

把握新兴技术产业化机遇

——跨越技术创新达尔文之海

在科学技术高度综合化、日益复杂化的背景下,新兴技术及产业也日益呈现融合性特征。所谓新兴技术及产业的融合性,是指当代新兴技术及产业的发展往往来自不同领域技术知识的高度融合、不同产业形态的高度融合、技术创新与商业模式创新的高度融合。在这种背景下,新兴技术产业化必然越来越呈现出群落式衍生、生态式进化特点。所谓群落式衍生,是指当代新兴技术并非单独萌生、一枝独秀,而是以群落形式集中涌现。也就是说,新兴技术被一群一群地发明,而这些新技术之间相互关联、相互支撑。所谓生态式进化,是指新兴技术在发展进化的过程中,与其他新兴技术、技术应用基础和环境、技术应用场景及市场,甚至技术的制度体系等协同进化。也就是说,新兴技术发展进化需要社会公共基础设施、相应物质条件等支持,也需要市场需求及市场给予的各种回馈拉动,还需要知识产权、技术知识伦理及规制等保障。因而,新兴技术研发及产业化是个复杂的系统过程。同时,由于科学技术越来越复杂,特别是基于信息技术革命衍生的“数据驱动”的类脑性技术呈现先发优势特征,而基于数字化技术的复杂问题解决方案,有可能使我们找到若干重要领域的底层原理,进而有可能形成“赢者通吃”的格局,使得把握新兴技术产业化先机的竞争越来越激烈。而在新兴技术研发及产业化进化过程中,存在着由多个环节、多种类型“门槛”(如知识信息门槛、系统性资金投入门槛、风险承担能力等门槛)构成的所谓的“达尔文之海”(Darwinian Sea)。因而,必须对新兴技术进化及产业化过程进行系统分析和筹划,才能进而抢占全球战略新兴产业制高点。

5.1 新兴技术产业化的理论模型

5.1.1 新兴技术产业化及达尔文之海

1. 新兴技术产业化

1) 新兴技术产业化的概念

新兴技术产业化是指将新兴技术成果在产业中应用,将其拓展为新兴产业的过程。由于新兴技术成果来自科学研究产生的新知识,故新兴技术产业化的本质是技术知识驱动,也就是说,以一系列的科技创新(尤其是催生突破性原创技术或颠覆性创新技术)为驱动力,加之持续系统的相关开发和支持活动,将新兴技术转化为产品及商品,进而拓展为新兴产业。

2) 新兴技术产业化的性质

新兴技术产业化来自科学研究和技术开发的延展,但其超越了科学研究和技术开发的范围。科学研究和技术开发是科技创新活动,主要是科技人员的任务,主要活动可以在企业内部或者在一系列合作主体构成的网络中形成,然而新兴技术产业化是经济活动,需要消费者或顾客、政府及中介等多元主体的参与及支持,必须在更为广泛,甚至没有边界的市场中实现。如果说科技创新活动可以通过组织机制完成,即由特定主体(如领军企业)牵头,构建一个网络化的合作组织协同承担科技创新任务,而新兴技术产业化不仅跨越了不同性质的活动(科技创新活动和经济活动),还必须引入一系列不确定性的竞争性市场主体参与(如顾客、投资人、中介服务者等),因此必须通过社会机制来完成。

社会机制是动员多元不确定社会主体参与特定活动的基础性机制。为什么新兴技术产业化需要社会机制,或者说,为什么新兴技术产业化需要吸引不确定社会主体参与? 因为新兴技术产业化极为复杂,绝大多数情境下的技术开发并不适合持续承担新兴技术成果转化任务。首先,对绝大多数新兴技术开发主体而言,哪些主体会对新兴技术成果产生投资意愿,进而愿意承担风险将其转化为产品或商品,技术开发主体

难以在自己熟悉的圈子内找到投资人,甚至难以确认在有效时空内找到的一定是最好,或者是满意的投资人。因此,需要通过公开的社会机制寻找适宜的投资主体。其次,对新兴技术产品开发及经营主体而言,哪些主体会(消费者或顾客)对新兴技术会产生需求?不通过公开的市场机制就会不得而知。

社会机制首先包括动力机制,是指调动多元主体参与特定活动的动力,例如,新兴技术产业化虽然具有很高的风险和不确定性,但其一旦成功便能获得超额垄断利润,进而形成多元主体(投资人、中介等)参与新兴技术产业化工作的动力;同时,新兴技术产业化具有强烈的外溢性,能够扩大就业、创造税收,进而成为政府支持和推动新兴技术产业化的动力。其次,社会机制包含整合机制,即通过利益纽带整合和协调多元主体,促使社会个体、社会群体组成有机整体。最后,社会机制通过公开竞争选择多元主体,因而包含激励机制,能够有效促使多元主体的行为方式与不同阶段的创新主导者保持一致;当然,社会机制还包括控制和保障机制,通过合作者契约和法治维系合作秩序,同时维护多元主体的权益。

因此,新兴技术产业化是个社会系统工程。其不仅通过新兴技术成果的持续开发形成可持续发展的新兴产业,还会带动社会技术体制的变革和转型,同时具有长期性、融合性、动态性和高风险性等特征。

3) 新兴技术产业化的路径

基于实践的视角,新兴技术产业化主要有三种形式或路径:第一,将基于科学新发现的新知识进行组合性开发,使之转化为新兴技术,并进而拓展为新兴技术产品及产业,如华为公司对 Polar 码技术方案进行持续开发,将其拓展为 5G 技术及产业;第二,将新兴技术成果应用在现有产业,使之升级为新兴产业,如特斯拉公司将数字技术应用到汽车制造,使传统汽车制造产业升级为智能制造或数字化制造新兴产业;第三,将新兴技术成果与商业模式创新融合,孕育出一个新的产业形态或新兴产业。基于新兴技术成果转化形成新兴产业的三条路径,如图 5-1 所示。

2. 新兴技术产业化过程

图 4-4 描述了新兴技术的进化过程,其中,AC 段是新兴技术研发的发现探索和研究阶段,这一阶段对应跨越新兴技术研发的“死亡之谷”,而行动和竞争阶段,则可以理解为新兴技术成果的产业化阶段。也就是说,当提出新兴技术方案或构想(AB 段)+完成新兴技术原型开发(BC 段)以后,便可以认为新兴技术已经存在,尽管其开发工作

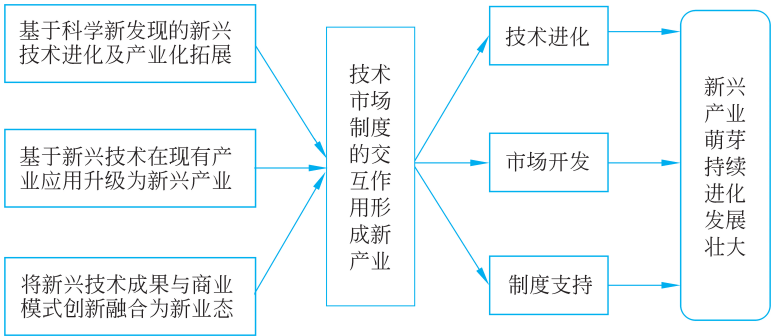


图 5-1 基于新兴技术成果转化的新兴产业形成路径

并未彻底完成(还需要将技术原型转化为新兴技术产品或技术体系)。具有现实应用条件和相对明确应用场景的技术原型存在以后的工作,都可以理解是新兴技术成果的转化。为了阐释便利,我们将图 4-4 中研发工作结束以后的工作列于图 5-2 中。

1) 新兴技术产业化的三个阶段

按照上述理解及图 5-2 所示,新兴技术成果转化工作由三个阶段构成:第一阶段,新兴技术原型转为新兴技术产品或技术体系,对应图 4-4 或图 5-2 中的 CD 段,这个阶段兼有研发和成果转化的双重活动特征,其目标是形成可以被市场接受的技术产品或技术体系,并能够上升为主导设计或技术标准。第二阶段,将新兴技术产品推向市场,成为被市场接受并具有市场竞争力的商品,对应图 4-4 或图 5-2 中的 DE 段,主要是技术产品的商业化或市场开发,尽管其中可能包含对技术产品的适当改进,但主体技术开发工作已经在前一个阶段完成,该阶段的主要任务是市场开发。创新理论研究中,有人将 CE 段称为“达尔文之海”,主要是强调科技成果转化之难,犹如跨越茫茫大海。当然,也有人从更广泛的视角定义科技成果转化之难,将 AE 从新兴技术方案构建开始,到新兴技术产品商业化实现的整个过程中所需要应对的各种风险和阻碍,都称为“达尔文之海”。我们这里取相对狭义的定义,将与 CE 段对应的新兴技术产品化、新兴技术产品商业化两个更直接的科技成果转化过程中的风险,定义为“达尔文之海”。第三阶段,新兴技术产品扩散升级为新兴技术产业阶段,对应图 5-2 的 EF 段,主要任务是使新兴技术成果迅速扩散,形成由先行企业带动、众多后发企业跟进的新兴产业体系或产业集聚。

2) 新兴技术产业化三阶段的主要任务

关于新兴技术原型转为新兴技术产品或技术体系阶段的主要任务及活动特征,已

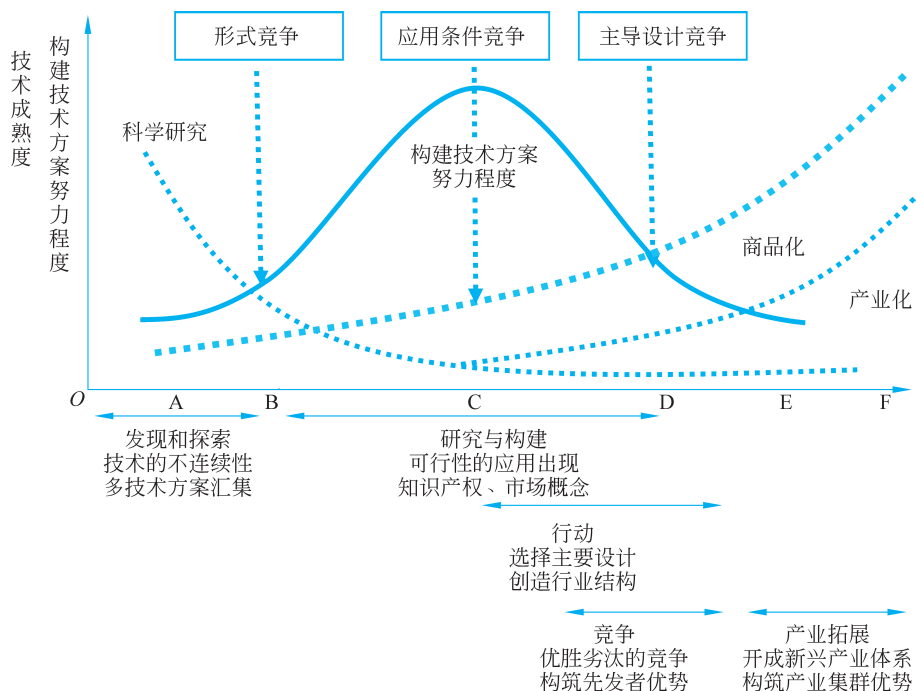


图 5-2 新兴技术成果的转化过程

经在第4章做过阐述,这里不再重复介绍。这里重点介绍后两个阶段的主要任务。

(1) 将新兴技术产品推向市场(DE段)。

产品技术的主导设计形成以后,真正意义上的技术研发已经结束,将进入产品设计及商品化拓展阶段。这个阶段对应图4-4的DE段,融合了行动后半部分和竞争两个发展阶段。这个阶段产品将推向市场实际应用,故此时活动的参与主体不单是企业,还有政府等相关机构。其实,在绝大多数新兴技术研发的过程中,政府已经介入其中给予支持和帮助,当然也包括通过规制对新兴技术做出选择,如违背政府发展战略和方向、违背科学伦理的技术不能发展进化,也不能在实践中应用等。对一些相对简单、战略意义并不显著的新兴技术而言,到了产品推向市场阶段,政府一定会通过规制及提供公共产品形式参与其中。故该阶段的主要任务,既包括企业等市场主体应该承担的任务,也包括政府等公共主体应该承担的任务。

第一,完成产品设计及商品落地,这主要是企业的任务。在行动阶段的后半部分,主要任务是将技术研发阶段形成的行业主导设计,即被行业广泛认可的产品技术体系,在经过多轮市场调研并得到客户普遍确认的基础上,将新兴技术产品真正在市场

落地,使其转化为能够被市场接受的商品。这是一个产品设计与开发人员、市场调研和销售人员、原料采购及供应链保障人员等协同联动的过程。对主导技术开发的企业而言,只有产品变成商品,才能真正实现市场价值,创新成果才能获得市场回报。

第二,通过竞争确认市场引领者,这主要是企业的任务,政府需要提供相关规制及公平竞争的环境。产品面世以后,企业既要征得客户的认同,又要接受同行的竞争,这是企业基本的商业规律,也是企业成长的必要环节。通过优胜劣汰的市场竞争,具有竞争优势的企业持续发展并形成领先优势,而没有市场竞争力的企业则遭到淘汰。由于这个阶段技术方案已经转化为商品,实际的竞争内容不再是技术方案的优劣,而是应用技术方案获取市场价值的竞争。经济发展实践表明,掌握最先进的产品技术方案,并不意味着一定能够获得市场领先优势。因为,市场竞争的内容非常广泛,既涉及企业自身的经营管理,也涉及与技术方案应用相关的商业生态系统等,还会受到政治力量等非经济因素的干预。此时,政府需要提供相关规制,确保公平竞争的市场环境。

第三,在维护公平竞争的同时,营造良好的商业生态,这主要是政府等相关公共主体的任务。首先,一个新兴技术产品走向市场,特别是当代复杂技术的背景下,不仅产品本身在技术性能上满足客户功能要求,往往还需要社会公共基础设施的支撑。比如,无人驾驶技术、人工智能技术、大模型技术等,都需要在 5G 公共网络平台上运行,而 5G 公共网络平台属于公共产品或公共基础设施,需要政府提前提供,这是良好商业生态的重要内容之一。其次,新兴技术产品在市场上面世,往往还需要社会规制及规则保障,如无人驾驶技术产品在市场应用,需要政府通过法规界定其使用过程中发生意外情况需要由谁承担责任,如果这样的法规没有明确,新兴技术产品就难以真正使用。最后,构建和完善支持企业对新兴技术产品进行持续改进和升级、企业正常运营和发展的生态环境,让社会及时提供企业需要的公共知识和各种人才,为企业各种人才创造良好条件,使他们在住房、子女教学、健康等多方面得到公共服务体系的保障。

值得注意的是,新技术产品往往会在市场上进行示范推广的过程中暴露出很多风险。如技术产品开发完成之后,一般要经历较长的示范推广阶段,初始工作往往是示范。示范是“包含特定技术项目在现实环境中以全规模或接近全规模,通过检验和展示以促进创新、影响政策”的特殊阶段,这个阶段同时会爆发技术风险、市场风险和社会风险等。以技术风险为例,可能出现产品技术性能在实践环境中表现不稳定的情况,特别是初期面世的技术产品。市场风险主要指技术产品性能不能满足消费者预期、预估的市场不等于现实市场等。新兴技术产品得到市场验证以后,便要将主要精

力放在市场推广上。所谓市场推广是产品通过示范后已经被一批早期受众接纳,但还需要产业界和公共部门的共同努力,让产品被大众用户接纳的过程。创新经济学将新兴技术产品的示范推广阶段称为“达尔文之海”(当然,也有学者对达尔文之海给出更为宽泛的描述,后文将详细阐述),寓意新兴技术产品市场化推广过程中的技术风险和市场风险就像在平静的海面之下潜涌的涡流。此时,新技术容易因成本太高、缺乏资金支持、不满足规模化真实运行需求而失败。即使示范成功进入推广阶段,也可能因为成本高昂和综合性能不够全面,无法有效应对市场竞争。另外,企业等新兴技术创新主体还要面对既有制度风险和利益竞争风险等。根据 LexisNexis IPlytics 编制的专利指数,全球 5G 专利数量排名中国华为公司名列第一,美国高通公司位居第二,韩国三星公司排名第三,而和华为一样作为 5G 标准的最大贡献者的爱立信(Ericsson)和诺基亚则位列第四和第五。而 QYResearch 调研团队最新报告“全球 5G 应用和服务市场报告 2023—2029”显示,预计 2029 年全球 5G 应用和服务市场规模将达到 6.6 亿美元,未来几年的年复合增长率(CAGR)为 28.6%。2022 年全球范围内 5G 应用和服务生产商市场份额排名,爱立信公司名列榜首,中国华为公司名列第二,之后是诺基亚、中国移动等公司,全球前五大 5G 技术运营厂商占大约 33.0%的市场份额。专利数量最多、技术水平最高的华为公司之所以未能实现市场份额第一,主要原因在于政治因素干预了华为 5G 技术在欧洲的应用。

(2) 将新兴技术及产品拓展为产业(EF 段)。

将新兴技术产品拓展为产业,既是先进技术及产品的扩散问题,也是新兴产业的培育问题。在这个发展阶段,作为市场主体的企业就是在公平竞争的市场环境下发展自己;而产业培育和拓展任务,更多体现在公共主体的政府身上。综合两个视角,政府等主体在新兴技术产品拓展为产业的过程中完成以下重要任务。

第一,使开发及经营新兴技术及产品的企业获得良性发展。开发及经营新兴技术及产品的企业是新兴产业的“星星之火”,必须维系及保持这个“星星之火”健康成长,才能形成“扩散”的根基和源泉,并最终形成“燎原”之势。首先,开发及经营新兴技术及产品的企业是创新主导者,而创新本身不仅要承担巨大风险,还具有巨大的社会外溢效应,应该得到社会,特别是政府在公共基础设施、知识产权保护等方面的支持;同时,开发及经营新兴技术及产品的企业开创的是幼稚产业,需要政府在引导初始消费及开拓利基市场、税收优惠等方面给予支持。当然,创新型企业获得良性发展的最根本保障是持续发扬企业家精神,以面对困难敢于挑战的坚定意志,以追求卓越和创造

本身带来的快乐之境界,开创一个新的商业领域,开创一个崭新的市场。

第二,在新兴技术产品扩散的过程中引导和推动专业化分工。当新兴技术及产品面世并获得超额垄断利润以后,必然有相关企业跟进。跟进企业主要以三种形式步入市场:一是对先行创新性企业技术和产品的模仿,包括在知识产权保护不力的环境中“违法”模仿,也包括绕开知识产权保护的“合法”模仿;二是以专业化零部件为突破口,做先行创新性企业的供应商;三是发挥自身优势,代理销售先行创新性企业产品及服务等。这个发展阶段,对应于技术及产品扩散的早期采纳者及早期大多数期间,如图 5-3 所示。在这个阶段,一方面要鼓励公平的市场竞争,既要维护先行企业的知识产权不受侵犯,保护创新的利益;同时,也要同等扶持以合法方式进入市场的后发企业,破除垄断等抑制产业创新和发展的行为。另一方面,要积极推动和引导不同类型

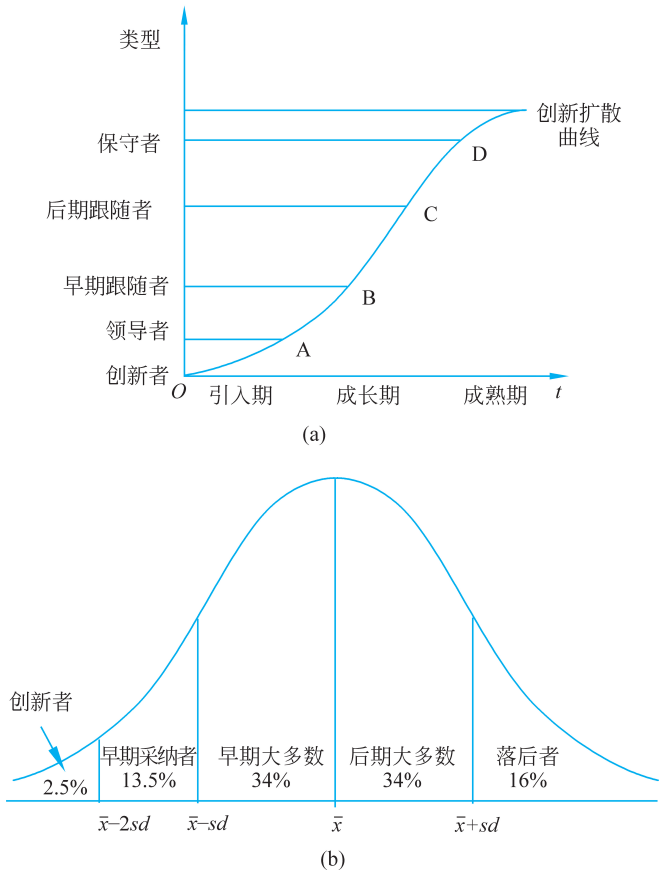


图 5-3 新兴技术及产品扩散曲线

企业之间的专业化分工,促进企业以专业化走向高端化、以专业化构建合作网络,进而推动产业规模逐步扩大。

第三,在新兴产业孕育和成长的过程中培育良好的产业创新生态。新兴产业的发展和繁荣从根本上取决于培育起适宜的产业创新生态系统。首先,产业创新生态并非能够依靠政府意志主观构建,必须尊重产业本身的发展和演化规律,尊重企业等市场主体的自主、自由发展权力,在“构建”和“演化”动态过程中寻找平衡。也就是说,在新兴产业萌芽阶段,要更多尊重企业的自主探索行为,更多注重维护市场的公平市场秩序,更多尊重产业按照自身规律的“演化”;在产业形成一定规模以后,特别是形成一定规模的企业聚集和专业化分工以后,政府可以依据其战略意图对产业发展做出扶持和引导,当然,这种引导也应该以市场为配置资源的决定性力量,同时也要尊重客观规律。其次,适时引导企业建立行业合作及自律组织,引导产业内部形成发挥不同企业各自专业化优势的供应链、创新链、价值链等合作网络或体系,并以其作为产业创新生态的核心支撑。最后,支持创新型企业及整个产业捕捉重大发展机遇,如开拓国际市场、开展国际合作、加入国际贸易等合作组织等,推动新兴产业融入全球产业分工体系,并在全球竞争中不断提升国际竞争力。

3) 新兴技术产业化的成功案例分析

(1) 案例介绍。

20世纪80年代,伴随国家推动大学进行科技成果转化,同济大学引导学校的一些企业到校外的赤峰路办公,同时,同济大学建筑设计等专业的一些学生和老师在学校周边开起了小型设计服务公司,这是“环同济研发设计服务特色产业”自由生长的萌芽。

进入20世纪90年代,伴随中国改革开放的深入,特别是城市化与房地产业快速发展,为同济大学城市规划与建筑设计学科及周边相关产业带来巨大发展机遇。1996—2002年,在同济大学周围的赤峰路形成了长860米左右的“现代设计一条街”。这些企业大多来自个人创业,自发创立、自由发展。到了2007年,赤峰路“现代设计一条街”上聚集了大小建筑设计类企业500家左右,总产值达到10亿元人民币左右。

2007年,恰逢同济大学建校100周年。2005—2006年,同济大学筹办百年校庆,遇到校园周边环境整治问题。然而,学校周边环境属于杨浦区管辖。早在2000年,杨浦区就出台了《关于依托高校优势推进杨浦经济和社会发展的决定》,上海市杨浦区委、区政府坚定把推动“校区、园区、社区”联动,依靠高校科技成果转化、发展新兴产业

作为重要战略。杨浦区委、区政府主动出资帮助学校整治周边环境,同济大学领导班子也希望借助百年校庆探索更好地服务地方经济发展的新路子。在这种背景下,时任同济大学校长万钢推动同济大学与杨浦区联手制定《环同济知识经济圈总体规划纲要》。在这份纲要中,明确了环同济知识经济圈的发展定位:发展成为设计产业聚集区,成为上海设计之都的核心区。在这种背景下,杨浦区政府不仅为赤峰路的设计企业开辟一门式服务,为创新企业开辟绿色通道,还启动了同济大学另一侧的国康路改建(动迁国康路原来的工厂,按照设计产业发展需要建造高质量办公楼),为各类设计企业提供良好的办公场地。杨浦区政府面向企业推出的服务政策具体包括设专职联络员,协助企业解决财税、资金、法律、知识产权等方面问题,新创企业开业费由 2800 元减免为 380 元,同时,提供房租低廉的办公场所等。

在环同济知识经济圈发展定位和各种政策感召下,经历两年左右,到 2010 年,环同济大学便形成了一个年产值 30 亿元左右的设计产业带。作为国内建筑工程设计领域首屈一指的高校,同济大学对很多建筑设计企业无疑具有巨大的吸引力。在同济大学周边办公,有以下几点好处:一是可以聘请同济大学的教授担任顾问,为其重大项目助力、“站台”;二是利用同济大学的人才优势,可以雇用同济大学相关专业的学生“实习”,帮助企业快速完成“绘图”等技术性工作;三是享受同济大学建筑设计品牌的外溢效应,便捷地“遇见”到同济大学寻找建筑规划合作的外地机构;四是大量的高素质设计机构集聚,便于行业内资源的整合和共享等。国康路办公大楼的逐步交付,吸引了一批原本在上海找不到合适办公地址的设计院所迁入,特别是上海市政工程设计总院、上海邮电设计院、同济建筑设计院、同济规划设计院、中建国际设计有限公司等龙头企业的迁入,使环同济知识经济圈快速成型。到了 2015 年前后,环同济知识经济圈聚集各类设计企业 2200 多家,真正成了上海设计之都的核心区。2015 年,环同济知识经济圈实现总产值达到 300 亿元人民币,2016 年达到 380 亿元。

到了 2018 年,《环同济知识经济圈总体规划纲要》实施 10 年以后,环同济知识经济圈年产值已经达到 415 亿元。实际上,经过 10 多年的自由萌发,又经过 10 多年政府引导和推动,一个以设计为主的新兴知识产业已经拥有 2000 多家企业,产值达到 400 多亿元。此时,环同济知识经济圈已经在不知不觉中形成了良好的创新生态。2015 年以后,建设设计产业开始由高峰下滑。实际上,很多在位企业已经开始转型,由传统的房地产设计逐步向街区设计、功能园区设计转型;同时,依托建设规划和设计学科的各类企业快速发展,不论是它们的增加税收、创造就业等宏观社会效应,还是个人