

文章编号:1007-6735(2013)03-0209-06

工程管理学科中研究动态的可视化分析

郭 强, 陈栩婕, 秦江涛

(上海理工大学 复杂系统科学研究中心, 上海 200093)

摘要: 运用科学知识图谱方法和 CiteSpace 信息可视化软件分析了工程管理学科当前的研究热点, 包括面向对象建模语言、产品开发及其相关技术、企业再造(或企业重组)、质量管理、创新管理等. 并对比了中国工程管理文献的高频关键词与国际研究热点的差异, 指出了国内外的研究差异及可能的研究方向.

关键词: 工程管理; 可视化; CiteSpace 软件; 共引网络

中图分类号: G 304 **文献标志码:** A

A Visualizing Analysis of the Research Work of Engineering Management

GUO Qiang, CHEN Xu-jie, QIN Jiang-tao

(Research Center of Complex Systems, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: Using the mapping of science, the research fronts of engineering management were investigated and analysed by using information visualization tool CiteSpace. The research fronts in the field of engineering management were listed: the object-oriented modeling language, product development activities, corporation reengineering, quality management, innovation management, and so on. Furthermore, the Chinese high frequency keywords of engineering management were compared with those of the research fronts, which could be used to adjust the research direction.

Key words: *engineering management; visualization; CiteSpace; co-citation network*

工程管理(engineering management)是工程科学与管理科学融合的结晶,是一种面向工程的管理学科^[1]. 中国工程院咨询课题“我国工程管理科学发展现状研究——我国工程管理专业领域范畴界定”中对工程管理所下的定义为:为实现预期目标,有效地利用资源,对工程所进行的决策、计划、组织、指

挥、协调和控制.

随着工程管理学科的发展,研究工程管理学科的手段和技术不断增多,相应的有关工程管理学科研究的相关文献也在不断增多. 例如,在 Web of Science 数据库中以“engineering management”为主题词的文献由 1999 年的 364 篇增长到了 2010 年的 740 篇,如

收稿日期: 2012-09-09

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(10905052, 70901010, 71071098, 91024026); 上海市科研创新基金资助项目(11ZZ135, 11YZ110); 上海市青年科技启明星计划(11QA1404500); 上海市一流学科(系统科学)建设项目(XTKX2012)

第一作者: 郭 强(1975-), 女, 副教授. 研究方向: 科学知识图谱分析、在线社会网络分析. E-mail: liujg004@gmail.com

图1所示.但是,这些文献对这个学科的前沿、热点或研究动态等问题的研究有些欠缺.

在“中国工程管理论坛·2010”中国工程院工程管理学部成立10周年庆祝活动中,中国工程院院长周济院士指出,要努力推动工程管理研究理论与实践的紧密结合,切实解决中国工程建设中存在的管理问题.中国工程院原院长徐匡迪院士表示,中国组织实施了“两弹一星”、三峡工程及青藏铁路等一批

举世瞩目的重大工程,但从总体上看,中国工程管理与国际先进水平还有一定差距,希望通过对我国工程管理学现状与国内外工程管理发展趋势的研究,推动我国工程管理学的发展.

如果能及时掌握国际工程管理前沿领域研究的热点问题,对我国工程管理领域的研究者和科技政策制定者都有着非常重要的意义,它能够更好地促进我国工程管理领域的发展.

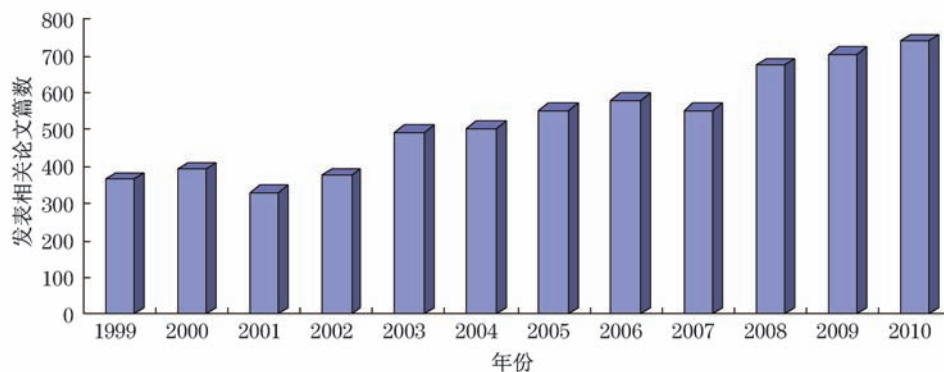


图1 Web of Science 中工程管理论文数量统计柱状图

Fig.1 Histogram chart for quantity statistics of engineering management thesis in Web of Science

1 研究现状

1.1 工程管理简介

对于工程管理的学科定位,在国际上存在两类观点,一类是面向特定行业(如建筑行业)的工程管理(construction management),另一类则不是面向特定行业的工程管理(engineering management)^[2].本文所研究的工程管理为第二类,即 engineering management.

工程管理是在20世纪50年代以后发展起来的,当时网络技术应用于工程项目(主要是美国的军事工程项目)的工期计划和控制中,并取得了很大的成功.最著名的2个例子是美国1957年的北极星导弹研制和后来的登月计划.工程管理的领域包括产品开发、制造、建设施工、工程设计、工业工程、技术及生产等.

20世纪50年代,工程管理是一个较为狭窄的主题领域,之后慢慢扩展到网络、技术战略与公共政策、组织设计等研究领域,但是,这些主题彼此之间似乎没有很好地联系起来.20世纪70年代初期,工程管理与研发管理领域的研究有所进展^[3].当前的工程管理还同技术管理、创新管理以及组织动力学的研究联系起来.哈佛商学院的图斯曼在一篇回顾

工程管理研究发展里程的文献中指出,50年以来,工程管理研究经历了从工程管理、研发管理到创新管理的转变^[4].

从我国工程管理学发展的历史和现实来看,我国工程管理学发展经历了一个由单纯的工民建管理或土木工程管理,到更为宽泛意义上的工程管理的认识转变^[1].

1.2 可视化技术及其应用软件

可视化技术指的是运用计算机图形学和图像处理技术,将数据转换为图形或图像在屏幕上表现出来,并进行交互处理的理论、方法和技术^[5].可视化技术在图书情报领域有着广泛的应用,它的一个重要分支是引文分析可视化.由于引文分析处理的是大量的抽象数据,使用具有形象、直观等诸多优势的可视化方法来进行引文分析,可以使引文分析的内容以一种更加直观的方式表现出来.

知识图谱就是将可视化技术与应用数学、信息科学等理论知识,以及共现分析、引文分析等方法相结合,用可视化图谱形象地展示学科的核心结构、发展历史、前沿领域及整体知识构架的多学科融合的一种研究方法^[6].国内近几年有关知识图谱的研究有很多,如大连理工大学的刘则渊教授带领的团队进行了科学计量学、管理学、人机工程学学科以及国内一些工程领域研究前沿的知识图谱构建^[7-11];武

汉大学的马费成、刘林青,社科院的蒋颖等也对国内外知识管理、数字资源管理、战略管理、文献计量学等领域进行了共词图谱的绘制^[12-16];南京农业大学的秦长江、侯汉清对国内外的知识图谱研究现状进行了归纳和总结^[6]等。

在软件方面,进行知识图谱可视化分析的软件有很多,考虑到 CiteSpace 软件容易获取,以及使用的简洁性等特点,而且它可在陈超美教授的个人网站上免费获得([http://www. pages. drexel. edu/~cc345/](http://www.pages.drexel.edu/~cc345/)),还可以对从 Web of Science 数据库上保存的数据格式直接进行分析,不需要将下载的原始文献数据进行相关矩阵的转换,使得数据处理更为方便和快捷。所以,本文选择使用 CiteSpace 软件对数据进行图谱绘制和数据分析。

2 数据来源与处理

2.1 数据来源

本文的数据来源于美国科学情报研究所(ISI)网络数据库 Web of Science,检索主题是

engineering management,入库时间是 1999—2008 年,检索结果为 4 787 条文献记录。再选择文献类型为“Article(文章)”,筛选掉“Note”等类型资料,得到满足要求的 3 315 条文献记录,作为工程管理研究状况整体描述的样本。数据下载日期为 2011 年 4 月 30 日。下载的每条记录包括作者、机构、摘要、关键词、发表年份、期(卷)及参考文献等。在时间分区中,以 1 年为单位,将 1999—2008 的 10 年分成 10 个时段。

2.2 利用 CiteSpace 软件绘制科学知识图谱

将下载的 1999—2008 年符合要求的 3 315 篇“engineering management”相关文献数据输入到 CiteSpace 软件中,网络节点确定为 Cited Reference(参考文献),主题词来源选择 Title(标题)、Abstract(摘要)和 Descriptors & Identifiers(关键词),调节 CiteSpace 的阈值分别设置为(2,2,30),(4,2,30)和(4,3,25),选择 Pathfinder 算法和 Cluster 分析,运行 CiteSpace 软件。运行得到基于文献共被引的工程管理知识图谱,如图 2 所示,其中包括节点 549 个,连线 1 486 条。

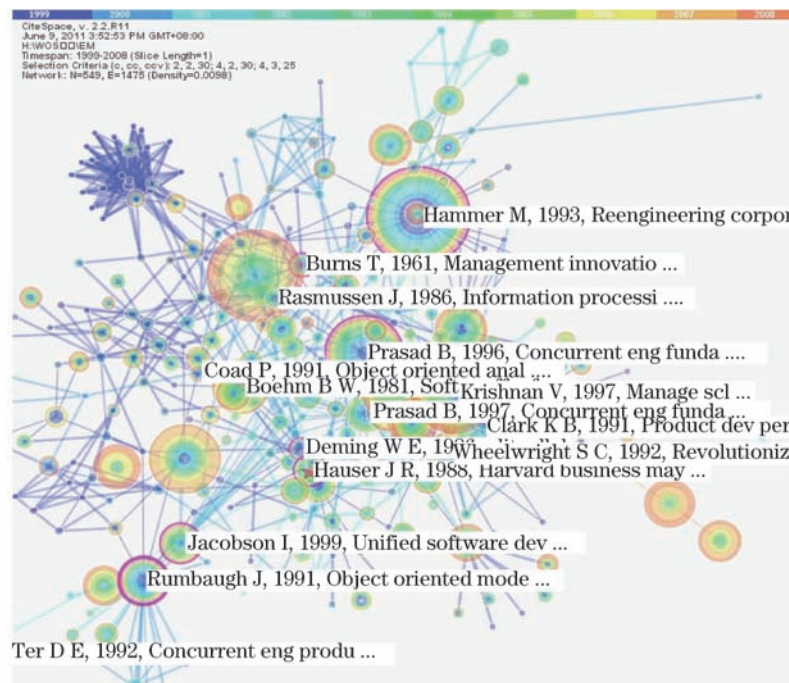


图2 基于文献共被引的工程管理知识图谱

Fig.2 Mapping knowledge of engineering management based on document co-citation

通过分析图谱中被引频次高的文献可以得出该学科领域的研究热点。但是,根据科研论文引用关系的最新研究表明,科研论文的引用关系并不都是因为研究内容具有某种相关性,它还受到作者的社会关系、期刊的影响因子、研究领域等很多因素影

响。另外,一篇文献被引用并不等同于对该文献的肯定,也有可能是其内容具有一些错误的观点或结论,引用只是出于批评商榷的原因。类似这种否定原因可能造成一篇错误的文献被高频地引用。因此,高被引频次的文献不一定能说明其重要性。

侯建华曾在文献[17]中以关键节点文献为基础,以此来分析某领域的研究热点.在由 CiteSpace 可视化软件得到的知识图谱中,定义中介中心性大于或等于 0.1 的节点为关键节点.一个节点的中介中心性是指网络中所有最短路径中经过该节点的数量.图谱中的关键节点文献是对该学科领域研究起到转折点作用的节点文献,在网络中起到链接和过渡的桥梁作用.在知识图谱中,对每个引文的中介中心性进行计算、排序,可以表达出引文的重要程度.某个引文的中介中心性越高,表明它在网络中的最短路径上出现得越多,它在网络中的影响力和重要程度就越大,同时它在该领域就起到更多的引导作用^[18-20].

本文通过对图谱中的关键节点文献进行分析,以便于更直观地了解工程管理学科中最活跃、最热门的研究主题.在上述工程管理知识图谱中,共包含了 7 个关键文献节点(Node),如表 1 所示.从表 1 可以发现,引文在网络中的中心度与被引次数两者之间并不存在线性增长关系,但研究结果表明,高中

介中心性值的文献,多数被引频次也都比较高^[19].还可以选择可视化窗口右侧“Control Panel”中的“Spotlight”得到突出关键点的关键路径网路,以便于更直接地看到关键节点的分布,如图 3 所示.

表 1 关键节点信息列表(1999—2008)
Tab.1 List of important point information(1999—2008)

被引频次	中心度	节点作者	题 名	出版时间
18(8 088)	0.28	Rumbaugh J	Object-oriented modeling and design	1991
29(752)	0.16	Prasad B	Concurrent engineering fundamentals	1996
16(3 760)	0.14	Jacobson I	Unified process	1999
36(5 444)	0.11	Hammer M	Reengineering the corporation	1993
8(404)	0.11	Deming W E	Out of the crisis	1986
12(1 964)	0.10	Hauser J R	The house of quality	1988
9(263)	0.10	Burns T	The management of innovation	1994

注:被引频次项小括号中的数字是通过 Google 学术搜索得到的被引频次,检索日期为 2011 年 5 月 3 日.

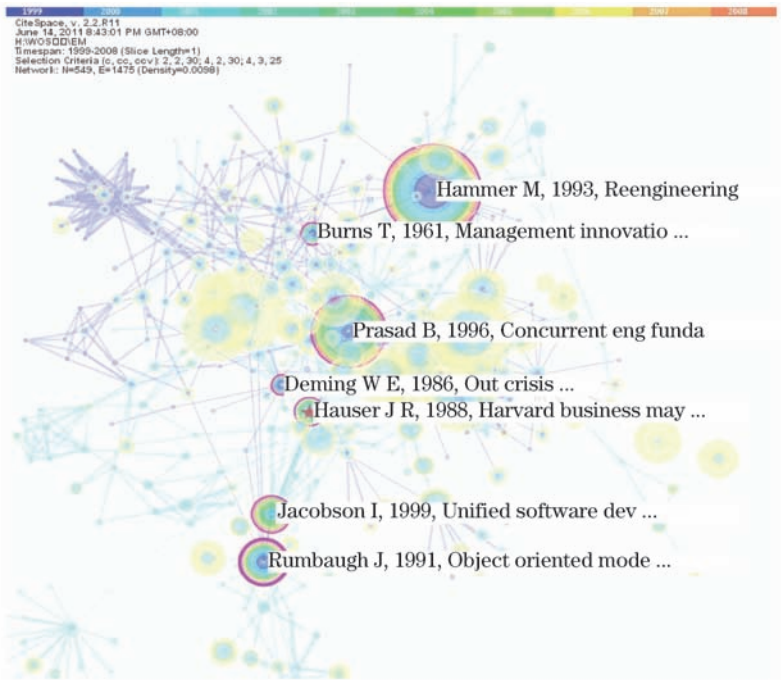


图 3 基于“Spotlight”文献共被引的工程管理知识图谱
Fig.3 Mapping knowledge of engineering management based on “Spotlight” document co-citation

3 结果分析

从图 3 中可以看出,处在图谱中紫红色外圈最粗的节点(即中心度最大的关键节点)是 Rumbaugh

在 1991 年发表的文章.以这篇论文为代表,位于图谱左下方的蓝色线相连的群组是形成于 20 世纪 90 年代的工程管理学科的关键点作者文献群组,其中, Rumbaugh、Jacobson(中心度第 3 位)和 Booch 是 Unified Modeling Language (UML)的三大主要创始

人. UML 也称为统一建模语言,是用来对软件密集系统进行可视化建模的一种语言,它为面向对象开发系统的产品进行说明、可视化和编辑文档. 截至1996年底, UML 已稳占面向对象技术市场的85%,由此可见 UML 的市场地位,它代表了面向对象方法的软件开发技术的发展方向. Rumbaugh 的《面向对象建模与设计》以及 Jacobson 的《统一过程》都是关于 UML 的,它们不仅有较高的中心度,而且发表以来一直保持了较高的被引频次,表明该技术是国际工程管理领域的研究热点之一.

处在图谱的中心位置的节点是中心度位居第2位的关键节点,即 Prasad 在1996年出版的书籍《Concurrent Engineering Fundamentals》. 在图谱的中心位置,与 Prasad 同时期的还有 Krishnan、Clark、Loch 等. 20世纪90年代是工程管理学科发展的重要时期,世界经济发生了根本性的变革,市场竞争更加激烈,工程管理发挥了越来越重要的作用. 这个时期涌现了很多新方法、新技术,特别是在产品开发方面,成为了当前工程管理领域中最活跃和最热门的研究主题之一. 并行工程又是产品开发过程的一个热点、一种有效手段,它是集成地、并行地设计产品及其相关过程的系统方法,其目标是提高质量、减少次品、缩短产品开发周期和产品上市时间.

还有两个中心度比较高的是位于图谱中心旁边的以 Hauser、Deming 等为代表的形成于20世纪80年代的群组,这一时期质量管理被带入到工程管理领域中. Deming 是世界著名的质量管理专家,他提出了一个新的管理理论架构,指出14项管理要点及7种恶疾的疗法. 14点质量管理方法改变了日本企业的历史命运,也改变了美国企业的质量管理. 现在,14点原则成为了全面质量管理的重要理论基础. Deming 在工程管理领域的另一开创性工作是提出了 Deming 循环(PDCA)这一质量改进方法. Deming 循环是指“计划—执行—检查—处理(Plan-Do-Check-Act)”这样的质量持续改进模型. Hauser 和 Clausing 提出了质量屋的概念,质量屋(HOQ)是产品开发中连接用户需求与产品属性的经典工具,它由7个不同的部分组成,分别是顾客需求、产品特性、顾客需求的重要性、计划矩阵、顾客需求与产品特性之间的关系、特性与特性之间的关系和目标值.

图3的右上侧被以 Hammer 为代表的节点作者群所占据. Hammer 所研究的主题是企业再造方面. Hammer 是企业再造和业务流程理念的创始人,他

的思想使现代经营管理领域发生了深刻的变化,《商业周刊》将他列为20世纪90年代4位最杰出的管理思想家之一. 在1990年, Hammer 在《哈佛商业评论》上发表了一篇名为《再造:不是自动化,而是重新开始》的文章,率先提出了企业再造的思想,他认为面对这些挑战,企业只有在更高水平上进行一场根本性的改革与创新,才能在低速增长时代增强自身的竞争力.

Hammer 的文章还与它左边被紫红色外圈包围的关键节点 Burns 的文章相关联. 这一个关键节点是 Burns 和 Stalker 出版的《The management of innovation》(创新管理). 对于当今世界的组织来说,如果它们是企业,就必须为了竞争而适应和创新;如果它们是公共服务的提供者,就必须为了满足社会不断增加的期望而适应和创新. 有一点已经变得越来越明显了,那就是传统的组织形式并不能为达到这些要求而提供很好的帮助,于是,人们便尝试起了一系列的其它形式. 这些其它形式通常被称为新组织形式,将要出现新组织形式的信号便是从这本书中发出的. 创新管理是1978年 Abernathy 在他的《生产力困境》一书中首次被提出的,他引入了在特定产业中不同的创新模式的概念. 这本书转变了工程管理领域的研究方向,研究者们开始借助更加整合的方法来理解创新模式的变迁^[21].

经过上述分析,作者发现了当前国际工程管理领域研究的5个热点方向:a. 面向对象建模语言相关的研究热点;b. 产品开发及其相关技术的研究热点;c. 企业再造(或者是企业重组)相关的研究热点;d. 质量管理相关的研究热点;e. 创新管理的研究热点.

4 结论与展望

工程管理概念问世以来,得到了很多研究学者的关注,产生了大量的相关成果. 通过 Web of Science 数据库中1999—2008年收录的3315篇工程管理的相关文献绘制知识图谱,可以发现,当前国际工程管理的研究动态有面向对象建模语言、产品开发、企业再造(或企业重组)、质量管理、创新管理等.

本文原想筛选出 Web of Science 数据库中分析中国的工程管理的部分,以此对比一下中国的研究动态同世界的差异,但碍于数据有限,无法进行准确全面的分析. 但是,作者通过有限的的数据,得出中国

工程管理文献数据的高频关键词有 design(设计)、concurrent engineering(并行工程)、optimization(优化)、supply chain management(供应链管理)、new product development(新产品开发)等. 这些关键词说明了中国的工程管理研究现状与国际的潮流趋势有一部分是吻合的.

通过中外对比可以发现, 中国工程管理学科的研究主题主要集中在新产品的开发与技术研究方面. 在创新方面, 中国的研究有些许欠缺. 创新管理目前是国际工程管理研究领域的热门主题之一^[3], 希望今后中国在工程管理研究领域能与创新管理有更多的结合, 以此能更好地推动我国工程管理学科的发展.

本文的研究只是选取了 Web of Science 数据库中的英文文献进行分析, 为了更全面、更准确地分析此学科在中国的发展现状, 还需要做大量的工作. 在今后进一步的研究工作中, 首先可以增加对该学科中文文献进行分析的模块. 本文使用的 CiteSpace 软件的中文数据处理功能还在进一步的完善中, 目前大连理工大学的刘则渊教授带领的团队正在加入中文的分析模块, 未来应该可以直接导入中文文献进行分析.

参考文献:

- [1] 何继善, 陈晓红, 洪开荣. 论工程管理[J]. 中国工程科学, 2005, 7(10): 5-10.
- [2] 汪应洛, 王能民. 我国工程管理学科现状及发展[J]. 中国工程科学, 2006, 8(3): 11-17.
- [3] 侯海燕, 刘则渊. 工程管理研究前沿知识图谱[C]//第二届中国科技政策与管理学术研讨会暨科学学与科学计量学国际学术论坛论文集. 2006.
- [4] Tushman M L. From engineering management/R & D management, to the management of innovation, to exploiting and exploring over value nets: 50 years of research initiated by the IEEE-TEAM [J]. IEEE Transactions on Engineering Management, 2004, 51(4): 409-411.
- [5] 杨峰. 从科学计算可视化到信息可视化[J]. 情报杂志, 2007(1): 18-20.
- [6] 秦长江, 侯汉清. 知识图谱——信息管理与知识管理的新领域[J]. 大学图书馆学报, 2009(1): 30-37.
- [7] 刘则渊. 科学学理论体系建构的思考: 基于科学计量学的中外科学学进展研究报告[J]. 科学学研究, 2006, 24(1): 1-17.
- [8] 刘则渊, 许振亮, 庞杰, 等. 现代工程前沿图谱与中国自主创新策略[J]. 科学学研究, 2007, 25(2): 193-203.
- [9] 刘则渊, 梁永霞, 庞杰. 国际人因工程主流学术群体及其代表人物[J]. 科技管理研究, 2007, 25(7): 252-254.
- [10] 侯海燕, 刘则渊, 陈悦, 等. 当代国际科学学研究热点演进趋势知识图谱[J]. 科研管理, 2006, 27(3): 90-96.
- [11] 刘则渊, 尹丽春. 国际科学学主题共词网络的可视化研究[J]. 情报学报, 2006, 25(5): 634-640.
- [12] 张勤, 马费成. 国内知识管理研究结构探讨——以共词分析为方法[J]. 情报学报, 2008, 27(1): 93-101.
- [13] 马费成, 望俊成, 陈金霞, 等. 我国数字信息资源研究的热点领域: 共词分析透视[J]. 情报理论与实践, 2007, 30(4): 439-443.
- [14] 马费成, 宋恩梅. 我国情报学研究分析: 以 ACA 为方法[J]. 情报学报, 2006, 25(3): 259-268.
- [15] 张勤, 马费成. 国外知识管理研究范式——以共词分析为方法[J]. 管理科学学报, 2007, 10(6): 65-74.
- [16] 刘林青. 范式可视化与共被引分析: 以战略管理研究领域为例[J]. 情报学报, 2005, 24(1): 20-25.
- [17] 侯建华, 刘则渊. 纳米技术研究前沿及其演化的可视化分析[J]. 科学学与科学技术管理, 2009, 30(5): 23-30.
- [18] 林德明, 陈超美, 刘则渊. 共被引网络中介中心性的 Zipf-Pareto 分布研究[J]. 情报学报, 2011, 30(1): 76-82.
- [19] 王飞跃. 基于社会计算和平行系统的动态网民群体研究[J]. 上海理工大学学报, 2011, 33(1): 8-17.
- [20] 荣莉莉, 郭天柱, 王建伟. 复杂网络节点中心性[J]. 上海理工大学学报, 2008, 30(3): 227-230.
- [21] Abernathy W. The productivity dilemma [M]. Baltimore, MD: The Johns Hopkins Univ Press, 1978.

(编辑: 石 瑛)