

证券代码：002618

证券简称：丹邦科技

公告编号：2020-020



深圳丹邦科技股份有限公司
2020 年非公开发行股票
募集资金使用可行性分析报告

二〇二零年四月

释义

除非另有说明，下列简称具有如下特定含义：

一、普通术语

本公司、公司、丹邦科技、发行人	指	深圳丹邦科技股份有限公司
本次发行、本次非公开发行、本次非公开发行股票	指	深圳丹邦科技股份有限公司本次以非公开方式向不超过三十五名特定对象发行人民币普通股（A股）股票之行为
股东大会	指	深圳丹邦科技股份有限公司股东大会
元、万元	指	人民币元、万元

二、专业术语

聚酰亚胺、PI	指	聚酰亚胺（Polyimide，简称PI）是指主链上含有酰亚胺环的一类聚合物。PI是综合性能最佳的有机高分子材料之一，耐高温达400℃以上，长期使用温度范围-269℃~280℃，无明显熔点，具有高绝缘性能，属F至H级绝缘材料
PI膜	指	聚酰亚胺膜（简称PI膜）是由二酐和二胺为原料（单体），在强极性溶剂中经缩聚并流延成膜，再经高温脱水酰亚胺化成环，而形成的高聚物薄膜
热塑性聚酰亚胺、TPI	指	热塑性聚酰亚胺（TPI）是在传统的热固性PI的基础上发展起来的具有良好的热塑加工性能的特种工程塑料之一，它不仅可采用热固性PI的所有加工方式成型，还可采用适合于热塑性塑料的挤出和注塑的方法成型，因此特别适合于一次成型结构复杂的制品，无需二次加工，解决了传统热固性PI成型加工困难、产品形式单一等问题
透明PI膜	指	通过对聚酰亚胺结构设计优化，引入官能团或硅胶改性，实现聚酰亚胺薄膜的透明性，可用于柔性显示的盖板和触控基板
碳化	指	碳化是黑铅化的前置程序，目的在于使得PI膜中的非碳成分全部或大部分挥发，需在特定高温下进行
黑铅化	指	利用高温将热力学不稳定的碳原子实现由乱层结构向石墨晶体结构的有序转化的一种方式
量子碳化合物厚膜	指	本公司化学法渐进喷涂式生产的高性能PI超厚膜（130μm/140μm/150μm/160μm/170μm）经碳化和黑铅化后形成的具有二维大分子量超晶格网络结构的薄膜产品
FPC	指	柔性电路板（Flexible Printed Circuit Board）简称“软板”，行业内俗称FPC，是用柔性的绝缘基材（主要是聚酰亚胺或聚酯薄膜）制成的印刷电路板，具有许多硬性印刷电路板不具备的优点。例如它可以自由弯曲、卷绕、折叠。利用FPC可大大缩小电子产品的体积，满足电子产品向高密度、小型化、高可靠方向发展的需要。因此，FPC在航天、军事、移动通讯、手提电脑、计算机外设、PDA、数字相机等领域或产品上得到了广泛的应用
COF 柔性封装基板	指	还未装联上芯片、元器件的封装型柔性基板，在芯片封装过程中，起到承载芯片、电路连通、绝缘支撑的作用

COF 产品	指	搭载芯片的柔性基板 (Chip on Flexible Printed Circuit), 是用 COF 柔性封装基板作载体, 将半导体芯片直接封装在柔性基板上形成的芯片封装产品
FCCL	指	柔性覆铜板 (Flexible Copper Clad Laminate), 又称挠性覆铜板, 由柔性绝缘基底与铜箔贴合而成。FCCL 是 FPC 和 COF 柔性封装基板的加工基材, 可按结构划分为两大类: 传统胶粘剂三层型柔性覆铜板 (3L-FCCL) 与新型无胶粘剂两层型柔性覆铜板 (2L-FCCL)
铜箔	指	FCCL 所使用的金属导体箔, 可分为电解铜箔和压延铜箔
5G	指	第五代移动电话行动通信标准, 也称第五代移动通信技术
中试线	指	中间性试验生产线, 生产或开发工艺非成熟的产品的生产线
μm	指	微米, 长度单位; 1,000,000 微米 (μm)=1 米 (m)

除特别说明外, 本报告数值保留两位小数, 若出现总数与各分项数值之和尾数不符的情况, 均为四舍五入原因造成。

2020 年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

本次非公开发行股票募集资金总额不超过 178,000.00 万元，扣除发行费用后拟全部用于以下项目：

单位：万元

序号	项目名称	项目总投资	募集资金拟投入金额
1	量子碳化合物厚膜产业化项目	123,127.73	103,000.00
2	新型透明 PI 膜中试项目	46,515.89	43,000.00
3	量子碳化合物半导体膜研发项目	12,115.00	12,000.00
4	补充流动资金项目	20,000.00	20,000.00
合计		201,758.62	178,000.00

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。

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以自筹资金解决。在不改变本次募集资金拟投资项目的情况下，经股东大会授权，董事会可对上述单个或多个投资项目的募集资金投入金额进行调整。

二、实施本次募集资金投资项目的背景及目的

（一）实施本次募集资金投资项目的背景

1、加快培育和发展新材料产业对于构建国际竞争新优势具有重要战略意义，得到国家产业政策鼓励与支持

材料工业是国民经济的基础产业，新材料是材料工业发展的先导，是重要的战略性新兴产业。新材料是指新出现的具有优异性能或特殊功能的材料，或是传统材料改进后性能明显提高或产生新功能的材料。近年来新一代信息技术、航空航天装备、海洋工程和高技术船舶、节能环保、新能源等领域的蓬勃发展，对新材料的质量性能、保障能力提出了更高的要求。加快培育和发展新材料产业，对于引领材料工业升级换代，支撑战略性新兴产业，保障国家重大工业建设，促进

传统产业转型升级，构建国际竞争新优势具有重要战略意义。

公司在新材料领域进行研发和产业化的方向为电子级 PI 膜及其深加工产品。PI 膜及其深加工产品具有优异的力学、电学、热学和光学等特性，是性能优异的功能高分子材料，可用于电子信息、新型显示、新能源、航空航天等多个战略性新兴产业，属于新材料产业中的前沿新材料。公司以 PI 膜技术为核心，专注于新材料的研发与生产，得到国家产业政策的大力支持。近五年主要的产业政策梳理如下：

时间	产业政策	发布机构	内容
2015 年	《中国制造 2025》	国务院	以特种金属功能材料、高性能结构材料、功能性高分子材料、特种无机非金属材料 and 先进复合材料为发展重点；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、石墨烯、生物基材料等战略前沿材料提前布局和研制。
2016 年	《国家创新驱动发展战略纲要》	国务院	纲要提出要重点推进十大产业技术体系创新，从而创造新的发展优势。这些产业的发展多数会涉及到新材料产业领域，诸如：新一代电子信息材料、新能源材料、纳米材料、先进结构与复合材料、生物医用材料、新型碳材料以及生态环境材料等。
2016 年	《“十三五”国家科技创新规划》	国务院	要求重点研制碳纤维及其复合材料、高温合金、先进半导体材料、新型显示及其材料、高端装备用特种合金、稀土新材料、军用新材料等
2016 年	《关于加快新材料产业创新发展的指导意见》	工信部 发改委 科技部 财政部	指出了部分需要大力发展及突破的新材料，涵盖耐高温耐蚀材料、高性能纤维及复合材料、第三代半导体材料、新型稀土功能材料、高性能分离膜材料、能量转换与储存纳米材料、新型显示材料以及新一代生物医用材料等。同时积极开发石墨烯、3D 打印材料、智能仿生及超导材料等前沿领域的新材料，做好基础研究和技术积累工作。
2017 年	《“十三五”材料领域科技创新专项规划》	科技部	重点发展战略性先进电子材料、先进结构与复合材料、先进金属材料、先进陶瓷材料、生物医用材料、稀土功能材料、膜材料以及新能源材料，满足战略性新兴产业的发展需求；发展前瞻性材料技术，突破纳米材料制备技术，形成新的技术和经济增长点； 提出特种工程塑料是重点发展的先进结构材料技术之一，其中高性能聚醚酮、聚酰亚胺、耐辐照型聚酰亚胺纤维等被列为重点发展材料。

2、PI 膜及其深加工产品应用领域丰富，市场前景广阔

聚酰亚胺（PI）是指主链上含有五元酰亚胺环（ $-\text{CO}-\text{N}-\text{CO}-$ ）的一类聚合物，具有优异的耐高温、耐低温、高强高模、高尺寸稳定、低热膨胀系数、高电绝缘、低介电常数与损耗、耐辐照、耐腐蚀等优点。PI 具有多种不同的应用形式，如

薄膜、工程塑料、基体树脂、粘结剂、纤维和泡沫等，其中 PI 膜是 PI 最主要的应用形式。PI 薄膜按照用途一般分为两类，一是以绝缘和耐热为主要性能指标的电工级 PI 膜；二是赋有高挠性、低膨胀系数等性能的电子级 PI 膜。

聚酰亚胺薄膜（PI 膜）是已知的性能最好的薄膜类绝缘材料，被广泛用作电机绝缘及电缆绕包绝缘材料，绝缘材料领域是 PI 膜最早实现产业化的应用领域。随着 PI 膜的技术发展，PI 膜及其深加工产品的性能不断提升，其应用范围内也在不断扩大，如用于制造 FPC、合成散热材料等。目前，PI 膜及其深加工产品的主要应用领域如下表：

序号	应用领域	具体应用场景
1	绝缘材料	电机绝缘及电缆绕包绝缘材料、航空航天线缆绝缘，轨交电机主绝缘线圈
2	电子产品材料	PI 膜是 FPC 基材的主要原材料，FPC 是智能手机、摄像机、数码相机、数码电视、笔记本电脑、平板显示等电子产品的基础部件
3	散热材料	以 PI 膜为原料合成有机高分子碳膜，用于手机、平板电脑、笔记本电脑、可穿戴设备等消费电子及 5G 基站、汽车电子等领域的导热散热
4	光电显示材料	柔性显示 OLED 基板、触控基膜及盖板材料
5	新能源材料	固态电池电极极片材料、柔性太阳能电池基板材料

PI 膜及其深加工产品作为性能优越的高分子材料，其价值已经得到充分的认识。目前 PI 膜及其深加工产品已经被广泛应用于消费电子、新型显示、新能源等多个领域，受益于下游行业的蓬勃发展，PI 膜及其深加工产品的市场前景广阔。

3、PI 膜在世界范围内呈寡头垄断局面，我国产业化进程较为缓慢

PI 膜具有诸多优点，但由于生产过程复杂、制备工艺难度高、机器设备投入大，因此掌握 PI 膜核心生产工艺的多为资金雄厚、技术领先的巨头企业。PI 膜在世界范围内呈寡头垄断局面，技术封锁严密，全球产能主要由国外少数企业所垄断，例如美国的杜邦公司，日本的宇部兴产、钟渊化学、东丽集团、三井东亚，韩国的科隆、SKC 公司等。其中杜邦、东丽、钟渊化学和宇部兴产四家企业占全球 PI 市场销售总额的 70%左右。

我国在 PI 膜及其深加工产品领域起步较晚，相对落后。作为关键的新型功能材料，PI 膜在战略性新兴产业发展中的重要性日渐凸显，我国政府和企业对于 PI 膜及其深加工产品的研究与生产都给予了极大的关注。虽然国内在聚酰亚

胺基础研究方面已经取得了一些突破，但受限于设备、工艺、资金、人才等关键因素，我国在产业化进程方面仍与美国、日本等先进国家存在差距。

（二）实施本次募集资金投资项目的目的

丹邦科技一直专注于功能高分子新材料的研发与生产，在电子级 PI 膜的制备及其深加工领域取得了多项创新成果并积极推动研发成果转化，形成了以科技创新为基础、以产业化为目标的发展机制。公司坚持“量产一代、中试一代、研发一代”的发展战略，本次募集资金投资项目的总体目标即：大批量生产量子碳化合物厚膜、中试新型透明 PI 膜、研发量子碳化合物半导体膜，为实现公司成为国际领先的新型半导体材料企业的发展愿景打下坚实基础。

1、加速量子碳化合物厚膜的产业化，开拓 PI 厚膜高附加值产品，打造新的利润增长点

公司于 2009 年成立，主要产品为 FPC、COF 柔性封装基板及 COF 产品，生产上述产品的基材 FCCL 为公司自行配套生产，基础原材料 PI 膜在公司发展前期均通过外购取得。由于 PI 膜在产品成本中占比较高且 PI 膜市场被国际巨头公司垄断，公司为摆脱对于原材料供应商的依赖，自 2013 年起投入 PI 膜的研发和生产。经过多年技术攻坚，公司已掌握 PI 膜领域的核心技术与工艺，成功量产微电子级 PI 膜，实现了现有 FPC、COF 等产品的关键原材料 PI 膜自主配套。在此基础上，公司继续沿着 PI 膜产业链延伸，突破了碳化、黑铅化等 PI 膜深加工核心工艺，成功研发出量子碳化合物厚膜。

本次募集资金投资项目旨在加速量子碳化合物厚膜的产业化。量子碳化合物厚膜是以公司自主研发的化学法微电子级聚酰亚胺厚膜（130 μ m/140 μ m/150 μ m/160 μ m/170 μ m）为原材料经碳化、黑铅化等工艺加工后形成的具有二维大分子量超晶格网络结构的薄膜产品。量子碳化合物厚膜具有高密度、高范德华力、高导热系数、高储热功能、高均热效果、不掉粉尘、无离子迁移等特点，可用作 5G 智能终端、5G 基站、汽车电子的散热材料，柔性显示基板，柔性太阳能电池基板，固态电池的电极极片材料以及高频电子电路基材，产品附加值较高，具有广阔的市场需求。

本次量子碳化合物厚膜产业化项目的实施一方面可以拓展 PI 膜的新兴应用

市场，提升公司产品的附加值，形成新的利润增长点，有效提升公司的盈利能力；另一方面能够降低 FPC、COF 产品业务波动带来的风险，使公司经营更为稳健向好。凭借公司在 PI 膜领域多年积累的资源、渠道以及在板块协作方面丰富的经验，募集资金投资项目与公司现有业务将实现有效联动，公司的盈利能力、抗风险能力将得到增强。

2、研发试产新型透明 PI 膜，在柔性显示市场抢占先发优势

柔性显示由于具有轻薄、省电、移动化、多样化、操作简单、容易携带的特点，已经逐渐成为显示市场的主流方向。OLED 是实现柔性显示的最佳技术，OLED 面板无需背光模组，将玻璃基板、玻璃或金属盖板等刚性材料替换为柔性材料即可实现柔性显示，其中透明 PI 膜是目前用于柔性显示盖板最合适的材料。

透明 PI 膜能适应高温加工制程（ $>350^{\circ}\text{C}$ ），耐弯折性能优异（10 万次以上弯折），同时具备高透明、低热膨胀系数的特性，是目前少有的能够满足柔性显示盖板材料要求的有机薄膜材料。随着三星、华为陆续推出可折叠手机，柔性 OLED 产业呈现快速发展的态势，催生出对上游材料透明 PI 膜的迫切需求。

国内在透明 PI 膜领域相对落后，目前尚没有企业实现规模化量产。公司紧密跟踪行业发展趋势，提前布局透明 PI 膜领域，开展了“柔性显示用透明聚酰亚胺基材研发及应用”等项目，形成了透明聚酰亚胺分子结构设计、修饰及前驱体杂化合成技术等核心技术并申请了相关专利。公司研制新型透明 PI 膜的创新之处在于制备工艺，目前行业内普遍采用热亚胺化方法制备透明 PI 膜，与之相比，公司采用改性法制备出的新型透明 PI 膜具有透过率高、反射率低、热膨胀系数低、成膜均匀、无孔化的性能优势。

本次非公开发行募集资金将继续投入新型透明 PI 膜的研发及中试，提升公司透明 PI 膜的制造技术和产品质量，不断追赶国际领先水平，抢占先发优势进入客户供应体系，提升公司的技术实力和市场影响力。

3、研发量子碳化合物半导体膜，实现行业领先的重大技术突破

半导体材料是半导体产业发展的基础，它融合了现代众多学科的先进成果，在半导体制造技术不断升级和产业的持续创新中扮演着重要角色。半导体技术每前进一步都对材料提出新的要求，而材料技术的每一次发展也都为半导体新结

构、新器件的开发提供了新的思路，因此，半导体新材料的突破将成为半导体产业未来发展的关键。

公司自成立以来，一直专注于电子级PI膜及其深加工产品的研发与生产，并通过持续不断的技术创新与工艺开发赋予PI膜更多、更优越的性能。公司利用独创性的TPI制备工艺、纳米金属掺杂、杂化、离子交换与离子注入工艺，可以使膜中的纳米单斜晶体相变为四方晶体，形成六方晶格层状结构，具备超晶格的功能，从而得到量子碳化合物半导体膜。该量子碳化合物半导体膜具有宽禁带、高导热率、高柔韧性、高击穿电场、高电子饱和速率、高抗辐射能力、耐高低温、导电性及载流子浓度具有可控性等多种特性，非常适合制作新一代柔性高温、高频、抗辐射的大功率器件，未来有望在超高频率模拟晶体管、纳米传感器得到广泛运用。该量子碳化合物半导体膜是一种新型化合物半导体材料，在高迁移率、纳米尺寸、柔性、通透性和导电性能可控性等方面具有与其他化合物半导体材料相比独一无二的特性，有望成为综合性能更好的新型化合物半导体材料。

通过研发量子碳化合物半导体膜，公司在新材料领域由高分子材料拓展至化合物半导体材料，具有重大战略意义。公司在化合物半导体领域开展的研究属于行业前沿范畴，通过实施本次量子碳化合物半导体膜研发项目，公司有望在化合物半导体材料领域实现重大技术突破，提升公司的技术领先地位，并为我国化合物半导体材料的发展做出贡献。

4、补充生产经营流动资金，缓解公司资金压力

公司所处行业属于技术及资金密集型行业，随着公司经营规模的扩大和本次募集资金投资项目的实施，公司生产经营的流动资金需求也随之上升，仅依靠自有资金及银行贷款已经较难满足公司快速发展的需求。本次非公开发行的募集资金将在一定程度上填补公司快速发展所产生的资金缺口，资本的夯实和资产负债结构的改善将有助于增强公司银行信贷等方式的融资能力，为公司业务持续发展以及在新材料领域进一步布局提供有效支持，奠定资金基础。

三、本次募集资金投资项目的情况

（一）量子碳化合物厚膜产业化项目

1、项目概况

本项目实施主体为丹邦科技。投资总额为 123,127.73 万元，拟使用募集资金 103,000.00 万元，建设期 2.5 年，建设地点位于广东省东莞市松山湖科技产业园工业西三路广东丹邦工业园，主要建设内容为利用公司现有厂房改建净化车间，引进国内外先进设备建设一条量子碳化合物厚膜生产线，包括化学法渐进喷涂式生产高性能聚酰亚胺超厚膜生产线、碳化和黑铅化生产线、环保设备等。项目达产后，公司将形成年产 100 万平方米量子碳化合物厚膜的生产能力。

本项目生产的量子碳化合物厚膜系公司自主研发的电子级 PI 厚膜通过高温碳化、黑铅化制备而成，可应用于散热、柔性显示基板、固态电池电极极片材料、柔性太阳能电池基板、高频柔性电子电路基材等领域。

2、项目实施必要性

（1）本次产业化项目是提升公司在 PI 材料领域国际竞争力的重大战略举措

PI 技术在世界范围内呈寡头垄断局面，技术封锁严密。目前高端 PI 技术与产能主要由国外少数企业所垄断，包括美国杜邦、日本中渊化学、韩国 SKC、以及日本宇部兴产等。通过本次实施量子碳化合物厚膜产业化项目，公司将多年的技术成果有效转化，将提升公司在 PI 材料领域的核心竞争力，形成较高的技术壁垒和规模壁垒。

一方面，量子碳化合物厚膜产业化具有很高的技术壁垒。量子碳化合物厚膜属于 PI 膜的高附加值深加工产品，而 130 μ m/140 μ m/150 μ m/160 μ m/170 μ m 厚度的 PI 膜成膜制备及量产工艺难度较大，国际大厂能成功生产出超过 125 μ m 厚度的 PI 膜案例也鲜有报道。公司经过多年研发，突破了先进的喷涂法聚酰亚胺薄膜制备工艺及碳化、黑铅化、掺杂、杂化、离子交换、离子注入、卷到卷（R-R）连续生产工艺等多项关键工艺，具备量子碳化合物厚膜的量产能力，并已拥有多项国内外发明专利，形成了较高的技术壁垒。

另一方面，量子碳化合物厚膜产业化具有很高的规模壁垒。量子碳化合物厚膜产线在厂房建设、设备采购方面的投资额较大，特别是核心生产设备均需定制，且需要进行反复调试和技术攻关才能获得稳定量产。量子碳化合物厚膜的投资规

模大、投资周期长，需要具有一定规模和资金实力的企业才能够承担。

本次量子碳化合物厚膜产业化项目的成功实施，将使公司在PI厚膜工艺技术能力、PI膜高附加值深加工、PI膜产品功能开发等方面超越国际大厂，从而显著提升公司在PI材料领域的国际竞争力。

(2) 把握新材料行业发展机遇，深度受益下游行业快速发展所产生的强劲需求

量子碳化合物厚膜是PI膜的深加工产品，具有多层石墨稳定结构，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，不仅可以在5G智能终端、5G基站、汽车电子等散热领域得到广泛应用，而且可以用作柔性显示基板、固态电池电极极片材料、柔性太阳能电池基板和高频柔性电子电路基材。

量子碳化合物厚膜的下游应用领域集中在5G行业、柔性显示和新能源材料，上述行业均属于国家重点发展的战略性新兴产业。特别是5G行业，各国均在积极推进5G建设，韩国与美国已于2019年4月率先实现5G商用，我国工信部已于2019年6月正式发放5G商用牌照；2020年2月21日，我国中央政治局会议强调推动5G网络、工业互联网等加快发展，加快5G商用步伐，很大程度上凸显了我国对5G建设的高度重视，在政策不断加码下，5G行业将迎来快速发展期。

下游应用领域的强劲增长将大幅拉动上游关键新材料的发展，新材料产业面临重大的行业发展机遇。本次量子碳化合物厚膜产业化项目的实施可以使公司把握关键的发展机遇，深度受益于下游行业快速发展所产生的强劲需求，实现公司的跨越式发展。

(3) 以电子级PI膜和厚膜技术为核心，完善产品线，打通产业链，打造差异化竞争优势

公司于2009年成立，主营业务为FPC、COF柔性封装基板和COF产品的研发、生产和销售，2013年开始向上游原材料PI膜领域延伸，切入有机高分子新材料行业。经过多年自主研发，公司在PI材料领域掌握了多项具有自主知识产权的核心技术，不仅完成了FPC、COF产品用PI膜的研发和生产，而且突破了多项PI膜深加工工艺，在2017年研制出6 μ m的超薄PI膜，后续成功生产出PI超

厚膜（130 μ m/140 μ m/150 μ m/160 μ m/170 μ m）并以此为基础研发了量子碳化合物厚膜。本次量子碳化合物厚膜产业化项目可以将公司在 PI 膜行业多年的技术积累转化为成熟产品，对于公司打通 PI 膜行业产业链、具备全产业链的生产及服务能力、打造差异化竞争优势具有重大意义。

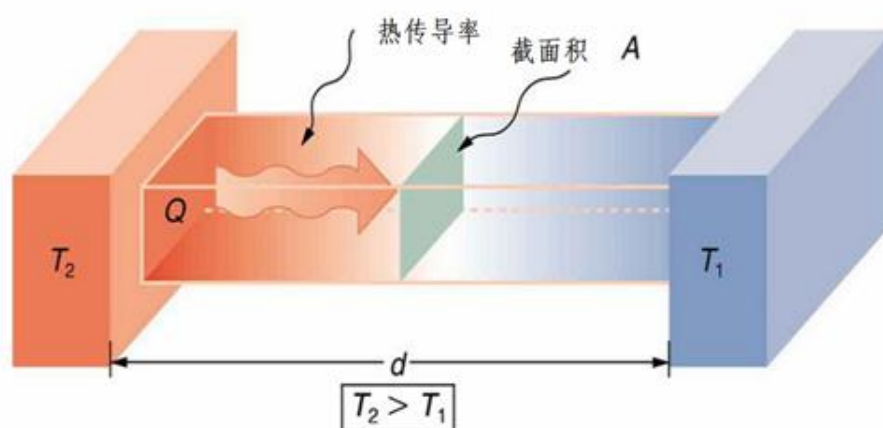
3、项目实施可行性

（1）公司自研的量子碳化合物厚膜产品性能优势显著

①量子碳化合物厚膜具有高热传导性和良好的均热性

公司生产的量子碳化合物厚膜因其独特的超晶格功能和多层石墨结构，具有高热传导性和“均热”性能，可解决 5G 手机等终端因发热而导致外壳局部温度在短时间内迅速升高的问题。量子碳化合物厚膜的导热具有各向异性，平面方向（X、Y）导热系数可达 1,200w/ m k，而纵向方向（Z）导热系数极低。二维平面高导热性使得与热源相接的平面可快速实现导热散热从而保护功率器件，而纵向的低导热性令产品具备一定储热效果，阻止热量快速传递到背面，从而起到均匀散热的效果

图：散热膜厚度与导热的相关性



注：单位时间内给定的截面上，通过截面的热通量(Q)，与垂直于截面的温度梯度变化率（dT 温差/dX 厚度）、加热区域的横截面积（A）成正比。量子碳化合物厚膜的截面积与导热通量是成正比的，要么宽度大，要么厚度大，在宽度一定的条件下，厚度是实现量子碳化合物厚膜导热能力的重要因素，即厚度越大，储热效果越好，垂直方向传热量越小。

而目前市场上的人工石墨散热片主要是采用常规厚度（25 μ m—50 μ m）的 PI 膜经过碳化和黑铅化两道高温工序烧制而成，因单层石墨散热片厚度太薄，

虽导热快但不隔热，其后出现了多层或复合石墨散热膜，但其制造过程中使用胶黏剂导致其层间形成热阻、材料密度降低，从而引起其整体导热性的下降。与现有普通石墨散热膜相比，量子碳化合物厚膜具有高取向性、高密度的特点，导热效率超过同等厚度复合膜产品的 20%-30%。同时，量子碳化合物厚膜还兼具储热功能，可实现均匀散热，解决局部过热的问题。

②量子碳化合物厚膜产品不分层、不掉粉尘、一次性成膜提高工程效率

使用公司自制的高性能电子级 PI 厚膜制备量子碳化合物厚膜，无需进行多层贴合，产品垂直面具有超晶格结构，不分层，不掉粉尘，安全系数高，并且一次性连续成膜有利于简化前后端工艺步骤、提高工程效率并降低耗费。而目前市场上生产的多层或复合石墨散热膜主要采用双层或多层常规厚度石墨散热膜粘贴而成，贴合过程中需要以胶黏剂作为辅材，而胶黏剂不耐高温，容易老化皲裂，从而引起分层、掉粉尘等问题。

③多领域应用的性能优势

公司通过掺杂、杂化、离子交换与离子注入等工艺可制备具有不同特性的薄膜产品并实现其带隙的开启与调控 (1.3eV-1.5eV)，产品具有半导体性能以及高比表面积、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、耐高低温以及各向异性等优良特性。公司生产的量子碳化合物膜除了应用在散热领域外，还可用作柔性显示基板、柔性太阳能电池基板、固态电池电极极片材料、高频柔性电子电路基材等。

(2) 公司已掌握量子碳化合物厚膜的生产技术及工艺，规模化生产具备可行性

①公司 PI 膜技术不断取得突破

本项目生产的量子碳化合物厚膜以聚酰亚胺厚膜为原料，在第一高温下进行高分子烧结，脱除 H、O、N 原子，形成碳素前驱体（碳化）；然后在第二高温下进行黑铅化，同时进行纳米过渡金属材料掺杂、杂化、离子交换、离子注入等工艺，使产品具有量子效应，具备二维半导体性能。经该方法制备的量子碳化合物厚膜呈现六角平面网分子结构，且有序排列，具备柔性，曲折率大，面内分散度

和偏差度非常小。

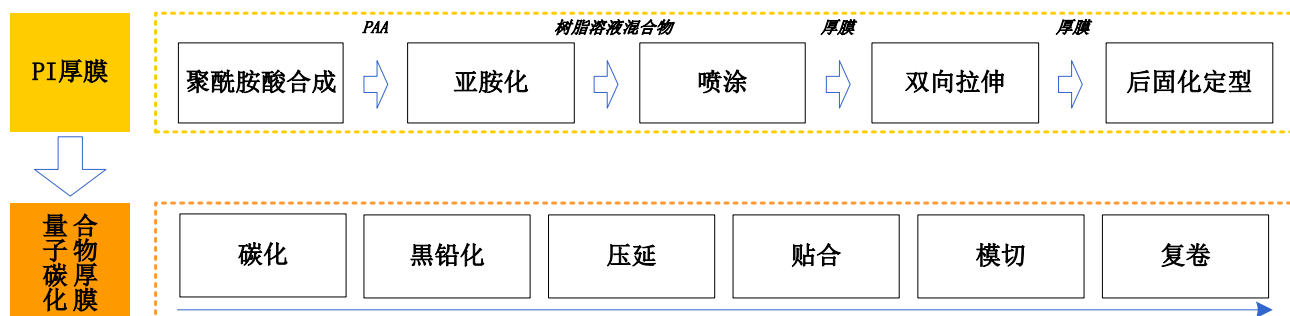
公司是国际为数不多的可自制高性能微电子级 PI 膜并掌握先进高分子烧结工艺的厂商之一。公司自 2013 年起开展“微电子级高性能聚酰亚胺研发与产业化项目”，公司的微电子级 PI 膜产品于 2017 年初通过科学技术成果鉴定，鉴定结论显示公司的聚酰亚胺薄膜厚度最薄 6 微米，介电强度、热/吸湿膨胀系数、拉伸强度等指标达到或优于国际同类产品水平。产品综合性能达到国际先进水平，填补国内空白。

在 2017 年微电子级 PI 膜量产的基础上，公司先后完成“TPI 薄膜碳化技术改造”、“化学法电子级特种聚酰亚胺厚膜”等技术攻关和小批量生产，先后取得“一种聚酰亚胺厚膜和量子碳基膜、及其制备方法”、“柔性聚酰亚胺制备的碳膜及其制备方法”、“PI 膜制备的多层石墨烯量子碳基半导体材料及其制备方法”等核心技术的发明专利，目前公司已经掌握制备量子碳化合物厚膜的核心工艺与技术，规模化生产具备技术可行性。

②公司具备工艺技术优势

量子碳化合物厚膜的生产工艺流程如下：

图：量子碳化合物厚膜生产工艺流程



A、成膜工艺突出：可自产化学法渐进喷涂式 PI 厚膜作为量子碳化合物厚膜原料

量子碳化合物厚膜产品是公司以自制 PI 厚膜（厚度 130 μ m/140 μ m/150 μ m/160 μ m/170 μ m）为碳素前驱体，经碳化黑铅化后制成。作为核心原材料的 PI 膜按照厚度可分为超薄（厚度 $\leq 8\mu$ m）、常规（常规薄膜 8 μ m $<d\leq 50\mu$ m，厚膜 50 μ m $<d\leq 125\mu$ m）、超厚（厚度 $>125\mu$ m）三类。PI 膜超薄/超厚（PI 膜厚度 $\leq 8\mu$ m 或厚度 $>125\mu$ m）的生产难度非常大，生产厂家较少。

公司采用化学法生产微电子级 PI 厚膜具备如下技术及工艺优势：

a、提高热稳定性、增强拉伸模量：低温化学酰亚胺化工艺

PI 膜由二胺和二酐反应生成聚酰亚胺中间体 PAA（聚酰胺酸）后，通过酰亚胺化（脱水、环化）制得。酰亚胺化方法可分为两类，即热酰亚胺化(HIM)和化学酰亚胺化(CIM)。化学法在低温下进行，不易导致 PAA 分解、副产物较少，所得薄膜的物化性能优于热酰亚胺化产品。但由于化学法高效试剂的配方较难掌握、且需投入大量资金定制工艺设备，加之国外长期实施技术封锁，目前国内市场中采用化学法制备 PI 膜的厂商较少。公司自主开发了 PAA 化学催化酰亚胺化新工艺，反应能在低温下均匀进行，脱水快且环化产物的热膨胀系数低。通过该低温工艺，可有效提高 PI 膜的热稳定性及综合性能、增强薄膜拉伸模量并降低生产能耗。

b、提高 PI 厚膜平整性、力学性能：“双重苯环倾斜单体分子结构设计与合成”技术、口井式喷涂工艺

聚酰亚胺中间体 PAA 的分子量大小直接影响 PI 膜的成膜性能，PAA 分子量越大，PI 膜的综合性能越好。通过“双重倾斜单体”技术，公司可保证原料的大分子量；通过自创的口井式喷涂法，公司可将大分子量树脂溶液混合物连续均匀喷涂在传输带上，避免了成膜过程中溶剂未及时排放、生产过程中形成气泡造成膜翘曲收缩的现象。通过上述方法制备的 PI 厚膜平整性好、无倾斜翘曲、热膨胀系数低。

B、赋予产品半导体性能，实现带隙开启与调控：金属掺杂、杂化、离子交换与注入工艺

普通石墨膜带隙为零，不具备半导体性能。公司通过纳米金属材料的掺杂、杂化、离子交换与离子注入工艺，使薄膜表面形成分布均匀的纳米量子点，实现带隙的开启与调控（1.3eV-1.5eV），使其具备半导体性能。

C、提高生产效率：卷到卷（R-R）连续式、全自动化生产流程

由于量子碳化合物厚膜具备良好柔性，公司开发出卷状连续生产量子碳化合物厚膜流程，可实现卷到卷连续式生产。对比片到片（S-S）模式，卷到卷式生

产产量高、制造成本低、产品质量均一。此外，通过公司定制的全自动诱导型高温装置，可实现膜厚、张力、长度、强度、收卷松紧度、温度与升温/降温速度的全自动化管理，保证产品的工业化生产。

综上，公司已掌握量子碳化合物厚膜的生产技术及工艺，规模化生产具备可行性。

(3) 量子碳化合物厚膜应用广泛，具备市场可行性

公司自主研发的量子碳化合物厚膜具有多层石墨稳定结构，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，不仅可以在 5G 智能终端、5G 基站、汽车电子等散热领域得到广泛应用，而且可以用作柔性显示基板、固态电池电极极片材料、柔性太阳能电池基板和高频柔性电子电路基材。目前，散热市场的终端客户与产品需求明确，是量子碳化合物厚膜最为成熟的应用的市场；未来柔性显示、新能源材料等新兴市场的快速发展，也将为量子碳化合物厚膜带来更广阔的市场空间，发展潜力可期。

① 散热市场

散热问题一直是消费电子行业高度关注的痛点和难点。试验已经证明，电子元器件温度每升高2℃，可靠性下降10%，温度升高至50℃时的寿命只有温度25℃时的1/6。高温的温度环境影响电子元器件的性能，这就要求对其进行更加高效的热控制，而散热材料是解决电子设备热管理问题的关键。石墨散热材料具有高导热系数、各向异性、低密度和小体积的特点，被认为是目前最佳的散热材料，特别是iPhone采用后，已经成为中高端手机散热的主流方案。

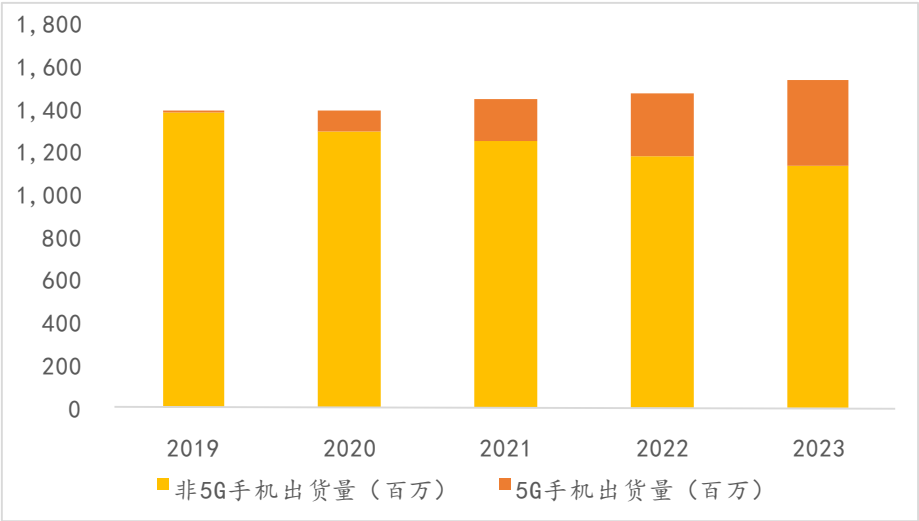
目前国内市场生产的石墨散热膜主要是从日本、韩国等地进口PI膜，在国内本地进行烧结（碳化黑铅化），且主要以烧制 $\leq 50\mu\text{m}$ 厚的常规PI膜为主，较难突破超厚PI膜的烧结工艺。为达到增加石墨散热膜强度、提升其储热均热能力的目的，需将多片或混合其他材料的石墨散热膜进行积层、贴合处理，通过人工压合的方法获得复合石墨散热膜。区别于现有的多层/复合石墨散热膜，公司拥有独特的PI厚膜生产技术和烧结工艺，可烧结厚度达 $170\mu\text{m}$ 的PI超厚膜，生产出具有石墨稳定结构、表面光滑、品质均匀并且性能优良的量子碳化合物厚膜。与市场

上的多层/复合石墨散热膜相比，公司自主研发的量子碳化合物厚膜具有更稳定的石墨结构，热导率可达到1,200W/m·k以上，具有高导热性能且具有良好的均热效果，而且产品不分层，不掉粉尘，安全系数高，稳定性更高，可以成为新一代电子产品的优质散热材料，具有广阔的市场前景与发展潜力。

A、5G 智能手机

根据 IDC 预测，2019 年 5G 手机出货量为 670 万部，全年智能手机出货量 13.97 亿部，5G 手机占比仅为 0.5%。但是 5G 的商用化进程不断加速，智能手机即将迎来“5G 换机潮”，5G 手机行业处于快速发展期。IDC 预计，2023 年全球手机的出货量会在 5G 的带动下达到 15.4 亿部左右，其中 5G 手机将会大幅增长至 4 亿部左右，占全球智能手机市场份额的 26%。

图：2019 年-2023 年全球智能手机出货量分布情况



数据来源：IDC

5G手机的性能相比4G手机得到显著提升，但同时功耗和发热量也会大幅增加，对手机的散热性能提出了更高的要求。

表：5G手机散热需求大幅增加

5G 手机的性能特点	对散热需求的影响
芯片计算效率提高	5G 芯片处理能力有望达到 4G 芯片的 5 倍，发热密度绝对值增加
频段、宽带增加	5G 手机使用天线阵列，数量是 4G 手机的数倍，发热增加
电磁波穿透能力弱	手机外壳采用玻璃、陶瓷等材料，相比金属机壳，散热性更弱
手机轻薄化	集成化程度高，零部件排布紧凑，热量难以扩散

折叠屏、全面屏	目前智能手机 80%的能耗都来自显示器, 折叠手机需要采用柔性 OLED 屏, 功耗大, 并且易受高温影响, 出现烧屏老化的问题
摄像、无线充电等方面功能强化	手机新增无线充电功能, 摄像头向三摄、四摄升级, 更强的手机性能都将增加发热量

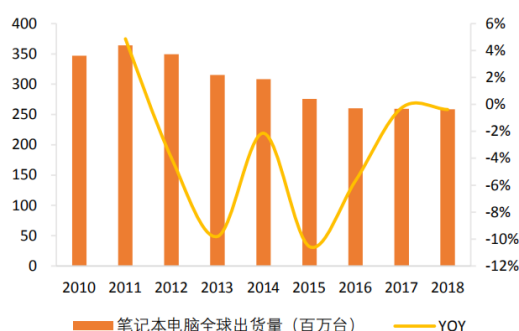
数据来源: Yole, 国泰君安证券研究

如上文对量子碳化合物厚膜的性能分析所述, 量子碳化合物厚膜在手机散热中相比目前的多层复合石墨膜具有明显优势。在5G手机的散热需求大幅增加的背景下, 量子碳化合物厚膜的散热均热性能优势将进一步凸显, 5G手机的快速发展, 为量子碳化合物厚膜带来了广阔的市场与替代空间。

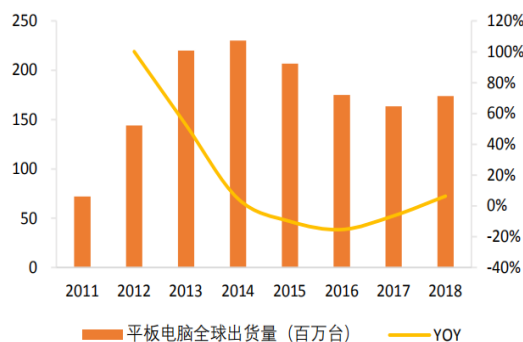
B、平板电脑和笔记本电脑

2018 年全球笔记本电脑出货量为 2.6 亿台, 同比减少 0.4%; 平板电脑的出货量为 1.7 亿台, 同比增长 6.3%, 均出现企稳的迹象, 未来几年出货量有望复苏。同时随着 5G 时代的到来, 平板电脑可以充分发挥其携带方便、显示效果优良的特点, 获得更多的商用市场机会。笔记本电脑每年的出货量保持相对稳定的态势, 随着笔记本电脑性能进一步提高, 功耗和发热量会大幅增加, 而且笔记本电脑所需的散热膜面积远大于手机, 因此笔记本电脑市场也将成为量子碳化合物厚膜重要的应用市场。

图：2010-2018 年全球笔记本电脑出货量



图：2011-2018 年全球平板电脑出货量



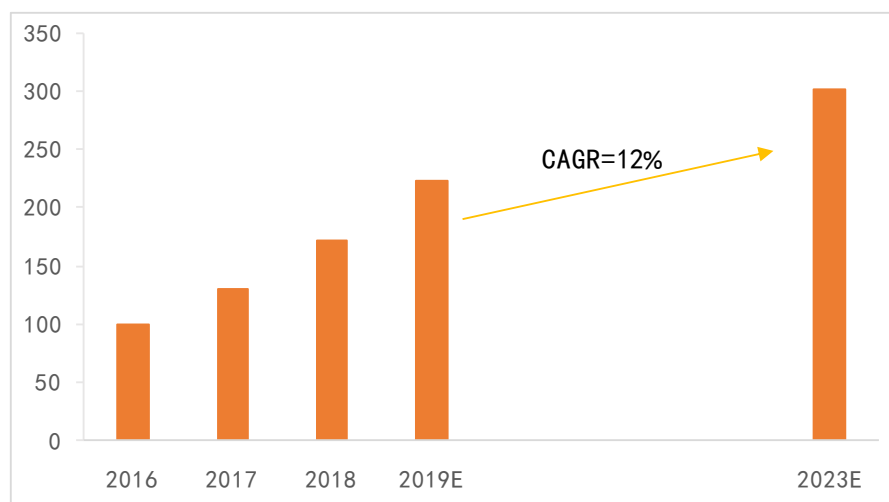
数据来源: IDC, 天风证券研究所

C、智能可穿戴产品

近年来, 以智能手表和智能耳机为代表的可穿戴设备蓬勃发展。根据 IDC 数据, 2018 年全球可穿戴设备出货量 1.72 亿部, 同比增长 27.5%; IDC 预计 2019 年全球可穿戴出货量将同比增长 29.4%至 2.23 亿部, 2023 年全球可穿戴出货量

将达到 3.02 亿部，对应 2019–2023 年复合增速为 11.9%。可穿戴设备中的芯片、电池和屏幕等都对新型散热材料提出迫切需求，可穿戴设备的快速发展也为公司的量子碳化合物厚膜在散热领域的应用打开了更广阔的市场空间。

图：全球可穿戴设备出货量及预测（单位：百万部）



数据来源：IDC，华泰证券研究所

D、5G 基站散热市场

5G 技术背景下，除了智能终端对散热的需求大幅增加以外，5G 基站由于建设数量和功耗比 4G 更高，散热需求亦大幅提升。

从 5G 基站的建设数量来看，中国联通专家预期，5G 基站数量将至少是 4G 基站数量的 1.5–2 倍，原因在于 5G 通信频段提升，基站覆盖范围持续缩小（蜂窝小区的半径缩小），要达到同样的覆盖范围与响应速度，基站的密度会有所增加。

从 5G 基站的能耗来看，5G 基站的功耗约是 4G 基站的 3 倍左右。3/4G 站点主流基站形态是 BBU+RRU+天线的形式，5G 时代主流基站演变成 BBU+AAU（有源天线）的形态。5G 功耗的增加主要来源于有源天线 AAU，根据运营商的测评数据，5G 基站 AAU 功耗相对于 4G 有 3 倍左右的提升。由于设备在运行过程中消耗的部分电能会转化为热能，使得基站一体化机柜内的温度不断上升，因此散热需求大幅提升。

工信部负责人在 2019 年 1 月 20 日举办的 2019 工业通信业发展情况新闻发布会上介绍，截至 2019 年底，我国共建成 5G 基站超 13 万个。根据国信证券经

济研究所的判断，2019 年为 5G 建设元年，2020 年和 2021 年 5G 基站建设规模将迎来大爆发，5G 建设期预计从 2019 年到 2026 年，国内新建 5G 基站数量预计 2019 年超过 13 万，2020 年 65 万，2021 年-2023 年超过 100 万。

表：三大运营商 5G 基站建设预测（单位：万站）

项目	2019	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E
中国移动	5	30	60	65	56	48	38	30
电信联通合建数	8	35	60	60	56	46	35	21
当年合计	13	65	120	125	112	94	73	51
累计	13	78	198	323	435	529	602	653
建设进度	1.99%	11.94%	30.32%	49.46%	66.62%	81.01%	92.19%	100.00%

数据来源：国信证券经济研究所整理及预测

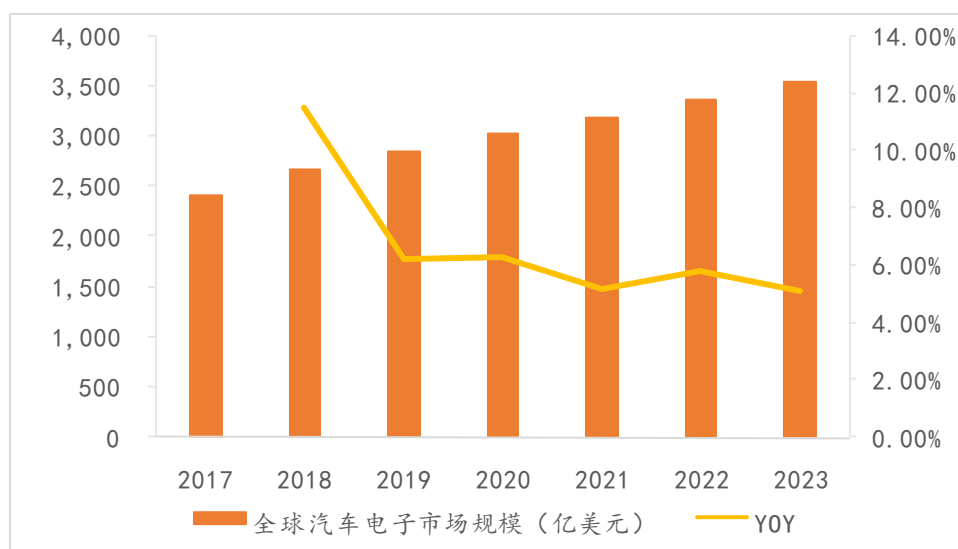
2020 年中共中央政治局提出，加快 5G 网络、数据中心等新型基础设施建设进度，加快 5G 商用步伐。随着政策不断加码 5G 新基建，5G 建设进度有望提速。5G 基站数量和基站功耗的大幅增加，都为 5G 基站的散热材料带来了巨大的市场空间。

E、汽车电子散热市场

随着汽车与电子信息产业的发展与融合，电子技术已被广泛应用于汽车发动机控制、底盘控制、车身控制、故障诊断以及音响、通讯、导航等方面，显著提高了车辆的综合性能，使汽车从代步工具成为同时具有交通、娱乐、办公和通讯多种功能的综合平台。

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。据中国产业信息网的统计与预测，2017 年全球汽车电子市场规模达 2,400 亿美元，随着人们对汽车的安全性、环保性、舒适性、智慧化等要求越来越高，汽车电子产品相关应用将日益增加，预计到 2023 年全球汽车电子市场规模将达到 3,550 亿美元。

图：2017-2023 年全球汽车电子市场及预测



资料来源：中国产业信息网，中泰证券研究所

汽车电子产品的散热性能直接影响其运行的性能和可靠性，从而影响整车在节能、安全、舒适、便捷等方面的表现，因此更多的汽车电子产品被应用在汽车上，也创造了汽车电子散热新需求。汽车电子长期在高温环境下工作，温度过高带来的后果是不可估量的，轻者影响到汽车电子的性能，严重的时候热量散发不出去还会出现自燃、死机带来安全隐患。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，汽车电子不断发展与创新，汽车电子的应用将越来越广泛，也将为本项目产品创造广阔的需求市场。

②柔性显示基板

OLED 是实现柔性显示的最佳技术，OLED 面板不需要背光模组，结构上比 LCD 简单，只要将玻璃基板等刚性材料换成柔性材料就可以实现柔性显示。柔性基板是整个柔性显示器件的重要组成部分，其性能对于柔性显示器件的品质与寿命均具有重要的影响。柔性显示器件对于基板材料的性能要求主要体现在如下几个方面：1) 耐热性与高稳尺寸稳定性要求；2) 柔韧性要求；3) 阻水阻氧特性要求；4) 表面平坦化要求。PI 膜因为其优良的耐高温特性、良好的力学性能以及优良的耐化学稳定性，成为柔性显示器件基板的首选材料。

量子碳化合物厚膜是 PI 膜的深加工产品，作为柔性显示的基板，具有以下优势：（1）可以大幅提升 TFT 的分辨率；（2）显著提高 TFT 设计的自由度、亮度

及电流密度，延长使用寿命；（3）制造工艺简单化，可大面积、低成本制备。

市场规模方面，受益于柔性 OLED 显示的快速发展，面板厂商对柔性 OLED 产线的加大投资，柔性显示 PI 基板的市场规模将不断增长。

③固态电池电极极片材料

固态电池是指采用固态电解质的锂离子电池。与传统的液态锂离子电池相比，固态电池不仅根除了液态电解液腐蚀和泄露的安全隐患，同时能带来电池能量密度的提升，提升电池的充放电性能。

量子碳化合物厚膜具有高比表面积和牵引力高等优良性质，可以大幅度提高电极材料的性能，因此可以作为固态电池的电极极片材料。与目前的锂离子动力电池相比，以量子碳化合物厚膜为电极材料的固态电池能量密度大幅提升，充电可在几分钟内完成；此外以量子碳化合物厚膜为电极材料可以配置单结、双结、多结、多多结组合极片，能够满足各种定制化电池需求。

固态电池主要应用在电动汽车领域。在各国对新能源汽车的鼓励支持下，新能源汽车的快速发展使得动力电池的市场需求不断扩大，而固态电池作为新型动力电池解决方案在行业看好与多方布局之下，固态电池产业有望获得超速发展。根据 SNE research 的动力电池出货量预测，若固态电池能在 2022 年实现市场化并逐步提升渗透，到 2025 年固态电池在动力电池中的市场空间能达到 60 亿元左右。

④柔性化合物铟镓氮太阳能基板材料

量子碳化合物厚膜可以用作柔性化合物铟镓氮太阳能电池的基板材料，该种新型柔性太阳能电池与传统的硅晶太阳能电池相比，优点在于：（1）质量轻，柔软，可弯曲；（2）工艺简单，可以全自动化大面积制备；（3）显著降低制造成本。

对比其他柔性化合物薄膜太阳能电池，以量子碳化合物厚膜为基板具有的优势有：（1）光电转换效率更高，能快速实现光电转换；（2）碳基基板具有各向异性、能量损耗低，寿命长。

图：量子碳化合物厚膜可用作柔性太阳能电池基板



可以看出，以量子碳化合物厚膜为基板的柔性太阳能电池具备更加优异的性能，商业前景广阔，未来在航空航天、无人机、军事领域有望得到广泛运用。

⑤高频柔性电子电路（C-C-FPC&C-C-COF）基材

5G 通信技术的出现、移动终端的多功能化、无线场景的广泛应用，都对数据的传输量和传输速度有了更高的要求。为了适应高频和高速数据传输的需要，除了在电路设计和 FPC 制造方面要进行革新外，高性能的电路基材也至关重要。5G 时代对柔性电子基材的要求主要有：更高导电性、高导热、耐更高温度、高电压、高密度、低热膨胀系数等。传统 FPC 使用的基材主要为 FCCL，FCCL 受限材料特性和工艺流程，已不能满足 5G 时代对柔性电子电路基材的高要求。

公司利用独有技术，通过对量子碳化合物厚膜溅射嵌入导电金属晶体，可以制备出超微线路、高频率、高导电、微电阻、超柔韧、高导热、低能耗的 C-C-FPC、C-C-COF 柔性电路基板材料，克服了传统二层法 FCCL 基板材料的缺点，能够有效满足 5G 时代对柔性电子电路基材的高要求，特别适合用于 5G 智能、无人驾驶汽车、AR 人工智能设备、医疗穿戴等领域。

4、项目投资概算

本项目投资总额为 123,127.73 万元，拟使用募集资金 103,000.00 万元用于资本性投资，使用自有资金 20,127.73 万元用于剩余支出。

5、项目经济效益

经测算，本项目内部收益率（税后）为 14.50%，税后静态投资回收期为 7.02 年（含建设期），具有良好的经济效益。

6、项目涉及的报批事项

本项目拟在公司现有厂区实施,不涉及新取得土地,已取得“东府国用(2009)第特66号”国有土地使用证。截至本预案出具之日,本项目备案、环评手续正在办理中。

(二) 新型透明 PI 膜中试项目

1、项目概况

本项目实施主体为丹邦科技。投资总额为 46,515.89 万元,拟使用募集资金 43,000.00 万元,建设期 2.5 年,建设地点位于广东省东莞市松山湖科技产业园工业西三路广东丹邦工业园,主要建设内容为利用公司现有厂房改建净化车间,引进国内外设备建设一条新型透明 PI 膜中试生产线,开展产品研发及小规模试验生产,预计投产后每年可生产 30 万平方米新型透明 PI 膜。

2、项目实施必要性

(1) 透明 PI 膜是柔性显示的关键材料,市场发展潜力巨大

随着 OLED 技术的快速发展,显示面板正沿着曲面→可折叠→可卷曲的方向前进,柔性 OLED 的核心诉求在于轻薄、可弯曲,因此需要将刚性显示面板中的玻璃等刚性材料切换成柔性材料。柔性显示对材料的要求十分严苛,特别是柔性盖板材料必须可反复弯折、透明、超薄及具有足够的硬度,找到同时具备这些特性的材料并不容易,经过多年探索 and 认证,PI 被认为是目前最适合柔性显示的材料。

在由刚性显示向柔性显示的转变下,主要有以下变化:(1)玻璃基板切换为 PI 基板;(2)触控的 ITO+PET 基膜切换为纳米银线+透明 PI 基膜;(3)玻璃或金属盖板切换为透明 PI 盖板。除基板材料可用普通 PI 外,触控和盖板均需用透明 PI 材料,这是因为普通 PI 呈现淡黄色,而触控基板或盖板需要高透明薄膜。

面板结构	刚性显示	柔性显示
基板	玻璃基板	PI 基板(普通 PI 膜)
触控基板	ITO+PET 基膜	纳米银线+PI 基膜(透明 PI 膜)
盖板	玻璃或金属盖板	PI 盖板(透明 PI 膜)

三星、华为于 2019 年陆续推出 OLED 可折叠屏幕智能手机,柔性显示产业呈现快速发展的态势。根据 IHS 数据,2018 年全球 OLED 柔性屏出货量 182 百万片,

预计到 2019 年 OLED 柔性屏出货量将达 249 百万片，同比增长 36.81%。其中，可折叠 OLED 屏 2019 年预计出货量 1.5 百万片，预计至 2025 年，可折叠 OLED 屏出货量将达 53.4 百万片，年复合增速 81.37%。柔性显示技术的快速发展催生出对上游材料的迫切需求，透明 PI 膜作为柔性显示的关键材料，市场空间巨大。

(2) 打破国外技术垄断，实现进口替代，为我国面板行业带来关键原材料配套

我国是近几年显示产业发展速度最快的市场并在 OLED 领域不断发力，京东方、华星光电、深天马、维信诺等主要面板厂商均有投产计划，仅以 6 代柔性 OLED 面板产线数量来看，中国大陆面板厂商已建和在建的产线加起来共有 10 条，如果加上深圳柔宇的类 6 代线，一共为 11 条。

我国已成为继韩国之后，第二个具有柔性 OLED 面板大规模生产能力的国家，然而我国柔性 OLED 产业上游的主要材料却发展滞后。以透明 PI 膜为例，目前透明 PI 膜被日韩企业所垄断，全球的主要厂商为住友化学、科隆和 SKC。其中，住友化学、科隆分别是三星 Galaxy Fold、华为 Mate X 手机透明 PI 膜的供应商，SKC 则已经完成透明 PI 膜的研发工作，具备量产条件。而我国在透明 PI 材料领域相对落后，尚没有企业能够实现规模化量产，我国面板厂商的透明 PI 膜均需依赖进口。

公司密切跟踪行业技术发展趋势，已经率先布局透明 PI 技术并取得了一定的研发成果。公司需要持续加大研发投入，争取突破新型透明 PI 膜的核心技术和生产工艺，打破技术垄断，追赶国际先进水平，在未来实现透明 PI 膜的进口替代，为我国面板行业带来关键原材料配套支持。

(3) 公司在 PI 膜领域具有多年技术沉淀，进军透明 PI 膜领域是公司技术演进的自然过程

公司成立以来，专注于新型功能性高分子材料的研发，在电子级 PI 膜领域深耕近二十年。公司先后承担并完成了两项国家“863 计划”重大研究课题、两项国家科技重大专项项目（02 专项）和多项国家级、省市级科技攻关项目。公司在 PI 膜领域具有深厚的技术积累，取得多项创新成果，获得四十余项国家发明专利和国际专利。

从技术难度上看，常规厚度的电子级 PI 膜最为基础，电子级 PI 膜越薄/厚，其研发和生产的难度越大。电子级 PI 膜按照厚度可分为超薄（厚度 $\leq 8\mu\text{m}$ ）、常规（常规薄膜 $8\mu\text{m} < d \leq 50\mu\text{m}$ ，厚膜 $50\mu\text{m} < d \leq 125\mu\text{m}$ ）、超厚（厚度 $> 125\mu\text{m}$ ）三类。公司在超薄电子级 PI 膜产品上，已经可以量产 6 微米（ μm ）的特种聚酰亚胺薄膜，并通过深圳市科技创新委员会的科技成果鉴定；在超厚 PI 膜产品上，已经可以量产成膜工艺难度大的 $170\mu\text{m}$ PI 厚膜。

透明 PI 膜是 PI 膜领域的新产品，克服了传统聚酰亚胺薄膜带有浅黄或深黄颜色的缺点，其优异的性能很好地满足了光电材料新发展的需求，应用场景广阔。透明 PI 膜是行业技术发展方向，科隆和 SKC 等国际巨头纷纷布局透明 PI 膜。公司在 PI 膜领域具有多年技术沉淀，进军透明 PI 膜领域是公司技术演进的自然过程，也符合行业的发展趋势。

3、项目实施可行性

通过“微电子级高性能聚酰亚胺研发与产业化”项目，公司已实现微电子级 PI 膜的独立生产并取得了系列专利技术。在通用 PI 膜的基础上，公司继续开展 PI 膜功能化研究，丰富自产 PI 膜的规格及品种，重点研究方向之一即是高透明、高耐热性聚酰亚胺薄膜。以“PI 分子结构与性能优化技术”、“化学酰亚胺化工艺技术”、“喷涂-双向拉伸成膜工艺技术”等在通用 PI 中得到成熟应用的技术为基础，公司开展了透明聚酰亚胺薄膜及其前驱体聚酰胺酸（PAA）合成技术及聚酰胺酸功能修饰改性技术、亚胺化技术、透明聚酰亚胺成膜工艺技术等相关方向的研究，并取得了阶段性成果，形成了与新型透明 PI 膜直接相关的专利“透明聚酰亚胺薄膜、其前驱体以及其制备方法”（专利号：ZL 201310144099.8），申请专利“聚酰胺酸溶液的制备方法及其透明聚酰亚胺薄膜的制备方法”（申请号：201811308540.0）正在审核中。本项目当前已具备技术可行性，尚需进行进一步试验生产验证，对产品的原料配方、分子结构设计及工艺参数组合进一步优化，以提高产品综合性能，达到适于量产的最佳水平。

此外，公司对制备新型透明 PI 膜的各个环节均进行了相应的研发配置，成立了新型透明 PI 膜前聚体材料配方研究小组、亚胺化法材料制备小组、亚胺化法设备调试小组、喷涂法-双向拉伸法研究小组、产业化建设小组，形成了完整的研发体系，并在组织构建、制度建设、人员等方面积累一定的管理和运营经

验，为本项目的成功实施奠定了良好的基础。

4、项目投资概算

本项目投资总额为 46,515.89 万元，拟使用募集资金 43,000.00 万元用于资本性投资，使用自有资金 3,515.89 万元用于剩余支出。

5、项目经济效益

本项目为研发及中试项目，实施本项目的目的是为新型透明 PI 膜提供试验生产和工艺验证，以进一步组合优化产品的原料配方、分子结构设计及工艺参数，为产品的大规模生产提供必要的支持。本项目研发中试的新型透明 PI 膜创新之处在于制备工艺，目前行业内普遍采用热亚胺化方法制备透明 PI 膜，与之相比，公司采用改性法制备出的透明 PI 膜具有透过率高、反射率低、热膨胀系数低、成膜均匀、无孔化的性能优势。透明 PI 膜是柔性显示的关键材料，本项目的实施将加快公司在柔性显示领域的技术攻关，提升工艺水平及产品性能，积累小批量生产经验；有利于公司抓住柔性显示市场发展的机遇，将技术成果转化为经济效益，实现研发投入、产品开发、市场增长的良性循环。

6、项目涉及的报批事项

本项目拟在公司现有厂区实施，不涉及新取得土地，已取得“东府国用(2009)第特66号”国有土地使用证。截至本预案出具之日，本项目备案、环评手续正在办理中。

(三) 量子碳化合物半导体膜研发项目

1、项目概况

本项目实施主体为丹邦科技。投资总额为 12,115.00 万元，拟使用募集资金 12,000.00 万元，建设期 2.5 年，建设地点位于广东省东莞市松山湖科技产业园工业西三路广东丹邦工业园，主要建设内容为利用公司现有厂房进行改造并引进设备开展新型化合物半导体材料——量子碳化合物半导体膜的研发。

2、项目实施必要性

(1) 传统硅基半导体性能已接近极限，量子碳化合物半导体膜有望成为综

合性能更好的新型化合物半导体材料

Si 作为第一代半导体材料，是集成电路最基础的材料，被称为信息产业的基石。人类对 Si 性能的探索已经非常成熟，然而 Si 一些固有的缺点却无法逾越，如光学性能、高压高频性能等。当前伴随着可移动智能设备、云存储和大数据处理的广泛应用和 5G 技术的推广，迅速发展的信息产业对未来的半导体芯片和信息处理技术提出了前所未有的要求。在 Si 基半导体材料性能已接近极限的背景下，必然的趋势就是找新材料接替硅材料。相比第一代半导体材料（硅），化合物半导体材料具有更优异的光电性能、高速、高频、大功率、耐高温等特征，在信息通信、光电应用以及新能源汽车等产业应用中具备硅基无法比拟的优势。化合物半导体材料被认为是最具前景的半导体材料，目前研发最成熟的化合物半导体材料主要为 GaAs、GaN 以及 SiC。

公司利用独创性的 TPI 制备工艺、纳米金属掺杂、杂化、离子交换与离子注入工艺，可以使膜中的纳米单斜晶体相变为四方晶体，形成六方晶格层状结构，具备超晶格的功能，从而得到量子碳化合物半导体膜。量子碳化合物半导体膜是一种新型的化合物半导体材料，与 GaAs、GaN 以及 SiC 等其他化合物半导体材料相比，量子碳化合物半导体膜不仅具有高频、高效率、抗辐射、耐高低温、耐高压、低功耗、高热导等化合物半导体材料的特性，而且在高迁移率、纳米尺寸、柔性、通透性和导电性能可控性等方面具有其他化合物半导体材料不具备的独一无二的特性，有望成为综合性能更好的新型化合物半导体材料，未来有望在超高频模拟晶体管、纳米传感器等领域率先应用。

（2）量子碳化合物半导体膜为国际领先的研发项目，需要公司持续加大研发投入

半导体材料属于高技术壁垒行业，特别是晶圆制造材料，技术要求高，生产难度大，因此半导体材料的研发需要大量的研发人才，而且研发周期长，研发设备等研发基础设施投入高。公司研发的量子碳化合物半导体膜不同于任何一种现有的化合物半导体材料如 GaAs、GaN 以及 SiC 等，属于新型化合物半导体材料。公司的研发工作没有任何可参照的产品或者经验，完全依靠公司自主研发进行技术攻坚，研发难度大，这就更需要公司加大在研发上的投入，完善研发基础设施，

如购买先进研发设备、完善配套设施等，为研发项目的顺利实施提供有力保证。

本次量子碳化合物半导体膜研发项目得以实施后，将大大提升公司自身的研发能力、试验水平，从而缩短产品开发周期，提升公司的研发与成果转化能力，有助于公司在化合物半导体材料的前沿技术上取得重大突破，达到行业领先水平，亦有助于提升我国在化合物半导体材料领域的自主创新能力与竞争力。

3、项目实施可行性

以技术创新为牵引力，公司有计划、有层级地开展高分子材料研究，逐渐形成“量产一代、中试一代、研发一代”的研发梯队体系，以成熟技术为基础、以新兴应用为指引，持续提升研发能力、丰富产品外延和内涵。公司在PI膜分子结构设计、成膜及烧结工艺的研发过程中，通过纳米金属材料的掺杂、杂化，并进行离子交换和离子注入，使薄膜表面形成分布均匀的纳米量子点，实现了薄膜带隙的开启与调控，使其具备二维半导体性能。以此为基础，公司切入化合物半导体材料领域，开展量子碳化合物半导体膜研发项目，拟研制耐高低温、高压、高频性能、大宽幅、超柔韧、超薄层微结构的化合物半导体材料。公司已形成一定技术成果，取得了专利“PI膜制备多层石墨烯量子碳基二维半导体材料方法”（专利号：ZL 201610701057.3），申请专利“化合物半导体柔性碳基膜及其制备方法”（申请号：201911046108.3）正在审核中。本项目具备实施所需的技术基础。

4、项目投资概算

本项目投资总额为12,115.00万元，拟使用募集资金12,000.00万元用于资本性投资，使用自有资金115.00万元用于剩余支出。

5、项目经济效益

该项目为研发项目，不产生直接经济效益。技术创新是公司内生增长的持续动力，通过本项目的实施，公司前瞻布局新型化合物半导体材料领域，依靠自身技术积累及研发实力，建立先发优势。

6、项目涉及的报批事项

本项目拟在公司现有厂区实施，不涉及新取得土地，已取得“东府国用(2009)

第特66号”国有土地使用证。截至本预案出具之日，本项目备案、环评手续正在办理中。

（四）补充流动资金

公司本次非公开发行拟以 20,000.00 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

公司所处行业属于典型的技术、资金、人才密集型行业，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、财务状况等的影响

（一）本次非公开发行对公司经营管理的影响

以“量产一代、中试一代、研发一代”为发展战略，本次发行募集资金将应用于大批量生产量子碳化合物厚膜、中试新型透明 PI 膜、研发量子碳化合物半导体膜。项目的实施将为公司发展成为国际领先的新型半导体材料公司的愿景打下坚实基础。本次非公开发行完成后，量子碳化合物厚膜、新型透明 PI 膜及现

有的PI膜将作为公司的新材料业务板块迅速发展壮大，并与柔性FPC、COF柔性封装基板及COF等电子器件产品形成良好的联动效应，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和法律法规，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

2020年4月3日