

商业计划书

企业（项目）名称： 哈尔滨工业大学

纸张树脂基复合材料产业化项目

联系人：

电话：

电子邮件：

二〇一五年三月制

目 录

| | |
|-------------------------|----|
| 一、 项目基本情况..... | 1 |
| 二、 项目团队情况..... | 1 |
| 三、 研究与开发..... | 4 |
| 四、 行业及市场..... | 14 |
| 五、 风险及对策..... | 19 |
| 六、 项目投资方案及估算..... | 20 |
| 七、 经济和社会效益分析..... | 22 |
| 八、 项目落地转化方式和资金筹措方案..... | 23 |
| 九、 项目落地转化亟需解决的关键问题..... | 23 |
| 十、 省内落地产业化基础..... | 23 |
| 十一、 特殊需求..... | 24 |

一、项目基本情况

本项目来源于 973 课题“***性能研究”，相关技术获得国家技术发明二等奖。

树脂基复合材料具有比强度高、比模量大、性能可设计性强等诸多优点，已经广泛的应用于国民经济的各个部门，包括航空航天、兵器、汽车、船舶、化工、能源、建筑、电子、机械设备、体育用品等，树脂基复合材料是复合材料领域发展最快的新兴领域。

衡量复合材料应用水平的重要标志是的技术成本（主要是制造成本），这也是决定应用规模的关键因素。在保障材料结构性能的前提下降低制造成本，是体现复合材料结构设计/制造一体化的核心内涵。目前，树脂基复合材料所用增强纤维的高昂价格致使树脂基复合材料的技术成本偏高，限制了树脂基复合材料的进一步应用。

综合以上背景，负责人首次采用纸张（包括废旧报纸等纸张材料）作为树脂基复合材料增强体，开发了多种适合纸张复合材料的工艺、装备以及树脂配方，制备得到了多种纸张/树脂基复合材料产品（以下简称纸张/树脂复合材料）。产品性能满足民品复合材料的性能需求，价格只相当于碳纤维复合材料的几百分之一。特备是采用报纸制造的树脂基复合材料，不但大大的降低了生产成本，还实现了废旧报纸的重复再利用，是复合材料低成本化领域的最新补充，是对高性能复合材料低成本制造技术的巨大发展，同时也是对目前世界低碳环保倡议的积极响应。本项目理念及技术水平均属国际领先。关于纸张/树脂基复合材料领域，已经申请专利 30 余项，预计形成待申报专利 50 余项，总计约 80 项专利成果，最终实现纸张/树脂基复合材料领域的所有创新性技术应用要点。

二、项目团队情况

1. 负责人简介

负责人姜再兴是哈尔滨工业大学化工学院副教授，工学博士，博士生导师。负责人是富有创新意识和开拓能力的复合型科技管理人才，简介如下：

创业经历方面：

负责人于 2012 年加入黑龙江省新承包装有限公司任项目经理，主管技术创新工作。负责人 2014 年组建哈尔滨德善德信复合材料有限公司。负责人长期从事树脂基复合材料的科研及工业化研发，积累了丰富的树脂基复合材料领域的相关知识，秉承哈尔滨工业大学的“规格严格，功夫到家”的校训，踏实肯干，持续创新。负责人按照现代企业制度的原则经营管理公司，公司立足于技术的持续创新，强调创新是企业发展的源动力，持续推广新技术、新产品。

多年的工作和科研经验，为负责人积累了宝贵的创业经验和坚实的创业基础；哈尔滨工业大学的“规格严格、功夫到家”的校训塑造着负责人踏实、创新、求实的优良品格。多年的科研工作实践中，负责人坚持以市场为科研导向，以不懈的技术创新理念作为公司持续发展的驱动力，具有独特的创新意识和执着的进取精神。长期的欧洲留学经历，使负责人认识到人才是企业的根本，人的能动性发挥才是企业可持续发展的动力，充分调动员工的积极性和创造力。负责人大力提倡“以人为本”、“自由创新”、“规格严格”的企业文化，奉行创新和务实的理念，因此，良好的企业文化凝聚了的大量的创新人才，稳定的研发团队保证了企业的持续创新力，已经形成了从科研到产品，从产品到市场，再从市场到科研的良性循环机制，使公司沿着良好的发展轨道运行。

科学研究方面：

负责人 2003 年进入哈尔滨工业大学，师从哈尔滨工业大学化工学院院长黄玉东教授从事树脂基复合材料研究，2007 年底提前半年获得博士学位，并获得黑龙江省优秀毕业生和哈尔滨市优秀毕业生称号。2008 年进入哈工大材料学院博士后流动站，师从哈尔滨工业大学材料学院党委书记耿琳，从事金属基复合材料研发，2010 年底出站。2011 年晋升副教授，2014 年晋升博士生导师。2012 年在丹麦奥胡斯大学做访问学者研究一年，跟随丹麦科学院院士、丹麦最有影响力科学家、丹麦嘉士伯集团总裁 Flemming Besenbacher 教授从事纳

米复合材料的相关研究。自工作以来，一直从事树脂基/金属基复合材料界面改性、耐高温树脂基复合材料涂层、特种树脂基体研发、纳米树脂基复合材料等方面的研究。所做纳米材料相关工作得到了诺贝尔奖获得者、石墨烯发现者 Andre Geim 的认可。

现为《中国组织工程研究与临床康复》期刊编委，《Chemical communication》、《Applied surface science》、《复合材料学报》等国内外期刊审稿人。申请国家发明专利 30 余项（10 项已授权），出版英文专著 1 本。承担项目 10 余项，其中包括国家自然科学基金、美国通用汽车合作项目、美国 PPG 公司合作项目、丹麦奥胡斯大学基金、中国博士后科研基金特别资助、中国博士后科研基金（一等资助）、哈尔滨市科技局产业化基金、常州金德镭射公司合作项目、哈尔滨工业大学创新基金等项目多项，参与完成 863、973、国防预研、国家自然科学基金重点项目等项目多项。

目前负责人发表论文 20 余篇，其中 SCI 收录的文章有近 20 篇，另有多篇在投。第一作者 SCI 文章有 17 篇，影响因子总和 >40。重要杂志发表论文如：Chemical Communication 1 篇、Nanoscale 1 篇、Journal of Material Chemistry 1 篇、Journal of Physical Chemistry C 1 篇、Nanotechnology 1 篇、Journal of Colloid and Interface Science 1 篇、Colloid and surface A 1 篇。

邀请报告三次：第 11 届国际应用矿物学大会分会邀请报告（中国）、奥胡斯导电细菌国际会议（丹麦）大会邀请报告、中丹纳米制造与结构表征国际会议（中国）分会邀请报告。

指导博士研究生 6 人，硕士研究生 15 人。

2. 团队其他主要成员

| 姓名 | 年龄 | 学历 | 职称 | 单位 | 备注 |
|-----|----|----|--------|---------|-------------|
| 黄玉东 | 46 | 博士 | 教授/博导 | 哈尔滨工业大学 | 长江学者/ 院长 |
| 张大伟 | 38 | 博士 | 副教授/硕导 | 东北林业大学 | |
| 刘立洵 | 48 | 学士 | 高级工程师 | 哈尔滨工业大学 | |

| | | | | | |
|----|----|----|------------|-------------|-----|
| 胡桢 | 32 | 博士 | 副教授/硕 导 | 哈尔滨工业 大学 | |
| 黎俊 | 31 | 博士 | 讲师 | 哈尔滨工业 大学 | |
| 李悦 | 25 | 学士 | 硕士研究生 | 哈尔滨工业 大学 | 拟聘用 |

注：准备聘用至黑龙江省工研院的产业化工程技术人员需附简历

三、研究与开发

1. 技术先进性和创新性（含横、纵向项目前期支持情况，含专利、获奖等情况）

1.1 技术先进性：

本项目相关技术获得国家技术发明二等奖。申请发明专利 30 余项，授权 10 项。发表论文 30 余篇，其中 SCI 论文 17 篇（影响因子大于 6 的 3 篇）。本项目前期得到了哈尔滨市科技局产业化基金的支持。

负责人发明采用纸张材料作为增强体制备得到纸张/树脂基复合材料为国际首创，目前市售并无相关产品，因此，针对纸张/树脂基复合材料开发的多种成型工艺、设备均为世界首创，国际领先。

(1) 报纸/树脂基复合材料自行车车架

碳纤维/树脂基复合材料自行车具有轻量、单位重量上强度更高、可塑性好（可以做出更流线、更夸张的形状）、骑行感觉好（比铝架舒服更有弹性，比钢架、钛架更硬朗）等诸多优点，然而，作为增强相的碳纤维价格高昂，直接导致复合材料自行车价格昂贵，只能作为高端比赛用车，无法被普通消费者接受。采用报纸代替昂贵的碳纤维作为复合材料增强体，在满足自行车对材料性能要求的前提下，大幅度降低了成本。碳纤维自行车架成本几千元/辆、重量 1kg。报纸复合材料自行车架的成本 30 元-100 元/辆、重量 1kg 左右。报纸复合材料自行车架性能与碳纤维复合材料自行车接近，价格是其几分之一，接近钢材自行车价格，因此，报纸复合材料自行车市场广阔，技术国际领先。

(2) 纸张/树脂基复合材料光伏太阳能边框

太阳能光伏发电在不远的将来会占据世界能源消费的重要席位，不但要替代部分常规能源，而且将成为世界能源供应的主体。预计到2030年，可再生能源在总能源结构中占到30%以上，而太阳能光伏发电在世界总电力供应中的占比也将达到10%以上。这些数字足以显示出太阳能光伏产业的发展前景及其在能源领域重要的战略地位。目前主要的光伏太阳能板边框采用铝合金制造，然而，铝合金本身导电、不耐雨水/海水、风沙等腐蚀，并不适宜作为太阳能电池板边框。纸张复合材料太阳能边框具有绝缘、耐风沙腐蚀、耐雨水腐蚀、耐海水腐蚀的特点，成本与铝合金边框接近，因此，纸张复合材料边框产品具有超高的性价比，鱼和熊掌可谓兼得（性能好、价格低）。市场需求量巨大，利润空间巨大。

(3) 纸张/树脂基复合材料光伏太阳能支架

作为光伏太阳能的另一主要部分，太阳能支架系统也有巨大的市场需求量。目前常用的太阳能支架系统主要为钢材或铝合金等金属支架系统，金属支架系统不但重量大，不便于运输，而且本身导电、不耐雨水/海水、风沙等腐蚀。因此，采用纸张/树脂基复合材料制备太阳能支架系统具有诸多方面优势，市场潜力巨大。

(4) 纸张复合材料其他产品：给排水或污水管道（价格为玻璃纤维管道的1/3，耐各种溶剂腐蚀，经久耐用。）、一体成型无接头纸张/树脂基复合材料自行车（采用创新性的超渗透层贴工艺制备，全车无接头设计，性能较有接头纸张复合材料自行车有较大提高，价格更低，主要定位为中高端复合材料自行车，利润空间巨大）、板材（绝缘，耐腐蚀，可以用变电柜、农业大棚、菌类养殖架、家装材料。）、市政用品（如果皮箱，价格只有目前市售的垃圾桶的1/2，耐腐蚀，成型工艺简单。）

1.2 创新性

树脂基复合材料的广泛应用，在很大程度上取决于树脂基复合材料成型工艺。然而，传统的树脂基复合材料成型工艺主要针对以纤维束（纤维布、纤维毡以及三维织物等）和短切纤维，因此，现有复合

材料成型工艺并不完全适用于纸张/树脂基复合材料。为此，本项目针对纸张复合材料进行成型工艺研究，相关研究结果具有如下创新性：

(1) 开发具有国际领先的内高压超渗透层贴工艺，实现复杂纸张复合材料制品的一次成型，为纸张复合材料的更广泛应用奠定坚实的理论基础。

(2) 将超声引入到针对纸张复合材料的成型工艺中，特别是针对大尺寸、大厚度制品，可以极大的提高制品的界面结合性能，杜绝界面分层现象的产生，大幅度提高制品的质量以及质量稳定性。

(3) 通过传统缠绕工艺中引入宽幅度的纸张，采用大角度螺旋缠绕工艺，在保证质量的前提下，大幅度的提高了上产效率。并且，解决了由于纸张宽度限制而无法制备超长制品的问题。

2. 产品主要用途和性能指标

(1) 报纸/树脂基复合材料自行车/自行车架

自行车是人们日常生活中不可缺少的代步工具，其造价低廉，维修简单，使用方便，深受世界各国人民喜爱，形成了巨大的自行车消费市场，随着现代社会的飞快发展，自行车已不仅仅是交通和运输工具，已具有集健身、旅游、竞赛等多种功能。自行车档次的高低取决于材料的选择和做工。典型的低、中、高档自行车构架分别由碳钢、铬钼合金及铝合金和碳纤维制造。

世界各国都对研制新形态、新材料的自行车投入了巨大的人力、物力、财力。车架是自行车的骨架，它在很大程度上决定了自行车的造型和使用性能。美国、英国和我国台湾等都已开发生产出碳纤维自行车车架。碳纤维增强树脂基复合材料是一种新型的复合材料，它有重量轻、比强度高、比刚度大的优点，而且具有可设计性和易成型性，从而使设计的结构有更高的结构效率。然而，碳纤维复合材料自行车的缺点也非常突出，那就是价格高，直接导致碳纤维复合材料自行车性价比偏低。

目前，碳纤维复合材料自行车的原材料价格主要包括：碳纤维以

及树脂基体系，其中，碳纤维复合材料的主要原材料成本来源于高昂的碳纤维。碳纤维不仅具有碳材料的固有其征特性，又兼具纺织纤维的柔软可加工性。它比重不到钢的 1/4，但强度却非常强。碳纤维广泛用于民用、军用、建筑、航天领域，碳纤维/树脂基复合材料的拉伸强度高于 1000MPa。而自行车用材料强度 100MPa 左右就满足使用要求（汽车壳体用钢板强度也不过 400MPa 左右），因此，碳纤维用于复合材料自行车制备有很大的强度浪费。然而，无用的强度余量也需要消费者买单，这就导致产品价格的直线上升。

基于负责人长期从事高性能纤维（碳纤维、石英纤维、凯夫拉、PBO 纤维）增强树脂基复合材料的研究经验，负责人提出采用纸张材料，也就是生活中常见的纸张/报纸，替代昂贵的碳纤维作为增强相制备报纸/树脂基复合材料自行车。所制备的报纸/树脂基复合材料性能如表 1 所示。

表 1 报纸增强复合材料性能与其他复合材料材料性能对比

| 材料 | 密度 (g/cm ³) | 拉伸强度 (GPa) | 拉伸模量 (GPa) | 比强度 (强度/密度) | 比模量 (模量/密度) |
|-----------------|----------------------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| 钢 | 7.8 | 1.03 | 210 | 0.13 | 27 |
| 铝合金 | 2.8 | 0.47 | 75 | 0.17 | 26 |
| 玻纤增强复合材料 | 2.0 | 1.06 | 40 | 0.53 | 20 |
| 碳纤维增强复合材料 | 1.6 | 1.07 | 240 | 0.67 | 150 |
| 报纸增强复合材料 | 1.2 | 0.28 | 27 | 0.24 | 23 |

从表 1 中可以发现，纸张/树脂基复合材料的比强度、比模量完全满足民品复合材料自行车对材料的性能要求。更为关键的是其超低的密度，使其在满足强度要求的前提下重量更轻。图 1 为负责人制备的报纸/树脂基复合材料自行车（有接头）产品，从图中可以看出，即使一个女生也可以用一根手指轻松抬起一辆报纸/树脂复合材料自行车架。



图 1 报纸增强树脂基复合材料自行车。(a)喷车架原貌，女士也只需要一根手指就能将其举起；(b) 组装后报纸复合材料自行车；(c) 一体成型（无接头）自行车架效果图。

(2) 纸张/树脂基复合材料太阳能边框

传统的燃料能源正在一天天减少，对环境造成的危害日益突出，同时全球还有 20 亿人得不到正常的能源供应。这个时候，全世界都把目光投向了可再生能源，希望可再生能源能够改变人类的能源结构，维持长远的可持续发展。这之中太阳能以其独有的优势而成为人们重视的焦点。丰富的太阳辐射能是重要的能源，是取之不尽、用之不竭的、无污染、廉价、人类能够自由利用的能源。

近几年国际上光伏发电快速发展，世界上已经建成了 10 多座兆瓦级光伏发电系统，6 个兆瓦级的联网光伏电站。美国是最早制定光伏发电的发展规划的国家。1997 年又提出“百万屋顶”计划。日本 1992 年启动了新阳光计划，到 2003 年日本光伏组件生产占世界的 50%，世界前 10 大厂商有 4 家在日本。而德国新可再生能源法规定了光伏发电上网电价，大大推动了光伏市场和产业发展，使德国成为继日本之后世界光伏发电发展最快的国家。瑞士、法国、意大利、西班牙、芬兰等国，也纷纷制定光伏发展计划，并投巨资进行技术开发和加速工业化进程。

在此背景下，全球光伏发电产业增长迅猛，产业规模不断扩大，产品成本持续下降。我国光伏发电产业也得到迅速发展，已成为我国为数不多的、可以同步参与国际竞争、并有望达到国际领先水平的行业。崛起了以尚德电力、英利绿色能源、江西赛维 LDK、保利协鑫为

代表的一批著名企业和以江苏、河北、四川、江西四大光伏强省为代表的一批产业基地。

光伏太阳能行业的快速发展为其相关配套产品带来的巨大的市场需求。其中，特别是太阳能电池板边框，需求量巨大（4万套/兆瓦）。目前，太阳能电池板主要采用铝合金边框，然而，铝合金边框自身的导电性、不耐雨水、风沙腐蚀的特性注定其不适宜作为光伏太阳能电池板边框，其只能作为新材料边框诞生前的过渡产品，市场对新材料边框的需求日趋强烈。采用树脂基复合材料作为太阳能边框是大势所趋，因为树脂基复合材料本身的绝缘、耐各种腐蚀、重量轻、力学性能优良，注定了树脂基复合材料将替换现有铝合金边框。然而，鉴于目前树脂基复合材料的高昂价格，树脂基复合材料边框相关产品并未出现。

基于以上背景，负责人针对纸张复合材料开发成功复杂多维成型工艺，制备得到纸张/树脂基复合材料制备太阳能边框（边框实物图如图2所示）。边框具有如下优势：第一、绝缘。纸张复合材料的体电阻率 $10^{16}-10^{17} \Omega \cdot \text{cm}$ 、介电强度 16-20kV/mm、介电常数 3.0-5.0、介电损耗 0.001、耐电弧性 60-180/s。第二，力学性能好，重量轻，便于运输和安装。第三、耐腐蚀。耐各种溶剂、雨水、风沙腐蚀。第四，价格低廉。成本接近铝合金边框，真正实现了超高性价比。



图2 纸张树脂基复合材料太阳能边框实物图.

(3) 纸张/树脂基复合材料太阳能支架

太阳能光伏发电在不远的将来会占据世界能源消费的重要席位，

不但要替代部分常规能源，而且将成为世界能源供应的主体。预计到2040年，可再生能源将占总能耗的50%以上，太阳能光伏发电将占总电力的20%以上；到21世纪末，可再生能源在能源结构中占到80%以上，太阳能发电将占到60%以上。这些数字足以显示出太阳能光伏产业的发展前景及其在能源领域重要的战略地位。

中国太阳能资源非常丰富，理论储量达每年17000亿吨标准煤。太阳能资源开发利用的潜力非常广阔。中国光伏发电产业于20世纪70年代起步，90年代中期进入稳步发展时期。太阳电池及组件产量逐年稳步增加。经过30多年的努力，已迎来了快速发展的新阶段。到2007年年底，全国光伏系统的累计装机容量达到10万千瓦（100MW），从事太阳能电池生产的企业达到50余家，太阳能电池生产能力达到290万千瓦（2900MW），太阳能电池年产量达到1188MW，超过日本和欧洲，并已初步建立起从原材料生产到光伏系统建设等多个环节组成的完整产业链，特别是多晶硅材料生产取得了重大进展，突破了年产千吨大关，冲破了太阳能电池原材料生产的瓶颈制约，为我国光伏发电的规模化发展奠定了基础。2007年是我国太阳能光伏产业快速发展的一年。受益于太阳能产业的长期利好，整个光伏产业出现了前所未有的投资热潮。

作为光伏太阳能的主要组成部分，光伏太阳能支架系统性价比对于整个光伏太阳能系统也非常重要。目前常用的光伏太阳能支架系统有铝合金、玻璃纤维复合材料。其中，铝合金由于自身的固有缺点，不适用于制备光伏太阳能支架。玻璃纤维复合材料与纸张树脂基复合材料一样，同属于树脂基复合材料领域，均具有耐腐蚀、绝缘的特点。但是，玻璃纤维复合材料支架系统价格高，特别是采用拉挤工艺制备的短切玻璃纤维增强不饱和聚酯复合材料支架，整体重量大，材料结构强度低，并不完全适合光伏太阳能支架。

为此，负责人开发成功针对纸张复合材料支架的多角度层绕工艺以及相应的树脂配方，实现光伏太阳能支架系统的轻量化、价格低廉化、产品系列化。鉴于光伏太阳能巨大的需求量，纸张复合材料太

太阳能支架前景广阔。

(4) 纸张复合材料其他产品：

给排水或污水管道：2012 年热固性复合材料总产量 245 万吨，其中复合材料管道产量 60 多万吨，是复合材料行业中产量最大的制品。目前常用的复合材料管材的价格根据管径以及长度不同而有所不同，一般需要 1000-3000 元/米。国内复合材料管生产厂家比较多，主要集中在广东、浙江、江苏等地。虽然生产厂家较多，但是复合材料管道的巨大需求量仍然使复合材料管道具有广泛的销路。采用纸张制备复合材料管道，具有比强度高、比模量大以及可设计性强的特点。完全可以满足复合材料管道对于强度的要求，低廉的价格使得纸张复合材料管道具有更大的价格优势，粗略估算，纸张复合材料管道的价格至少比玻璃纤维复合材料管道价格低 1/3。与此同时，由于均属于树脂基复合材料领域，相关制造玻璃纤维复合材料管道的设备只要稍加改装即可用于纸张复合材料管道的制备，因此，比较适合相关企业快速转产，大幅度降低初期投资额度，快速进行工业化生产。

一体成型无接头纸张/树脂基复合材料自行车：采用创新性的工艺制备无接头一体成型纸张复合材料自行车。无接头自行车整体成型，美观大方、力学性能优异、成本极低、利润率高。效果图如图 3 所示。

板材：用于替代目前常用的钢板作为变电柜用板材。纸张树脂基复合材料是优良的绝缘材料，具有介电常数高、介电损耗小、体电阻率大、耐腐蚀等诸多优点，是优良的变电柜用材料。目前已经有玻璃纤维复合材料变电柜，然而，玻璃纤维复合材料较高的价格限制了其在变电器材上的广泛应用。因此，纸张/树脂基复合材料板材（变电柜用）极具竞争力的产品（实物图如图 3 所示）。另外，板材还可以作为农业大棚的支撑材料以及菌类养殖的架，替代竹子、钢铁等产品，具有耐腐蚀，强度高特点。还可以用于家装用品的制造。采用纸张副会长了制备的家装用品绿色环保、无任何甲醛挥发，并可以制造一体化、现代的家居用品（如地板、家居等）。桌椅效果图如图 3e 和 f 所示。

市政用品：主要用于替代现有的玻璃纤维复合材料果皮箱。特点是成型简单、价格低、性价比极高，低廉的价格将使纸张复合材料垃圾桶在市政用品方面具有很大的潜力。

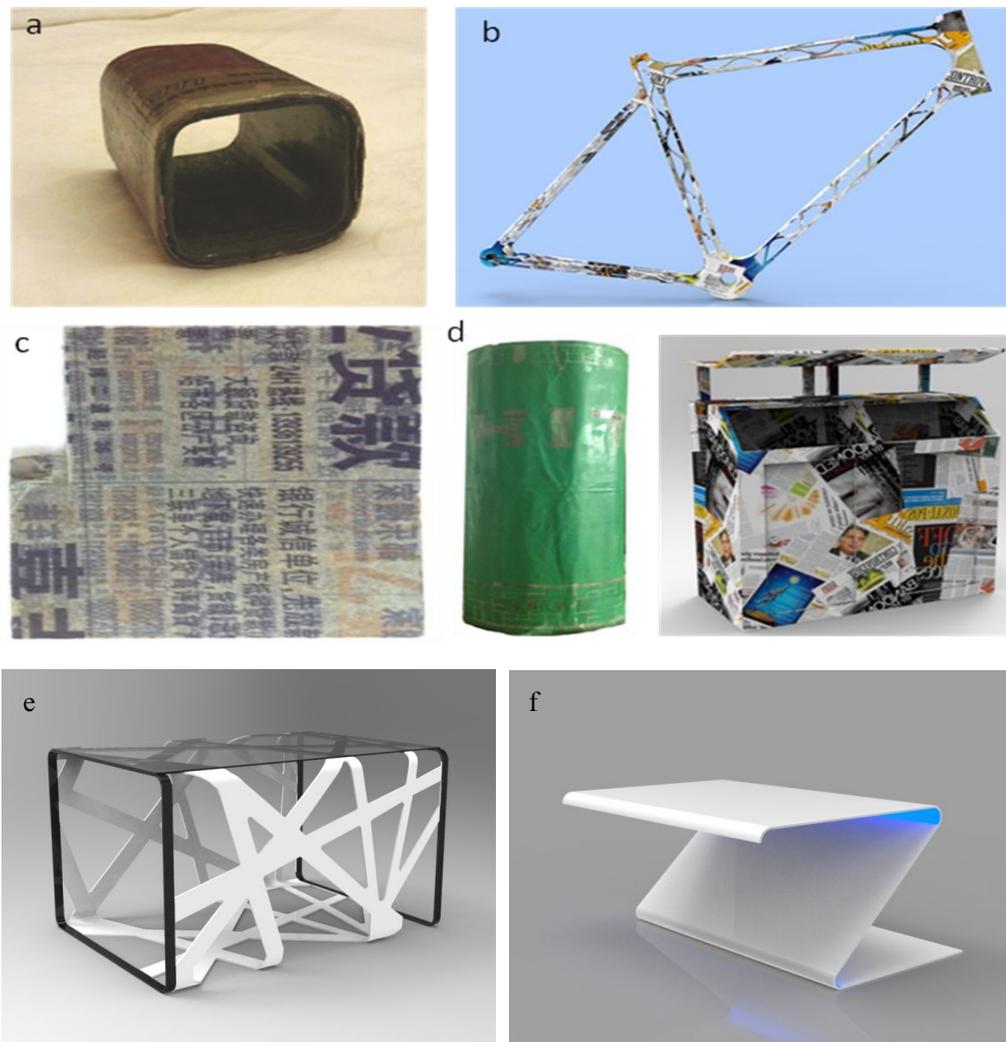


图 3 a, 纸张复合材料管材. b, 一体成型无接头纸张复合材料自行车效果图. c, 纸张复合材料板材. d, 纸张复合材料市政用品（垃圾桶）. e 和 f, 纸张复合材料家居用品效果图.

3. 项目成熟度

哈工大从上世纪 80 年代开始从事树脂基复合材料制备及其界面理论以及工程改性研究，对于树脂基复合材料制备以及界面改性理论、工艺与设备进行了开创性研究，发明了多项原创性复合材料界面改性工艺关键技术，掌握了纤维缠绕工艺、纤维管卷绕技术、三维织物成型技术、模压成型技术、手糊成型工艺，开发了超声强迫浸渍提

高纤维与树脂之间浸润性的核心技术。超声强迫浸渍装备技术是涉及到机械、材料、物理等相关学科的综合性的研究领域，经过 30 年的研究和开发，已经形成较为成熟的制造工艺和流程，分解为超声强迫浸渍装备设计、控制软件开发、工艺技术和应用示范等几个方面。所制造的超声强迫浸渍设备已经在航天科技集团下属企业运行 10 余年，经过了十几台套超声强迫浸渍装备的生产以及长时间的实际应用证明，这些设计、工艺和软件等技术是合理的、成熟的。哈尔滨工业大学成为国内超声强迫浸渍技术研发基地之一，总体技术水平达到国际先进。出版专著《聚合物表面与界面》、《雷达天线罩用有机硅树脂》。主办国际会议多次，发表 SCI 论文 200 余篇，授权发明专利 20 余项。自主开发的设备已经在我国航天领域得到了广泛的应用，相关技术获得 2011 年国家技术发明二等奖。在近几十年关于树脂基复合材料制备的基础上，已经开发成功绝大部分纸张复合材料产品所需新配方、新工艺以及相关配套设备，并进行了近一年的中试化生产实践，因此，本项目具有较高的成熟度。

4. 后续研发计划

本项目的技术团队依托于哈尔滨工业大学化工学院高分子科学与工程系。化工学院高分子科学与工程系拥有一支久经考验且实战经验丰富的技术团队。多年来，这支队伍在众多国防、航空航天领域的顶尖工程项目实施过程中充分发挥了勇于开拓，力求创新的专业精神。为神州系列飞船、天宫、风云系列卫星等提供了顶尖的预浸料制备技术支持。技术团队不仅是一个在航空航天领域拼搏、战斗的实体，更是一个对于有志于我国树脂基复合材料发展的科技人员开拓、创新的平台。基于项目团队扎实的理论基础和强大的研发能力，在现有产品的基础上（基本得到市场认可后），后续准备研发纸张/树脂基预浸料。在纸张复合材料产品得到市场认可后，通过预浸料的研发，将公司产业链逐渐上移，占领供货商地位，可以为更多的生产厂家提供原材料产品，公司利润将得到极大的保证。

复合材料工艺是将两种或两种以上材料组合在一起的途径——或适当方法，实际上是指制备复合材料的方法。以往的树脂基复合材料成型方法为一步法（即，湿法工艺）：增强体浸渍树脂机体后，即开始成型并制成制品。一步法的优点是初期投入低、适合小批量生产、产品形状可控、工艺简单。因此，初期产品均采用湿法成型，有助于产品快速投产，并且初期投资较低。但是，一步法确定也较明显，如（1）制品易产生气泡；（2）树脂含量不稳定、分布不均匀；（3）树脂浪费大、流胶多；（4）劳动条件差。当产品得到市场认可后（资金基础较为雄厚），可以采用两步法制造复合材料，即，预浸料制备工艺：增强体预先浸好树脂机体，经过一定处理，使浸渍物成为一种半干态，稍有粘性的材料，再成型制品的工艺。两步法的优点包括：（1）使制品中气泡明显减少；（2）可控制增强体和树脂配比，使增强体在树脂中均匀分布，制品质量稳定可靠；（3）可避免浪费，可贮存，随用随取，十分方便；（4）劳动条件好。两步法具有明显的技术优势，是未来树脂基复合材料成型的主要手段。因此，通过工艺转移到下属企业后，向其提供预浸料原材料将极大的扩展公司的业务范围，保证企业的稳定利润。

四、行业及市场

1. 行业状况

树脂基复合材料具有高比强度、高比模量以及超强的性能可设计性（绝缘性、力学性能、耐腐蚀性能、耐紫外性能、耐烧蚀性能等均可设计），已经广泛的应用于航空航天领域。二十世纪末，随着树脂基复合材料各方面技术的逐渐成熟，树脂基复合材料逐渐从航空航天等国防领域逐渐向民品过渡，出现了多种树脂基复合材料民品产品，如碳纤维自行车、高尔夫球杆、羽毛球拍、F1 赛车、游艇等。

全球树脂基复合材料工业的发展速度远远高于世界经济的增长速度，2009 年全球树脂基复合材料的产量约 900 万吨，总产值约 1000 亿欧元。根据 JEC 集团 2010 年最新调查研究报告显示，最近几年全球树脂基复合材料需求增长一半都在亚洲，预计亚洲在全球复合材料

市场所占比重将从本世纪初的 25%提升至 2010 年的 51%。其中亚洲的风能市场有望独自占据全球复合材料市场的 5%。全球复合材料发展的大趋势是，整个行业的重心正在从欧美发达国家转向亚洲。国内树脂基复合材料需求空间大。2003-2008 年中国年均增速为 15%，中国复合材料产量达 323 万吨，全球占比为 25.78%，已先后超过德国、日本而居世界第二位，并接近居世界首位的美国水平。根据 JEC 集团的 2010 复合材料市场年度调查结果，2013 年中国占据全球复合材料市场增长 43%的份额，预计到 2015 年，中国复合材料需求量达到 600 万吨。随着国民经济的高速发展，经济结构的转变，新能源、环保、高端装备制造等其他新兴产业的加快发展，国内高性能纤维复合材料需求将日渐强劲。在建筑方面，树脂基复合材料已广泛应用于内外墙板、透明瓦、冷却塔、空调罩、风机、玻璃钢水箱、卫生洁具、净化槽等。在石油化工方面，主要用于管道及贮罐。其中玻璃钢管道有定长管、离心浇铸管及连续管道。按压力等级分为中低压管道和高压管道。我国“八五”、“九五”期间引进管罐生产线 40 条，现场缠绕大型贮罐最大直径 12 米，贮罐最大容积 1 万立方米。国内研制与生产的玻璃钢管罐生产设备部分技术指标已超过国外同类设备的技术水平。在交通运输方面，为了使交通工具轻型化、节约耗油量、提高使用寿命和安全系数，目前在交通工具上已经大量使用复合材料。汽车上主要有车身、引擎盖、保险杠等配件；火车上有车厢板、门窗、座椅等；在船艇方面主要有气垫船、救生艇、侦察艇、渔船等，目前我国制造的玻璃钢渔船最长达 33 米。在机械及电器领域如屋顶风机、轴流风机、电缆桥架、绝缘棒、集成电路板等产品都具有相当的规模。在航空航天及军事领域，如轻型飞机、尾翼、卫星天线、火箭喷管、防弹板、防弹衣、鱼雷等都取得了重大突破，为我国的国防事业作出了重大贡献。

树脂基复合材料市场的逐年扩大为树脂基复合材料产品带来广阔的市场前景。然而，树脂基复合材料高昂的价格仍然使树脂基复合材料产品均定位为本领域的高端产品，限制了树脂基复合材料在民用产

品领域的进一步推广应用，不利于树脂基复合材料未来的发展。综合以上背景，负责人采用纸张材料（纸张材料）代替昂贵的纤维制备树脂基复合材料，在满足民用产品对材料性能要求的同时，解决树脂基复合材料价格高昂的现状，项目初期产品包括：报纸/树脂复合材料自行车（有接头型）、一体成型纸张复合材料自行车（无接头型）、纸张/树脂基复合材料光伏太阳能电池板边框和支架、纸张复合材料板材（变电柜用）、纸张复合材料管道（给排水及污水管道）、纸张复合材料市政用品（垃圾桶、休闲用品等）。

2. 市场前景与预测

树脂基复合材料自 1932 年在美国诞生之后，至今已有近 70 年的发展历史。1940~1945 年期间美国首次用玻璃纤维增强聚酯树脂、以手糊工艺制造军用雷达罩和飞机油箱，为树脂基复合材料在军事工业中的应用开辟了途。1950 年真空袋和压力袋成型工艺研究成功并试制成功直升飞机的螺旋桨。1961 年德国研制成功片状模塑料(SMC)，使模压成型工艺达到新水平（中压、中温、大台面制品）；70 年代初热塑性复合材料得到发展，其生产工艺主要是注射成型和挤出成型，只用于生产短纤维增强塑料。1972 年美国 PPG 公司研制成功玻璃纤维毡增强热塑性片状模塑料（GMT），1975 年投入生产，其最大特点是成型周期短，废料可回收利用。80 年代法国研究成功湿法生产热塑性片状模塑料（GMT）并成功地用于汽车制造业。到目前为止，树脂基复合材料的生产工艺已有近 20 种之多，而且新的生产工艺还在不断的出现。

我国树脂基复合材料始于 1958 年，当年以手糊工艺研制了树脂基复合材料渔船，以层压和卷制工艺研制成功树脂基复合材料板、管和火箭筒等。1961 年研制成耐烧蚀端头。1962 年引进不饱和聚酯树脂和蜂窝成型机及喷射成型机，开发了飞机螺旋桨和风机叶片。1962 年研究成功缠绕工艺并生产一批氧气瓶等压力容器。1987 年起各地大量引进国外先进技术如池窑拉丝、短切毡、表面毡生产线及各种牌号的聚酯树脂（美、德、荷、英、意、日）和环氧树脂（日、德）等

生产技术；截止 2000 年底，我国树脂基复合材料生产企业达 3000 多家，已有 51 家通过 ISO9000 质量体系认证，产品品种 3000 多种，总产量达 73 万吨/年，居世界第二位。产品主要用于建筑、防腐、轻工、交通运输、造船等工业领域。近年来碳纤维片材补强建筑结构、拉挤复合材料门窗、SMC 或 BMC 模压电表箱、RTM 制品等兴起。

关于树脂基复合材料的开发应用，各国的发展途径有所不同。美国首先在军工方面应用，二次大战后逐渐转为民用为主。西欧各国则直接从发展民用开始（如波形板、防腐材料、卫生洁具等）兼顾军工。就全世界而言，目前已形成了从原材料、成型工艺、机械设备、产品种类及性能检验等较完整的工业体系，与其它工业相比，发展速度很快。复合材料的树脂基体仍以热固性树脂为主。根据 2000 年的统计，全世界树脂基复合材料制品种类超过 40000 种，总产量达 600 万吨，其中高性能树脂基复合材料产量超过 300 万吨，高性能热塑性复合材料产量为 120 多万吨。树脂基复合材料具有广阔的市场空间，特别是将高昂的树脂基复合材料成本降低，将进一步开拓树脂基复合材料的应用市场，因此纸张/树脂基复合材料具有巨大的市场潜力。项目产品技术含量高，不但可以保证纸张/树脂基复合材料的性能得到持续提高，还可以进一步降低能源消耗，从而进一步降低材料成本，与碳纤维树脂基复合材料相比，成本只相当于碳纤维复合材料成本的几百分之一，市场潜力巨大，可以比较容易获得消费者对树脂基复合材料的认可。

从市场角度来看，整个民品树脂基复合材料尚处于成长期，目前树脂基复合材料市场的特点是：小批量生产、贵族消费、产品附加值高、利润高。降低树脂基复合材料成本，逐渐将树脂基复合材料推向平民消费的理念尚处于初创期，低廉的价格和超高的综合性能，使纸张/树脂基复合材料市场成长潜力巨大。

3. 项目产品在国内市场中的竞争优势

本项目提出的采用纸张(纸张)材料制备树脂基复合材料，不论在产品的创新性、性价比、工艺技术，还是从理念等方面都属于行业领

先。

在纸张/树脂基复合材料产品上市后，技术是我们发展的保障，通过产品品种的不断完善、新产品系列的不断推出、新工艺的不断开发完成，都将逐渐降低产品的成本价格，目前相关行业内的树脂基复合材料产品均定为于高端产品，与本系列产品创新技术的广泛应用、市场细分、低价格区间定位等方面形成鲜明对比，相关纸张复合材料产品上市后将凭借着超高的性价比迅速占领市场，从理念到产品应用，我们都将牢牢把握。

因此，通过持续研发纸张/树脂基复合材料相关关键工艺、树脂基体配方，持续不断的推出新产品、降低价格，我们将迅速占领树脂基复合材料相关领域。

4. 项目产品市场营销计划及策略

本项目将根据不同产品及其所属领域进行差异化市场营销。然而，鉴于目前产品比较丰富，产品的销售将按照市场的认知度有序的进行推广和销售，避免过多产品同时进行生产和宣传过多的耗散初期资金。其中，拟定的初期销售产品为自行车和太阳能边框和支架系统。

(1) 报纸/树脂基复合材料自行车/自行车架

目前，世界各国都对研制新形态、新材料的自行车投入了巨大的人力、物力、财力。车架是自行车的骨架，它在很大程度上决定了自行车的造型和使用性能。美国、英国都已开发生产出碳纤维自行车车架，其普遍价格在 10000 左右，中国的碳纤维自行车基本靠进口。高昂的价格使大部分消费者望而却步，因此，在 1000-5000 元价格范围，中国存在着巨大的高性能自行车产品空白。

因此，负责人主要采用报纸/树脂基复合材料自行车（有接头型）占领 1000-2500 元/辆的空白复合材料自行车市场，而采用无接头一次成型纸张复合材料自行车占领 2500-5000 元/辆的价格区间。而无接头一次成型纸张复合材料自行车的成本只有 50 元左右/辆，利润空间巨大。

(2) 纸张/树脂基复合材料光伏太阳能边框

本品主要用于替代现有铝合金边框，市场无同类产品。因此，纸张复合材料边框主要采取直销的方式，直接销往大型太阳能光伏配套企业。目前中等规模的光伏太阳能配件企业边框年出货量不少于 200 万套，因此，采用此方式可以最大程度的减少销售路径长度，保证产品销售量的稳定以及利润率的稳定。

(3) 纸张/树脂基复合材料光伏太阳能支架

同纸张复合材料光伏太阳能边框一样，主要采用成套直销方式，市场主要针对为光伏太阳能电池板配套的企业。虽然由于欧洲的双反调查，光伏太阳能领域市场增长率有所下降，但是整行业需求基数很大，需求量仍然非常大，因此，直销市场比较广阔。

五、风险及对策

1. 市场壁垒和风险

纤维增强树脂基复合材料在民品领域已经发展了近 30 年。上世纪主要应用于航空航天领域，层次较高。本世纪逐渐过渡到民品领域后，纤维增强树脂基复合材料产品也一直占据着相关领域的高端市场，属于贵族消费领域。目前，树脂基复合材料产业作为新兴产业，已被列为我国十二五新材料规划的发展重点。规划提出了低成本、高比强、高比模和高稳定性的目标，希望攻克树脂基复合材料的原料制备、工业化生产及配套装备等共性关键问题。随着科学技术的不断发展，复合材料的低成本化是大势所趋，然而，目前并无市售相关低成本复合材料产品，消费者也无相关理念。低成本高性能纸张（纸张）复合材料产品的出现，是对传统理念的一次颠覆，真正实现了“鱼和熊掌兼得”。然而，鉴于消费固有思维，初期对产品及品牌的认知度有一定的难度。

2. 应对策略

一般说来，每一种商品的性能、用途、质量、外观及其价格等在消费者心目中都有一定的认知和评价。当纸张复合材料的价格水平与消费者对商品价值的认知水平大体一致时，消费者才能接受这种价格。因此，为了实现对纸张复合材料的认知，进行市场调研是必不可

少的。正确判断顾客对商品价值的认知程度，拟采用如下三种办法。

(1) 直接评议法。即邀请有关人员，如顾客、中间商及有关人士等，对商品的价值进行直接评议，得出商品的认知价值。

(2) 相对评分法。即请顾客等有关人员用某种评分方法对多种同类产品进行评分，然后再按分值的相对比例和现行平均市场价格推算评定产品的认知价值。

(3) 诊断评议法。即用评分法对产品的功能、质量、外观信誉、服务水平等多项指标进行评分，找出各因素指标的相对认知价值，再用加权平均方法计算出产品总的认知价值。

经过市场调研后首先确定顾客对纸张复合材料产品的性能用途、特点等在其心目中的认知价值。其次，根据确定的认知价值，决定纸张复合材料的初始价格（初期拟投入中高端市场，使消费者对纸张复合材料产品及品牌有良好的印象）。再次预测商品的销售量（初期拟定为小批量生产）。即在估计的初始价格的条件下，可能实现的销售量。最后，得到反馈及重新进行 1~4 循环：即把预测的目标成本与实际成本进行对比，来确定价格。

a. 当实际成本不高于目标成本时，这说明，在初始价格的条件下，目标利润可以保证，因而初始价格就可定为商品的实际价格。

b. 当实际成本高于目标成本时，这说明，在初始价格的条件下，目标利润得不到保证。重新进行步骤 1~4。另外，考虑到消费者的认知时间相对较长，初期销售将只采取直销的方式，直接为对应下游厂商配套产品。随着消费者观念的转变以及对纸张/树脂基复合材料的了解得以加深，逐渐丰富终端产品品种，扩大销售市场。

六、项目投资方案及估算

1. 项目主要建设内容、项目建设方案、建设期限，市场原材料供应及外部配套条件情况

1.1 项目建设内容

项目建设内容主要包括中试过渡到产业化所需的技术储备、公司管理和销售团队的建设。

1.2 项目建设方案

(1) 中试和产业化之间的技术储备：在目前中试关键设备的基础上，通过与哈尔滨工业大学机电学院老师合作，对整条中试生产线进行全面的自动化升级，包括：辅助机械手的研发、自动切割设备的研发、自动脱模设备的研发等将关键生产设备衔接的自动化辅助设备的研发，最终实现整个中试线自动化，从而成为产业化用生产线的原型设备。

(2) 公司管理和销售团队的建设：管理和销售团队主要依托于哈尔滨工业大学管理学院，现有管理团队5人，2人具有博士学位并有海外留学经历。管理人员主要在管理理论与实践的发展与创新上做工作，结合若干新的管理理论、方法与技术对企业实施管理，完善企业管理体制，实现公司管理体制的国内领先。公司销售团队主要首先实现对相关下游合作厂商的产品认知，其中，初期项目负责人将跟随销售团队进行相关销售宣传。针对终端消费者的产品认知宣传将转移至下游合作厂商进行，从而快速实现产品的销售。在实现产品的一定销售后，将不断推出新产品、新工艺，持续升级产品性能和品种，建立合作厂商对公司科研实力的信心。公司管理和销售团队将为更好的发挥每位员工的能动性、发挥每位员工的最大潜能而努力。

1.3 建设期限

初期建设期限为1年。1年后将实现纸张复合材料产品的产业化、公司相关团队建设。

1.4 市场原材料供应及外部配套条件情况

本项目主要原材料包括新闻纸张以及树脂基体。

(1) 新闻纸张：据中国报业协会统计，今年国内新闻纸总产量约为370万吨，略低于去年的产量。罗会文表示，今年以来，全国各大中小型新闻纸厂虽然不是处于满负荷全速生产状态，但也鲜有临时停机现象出现，整体产量相对于市场需求仍然偏高。据了解，在出口方面，新闻纸1月~9月累计出口量接近5万吨，预计今年新闻纸的总出口量为10万多吨；在进口方面，新闻纸1月~9月累计进口量超过9.7万吨，同比小幅下降了1.3%，预计全年进口量在10万吨以上。

其中，进口 45 克新闻纸价格在 4600 元/吨左右，主要进口国为韩国和美国。由于报业对新闻纸的需求下降，再加上进口纸的冲击，纸厂 2013 年面临的库存压力比较大。为此，各新闻纸厂不断加大促销力度，并采取先发货后议价的方式，造成纸价持续下滑，国产新闻纸全国平均价格从去年年底的 5100 元/吨下调至目前的 4350 元/吨。而由于价格下降，个别纸厂为缓解成本带来的压力降低了新闻纸的质量。因此，从目前市场供大于求的现状出发，可以实现较低价格收购新闻纸张并保证新闻纸张的长期稳定供应。

(2) 树脂基体：我国现在已经是树脂产量、进口量、消费量最大的国家。上世纪 80 年代后期，岳阳、无锡分别自日本东都化成、德国巴克利特(bakelite)引进年产能 3000 吨的环氧装置，开始了中国大陆树脂的规模化生产。从国外引进先进技术(或者外资建厂)的有美国、韩国、日本等国家。中国大陆树脂年生产能力约 70 万吨，其中，台商有南亚(昆山)公司年产能 13 万吨，堪称世界级的企业。我国于 2004 年自行开发成功。2007 年我国产量 60 万吨，已居世界首位。2008 年产量将达 65 万吨~70 万吨。 2000 年及之前几年，我国树脂的进口量一直大于产量，从 2001 年起改变了这一局面。 目前基体完全可以满足产业化生产的稳定供应。

2. 项目投资估算

目前，项目总投资预计在 1000 万元左右。主要包括原材料的购买、浸胶机的设计建造、模具的开发、切割机和脱模机的研发、相关自动化设备的配套等生产设备和原料的费用。另外，一部分费用还将用于公司管理和销售团队的组建和日常人员工资。

七、经济和社会效益分析

1. 未来五年生产成本、销售收入、利润、现金流量的估算

未来五年生产成本预计在 500 万元左右(除设备的购置外，还包括企业日常运行费用)；预计五年累计销售收入 5000 万元左右；利润估计在 1000 万元左右；现金流量不少于 1000 万元。

2. 对投资项目财务指标评价，分析项目净现值、内部收益率、投资

回收期、投资利润率等指标

3. 财务分析结论

4. 社会效益分析

作为废物资源化利用，本项目的实施不但可以提高我国在复合材料低成本化领域的研发水平，还可以进一步降低我国碳排放。此外，随着公司的成立，可以新增就业不少于 50 人，带动相关产业增效 5000 万元以上。

八、项目落地转化方式和资金筹措方案

请详细说明按何种方式转化：自建公司、一次性转让（资金额度）、股权转让（所需资金及相应股权数）或其他方式，以及有关资金筹措想法和方案等。

本项目落地转化方式为自建公司。目前，已经与哈尔滨市创新投资公司、哈以孵化器等投资机构合作，已经筹措资金 250 万元。与张家港爱康集团合作，筹措中试资金 200 万元（后续根据中试情况继续追加产业化所需资金）。

九、项目落地转化亟需解决的关键问题

1. 项目产品目前的中试、产品技术升级换代、产品生产工艺等情况和目前面临的问题

目前，项目负责人已经自筹经费进行了近 1 年的中试实验，基本确定了项目产品的关键设备研制、树脂配方、纸张等的前期处理工艺等关键技术，并开发出多种产品以及多种成型生产工艺。在项目负责人及其团队近 30 年的树脂基复合材料研发的基础上，产品技术升级以及生产工艺方面基本无问题。

十、省内落地产业化基础

1. 与省内企业开展合作情况、用户省内分布情况及相关有利于在我省产业化的条件

本项目已经与哈尔滨市创新投资公司、哈以孵化器等投资机构合作。本项目中产品丰富，如自行车、市政用品、家具建材以及板材等产品，我省需求量巨大。并且可以根据省内需要，调整产品的外观、

形状，特别是板材产品，可以用于大棚、菌类养殖等高湿环境中不适宜使用铁质制品的行业，本产品不但耐湿热，而且强度高、使用寿命长、成本低，因此，省内市场广阔，用户广泛。

作为纸张生产大省，我省的纸张省产和消费巨大，纸张废物的产生也过多。本项目采用废旧纸张进行高附加值产品生产，实现废物的高附加值利用，因此，本项目适宜在本省发展。

最重要的是，项目负责人作为地地道道的黑龙江人，项目负责人有义务、有责任、有信心通过所学习和积累的知识为黑龙江省的经济发展做出微薄的贡献。

2. 带动我省相关产业发展、促进产业升级等情况

本项目产品较丰富，涵盖多种行业。例如，报纸/树脂基复合材料自行车的生产将带动我省自行车行业的整体进步，振兴我省自行车行业；家居环保产品的投入生产，使我省在家装产品行业具有一席之地，特别是作为颠覆性技术，有望引领我国家装行业的产业升级等；市政用品方面，新型环保、低成本市政用品的投入使用，有助于打造我省市政用品的产业升级换代。

随着产业化的进行，可以实现废旧纸张的资源化利用，促进我省在绿色环保产业产业升级，提高我省在复合材料低成本化领域的科研地位，打造我省在绿色加工行业的强省地位，减少碳排放，保护我省的天蓝、地净和水清的自然环境。

3. 项目组开办公司情况

目前，经过前期中试探索，基本完成产业化相关工艺的探索，公司将在今年上半年组建。

十一、特殊需求

产业化场地空间高度、电力、通风、楼层、保密认证要求等。

产业化需要场地 5000m²，厂房高度>10m，具有动力电，厂房通风良好。