

电子专用设备：聚力同心打造产业“生态圈”

中国电子专用设备工业协会理事长、北方华创科技集团总裁 赵晋荣

全球集成电路制造业向中国大陆转移的大趋势不可逆转，机遇千载难逢，亟须业界同仁，聚力同心，开放创新，吸引更多力量参与到电子专用设备行业中来，共建自主、开放的产业生态圈。

作为电子信息制造业的重要一环，电子专用设备在产业发展中发挥着重要的基础性支撑作用，是推动电子信息产业快速发展的根基，也是推动电子信息产业技术进步引擎。装备强则国强，我国改革开放以来，中国电子专用设备产业经历了从“0”到“1”的跨越，从无到有，聚沙成塔。如今，随着中国成为全球半导体版图中最具活力的土地，中国电子专用设备产业也迎来了发展的黄金时期。

千锤百炼 见证产业成长与突破

我国电子专用设备行业在改革开放前非常弱小，尚未形成完整的产业链。国营第七〇〇厂（北方华创前身）、国营第七〇八厂、国营第七〇九厂、电子45所、电子48所等电子专用设备企业及研究所仅能研发和制造一些粗放型的基础设备，在计划经济模式下自给自足。

改革开放初期，随着国际市场的逐步开放，以及国外先进技术的引进，我国电子专用设备业逐渐开启了“以市场换技术”的拓展模式，全国范围内采购了不少生产线，基本都是整线采购国外成线或

二手线。而此时刚刚从计划经济体制中“断奶”的国营设备企业和研究所，没订单、经验浅，非常不受市场青睐。一时间，国内专用设备企业备受冲击。

20世纪八九十年代，中国电子专用设备行业遭遇冷板凳后，各设备厂商都在艰难爬坡，努力改变局面。

以国营第七〇〇厂为例，企业甚至先后尝试了洗衣机、过载保护器、负离子发生器、医疗肾石机等各类设备的生产。之所以这样做，一方面，在不断寻找市场，寻找赖以生存的产品；另一方面，看好中国半导体产业发展的未来，因此一直坚持设备阵地。当时，国营第七〇〇厂与美国某半导体设备公司进行合作，在北京设立了该公司在中国的第一家客户服务支持中心。之后，双方又开展合作，成立了研发先进刻蚀机技术的合资公司。尽管后来项目被取消，但这些合作项目都为我国培养了一批掌握当时先进研发技术和服务能力的专业人才，这些人才中很多直到现在还一直奉献和服务于国内半导体设备行业，而且在企业中发挥着不可替代的骨干作用。

而随着真空开关管、彩色显像管等设备的技术难关不断被攻克，国产设备业重见曙光，并迅速实现了这些设备的全面国产化。

厚积薄发 踏上高速发展快车道

进入新世纪，伴随着新能源光伏、LED行业的兴起，中国电子专用设备行业踏上高速发展的快车道。在光伏领域，晶硅太阳能电池片整线生产设备逐步实现产业化，国内市场占有率超过90%，并实现整线出口，2018年销售收入预计达到50亿元；LED领域，国产装备在最关键的MOCVD设备上取得重要进展，刻蚀机、PVD和PECVD等产品不断推陈出新，国产化率也达到了90%，部分产品凭借优越的产品性能和性价比，远销海外。

同时，中国集成电路产业及配套装备产业在政府的日趋重视下，也进入了快速追赶阶段。一批12英寸高端集成电路制造装备实现了从无到有的突破，国产12英寸28nm集成电路芯片关键设备进入主流生产线实现量产，14nm刻蚀机、PVD、LPCVD、单片退火、光学检测、ALD、PECVD等设备进入大生产线验证并实现销售。可以说，经过40年的奋斗，国内电子专用设备产业的竞争格局发生了根本改变，国产设备能够满足很多制造领域的需求，并在一

定程度上推动了我国光伏、LED、平板显示、MEMS、封装等产业的快速发展。

机遇难逢 共建自主开放产业生态圈

改革开放40年来，中国电子专用设备整体技术水平已经取得长足进步，逐步实现从“替代者”到“创新者”的角色转变，在全球产业创新链中不断寻找自己的特色发展之路，但想要在国际竞争中占有一席之地，目前还面临着诸多难题和考验，需要业内人士共同努力。

首先，提高先进技术开发能力，缩短新设备验证周期。目前国产设备技术水平还处于弱势地位，需加强与龙头用户或国际研究机构的战略合作，以加强下一代新技术的研发，在客户初始研发阶段参与其中，才能取得市场先机。国产装备从研发到定型，再到生产线DEMO验证，需要经过大量的工艺实验，并不断改型优化，最后在客户生产线上需要经过近一年的DEMO验证，设备生产性能全面达标后方能形成采购意向，实现销售。如此高昂的工艺试验费用，需要很强的融资能力和经济实力，也需要来自产业各界的持续支持，让



国产设备企业能够真正参与到最先进生产线制程的工艺研发中，与国内IDM企业开展深度合作，促进核心工艺设备的研发和评估。与此同时，加快企业研发成果的市场化进程，也亟须多渠道、集中资金和政策支持发展龙头装备商，打造综合竞争力，重拳出击，突破核心工艺设备瓶颈。

其次，亟须打造更健康自主的产业环境，营造本土产业“生态圈”。知名半导体行业专家莫大康说过：“‘引进’犹如踩在别人肩膀上走路，容易受制于人。改革开放40年的教训告诉我们，先进的技术是买不来的，先进的设备也是买不来的，我们必须两条腿走路，自力更生更重要。”目前，我国高端集成电路装备整机约70%的零部件长期依赖进口且价格居高不下，在一定程度上削弱了我国高端装备的整体竞争力，自力更生对半导体设备关键零部件的供应问题来说，尤为重要。为此，建议从国家层面加大对核心零部件、关键原材料的布局，提升芯片制造企业国产装备、零部件的支持力度，不断提高核心零部件的本地配套能力。

再次，加快国内外的整合兼并。纵观国际半导体设备的发展历程，国际龙头企业基本都经历了自身发展与国际并购相结合的模式，形成大者恒大的局面，垄断趋势越

来越明显。中国半导体设备企业要与国际巨头竞争，必须提高自身竞争实力，这要加强各设备企业的互相协同，推动企业间的兼并整合，提升企业在对外并购中的竞争实力。

最后，加快人才培养速度，改善人才机制。集成电路装备是人才密集的产业，需要大量的高素质研发人才，人才是产业发展的关键因素之一。经过近十年的发展，我国集成电路装备人才队伍迅速壮大，一批高端人才加盟到国内的研发队伍中，形成了一支极具创新力的人才队伍，拥有数千项专利，初步形成了较为完善的知识产权保护体系。但相比快速发展的产业，人才的缺口依然很大，需求依然很急迫。政府要联合高校、科研机构加大人才培养规模，加快人才培养速度。同时企业也要改善激励机制，以吸引更多高端人才加盟。

2018年，全球半导体制造设备的销售额预计将达到621亿美元，将创历史新高，中国大陆排名将首次上升至第二名。全球集成电路制造业向中国大陆转移大趋势不可逆转，机遇千载难逢，亟须业界同仁，聚力同心，开放创新，产学研结合发展，吸引更多力量参与到电子专用设备行业中来，共建自主、开放的产业生态圈。



改革开放40年来，中国电子材料行业发生巨大变化，电子材料技术发展日新月异。经过多年发展，我国在电子材料领域积累了较为雄厚的研究基础，形成了较好的电子材料研制生态环境，在部分领域达到国际先进水平。电子材料的发展为我国电子信息制造业实现从无到有、从小到大的重大转变提供了重要的技术支撑，为重大工程建设、国防巩固提供了重要保障。新时代，随着我国科技实力、国防实力的提升和崛起，提升电子材料产业的支撑能力势在必行，这对加快我国经济发展方式转变、增强国防实力、提升综合国力具有重要的战略意义。

我国电子材料发展取得的主要成就

电子材料是电子信息技术的基础和先导，是21世纪最重要和最具发展潜力的领域，是电子信息领域孕育新技术、新产品、新装备的“摇篮”，是重要的基础性、先导性产业，支撑了电子信息技术的发展。硅单晶材料、晶体管和硅集成电路的研制成功，催生了电子工业大革命，以PC机为代表的台式计算机进入千家万户。光导纤维材料和以砷化镓材料为基础的半导体激光器的发明，使人类进入到光纤通信和高速、宽带信息网的时代。纵观信息技术的发展历史不难看出，信息技术各阶段的重大跨越式发展都经历了一代材料、一代器件，造

就一代新型电子系统这样一个历程。

改革开放以来，我国电子材料行业经过40年的发展，形成了比较完整的电子材料研制体系、产业规模持续扩大、技术水平不断提升，较好地支撑了国内电子信息制造业的发展。十八大以来，电子材料发展受到国家高度重视，在《国家集成电路产业发展推进纲要》《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》《关于加快新材料产业创新发展的指导意见》等一系列导向政策中，都将先进电子材料列为重点发展和支持对象，旨在加快我国电子材料产业发展进程，应对新一轮材料变革。

目前，国内主要从事电子材料研究生产的高等院校、研究院所和生产企业约千余家。近3年来，随着经济发展进入新常态，国内电子材料行业的经济运行也进入常态化发展，年均销售收入增长率约为7%。目前国内电子材料市场总体规模超过7000亿元，其中量大面广的主要电子材料的销售额超过3000亿元。行业整体处于平稳发展态势，中低端电子材料的比重较大，随着对技术创新的重视和质量是企业生命线认识的提高，中高端电子材料产品转型升级在加快。

以硅为代表的代一半导体材料是集成电路制造业最主要的基础材料，被喻为信息产业的“粮食”。近两年来，随着8-12英寸硅片市场需求的增长，国内硅片厂家风生水起，上海新昇半导体科技有限公司、重庆超硅、宁夏银和半导体科技有限公司、郑州合晶、北京有研、中国电科等公司纷纷投资新建、扩建和筹建8英寸和12英寸硅片生产线。目前，我国已

实现6英寸及以下小尺寸硅材料的自给自足；8英寸硅片产业化关键技术已经突破，初步形成了产业化能力；12英寸硅片关键技术取得突破，但产业化技术尚不成熟。

以砷化镓、磷化铟为代表的第二代半导体材料在微波毫米波器件、光电器件等应用领域显示出明显优势。目前，中国电子科技集团公司第四十六所已突破4英寸半绝缘砷化镓制备技术，形成批量供货能力，部分替代了进口产品，6英寸半绝缘砷化镓单晶已研制出产品；LED用低阻砷化镓材料已实现国产化，满足LED产业需求；中国电子科技集团公司第十三所和四十六所以及中科院半导体所是国内InP材料的主要研制单位，代表了我国在InP研究领域的最高水平，4英寸半绝缘磷化铟技术已经突破，达到国际先进水平。

以碳化硅、氮化镓为代表的第三代半导体材料主要用于高压、大功率、电力电子等器件。国内碳化硅材料研制单位主要有中国电子科技集团公司二所和四十六所、天科合达、山东天岳等，4英寸、6英寸半绝缘碳化硅制备技术已突破，实现了4英寸半绝缘碳化硅小批量供货；低阻碳化硅单晶形成了一定产业化能力，但产业化技术尚不成熟。

以AlN、金刚石和β-Ga₂O₃为代表的超宽禁带半导体材料是未来高频大功率微波功率器件、高压、大电流电力电子器件、高灵敏度日盲型紫外探测器件不可或缺的单晶衬底材料。国内主要研制单位有中国电子科技集团公司第四十六所、中科院物理所、

上海光机所、上硅所、西安交通大学等，目前获得了Φ30mm ALN单晶、2英寸β-Ga₂O₃单晶，以及12×12mm²单晶金刚石。

我国电子材料行业发展问题与挑战

我国电子材料行业发展取得的成绩有目共睹，但与世界先进水平相比仍有较大差距，发展过程中还存在一些突出的矛盾和问题，制约了我国电子材料产业进一步发展，主要体现在以下四个方面：

1.企业规模小，竞争力弱，研发和设备投入不足。我国现有电子材料企业规模普遍偏小，年收入相对较少，与国际大企业相比，研发和设备投资力度小、竞争力弱。例如，半导体硅材料领域，信越（半导体材料方面）和SUMCO的总资产都在300亿元以上，瓦克世创的总资产在130亿元以上。信越营业收入为150多亿元，SUMCO为130多亿元，瓦克世创为80多亿元。国外企业通常将销售额的5%-8%用于研究开发，将销售额10%以上的资金用于设备投资。国内多数电子材料企业规模小，营业收入少，相应的，用于研发和设备投入也较少，难与国际大企业竞争。

2.原始创新能力不足，高端产品自给率不高。我国电子材料原始创新能力不足，材料研究以跟踪仿仿为主，缺乏不同学科之间的深层次交流和原创性的理论研究，具有自主知识产权的技术较少，无法

从源头上支撑材料的发展。成熟产品集中于低档领域，产品附加值低、利润有限，高端产品依赖进口，不利于材料生产企业扩大再生产和科技投入，这在很大程度上制约了电子材料产业的跨越式发展。

3.产学研用结合不紧密，产业化能力不强。没有形成有效的“产学研用”协同机制，科技成果向市场转化能力不强，材料生产企业与应用单位技术阻隔没有打通，国内许多种类的电子材料在经过一段时间的艰苦努力后，性能指标已达到一定水平，但由于起步晚于国外，总的投入也有限，因此在质量一致性、稳定性等方面不可避免地与国外产品有一些差距，而这一差距单纯依靠材料研制单位本身的努力已较难缩小，必须依靠和应用单位的共同努力，通过不断应用验证加以改进，才能得到解决，实现产业化发展。

4.创新研发机制不完善，难以适应新时期发展要求。发展高端电子材料，需要一批具有扎实基础理论、掌握世界前沿技术的高层次领军人才。目前落实人才激励的相关政策缺乏实施细则与具体指导意见，部分机制难以落实，对高端人才吸引不足，人才活力未能充分发挥。在知识产权保护、成果转化政策与制度方面需进一步完善，科技成果转化率不高，新技术产品对市场开拓支撑不够。

促进电子材料行业发展建议

1.加强顶层策划，完善产业

电子材料：着力突破高端产品产业化难题

中国电子材料行业协会理事长、中国电子科技集团公司第四十六研究所所长 潘林

改革开放以来，我国电子材料行业经过40年的发展，形成了比较完整的电子材料研制体系、产业规模持续扩大、技术水平不断提升，较好地支撑了国内电子信息制造业的发展。

政策。加强政府引导、做好顶层谋划，加大国家政策和资金支持力度，制定电子材料产业发展指导目录和投资指南，完善产业链、创新链、资金链。着力突破高端电子材料产业化发展问题，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。

2.鼓励原始创新，提高自主创新水平。创新是引领发展的第一动力，坚持以创新为主导，鼓励原始创新、自主创新，营造整个行业创新的科学氛围。瞄准国际电子材料前沿技术，在关键领域形成技术优势，并保持优势，提高自主创新能力，夯实自主可控发展根基。

3.整合优势资源，实现军民融合发展。组织和整合相关优势力量，推动产学研用协同攻关机制和产业联盟的建立，协同发展、互利共赢，充分吸取和借鉴国内外电子材料行业内的先进经验。大力发展军民两用技术，推动军民技术协同互用和成果双向转化，强化科技成果的社会供给，充分发挥军民领域技术的共性而广泛的支撑引领作用，促进电子材料军民融合的深度发展。

4.加强人才培养，积极引进创新人才。实施创新人才发展战略，建立适合创新人才发展的激励和竞争机制，加大电子材料领域创新型人才的培养力度，造就较大规模、素质优良、结构合理的基础领域科技创新人才队伍，同时吸收国外高水平的技术和管理人才，为自主创新发展提供人才支撑。