

# 山东天岳先进科技股份有限公司

## 关于本次募集资金投向属于科技创新领域的说明

山东天岳先进科技股份有限公司（以下简称“公司”）根据《上市公司证券发行注册管理办法》等法律法规和规范性文件的规定，结合公司本次以简易程序向特定对象发行股票方案及公司实际情况，对本次募集资金投向是否属于科技创新领域进行了客观、审慎评估，编制了《山东天岳先进科技股份有限公司关于本次募集资金投向属于科技创新领域的说明》（以下简称“本说明”）。具体内容如下：

（除另有说明外，本说明中简称与术语的含义与《山东天岳先进科技股份有限公司 2024 年度以简易程序向特定对象发行股票预案》释义部分内容一致。）

### 一、公司主营业务

公司是一家以碳化硅材料研发和销售为主的半导体材料公司，属于高新技术产业和战略性新兴产业，公司主营业务是宽禁带半导体（第三代半导体）碳化硅衬底材料的研发、生产和销售，产品可应用于微波电子、电力电子等领域。目前，公司主要产品包括半绝缘型和导电型碳化硅衬底。经过十余年的技术发展，公司已掌握涵盖了设备设计、热场设计、粉料合成、晶体生长、衬底加工等环节的核心技术，自主研发了不同尺寸半绝缘型及导电型碳化硅衬底制备技术。

### 二、本次募集资金投资项目总体使用计划

本次发行股票预计募集资金总额不超过 30,000.00 万元（含本数），扣除发行费用后的募集资金净额拟全部用于以下项目：

单位：万元

序号	项目名称	投资总额	拟使用募集资金金额
1	8 英寸车规级碳化硅衬底制备技术提升项目	38,573.72	30,000.00
	合计	<b>38,573.72</b>	<b>30,000.00</b>

在上述募集资金投资项目的范围内，公司可根据项目的进度、资金需求等实际情况，对相应募集资金投资项目的投入顺序和具体金额进行适当调整。在本次发行股票募集资金到位前，公司可以根据募集资金投资项目的实际情况，以自筹资金先行投入，并在募集资金到位后予以置换。募集资金到位后，若扣除发行费用后的实际募集资金净额少于拟投入募集资金总额，不足部分由公司自筹资金解决。

### 三、本次募集资金投资项目的基本情况和可行性分析

#### （一）项目概况

随着碳化硅功率半导体在电动汽车、光伏、储能、5G 等领域的广泛应用，当前以 SiC 为代表的宽禁带半导体正在随着在终端领域的持续渗透而从导入期过渡到快速发展期。基于碳化硅半导体广阔的应用前景，国际领先的衬底厂商已经开始向 8 英寸碳化硅衬底产能建设布局，国际一线芯片制造厂商也纷纷计划扩大 8 英寸碳化硅晶圆制造，以争夺产业高地。

行业内领先公司 Wolfspeed 数据显示，从 6 英寸升级到 8 英寸，衬底的制备成本虽然有所增加，但从下游晶圆制造端看，合格芯片产量可以增加 80%-90%；同时 8 英寸衬底厚度增加有助于在加工时保持几何形状、减少边缘翘曲度，降低缺陷密度，从而提升良率，采用 8 英寸衬底可以将单位综合成本降低 50%，进一步加快碳化硅功率器件在下游领域的渗透应用。

从国际上看，8 英寸碳化硅技术已经成为各国竞相布局的战略布局高地。本项目公司以 8 英寸碳化硅衬底关键技术提升、工艺优化的研发攻关目标，利用部分现有厂房进行净化车间装修改造，根据 PVT 法生长碳化硅工艺流程，采购相应设备，进行高品质车规级 8 英寸碳化硅衬底关键技术的持续创新，以及进行工程化研发试验。公司通过自主研发创新，持续提升 8 英寸碳化硅衬底制备工艺，这将有助于保障我国产业链安全，并推动碳化硅半导体材料在新能源汽车、新型能源体系等领域的国产化应用，

公司在设计 8 英寸碳化硅单晶生长热场的基础上，合理设计晶体生长工艺，解决大尺寸热场下的成核均匀性及诱生的微管、多型等缺陷问题，掌握低应力 8

英寸碳化硅单晶制备技术以及衬底表面超精密加工技术等，实现具有良好面型、高平整度、低粗糙度的“开盒即用”的高质量车规级碳化硅半导体衬底，实现工程化大批量稳定制备能力的技术优化提升。

本项目主要研发内容，具体如下表所示：

分类	序号	研发方向	研发目标
车规级8英寸碳化硅单晶制备技术提升	1	碳化硅生长热场仿真	1、优化设备和热场设计单元，获得适合高质量8英寸碳化硅单晶生长的热场 2、实现碳化硅单晶生长过程的热场控制 3、解决碳化硅单晶连续生长面临的多参数耦合控制难题
	2	碳化硅单晶应力控制	1、开发碳化硅晶体生长内应力量化测试技术，开发大尺寸碳化硅单晶检测量化技术 2、完善热场结构和工艺设计，实现低应力晶体制备 3、研究晶体生长应力与晶体微结构的关联物理机制，为缺陷控制提供理论基础
	3	碳化硅单晶微缺陷控制	1、研究不同位错在晶体中的分布规律和演化机理，揭示不同位错间的相互作用及影响原理 2、开发相应的热场结构和晶体生长过程动态缺陷调制工艺 3、研究缺陷消除技术，实现零位错晶体和衬底制备
	4	导电型碳化硅电阻率控制	进一步开发完成晶体生长过程中的控制技术，确保整个生长过程中局部形貌的稳定可控，提高导电型碳化硅电学特性的稳定性
8英寸碳化硅衬底加工技术提升	1	碳化硅晶体切割技术	1、解决相邻碳化硅单晶之间切割质量差的难题，持续提升切割效率 2、通过研究切削液对碳化硅切割质量的影响，降低切割片的表面损伤 3、开发一整套的先进切割工艺，提高切割片的面型质量
	2	碳化硅衬底研磨技术	1、探索优化工艺流程，持续提升碳化硅表面抛光水平 2、采用自主设计的配方，实现切割片表面线痕的快速去除 3、解决碳化硅衬底片边缘塌边的问题
	3	碳化硅衬底化学机械抛光技术	研究采用化学机械抛光（CMP）的方式进行精密抛光，消除机械加工引入的表面损伤

## （二）项目实施的必要性

### 1、碳化硅半导体行业作为前沿新兴领域，发展前景明确

碳化硅半导体材料禁带宽度大，具有击穿电场高、热导率高、电子饱和速率高、抗辐射能力强等优势，因此采用碳化硅半导体材料制备的半导体器件不仅能在更高的温度下稳定运行，适用于高电压、高频率场景，此外，还能以较少的电能消耗，获得更高的运行能力。

碳化硅材料本身具有优异的物理性能，在下游领域应用不断深入，伴随着全球及国内在新能源汽车、新能源发电和储能等终端市场需求的快速增长，行业对碳化硅衬底需求呈现出持续旺盛的趋势。

根据 IHS 数据，受新能源汽车行业庞大的需求驱动，以及光伏风电和充电桩等领域对于效率和功耗要求提升的影响，预计到 2027 年碳化硅功率器件的市场规模将超过 100 亿美元，2018-2027 年的复合增速接近 40%。

日本权威行业调研机构富士经济报告指出，在电动汽车、电力设备以及能源领域驱动下，SiC 功率器件市场需求整体坚挺，2030 年 SiC 功率器件市场规模将达到近 150 亿美元，占到整体功率器件市场约 24%，2035 年则有望超过 200 亿美元，届时 SiC 器件市场规模将占到整体功率器件的 40% 以上。

展望未来，EVTank 预计 2024 年全球新能源汽车销量将达到 1,830.0 万辆，2030 年全球新能源汽车销量将达到 4,700.0 万辆。受益于汽车电气化的持续推进，汽车电子成为半导体领域逆势增长的代表。

电动汽车 800V 平台架构下 SiC 功率电子器件需求增长明显，半导体器件大厂纷纷加快布局碳化硅产业链，包括英飞凌、博世、安森美、意法等全球知名厂家均加大了在碳化硅产业链中的投资。据 NE 时代数据，我国新能源上险乘用车 800V 车型中碳化硅渗透率显著提升。碳化硅半导体行业整体实力显著提升，未来发展前景广阔，潜力巨大。

## **2、大尺寸 8 英寸碳化硅衬底将成为产业发展新的战略高地**

根据测算，单片 8 英寸碳化硅衬底的芯片产出量大约是 6 英寸的 2 倍，4 英寸的 4 倍，并可部分使用硅基功率芯片产线装备，可大幅降低成本、提高效率。根据行业龙头美国 Wolfspeed 报告显示，以 32mm<sup>2</sup> 面积的裸片（芯片）为例，8 英寸碳化硅衬底上的裸片数量相比 6 英寸增加近 90%，同时边缘裸片数量占比从 14% 降低至 7%，8 英寸衬底利用率相比 6 英寸提升了 7%。

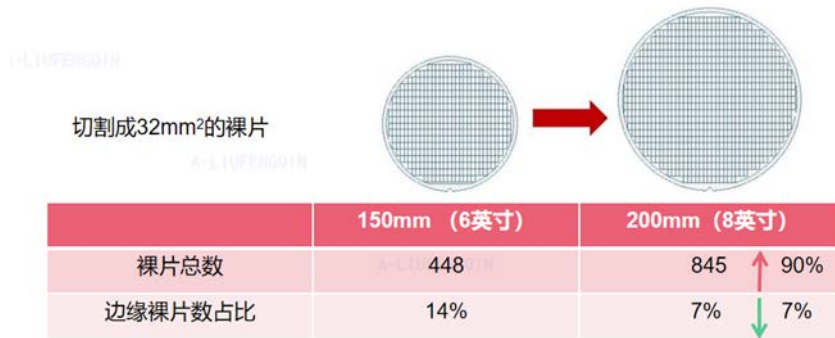


图 1：8 英寸与 6 英寸碳化硅衬底芯片产出数量对比

碳化硅器件成本降低的需求驱动着碳化硅衬底往更大的晶体尺寸、更优的衬底质量、更低的制备成本发展。在衬底制备过程中，需要持续提升晶体质量，多维度管理衬底品质，确保向客户持续供应高质量的衬底产品。根据 YOLE 报告预测，2024 年 8 英寸碳化硅衬底将大批量进入市场。

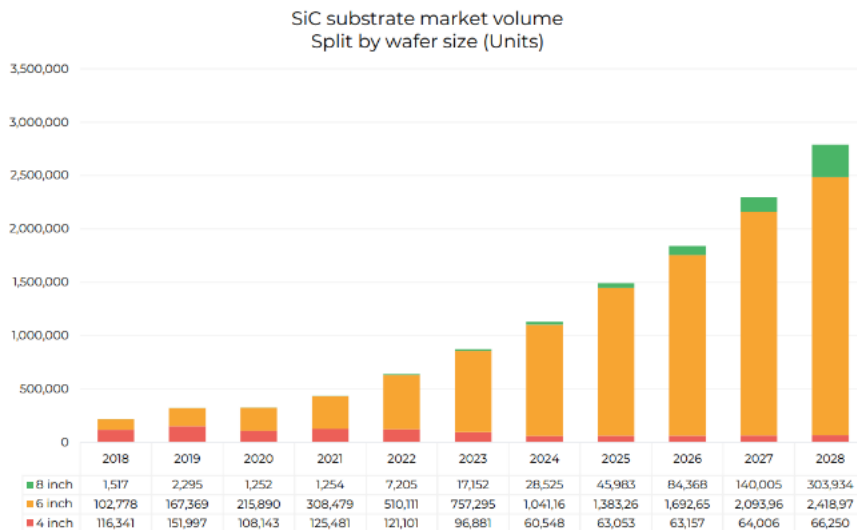


图 2：按尺寸划分的碳化硅衬底市场预测（来源：YOLE）

立足碳化硅半导体行业，从长期来看，8 英寸碳化硅衬底从终端器件角度具备成本优势，产业链下游晶圆制造端在 8 英寸衬底的占比将持续提升。截至目前，海外已经形成从 8 英寸衬底到晶圆制造的产业链布局，海外头部大厂在 8 英寸碳化硅技术上的布局还在提速，8 英寸碳化硅衬底将成为未来碳化硅半导体产业发展的战略高地。

天岳先进通过自主研发创新，在半绝缘型衬底、6 英寸碳化硅衬底等产品上已经建立起良好的市场认可度，市场占有率持续增长，公司已经确立了国际碳化

硅衬底大厂的行业地位。同时公司在 8 英寸碳化硅衬底上已经建立起先发优势，8 英寸衬底制备的持续技术提升和产能提升是公司既定战略布局。

### **3、确保产业链安全，持续自主创新推动行业国产化进程**

半导体产业作为关系国民经济和社会发展全局的基础性、先导性和战略性新兴产业，其核心技术和科技创新有助于增强国家在高科技领域的竞争力，提高创新链整体效能。我国的集成电路行业相较美国、日本、韩国等国起步较晚，在顶尖技术积累方面与业界龙头企业存在一定差距。但在宽禁带半导体领域，特别是新一代碳化硅功率半导体领域，我国布局早，产业链完备，未同国际领先的企业拉开明显差距。

从长期来看，碳化硅半导体主要在新能源、智能化领域应用广泛，特别是新能源汽车、风光储、电网、智能驾驶等新能源及 AI 领域，碳化硅功率半导体将成为引领电动汽车、光伏储能等行业发展的关键产业，是国际各国在技术和产业化重点布局的领域。

近年来，包括美国《芯片法案》的推出（“231.120 条目规定的对国家安全至关重要的半导体”将化合物半导体排在第一位），以及最近美国总统把视察 Wolfspeed 公司作为“投资美国”之行首站等一系列动作，无不凸显碳化硅在行业竞争和国家安全层面的战略重要性。

公司在半绝缘型衬底、6 英寸碳化硅衬底上已经实现了对海外衬底大厂的赶超。在 8 英寸碳化硅衬底上，公司率先实现了自主扩径，完成从 8 英寸导电型衬底制备到产业化的快速布局，在产品品质和出货量上已经具备引领行业发展的优势，在国际市场具有竞争力。

半导体行业是高度技术密集型领域。在宽禁带半导体领域，碳化硅衬底制备是行业的核心关键环节。衬底制备技术壁垒高，同时大尺寸衬底面临的技术难度与前一代尺寸产品存在极大的代差，因此研发投入大，周期长，产业化应用需要持续的产品和技术升级。因此整体上，在高品质车规级 6 英寸衬底和 8 英寸衬底上，公司仍需通过持续技术创新巩固市场地位。

公司将持续布局 8 英寸碳化硅衬底的技术创新，应对技术迭代和扩产周期等因素影响，避免 8 英寸碳化硅产业链落后于国际大厂，造成我国在 8 英寸碳化硅

衬底领域“卡脖子”等风险。突破针对集成电路为代表的瓶颈制约，就是聚焦现代化产业体系建设的重点领域，加大技术研发力度，确保重要产业链供应链自主安全可控提供科技支撑。

#### **4、响应国家政策号召，助力国家“双碳”战略目标实现**

2021年10月，《中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》强调，深度调整产业结构，大力发展绿色低碳产业。加快发展新一代信息技术、新能源、新材料、新能源汽车等战略性新兴产业；推动互联网、大数据、人工智能等新兴技术与绿色低碳产业深度融合。

碳化硅作为宽禁带半导体材料，以其具有耐高温、耐高压、高频、大功率等卓越的物理性能，可提高器件功率及功率密度，减小体积，实现装备的大幅节能，有力促进我国产业转型升级、节能减排，实现清洁能源和可持续发展，对新能源汽车、新一代信息技术等产业起到关键支撑作用，对实现碳达峰、碳中和具有重大意义。

### **（三）项目实施的可行性**

#### **1、公司具备自主创新能力，拥有充足的技术和人才储备**

天岳先进是专业从事碳化硅半导体材料研发与生产的科技型企业，获得国家科技进步一等奖。公司建有“碳化硅半导体材料研发技术”国家地方联合工程研究中心、国家博士后科研工作站、长三角国家技术创新中心-天岳半导体联合创新中心等多个创新平台。公司是国家知识产权示范企业，工信部专精特新重点“小巨人”企业和国家制造业单项冠军示范企业。

天岳先进自成立以来始终坚持自主创新，攻克了多项国际技术难题，成功掌握了碳化硅单晶生长与加工技术，经过10余年发展，系统性掌握碳化硅单晶设备的设计和制造技术、热场仿真设计技术、高纯度碳化硅粉料合成技术、不同尺寸碳化硅单晶生长的缺陷控制和电学性能控制技术、不同尺寸碳化硅单晶衬底的切割、研磨、抛光和清洗等关键技术。

公司承担了多项国家级、省部级重大科研项目，包括国家科技重大专项、国家高新技术研究发展计划、国家重点研发计划和国家新材料研发及产业化专项等国家级项目20余项。

公司于 2019 年获得国家科技进步一等奖，2020 年获得山东省科技进步一等奖，2014 年获得山东省技术发明一等奖，2021 年获得国家制造业单项冠军示范企业等奖项，具有深厚的研发创新实力。截至 2023 年末，公司具有 124 名高水平研发技术人员，其中硕士博士合计 59 人，享受国务院特殊津贴专家两人。

上海天岳系公司全资子公司，共享公司的技术和人才储备，具备实施本项目的条件。

## **2、公司通过自主扩径已经实现了 8 英寸衬底的产业化，8 英寸衬底制备技术提升是在前期基础上的持续技术创新**

公司已于 2022 年通过自主扩径实现了高品质 8 英寸碳化硅衬底的制备。随着国际市场对 8 英寸碳化硅衬底需求持续增加，以及公司在 8 英寸碳化硅衬底技术和产品品质优势，公司在 2023 年已经实现 8 英寸碳化硅衬底的批量销售，且 8 英寸碳化硅衬底出货量上在行业内领先。

公司持续提升 8 英寸产品的品质，不断进行 8 英寸产品的技术创新，推进包括导电型碳化硅用粉料高效合成、高质量导电型碳化硅晶体生长、高效碳化硅抛光、8 英寸宽禁带碳化硅半导体单晶生长及衬底加工关键技术等研发项目。公司目前以 PVT 法大规模批量化制备 8 英寸衬底，同时是国际上较少掌握了液相法制备技术的企业之一。

液相法在大尺寸碳化硅衬底制备上具有特定优势。公司已经通过液相法成功制备了高品质的 8 英寸晶体，同时公司在液相法制备上加大技术创新，已经成功制备出包括 N 型 3C 碳化硅衬底，特高压大功率用 P 型碳化硅衬底。其中特高压大功率用 P 型碳化硅衬底在更高电压等级的应用领域具有广阔前景。

公司于 2022 年通过车规级 IATF 16949 产品质量管理体系认证，为车规级碳化硅衬底交付奠定了基础。目前，天岳先进已成为国际知名半导体公司英飞凌、博世集团等企业的供应商。公司在车规级碳化硅衬底已得到国外一线大厂的严苛验证和持续大规模批量供货。依托公司自主扩径的技术优势，公司在持续推动国内 8 英寸车规级碳化硅衬底的技术提升方面，具有良好的工艺创新基础。

## **3、公司拥有丰富的产业化经验和广泛的客户群体**



天岳先进已具备产能规模优势。作为国内较早从事碳化硅衬底业务的生产企业，公司具有丰富的技术储备和研发经验，产品品质突出，产销规模领先。目前，公司已成为碳化硅衬底国际头部企业，国际前 10 大功率半导体企业超过一半以上都已经成为公司客户。在终端应用上，公司衬底产品已经进入国内外主要新能源汽车制造商。

根据日本权威行业调研机构富士经济报告测算，2023 年全球导电型碳化硅衬底材料市场占有率，天岳先进（SICC）跃居全球前三。截至 2023 年末，公司累计衬底出货量超过 70 万片，其中 2023 当年衬底出货量超过 22 万片。

从产业链角度，目前海外一线大厂在碳化硅半导体晶圆和器件制造端具有一定优势，在晶圆制造端起步较早，产能规模较大，产品在电动汽车等终端应用较早。在宽禁带半导体领域，晶圆受制程的影响较小，而衬底材料是产业链的关键和基石。

公司立足产业链关键环节，通过十几年追赶，以公司为代表的国内碳化硅衬底企业，在 6 英寸碳化硅衬底产品上已经实现进口替代，并实现了产品出海。在 8 英寸碳化硅衬底上，天岳先进始终肩负通过技术创新，不仅实现 8 英寸碳化硅衬底国产化替代，公司 8 英寸碳化硅衬底已经率先实现海外客户批量销售，这也为 8 英寸碳化硅芯片及器件的国产化替代奠定基础。

目前国际一线大厂客户对 8 英寸碳化硅衬底需求保持增长趋势。公司 8 英寸产品更广泛的客户验证，正在随着全球 8 英寸晶圆制造端的陆续产能释放而增加，这将有助于公司进一步巩固和加强在 8 英寸碳化硅衬底领域的先发优势。

#### **4、公司拥有深厚的知识产权积累和自主创新的研发模式**

公司是国家知识产权示范企业。截至 2023 年末，公司及下属子公司拥有授权专利 489 项，其中发明专利授权 172 项，境外发明专利授权 13 项，核心技术专利涵盖了设备设计、热场设计、粉料合成、晶体生长、衬底加工等全部技术环节，形成了有效的产品专利保护机制。

公司通过自主创新，实现了 2-8 英寸碳化硅衬底的研发和产业化。其中“高质量 6 英寸 N 型 4H-SiC 单晶衬底”科技成果，经中国电子材料行业协会组织的院士专家鉴定，产品性能和技术工艺达到国际先进、国内领先水平。

碳化硅衬底制备随着尺寸的增加而难度大幅提高，特别是 8 英寸碳化硅衬底，由于晶体应力的增加而导致其制备难度相较于 6 英寸衬底极剧提升。公司在 8 英寸碳化硅衬底上一方面通过完全自主扩径，已经实现了批量供应；另一方面围绕大尺寸晶体缺陷控制和应力表征、晶体生长深入机理研究等方向，形成了具有自主创新的长期研发积累，对大尺寸晶体的制备技术提升积累了丰富经验。

未来公司在大尺寸碳化硅衬底制备技术方面仍将持续加大研发创新力度，继续引领行业发展。

#### （四）项目实施主体与投资概算

本项目实施主体为上海天岳半导体材料有限公司（以下简称“上海天岳”），总投资额为 38,573.72 万元，拟使用募集资金投资额为 30,000.00 万元，项目实施期为 24 个月。具体情况如下：

单位：万元

序号	项目	总投资金额	占比	拟投入募集资金金额	占比
一	建设投资	31,687.74	82.15%	30,000.00	100.00%
1	工程费用	30,764.80	79.76%	30,000.00	100.00%
1.1	建筑工程及安装工程费用	3,060.00	7.93%	3,060.00	10.20%
1.2	设备购置费	27,460.00	71.19%	26,940.00	89.80%
1.3	工程建设其他费用	244.80	0.63%		
2	基本预备费	922.94	2.39%		
二	研发投入	6,885.98	17.85%		
	<b>合计</b>	<b>38,573.72</b>	<b>100.00%</b>	<b>30,000.00</b>	<b>100.00%</b>

#### （五）项目预计实施时间和整体进度安排

本项目的建设周期为 24 个月，包括厂房净化间装修改造、设备采购安装、新技术和工艺试验等三个阶段，具体时间进度安排如下：

项目节点	实施进度（月数）							
	1-3	4-6	7-9	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24
厂房净化改造								
设备采购安装								
新技术和工艺试验								

#### （六）项目经济效益评价

本项目建成后，主要用于持续研发技术创新，提升公司车规级 8 英寸碳化硅衬底材料制备技术水平，对企业不产生直接财务效益，因此本项目不进行财务评

价分析。

本项目的建成能够有效提升公司相关产品制备的技术水平，有助于提高公司产品的竞争力，为公司产品进一步开拓客户和市场奠定基础。

#### **（七）项目的备案、环保和用地手续**

截至本报告公告日，本项目已完成项目备案，环评手续正在准备过程中。本项目将在上海天岳现有厂区建设，未新增项目用地，不涉及用地审批手续。

#### **四、本次募集资金投向属于科技创新领域的说明**

公司是一家以碳化硅半导体材料研发、生产和销售为主的科技型企业，公司行业属于高新技术产业和战略性新兴产业，公司主营业务属于科技创新领域。本次募集资金投资项目紧密围绕公司主营业务开展，持续提升公司车规级 8 英寸碳化硅衬底材料制备技术，通过丰富公司技术储备，提升科创实力，推动产品品质提升，从而巩固公司竞争实力，同时为我国在高品质 8 英寸车规级碳化硅器件的规模化生产及应用推广奠定基础。

综上，本次募集资金主要投向属于国家战略及政策重点支持发展的科技创新领域。

#### **五、总结**

综上，公司认为：公司本次募集资金投资项目紧密围绕公司现有业务所开展，符合公司未来发展战略，有助于提高公司科技创新能力，强化公司科创属性，符合《上市公司证券发行注册管理办法》等有关规定的要求。

山东天岳先进科技股份有限公司

董事会

2024 年 7 月 8 日