

科学仪器产品创新特征浅析

李文军¹ 张杰军²

(1. 中国科学技术信息研究所, 北京 100038; 2. 中国科学技术发展战略研究院, 北京 100038)

摘要:现代科学仪器既是知识创新和技术创新的前提,也是创新研究的主体内容之一和创新成果的重要体现形式。文章从创新源、创新过程和创新风险等方面对科学仪器产品创新进行了剖析,并指出领先用户创新是科学仪器产品创新的最显著特征。最后,结合研究结果提出了一些意见和看法。

关键词:科学仪器产品创新;创新源;创新过程;创新风险;领先用户

中图分类号: G305 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1674-1544.2009.04.004

进入21世纪,信息科学、生命科学、材料科学、纳米科学等深入发展,促使世界科学仪器学科与技术的进展突飞猛进,新技术异彩纷呈,新产品不断涌现,科学仪器向数字化、微型化、智能化发展。经济研发的全球化对技术和仪器提出了新的需求,使科学仪器研究和应用进入了前所未有的高速发展期。本文结合经济科技发展新形势,对科学仪器产品创新的基本规律进行实证分析,以期为企业与政府决策提供有益支撑^[1]。

1 科学仪器产品创新最重要的创新源为领先用户

1.1 领先用户

美国麻省理工学院冯·希普教授等对科学仪器领域的创新活动进行多年的实证研究,他们发现,用户是这一领域的主要创新者。作为用户,研究人员和科学家开发了100%的初始创新,82%的重大创新,以及一半以上的渐进性创新^[2]。商业实践也证明,科学仪器领域率先创新的用户就是创新者。第一,大多数仪器制造商声称,他们的商业化产品确实是建立在用户创新的基础之上;第二,制造商推出的科学仪器产品创新中,有78%与用

户最初的产品原型有着相同的技术原理。

科学仪器产品创新表现为3种基本方式:一是用户为解决实验难题而开发了重大创新,随后用户或制造商将创新快速推向市场;二是制造商以用户创新原理为基础,对创新进行重大改进并将其推向市场;三是用户根据自身的体会对产品进行翻新改进^[3]。

科学仪器产品创新主体集中于领先用户。领先用户是科学仪器产品创新最重要的创新源。领先用户具有两个显著特征:一是在重要的市场趋势中,领先于用户总体主流,他们所遇到的新产品或服务的需求比市场上大部分人早几个月甚至几年;二是领先用户通常能主动提出可以满足自己需求的解决方案,并且期望从解决方案中获取相对较高的收益^[4]。

科学仪器的领先用户不仅开发了许多重大创新,而且还积极扩散创新。比如,研究人员经常发表利用自制新仪器所取得的研究结果以及这些装置的制作细节,并通过会议和访问其他实验室传播创新信息。这样,其他科学家就可能复制这些设备、发表利用这些设备得到的数据,市场上就可能出现商业化的新型产品。从2004年开始,中科院周兴江研

第一作者简介:李文军(1986-),男,硕士研究生,研究方向是产业技术创新政策、产业竞争情报。

收稿日期:2009年7月3日。

究组、陈创天研究组和许祖彦研究组合作，利用我国具有自主知识产权的新型深紫外非线性光学晶体和棱镜耦合技术，结合深紫外激光产生技术和先进的光电子能谱研制技术，于 2006 年底研制成功国际第一台真空紫外激光角分辨光电子能谱仪。而后，他们利用这台科学仪器，在高温超导研究中取得了初步成果，观察到了一种新的电子耦合模式。相关结果发表在《物理评论快报》(PRL) 第 100 卷 10 期上，该论文引起了广泛的兴趣。在推动材料科学和物理研究的同时，也大大地促进了真空紫外激光角分辨光电子能谱仪技术的传播。在上述案例中，中科院的真空紫外激光角分辨光电子能谱仪研究人员作为领先用户，率先取得重大创新，同时随着利用仪器取得成果的传播，也引起了众多研究人员对仪器本身的关注，也必将推进真空紫外激光角分辨光电子能谱仪的商业化进程。

1.2 领先用户创新模式的分析

如图 1 所示，传统的产品开发模式通常需要制造商和用户之间不断反复试误：制造商研究现有市场的典型用户（非领先用户），由于用户需求的“粘滞性”，只能获取不完全的、只是部分正确的需求信息并据以开发原型，然后由用户试用，找出缺陷，提出修改需求反馈给供应商，这个过程不断持续循环，直到出现一个满意的解决方案。这样的模式一再被证明是低效的且成本高昂、非常耗时的，绝大多数的这种创新是会失败的。与领先用户的协作是一个很有前途的创新替代方案，省时且成本低。由于领先用户的需求领先性，他们的创新产品通常具有很大的商业潜力。制造商在用户创新的基础上，利用设计和工程专长提高设备可靠性、便利性，完成产品制造、营销和销售活动。

基于上一节中对科学仪器产品创新源的分析，笔者认为，与一般用户创新模式不同，科学仪器产品创新大多基于研究人员满足自身研究的需要，所以在大多数科学仪器的预先开发阶段，依然是领先用户在发挥主导作用，而制造商似乎尚未介入或作用甚微。图 2 为科学仪器产品创新模式。

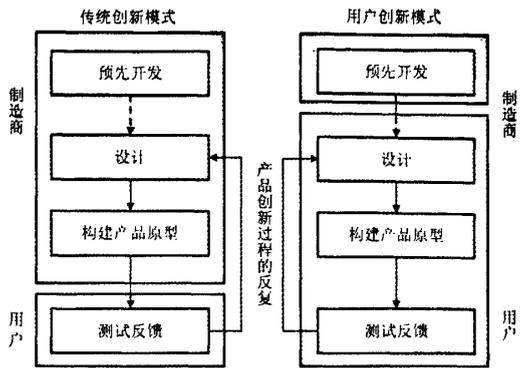


图 1 两种创新模式的比较

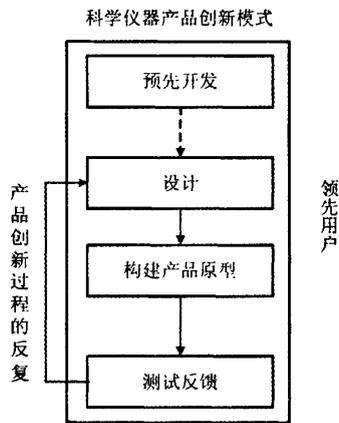


图 2 科学仪器产品创新模式

2 科学仪器创新将增强其反馈性与交互性

如图 3 所示，科学仪器产品创新过程从逻辑上可分为如下 7 个阶段^[5]，他们之间的交互性、反馈性、复杂性进一步增强。

(1) 创新设想形成阶段。与一般性的技术创新的创新设想产生于产品制造商不同，科学仪器产品创新设想更多来源于使用科学仪器的用户。

(2) 调研评估阶段。对筛选出的创新设想进行技术、市场、经济、组织管理等方面的调研，在调研的基础上做出立项决策，确定继续研究开发的项目。目前比较常用的为多阶段评价决策方式。

(3) 研究开发阶段。一般性的技术创新主要由制造商企业完成，而科学仪器的研究开发可能由科学家（即用户）本人或制造商企业完成，或二者共同完成。科学家进行研发主要是为自己的前沿

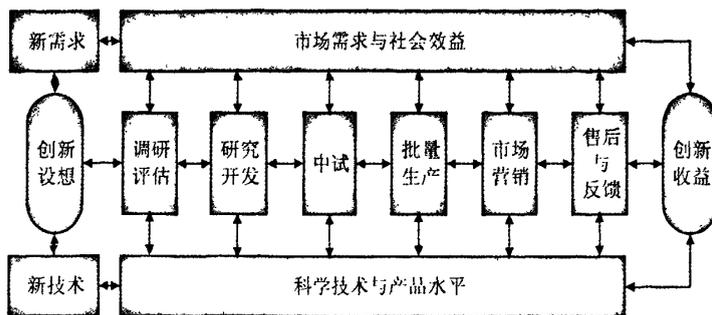


图3 科学仪器产品创新的过程

研究服务，而企业从事研究开发活动的目的是开发可以或可能实现实际应用的新产品。研究开发阶段同时可以根据技术、商业、组织等方面的可能条件对创新设想形成阶段的计划进行检查和修正。

(4)中试阶段。中试阶段的主要任务是完成从技术开发到试生产的全部技术问题，以满足生产需要。小型试验在不同规模上考验技术设计和工艺设计的可行性，解决生产中可能出现的技术和工艺问题，是科学仪器产品创新不可或缺的阶段。

(5)批量生产阶段。按商业化规模要求把中试阶段的成果变为现实的生产力，并解决大量的生产组织管理和技术工艺问题。科学仪器对可靠性、稳定性等指标要求很高，在批量生产阶段尤其要严格质量管理。

(6)市场营销阶段。本阶段的任务是实现新成果所形成的价值与使用价值，包括试销和正式营销两个阶段。试销具有探索性质，探索市场的可能接受程度，进一步考验其技术的完善程度，并反馈到以上各个阶段，予以不断改进与完善。市场营销阶段实现了技术创新所追求的经济效益，在科学仪器产品创新过程中实现质的飞跃。

(7)售后服务与反馈改进。在顾客购买后，通过建立服务网点向顾客提供售后服务，如产品保养、维修，解决常见故障等。同时，认真听取顾客的评价及与同类产品比较，为进一步改进产品的研究设计提供信息。

科学仪器产品创新是一个反复尝试的过程，不断汲取前一阶段研究的经验和教训，在反馈和交互中把创新活动不断向前推进。以2002年诺

贝尔化学奖得主田中耕一及所在的岛津制作所研制激光解吸电离飞行时间型质谱仪为例，早在上世纪50年代，在激光技术开始实用化后，岛津制作所新型激光手术器械研发以及利用激光对金属、半导体乃至生物体的表面结构进行分析的装置等研究活动中均无结果。1984年9月，基本完成了《激光离子化微探针质谱仪的开发》课题预定的各项研究任务，但与德国产品相比并没有太大的优势，故决定不投入生产。但是，岛津制作所在激光技术应用研究领域已经形成了一定的技术积累，而且高速发展的生化制药工业以及生命科学都渴求高分子有机化合物质谱分析装置早日问世。因此，岛津制作所决定集中精力解决不易挥发、热稳定性差的高分子有机化合物分子的激光解析电离与质量分析检测难题。显然，《使用激光离子化法的高分子离子的生成及其测定技术研究》课题的圆满完成得益于此前数年的研究与探索。如果没有此前的众多挫折和反复，岛津制作所就不可能适时地将主攻方向调整到高分子有机化合物分子的激光解析电离问题上来，也就不可能有田中后来诺贝尔奖级的重大发现和发明^[6]。

在实际的科学仪器产品创新过程中，阶段的划分不一定十分明确，各个阶段的创新活动也不仅仅是按线性序列递进的，有时存在着过程的多重循环与反馈以及多种活动的交叉和并行。下一阶段的问题会反馈到上一阶段以求解决，上一阶段的活动也会从下一阶段所提出的问题及其解决中得到推动、深入和发展。各阶段相互区别又相互联结和促进，形成科学仪器产品创新的一般过程。

3 新形势下科学仪器产品 创新面临四类风险

分析新时期科学仪器产品创新风险,在科学仪器产品创新过程中将会面临技术风险、市场风险、组织管理风险和外部环境风险^[7]等四类风险(图4)。

3.1 技术风险

技术前景风险:新技术在诞生之初都是不完善的,在现有技术知识条件下能否很快完善起来,开发者和技术创新的企业都不能确定,因此,创新往往面临着很大的风险。**科学仪器产品创新涉及的都是各学科最前沿领域的知识与技能,由于技术的不确定性所带来的风险更加突出。产品生产风险:**产品开发出来后,可能由于配套材料和生产工艺的限制而不能成功地批量生产并推向市场,科学仪器产品创新对配套材料的要求尤为严格,也增大了产品生产风险。**技术进步风险:**技术的迅速进步使创新成果极易被更新的技术产品所替代。

3.2 市场风险

市场接受能力风险:新仪器在推出后,顾客往往对其可靠性和稳定性持怀疑态度甚至做出错误的判断,因而对市场能否接受及能接受多少难以做出准确的估计。**市场接受时间与时机风险:**创新产品的推出时间与有效需求的时间存在时滞,时滞过长将导致企业开发新产品的资金难以收回。相反,新仪器不能适时推向市场,又可能被竞争对

手抢先。**竞争激烈程度风险:**如果市场竞争过于激烈,形成供过于求的局面,则难以实现预期利润。

3.3 组织管理风险

人才风险:科学仪器产品创新需要大量高水平的交叉学科人才,从而将面临关键的技术人才、市场营销人才和管理人才的获得以及对人才的激励和管理而带来的人才风险。**财务风险:**科学仪器产品创新需要的资金较大,且每个环节都不能中断,只有保证资金供应,才能使创新活动持续下去。创新主体由于财务困难或融资渠道少,无法筹措到创新需要的资金就会导致创新终止,或者失去最佳创新时机。**信息管理风险:**对外部信息搜集不足,创新主体将无法确立创新项目或立项不准确;如果在创新的各环节间内部信息沟通不畅,则可能导致最终的创新失败。**组织结构风险:**适合的组织结构可以使创新所需的各种资源进行适当的组合,从而使创新活动顺利进行;不合适的组织结构会导致职责不清、内耗严重,从而使创新活动缺乏必要的资源。

3.4 外部环境风险

政治与法律环境风险:国家政局的稳定、政策的连续性会影响技术创新。国家在不同时期的发展目标和社会需求决定了技术创新的方向。法律法规的变化也会给创新行为带来影响。**经济环境风险:**一方面影响市场需求和购买力;另一方面也会对融资成本、融资方式和生产要素的供应产生影响。**社会与文化环境风险:**泛指一切社会和文化因素引发的技术创新风险,如人口数量、文化传

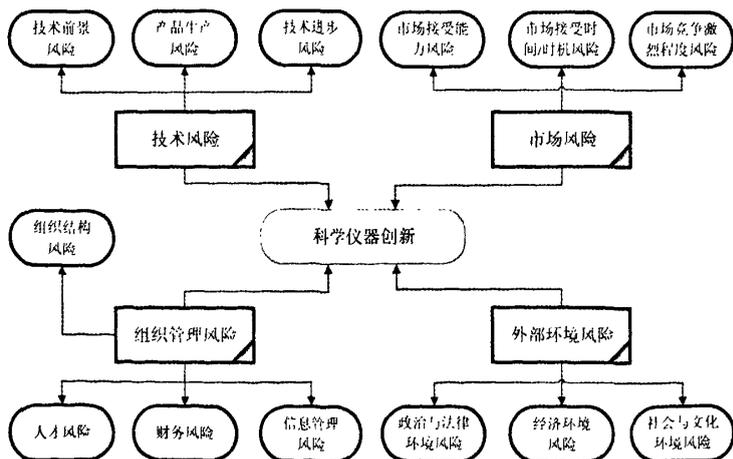


图4 科学仪器的创新风险

统、宗教信仰、民族特点等因素。另外,自然灾害的发生,如洪水、地震、战争等不可抗力的发生给技术创新带来的风险也无法回避,创新主体可以通过保险等方式对此类风险进行转嫁。

以上对科技仪器产品创新成果产业化过程中可能出现的风险进行了剖析,目的在于针对风险采取措施,建立科学有效的风险降解机制,及时把不利因素转化为有利因素或分散化解风险,从而使创新行为获取最大的收益。

4 结 语

当今科学技术飞速发展,能否取得重大前沿领域的新突破、新成果,很大程度上取决于是否有最先进的科学仪器设备。新时期,在正确认识科学仪器产品创新特征的基础上,政府政策的制定以及企业的决策应进一步结合科学仪器产品创新的特征。

首先,正确认识用户在科学仪器产品创新中的主体作用。用户创新是科学仪器产品创新的最显著特征,仪器制造商应注重与用户,尤其是领先用户的合作,及时发现他们有价值的新需求、新设想,并努力将其产品化、市场化,从而获得更好的经济效益和社会效益。同时,仪器制造商和用户良好的合作,可以使用户在设计产品原型之初就更好地了解批量生产的要求,从而增加科学仪器市场化的可能性。

其次,尊重科学仪器产品创新的客观规律和

过程。在捕捉到有价值的创新设想的同时,认真做好仪器市场化前的调查研究工作,确定市场化的可能性和应用前景。在后续工作中,做好组织管理工作,并及时反馈意见和问题,保证科学仪器产品创新的顺利进行。

再次,正视科学仪器产品创新中存在的各种风险和问题,采取有效的风险降解措施。尤其应注重加强技术水平的提高和人才的培养,为科学仪器产品创新提供有力的基础保障。

参考文献

- [1] 闫成德,蒋士强,江炜.科学仪器学科与技术进展的研究报告[EB/OL]. [2009-03-14]. <http://www.antpedia.com/html/74/n-8674.html>
- [2] Von Hippel E. The Source of Innovation[M]. New York:Oxford University Press,1988.
- [3] 陈钰芬,陈劲.用户参与创新:国外相关理论文献综述[J].科学学与科学技术管理,2007,28(2):52-56.
- [4] 李随成,姜银浩.用户参与产品创新的动因与方式[J].管理现代化,2008(1):4-6.
- [5] 霍海涛,孙圣兰,夏恩君.突破性技术创新过程管理研究[J].北京理工大学学报,2007,9(1):70-72.
- [6] 张杰军,周程,郑健.企业技术创新取得重大突破所需条件分析——以日本岛津公司田中耕一获诺贝尔化学奖为例[R].北京:中国科学技术发展战略研究院,2009.
- [7] 王立新,高长春.企业创新的过程及创新风险研究[J].哈尔滨工业大学学报(社会科学版),2005,7(6):75-79.

Brief Analysis of the Characteristic of Scientific Instrument Product Innovation

Li Wenjun¹, Zhang Jiejun²

(1. Institute of Scientific & Technical Information of China, Beijing 100038;

2. China Academy of Science and Technology for Development, Beijing 100038)

Abstract: The modern science instrument is not only the premise of the knowledge innovation and the technological innovation, but also one of the main contents in innovation research and the important form of the innovation achievement. This article has carried on the analysis of the scientific instrument product innovation from innovation source, innovation process and innovation risk and so on, and points out that the innovation of leading user is the dominant character of the scientific instrument product innovation. Finally, the author gives some own comments and views based on the findings.

Keywords: scientific instrument product innovation, innovation source, innovation process, innovation risk, leading user