

巴斯德象限视角下的国际科技合作模式分类

李响, 赵俊杰, 张翼燕

(中国科学技术信息研究所, 北京 100038)

摘要: 随着科技创新全球化的进程不断加快, 国际科技合作成为巩固和提升一个国家科技创新能力的重要手段, 在此背景下国际科技合作出现了一些新的特点以及一些新的需求。文章根据国际科技合作的广义及狭义概念, 结合巴斯德象限中基础研究与应用研究之间的关系, 对国际科技合作模式进行分类: 以基础研究为基础的国际科学合作 (ISC)、以应用研究为基础的国际技术合作 (ITC)、以应用基础研究为基础的国际科技合作 (ISTC)。通过研究发现, 每种国际科技合作模式并不是独立存在的, 而是相互渗透、彼此联系、不断进化的。

关键词: 国际科技合作; 巴斯德象限; 科技合作模式

中图分类号: G 250.2 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2015.08.008

随着科技合作在国际合作与竞争中的地位不断提升, 以及网络信息技术的不断发展, 国际科技合作呈现出一些新的特点和趋势, 如, 从以项目合作和人员交流为主, 向以建立联合研究中心以等合作基地和合作平台方向发展。由于这些新的特点及趋势, 使得国际科技合作出现了一些新的模式。本文根据国际科技合作的广义及狭义概念, 结合万尼瓦尔·布什 (V·布什) 的一维线性模型以及巴斯德象限中基础研究与应用研究之间的关系, 对现阶段主要的国际科技合作模式进行分类。

1 国际合作模式分类理论基础

1.1 国际科技合作概念

国际科技合作有广义概念和狭义概念之分。广

义国际科技合作指国与国之间进行的与科学、技术有关的一切的交流与合作。狭义的国际科技合作指科学、技术交流合作中前沿科学和先进技术方面的跨国协作行为。如果说广义的国际科技合作是国际科学合作和国际技术合作的并集, 那么狭义的国际科技合作可以简单理解为是二者的交集。因此, 我们可以把国际科技合作模式的研究分为国际科学合作、国际技术合作以及国际科技合作三个角度来分析。

1.2 巴斯德象限

1945 年, V·布什在《科学——无止境的前沿》报告中提出: 科学研究可以明确地分为基础研究和应用研究, 他把从基础科学到技术成果产出的全过程概括为“线性模型”: 基础研究→应用研究→开



图 1 广义与狭义国际科技合作

第一作者简介: 李响 (1985—), 女, 硕士研究生, 主要研究方向为科技政策与发展战略。

收稿日期: 2015-04-22

发→生产经营。在这种线性模型中，每个阶段的实施均需依靠前一阶段的成果。虽然该线性模型对科技的发展具有深远的影响，但是其过分强调了基础科学的作用。科学向技术的流动并不是单向的线性流动而是双向互动的模式：科学研究的产出成果既会服务于技术，同样技术发展的需要也会反馈回科学研究，并且创新研究也不是都源于基础研究。为此，司托克斯将布什的线性单向模式更新为双向互动模式^[1]。

在司托克斯的巴斯德象限模型中，平面直角系的两个坐标轴分别为认识目标和应用目标，平面被这两个维度划分为4个象限：由好奇心驱动的以认识需求为目标的波尔象限；以实践为目的，不需要科学理论的参与的纯应用研究的爱迪生象限；代表在解决实际问题过程中引起的基础研究的巴斯的象限；系统地探索特殊现象研究的皮特森象限”。在司托克斯象限模型中，每个象限是相互联系的，并不是彼此隔绝独立存在的。带有应用目的的基础研究（巴斯德象限）是连接纯基础研究（波尔象限）与纯应用研究（爱迪生象限）各自发展轨道的枢纽。

依据V·布什1945年提出科学研究可以分为基础研究和应用研究的观点，我们将国际科技合作模式的研究分为基础研究方面的合作以及应用研究方面的合作。而以带有应用目的的基础研究（简称为应用基础研究）为主的巴斯德象限是连接二者纽带，所以，在研究基础研究、应用研究方面的合作的基础上，我们要研究应用基础研究方面的合作。结合以上理论基础，我们可以把创新驱动发展战略下产生的新的国际科技合作模式分为：以基础研究为对象的国际科学合作（ISC）、以应用研究为对象的国际技术合作（ITC）、以应用基础研究为对象的国际科技合作（ISTC）。

2 以基础研究为对象的国际科学合作（ISC）

布什线性模型的焦点是重视基础研究。虽然基础研究不能给出解决实际问题的答案，但是包含了解决问题的指针。因此，我们首先来研究以基础研究为对象的国际科学合作的模式。

在全球创新战略的推动下，以基础研究为对象的国际科学合作（ISC）由最初的单纯的学术交流

发展成为以科学问题为导向的，针对未来长期的挑战、复杂科学问题或共性的产业技术难题进行的以基础研究为对象的合作^[2]。现阶段的国际科学合作是非盈利性研究机构间在知识创新过程中产生的非盈利性、非商业性、不必遵循市场规律的合作，其成果表现为共享科学数据、联合发表科学论文或共同拥有一般性专利。

大科学的工程的多边合作，是全球创新驱动发展战略下的典型的以基础研究为对象的国际科学合作，其主要特点表现为多种学科交叉、较大的投资强度、宏大的研究目标、需相当复杂且昂贵的实验设备等，并且大科学工程的建造和运行往往有许多国家及科学家的参加。例如，致力于回答宇宙起源和基本力等问题的平方公里阵列（SKA, Square Kilometre Array），由于SKA涉及众多学科领域的交叉以及高科技成果，需要大量经费支持，较优越的观测环境，因此，其建造只能通过广泛的国际科技合作才能实现。自1993年概念提出，全球已有20个国家67个科研机构的天文学家和工程师参与SKA研究。

由此可见，以基础研究为对象的国际科学合作，需要全球相关学科的创新源头的协同创新，共同完成复杂科学问题或产业技术难题方面的基础研究。

3 以应用研究为对象的国际技术合作（ITC）

虽然V·布什的一维线性模型理论提出已经过去70年，并且也得到越来越多批评，但是其在国际科学界的深远影响不能抹杀。其观点强调基础科学的发现经过应用研究与开发转化为技术创新，因此在以基础研究为对象的国际科学合作的基础上，我们要开展针对以应用研究为对象的国际技术合作，来达到技术创新的目的。

以应用研究为基础的国际技术合作（ITC）是以获取经济利益为目的的盈利性科研机构为主体的高科技创业过程的合作；是以应用研究为对象，以产业需求为导向，围绕知识创新成果价值实现的商业化、产业化的市场行为；受市场规律及合作方各国的法律约束；其最终产出为具有市场竞争力的专利技术、产品设计或服务标准。在全球创新发展战略驱动下，国际技术合作更多的是分阶段的全球整

合，尤其在前沿技术方面，更多的国家摒弃敌我，遵循同一游戏规则开展前端技术的技术合作。在此局面下，国际技术合作出现了新的模式，其中国际创新技术转移、产业技术创新联盟、开放式创新是典型的以产业需求为导向的、以应用研究为基础的国际技术合作。

3.1 国际创新技术转移

随着科技和经济发展模式的转变，国际技术转移近年出现了一些新趋势，如出现了技术经营模式、技术市场化以及专利资本化、专利标准化等^[3]。这些国际技术转移的新趋势形成了国际科技合作的新模式——国际创新技术转移。

国际创新技术转移不是单纯的技术引进，其深刻内涵在于技术的消化、吸收、创新从而达到转移乃至扩散的目的。国际技术转移的方式是多种多样的，比如单项技术输出、合作研制、互通科技情报、跨国技术转移大会、建立技术转移中心、共建科技创新园、孵化器、创业基地等，下面以中意技术转移中心为例说明。

2011年4月，中国和意大利为促进创新技术的跨国转移，通过整合两国的政务、国际合作渠道、技术和市场信息、技术转移专业服务等资源，成立了中意技术转移中心，旨在大力推动中意技术转移机构间的对接，实现两国成果、人才、资金、项目等创新要素的流动和优化配置。同以往在双边合作框架下直接的项目操作不同，该中心更加强化平台的对接及共享功能。中心通过举办中意创新论坛，设立中意创新对接专场，实现科技园区与高新技术企业的对接；搭建信息共享平台，动态发布两国企业及各类参与技术转移机构的技术合作供求信息，以及提供在线交流服务；搭建以企业为核心的产学研合作平台，推动中意创新联盟、联合研发中心和联合实验室的建设。为降低中小企业进入对方市场的对接初始成本，中心在对接及项目落地时提供各种增值服务，如接引知识产权服务机构以及金融机构分别为技术转移主体提供法律及金融服务，整合翻译、会计、评估等机构介入技术转移的全过程，打造了一个贯穿技术转移过程的全链条服务网络^[4]。

发达国家通过技术转移，可以解决技术发展不平衡性，避免出现企业技术过剩，加快研发成本，并可以和其他国家进行技术研究和创新合作，保持

世界领先地位。发展中国家通过引进较成熟技术性产业，将这些技术转化为本国技术，可以节省研发成本，迅速缩短技术差距。

3.2 产业技术创新联盟

随着全球化的深入和信息技术的发展，产业链越来越长，产业分工越来越细。区域产业集群现象突出，使得产业内部合作越来越紧密，加快了产业的全球化进程。在这种产业全球分工布局下，基础研究、应用研究以及产品研究间的关系日益紧密，导致相互间的转换周期逐渐缩短，以往的以分担风险、降低成本为目的组建的产业联盟更需要提升联盟内主体的创新力。在提升创新力的压力下，要求企业间资源进行水平式双向或多向流动，这就推进了产业技术创新联盟的形成。

产业技术创新联盟成员在不同程度上是竞争对手的关系，但是为完成共性技术创新、建立产业标准的目标，必须通过成员在竞争中合作实现产业创新目标。联盟成员不仅仅是产业内的企业，凡是产业内参与技术创新的组织都可以是联盟的主体，包括企业间、企业与其他创新主体间以及其他创新主体间。企业是创新资源投入及成果产业化的主体，在整个过程中发挥主导作用，其目的是为了获得技术与收益；高校与科研院所是知识、技术的研发主体，是知识、技术的主要提供者，其目的是为了将技术产业化；政府是产业政策、社会规则的制定主体，主要为了推动国家创新体系的发展而带动整个产业进步。所以说，产业技术创新联盟在一定程度上是对传统的产学研合作的延伸与发展。联盟主要成员及其职责功能如图2。下面以空中客车联盟来说明产业技术创新联盟的内涵。

空中客车联盟是为整合产业链上各个关键技术而组建的由政府引导、企业牵头的产业技术创新联盟，联盟成员由法国Aerospatiale公司、德国空中客车公司、西班牙的CASA公司、英国的Aerospace公司组成，其管理和运营主要采取公司制形式^[5]。2012年空客母公司欧洲宇航防务集团形成新的股权结构：法国、德国各持至多12%的股权，西班牙4%，该持股结构或能减少该航空业巨头受到政治影响，三国政府仅参与设计国家安全利益等数量有限的公司重大决定。

近年来，随着经济全球化快速发展及全球民航

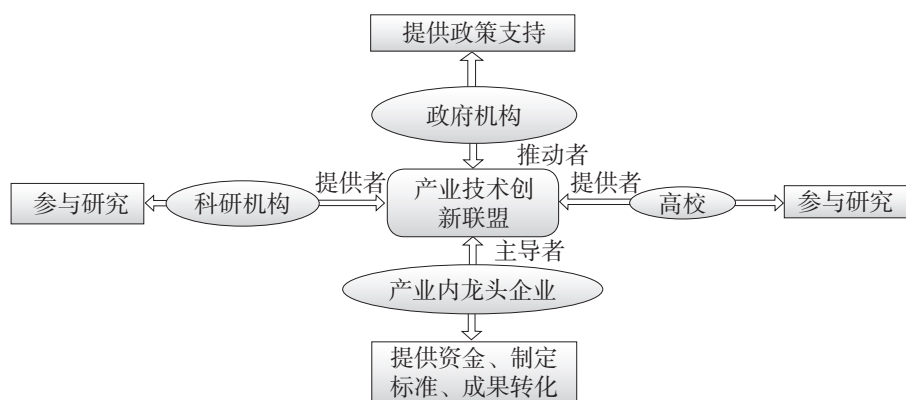


图2 产业技术创新联盟主要成员及职责功能图

市场的不断扩大，作为一家扎根在欧洲的民机制造商，空中客车公司为积极适应日益紧密的各国间彼此相互联系、相互依存的新变化，提出了全球合作制作飞机的新思路，逐步从欧洲合作转向全球合作，与全球各大公司建立了协同合作关系，约1500名供货商网络遍布全球30个国家，发动机、尾翼、机翼等相关设备甚至燃料都来自不同的合作伙伴。值得一提的是空客与日本的合作，在2013年以前，日本的大型客机市场一直为波音所垄断，而随着空客公司与日本研发和技术合作的深入，日本在2013年10月7日与空客公司签署了意向订单。

在与全球客户合作的同时，空客也展开了与竞争对手针对前沿技术的合作。2012年空中客车公司、波音公司、巴西航空工业公司在日内瓦航空与环境峰会上签署谅解备忘录，三家业界领先的飞机制造商将开展合作，共同促进生物燃料在航空领域的使用。三方都致力于通过技术研发来促进航空生物燃料的开发和实际应用，创新、技术和竞争推动各自的产品达到最高的性能，减少航空业对环境的影响是三方的共同愿景，而各方携手合作比各自为战更能迅速取得进展。

由此可见，空客公司与全球的客户已经不仅是供应商、竞争对手、客户、组装工厂这种简单的关系，更多的则是共同研发、创造、生产具有更高附加值产品的战略合作伙伴关系。

3.3 开放式创新

开放式创新是2003年5月Henry W.Chesbrough^[6]首先提出来的。随着全球化竞争的日益加剧，传统的强调单个企业自力更生，包揽从创意到技术研发到产品上市，自己提供服务及资金、技术支持“一

条龙”的完全依赖企业自身资源的封闭式创新模式已不再适应时代的发展需求，而强调多个创新主体的网络化、全局性的协同合作，通过他人的基础研究、与其它企业合作、或将自己的研究成果授权给其它企业开发等开放式创新成为国际科技合作发展的必然趋势。

在封闭式创新模式下，企业以传统的自给自足方式进行线性推进的创新活动。但是在资本全球化及知识经济的要求下，仅靠企业内部资源是无法满足技术创新所需的全部的知识、技术以及资源。随着创新过程复杂性、产品生命周期的缩短、持续增强的个性化需求，创新形态呈现出新的特征——从封闭到开放、从无序到有序、从独立完成到协同合作、从内部到外部、从区域到全球，这就是典型的开放式创新模式^[7]。

为适应资本全球化及知识经济的创新要求，各跨国企业在寻找新的创新模式，积极体现开放式创新的应用价值。如IBM通过“特许经营和开放源代码”方式与优秀企业合作，打破本企业资源内部流动的壁垒，对外部企业开放自身优秀资源；英特尔的“开放的探索性研究”政策，也从技术角度体现了创新资源在不同组织之间的流动、共享^[8]。

4 以应用基础研究为对象的国际科技合作（ISTC）

随着基础研究与应用研究、科学与技术联系的日益紧密，对社会发展日益重要的领域产生了越来越多的由应用研究引起的新知识，也就是说基础研究与应用研究是紧密缠绕在一起的。带有应用目的的基础研究不断地发展，依于此，我们将以应用基

基础研究为对象的国际科技合作进行单独分析。

国际科技合作（ISTC）是借助国际科学合作中的前沿基础科学及国际技术合作中的前沿应用技术，以前沿科技创新及其产业化为合作内容，以应用基础研究为导向进行的既符合创新规律又符合创业规律的产学研一体化的国际合作。其最终目的是实现合作方的科技上的优势互补及经济上的互利共赢。国际产学研创新联盟、“项目-人才-基地”一体化是典型的以应用基础研究为基础的国际科技合作。

4.1 国际产学研创新联盟

为满足新形势下科技发展以及创新驱动发展战略的要求，产学研合作从过去单纯的项目合作，逐渐发展成为一种融技术、资本、人才为一体的全方位的形态——产学研创新联盟。该联盟是企业、大学、科研机构间以市场为导向，充分发挥各自创新优势，追求最大创新效果而形成的伙伴关系。其与传统产学研合作的主要区别就在于联盟要求成员之间实现风险共担、利益共享，是产学研合作向纵深发展到一定阶段后形成的合作方式。

目前，美国、芬兰、瑞典、瑞士等国际公认的创新型国家，都通过产业内创新源头与市场主体

见不同程度的合作组建国际产学研创新联盟。如麻省理工大学（MIT）与国际相关产业界建立了多种形式的短中期产学研合作联盟，已经与全球 30 多家大型能源公司建立了合作伙伴关系^[9]。德国的西门子公司其合作伙伴遍布全球，与世界 70 个国家的 600 多所不同等级的大学或研究机构建立合作关系。下面以西门子的知识互换中心为例说明产学研合作的主要特点。

为了能对产业内的相关领域进行更深度的研究，由西门子提供运作资金在世界几所科技大学成立知识互换中心。该中心主要人员为大学研究人员，发展战略由高校与西门子共同管理及制定。知识互换中心倚重学校的强项设置特定的知识领域，集中这一特定的领域开展跨学科的研究。西门子通过资金投入支持大学相关产业研究，进而产生该领域的新的基础知识以及实践技术知识，以此提高企业创新能力；同理，通过创新，知识转化为产业技术，实现了知识增值，增加了西门子的实际利润，从而有更多的经费投入相关产业的研究^[10]。简言之，通过知识互换中心，实现了资本、研究、知识、创新的良性循环。具体线路见图 3。

根据西门子知识互换中心知识与资本的良性循

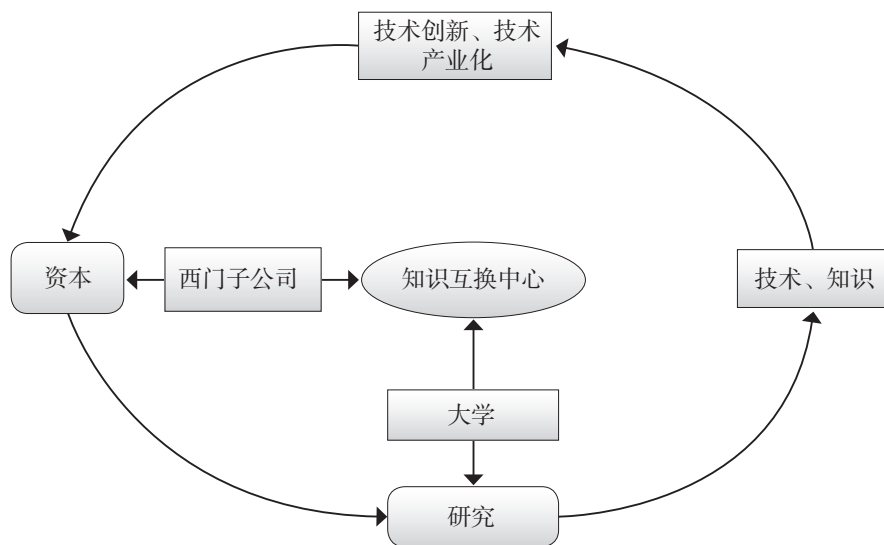


图 3 西门子知识互换中心循环图

环图，可以看出，产业研创新联盟的知识与资本的变化，具体见图 4。由图可以看出，企业投入资金支持产业研究，大学研究产生的新技术、新知识通过技术创新实现知识增值，提高企业的竞争优势和

创新优势，企业资本得到积累，实现资本增值，继续进入下一个知识——资本循环。在这一循环中，企业和大学都可以成为活动起点。当循环结束时，知识和资本都得到不同程度的积累，也就是说，不

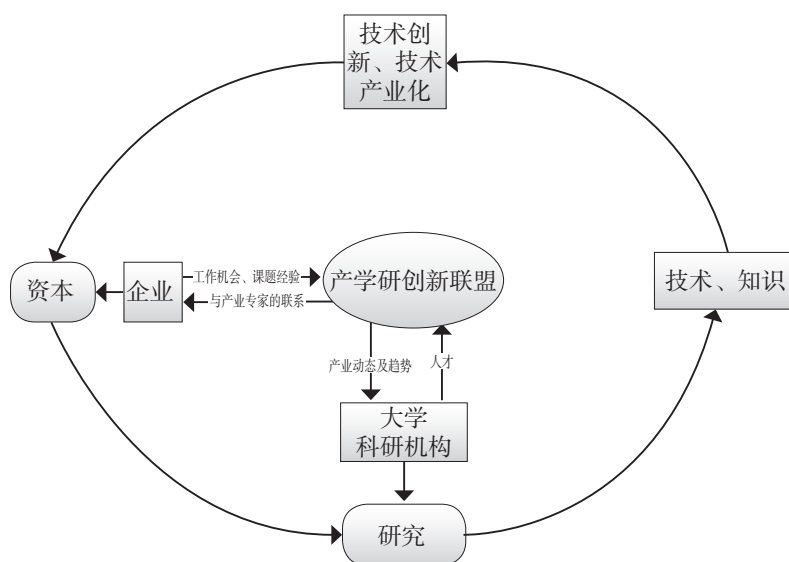


图4 产学研创新联盟知识与资本的互换

论是大学还是企业，随着知识和资本的良性循环互换，其竞争能力和创新能力都在不断加强和提高。因此，产学研创新联盟实际上是大学、企业间的知识——资本的循环互换。

国际产学研创新联盟与产业技术创新联盟虽然都是以市场为导向，从产业内企业的内在需求出发而组建的联盟，但是二者又有区别。从主体看，产业技术联盟的主体包括所有产业内参与技术创新的组织，而国际产学研创新联盟的主体是企业、政府、大学及科研机构；从主体的主导地位来看，产业技术创新联盟中企业占主导地位，是真正的创新主体，政府往往是引导方，而产学研创新联盟中企业的主导地位不是那么明显，各主体都有可能主导联盟的发展方向，并且政府在该联盟中的影响越来越大；从组建目标来看，产业技术创新联盟的有明确的技术创新产出目标，即为解决产业共性技术问题、满足国家战略目标以及区域重点产业发展要求；从契约约束角度看，产业技术创新联盟具有法人身份，受到合同法等相关法律约束和保障。从某种程度上说，产业技术创新联盟是产学研创新联盟更进一步发展的产物。

4.2 “项目-人才-基地”一体化

“项目-人才-基地”一体化是指通过优先支持科研项目的方式，设立相应的国际科技合作基地，促进科技以及人才交流，聚集更多的全球创新资源。在人才、基地、项目一体化过程中，三者的

作用都是不可或缺的，是相辅相成、共同发展的。

共建联合研发平台是促进“项目-人才-基地”有机结合的有效手段，是国际科技合作的高级体现，是科技创新体系的重要组成部分，是服务于基础研究和企业技术创新的基础条件和资源保障，是覆盖基础研究、应用研究和试验发展而建立的以共享机制为核心平台。创新驱动发展战略下的共建联合研发平台的国际科技合作模式，其实质就是借助前沿基础科学研究以及前沿的应用技术进行的应用基础研究方面的科技合作。国际科技合作的双方或者多方，通过共同建立联合研发平台这一载体，带动项目的落地以及人才的交流。

近年来，共建联合研发平台也出现了新的合作模式，比如，中美两国政府于2009年11月签署《关于中美清洁能源联合研究中心合作议定书》中美双方同意在未来5年内共同出资1.5亿美元，双方各出资一半，主要针对清洁煤、清洁能源汽车和建筑节能等三个优先领域的合作研发^[11]，此种新型合作模式称为平行资助模式。平行资助模式顾名思义是指合作双方或多方共同出资，出资比例为1:1，共享科研成果的合作模式，这是近年来我国科研实力高速发展的结果。

在国际科技合作中，联合研发只是一个阶段，或者说是临时借助的工具，其目的还是要通过联合研发的推动、助力，不断消化吸收，不断提高自身的研发能力，向自主研发跳跃，以适应创新驱动发

展战略的要求。

5 结论

随着新一轮科技革命和产业变革的兴起,全球科技合作呈现出新的发展态势和特征。传统意义上的基础研究、应用研究的边界日趋模糊,以应用为目的的应用基础研究日趋明晰,国际科技合作也从要素导向和研发导向的合作向市场导向、社会应用导向的合作延伸,贯穿整个创新链条的“产学研用”合作模式正在形成。没有哪种合作模式是独立存在的,也没有绝对属于某种目标导向的合作模式,各模式间是相互渗透,彼此联系,不断进化的。我们需要继续探索不同的合作模式,摸索出适合我国发展的国际科技合作模式。■

参考文献:

- [1] E·司托克斯. 基础研究与技术创新——巴斯德象限[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [2] 张世专, 王大明. 关于实质性国际科技合作的理想模型[J]. 合作与交流, 2011, (5).
- [3] 董丽丽, 张耘. 国际技术转移新趋势与中国技术转移战略对策研究[J]. 科技进步与对策, 2013, 30(14).
- [4] 管晶晶. 中意技术转移中心探索跨国合作与技术转移新模式[N]. 科技日报, 2013-12-05 (8).
- [5] 张洁音, 李明珍. 构建产业技术创新战略联盟的国际经验与启示[J]. 科技和产业, 2012, 12(4).
- [6] CHESBROUGH H. Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology[M]. Harvard Business School Press, Cambridge, MA., 2003.
- [7] Caloghirou Y, Kasteli I, Tsakanikas A. Internal capability and external knowledge sources: complements or substitutes for innovation performance?[J]. Technovation. 2004, 24(1).
- [8] 王海花, 彭正龙, 蒋旭灿. 开放式创新模式下资源共享的影响因素[J]. 科研管理. 2012, 03.
- [9] 赵刚. 中国战略性新兴产业的发展新议——组建国际产学研创新联盟的紧迫性和重要性[J]. 中国科技财富, 2011, 23.
- [10] 陈劲, 金珺. 知识与资本的互动: 国际产学研战略联盟新模式[J]. 高等工程教育研究, 2008, (1): 29-33.
- [11] [Online] Available: <http://www.cerc.org.cn/> (2014/4/5).

Classification of International Scientific and Technological Cooperation Patterns from the Perspective of Pasteur's Quadrant

LI Xiang, ZHAO Jun-jie, ZHANG Yi-yan

(Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038)

Abstract: With the rapid progress of scientific and technological innovation globalization, international scientific and technological cooperation has become a significant means of improving the national scientific and technological innovation. Under this background, some new features and demands have emerged in the cooperation. In this essay, under the background of the economic, scientific and technological globalization, according to the generalized and narrow concepts of international scientific and technological cooperation, with the combination of relationship between basic research and applied research in the Pasteur's Quadrant, the international scientific and technological cooperation model has been classified, which can be divided into: ISC on the basis of basic research, ITC on the basis of applied research and ISTC on the basis of applied basic research. The study has found that every kind of international cooperation model on science and technology cannot exist independently, and they permeate and associate with each other.

Key words: international scientific and technological cooperation; Pasteur's Quadrant; models