

高端电子材料呈现高速增长态势

本报记者 范玲玲

“当前中国电子材料产业链的安全和产业链的重构已经提到重要日程上，集成电路用的关键电子材料更是首当其冲，我们迫切需要夯实电子材料产业发展的基础。”在日前于广州举办的2020中国电子材料产业技术发展大会上，中国工程院院士屠海令发出这样的感慨。

作为集成电路、新型显示、5G通信的基础和核心，发展电子材料产业对保障我国信息产业健康发展和信息安全、国防安全具有重要的意义。

我国电子材料国际地位显著提升

电子材料是新一代信息技术产业发展的核心，是支撑经济社会发展的战略性、基础性、先导性的产业。具有产品种类多、技术门槛高、更新换代快、专业性强等特点，广泛应用于新型显示、集成电路、太阳能光伏、电子电路板、电子元器件及电子整机、系统产品等领域，其质量和水平直接决定了元器件和整机产品的性能。

当前电子材料特别是半导体材料的发展应用水平已经成为衡量一个国家综合国力的重要标志之一。我国一直高度重视电子材料产业的发展，从2016年到2019年，工信部等国家相关部门出台了一系列支持电子材料行业结构调整、产业升级以及规范产业发展的政策和法规。今年，我国又进一步优化半导体材料等电子材料产业发展的环境，深化产业国际合作，提升产业创新能力和发展质量。

近年来，随着互联网、大数据、人工智能等新技术兴起，以及以5G为首的新基建项目的加速推进，国内电子材料产业取得了长足的进步，形成了较为完整的产业体系，产业规模稳步增长，中高端电子材料产品转型升级速度加快。2019年，全行业营收超过7000亿元，技术实力持续提升，显示用液晶材料、集成电路用光刻胶等取得了突破。中国电子材料行业协会理事长潘林说，2019年，我国半导体材料、覆铜板材料、显示封装等产业发展迅速。半导体材料市场规模达到了565亿元，近几年年均复合增长率超过7%；覆铜板材料销售达到了7.14亿元，同比增长了10%，占全球的80%份额；2019年，随着国内大尺寸液晶面板产能快速释放，我国大尺寸液晶面板的出货产能已经超过了全球的45%以上。潘林指出，我国电子材料行业发展尽管受到新冠肺炎疫情的冲击、中美贸易摩擦的影响

2020中国电子材料产业技术发展大会在广州召开

本报讯 近日，由中国电子材料行业协会、工业和信息化部电子第五研究所、广州市工业和信息化局、广州市黄埔区人民政府共同主办的2020中国电子材料产业技术发展大会在广州召开。工业和信息化部电子信息司司长乔跃山、广州市人民政府副秘书长高裕跃、中国电子材料行业协会理事长潘林、中国工程院院士屠海令出席开幕式并致辞。

近年来，我国电子材料产业取得了长足的进步，形成了较为完整的产业体系，产业规模稳步增长，2019年全行业营收超过7000亿元。随着互联网、大数据、人工智能等新技术的兴起，以及国家对5G和新基建项目的加速推进，我国半导体材料、覆铜板材料、显示封装等产业取得快速发展。

广州市新材料产业发展规模不



响，但是未来以大尺寸硅材料、碳化硅、氮化镓及高频高速覆铜板为代表的高端电子材料，仍将呈现高速增长态势。

5G、新型显示为电子材料带来新机遇

本次大会的主题是“新材料，新应用，新挑战——协同创新赢发展”，与大会主题相契合，与会专家一致表示，5G、新型显示、高端元器件等新应用在为电子材料产业带来新机遇和新挑战。

根据全球移动供应商协会发布的最新统计数据，截至2020年11月中旬，全球已有49个国家和地区的122家运营商推出了5G服务，另有129个国家和地区的407家运营商正在进行5G网络基础投资，预计今年年底全球5G商用网络将达到180张。此外，全球已有多个国家为了提振经济而制定并公布了未来几年宏大的5G网络投资计划。可以预期，在未来的两三年内，5G移动通信基础设施建设的步伐将进一步加快。

中兴通讯股份有限公司工艺研究总工程师刘哲认为，5G产品高频电路部分要求更低的信号损耗，这让天线材料、PCB基材、电磁屏蔽、导热材料等迎来变革。LCP/MPI将成为5G终端天线FPC的主要材料；对于PCB基材来说，需要Dk/Df更小，Df越高滞后效应越明显，这就要求树脂材料逐渐向PTEE材料靠近，传统FR-4树脂材料已不能满足要求；对于5G毫米波PCB，为减少线路损耗，需要选取更低Df的阻焊油墨，国外推出的低Df阻焊油墨比常规油墨性能提升23%。此外，5G终端日益成熟，产业链向上延伸，技术工艺取得突破，人才聚集，使得电子材料产业本土化率加速提升。随着5G的规模普及，移动终端和基站均对电磁屏蔽与导热产品产生大量的需求，电磁屏蔽与导热产业市场规模有望实现成倍增长，潜在市场容量超过120亿元。

未来，电磁屏蔽材料将向导热性好、加工工艺简单、性价比高、适合大批量生产等方向发展，各种新材料将在电磁屏蔽的创新应用中得到更多发展。随着技术的不断进步，复合型材料的开发和工艺的改进，我国的导热相变材料、导热硅脂、导热填充胶和导热凝胶材料将得到进一步发展，对导热石墨膜材料也将提出更多新的要求，如厚度更薄、导热性更好，以及可加工为3D结构产品或其他材料结合而形成复合多功能材料等。

显示材料产业经过多年发展，已呈现出产品多元、产业集中、高速迭代等显著特点。TCL华星光电技术有限公司研发副总监曹蔚然在演讲中表示，显示技术不断更迭，显示器件朝着多功能和数字化方向发展，大尺寸、高解析度、高色彩饱和度、节能、高亮度、柔性、透明等逐渐成为技术发展的主流趋势，OLED能够最终实现上述极致性能。

TCL华星光电聚焦印刷技术(IJP)，进行大尺寸OLED显示屏技术的布局和开发，目前已取得显著进展。曹蔚然强调，在IJP-OLED显示材料中，IJP-OLED Bank(喷墨打印像素限制材料)及IJP-OLED Ink(喷墨打印墨水材料)极为重要。IJP-OLED Bank材料在不同表面形成疏密、亲墨特性，保证墨滴不溢流，降低混色不均匀；IJP-OLED Ink目前已有多家厂商布局，溶质、溶剂体系快速迭代，发光性能不断提升，已经基本达到应用要求。他表示，国内电子材料企业可关注这个领域，为显示产业的本土化配套做出贡献。

5G、自动驾驶、物联网的快速发展，也为高端片式元件带来广阔市场。广东风华高科技术有限公司总工程师付振晓在演讲中表示，不同手机MLCC的用量不同，越高端的手机用量越大，目前iPhone X里已经超过了1100颗MLCC，一台电动汽车中MLCC的用量也超过了1万颗。因此，未来市场对片式元件需求可期。而片式元件向微型化、

薄型化、高性能、高可靠发展，亦对电子材料提出新挑战，高端电介质材料、电子浆料等核心材料以及PET膜等关键辅材，有待国内材料企业破局。

上下游紧密合作加速电子材料核心技术攻关

“基础不牢，地动山摇”。专家表示，要发展国内电子材料产业，一定要做好电子信息产业“十四五”高质量发展等规划，强化顶层设计，明确产业发展方向及重点，坚定不移地推动电子材料产业向价值链的中高端跃进；着力突破高端电子材料产业化发展问题，进一步提高电子材料对我国电子信息产业的基础支撑能力和国际竞争力。

为保证产业链、供应链的安全稳定，要鼓励电子材料上下游企业紧密合作，加速关键核心技术攻关及产业化验证导入。屠海令院士表示，电子材料除了要按照自身规律发展以外，和高技术领域及相关行业的融合发展非常重要。目前，国内300毫米的硅片、光刻胶、板材等微纳电子材料的技术攻关和产业化，要加强与用户，特别是像华为、中芯国际这样核心的大型企业的良性互动，切实完善我国电子材料科技创新及产业发展的生态环境。屠海令还强调：“电子材料自身的产业链也应该加以关注，特别是相关的装备仪器，只有不到20%本土化率。这一点也不容小觑，应该加紧安排部署。”

国内企业应瞄准国际电子材料前沿技术，做好前端布局，在关键领域形成技术优势，掌握话语权。要深入梳理产业体系，及时更新相关技术路线图，针对重点领域，加大技术创新，提升产业创新力，引导产业转型升级。继续加强国际交流合作，支持产业链各环节与有关国家和地区的企业、科研机构、资本市场等各要素开展全方位的合作，实现互利共赢。

“5G基材及终端电子材料论坛”，中国电子材料行业协会电子陶瓷材料分会承办的“5G/AI压电晶体与电子陶瓷材料论坛”，工业和信息化部电子第五研究所承办的“先进封接材料技术与可靠性论坛”，广东聚华印刷显示技术有限公司、广州市新材料产业发展促进会联合承办的“新型显示光电材料与技术论坛”，广州市新材料产业发展促进会承办的“粤港澳大湾区电子材料产业发展论坛”等。

电子新材料新技术展吸引了光华科技、鼎龙股份、多氟多、山东圣泉、上海正帆、深圳瑞华泰、格林达、中巨芯、康普锡威、英格尔、绿菱电子、广州市新材料产业发展促进会等20家中外企业参展，覆盖电子材料、设备、检测等环节，展示了电子材料的新成果、新技术、新产品。(刘伟鑫)

◎专家观点

中国工程院院士、北京有色金属研究总院名誉院长屠海令：

未来多种半导体技术将共生发展

有人把新一代信息技术总结成5个字“大智物移云”，大数据、人工智能、物联网、移动通信和云技术。而这些技术都离不开集成电路的支撑。目前，集成电路还是以硅材料为主，按照摩尔定律再往前走8到10年应该没问题。无论采用何种技术体系，评价集成电路的四大标准不会改变，即PPAC——功耗(Power)、性能(Performance)、面积(Area)、成本(Cost)。

中美贸易摩擦对全球的半导体产业影响很大，也让微纳电子材料受到足够重视，吸引了很多投资。

集成电路硅片目前以200mm、300mm为主。硅片尺寸越大，投料量越大，设备也会随之增大，相应的投资也会增加。无论硅片尺寸有多大，最后的价格都要变成每平方英寸1美元。因此，这对材料企业的挑战很大。

SEMI今年第一季度给出的数据显示，2019年全球集成电路材料，包括硅片、SOI、光掩膜、光刻胶及配套试剂、电子气体、工艺化学品、溅射靶材、CMP抛光材料等在内的市场规模达到328.4亿美元，2021年将达到344亿美元。其中，硅片销量达118亿平方英寸，销售额111.6亿美元。

除了硅技术以外，其他半导体技术发展也很迅速。近年来，以氮

化镓和碳化硅为代表的第三代半导体在国内风起云涌，但投资还是应该谨慎，要吸取过去砷化镓的教训。未来几年，碳化硅在电力电子的渗透率并不如想象的那么高，它不能代替硅。且成本的降低和工艺的优化始终是其要面临的问题，目前碳化硅价格比较高，这导致用户受限。总的来说，化合物半导体并不能取代硅，但是它能够做硅半导体做不到的事，这几种半导体技术将共生发展，各自有各自的定位。

提到微纳电子材料的短板，以下数据能够说明一些问题。按照学历来看，2019年半导体材料包括微纳电子材料从业人员中，博士比例不到5%，虽然不能唯学位是论，但是应该说人才队伍的结构还应该再改进。过去大家都说美国硅谷的发展是金融和科技结合的产物，而实际上还有一条就是人才，大量的高科技、高技能的人才进入硅谷，才推动了硅谷的发展。此外，关键的仪器设备配套也需要及时跟上。

今后30年，半导体材料体系建立在硅、硅基、化合物、氮基等基础上，包括稀土有机复合等体系；技术路线是纳米化、复合化、绿色化、结构功能一体化，软硬结合；发展路径是新型举国体制与市场经济机制相结合，协同创新。

(刘伟鑫)

中国科学院院士、南昌大学副校长江风益：

打造GaN基长波长发光技术长板

LED作为一个基础性元器件，已经发展了58年。它具有效率高、寿命长、响应速度快、体积小、成本低等一系列优势，因而应用面广、带宽强，在显示、显像、照明等领域应用非常广泛。到目前为止，红橙黄绿青蓝紫7种颜色的LED都已经研制成功，并都已实现产业化。

据统计，2019年我国LED照明上中下游整个产业链的规模已经突破7500亿元，节电量达到3000亿千瓦时，为节能减排做出了很大贡献。

2015年7月24日，蓝光LED发明人、诺贝尔奖获得者中村修二在东京举办的“氮化镓掀起能源革命”研讨会上表示：“使用蓝光LED做的LED早晚会出现。”他当时就意识到用蓝光激发荧光粉只是一个过渡型技术，今后可能发展出不要荧光粉转换的技术。目前市场主流LED照明技术为荧光型LED照明技术，它是纯LED照明技术，解决了传统光源效率低下的问题。通常LED照明是由蓝光激发荧光粉，通过荧光粉转换成光。与通常的LED照明不同，纯LED照明不需要荧光粉转换，全部都是LED发出的光。

发展中的纯LED照明技术由红黄蓝绿等多基色LED组成，仅有

电致发光过程，兼顾光效和光品质发展，具有蓝光可控、能够实现按需照明、无需稀土、光电响应快、无转换损失、光效潜力高等一系列优点，目前已经达到实用水平。

纯LED照明技术面临的主要瓶颈问题是如何提升黄光光效。我们将第一代半导体材料(硅)和第三代半导体材料(氮化镓)两者结合起来制备纯照明LED，蓝光效率跟其他技术路线持平，绿光比其他技术路线要高一些，黄光效率比其他技术路线要好很多。黄光效率取得突破后，纯LED照明技术就可以做产品了。现在红橙黄绿青蓝紫各种颜色在氮化镓上都可以实现，可以说由红黄蓝绿LED组成的四基色光源，正为应用场景提供“光配方”，以满足按需照明的需求。

此外，我们还实现了Micro-LED红光材料从0到1的突破。而随着氮化镓基长波长LED发光效率的持续提升，半导体发光器件的应用面会大幅拓宽，有理由和有信心形成我国纯LED照明和Micro-LED的长板。希望国家加大投入，持续支持这方面工作，进一步夯实半导体发光、显示、照明的基础。

(诸玲玲)

中国科学院院士、浙江大学半导体材料研究所所长杨德仁：

中国太阳能光伏产业已走在世界前沿

过去10多年，全世界太阳能光伏产业取得快速发展，年安装量增长了40倍左右。2007年，全世界安装了2.9GW；到2019年，全世界安装了114.9GW，年均增长率超过了30%，成为国际上发展得最快的高科行业之一。展望2050年，光伏发电将占所有能源的30%左右，而到2100年，将占到70%。由此可知，太阳能作为一种新型可再生能源，在全世界具有非常好的发展前景。

太阳能主要分为晶体硅太阳能电池、非晶硅薄膜太阳能电池、化合物薄膜太阳能电池三大类，而非晶硅薄膜太阳能电池由于成本、效率的原因，已在产业界消失了。目前几乎所有的太阳能电池即97.5%的太阳能电池是建立在硅材料基础上的，因此，可以说太阳能光伏产业是硅的产业。

太阳能光伏的产业链，涵盖了从硅石，到金属硅(二氧化硅经过冶炼以后变成)，到高纯多晶硅，再到直拉单晶硅或铸造多晶硅，之后做成太阳能电池，再把电池组合起来形成太阳能电池板，最后用在电站上。在过去的15年当中，中国为全世界太阳能光伏发电做出了非常大的贡献，中国金属硅产量大概占了全球的78%，多晶硅占了67%，晶体硅占了98%，太阳能电池占了79%，组件占了71%，电站占了26%。从

产业链上看，太阳能光伏产业已经成为数不多的能够在全世界走在前沿的中国高科技产业。

在过去的10年中，中国的多晶硅材料发展非常迅速，全世界前10家多晶硅企业中，有6家是中国企业。高纯度多晶硅生产工艺，主要包括三氯氢硅工艺和硅烷工艺。三氯氢硅工艺，具有产量大、成本低的特点，占市场的98%，未来它的发展方向是大规模、低能耗、综合利用；硅烷工艺，具有工艺简单、能耗低、尾气容易处理等优势，占市场的2%，未来将向低能耗流化床工艺发展。

直拉单晶，具有晶格完整、质量好、太阳能电池转换效率高等特点。到目前为止，全世界太阳能电池约65%采用了这种技术。2019年，全球前10的晶体硅企业全部来自中国。未来，单晶铸造技术将应运而生。它利用籽晶，通过铸造(定向凝固)生长单晶，兼具直拉单晶和铸造多晶硅的优点。

总体而言，到目前为止，硅材料仍是光伏材料的主要基础材料，目前乃至将来可能都没有任何一种材料能替代它。希望国内企业低成本、高质量的硅晶技术取得进一步突破，使太阳能光伏的成本进一步降低，成为今后新能源的主要形式。

(诸玲玲)