股票代码：300323　　股票简称：华灿光电

华灿光电股份有限公司

（湖北省武汉市东湖开发区滨湖路 8 号）

2020 年度非公开发行股票
募集资金使用的可行性分析报告

二零二零年四月

cninf 巨潮资讯 www.cninfo.com.cn

释义

在本预案中，除非文义另有所指，下列词语具有如下涵义：

一、一般术语		
发行人、华灿光电、本公司或公司	指	华灿光电股份有限公司
NSL	指	New Sure Limited
和谐芯光	指	义乌和谐芯光股权投资合伙企业（有限合伙）
蓝晶科技	指	云南蓝晶科技有限公司，公司全资子公司
Jing Tian I	指	Jing Tian Capital I, Limited
Jing Tian II	指	Jing Tian Capital II, Limited
上海灿融	指	上海灿融创业投资有限公司
天福华能	指	义乌天福华能投资管理有限公司
虎铂新能	指	上海虎铂新能股权投资基金合伙企业（有限合伙）
本次非公开发行、本次发行	指	华灿光电股份有限公司 2020 年度非公开发行股票
发行方案	指	华灿光电本次非公开发行股票方案
定价基准日	指	本次发行期首日
本预案	指	华灿光电本次非公开发行股票预案
公司章程	指	华灿光电股份有限公司章程
股东大会	指	发行人股东大会
董事会	指	发行人董事会
证监会、中国证监会	指	中国证券监督管理委员会
元	指	人民币元
二、专业术语		
LED	指	LightEmittingDiode（发光二极管），是由 III-V 族半导体材料等通过半导体工艺制备的可将电能转化为光能的发光器件
衬底/衬底片	指	LED 外延生长的载体，用于制造 LED 外延片的主要原材料之一，主要有蓝宝石、碳化硅、硅及砷化镓
LED 外延片	指	在一块加热至适当温度的衬底基片（主要材料有蓝宝石、SiC、Si 等）上所生长出的特定单晶薄膜
MOCVD	指	金属有机化学气相淀积，目前应用范围最广的 LED 外延片生长方法，有时也指运用此方法进行生产的设备
集成电路、IC	指	Integrated Circuit，中文称作集成电路，是一种微型电子器件或部件，其采用一定的工艺，把一个电路中所需的晶体管、电阻、电容和电感等元件及布线互连一起，制作在一小块或

cninf 巨潮资讯 www.cninfo.com.cn

		几小块半导体晶片或介质基片上，然后封装在一个管壳内，成为具有所需电路功能的微型结构
CMOS	指	Complementary Metal Oxide Semiconductor，互补金属氧化物半导体，是组成 CMOS 数字集成电路的基本单元
GaN	指	氮化镓，分子式 GaN，是氮和镓的化合物，是一种直接能隙的半导体，氮化镓的能隙很宽，为 3.4 电子伏特，可以用在高功率、高速的光电元件中
宽禁带半导体	指	禁带宽度在 2.3eV 及以上的半导体材料，典型的是碳化硅（SiC）、氮化镓（GaN）、金刚石等材料
MOSFET	指	金属-氧化物半导体场效应晶体管，简称金氧半场效晶体管，是一种可以广泛使用在模拟电路与数字电路的场效晶体管
IGBT	指	绝缘栅双极型晶体管，是由 BJT（双极型三极管）和 MOS（绝缘栅型场效应管）组成的复合全控型电压驱动式功率半导体器件
PD 协议	指	USB-PowerDelivery，在一条线缆中同时支持高达 100W 电力传输和数据通信的协议规范

注：本报告中所引用数据，部分合计数与各加数直接相加之和在尾数上可能存在差异，此类差异系由四舍五入造成。

cninf 巨潮资讯 www.cninfo.com.cn

一、本次发行募集资金的使用计划

本次非公开发行募集资金总额（含发行费用）不超过150,000.00万元，扣除发行费用后的募集资金净额拟投入以下项目：

单位：万元

项目名称	总投资金额	拟投入募集资金金额
mini/Micro LED的研发与制造项目	139,267.22	120,000.00
GaN基电力电子器件的研发与制造项目	31,641.58	30,000.00
合计	**170,908.80**	**150,000.00**

若本次实际募集资金不能满足上述全部项目投资需要，资金缺口由公司自筹解决。如本次募集资金到位时间与项目实施进度不一致，公司可根据实际情况以其他资金先行投入，募集资金到位后依相关法律法规的要求和程序对先期投入予以置换。

在上述募集资金投资项目范围内，公司董事会可根据项目的实际需求，按照相关法规规定的程序对上述项目的募集资金投入金额进行适当调整。

二、本次募集资金投资项目的基本情况

（一）mini/Micro LED 的研发与制造项目

1、项目基本情况

mini/Micro LED 的研发与制造项目系公司为继续扩大在 LED 芯片领域的竞争优势、巩固 LED 显示屏芯片市场的领先地位而计划实施的投产项目。

本项目以公司现有技术为基础，实现 Mini/Micro LED 的开发与产业化制造，进而带动产业链上下游各企业协同发展，深入布局下一代显示技术。项目主要产品包括 Mini/Micro LED 外延片、Mini/Micro LED 芯片等。本项目生产的 Mini/Micro LED 产品具有微小像素尺寸、超高分辨率、广色域和高对比度的特点，应用后达到节约衬底材料、提高成像质量、降低成本和功耗的目的，可作为新型背光源、显示光源，广泛应用于手机、电视、车用面板及电竞笔记本电脑等

cninf 巨潮资讯 www.cninfo.com.cn

消费电子领域，以及增强现实（AR）微型投影装置、车用平视显示器（HUD）投影应用、超大型显示广告牌等特殊显示应用产品，并有望扩展到可穿戴/可植入器件、虚拟现实、光通信/光互联、医疗探测、智能车灯、空间成像等多个领域。

本项目总投资额为 139,267.22 万元，其中拟投入募投资金 120,000.00 万元。本项目预计将帮助公司实现年均利润总额 25,282 万元，项目整体内部收益率（税后）为 17.64%。

2、项目建设的背景

（1）全球 LED 市场和产业面临着新一轮技术的更新换代

近年来，随着宏观经济放缓、贸易摩擦以及行业产能集中释放等因素影响，LED 行业遭遇出货量和产品价格的双重下滑，行业竞争较为激烈，产业链部分领域的龙头企业也受到一定程度的波及，尤其是 LED 通用照明市场正触及行业天花板，但 LED 显示市场却一枝独秀，整体保持着高速增长。

目前新型显示技术处于重要的变革时期，行业市场快速扩大。小间距显示渗透率持续提高，Mini LED 产品已进入显示和背光商用，Micro LED 技术研发不断取得突破，包括索尼、三星等国际巨头和康佳、利亚德、雷曼等国内大厂已经推出了 Micro LED 显示屏。可以预见，随着 LED 新技术的不断成熟，在被动显示（LCD 背光）和主动显示（显示器或显示屏）方面的应用产品将会不断推陈出新，应用领域将不断拓展，市场规模也将逐步扩大。

（2）Mini/Micro LED 技术将推动消费电子产品的升级

自苹果公司于 2014 年收购科技创业公司 Luxvue 以来，市场对 Mini/Micro LED 的热情呈现了指数级增长。显示器市场所有主要制造商都已经投资了该技术，英特尔（Intel）、脸书（Facebook）、谷歌（Google）等其他半导体或科技公司也积极参与了布局。

各国研发团队不断深入开发 Mini/Micro LED 技术，在亮度、分辨率与可靠性等方面都取得长足的进步，并逐步改善了 Mini/Micro LED 量产工艺中衬底巨量转移的问题。Mini LED 作为 Micro LED 技术成熟前的过渡性产品，填补了

cninf 巨潮资讯 www.cninfo.com.cn

Micro LED 和传统 LED 之间的尺寸空白。但除了尺寸，两者的技术和制造基础设施要求，以及应用也有差异。Micro LED 在组装和芯片结构方面要求重大技术突破，并且需要对制造基础设施进行大幅革新，但 Mini LED 芯片只需要对传统 LED 进行成比例的缩小。Mini LED 可以在现有的晶圆厂进行制造。

在应用方面，Micro LED 的前景在于实现突破性的高像素密度自发光显示，而 Mini LED 可用于升级现有 LCD，实现超薄、多区局部调光背光单元（BLU），使外形尺寸和对比度性能接近或优于 OLED。在 B2B 方面，Mini LED 有望实现用于数字标牌应用（如零售、企业和控制室应用）的低成本、窄像素间距 LED 直视显示器。Mini/Micro LED 将逐步导入产业应用并开始加速，尤其是高阶显示器应用。根据 Yole 数据，2019 年 Mini/Micro LED 将导入 324 万产品，包括显示器、电视、智能手机等，到 2023 年规模将成长至 8,070 万，年复合成长率 90%，标志着 Mini/Micro LED 已开始进入高速发展阶段。

（3）跨国巨头引领 Mini/Micro LED 技术的规模化商用

苹果优先在智能手表上应用 Mini/Micro LED，于 2014 年收购 Micro LED 的先驱和技术领先企业 LuxVue 公司，并于 2018 年在台湾进行 Micro LED 的试产。对智能手机、智能手表等移动设备来说，显示屏占设备整体耗电总量可达 80%，Mini/Micro LED 的高亮度、低功耗特性，特别适合移动设备的户外使用，极大地延长移动设备的续航时间。

近年来，各大厂商不断推出的 Mini/Micro LED 新产品再次证明，Mini/Micro LED 已被各厂商视作抢占未来新技术高地的关键，将进一步成为诸多厂商的研发焦点。索尼选择将 Micro LED 首先应用在室内大屏显示，于 2012 年发布采用微 LED 的 55 寸 Crystal LED 显示器，于 2016 年发布小孔距 LED 显示器。三星在 2020 年的 CES 上推出了新的 583 英寸 8K 企业级 The Wall 系列产品，独特的模块化设计，可灵活增大或缩小屏幕，增强了应用端的成本弹性。奥拓电子推出了 0.4mm 的 Micro LED 显示产品；雷曼光电推出了 P0.6 Micro LED 超高清显示屏。其中，奥拓电子的 0.4mm Micro LED 显示产品，不仅是目前最小的点间距 LED 产品，也是目前 Micro LED 中最小点间距的产品。

3、项目建设的必要性

cninf 巨潮资讯 www.cninfo.com.cn

（1）国家政策积极鼓励发展高效、高质量 LED 产品

在国家已经出台的《中国光电子器件产业技术发展路线图（2018～2022 年）》《产业关键共性技术发展指南（2017 年）》《半导体照明产业“十三五”发展规划》《战略性新兴产业重点产品和服务指导目录》《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》《“十三五”国家科技创新规划》《中国制造 2025》《半导体照明节能产业规划》《电子信息制造业“十三五”发展规划》中，LED 的关键材料、制造设备、技术提升、照明应用等被列入发展重点，得到国家产业政策的大力扶持。

2013 年 1 月，发改委公布《半导体照明节能产业规划》，提出把 LED 照明作为战略性新兴产业的发展重点，逐步加大财政补贴 LED 照明产品推广力度，推动 LED 产品在医疗、农业、舞台、景观照明等专业和特殊场所的示范应用。2016 年 8 月，国务院公布《“十三五”国家科技创新规划》，提出突破新型采光与高效照明等应用关键技术，降低能源消耗。2016 年 11 月，国务院公布《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》，提出推动半导体照明等领域关键技术研发和产业化。2017 年 7 月，发改委公布《半导体照明产业“十三五”发展规划》，鼓励企业提升 LED 产品的光质量和光品质，向各类室内外灯具方向发展，营造更加安全、舒适、高效、节能的照明环境。2018 年 1 月，工信部公布《中国光电子器件产业技术发展路线图（2018-2022 年）》，提出支持半导体照明基础和关键技术研究，提升产品的光质量和光品质，加强 LED 照明产品自动化生产装备的研发和推广应用。

2019 年 8 月，工信部印发关于《促进制造业产品和服务质量提升的实施意见》，进一步推动信息技术产业迈向中高端，支持集成电路、信息光电子、智能传感器、印刷及柔性显示创新中心建设，加强关键共性技术攻关，积极推进创新成果的商品化、产业化。2019 年 3 月，工信部、国家广播电视总局、中央广播电视总台印发了《超高清视频产业发展行动计划（2019～2022 年）》，预示着超高清视频产业时代的来临，8K+5G 技术，为小间距、Mini/Micro LED 等新型显示技术提供了发展新契机。

（2）Mini/Micro LED 是 LED 未来发展的重要技术

cninf 巨潮资讯 www.cninfo.com.cn

Mini/Micro LED 做为新一代显示技术，将 LED 进行薄膜化、微小化与阵列化，每一个像素都能当都定址、驱动，将像素点的距离由 mm 级降到 um 级，具有低功耗、高亮度、超高分辨率与色彩饱和度、反应速度快、超省电、寿命较长、效率较高等诸多技术优点。

Mini LED 作为 Micro LED 技术成熟前的过渡性产品，先期应用于智能手机、液晶电视等领域，为 Micro LED 大规模量产做好技术和市场储备。Mini LED 做背光源是把直下式 LED 背光模块缩小化，使面板具有广色域和高对比度，呈现更细致的屏幕画面。Micro LED 的优点更加突出，比 OLED 的色彩更容易准确调试、发光寿命更长、亮度更高，并具有材料稳定、无影像烙印等优点。Mini/Micro LED 的关键技术在于像元制程升级和 LED 薄膜巨量转移。目前主流小间距的 LED 像元尺寸超过 200 um，Mini/Micro LED 的像元尺寸自 200 um 向下发展，需要使用更先进的半导体制程设备，开发更高良率的生产工艺。

自 2001 年日本公布 Micro LED 阵列之后，各国研发团队不断深入开发 Mini/Micro LED 技术，在亮度、分辨率与可靠性等方面均取得长足的进步，并逐步改善了 Mini/Micro LED 量产工艺中衬底巨量转移的问题。Mini/Micro LED 技术应用范围极为广泛，一方面，Mini/Micro LED 可在很多应用场景中取代 LCD、OLED 显示器；另一方面，Mini/Micro LED 低功耗、高亮度的特点，也更适合于在 VR/AR 设备、高清户外显示、抬头显示器等新领域应用。

（3）显示、背光源市场对高端 LED 产品需求持续保持旺盛

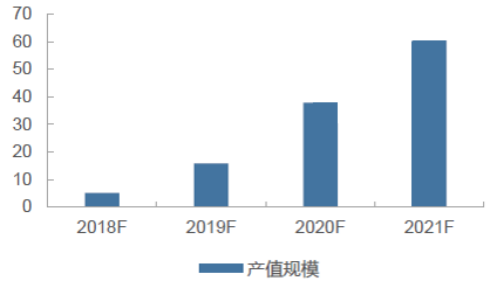
① Mini/Micro LED 产品需求旺盛，市场前景广阔

Mini/Micro LED 被看作未来 LED 显示技术的主流和发展趋势，是继 LED 户内外显示屏、LED 小间距之后 LED 显示技术升级的新产品，具有“薄膜化，微小化，阵列化”的优势，将逐步导入产业应用。从终端应用场景来分，Mini LED 的应用领域可以分为直接显示和背光两大场景。受益于两大场景的双重驱动，Mini LED 市场规模有望迎来快速成长，据 GGII 预计 Mini/Micro LED 市场将在 2020 年迎来爆发性增长，至 2021 年全球 Mini LED 应用市场规模有望达到 61 亿元，其中，手机背光会成为 Mini LED 的应用的排头兵，随着成本的下降，Mini LED 将逐渐向显示和中大尺寸背光渗透。根据 Yole 数据，2019 年 Mini LED

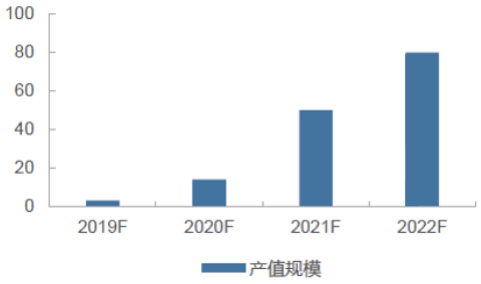
cninf 巨潮资讯 www.cninfo.com.cn

将导入 324 万产品，包括显示器、电视与智能型手机，同时以年复合成长率 90%的速度，到 2023 年规模将成长至 8,070 万装置。随着巨量转移等技术不断完善，Micro LED 在超大屏的显示方案已经成熟，据 GGII 预计，至 2022 年，Micro LED 全球市场规模有望达到 80.7 亿元；根据 Yole 数据，MicroLED 显示市场的出货量到 2025 年可以达到 3.3 亿片。

全球 Mini LED 市场规模（亿元）

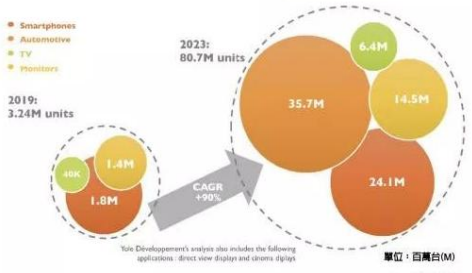


全球 Micro LED 市场规模（亿元）

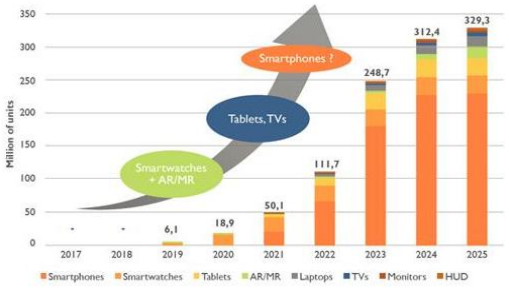


数据来源：GGII

全球 Mini LED 应用市场规模（百万片）



全球 Micro LED 市场规模（百万片）



数据来源：Yole

② 大尺寸电视、车载 LCD、笔记本电脑带来 Mini/Micro LED 发展新机遇

Mini/Micro LED 被认为是未来 LED 显示技术的发展方向，将 LED 芯片尺寸进一步减少，在显示领域不断拓展新应用。全球 LED 产业受 Mini/Micro LED 的推动向前发展，大尺寸电视、车载 LCD、笔记本电脑等领域将成为快速增长的领域，为 Mini/Micro LED 显示带来新的发展机遇。

在 2020 年举办的视听及系统集成展会（ISE 2020）上，国星光电正式发布可量产级 Mini LED 显示应用新品 IMD-M05，可无缝拼接实现 4K（102 寸）、8K（204 寸）。IMD-M05 的发布标志着 Mini LED 显示正式迈入 100 寸级的超高清时代。三星推出了新的 583 英寸 8K 企业级 The Wall 系列产品。新款取代了

cninf 巨潮资讯 www.cninfo.com.cn

三星到目前为止提供的最大的 437 英寸面板。雷曼光电全球首发了新一代基于 COB 技术的超高清 0.6mm 间距的 Micro LED 显示屏。在 2020 年 1 月的 CES 展上，各大笔记本电脑品牌厂也争相端出搭载 Mini Led 技术的笔记本电脑、电竞显示器等高端新品。随着液晶电视平均尺寸的上升，对中高端 LED 背光源的需求在持续增加。由于直下式背光需要高电流驱动、侧入式背光需要更轻薄短小的导光板，CSP 封装 LED 成为大尺寸液晶模组背光源的发展方向。

车载显示出于安全性的考虑，要求必须具有高清晰度和高可靠性。在车载显示中不管是采用 OLED 显示屏，还是采用传统 LED 背光的 TFT LCD 显示屏，在制造成本与驾驶安全上，仍然有着很多不足。Mini LED 属于传统 LED 背光液晶显示的改良版本，采用直下式发光，精细的 HDR 分区显示，在对比度大幅提升，可以实现低余辉待机外，能耗也大幅降低，还具有比 OLED 更好的高温可靠性更高，寿命与 TFT LCD 一样长。因此，车载显示将会成为 Mini LED 背光继手机、电视以后的另一片蓝海。

4、项目建设的可行性

（1）Mini/Micro LED 的投资布局符合公司高端 LED 的长期发展战略

公司是全球领先的 LED 芯片制造商。一方面，公司在稳固显示屏芯片市场优势地位的基础上，加大了白光产品的市场占有策略，取得了显著成效，使得公司的营收结构进一步优化。研发队伍不断壮大，助力公司的产品结构积极向高端调整，白光产品性能基本达到龙头企业的指标并树立了竞争优势。另一方面，公司在 Mini/Micro LED 具有丰富的业务和客户积累。公司非常注重高端 LED 产品的研发，开发完成 RGB Mini LED 芯片、车灯倒装 LED 芯片、背光 Mini LED 芯片、超高光效白光 LED 芯片、超大电流密度白光 LED 芯片等专项，积累了一批核心技术。公司拥有具备国际水平的技术和管理团队，确保新技术的成功转化与市场推广。

本项目的建设可以进一步提高公司在高端 LED 方面的技术实力，布局以 Mini/Micro LED 为代表的下一代显示技术，实现 Mini/Micro LED 的商用，为客户提供更丰富的产品和解决方案。本项目符合公司布局高端 LED 的长期发展战略。

cninf 巨潮资讯 www.cninfo.com.cn

（2）公司具备良好的技术基础，保障本募投项目顺利实施

公司在Mini/Micro LED产品的外延和芯片工艺方面，已经取得了多项技术突破。2018年，公司开发完成的Mini LED显示芯片已应用于实际案例，并已稳定批量出货；开发完成的Mini LED背光芯片通过与封装客户配合，相关产品获得客户认可，产品在手机和电视终端市场已经小批量应用。2019年，公司发布了新一代的Mini LED显示和背光芯片。在Mini LED显示芯片技术优化方面，设计了高效钝化层的制作，对金属连接层进行平滑覆盖，并针对Mura效应这一COB封装形式中常见的显示异常，通过特有的芯片混编技术，消除COB应用情况下的Mura效应。在Mini LED背光芯片技术优化方面，优化了膜层结构设计，调节芯片出光，更易实现超薄设计。在Micro LED芯片技术优化方面，进行了深刻蚀斜角优化，从而实现了微米级工艺线宽控制，并且选择衬底激光剥离技术。公司开发出的Mini LED显示/背光芯片将分别应用于电视和消费电子、车载显示屏等领域，产品从光效、耐电流冲击能力到一致性和可靠性，都有大幅提升和优化。公司还积极与全球一线厂商进行紧密合作，共同开发Mini/Micro LED芯片，研发进度处于行业领先水平。

因此，公司具备良好的技术基础，保障本募投项目的顺利实施。

5、项目建设内容、主要产品

（1）项目建设内容

本项目建设内容为 Mini/Micro LED 的研发与制造。Mini/Micro LED 研发的内容主要包括数学建模仿真、器件结构设计、外延工艺开发、芯片工艺开发等；量产的内容主要包括 Mini/Micro LED 厂房及生产线建设，进行 LED 外延片和芯片的生产销售。

本项目主要采用自主建设的方式，建设期为三年，计划分三年进行投入。

（2）项目主要产品

本项目研发的 Mini/Micro LED，指将传统 LED 微小化、薄膜化、阵列化之后的高密度微型 LED 阵列。Mini LED 是传统 LED 向 Micro LED 发展的过渡产品，像元尺寸为 50-200um。Micro LED 是下一代 LED 显示技术，像元尺寸小于

cninf 巨潮资讯 www.cninfo.com.cn

50um。本项目生产的 Mini/Micro LED，具有微小像素尺寸、超高分辨率、广色域和高对比度的特点，应用后达到节约衬底材料、提高成像质量、降低成本和功耗的目的。项目建成后，实现年产 95 万片 4 英寸 Mini/Micro LED 外延片。

6、项目投资计划

本项目计划总投资 139,267.22 万元。工程费用为 135,917.22 万元，占总投资的 97.59%，其中生产设备购置及安装费 132,849.22 万元、公共工程 3,068.00 万元；工程建设其他费用为 500.00 万元，占总投资的 0.36%；基本预备费 850.00 万元，铺底流动资金为 2,000.00 万元，共占总投资的 2.05%。

7、项目备案事项

截至本预案出具日，本项目的可行性研究报告已编制完毕，相关立项备案已经完成。

8、项目效益评价

本项目预计年均利润总额 25,282 万元，内部收益率（税后）等主要指标如下：

序号	经济评价指标	所得税后
1	内部收益率（%）	17.64%
2	净现值（万元）ic＝12%	37,095
3	投资回收期（年）	7.89

由此可见，本项目经济效益良好且具有一定的抗风险能力，因此，该项目具有经济可行性。

（二）GaN 基电力电子器件的研发与制造项目

1、项目基本情况

第三代半导体材料主要包括 GaN、SiC 等，因其禁带宽度≥2.3 电子伏特（eV），又被称为宽禁带半导体材料。宽禁带半导体具有高热导率、高击穿场强、高饱和电子漂移速率、高键合能等优点，具有极强的战略性和前瞻性，是支

cninf 巨潮资讯 www.cninfo.com.cn

撑国防军备、5G 移动通信、新能源汽车、云计算等产业发展的关键基础技术，在国防安全、节能减排、智能制造、产业升级等方面具有重大战略意义。

宽禁带功率半导体是功率半导体的重要分支。功率半导体是实现电能转换和控制的核心器件，分为功率器件与功率集成电路两大类。功率器件主要有功率二极管、功率三极管、晶闸管、金属氧化物场效应晶体管（MOSFET）、绝缘栅双极型晶体管（IGBT）、SiC 功率器件、GaN 功率器件等。目前，硅基 MOSFET 和 IGBT 是功率器件市场规模最大、增长最快的领域。SiC 由于在功率、热导率、稳定性等方面发展更成熟，是目前应用规模最大的宽禁带功率半导体材料。GaN 的物理性质与 SiC 类似，能隙、饱和电子速度、临界击穿电场均高于 SiC，因此被产业和市场广泛关注。虽然全球 GaN 功率器件市场参与者众多，厂商的设计和工艺各有特色，但是仍未形成相对统一的技术标准，不利于大规模商用和产业化。随着智能手机供电系统遇到瓶颈，快速充电器可能成为 GaN 率器件的“杀手级”应用，推动移动消费电子终端的充电器的归一化，向汽车电子、数据中心等多个应用领域扩展。

本项目产品为中低压系列硅基增强型 p 型栅 GaN 高电子迁移率晶体管（HEMT），包括 100V、200V、600/650V 三个电压等级的多种型号，主要面向智能手机、汽车电子、数据中心等市场应用，具有高开关频率、高转换效率、高耐压强度的技术特性。本项目通过器件仿真设计、工艺制程开发、测试失效分析，建立 GaN 功率器件设计和工艺 IP 库。项目建成后，将建立 GaN 功率器件从设计开发、外延生长、芯片制造到晶圆测试的完整业务链，将产品开发、制造与市场需求紧密结合，通过更快的产品迭代和稳定的良品率，以具有相当市场竞争力的性价比，快速推进 GaN 功率器件的大规模产业化。

本项目建设期三年，计划总投资额 31,641.58 万元，其中拟投入募投资金 30,000.00 万元。本项目预计将帮助公司实现年均利润总额 4,247 万元。

2、项目建设的背景

（1）高效节能是社会可持续发展永恒主题，半导体产业转移带来巨大机遇

高效利用资源是人类社会发展的永恒主题，而节约资源是中国的基本国策。

cninf 巨潮资讯 www.cninfo.com.cn

节约与开发并举、把节约放在首位是中国能源的发展战略。虽然当前能源价格低迷、电力与煤炭行业产能过剩，但资源和环境压力仍然是制约中国长期发展的重要瓶颈，而需求侧的节能降耗成为重要的解决之道。电力是中国优化能源结构、转变能源发展方式的中心，能够缓解能源供应和坏境保护压力，对中国可持续发展意义重大。因此，采用高性能新型功率半导体器件，提高电力电子能源转换和传输的效率，既满足了实际应用的需求，又符合经济效益和环境保护的要求，有利于全面降低工业生产活动对电力能源的损耗。

在技术迭代和产业转移的作用下，半导体产业链专业分工日益细化，产业业态发生巨大改变，为半导体企业创造了绝佳的发展机会。一方面，当前，工艺节点和成本效益不再延续摩尔定律发展，而建立在新兴多样化半导体技术基础上的超越摩尔定律，将更高性能、更高集成度、更低成本等优势结合起来，在产业和市场中变得越来越重要。另一方面，全球半导体产业正在经历第三次转移。目前，中国是全球最大的半导体市场。在国家政策、金融资本、市场需求的驱动下，全球半导体行业正在逐渐向中国大陆转移。每次转移都为追赶者创造了切入市场的机会，进而推动整个产业的革新与发展。

（2）跨国企业引领功率器件技术发展，第三代半导体材料潮起

功率半导体是实现电能转换和控制的核心器件，具有变频、变相、变压、逆变、整流、增幅、开关等用途，分为功率器件与功率集成电路两大类。功率器件主要有功率二极管、功率三极管、晶闸管、金属氧化物场效应晶体管（MOSFET）、绝缘栅双极型晶体管（IGBT）、SiC 功率器件、GaN 功率器件等。

从全球范围来看，美国、欧洲和日本功率器件处于世界领先地位，拥有一批具有全球影响力的厂商，如 TI、Linear、Infineon、ST、Toshiba、Renesas 等。中国台湾发展迅速后来居上，与欧美厂商的差距进一步缩小。中国功率器件的产品结构、技术水平和创新能力与国外存在较大的差距，部分高端技术产品仍大量依赖进口。

目前，MOSFET 和 IGBT 是硅功率器件市场中增长最快产品。由于真空管等传统硅功率器件无法满足电源系统对阻断电压、开关频率等技术要求，MOSFET 和 IGBT 逐步取代了传统硅功率器件，并在硅物理特性的基础上进一步提升电气

cninf 巨潮资讯 www.cninfo.com.cn

性能。MOSFET 和 IGBT 都是电压控制型器件。MOSFET 开关速度快、损耗小，不易受“热失控”的影响，但不能做大功率应用。IGBT 在高压大功率应用领域优势明显，但在 600V 以下与 MOSFET 相比在性能和成本上都不具备竞争力。

电子设备需要更加强大灵活的算力和多元弹性的功能，在越来越多的高速、低延时、高能量的应用中，硅正在达到材料本身的物理极限。自硅工艺问世以来，硅晶体管尺寸不断缩小，硅器件的性能和集成度遵循着摩尔定律向前发展。随着 MOS 源和栅极沟道的缩短，量子隧穿效应不能再被忽略，导致硅平面工艺甚至硅器件到达物理极限。尽管超结型 MOSFET 通过改进掺杂工艺，进一步提高了 MOSFET 的性能，但提升非常有限。

在现有器件结构、晶圆材料和工艺制程的限制下，半导体技术遇到瓶颈时，工业界通常会引入新材料来突破局限。第三代半导体材料（宽禁带半导体材料）主要包括 GaN、SiC、金刚石等，具有高热导率、高击穿场强、高饱和电子漂移速率、高键合能等优点，可用于高电压、大功率、高转换效率等场景，满足电力系统对电力电子器件耐高压、低功耗的需求，是电力电子领域突破硅物理极限的希望。作为硅器件的替代品，SiC、GaN 器件的市场化受到硅器件成本的挑战。在衬底、外延快速发展的情况下，SiC、GaN 的性能指标远超硅器件，从而在一些重要的能源领域逐步取代硅器件，展现出巨大的市场潜力。

（3）快速充电器可能成为 GaN 器件“杀手级”应用

GaN 在未来几年将在许多应用中取代硅，其中，快充是第一个可以大规模生产的应用。在 600 伏特左右的电压下，GaN 在芯片面积、电路效率和开关频率方面的表现明显好于硅，因此在壁式充电器中可以用 GaN 来替代硅。5G 智能手机的屏幕越来越大，与之对应的是手机续航的需求越来越高，这意味着电池容量的增加。GaN 快充技术可以很好地解决大电池带来的充电时长问题。

2019 年 GaN 功率器件开始进入主流消费电子市场。在 GaN 功率器件用于独立出售的充电器配件之后，2019 年 11 月 OPPO 宣布 Reno 65W 快速充电器采用 GaN HEMT 器件，这是 GaN 功率器件首次进入智能手机原厂的物料单。2020 年 2 月，小米发布采用 Navitas GaN 功率器件的 65W 充电器。2020 年 CES 参展的 GaN 充电器已经多达 66 款，涵盖了 18W、30W、65W 和 100W 等多个功率。

cninf 巨潮资讯 www.cninfo.com.cn

GaN 功率器件不仅可以通过提高开关频率缩小充电器电路体积，由于良好的温度特性，能够进一步减少甚至省略散热片，从而让大功率快速充电器的体积得到显著降低。Oppo、小米之后，未来几年内，会有更多手机品牌将 GaN 功率器件用于快速充电器，特别是在 100W 以上。

3、项目建设的必要性

（1）国家政策鼓励发展宽禁带半导体产业

国家高度重视宽禁带半导体的研究与开发，很早对 SiC、GaN 等宽禁带半导体领域的研究进行部署，启动了一系列重大研究项目和产业政策的支持。在国家已经出台的《产业关键共性技术发展指南（2017 年）》《“十三五”先进制造技术领域科技创新专项规划》《汽车产业中长期发展规划》《战略性新兴产业重点产品和服务指导目录》《“十三五”节能环保产业发展规划》《“十三五”国家信息化规划》《信息通信行业发展规划（2016-2020 年）》《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》《产业技术创新能力发展规划（2016-2020 年）》《中国制造 2025》《国家集成电路产业发展推进纲要》中，以 GaN 等为代表的宽禁带半导体的材料、研发、制造、设备、应用均被列入发展重点，得到国家产业政策的大力扶持。

2014 年 6 月，国务院发布《国家集成电路产业发展推进纲要》，提出大力发展模拟及数模混合电路、高压电路、射频电路等特色专用工艺生产线，以工艺能力提升带动设计水平提升，以生产线建设带动关键装备和材料配套发展。2015 年 5 月，国务院发布《中国制造 2025》，提出突破大功率电力电子器件等关键元器件和材料的制造及应用技术，形成产业化能力。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》，提升核心基础硬件攻击能力，加紧布局后摩尔定律时代芯片相关领域，推动电力电子等领域关键技术的研发和产业化。2016 年 12 月，国务院发布《“十三五”节能环保产业发展规划》，提出加强绝缘栅极型功率管等核心元器件的研发，加快特大功率高压变频、无功补偿控制系统等核心技术的应用。2017 年 4 月，科技部发布《“十三五”先进制造技术领域科技创新专项规划》，提出针对碳化硅（SiC）、氮化镓（GaN）等为代表的宽禁带半导体技术的需求，开展大尺寸宽禁带半导体材料制备、器件制造、性能检测等关键装备与工艺研究。

cninf 巨潮资讯 www.cninfo.com.cn

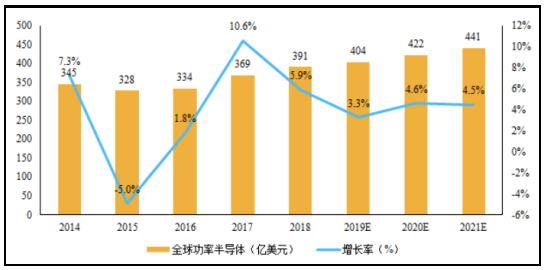
（2）全球功率半导体市场稳步增长，GaN 功率器件市场空间广阔

① 全球功率半导体市场稳步增长，中国是全球最大功率半导体市场

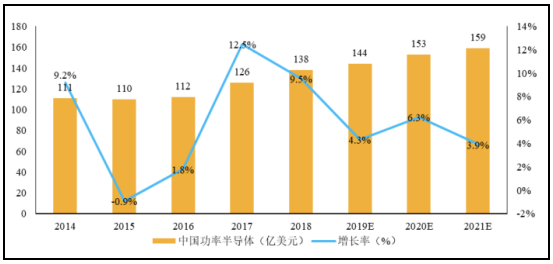
近年来，功率半导体的应用领域已从工业控制和消费电子拓展至新能源、轨道交通、智能电网、变频家电等诸多市场，全球市场规模呈现稳健增长态势。根据 IHS 数据，2018 年全球功率半导体市场规模为 391 亿美元，预计到 2021 年市场规模将增长至 441 亿美元，年化增速为 4.1%。

中国是全球最大的功率半导体消费市场。根据 IHS 数据，2018 年中国功率半导体市场规模达到 138 亿美元，增速为 9.5%，占全球市场比例高达 35%。根据 IHS 预测，到 2021 年中国功率半导体市场规模将达到 159 亿美元，年复合增长率为 4.8%。中国高端、大功率功率器件长期依赖进口，现在国内已经有了很大的突破，有很多正在半导体功率器件上深耕的国产厂商，如比亚迪、士兰微、吉林华微、华润微、中环股份等。

全球功率半导体市场规模（亿美元）



中国功率半导体市场规模（亿美元）



资料来源：IHS

② 产品材料以硅基为主，SiC 为辅，GaN 方兴未艾

全球半导体电力电子市场在经历了几年的平稳增长后，开始连续高速增长。硅基 IGBT 和 MOSFET 市场将继续增长，但部分市场将转向 SiC 器件，特别是电动汽车 EV/HEV 模块。由于硅材料具有天然的成本优势，SiC 材料到 2024 年仍将仅占不到 10%的市场份额。另外，相比较于分立器件，未来几年，功率模块的市场份额有望增加。

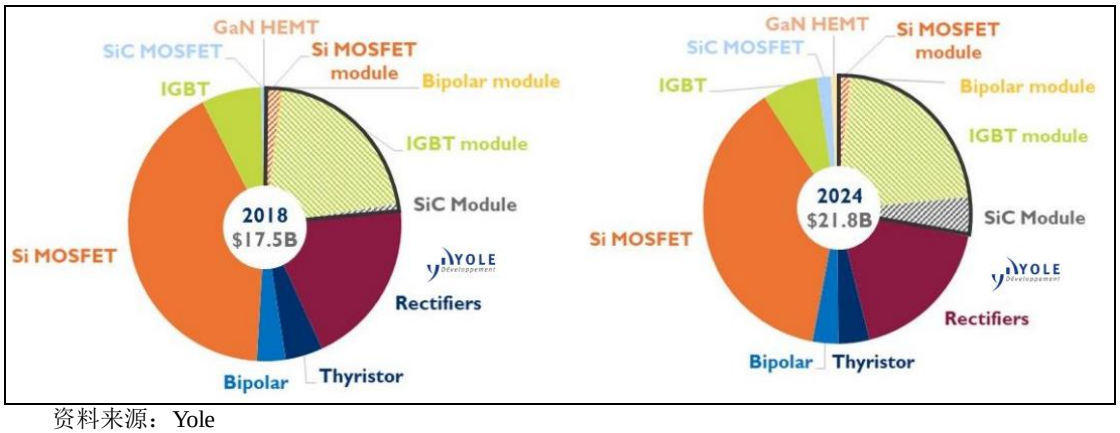
SiC 是对传统硅器件的突破。自 SiC 功率器件首次商业化以来，汽车电源应用一直推动着功率 SiC 器件市场的发展。SiC 自 2018 年特斯拉在其主逆变器中采用 SiC 功率器件开始而引人注目。随后，采埃孚、博世和雷诺等都宣布在其部

cninf 巨潮资讯 www.cninfo.com.cn

分产品中采用碳化硅技术。SiC 更适用于 50 千瓦以上更大功率的应用场景，如汽车、轨道交通等，对于成本并不敏感。从 20 千瓦到 50 千瓦之间，SiC 和 GaN 都可以扮演重要角色，而 20 千瓦以下则主要是 GaN 的市场。根据 Yole 预测，到 2024 年，全球 SiC 功率器件市场规模将超过 20 亿美元，汽车应用领域将占据市场份额的 50%以上。

图 全球半导体电力电子市场结构

单位：十亿美元



资料来源：Yole

③ GaN 快充应用取得实质性进展，GaN 功率器件市场高速拓展

GaN 功率器件市场在 2019 年取得了一系列突破性进展，标志着 GaN 功率器件在智能手机中的应用开始进入实质性量产阶段。由于 GaN 充电器具有体积小、发热低、功率高、支持 PD 协议的特点，GaN 充电器有望在未来统一笔记本电脑和手机的充电器市场。根据 Yole 数据，2018 年全球 GaN 功率器件市场规模为 0.19 亿美元，尚处于应用产品发展初期，但未来市场空间有望持续拓展，根据 Yole 预测，2019 年全球 GaN 功率器件市场增长率为 134%，预计 2024 年市场价值将超过 3.5 亿美元，2018-2024 年的年复合增长率将达到 85%。

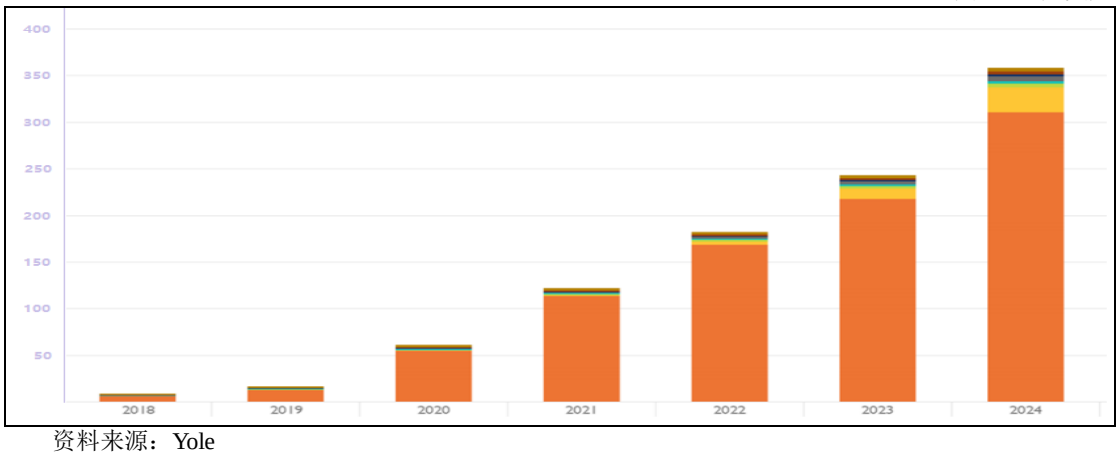
随着消费电子的充电器向智能手机归一化，GaN 功率器件逐步从消费电子向汽车电子、数据中心等各个应用领域扩展。2020 年 2 月，华为发布新一代 MatePad Pro 平板电脑，搭载麒麟 990 5G 芯片，支持 5G 网络。此外，平板电脑支持 40W 有线快充和 27W 无线快充，是全球首款双向无线充电平板。无线充电从手机逐步向平板电脑渗透，产品应用日趋多样化。在智能手机应用的带动下，GaN 功率器件产业将得到加快发展，边际效益的递增显著优化器件成本和可靠性，便于向汽车电子、数据中心等各个应用领域的扩展，从而替代硅基 MOSFET

cninf 巨潮资讯 www.cninfo.com.cn

的部分中高端应用。

图 全球 GaN 功率器件市场规模

单位：百万美元



资料来源：Yole

4、项目建设的可行性

（1）GaN 功率器件的投资布局符合公司专注于化合物半导体领域的长期发展战略

公司是全球领先的 LED 芯片制造商，在Ⅲ-Ⅴ族化合物半导体材料生长和光电子芯片制备方面，积累了丰富的技术开发、产业化和市场经验，是国内 LED 最大的供应商之一。公司拥有全新反应腔设计的 MOCVD 设备，以及步进式曝光机、PECVD、快速退火炉、金属蒸镀机、离子刻蚀机等 GaN 核心工艺设备。公司拥有众多科学家和资深工程师，在 GaN 外延生长和芯片工艺上具有丰富理论基础和实践经验，为本项目的实施提供了人才保障。

本项目的建设能进一步完善公司化合物半导体战略布局，符合公司专注于高端半导体器件、做大做强产业链的长期战略布局。

（2）公司拥有坚实的技术基础，保障募投项目的顺利实施

公司依据多年丰富的 GaN 基 LED 外延芯片研发、生产经验，积极展开了在大尺寸硅衬底上的 GaN 材料的生长研究，在 Si 衬底预处理、高铝组分 AlGaN 缓冲层设计和生长以及 GaN 厚膜生长方面取得了较好的结果，并在 GaN 器件所需的高二维电子气浓度的 AlGaN/GaN 异质结外延方面积累了丰富的经验，同时公司在 AlGaN/GaN HEMT 器件的设计，以及在刻蚀、电极蒸镀等单项工艺上等方面形成了良好的工艺基础。对所取得的成果积极进行申请专利，对技术创新进

cninf 巨潮资讯 www.cninfo.com.cn

行保护。

公司立足现有 GaN 研发和制造基础和客户基础，聚焦智能手机、汽车、L 数据中心等领域对 GaN 功率器件的市场需求，为客户提供高性价比的 GaN 功率器件产品及应用支持，向化合物半导体的多元化产品领域拓展。公司积极与北京大学、华南理工大学、中科院微电子所、中科院半导体所等国知名高校及科研院所，就 GaN 功率器件技术和应用开展合作，迅速提升 GaN 功率器件制造技术能力。目前，公司计划与 IMEC、SHARP、Fuji Electric 等掌握核心专利但在 GaN 领域不是很活跃的厂商合作，获取 GaN 功率器件的核心设计和工艺专利授权。公司积极推行业务国际化策略，与日本、台湾地区等化合物设计厂商建立互利互惠的合作关系，逐步向中国终端厂商和海外市场渗透。

综上所述，公司具备实施本项目的坚实技术基础，保障本项目的顺利实施。

5、项目建设内容、主要产品

（1）项目建设内容

本项目建设内容为中低压 GaN 功率器件的开发和量产。

本项目主要采用自主建设的方式，建设期为三年，计划分三年进行投入。

（2）项目主要产品

本项目将实现中低压 GaN 功率器件产品化和产业化，建立 GaN 功率器件从设计开发、外延生长、芯片制造到晶圆测试的完整业务链。本项目开发按照从低压到高压、从低能量密度到高能量密度的次序分阶段有计划进行，开发的 GaN 功率器件包括 100V、200V、600/650V 三个电压等级。本项目量产按照调试贯通、风险试产、规模量产的次序分阶段有计划进行。量产以 Si 晶圆为衬底材料，采用 0.25um 工艺制程，制造中低压 GaN 功率器件，主要有 WLCSP 和 QFN 两种封装形式。项目建成后，实现年产 1.33 万片 6 英寸晶圆（折合 4 英寸 3 万片）的生产规模。

6、项目投资计划

cninf 巨潮资讯 www.cninfo.com.cn

本项目计划总投资 31,641.58 万元。工程费用为 25,141.58 万元，占总投资的 79.46%，其中场地装修 1,000.00 万元，生产设备购置及安装 21,861.36 万元，公共工程 2,280.22 万元；工程化试制费用 2,000.00 万元，占总投资的 6.32%；IP 知识产权费 2,000.00 万元，占总投资的 6.32%；基本预备费 500.00 万元，铺底流动资金为 2,000 万元，共占总投资的 7.90%。

7、项目备案事项

截至本预案出具日，本项目的可行性研究报告已编制完毕，相关立项备案已经完成。

8、项目效益评价

本项目预计年均利润总额 4,247 万元，内部收益率（税后）等主要指标如下：

序号	经济评价指标	所得税后
1	内部收益率（%）	14.60%
2	净现值（万元）ic＝12%	3,598
3	投资回收期（年）	8.12

由此可见，本项目经济效益良好且具有一定的抗风险能力，因此，该项目具有经济可行性。

三、本次发行对公司经营管理和财务状况的影响

本次发行完成后，公司资产总额、净资产规模均将有所增加，公司资产负债率将相应下降，进一步优化资产负债结构，提高公司抗风险的能力，为公司未来的发展奠定基础。

本次发行完成后，公司筹资活动产生的现金流入将大幅度增加；在资金开始投入募投项目后，投资活动产生的现金流出量将大幅增加；在募投项目建成运营后，公司经营活动产生的现金流量净额将得到显著提升。

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，公司的每股收益短期内存在被摊薄的可能。本次募集资金投资项目的实施有利于提高公司的主营收入与利润水平，增强公司的竞争优

cninf 巨潮资讯 www.cninfo.com.cn

势，提升公司未来整体盈利水平。

四、募集资金投资项目可行性结论

综上所述，本次发行募集资金的用途合理、可行，项目符合国家产业政策，是国家鼓励投资的产业。项目建设有利于完善公司业务结构，提升公司综合实力和核心竞争力，促进公司持续、健康发展，符合本公司及本公司全体股东的利益。

cninf 巨潮资讯 www.cninfo.com.cn

（本页无正文，为华灿光电股份有限公司关于创业板非公开发行股票募集资金运用的可行性分析报告之盖章页）

华灿光电股份有限公司

董事会

2020 年 4 月 3 日

cninf 巨潮资讯 www.cninfo.com.cn