

测到了极有可能与该性质相关的现象。“固体宇宙”中新型粒子的研究刚刚开始，这一研究成果对促进人们认识电子拓扑物态，发现新奇物理现象，开发新型电子器件，以及深入理解基本粒子性质都具有重要的科学意义。

## 4 结束语

回顾与总结过去，是为了更好的展望未来。在新的历史时期，物理所将围绕既定的长

远定位和目标，不断优化布局，协调发展。在凝聚态物质科学若干前沿问题、物质科学尖端实验技术、若干清洁能源技术示范等重点领域，集中优势力量持续攻关。我们还将努力保持在高温超导、拓扑物态等领域的领先地位，瞄准可能发生颠覆性科学技术突破的方向，推动重大原始创新，以期更多的科研成果造福于民，回馈社会！

(物理所科技处 供稿)

# 科技成果的推广与开发

物理所在立足基础前沿研究的同时，充分发挥科技资源和人才优势，积极开展面向国家战略需求和国民经济主战场的应用基础研究及高新技术研究。90年来，不仅在世界科技前沿领域取得了一批具有世界影响力的重大成果，也在国家战略必争的若干领域实现了重大突破。

## 1 低纯度钕稀土铁硼永磁材料

钕铁硼永磁材料是物理所科技成果转化的一個典范。1984年2月，物理所磁学室研究员王震西带领由磁学室203组、中科院电子所稀土磁钢组组成的联合攻关组，经过多年的探索和试验，成功研制出中国第一块磁能积达到38兆高奥的



中科三环高技术股份有限公司研发创新实验室

第三代稀土永磁材料——钕铁硼永磁材料。此时距日本住友特殊金属株式会社(2004年更名为NEOMAX株式会社)宣布成功研制一种新型钕铁硼永磁材料，及美国通用汽车公司几乎同时宣布制成钕铁硼永磁材料的时间相差仅几个月。这项成果的面世，标志着中国正式成为国际上少数几个研制出第三代稀土永磁材料的国家之一。1987年5月，中国科学院三环新材料研究开发公司(1993年更名为“北京三环新材料高技术公司”)在北京成立。2000年，北京三环新材料高技术公司作为控股股东的北京中科三环高技术股份有限公司成功上市。

近几年，稀土永磁下游市场处于低迷期，但三环公司稀土永磁业务继续保持了健康发展态势，现已成为全球第二大稀土永磁材料的研究开发和生产供应商。2017年度，面对稀土原材料价格剧烈波动等不利因素，公司不断加大技术投入和研发创新力度，积极开拓新的应用领域，调整产品结构，培育新的利润增长点，为公司的可持续发展奠定了坚实的基础。

## 2 先进电池技术

锂离子电池是物理所面向国家发展清洁能源的重大需求积极开展的产业化项目。陈立泉院士

带领的团队在锂离子电池等相关领域近30年坚持不懈的研究，形成了深厚积累，并取得重大突破，一些创新电池技术已经实现了产业化。

从1990年代物理所锂离子电池研究获得关键性突破，1998年成立北京星恒公司，2003年成立苏州星恒电源有限公司，2008年搭载星恒电池的混合动力汽车服务于北京奥运。一路走来，苏州星恒已成为国内第一个轨道交通锂电池供应商和产量最大的轻型车用动力电池企业，也是欧洲三大电动自行车电池供应商之一。

近10年来，物理所先后负责或参与“国家重点研发计划新能源汽车重点专项”“中国科学院A类先导项目”“北京市新能源汽车重点项目”等一批国家和地方重大科技任务，在先进电池技术领域陆续取得了硅碳负极材料、高能量密度混合固液电解质电池、钠离子电池等多项原创成果，在国内外产生了重要影响。

硅负极材料具有较高的理论比容量，被认为将替代现有的石墨负极材料。物理所于1997年在国际上率先开展纳米硅负极材料作为锂离子电池负极材料的研究，并申请了发明专利。经过20年的努力，克服了纳米硅负极材料在应用过程中诸多科学技术难题后，物理所于2017年5月以专利出资入股，在江苏溧阳成立了溧阳天目先导电池材料科技有限公司。公司初期建设年产2000吨锂离子电池高端硅负极材料中试线，产品应用覆盖电动汽车、消费电子、规模储能、航空航天、国家安全等领域，力争逐步发展成为我国具有自主知识产权和持续创新能力的优秀负极材料企业。

高比能高安全锂电池是未来锂电池发展的趋势之一，物理所以固液混合锂电池开发与产业化技术相关专利出资入股北京卫蓝新能源汽车股份有限公司。该技术的发展有望将金属锂负极应用于锂电池中，提升其能量密度，将大幅拓展锂电池的应用领域。同时，物理所开发了“原位固态化”技术、“陶瓷涂敷隔膜”技术、“复合金属锂”技术及预锂化技术等，研发的高比能锂电池能量密度将达到300—500 Wh/kg，可针对不同领域的应用需求进行定制化研究。

钠离子电池是新一代低成本高性能二次电池。钠离子电池的研究与开发或将在一定程度上成为锂离子电池的有益补充，同时可逐步取代环境污染严重的铅酸电池，因此大力发展钠离子电池技术对于新能源领域具有非常重要的意义。经过近8年的研发，物理所已经完成了从基础研究、实验室开发到产品小试中试的一系列过程。北京中科海钠科技有限责任公司于2017年2月成立，物理所以专利出资入股增资该公司。目前开发的钠离子电池能量密度已达到120 Wh/kg，是铅酸电池能量密度的4倍。公司将致力于低成本高性能钠离子电池材料及电池体系的开发，已与上下游相关企业初步建立联系，旨在共同打造新型储能体系。

### 3 碳化硅材料

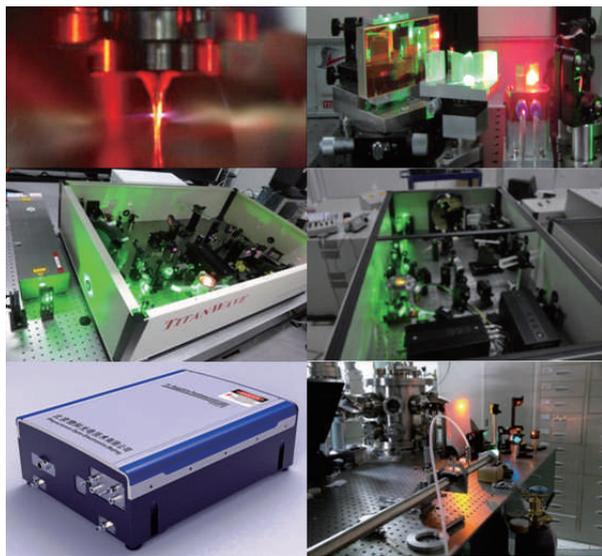
物理所自1999年开始碳化硅晶体生长研究工作，在攻克晶体生长关键技术并获得高质量晶片之后，率先在国内走出了碳化硅晶体的产业化之路。2006年9月，物理所以专利出资入股，携手上海汇合达投资管理有限公司及新加坡吉星蓝光半导体有限公司，成立了北京天科合达蓝光半导体有限公司。2008年9月完成产品中试，可小批量生产SiC产品。2009年2月批量对外销售高质量SiC晶片。2014年，物理所与天科合达公司联合研制出6英寸碳化硅单晶衬底，达到国际先进水平。2015年，经历多次融资后，公司进行了股份制改造，更名为北京天科合达半导体股份有限



溧阳天目先导电池材料科技有限公司厂房全景(规划效果图)

公司。2017年4月实现在新三板挂牌。

天科合达公司在国内率先建立了一条完整的从晶体生长、加工、检测到清洗封装的SiC晶片生产线，具备了年产30000片SiC晶片的产能，规模居国内首位。2~4英寸导电和半绝缘SiC晶片的技术指标领先于国际同类产品，天科合达公司已成为国际SiC单晶衬底的主要供应商之一，产品在电力电子器件、高亮度LED和射频功率器件等领域获得广泛应用。晶片批量供应国内数十家科研院所、高校和企业，推动了国内SiC相关的基础研究，带动了下游产业的发展，促进了国内SiC半导体产业链的形成。晶片出口日本、俄罗斯、韩国、美国、法国、德国、新加坡、意大利和澳大利亚等20多个国家和地区，客户包括产综研、三菱电机、丰田电装、罗姆半导体、富士电机、日立和东芝等国际著名科研机构及企业。



盐城物科光电公司主要经营产品



新型400片高产能黑硅制绒设备

#### 4 飞秒激光高端装备

物理所自1997年设置飞秒激光技术研究方向以来，相继开展了飞秒激光产生、放大、同步、频率扩展及相位锁定等系列研究工作，取得了多项具有国际水平的成果。针对长期以来我国超短脉冲激光设备从国外大量进口的局面，以及超快探测、精密测量、精细加工等众多应用领域对超短脉冲激光的持续需求，自2012年，依托科技部国家重大科学仪器开发专项“先进飞秒激光设备的产业化开发和应用”，物理所组织力量着手研发具有我国自主知识产权的高稳定实用超快激光设备，并试图通过工程化及产业化示范，形成小批量生产能力，以解决这类设备的产业化问题。

2014年，物理所以专利技术作为无形资产与物理所控股公司北京物科光电技术有限公司共同注册成立“盐城物科光电技术有限公司”，迈出了推进飞秒激光设备国产化开发和应用的的第一步。至2015年，已与国内外多家知名超快激光研究机构、生产制造公司及元器件供应商建立了密切的合作关系，同时新组建了机械和电路部门，专门配套飞秒激光的生产。2017年逐渐完善了光学、机械、电路部门，以配套飞秒激光器的生产。目前，公司已具备独立生产飞秒钛宝石振荡器、放大器的能力，产品样机多次参加国内光电展，与北大、清华、国防科大等高校建立了稳固的合作关系。

#### 5 服务企业和社会

物理所在开展基础科学前沿探索和技术积累的同时，积极服务于企业和社会。杜小龙研究员团队在银及铜催化化学刻蚀工艺方面持续开展攻关研究，在深刻揭示绒面结构形成机理的同时，

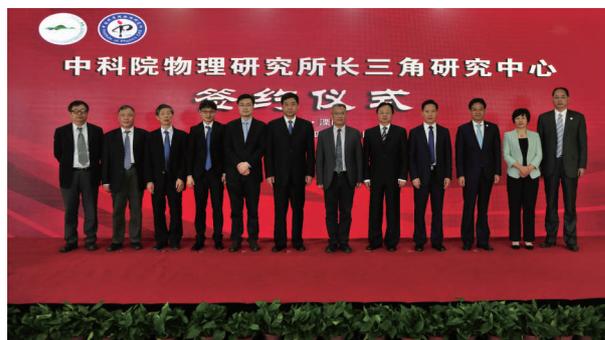
实现了对绒面结构的精确调控，开发出单晶倒金字塔制绒及多晶类倒金字塔制绒等原创性工艺，申请了16项相关专利。2016年，深圳石金科技股份有限公司与物理所就16项有关黑硅制绒方面的专利及保密技术达成转让协议，成交额500万元，并委托物理所300万元的横向开发项目，以进一步推动技术产业孵化。同年底开始在光为公司进行黑硅制绒量产设备的改造及工艺开发，联合团队历时半年攻克了工程技术上的诸多困难，实现了第一条黑硅线的连续稳定生产，年产多晶黑硅电池100 MW。在此基础上，2017年中期进行了400片高能制绒机的设计与技术定型，并于下半年开始调试，2018年1月1日全面量产，实现单机台6500片/时的产能输出，成为目前行业产能最大的制绒机，药液寿命最大达20万片，量产效率19.0%。这项产业化成果使多晶硅电池的高效化发展之路迈上了新的台阶。

2013年物理所在北京物科光电公司体系下探索设立STM事业部，先后开发了STM相关的蒸发源、放大器、烘烤控制器、程控高压开关、程控直流/交流开关等部件及电控产品。该事业部依托物科光电公司平台进行产品推广，并在国家纳米中心、清华大学、北京大学、中国科技大学、复旦大学等单位开拓了部分用户。

此外，物理所还先后与宁德新能源科技有限公司、北京汽车股份有限公司、深圳市贝特瑞新能源材料股份有限公司、华为技术有限公司、江苏中天储能有限公司、博世(中国)投资有限公司、LG等国内外知名企业签署了横向技术合同，将科研探索与市场需求接轨，帮助企业攻坚克难，满足技术需求，提升企业技术水平与核心竞争力。

## 6 科技成果转化与资产管理平台

截至2017年底，物理所共有全资、控股、参股企业13家，其中全资资产管理公司1家，科技型企业10家。为进一步促进科技成果转移转化，规范经营性资产投资和运营管理，物理所于2017年10月成立全资资产管理公司——北京物科发展



中科院物理所长三角研究中心签约仪式(2018年4月)

科技有限公司。该公司的成立，将有利于实现事企分离，强化资产管理的规范化，明确经营管理人员的责权利，促进物理所经营性资产良性循环，从而最大程度实现国有资产的保值与增值。

为了积极响应国家创新驱动发展战略的号召，物理所与江苏省溧阳市人民政府于2018年4月在江苏中关村科技产业园签署合作协议，在溧阳共同建设中科院物理所长三角研究中心。该研究中心将按照企业法人的模式运营，作为物理所对外开展科技成果转移转化的基地和载体，主要瞄准科技成果转移转化和前沿技术研发，致力于解决长三角地区企业在能源、信息、尖端仪器与智能装备等相关领域的关键技术需求。

## 7 责任与展望

随着经济社会的发展，中国已处在转变发展方式、优化经济结构的关键时期。创新是引领发展的第一动力，科研机构 and 高校肩负着引领科技创新，推动和促进我国产业转型、迈向全球价值链中高端的使命。科技成果转化作为现实生产力，一方面是科研机构和高校的社会职责，同时也是优化自身循环，推进长远发展的内在动力。未来，物理所将继续致力于推动科技成果的应用，推进研究所基础研究和成果转移转化的协同发展，为打通创新链上下游的有机衔接作出新的贡献。

(科技处科技资产管理与转移转化办公室 供稿)