

基于双螺旋推进互馈机制的 高校科技成果转化问题研究

孟力¹ 陈少雄¹ 李东²

(1 厦门大学, 厦门 361005; 2 沈阳农业大学, 沈阳 110161)

1 引言

近年来, 高校科研作为我国基础研究和重要创新的一股重要力量, 在我国科技进步和经济增长中所做的贡献越来越明显。然而, 高校科技成果转化呈现的“高产出, 低转化”, 成果转化率低下形势却未能令人满意。据国家教育部有关资料统计, 我国高校每年科技成果在 6000~8000 项之间, 而真正实现成果转化与产业化的却不到 10%。这表明, 我国高校在科技成果转化方面是比较落后的。这种情况不利于科教兴国战略的落实, 也与现代大学的办学理念和大学的社会地位不相吻合。

高校科技成果转化是一项复杂的系统工程, 是一个随时间螺旋式推进的过程。然而在诸多对于高校科研成果转化难分析的现有文献中, 均是以理论的形式分析其概况、原因、障碍及对策, 均是以定性分析方法呈现, 而且从原理或理论方法上论述的文献相对较少; 以数理分析进而量化高校科研成果转化效率的更是不多见, 然而对于高校科研成果转化效率的定量评估工作却具有把控转化进程及效率的关键性作用。

本文研究探索的是为高校科研成果转化效率评估寻求定量分析的路径。据观测并证明, 成果转化过程呈现出动态复杂并且以难度自增值为特征的态势, 成果转化的过程是一种复杂的螺旋系统。系统在演化过程中, 系统的两个主要实体(高校与企业)复杂地互相反馈, 随之系统总体发生变化。在充分考虑系统满足螺旋推进过程和遵循“螺旋”原则的定性分析前提下, 本文根据系统的这种动态性, 提出了建立实虚两层面的构想, 建立了相应的分析计算模型, 即“双螺旋推

进互馈”模型, 并对科技成果转化“螺旋”之趋势进行数理分析, 对加快转化进度提出了个人见解。

2 “双螺旋推进互馈”模型

以难度自增值为特征的科技成果转化系统, 其复杂性及动态性导致过程的可预测及可评估性较低。以研究科技成果转化率低的原因出发点, 对转化演进过程进行分析, 从模型呈现的各种特性, 萌生了对整个转化过程进行数学二次建模的构想。在一级模型中, 转化过程的两实体不断进行信息交互, 为双螺旋状; 而同时该系统随着时间的推进难度不断加大, 属于“难度自增值系统”, 整体上也满足“螺旋推进”; 由此综合建立了双螺旋推进互馈机制。二级模型, 在一级模型的基础上, 主要提供实虚两层面的引入, 通过简易相关函数及变量的引入, 对系统的演化数据分析及实虚两面的比较, 获得“螺旋”趋势的广义及狭义的验证, 并同时给出在不同时期主体所应采取的策略以使其最优, 寻求加快科技成果转化进度的路径。

2.1 一级建模

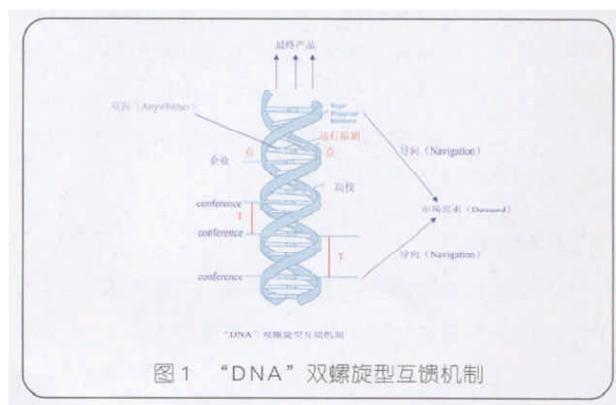


图1 “DNA”双螺旋型互馈机制

字母注释：

D—Demand-Destination

N—Navigation

A—Anywhither

运行方式：

1. 以市场需求立项
2. 定期 (T 时间点) “头脑风暴法” 讨论会
3. 在 T 期间双方进度信息互馈

所谓的“DNA”双螺旋螺旋进互馈机制,是以市场需求 (Demand-Destination) 为导向 (Navigation), 自始至终从科研选题开始到产品问世, 将企业与高校联系起来的“企业-高校”螺旋型互馈 (Anywhither) 系统机制, 并将系统方法论中的螺旋原则应用于以解决动态系统复杂问题的模型。

2.1.1 模型原理及产生背景

假设 1: 高校科研成果转化过程表征“难度自增殖”系统

假设 2: 高校科研成果转化过程呈现“双螺旋推进”轨迹

假设 3: 高校科研成果转化过程依赖“螺旋原则”方法评估

该转化模型的诞生源于其本身所呈现的种种特性。在转化过程中, 随着时间的推移而不断地呈现出未知的新问题, 旧问题的解决伴随新问题的诞生; 在高校及企业相互沟通相互协调下, 转化一步一步地得到实现, 交替地双螺旋式前行; 由于问题的不断出现, 在摸索成果转化的道路上可以以不变应万变的“螺旋”方法研究总体过程。以上的系统三种特性, 就是建立高校科研成果转化一级模型的三个假设前提。

2.1.2 模型建立的意义

对于一个以难度自增殖为特征的系统, 各构成要素的不断变化, 使其运行路径以双螺旋推进, 随之不断出现的新困难, 解决的策略遵循螺旋原则方法论的假设前提, 高校科研成果转化运行机制显示了它可供量化的三大定性化前提, 在此三大前提的基础上, 可以根据这些条件来模拟系统的原型、运行机制及总体运行轨迹, 并为此提供定量化评估高校科研成果转化效率的方法。

2.2 二级建模

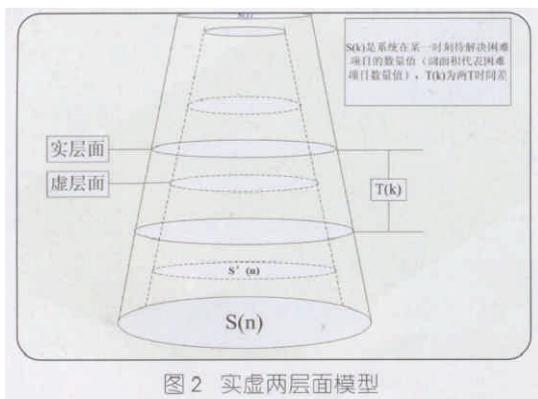


图2 实虚两层面模型

有了如上一级模型及理论原理的支撑, 本文对其再深入, 以二级建模提供一种简单易行的方法, 该方法不仅证明了螺旋过程正确性, 而且所得结论正好与王浣尘教授所述方法所得的结果相符, 为在该领域上证明王浣尘教授螺旋方法应用的可行性及为本文所提出的模型和方法获得理论和实践双方面的验证。

2.2.1 模型原理及产生背景

实层面 (T 时间点): 主要解决实施过程中的关键问题, 是开研讨会时刻。

虚层面 (T 期间内): 主要描述及解决新出现的问题。

实层面上:

$S(n) > S(n-1) > S(n-2) > \dots > S(2) > S(1)$; 逐级递减。

虚层面上:

$S'(n) > S'(n-1) > S'(n-2) > \dots > S'(2) > S'(1)$; 逐级递减。

总体上: $S(n) > S'(n)$, $S'(n) < S(n-1)$, $S(n-1) > S'(n-2) > \dots$, $S'(2) < S(1)$; 呈现增减循环的过程, 其原因在于新问题的出现。

引入实虚两层面的原因是: 从总体上看, 当解决完一部分关键问题 (实层面) 后, 新问题 (虚层面) 又出现, 即在此时刻增加了待解决的问题, 使得总体上的问题数在减少了大部分之后增加了小部分, 即反映了现实动态系统的情况, 同时也是“难度自增殖系统”的特征。

2.2.2 模型推导过程及逻辑分析图

假设与前提: 系统在理想状态下, 科研成果转化过程的问题及项目是可量化的。系统运行前对所有问题即攻关项目的预估数量值为 $S(n)$, 实施过程中第一次出现新问题的某一时刻点问题即项目数量值为 $S'(n)$, 最后一次新问题产生时刻点数量值为 $S'(2)$, 最终形成产品前最后一次攻关项目数为 $S(1)$, 令其为 1。

(图形中的层面面积即为 $S(k)$, $S'(k)$, 分别表示实与虚两层面上某一时刻待解决问题数量值)

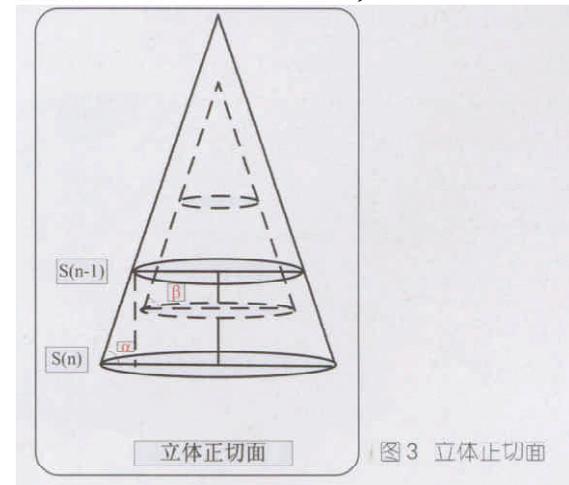


图3 立体正切面

在理想状态时,实斜线与虚斜线平行, $\alpha = \beta$ 。

以实层面 (α) 的过程为例:

$$\tan \alpha_n = \frac{T(n)R(n)}{\sqrt{S(n)} - \sqrt{S(n-1)}} \text{----- (1)}$$

(其中 T(n)为两个 T 时刻点间的时间; R(n)为未定的比例函数,时间与面积的单位转换函数)

上式可化为:

$$\tan \alpha_n = \sqrt{r} \frac{T(n)R(n)}{\sqrt{S(n)} - \sqrt{S(n-1)}} \text{----- (2)}$$

从而有:

$$\begin{aligned} & \sqrt{S(n)} - \sqrt{S(n-1)} = \sqrt{r} \frac{T(n)R(n)}{\tan \alpha_n} \\ & \sqrt{S(n-1)} - \sqrt{S(n-2)} = \sqrt{r} \frac{T(n-1)R(n-1)}{\tan \alpha_{n-1}} \dots\dots \\ & \sqrt{S(k)} - \sqrt{S(k-1)} = \sqrt{r} \frac{T(k)R(k)}{\tan \alpha_k} \\ & \sqrt{S(1)} - \sqrt{S(0)} = \sqrt{r} \frac{T(1)R(1)}{\tan \alpha_1} \end{aligned}$$

其中, $S(1)=1$ 。

(一) 在理想状态下, $\alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_k = \dots$

$$= \alpha_{n-1} = \alpha_n = \alpha$$

分析以上各式中,随着时间的推移,一般项

$$\sqrt{S(k)} - \sqrt{S(k-1)} = \sqrt{r} \frac{T(k)R(k)}{\tan \alpha_k} \text{ 中}$$

1. $\sqrt{S(k)} - \sqrt{S(k-1)}$ 逐级递减,即圆面积及待解决问题数量的递减,此为“广义上的旋进”;

2. 右边式子中 α 在理想状态下不变, $T(k)R(k)$ 也递减,即时间测度递减,即此为“狭义上的旋进”。

将以上各式相加得:

$$\sqrt{S(n)} - \sqrt{S(0)} = \sqrt{r} \sum_{k=1}^n \frac{T(k)R(k)}{\tan \alpha_k} \text{----- (3)} \quad \sqrt{S(n)} - \sqrt{S(0)} = \sqrt{r} \sum_{k=1}^n \frac{T(k)R(k)}{\tan \alpha_k} \text{----- (4)}$$

(3) 说明总体过程是可量化的; (4) 说明在任一个时刻点是可量化的。

假若, $R(k)$ 为一固定值,即为一固定比例 R。由 (1) 令 $n=k$ 并求微分得:

$$\begin{aligned} d \tan \alpha_k &= \Delta \tan \alpha_k = R \sqrt{r} \\ \frac{[\sqrt{S(k)} - \sqrt{S(k-1)}] d T(k) - T(k) d [\sqrt{S(k)} - \sqrt{S(k-1)}]}{S(k) + S(k-1) - 2\sqrt{S(k)S(k-1)}} & \text{----- (5)} \end{aligned}$$

(二) 在非理想状态下,

$\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k, \dots, \alpha_{n-1}, \alpha_n, \alpha$ 可能都各异;

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k, \dots, \beta_{n-1}, \beta_n, \alpha$ 也可能都各异。

以上实虚两种情况由公式(5)演化得:

$$\begin{aligned} d \tan \alpha_k &= \Delta \tan \alpha_k = R \sqrt{r} \\ \frac{[\sqrt{S(k)} - \sqrt{S(k-1)}] d T(k) - T(k) d [\sqrt{S(k)} - \sqrt{S(k-1)}]}{S(k) + S(k-1) - 2\sqrt{S(k)S(k-1)}} d \tan \beta_k &= \Delta \tan \beta_k = R \sqrt{r} \\ \frac{[\sqrt{S(k)} - \sqrt{S(k-1)}] d T(k) - T(k) d [\sqrt{S(k)} - \sqrt{S(k-1)}]}{S'(k) + S'(k-1) - 2\sqrt{S'(k)S'(k-1)}} & \text{----- (6)} \end{aligned}$$

2.3 分析与讨论

2.3.1 结论分析

比较 $\Delta \tan \alpha_k$ 与 $\Delta \tan \beta_k$, 或者 $\Delta \alpha_k$ 与 $\Delta \beta_k$, 有以下三种情况及其对策:

1. 当 $\frac{\Delta \tan \alpha_k}{\Delta \tan \beta_k} > 1$ 时,表示此刻解决问题的成效大于新问题出现的难度程度,主体处理难度能力大于客体难度的变化规律。该点决策:(1)速战速决。即当自身力量富裕,而任务又属难度自增殖系统,则兵贵神速,以速战速决为妥,以免夜长梦多。

2. 当 $\frac{\Delta \tan \alpha_k}{\Delta \tan \beta_k} < 1$ 时,表示此刻解决问题的成效小于新问题出现的难度程度,主体处理难度能力小于客体难度的变化规律。该点决策:(2)螺旋推进。即对于任务艰巨,特别时难度自增殖系统,而自身力量又有限,螺旋推进是有效而常用的策略。犹如旋钻打孔或盾沟打隧道之类,盖属此。

3. 当 $\frac{\Delta \tan \alpha_k}{\Delta \tan \beta_k} = 1$ 时,表示此刻解决问题的成效大致与新问题出现的难度程度持平,主体处理难度能力能相符于客体难度的变化规律。该点决策:有五种方案;(1)速战速决;(2)螺旋推进;(3)投石问路;(4)快刀斩麻;(5)迂回而进。

(3)投石问路,即对于把握不大的任务,宜先按常规行动试探,而后抓准时机,当机立断,速战速决。

(4)快刀斩麻,即对于任务较难而其关键较为明确者,则应快刀斩麻,擒贼先擒王,而后再收拾残局,进一步解决遗留问题。

(5)迂回而进,即任务艰巨而非紧迫,可避开困难,先解决容易,迂回推进,能收事半功倍之效。

2.3.2 旋进方法论与本文所述方法的比较

作为一种先进的方法论要在分析和解决实际系统问题的过程中充分发挥其固有潜力,真正从本质上起到指导作用,则在技术、措施等操作环节上还必须拥有较完善的体系,有些关键问题还需作深入的研究和探讨。例如关于“旋”与“进”的时机把握问题以及关于“旋”与“进”的度的把握问题等。下面我们针对完全确定型信息系统对螺旋推进的旋进方法和本文提供的方法及所给出的相应的判据和方案进行比较,以进一步增强旋进原则方法论的生命力及在科技成果转化领域的延伸。

1. 旋进方法量化

前提:完全确定型信息系统中,即当 $A_0(t)$ 与 $A_1(t)$ 变化规律均为确定可知时:

例 已知 $A_0(t) = a + bt$

$$A_1(t) = ce^{dt}$$

式中, b、a、c 和 d 均为大于零的常数; $A_0(t)$ 为主体能力的测度, $A_1(t)$ 为客体难度的测度。

由其公式推导得的系统难度可控时间为:

$$t > t^* = \frac{1}{d} \ln \frac{a}{b} \text{----- (7)}$$

即在 t^* 时刻以前系统难度是不可控的, 主体方的策略应选择旋而不进, 积蓄能量, 等待时机, 一旦到达 t^* 时刻, 主体方应毫不迟疑, 努力推进去解决难题。

2. 应用本文的方法

在某一案例中, 只要验证: t^* 时刻以前, 满足 $\frac{\Delta \tan \alpha_2}{\Delta \tan \beta_2} > 1$, 此时宜采取 (2) 螺旋推进。

一旦到达 t^* 时刻, 满足 $\frac{\Delta \tan \alpha_2}{\Delta \tan \beta_2} \leq 1$, 宜采取 (1) 速战速决。而总过程是采取 (3) 投石问路法及策略 3 的其他方法, 这些情况下与王浣尘教授所提供的方法刚好完全相符。

3 双螺旋推进互馈模型的应用

国内某大银行与高校合作开发网上银行支付系统项目, 合作方式为联合开发。银行主要负责资金来源与运用, 财务评价以及后续系统应用测试; 高校负责开发系统, 技术攻关, 以及后续系统维护及管理。项目历时 18 个月。针对该项目, 运用双螺旋推进互馈模型进行转化效率评估, 示例数据如表 1:

T(月) 1	2	3	4	5	6	
项目数(个)	37	31	34	29	31	23
T(月)	7	8	9	10	11	12
项目数(个)	27	19	15	21	18	15
T(月)	13	14	15	16	17	18
项目数(个)	19	15	17	8	9	1

表 1 示例数据

将数据导出, 显然该模型确实呈现双螺旋推进互馈特性, 随着时间的推移旧困难不断得到解决, 同时新问题不断出现, 如图 4:

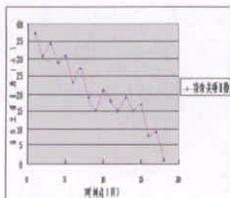


图 4 示例数据导出图

应用双螺旋推进互馈模型对该项目进行定量评估, 得出数据及 T 时刻点所应采取的策略见表 2:

T 时间	1-3 月	3-5 月	5-7 月
$\frac{\Delta \tan \alpha_2}{\Delta \tan \beta_2}$	2.0	2.5	2.0
应用策略	速战速决 效率一般	速战速决 效率一般	速战速决 效率一般
T 时间	7-9 月	9-11 月	11-13 月
$\frac{\Delta \tan \alpha_2}{\Delta \tan \beta_2}$	2.0	0.5	0.75
应用策略	速战速决 效率一般	螺旋推进 遇到瓶颈	螺旋推进 效率较低
T 时间	13-15 月	15-17 月	18 月
$\frac{\Delta \tan \alpha_2}{\Delta \tan \beta_2}$	2.0	9.0	$+\infty$
应用策略	速战速决 效率一般	速战速决 效率较高	项目完工 效率最高

表 2 测算结果及应用策略

4 结论

高校科技成果转化是一个难度自增殖系统, 其复杂性及动态性导致成果转化过程的可评估性低, 以往的定性分析方法已经不能满足定量评估的需要。本文以研究科技成果转化率低的原因出发点, 对转化演进过程进行图形模拟、数学建模和分析描述。通过一级模型双螺旋互馈机制的建立, 形象地模拟高校科技成果转化过程; 二级模型提供实虚两层面的引入, 对系统的演化进行数理分析, 获得在不同时期主体所应采取的最优策略以加快成果转化进度。最后, 在案例的实施中, 结果证明了本文所述方法的现实适用性, 这对当前我国开展高校科技成果转化效率评估工作具有一定的理论指导意义。本文所述内容是研究理想前提下的科技成果转化系统, 若想更深入分析科技成果转化乃至最终实现产业化的过程, 可在此模型基础上引入更多的不确定性变量, 以满足更复杂更精确的要求, 仅以此抛砖引玉。

基金项目: 全国教育科学“十一五”规划课题 (D1A080119); 辽宁省教育厅科研项目 (20060605)

参考文献:

- 1 N Levin, JZahavi. A game-theoretic approach for cost allocation in joint ventures in electrical power systems. IEEE Trans on Power System, 1985, 104(5): 1121 - 1130
- 2 周文燕. 高校科技成果转化难的成因及对策[J]. 湖南农业大学学报. 2006, 4: 47 - 48
- 3 Tsang E W K. Choice of international technology transfer mode: a resource-based view. Management International Review, 1997, 37: 151-168
- 4 俞芬飞. 论风险投资在高校科技成果产业化中的应用[J]. 研究与发展管理. 2005, 6: 112 - 114
- 5 Sahlman W. A. The structure and governance of venture capital organizations. Journal of Financial Economics, 1990, 32: 146-151
- 6 成思危. 虚拟经济论丛[M]. 北京: 民主与建设出版社, 2003.
- 7 杨丹, 杨斌. 产学研结合在促进产业升级过程中的问题及对策[J]. 高等教育与学术研究. 2007, 1: 23 - 24
- 8 王浣尘. 难度自增殖系统及其方法论[J]. 上海交通大学学报. 1992, (05): 49 - 54
- 9 王浣尘. 系统策划中的螺旋原则[J]. 上海交通大学学报. 1995, 29: 29-32