在建核电站是安全可靠的。在此基础上,2012年10月24日,国务院常务会议讨论通过《能源发展“十二五”规划》,再次讨论并通过《核电安全规划(2011—2020年)》和《核电中长期发展规划(2011—2020年)》,为未来一段时期内我国核电的发展指明了道路。核电建设重新启动,我国核电发展进入了新的阶段。伴随着我国核电的发展,我国核科技也取得了长足发展,核事业发展态势正在朝着国家规划和核从业人士希望的方向前进。日本福岛核事故是件坏事,但是也给我们提供了一次赶超并跻身于核电世界大国和技术强国的机会。

中国核学会2013年学术年会于2013年9月11日至13日在哈尔滨举行,会议由中国核学会主办,哈尔滨市人民政府和哈尔滨工程大学联合承办。中国核工业集团公司、中国核工业建设集团公司、中国电力投资集团公司、国家核电技术有限公司、中国广东核电集团有限公司、清华大学、中国工程物理研究院、中国科学院、中国华能集团公司、中国大唐集团公司协办,中国核学会22个专业分会及21个省级核学会共同参与筹办。

本届学术年会以“机遇与挑战”为主题,大会本着“百花齐放、百家争鸣”的方针,诚挚邀请核领域专家学者参会。会议第一天为主会场邀请报告,詹文龙院士、杜祥琬院士、彭先觉院士、柴之芳院士、雷增光、魏锁、丁中智、韩建伟、王永福、柳卫平、张志俭11名相关领域专家学者就中科院ADS系统、CAP1400研发进展、正处于复兴时期的中国放射化学、激光惯性约束聚变进展、高温气冷堆工程建设、核电站在线及时概率风险监测技术等热点话题进行了报告。来自我国核工业界、核科研机构、高等院校和核技术企业等的知名院士、专家、教授及一线青年核科技工作者近1200人(其中院士26人)与会。会议第二天及第三天为分会场讨论,共设置了11个分会场,中国核学会22个专业分会在为期两天的分会场交流环节,共有357篇报告进行了口头交流。会场外设立了张贴报告区。本次会议有力地推动了我国核科技各学科之间的交流与融合,促进了核科技人才的成长与提高,增强了自主技术创新能力,推进了核电、核燃料及相关产业、核技术应用产业、核基础科学、核医学、核农学等的全面发展。

在本届学术年会开幕式上,中国核学会理事长、中国工程院院士李冠兴代表中国核学会发布了由中国核学会学术工作委员会首次评选出的“中国十大核科技进展”,展示了我国从2011年6月30日至2013年6月30日在核科学领域取得的进展,其中有2项基础研究、3项科技工程进展、5项应用技术入选,涉及核物理、核电站研发、铀浓缩、核技术

应用、铀矿地质和核医学等领域。“中国十大核科技进展”分别为：大亚湾实验发现中微子新的振荡模式、中国实验快堆并网发电、气体离心法铀浓缩技术完全实现自主化和工业化应用、山东石岛湾高温气冷堆核电站示范工程正式开工建设、中国先进研究堆实现满功率运行、利用 CANDU 堆生产钴-60 的辐照一分装生产线正式投产、汤姆逊散射准单能硬 X 射线源实现出光、中国铀矿第一科学深钻取得重大成果和突破、医院中子照射器-I 型机完成设计与建造、国产化率 100% 的百万千瓦级核电站堆内构件成功应用。

中国核科技界所属 22 个二级学科，总共向大会提交了研究论文 1 206 篇。年会设立了“优秀学术论文奖”和“青年优秀科技论文奖”，以鼓励优秀学术论文作者和鼓励青年核科技人才成长进步。经过各二级学科专家组的评审，746 篇论文通过了论文评审，结集为《中国核科学技术进展报告(第三卷)》，文集共 10 册。同时，为了便于读者订购和查阅，22 个二级学科分别设立分卷。

《中国核科学技术进展报告(第三卷)》顺利结集、出版与发行，离不开中国核学会全体分支机构和 21 个省级(地方)核学会的鼎力相助，离不开广大核科技工作者的理解与支持，正是由于他们的不懈努力，才使得论文的征集和学术评价工作能够顺利进行。文集的顺利出版发行，还得益于总编委会和 22 个(二级学科)分卷编委会全体同仁的严谨科学作风和治学态度。此外，中国核学会秘书处和出版社的工作人员，在文字的编辑和校核过程中，也做出了具体贡献。在此一并致谢。

《中国核科学技术进展报告(第三卷)》编委会  
2014 年 4 月 24 日

# 中国十大核科技进展

(2011. 6. 30—2013. 6. 30)

中国核学会为推动我国核科技事业发展,学会学术委员会对 2011 年 6 月 30 日至 2013 年 6 月 30 日期间我国取得的重大核科技进展成果进行了推荐评议,经投票表决,共选出 10 项。现按得票数由多至少公布如下:

## 一、大亚湾实验发现中微子新的振荡模式

中微子混合角  $\theta_{13}$  是物理学中 28 个基本参数之一,它的大小关系到中微子物理研究未来的发展方向,并和宇宙起源中的“反物质消失之谜”相关,是国际上中微子研究的热点。由中国科学院高能物理研究所等来自全世界 6 个国家和地区 38 个科研单位组成的大亚湾反应堆中微子实验国际合作组,在 2012 年 3 月 8 日宣布,发现中微子新的振荡模式,并测得其振荡振幅,精度世界最高。该结果加深了人类对中微子基本特性的认识,得到国际高能物理学界的高度评价,并被《科学》杂志评选为 2012 年度十大科学突破之一。该项目入选“2012 年中国十大科技进展新闻”。

## 二、中国实验快堆并网发电

由中国核工业集团公司组织、中国原子能科学研究院具体实施,我国第一个由快中子引起核裂变反应的中国实验快堆 2011 年 7 月 21 日 10 时成功实现并网发电。该堆采用先进的池式结构,热功率 65 兆瓦,电功率 20 兆瓦。中国实验快堆的建成,标志着我国核能发展三步走发展战略中的第二步取得了重大突破,也标志着我国在四代核电技术研发方面进入了国际先进行列。该项目入选“2011 年中国十大科技进展新闻”。

## 三、气体离心法铀浓缩技术完全实现自主化和工业化应用

2013 年 6 月 21 日,中核集团在兰州铀浓缩基地宣布,经过多年研制,我国核工业关键技术——气体离心法铀浓缩技术完全实现自主化,并跻身国际先进水平行列。这标志着我国成为继俄罗斯等少数国家之后,自主掌握铀浓缩技术并成功实现工业化应用的国家。离心机工业化是一项要求非常高、技术难度很大的多学科高精尖技术,该技术所需的耗电量约相当于扩散法铀浓缩技术的 1/25,综合成本约减少一半。

## 四、山东石岛湾高温气冷堆核电站示范工程正式开工建设

2012 年 12 月 9 日,国家科技重大专项华能山东石岛湾核电厂高温气冷堆核电站示范工程——核岛底板第一层混凝土开始浇筑,标志着该工程正式开工建设。该电站采用球床模块式高温气冷堆,两套核蒸汽供应系统带一台超高压汽轮发电机组,发电功率 21.2 万千瓦,是世界首座模块式高温气冷堆核电站,计划于 2017 年底前投产发电。

## 五、中国先进研究堆实现满功率运行

2012年3月1日,中国先进研究堆成功实现满功率运行,达到国家规定的技术目标。中国先进研究堆是面向21世纪核科学技术研究的一座高性能、多用途研究堆,由中核集团中国原子能科学研究院自主研发、设计、建造,具有自主知识产权并形成了多项自主创新的技术成果。其反应堆功率为60兆瓦,在同类中子束流研究堆中主要技术指标位居世界前列、亚洲第一。

## 六、利用 CANDU 堆生产钴-60 的辐照一分装生产线正式投产

钴-60作为放射源广泛应用于农业、工业和医学(如癌症治疗)上,我国长期依赖进口。秦山第三核电公司和上海核工程研究设计院突破国外技术封锁,依靠国内力量,将CANDU反应堆堆芯反应性控制装置的不锈钢调节棒组件成功更换为钴-59调节棒组件,生产钴-60辐照源。辐照一分装生产线已正式投产,产能达到1400万Ci/年,满足国内70%的市场需求,根本改变了钴-60辐照源完全依赖进口的局面。

## 七、汤姆逊散射准单能硬 X 射线源实现出光

X射线广泛应用于医学诊疗、无损检测、安检反恐、科学研究等领域,已经成为不可或缺的技术手段。汤姆逊散射硬X射线源基于相对论电子束与超快超强激光相互作用,因为其准单色、方向性好、能量连续可调及具有超快时间结构及偏振性,而且规模适中,成为新型X射线源研究的国际前沿和热点。清华大学经过十多年的研究攻关,解决了光阴极微波电子枪研制、亚皮秒时间同步抖动控制、高亮度电子束的传输及诊断、X射线本底噪声抑制等物理与关键技术问题,建成了我国首个基于光阴极注入器和太瓦激光系统的汤姆逊散射硬X射线源装置TTX,并获得了重复频率10Hz、光子能量50keV、每脉冲光子产额大于 $10^6$ 的硬X射线。TTX的成功出光,将进一步推动我国新型高能X射线源研究,及其在基础科学研究和多种应用研究中的应用。

## 八、中国铀矿第一科学深钻取得重大成果和突破

中国铀矿第一科学深钻是核能开发重点项目,由核工业北京地质研究院负责、北京中核大地矿业勘查开发有限公司承担施工,于2013年5月在我国著名相山铀矿田成功实施,终孔深度2818.88米,取得了系列重大成果和突破,揭示了相山火山盆地三维地质结构、工程验证了成矿远景区、拓展了新的找矿空间等。该科学深钻是我国铀矿地质界里程碑式的工程,标志着我国铀矿勘查已进入了一个更深更广的全新阶段,对推动指导我国铀矿深部找矿勘查工作具有重大理论和实际意义。

## 九、“医院中子照射器-I型机”完成设计与建造

“医院中子照射器-I型机”通过从堆芯直接引束的总体设计,把一种用于小样品中子活化分析的研究用堆创造性地提升为中子俘获疗法专用的临床治癌装置。它为国际首台中子俘获疗法(BNCT)专用的核反应堆中子源,具有全部的自主知识产权,填补了我国核科学应用在BNCT领域的空白,达到了国际同类技术领先水平。目前“医院中子

照射器-I 型机”已完成设计和建造,2012 年 6 月 19 日通过专家鉴定,其应用将给广大癌症患者带来福音。

#### **十、国产化率 100%的百万千瓦级核电站堆内构件成功应用**

由中国核动力研究设计院负责设计,上海第一机床厂制造的百万千瓦级核电站堆内构件成功应用于红沿河核电站 1 号机组。这台为红沿河核电站 1 号机组配套的核岛主设备高近 11 米,总重约 136 吨,由上万个零件精准地焊接、组装在一起。该堆内构件是国内首次自主设计和自主制造的百万千瓦级核电机组堆内构件,其成功应用表明我国已经完全掌握了百万千瓦级核电机组堆内构件设计和制造技术。

中国核学会 2013 年学术年会优秀学术论文奖

| 一等奖(8 篇)   |                             |                                                                                                                                                                                      |                                                  |
|------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 专业         | 题目                          | 作者                                                                                                                                                                                   | 单位                                               |
| 铀矿地质       | 《中国钼元素地球化学异常特征及其对铀矿化指示作用》   | 付 锦,赵宁博,郝 威,裴承凯,李新春                                                                                                                                                                  | 核工业北京地质研究院                                       |
| 铀矿冶        | 《某砂岩铀矿床地浸过程中溶浸剂伤害作用研究》      | 廖文胜,王立民,姜 岩,江国平,谭亚辉                                                                                                                                                                  | 核工业北京化工冶金研究院                                     |
| 核能动力       | 《核电厂换料水池 304 L 不锈钢覆面开裂原因分析》 | 操 丰,方 江,唐世延,张 挺,丁有元                                                                                                                                                                  | 中核核电运行管理有限公司                                     |
|            | 《基于流固耦合的板壳结构流致振动分析》         | 周继云,蒋庆磊                                                                                                                                                                              | 中核武汉核电运行技术股份有限公司                                 |
| 核材料        | 《316 L 不锈钢包壳管高温爆破性能研究》      | 韩志博,杨洪广,张建通                                                                                                                                                                          | 中国原子能科学研究院                                       |
| 辐射防护       | 《一种半导体区域 γ 辐射监测装置》          | 靳 根                                                                                                                                                                                  | 中国核动力院一所                                         |
| 核电子学与核探测技术 | 《二维位置灵敏中子探测器束流测试》           | 田立朝 <sup>1,2</sup> ,陈元柏 <sup>1</sup> ,孙志嘉 <sup>1</sup> ,唐 彬 <sup>1</sup> ,周健荣 <sup>1</sup> ,祁辉荣 <sup>1</sup> ,刘荣光 <sup>1</sup> ,张 建 <sup>1</sup> ,杨桂安 <sup>1</sup> ,许 虹 <sup>1</sup> | 1. 核探测与核电子学国家重点实验室,高能物理研究所;2. 国防科学技术大学理学院工程物理研究所 |
| 核技术工业应用    | 《井间示踪技术在江汉油田钟市先导试验区的应用》     | 翟丽娜,陈洪涛,杨 新,薛全义                                                                                                                                                                      | 原子高科股份有限公司                                       |
| 二等奖(23 篇)  |                             |                                                                                                                                                                                      |                                                  |
| 专业         | 题目                          | 作者                                                                                                                                                                                   | 单位                                               |
| 铀矿地质       | 《新疆某地浸矿山酸法地浸采场地下水污染调查研究》    | 徐屹群,阳奕汉                                                                                                                                                                              | 新疆中核天山铀业有限公司                                     |
|            | 《矿床原生晕垂向分带模型找矿法及其在铀矿勘查中的应用》 | 叶庆森,方适宜,欧阳平宁,陶志军                                                                                                                                                                     | 核工业二三〇研究所                                        |
| 铀矿冶        | 《中性浸出中影响铀浓度的重点因素剖析》         | 江国平 <sup>1</sup> ,霍建党 <sup>1</sup> ,原 渊 <sup>1</sup> ,王 亮 <sup>1</sup> ,刘正邦 <sup>1</sup> ,赵海军 <sup>2</sup>                                                                           | 1. 核工业北京化工冶金研究院;2. 中核东胜铀业有限责任公司                  |

续表

| 专业       | 题目                                  | 作者                                                                                                        | 单位                                         |
|----------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 核能动力     | 《核电汽轮发电机组热工性能试验研究》                  | 卜玉兵,徐宗富,王世勇                                                                                               | 中广核工程有限公司                                  |
|          | 《较高压力条件下矩形窄通道气泡生长特征研究》              | 胡健,高璞珍,许超,李少丹,郑强                                                                                          | 哈尔滨工程大学核安全与仿真技术国防重点实验室                     |
|          | 《某核电厂 600 MW 机组蒸汽发生器一次侧人孔螺栓孔腐蚀缺陷处理》 | 毛彩云,李邱达,徐秋旻,葛炼伟                                                                                           | 中核核电运行管理有限公司二厂                             |
|          | 《行波堆堆芯设计及倒料策略研究》                    | 孙伟 <sup>1,2</sup> ,李庆 <sup>2</sup> ,王侃 <sup>1</sup>                                                       | 1. 清华大学工程物理系; 2. 中国核动力设计研究院核反应堆系统设计技术重点实验室 |
| 核材料      | 《亚共析铀钼合金激光焊接接头微观结构及力学行为》            | 李玉斌,王巍,何建军,张志强,张彤艳                                                                                        | 中国工程物理研究院                                  |
|          | 《不同晶粒尺寸 690 合金晶界工程处理过程中晶界网络的演化》     | 刘廷光 <sup>1</sup> ,夏爽 <sup>2</sup> ,李慧 <sup>2</sup> ,周邦新 <sup>1,2</sup> ,陈文觉 <sup>1</sup> ,白琴 <sup>2</sup> | 1. 上海大学材料研究所; 2. 上海大学微结构重点实验室              |
| 同位素分离    | 《光电离等离子体密度的微波诊断技术研究》                | 江涛,刘海勇,刘莲花                                                                                                | 核工业理化工程研究院                                 |
| 核化学与放射化学 | 《自铺展锆酸锶冷膜的制备》                       | 胡睿 <sup>1</sup> ,江阔 <sup>2</sup> ,熊晓玲 <sup>1</sup> ,张会 <sup>1</sup> ,罗顺忠 <sup>1</sup>                     | 1. 中国工程物理研究院核物理与化学研究所; 2. 西南科技大学           |
| 辐射防护     | 《基于血清铁的生物剂量计的研究》                    | 闵璇宇,张晓红,姜志超,张亚男,胡晓丹,张海黔                                                                                   | 南京航空航天大学材料科学与技术学院                          |
| 核化工      | 《二氧化硅吸附处理高浓度硝酸根的含铀工艺废》              | 陈晓彤,王阳,权英,刘兵,唐亚平                                                                                          | 清华大学核能与新能源技术研究院                            |
| 核物理      | 《核能结构材料高剂量辐照损伤的重离子辐照模拟研究》           | 郑永男,徐勇军,袁大庆,朱佳政,李安利,左翼,周冬梅,范平,王志强,马小强,张乔丽                                                                 | 中国原子能科学研究院                                 |
| 计算物理     | 《连续能量蒙特卡罗方法组件均匀化计算》                 | 李满仓 <sup>1</sup> ,王侃 <sup>2</sup> ,姚栋 <sup>1</sup>                                                        | 1. 中国核动力设计研究院核反应堆系统设计技术重点实验室; 2. 清华大学工程物理系 |

续表

| 专业         | 题目                                          | 作者                                                                                          | 单位                                             |
|------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 核电子学与核探测技术 | 《裂变偶的研制以及在CFBR—II快中子脉冲堆上的初步应用》              | 鲁艺,卢伟,李勤,荣茹                                                                                 | 中国工程物理研究院核物理与化学研究所                             |
| 脉冲功率技术及其应用 | 《脉冲功率组件用IGCT器件性能优化研究》                       | 陈芳林,唐龙谷,陈勇民,潘学军                                                                             | 株洲南车时代电气股份有限公司                                 |
| 核聚变与等离子体物理 | 《HL-2A装置上快离子驱动阿尔芬模的实验研究》                    | 陈伟,丁玄同,于利明,刘仪                                                                               | 核工业西南物理研究院                                     |
| 辐射物理       | 《空爆X光在大气中转换的数值模拟研究》                         | 毛孝勇,王敏,李茂生,彭先觉                                                                              | 北京应用物理与计算数学研究所                                 |
| 辐射研究与应用    | 《 $\gamma$ 辐照制备石墨烯/聚苯胺纳米复合材料及其超级电容器性能》      | 蔡晓生,张琦璐,彭静,李久强,翟茂林                                                                          | 北京大学化学与分子工程学院,北京大学放射化学与辐射化学重点学科实验室,北京分子科学国家实验室 |
| 核医学        | 《 $^{18}\text{F}$ -FLT评价食管癌照射后早期生物学响应的实验研究》 | 江茂情,吴华                                                                                      | 厦门大学附属第一医院核医学科闽南PET中心                          |
| 核技术工业应用    | 《通用型数字化脉冲中子发生器研制》                           | 李刚,刘政,李文生,刘瀚林,刘林茂                                                                           | 东北师范大学辐射技术研究所                                  |
| 核情报        | 《行业科技信息机构核心能力建设思考》                          | 李涛,王文盛                                                                                      | 中国核科技信息与经济研究院                                  |
| 三等奖(39篇)   |                                             |                                                                                             |                                                |
| 专业         | 题目                                          | 作者                                                                                          | 单位                                             |
| 铀矿地质       | 《黑色岩系铀—气共探可行性及勘探开发前景》                       | 徐国苍 <sup>1,2</sup> ,张德华 <sup>1</sup> ,张红建 <sup>1</sup>                                      | 1.核工业航测遥感中心;2.铀资源地球物理勘查技术中心重点实验室               |
|            | 《三维可视化技术在骆驼山地区781矿点找矿中的应用研究》                | 薛伟 <sup>1,2</sup> ,李洪军 <sup>1,2</sup> ,彭云彪 <sup>1</sup> ,刻鹏兵 <sup>1</sup> ,黄宝峰 <sup>1</sup> | 1.核工业二〇八大队;2.中国地质大学资源学院                        |
|            | 《新疆放射性水化学调查工作程度及找矿意义》                       | 任满船,康勇,王冰                                                                                   | 核工业二一六大队                                       |

续表

| 专业       | 题目                                | 作者                                   | 单位                                 |
|----------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| 铀矿冶      | 《酸法地浸采铀污染地下水的化学—生物法联合治理研究》        | 王清良,李 乾,张洪灿,胡鄂明,陈勇博                  | 南华大学核资源工程学院                        |
|          | 《酸法地浸中 O <sub>2</sub> 氧化效果的探索与应用》 | 阳奕汉,龙红福,蔡高彦,杨维涨                      | 新疆中核天山铀业有限公司                       |
|          | 《桃山矿田铀矿石原地爆破筑堆浸出率影响因素探讨》          | 谢望南,董春明                              | 中核赣州金瑞铀业有限公司                       |
|          | 《轻水堆燃料元件瞬态性能分析程序 FTPAC 的开发》       | 韩智杰 <sup>1</sup> ,季松涛 <sup>2</sup>   | 1. 中国原子能科学研究院;2. 中国原子能科学研究院        |
| 核能动力     | 《核电三维可视化电缆敷设协同设计平台研究与应用》          | 邱永生,许心炜,陈明亮                          | 中广核工程有限公司                          |
|          | 《蒸汽发生器二次侧三维稳态热工水力分析》              | 莫少嘉,左超平                              | 中广核工程有限公司                          |
|          | 《脉冲堆时空动力学计算用群常数制作》                | 赵柱民,张 良,陈立新,张信一,江新标,郭和伟,陈 达          | 西北核技术研究所                           |
|          | 《压水堆环形燃料组件定位格架方案设计》               | 张爱民                                  | 中国原子能科学研究院                         |
|          | 《核动力主循环泵优化设计研究》                   | 李贵敬,阎昌琪,王建军                          | 哈尔滨工程大学核安全与仿真技术国防重点实验室             |
|          | 《超临界水堆增殖钍燃料组件设计分析》                | 刘仕倡 <sup>1</sup> ,蔡杰进 <sup>1,2</sup> | 1. 中山大学物理科学与工程学院;2. 中山大学中法核工程与技术学院 |
| 核材料      | 《AFA3G 燃料组件燃料棒压力电阻焊接技术分析》         | 常艳君,刘淑卿,孙俊峰                          | 中核燃料元件有限公司北方分公司                    |
|          | 《Zr-XSn-Nb 合金在过热蒸汽中的腐蚀行为研究》       | 杨忠波,赵文金,苗 志,陈 亮                      | 中国核动力研究院设计院,反应堆燃料及材料重点实验室          |
|          | 《高温气冷堆球形燃料元件基体石墨导热性能的研究》          | 张凯红,刘小雪,赵宏生,李自强,唐春和                  | 清华大学核能与新能源技术研究院,先进反应堆工程与安全教育部重点实验室 |
|          | 《大时间尺度下转子振幅变化规律研究》                | 杨 璇,左建立,段长成                          | 核工业理化工程研究院                         |
| 同位素分离    | 《小折合质量阻尼油阻尼器性能参数测量》               | 贾春奇,梁长记,周亭俊,苏 荔,刘成业                  | 核工业理化工程研究院                         |
| 核化学与放射化学 | 《FLINAK 熔盐中稀土元素电化学性质的研究》          | 蒋 锋,黄 卫,田丽芳,余长锋,郑海洋,龙德武,李晴暖          | 中国科学院上海应用物理研究所                     |

续表

| 专业         | 题目                                     | 作者                                                                                                                                                                                                                         | 单位                                                        |
|------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 辐射防护       | 《核设施放射性流出物对淡水生物的影响研究》                  | 韩宝华,李建国,马炳辉,王慧娟                                                                                                                                                                                                            | 中国辐射防护研究院                                                 |
|            | 《国家级核应急响应能力的要求与发展》                     | 张建功,汤荣耀,王学新,徐潇潇,杨亚鹏,李国强,王任泽,庄大杰,孙洪超                                                                                                                                                                                        | 中国辐射防护研究院                                                 |
|            | 《UO <sub>3</sub> 流化床氢还原工艺技术研究》         | 王 俊,王 伟,刘 宾,魏 刚                                                                                                                                                                                                            | 中核四〇四有限公司                                                 |
| 核化工        | 《高空核爆炸瞬发 $\gamma$ 射线对大气的电离及演化过程数值模拟》   | 欧阳建明,马燕云,邵福球,邹德滨                                                                                                                                                                                                           | 国防科学技术大学理学院                                               |
| 核电子学与核探测技术 | 《Micromegas 探测器两种打火抑制方法研究》             | 张余炼 <sup>1,2,3</sup> ,祁辉荣 <sup>1,2</sup> ,胡碧涛 <sup>3</sup> ,范胜男 <sup>1,2,4</sup> ,王 波 <sup>2</sup> ,欧阳群 <sup>1,2</sup> ,赵豫斌 <sup>1,2</sup> ,章红宇 <sup>1,2</sup> ,张 建 <sup>1,2</sup> ,刘荣光 <sup>1,2</sup> ,陈元柏 <sup>1,2</sup> | 1.核探测与核电子学国家重点实验室;2.中国科学院高能物理研究所;3.兰州大学核科学与技术学院;4.中国科学院大学 |
|            | 《等效胸壁厚度测量技术》                           | 田言杰 <sup>1,2</sup> ,冯天成 <sup>1</sup> ,苏川英 <sup>1</sup> ,黎先利 <sup>1</sup> ,龙 斌 <sup>1</sup> ,沈明启 <sup>2</sup>                                                                                                               | 1. 西北核技术研究所;2. 哈尔滨工程大学核科学与技术学院                            |
|            | 《多路硅探测器前端读出电子学设计》                      | 张 飞,樊瑞睿,彭文溪,董亦凡,龚 轲,王焕玉                                                                                                                                                                                                    | 中国科学院高能物理研究所                                              |
| 脉冲功率技术及其应用 | 《阳极杆箍缩二极管预充等离子体填充系统》                   | 孙 江,孙剑锋,杨海亮,张鹏飞,尹佳辉                                                                                                                                                                                                        | 西北核技术研究所强脉冲辐射环境模拟与效应国家重点实验室                               |
| 核聚变与等离子体物理 | 《EAST 中性束注入器最新研制进展》                    | 胡纯栋,许永建                                                                                                                                                                                                                    | 中国科学院等离子体物理研究所                                            |
|            | 《ITER 屏蔽块全尺寸原型认证模块的设计与分析》              | 康伟山 <sup>1</sup> ,袁 涛 <sup>1</sup> ,张秀杰 <sup>1</sup> ,吴继红 <sup>1</sup> ,湛继明 <sup>1</sup> ,侯少逸 <sup>2</sup> ,陈耀茂 <sup>2</sup> ,吴海标 <sup>2</sup>                                                                             | 1.核工业西南物理研究院;2.东方电气(广州)重型机械有限公司                           |
| 辐射物理       | 《双极型运放 $\mu$ A741 瞬时电离辐射效应研究》          | 马 强,金晓明,杨善潮,范如玉,陈 伟,林东生,龚建成,王桂珍,齐 超                                                                                                                                                                                        | 西北核技术研究所                                                  |
| 同位素        | 《典型卫星轨道的位移损伤剂量计算与分析》                   | 孙 毅,唐 民,于庆奎                                                                                                                                                                                                                | 中国空间技术研究院 宇航物资保障事业部                                       |
|            | 《放射性同位素示踪技术研究纳米二氧化铈在模拟水生态系统中的分布与生物有效性》 | 张智勇,张 鹏,何 潇,马宇辉,路 凯,赵宇亮                                                                                                                                                                                                    | 中国科学院高能物理研究所                                              |