中国改革报 CHINA REFORM DAILY
2019.01.10 星期四
本版编辑：闫 娜 Email：whzk619@163.com 热线：(010)56805161

因循规律市场导向 突破科技成果到产业化的藩篱

写在前面 习近平总书记在2018年两院院士大会上明确提出，要加大应用基础研究力度，以推动重大科技项目为抓手，打通“最后一公里”，拆除阻碍产业化的“篱笆墙”，疏通应用基础研究和产业化连接的快车道，促进创新链和产业链精准对接，加快科研成果从样品到产品再到商品的转化，把科技成果充分应用到现代化事业中去。

我国改革开放40年已经进入到了实践“科学技术是第一生产力”的关键阶段。国务院及相关部委近年来不断出台利好政策措施，推动科技成果实现产业化，培养经济发展新动能，这关乎我国产业发展转型升级，实体经济提质增效。这也是对我国科技界的集体大考，打通科技成果产业化将会创造不可计数的新产业、激发各种新模式、产生新业态，释放出数以百万计的博士、硕士等人才活力，其意义和影响深远。

但多年来，科技成果产业化难的问题长期存在，科技成果产业化的规律是什么？如何才能破除“篱笆墙”，打通产业化“最后一公里”？为此，本报今日选登长期从事在科技成果产业化一线的科技工作者、姜大川副教授提出的“科技成果转化存在后发劣势”“成果产业化认识的南北极关系”“科技成果产业化路径管理”等颇为新颖的观点，旨在通过他的思考及实践，为推动科技成果产业化的改革与发展提供启发和借鉴。

姜大川 大工（青岛）新能源材料技术研究院有限公司总经理，大连理工大学材料学院副教授，从事科技成果产业化十余年，有较丰富的经历、经验和教训。以510万注册资本金起步，采用高度市场化、博士后创新创业方式运营研究院。不到4年间，研究院达到50人规模，收入超过7000万元，利润超过500万元，纳税近300万元，探索出基于环链结构的科技成果产业化经验路径化，孵化出多家博士后创业公司。其中，蓝光晶科硅材料有限公司成立第二年收入达到2000万元，利润超200万元，产品已出口韩国、欧洲，成为细分市场的龙头企业。大工（青岛）研究院所做的探索被山东省深改委命名为科技成果产业化的“大工模式”，并作为典型案例上报中央深改委。

□ 姜大川

科技成果产业化是国家产业发展的原动力，也是科学技术作为第一生产力的直接体现。改革开放40年来，我国在科技和产业两个维度上同时发力，快速发展，取得了举世瞩目的成绩。科技方面不但科研论文、专利数量达到了世界领先，尤其今年在CNS（Science、Nature、Cell）全球三大顶级科研期刊上文章迭出，在量子通信、超级计算机等领域领先世界；产业方面已具有全球最完备的产业体系，在众多细分领域达到全球第一的产业规模，我国成为全球第二大经济实体。

从经济发展角度来看，科技和产业属于不同阶段。前者重投入探索未知，后者重产出服务当下，但二者也有内在联系。科技可以转化为产业，是产业升级发展的动力源，产业的生命力就是技术不断提升所带来的效率和利润的持续增加，而科技成果产业化就是连接科技与产业的纽带，每一个经营主体（小到公司、大到国家）都需要这个纽带持续输送具有竞争力的产业技术，才能够不断保持技术及产业领先。至今以来，所有有影响力的公司和发达国家无一不通过或谋求通过创新及转化来实现持久的竞争力，因此能否建立创新体系具有持久创新转化能力是一个经营主体深入发达的基础。

科技、成果转化、产业化本是一个顺承的过程，但在经济全球化的今天，各个环节在不同阶段的经营主体上却存在严重的发展不同步性。发达国家或行业领军公司始终依靠科技成果产业化的不断迭代维持发展，形成了符合其发展特征的成果转化体系及配套软硬环境，这些体系反过来又促进了成果的转化，形成了良性的促进。但发展中国家或追随型公司，更注重产业化的“拿来主义”和科研上的单点突破，因为有成熟的产品做参考，在显性的科研和产业上具有后发优势，可以快速实现对标发展，但在隐性的成果转化方面缺乏相应积累，发展严重滞后，普遍存在“只知其然不知其所以然”的问题，反而存在后发劣势（如图1所示），当达到一定规模且无可对标时就会出现迷失发展方向、盲目扩大规模、低水平重复建设等诸多问题，落入经营实体的“中等收入陷阱”。

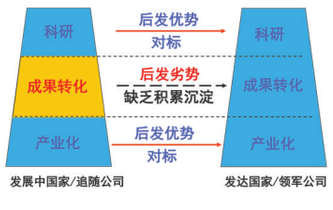

图1 不同阶段国家或公司在科技成果产业化的优势差异

科技成果产业化难是世界性问题，但不同国家、不同公司难的原因、阶段和解决方式各不相同，不能一概而论，需要从自身基础出发，遵循成果产业化规律，找到突破点才能探索出解决的道路。

一、因循规律——科技成果产业化具有内在逻辑

科技到产业化的过程从表象上看是将科研形成成果并应用到实际中，但实质而言是具有创新性、甚至不成熟的想法或技术得到消费者的采纳并主动使用，这个过程并不是通过提升消费者科学素养来接纳不成熟，而是靠提高成果成熟度和简单度来适应消费者。因此，已不是简单的科学技术传播，而是深刻渗透到了消费市场的性能、价格、可靠度、效率等一般市场规律中来。从单一的技术创新发展成为一个综合的消费产品的规律就是科技成果产业化的内在逻辑，美国的科技产业就是在不断重复和完善这个规律，并实现了与之配套的投资、熟化环境、人才乃至法律。但我国更多的是在国外产品基础上的继承和发展，真正实现技术到应用全过程的，更多集中在军工等国家命脉领域，但命脉领域往往集中资源不计成本，与民用领域科技应用有根本性的不同。“知识及创意是点（零维），技术及成果是线（一维），产品及商品是面（二维），产业化是体（三维）”，成果产业化的过程是一个维度不断丰富、系统化集成化不断提高的过程，已经远不是单一的技术能够涵盖的，但这些特点具有隐蔽性，只有实际经历过科技成果产业化的过程人才有切身的体会。当前社会普遍将科技成果产业化过程等同于科技成果进入产业，是被严重的简单化了。

科技成果领域众多、形式多样，解决其产业化的问题既需要克服共性难题又需要解决个性问题，我国科技成果产业化在结构特征、发展阶段、外部能力需求等具有共性特征，只有因循规律才能找到解决问题的办法。

1.1 我国科技成果和产业化的结构特征

我国改革开放是从计划逐步走向市场的过程，不同领域处于不同的发展阶段。产业化所处的经济领域已经完全进入到了市场化阶段，商品销售取决于市场的认可程度，但科研领域仍旧是以政府为主体投入的计划领域，从国家到地方层面上有科技项目规划和对应的投入。近5年来，财政投入占我国R&D总投入的比例在47%–49.6%之间，考虑到企业R&D实际研发投入的有效性，财政投入占社会研发投入的比例远超过50%，是主要研发投入来源。

我国科技成果产业化中的科技成果主要在计划环境下产生，产业化需要在市场环境下得到认可，这个过程处在计划和市场两个不同维度的环境下，两者根本就不通畅。

计划环境下，在立项之初就需要明确各类目标及经费使用科目等，立项验收指标以申请单位或申请人自我提出为主，评审环节往往从技术先进性、研究基础及财务合理性上进行审查，无法来自于真实的市场需求，直接导致后期项目执行过程中，可顺顺利利的完成目标，但因缺乏市场认可而产业化失败。

真正获得市场认可的产品立足点一定是解决市场需求痛点，找到细分领域客户，并不断满足客户要求，形成客户黏性才能成功。由于客户预期的多样性与不确定性，成果是无法通过简单的类比和宏观分析来得到的，更无法在设计之初就确定一个完美产品并实施，因此产业化过程一定是一个磕磕绊绊走向成功的过程。

1.2 科技成果到产业化的发展阶段

科技成果产业化头和尾处于不同的维度，因此他们不是简单的顺承关系。其可以分为科技成果、科技临床、产业化三个阶段，科技临床类似于医学临床，需要若干期才能够实现产业化，科技临床要解决成果的成熟性、稳定性、系统性等问题，实现成果的市场价值成为具有规模化意义的商品，才能进入产业化阶段。

但科技临床阶段并没有得到足够的认识和重视。目前，按做科研项目的计划性思维不行，按完全市场化的思维也不行，作为计划和市场的衔接阶段，需要将成果从计划向市场的交割，要求成果持有人或者换思想（市场思维）或者换人（市场人员），由于缺乏信任和认识共识，这种交割很难实现，加上缺失科技临床规律，实质性的导致了科技成果和产业化长期存在供需两旺中不畅的局面，形成了转化的死亡之谷。

由于缺乏对科技临床阶段的科学认知，科技成果方和投资方（企业方）进入临床阶段后，面对成果不能如预期实现产业化的原因，在理解上普遍存在“南北极关系”（如图2所示），即对无法产业化的共同现象认识截然相反。成果方认为资本方的资金和配套支撑不到位阻碍产业化，投资方则认为是成果本身存在问题导致无法产业化。“科技临床阶段的南北极关系”是个特殊又普遍的现象，可以形象地描述成既被成果产业化所困惑，但又无可奈何的双方。

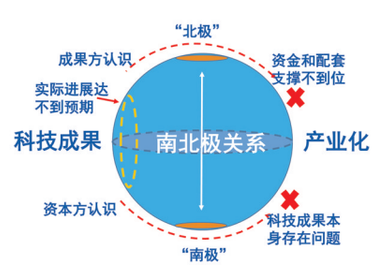

图2 科技临床阶段成果和资本双方认证的南北极关系

1.3 推动转化的中介组织需要的能力

科技临床需要实现一维（成果）向二维（商品）和三维（产业化）的过度，但这不是一个简单地将科技方和成果方对接，而是要嵌入丰富的功能化要素，补足成果的非技术短板，方能进入市场实现产业化。该阶段的工作当前主要由科技中介组织承担，但随着对科技临床阶段的认识深入，中介组织存在初级、中级、高级三种不同的阶段，相应的对其能力要求也不断提高。

1.3.1 初级阶段：平台型成果转化组织

科技成果转化初级阶段的机构类型主要为平台型。平台型机构起到了类似婚介所的作用，将原本没有接触的科技成果方与资本方通过平台建立联系，解决了科技及市场的信息不对称问题。成果方和投资方确定合作意向后，平台的主要工作即完成，没有实质进入到科技临床阶段，成果方和投资方自行探索科技临床出路，具有很大的偶然和不确定性，转化成功率很低。

1.3.2 中级阶段：结构型成果转化组织

科技成果仅具有转化的潜质，但在走入市场成为商品过程中尚缺乏稳定性、一致性、生产体系、管理体系等诸多要素，很多科技成果最终无法实现产业化，并不是成果本身有问题，而是要素无法支撑，即便是汽车领域中具有引领和革命性意义的特斯拉，也曾因配件集成标准高、生产合格率低而制约大规模商业化。因此，注重科技成果的产品性是其产业化的关键，这个阶段已超过科技成果方的认知范围，需要专业的结构型组织去补充，指导科技成果走向产业化。

结构型组织特征是让成果持有人专注技术，由机构负责匹配管理、组织生产、推动市场等，又可被称为嵌入式孵化、生态网络孵化等，有些新型研发组织已经进入了结构型阶段，比如中科院西光所、大工（青岛）研究院等，这些新型研发机构更加注重科技成果的生命力而不是数量，实施关注市场化的持续培育，展现出了不同于初级平台型组织的活力和持久力。

1.3.3 高级阶段：技术型成果转化组织

尽管结构型组织实现了科技成果的产业化，但受制于经历和资源所限，其成果产业化的数量是有限的。要突破数量的受限瓶颈，实现规模化的转化，结构型组织显然力不从心。基于集聚产业化要素并将其科学化的技术型组织是其发展的高级阶段，技术型组织针对科技临床阶段的共性问题，具有科学的教学和培养体系，并可批量培养输出成果产业化人才。

技术型组织的核心是将结构型组织成功实施的科技成果产业化规律科学化，并通过方法论加以固化，使之具有规模化转化的软硬件基础。目前，尚没有机构达到技术型组织的阶段，进入该阶段的成果转化机构亦或成为科技成果产业化这个新型领域的企业。

二、市场导向——由链到环，是推动科技成果产业化的动力源

科技成果如何遴选，哪些科技成果可以实现产品化？由于我国在科技临床阶段尚未形成有效的软硬件支撑体系，在当前和相当一段时间内，对标前沿、单点突破的技术无法实质性获得其他方面的补充和发展，进而形成商品，更多的应该在现有工业产业基础上进行提升，通过解决现在产品问题及瓶颈实现产品化，并在此过程中建立科技临床的软硬件体系。

上述问题的存在，使科技成果产业化的链状结构短期内，无法有效解决计划和市场衔接的问题，只有使其在单一环境下实现产业化。一方面可以全程计划性，比如军工或垄断型国企将其科技成果产业化强制推广使用，实现应用转化但无法推广到民用；另一方面可以全程市场性，从产业化端的需求出发，依据需求遴选高校或科研院所的成果或能力，这样科技成果产业化就不是简单的链状结构，在产业化端派生一个新市场，成为科技成果的前端，形成环状结构。

在科技成果初期就引进市场化思维，将整个科技成果产业化过程都置于市场环境之下，会从根本性解决计划和市场难相融的问题。相比与财政出资的计划语境下，市场环境中没有少数权威的评审专家，而是直接面对企业客户，根据实际应用或客户需求提出产品待解决的问题，解决的效果也直接在实际市场中得到应用和验证。由于企业客户生产配套较完备及自身逐利的动力，有效缩短了技术产业化的周期，加速了产业化效果的验证。真正可以提高生产效率及利润的成果或技术会不断得到采纳和应用，加速企业产品迭代周期，提高企业竞争力，并在此过程中使科研人员了解熟悉市场，具有市场意识，积累新产品开发能力及资金，逐步具有开发更高级、高新技术的产品资本。

环状结构的关键环节是市场，它是推动科技成果产业化不断实施的动力，形成市场化收益后会支持研发的不断深入和使用，摆脱依赖财政资金的使用限制及无法持久的问题。但当前实体制造业整体低迷，企业具有迫切的产业或产品升级的意愿，却难以承担技术开发的风险，使本就微薄的利润雪上加霜；且企业对科研界的不熟悉，无法遴选甄别有效技术并可控管理，使风险又大幅提高，上述问题的存在导致依靠企业本身很难有效建立派生市场，这正是政府和服务机构需要补充和衔接的。

当前，派生市场要同时具有资金和技术监理两种职能，资金要弥补甚至是替代实体企业的研发投入，将企业的研发投入转化为成果购买，降低企业风险，缩短企业产品市场化周期，成果购买后的溢价收益作为资金收益来源。但这个过程中将研发风险从实体企业转嫁给资金方，因此需要对技术研发过程进行有力的监理。这种监理既要遴选出有效的技术又要推动技术可以按期完成开发，并将缺乏预期的项目及时终止，技术监理的作用会对冲研发风险，保障资金收益。

连接产业端和科研端的派生市场，是科技成果进入市场环境的核心，也是科技临床阶段基于技术提升产业能力的有效途径，我国已形成完备的产业基础及万亿级的待升级产业，并为派生市场提供了巨量的产业需求。若能引导科研端的成果及智力资源导入解决问题，提高生产效率或产品利润率，将再次激发产业活力，起到科研与产业的乘数效应，因此培养和壮大派生市场是推动科技成果产业化的核心环节。

三、打破藩篱——由环到环链，科技成果产业化的路径管理和转化人才是关键

完成了科技成果的市场化遴选和开发，仅实现了成果的市场化，但产业化的过程并不止于技术、产品和市场几个因素，而是立体化的企业持续经营问题，需要从面（二维）形成体（三维），经过若干个技术市场化的迭代，不断将技术团队走向成熟，最终实现产业化。

获得持续市场需求的技术才是可以产业化的成果，将成果走向产业化的过程，则伴随着技术团队走向一个独立运行的公司，其需要经过项目组、部门、中心、事业部等不同阶段，而每个阶段都有对应的经营要求及指标。比如，项目组阶段只需关注技术的产品性，获得可商品化的产品；部门阶段需要对接市场，获得外部订单产生产品收益；中心阶段具有技术、生产、市场职能，并且收益可以覆盖成本；事业部阶段需要有收入、利润指标要求，并有相关的经营管理性职能，产生持续稳定的订单。每一个阶段都是一个外部市场深入、内部管理完善的过程，这就是科技成果孵化的过程，只有经过这样的部门分级发展阶段，独立成公司后才能够推动实现产业化过程。上述每个阶段都要对应相应的工作重点和内容，并将科技成果产业化过程中遇到的问题和障碍融合到具体考核要求中，指导科技成果团队按图索骥推动产业化，这也就是路径化管理过程。此时，科技成果产业化的结构演变成为环链状结构，通过很多科技成果产业化的成功案例梳理出的路径化经验就是科技成果走出临床阶段的科学发展规律。

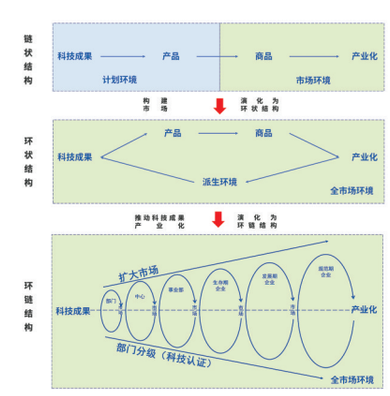

图3 科技成果产业化的结构演化

在科技成果产业化过程中，人是核心要素。同样项目承担人不同，可能结果大相径庭。科技成果不同于其他商品的产业化，承担者需要同时具备技术和市场双重能力，技术需要埋头的专研、市场需要广交客户的韧性，这两种能力特征在某种程度上又是相冲突的。显然高校的专家教授缺乏时间了解经营市场，纯市场人员又不懂技术，因此这种具有成果产业化能力的人才稀缺也是造成成果产业化难的关键因素。

尽管兼具技术和市场的专业人才少，但我国已具有充足的既有技术基础又有管理可塑性的潜在人力量，博士、博士后等就符合这样的基础条件。他们有知识和技术，并且年轻可培养。以博士为例，我国每年有近十万博士毕业生（含海外归国人才），学科门类齐全，技术领域全覆盖，具有充足的智力人才条件，如果根据人才特征有效选拔和培养，使其理解科技临床阶段规律并实践，可成为具备科技成果产业化承担素质的转化人才。同时，来自不同学科领域的博士后可以互相协作，更会起到裂变的效果。

路径管理提出了可以推动成果产业化的方法，成果转化人才提供人力资源保障，既有方法又有人才，这就具备了走出科技临床阶段的核心要素。因循科技成果产业化规律，采用市场导向，结合路径管理和转化人才支持，可实质性的将上百万存量科技成果与万亿的产业规模相衔接，打破科技成果产业化藩篱，激发数以千亿计的科技临床新产业，吸纳数百万高学历青年人才，推动已有产业的升级发展、渐次实施新成果的产业化，将成为新常态下经济增长新动能，并根本性地改变科技和产业分立的现状，对社会和经济影响都将起到不可估量的作用。

（作者系大工（青岛）新能源材料技术研究院有限公司总经理、大连理工大学副教授）

本报社址：北京市亦庄地盛西路6号中改传媒大厦 邮政编码100176 值班电话(010)56805051 广告发行部(010)56805116 广告经营许可证：京大工商广登字20180001号 零售价2.00元 本报照排 经济日报印刷厂印刷