

证券代码：002618

证券简称：丹邦科技

公告编号：2019-022

深圳丹邦科技股份有限公司

2019 年度非公开发行股票募集资金使用可行性分析报告

一、本次募集资金投资计划

本次非公开发行募集资金总额预计不超过 215,000.00 万元，在扣除发行费用后实际募集资金净额将用于以下项目：

单位：万元

项目名称	项目总投资	拟投入募集资金
化学法渐进喷涂式聚酰亚胺厚膜、碳化黑铅化量子碳基膜产业化项目	234,119.00	205,000.00
补充流动资金项目	10,000.00	10,000.00
合计	244,119.00	215,000.00

若本次非公开发行扣除发行费用后的实际募集资金少于上述项目募集资金拟投入额，募集资金不足部分由公司自筹资金解决。在本次非公开发行募集资金到位之前，公司将根据项目进度的实际情况以自筹资金先行投入，并在募集资金到位之后按照相关法规规定的程序予以置换。

二、本次募集资金投资项目的战略意义

因化学法聚酰亚胺薄膜具有突出的耐热性、耐化学品性、高机械弯曲强度、电学物理性质优良、尺寸稳定等优点，被广泛用于各种用途，如电子元器件绝缘领域、半导体封装领域。特别是超厚聚酰亚胺薄膜（厚度 $\geq 125\mu\text{m}$ ），因其具有耐热性好、化学稳定性佳、机械性能好、介电性能优异等突出的综合性能，已广泛应用于各种电机、特种电器、耐高温FPC基材、扁平电路和扬声器音圈骨架等领域。随着近年来飞速发展的微电子和集成电路产业以及5G时代的来临，更是促进了超厚聚酰亚胺薄膜的发展。

随着5G时代的到来，将化学法聚酰亚胺薄膜通过高温烧结，制成碳基膜用于手机散热、笔记本散热、通信路由器散热以及芯片散热已经成为趋势。PI薄膜经过3000℃左右的高温石墨化处理后，所得材料层间距接近单晶石墨的理论层间距，表现出了较高的石墨化程度，具有高的取向性和传导性能，形成多层石墨烯结构，具备了石墨烯的优良性能。

对公司而言，本次募集资金投资项目是公司在现有PI膜基础上，布局量子碳基膜这一新兴产业的重要举措，对公司从全球众多同行业企业中脱颖而出，率先实现量子碳基厚膜的大规模、低成本生产，具有重大的意义。此外，公司多年发展形成了“PI膜→FCCL→FPC”、“PI膜→FCCL→COF柔性封装基板→COF产品”的全产业链结构，成为了少数掌握柔性印刷电路板全产业链中各环节主要材料制造工艺并大批量生产的企业之一。本次募集资金投资项目有助于公司进一步巩固原材料环节和电子信息制造领域的竞争优势，并为未来布局量子碳基膜应用领域奠定坚实基础。

三、本次募集资金投资项目的情况

（一）化学法渐进喷涂式聚酰亚胺厚膜、碳化黑铅化量子碳基膜产业化项目

1、项目简介

（1）建设内容

项目总投资 234,119.00 万元，建设期 3 年。项目拟通过新建净化车间、购置流延及钢带成膜机、PI 厚膜自动拉伸及干燥设备、全自动悬浮式石墨碳化炉设备等国内外生产设备及环保设施等，建设先进的聚酰亚胺厚膜和碳化黑铅化量子碳基膜生产线。项目实施后，预计达产年可形成 180 万平方米量子碳基膜的生产能力。通过本项目的实施，公司 PI 膜自产利用率将显著提升，同时有利于进一步完善公司产业链，提升公司整体市场竞争力，并形成新的利润增长点。

（2）生产过程简述

化学法渐进喷涂式聚酰亚胺厚膜的生产工艺流程如下图 1 所示：

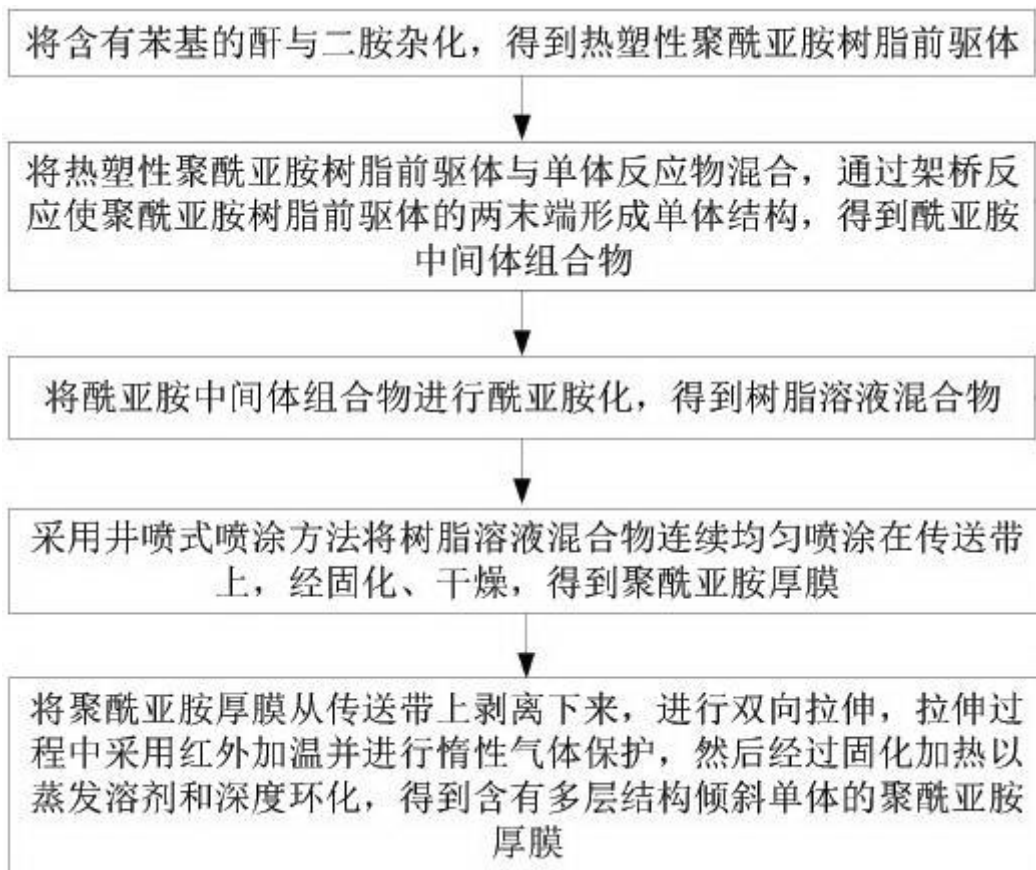


图 1 化学法渐进喷涂式聚酰亚胺厚膜的生产工艺流程

碳化黑铅化量子碳基膜的生产工艺流程如下图 2 所示：

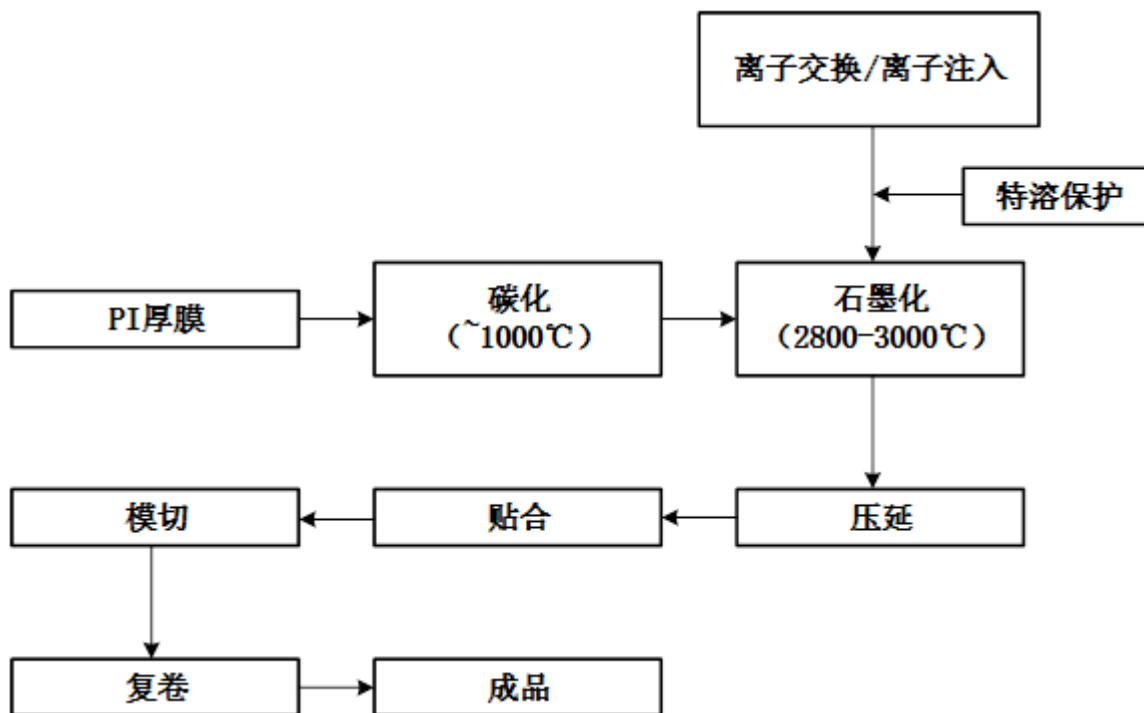


图 2 碳化黑铅化量子碳基膜的生产工艺流程

（3）项目技术创新点

①该项目的量子碳基膜是采用渐进式喷涂法，利用化学法高分子掺杂纳米元素，加强膜“径”强度，分散高粘度难以成膜缺陷，从而提高尺寸稳定性，得到无弯曲翘曲的聚酰亚胺厚膜（PI膜）。

②该厚膜以多重结构倾斜苯环单体为原料，经架桥反应形成具有双重苯环倾斜相嵌结构的热硬化性树脂，扩大分子链密度，获得较高摩尔系数的模量和尺寸稳定性。从而能够得到平整性好、无倾斜翘曲低的热膨胀系数聚酰亚胺厚膜。

③自主开发了酰型聚酰亚胺酸（PAA）的化学催化酰亚胺化新工艺，在零下200℃低温聚合，逐步提高摩尔系数质量，提高了产品的稳定性，增强了拉伸模量，并且提高膜质量，降低了时间能耗。

④自主开发了喷涂法口井式加温脱溶工艺生产高性能、大宽幅厚PI膜技术，避免了在制备过程中发生高温着火，在成膜过程中溶剂没有及时排放，在生产过程中形成气泡造成膜质量翘曲收缩的现象。提高了厚膜平面性能和力学性能，并实现大宽幅PI厚膜（厚度130-170 μ mX宽度1640mm/1800mmX长度1000M+）的大面积卷到卷（R-R）生产技术。

⑤使用化学亚胺化生产微电子聚酰亚胺（TPI）厚膜为优质碳素先驱体，通过全自动诱导法进行高分子烧结，在碳化、黑铅化、微晶化过程中采用离子交换技术、离子注入技术脱氢、脱氮、脱氧，在单斜晶型发生相变转为四方晶型代位素纳米元素，使固溶体晶型变成立方晶体，不随温度变化而改变。

⑥通过特殊金属纳米掺杂及杂化，离子交换和迁移、离子注入，特溶保护，在碳基膜中形成均匀分布纳米量子点，通过迁移进行置换在脱氧空位注入纳米元素，使量子点体中具有大量空位，通过量子点形成纳米带，实现化合物半导体带隙的开启与调控，成为具备二维半导体特性的量子碳基膜。

⑦通过不断的技术创新，成功制备全自动诱导型高温装置、大面积连续卷到卷（R-R）烧结工艺，通过膜厚、张力、长度、强度、收卷松紧度、温度与速度进行数据算法、保证工业化生产，使得公司成为具有自主知识产权、全自动化生产的量子碳基膜厂家。

2、项目实施背景及必要性

（1）项目实施背景

①传统散热材料已经无法满足现代高技术领域越来越严苛的散热需求，碳基类新型导热材料呼之欲出

随着科学技术的不断发展，电子产品的散热问题成为许多领域发展遇到的一个共同难题。例如，在大型笔记本电脑CPU、手机，以及许多家用电器中电子元件的高集成化、高密度化，使得材料表面产生的热量急剧增加，如不能及时将热量排除则会影响电子元件的寿命和系统的稳定性。另外，在导弹鼻锥体、固体火箭发动机喷管、航天飞行器热控系统以及核聚变反应等领域，除热问题也是亟待解决的科技难关。传统的金属导热材料（如：银、铜、铝等），由于密度较大、热导率较低、热膨胀系数高、无法进一步减薄弯曲、耐化学性差等缺点，已经无法满足上述高技术领域越来越严苛的散热需求。

碳、石墨材料具有较高的热导率，优良的热机械性能，低密度、低热膨胀系数、高导电性、耐热性和耐化学性等，作为电极材料、散热材料、耐热贴纸，高电气传导材料等广泛应用，是如今最具发展前景的散热材料之一。其中，高定向石墨因其高定向性层状结构，具有良好的导热性能，在许多领域更显示了其不可替代的优越性能。作为热导体，热扩散性优良的石墨片-多层石墨复合膜是由碳形成的层状结构，导热率高，密度轻，是铜重量的十分之一，具有高导电性、轻薄、柔软性，此外，因石墨片-多层石墨复合膜能够减轻厚度，一直被期待着成为在狭窄的场所、或需要穿过缝隙做处理的场所需要的导热材料或散热器材料。

多层石墨复合膜目前有两种制法，一种是以天然石墨为原料，将原料沉浸在酸中，然后利用加热使石墨层间扩展、膨胀的方法，称之为膨胀石墨法。然后将膨胀后的石墨与粘结材料一同进行高压加压加工，得到膜状多层石墨复合膜。这样制法制出的膜的最薄厚度只能在300 μ m左右，有一轴弯曲性，微小部尖锐，面内分散度偏差大，碳化时就会歪入结晶，不具备柔性。另一种制法是通过复合石墨膜，将特厚聚酰亚胺薄膜加热，依次排除氢、氧、氮，只留下碳原子，形成网眼构造，在2800 $^{\circ}$ C开始结晶配向，通过压力调整出形状，曲折率大，面内分散度小，可以制作超薄型6 μ m厚度的复合膜，并将厚度方向的层间结合和六角形网眼构造的一部分切断，给予结晶自由度，达到柔软性，但结构仍然是层状石墨结构。

伴随着科学家对导热性材料探索的不断深入，碳基导热材料已经取得长足进展。聚酰亚胺薄膜的碳化和石墨化通过杂化掺杂、离子注入、离子交换技术正成为一种制备高导热碳材料的新途径，极大地促进了电子和微电子器件朝着小型化、集成化、大容量化和超薄化的方向进一步发展，具有非常光明的前景。

②经PI膜烧结法获得的碳化黑铅化量子碳基膜具有多层石墨结构超晶格构造及优异的性能，应用潜力巨大

高分子碳基膜除了具有密度小、机械强度高、导热能力强、抗氧化、自润滑、耐烧蚀和耐腐蚀等其他固体材料所不具备的独特性能外，还具有导电性和高传声速率等功能。尤其是这类碳基膜比其他导电高分子材料具有更高的本征导电性和热稳定性，其所具有的导电性几乎与铜相当。当热处理到3000℃以上时，此类碳基膜具有与高定向热解石墨膜一样的高结晶度，并且沿膜表面石墨层的高度择优取向，具有与金刚石相当的杨氏模量。这些性能让碳基膜在微电子封装和集成领域的热管理场合具有非常广阔的应用前景。除此之外，人们依照其不同特性结合不同的应用目的，在空间技术领域、核工业、电子信息技术领域、环保化工气液分离设备等被广泛应用；同时还可以将碳基膜制成密封垫圈、生物材料，在制作平面显示器、辐射探测器、光电分离探测器、分离过滤技术方面的应用潜力也很大。

目前制备碳基材料使用最为广泛的原料是聚酰亚胺（PI）、聚噁二唑（POD）及聚丙烯腈（PAN）。其中，聚酰亚胺薄膜作为优异的碳化前驱体更具竞争力，聚酰亚胺经过高温热解后，尺寸收缩均匀，结构规整，综合性能突出，成为先进碳材料的理想前驱体。体现在以下三个方面：（1）PI在高温下热处理尽管有收缩，但在碳化过程中不熔化，仍可以保持其原膜形状，其分子取向结构为石墨化的形成提供良好的前驱体条件；（2）PI薄膜经过高温（2800-3200℃）石墨化处理后，能获得接近于单晶石墨结构的高定向石墨薄膜；（3）不同于一般石墨材料硬脆的特点，聚酰亚胺基石墨薄膜柔韧性能良好，碳化过程中均匀收缩，性状变化小。因此可以被期待作为在狭窄的场所、或需要穿过缝隙做处理的场所的导热材料或散热器材料。此外，也有望实现此类柔性量子碳基薄膜的卷到卷（R-R）连续式、自动化大生产。

聚酰亚胺是主链上含有酰亚胺环的一类化学结构高度规整的刚性聚合物，一

一般是由芳香二胺和芳香四酸二酐通过缩聚反应得到的。聚酰亚胺种类较多，其中芳香族聚酰亚胺具备半结晶或结晶结构，通过在惰性气氛保护下热解，可得到内部缺陷少且产率高的碳化材料，已被俄罗斯等学者证明可广泛用作电磁屏蔽材料、C/C 复合材料、碳电极材料等碳素前驱体。PI碳基膜因具有良好的本征导电性、热稳定性、耐化学腐蚀性等性能而成为电子工业领域有广阔发展前景的主要材料，未来它也将带领电子和微电子器件向小型集成化、大容量化和超薄型化迈进。

(2) 项目实施必要性

①我国抢占产业制高点，实现全球技术领先的需要

作为新型材料，碳碳材料及石墨烯的发现引起了全球科技界和工业界竞相关注，世界主要国家不断加大支持力度，争抢产业化制高点。美国、欧盟及其成员国、日本和韩国等先后从国家战略高度开展相关部署，出台多项支持政策和研究扶持计划。

美国国防部高级研究计划署早在 2008 年 7 月便发布了碳电子射频应用项目，美国国家科学基金会也于 2009 年 5 月发布了石墨烯基材料超电容应用项目；此外，众多研发实力强劲的大型企业如 IBM、英特尔、波音等均投入了大量科研力量进行石墨烯研发。欧盟于 2013 年 10 月率先启动了为期 10 年的“碳碳材料及石墨烯旗舰项目”，旨在使欧洲公司“能够在全球碳碳材料及石墨烯技术竞赛中获得主动权”。日本学术振兴机构 2007 年就开始了碳硅材料/器件的技术开发项目的资助，除日本政府的相关投入外，众多企业如日立、索尼、东芝等投入了大量资金和人力从事碳碳材料的基础研究以及应用开发。

碳碳材料是我国少数位于世界前列的科技领域之一，与国际先进水平相比具有发展快速、水平相当、国际同步、部分领先的特点。公司通过连续制备方法得到柔性积层量子碳基薄膜技术，使我国成为全球第一个掌握连续制备高分子烧结法柔性多层量子碳基薄膜产业化技术的国家，也标志着我国在柔性积层量子碳基薄膜产业化技术方面步入世界领先水平。进一步加大碳碳材料产业化投入，对我国抢占产业制高点，实现在该领域的技术领先地位具有重要的现实意义。

②公司顺应国家战略布局，打造先导产业的需要

碳碳材料及石墨烯极具应用潜力、可广泛服务于经济社会发展的新材料，发展碳碳材料及石墨烯产业，对带动相关下游产业技术进步，提升创新能力，加快转型升级将起到极大促进作用。我国政府充分认识到碳碳材料及石墨烯的重要性，已将其纳入国家战略布局。《中国制造 2025》、“十三五”规划纲要等一系列国家重要战略规划均将碳碳材料及石墨烯作为未来重点发展的前沿新材料。国家三部委联合印发的《关于加快石墨烯产业创新发展的若干意见》则提出把碳碳材料及石墨烯产业打造成先导产业，推动碳碳材料及石墨烯产业做强做大。

近年来，公司承担了多项国家科技支撑计划和国家科技重大专项，如公司承担的 863 计划课题“高性能挠性电路关键材料的研究与开发”，顺利通过科技部的验收，其科研成果之一“挠性聚酰亚胺无胶基材”获“广东省高新技术产品认定”；作为牵头单位承担国家科技重大专项（02 专项）项目“三维柔性基板及工艺技术研发与产业化”，并于 2017 年顺利通过科技部组织的专家组验收，该项目的实施形成了柔性基材→柔性/刚挠基板→封装测试一整条产业链的核心技术，填补我国三维柔性封装技术在 IC 产业链上的缺失，为我国柔性电路制造技术和新材料开发等方面实现重大技术突破、打破国外垄断作出了重要贡献。通过大量研发投入，公司掌握了量子碳基薄膜产业化技术，本项目的实施则是公司进一步响应国家政策，顺应国家战略布局，打造碳碳材料及石墨烯这一先导产业的切实需要。

③公司实现量子碳基薄膜规模化生产，巩固先发优势的需要

目前，全球有近 300 家公司涉足碳碳材料的研究，包括 IBM、英特尔、晟碟、陶氏化学、通用、杜邦、三星、索尼、东芝等全球知名企业¹。同时，整体来看全球石墨烯产业仍处于技术成长期，技术演化趋势正由石墨烯制备工艺向具体应用领域转变，未来市场格局仍有待确定。

全球从事高纯石墨粉的相关公司年产能大多在百吨级²。公司利用自身技术研发优势，率先在 PI 碳化石墨化制备量子碳基薄膜规模化和改性方面取得突破性进展，并可实现高质量、大面积量子碳基薄膜的低成本、规模化制备。因此，

¹ 《中国工业评论》2016 年第 4 期：《石墨烯技术突破与市场前景分析》

² 中国石墨烯产业技术创新战略联盟：
<http://www.c-gia.org/index.php?m=content&c=index&a=show&catid=20&id=1043>

公司亟需通过本项目的实施，从全球众多碳碳材料研制企业中脱颖而出，实现量子碳基薄膜大规模生产，从而巩固先发优势。

④公司提升经营业绩，持续较快发展的需要

近年来，公司坚持实施高端产品竞争战略，通过多年的技术创新和市场开拓，市场竞争能力不断增强，公司技术水平在国内居领先水平，接近国际尖端水平。在世界经济形势复杂，我国经济结构转型的大背景下，作为快速迭代的电子产品上游材料制造企业，在面临复杂多变的市场环境的同时，承载着新项目新产品周期较长带来的系列压力。因此，为积极应对外部压力，进一步提升经营业绩，公司亟需发挥技术领先优势，开拓量子碳基膜千亿蓝海市场。本项目实施也成为公司提升经营业绩、实现持续发展的必然选择。

3、项目产品简介及市场前景

随着电子仪器日趋超薄化、柔性化、高集成化及多功能化的发展趋势，研发高性能柔性半导体薄膜材料及解决芯片散热成为全球性的一大课题。

多层石墨烯柔性量子碳基半导体薄膜采用化学法聚酰亚胺薄膜高温烧结形成的多层石墨烯结构的量子碳基材料，通过3000℃以上的高温进行碳化、石墨化及微晶化处理工艺，形成具有半导体结构、同时具备高导热、导电、导声、电池屏蔽与隐身等性能的“碳光”材料。

公司自主研发的多层柔性量子碳基半导体薄膜具有超轻薄、柔韧性好的特点，同时具有多层石墨烯结构，具备高比表面积、低电阻、高导电性和高载流子迁移率、高载流子浓度、高传热性、耐高温以及各向异性等优良特性，将在智能手机、柔性太阳能发电、柔性OLED第四代显示、柔性半导体器件、大功率器件、动力电池、医疗器械等领域得到广泛应用。因其具备快速高效的平面方向上传热、纵向低传热的各向异性以及高柔软性的特点，除了解决芯片高效散热方面具有重大应用前景外，在电动汽车制造领域作为座位加热器和方向盘加热器的导热材料方面也可提供综合性解决方案；在柔性太阳能发电及航空航天等领域，由于该膜具有极好的耐高温性能和高载流子迁移率，将有效解决传统薄膜材料因急剧高温导致翘曲形变、寿命短、光电转化率不高等技术瓶颈问题，可开发高性能、长寿命、低成本柔性薄膜太阳能电池；因其电磁屏蔽效果极佳，不仅能满足吸波材料

“薄、轻、强”的要求，还兼有力学、电磁学、磁损耗和电损耗性能，作为新型隐身材料在我国航空、航天国防领域具有重大应用前景；多层柔性量子碳基半导体薄膜在柔性CIGS（铜铟镓硒）太阳能电池基板上使用转换效率高达20%-25%，成本是多晶硅太阳能的四分之一，对我国新能源产业核心竞争力提升和大规模应用具有重要意义。

此外，多层量子碳基薄膜通过不同杂化态可形成多种新型碳同素异形体，具有优异的电学、光学、光电性能及大的各向异性，其能带呈三维形式构建时，电子在二维平面的传输速度接近光速并具有超导性能。因此，该碳素材料极为可能成为下一代量子计算机芯片的革命性材料，将大幅提高计算速度，如能在该领域加大支持和研发力度，将有可能使我国在量子器件制备方面取得领先世界的重大突破，对提升我国在微电子领域的核心竞争力具有重要意义。

当前，全球信息技术迅猛发展，融合领域不断拓展，信息消费活力迸发，为包括电子元器件、基础原材料、高端电子装备在内的电子信息诸多细分领域的发展创造了广阔空间。尤其是2017年以来，半导体材料需求持续强劲，市场增速维持在10%左右，2018年市场规模达到519.4亿美元。

2014-2018年全球半导体材料市场规模



资料来源：SEMI

(1) 量子碳基膜在散热领域的应用及市场前景

具体到本项目产品，现阶段量子碳基膜优异的导热性能使其在散热领域可得到广泛应用。随着电子信息产业技术的不断发展，现代电子元器件正在朝着小体

积、高能量密度方向发展，并且这种发展趋势越来越显著。随着电子产品的工作频率急剧增加，电子设备产生的热量也迅速积累与增加，如果不及时将热量传导出，会使电子元件的工作温度急剧升高，降低设备的工作效率，并缩短电子元件的使用寿命。为保证电子元器件能够长时间稳定、可靠地工作，必须防止其工作温度不断升高，因此迫切需要开发具有高导热性能的界面导热材料。

理想的散热材料应具有较高的导热率，轻薄的尺寸，完美的接触压力，量子碳基膜则正好符合这些要求。量子碳基膜具有稳定的六方晶系对称格结构，当受外力作用时，内部原子之间的连接非常活跃，碳原子平面会发生弯曲来抵抗变形，这样碳原子就可以很快适应外力，不必重新排列就保持了结构的稳定。量子碳基膜稳定的晶格结构正是其具有较高导热性的实质原因。综上所述，量子碳基膜是目前已知的导热性能最好的材料，可做为理想的电子元器件散热材料。室温下部分常见导热材料的导热系数对比情况如下表所示：

材料	导热系数 (W/m·K)	材料	导热系数 (W/m·K)
Ag	417	Si ₃ N ₄	180
Cu	398	BeO	240
Al	240	AlN	300
Ca	380	BN	280
Al ₂ O ₃	30	石墨	2,000
ZnO	21	金刚石	2,300
CaO	15	碳纳米管	3,000-5,000
SiC	80-120	石墨烯	5,300

资料来源：中国石墨烯产业技术创新战略联盟《2018全球石墨烯产业研究报告》

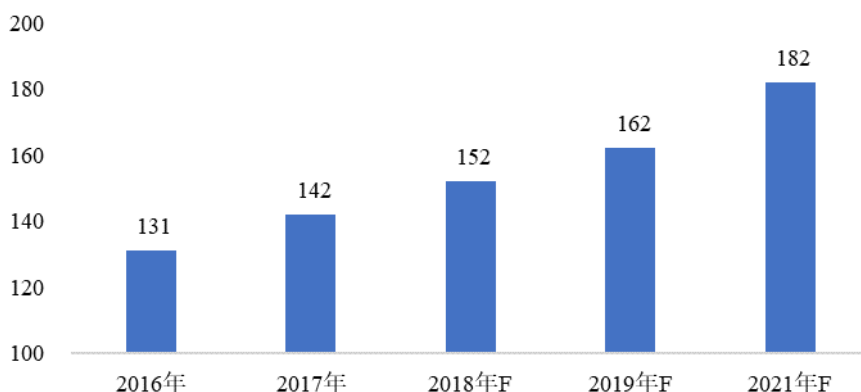
随着汽车工业的持续创新，新一代通信技术的加快发展，量子碳基膜作为高性能散热材料在汽车电子、5G通信等重要领域拥有广阔应用前景。

①汽车电子

随着汽车与电子信息产业的发展与融合，汽车已由单纯的代步工具向更高层次的机电一体化产品方向发展。电动汽车的发展以及汽车电子化程度的不断提高，使得电子产品在汽车上的应用不断扩大，汽车电子也成为电子系统各应用领域中增长最快的细分领域。根据 IC Insights 数据显示，2017 年全球汽车电子市场规模达到 1,420 亿美元，预计 2021 年将达到 1,820 亿美元，年均复合增长率为 6.4%。

单位：十亿美元

2016-2021年全球汽车电子市场及预测



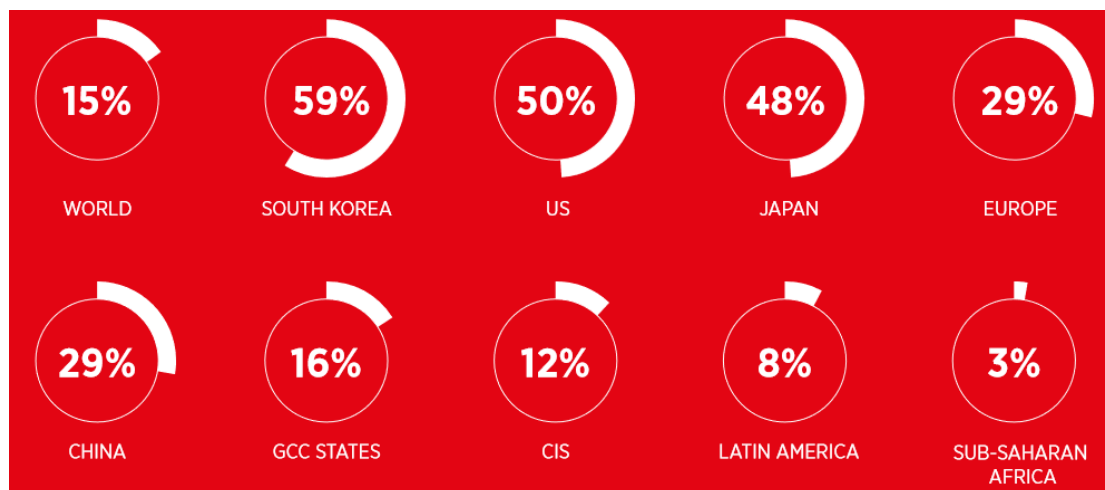
资料来源：IC Insights

与此同时，汽车电子的发展与创新，对基材的可靠性、耐热性等提出了更高的要求，以满足汽车在节能、安全、舒适、便捷等方面的发展趋势。未来，随着汽车工业的持续进步，尤其是新能源、无人驾驶、物联网等技术的快速发展，汽车电子的应用将越来越广泛，并将为本项目产品创造广阔的需求市场。

②5G 通信

随着 5G 时代的到来，为实现更高的传输速率，需要满足高多层 PCB 设计的耐热性和更低的介质损耗，提高材料耐热性和可靠性，并降低材料的介质损耗，满足 5G 网络通讯和终端市场的要求。

在网络通讯方面，韩国与美国已于 2019 年 4 月率先实现 5G 商用，中国工信部已于 2019 年 6 月正式发放 5G 商用牌照，5G 牌照的正式发放，意味着中国正式进入 5G 商用元年，接下来，5G 终端、5G 套餐资费等服务以及 5G 在千行百业的应用，也将随之而来。德国、英国、澳大利亚、西班牙、芬兰、日本等国家也正加快 5G 通讯的部署建设。根据 GSMA 发布的《The Mobile Economy 2019》预计，2025 年 5G 在全球移动通信的占比将迅速提升至 15%，美国、东亚、欧洲市场将引领 5G 的建设与应用。2025 年主要国家及地区 5G 通信占比情况如下图所示：



资料来源：GSMA《The Mobile Economy 2019》

在终端市场方面，近年来虽然全球智能手机整体出货量略有下降，但随着5G的推广应用，5G手机将成为引领智能手机市场持续增长的重要动力。根据IDC预计，2019年全球5G智能手机出货量将达670万部，2023年则将猛增至4.01亿部，年均复合增长率高达178.2%，占智能手机出货量的比重也将由0.5%迅速上升至26.0%。

类别	2019年F		2023年F	
	出货量（百万部）	市场份额（%）	出货量（百万部）	市场份额（%）
3G	57.5	4.1%	34.6	2.2%
4G	1,330.6	95.4%	1,105.9	71.7%
5G	6.7	0.5%	401.3	26.0%
合计	1,394.9	100.0%	1,541.8	100.0%

资料来源：IDC

综上所述，量子碳基膜优越的导热性能，使其能够较好满足5G网络通讯和终端产品的散热需求，因此有望在5G通信领域实现大规模应用。

（2）量子碳基膜在其他领域的应用及市场前景

从长远来看，量子碳基膜集多种优异性能于一体，是主导未来高科技竞争的革命性材料，可极大推动包括新能源、复合材料、电子信息、生物医药、节能环保在内等诸多下游产业的快速发展和升级换代，市场前景巨大。其具体应用领域可大致分为以下6个方面：

①用于大功率器件&柔性显示产品

采用量子碳基基板能使TFT（薄膜晶体管）的分辨率大幅提高，可大大提高

TFT设计的自由度、亮度及电流密度，延长使用寿命；制造工艺简单，可大面积、低成本制备；完全可以满足航空航天等特种显示产品所需要的超高亮度、超高分辨率。

②用于柔性显示&电子皮肤

在柔性智能穿戴及再生医疗设备上，采用量子碳基膜制造电子皮肤等各种柔性智能穿戴设备，能使产品做到更薄、更敏捷；能达到高分辨率、高亮度，比目前世界上正在开发的有机聚合物、氧化物半导体工艺简单，制备方便；能满足大数据、云计算及大功率医疗器械需要，大大提高产品性能，降低成本。

③用于Li 离子电池正负极材料

由于石墨烯电极表面积很大，大量锂离子迅速从阴极向阳极迁移，形成高功率密度和高能量密度。多层石墨烯膜材料应用到负极材料，会大幅度提高负极材料的电容率和大倍率、充放电性能，能快速进行充放电。

④用于柔性太阳能电池基板材料

碳基板耐高温达到1000℃以上，能满足硒化700℃要求，是目前独一无二的膜材。碳基CIGS柔性太阳能电池具有高导热性，能快速实现光转电。

⑤用作电磁屏蔽材料

该量子碳基薄膜的屏蔽效能为-20dB—-90dB，红外透射为零。可有效防止电磁辐射污染，有效阻断电磁波对人体的伤害；对于居住、工作在高压线、变电站、发射塔、基站、雷达等周围的人员有很好的电磁辐射防护作用，有效屏蔽电磁辐射干扰，保障仪器设备正常工作，防止信息泄露。

⑥用作导声材料

多层柔性量子碳基半导体薄膜不仅能有效解决消费电子产品中CPU的散热问题，可取代散热片、铜片、铝片等散热慢的材料。同时，该材料传播声音速度快，能以19km/s的速度使声音提前传出，是扩音器上很理想的材料。用在振动板上后，高音域的特性非常好，使高音发出很好的音质，可用在高端音响的扩音喇叭上。

4、项目实施可行性

近年来，我国出台多项重要产业政策，鼓励包括石墨烯在内的新材料及电子信息等下游应用产业的发展。

2015年5月，国务院印发《中国制造2025》，提出大力推动新一代信息技术、新材料等重点领域的突破发展，并明确指出“高度关注颠覆性新材料对传统材料的影响，做好超导材料、纳米材料等战略前沿材料提前布局和研制”。

2016年11月，国务院发布《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》，提出“加强新材料产业上下游协作配套，在碳纤维复合材料等领域开展协同应用试点示范，拓展纳米材料在光电子、新能源、生物医药等领域应用范围”。

2016年12月，工信部、发改委、科技部、财政部联合印发《新材料产业发展指南》，指出以碳纤维复合材料、宽禁带半导体材料等市场潜力巨大、产业化条件完备的新材料品种，组织开展应用示范，并明确提出“到2020年，新材料产业规模化、集聚化发展态势基本形成，突破先进半导体材料等领域技术装备制约，在碳纤维复合材料等领域实现70种以上重点新材料产业化及应用”的发展目标。

2017年4月，科技部印发《“十三五”材料领域科技创新专项规划》，提出加强我国材料体系的建设，大力发展高性能碳纤维与复合材料、第三代半导体材料等发展目标，并将第三代半导体材料、高性能高分子结构材料分别纳入战略性新兴产业先进电子材料、先进结构与复合材料，作为材料领域的未来发展重点。

2017年8月，国务院发布《关于进一步扩大和升级信息消费持续释放内需潜力的指导意见》，提出“升级智能化、高端化、融合化信息产品，重点发展面向消费升级的中高端移动通信终端、可穿戴设备、数字家庭产品等新型信息产品，以及虚拟现实、增强现实、智能网联汽车、智能服务机器人等前沿信息产品”。信息产品的升级与发展，将有助于本项目在下游领域的大规模应用。

2018年1月，国家制造强国建设战略咨询委员会发布《〈中国制造2025〉重点领域技术创新绿皮书——技术路线图（2017）》，把先进半导体材料、高性能碳纤维及其复合材料、新型显示材料等纳入关键战略材料，并指明了到2025年的发展目标及发展重点。

（2）市场可行性

随着电子信息技术的不断发展，电子元器件性能的持续提升，对材料的散热

性能要求日益提高。本项目生产的量子碳基膜具有优异的散热性能，可广泛应用于汽车电子、5G 通信等领域。

在汽车电子领域，电动汽车的发展以及汽车电子化程度的不断提高，使得电子产品在汽车上的应用不断扩大，汽车电子也成为电子系统各应用领域中增长最快的细分领域。根据 IC Insights 数据显示，2017 年全球汽车电子市场规模达到 1,420 亿美元，预计 2021 年将达到 1,820 亿美元，年均复合增长率为 6.4%。汽车电子的发展与创新，对基材的可靠性、耐热性等提出了更高的要求，以满足汽车在节能、安全、舒适、便捷等方面的发展趋势。未来，随着汽车工业的持续进步，尤其是新能源、无人驾驶、物联网等技术的快速发展，汽车电子的应用将越来越广泛，并将为本项目产品创造广阔的需求市场。

在 5G 通信领域，随着 5G 时代的到来，为实现更高的传输速率，需要满足多层 PCB 设计的耐热性和更低的介质损耗，提高材料耐热性和可靠性，并降低材料的介质损耗，满足 5G 网络通讯和终端市场的要求。韩国与美国已于 2019 年 4 月率先实现 5G 商用，中国工信部已于 2019 年 6 月正式发放 5G 商用牌照，5G 牌照的正式发放，意味着中国正式进入 5G 商用元年，接下来，5G 终端、5G 套餐资费等服务以及 5G 在千行百业的应用，也将随之而来。此外，德国、英国、澳大利亚、西班牙、芬兰、日本等国家也正加快 5G 通讯的部署建设。根据 GSMA 发布的《The Mobile Economy 2019》预计，2025 年 5G 在全球移动通信的占比将迅速提升至 15%，美国、东亚、欧洲市场将引领 5G 的建设与应用。

近年来虽然全球智能手机整体出货量略有下降，但随着 5G 的推广应用，5G 手机将成为引领智能手机市场持续增长的重要动力。根据 IDC 预计，2019 年全球 5G 智能手机出货量将达 670 万部，2023 年则将猛增至 4.01 亿部，年均复合增长率高达 178.2%，占智能手机出货量的比重也将由 0.5% 迅速上升至 26.0%。5G 手机出货量的快速增长，将为本项目产品在 5G 手机中的应用提供巨大市场空间。

从长远看，下游产业以及量子碳基膜的技术进步与相互融合，量子碳基膜的应用领域将进一步拓展，其在新能源、复合材料、电子信息、生物医药、节能环保、航空航天、国防军工等诸多下游领域的应用前景极为广阔。具体情况见“3、项目产品简介及市场前景”。

（3）技术可行性

PI 膜是生产本项目量子碳基膜最主要的原材料。早在 2013 年，公司便通过非公开发行股票募集资金投资项目——“微电子级高性能聚酰亚胺研发与产业化项目”对 PI 膜进行技术研发与产业化，并于 2017 年成功实现批量生产。近年来，公司不断向 PI 膜功能化方向展开研究，不断丰富 PI 膜产品的品种、扩大应用领域，布局了诸如“黑色聚酰亚胺薄膜制备工艺开发”、“耐电晕聚酰亚胺薄膜制备工艺开发”以及“微电子级超薄聚酰亚胺薄膜技术”等功能型 PI 膜的研发。经过多年的研发与生产，公司已有效掌握了 PI 膜的相关生产技术及工艺。

量子碳基膜属于 PI 膜深加工产品，公司通过实施“TPI 薄膜碳化技术改造项目”，掌握了先进的喷涂法 TPI 聚酰亚胺薄膜碳化、黑铅化工艺，成功实现试生产，并已拥有量子碳基膜国际发明专利 PCT 申请多项（国际公布号：W02018/035688A1；W02017/148106A1；W02017/148105A1 等）及装备国际 PCT 发明专利（申请公布号：PCT/CN2017/098426）。

因此，公司已掌握量子碳基膜及 PI 膜生产的相关技术与工艺，规模化生产具备技术可行性。

5、项目技术及产品先进性分析

（1）化学法渐进喷涂式聚酰亚胺厚膜关键技术：纳米掺杂和交换

化学法电子级特种聚酰亚胺厚膜是以多重结构倾斜苯环单体为原料，在零下 200℃进行预聚，并对经架桥反应形成的多重倾斜相嵌结构进行掺杂、杂化及离子交换，最后通过化学法、喷涂法及口井式加热工艺，获取大面积大宽幅（1640mm/1800mm）化学法微电子级聚酰亚胺厚膜（130μm/140μm/150μm/160μm/170μm）的工业化技术。该技术为公司自主知识产权技术并申请/获得相关专利（专利申请/授权号：201910055344.5、201811324383.2、201811308540.0、ZL 201310144111.5、ZL 201310144099.8）。产品具有优异的尺寸稳定性、低热膨胀系数，其主要性能指标有：（1）成膜厚度×宽度：（130μm/140μm/150μm/160μm/170μm）×（1640mm/1800mm）；（2）热膨胀系数≤25ppm/℃；（3）体积电阻率≥4.5×10¹⁶Ω·cm；（4）拉伸强度≥110MPa；（5）热收缩率≤-0.01%。以上指标通过第三方安普检测测试，能

够满足行业标准的要求，目前是首家在全球推出来的新产品，产品已经科学技术部西南信息中心查新中心出具的科技查新报告（查新报告编号：J20185001210448005）表明：“所述开发喷涂-口井式加热工艺生产高性能大宽幅PI厚膜技术，实现大宽幅PI厚膜（厚度120-180 μ m \times 宽度1640mm/1800mm \times 长度1000m+）的大面积、卷到卷（R-R）式批量生产，在所检文献以及时限范围内，国内外未见文献报道。”

（2）碳化黑铅化量子碳基膜关键技术：离子注入与纳米云形成

高性能大宽幅（580mm）量子碳基膜，是以本公司自主研制的化学法微电子级聚酰亚胺厚膜为碳素前驱体，采用高分子烧结法及离子注入工艺，并对全自动碳化黑铅化炉装备进行算法调整，形成多层石墨烯结构并具有超晶格构造。产品在常温下为单斜晶型，3000 $^{\circ}$ C以上发生相转变为六方晶型，同时体积留存率达到80%，黑铅化过程中固溶体立方晶不随温度变化，该技术为公司自主技术并申请专利（专利申请号：201910055344.5），公司获得了国际发明专利PCT申请多项（国际公布号：W02018/035688 A1；W02017/148106 A1；W02017/148105 A1等）及装备国际PCT发明专利（申请公布号：PCT/CN2017/098426）。产品已经科学技术部西南信息中心查新中心出具的科技查新报告（查新报告编号：J20185001210447005）表明：“综合本项目所述特点的大宽幅（580mm/800mm）量子碳基厚膜（100-170 μ m）材料研发与产业化，在所检文献以及时限范围内，国内外未见文献报道。”。

量子碳基膜产品主要性能指标有：（1）碳化膜厚度 \times 宽度：（130 μ m/140 μ m/150 μ m/160 μ m/170 μ m） \times 580mm；（2）热导率： \geq 1200W/m.K；（3）电磁屏蔽效能：80dB-100dB+。以上指标能够满足高端产品的性能要求。

高性能大宽幅量子碳基膜导热系数在 1300 W/m.K 以上，超过天然石墨片及PI复合膜等传统散热材料导热系数的 20%-30%，可望完全取代传统散热材料，在手机、芯片散热，全固态动力电池散热，柔性太阳能发电基板，柔性显示等领域有着里程碑式意义；特别是电磁屏蔽效能达到 80dB-100dB+，有望在 5G 领域得到广泛应用；此外，其优异的耐高温、高导热、抗辐射、高频、高抗拉强度、高密着性、不掉粉、不分层的特性，通过进一步的结构与性能优化，有望超越第三代化合物半导体，成为第四代“碳光”化合物半导体新材料。

6、项目投资概算

本项目投资总额为 234,119.00 万元，拟使用募集资金 205,000.00 万元，项目投资概算情况如下表所示：

序号	工程或费用名称	投资额（万元）	拟使用募集资金（万元）
1	工程建设费	217,208.00	205,000.00
1.1	改造投入	5,950.00	5,950.00
1.2	场地租金	1,056.00	-
1.3	设备购置及安装	210,203.00	199,050.00
2	基本预备费	10,860.00	-
3	铺底流动资金	6,050.00	-
	合计	234,119.00	205,000.00

7、项目经济效益

经测算，本项目投资回收期（含建设期）为 7.07 年，内部收益率（税后）为 18.05%，项目具有较好的经济效益。

8、项目土地、立项、环保等报批事项

本项目拟通过自有厂房及租用广东东邦科技有限公司的厂房实施建设。项目相关立项、环评等事项正在办理中。

（二）补充流动资金

公司本次非公开发行拟以 10,000.00 万元的募集资金补充流动资金，以保障公司业务的持续较快增长。补充流动资金的必要性分析如下：

1、行业特征决定行业企业需要充足的资金保障

公司所处的柔性印制电路板及材料制造业行业，属于典型的技术、人才、资金密集型行业，行业经营特点与发展模式决定了企业的人才引进、研发创新、产能扩充、市场开拓、经营管理等方面均需要大量的资金投入。通过本次非公开发行募集资金补充公司流动资金，将有助于增强公司资金实力，为公司未来发展提供资金保障。

2、公司产销规模持续扩大，对流动资金需求增加

近年来，公司保持了较快发展，主要产品的产销规模不断扩大，营业收入稳

步增长。2016-2018年，公司营业收入由27,075.67万元逐年增长至34,358.66万元，年均复合增长率为12.65%。随着产销规模的不断扩大，公司对流动资金的需求也持续增长。

3、降低公司融资成本，增强公司盈利能力

2016-2018年，公司利息支出由2,274.02万元逐年增长至4,002.12万元，年均复合增长率高达32.66%。利息支出的持续增长，直接影响了公司经营业绩。若公司通过银行贷款等债权融资方式解决资金需求，利息支出将进一步增加，从而影响公司的整体盈利能力。

四、本次发行对公司经营管理和财务状况的影响

（一）本次非公开发行对公司经营管理的影响

本次发行募集资金将用于量子碳基膜的产业化，从而巩固上市公司在量子碳基膜领域的先发优势。本次非公开发行完成后，量子碳基膜与公司PI膜、COF柔性封装基板及COF等产品的联动效应将更加明显，对公司实现战略规划具有积极的推动作用。同时，本次非公开发行后，公司未来整体盈利能力也有望增强，进而提升上市公司价值，有利于实现并维护全体股东的长远利益，对上市公司长期可持续发展具有重要的战略意义。

（二）本次非公开发行对公司财务状况的影响

1、对公司资本结构的影响

本次非公开发行有助于公司增强资本实力，做大资产规模，进一步优化资产负债结构，为公司未来的持续发展奠定坚实基础。本次非公开发行完成后，公司总资产和净资产将有所增加，资产负债率将有所下降，营运资金将更加充足，从而有利于增强公司的资本实力，优化财务状况，提高偿债能力，增强资产结构的稳定性和抗风险能力。

2、对公司盈利能力的影响

本次非公开发行募集资金投资项目实施后，有助于增强公司的盈利能力。同时，本次发行完成后，公司股本总额将即时增加，而募集资金投资项目在短期内

无法即时产生效益，因此，公司的净资产收益率在短期内存在下降的可能。

3、对公司现金流的影响

本次非公开发行对公司现金流的影响主要体现在以下方面：一、本次非公开发行将增加公司的现金流入，增强公司流动性；二、随着本次非公开发行募集资金的投入，经营活动现金流出将大幅增加；三、净资产的增加可增强公司的融资能力，对公司未来潜在的筹资活动现金流入将产生积极影响；四、随着本次募集资金投资项目逐渐产生经济效益，公司的经营活动现金流量及可持续性将得到有效提升。

五、本次非公开发行募集资金使用可行性分析结论

经审慎分析，董事会认为，本次非公开发行募集资金投资项目符合相关政策 and 法律法规，符合公司的现实情况和战略需求，具有实施的必要性。投资项目具有广阔的市场前景，将会给公司带来良好的投资收益，并有利于公司的长远可持续发展，符合全体股东的根本利益。

深圳丹邦科技股份有限公司董事会

2019年6月13日