

用。由此看出，企业竞争的重心已从生产制造过程转移到研发设计过程。研发设计过程的复杂性、不确定性以及更加多变的企业竞争环境等，使传统的产品创新设计方式已不能满足企业生存、发展的需要。能否在最短时间内提供高质量、低成本的产品和服务，已成为企业竞争的核心要素。

1.1.1 企业面临新的竞争环境

科学技术不断进步、经济全球化的飞速发展以及新技术的不断升级，使企业的创新主体地位不断强化，企业的创新能力不断提升，也使得企业面临的竞争环境更加复杂、多变，对企业的创新发展提出了更大挑战。宏观环境的转变主要表现在知识经济作为 21 世纪主导型经济形态的确立和超竞争环境的形成；微观环境的转变主要体现在客户需求的个性化增强以及产品生命周期的缩短，具体主要表现在以下几个方面：

(1) 知识经济成为 21 世纪的主导型经济形态^[1]。

1983 年，美国加州大学保罗·罗默教授提出了“新经济增长理论”，这标志着知识经济在理论上的初步形成。罗默教授认为知识可以提高投资收益，并将成为经济发展中一个重要乃至决定性生产要素。管理大师彼得·德鲁克在《管理未来》一书中也提到：“从现在起，最关键的是知识。世界正变得不是劳动密集，不是物质资料密集，不是能源密集，而是知识密集。”^[2]随着知识经济时代的来临，产品制造与设计企业竞争的核心将不再是资金和设备等有形硬件资源的拥有，而是逐渐转向包括技术和智力等知识资源的竞争。智力资本作为企业和创新产品价值增值的源泉和动力，俨然已成为企业发展的稀缺资源，形成企业的一种核心竞争力。因此，在现代生产社会中，知识已成为企业乃至国家生产要素中最重要的组成部分，以此为标志的知识经济也已成为 21 世纪的主导型经济形态。

(2) 传统竞争环境向超竞争环境转变^[3]。

伴随着技术进步、信息化步伐逐渐加快以及经济全球化趋势和区域经济整合的驱动，企业竞争呈现出自身发展的高度不确定性、竞争的高频性和互动性、竞争优势的暂时性、环境的动态变化性等特点。上述这些特点促使了超竞争环境的形成。在超竞争环境下，竞争的高度不确定性表现为竞争者数量的剧增、竞争手段的多样化、产业结构动态调整和边界的模糊性，这要求企业不断预测潜在和现实竞争者可能推出的新产品。竞争的高频和互动性体现在企业的竞争战略和优势会快速被竞争对手识别、模仿和超越，竞争的互动变为多回合、连续性，竞争对手通过模仿能够快速建立

新的竞争优势。竞争优势的暂时性主要表现在竞争的对抗性越来越强，持续关注现有的竞争优势会对企业造成致命性的后果。这就要求企业破坏现有的竞争优势，持续创新以保持新的竞争优势。

（3）产品创新中客户地位与价值明显提升。

20世纪90年代之前，生产技术较为落后，企业生产力水平较低，整个产品市场处于供不应求的状态。随着经济的不断发展，科学技术的不断进步，企业的创新能力和生产能力均逐渐增强，产品品种更加丰富，产品的供给也得到了有效保证。产品品种的差异化以及市场供给量的逐渐饱和为客户提供了更大的选择空间，这驱使卖方主导的市场逐渐转变为买方主导的市场，客户的地位也逐渐由被动接受上升为主动选择^[4]。“以客户为中心”“顾客就是上帝”等营销理念及“客户生命价值”等理论的提出也促进了客户价值的明显提升，主要体现在以下四个方面：

① 产品差异化发展极大拓宽了客户的选择空间。

在技术落后的时代背景下，产品供给严重不足，客户的需求由制造企业来主宰，客户对购买的产品并非特别满意。在经济高速发展、科技进步突飞猛进的新市场形势下，客户的经济实力与产品的供给能力都已提升，客户完全可以按照自己的喜好及意愿来选择自己所需的产品。此外，产品的差异化发展也增加了同类产品的可替代性，可供客户选择的同类产品品类更多。客户可以根据自己的实际情况，在满足自己特定需求的情况下，选择同一品牌产品的不同类型，也可以选择品牌不同但功能相近的产品。企业可供客户选择的产品种类大大得到扩展，客户作为使用主体的权利切实得到提升。

② 客户满意度成为衡量产品开发与创新成功与否的核心标准。

客户满意度指的是客户在购买产品或接受服务时，出于事后感知和事前期望的差距所形成的态度^[5]。由此可知，客户满意度是一个相对概念，反映了客户的期望与最终获得服务与体验的匹配程度。换言之，是指客户通过对一种产品可感知的效果与其期望值相比较后得出的指数。然而，客户个体的个性化需求参差不齐，对产品质量和功能的感受与要求也各有差异。因此，产品质量的高低不能再单纯通过大规模生产的制造生产质量（如产品合格率等）进行衡量，而应以客户满意度为核心指标。只有设计、生产出客户满意度高的产品，才能称之为成功的产品。

③ 客户需求的个性化增强。

马斯洛需求层次理论将人的需求按由低到高分为生理需求、安全需求、

归属与爱的需求、尊重需求和自我实现需求。客户首先追求的是基本需求，当其基本需求满足后，便会追求更高层次的需求。客户知识水平的提高和经济条件的改善，使其要求和期望越来越高。消费在客户眼中已经不再是一种纯粹的商品或劳务消耗活动，而是获得满足其越来越强的个性化需求产品的方式。客户除了关注满足其基本需求的功能外，同时还会注重产品的可靠性、易操作性、性价比等非功能性需求。千篇一律的产品已不能满足客户的个性化需求，差异化的产品和满足客户个性化需求的产品成为设计制造企业的潮流，而这又构成了企业的新压力，促使企业不断进行创新以适应客户个性化需求的发展。

④ 产品生命周期日益缩短。

产品生命周期(Product Life Cycle, PLC)一般是指产品市场生命周期，包括了新产品从试制成功到投放市场，再到市场饱和，最后直至被市场淘汰的过程^[6]。IT及新产品开发技术等快速发展，使产品生命周期越来越短。19世纪初期，某些产品生命周期达到几年甚至几十年，而现在同类产品的生命周期只有几个月或1年时间。产品的生命周期缩短，产品的革新速度加快，如此，企业用于创新设计和决策的时间被极大压缩，市场机会更是稍纵即逝，而且这一趋势还在不断加强。由于客户个性化需求以及产品结构复杂度的增加，新产品开发总工时已成倍增加。如何缩短开发周期并在短时间内满足用户需求，成为当今制造企业生存与发展的关键问题。

因此，企业产品创新的市场竞争环境已发生了根本性变化。竞争优势被逐渐削弱，超强竞争环境已快速形成；客户的地位已发生根本性的改变，客户价值也越来越受到重视；客户的需求越来越高，个性化需求不断增强，对产品的时间、质量和成本都提出了更高的要求。这些新变化使得企业必须进行持续不断的创新，不仅包括产品的创新、设计模式的创新，相应的管理思路、方式及实现技术等都需要进行持续创新，以保持企业核心竞争力，满足复杂竞争环境下的市场与客户需求。

1.1.2 协同产品创新知识管理面临诸多挑战

在新技术革命带动下的知识经济时代，产品创新过程日趋复杂，使得企业面临着前所未有的产品创新压力与创新风险。企业开发具有创新性和市场竞争力的新产品，不仅需要依靠企业自身的资源，更需要企业间不同领域、不同特性、不同功能的信息、知识及其他相关智力资本要素的有效流动、交叉与融合，尤其是那些具有异质性、稀缺性、有价值的隐性知识

和专有技术^[7,8]。为有效集成企业内外部的产品创新资源，进而实现更加优质、高效的产品创新与技术创新，企业愈加重视采用新的产品创新模式或方法来提升产品创新的能力与效率，获取更大的发展空间。近年来，随着网络化协同产品设计模式的迅速发展以及产品创新手段的不断丰富，协同产品创新（Collaborative Production Innovation, CPI）模式逐渐成为产品创新体系中一个重要分支^[9-11]。协同产品创新将企业、客户、供应商、系统集成商等协同成员的知识作为最重要的创新源泉，其能够有效利用网络化的协同工作平台、产品创新设计工具与知识管理手段将协同成员的知识深度集成到产品创新过程中^[11-13]。协同产品创新模式使得企业对知识、知识管理的需求不断提升，也对企业的管理能力提出了更大的挑战。当前，基于知识管理角度，企业实施协同产品创新模式、提升产品创新能力与效率面临着以下压力：

（1）大量知识积累与有效知识重用的矛盾突出。市场的多样化趋势与客户的差异化需求，以及互联网技术的高速发展，使得产品创新的知识与日俱增^[14]。大量的知识创造与积累造成了知识管理成本、难度大幅度增加，企业在协同产品创新过程中，面临着现有知识存量低效率重用、知识增量无法有效利用的尴尬境地。

（2）分散、异构性知识难以有效整合，协同创新效用激发受挫。协同产品创新成员组织背景不同、所处的位置不同、发挥的功能不同，这决定了他们掌握的知识也不同^[15,16]。协同产品创新知识的分散性、异构性特征增加了知识相互关联与集成管理的难度，知识协同效用与协同创新效用难以有效激发，阻碍了企业协同产品创新能力与效率的进一步提高。

（3）协同成员更替造成知识流失，以及协同产品创新系统稳定性的降低。协同产品创新是一项复杂的系统工程，其协同成员之间与成员知识之间存在着复杂的协作、耦合关系^[16]。与此同时，由于组织内外部因素的干扰和影响，协同成员在协同产品创新过程中存在着流动性。这种协同成员的流动、更替甚至流失不仅可能会造成其掌握关键知识的流失^[17]，还会削弱成员协作关系乃至整个协同产品创新系统的稳定性，严重制约了协同产品创新系统的反应能力与创新能力。

（4）协同产品创新对知识流动效率与扩散绩效提出更高的要求。协同产品创新成员具有不同的组织、知识甚至文化背景，其掌握的知识具有较大的异质性，且多以隐性知识的形式存在，常规的知识管理手段难以有效地获取、转移与利用这些知识^[18]。协同产品创新系统获取竞争优势的关键，

绝不仅依赖于其静态知识存量，而且更取决于知识的有效流动、扩散与融合所产生的新知识增量^[19,20]。协同产品创新系统的知识流动效率与扩散绩效越高，越有利于激发和放大成员间的协同创新效用，越有利于企业创造出适应市场需求的新技术、新产品。

为有效应对上述协同产品创新模式应用与管理实践中的压力与挑战，企业纷纷大力推进知识管理战略以提升协同产品创新的能力与效率。快速发展的计算机与信息传播技术所带动的网络化，不断推动组织形式与协作模式经历着快速而显著的社会变迁，并由此形成了更为紧密、复杂的协作关系与网络组织形式。具体到协同产品创新领域，协同产品创新要素以及要素间复杂的相互关联、作用关系已经形成了一个复杂的知识网络系统^[16,21]。因此，本书基于知识网络理论对协同产品创新系统进行知识网络化表达，进而提出协同产品创新知识网络（Collaborative Product Innovation Knowledge Network, CPIKN）的概念，以更加系统、深入地研究协同产品创新中的组织管理与知识管理问题，以期提升企业实施协同产品创新模式的能力与效率。CPIKN 将不同组织与知识背景的协同成员及其知识以非线性的方式融合为一个整体，其不仅可以揭示协同产品创新成员的知识协作关系、知识的流动规律，还可以通过可视化工具展示协同产品创新组织的拓扑结构和知识的流动路径，为企业制定、实施协同产品创新效率提升的管理策略提供理论依据，帮助企业实现对协同成员、知识等创新资源的深度集成和高效利用，最终有助于提升协同产品创新的技术含量与效率水平。

CPIKN 涉及组织管理、知识管理、人力资源管理与复杂网络理论等诸多共性问题。而就目前知识网络的研究与实践情况来看，企业普遍重视知识网络“硬件”的建设与开发，如网络信息技术、数据挖掘技术和结构化的组织流程等，而对“软件”因素的重视程度还远远不够，从而在本质上限制了企业管理水平的提升^[16,22]。协同产品创新的竞争优势来源于异质性、互补性的知识^[23]，其中大量的知识资源以隐性知识的形式存在于协同成员的大脑之中。企业想要提高协同产品创新的管理效率，获取更加优质的协同产品创新成果，不仅需要选择、吸收合适的知识型成员，保证协同产品创新系统稳定、高效的运行，更重要的是开发和管理协同成员的知识，使成员个体知识能够在系统中迅速有效地流动扩散，使各个成员能够充分共享、应用彼此的知识成果，并将其上升为整个系统的知识资产，进而转化成为具有创新性和竞争优势的创新产品。综上所述，在知识网络范式下对协同产品创新的管理效率提升问题进行研究，构建科学、系统的 CPIKN 管

理理论框架和方法体系，揭示 CPIKN 的构成、结构与复杂特性，探索知识网络范式下协同产品创新管理效率提升的关键问题以指导协同产品创新模式的管理实践，并借此丰富协同产品创新管理领域的相关理论，是本书研究的主要出发点。

1.2 研究问题的提出

在协同产品创新过程中，大部分的产品创新项目与任务都是由多个组织共同协作完成的^[24,25]，这就需要企业、供应商、系统集成商、研究机构、客户等利益相关者抽调知识成员组成 CPIKN。CPIKN 不仅是协同产品创新成员及其知识的集合体，而且是成员间知识协作、流动、扩散与共享的网络体系。将协同产品创新的管理效率提升与优化问题放在知识网络范式下进行研究，本书希望深入探讨如何构建高效的 CPIKN，如何保证 CPIKN 稳定、有效地运行，如何有效研究和分析 CPIKN 中的要素特性与要素间关系特性及其对 CPIKN 特性和运作效率的影响，从而为提高协同产品创新的运作与管理效率提供理论依据和方法支持。对上述问题进一步思考可以引申出以下几个方面的关键问题：如何选择合适的、胜任的协同成员组成并构建 CPIKN，从而更加有效地发挥 CPIKN 的协同绩效；面对协同成员更替及其带来的知识流失，如何有效分析其对 CPIKN 稳定性的影响，并采取相应的管理措施；在协同创新过程中，知识流动效率与扩散绩效直接影响着 CPIKN 的整体绩效，如何有效度量 CPIKN 的知识流动效率，如何准确把握知识扩散的过程及规律，以及采取何种策略与措施能够有效提高知识扩散绩效。事实上，由于 CPIKN 中的协同成员、成员知识等要素之间存在着错综复杂的关联关系^[25,26]，使得对 CPIKN 的系统研究和有效管理变得愈加复杂。当其中任何一个或局部的要素发生变化，与之相关的要素以及要素间关系也可能随之调整、变化，并最终对整个 CPIKN 的性能与管理产生影响^[27]。因此，为更加有效地提高协同产品创新的运作效率与管理水平，如何从复杂系统的视角提出 CPIKN 管理的理论框架，并提出其中关键问题的解决方案，是本书研究的主要出发点。具体地，CPIKN 管理实践中面临的关键问题可总结为以下几个方面：

(1) 如何基于网络协同视角对 CPIKN 成员选择问题进行合理、准确的决策，为构建高效的 CPIKN 提供决策支持。

针对协同产品创新的特定项目或任务，决策者需要从大量候选者中选

择胜任、合适的成员组成 CPIKN。成员选择问题是 CPIKN 管理与绩效优化的首要决策问题,是保证 CPIKN 成功运行以及提升协同产品创新效率的关键^[28, 29]。在协同产品创新过程中,成员之间打破传统的组织边界,进入 CPIKN 这一协同平台上共享他们的知识和思想^[30]。CPIKN 的绩效依赖于所有协同成员及其拥有知识与资源的有机组合。然而,现有的成员选择问题研究大多考虑的是候选者的个体属性,较少考虑候选者之间的协同属性^[15, 29]。事实上,协同产品创新存在着高风险性与不确定性,成员之间的优势互补、紧密合作和高效配合是保证产品创新成功的关键^[31, 32]。因此,在 CPIKN 成员选择过程中,对成员间协同属性的考虑是不可忽视的。基于以上认识,从网络协同效应的视角,综合考虑候选者的个体属性与协同属性,提出合适的模型与求解算法来解决 CPIKN 成员选择决策问题,对决策者做出正确的 CPIKN 构建和管理决策以保证协同产品创新的高效运作具有非常重要的价值。

(2) 对于 CPIKN 的成员流失与知识流失,如何量化测度与分析其对 CPIKN 稳定性造成的影响,进而为提升 CPIKN 的运行稳定性提供决策依据。

在协同产品创新过程中,由于组织内部或外部因素干扰,CPIKN 不可避免地存在着人才流失及其掌握知识流失的风险^[16, 33]。这种流失可能是由于成员个人原因随机发生的,也可能是竞争对手蓄意为之的^[34]。CPIKN 的成员流失不但会造成相应知识的流失,还会造成协同成员间知识协作关系的中断,进而导致 CPIKN 稳定性与运作效率的下降,严重时甚至造成知识、信息交流中断,组织结构崩溃。综上所述,成员流失与知识流失对 CPIKN 的运行稳定性有着显著的影响。如何有效模拟 CPIKN 成员流失与知识流失,如何对 CPIKN 稳定性进行定量测度与分析,并探究成员流失与知识流失对 CPIKN 稳定性的影响,为提高 CPIKN 的运行稳定性和人力资源与知识资源的集成管理绩效提供决策依据和方法支撑,是摆在管理者面前的一项严峻挑战。

(3) 在协同产品创新过程中,如何从复杂系统角度准确、有效地测度 CPIKN 的知识流动效率,为合理评估 CPIKN 的运作效率提供理论依据和方法支撑。

在协同产品创新过程中,CPIKN 的知识流动效率在很大程度上反映了 CPIKN 的运作效率,其对于提升协同产品创新的效率有着重要意义。在 CPIKN 中,知识通过成员间的正式交流关系与非正式交流关系进行流动,进而实现知识协作增值效应^[35, 36]。从知识交流活动的发生过程来看,知识

流动表现出群体联结的性质,即“网络”属性;从知识交流活动发生的本质来看,知识活动更多地表现出非正式性质,受到人们个体意愿与行为的强烈影响,即“社会”属性^[37,38]。CPIKN 为知识流动提供了平台和路径,基于 CPIKN 的整体角度,CPIKN 的知识流动效率受到节点特征、节点关系特征和网络结构特征等多重因素的影响,这使得对 CPIKN 的知识流动效率评估成为一项涉及众多复杂因素的系统工程^[39,40]。以往对于知识流动效率的研究大多为定性分析,显然这难以满足管理者的实际需求。因此,如何从复杂系统角度准确、有效地量化测度 CPIKN 的知识流动效率,使其成为管理者有效评估 CPIKN 知识流动现状的决策基础,并进一步帮助管理者评估 CPIKN 的运作效率,具有非常重要的工程实践价值,也是当前协同产品创新管理中亟待解决的重要问题。

(4) 在协同产品创新过程中,如何从微观知识活动角度研究知识扩散的过程与规律,并提出知识扩散绩效提升的策略与管理方法,为提高 CPIKN 的运作效率与管理绩效提供理论依据。

在协同产品创新过程中,CPIKN 成员之间存在着广泛的知识扩散活动,协同产品创新工作的每个环节都离不开知识的有效交流与扩散^[41]。知识扩散有利于每个成员充分接触和获得他人的知识,同时能够激发成员之间的知识优势互补效应,实现 CPIKN 知识资源的优化配置,提高协同产品创新的技术含量^[42,43]。然而,CPIKN 中的知识大多以隐性知识的形式存在于成员个体头脑之中,其难以通过常规手段进行管理,只能通过模仿、交谈、实践甚至是潜移默化方式的进行发现与共享^[44,45]。作为成员之间进行智力沟通的知识扩散在隐性知识的学习、获取与利用过程中有着重要的作用。有关知识扩散的研究较多,但大多是关于知识扩散的抽象定义、方式与意义等,而对于知识扩散过程与规律的定量研究则相对较少。在 CPIKN 中,知识扩散是成员之间微观知识交流活动演化形成的复杂过程,基于这一视角研究知识扩散的过程、规律以及影响因素,认识 CPIKN 知识扩散的机理,并提出 CPIKN 知识扩散绩效提升的管理策略,是提高 CPIKN 的运作效率与管理能力需要研究的重要问题。

1.3 国内外研究现状综述

针对知识网络范式下的协同产品创新管理问题,本书作者以“协同产品创新”“协同网络”“知识网络”“成员选择”“系统稳定性”“知识流动”

“知识扩散”“collaborative product innovation”“collaborative network”