



# OLED 发光材料国产替代伊始， 唯以技术之矛突破专利之盾

研究总监：谭潇刚

中国科学技术大学博士，知名券商背景，兼备理工/金融复合背景和跨一、二级市场研究视角；深度研究新材料、新能源、传感器等领域。

电话：0755-83068383-8033

E-mail:tanxiaogang@jiyechangqing.cn

新材料行业研究员：李雅奇

中山大学有机化学博士，有机光电材料科研背景，知名券商研究所、市场咨询机构经历。

电话：0755-83068383-8695

E-mail:liyaoqi@jiyechangqing.cn

## 相关报告

【OLED 材料系列报告一】OLED 产业发展掣肘渐去，发光材料国产化迎来发展良机.....2019 年 12 月 6 日

基业常青经济研究院携国内最强大的一级市场研究团队，专注一级市场产业研究，坚持“深耕产业研究，成就伟大企业”的经营理念，帮助资金寻找优质项目，帮助优质项目对接资金，助力上市公司做强做大，帮助地方政府产业升级，为股权投资机构发掘投资机会，致力于开创中国一级市场研究、投资和融资的新格局！

## 特别声明：

作者保证本报告中的信息均来源于合规的渠道，研究逻辑力求客观、严谨；报告的结论是在独立、公正的前提下得出，并已经清晰、准确地反映了作者的研究观点。除特别声明的情况外，在作者知情的范围内，本报告所研究的公司与作者无直接利益相关。特此声明。

## ● 国内 OLED 产业发展掣肘渐去，受此驱动 OLED 发光材料 2022 年国产规模将达到 66 亿元

在 OLED 材料系列报告一中，我们阐述了未来国内 OLED 产业发展趋势。随着良率低、产能不足等制约因素逐渐化解，降成本和供应链安全的压力日益凸显，上游材料国产化进程加速，其中发光材料是更具发展前景和投资价值的关键材料之一。

基于 2018-2022 年中国 AMOLED 面板产能及材料价格，我们测算到 2022 年 OLED 发光材料国内企业产值规模将达到 66 亿元，2019-2022 年复合增长率达 47%。

## ● OLED 发光材料国产替代伊始，四类形态国内企业各展所长

OLED 中间体/粗单体已经实现国产化，发光材料（升华体）仍被国外企业所垄断。中国是 OLED 中间体/粗单体的主要生产国；而发光材料主要被美、日、韩、德等国家的企业所垄断，目前国产化程度仍处于较低水平。

**OLED 发光材料国产替代伊始，四类形态国内企业各展所长。**以京东方、维信诺为代表的国内面板厂商先后量产，另一方面中间体/粗单体环节也已涌现出万润股份、濮阳惠成等上市公司。随着国内 OLED 产业链日益成熟，发光材料的国产化进程逐步开启。国内多家企业依赖其资源优势或技术积累纷纷切入发光材料领域，形成多种企业形态，我们将其划分为以下四种类型：**中间体/粗单体企业向下游延伸、面板企业向上游延伸、海外领军企业团队回国创业、科研院所研究成果产业化。**

## ● 技术、专利、迭代特性、客户黏性四大要素构筑行业壁垒

发光材料行业壁垒可以概括为以下四大核心要素：1) **OLED 发光材料的设计与合成具有极高的技术壁垒**——发光材料设计与合成关键在于能级的匹配，不同层的材料各有各的技术难点；高达 80%的毛利率也是高技术壁垒的印证。2) **国外企业已经建立了垄断性的专利网**——以 UDC、出光兴产为代表的国外企业基于各自优势实行专利封锁，国内企业正加速研产自主专利材料，突破专利网包围。3) **OLED 发光材料更新速度快，迭代时间短**——发光材料的迭代时间仅为 2-3 年，原因在于下游面板性能更新速度快，材料企业必须保持高强度研发投入以匹配客户需求。4) **下游面板企业认证周期长，客户黏性强**——面板厂商对发光材料从验证走到批量采购耗时较长，一般为 2-3 年；发光材料企业通常需与面板厂商配合开发，并且要求与其他材料相匹配；因而一旦进入面板厂商供应体系，较长时间内不易被替换。

国际巨头 UDC 的垄断地位正是由于其在技术和专利两方面具有极强的竞争优势。UDC 在磷光发光材料领域处于“霸主”地位，客户包括三星、LG 等全球知名企业。

1) **技术研发**：UDC 研发人员占员工总数的三分之二，其中博士占比超过 50%；2) **专利壁垒**：目前 UDC 在全球范围内已发布和待批的专利已经超过 5000 项。

## ● 投资策略：看好批量出货且具专利壁垒的企业，关注优秀初创团队

优秀企业首先需具备一流的产品技术，向客户批量出货便是最好的证明，也是产品迭代的前提；同时，企业有必要构筑专利壁垒；对于尚未量产的初创企业，杰出的团队是积累技术和专利优势的基础。我们对国内主要 OLED 发光材料企业进行了全方位的梳理和评价，重点推荐关注**莱特光电、鼎材科技、夏禾科技**三家优秀企业。

## ● 风险提示：

技术研发进度不及预期，OLED 材料国产化进展缓慢，国外企业竞争的风险。



## 内容目录

1 国内 OLED 产业发展掣肘渐去，受此驱动 OLED 发光材料 2022 年国产规模将达到 66 亿元.....	4
2 OLED 发光材料国产替代伊始，四类形态国内企业各展所长.....	6
2.1 OLED 中间体/粗单体已经实现国产化，发光材料仍被国外企业所垄断.....	6
2.2 OLED 发光材料国产替代伊始，四类形态国内企业各展所长.....	8
3 技术、专利、迭代特性、客户黏性四大要素构筑行业壁垒.....	10
3.1 OLED 发光材料的设计与合成具有极高的技术壁垒.....	10
3.2 国外企业已经建立了垄断性的专利网.....	13
3.3 OLED 发光材料更新速度快，迭代时间短.....	15
3.4 下游面板企业认证周期长，客户黏性强.....	16
3.5 国际巨头 UDC 的垄断地位源自其在技术和专利两方面的极强竞争优势.....	17
4 投资策略.....	19
4.1 莱特光电：依托中间体技术积淀，率先实现发光材料量产供货.....	20
4.2 鼎材科技：掌握自主专利材料并实现量产的显示材料供应商.....	20
4.3 夏禾科技：海归团队领衔的国内 OLED 发光材料新锐企业.....	21
5 风险提示.....	21



## 图表目录

图表 1	OLED 结构	4
图表 2	OLED 与 LCD 产业链上游组件对比	5
图表 3	OLED 发光材料全球市场空间（亿美元）及增速	5
图表 4	不同应用领域 OLED 发光材料市场空间（亿美元）	5
图表 5	国内 OLED 发光材料市场空间预测	6
图表 6	OLED 发光材料工艺流程	6
图表 7	发光材料是 OLED 有机材料关键核心所在	7
图表 8	国内 OLED 中间体企业	7
图表 9	发光材料分类	8
图表 10	OLED 发光材料竞争格局	8
图表 11	发光材料迎来发展良机	9
图表 12	国内主要 OLED 发光材料企业	10
图表 13	OLED 发光机理	10
图表 14	OLED 发光材料技术壁垒	11
图表 15	OLED 器件主要性能指标	12
图表 16	OLED 发光材料企业专利情况	13
图表 17	UDC 专利覆盖领域	14
图表 18	OLED 发光材料核心及概念专利到期情况	14
图表 19	主要国家和地区 OLED 专利年申请量发展趋势	15
图表 20	国内部分发光材料企业专利授权情况	15
图表 21	部分三星 Galaxy 手机技术迭代情况	15
图表 22	三星 Galaxy S 系列手机屏幕迭代	16
图表 23	OLED 发光材料认证周期	17
图表 24	UDC 毛利率	17
图表 25	UDC 研发费用（亿元）及研发费用率（%）	18
图表 26	UDC 专利数量	18
图表 27	国内主要发光材料企业	19

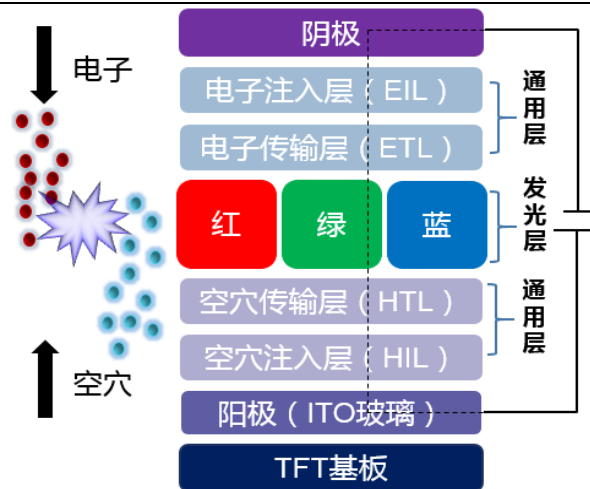
## 1 国内 OLED 产业发展掣肘渐去，受此驱动 OLED 发光材料 2022 年国产规模将达到 66 亿元

在 OLED 材料系列报告一中，我们阐述了未来国内 OLED 产业的发展趋势。随着良率低、产能不足等制约因素逐渐化解，降成本和供应链安全的压力日益凸显，上游材料国产化进程加速，其中发光材料是更具发展前景和投资价值的关键材料之一。

OLED（有机发光二极管）是基于电致发光的第三代显示技术，其基本结构是在 ITO（铟锡氧化物）玻璃（阳极）上蒸镀有机发光材料（依次为空穴层、发光层、电子层），在电子层上方有一层低功函数的金属电极（阴极），整体构成如“三明治”的结构。

OLED 的发光原理为：在外加电场的作用下，电子从阴极注入，空穴从阳极注入，注入的电子和空穴分别从电子传输层和空穴传输层向发光层迁移，电子和空穴注入到发光层后，由于库仑力的作用束缚在一起形成电子空穴对，即激子，激子辐射跃迁，发出光子而使 OLED 发光，同时释放出能量。由此可见，发光材料是 OLED 显示技术自发光的基础，直接决定了 OLED 的发光特性。

图表 1 OLED 结构



资料来源：基业常青

相比于 LCD 显示技术，OLED 不需要 LCD 屏幕的背光层，也不需要控制出光量的液晶层，只需要将发光材料蒸镀到 ITO 玻璃上，点亮即可发光。因此随着 OLED 显示技术的发展，发光材料成为显示行业的新增需求，未来 2-3 年国内 OLED 产业链日趋成熟也将进一步提升发光材料的需求。

图表 2 OLED 与 LCD 产业链上游组件对比

产业链环节	组件	OLED	LCD
上游组件	玻璃基板	玻璃基板	玻璃基板
	材料	有机发光材料	液晶/配向膜
	偏光片	圆偏光	线偏光
	驱动 IC	电流驱动 IC	电压驱动 IC
	光源	发光材料	CCFI/LED
	背光模组	无	有
	彩色滤光片	无	有
	扩散膜/聚光片	无	有
	导光板/反射片	无	有

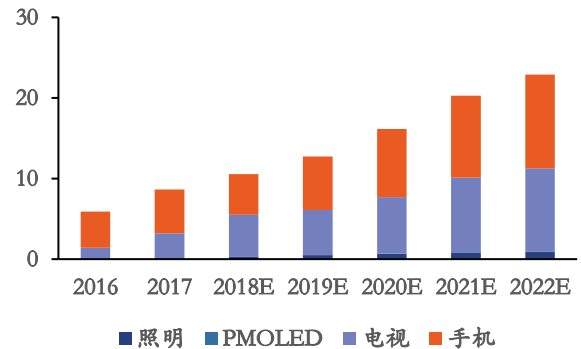
资料来源：雪球，基业常青

根据 DSCC 预测显示,2022 年 OLED 发光材料全球市场规模将达 22.9 亿美元,2019-2022 年复合增长率为 22%。按照应用领域划分,以手机和电视领域市场空间最大,分别为 11.6 亿和 10.3 亿美元。

图表 3 OLED 发光材料全球市场空间 (亿美元) 及增速



图表 4 不同应用领域 OLED 发光材料市场空间(亿美元)



资料来源：DSCC，基业常青

根据 DSCC 数据显示,2017 年发光材料全球规模 8.59 亿美元,AMOLED 出货面积约为 500 万平方米,从而得出 2017 年发光材料平均价格为 172 美元/m<sup>2</sup>。

我们基于如下假设对发光材料的市场规模进行测算:

- 1) 2018 年材料价格不变,其他年份材料价格每年下调 10%;
- 2) 预估产能全部折合成 6 代线产能,n+1 年产能为满产的 30%,n+2 年为 60%,n+3 年为 90%。

基于 2018-2022 年中国 AMOLED 面板产能和材料价格,我们测算到 2022 年 OLED 发光材料国内企业产值规模将达到 66 亿元人民币,2019-2022 年复合增长率达 47%。(注:如果国内面板产线良率提升加速,则面板企业对材料的需求量有望超过上述预期)

图表 5 国内 OLED 发光材料市场空间预测

年度	实际产能 (K/月)	面板面积 (万 m <sup>2</sup> /年)	平均材料价格 (美元/m <sup>2</sup> )	国内发光材料 市场规模 (亿美元)	国内发光材料市场 规模 (亿人民币)
2018	28.8	79.9	172	1.37	9.59
2019	68.9	191.2	155	2.96	20.7
2020	152.2	422.4	139	5.87	41.1
2021	219.3	608.6	126	7.67	53.7
2022	303.0	840.1	113	9.49	66.4

资料来源：基业常青

## 2 OLED 发光材料国产替代伊始，四类形态国内企业各展所长

### 2.1 OLED 中间体/粗单体已经实现国产化，发光材料仍被国外企业所垄断

OLED 发光材料是由化学原材料依次合成为中间体、粗单体，再经升华提纯得到。

图表 6 OLED 发光材料工艺流程

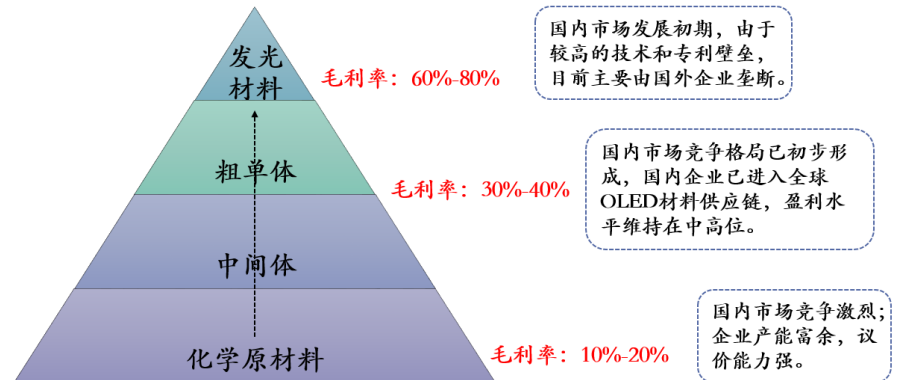


资料来源：基业常青

目前，化学原材料国内产能充足，市场竞争激烈，国内企业议价能力较弱，毛利率仅有 10%-20%；中国是全球 OLED 中间体/粗单体主要生产国，目前市场格局已初步形成，行业维持较高的盈利水平，毛利率达 30%-40%；而发光材料具有很高的技术壁垒，国产化能力较弱，目前由国外企业垄断，毛利率高达 80%。



图表 7 发光材料是 OLED 有机材料关键核心所在



资料来源：中国产业信息网，基业常青

国内企业主要从事 OLED 中间体/粗单体生产。发光材料的专利基本被美、日、韩、德等国家企业所掌握，在成本压力下，这些企业一般会把部分 OLED 中间体/粗单体的生产外包出去。中国是全球 OLED 中间体/粗单体的主要生产国，知名企业如万润股份、濮阳惠成等上市公司已进入全球 OLED 材料供应链。目前行业已经实现国产化，竞争格局也初步形成，同时盈利水平维持在中高位。

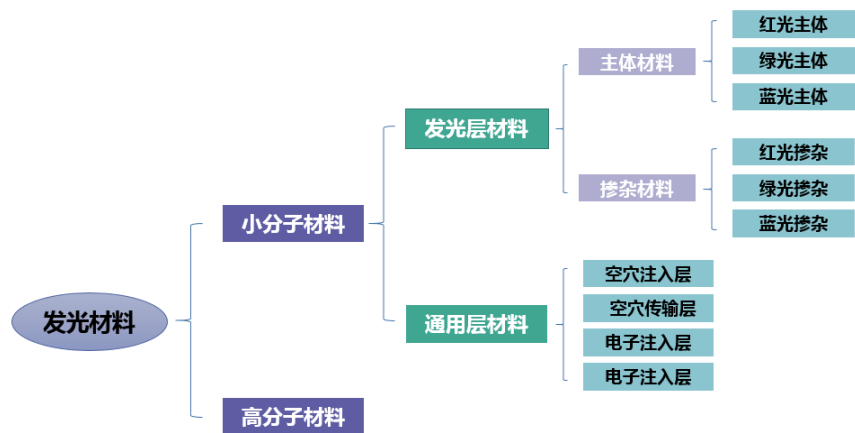
图表 8 国内 OLED 中间体企业

公司	主要产品	核心客户
万润股份	OLED 中间体、单体粗品	DOOSAN、LG 化学、DOW
瑞联新材	OLED 中间体、单体粗品	日韩贸易商 (JNC、Doosan、SDI)、Merck、IDEMITSU
濮阳惠成	OLED 中间体	韩国贸易商
北京阿格蕾亚	OLED 中间体	Merck
吉林奥来德	OLED 中间体	CS-ESOLAR
莱特光电	OLED 中间体	韩国企业

资料来源：公开资料，公司招股说明书，基业常青

OLED 发光材料主要分为小分子材料与高分子材料两大类。小分子材料是目前主流的量产方案，主要包括发光层材料和通用层材料。发光层材料分为主体材料（红光主体、绿光主体、蓝光主体）和掺杂材料（红光掺杂、绿光掺杂、蓝光掺杂）；通用层材料分为空穴注入层、空穴传输层、电子注入层与电子传输层。而高分子材料采用旋转涂覆或喷涂印刷工艺，但因寿命和喷墨打印工艺尚未成熟，迟迟未实现产业化应用。

图表9 发光材料分类



资料来源：中国产业信息网，基业常青

现阶段而言，全球 OLED 发光材料的供应权基本掌握在海外厂商手中，国内能实现高质量、大规模量产的厂商几乎没有。红绿磷光材料被 UDC 垄断，蓝光材料的主要供应商为出光兴产、默克等，此外，陶氏化学、日本东丽、德山金属、LG 化学、三星 SDI、保土谷化学等国外优秀企业均在发光材料不同类别中占据一定的市场份额。

图表10 OLED 发光材料竞争格局

产品种类	竞争格局
电子注入材料	德山金属、LG 化学、三星 SDI、日本东丽、保土谷化学、陶氏化学、出光兴产
电子传输材料	德山金属、LG 化学、三星 SDI、日本东丽、保土谷化学、默克 可提供量产材料的供应商比较多，竞争激烈
空穴注入材料	LG 化学、三星 SDI、日本东丽、保土谷化学、默克、陶氏化学、JNC
空穴传输材料	德山金属、LG 化学、三星 SDI、日本东丽、保土谷化学、德国默克 竞争激烈
红光掺杂材料	UDC 垄断
绿光掺杂材料	UDC 的核心竞争力在于垄断 OLED 材料领域三大核心专利之一：小分子磷光材料专利，并构建强大的专利网，专利总数超过 5000，形成超高壁垒
蓝光掺杂材料	出光兴产、德国默克
红光主体材料	UDC、陶氏化学、日本东丽、LG 化学 用量大，市场份额大，多家材料公司都有布局
绿光主体材料	三星 SDI、德国默克、新日铁化学
蓝光主体材料	出光兴产、SFC

资料来源：公开资料，基业常青

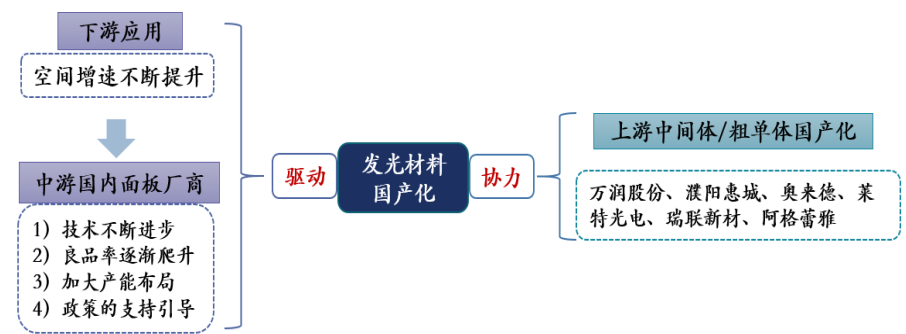
## 2.2 OLED 发光材料国产替代伊始，四类形态国内企业各展所长

在 OLED 材料系列报告一中，我们提到未来 2-3 年以京东方、维信诺为代表的国内面板厂商良品率有望爬升至接近全球龙头三星的水准，同



时国内面板厂商逐步加大产能布局,建设多条 AMOLED 生产线,未来 2~3 年将陆续投产,届时可形成约 46 万片/月 6 代 AMOLED 面板产能;另一方面中间体/粗单体环节也已涌现出万润股份、濮阳惠成等上市公司。随着国内 OLED 产业链日益成熟,发光材料的国产化进程逐步开启。

图表 11 发光材料迎来发展良机



资料来源: 基业常青

国内多家企业依赖其资源优势或技术积累纷纷切入发光材料领域,形成多种企业形态,我们将其划分为以下四种类型: 中间体/粗单体企业向下游延伸、面板企业向上游延伸、海外领军企业团队归国创业、科研院所研究成果产业化。

### 1) 中间体/粗单体企业向下游延伸

随着国内 OLED 产业链日趋成熟,国内较为成熟的中间体/粗单体企业利用其在技术积累及工艺优势纷纷向下游布局技术壁垒更高的发光材料,以期扩大其竞争优势。如吉林奥来德、广东阿格蕾雅在原有的公司体系内进行研产;万润股份成立子公司三月光电专门研产 OLED 发光材料。

### 2) 面板企业向上游延伸

在中美贸易战、日韩贸易战爆发的背景下,核心原材料的供应也为国内面板厂商敲响了警钟。因此,国内领先的 OLED 面板厂商采取扶植本土材料企业的方法来降低关键供应“卡脖子”的风险。如从维信诺分离出来的鼎材科技专注研产新一代 OLED 发光材料,华星光电也成立子公司华睿光电来开发 OLED 发光材料。

### 3) 海外领军企业团队归国创业

随着 OLED 显示时代逐渐到来,一些具有相关专业背景的海归团队纷纷选择回国创业,将其自身对 OLED 发光材料技术和专利的独到理解运用到自主专利材料开发过程中,致力于国内 OLED 发光材料的发展,如夏禾科技、冠能光电。

### 4) 科研院所研究成果产业化

近些年来,我国科研院所研究实力稳步提升,研究成果频出,一些科研院所也越来越重视科研成果的产业化发展。因此也不乏一些科研院所孵化企业,如卢米蓝、海谱润斯。

图表 12 国内主要 OLED 发光材料企业

模式	代表企业
中间体/粗单体企业向下游延伸	奥来德、阿格蕾雅、莱特迈斯、三月光电
面板企业向上游延伸	鼎材科技、华睿光电
海外领军企业团队归国创业	夏禾科技、冠能光电
科研院所研究成果产业化	卢米蓝、海谱润斯、尚赛光电

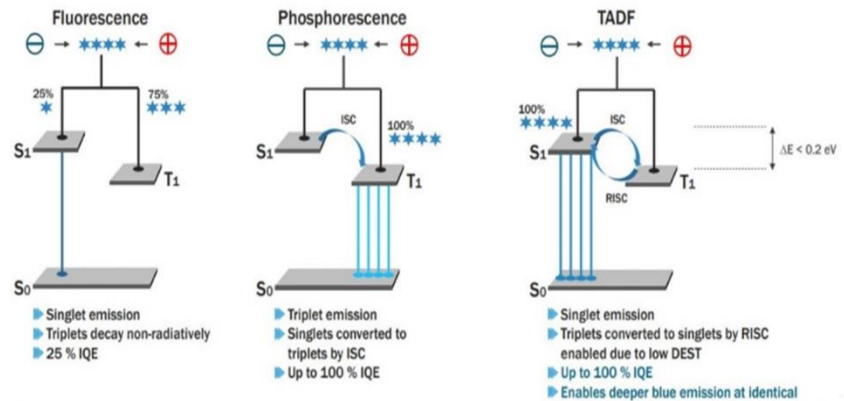
资料来源：公开资料，基业常青

## 3 技术、专利、迭代特性、客户黏性四大要素构筑行业壁垒

### 3.1 OLED 发光材料的设计与合成具有极高的技术壁垒

从发展历程来看，OLED 发光材料主要分为三代：第一代荧光材料，第二代磷光材料，第三代 TADF 材料（目前尚在研发），第一代荧光材料的极限效率是 25%，第二代磷光材料从单重态转换到三重态，效率接近 100%；目前蓝光主要使用第一代荧光材料，红光、绿光使用第二代磷光材料。其中荧光和磷光材料已经商业化，TADF 则被认为是下一代发光材料。

图表 13 OLED 发光机理



资料来源：Novaled 官网、Cynora，基业常青

下面的段落将详细阐述 OLED 各层发光材料的技术细节，读者可以选择性阅读。

#### 1) 掺杂材料是 OLED 自发光最核心的材料，技术壁垒最高。

绿光掺杂材料相对容易合成，但是从显色指标来看，绿光最重要；基于荧光和磷光的绿色 OLED 效率和寿命是三基色中最好的，同时也早已达到产业化的要求，常见的绿光掺杂材料主要有  $\text{Ir}(\text{BPPy})_3$ 、 $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ 。

红光掺杂材料由于分子结构中含有大共轭芳香基团，溶解性较差，合成难度较大，常见的红光掺杂材料主要有 PtPEP、Ir(BPPa)<sub>3</sub>、Ir(piq)<sub>3</sub>。

蓝光掺杂材料的发射波长最短，能垒最高，与之匹配的金属较少，因此材料种类较少；此外，由于蓝光材料能隙较宽，妨碍了载流子注入发光层进而影响器件的整体性能，效率和寿命都不如红绿光材料，常见的蓝光掺杂材料主要有荧光材料 (TPBe、DSA-Ph、TOTP) 和磷光材料 (FCNIr、FIrN<sub>4</sub>、FIrPic)。

### 2) 红绿蓝主体材料各有各的难度，技术壁垒相差不大，仅次于掺杂材料。

红绿光主体材料要求能量损失要很低，红光三线态和单线态能级要接近，并且与掺杂材料的单线态能级也要接近，保证较低的能量损失，常见的主体材料有 CN-PPV (红光)、UGH<sub>2</sub> (绿光)、PVK (绿光)。

由于蓝光掺杂材料需要较高的能隙和三线态能级，为了把三线态激子限定在发光层并且避免能量从掺杂材料向主体材料的逆向能量传递，蓝光主体材料的单线态和三线态能级应该比掺杂材料更高，通常蓝光主体材料的三线态能级应高于 2.75 eV，常见的主体材料有 CBP。

### 3) 空穴材料较电子材料来源广泛，技术难度相对较低。

空穴传输材料有利于空穴的传输，大多是具有大共轭的三芳胺结构，具有较强的给电子特性，常见的材料主要有 TPD、NPB、TPOTA、MTDBB、TDAPB、BPAPF 等。

电子传输材料一般采用具有大共轭平面的芳香族化合物，结构中引入吸电子的氧氮硫杂环等基团，合成相对较难，如 Alq<sub>3</sub>、TPBI、BCP、BPhen、TAZ 等都具有一定的传输性，但是随着对器件效率和寿命要求的不断提高，这些传统材料已经很难满足实际需要。

空穴注入材料有助于减小 ITO 与空穴传输层界面间的势垒，有利于增加界面间的空穴注入，如胺菁铜(CuPc)、星状的多胺、聚苯胺等。在空穴注入层中进行 p 型掺杂有助于降低空穴注入势垒，还可以通过将空穴传输材料进行部分氧化、ITO 电极表面的有机功能化和无机物插层等实现提升空穴的注入能力。

电子注入材料是为了降低从阴极注入电子的势垒，大多为无机金属盐如 LiO、LiBO、CsCO、KSiO、CHCOONa、CHCOOK、CHCOOLi、NaF、LiF、CsF 等。在电子传输层中进行 n 型掺杂有助于降低电子注入势垒。

一般情况下，为了提高 OLED 发光效率，会在发光层和传输层之间蒸镀一层辅助层材料（也叫阻挡层材料）使电子/空穴聚集在发光层。

图表 14 OLED 发光材料技术壁垒

产品种类	性能要求	技术壁垒	单价(元/克)
空穴注入材料	降低 ITO 阳极与空穴传输层之间的界面壁垒，增加 ITO 与空穴传输层之间的黏合程度，增大空穴注入能力。	低	-

电子注入材料	降低从阴极注入电子的势垒，使电子能从阴极有效的注入到 OLED 器件中。	低	-
空穴传输材料	1) 较高的热稳定性、能真空蒸镀形成无孔薄膜；2) 合适的迁移速率，有利于空穴传输，阻挡电子；3) 合适的 HOMO、LUMO 能级，与注入层及发光层匹配，通常使用高熔点或高玻璃化温度的材料，以提高器件的效率和寿命。	中低	~70
电子传输材料	1) 具有较高的电子迁移率，保证电子较易传输；2) 合适的 HOMO、LUMO 轨道，利于电子的注入，阻挡空穴进入；3) 三线态能级要比客体高，防止激子扩散进入传输层；较好的成膜性和稳定性。	中低	~150
红光掺杂材料	1) 在固体状态时，荧光量子效率应该比较高，且发光光谱也应该分布在 400~700 nm 的范围内；2) 具备比较好的载流子传输性和半导体特性；3) 具备比较好的成膜特性，易于在真空条件下蒸发制备成薄膜；4) 具有好的热稳定性	中高	~2500
绿光掺杂材料		中高	
蓝光掺杂材料		高	
红光主体材料	1) 三线态能量必须高于客体；2) HOMO 和 LUMO 值要与相邻的空穴和电子传输层相匹配；3) 对空穴和电子具有比较平衡的传输能力；4) 较好的热稳定性和成膜性	中	~300
绿光主体材料		中	
蓝光主体材料		中	

资料来源：基业常青

评价 OLED 器件性能优劣的核心指标主要有三个：驱动电压，发光效率及寿命；辅助的性能指标主要有发光亮度，色纯度及发光光谱。在不同的发光亮度下，OLED 器件具有不同的发光效率。因此在同等亮度下，效率越高，器件性能越好，能耗越低；在同等效率下，所需亮度越低，驱动电压越小，器件能耗越低；器件能耗越低，器件的使用寿命越长。此外，发光光谱和色纯度可以定量的显示器件及材料的发光颜色、色彩及饱和度等，从而反应出器件显示效果的好坏；而色温及显色指数主要是对 OLED 照明的量化标准。

图表 15 OLED 器件主要性能指标

OLED 的性能指标		解释	显示效果
驱动电压		当器件发光亮度达到 1 cd/m <sup>2</sup> 时的电压，是反应 OLED 操作电压的物理量	驱动电压小 发光效率高 能耗低
发光效率	电流效率	发光亮度与单位面积下电流的比，cd/A	
	功率效率	光通量和电功率输入的比，lm/W	
	外量子效率 (EQE)	发出器件的总光子数与注入器件的载流子数的比值	
	内量子效率 (IQE)	实际的光子总数与注入电荷的比值	
发光亮度		人眼对彩色光感觉的明亮程度	亮度
色纯度 CIE (x, y)		用色坐标表示，由红，绿，蓝配色函数的色度坐标表示，对颜色量化的描述	色彩 饱和度 对比度 显示效果
发光光谱		不同波长光的强度或能量分布的光谱图	
寿命		器件 OLED 的亮度衰减到原来亮度的 50% 所用的时间	寿命长，显示效果好
色温 (白光)		色温 (白光)：与热黑体辐射对比温度 K	色温<3000K，光色偏红给以温暖的感觉；色温在 3000~6000K 内，有爽快的感觉；色温> 6000K，光色偏蓝，给人以清冷的感觉。

显色指数 (白光) CRI

光源对物理的显色能力

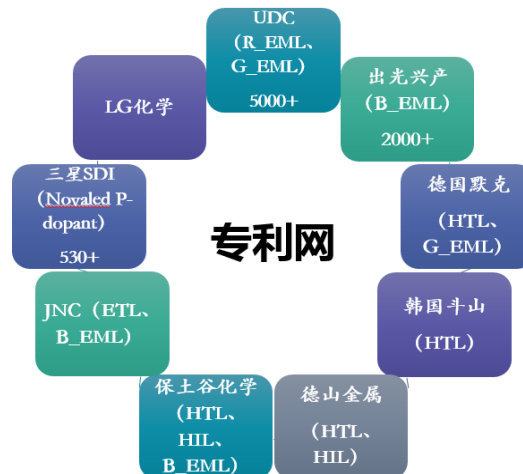
规定白炽灯的显色指数为 100, 为理想的基准光源, 用作照明白光 OLED 的 CRI 值要求大于 80

资料来源: CNKI, 基业常青

### 3.2 国外企业已经建立了垄断性的专利网

目前 OLED 发光材料专利基本被国外厂商垄断, 主要集中在韩国、日本、美国、德国等国家的企业。以 UDC、出光兴产、默克、斗山、德山、LG 为代表的企业结合自身优势分别对不同材料实行专利封锁和保护, 建立了强大的专利网。以 UDC 为例, 目前 UDC 拥有全球超过 5000 项已发行及申请中的专业许可及独家授权专利。UDC 拥有磷光 OLED 领域的绝大部分专利, 并且拥有十分广泛的专利库, 专利涵盖发光材料、封装、柔性 OLED、印刷工艺等多个方面, 特别是在绿光和红光掺杂材料方面 UDC 拥有非常强的专利垄断能力。

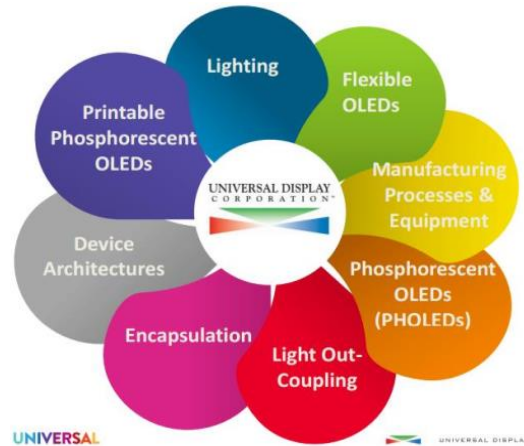
图表 16 OLED 发光材料企业专利情况



资料来源: 基业常青



图表 17 UDC 专利覆盖领域



资料来源：UDC，基业常青

近来 OLED 部分核心专利已经或即将到期，这在一定程度上降低了行业进入的门槛，为国内材料企业切入供应链带来了更好的机遇。

图表 18 OLED 发光材料核心及概念专利到期情况

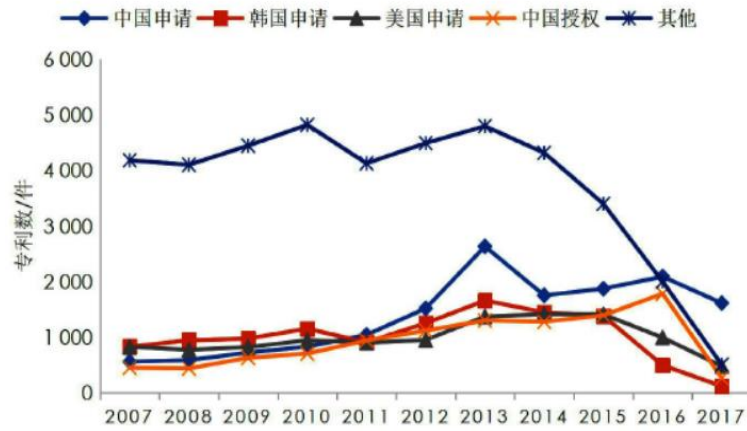
类别	专利号	专利说明	所有者	过期时间	备注
荧光	US4,769,292	荧光器件掺杂核心专利	柯达	2005 年 9 月 6 日	已过期
磷光	US6,303,238	磷光器件核心专利	UDC	2017 年 12 月 1 日	保护所有使用磷光发光材料的 OLED 器件（已过期）
磷光	US6,830,828	有机金属发光材料器件核心专利	UDC	2019 年 5 月 13 日	保护含金属有机化合物发光材料的 OLED 器件（已过期）
磷光	CN100407448	有机金属发光材料器件核心专利	UDC	2020 年 5 月 11 日	保护含金属有机化合物发光材料的 OLED 器件
延迟荧光	US8,993,129	纯有机物延迟荧光器件核心专利	Kyulux	2029 年 12 月 1 日	核心专利薄弱，仅限于纯有机掺杂，专利机会大

资料来源：国家专利局，基业常青

同时，国内 OLED 发光材料领域自主研发能力也在不断提高，专利数量呈现逐年增长的良好态势。目前中国已成为相关领域专利申请量最多的国家，这也反映出我国在 OLED 领域已具备一定的国际竞争力。此外，国内发光材料企业的授权专利也在逐渐增加，国内企业在 OLED 发光材料领域的竞争力逐步得到加强。



图表 19 主要国家和地区 OLED 专利年申请量发展趋势



资料来源: CNKI, 基业常青

图表 20 国内部分发光材料企业专利授权情况

厂商	OLED 专利发明授权数
奥来德	114
鼎材科技	85
强力豆镭	64
海谱润斯	17
卢米蓝	17

资料来源: 公司官网, 新浪, 人民网, 基业常青

### 3.3 OLED 发光材料更新速度快, 迭代时间短

一般来说, OLED 发光材料的迭代时间仅为 2-3 年, 原因在于下游面板性能更新速度快, 材料企业必须保持高强度的研发投入以匹配下游需求。三星 Galaxy S 系列手机从 2010 年开始采用 OLED 屏幕, 在十年间像素图形改变了四次, 屏幕从直面屏到曲面屏在逐步过渡到全曲面屏, 分辨率也不断的提升。手机屏幕快速的更新换代对 OLED 发光材料的迭代提出了更高的要求, 从而使材料企业必须保持持续不断的创新研发。

图表 21 部分三星 Galaxy 手机技术迭代情况

Model	Galaxy S3	Galaxy Note2	Galaxy S4
Pixel Image			
Pixel Layout	Pentile (RG/BG)	S-Stripe (RGB)	Diamond (RGB)
Size	4.8"	5.5"	5.0"
Resolution	1280*720	1280*720	1920*1080
Pixel Density	306 ppi	267 ppi	400 ppi

EML Type	R	Phosphorescent	Phosphorescent	Phosphorescent
	G	Fluorescent	Fluorescent	Phosphorescent
	B	Fluorescent	Fluorescent	Fluorescent

资料来源：公开资料，基业常青

图表 22 三星 Galaxy S 系列手机屏幕迭代

手机型号	屏幕尺寸	时间	屏幕类型	像素图形	分辨率
Galaxy S1	4 英寸	2010 年 3 月	Super AMOLED 屏		480*800
Galaxy S2	4.3 英寸	2011 年 2 月	Super AMOLED Plus 屏		480*800
Galaxy S3	4.8 英寸	2012 年 5 月	HD Super AMOLED 屏		1280*720
Galaxy S4	5 英寸	2013 年 3 月	Full HD Super AMOLED 屏 AMOLED 开始显现优势		1920*1080
Galaxy S5	5.1 英寸	2014 年 2 月	Full HD Super AMOLED 屏		1920*1080
Galaxy S6/S6 edge	5.1 英寸	2015 年 3 月	Quad HD Super AMOLED 曲面屏 迭代进化		2560*1440
Galaxy S7/S7 edge	5.1 英寸/5.5 英寸	2016 年 2 月	Quad HD Super AMOLED 曲面屏		2560*1440
Galaxy S8/S8+	5.6 英寸/6.1 英寸	2017 年 3 月	Quad HD+ Super AMOLED 全曲面屏， 取消了直面屏设计		2960*1440
Galaxy S9/S9+	5.6 英寸/6.1 英寸	2018 年 2 月	Quad HD+ Super AMOLED 全曲面屏		2960*1440
Galaxy S10/S10e/S10+	6.1 英寸/5.8 英寸/6.4 英寸	2019 年 2 月	Dynamic AMOLED 全曲面屏 色彩 亮度 寿命升级 S10/S10+ Quad HD+ S10e Full HD+		S10/S10+ 3040*1440 S10e 2280*1080

资料来源：公开资料，基业常青

### 3.4 下游面板企业认证周期长，客户黏性强

OLED 发光材料整个认证周期要经过样品、小试、中试、小批量供货、批量供货等阶段，新的材料从验证到进入产线，大约要 1 年的时间，真正到大批量供货可能要长达 2-3 年。在如此长的认证周期下，发光材料企业一旦进入面板厂商供应体系，在较长时间内不易被替换，客户黏性强。

发光材料企业通常是针对某一材料体系与面板厂商配合进行开发，只有当开发的材料与面板厂商其他材料搭配起来使用时，器件性能表现优于原有方案，才有可能进入面板厂商下一代的材料供应体系。为了更好地匹

配客户需求，发光材料企业在开发某一种材料体系时，通常会通过在寿命、效率、驱动电压等性能指标上进行微调，一次性开发出十几只材料，而客户验证后可能仅有一只材料在与其他材料搭配使用时符合要求。考虑到每一只材料的开发都需要面对的高技术专利壁垒，国产替代的难度之大也可想而知。因此只要进入到面板厂商材料供应体系中，实现批量供货，就能够构筑较高的客户壁垒。

图表 23 OLED 发光材料认证周期



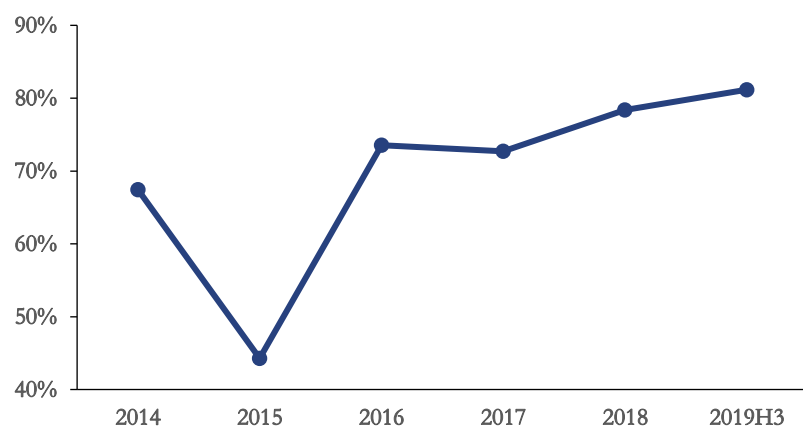
资料来源：基业常青

### 3.5 国际巨头 UDC 的垄断地位源自其在技术和专利两方面的极强竞争优势

#### 1) 技术优势

UDC 在 OLED 材料领域处于“霸主”地位，尤其是在磷光发光材料方面。近年来公司整体毛利率基本保持在 80% 以上，客户涵盖 OLED 面板和照明领域的诸多全球知名企业。OLED 面板客户主要有三星、LG、友达光电、京东方、天马微电子、群创光电、和辉光电、维信诺等，OLED 固态照明领域客户主要有柯尼卡美能达、钟渊化学 (Kaneka) 等。

图表 24 UDC 毛利率



资料来源：UDC，基业常青

UDC 研发投入持续增加，研发人员占员工总数的三分之二，其中博士占比超过 50%。UDC 拥有全球最大的磷光 OLED 发光材料研发团队，每年的研发费用超过 3 亿元，截止到 2019 年 6 月拥有 303 名员工，这些

员工中 196 名为研发人员，有 113 名为博士。

图表 25 UDC 研发费用（亿元）及研发费用率（%）

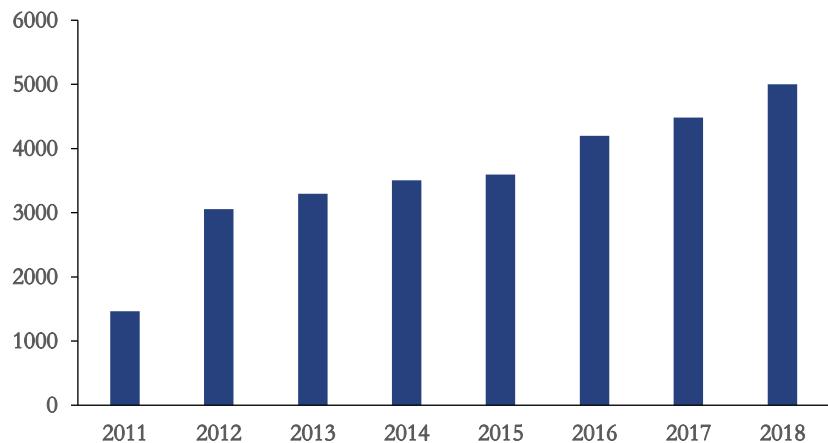


资料来源：UDC，基业常青

## 2) 专利优势

UDC 除了自身不断进行 OLED 专利技术研发布局外，还持续收购多家企业的相关专利，截至 2019 年 2 月 10 日，UDC 在全球范围内已发布和待批的专利已经超过 5000 项。2011 年 UDC 支付 44 万美元购买了摩托罗拉的 74 项专利（截至 2018 年已在美国到期）；2012 年 UDC 花费近 1.1 亿美元向 Fujifilm 公司购买超过 1200 项 OLED 相关专利；2016 年，UDC 的爱尔兰子公司花费 9600 万美元购买巴斯夫的 500 多项 OLED 相关专利；同年，UDC 以 3600 万美元收购全球金属有机领域领先公司 Adesis。

图表 26 UDC 专利数量



资料来源：UDC，基业常青

综合以上分析，我们认为：UDC 之所以能够取得垄断地位，是因为其在磷光发光材料方面具有极高的技术壁垒，并且通过持续的研发投入和采取收购其他企业相关专利等措施构筑了强大的专利网以阻止其他对手进入，进而与三星、LG 等全球知名面板厂商客户形成了很强的合作黏性。

## 4 投资策略

国内 OLED 发光材料企业要想突破国外巨头垄断的格局，首先需要具备一流的产品技术，而面板厂商客户的认可是产品技术的最好证明；同时，能够向客户批量出货或者与客户共同开发新产品，是发光材料企业不断提升产品性能、锤炼技术迭代能力的前提。因此我们认为，**最优先应该关注获得面板企业认证并向其批量供货的国内材料企业**，而已经具备中间体/粗单体量产经验或者有面板厂商深厚资源的企业更有优势，例如已经向京东方批量供应红光辅助层材料的陕西莱特光电。

其次，国内发光材料企业有必要针对性地进行专利布局，以此巩固自身的核心竞争力；同时在国外专利网的包围下，能够有相关材料专利获得授权，也是国内企业产品技术能力的重要印证。据公开资料显示，奥来德授权专利达 114 项、鼎材科技也已有 85 项专利获得授权。

最后，技术的沉淀、产品性能的提升和专利的积累都是建立在专业而具有丰富经验团队的基础上的，特别是近年来在 UDC、出光兴产有着多年产业化经验的顶尖人才归国创业，有望加速我国发光材料的国产化进程，实现相关核心技术的全方位升级。

我们对国内主要的 OLED 发光材料企业进行了比较全面的梳理和评价，**重点推荐关注莱特光电、鼎材科技、夏禾科技三家优秀企业。**

图表 27 国内主要发光材料企业

公司	地点	成立时间	专利	主推产品	团队	备注
奥来德	吉林 长春	2005 年 6 月	申请发明专利 260 项 PCT 专利 17 项、美国专利 5 项、授权专利 114 项	中间体、空穴注入材料、传输材料、荧光材料、磷光材料	核心团队为韩国知名专家、海外归国人才以及国内重点院校人才	
莱特光电	陕西 西安	2016 年 7 月	申请专利 28 项	中间体、掺杂材料、主体材料、传输材料	研发团队为 5 名博士领衔的 30 余人团队，并与西北大学展开合作	莱特光电与韩国迈斯成立合资企业莱特迈斯
强力豆镭	江苏 常州	2016 年 10 月	拥有台湾昱镭授权专利 64 项	传输材料、主体材料、掺杂材料	研发负责人具有多年 OLED 研发经验，曾任职于友达光电、京东方	强力新材(300429.SZ)子公司，合资方昱镭光电为台湾少数发光材料合格供货商之一
三月科技	江苏 无锡	2013 年 1 月	申请发明专利 200 多项	TADF 蓝光材料、绿光材料、传输材料、辅助层材料	研发团队是由博士带头的 3 个课题组约 26 名技术人员组成	万润股份(002643.SZ)子公司
华睿光电	广东 广州	2014 年 2 月	申请发明专利 110 余项、PCT 专利 75 项	绿光主体、红光掺杂材料	研发团队 40 余人，博士占比 20% 以上，并与多名院士开展合作	面板企业华星光电子公司
鼎材	北京	2013 年 9 月	申请专利 447 项、PCT 专	传输材料、辅助层材	维信诺原材料部门核心	

<b>科技</b>			利 14 项、授权专利 85 项	料、发光层材料	团队背景，研发人员占比 40%，其中 70% 以上为硕博学历及归国专家 公司创始人曾担任 UDC
<b>夏禾科技</b>	北京	2017 年 5 月	申请专利数十项	传输材料，注入材料，发光层材料	OLED 材料研发负责人，研发人员包括 5 名海归博士和 50 余名国内硕博
<b>卢米蓝</b>	浙江宁波	2017 年 2 月	授权专利 17 项	电子传输材料、发光材料、主体材料、辅助层材料	创始人在 OLED 领域深耕多年，并与黄维院士团队紧密合作
<b>冠能光电</b>	江西萍乡	2012 年 9 月	已申请/授权发明专利几十项	主体材料、传输材料、辅助层材料、电子注入材料	创始人具有有机光电材料工作经验，曾在佳能、UDC 等公司任职
<b>海谱润斯</b>	吉林长春	2015 年 5 月	授权专利 17 项、软件著作权 7 项	注入材料、传输材料	联合创始人具有 20 年材料研发经验，研发及工程师团队占比 90%
<b>尚赛光电</b>	湖北武汉	2011 年 7 月	拥有 60 余项发明专利和实用新型专利，3 项 PCT 专利	荧光材料、磷光材料、传输材料、辅助层材料	团队核心人员来自华中科技大学，研发团队中有 6 名有机半导体博士

资料来源：企业官网，MOLBASE，DT 新材料公众号，搜狐，新浪，同花顺财经，高交会，36 氪，光谷社区，清科，人民网，湖北日报，百度知道，基业常青

#### 4.1 莱特光电：依托中间体技术积淀，率先实现发光材料量产供货

陕西莱特光电材料股份有限公司成立于 2010 年 2 月 21 日，总部位于西安高新区技术产业开发区，并于 2016 年 1 月 8 日正式在新三板挂牌。公司专业从事 OLED 材料、液晶材料、高纯电子化学品及专用化学品的研发、生产及销售，是一家技术力量雄厚、工艺装备完善和检测设备先进的高新技术企业。公司已获得深创投、国中创投、甘肃高新投、甘肃新材料产业创业投资基金有限公司等知名机构投资。

2016 年 7 月公司中韩合资子公司“陕西莱特迈思光电材料有限公司”成立，引进韩国 MS 公司先进的技术及专利，同时引进了在 OLED 新材料领域深耕数十年的专业人才。

目前，莱特光电已经形成 OLED 材料中间体至发光材料完整供应链的技术优势；同时，公司除具备中间体/粗单体量产经验及深厚的客户基础外，也已向京东方批量供应红光辅助层材料，率先获得下游面板厂商认可。

#### 4.2 鼎材科技：掌握自主专利材料并实现量产的显示材料供应商

北京鼎材科技有限公司由清华大学、北京大学、中科院及 OLED 新型显示领军企业维信诺的原材料业务核心团队组建，于 2013 年 9 月成立于北京，并在固安和合肥分别设有子公司作为生产基地。公司致力于光电领域新材料产品技术开发和创新，在主营产品 OLED 发光材料及彩





色光刻胶材料方面处于业内领先地位。公司已获得深圳清研创投、北京赛奇科技、华夏幸福、同德磐石、陕西义禧、国投创业、合肥创新投资、德同资本等知名机构投资。

公司的竞争优势主要体现在以下方面：1) 具备深厚的面板厂商资源；2) 针对性的进行自主专利布局：截止到 2020 年 1 月 1 日，鼎材已申请专利 447 项，国际专利 14 项，已有 85 项专利获得授权，鼎材专利申请数量以每年近 50% 的速度在递增；3) 积极布局新一代材料：鼎材科技联合清华大学有机光电子实验室展开热活化敏化荧光 (TASF) 技术的研发，技术壁垒高的蓝光 OLED 器件材料获突破，此外在主体材料、传输层材料、发光辅助层材料方面也取得一定的进展，并实现量产；4) 与龙头企业 UDC 合作共同推进 OLED 主体材料商业化。

### 4.3 夏禾科技：海归团队领衔的国内 OLED 发光材料新锐企业

北京夏禾科技有限公司成立于 2017 年 5 月，公司是由美国 OLED 行业材料专家夏传军博士、清华大学李亚栋院士、清华大学药学院何伟教授及志同道合的投资人创立的民营新创科技公司。公司旨在研发具有自主知识产权的新一代 OLED 材料和技术，摆脱 OLED 面板厂商对海外材料的技术依赖。公司已获得中锦投资、荷塘创投、兴边富民、凯铭投资、龙洋实业等机构投资。

公司创始人曾担任 UDC OLED 材料研发负责人，领军技术团队有累计超过 40 年以上的 OLED 材料研发和商业化经验，作为发明人有超过 500 项专利和专利公开，对 OLED 新材料的开发和量产以及专利布局有深厚的功底。公司研发团队主要来自清华、北大、中国科大、浙大、北理工、南开等高校的科学家组成，硕博人才占比 80% 以上。公司凭借技术团队对 OLED 发光材料的独到理解以及多年研发和产业化经验，针对性地开发 OLED 发光材料，有望加速我国发光材料的国产化进程。

## 5 风险提示

(1) **技术研发进度不及预期**：OLED 发光材料行业属于高技术壁垒及专利壁垒的行业，下游客户渠道、市场占有率、进口替代空间等等都是建立在拥有核心自主专利且技术不断进步的基础上；如果企业的研发进度成效不足或者无法绕开国外企业专利布局，则可能面临失去客户和市场的风险。

(2) **OLED 材料国产化进展缓慢**：面板良品率会受到诸多因素的影响，如果国内面板厂商良品率提升缓慢，则将不太倾向于尝试使用性能表现还处于追赶国际一流水准中的国产发光材料。

(3) **国外企业竞争的风险**：随着国内发光材料研发进度加快，国外



企业可能会通过降价等一系列的策略进一步提升其在中国市场的份额，从而加大国内企业的进入难度。



## 投资评级

类别	级别	定义
公司 投资 评级	推荐	企业未来发展前景看好，具有较高的投资价值和安全边际
	谨慎推荐	企业未来发展有一定的不确定性，但仍具正向的投资价值
	中性	企业未来发展不确定性较大，投资价值尚不明朗
	回避	企业未来发展形势严峻，不建议投资
	(不评级)	企业的相关信息资料较少，不足以给出评价
行业 投资 评级	推荐	预计下一个完整会计年度，行业规模增速为 20%以上
	谨慎推荐	预计下一个完整会计年度，行业规模增速为 5%—20%之间
	中性	预计下一个完整会计年度，行业规模变动幅度介于±5%之间
	回避	预计下一个完整会计年度，行业规模降速为 5%以上
	(不评级)	行业的相关数据不可得，或无法可靠预测

## 免责条款

本报告信息均来源于公开资料，我公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。报告中的内容和意见仅供参考，并不构成对所述企业的投资决策。我公司及其雇员对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。我公司或关联机构可能会持有报告中所提到的企业的权益并进行交易，还可能为这些企业提供或争取提供投资银行业务服务。本报告版权归基业常青经济研究院所有，未经书面许可任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、刊登。

## 基业常青经济研究院

基业常青经济研究院携国内最强大的一级市场研究团队，专注一级市场产业研究，坚持“深耕产业研究，成就伟大企业”的经营理念，帮助资金寻找优质项目，帮助优质项目对接资金，助力上市公司做强做大，帮助地方政府产业升级，为股权投资机构发掘投资机会，致力于开创中国一级市场研究、投资和融资的新格局！