

doi:10.3772/j.issn.2095-915x.2016.02.004

面向创新战略的情报工程理论方法与挑战

朱礼军, 段黎萍, 赵婧

(中国科学技术信息研究所 北京 100038)

摘要: 本文从创新过程和创新链对情报产品的需求分析入手, 提出情报工程是情报业发展到当前阶段的必然要求。通过情报业和传统制造业的对比分析, 有针对性的借鉴和吸收机械工程和工业工程的相关原理和方法, 来构建情报工程研究框架, 并探讨了情报工程的发展路径。

关键词: 情报工程, 技术创新工程, 情报产品设计

A Framework of Information Engineering Towards the Innovation Strategy

ZHU LiJun, DUAN LiPing, ZHAO Jing

(Institute of scientific and Technical information of China, Beijing 100038, China)

Abstract: This paper analyzed the demand of the information products from the innovation process and the innovation chain, and put forward that the information engineering is the essential condition for the development of information industry at current stage. Through comparison of the information industry and traditional manufacturing industry, an intelligence engineering research framework was built based on absorbing the related principles and methods of mechanical engineering and industrial engineering. The development path of the information engineering was proposed according to the practice of information service organization.

Key words: Information engineering, technology innovation, information product design

基金项目: 本课题研究成果受国家“十二五”科技支撑计划课题资助, 课题编号: 2013BAH21B02

作者简介: 朱礼军, (1973-), 男, 研究员, 研究方向: 智能信息处理、知识工程, email: zhulj@istic.ac.cn; 段黎萍, (1972-), 女, 研究员, 研究方向: 国际科技政策及国际合作, email: duanlp@istic.ac.cn; 赵婧, (1987-), 女, 助理研究员, 研究方向: 情报学, 信息资源管理, email: zhaojing@istic.ac.cn。

前言

如今，科学发现和新技术不断涌现，第三次产业革命方兴未艾。借助物联网技术，现实和虚拟世界正在进行深度融合。政府由管理转向服务，科学界出现数据密集型的研究新范式、企业家更加看重创新产品的研发。尤其是企业在全球化浪潮中，面对日益激烈的竞争与合作，在产业链和创新链的各个环节，比以往更加需要快速、精准的情报“参谋”来辅助决策。传统作坊式情报工作方法，难以适应当前企业的迫切要求。恰逢我国情报事业 60 周年，讨论、研究情报工程的内涵、理论方法和框架体系，对情报工作的发展具有指向性的意义。

1 情报是创新的催化剂

熊彼特首次提出创新是一个过程的概念^[1]，其创新概念包含范围很广，涉及技术性变化的创新及非技术性变化的组织创新。弗里曼从经济角度考察创新，认为技术创新在经济学上的意义只是包括新产品、新过程、新系统和新装备等形式在内的技术向商业实现的首次转化^[2]。美国自然科学基金会在《成功的工业创新》中认为技术创新是一个复杂的活动过程，从新思想和新概念开始，通过不断地解决各种问题，最终使一个有经济价值和社会价值的新项目得到实际的成功应用^[3]。缪尔塞提出技术创新是以其构思新颖性和成功实现为特征的有意义的非连续性事件^[4]。

从上面的论断中，我们不难看出，技术创新是企业家抓住市场的潜在盈利机会，以获取商业利益为目标，重新组织生产条件和要素，建立起效能更强，效率更高和费用更低的生产经营系统，从而推出新的产品、新的生产（工艺）方法、开辟新的市场、获得新的原材料或半成品供给来源

或者建立企业的新的组织，它是包括科技、组织、商业和金融等一系列活动的综合过程。

傅家骥先生将技术创新过程在逻辑上分为七个阶段^[5]：产生创新构思；创新构思评价，提出实现构思的设计原型；开发试验原型；按照商业化规模进行原型开发；创新技术的初步实际应用或创新产品的初次商业化生产；创新技术的广泛采用或创新产品的大规模生产；创新技术扩散，创新技术被赋予新用途。从情报的视角来看，这七个阶段，都有相应的情报产品。可以毫不夸张地说，准确及时的情报是顺利创新的催化剂。

2 情报工程是情报业供给侧改革的关键

当前全球科技进展迅速，但是世界经济发展却迟滞不前。近百年，即使计算机技术、互联网、新能源、生物技术进展迅速，但是与我们的直觉相反，经济学家发现，生产率的提高并不明显^[6]。经济学家通常用全要素生产率（包括技术进步、组织创新、专业化和生产创新等）来衡量创新和科技进步。这一现象说明，当今的技术进步尚未转化为生产力。R&D 经费投入增长迅速，但这些 R&D 投入只是大大增加了技术知识存量，并未有效地转化为全要素生产率的提高。如何将技术知识存量转化为生产力，需要进一步加强情报工作。2015 年至 2016 年，笔者走访了国内多家创新型的企业，发现这些企业在以下方面，存在一些迫切的共性情报需求。

第一，缺乏范围更广的、高质量的有效信息。一些企业在本行业中有长期的积累，对市场需求非常敏感，也通过各种方式积累了大量科技信息资源，例如文献数据库和专利数据库以及一些网络信息等。但是目前欠缺互联网公开渠道之外的稀缺资源，如科技成果库、人才库、项目库、机

构库、科技报告、知识产权、产业创新、行业规范、技术交易、科技政策等。

第二，缺乏专业化的信息加工手段。企业的内部创新平台中，都有一定数量和种类的创新资源支撑，包括市场信息、典型案例、技术文档等，但是缺乏对这些数据资源深度处理的自动化加工技术。这些信息资源难以从基础层面实现相互贯通，未实现跨领域的知识关联，不利于创新创业者高效地分析和利用各方面信息。

第三，缺乏先进的知识管理模式。在创意的生成、产品研发、成果转化和产业化的整个过程中，有效地统合方方面面信息的要求贯穿始终，非常需要智能化的知识管理模式，实现精准的匹配和推送，构建产业发展的新动力。目前大多数企业并不擅长知识管理技术，在更加精准、智能的需求匹配、信息推送等方面还有待完善。

简而言之，在双创背景下，情报的需求侧存在缺乏范围更广的、高质量的精准信息；信息服务的普惠度不够；信息服务的便捷化不足等问题。而在情报的供给侧，典型的传统科技信息服务机构具备多源的科技信息资源积累与沉淀；专业化的资源加工、数据挖掘工具体系；丰富的领域专家网络等。情报工程借鉴成熟的工程化方法，通过精准的个性化定制、基于大数据的挖掘分析、快速的网络连接渠道，从情报的供给侧进行深度的优化、改革，促进技术知识存量转化为生产力，从而提升社会生产率。

3 我国情报研究与服务发展阶段 简要回顾

从1940年至2010年的数十年中，我国情报研究与服务专业机构的工作模式经历了显著的转型与变化。1940年至1960年，主要是基于事实、数据、信息、文献翻译等的事实型情报收集服务；

1960年至1990年，主要是基于文献检索、翻译、综述而开展定性分析和文献计量定量分析等的综述型情报分析服务；1990年至今，主要基于文献、专利、标准、经济社会和开源数据库的数据挖掘计算与分析，建设科技发展态势监测分析系统的计算型情报研究^[7]。

大数据概念提出后，情报业面临更大的挑战。相对于较为规范的文献信息，大数据更零散、更原始、更复杂。这些巨量、快速、多样的数据存在明显的碎片化特征；不少数据仅仅停留在原始数据层面，并未成为真正的信息。这就要求具备获取和管理多来源的异构资源的能力，实现资源内容的重新组织和有效关联，加强信息组织方法与算法的创新研究，努力发现大数据信息资源中蕴藏的隐形知识和内在关系。“揭示发现、传递”的情报服务传统模式将会被彻底改变^[8]。如何将相关内容进行辨识、分析和重新组织，提交满足用户真正需求的情报产品，是情报人员面对的最重要的问题。

一般来说，专业机构的情报工作会经历几个阶段。起初，主要承担图书馆的职责，这时尚未建立起正式的情报流程或者情报网络，以收集和管理各类信息为主；后来，逐步建立起正式的组织和网络，开始注重情报分析方法，提供各类情报产品；更进一步，建立起高度正规化的工作流程和情报网络，提供标准情报产品；到了成熟阶段，情报流程得以制度化，拥有世界范围的情报网络并同时具有快速的反应能力，能够持续不断地提供高质量情报产品，快速、精准地满足决策主体的需求。根据调查，目前有7%左右的机构已经达到了第四个阶段^[9]，也就是我们所谓的情报工程化阶段。情报工程化阶段对情报分析方法、情报处理技术平台、信息资源加工、情报组织体系等四个方面提出了更高的要求。只有这四个方面协调一致，才能快速持续产出高质量的情报产

品。情报的工程化实践为情报工程理论框架体系的提出奠定了基础^[10]。

4 情报工程的内涵和要求

情报业与传统制造业不同，情报服务不但要满足制造业及时、优质、低成本、产品创新、更好的服务与环境和谐等基本要素构成的TQCSKE（Time、Quality、Cost、Service、Knowledge、Environment，简称为TQCSKE）功能目标体系^[11]，而且要达到由合适的人以合适的方式和合适的价格（成本），在合适的时间将合适的内容提供给合适的人（共有6个right，简称6R）的行业要求^[12]。目前我国信息资源和情报服务在数量上得到了飞速发展，但是由于信息资源和情报服务分布自治的特征，加上缺乏一个资源（数据、信息、服务、专家）的协同工作环境，大量的手工处理，导致集成和深度加工这些信息资源比较困难。落后的情报处理方式造成我国情报业整体所提供的信息服务时效性差、质量不高、与具体的信息环境结

合不紧密，成本居高不下，最终难以为政府部门、企业和公众提供优质、高效的服务，难以达到TQCSKE和6R目标要求。

在当前激烈的竞争环境下，用户需求个性化、精准化要求越来越高，情报产品的响应要求越来越快。个性化的情报产品是典型的小批量生产模式。小批量生产会导致情报产品的质量、响应时间和成本之间很难达成平衡，给情报工作带来一些突出的问题。情报工程的核心是以系统效率和效益为目标，通过以人为核心的五大生产要素（人、信息、工具、规范、资金）的科学组织、优化管理和量化评价，来集成规划、设计、改善和创新的工程技术。一句话，情报工程是让情报产品的投入产出系统更协调更高效，在情报产品的质量、响应时间和成本之间达成平衡。

5 情报业与传统制造业的比较分析

从广义上讲，情报业也是一种特殊形态的制造业。但与传统的制造行业不同，情报业的典型产品是通过数据采集加工、语义标注、挖掘分析得到洞察和预测的过程。这个过程如图1所示。

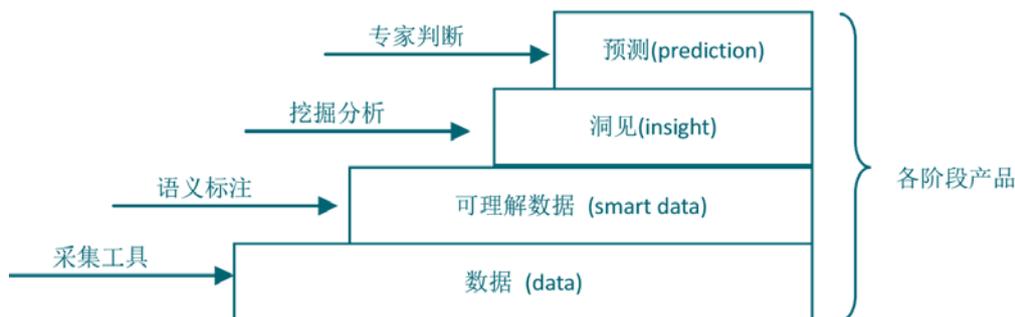


图1 情报处理流程中各阶段主要产品形式

在这个加工过程中，每个阶段都有相应的产品可以向具有不同能力和需求的客户提供服务。

情报产品与传统制造业的实物产品有较大的

差异^[13]。以下从产品供应链，产品加工过程，产品存储和物流，以及客户关系管理这几个主要环节来分析。

表1 情报业与传统制造业之间的对比分析

项 目		情报业	传统制造业
产品供应链	供应商	信息来源的广泛性导致很多情况下没有一个规范的供货商。	传统行业的供应商通常是法人企业。
	供应规则	对多种信息来源,要考虑情报业的标准。如编码、著录、馆际互借的业务标准和软件开发行业的技术标准等,才能保证系统的高度集成。	对原料的规范性,有特定的行业标准和质量标准。
	原料共享性	信息源具有很强的共享性。同一信息资源可以同时向多家下游企业供货,企业很难独占信息源。	实物原材料一般表现为较强的独占性。
	灵活性	要求能够根据客户的多种需求,快速形成信息源供应链。	供应链一般比较稳定。
产品加工过程	生产计划	由科研任务、企业咨询和公共服务需求驱动,计划周期短,要求机动灵活。	由市场需求驱动,计划周期相对较长,比较稳定。
	生产过程	产品可以回撤、取消、再加工,不存在废料问题;各个阶段的信息产品都可以向不同能力的客户提供服务。半成品和产品可以无限次拷贝,边际成本为零。	加工成型,通过质量检测之后,才能作为产品,提交给下一个流通环节。边际成本是材料和加工过程损耗之和的常量。
	加工人员	对人员素质要求比较高,常常要求领域专家和情报处理专家的合作。	可以通过培训快速获得大量的劳动力。
	加工设备	大量依靠软件系统,不存在占有仪器设备等问题,可以方便地实现协同工作。	主要依靠硬件设备和机器设备从事生产活动。
	加工成本	成本控制主要体现在控制人力成本。	成本控制主要在于优化工艺流程、控制生产设备损耗等。
	产品形式	形式多样,必须依赖于某种硬/软件环境和条件来展现。信息产品的服务质量受到这些条件的限制。	形式相对单一,独立于其他的环境。
	质量控制	信息产品包括外在形态和内容两个方面。外在形态可以遵循一定的质量和技术标准。而内容则缺乏客观的检验标准,主观性比较强。	有比较严格和成熟的质量控制标准、方法和技术。
	产品编码	主要是不同领域的知识分类体系。	特定专业和行业的分类编码。
产品存储和物流	库存成本	信息产品多数以电子形式存在,基本不占用地理空间,机房的维护成本远远低于物理产品的仓储管理。少数传统的光盘、印本的信息产品仍然存在库存成本控制问题。	库存控制是传统制造业降低企业生产和经营成本的重要问题。
	存储安全	信息和知识产品的存储更多涉及到物理备份、数据库系统安全、防止黑客入侵等。涉密信息的安全传输,存在通信和传输安全的问题。	更多涉及物理环境和产品的自然或者人为因素的破坏。
	物流内容	主要是信息产品流。	主要是实物产品流。
	物流方式	计算机互联网络和媒体、通信网络。传输手段非常多,快速、便捷,成本低。	主要是公路、铁路、航天等交通网络。相对速度比较慢,成本比较高。
客户关系管理务	产品保护	信息产品涉及知识产权维护的问题,主要是防止盗版。	传统制造业主要是保护商标,防止产品假冒。
	市场营销	信息服务客户的需求不同,客户比较分散、个性化需求比较强,因此要求能够抓住客户的眼球。	需求比较一致,通过批量生产才能盈利。
	产品服务	很多情况下以半成品的方式保存,要求能够根据用户的需求马上生成用户需要的产品。	以成型的产品提供服务。
	与供应链关系	客户往往会转化为供应链环节中的信息和知识提供者。因此情报业要求客户关系管理系统和供应链管理系统能够紧密集成。	客户关系管理和供应链管理是两个独立的系统。

通过差异性比较，我们可以有针对性的借鉴和吸收机械工程和工业工程的相关原理^[14-15]与方法，来构建情报工程的研究框架和理论体系。

6 情报工程的研究框架

“十一五”期间，中国科学技术信息研究所提出了“事实数据 + 工具方法 + 专家智慧”的情报研究思路与情报实践方法，其基本思路是在建设信息资源数据库的基础上，针对某些科技问题，组织研究队伍，采用各种定量与定性相结合的系统集成方法，对事实型数据进行深入分析，从中发现某种现象、规律，继而通过专家智慧，提炼出可指导实践的决策建议^[16]。

在大数据时代，用户需求上升为对新知识发现、竞争情报、监测评价等的述求。用户对具体领域、具体情报产品提出了越来越个性化的明确需求。针对特定用户的情报产品设计问题更为突出。越来越多的情报产品以微平台、客户端等形式交付。这些产品在使用过程中，用户与后台支撑平台可以保持交流互动。某些情报产品还能在使用用户间形成互动社区。这些都是情报产品随着信息技术发展所具备的新特性。

传统情报处理中，数据通常以网络爬取或者数据库购买等方式获得并集中存储。随着数据开

放运动逐步深入，越来越多的机构和平台将数据以特定的方式开放共享出来。此外，大量的传感器数据、用户行为数据、市场和经济数据可以低成本获得，并且可以在云端分布式保存或者在远端直接分析处理。微软、百度等公司还提供了对文本、语音、图片、视频等内容的深度处理开发平台。情报处理中的数据架构、技术架构都在发生深刻的变化。这些变化不可避免地对情报产品的成本控制、加工规范和合作伙伴管理带来影响。

当情报工程的重心由服务科学研究转向服务国家创新战略时，情报产品将围绕着企业创新链和产业链，从宏观和微观等多个层面来展开。企业创新动力在微观上与其自身的牟利动机、创新动机、创新行为和价值实现紧密相关，在宏观上，则受到国家、区域或者行业的外部影响。不同类型的创新活动，在基础研究、应用研究、实验阶段、技术转移、工程化、产业化、市场营销、技术扩散、教育培训等不同的阶段，对情报产品的需求千差万别。这些基本问题都需要审慎对待，深入分析。因此，情报工程绝不仅仅只是一门工程技术，它的基本理论发端于管理学、情报学、社会学、经济学等基础学科，并与其他专业领域的基础理论进行融合，借助统计学、决策学和系统学的基本手段，共同形成了情报工程的理论基石。

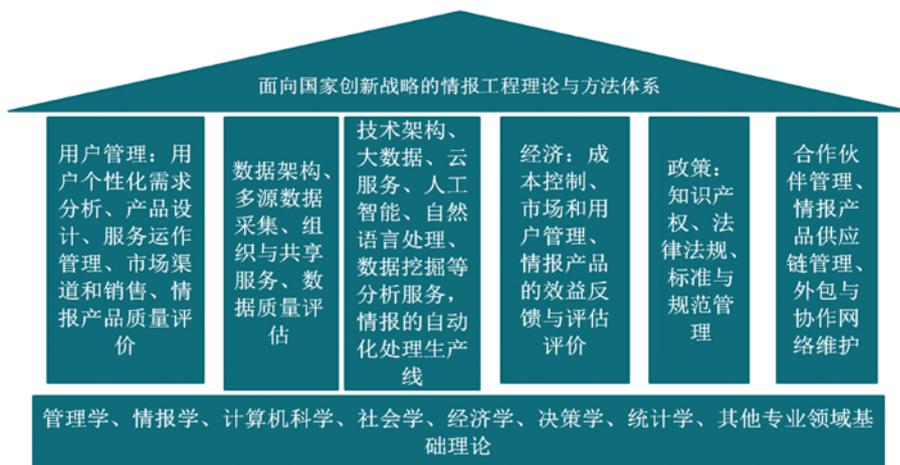


图2 情报工程理论与方法体系示意图

情报工程具有丰富的内涵,包括了诸多要素,如图2所示。情报工程的核心目标是使情报产品的投入产出系统更协调更高效,在情报产品的质量、响应时间和成本之间达成平衡。在情报工程涉及的诸多要素之间,存在着线性或者非线性的关系,这也是要进一步厘清的细节。尤其要注意到,信息技术作为第一推动力,对情报工程具有较大的塑造作用,甚至是决定了情报工程的发展路径。

7 情报工程的发展路径

从情报业的产业链来看,随着信息技术、人工智能、大数据等使能技术的发展,数据的采集、处理和挖掘以及初步的情报分析环节已经越来越多地被自动化工具所取代。这些自动化工具平台功能日益强大,通过云服务平台,可以低成本提供服务。这些使能技术作用在情报产业链上,将使其附加值的分布形态发生显著变化。可以预见,工程化情报附加值将越来越多地体现在设计和销售两端,而处于中间环节的情报粗加工附加值最低。如图3所示。

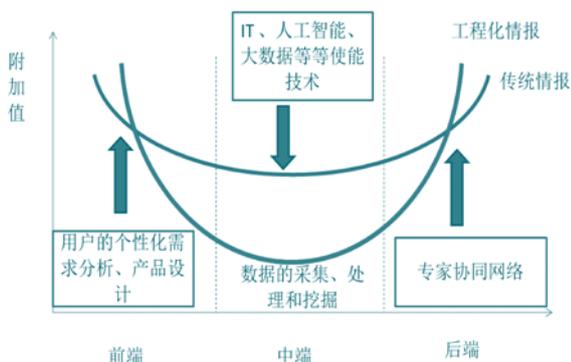


图3 情报业微笑曲线示意图

产业经济学中的“微笑曲线”表明,情报机构如果要获得更多的附加值,就必须向两端延伸——要么向上游端的个性化情报产品设计及科研延伸,要么向下游情报产品的精细加工、销售、传播、品牌塑造延伸。从中,我们不难发现情报

工程的发展路径。情报工程理论和方法需要从国内领先情报服务机构的工程化实践经验中不断升华和提炼。在实践、理论的反复迭代中不断完善。率先展开情报工程实践的机构需要具备数据资源、技术、专家、品牌和服务网络等几个基本条件。中信所工程中心前期通过技术创新服务平台等研发项目展开了一系列的探索,这些研发简要概括就是“服务场景化、工具智能化、产品高端化”。

- 服务场景化:针对创新创业环节中的特定场景,提供精准的情报产品和服务,满足个性化需求。

- 工具智能化:利用智能工具,使资源以最小单元形式存储,又能以各种条件组合,形成知识的高度关联,是对碎片化信息的一体化组织管理,形成颗粒化的知识、模块、解决方案,为小场景微服务提供物质基础。

- 产品高端化:通过领域专家,对粗加工的情报产品进行去伪存真,在洞察和预测两个层次上,提升情报产品的品质,在情报产品所服务的专业领域,发挥决策支撑作用。

8 小结

当前的国际竞争环境和国家创新战略给情报业带来了重大的发展机遇,情报机构应聚焦于国家重大部署,瞄准战略新兴产业、双创、“一带一路”等国家战略催生的情报需求,为政府、企业做好服务,在实践中摸索情报工程的可行路径,不断优化情报产品的质量、响应时间和成本。当前,情报机构可以重点做好以下工作:

- 1) 充分利用当前数据云存储和计算云服务、研究新型的情报组织体系和协同工作方式。兼顾公益和市场价值取向,利用政产学研用创新网络,加强不同情报体系之间的合作,创造良好的行业生态。

2) 重视协同工具的研发,充分利用无处不在的移动设备和环境、利用碎片化时间,组建高效的专家协同网络,发挥专家优势。

3) 促进情报工作与信息技术高度融合。情报工作与信息技术具有自然融合的天性。当前更应该积极吸收自然语言、语音、图片、视频和知识处理技术领域的进展,实现情报和知识的自动化加工过程。

4) 加强情报工程理论和方法体系研究。基于工程化实践的经验,从系统论的角度,进一步厘清情报工程相关要素之间的关联,建立和完善情报工程的理论和方法体系。

参考文献:

- [1] 陶冶,张世龙,于俭.重新认识熊彼得创新理论[J].经济论坛,2009(13):15-17.
- [2] 林衡博,陈运兴.弗里曼国家创新体系理论的改进初探[J].当代经济,2003(6):35-36.
- [3] Washington, DC. The Process of Technological Innovation: Reviewing the Literature[J]. National Science Foundation, 1983:284.
- [4] 金强.论企业技术创新与产权激励[J].管理科学,2002,15(3):6-9.
- [5] 傅家骥.技术创新学[M].清华大学出版社,北京,1998.
- [6] 赵志耘,杨朝峰.中国全要素生产率的测算与解释:1979-2009年[J].财经问题研究,2011(9):3-12.
- [7] 中国科学技术信息研究所.中国科技情报事业55年[M].科学技术文献出版社,北京,2011.
- [8] 贺德方.大数据环境下的情报学[J].数字图书馆论坛,2012(11):2-5.
- [9] 中国科技情报学会竞争情报分会.竞争情报在中国—2014中国竞争情报实态调查研究报告[R],2015.
- [10] 潘云涛,田瑞强.工程化视角下的情报服务——国外情报工程实践的典型案例研究[J].情报学报,2014(12):1242-1254.
- [11] 吴澄,李伯虎,孙家广等.中国制造业信息化发展研究报告(1986-2000)[M].机械工业出版社,北京,2003.
- [12] 赵新力,罗勇.我国科技信息资源的数字化网络化集成化构建[J].中国信息导报,2005(5):26-31.
- [13] 赵新力,张志平,朱礼军,等.面向科技信息业的ERP集成系统研究[J].计算机集成制造系统,2005,11(10):1380-1386.
- [14] 齐二石,霍艳芳.基于工业化进程的中国工业工程发展策略研究[J].机械工程学报,2004,40(10):6-9.
- [15] 江志斌.论新时期工业工程学科发展[J].工业工程与管理,2015(1):1-7.
- [16] 贺德方.重视事实型数据支持提升科技决策质量.科技日报,2012/03/26.