

中国纺织工业科技创新发展思考 (化纤部分)

蒋士成

一、中国纺织工业发展地位

纺织产业是我国国民经济支柱产业、重要的民生产业、国际竞争优势明显的产业，战略性新兴产业的重要组成。2012 年，我国规模以上纺织企业工业总产值 5.8 万亿，纤维加工总量占世界 55%，纺织品服装出口额占全球 36%，用于新能源、航空航天、医疗卫生、环境保护等的产业用纺织品在我国纤维加工量中占比达到 23%。目前全行业就业人数约 2200 万人，涉及全产业链就业人数接近 1 亿。加快以创新驱动纺织产业可持续发展，事关国家经济安全和社会稳定。

目前，我国纺织产业正处于新旧增长模式转换，由大走向大而强的关键时期。面对日益严峻的资源环境问题挑战，世界新科技革命和新工业革命挑战，以及我国小康社会建设、发展战略性新兴产业等的重大需求，我国纺织产业要实现可持续发展，从规模世界第一走向规模和科技水平世界第一，实现纺织产业大而强，唯一途径是依靠科技创新驱动发展，并将创新驱动发展作为产业发展的长期战略。

二、我国纺织产业科技现状与问题

(一) 我国纺织产业科技现状

1. 科技进步成绩显著

(1) 纤维材料。化纤产品的差别化水平显著提高。细旦和超细纤维、异型纤维、高导湿涤纶纤维、“超仿棉”聚酯纤维等关键技术相继突破并实现产业化；生物基纤维取得新发展。以可再生、可降解的竹浆粕、麻秆浆粕为原料的生物基纤维实现产业化生产，溶剂法纤维素纤维已突破千吨级准工业化关键技术。黄麻纤维精细化关键技术得到突破并实现精细化黄麻的产业化应用，针对蚕丝品质和加工性状遗传改良的需求完成了家蚕基因组框架图，并突破了天然

彩色桑蚕丝关键技术；高产优质转基因棉花研究取得重大突破，可大幅度提高棉花产量，显著改进棉花纤维细度。

(2) 纺织加工技术。纺织品功能和品质、纺织加工效率和水平得到提升。集聚纺系统及关键技术、高效短流程嵌入式复合纺纱技术，超高支纯棉面料加工关键技术、复合织造加工技术，高机号精密纬编针织技术、电脑控制针织技术、成形针织技术、产业用针织品经编技术，以及大型化差别化纺熔、纺粘、静电纺非织造技术等的研发、产业化应用、推广普及，加上连续化、自动化、高速化新型纺织装备的广泛应用，使纺织产品的纱支、品质、品种有了质的飞跃，纺织加工过程呈现节能降耗、自动化、生态环保，纺织品应用领域不断拓展等趋势。

(3) 产业用纺织品技术。产业用纺织品原材料及加工技术取得新突破、产品性能大幅提升。高性能纤维产业化取得重要突破。碳纤维 T300、间位芳纶、芳砜纶、超高分子量聚乙烯、聚苯硫醚和玄武岩等高性能纤维实现了产业化突破，推进了高性能产业用纺织品的研发；产业用纺织品加工技术和装备取得突破性进展。碳/碳复合材料工艺技术装备、凝胶纺高强高模聚乙烯纤维及其连续无纬布的制备技术、半刚性玻璃纤维网隔经编工艺及装备、高性能三维编织复合材料构件技术及装备、直接梳理成网和高速加固的非织造技术等研发成功及产业化应用，以及静电纺纳米纤维细化和宏量制造关键技术的研发和突破，大大拓展了新兴产业用纺织品及其应用领域。

(4) 纺织装备技术。纺织流程关键装备取得新突破、纺织机械设计制造水平不断提升。国产纺织机械国内市场份额达到 70% 以上，三分之一规模以上纺织企业的装备达到国际先进水平，纺织装备的机电一体化已向智能化、模块化、网络化、系统化方向发展。化纤长丝纺丝机电一体化关键装置，大容量涤纶短纤成套设备，新型清梳联合机、自动络筒机等棉纺生产线，机电一体化喷气、剑杆织机实现批量生产，部分产品达到国际先进水平；纺粘、熔喷、水刺非织造布设备以及电脑提花圆纬机、电脑自动横机、高速特里科经编机等针织设备，数字化经编装备的关键技术、簇绒地毯织机系列成套装备技术、数字化经编装备关键技术均已推向市场。

(5) 纺织信息化技术。生产过程集成技术得到进一步提升，产品智能化设计制造实现突破，发展了纺织品服装电子商务和营销。纺织品印花调浆的全

自动电脑调浆系统、纺织品数码喷印系统、棉纺设备网络监控系统、纺织服装生产数据在线采集与智能化现场管理系统、集数字化和信息化与工业化于一体的 RCMTM 定制平台等技术和系统的研发成功和产业化应用，以及纺织企业信息化示范工程、中国纺织行业公共信息平台建设、产业创新平台信息化建设、纺织行业知识库系统、纺织产业预警平台建设等一系列重点信息化工程项目的建设，提升了纺织产品研发、设计、生产过程检测控制、管理和营销的水平，推进了纺织产业信息化与工业化的两化融合。

(6) 纺织产业经贸与管理技术。企业生产管理和营销网络化、信息化快速进展，有效提升了纺织企业以及企业竞争力。现场总线技术和远程通信技术等在生产领域得到广泛应用，企业管理信息化取得较大进展，规模以上纺织企业应用企业资源计划系统（ERP）的比例达到近 10%，其中化纤、纺机、棉纺企业应用比例较高，大型骨干企业普遍采用，极大地提升了相关纺织企业的运行管理水平和竞争力；射频识别技术（RFID）取得研发突破并进入产业推广阶段；纺织服装业中包括电子商务、微博、微信、微电影、APP 等新媒体等营销工具快速发展，正逐渐成为服装品牌用以提高品牌知名度的重要营销工具。

2. 企业技术持续更新

盛虹股份、恒力集团等企业已经实现产业化的高品质超细纤维打破国外技术垄断，获得国家科技进步二等奖。福建百宏集团有限公司通过产学研用深度结合促进成果高效转化，熔体直纺聚酯纤维功能化和差别化率已达 68%；江苏恒神纤维材料有限公司研发生产的碳纤维 T300、T700 实现连续生产，T800 已经工艺固化，形成年产碳纤维 3000 吨生产能力。该公司的碳纤维用于复合材料液压油缸，在同样技术条件下比金属的减重 30%，已经在中联重工的混凝土搅拌车等装备上使用。

(二) 发展瓶颈

1. 纤维材料高性能、多元化、生态化水平有待提升

高性能纤维自主创新能力弱。包括碳纤维、芳纶和超高分子量聚乙烯纤维等的研发对基本科学规律认识不足，关键技术和装备尚未突破，难以达到产业规模。对位芳纶进口依存度超过 95%，碳纤维进口依存度超过 80%；高附加值新型纺织纤维核心技术大多仍由发达国家所控制。我国新型功能纤维尽管有了长足发展，但在质量与数量上与发达国家仍有差距，高仿真纤维的品种及仿

真效果有待拓展和提升，功能化、差别化纤维占比仍然偏低；化学纤维对化石资源依赖性大。2012 年我国化学纤维产量达到 3800 万吨，其中大部分以化石资源为原料的石油基化纤，目前化纤行业对化石资源的依存度已经超过警戒线。而非石油基的新型生物基纤维研究基本处于跟踪阶段，已投入生产的则存在产能分散、技术集成度低、装备相对落后、产品低端、原料体系不平衡、经济效益低等问题；天然纤维受 16 亿亩粮田“红线”制约，以及品质提升关键技术制约，产量不能满足产业发展需求，棉纤维质量与美国、土耳其等有较大差距。

2. 先进纺织加工技术能力亟待形成

纺织加工行业长期粗放发展积累的矛盾和问题尚未根本解决，传统的低成本制造竞争优势衰减明显，复合、高支、时尚、舒适、高品质等走向价值链高端的技术能力亟待形成。代表当前先进水平的高速、高质量、大容量纺纱技术，高速、大卷装、高质量、高品种适应性、低维护、低损耗、环境友好机织成形技术，高机号、多功能、高速、低维护、全成形等针织技术，非织造的均质、多重加固技术等尚须突破。纺纱技术方面精梳机与细纱机已接近国外先进水平，基本可以替代进口；但短片段自调匀整并条机、自动络筒机、半自动转杯纺机，目前与国外比仍有一定差距，粗细联、细络联、全自动转杯纺机、喷气涡流纺机等国内起步较晚，与国外差距更加明显。国内喷气织机在技术创新和改进方面的工作还缺乏高度和力度。

3. 纺织产业信息化技术应用水平尚须提升

CAD/CAM、MES、REID、ERP 等信息技术在行业中的推广多限于具有一定规模的大中型企业，且多数企业仍处于局部应用阶段。企业信息化的协同与集成应用水平偏低，管控一体化应用程度不高。纺织检测与监控手段相对简单，测试速度慢，人为因素干扰多，测试误差较大，监控系统网络化方面缺少原创技术和核心技术，软件开发来源于国外，有的纺织加工检测项目只能依靠人工主观评判。在 ERP 企业管理软件方面，主要靠引进国外成熟度高的产品，国内进行软件产品二次开发和实施。纺织行业电子商务应用仍相对较少，物联网应用于纺织行业的关键技术尚待开发。

4. 产业用纺织品尚不能满足国家的需求

国际纺织品市场中新兴产业用纺织品的比例不断增长，特别是工业发达国家产业用纺织品发展强劲，美国、欧洲、日本等产业用纺织品加工量占纺织纤维加工量的比例超过已达 40% 以上。尽管我国产业用纺织品加工量目前已占纺织纤维加工量的 22%，比重仍相对偏低。我国高端生物医用纺织品每年进口达 60 亿美元，与产业用纺织品相关的三维织造技术、纺织结构复合材料成型技术等关键技术还在寻求突破。产业用纺织品的协同开发不足，专用纤维原料、装备、制品及应用领域尚未形成有效对接，影响产业用纺织品的市场开拓。生产领域的产品标准与应用领域的使用规范不够协调统一，产业用纺织品的权威检测和认证机构的缺失，制约产品进入高端应用市场。

5. 全生命周期低碳绿色纺织亟待形成

我国是世界化纤生产与应用大国，每年废弃的纤维制品达 2600 万吨，废旧化纤制品，特别是聚酯纤维制品还处于极低的回收利用水平，大量难以降解的废弃化纤纺织品进入自然界，不仅带来沉重的环境压力，而且意味着巨大的资源浪费。目前我国 7 万多纺织企业中，只有 200 多家企业获得国际生态纺织品标准（Oeko-Tex Standard 100）认证证书，其中大部分是外贸企业以及外商独资或合资企业。纺织服装行业中的上游企业很少申请生态纺织认证。印染纺织品生产企业在禁用的偶氮染料使用方面的环保意识普遍较差。对席卷全球的绿色消费浪潮缺乏敏感，对国外的绿色贸易壁垒缺乏足够的重视。

6. 协同创新能力弱、投入不足、人才缺乏

纺织产业科技创新资源按隶属关系分散在高校、科研院所、大型企业中，即使在同一个系统中，由于传统的科研协作关系注重局部利益，对纺织行业科技进步的支撑是点状技术的支持，难以形成针对行业整体的技术协作和集成；企业对科技创新的投入不足。在国内制造业 32 个行业中属于纺织行业的化学纤维制造、纺织、服装服饰业的年度 R&D 经费投入强度都低于 1%，而且纺织、服装服饰业的年度 R&D 经费投入强度排名居于制造业 32 个行业的中下游，而且企业投入的研发资金主要用于其硬件设施的引进、更新；相关高校的人才培养与实际应用结合不够紧密，产学研合作、校企合作、工学结合等人才培养机制尚未广泛形成，面向纺织企业提供人才培训服务的公共平台功能尚不健全，全行业严重缺少高素质的科研、设计、管理人才和高水平的专业工程技术人才。

三、纺织产业主要领域科技发展趋势

(一) 世界科技发展趋势

当今世界正处于互联网、新能源、新材料、生物技术，以及绿色、智能、普惠和可持续为特征的新科技革命和第三次工业革命重合期，数字化、智能化、定制化等使得科技创新与企业和经济发展的关系比以往任何时候都更加直接和密切。为应对第三次工业革命的浪潮，美国、日本、英国、德国等发达国家都以科技创新布局未来发展。

美国计划将 GDP 的 3% 以上用于研究和开发，投入强度将超过“太空竞赛”的水平。2011 年美国发布《美国创新战略 (A STRATEGY FOR AMERICAN INNOVATION)》，提出了无线网络、专利审批改革、教育改革、清洁能源、创业美国五项行动计划，要在未来 5 年内使美国高速无线网络接入率达到 98%，专利的平均审批时间从 35 个月缩短到 20 个月，在未来 10 年内新培养 10 万名科学、技术、工程和数学教师，到 2015 年使美国成为全球第一个电动车数量过百万的国家，到 2035 年页岩气占天然气比例将达到 49%，清洁能源发电占全国发电总量的比例提高到 80%。同时，美国将帮助中小企业创业并提高就业，使科研成果能尽快从实验室走向市场，增加新公司成功的机会，从而保持领先优势和全球经济的领导地位。

英国政府坚持在经济危机中利用科技进步推动经济发展的思路，2010 年底，发布了《国家基础设施计划》，宣布投资 2000 亿英镑，重点推动低碳经济、数字通信、高速交通系统和科学基础研究方面的科技基础设施建设，并出台了《技术创新中心报告》，提出构建国家层面的技术与创新中心，以及技术转移战略。2011 年 3 月，英国政府宣布在工程和物理科学研究理事会下建立 9 个创新制造研究中心，并资助未来先驱制造计划，10 月，首个技术创新中心 (TIC) 成立，该中心将致力于在制造业领域降低创新的风险，将科学成果经过进一步的研究转化为真正的产品，以推动英国制造业的发展并吸引国际企业。

日本提出了“ITC 新政”，旨在 3 年内创造 100 万亿日元规模的市场新需求，推动相关领域的产业结构改革，提升国际竞争力。2011 年初，日本综合科学技术会议围绕“绿色创新”和“生活创新”两个主题选择了 329 项最尖端研究开发支援项目作为科技发展重点。

德国政府 2011 年首次在高技术战略框架下将政府所有有关纳米的促进行

动纳入一个计划，通过了《纳米技术 2015 行动计划》；准备投入 24 亿欧元，支持“生物经济 2030 国家研究战略”；对现行《可再生能源法》进行调整修改，着重对生物质能源发展进行合理引导和规范。

法国政府 2011 年初宣布，将投入 100 亿欧元在近海建设风力发电设施，新建风力发电设施的装机总容量将达到 3000 兆瓦。政府通过此举将风力发电发展成国家的支柱产业，并在未来向国外出口电力。2011 年 9 月，法国签署《获取与惠益分享名古屋议定书》，以加强对自然资源的合理开发，为医学、农业等领域带来创新，保护自然资源和生物多样性。

韩国政府延续绿色经济增长战略，2011 公布了 2020 年产业技术创新战略思路，提出要实现从“快速跟踪”战略到“领跑者”战略的转变，并实施“独一无二”未来成长战略。面对转型的巨大压力，韩国将科技发展置于国家发展的优先位置，通过持续增加研发投入，大力发展高新技术和应用先进适用技术，不断增强经济发展的内生动力，从而提升韩国重点产业的国际竞争力。

（二）我国纺织产业科技发展趋势

1. 纤维材料技术

遵循纤维性能向高性能化、纤维品种向差别化、纤维加工向生态化、纤维尺度向纳米化的发展趋势。高性能纤维领域注重开展纤维生产制备过程中多尺度结构形成机制、演变规律及其调控方法的系统研究，高性能纤维成纤聚合物连续稳定制备的关键技术和设备、液晶纺丝的关键技术和设备、冻胶纺丝关键技术和设备、高黏度纺丝流体脱泡关键技术和设备等的研发，以及低成本碳纤维制备技术等的研发；差别化与功能化纤维领域注重聚酯纤维的高仿真技术、聚酰胺纤维高质量切片原料技术及其配套技术等的研发，推动纤维和纺织品一条龙的应用开发，拓展下游应用领域，寻找新的增长点，引领市场。注重开展静电纺纳米纤维功能性防护材料中功能膜与纺织面料的复合技术，静电纺纳米纤维膜生物医用材料等的研发，以及开展静电纺纳米纤维宏量化制造，实现其多样化应用；新型生物基纤维领域注重生物基纤维及生化原料的发展，充分利用农产品、农作物废弃物和竹、速生林等资源，实现可再生、可降解、可循环，对环境友好的生物基纤维及综合开发利用的产业化。以 Lyocell 工艺法、离子液体法、碱/尿素法等开展新溶剂清洁化生产工艺生产纤维素纤维制造。在现有聚乳酸、多元醇聚酯等非石油基纤维材料制备技术的基础上，研发能够大规

模取代涤纶的生物基合成纤维新品种等。

2. 纺织加工技术

遵循纤维集聚多元化、织物构造多维化、纺织整体工艺高效低耗绿色化的发展趋势。国产集聚纺技术日趋成熟，成纱质量已趋与国际同步，集聚纺纱技术向多品种、通用性拓展。低扭矩环锭单纱生产技术、高效短流程嵌入式复合纺纱技术，聚纤纺技术等高品质、高效率、节能降耗的纺纱技术正在不断推广和进一步创新；织机不断提升高速运转机构稳定性和节能降耗、宽幅化，剑杆织机向模块化、智能化、数字化、自动化、高速化和多品种适用方向发展，针织装备技术向高速、阔幅、高产量方向发展，环保接枝改性淀粉浆料技术的发展等，推进了织造技术走向高品质、高效率、节能环保步；机织 CAD 技术向复杂纱线模拟，重结构、多层结构复杂组织模拟，高度逼真织物模拟，动静态织物模拟，虚拟场景模拟等方向发展，推动纺织复合材料向程序化、自动化、低成本制造技术方向发展。

3. 产业用纺织品技术

遵循原料趋向新型的高性能、生物基、纳米尺度等新型纤维，加工技术和装备趋向多维纺织复合、多元非织造工艺组合和复合等，产品功能与性能持续提升等趋势。产业用纺织品专用的碳纤维、超高分子量聚乙烯、芳纶等高性能纤维，新型功能纤维、生物基纤维等原料持续升级，并由被动需求适应向主动创新设计方向发展；静电纺纳米纤维功能性防护材料、静电纺纳米纤维膜生物医用材料加快发展，推动发展静电纺纳米纤维宏量化制造，实现静电纺纳米纤维制品的多样化应用；经编、纬编，机织等纺织复合材料新技术的运用，推动纺织结构复合材料逐步向高性能低成本方向发展，预制件制备新技术和复合材料成型新技术推动纺织复合材料向大型化、复杂化、高质量化和智能化发展；智能化闭环控制的气流梳理、射流梳理等非织造技术的不断更新，推动了医疗防护用纺织品技术的发展，可穿戴医疗用品中的生理信号监测用纺织制品技术也在不断突破。

4. 纺织装备技术

遵循纤维材料加工装备大容量、精细化，纤维制品加工装备高速、高质、自动化、连续化，染整装备节水、节能、环保，纺织装备整体光、机电一体化及智能化的发展趋势。进一步研发基于信息化架构下的智能化与数字化高端纺

织装备设计技术平台，开展纺织装备的人因工程工业设计、碳约束下的纺织装备可持续绿色设计、纺织装备的 RFID 物联网设计等；针对纺织装备复杂系统，开展纺织加工过程中的检测控制技术、机械结构运动力学分析、机械振动分析、可靠性工程技术研究，以及气体力学、流体力学、电子、激光等基础理论在纺机行业中的应用研究，提升国产纺机的性能、效率及加工质量。开展纺织装备中的专用传感器、纺织装备中“纤维束及织物”与“固体”或“流体”的相互作用机理、纺织装备的多电机协同控制技术、工业纺织机器人技术、纺织装备分布式网络监控技术等研究；提高纺织机械关键部件的性能和寿命，开展纤维、织物与金属材料之间的磨损机理、纺机零件表面处理、热处理等高性能化技术、纺机零件专用材料制备技术等研究，以及柔性、精密工装及制造综合误差控制理论与方法，形成纺机关键零部件的柔性化、绿色化、集成化、智能化制造关键技术研究；围绕纺织工业结构调整的需要，开展高性能产业用纺织机械和节能减排型纺织机械等纺机产品差异化、模块化研究。

5. 纺织产业信息化技术

遵循纺织设计与制造集成化、模块化、智能化，纺织全流程管理过程可视、即时可控，产品营销运用物联网、云计算的趋势。适应纺织产品“小批量、多品种、高质量、快交货”的市场快速反应机制，发展数字化纤维与复合材料智能化技术，进一步加强 ERP 系统等生产数据采集与反馈控制系统研发；适应纺织加工装备及工艺技术继续向自动化、连续化、高速化、信息化，以及高效、智能、节能、模块化应用方向发展，加强数字化智能化纺织技术及数字化纺织装备与网络化制造技术研究，研发有效的信息分析工具，以自动、智能和快速地发现大量数据间隐藏的依赖关系并从中抽取有用的信息或知识，从而为工艺优化及产品质量的提高提供依据，并发展数字化高端纺织装备；适应节能、环保、高效是印染工业可持续发展的方向，加快研发高可靠的染整检测技术、染整系统的智能适应性与优化技术、模拟自然的环保型染整技术、数字化智能化染整技术；适应数字化与智能服装技术、数字化纺织管理和商贸技术的发展，加快研发与行业发展相关联的物联网，云计算、智能化技术，促进可穿戴智能纺织品技术快速发展，以及适合纺织各个细分行业的 ERP 系统，纺织行业电子商务平台，服装企业集 CAD、CAM、CAPP、PDM 和管理营销网络为一体的通用系统平台，纺织工厂生产信息监测和管理系统等。

四、纺织产业科技战略需求

（一）我国经济社会发展趋势分析

根据全面建成小康社会的目标要求，到 2020 年，我国转变经济发展方式取得重大进展，在发展平衡性、协调性、可持续性明显增强的基础上，实现国内生产总值和城乡居民人均收入比 2010 年翻一番。科技进步对经济增长的贡献率大幅上升，进入创新型国家行列。工业化基本实现，信息化水平大幅提升，城镇化质量明显提高，农业现代化和社会主义新农村建设成效显著，区域协调发展机制基本形成，对外开放水平进一步提高，国际竞争力明显增强。2012 年底，美国国家情报委员会报告预测，2030 年前，中国将超越美国成为全球最大的经济体。因此，未来 5~15 年，在建成小康社会和走向全球最大经济体的进程中，我国经济社会的发展将面临一系列的变化，其中包括城镇居民人均可支配收入较大增长，人民群众更加追求美好生活的质量；城镇化率将进一步得到提高；劳动力年龄人口将减少，人口更趋老龄化；经济发展和资源环境的矛盾将依然突出，并制约经济社会的发展；各行业都将面临产能过剩，发展趋于饱和；全球的需求将继续趋于疲软等等。

（二）经济发展对纺织产业科技创新的需求

1. 纺织产业科技发展须支持产业走向高端化、品牌化

虽然目前我国人口“红利”时代面临结束，但我国庞大的人口基数，使得纺织产业即使在未来的几十年内也不可能转移到其他国家。纺织产业将长期是我国解决民生问题的支柱性产业之一。目前我国纺织产业整体依然在产业盈利曲线低端（图 1）徘徊，以资源环境弱化为代价而取得国际竞争力。未来 5~15 年，面对我国纺织产业由大走向大而强，破解产能过剩难题，以及我国城镇化发展中人民群众对更好就业的新期待等，纺织产业科技的发展一是要能够支持产业进一步增强品牌、设计、新产品研发能力，另一方面要进一步优化改善加工制造的环境和形态。因此纺织产业科技的发展必须要充分应用信息技术、生物技术、材料技术、环境技术等高新科技的演变，面对创新全球化所带来的机遇，加快推进行业的工业化与信息化结合，提高企业快速反应能力和产品质量，走高科技、高附加值的发展之路。纺织产业科技的发展必须要能够迅速将前沿基础研究新成果投入工程化产业化开发，缩短新技术开发周期，加快将我国纺织产业推向资金、技术密集型的产业形态。通过关键技术原创与工程化的大跨

度协同创新，大幅度提高我国纺织产品品质和附加值，引领产业在各层面的终端产品走向高端，整体提升我国纺织产业的非价格竞争力，进一步巩固和提高纺织产业的国际竞争力、扩大国内的需求。从而达到在推进纺织产业走向高端化、品牌化，大而强的同时，提供足够的人民群众所向往的就业岗位，达到支持国家经济发展、社会稳定、实力提升的目的。

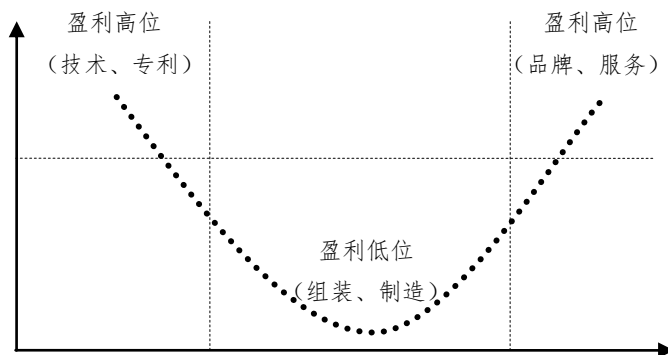


图1 产业盈利曲线

2. 纺织产业科技发展须支持产业走向高新技术集成化

随着发达国家纺织产业逐步形成衣着用、装饰用、产业用纺织产品各占三分之一比例的格局，国际上一方面重新定义纺织品不仅是服装、装饰、流行产品，而且是重要基本材料和工程材料，另一方面将纺织材料列入国家科技发展规划，不断进行纺织产业结构调整。在我国，纺织产业对国民经济的影响力系数达到1.25，对相关产业同样具有明显的拉动作用。事实上纺织产业已经成为战略性新兴产业的组成部分。目前新一代非民用消费品的纺织品在高效除尘节能环保制品、组织工程等生物医用制品、生物制造中的非粮原料纤维素纤维制品、风能发电等新能源用制品、新材料中的高性能复合材料等国家重点发展的战略性新兴产业领域的发展空间巨大。国际、国内未来若干年非织造材料、碳纤维、碳纤维复合材料的分布及需求量，以及我国目前包括纺织复合材料在内的复合材料发展状况见图2~图5。纺织产业的发展将更深地融入战略性新兴产业，以促进社会发展与人类进步。

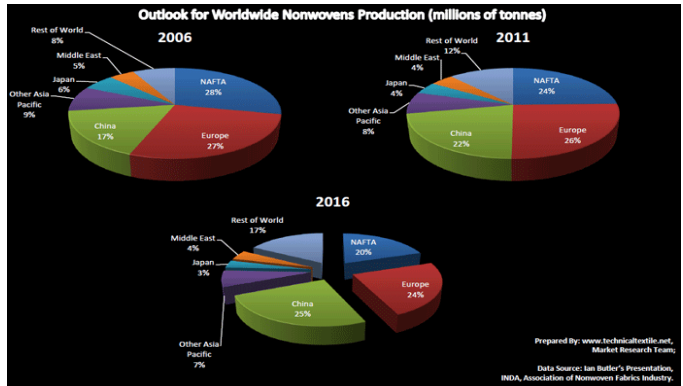
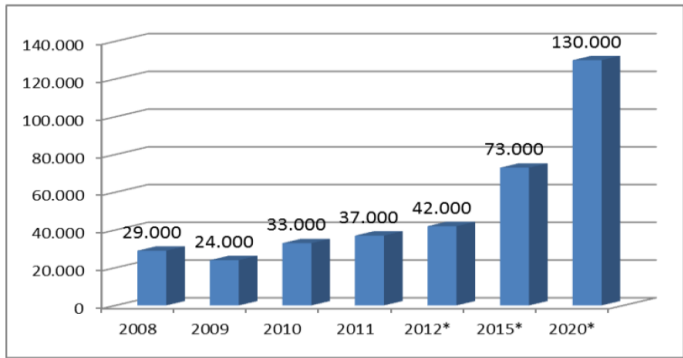
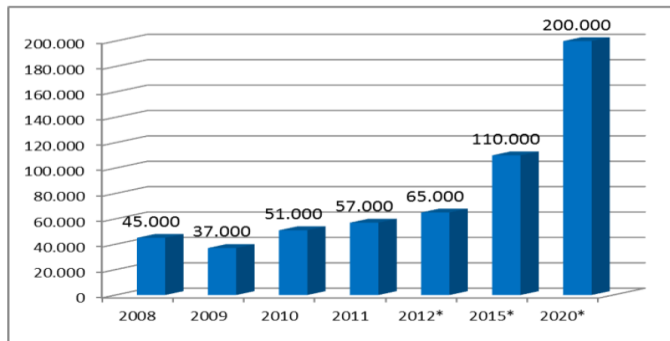


图2 世界非织造布产量分布比例变化



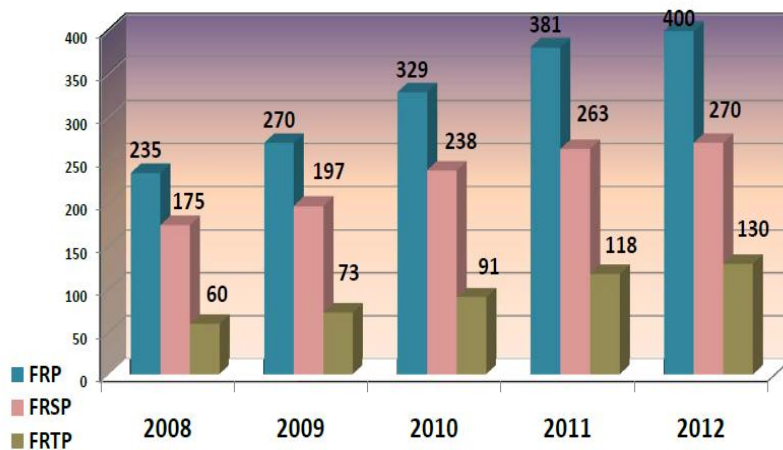
数据来源: AVK2012

图3 全球碳纤维需求量(吨)



数据来源: AVK2012

图4 2008~2020年全球碳纤维复合材料需求量(吨)



数据来源：中国复合材料行业协会 2012 年经济运行情况

图 5 2008~2012 年中国复合材料产量图(万吨)

图中 FRP 指纤维增强复合材料,FRSP 指纤维增强热固性树脂基复合材料,FRTP 指纤维增强热塑性材料。

因此,未来 5~15 年纺织产业科技的发展须能够支持开发完善碳纤维品种,并拓展碳纤维在民用如汽车行业、纺织行业领域中的应用;形成自主创新的芳纶、超高分子量聚乙烯纤维完整技术体系,打造具备国际竞争力的产业链条;建立具备自主知识产权的其他有机高性能纤维如聚酰亚胺纤维、PBO 纤维以及聚苯硫醚 (PPS) 纤维产业路线,形成国际领先技术,并不断开发完善其它有机高性能纤维品种;完善无机高性能纤维品种,解决无机纤维稳定化、连续化生产制备过程中存在的科学及技术问题,满足国防军工需求;研发和量产生物医用纺织品、多用途纺织复合材料、交通建设用土工复合材料、安全防护用纺织品等,在造福人类、优化产业结构、促进产业升级,给纺织业带来持续的发展动力的同时,支撑国家战略性新兴产业的发展。

3. 纺织产业科技发展须支持产业适应社会生态文明建设的需求

面对越益严重的环境压力和气候变暖影响人类生存环境,建设资源节约型、环境友好型社会,大幅降低单位国内生产总值能源消耗和二氧化碳排放,显著减少主要污染物排放总量是国家发展的必然选择。纺织产业的发展必须适应国家建设生态文明的需要,同时也必须重视纺织品的绿色和安全不仅影响到

消费者，也影响到“中国制造”的全球声誉，最终会影响中国纺织产业生存。为此，未来 5~15 年，纺织产业科技在纺织原料领域必须能够支持开拓新型纤维资源，发展生物基纤维新材料，促进我国现有生物基化学纤维企业的生产方式向清洁化、环保化、低成本、零排放方向转变。进一步加强废旧聚酯材料再生回收基础研究，提升再生纤维品质，提高市场占有率，形成再生纤维产业集群，并增强消费者对使用再生纤维产品的信心。开发超仿真化学纤维，节约农业纤维用耕地，发掘天然纤维潜能，缓解棉纤维、合成纤维原料不足的压力；在纺织染整领域必须进一步开发高效短流程前处理新技术、冷轧堆前处理等更加先进的加工技术，发展少水及无水印染加工等高新技术，为行业实现清洁生产、提高可持续发展能力提供技术支撑。同时必须在纺织品全生命周期的生态化概念下，加强增强染色牢度、生态环保染整原料和无害安全纺织化学品等绿色化染整新技术的研发，确保纺织品的高质量和环保、卫生、安全，破除发达国家对纺织产品的“绿色壁垒”，保证纺织产品在国际、国内市场上越来越受消费者欢迎。

4. 纺织产业科技发展须支持各层次人群对高品质纺织服装产品的需求

“衣食住行”衣为先，是人类基本需求。一方面，我国进入小康社会，城镇化的发展，居民收入持续增长，各类人群的衣着类消费都在增长，纺织服装消费市场结构发生明显变化，大众市场与高端市场分化，高端与低端市场规模都在扩大，而中端市场缩小。无论哪类市场都越益追求纺织服装产品的时尚化和功能化，而且人们对产品的健康舒适性更为重视。因此纺织产业科技的发展需通过提升设计，开发新款式，研发具有舒服、高档、保健、自然等新时尚的差别化纤维，开发各种新颖面料，提高纺织服装产品的品质和档次；另一方面，我国的纺织产业作为国际竞争优势明显的产业，其产品必须适应世界上大多数人口生活在发展中国家和不发达国家与地区这个现状。由此能够保证我国纺织产业的产能得到释放，并继续保持国际竞争的优势。满足全球几十亿人口不断增长的纺织服装产品量的需求，还应是高品质的和相应人群能够支付得起的终端产品，纺织产业科技的发展不仅要提供差别化、功能性高附加值纤维，多组分纤维面料，化纤仿真面料的染整技术以及纺织品特殊功能整理技术，实现产品的多元化、个性化等，还要提供能够支持产业的高效率、量产化、低成本、高品质的技术工艺、装备和原材料；再者，应对未来社会人口的老龄化趋势，

以及人类对健康、安全更加关注的趋势，纺织产业科技的发展还将通过进一步发展阻燃、抗熔滴、抗菌除臭、排湿吸汗、耐高温等功能性纤维，以及提升非织造材料、膜材料，研发可穿戴的智能型纺织服装产品等，服务民生，并改善和影响未来人类生活。

5. 纺织产业科技发展须支持产业开拓未知领域

所有的科技发展其本质都是创新，开拓未知领域是科技创新的重要目的。开拓纺织产业科技的未知领域，提高纺织产业科学技术水平，进而以纺织产业科技带动纺织产业的创新发展，进一步提高对国民经济的增长的贡献和促进作用。因此，未来 5~15 年纺织产业科技的发展必须重视对纳米纺织科技等原创性、基础性、尖端性、前沿性、理论性研究，重视对事物本质（如机理、结构）的研究，如此才能有突破性和革命性的发现，从而形成纺织产业根本性和颠覆性的创新，支持我国纺织产业以独特的竞争力持续发展，使我国纺织产业科技达到引领世界的新高度。

总体上，未来 5~15 年，我国纺织产业须遵循科技发展趋势、瞄准国家需求，确立纤维新材料关键技术、先进纺织加工关键技术、生态染整关键技术、现代服装产业关键技术、高端纺织装备关键技术、纺织信息化关键技术，以及纺织产业经贸及管理关键技术科技创新方向。以关键技术交叉融合集成创新，突破纺织产业受资源环境约束严重、新兴产业用纺织品技术弱、整体产品附加值低等瓶颈性问题，以及产业整体形态尚处于劳动密集型的问题，强有力地支撑我国纺织产品走向高品质、高附加值和高性能、多功能，纺织产业走向生态、绿色、低碳，数字化、智能化，整体实现大而强，并在一些领域实现引领世界。

五、发展战略定位与目标

（一）我国纺织产业科技创新发展战略定位

纺织产业作为我国国民经济支柱产业、重要的民生产业、国际竞争优势明显的产业，以及战略性新兴产业组成部分和民族文化重要载体，未来 5~15 年仍然有巨大的发展空间。为支撑纺织产业持续发展，须大幅提升纺织科技原始创新、自主创新能力，发展战略定位为：适应国家经济、社会、国防发展重大需求，以及人民生活、市场模式重大变迁，聚焦纤维新材料技术、先进纺织加工技术、生态染整技术、现代服装产业技术、高端纺织装备技术、纺织产业信息化技术以及纺织经贸管理技术领域开展持续创新；提升我国纺织产业科技水

平整体达到国际一流和国际领先，引领我国纺织产业由劳动密集型、资源消耗型走向技术密集型、资源节约型、环境友好型，实现“价值导向”型的战略转变；支撑我国 2020 年实现纺织产业大而强，2030 年实现纺织科技引领世界。

（二）我国纺织产业科技创新发展战略目标

紧紧围绕国家经济社会发展的战略需求，发展高性能、多功能、多元化、低碳化纤维材料产业，高品质、高附加值、高效率纺织加工产业，生态化，绿色化、低消耗、多功能染整加工产业，功能化、个性化、智能化、品牌化服装设计和加工产业，以及光、机、电一体化，数字化、智能化纺织装备，流程可视、即时可控，物联网、云计算管理和营销，行业生产、管理、营销整体信息化的原始创新和自主创新核心新技术：

1. 加强纺织科技应用基础研究

加强纺织产业关键技术原理、机理、机制等应用基础研究，开展跨领域、跨学科的交叉融合，集成现代生物、信息、纳米、新材料等新技术，创新纺织科技基础研究体系，支撑纺织产业科技持续创新。

2. 大幅提升我国纺织产业科技原创和自主创新能力

开展原创性和自主创新的纺织产业关键领域核心技术研究，形成我国原创和自主创新的纤维新材料、先进纺织加工、生态染整、先进服装设计与加工、新兴产业用纺织品、高端纺织装备、纺织信息化核心技术。

3. 大力推进纺织科技创新成果工程化、产业化

我国原创和自主创新的纺织产业关键领域核心技术成果在主要纺织企业加快实施工程化和产业化，主要纺织企业新技术国内原创和自主创新的比例显著提高。

4. 完善纺织科技创新体系

在国家层面布局建设一批面向纺织产业各领域基础研究、工程技术研究的重点实验室和工程研究中心，建成纺织国家实验室，统领我国纺织科技创新，整体完善我国纺织产业科技支撑体系。

5. 加强纺织科技人才队伍建设

加大纺织科技领军人才队伍建设，推进纺织科技创新团队建设，加强纺织科技人才培养，构建高素质、国际化、多层次的纺织科技创新人才体系。

总体上我国纺织产业科技水平 2020 年达到国际先进或国际一流，2030 年

达到国际先进或国际领先。以纺织产业科技创新支撑我国纺织产业突破瓶颈制约，加快纺织产业走向生态、绿色、低碳，数字化、智能化，向新兴产业领域深度拓展，为实现我国纺织产业的大而强提供强有力的支撑，进一步提高纺织产业对国民经济发展的贡献度。

六、发展战略重点

(一) 纤维新材料科技创新重点

未来 5~15 年，纤维新材料科技创新重点瞄准高性能纤维制备及应用、新型功能纤维的高效开发、生物基纤维的低成本与高附加值、纺织纤维的资源再生循环利用、纳米纤维的制备与应用。

1. 突破高性能纤维制备及应用关键技术

(1) 碳纤维。开发聚合、纺丝、氧化碳化及分析表征新方法或新途径，开发新体系，开展高性能化、低成本化、高稳定化的基础和应用基础研究，针对碳纤维制备过程中的质量稳定化技术、性能提高关键技术、连续生产技术等关键问题，开发适用于不同领域需求的碳纤维生产线。

(2) 有机高性能纤维。深入研究有机高性能纤维成型与控制机制，结合应用领域对产品性能的具体需求，重点研究有机高性能纤维制备过程中的质量稳定化技术、性能提高关键技术等，从原料、结构设计以及制备工艺等多方面实现有机高性能纤维性能的优化。进一步突破芳纶、超高分子量聚乙烯纤维稳定化生产关键技术，提升纤维性能；开发新型有机高性能纤维，满足国防领域及民用领域需求。

(3) 无机高性能纤维。深入研究无机高性能纤维微结构设计与控制机制，结合应用领域对产品性能的具体需求，在建立完善无机高性能纤维试验基地的基础上，重点研究无机高性能纤维连续、稳定制备技术，从结构设计以及制备工艺等多方面实现无机高性能纤维性能的优化。进一步突破无机高性能纤维连续、稳定化生产关键技术，提升纤维性能；开发新型无机高性能纤维，满足国防领域及民用领域需求。

2. 突破新型功能纤维关键技术

(1) 大容量聚酯熔体装备研发及制备技术。开发在反应器内部设置点阵式多处气相热媒供能装置，实现高效高均匀传热；开发超大型酯化反应釜。采用多次分段回火，表面渗氮控制技术；解决大容量与柔性化、差别化的矛盾，

形成自主知识产权的超大容量聚酯长丝柔性化生产关键技术。

(2) 高仿真全流程成型技术。建立数字化研究平台与纺丝技术数字化平台，实现全流程数字化控制。以熔融纺丝仿真工程模型为指导，开发聚酯微量改性、自洽环吹风冷却工艺与装置、高温高剪切挤出、缓冷与高温冷却纺丝等关键技术。

(3) 多重改性技术为一体开发体系。集微量添加、有机无机原位共聚合、管道在线添加、纤维形态调控于一体的改性体系对通用纤维进行综合改性，形成高品质差别化功能化的制备技术。利用多重改性手段对通用纤维进行综合调控，形成高品质差别化功能化纤维制备技术。

聚酰胺纤维高效连续生产关键技术体系。解决功能纤维功能性无机粉体的表面多重修饰技术，己内酰胺 CPL 原料不足，染色技术以及研究低纤度锦纶高速纺丝与加工过程控制技术。自主开发锦纶原料的合成技术、锦纶纤维复合及改性技术、锦纶高效连续的纺丝技术、锦纶制品技术等，实现锦纶 66 纤维生产逐级优化。

3. 开发生物基纤维低成本、高附加值关键技术

(1) 新型纤维素纤维。开展原创性的离子液体法、碱/尿素法等基础研究，开发具有国际领先水平的新型纤维素纤维制备技术，实现规模化稳定生产。进一步开发纤维素原料制备技术，利用生物合成技术合成细菌纤维素等，加大我国富产的甘蔗渣、竹、芦苇等纤维素资源的利用效率。采用溶剂法清洁化生产工艺生产新型纤维素纤维，包括 Lyocell 工艺法、离子液体法、碱/尿素等，在一定程度上替代粘胶纤维。开发热塑性纤维素原料，实现纤维素衍生物熔融纺丝。

(2) 生物基聚酯纤维。开展原创性的聚对苯二甲酸多组分二元醇酯(PDT)和 3-羟基丁酸酯和 3-羟基戊酸酯共聚物(PHBV)纤维等基础研究，提升我国生物基聚酯纤维科技的国际竞争力。开发具有国际领先水平的生物基聚酯纤维制备技术，实现规模化稳定生产。突破生物基纤维非粮食原料低成本制备、用生物基纤维替代大品种石油基合成纤维、生物基合成纤维制备过程的低成本化等系列关键技术。

(3) 海洋生物基纤维。开展壳聚糖、海藻酸纤维等基础研究，形成具有原创性产业化技术，提升我国海洋生物基纤维科技的国际竞争力。开发纯海洋

生物基纤维、海洋生物基复合纤维、改性海洋生物基纤维，掌握具有国际领先水平的海洋生物基纤维制备技术，实现规模化稳定生产。

（4）生物蛋白质纤维。开展原创性的大豆蛋白纤维、乳酪（牛奶）蛋白复合纤维、蚕蛹蛋白复合纤维等基础研究。开发具有国际领先水平的生物蛋白质纤维制备技术，实现规模化稳定生产。利用生物工程和转基因技术，实现蜘蛛牵引丝（拖丝）蛋白质的高效低成本生产和纺丝加工，生产医疗用和防护用超高强化学纤维。进一步支持转基因桑蚕丝天然彩色品种扩繁及工程化应用和特种专用性能纤维研发。

4. 研发废旧纺织品资源再生循环利用关键技术

建立废旧纺织品、塑料等回收与资源化体系，调整化纤再生与循环产业结构与原料构成，大幅度提高优质产能与再生专用纺织品比例，促进化纤再生与循环骨干企业发展。

推进再生循环技术创新，建立以高品质、功能、低能耗为特征的新一代化纤循环产业体系；提高节能减排能力，缓解再生化纤与纺织行业发展中积累的资源和环境矛盾；制定行业标准，规范我国化纤循环产业；进行品牌建设，提升企业信誉，推动化纤循环产品消费。

5. 突破静电纺纳米纤维关键技术

（1）纳米纤维稳定宏量制备。基于现有纳米纤维制备技术与宏量中试研究基础，结合宏量制备关键技术瓶颈的突破创新，开发适用于不同规模需求的静电纺纳米纤维生产线。开发具有国际领先水平的纳米纤维宏量制备生产线，实现纳米纤维的规模化稳定生产。克服静电纺纳米纤维宏量制备关键技术瓶颈，包括射流组的可控固化、纤维质量的稳定控制、生产线各系统的自动化集成。

（2）纳米纤维过滤材料。深入研究静电纺纳米纤维过滤膜结构成型与控制机制，结合应用环境的对产品性能的具体需求，从原料和结构两方面实现对静电纺纳米纤维过滤膜综合应用性能的优化。进一步开发耐高温、耐腐蚀、长寿命过滤材料，提高静电纺纳米纤维的可加工性能，分别满足高温、高粉尘量、高酸性、高氧化性等气体的过滤需求。研究纳米纤维过滤膜结构与过滤性能的构效关系，调控纳米纤维生产过程，实现产品性能的稳定可控，满足不同类型空气过滤的需求。

(3) 纳米纤维防护服材料。从纳米纤维本体功能化改性出发，调控聚集体孔道结构，构建织物功能层；根据所应用领域对于面料性能的不同需求，进行设计优化，建立数据库。开发多功能集成（拒液、透湿、隔热等）的静电纺纳米纤维防护面料，为研制新型防化服、消防服、抢险救援服、矿工防护服等产品提供面料。掌握纳米纤维膜三维曲孔结构的构筑与调控规律，优化纳米纤维功能层与常规纤维织物的复合工艺，保证功能层应用性能的稳定性。

6. 拓展工程用纤维应用领域

国产高等级工程用纤维替代进口产品，扩大出口；充分认证纤维的应用特性和工程应用指标，扩大应用面；开发设计专用技术装备，提供安全可靠稳定的产品。

(二) 高端纺织装备技术科技创新重点

1. 加强支撑高端纺织装备研发的基础理论研究

(1) 高端装备动力学、可靠性技术等基础研究。开展与高端纺织装备的高速化、可靠性和稳定性相关的机械动力学、机械振动、可靠性技术、摩擦学等基础理论研究。

(2) 纺织加工过程柔性体与刚体或流体的相互作用机理。开展纺织加工过程中，纤维、纱线、织物等柔性体与刚体或流体的相互作用机理等研究；开展纤维材料成型理论、纤维在梳理过程中的应力应变特征、成纱机理等研究。

2. 发展高端纺织装备的数字化、智能化技术

(1) 纺织装备中的专用传感器。研究纺织装备专用新型传感器的检测原理和方法，实现纺织机械装备动态运行状态的有效监测。

(2) 纺织装备的多电机协同控制技术。研发“电机—机械—纤维—织物”构成的复杂机电系统动态特性、适合于频繁启停运行模式下的高效新型电机及其驱动技术、带有能量回收功能的多电机协同控制技术、多电机协同控制所带来的电网冲击和安全问题等。

(3) 纺织机器人技术。研发穿经机器人、落轴机器人、挡车机器人和织机搬运机器人、袖口及立体缝制机器人等。

(4) 纺织装备分布式网络监控技术。研究各种纺织装备的监控需求，了解各种现场总线技术的特点，以及最新的基于分布式网络的控制技术，实现通讯的标准化以及分布式网络控制技术水平的进一步提升。

3. 提升纺织机械关键零部件和专件制造与强化关键技术

(1) 纺织装备关键零部件精度控制技术。研制具备加工精度高、效率高、适应性高的数控专用设备和工装；研究高效光整技术，开发实用性的光整设备或装置；研究复杂薄壁零件和难加工材料的加工工艺；研究表面光整技术，研制针对不同工况的光整设备；研发高性能专用检验仪器。

(2) 纺织装备关键零部件表面强化技术。开展针对工况条件的纺织材料与零部件表面之间的摩擦、磨损、以及腐蚀机理研究；针对不同专件，开展化学热处理、可控功能性镀覆、镀膜技术、喷丸强化等研究；研究过纱零部件、器材表面处理技术；研究薄壁零件热处理技术，解决纺织专件加工、热处理变形问题，提高尺寸稳定性和精度；研究针对某些专件的化学热处理、复合热处理技术和装备。

(3) 新材料在纺织装备关键零部件上的应用技术。研制纺机零部件专用材料；研究各种新材料在纺织装备关键零部件上的应用技术；研究复合材料在纺织机械上的应用；工程陶瓷材料在纺机零部件和器材上的应用；通过改进化学热处理和复合热处理工艺，拓展中、高合金钢的应用范围。

4. 创新纺织装备设计制造技术与手段

(1) 基于信息化架构下的智能化、数字化高端纺织装备设计制造。开发面向产品全生命周期的、网络环境下的数字化、智能化创新设计方法及技术，计算机辅助工程分析与工艺设计技术。

(2) 碳约束下的纺织装备可持续绿色设计。开展纺织装备新材料开发与试制、产品结构的机—电可替代设计、产品机电解耦设计、面向可回收的产品全生命周期设计。

(3) 纺织装备的物联网设计。研究 RFID 技术，将物联网技术与装备智能化技术密切结合，提高纺织装备自身的自动化水平，加强机台之间、前后工序之间的连接，提升多装备生产线整体上与互联网融合的能力。

(六) 纺织产业信息化技术科技创新重点

1. 发展纺织生产过程全流程集成技术

(1) 数字化纤维全流程生产技术。攻克化纤加工工艺流程长、控制难、产品质量波动大的瓶颈难题，结合纤维聚合、纺丝、水洗、牵伸、氧化碳化、后处理等具体成形单元过程，建立化纤工艺参数的软测量模型，及时准确地获

得某些无法直接测量的关键参数。研究新一代机器视觉智能检测技术和连续化均匀化和稳定化的生产过程控制方案，采用先进控制与复杂工业流程优化方法研发网络化的过程控制系统、生产工艺执行系统、生产计划优化系统和全流程供应链的资源管理系统。

(2) 数字化智能化纺织加工技术。要以高速高效、高灵活性、高品质和节能环保为目标，开发和研究新型数字化智能纺织技术，实现各工序生产设备的数字化智能控制，各种纺织品及设备的在线自动检测，纺织品设计的数字化以及生产经营管理产业链全过程的数字化智能管理。研究利用现场总线技术的控制系统提高设备的计算和通讯能力，实施生产过程的集成控制。开发数字化、智能化的成套设备。这个是纺织企业进步和市场发展的需要。在信息化普及的今天，一些以传统加工技术维持低成本竞争优势的企业，将不得不重新审视自己，制定符合自身企业长期发展的新战略。考虑如何将新技术应用于产品中，并使设备性能效果更好，而且成本更低，或者是为新技术寻求新的应用领域。

2. 突破智能化纺织服装设计与制造技术

(1) 数字化纤维工艺设计与制造技术。建立基于知识与机理融合的复杂生产过程的稳态与动态模型。研发通用纤维加工工程全流程数字化生产集成系统，开发化纤工艺数字化集成软件，动态模拟纤维加工成形过程，优化生产工艺，实现纤维成形过程的优化与控制一体化；研究三维纺织复合材料的可视化虚拟编织技术，开发可视化三维虚拟编织的软件，实现三维纺织复合材料的可视化虚拟编织，加工装备的智能控制；建立基于物联网的在线数据采集系统，挖掘化纤工艺流程对纤维结构性能的关联机制，实现化纤生产向高效、节能、降耗、减排以及大容量、差别化、柔性化、多样化方向发展。

(2) 数字化纺织工艺设计与制造技术。研究设计知识的自动获取、组织、表达、集成和使用，实施织物服用性能的质量预测，建立预测分析模型，用预测结果逆向指导纺织设计过程的决策；建立纺织品全球化质量标准体系，实现数字化纺织品的网络化质量评价和测试。

(3) 数字化服装设计与制造技术。加快数字化与智能服装技术在服装产品设计、制造、使用及回收利用等全生命周期中的应用，开发新型绿色服装制造技术和节能降耗技术，形成高效、节能、环保和可循环的新型服装制造工艺，使服装行业资源消耗、环境负荷水平进入国际先进行列；大力开展智能服装中

柔性电子产品植入服装的方式、技术及加工设备的研究，将微电子技术、信息与计算机等技术结合在服装的结构设计和加工中，开发功能性、智能化的服装产品。

3. 开发面向服务的智能化纺织服装管理和商贸技术

发展面向生产制造层面的制造执行系统（MES），面向企业管理层面的以 ERP 和 RFID 为核心的纺织企业信息系统的集成应用，面向供应链和行业宏观决策层面的纺织宏观经济决策支持和知识库系统，面向服装产品专业市场的电子商务服务平台，面向服装营销管理的物联网系统；以节省成本，提高产品质量和劳动生产率，缩短产品开发周期，提升纺织企业的运行管理水平和竞争力，以及应对快速、个性化时尚和品牌构建，适应不同纺织企业不同管理特点的个性化需求为目标，构建纺织企业信息系统、电子商务服务平台、纺织宏观经济决策支持和知识库系统，并将不同生产类型的生产活动的共性内容作为管理系统的基础功能模块，构建可重构的纺织业管理系统。

七、重大专项建议

（一）新一代高性能纤维

1. 新一代碳纤维

以工程技术为核心，集成聚合纺丝等新技术，实现通用级碳纤维低成本规模化生产。探索超高分子量、高粘度、高浓度凝胶法纺丝制备高性能 PAN 原丝新途径，高取向度，细径原丝的制备；预氧化、碳化、石墨化处理搭配技术及相关设备的研究，开发相当 T1000 及以上高性能碳纤维品种，填补国内空白；研究超高分子量冻胶法以及凝胶纺丝及其凝固扩散动力学、缺陷控制等机理；开发相当 M55 及以上纤维，相当 T700、T800 等的木质素碳纤维。

2. 新一代无机高性能纤维

研究 SiBN 前驱体聚合物分子结构设计、合成与表征、惰性气体保护纺丝，专用设备、高温陶瓷化及其微量碳去除等关键技术，建立前驱体批量制备、公斤级纺丝、连续裂解等装备，改性先驱体和优化生产工艺以降低纤维中 C 的含量；改善无机转化法制备的 BN 纤维，解决由气-固非匀相反应导致的成分不均以及 B₂O₃ 原纤维的吸潮问题，提高 BN 纤维力学性能和介电性能的稳定性。加快 BN 和 SiBN 纤维新研发，探索新的可熔融及非湿敏的先驱体，优化先驱体的不熔化和氮化处理工艺，以及对陶瓷转化过程中的化学和组织结构变化的

研究等。进一步提高纤维的力学、界面相容性等性能。通过纤维表面活性基团钝化，表层成分优化及纤维形貌平整化等表面改性，提高纤维的耐环境性和性能稳定性。改善纤维在透波复合材料中的使用状态，充分发挥纤维的增强作用，提高透波纤维的应用价值。

3. 新一代有机高性能纤维

研究并掌握芳杂环有机高性能纤维制备及产业化应用关键技术。研究解决溶剂体系、熔融单体的精密计量、高速混合器、双螺杆聚合反应器中反应条件的控制等关键技术；研究纺丝液制备、脱泡、纺丝速度、凝固液配置、干喷湿纺纺丝工艺以及纺丝组件及设备等因素对成丝质量的影响，突破纺丝原液高效脱泡，高速稳定纺丝关键技术；研究溶剂回收技术和装置，建立回收体系，降低水分含量，提高回收率，满足回用要求。

(二) 生物基纤维材料新资源

再生纤维素高效清洁化生产技术与装备集成化开发、生物基合成纤维制备与产业化技术开发等。研究新型生物基纤维（新型纤维素纤维、生物合成纤维、海洋生物基纤维和生物蛋白质纤维等）生化原料及纤维制备的工程化产业化核心技术。

建设生物基合成材料及化工原料生产基地。围绕生物基合成材料及原料产业规模化发展，降低生产成本，建设年产十万吨级生物基合成材料及化工原料生产线。取代现有合成纤维，包括服用和产业用纤维材料，提高我国纤维原料生物质碳的比例，降低合成纤维对石油的依存度。研究国内外最新聚合、纺丝及多领域应用技术，实现产业化突破。

以生物法 1,3-丙二醇（PDO）、乙二醇、1,4-丁二醇（BDO）等为重点，实现产业化突破，形成多元醇的规模化、产业化生产和应用。研究生物基聚酯聚合反应机理及动力学，高效短流程聚合工程及稳定性控制技术，突破生化法聚对苯二甲酸丙二醇酯（PTT）、聚对苯二甲酸多组分二元醇酯（PDT）聚酯及纤维产业化成套装备、工程化技术及其制品生产技术。通过聚丁二酸丁二醇酯（PBS）聚合机理以及增粘技术的研究，提高 PBS 的相对分子量，建设丁二酸及 PBS 产业化生产线。开发服用和产业用聚乳酸（PLA）纤维材料，包括研究开发能够取代涤纶纤维作为针织、机织物防装面料的聚乳酸纤维新品种；取代丙纶在卫生无纺布、汽车材料等产业用的聚乳酸纤维新品种。重点建设聚乳酸

单体及聚合物、生物长链二元酸、戊二胺、锦纶 54、锦纶 1212、锦纶 12T、生物基多元醇、生物基聚氨酯的规模化生产线。建设万吨级以上以非粮生物质资源等为原料，生物基烯烃、丙烯酰胺、氨基酸、柠檬酸酯等生物基化工原料的产业化和应用示范生产线。加快建设芒草、菊芋等非粮生物质能源作物的种植与加工研发与产业加工基地。

建设生物基再生材料示范线。围绕再生纤维素纤维的资源化、连续化、低成本化、功能化，建设万吨级麻纤维绿色加工新技术及产业化生产线，形成单线产能 3~5 万吨/年示范工程；建设高性能竹浆纤维产业化生产线，形成 20 万吨生产规模；建设绿色制浆及浆纤一体化及应用，形成年产 20 万吨生产线；建设万吨级 Lyocel 纤维生产线，形成 10 万吨生产规模。建设千吨到万吨级海藻、壳聚糖、甲壳素/纤维素复合纤维及功能材料生产线，溶剂回收能耗降低 50%，综合能耗下降 50%，水耗下降 50%，COD 排放下降 50%，纺丝效率提高 200%。建设万吨级超细特种动物毛蛋白粉体的制备及纤维素/蛋白复合纤维产业化能力。

（三）高品质、高附加值、高效率纺织技术

1. 新型功能纤维制备及产业化应用技术

在大容量聚合熔体直纺基础上，开发多重在线添加、泵前注入与均匀输送模块，满足熔体直纺工艺生产小批量、多品种、高品质改性需求；开发单板多孔、单板双头、双头双排等紧密纺丝组件与冷却成形模块与控制技术，适应细旦多孔、细旦（低总纤度）等不同规格节能高效工程制备，实现不同旦数、不同孔数、不同孔型的柔性化调控，突破现有化纤工艺与装备刚性设计瓶颈，满足市场 98% 以上产品高品质低能耗生产要求；开发 wings、无油低油牵伸、ITY（POY 与 FDY 混纤）等模块，调控纤维理化性能与品质，实现节能与清洁生产；开发物流和信息自动化软件，实现大容量多批号产品的信息自动化及产品可追溯性。通过本技术体系开发，聚酯与纤维柔性化大幅提升，平均加工能耗降低 20%，差别化纤维的优等品率提升 30%。

2. 新型纺织加工工艺和装备技术

主要包括新型高效低耗纺纱关键技术研究、全成型针织关键技术、高性能非织造技术及相关的装备技术等。研究新型纺纱过程技术和过程质量检测、预报和监控技术；气流场和力场的耦合控制技术；纱线结构参数和纱线性能预测

件数；研究纺织品功能设计理论及方法，面料各项基本物理性能与形态风格、光泽、手感、各项功能的关系，及其与原料性能和纺织工艺的关系；天然、差别化经编服装面料开发的关键技术研究，对经编生产工艺流程，如纱线前处理、整经机机构及工艺、经编机关键机构、经编织物组织结构设计、以及后整理加工工艺等进行技术创新改造，以达到对具有各种健康保健、功能舒适性的新型纱线原料进行经编服装面料加工开发的要求；研发全自动转杯纺纱机、喷气织机，粗细联、细络联系统，以及新型针织机械。

（四）低碳绿色纺织技术

1. 再生循环纤维技术

废旧纺织品高效分离分级技术、化学法聚酯降解及重聚关键技术等。结合废旧纺织品回收过程中面临的瓶颈问题，对废旧纺织品纤维回收技术路线进行优化、设计，结构系列关键技术的突破，设计并建设出国际领先的废旧聚酯制品回收再生生产线，提高回收利用率；针对不同应用领域的需求，设计开发循环梯度，对废旧制品分级回收利用，拓宽再生制品应用领域，提升市场份额，形成产学研一体化的废旧聚酯再生产业模式。

2. 纺织品的生态设计、评估与控制

（1）纺织品全生命周期评价（Life Cycle Assessment）。通过能值分析与碳排放分析工具，对纺织品进行原材料提取和加工、产品制造、运输和销售、产品使用、再利用和维护、废弃物的再生利用和最终废物的处置等全生命周期的评价。

（2）纺织品的生态制造。结合生命周期评价与工业代谢理论，以自然生态和环境资源保护为核心，全面采用具有生态特征的原料材料、低碳、低污染排放等清洁生产技术，进行优化的生态设计，改变企业的传统生产方式，使未来的主导产品成为生态化产品。

（3）纺织品的生态控制。建立纺织品生态设计及其生态附加值估算方法标准体系，通过碳交易、水交易、污染物排放交易等市场价格系统，根据产品的生态效益与经济效益的相互关联程度，通过市场价格体现生态资源的价值，控制纺织品生命周期内各个阶段的生态指标，促进整个产业的可持续发展。

（五）新兴产业用纺织品设计制造及应用

1. 纺织复合材料技术

低成本、高性能特种预成型体编织技术、高性能纺织结构柔性复合材料技术等研发。研究低成本、高性能纺织结构复合材料工程化、产业化核心技术，深入研究纺织结构复合材料预成型体缝合技术、纺织结构复合材料预成型三维机织技术、三维编织技术、针织及多轴向经编技术、纺织结构复合材料成型技术和设计技术等关键技术；研发纺织结构复合材料的核心技术与装备，为纺织结构复合材料及新材料的产业化提供支撑。

2. 生物医用纺织品技术

轻量化多尺度结构补片成型设计与加工方法、多功能医用敷料的结构设计与成型等的研发。研究能够积极参与伤口愈合的多功能医用敷料的结构设计与成型，基于微纳界面及电纺技术的载体添加形式及可控释放作用机制，多元复合成型结构的产业化工艺与应用评价；研究具有轻量化多尺度结构补片的成型设计与加工方法，典型补片的防粘连机理与功能复合机制，通过结构成型设计实现其降解性能的智能控制，形成人体典型部位修复补片的产业化工艺路线；研究具有多分叉结构特征的梯度结构小口径人造血管的设计与成型加工，实现精细化加工与智能可控成型技术的突破。研究人造血管的功能化处理技术，实现体内的抗凝与促内皮化等功能；研究多重、多元、多尺度结构精细化加工与智能可控成型关键技术及装备，结合生物医用纤维的物理特征，形成工艺加工参数设计与优化，为适应低强力生物医用纤维的加工性，多集合纤维加工的张力控制与稳定性，提高生物医用纺织制品成型的均匀性、完善生物医用纺织品的功能性提供技术支撑；研究医用纺织制品成型加工的原位功能复合整理技术与工艺，实现辐射和纳米改性等技术集成创新，形成功能性界面复合整理工艺路线；研究生物医用纺织品的人工结构化特征与成型设计，探讨其对服役环境的适应程度与性能演变，评估生物医用纺织品结构随服役时间推移的老化机理及对作用环境的影响。

3. 纳米纤维纺织品技术

纳米纤维宏量制备关键技术、纳米纤维产业化应用关键技术等。研究高性能、多功能纳米纤维工程化、产业化核心技术，深入研究纳米的结构多样性和复杂性对纤维成型与性能的影响，形成精确控制和优化纳米纤维的核心技术推进纳米纤维的规模化生产技术与装备的开发进程，建立纳米纤维加工的产业集群；深入研究无针纺丝非织造技术的制备技术及成型机理，为纳米纤维的批量

化生产提供理论基础；系统研究异形纳米纤维的成型机理，掌握制备具有不同次级结构纳米纤维的成型技术；研究纳米纤维在组织工程、药物控释、创伤修复、过滤、个人防护、传感器、催化剂、储能材料等重要领域的应用潜力，为不同领域的应用提供具有不同次级结构异形纳米纤维的个性化解决方案，推进其产业化应用进程。

4. 防护服装技术

高性能防护服装构成设计原理与方法、高性能防护服装加工技术、高性能防护服装综合性能评价等。深入开展防护服装研发理论研究包括应用需求分析与功能设计手段的搜集和筛选，开发集成设计新技术、防护服装的构成设计与加工技术，建立防护服装功能综合评价体系，包括检测方法与评价标准的研制，突破产业化关键技术。重点研究采用芳纶、聚酰胺纤维等高性能纤维，开发耐高温阻燃面料。提高防弹、防刺、防穿刺服装的综合防护性能。提高防护纺织品的智能化水平。

（六）高端成套纺织装备

1. 化纤长丝数字化、智能化生产成套装备产业化

研究实现差别化、功能性纤维生产的在线添加技术；研究纺丝工艺参数数字化控制技术；研究高速卷绕头与计量泵联动的闭环数字化控制技术；研制从纺丝、卷绕、自动落筒、智能识别、分类、包装、传输、堆放、仓储全流程的智能化控制系统。

2. 智能化纺纱成套生产线

实现粗细联合系统的产业化，提高全自动集体落纱的准确率、稳定性、自动化水平和控制精度；实现细络联合机的产业化，提高联机系统的控制精度、络筒机的效率和可靠性；开发适合于纺纱工艺流程的搬运机器人和物流输送系统；利用检测技术、网络化技术和数据库管理技术，结合区域物流信息化系统，对纺纱全流程的多机设备进行网络化智能优化调度，将清梳联、粗细联、细络联及条筒、精梳小卷输送进行系统集成，建立智能化纺纱工场。

3. 建立智能化纺纱工场

研究高动态高精度电子横移技术、全闭环恒张力电子送经和牵拉技术；开发多机台智能控制技术，位置、动态张力、测速传感器和 RFID 装置；研制经轴智能调度系统，织物自动落布与传输系统；研究成衣自动化包装技术，开发

成衣自动包装装备，形成经编成衣生产、分级、包装智能管理；实现经编生产的工艺参数自动调节、质量在线检测、生产数据实时采集和故障远程诊断。

（七）纺织全流程数字化与智能化

1. 纺织生产过程全流程集成技术

（1）数字化纤维全流程生产技术。构建规模化生产连续性与均匀性和稳定性的过程控制系统，形成纤维加工过程全流程数字化集成系统。

①化纤生产流程的先进控制与检测技术。采用先进控制方法，研发网络化的过程控制系统，通过化纤工艺参数的软测量模型，及时准确地获得某些无法直接测量的关键参数。研究新一代基于机器视觉的智能检测技术，开发满足喷丝孔检测的检测仪器。通过在线故障检测，预测维修等新方法监控生产设备，保持化纤规模化生产的连续性、均匀性和稳定性。

②纤维加工过程全流程数字化集成。综合工艺执行系统、生产过程控制系统、设备监控系统、生产计划优化系统和全流程供应链的资源管理系统，实现纤维加工工程全流程数字化集成。实施全流程生产模拟软件与实际生产过程的并行运行，实时通讯，并通过事件驱动与智能系统的应用，实现生产参数的在线优化与调整，并提供生产过程分析、产品质量预测、生产计划与企业决策的功能。

（2）数字化智能化纺织加工技术。研究纺织工序连续化技术，开展纺织生产流程中的物流机器人系统技术与应用。

①纺织工序连续化技术。针对纺织加工对象的特殊性，开发纺织专用传感器，实现异纤检测、棉条（网）均匀度检测、断纱（丝）自停、张力检测、色差检测、浓度检测、疵点检测的精确化和智能化；实现粗细联合系统的产业化，提高全自动集体落纱的准确率、稳定性、自动化水平和控制精度等；开发纺纱生产、环境的自动监控系统，提高纺纱生产的质量和稳定性。结合区域物流信息化系统，对纺纱全流程的多机设备进行网络化智能优化调度，将清梳联、粗细联、细络联及条筒、精梳小卷输送进行系统集成，建立智能化纺纱工场。

②纺织生产流程中的物流机器人系统技术与应用。开发适合于纺纱工艺流程的搬运机器人和物流输送系统，如条桶、精梳小卷输送系统；开发棉条、粗纱、细纱、络筒工序中的自动接头机器人；研究基于机器视觉的漏纱、次纱、废纱、织物疵点的检测方法，以及具有工序切换或补给功能的柔性化机器人技

术；研究柔体包装对象传输的实时控制、柔-固耦合机理及动态张力控制，气动多执行单元伺服控制与协同控制，针织品数字化、智能化、网络化高端包装装备等；开发适应智能化落筒、上管、卷装分类、传输、堆放、包装工艺的关键机构与装置，实现智能化识别、卷装与分类仓储。

2. 智能化纺织服装设计与制造技术

(1) 数字化纤维工艺设计与制造技术。研发具有自主知识产权的化纤工艺优化与全流程生产模拟软件，根据成纤高聚物分子结构与化学反应，建立纤维材料的结构模型，并根据实验和生产数据调整模型参数，分析产品性能与生产工艺的关系，优化工艺流程和生产参数。针对纤维聚合、纺丝、水洗、牵伸、氧化、碳化、后处理等具体的纤维成形加工过程，采用数据驱动与机理结合的方法，建立过程稳态和动态模型，在此基础上开发化纤工艺优化与全流程生产模拟软件。

(2) 数字化纺织工艺设计与制造技术。借助于人工智能、数据库、光电子检测等核心技术，实现纺织加工工艺的智能化。重点研发：纱线纺前自动配料系统；纺织工艺智能化设计系统；面料设计的信息集成及服务系统。借助无线传输、计算机网络等技术，进行纺织加工过程特征抽取、实体描述及过程建模、多工序条件下的质量预测与反演、动态变化条件下纺织加工过程优化。

(中国化学纤维工业协会整理，摘自中国工程院《我国纺织产业科技创新发展战略研究(2016~2030)》)