DOI:10.16192/j.cnki.1003-2053.2014.05.013

文章编号:1003 -2053(2014)05 -0787 -05

基于ID与IE融合的IDE技术创新方法

冯立杰,岳俊举,王金凤,翟雪琪
(郑州大学管理工程学院,河南郑州 450001)

摘 要:工业设计(ID)与工业工程(IE)作为产业价值链的两种技术工具,实现二者的融合有利于促进技术创新。本文从ID和IE传统概念出发阐述了IDE方法的提出背景,结合多年工程及理论实践,重新界定了ID理念和IE方法分类,阐述了二者融合的基本原理,提出了ID和IE融合的IDE技术创新模式,以期为技术创新提供一种新的方法和思路。

关键词:ID;IE;IDE;技术创新
中图分类号:TB1 文献标识码:A

在人口、资源、生态环境约束日益严峻的环境下,技术创新推动经济社会发展的作用显得日益重要。加快技术创新步伐、获取竞争机遇和优势是企业乃至政府亟待解决的重大问题。技术创新实践离不开先进的创新理论为指导推进产品创新,更新并突破产品设计工艺与制造理念,创新并优化研究开发的方法和组织。而在产品创新过程中往往存在脱离市场和顾客、开发流程僵化、产品设计单一等问题,严重阻碍了企业的快速发展,因此合理解决上述问题是提高产品创新效度并赢得市场的关键。

国内外学者针对产品设计制造提出了独特的见解。Kit Yan Chan[1]等应用多维模糊压缩技术和Fuzzy集群技术对产品创新过程中的细分功能进行识别,进而建立成本与功能的理想识别点;Xinfang Wang[2]等提出基于健壮理论的设计过程优化方法,用以解决产品设计过程中的可靠性问题;张建军[3]等提出一种集成TOC/TRIZ/Fuzzy的产品概念设计方法,从技术方面对产品设计各个阶段的过程进行研究;杜鹤民[4]等提出人机耦合理论,从以用户为中心的设计角度研究产品设计过程的优化路径,提供了可操作的设计指导方法;刘小莹[5]集成FEMA与TIPS形成机械产品设计方法,为基于顾客需求的产品信息收集与原型系统设计提供了研究方向。现有学者的研究多是单一从技术角度剖析现状,虽然在短时间内可以有效地提升产品创新的效率和价值,但由于缺乏系统、科学、高效的管理思想植入产品的创新过程,忽视管理对技术的促进作用,引发管理手段与技术更新的脱轨,随着时间推移和市场的变化,往往会造成盲目、低效的设计,甚至产生没有生命力的产品,浪费了大量宝贵的时间和资源,给企业带来致命打击。同时技术与管理的脱离造成较难从管理的高度评判技术实现的合理性、需求存在的不确定性,从而导致不能有效连接技术与产品、技术与用户。

在已有的高效管理方法中,工业工程理论得到了大力拓展,其集成了并行工程、柔性制造等技术,面向企业经营管理全过程,从适用性、可制造型、可装配性等方面考量产品,关注企业与社会的结合、技术创新与管理创新的并进,实现成本与效率、技术与管理的有机结合,所有这些都能贯穿于产品创新设计的各个阶段,奠定了ID与IE融合的理论基础。同时IE作为管理方法论与工程技术的综合体,与其他方法或学科融合创新并在多个领域应用是IE发展的必然趋势和要求:Jun Bain[6]等建立Neuro - IE模型,利用生物反馈技术研究人因变化对企业生产的影响,推动了生物技术与工业工程的融合应用;齐二石[7]等提出IE + IT的信息化集成创新模式,形成了企业增效管理创新模式,助力实现“信息化带动

收稿日期:2013 -10 -15;修回日期:2014 -01 -22
作者简介:冯立杰(1966 -),男,河南焦作人,高级工程师,博士后,研究方向为工程技术创新。
岳俊举(1989 -),男,河南平顶山人,硕士生,研究方向为技术创新。
王金凤(1963 -),女,河南焦作人,教授、博士生导师,研究方向为工业工程。
翟雪琪(1988 -),女,河南濮阳人,博士生,研究方向为技术创新、安全工程。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

工业化，工业化促进信息化”的战略；马庆国[8]等在提出的神经管理学中介绍了神经工业工程，把工业工程学深入到神经科学的层面，并对神经工业工程的发展进行了系统介绍，认为交叉学科发展是工业工程的研究趋势；简祯富[9]等探讨工业工程在台湾医院管理方面的应用研究现状，其应用领域已超出工业范围且对医院管理水平的提升显著，证明了工业工程应用于其他领域的可行性。

工业工程在制造业、服务业等领域得到广泛应用的同时，其实践效果也得到了广泛的认可，但将ID与IE融合应用于产品设计制造领域的研究尚未见诸于文献。工业设计(ID)与工业工程(IE)作为产业价值链的两种技术工具，一方面ID作为一项具有创新目的流程活动，其可作为综合集成方法思维展现的载体，另一方面IE作为系统方法论，其在创新理论与技法上可以对ID流程进行优化升级。因此创新性地实现二者融合，不仅可以从技术创新的角度利用科学技术进行创造性创新，解决设计与技术、设计与市场的融合问题，使IE的具体理论与实际产品创新过程相结合进而指导产品创新，更有利于从市场的角度审视并发掘顾客的潜在需求，实现产品的使用目的、技术与个性特色相融合，质量、销售服务与人们的期待相结合，为企业获取竞争优势指明方向，使企业在产业价值链中获得优势。

1　IDE方法提出背景

1.1　ID与IE概念

传统工业设计的核心是产品设计，在人类社会进入现代工业社会之后，设计所带来的物质成就及其对人类生存状态和生活方式的影响是过去任何时代所无法比拟的，现代工业设计的概念也由此应运而生，现代工业设计有广义的工业设计和狭义的工业设计之分。

广义工业设计是指为了达到某一特定目的，从构思到建立一个切实可行的实施方案，并且用明确的手段表示出来的系列行为，它包含了一切使用现代化手段进行生产和服务的设计过程。狭义工业设计指产品设计，即针对人与自然的关联中产生的工具装备的需求所作的响应，包括为了使生存与生活得以维持与发展所需的诸如工具、器械与产品等物质性装备所进行的设计[10]。

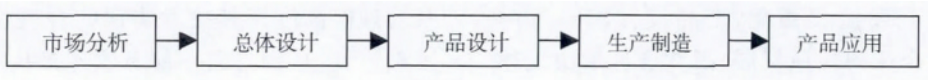

图1　工业设计的一般流程

工业工程(IE)起源泰勒的科学管理理论，强调系统观念与工程意识，侧重于从技术角度研究并解决生产过程中的合理化效率、效益问题，使管理与技术密切结合[11]。随着知识经济时代的到来，工业工程的理论与方法结构发生了重大变化，改善与创新成为现代工业工程最本质的功能和永恒的主题。IE通过研究企业组织有效生产，运用系统化理论，以系统分析、系统设计和创造性技术为工具，强调由微观向宏观管理，兼收并蓄高新技术理论，注重敏捷、柔性、精益、并行制造系统的集成开发与应用，从而实现降低成本、提高质量和生产效率的目标。目前，已广泛应用于机械工业、航天、公用事业、银行、医院和教育等方面。

1.2　ID与IE融合原理

随着知识经济时代的到来，全球竞争日趋激烈，工业设计理念和工业工程理论都发生了重大变化。结合多年的工程实践经验，作者认为工业设计是面向全过程的设计，包括从市场调查、新产品设计定位、专利技术查询与搜集、设计方案初步制定到新产品的包装设计、成本核算、预测风险等内容。因此，其理念可描述为以市场和用户需求为导向，以创新理念为指导，以现代化技术为工具，综合考虑产品的功能、结构、材料、工艺、应用环境等因素，在产品全生命周期内展开的一系列创新增值活动[12-14]，具体流程如图2所示。

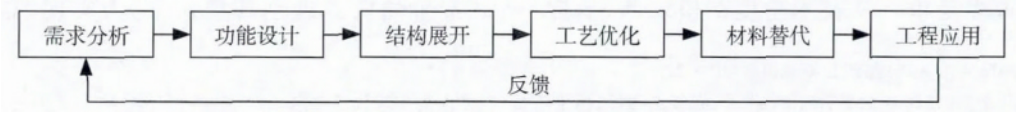

图2　ID流程

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

IE 作为管理方法论与工程技术的综合体，对提高企业综合创新能力和整体素质具有不可替代的作用。作者将其在企业中运用的方法归纳为规划、设计、计划、控制、分析/评价、改进/创新、组织七方面[15-17]，如图 3 所示。

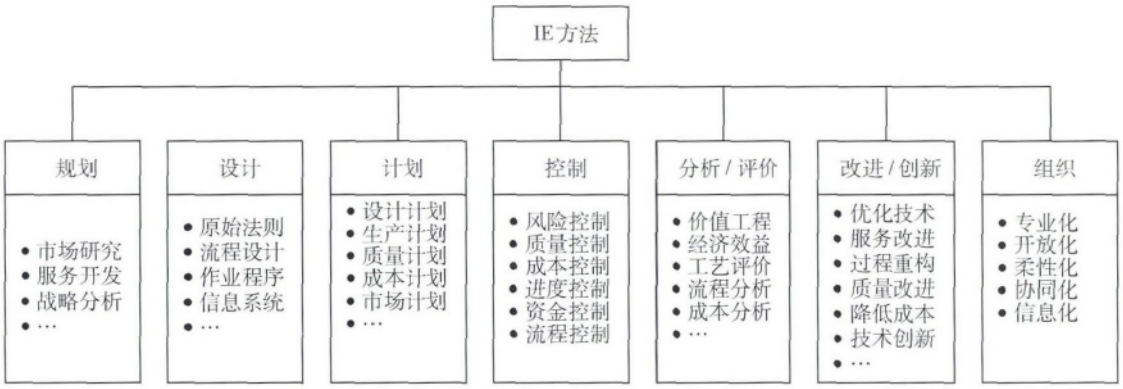

图 3　IE 方法

现代工业工程开始系统地从产品本身及其制造过程和产品整个生命周期考虑产品的环境特性，推动传统制造向现代先进制造转变，要求能够快速配置和系统地集成人、技术和资源。同时，现代制造理论和技术广泛应用，对产品设计流程的创新和改进提出了更高的要求。但工业工程更关注的是由“投入—产出”所组成的系统，在中间环节，即产品设计流程方面缺乏合适的理论与方法。新技术、新材料、新发明，在没有转化为在市场销售的商品产生价值之前，是没有实际意义的，工业设计正是科学发明转化为经济成果的媒介和纽带，丰富完善了工业工程“投入—产出”所组成的系统，在设计环节利用工业设计的方法从产品的功能、外观、经济型、市场销售等方面构思，完善整个创新的价值链。

ID 与 IE 均涉及了整个产业价值链，二者融合可以帮助企业发掘顾客的潜在需求，创造性地利用科学技术知识进行创新。前者强调依据研发技术对物料、能源、设备、资金、技术、人力和信息等制造资源进行加工和利用，从功能、结构上改进产品，从而实现技术创新，并通过广告、品牌、包装、销售及售后等环节向顾客提供产品和服务，需要理论方法和技术工具来指导; 后者侧重于从理论上为产品的研发提供战略研究，优化流程设计和作业程序设计，制定成本计划、质量计划和过程控制，并对产品设计进行评价筛选及改进，需要具体实践环节发挥其功能。

2　IDE 技术创新方法

在 ID 和 IE 融合原理分析基础上，将 IE 理论与方法融入 ID 过程中，全过程运用 IE 方法，对需求发现、功能设计、结构设计、工艺优化、材料替代、工程应用进行优化与重构，可以衍生出一种基于 ID 和 IE 融合的 IDE 技术创新模式，如图 4 所示。

(1) 需求分析阶段

需求分析既是产品设计成功的基础，也是产品开发设计的最终要求。该阶段:

①需要采用工业工程方法，从系统论观点分析把握人们的需求和价值观，以满足人的多种需求为目标展开技术创造活动;

②需要利用规划方法，从企业战略、市场研究等方面确定用户需求，明确产品需求范围及使用功能;

③需要综合运用评价方法，从产品的经济与社会效益评价方面确定需求的可行性与必要性，明确目前的技术以及企业资源是否有能力完全满足需求，以及满足这些需求付出的代价是否有足够的效益支撑，进而将产品需求转化为产品功能。

(2) 功能设计阶段

需要在系统目标引导下，综合考虑各组成部分的相互作用和系统整体的发展变化，从纵横两方面对系统各要素在功能中所处地位和作用加以分析和比较，实施结构、动作、时间、工艺(路线) 的展开和多维分解，并确定产品的关键功能。同时，利用价值工程分析方法，对产品功能展开价值分析，在保证产品功能最佳状态下降低产品成本，使产品的结构更合理。

(3) 结构展开阶段

该阶段需要利用“原始法则”对系统结构进行破组织分解，划分为通用结构和专有结构，为选择外

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

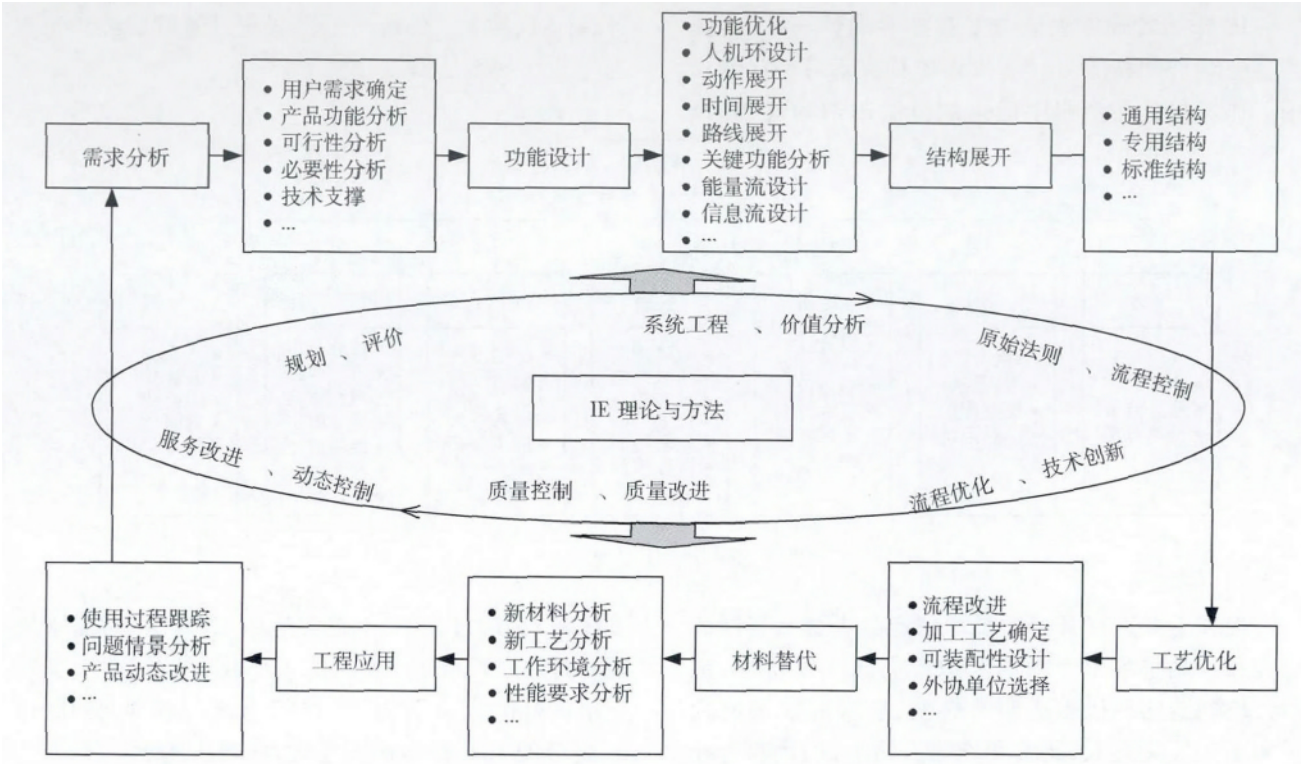

图 4　IDE 技术创新模式

包或自主研发指明方向。“原始法则”指加大创新思维的“前进跨度”，把思维集中在事物的本质方面，强调将一切复杂的系统分解还原为简单的理、化、生基本现象或基本结构，用最基本的物理、化学、生物等自然科学进行描述。结构展开过程按照装备模型逐级进行，装备模型如图 5 所示。

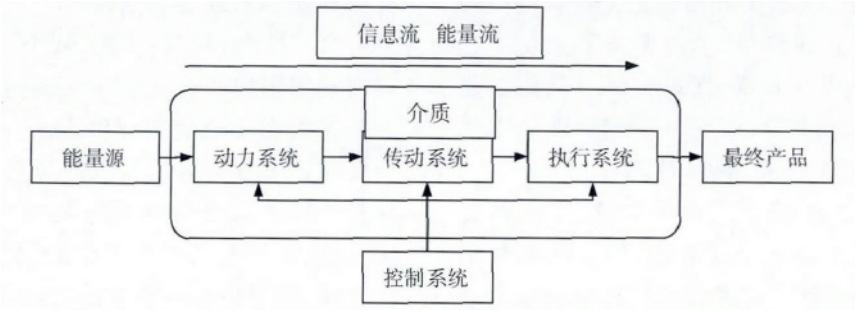

图 5　装备结构模型

(4) 工艺优化阶段

该阶段需要:

①以工业工程流程改进、过程重构、可装配性设计等方法为基础，以技术创新为途径，利用新工具、新方法，对产品生产工艺、装配过程等进行优化。如可借助系统优化方法，以整体全局最优为目标，消除部门主义、利益分散主义，最大限度实现信息整合、技术整合;

②运用创新技术优化核心工艺，改进生产流程，实现风险控制、质量控制、流程控制等。此外，在功能分解和结构分解基础上，产品的特殊功能和关键结构设计往往在工业优化阶段实现，创新显得尤为重要，更加需要采用 IE 方法作为工艺优化的技术工具。

(5) 材料替代阶段

①从质量控制方面考虑，必要的材料替代可以改善使用性能，如延长产品寿命、提高可靠性，即使一种材料可以很好地满足某种特定用途，设计人员也应考虑其可替代性;

②从设施设备规划考虑，在工作条件改变的情

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

况下,材料替代能很好地满足环境变化的要求;

③从成本控制考虑,材料替代能够提供降低成本或改进设计的机会,降低成本,提升产品竞争力。因此,该阶段的主要任务是在满足结构的可靠性、外观要求、工艺性能等前提下,利用新材料或新工艺优点,寻求一种可替代材料,完成相同的设计任务甚至达到更高的技术要求。

(6) 工程应用阶段

由于产品的使用环境和用途不同,在使用过程中出现的问题也有所不同,遵循 IE 服务改进原则,需要对产品进行动态完善,提升产品的性能。此外,将 IE 工程服务理念融入到工业设计,有利于提升服务过程的效率价值,最终形成全产业链的优化。

3　结　论

ID 强调对物料、能源、设备、资金、技术、人力和信息等制造资源进行加工和利用,从功能、结构上改进产品; IE 侧重于从理论上为产品的研发提供战略研究,优化流程设计和作业程序设计。前者需要理论方法和技术工具作为指导,后者需要在具体的实践环节才能发挥其功能。基于此,本文在重新界定 ID 概念和 IE 方法基础上,提出了 ID 和 IE 融合的 IDE 技术创新模式,以发掘顾客的潜在需求,利用科学技术知识进行创造性地创新,从而为企业获取竞争优势指明方向,也为技术创新提供一种新的方法和思路。

参考文献:

[1] Kit Yan Chan, Kwong C K, Hu B Q. Market segmentation and ideal point identification for new product design using fuzzy data compression and fuzzy clustering methods [J]. Applied Soft Computing, 2012, (12): 1371 – 1378.

[2] Xinfang Wang, Curry D J. A robust approach to the share – of – choice product design problem [J]. Omega, 2012, (40): 818 – 826.

[3] 张建军,陈旭晖,张利,等. 集成 TOC/TRIZ/Fuzzy 的产品概念设计方法的研究 [J]. 机械科学与技术, 2011, 30(7): 1154 – 1158.

[4] 杜鹤民,余隋怀. 基于人机耦合思想的信息产品设计方法研究 [J]. 机械设计, 2013, 30(1): 104 – 106.

[5] 刘小莹. 基于 FMEA/TIPS 的机械产品设计方法及支持系统研究 [J]. 西华大学学报, 2011, 30(4): 53 – 57.

[6] Jun Bian, Huijian Fu, Qian Shang, et al. The study on neuro – ie management software in manufacturing enterprises [J]. Sciverse Science Direct, 2012, (33): 1608 – 1613.

[7] 齐二石,陈君彦,刘亮. IE + IT: 工业工程与信息化集成的企业增效管理创新模式 [J] 工程机械, 2009, 40(11): 78 – 82.

[8] 马庆国,付辉建,卞军. 神经工业工程: 工业工程发展的新阶段 [J]. 管理世界, 2012, (6): 163 – 168.

[9] 简祯富,赵立忠,朱佩君. 工业工程在台湾医院管理之研究与应用 [J]. 工业工程, 2013, 16(1): 1 – 8.

[10] 张磊,葛为民,李玲玲,等. 工业设计定义、范畴、方法及发展趋势综述 [J]. 机械设计, 2013, 30(8): 97 – 101.

[11] 刘斌,冯树林,郑化冰,等. 制造业信息化中工业工程的应用研究 [J]. 轻工科技, 2012, (6): 141 – 173.

[12] 钟华珂,冯立杰,王金凤,等. 基于专利管理地图的我国煤层气开采技术发展研究 [J]. 情报杂志, 2012, (9): 21 – 24.

[13] 齐二石, 蔺宇,史英杰. 我国工业工程在制造业中的应用及发展 [J]. 工业工程与管理, 2006, (6): 1 – 5.

[14] 冯立杰,刘振峰,王金凤. 基于 TRIZ 的止推轴承创新设计 [J]. 工业工程与管理, 2010, 15(3): 45 – 48.

[15] Deng Jun, Feng Lijie, Wang Jinfeng. Innovation design of submersible motor pump based on TRIZ [C]. 2010 IEEE 17th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, IE & EM2010: 520 – 523.

[16] 陈卫敏,李彦,李文强,等. 基于流通强度的产品创新设计策略 [J]. 计算机集成制造系统, 2013, 19(2): 244 – 252.

[17] Janghyeok Yoon, Hyunseok Park, Kwangsoo Kim. Identifying technological competition trends for R&D planning using dynamic patent maps: SAO – based content analysis [J]. Scientometrics, 2013, (94): 313 – 331.

(下转第 668 页)

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

理,2009,(12):10-15

[12] Freeman L C. Centrality in social networks notional clarification [J]. Social Networks, 1979,1(3): 215-239.

[13] Scott J. Social network analysis [J]. Sociology, 1988, 22(1):109-127.

[14] Wasserman S, Faust K. Social Network Analysis: Methods and Applications [M]. Cambridge: Cambridge University Press. 1994.

[15] Acedo F J, Barroso C, Casanueva C, et al. Co-authorship in management and organizational studies: An empirical and network analysis [J]. Journal of Management Studies,2006,43(5):957-983.

[16] Chesbrough H. Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology [M]. Boston: Harvard Business School Press,2003

[17] Granovetter M S. The strength of weak ties [J]. American Journal of Sociology, 1973, 78(6):1360-1380.

The effects of academic paper quality on the network positions of stars in co-authorship network——the case of "innovation network" literature (1990-2012)

SONG Zhi-hong[1], SHI Yu-ying[2], LI Dong-mei[2]

(1. Institute of Management and Decision, Shanxi University, Taiyuan 030006, China;
2. School of Mathematical Sciences, Shanxi University, Taiyuan 030006, China)

Abstract: Previous literature on co-authorship network mainly characterized the research network structure in some scientific fields by means of social network analysis, but rarely investigated the factors which influenced the positions of stars in co-authorship network. Based on the co-authorship network in the field of innovation network from 1990 to 2012, we investigated the effects of academic paper quality on the network positions of stars in co-authorship network. Research findings indicate that the network positions of stars are influenced not only by the quantity of academic papers, but also by the quality of academic papers. Specifically, the net citation frequency can be used to predict the size of an author's ego-network; collaborating with geographically distant authors negatively affects the efficiency with which they can reach others in the co-authorship network; the star authors with highly specialized knowledge are more likely to take the role of mediator, i.e., specialist would be the ideal knowledge broker in a co-authorship network.

Key words: co-authorship network; quality of academic papers; network position; social network analysis

(上接第791页)

IDE technology innovation method based on fusing of ID and IE

FENG Li-jie, YUE Jun-ju, WANG Jin-feng, ZHAI Xue-qi

(1. Management Engineering Department of Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: Industrial Design (ID) and Industrial Engineering (IE) are two technology tools of industry value chain and realizing the integration of the two is conducive to the promotion of technological innovation. This paper introduces the background of IDE method from the traditional concept of ID and IE. Combined with the engineering practice and theoretical research for many years redefines the classification of ID theory and IE method, describes the basic principle of the integration of ID and IE. Finallyit puts forward IDE technology innovation mode based on blending ID and IE and provids methods and ideas for new technology innovation.

Key words: ID; IE; IDE; technology innovation

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net