

第三代半导体工作简报

2018 年第 5 期 总第 30 期

主办：第三代半导体产业技术创新战略联盟 2017 年 8 月 24 日

导 读

- 融通大中小企业 聚力开放创新
——国际第三代半导体专业赛东部赛区启动仪式成功举办
- 联盟赴长三角调研第三代半导体产业
- 光健康技术与产业发展研讨会暨联盟光健康专委会工作会议成功召开
- 联盟正式发布《第三代半导体电力电子技术路线图 2018》
- 激发内生动力 转换发展动能
——第三代半导体光电产业创新发展大会唱响 LED 发展新韵律

融通大中小企业 聚力开放创新

——国际第三代半导体专业赛东部赛区启动仪式成功举办

2018年6月30日，由第三代半导体产业技术创新战略联盟、张家港市政府联合主办，张家港高新技术产业开发区、张家港市科学技术局承办的“第七届中国创新创业大赛国际第三代半导体专业赛东部赛区启动仪式”在张家港成功举行，“第三代半导体产业技术创新发展大会”也在同期举办。



干勇院士致辞

中国工程院院士、国家新材料产业发展专家咨询委员会主任干勇，中国科学院院士、南京大学教授郑有炘，中国科学院院士、中国科学院微电子研究所研究员刘明，科技部高新技术发展及产业化司副司长曹国英，科技部高新技术发展及产业化司原司长、联盟顾问委员会常务副主任赵玉海，科技部国际合作司原司长、联盟顾问

委员会副主任靳晓明，科技部政策法规司原副司长、联盟顾问、中国科学学与科技政策研究会副理事长李新男，科技部高新司材料处原处长徐禄平，科技部高新司材料处调研员李志农，中国科学院半导体研究所研究员、国家新材料产业发展专家咨询委员会委员、国家重点研发计划“战略性先进电子材料”重点专项总体专家组组长陈弘达，福州大学教授，国家重点研发计划“战略性先进电子材料”重点专项总体专家组副组长、新型显示组长郭太良，北京大学理学部副主任，国家重点研发计划“战略性先进电子材料”重点专项总体专家组第三代半导体材料与半导体照明专家沈波，中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所研究员、国家重点研发计划“战略性先进电子材料”重点专项总体专家组第三代半导体材料与半导体照明方向副组长徐科，中国电子科技集团公司首席科学家程堂胜，浙江大学电气工程学院院长、长江学者盛况，株洲中车时代电气股份有限公司副总工程师刘国友，联盟理事长、国家新材料产业发展专家咨询委员会委员吴玲等领导、专家，以及近 300 位来自第三代半导体领域的研究机构、知名企业代表；张家港市委常委、常务副市长卞东方，张家港经济技术开发区党工委书记、管委会副主任、张家港高新技术产业开发区党工委书记、管委会主任、杨舍镇党委书记卢懂平等多位地方领导出席了大赛启动仪式及第三代半导体产业技术创新发展大会。启动仪式由张家港经济技术开发区党工委委员、管委会副主任、张家港高新技术产业开发区党工委书记、管委会副主任张雷主持，郑有焯院士、刘明院士、曹国英司长、赵玉海司长、靳晓明司长、李新男司长、卞东方副市长、卢懂平书记、

吴玲理事长共同启动了第七届中国创新创业大赛国际第三代半导体专业赛东部赛区。



东部赛区启动仪式

启动仪式当天，还召开了“开放式创新研讨会”。本次研讨会以“如何引入创新创业资源与服务帮助企业开放创新，保持行业领先”为主要议题，罗兰贝格云赛创新中心、星河互联集团、IDG 资本等服务、资本机构以及张家港当地企业共同参与，深入探讨企业开放创新的全新范式。



开放式创新研讨会

第三代半导体，是新一代电力电子、微波射频、光电子应用的核心材料和关键器件，支撑新能源汽车、高速列车、能源互联网、新一代移动通信等产业绿色可持续发展。本届大赛将聚焦第三代半导体相关消费类电子及机器人、智慧照明及显示技术、新能源并网与能源互联网、5G 通信、新能源汽车与轨道交通、军民融合等 6 大领域，设置京津冀、东部、南部、西部、东南等 5 大国内分赛区和 1 个国际分赛区。本届大赛以实现创新创业有效服务实体经济，产学研深度融合和中小企业融通发展为宗旨，搭建国际第三代半导体人才交流、科技转化、资本凝聚、分享共赢的创新服务平台。东部赛区大赛将挖掘张家港及东部地区第三代半导体产业领域内上市企业、行业龙头企业和骨干企业的技术难点和行业关键共性技术难题，并向上述企业征集企业需求命题，由参赛创新创业项目报

名应标，借鉴行业的最新实践，不断促进企业创新和产业升级，巩固参与命题企业在行业中的优势地位。



会议现场

启动仪式结束后，东部赛区正式进入项目和大企业命题征集阶段，由星启创新科技有限公司（Startech），提供全程大企业开放创新服务，组织专家团队，深入东部企业，调研企业创新需求，提供企业创新咨询并协助企业发布大赛需求命题，赛后将组织系列落地对接活动，促进科技创新项目与大企业合作。确保东部赛区大企业、高校和科研院所开放创新资源，促进科技成果转化、人才建设，通过赛事平台，提升张家港双创水平，全面推进张家港“化合物半导体之都”建设。

联盟赴长三角调研第三代半导体产业

2018年7月1日至2018年7月2日，国家新材料产业发展专家咨询委员会（以下简称“专家咨询委”）组织相关专家委员赴苏州、南京等长三角地区调研第三代半导体产业发展情况，专家咨询委吴玲、何耀洪等专家委员，第三代半导体产业技术创新战略联盟及专家咨询委秘书处相关人员参与此次调研。



调研团先后赴苏州纳维科技有限公司、中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所、苏州能讯高能半导体有限公司，华灿光电股份有限公司、江苏能华微电子科技发展有限公司、苏州锴威特半导体有限公司、中国电子科技集团公司第五十五研究所等企业及研发、设计单位，对以碳化硅、氮化镓为代表的第三代半导体产业进行了详细的调研工作，了解了第三代半导体材料、设计、器件等各方面

目前发展的现状及未来发展趋势，明确了我国与国际先进水平存在的差距和问题。对于后续提出促进第三代半导体产业发展相关政策建议具有重要指导意义。





第三代半导体具有高频、高效、耐高压、耐高温、抗辐射能力强等优越性能，切合节能减排、智能制造、信息安全等国家重大战略

略需求，是支撑新一代移动通信、新能源汽车、高速列车、能源互联网等产业自主创新发展和转型升级的重点核心材料和电子元器件，已成为全球半导体技术研究前沿和新的产业竞争焦点。专家咨询委将第三代半导体材料列入 2018 年度七大重点研究领域之一，开展相关调研及专题咨询报告的编制工作，旨在为重点新材料产业的发展提出咨询建议，促进相关领域在技术开发及产业化方面取得重大突破。

光健康技术与产业发展研讨会 暨联盟光健康专委会工作会议成功召开

2018年7月28日，在2018视觉健康创新发展国际论坛期间，由第三代半导体产业技术创新战略联盟光健康专委会、温州医科大学附属眼视光医院共同主办的光健康技术与产业发展研讨会在北京雁栖湖国际会展中心成功召开。来自眼视光行业及半导体照明领域的约200多位专家及代表参加了会议。

温州医科大学附属眼视光医院院长、联盟光健康专委会共同主任瞿佳介绍了会议召开的背景及意义，并做了“国内外视觉健康研究与治疗的最新进展”的报告；同济大学建筑与城市规划学院教授郝洛西做了“光与健康的研究、设计与应用”的报告；浙江大学光科学与工程学院教授、杭州浙大三色仪器有限公司董事长牟同升做了“人眼视网膜蓝光光化学危害的量化评测方法”报告；广东省家电互联工程技术研究开发中心主任、广东野光源视力保健研究院院长陈梓平做了“智慧照明和发展前景”报告；复旦大学教授林燕丹做了“光环境对情绪和睡眠的影响研究”的报告；中国标准化研究院视觉健康与安全防护实验室主任蔡建奇做了“光健康领域国内外工作进展通报”；中国人民解放军空军总医院皮肤科副主任医师田燕做了“LED用于健康与医疗的研究进展”报告。



瞿佳



郝洛西



牟同升



陈梓平



林燕丹



蔡建奇



田燕



主持人

研讨会后，召开了联盟光健康专委会工作会议，就专委会的组织规范、下半年工作进行了讨论。会上第三代半导体产业技术创新战略联盟理事长吴玲、联盟光健康专委会共同主任瞿佳共同为郝洛西、蔡建奇、林燕丹、田燕 4 位新增补的专委会副主任颁发了聘书。郝洛西就“人居环境光健康循证设计与示范应用”提出了工作提案；蔡建奇就“检测、认证评价体系工作”提出了工作提案；林燕丹则就“光健康市场调研工作”提出了工作提案；田燕提了“医疗美容光健康产品的研发及合作”提案。



聘书颁发

吴玲理事长指出，开展跨学科、跨领域的光健康与光医疗合作研究对半导体照明产业的发展非常重要。一方面，照明本身需要向高品质、健康的光环境发展，另一方面，LED 光照在人的生理健康、保健、疾病预防以及康复治疗方面都有非常大的发展潜力。随着光生物影响机理研究的深入及突破，将会有更多的光健康产品不断开发出来。国家重点研发计划“战略性先进电子材料”重点专项中已

将“面向健康照明的光生物机理及应用研究”及“LED 用于健康与医疗的机理、方法、设备与应用研究”列为重点项目。此次光健康专委会 4 位副主任的提案对推进行业的创新发展都非常重要，可实施性强，希望尽快在联盟的平台上整合资源启动实施。



会议现场

第三代半导体产业技术创新战略联盟光健康专委会工作会议



光健康专委会参会嘉宾合影

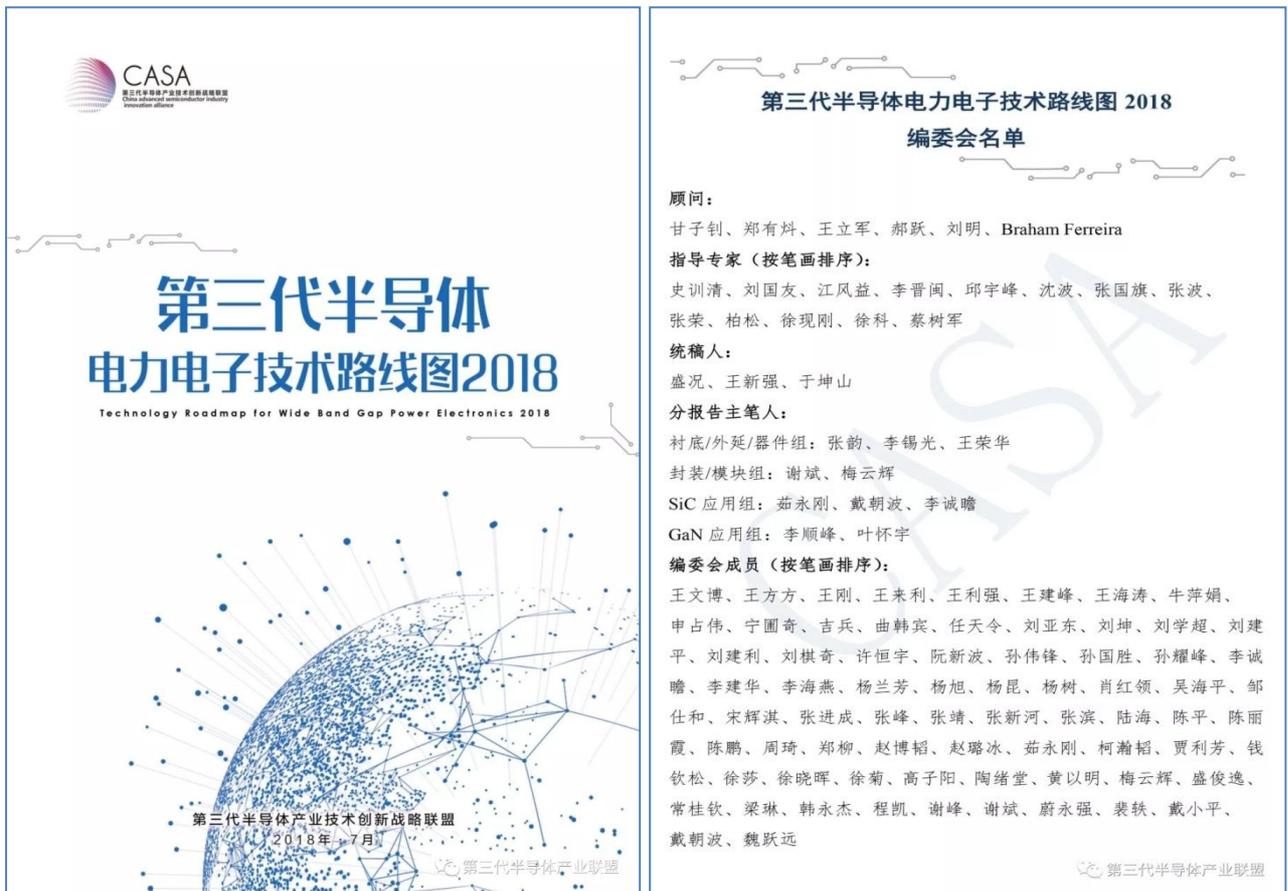
半导体照明已经被公认为一次成功的技术革命，越来越多的传统照明产品被 LED 照明所取代。然而，对于光与健康的研究及产业化才刚刚开始，如对于视力及工作效率的影响研究，用合理照明来改善睡眠的研究，光品质的提升和光环境的健康、舒适、生态、安全等的研究日益引人瞩目。同时，LED 在医学诊疗以及光学治疗中的作用也被越来越多的重视，成为近年来国际照明、医学领域的一个重要研究方向，医学与照明的跨界融合也将推动半导体照明发挥超越照明之外的社会价值和经济价值。

为了进一步整合相关资源，推动光健康领域的跨界合作、促进集成技术创新、开展跨领域研发合作、加快光健康领域技术和产品的应用推广，2017 年 12 月，第三代半导体产业技术创新战略联盟组建了“光健康专业委员会”。专委会由中国人民解放军总医院教

授、中科院院士顾瑛和温州医科大学附属眼视光医院院长瞿佳共同担任主任，任务是联合国内外科技研发的优势资源，推动光健康领域的跨界技术创新、建立行业技术标准，通过技术转移，创新创业团队扶植，实现技术产业化，联合产业基金为优质项目提供资金保证，并通过和相关健康行业的合作，为产品市场化提供支持。目前专委会已有近 30 家成员单位，覆盖半导体照明、标准与检测、健康医疗等研究与生产单位。

联盟正式发布《第三代半导体电力电子技术路线图 2018》

2018年7月31日，国内首个《第三代半导体电力电子技术路线图》正式发布。该路线图由第三代半导体产业技术创新战略联盟（以下简称联盟）历时1年多，组织国内外众多大学、科研院所、优势企业的知名院士、学者和专家共同编写而成，对指导和促进第三代半导体技术和产业的发展具有重要意义。



目录	
1 衬底、外延、器件技术路线图	1
1.1 背景介绍	2
1.2 技术/产品发展驱动力综述	3
1.3 关键指标/参数发展趋势	4
1.3.1 SiC 衬底与外延	4
1.3.2 SiC 功率器件	11
1.3.3 Si 基 GaN 外延与功率器件	27
1.3.4 GaN 单晶衬底及垂直型功率器件	34
1.3.5 金刚石材料与器件	45
1.3.6 Ga ₂ O ₃ 外延与器件	50
1.4 小结	58
2 封装模块技术路线图	60
2.1 背景介绍	61
2.2 产品定义	61
2.3 技术/产品发展驱动力综述	62
2.4 关键指标/参数发展趋势	63
2.4.1 结构与尺寸	63
2.4.2 电气性能	65
2.4.3 功率与散热	71
2.4.4 材料与工艺	73
2.4.5 可靠性	79
2.5 小结	81
3 SiC 应用技术路线图	83
3.1 SiC 器件的现状	84
3.2 SiC 器件的发展趋势	84
3.3 SiC 器件应用的整体技术路线	85
3.3.1 SiC 器件和 Si 器件的竞争分析	85
3.3.2 应用驱动力	85
3.3.3 差异化发展	86
3.3.4 共性弱项	87
3.4 SiC 器件在电网应用的技术路线	87
3.4.1 直流输电	87
3.4.2 柔性变电站	88
3.4.3 灵活交流输电	90
3.4.4 光伏	91
3.4.5 固态开关	93
3.5 SiC 器件在电力牵引应用的技术路线	94
3.5.1 简介	94
3.5.2 驱动力	94
3.5.3 对器件要求	95
3.5.4 发展预测	95
3.6 SiC 器件在电动汽车应用的技术路线	97
3.6.1 简介	97
3.6.2 技术/产品发展驱动力	98
3.6.3 对器件要求	100
3.6.4 关键指标/参数发展趋势	101
3.6.5 发展预测	102
3.7 SiC 器件在家用电器和消费类电子应用的技术路线	103
3.7.1 简介	103
3.7.2 家电消费类产品 SiC 应用驱动力综述	104
3.7.3 家电消费类产品 SiC 应用发展趋势	105
3.8 小结	108
4 GaN 应用技术路线图	110
4.1 简介	111
4.1.1 Cascode GaN 晶体管	111
4.1.2 p 型栅 GaN 晶体管	112
4.1.3 绝缘栅结构 GaN 晶体管	113
4.2 应用领域	114
4.2.1 GaN 应用概述	114
4.2.1 服务器电源应用	115
4.2.2 电源适配器	117
4.2.3 电源 PFC 应用	118
4.2.4 高频激光雷达应用	120
4.2.5 信号包络跟踪	121
4.2.6 无线充电	123
4.2.7 车载充电	123
4.3 应用实现的一些必要条件讨论与对策	123
4.3.1 新应用对于 GaN 器件的新要求	123
4.3.2 配套元器件的问题	125
4.3.3 热管理	126
4.3.4 拓扑结构演变	127
4.4 主要性能参数演变的预测	127
4.4.1 效率	127
4.4.2 电源尺寸与功率密度演变	128
4.4.3 成本	129
4.5 风险与相关课题	130
4.5.1 市场与价格	130
4.5.2 面临的难题	131
4.5.3 风险控制建议	133

《第三代半导体电力电子技术路线图》围绕电力电子方向，路线图主要从衬底/外延/器件、封装/模块、SiC 应用、GaN 应用等四个方面展开论述，提出了中国发展第三代半导体电力电子技术的路径建议和对未来产业发展的预测。

第三代半导体是支撑国防军备、5G 移动通信、能源互联网、新能源汽车、轨道交通等产业创新发展和转型升级的重点核心材料和电子元器件，因其在国防安全、智能制造、产业升级、节能减排等国家重大战略需求方面的重要作用，正成为世界各国竞争的技术制高点。未来 5-10 年是全球第三代半导体产业的加速发展期，也是我国能否实现产业自主可控的关键期。

联盟 2016 年就展开了与 IEEE ITRW 的合作，并委派联盟国际分委会参与 ITRW 的工作。2017 年，联盟组织国内大学、科研院所、优势企业的知名院士、学者和专家，成立与 ITRW 对应的中国工作组（包括：衬底/外延/器件、封装模块、碳化硅应用、氮化镓应用等四个工作组），并启动编写中国版《第三代半导体电力电子技术路线图》的编制工作。

一年多来，中国工作组克服了资料缺乏、工作压力大、工作协调繁杂等多方面的困难，通过采取远程会议、专项会议讨论、专家咨询等多种方式，对初稿进行反复修改，在全体工作组成员的共同努力下，中国版《第三代半导体电力电子技术路线图》第一版(2018)终于正式发布，这是我国第三代半导体领域专家学者、企业家关注的一件大事，也是相关学术和产业界具有里程碑意义的幸事。

此次发布的《第三代半导体电力电子技术路线图》将帮助企业把握技术研发和新产品推出的最佳时间，帮助政府更好的明确技术研发战略、重点任务、发展方向和未来市场，集中有限的优势资源为产学研的结合构建平台，能使利益相关方在技术活动中步调一致，减少科研盲目性和重复性，将市场、技术和产品有机结合，为不同创新主体提供合适的技术关联“着力点”。

继电力电子路线图之后，联盟还将陆续组织光电、微波射频等其他应用领域的技术路线图。

激发内生动力 转换发展动能

——第三代半导体光电产业创新发展大会唱响 LED 发展新韵律

2018年8月21日，“第三代半导体光电产业技术创新发展论坛暨第七届中国创新创业大赛国际第三代半导体专业赛东南赛区启动仪式”在南昌圆满召开，让南昌这个在中国半导体照明发展历程中具有特殊意义的城市再次熠熠生辉。

本次会议由第三代半导体产业技术创新战略联盟（CASA）、国家半导体照明工程研发及产业联盟（CSA）、江西省科技厅、南昌市人民政府共同主办，由南昌市科技局、南昌高新区管委会承办，在南昌高新区光电产业联盟的支持下，南昌大学、南昌光谷集团、晶能光电（江西）有限公司的协助下组织召开。科技部高新司原司长、第三代半导体产业技术创新战略联盟指导委员会常务副主任赵玉海，科技部高新技术发展及产业化司副司长曹国英，科技部高新技术发展及产业化司材料处调研员李志农，科技部高技术研究发展中心副主任卞曙光，科技部高技术研究发展中心材料处处长史冬梅，火炬中心高级工程师孙德江，中国科学院院士、中国科学院微电子所研究员刘明，厦门大学校长张荣，江西省科技厅厅长谢光华，南昌市政府副市长杨文斌，南昌市科技局党组书记刘志勇，南昌市科技局局长李淑英，高新区党工委副书记、管委会主任刘德辉，第三代半导体产业技术创新战略联盟理事长吴玲，南昌大学副校长江风益以及来自产业链上下游的近200位代表参加了此次活动。



大会现场

针对目前半导体产业发展的关键瓶颈及引发LED及显示领域广泛关注的热点新技术Micro-LED的量产难题,21日上午大会安排了“Micro-LED产业链核心装备国产化专题研讨会”,刘明院士作为联盟Micro-LED分委员会主任出席会议并致词,第三代半导体产业技术创新战略联盟装备分委会、Micro-LED分委会两个分委会的主要成员从国产装备的新进展、Micro-LED技术及装备路线分析、MOCVD装备的关键技术与产业需求、Micro-LED检测及修复设备需求等方面进行了深入研讨,达成了许多宝贵共识,理出了两个分委会下一步工作的路径和重点。

下午以“激发内生动力 转换发展动能”为主题的第三代半导体光电产业创新发展大会,来自政、产、学、研多个领域的重量级专家领导集中探讨了在当前我国经济结构深度调整的关键时期,如何激发光电产业的内生动力,转换光电产业的发展动能,实现产业

价值链的整体提升。

在会上，刘德辉、曹国英、赵玉海分别致词。刘德辉介绍了南昌在推进第三代半导体产业的进展，特别是我国第一个专门从事LED研究工作的国家级工程中心——国家硅基LED工程技术研究中心，在硅衬底高效氮化镓基蓝色发光二极管技术、黄光及下一代无荧光粉LED照明、新型MOCVD高端设备等技术使我国第三代半导体产业在LED应用领域从跟跑、并跑，上升到了世界领跑地位；晶能光电打破了日本企业对蓝宝石衬底技术的垄断和美国企业对碳化硅衬底半导体照明技术垄断局面，开辟了全球LED产业第三条技术路线，为我国自主核心技术的突破作出了重大贡献。



刘德辉 高新区党工委副书记、管委会主任

曹国英指出，材料强国是科技强国的基础，没有材料强国，科技强国一定是空的。第三代半导体材料是国家材料强国战略中的重

要方向之一，在目前半导体领域竞争日益激烈的国际大环境下，中国材料人要扛起重任，把第三代半导体的材料打造成一个我们的长板。另一方面他表示创新创业大赛弥补我们国家创新广度的不足的缺陷，希望中国创新创业大赛国际能把社会方方面面的创新自愿调动起来，为早日实现材料强国贡献力量。



曹国英 科技部高新技术发展及产业化司副司长

赵玉海指出，光电产业是我国的基础性和先导性产业，对中国产业结构升级的战略意义不断凸显。在我国“十三五”时期国家重点研发计划“战略性先进电子材料”重点专项中，以半导体照明为代表的光电材料是重要内容之一。目前，我国已成为全球最大的半导体照明产品生产和出口地。我国在半导体光电子材料和器件领域与国际先进水平相比处于并跑状态，在市场需求和产业化水平方面处于领跑状态。具有非常好的基础和发展潜力。在当前我国经济结构深度调整的关键时期，进一步激发光电产业的内生动力，转换光

电产业的发展动能，围绕第三代半导体光电材料、装备、器件及创新应用，实现全产业链协同创新和产业集群式、高质量发展，对于实现产业价值链的整体提升意义重大。



赵玉海 科技部高新司原司长、第三代半导体产业技术创新战略联盟指导委员会常务副主任

致词之后，张荣、曹国英、赵玉海、卞曙光、孙德江、谢光华、杨文斌、刘德辉、吴玲共同启动了第七届中国创新创业大赛国际第三代半导体专业赛东南赛区。南昌市科学技术局、南昌高新技术产业开发区管理委员会积极承办了本赛区。大赛将通过大企业命题、专业筛选、投资孵化、产业订单释放，实现产学研深度融合和中小企业融通发展，搭建国际第三代半导体人才交流、科技转化、资本凝聚的创新服务平台，支撑南昌打造全球知名“光电产业基地”。



第七届中国创新创业大赛国际第三代半导体专业赛东南赛区启动仪式

之后的研讨会，深圳第三代半导体研究院副院长、荷兰代尔伏特理工大学教授张国旗做了第三代半导体技术与应用最新进展的报告，南昌大学副校长江风益就半导体照明技术发展趋势做了报告，晶能光电(江西)有限公司副总裁付羿介绍了硅衬底 GaN 基 Micro LED 的潜在工艺优势，中微半导体设备(上海)有限公司高级副总裁杜志游做了第三代半导体装备国产化之路报告，复旦大学教授林燕丹介绍了光健康技术及产业发展，华域视觉科技(上海)有限公司副总经理敖锦龙做了汽车照明创新应用引领新发展报告，国家知识产权局保护协调司汪勇就我国在 LED 行业的专利申请现状及趋势做了报告，三安光电股份有限公司 Micro-LED 研发项目经理吴政就 Micro-LED 显示产业现状及发展趋势做了报告。

主办：第三代半导体产业技术创新战略联盟

电话：010-82388680

传真：010-82388580

地址：北京市海淀区清华东路甲 35 号（中科院半导体所院内 5 号楼 5 层）

邮编：100083