

Proceedings of the 11th China Solar Photovoltaic Conference and Exhibition

第十一届中国光伏大会暨展览会

会议论文集

(上册)

魏启东 袁竹林 主编



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

第十一届中国光伏大会暨展览会 会议论文集

(上册)

魏启东 袁竹林 主编

东南大学出版社
·南京·

内 容 提 要

本论文集收录了第十一届中国光伏大会论文 330 篇,内容涵盖了高纯度多晶硅材料、多晶硅和单晶硅电池、薄膜电池、新型电池和组件、生产设备、辅助材料、系统集成及政策法规等。论文全面反映了我国光伏产业的发展、技术进步和最新成果。本论文集突出了“低碳减排、抓住机遇、发展光伏、引领未来”的主题,不仅指导我国光伏产业的发展,同时可供管理人员、科研人员、工程技术人员、教育工作者和相关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

第十一届中国光伏大会暨展览会会议论文集/魏启东,袁竹林主编. -- 南京:东南大学出版社,2010.10
ISBN 978-7-5641-2474-8

I. ①第… II. ①魏… ②袁… III. ①太阳能发电—
电力工业—经济发展—中国—文集 IV. ①F426.61-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 198081 号

第十一届中国光伏大会暨展览会会议论文集(上、下册)

出版发行 东南大学出版社
出版人 江汉
网 址 <http://www.seupress.com>
电子邮箱 press@seu.edu.cn
社 址 南京市四牌楼 2 号
邮 编 210096
电 话 025-83793191(发行) 025-57711295(传真)
经 销 全国各地新华书店
印 刷 江苏凤凰盐城印刷有限公司
开 本 889mm×1194mm 1/16
印 张 96
字 数 2 960 千
版 次 2010 年 10 月第 1 版
印 次 2010 年 10 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5641-2474-8
定 价 398.00 元(上、下册)

本社图书若有印装质量问题,请直接与读者服务部联系。电话(传真):025-83792328

低
碳
减
排
抓
住
机
遇

发
展
光
伏
引
领
未
来

主办单位

江苏省人民政府

中国可再生能源学会光伏专业委员会

承办单位

江苏省光伏产业协会

特别协办

中环光伏系统有限公司

协办单位

常州亿晶光电科技有限公司

东南大学

支持单位

南京市人民政府

中华人民共和国科学技术部高新技术发展及产业化司

中华人民共和国发展和改革委员会高技术产业司

江苏省发展和改革委员会(省能源局)

江苏省经济和信息化委员会

江苏省科学技术厅

江苏省商务厅

赞助单位

金牌赞助:中环光伏系统有限公司

常州亿晶光电科技有限公司

铜牌赞助:中盛光电集团有限公司

特别赞助:常州天合光能有限公司

中电电气(南京)光伏有限公司

南京冠亚电源设备有限公司

江阴浚鑫科技有限公司

名誉主席

杜占元

主席

石定寰 韩庆华

副主席

毛伟明 陈震宁 朱克江 朱 民 李玉琦 史立山 赵玉文 施正荣 朱共山
荀建华 沈 炯

执行主席

赵玉文 施正荣 朱共山 荀建华

执行副主席

吴达成 顾华敏 孙铁囤 高纪凡 瞿晓铤 陆兴华

指导委员会

石定寰 毛伟明 陈震宁 朱克江 朱 民 李玉琦 张耀明 孔 力 李宝山
朱俊生 李俊峰 许洪华 孟宪淦 施正荣

组织委员会

主 任:赵玉文 陈 勇

副 主 任:吴达成 魏启东 马恩兵

委 员:(按姓氏笔画排序)

丁孔贤 文 方 王国华 王素美 刘金启 刘跃华 吕 芳 孙仁宝
孙本新 孙铁囤 汤和银 朱慧民 许瑞林 邹文涛 张治民 张海波
李 毅 李安定 邱第明 陈晓东 周建宏 周承柏 季蔚蓉 昌金铭
苗连生 金保昇 赵 恕 唐 骏 徐维新 桂俊祥 高纪凡 曾祖勤
鲁 瑾 鲁延武 解晓南 雷 霆 靳保方 翟善喜

程序(学术)委员会

主 任:赵 颖

副 主 任:张光春 徐永邦 孙铁囤 赵建华

委 员:(按姓氏笔画排序)

王文静 王斯成 冯良桓 卢景宵 左元淮 任丙彦 刘祖明 吕宏水
吕绍勤 吕锦标 孙 云 孙岳明 孙耀杰 许 颖 张 军 张耀明
李世民 李本成 李留臣 杨洪兴 沈鸿烈 苏建徽 邱第明 邹志刚
陈哲良 陈根茂 周光明 季秉厚 林安中 娄朝刚 费植煌 耿新华
崔容强 曹仁贤 黄国华 熊源泉

评奖委员会

主 任:杨德仁

副 主 任:冯良桓

委 员:赵 颖 沈 辉 刘祖明 王斯成 沈文忠 汪义川 邱第明

出版委员会

主 任:张新建

副 主 任:袁竹林

委 员:朱立平 杨 妮

展览委员会

主 任:夏 鸣

副 主 任:陶迎春 殷春和

委 员:吴 红 董新利 路 瑶

秘书处

秘 书 长:魏启东

副秘书长:吕 芳 许瑞林 文 方 王素美 王 进

秘 书:季蔚蓉 戴苏健 方 芳 杨 妮 张洪军 陆建敏 刘玉桥

金 研 王 婉 杨丽娟 马丽云 王洁璐

主席致辞

各位光伏界同仁：

为了贯彻实施中国政府颁布的《可再生能源法》，落实国务院节能减排战略部署，促进光伏产业技术进步和规模化发展，遵循全球能源发展规律，应对金融危机影响；如何使我国新兴光伏产业，尽快走出一条适合中国国情、又快又好的发展之路，已成为当前光伏业界最需关注、亟待解决的问题。

恰逢 2010 第十一届中国太阳能光伏会议暨展览会再次在江苏省举办，我很荣幸地代表中国可再生能源学会邀请您参加 2010 年 11 月 18—20 日在南京举办的 CHINA SOLAR PV 2010！

我深信此次大会将为广大光伏工作者提供一个良好的交流平台，为业内人士和同行提供一次探讨光伏产业如何健康的发展，走一条完全符合中国国情的光伏发展之路。

我们期待着你们的到来！



二〇一〇年十一月九日

第十一届中国光伏大会

“中国太阳能光伏特别奖”

获奖者 施正荣

1963年出生于江苏省扬中市,1983年毕业于长春理工大学(原长春光学精密机械学院),获学士学位;1986年毕业于中国科学院上海光学精密机械研究所,获硕士学位;1988年公派澳大利亚新南威尔士大学深造,师从国际太阳能电池研究权威马丁·格林教授,从事多晶硅薄膜太阳能电池研究,并获博士学位。

1995年施正荣博士在澳大利亚参与筹建太平洋太阳能研究中心,任执行技术董事和研究员,并担任澳大利亚太平洋太阳能电力有限公司执行董事,主持了第二代多晶硅太阳能薄膜电池的研究与开发,在国际杂志和专业会议上发表文章150余篇,个人持有15项太阳能电池技术发明专利。

施正荣博士目前是澳大利亚工程院院士,澳大利亚和新西兰太阳能学会会员,材料研究学会会员,同时还是国际电力和电子工程师学会(IEEE)会员。

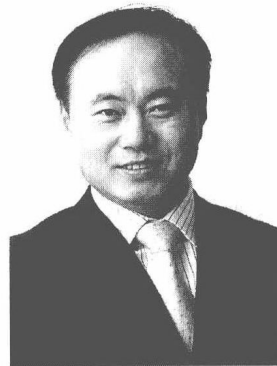
施正荣博士2001年回国创办了无锡尚德电力控股有限公司,现任公司董事长兼CEO。

施正荣博士卓越的战略远见和实践先行的勇气,使尚德电力在初创阶段就牢牢把握了新能源的发展良机。2005年12月,尚德电力以创新的商业模式在纽约证券交易所成功上市,由此,尚德电力迅速发展为全球化的高科技新能源企业,拥有在光伏领域强大的核心竞争力。

施正荣博士集结了380多位全球光伏领域的科学家,组成一支富有创新激情和团队合作精神的国际化一流科研队伍。提高光电转换效率降低生产成本,是施正荣博士为尚德电力制定长远发展的战略目标,即实现“一元一度电”,让太阳能进入寻常百姓家的理想。应用自主知识产权的“冥王星技术”创造了单晶硅电池转换效率从最初的14%提高到19.2%的记录,并在2009年实现了大规模量产。

尚德电力在技术持续创新和产能飞速发展的同时,不断开发完善太阳能光伏发电的系统解决方案,并确保所有产品的质量符合严格的国际标准,同时为客户提供覆盖面广、真诚和高效的售后服务。迄今为止,尚德电力已为世界各地客户累计提供了2500MW的光伏产品和系统解决方案。“SUNTECH”业已成为世界光伏领域“中国创造”的卓越品牌,赢得了全球客户的尊重和信赖。

“为人类可持续发展提供彻底的能源解决方案”,这是施正荣博士提出的超越商业的经营理念,极富勇气和创新意识,使企业经营和全球关注气候变化的环保趋势紧密融合,为企业的永续经营指明了方向。同时,施正荣博士以企业公民身份积极承担社会责任,积极推动企业内部实现节能减排、清洁生产 and 员工的职业健康,对外积极参与支持各种社会公益事业。



第十一届中国光伏大会

“中国太阳能光伏尚德成就奖”

获奖者 赵玉文

北京太阳能研究所研究员。1964年毕业于天津大学。相继在中国科学院力学研究所、航天部501总体部工作。1978年调入北京太阳能所，先后任研究室主任、副所长、研究所总工程师、研究所学术委员会主任、国家新能源工程技术研究中心常务副主任、首席科学家等职。《太阳能学报》编委。1999年至今任中国可再生能源学会(原中国太阳能学会)副理事长，中国太阳能光伏专业委员会主任。2005年至今任国际光伏科学和工程会议(PVSEC)国际理事，世界光伏会议(WCPEC)国际理事等。享受国务院政府特殊津贴。



多年来从事太阳能电池研究，高效晶硅电池效率达到19.8%、激光刻槽电池效率达到18.6%，达到世界先进水平，在国内一直保持领先地位。在CdTe电池、多晶硅薄膜电池等研究方面取得优异成绩。

1979年提出“等效表面”理论和“非等效表面的判别准则”；对太阳能光谱选择性理论、太阳能材料科学及技术作出了重要贡献。1990、1991年公派赴德国作高访，采用PECVD技术研制成功具有单一取向(100)理想织构化MgO多晶薄膜和优质Al₂O₃多晶薄膜，达到国际先进水平。1992年回国后积极组建国家新能源工程技术中心，任中心常务副主任；1995年负责组建北京太阳能光电技术研究中心，任中心首席专家；1996年组建北京高效电池中试基地，任基地主任。

多次组织国际及全国性大型学术会议，参与国家各部委能源中长期发展规划、战略研究和法规政策研究，对我国光伏技术和产业发展起到积极促进作用。

获北京市科技进步奖4项，发明专利2项，“世界华人重大学术成果”2项(世界经济评论中心/香港)。2005年在第15届国际光伏会议上获得国际光伏科学和工程成就奖。在国内外学术刊物和学术会议发表论文200余篇，译、著作4本。

第十一届中国光伏大会

“中国太阳能光伏尚德成就奖”

获奖者 崔容强

1941年10月出生于江苏省宜兴市。国务院政府特殊津贴专家。1964年毕业于西安交通大学工程物理系。历任西安交通大学物理系太阳能电池研究室主任、教授,上海交通大学太阳能研究所所长、教授、博士生导师,教育部太阳能发电及制冷工程研究中心副主任,中国可再生能源学会常务理事、光电专业委员会副主任等。现任上海市太阳能学会理事长,PVSEC国际理事会理事,北京太阳能电力研究院首席科学家,国家光伏工程技术研究中心(筹)副主任,江苏省(尚德)光伏研究院技术委员会副主任,江西省新余市政府科技顾问等。



1971年开始从事太阳能电池理论、工艺及应用系统方面的研究与教学。参与了中德合作“黄金计划—太阳能风能”以及中德财政合作“海南东方风力发电”项目、国家发改委/世界银行/GEF中国光伏发展项目、西藏阳光计划等。承担过多项国家计委、农业部、科技部科技攻关及教育部、上海市重点科研项目。对丝网印刷绒面硅太阳能电池、自动跟踪光伏系统、多晶硅晶界复合模型、氢化纳米晶硅薄膜太阳能电池及太阳能电池测试仪器等进行了广泛研究。获得国家专利授权多项,荣获省市级科技进步奖及优秀科技成果奖等4项。率先在西安交通大学和上海交通大学开设太阳能电池专业课程,参加编著《太阳能电池及其应用》《21世纪太阳能新技术》《新能源发电技术》《并网型光伏发电系统》等书籍6本,培养国内外博士研究生和硕士研究生多名。在国内外科研期刊和专业会议上发表《丝网印刷绒面硅太阳能电池》《光伏发电之未来》等论文60多篇。多次主办和主持高规格中国太阳能电池培训班和研讨会,积极推动我国光伏事业迅速、健康发展。2005年荣获国际PVSEC奖。

第十一届中国光伏大会

“中国太阳能光伏尚德成就奖”

获奖者 杨德仁

博士、教授、博士生导师。现任硅材料国家重点实验室主任。浙江大学半导体材料研究所所长、教育部“长江学者奖励计划”特聘教授，国家杰出青年基金获得者，科技部“国家重点基础研究发展计划专项(973)”首席科学家，国家重大科技专项 02 专项总体专家组成员。

担任国务院学位委员会第五、六届学科评审组(材料)成员，国家自然科学基金信息学部第十、十一届专家评审组成员，中国电子学会第六、七届学术委员会委员。中国可再生能源(太阳能)学会常务理事，光电专业委员会副主任，浙江省能源学会副理事长。

1985年毕业于浙江大学，1991年在浙江大学获半导体材料博士学位，1993年博士后流动站出站。1997年被浙江大学特批为教授，1998年被批准为博士生导师。其中，曾在日本东北(TOHOKU)大学、德国 FREIBERG 工业大学工作和瑞典 LUND 大学长期访问研究。

长期从事半导体硅材料的研究，致力于硅材料在太阳能光伏的基础理论和应用研究。负责国家“973”、“863”、国家自然科学基金重点、科技部、教育部和浙江省的重大、重点科技项目等数十项科研项目。在硅晶体的晶体生长、缺陷工程的基础研究上取得重大成果，研究成果不仅产生一定的国际影响，而且在生产实际中产生重大经济效益。

获得国家自然科学二等奖 1 项，省科学技术一等奖 2 项，省部级科学技术二等奖、三等奖各 1 项。在国外学术刊物发表 SCI 检索论文 310 多篇，SCI 论文他引 1 400 多次。拥有 43 项国家发明专利，研究成果在生产中取得重大的经济效益。另外，编著《太阳电池材料》和《半导体材料测试与分析》中文著作，参编英文著作 4 本和其他中文著作 5 本，主编国际会议论文集 5 本，在国际会议上报告研究成果 70 多篇次，其中国际大会邀请报告 20 多次。

担任美国科学出版社的 *Journal of Science of Advanced Materials* 等 8 个国内外学术杂志的编委。担任 11th DRIP 等 6 次国际会议(分会)主席以及 21 个国际学术会议的顾问(学术/程序)委员会委员。



第十一届中国光伏大会

“中国太阳能光伏尚德特别奖”

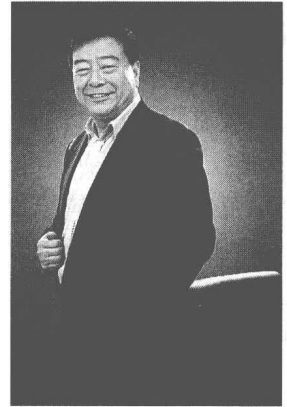
获奖者 石定寰

国务院参事、中国可再生能源学会理事长。

1967年毕业于清华大学工程物理系剂量与防护专业。

曾任科技部预测局副局长、工业技术局副局长、工业科技司司长、高新技术发展及产业化司副司长(正局级)、科技部秘书长、科技部党组成员、国家中长期科学和技术发展规划领导小组办公室成员、战略研究组组长。

现任国务院参事,兼任中国可再生能源学会理事长、中国生产力促进中心协会理事长、中国科技咨询协会理事长、中国产学研促进会常务副会长。



第十一届中国光伏大会

“中国太阳能光伏尚德特别奖”

获奖者 许洪华

1988年开始在中国科学院电工研究所工作至今,一直从事光电、风电及其混合发电系统、可再生能源技术经济评价和政策的研究。1998年创立中国科学院光伏发电系统与风力发电系统检测中心,2001年创立北京科诺伟业科技有限公司。1999年被聘为研究员,现任中国科学院电工研究所副所长,博士生导师,兼任可再生能源研究部主任,中国科学院太阳能发电技术研究示范中心主任,国家能源专家咨询委员会委员,中国可再生能源学会副理事长,国家“十一五”“863”重点项目“MW级并网光伏电站系统”总体专家组组长,国家“十五”“863”能源领域后续能源主题光伏和风电领域责任专家。在太阳光伏领域的主要工作如下:



1. 在独立运行光电、风电及其互补系统方面,主持并完成“西藏阿里光明工程”“西藏送电到乡工程”等150多个电站的交钥匙工程,推广近2万多套户用系统,为10万以上无电人口送去光明。同时研制完成控制器、逆变器的系列产品。

2. 在并网光伏发电领域,主持完成国内多个标志性的并网光伏电站,形成并网光伏控制逆变器、阵列跟踪系统等系列产品。负责设计完成了当时国内乃至亚洲最大的深圳园博园1MW太阳并网光伏电站,填补了国内兆瓦级光伏电站的空白;主持完成我国第1座荒漠集中高压并网光伏电站——西藏羊八井100kW光伏电站;负责建成我国第一个和建筑结合的并网光伏电站——北京大兴天普50kW并网光伏系统;领导建成国家体育馆100kW并网光伏电站系统;主持完成北京奥运中心区系列太阳光伏系统的设计和建设,占奥运设施安装光伏系统总容量的大部分;领导完成了当时国内最大的义乌小商品城1.3MW并网光伏电站建设;在国内第一个建成包含自主研发的3种跟踪系统的100kW_p跟踪电站,双轴、平单轴、斜单轴跟踪系统单机容量都是当时国内最大。领导完成100kW以下和用户侧电网并联的系列光伏逆变器研制;在国内率先研制成功150kW太阳光伏电站高压并网控制逆变器,并形成100、150、250、500kW系列产品。

3. 在政策和规划研究方面,主持和完成科技部“863”“十五”后续能源技术发展战略研究课题;组织完成科技部“十一五”光伏科技规划研究;负责完成西藏阿里光明工程、“送电到乡”“送电到村”的实施方案和方案设计。组织领导国家能源局《“十二五”太阳能发电发展规划(建议稿)》的编写,负责组织国家能源局《能源科技与装备“十二五”规划》(征求意见稿)中太阳能、风能部分的编写;负责组织科技部《太阳能发电科技发展“十二五”专项规划》《“十二五”863计划战略研究可再生能源专题》中太阳光伏部分的编写;参加《金太阳工程》计划的编写。

第十一届中国光伏大会

“中国太阳能光伏尚德荣誉奖”

获奖者 昌金铭

昌金铭，高级工程师，1963年毕业于浙江大学电机系发电厂电力网电力系统专业，1963年9月在华东电力建设局任技术员，从事电力系统设计、施工等工作。1972年调浙江省科学技术委员会，1980年任处长，1981年由国家科委派遣至美国布鲁克海文国家实验室进修能源技术。1983年任浙江省科委副主任至1998年。

1983年兼任国家科委组建的中国太阳能电池技术开发中心主任，1987年更名为中国光电技术发展中心，继续担任主任至2008年，协助国家科委制订光伏发展计划，为推动光伏科技成果产业化做了一定工作。1995年任中国科技开发院浙江分院院长至今。1979年起，兼任中国能源研究会理事、中国可再生能源学会光伏专委会常务理事、浙江省能源研究会理事长、浙江省知识产权研究会理事长、浙江省科普作家协会理事长等。



1985—1986年，国家科委主持，由昌金铭带队至欧美各国考察光伏发电技术，引进国外关键光伏设备，结合国内科技攻关，对浙江、河南两家光伏电池厂进行技术改造，改变了我国光伏电池厂手工业式的落后生产面貌。

1987—1988年，担任中欧(欧盟)当时最大的科技合作项目——大陈岛分散能源系统中方首席代表，建成了风电、光电与柴油机联网的大陈岛分布式能源系统。

1989年，担任江厦潮汐试验电站二期工程攻关领导小组组长，建成国内最大的潮汐电站。

1997—2000年，承担国家科委“九五”科技攻关项目——多晶硅太阳能电池硅片技术开发及产业化课题，任课题组长，建成国内第一条兆瓦级多晶硅太阳能电池硅片生产线，2001年顺利通过科技部验收。

发表过《世界光伏产业崛起对我国的启迪》《国内外光伏发电的新进展》《国内外可再生能源发展趋势与浙江省应对措施》《光伏电池多晶硅晶体生长技术及设备》等多篇论文。

1997年《光电转换技术及产业化》课题获得浙江省人民政府科技进步二等奖，获得国家知识产权局授权的《控制高温结晶炉内熔硅结晶速度的水冷却装置》(ZL 02. 217259. 9)、《节能蜂窝聚光信号灯盘》(ZL 200520115860. 6)、《太阳能单体三色遥控信号灯》(ZL 200620107884. 1)、《中频电源谐波消减器》等9项专利。

第十一届中国光伏大会

“中国太阳能光伏尚德荣誉奖”

获奖者 李安定

李安定,男,1942年生,江苏江都人,中国科学院电工研究所资深研究员,原党委书记、所长,中华人民共和国注册咨询工程师(投资)。2003—2006年,任常州天合光能研究院院长;2009年8月起,任佳讯光电研究院院长、常州佳讯光电系统工程有限公司总工程师。1993年起享受国务院政府特殊津贴,历任中国可再生能源研究会副会长兼秘书长、中国太阳能学会常务理事暨光伏发电专业委员会副主任、中国农村能源行业协会常务理事暨小型电源专业委员会主任、国家“863”后续能源太阳能发电课题首席科学家、中国照明学会新能源照明专业委员会副主任、国际太阳能学会会员等。



1966年中国科学技术大学近代力学系毕业后,一直在中国科学院电工研究所从事研究工作,初期从事磁流体发电研究,1978年起至今研究开发太阳能光伏发电、太阳能中、高温热利用和发电以及多能互补发电系统等技术,并获多项重大成果;1983—1985年曾在法国佩皮尼昂大学热能与动力实验室做高访学者,从事偏心圆柱环状空间自然对流传热规律和太阳能开发利用的研究;1985年起一直负责国家重大项目的研发和攻关,作为负责人率队并完成了西藏那曲地区双湖25 kW、安多100 kW、班戈70 kW、尼玛40 kW等多项无电县光伏电站的研建,获中国科学院科技进步二等奖2项、农业部二等奖3项和三等奖2项。出版专著《太阳能光伏发电系统工程》《太阳热发电》《法汉机电工程词典》(主编)等科技著作12本,发表学术论文26篇,获专利9项,负责起草并完成国家行业标准4项。

第十一届中国光伏大会

“中国太阳能光伏尚德荣誉奖”

获奖者 孙钟林

孙钟林,南开大学光电子所教授、博导,自1978年开展非晶硅薄膜材料与器件研究工作。先后主持、承担国家重大攻关项目5项,其中,非晶硅薄膜太阳能电池有“六五”“七五”“八五”“九五”国家科委或科技部重大科技攻关项目、总装“973”项目等。1990年单结非晶硅薄膜太阳能电池,面积 100 cm^2 ,转换效率达8.55%,居当年国内领先,国际同类电池第三位(美国SERI统计公布); 400 cm^2 转换效率达7.88%,居当年国内领先。此后在大面积双结薄膜太阳能电池和柔性薄膜太阳能电池的材料、工艺和设备的某些关键技术上,南开在国内保持领先。在太阳能电池方面获得重大成果15项、重要期刊发表论文50多篇、培养硕士、博士生20余名。获得由三部委颁发的“七五重大成果奖”“个人突出贡献奖”,天津市科委授衔“光电子器件专家”。经过十多年的项目积累和队伍的成长,于1992年在南开大学创建了“光电子所”,首任所长。



以薄膜技术为学科基础,有不同的发展方向。以学科带应用,除太阳能电池领域外,还在平板显示技术中“有源驱动液晶显示(LCD)”承担国家计委“八五”重大攻关项目,并建立“天津光电显示研究中心”任副主任分管研发工作。1998年以后,又承担教育部天津市的微显示器的设计与研发项目,并研发出具有自主知识产权的(LCoS)微显示器,建立了IC设计平台和设计队伍。2000年以后又组建了高重量比功率的柔性薄膜太阳能电池研发线与研发队伍,承担“973”“863”项目。

目前,还参与有关的学术、技术、产业、规划等方面的咨询工作。