

长三角一体化科创产业融合发展体系研究

王 玥¹, 陈 雯^{2,3}, 安俞静², 陈伊南³

(1. 上海市现代管理研究中心, 上海 200052; 2. 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008;
3. 江苏省苏科创新战略研究院, 南京 210019)

摘 要: 长江三角洲区域一体化发展作为国家战略, 亟需尽快完善区域协同创新体系, 勇当科技产业创新开路先锋, 力争成为全国重要的创新策源地。其中, 如何通过创新链和产业链的深度有效融合, 加快实现创新科技成果的产业化, 汇聚产学研的创新力量, 从根本上消除科技经济“两张皮”的问题, 是长三角区域夯实自身核心竞争力, 代表国家参与国际竞争与合作的有效路径。因此, 本文首先就长三角区域各个城市科创产业融合发展情况进行分析。接着以集成电路产业为例, 聚焦集成电路产业的科创产业融合态势, 对产业基础和优势进行概述, 就其产业链的薄弱点进行梳理, 同时围绕产业链中的问题, 以及今后产业与科技创新发展有效融合的着力点提出建议。最后, 针对长三角区域整体科创产业融合发展提出相应的路径模式。

关键词: 长三角, 一体化, 科创产业融合, 指标体系, 集成电路

1. 引言

党的十九大以来, 党和国家对创新链和科技产业链的双向融合高度重视, 强调创新和科技成果的产业化, 全面推动城市群创新链与科技产业链的协同发展。实现创新链与产业链的双向融合, 是以技术力量推动经济增长的便捷路径, 也是构建科技与经济良性互动关系的现实基础。

当前“逆全球化”潮流不断涌现, 我国产业链不稳定性风险增大, 创新对产业高质量发展的

重要性愈发凸显^[1]。要打破国外产业链重重包围与挤压, 突破口就是“围绕产业链部署创新链”, 关键是推动产业迈上全球价值链中高端。围绕产业链部署创新链, 要对产业的规模性、结构性、自主性、营利性等方面进行全面研判, 在此基础上推动产业调整, 实现产业链高端化。从突如其来的新冠肺炎疫情可以看出, 全球化产业链、供应链的本地化、区域化、链条缩短的趋势将进一步加剧, 我国产业链面临外迁和断链风险^[2]。在疫情防控中, 我国利用5G、大数据、人工智能等技

作者简介: 王 玥, 女, 博士, 副研究员, 上海市现代管理研究中心世界经济研究所副所长, 研究方向为城市区域创新。

陈 雯, 女, 博士, 研究员, 中国科学院南京地理与湖泊研究所区域人文经济地理研究室主任, 研究方向为城市与区域可持续发展、城乡与区域规划。

安俞静, 女, 博士研究生, 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 研究方向为城市区域创新。

陈伊南, 女, 硕士, 江苏省苏科创新战略研究院, 研究方向为产业集群。

项目来源: 中国科协创新战略研究院科研项目“长三角一体化科创产业融合发展体系研究”(项目编号: 2020-pgs-013)。

术来推动疫情诊断、新药研发,利用现有技术储备对相关产业链实施“国家干预”,效果显著。这表明,在国家战略安全、应对突发事件面前,创新除了肩负科学研究、探索真理的重任,还要向产业领域提供高质量的科技供给,将科学知识转化为经济社会价值。

世界新一轮科技革命和产业变革与我国加快转变经济发展方式形成历史性交汇,长江三角洲区域一体化发展作为国家战略,是党中央为完善改革开放新空间布局、建设世界级城市群和打造高质量发展示范区所作出的重大部署。由此,把握新形势、新使命与新要求,长三角区域亟需尽快完善区域协同创新体系,勇当科技产业创新开路先锋,力争成为全国重要的创新策源地。在这其中,科创产业融合发展的有效程度,决定着科技创新产业化的进程,并为长三角区域迅速提升核心创新能力有着重要作用。

因此,本文首先就长三角区域各个城市科创产业融合发展情况进行分析。接着以集成电路产业为例,聚焦于集成电路产业的科创产业融合态势,对产业基础和优势进行概述,就其产业链的薄弱点进行梳理,同时分析产业链中存在的问题以及今后产业与科技创新发展有效融合的着力点。最后,从“提质效”“补短板”和“锻长链”三个方面针对长三角区域整体科创产业融合发展提出相应的路径模式。

2. 长三角科技创新产业融合发展体系分析与构建

2.1 科技创新产业融合发展体系梳理

在科技创新产业融合能力评估方面,目前还没有特别对应的指标体系。鉴于长三角区域承担我国重要的科技创新策源功能,本文主要通过梳理国际和国内具有代表性的科技创新能力评价体系,为构建相应指标体系提供佐证。综合来看,现有指标体系保持一年发布一次的频率,基本都是基于创新条件、创新主体、创新环境和创新成

果等方面进行考察。

《欧洲创新记分牌》(European Innovation Score board, EIS),是根据里斯本策略(Lisbon Strategy)发展而来的综合性创新评价指标体系,由欧盟于2001年创建,用以衡量和比较欧盟成员国并定标一些非欧盟国家(包含美国、日本、中国等)的创新表现^[3]。EIS经历了一系列的修订和完善,已在国际上形成了一定的权威性。欧盟委员会每年都会对《欧洲创新记分牌》采用的指标进行调整,从2001年首份报告发布至2019年,其指标由最初的18个指标修改至27个指标,根据当年的创新总指数得分,EIS将成员国划分为创新领先国、创新强国、中等创新国和适度创新国。2019年EIS的指标体系涵盖十大领域,包括人力资源、研究体系、创新友好型环境、金融支持、企业投资、创新者、创新协作联系、知识资产、就业影响和销售影响。

《全球创新指数》(The global innovation index, GII),由世界知识产权组织发布,指标体系包含创新投入、创新产出两项一级要素,由制度、人力资源和研究与开发、基础设施、市场成熟度、商业成熟度、知识技术产出和创新输出等7个二级创新类目构成。基于以上指标,GI对全球100多个国家/地区的创新能力进行综合和单项指标的评价,并以此分析各国家优势与发展不足。

《全球竞争力报告》(Global Competitiveness report, GCR),由世界经济论坛从1979年开始发布,以此反映全球主要国家/地区在国际上的相对竞争力和潜在经济增长能力。GCR由3大一级指标(基本条件指数、效率增强指数、创新与先进因素指数)及其所属的12个指标(制度、基础设施、宏观经济环境、高等教育与培训、技术成熟度、市场规模、企业先进性等)聚合而成。GCR利用国家发展阶段理论,考虑所测度国家(地区)经济发展所处不同阶段因素,将国家(地区)划分为要素驱动、效率驱动和创新驱动3个发展阶段进行评估测度。

《国家创新指数报告》，由中国科学技术发展战略研究院自2011年起发布，主要用于评价世界主要国家的创新能力，力图通过逐年评价与国际对比来监测我国建设创新型国家的进程，为实施国家创新发展战略提供支持信息。该报告综合设计了创新资源、知识创造、企业创新、创新绩效、创新环境5个一级指标和33个二级指标，以此对所选国家的综合排名及一级指标的单项排名做出分析。

《中国区域创新能力评价报告》，由中国科技发展战略研究小组联合中国科学院大学中国创新创业管理研究中心共同发布，是以中国区域创新体系建设为主题的综合性、连续性年度研究报告，已连续20年对全国31个省（区、市）创新能力进行评价分析。基于政府统计调查，该报告建立了包含知识创造能力、知识获取能力、企业创新能力、创新环境和创新经济绩效5个子系统的监测指标体系，共囊括124个监测指标。

2.2 长三角科技创新产业融合发展体系指标构建与选取

从上文中主要科技创新发展指标可以看出，大多数指标体系主要基于“创新投入-创新产出-创新影响”思路，全流程评估科技创新发展情况。基于此，将长三角作为跨城市区域系统，综合构建出以创新投入（包含创新才能与创新财力），创新产出（创新水平）和创新影响（社会贡献和创新潜能）为主线的区域科创产业融合发展指标体系。此外，已有指标大多局限于省域尺度或部分经济发达城市，无法整体刻画城市尺度的区域创新格局，因此，需要借鉴大数据挖掘技术，聚焦于城市单元，构建较为全面、客观的科技创新产业融合发展体系（表1）。

城市科技创新系统可看作创新资源投入与产出的生态系统，其中创新投入是系统运作的基础，对创新生产过程与创新能力的提高具有重要支撑作用。广义上看，创新投入是产生创新成

表1 长三角科创产业融合发展体系指标

目标层	系统层	指标层	指标来源
科创产业融合发展体系	创新才能	百万人中高等院校在校生数量（人/百万人）	统计年鉴
		国家级众创空间数量（家）、国家级科技企业孵化器数量（家）	网络搜索
		受高等教育劳动力需求比重（%）、百万人拥有高等院校数量（所/百万人）、百万人拥有高新技术企业数量（家/百万人）、百万人拥有科技型中小企业数量（家/百万人）	大数据挖掘
	创新财力	R&D开发投入占GDP的比重（%）、科学技术财政支出占地方财政支出的比重（%）	统计年鉴
	创新水平	百万人发明专利授权数（件/百万人）	统计年鉴
		百万人拥有PCT专利申请数（件/百万人）、百万人商标有效注册量（件/百万人）	大数据挖掘
	社会贡献	社会劳动生产率（万元/人）、高新技术产业增加值占工业增加值的比重（%）、环境口碑指数（%）、节能环保产业活跃度指数（%）	大数据挖掘
	创新潜能	公共教育经费占财政支出的比例（%）、千人接入互联网用户数（户/千人） 公路交通便捷度（%）、科技人员对科创环境满意度（%）、 民营经济增加值占地区生产总值的比重（%）、中小板上市企业数（家）	统计年鉴 大数据挖掘

注：统计年鉴数据获取于2019年《上海统计年鉴》《江苏统计年鉴》《浙江统计年鉴》和《安徽统计年鉴》；网络数据来源于“科技部火炬中心官网”，搜索至2019年；其他数据信息来源于2861大数据平台，搜索至2019年。

果、带动区域经济超越简单再生产和扩大再生产的创新要素和社会要素的总和,包括创新人员、创新平台、创新主体、创新财力等在内的创新资源。本研究选取创新才能(受高等教育劳动力需求比重、百万人拥有高等院校数量、百万人中等高等院校在校生数量、百万人拥有高新技术企业数量、百万人拥有科技型中小企业数量、众创空间及科技企业孵化器数量)、创新财力(R&D投入占GDP比重、科技财政支出占地方财政支出比重)两项指标层来综合反映城市科技创新投入的比例及质量。

创新产出与创新投入相对应,是城市对知识进行生产,将其转化为新技术、新工艺、新产品与新服务,并以此带动提升区域社会经济生产水平的能力。基于科创产业融合发展视角,城市创新产出基本涵盖两方面内容,即知识、技术创新能力及其带来的社会经济效益。可通过创新水平(百万人发明专利、PTC专利授权、百万人商标有效注册量)和社会贡献(社会劳动生产率、高新技术产业增加值占工业增加值的比重、环境口碑指数与节能环保产业活跃度指数)两大类目进行表征。

创新潜能是基于当前创新水平与创新环境,衡量城市科技创新活力和可持续发展能力的评价指标。城市的科技创新发展离不开人才的作用,有保障的教育支出和浓厚的文化氛围会有助于培养更多的优秀人才,进而提升创新主体数量。同时,开放、包容、活跃的创新氛围也是创新发展的重要因素。本研究综合选取公共教育经费占财政支出比重、千人接入互联网用户数、公路交通便捷度、科技人员对科创环境满意度、民营经济增加值占GDP比重与中小板上市企业数量,构建了创新潜能评价的指标层。

研究方法上,由于各个指标的单位、量纲、数量级都不同,为统一标准,本文首先对原始数据进行无量纲化处理。其次,为尽量减少和避免权重确定过程中的主观因素及某些客观局限,选用熵权法对各指标进行赋权,在此基础上利用加

权求和方法对科技创新产业融合发展体系进行测度评价,进一步运用差异化指数和空间分析方法,对长三角区域城市间科创产业融合及创新空间格局展开测度。

2.3 长三角城市科技创新产业融合发展测度

首先,从全域视角来看(图1),上海、杭州、苏州、南京四市的科创产业融合发展指数均高于0.9,科创产业融合程度远远高于其他城市,处于长三角第一梯队;江苏、浙江省部分城市及安徽合肥的科创产业融合指数高于0.2,科创产业融合程度处于中等水平,为第二梯队,上海的科创产业融合发展指数为1.065,在人才培养、科技进步与产业升级等方面具备一定的主导地位。杭州、苏州、南京紧随其后,指数均高于0.9。其次,位于第二梯队的13个城市中,指数介于0.210~0.458,均值为0.294,科创产业融合发展处于较高水平的均衡状态,在长三角区域整体具有一定优势。第三梯队中城市数量最多,指数低于0.2的城市达到24个,且数值分布极不均衡,介于0.029~0.181范围内,均值为0.093,科创产业融合发展水平较低,城市间差异较大。

其次,基于省域视角,江苏省科创产业融合发展活力较高,整体平均值达到0.33,城市间变异系数为0.83,城市间科创活力发展水平不一。浙江省紧随其后,科创发展的省域平均值为0.28,变异系数达到0.86,各城市科创产业融合发展存在一定差距。安徽省科创产业融合发展指数均值最低且城市间差异最大,省域城市间变异系数达到1.01,2018年,合肥市科创产业融合发展指数为0.458,是排名最后宿州(0.029)的16倍。

由此可见,长三角科创融合发展整体呈现出以上海、杭州、苏州、南京等核心城市构成的多极化中心,沿沪宁、沪杭线向外依次扩散的分布格局,排名前十的城市多以苏南、浙北城市为主,且主要集中于上海大都市圈范围内。长三角东部及东南区域科创融合水平最高,沿

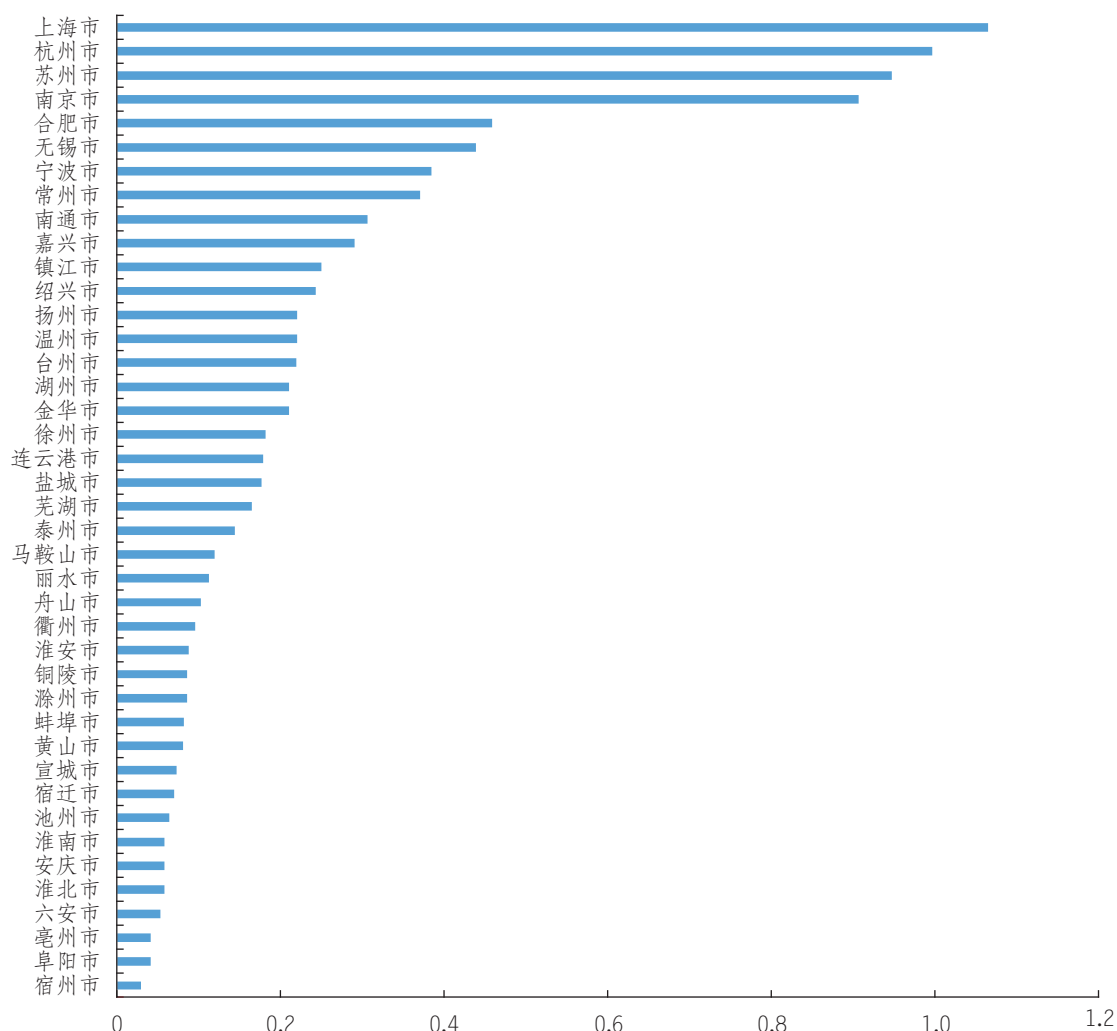


图1 2018年长三角区域各城市科创融合发展指数排名

“东南-西北”方向，创新发展水平依次降低，西北部边界城市的科创发展最低，创新实力有待提升。

3. 长三角区域集成电路科技创新产业融合发展分析

集成电路作为科技创新的核心领域，在城市高质量创新发展中起着关键作用，是把握城市科技命脉的产业。长三角已成为我国集成电路产业基础最扎实、产业链最完整、技术最先进的区域之一，2020年，长三角地区集成电路产量共计为1306.59亿块，占全国总产量近52%^[4]。因此，选取集成电路产业作为长三角区域内典型案例，可以自下而上，较为具体地反映出科技创新与产业融

合发展的程度。

3.1 产业基础与优势

以城市产业集聚能级来看，上海是整个长三角地区集成电路产业的龙头。2019年上海集成电路产业规模达到了1706亿元，同比增速达17%，引领全国城市集成电路产业发展^[5]。近年来，上海先后启动华力二期、中芯南方、中国电子特色工艺等一批集成电路重大项目建设。

2020年，江苏集成电路总产值超过2000亿元，产量达到836.5亿块，芯片设计增长较快，增长率达到30%。其中，无锡集成电路产业规模达到989亿元，位列全国第二^[6]。浙江省2017年提出积极发展集成电路设计业的目标，杭州是首批7个

国家集成电路产业设计基地之一，集聚了包括士兰微、杭州国芯、华澜微等优秀的设计企业。宁波拥有国内首个特色工艺基地、全国唯一集成电路特色小镇，即芯港小镇，引进中芯宁波、普莱玛半导体等特色项目。2020年，浙江省集成电路产业销售额达到1168亿元，同比增长49.6%^[7]。安徽合肥是全国最大家电制造基地，有全国规模最大、产业链最完整的新型显示产业基地，良好的

产业基础吸引了包括联发科、群联电子、Arm、杰发科技等集成电路龙头企业入住，2020年，合肥集成电路产量是7.31亿块，增长了11.7%^[8]。

3.2 产业链布局

集成电路产业链主要可分为核心产业链和支撑产业链^[9]（图2）。核心产业链首先是IC（Integrated circuit）设计（上游环节），包含逻

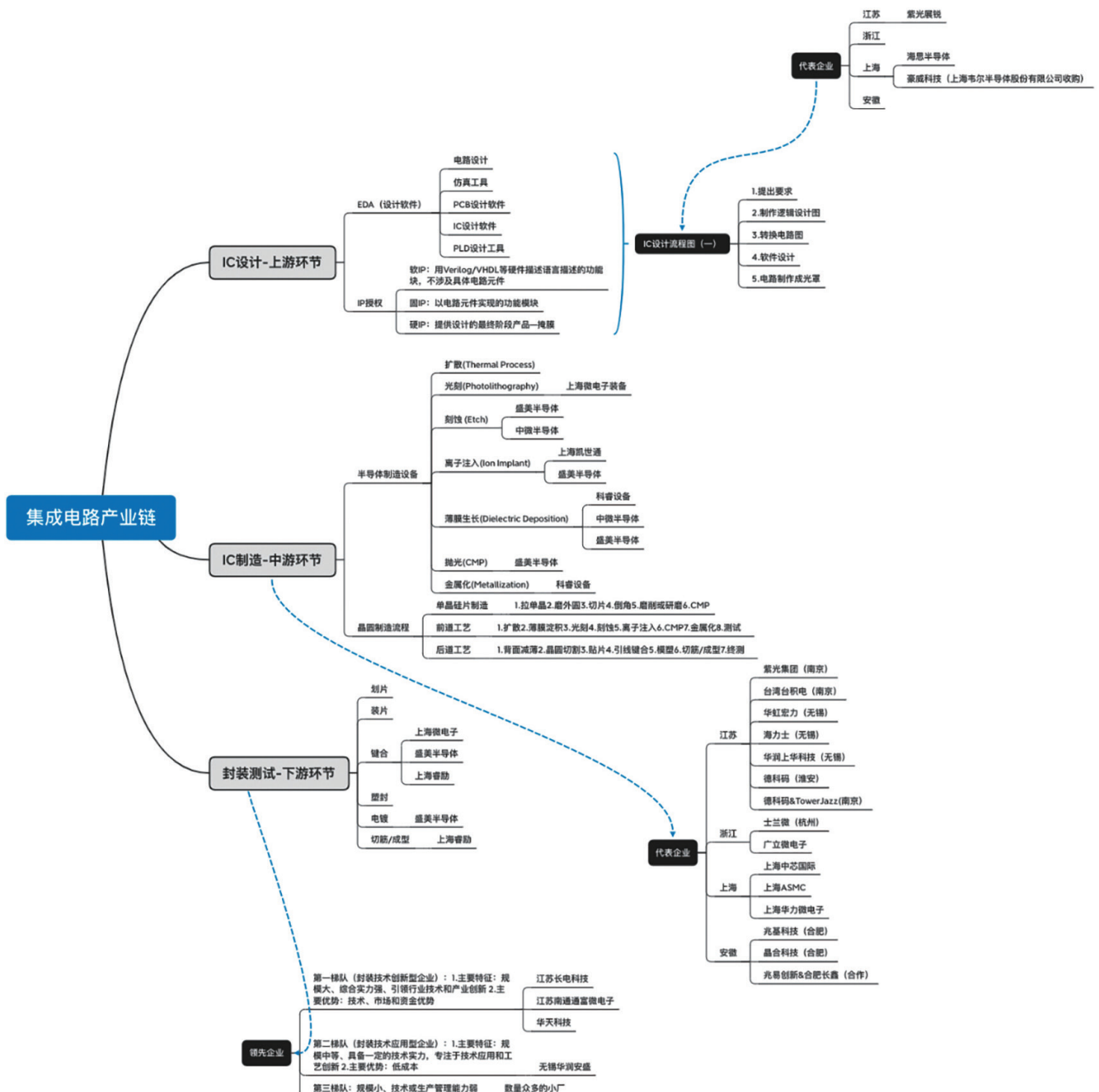


图2 长三角区域集成电路产业链

辑芯片、存储芯片、处理器芯片、模拟芯片等。IC设计环节研发费用高，具有较高的技术壁垒，加之高昂的流片成本，导致对资本的要求较高。近年来，中国芯片设计产业在提升自给率、政策支持、规格升级与创新应用等要素的驱动下，凭借庞大的下游应用市场，成长进步较快。高端方面，华为海思已经成为全球前十大的芯片设计公司，在工艺上处于全球第一梯队。在5G芯片市场，全球目前共有5家可以提供5G基带芯片：华为海思、紫光展锐、三星、高通和联发科，中国大陆占据两家。中低端方面，中国芯片设计企业产品涵盖了射频芯片、触控芯片、闪存芯片、存储芯片、蓝牙芯片、显示芯片等多个种类，在部分领域已经处于全球领先状态。

其次是IC制造（中游环节），包括IC制造设备（晶圆处理设备、封装设备、测试设备、厂务设施设备、掩模版制造设备、光罩及晶圆片制造设备）和晶圆制造（晶圆加工）。IC制造是集成电路产业链中的核心环节，属于典型的资金密集型、技术密集型行业，制造业的高低直接影响集成电路行业的先进程度。从产量看，台积电处于绝对领先优势，2019年底的市场占有率超过50%。此外三星占19%，中芯国际占5%左右^[10]。随着中芯国际14nm工艺的量产，目前已经可以生产满足大部分行业中低端应用的产品。但是在高端芯片的制造上，与世界先进水平差距较大。

最后是IC封装测试（下游环节），包括IC封装和IC测试。相较于设计和制造环节，封装测试附加值较低，劳动密集度高，技术壁垒也相对较低。目前，中国大陆、中国台湾以及美国在全球封测市场中三足鼎立，2020年所占据的市场份额近30%^[11]，其中封测领域的代表企业长电科技已经位居全球第三，并发布了世界上首个超宽频双极化5G毫米波无线芯片晶圆级集成封装工艺。由此可见，集成电路产业链中IC设计环节成长较为迅速，但在IC制造环节中还缺乏高端产品，而IC封测环节则已逐步进入高端市场。

支撑产业链包括IC设备和IC材料环节。其中，IC设备供应市场壁垒高筑和市场垄断并存，是我国集成电路行业被“卡脖子”最严重的领域。IC设备是位居IC产业链的上游基础子产业，设计、制造、封测全产业链都需要设备，可以说支撑整个IC产业发展。在所有设备中，EDA工具、IP核和EUV光刻机又是重中之重。从商业角度来看，EDA行业存在高度垄断，美国的Synopsys，Cadence以及西门子收购的Mentor，垄断了全球的市场份额，而中国与世界先进水平差距仍然巨大。国内现有华大九天和国微思尔从事EDA工具开发，被产业界寄予厚望。此外，芯片设计公司通过购买成熟可靠的IP授权，就可实现芯片中的各种特定功能，从而无需对芯片每个细节都自行完成设计。目前，全球IP核供应商主要包括ARM（英国）、Synopsys（美国）、Cadence（美国）、CEVA（以色列）、Rambus（美国）等。2019年全球前十大供应商份额合计达到78.1%，其中唯一的中国企业芯原微电子排名第七，占比1.8%^[10]。EUV光刻机被誉为半导体产业“皇冠上的明珠”，上海微电子研制的90nm高端步进扫描投影光刻机已完成整机集成测试，并在客户生产线上进行了工艺试验，然而仍与先进水平差距较大，例如荷兰ASML的7nm精度EUV光刻机整体有13个子系统，由数十万个零部件组成。

IC材料是产业链中细分领域最多的环节，贯穿集成电路晶圆制造、前道工艺（芯片制造）、后道工艺（封装）整个过程，另外涉及的应用包括硅晶圆、光掩膜、光刻胶及附属产品、溅射靶材四大关键材料，在该领域日本厂商占有绝对优势。我国集成电路关键材料培育了一批具备一定国际竞争力的骨干企业，例如，大硅片生产有沪硅集团、上海超硅等12寸生产线；光刻胶生产有北京科华、南大光电和上海新阳等；湿法电子化学品进步很大，涌现出江苏晶瑞、多氟多等优秀公司；江丰电子

的溅射靶材、安集微电子的抛光液等已经通过大生产线认证进入批量销售，打入国内外先进芯片厂供应链。与此同时，硅片国产化率低于10%，靶材、封装基板、电子气体、光刻胶等仍然处于起步阶段。由此，我国的IC设备环节仍然任重道远，IC材料环节也只是初露头角。

3.3 产业链建设中存在问题

集成电路产业链上游环节被发达国家制约。集成电路产业上游主要为设备及材料，目前我国集成电路设备及材料进口依赖度极高，尤其在先进工艺或制程领域，基本完全依赖于进口。近年来，欧美等发达国家虽不再提及《瓦森纳协定》对我国集成电路行业发展的制约，但以美国为首的半导体产业发达国家在设备端及材料端仍给予较强的制约。日本在半导体各类材料中处于领导地位，美国材料企业在CMP研磨液等领域处于龙头地位，国内半导体材料的发展处于起步阶段。集成电路生产的一些关键设备仍需要依靠国外进口，如光刻机、离子注入机、量测设备、SoC测试机、PECVD等。

制造环节技术相对落后世界领先水平1~2代。在芯片制造环节，中国大陆企业的实力相对较弱。目前国内晶圆代工龙头企业中芯国际可实现14nm量产，而台积电已经掌握了7nm甚至5nm工艺。这意味着中芯国际在技术上与对手至少存在着1~2代的差距。而在规模体量与市场份额上，中芯国际更是与台积电存在10倍以上的差距。

落后产能存在过剩风险。在国家及地方政府大力扶持集成电路产业的背景之下，由于封测技术难度相对较低，部分落后工艺得到了政府的相关政策和资金支持，进而纷纷投产，相关企业数量及落后产能不断增加，但由于封测行业上下游客户之间黏性较高，且拥有完整生产工艺的企业获取订单能力更强，使得落后产能企业面临较高的生存风险。

企业规模有限，投资压力较大。集成电路行业不仅是技术密集型、人才密集型行业，同时更是资本密集型行业，除芯片设计环节，在芯片制造及封测环节，均需要企业长期投入巨额资金，一方面是购买生产所需的高价设备，一方面为保持先进工艺投入的大量研发费用。

领军人才及高端团队匮乏。芯片产业发展最终取决于人才，资本投资并不能弥补领军人物、平台级企业缺失的核心问题。而人才的培养需要长期的积累，由于国内集成电路高端制造业较国际领先水平起步较晚，所以在相关领域内的领军人才及高端团队储备不足。

企业和高校产学研脱节严重。目前，相关研发机构与封测产业链企业相互间的交流少，缺乏有效的沟通、协调和合作，使得一些科研成果的产业化进程缓慢。而且，有的科研机构仅停留在理论层面，其实际技术水平还跟不上国内大企业的产业技术，缺乏技术创新；而国内一些大企业由于近几年加大了对国外技术的引进与消化，面向市场的研发能力增强，但又缺乏理论层面的提升，由此形成了产学研脱节情况。

有效共享研发平台匮乏。由于国内集成电路封测企业总体技术落后、未成规模，而先进技术又被国外的少数领军企业所垄断，整体上受制于人。共享研发平台的缺乏正是长三角集成电路封测企业的弱势所在，也是核心技术发展缓慢的关键所在。中国集成电路封测产业要追求自主创新，要突破“卡脖子”技术，根本之道在于能否建立一个“立足实践应用、重在成果转化”的共享研发平台来整合国内外优势资源，联合攻关集成电路封测产业领域的关键共性技术。

3.4 长三角集成电路产业与技术未来发展着力点

加强基础研究，有的放矢地攻克产业关键核心技术难关。重点进行纳米级集成电路的不断演进，类脑芯片、模拟智能芯片等关键共性芯片的基础研究。把握世界集成电路发展大趋势，基于

“成熟一项、启动一项”原则，充分发挥企业主体作用，发挥科研院所、高校与企业协同作用，积极推进布局一批集成电路重大科技基础工程。在产业关键技术研发方面，聚焦核心芯片、EDA设计工具、先进的逻辑制作和特色制造工艺、异质集成、系统级封装、第三代半导体成套技术、重点集成电路装备与材料等领域，以解决影响当前发展和产业链安全的核心技术为重点，部署和开展创新研发工作，取得一批具有自主知识产权的重大成果。

利用市场优势，在“国内国际双循环”中补链、强链。中国既是全球最大的消费电子产品生产国，又是全球最大的消费电子产品使用国，还是全球最大的消费电子产品出口国。此外，终端需求市场的需求增长是另外一个关键的助推要素。从全球经验来看，任何一个国家都无法独立完成集成电路全产业链配套。即便是美国，生产7nm及以下工艺的芯片，需要购买荷兰ASML最先进的光刻机，也需要请台积电做代工。解决“卡脖子”问题不能靠大而全，而是要靠建立局部优势，在高端制造、关键设备和核心原材料上补链、强链。鼓励理性参与国际并购，重点考虑项目落地的可行性，以期通过资本运作引入国外先进技术与高端人才，推进产业发展。

突出颠覆性技术创新力量，战略谋划新“赛道”。随着集成电路工艺尺寸微缩接近物理极限，基于传统半导体材料的器件性能、芯片集成密度、能效的提升均进入瓶颈阶段，新的推动力将来源于下一代新材料的引入及应用。例如，以氮化镓（GaN）和碳化硅（SiC）为代表的第三代半导体的性价比优势逐渐显现并正在打开应用市场，基于芯粒（chiplet）的模块化设计方法或将实现异构集成，有望为探索延续摩尔定律开辟新的可能。总之，颠覆性技术使得原来的技术生命出现断裂，进而可能形成新的跑道，也将成为集成电路产业关注的重点和争夺的关口。

发挥领军封测企业和终端用户引领作用。环

氧塑封料是集成电路封测的关键支撑材料，国内塑封料近年来取得了重要发展，但仍然存在核心技术相对薄弱、应用考核手段不足、原材料供应欠缺等问题。因此，领军封测企业应加大对国内塑封料供应商的扶持，积极打开验证窗口，给予国产塑封材料更多试验和使用的机会，进而提升集成电路全产业链核心竞争力。此外，下游环节的封装设备已几乎被进口品牌垄断，例如日本Disco垄断了全球80%以上的封装关键设备减薄机和划片机市场^[11]。一直以来，封装设备行业关注度低，整体上封装设备缺乏产业政策培育，未来可给予国内封测设备企业更多的试错机会。

4. 长三角区域提升科技创新产业融合成效的路径模式

4.1 提质效：围绕产业链布局创新链推动科创产业融合

以共建应用技术研发平台推动集成电路产业强链。长三角区域集成电路产业成绩斐然，在封装测试和芯片设计方面已具备国际竞争力，然而，在处理器等高端芯片、模拟芯片、光器件、配套材料和工艺、EDA/IP和软件方面与国际先进水平相比，差距依然十分显著。此外，长三角区域还缺乏类似于三星、高通、英特尔等具有国际竞争力和影响力的龙头企业。考虑到高端设计与制造是长三角区域集成电路中最容易受到技术封锁影响的产业链环节，因此，可以学习借鉴美国斯坦福OTL模式、台湾工研院以及我国深圳先进院等成功经验，打破高校、科研院所、企业的壁垒，共建一批新型集成电路应用技术研发促进实体，共同推进科技成果转化，将其定位于介于政府机构与企业之间性质的非营利事业单位，或者称为公益类财团法人，既不是传统的孵化器，也不是制造业创新中心，其主要任务是通过多方主体联合攻克关键核心技术，生产知识产权产品，解决应用技术有效供给不足问题。

以拓展应用场景融合推动人工智能产业延链。人工智能是一个支撑技术，服务于各个细分领域。与其他产业类似的是它也需要同类企业的聚集，形成上下游产业链；与其他产业不同的是，人工智能技术服务于其他行业，需要嵌入其他产业才能落地^[12]。它需要足够丰富的落地场景和关键数据，而场景的开放或营造就成为人工智能发展的关键。因此，长三角区域需要以更加开放的姿态，在学术交流、数据共享、技术研发、人才培养等方面建好平台，加快场景塑造，推动新技术、新产品、新模式在长三角区域率先运用。

以综合性创新手段推动生物医药产业补链。2020年，长三角地区医药制造业营业收入占全国比重29%，比2015年提高了近5个百分点^[13]。《2020生物医药产业园区百强榜》显示，长三角三省一市共上榜31个园区，说明长三角区域在生物医药行业占据着重要地位。现有支持政策大多聚焦于生物医药产业中的关键环节，包括研发、临床试验和产业化，且往往偏向于大型生物医药企业。然而，这些环节对于中小企业来说则具有更大的风险性和不确定性，因此，产业政策的规模化导向并不利于中小生物医药企业的科创活力迸发，使得资源过度集中于大企业，最终导致产业组织结构扭曲。此外，生物医药扶持手段往往依靠地方财政支撑，容易导致重复建设和区域恶性竞争^[14]，因此，应适当考虑在提供创新券、引入社会资本金融支持、合作科技中介机构等方面加强力度。

4.2 补短板：以关键核心技术联合攻关提升科创产业融合成效

积极开展关键核心技术联合攻关。关键核心技术要不来、买不来、讨不来，完全靠市场自发力量在一定时期内也存在着较大的不确定性。因此，长三角区域应集中力量，协同攻关，通过编制“十四五”专项规划，打破行政区划分束缚，

统筹配置科创和产业资源要素。聚焦集成电路、生物医药、人工智能等重点领域和关键环节，尽早取得突破性成果。

短期内战略性延后部分技术和产业的国产化发展。对于那些因为基础科研薄弱而中长期内都难以补上短板、国内也有基本替代品、也并非关系重大国计民生和“卡脖子”的技术领域，尤其是这些技术供给可从友好或较为友好国家得到较有保障供给的情况下，短期内可以战略性延后国产化发展。比如，掘进机主轴承，也是我国技术短板，但供给方主要来自一些较为友好的国家，那当下可先暂不投入太多的资源物力去研发，进而集中优势资源攻关更紧迫的技术瓶颈。

依托发展工业设计形成新型融合机制。工业设计是将应用技术、专利和知识产权变成实际产品和服务的最后环节，是实现制造向创造转变的重要一步。在数字经济时代，工业设计的重要性进一步凸显，已经成为全球创新发展的强大驱动力。因此，应将工业设计作为推动科创产业融合发展的突破口，为推动产业制造转型升级探索一条新路。完善工业设计产业发展生态，布局工业设计产业链，引进一批工业设计龙头企业，加强国际合作，培养本土工业设计企业。

4.3 锻长链：以科技成果引领科创产业融合成效加速

充分利用已有科创成果加速科创产业深度融合。联合科技部，在三省一市科技主管部门定期协商机制基础上，确立国家与地方联动指导协调机制，在推动区域政策互通、资源整合，加快推进科技资源区域流动，推动国家级科技资源在长三角区域开放共享中发挥关键作用。以打造长三角创新共同体为目的，启动长三角科技资源共享服务平台建设，通过在各城市建立服务分中心，不断畅通资源与企业的服务渠道，形成“研发-技术-人才-市场-服务”的创新链条。此外，通过市场化手段吸纳科技服务机构和科技中介机构，

提供跨区域科技服务。依托长三角研究性大学联盟,逐步向产业界、科技界融合延伸,通过跨学科、跨业界联合的方式积极申报和承担国家重大研究项目,进一步实现联动协同、优势互补。

集中优势资源做大做强一批长板技术。科技创新的理想层面,是要跳出已有窠臼,敢于开辟新路,做从0到1的原创性突破性创新。不管是自己的原创技术,还是模仿追赶后实行超越而领先的技术,都要力争有强大的不可替代性。因此,长三角区域需仔细排摸已有的科技基础与成果,积极发展一批不可或缺的长板技术,并持续保持领先优势和不可替代性,促成新技术快速大规模应用和迭代升级,加速科技成果向现实生产力转化。

注重优势科技成果的原始创新突破。科技本意即是技术和科学不可分家,所有的技术长板,比如光刻机和手机射频芯片,表面上是工艺差距,底层是很多基础科学的差距。因此,当科技成果具有一定优势时,对于相关科学技术的创新链更要注重源头的原始创新突破,继而在竞争对手追赶时可以因为基础科研上的突破而在技术层面上另辟新径,寻求新的竞争跑道,再次获得新发优势。

责任编辑:董阳 校对:刘香钰 李琦

参考文献

- [1] 盛朝迅.我国产业链供应链风险日益凸显[J].改革内参.2021(15):3-5.
- [2] 戴奎早.推进中国产业链现代化[J].区域经济评论.2021(2):7-9.
- [3] 贺茂斌,任福君.国外典型科技创新中心评价指标体系对比研究[J].今日科苑.2021(3):1-8.
- [4] 连俊翔,陶欣卓.数说长三角:八座城市跻身万亿俱乐部!中国最活跃的城市群三年来干了点啥[N].(2021-11-3)[2021-12-17].<https://www.jfdaily.com/news/detail?id=419170>.
- [5] 张云伟.上海集成电路产业特色园区补链与

强链对策建议[J].科学发展.2021(4):25-30.

[6] 张宣.集成电路产业:从“芯”出发看“苏式”路径[N].(2021-3-19)[2021-12-17].<http://www.jskj.com/xpaper/news/72191/75562/80438-1.shtml>.

[7] 林倩梅.2020年浙江集成电路产业销售规模破千亿,“两极多点”产业格局逐步形成[N].(2021-6-19)[2021-12-17].https://m.21jingji.com/article/20210619/herald/ca1ee045f6b30700906cd2d662b80753_zaker.html.

[8] 方佳伟.安徽加快培育“国际范”集成电路产业聚集区[N].(2021-8-10)[2021-12-17].http://yдах.china.com.cn/2021-08/10/content_41641699.html.

[9] 陈超.“十四五”时期我国集成电路产业发展的现状与趋势[J].经济展望.2020(增刊):2-13.

[10] 中国电子节能技术协会集成电路专业委员会.2020年全球集成电路产业发展报告[R].(2019-12)[2021-12-17].<https://www.cet.com.cn/xwsd/2747473.shtml>.

[11] 张依依.好消息!国内半导体封装测试行业景气显著上行[N].(2020-11-18)[2021-12-17].<http://www.cena.com.cn/semi/20201118/109501.html>.

[12] 德勤.中国人工智能产业白皮书2018[R].(2018-11)[2021-08-09].<https://www2.deloitte.com/cn/zh/pages/about-deloitte/articles/pr-hangzhou-innovation-forum-ai-white-paper.html>.

[13] 陈佳莹,夏丹,施力维.三问数据背后的“热力图”:从长三角四大重点产业看世界级产业集群打造[N].(2021-8-30)[2021-12-17].http://zjrb.zjol.com.cn/html/2021-08/30/content_3468627.htm?div=-1.

[14] 熊世伟,曩谦.提升上海产业链现代化水平,强化高端产业引领功能[J].科学发展.2021(10):14-23.

Research on the integrated development system of sci-tech and innovation industry in the Yangtze River Delta, China

Wang Yue¹, Chen Wen^{2,3}, An Yujing², Chen Yinan³

(1. Modern Management Centre, Shanghai 200052, China; 2. Nanjing Institute of Geography and Liminology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China; 3. Jiangsu Academy of Innovation Strategy, Nanjing 210019, China)

Abstract: As a national strategy, the regional integration in the Yangtze River Delta is urgent to improve the regional collaborative innovation system, fight to be the pioneer of sci-tech and innovation industry, and strive to become an important source of innovation in the whole country. Thereinto, how to accelerate the industrialization of innovative scientific and technological achievements through the deep and effective integration of the innovation chains and the industrial chains, converge the innovative forces of industry, university and research, and fundamentally eliminate the problem of "two skins" in the science and technology economy is one of the effective solutions for the Yangtze River Delta to consolidate its core competitiveness and participate in international competition and cooperation on behalf of the country. Thus, this article first analyzes the integration and development status of sci-tech and innovation industries across various cities in the Yangtze River Delta. Next, taking the integrated circuit (IC) industry as an example, the article focuses on the integration trend of the sci-tech and innovation industry and outlines the industrial base and advantages. It also sorts out the weaknesses in the industrial chain, and addresses the problems in the industrial chain, as well as the future suggestions for development. Finally, a corresponding path model is proposed for the integrated development of the overall sci-tech and innovation industry in the Yangtze River Delta.

Key words: Yangtze River Delta; integration; integration of sci-tech and innovation industries; index system; integrated circuits

(上接第13页)

Research on the construction of dynamic monitoring index system of "three cities and one district" in Beijing

Kou Mingting¹, Cheng Min¹, Yang Yuanqi¹, Zhang Li²

(1. School of Economics and Management, University of Science and Technology, Beijing 100083, China;
2. National Academy of Innovation Strategy, CAST, Beijing 100038, China)

Abstract: The construction of Beijing's "three cities and one district" dynamic monitoring index system is of far-reaching significance for guiding Beijing to build the main platform of the national science and technology innovation center at the present stage. It is also important to promote the interaction between industry, university and research, the coordinated development of the north and south areas in Beijing, and further realize the strategic adjustment on talents as well as the upgrading and transformation of industrial structure. Based on the planning and development status of "three cities and one district" and the horizontal comparison of related planning areas, this paper combs the theoretical and practical research of domestic and foreign innovation index systems, and combines the common indicators and characteristic indicators to build a dynamic monitoring index system to evaluate the completion of the planning objectives of "three cities and one district". Specifically, the common indicators are determined with reference to the construction principles of typical innovation capability index systems, and the characteristic indicators of each region are based on their strategic positioning and development planning. At the same time, the coordinated linkage of "three cities and one district" is considered. The dynamic monitoring framework of "three cities and one district" in Beijing can comprehensively reflect the level of innovation capabilities of the planned area, and provide a new reference for the analysis of the advantages and disadvantages of Beijing's innovation and the evaluation of completion degree.

Key words: "three cities and one district"; innovation ability; dynamic monitoring; common indicators; characteristic indicators