



2010-2011

*Comprehensive Report on
Advances in Sciences*

中国科学技术协会 主编

学
科
发
展
报
告

综
合
卷

中国科学技术出版社





2010-2011

学科发展报告综合卷

COMPREHENSIVE REPORT ON ADVANCES IN SCIENCES

中国科学技术协会 主编

中国科学技术出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

2010—2011 学科发展报告综合卷/中国科学技术
协会主编. —北京:中国科学技术出版社,2011. 4
(中国科协学科发展研究系列报告)
ISBN 978-7-5046-5836-4

I. ①2… II. ①中… III. ①科学技术—研究报
告—中国—2010—2011 IV. ①N12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 042133 号

本社图书贴有防伪标志,未贴为盗版

中国科学技术出版社出版

北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码:100081

电话:010-62173865 传真:010-62179148

<http://www.kjpbooks.com.cn>

科学普及出版社发行部发行

北京凯鑫彩色印刷有限公司印刷

*

开本:787 毫米×1092 毫米 1/16 印张:16.75 字数:402 千字

2011 年 4 月第 1 版 2011 年 4 月第 1 次印刷

印数:1—2000 册 定价:51.00 元

ISBN 978-7-5046-5836-4/N·146

(凡购买本社的图书,如有缺页、倒页、
脱页者,本社发行部负责调换)

2010—2011
学科发展报告综合卷
COMPREHENSIVE REPORT ON ADVANCES IN SCIENCES

专 家 组

组 长 白春礼

副组长 陈赛娟 冯长根

成 员 (以姓氏笔画为序)

王海波	朱 明	张开逊	张玉卓	沈爱民
肖 宏	宋永华	陈运泰	周建平	饶子和
钱七虎	高 福	梅永红	游苏宁	董尔丹
薛 澜	戴汝为			

编 写 组

委 员 (以姓氏笔画为序)

习 复	王国彪	王飞跃	朱 明	刘兴平
刘 勇	江 亿	许世卫	杜冠华	苏 青
沈仁芳	张怀良	张 侃	张 强	张聚恩
陈 坚	陈树民	武夷山	范 明	周太明
周平坤	赵钦新	聂玉昕	倪汉祥	翁春生
曹春昱				

学 术 秘 书

杨书宣	黄 珏	夏 震	王安宁	胡春华
张 雷	许 英			

序

当前,诸多学科发展迅速,学科分化、交叉和融合愈加明显,新的学科不断涌现。开展学科发展研究,探索和总结学科发展规律,明确学科发展方向,有利于促进学科内部、学科之间的交叉和融合,汇聚优势学术资源,推动学科交叉创新平台的建立。

开拓和持续推进学科发展研究,促进学术发展,是中国科协作为科学共同体的优势所在。中国科协自 2006 年开始启动学科发展研究及发布活动,至今已经编辑出版“学科发展研究系列报告”108 卷,并且每年定期发布。从初创到形成规模和特色,“学科发展研究系列报告”逐渐显现出重要的社会影响力,越来越受到科技界、学术团体和政府部门的重视以及国外主要学术机构和团体的关注。

2010 年,中国科协继续组织了中国化学会等 22 个全国学会分别对化学、心理学、机械工程、农业工程、制冷及低温工程、控制科学与工程、航空科学技术、兵器科学技术、纺织科学与技术、制浆造纸科学技术、食品科学技术、粮油科学与技术、照明科学与技术、动力机械工程、农业科学、土壤学、植物保护、药学、生理学、药理学、麻风病学、毒理学 22 个学科进行学科发展研究,完成了近 800 万字、22 卷学科发展研究系列报告以及《2010—2011 学科发展报告综合卷》。

本次出版的学科发展研究系列报告,汇集了有关学科最新的重要研究成果、发展动态,包括基础理论方面的新观点、新学说,应用技术方面的新创造、新突破,科技成果产业化转移的新实践、新推进等。一些学科发展报告还提出了学科建设的对策和建议。从这些学科发展报告中可以看出,近年来,学科研究课题更加重视服务国家战略,更加重视与民生关系密切的社会需求,更加重视成果的产业化转移;学科间的交叉融合更加明显,理论创新与技术突破的联系结合更加紧密。

参与本次学科发展研究和报告编写的专家学者有 1000 余人。他们认真探索,深入研究,披沙拣金,凝练文字,在较短的时间里完成了研究课题。这些工作亦是对学科建设不可忽略的贡献。

在本次“学科发展研究系列报告”付梓之际,我由衷地希望中国科协及其所属全国学会不断创新思路,坚持不懈地推进学科建设和学术交流,以学科发展研究以及相应的发布活动带动各个学科整体水平的提升,在增强国家自主创新能力中发挥强有力的作用,以推进我国经济持续增长和加快转变经济发展方式。

A stylized, handwritten signature in black ink, likely belonging to Chen Ming, positioned above the date.

2011 年 3 月

前 言

当前,学科发展正呈现重大的分化和组合趋势,深入开展学科研究,汇聚各学科优势学术资源,推动学科交叉创新平台的建立,促进学科内部以及各个学科之间的交叉、汇聚与融合,培育学科生长点,对提升原始创新能力、加速经济发展方式转变具有重要意义。

2006年,中国科学技术协会(以下简称中国科协)启动学科发展研究及学术建设发布项目,逐渐显现出良好的社会影响力。2010年组织中国化学会等22个全国学会,分别就化学、心理学、机械工程(成形制造)等22个学科的发展状况进行了系统的研究,编辑出版了中国科协学科发展研究系列报告(2010—2011)。为更好地梳理、分析22个学科的发展概貌,受中国科协学会学术部委托,中国科协学会服务中心组织有关专家在上述22个学科发展报告的基础上,编写完成《2010—2011学科发展报告综合卷》(以下简称《综合卷》)。组织成立了《综合卷》专家组与编写组,专家组由中国科协学会与学术工作专门委员会委员组成,编写组由中国化学会等22个全国学会选派的专家学者等组成。

项目启动后,开始了文献调研工作。2011年1月中旬,对各相关学科提交的材料进行认真研究、分析与总结,先后召开了3次撰写及审稿会议,对《综合卷》大纲及初稿进行了深入而广泛的研讨,并对《综合卷》内容进行了多次修改与完善。《综合卷》分4个部分:第一部分,分析梳理了本年度22个学科近年来的发展概貌,对22个学科发展进行了综述与分析。第二部分简要介绍了22个学科发展研究报告的主要内容,分别介绍了各学科最新研究进展、国内外发展水平比较以及各学科的发展趋势与对策建议等;第三部分为22个学科发展报告主要内容的英文介绍;第四部分为我国2010年度与学科进展有关的主要科技成果资料的介绍。

对于《综合卷》的完成,各学科专家投入了很大的精力和热情,汇聚了集体智慧,希望能较准确、科学地反映22个学科的发展趋势和特点,力求具备较强的学术性、横向性与前瞻性。

需要说明的是,《综合卷》是在《2010—2011化学学科发展报告》等22个

学科发展报告的基础上综合而成,只能概括部分学科的进展情况和综合发展态势,不能反映我国自然科学与技术学科发展的全貌。《综合卷》学科排序根据所属全国学会在中国科协代码顺序排列。鉴于各学科分报告均列出了所引用的参考文献,《综合卷》不再重复列出所引用的参考文献。

受中国科协学会学术部委托,中国科协学会服务中心承担了《综合卷》相关资料的收集整理、相应文稿的汇总修订以及组织协调等工作;中国科学技术出版社为《综合卷》的出版付出了辛勤的劳动。在此,谨向上述部门、单位以及胡光华研究员、王宏章研究员等所有为《综合卷》付出辛勤劳动的同志表示诚挚的谢意!

由于《综合卷》涉及的学科面广,编写时间仓促,很多问题的分析难以深化,以及学科发展调研自身难度所限,虽经多方努力,仍难免存在问题或遗憾,敬请读者指正。

《2010—2011 学科发展报告综合卷》编写组
2011 年 3 月

目 录

序	韩启德
前言	《2010—2011 学科发展报告综合卷》编写组

第一章 学科发展综述

一、服务国家发展战略需要,推动战略新兴产业发展	(3)
二、加强科技成果转化应用,加快经济发展方式转变	(5)
三、完善基础研究体系,促进学科交叉融合	(7)
四、着眼科技改善民生,促进社会和谐发展	(9)
五、问题挑战交织并存,学科建设任重道远	(11)

第二章 相关学科进展与趋势

第一节 化 学	(15)
第二节 心 理 学	(19)
第三节 机械工程(成形制造)	(22)
第四节 农业工程	(27)
第五节 制冷及低温工程	(35)
第六节 控制科学与工程	(41)
第七节 航空科学技术	(44)
第八节 兵器科学技术	(50)
第九节 纺织科学技术	(55)
第十节 制浆造纸科学技术	(59)
第十一节 食品科学技术	(65)
第十二节 粮油科学与技术	(70)
第十三节 照明科学与技术	(75)
第十四节 动力机械工程	(80)
第十五节 农业科学(基础农学)	(85)
第十六节 土 壤 学	(89)
第十七节 植物保护学	(94)
第十八节 药 学	(100)
第十九节 生 理 学	(107)
第二十节 药 理 学	(112)
第二十一节 麻风病学	(118)
第二十二节 毒 理 学	(122)

第三章 学科发展研究报告(2010—2011)简介(英文)

1	Chemistry	(131)
2	Psychology	(140)
3	Mechanical Engineering	(144)
4	Agricultural Engineering	(150)
5	Refrigeration Science and Technology	(153)
6	Control Science and Engineering	(162)
7	Aeronautical Science and Technology	(167)
8	Ordnance Science and Technology	(172)
9	Textile Science and Technology	(174)
10	Pulp and Paper Science and Technology	(178)
11	Food Science and Technology	(183)
12	Cereal and Oil Science and Technology	(189)
13	Lighting Science and Technology	(193)
14	Power Machine Engineering	(197)
15	Basic Agronomy	(203)
16	Soil Sciences	(207)
17	Plant Protection	(212)
18	Pharmacy	(216)
19	Physiology	(220)
20	Pharmacology	(226)
21	Leprology	(229)
22	Toxicology	(235)

附件 2010 年度与学科进展相关的主要科技成果

附件 1	2010 年度国家自然科学奖目录	(245)
附件 2	2010 年度国家技术发明奖目录(通用项目)	(246)
附件 3	2010 年度国家科学技术进步奖目录(通用项目)	(247)
附件 4	2010 年度“中国科学十大进展”	(255)

第一章

学科发展综述

学科是科学技术体系形成与发展的重要标志。中国科协自 2006 年开始启动学科发展研究工作,先后组织 85 个全国学会开展了 85 个相关学科的发展研究,连续 4 年完成了学科发展研究系列报告编辑出版工作。通过深入开展学科发展研究,努力探索学科发展规律,对于明晰学科发展方向,促进各学科之间的交叉、汇聚与融合并以此孕育衍生新兴学科,促进科学技术的发展和产业结构的调整以及经济发展方式的转变,发挥了积极作用。

2010 年中国科协又组织中国化学会等 22 个全国学会,分别对化学、心理学、机械工程、农业工程、制冷及低温工程、控制科学与工程、航空科学技术、兵器科学技术、纺织科学技术、制浆造纸科学技术、食品科学技术、粮油科学与技术、照明科学与技术、动力机械工程、农业科学、土壤学、植物保护学、药学、生理学、药理学、麻风病学、毒理学 22 个学科进行梳理、分析、研究与总结,较为全面地勾勒了近年来我国在这些学科领域的主要成果和发展趋势,为相关学科领域制订“十二五”发展规划创造条件、奠定基础。

一、服务国家发展战略需要,推动战略新兴产业发展

党的十七届五中全会提出,“坚持把经济结构调整作为加快转变经济发展方式的主攻方向”,并把“培育发展战略性新兴产业”作为发展现代产业体系、培育产业核心竞争力的重要任务。近年来,我国在航空、兵器和能源等战略性科技领域取得了一系列重大研究成果,相应产业快速发展,相关学科水平得以提高。

2010 年,我国大飞机研制工作取得重要进展。C919 是我国自主研制的 150 座级大型客机,具备安全、经济、舒适、环保等特点;其基本型全经济级布局为 168 座,混合级布局为 156 座,设计经济寿命为 90000 飞行小时/30 个日历年,标准航程型设计航程 4075km,增大航程型设计航程为 5555km。科研人员全面按照国际民航规章和适航标准对 C919 开展设计研制并进行适航审定,保证了飞机的安全性;采用新一代发动机,降低了燃油消耗,其座千米直接使用成本比现有同类飞机低,具有较好的经济性;通过加大客舱和座椅宽度、配备新的机载设备等措施,改善了乘机的舒适性;选用低噪声、低污染物排放发动机,提高了飞机的环保性能。这一年,C919 完成了技术经济可行性研究,确定了总体技术方案、制造总方案 and 客户服务总方案,在当年珠海航展上展示样机,赢得 100 架启动订单。按计划,C919 大型客机 2011 年将转入工程发展阶段,2014 年首飞,2016 年交付用户。

2010 年 3 月 18 日,我国自主研制的第一架大型民用直升机 AC313 首飞成功。该机完全按照适航条例研制,整机性能达到国际第三代直升机水平,标志着中国和欧、美、俄一样具备了自主研制大型直升机的能力。AC313 型直升机最大起飞重量为 13.8t,可一次性搭载 27 名乘客或运送 15 名伤员,最大巡航速度 255km/h,最大航程为 900km。该机严格按照防盐雾、防湿热、防霉菌标准设计,适合海洋气候条件和其他恶劣环境,可在 $-40^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 温度范围内正常使用,最大飞行高度 6000m,能在海拔 4500m 的机场起降。

AC313 直升机以复合材料球柔性旋翼系统、发动机全权限数字化电子调节控制、大面积复合材料结构(使用面积占全机体的 50%)、综合化航电系统、数字化设计制造和最新适航安全性标准等为标志,实现了我国大型运输直升机整体技术水平的跨越。

近年来,我国智能弹药——末敏弹技术取得瞩目成果。继自主研制成世界一流的火箭末敏弹武器之后,我国又取得了炮射末敏弹关键技术的重大突破和跨越,在总体设计、抗高过载、小型化、稳态扫描、多模复合探测等方面取得了一批具有自主知识产权的核心技术;研制成功的多模复合探测识别系统,在探测识别、抗干扰、环境适应、瞄准定位等性能方面均达到较高水平;同时还出版了具有原创性技术和理论成果的专著《末敏弹系统理论》、《灵巧弹药工程》;基本形成了我国末敏弹先进的设计、分析、仿真、试验、评估的方法和理论体系,使我国成为继美、俄、德等国之后能自主研发先进末敏弹的国家。

在动力机械工程方面,我国实现了 1000MW 超超临界燃煤发电机组成套装备设计、制造技术完全国产化和批量供货,至 2010 年年底已有 25 台投入运行。目前,我国完成制造和投入运行的 600~1000MW、600℃/600℃ 的超超临界发电机组数量占据世界首位。1000MW 超超临界燃煤发电技术的研发与应用项目首次提出了我国发展超超临界火电机组的技术选型方案;完成了 3 种不同型式的 1000MW 超超临界机组的设计开发、制造和材料加工性能研究;完成了整套超超临界电站设计和运行技术的研究,并取得了多项专利技术;形成了我国完整的超超临界电站设计和制造体系,并已经在多个超超临界电厂的建设中得到了实际应用。该成果标志着我国发电装备制造水平进入国际先进行列,对于实现我国火电结构调整、提高电力工业总体水平和促进我国经济可持续发展,均具有重要意义。

在机械工程领域,我国大型复杂整体构件成形制造关键技术与装备取得突破进展。在核电等高端大锻件技术研发和制造方面,我国基本掌握了 600t 级特大型钢锭的制造技术和大型锻造过程材料组织控制技术,解决了封头、管板类件、复杂筒形件、主管道件和特大型轴类件等锻件锻造质量控制难题;“二代加”核电核岛主设备全部锻件实现批量生产,“三代”核电 AP1000 核岛锻件全部研制成功;700MW 级水电机组锻件实现批量生产,1000MW 级火电超超临界机组重要锻件研制成功;核电等高端大锻件实现国产化,在建国家核电重点项目材料和产品的制造任务基本由国内承担,已建和正在建造多台 1.5 万~8 万 t 锻造液压机,自由锻液压机的等级和数量已进入世界前列。世界上最大的 3.6 万 t 大口径钢管垂直挤压成套装备,以及具有国际先进水平的 45MN 大型快速锻造液压机组也投入使用。发展了基于局部加载与等温成形有机结合的关键成形技术,为突破装备能力限制实现钛合金大型复杂构件成形一体化高性能制造提供了技术支撑;解决了变形与组织控制多项关键技术,成功研制了满足航空锻件要求的目前国内最大的钛合金复杂隔框锻件。

三峡水电站右岸机组实现了用空冷技术代替水冷技术的重大技术突破,生产出世界上单机容量最大的 700MW 全空冷水轮发电机。我国自主研制的三峡右岸电站水轮发电机组提前一年投入运行,达到国际先进水平,稳定性优于国际同类机组。

在新能源方面,用锂离子掺杂技术成功制成创造物理吸附储氢纪录[77K 和 1bar 下,储氢量 6.1(wt)%]的三维共轭微孔材料;研制的具有高吸收系数的有机染料 C217 制作

的染料敏化太阳能电池的光电转换效率(9.8%)居世界领先地位;在把造成污染的大型海藻浒苔以及乳牛粪便等变为生物燃油方面取得了重要进展。

在核能发电技术方面,我国已通过引进第三代 AP1000 核电技术并加以消化吸收,研制出具有自主知识产权的我国第三代先进核电技术,这将进一步提高我国核电设计、装备制造水平,加快核电技术进步的步伐。与此同时,以快堆、高温气冷堆技术为基础,我国正在开展第四代核电技术的研发工作。

煤制烯烃是一项符合我国一次能源资源结构特点、确保我国能源供应的战略措施,甲醇制低碳烯烃(DMTO)技术是其中的关键环节。在长期研发的基础上,2010年8月,世界首套、全球最大的神华包头 DMTO 装置投料一次成功,一周内即生产出合格聚烯烃产品,甲醇转化率 100%,烯烃选择性 80.3%,标志着采用我国自主知识产权 DMTO 技术的煤制烯烃生产示范项目取得突破进展。目前,DMTO 专利技术已在国内 8 家企业实施,总规模达到年产 393 万 t 烯烃,由 DMTO 技术带动的新兴产业正在形成。

二、加强科技成果转化应用,加快经济发展方式转变

科技成果转化成为生产力,是国民经济建设和社会发展的现实需要。加快转变经济发展方式,推动产业结构优化升级,关键是要将创新成果转化为现实生产力,把知识、技术转变为物质财富,形成规模产业,推动产业结构的优化升级。近年来,许多学科在促进科技成果转化上做出了有意义的探索和尝试,将科技创新和体制机制创新密切结合,以企业为主体、市场为导向、产业化为目标,充分调动资源,促进产业集群发展,建设创新服务平台,为促进科技成果转化、加快转变经济发展方式做出了贡献。

化学学科在国际领先的拥有完全自主知识产权的煤化工新技术产业化方面取得重大进展。我国科研机构与企业合作实现了世界首套年产 20 万 t 煤制乙二醇工业化示范装置的投产运行,生产出合格的乙二醇产品。煤制乙二醇技术全部采用工业 CO、NO、H₂、O₂ 和醇类为原料来制备乙二醇,具有碳转化效率高、反应条件温和、催化剂选择性高等显著优越性。该技术具有较大的技术覆盖性,不仅可生产高附加值的乙二醇,还可以生产草酸酯、草酸、草酰胺、碳酸二甲酯等重要化工产品。我国在世界上率先实现了煤制乙二醇成套技术的工业化应用,可以替代现有的以石油为原料的路线生产我国紧缺的乙二醇,改变了我国大量进口石油生产乙二醇的格局。

在粮油学科领域,大豆磷脂生产关键技术及产业化开发取得重要进展。该项目开发了大豆磷脂精制除杂、酶促非水化磷脂转化、高效薄膜蒸发耦合等技术,解决了磷脂原料精制、磷脂组份分离纯化及磷脂改性关键技术难题,从油脚中提取出食品、保健品、药用及工业用 4 类 15 种磷脂产品。独创了具自主知识产权的磷脂加工技术,创立了我国磷脂加工产业体系,提升了我国油脂工业的核心竞争力。该项目获授权国家发明专利 8 项、实用新型专利 1 项,制定国家/行业标准 2 项;在 20 家企业建立了 46 条生产线,每年减少废水排放 300 万 t;产品替代进口并销往韩国、土耳其等,使进口磷脂大幅降价,扭转了进口磷脂垄断国内市场的局面。

在机械工程领域,科技工作者自主研发了纳米颗粒复合电刷镀技术,实现了磨损失效零件的高性能修复延寿;发明了纳米颗粒复合电刷镀液制备方法,以及金属基体上纳米颗

粒复合电刷镀层制备方法,制备了性能优异的纳米复合刷镀层;研制出自动化刷镀机,解决了纳米复合电刷镀工艺中的工序自动切换、镀液连续供给与循环利用、工艺参数实时监控等系列技术难题,实现了纳米颗粒复合电刷镀再制造成形工艺过程的自动化;研发出重型柴油机发动机连杆、发动机缸体等典型零件自动化纳米电刷镀再制造成形专用设备,提高了再制造成形零件的质量和生产效率,再制造连杆生产效率提高 10 倍以上。自动化纳米电刷镀再制造发动机缸体,突破了发动机缸体缸筒无法原尺寸再制造的难题,显著延长了缸体服役寿命,节能节材效果显著。自动化纳米颗粒复合电刷镀再制造成形技术实现了装备典型零部件再制造的产业化生产。纳米颗粒复合电刷镀技术和纳米减摩自修复添加剂复合应用,有效解决了高风沙等苛刻条件下装备零件的再制造延寿难题。该成果已在几十家单位获得应用,解决了飞机、舰船、重载车辆等装备磨损失效关键零部件的高性能再制造延寿重大难题,实现了再制造成形技术的产业化应用。

在基础农学领域,转基因抗虫棉实现了产业化生产。抗虫棉是我国独立开展的转基因育种,成为打破跨国公司垄断、抢占国际生物技术制高点的成功范例。我国先后成功研制了单价、双价转基因抗虫棉,并将成果转化、推广,创造了巨大的经济、社会和生态效益。2009 年,转 Bt 抗虫棉花种植面积已达 400 万 hm^2 ,占棉花种植总面积的 70%,其中国产抗虫棉占 93%;国产抗虫棉累计推广面积 1.27 亿亩以上,增收节支上百亿元。

在农业高效用水方面,我国获得了一批具有自主知识产权的技术和产品,在部分关键技术上取得突破,初步构建了具有中国特色的现代节水农业技术体系和发展模式,推动了农业高效用水技术进步。在节水农业基础理论方面,初步建立了抗旱节水型作物鉴定评价技术,筛选和培育出一批抗旱节水新材料和新品种,提出了水分亏缺补偿响应机制的节水高产与营养补偿技术,构建了主要作物生命需水数据库,为大面积提高植物水分利用效率和建立高效农田灌溉系统提供了理论与技术支撑,确定了华北和西北地区主要农作物非充分灌溉模式和关键技术,建立了主要作物调亏灌溉、控制性根系分区交替灌溉等技术,提高了作物用水效率。研发了激光控制平地铲运设备和相应的液压升降控制系统,使灌水均匀度提高 20%~30%,灌溉水利用率提高 30%~40%。在节水产品创制方面,研发了一批环保高效低成本的雨水集蓄新材料;研制出 SWR-4 型管式土壤剖面水分传感器实验样机,可替代进口 TDR/FDR 同类仪器。开发的 PY 系列、ZY 系列和 GJY 系列喷头,性能达到国际先进水平。在重点缺水地区建立了现代节水农业技术集成示范区,大田棉花膜下滴灌、旱作雨水集蓄高效利用和行走式蓄水保墒抗旱灌溉等综合节水技术的应用面积达到世界之最。“西部干旱地区节水技术及产品开发与推广”项目的膜下滴灌技术极大地提升了农业生产水平,推动了节水器材、地膜、滴灌专用肥、农业机械及自动化滴灌控制设备等相关产业的发展。在农业化学节水调控关键技术与系列新产品产业化开发方面取得突出进展,建立了我国北方 8 种类型区、24 种作物农业化学节水调控的模式化使用技术。在项目科研成果的支撑下,形成了节水设备与制剂生产企业群,产生了显著的经济效益。

在造纸制浆方面,我国科技人员在非木材化学制浆造纸清洁生产技术方面取得了新成果,以麦草替代木材形成了具有国际先进水平的麦草清洁制浆及其废液资源化利用集成技术体系,研发出新的工艺和技术装备,初步创建了麦草制浆造纸循环经济技术模式,

为节约林木资源,大幅度降低污染物排放量做出了贡献。

在纺织工程领域,高等院校与纺织机械生产企业紧密结合开发针织设备,在经编、纬编等方面推出一大批创新技术与设备,研发了数字化经编装备的关键技术,主要就经编数字提花技术、经编高速技术、数字多轴向铺纬技术、经编 CAD/CAM 技术等关键技术展开系统研究,在此基础上开发出具有国际先进水平的电脑多梳贾卡经编机、电脑无缝经编机、电脑高速经编机、电脑双轴向经编机和电脑多轴向经编机等系列数字化经编装备整机,以及与之配套的经编装备集成控制软件和经编织物设计软件,形成了多项自主知识产权并实施产业化,打破了长期以来的国外垄断,使我国经编装备水平跃入国际先进行列。

提高飞机的安全性、经济性、舒适性和环保性是我国自主研制飞机的重要目标。结合照明人机工效学,“以人为本”的飞机照明设计理念,建立准确、高效的飞机照明设计与评价体系,是我国飞机设计和安全运行中亟待解决的重大难题。照明科技人员在飞机驾驶舱、客舱和舱外照明的工效学机理研究、产品和测控设备设计方面均取得了重要进展,形成了适用于新光源 LED 的驾驶舱照明设计规范、导光板、信号灯和雷暴灯设置的工效学依据,驾驶舱照明调光机理、客舱情景照明关键模式设置依据和方案;自主研发飞机舱照明调光测控系统,并建成了我国首个 3D 视景的模拟驾驶工效学实验平台。

三、完善基础研究体系,促进学科交叉融合

基础研究是科技创新的核心动力。加强基础研究是提高我国原始创新能力、积累智力资本的重要途径,是跻身世界科技强国的必要条件,是建设创新型国家的根本动力和源泉。近年来,我国不断加大基础研究投入力度,基础研究体系不断完善,促进了各学科之间的交叉、渗透和融合。

我国化学家提出并建立了“壳层隔绝纳米粒子增强拉曼光谱”(SHINERS)技术。表面增强拉曼光谱(SERS)对于表面物种具有独特的选择性和超高检测灵敏度,与溶液中同种分子的光谱信号强度相比,吸附在某些金属表面上的分子的光谱信号强度可增强 $10^6 \sim 10^{10}$ 倍,SERS 因此成为目前极少的达到单分子检测水平的光谱技术。但是,SERS 所研究和实际应用的材料体系几乎局限于金、银、铜三种金属,并且还需要将这些金属进行表面粗糙化或制备成纳米粒子。长期以来,科学界普遍认为 SERS 无法成为可广泛应用的检测分析技术。我国化学家针对 SERS 的材料普适性和形貌普适性很差这两个瓶颈问题,将实验、仪器研制和理论研究相结合,通过长期系统研究,用实验和理论计算证实,一些广泛应用于化工和能源的过渡金属体系也分别具有 1~4 个数量级的表面增强效应,更新了 20 余年来科学界普遍认为这些过渡金属体系不具有 SERS 效应的原有观点,并由此进一步将 SERS 研究拓展至紫外光激发波段,建立了 UV-SERS 技术。先后建立了 SERS 与机械裂结法结合的 MCBJ-SERS 技术,并发展了针尖增强拉曼光谱(TERS)技术,在分子水平上获得了纳米间隔中的导电分子结的结构信息,与国外同行合作,提出并建立了“壳层隔绝纳米粒子增强拉曼光谱”(SHINERS)技术。首次在电化学条件下获得了铂、铑等各种原子级平滑单晶上的表面拉曼光谱,成功检测到半导体硅表面的成键物种、活细胞壁的组分乃至橘子皮的残留微量农药。该方法使得 SERS 得以检测各类材料的最表层化学组分和应用于任何形貌的基底。SHINERS 作为新型超高灵敏度的普适检