

引进技术消化吸收评价指标体系与方法研究

袁 泽 沛

作 者 袁泽沛, 武汉测绘科技大学文管学院副教授; 武汉, 430079

关键词 引进技术 消化吸收 评价 指标体系 方法

提 要 引进技术的消化吸收是一项推动国家技术进步和高新技术及产品发展的重要工作。技术引进的目标可以分为宏观战略目标和企业具体目标两部分。每个部分又由六个子目标组成, 支持这些子目标的有 24个指标, 形成一个包括三个层次的评价指标体系。为了使引进技术消化吸收效果的评价科学化、定量化, 应用 AHP 分析法求出各指标对总目标的权值, 并可运用模糊综合评判法, 得到评价引进技术消化吸收的综合评价价值。

九届全国人民代表大会提出, 推进技术进步, 鼓励和引导企业的新产品开发和技术创新, 要依靠科技进步, 要发展我国的高新技术产业。为了确保新技术、新成果的成功运用, 做到引进为我所用、为我所有、为我所创, 应加强对引进技术消化吸收状况的分析研究。

引进技术消化吸收的过程, 是指技术由一方向另一方转移中, 接受方对技术的学习、掌握和创新的过程。从国家角度来讲, 引进技术消化吸收是国外技术与国内现有条件相互适应, 调整产业、产品结构, 开发新产品, 推动国家技术进步, 提高经济技术开发实力, 进而实现高新技术产业化的过程。对引进单位来讲, 则是应用、使用好引进技术, 提高产量, 降低成本, 增加新品种, 创造经济效益。目前, 对引进技术消化吸收的评价方法、评价指标和定量分析, 还缺乏明确的定义、统一的认识和标准, 使评价不够科学和一致。通常用得较多的是年新增产值、达产率、创汇额等, 缺乏成本与效益的比较, 评价仍浮在面上, 不能客观地反映消化吸收的实际情况。这不仅妨碍了对引进技术消化吸收状况及其经济、社会效益的科学分析, 也不利于我们抓主要矛盾, 改进引进工作。因此, 如何根据实际情况, 建立评价指标体系, 确定一套引进技术消化吸收评价的基本方法, 是有其实用价值和现实意义的。

(一) 引进技术消化吸收目标分析

通过明确引进目标及战略, 有利采取有效的宏观政策和其它调控手段, 促进引进、投产、消化吸收和创新。技术引进最初多是为进口替代战略服务的, 也有服务于出口导向战略的。随

着引进技术的深入、广泛,战略的多层次性趋势日见明显。引进技术消化吸收目标根据引进目的的不同,从宏观效果和具体项目效果两方面考虑,分为战略目标和具体目标,主要涉及经济和技术两个领域。

1. 宏观战略目标 (S) 主要包括以下六个方面:

(1) 提高经济效益 (S₁) 有效地利用人力、物力和自然资源,使社会总体经济效益不断提高。(2) 推动技术进步 (S₂) 使引进技术与国内技术和资源有机地结合,加速产品更新换代,提高行业和国民经济的技术水平,增强国内科技实力。(3) 提高装备和自主开发能力 (S₃) 以重点产品为龙头,瞄准国际水平,把消化吸收引进技术和新产品,新技术开发相结合,把主机厂、辅机厂、配套原材料、元器件厂以及有关科研院校组织起来,提高主要的重大装备,大型关键设备的翻板移植和自主开发能力。进而增强开发新工艺,中间产品及新产品的能力。(4) 改善产业结构 (S₄) 按国家的产业政策和产业发展序列及要求,扶植新兴产业,改造传统产业和重点企业,使产业结构合理化、现代化,同时注意把技术引进与改造重点企业结合起来。(5) 增强企业实力 (S₅) 提高企业技术实力,增强企业竞争力和应变力及整体素质。(6) 提高节汇或创汇能力 (S₆) 以高性能产品替代进口产品,节约外汇或抢占国际市场,提高出口商品在国际市场上的竞争能力,开辟新市场,扩大产品出口创汇能力。

其中,提高经济效益,发展国民经济是首要目标。宏观战略目标是就全国或区域而言的,消化吸收要坚持以经济效益为中心,形成“引进→消化→创新→创汇→再引进”的良性循环。

2. 具体目标 (T)

从引进的具体项目和企业引进技术的直接目的来看,通常是为了提高产品质量或改进包装,增加产量和产品品种,改进设备配套能力。而从提高企业经济效益总目标出发,则主要是提高企业的生产能力、创新能力、出口创汇能力、技术和资金积累能力。

(1) 提高经济效益 (T₁) 通过技术引进,改进工艺和装备,降低消耗,更有效地利用企业的人、财、物、技术资源,增强企业盈利能力与水平。(2) 提高技术水平 (T₂) 企业在消化吸收基础上,增强自主开发新工艺、新产品,改进设备的能力,瞄准国际先进水平,高起点、高标准地提高自身综合技术能力。(3) 提高产品开发能力 (T₃) 加强新产品开发,增加产品品种。(4) 提高产品质量水平 (T₄) 改善产品包装,提高产品质量。(5) 提高装备能力 (T₅) 用引进技术、方法、设备改进国产设备,加速设备更新改造,提高总体装备水平;通过加强设备维修,保证引进设备的良好运行。(6) 增强市场开发、出口创汇能力 (T₆) 主要包括引进技术产品填补国内空白和市场占有情况、出口创汇和替代进口效果等。

应当注意,不同行业引进技术及消化吸收的目标是有所差异的,通常应当具体分析,以确定各行业不同的政策和重点。如轻纺业要重点引进增强国际竞争力,出口创汇的技术;原材料工业要重点引进扩大生产能力,增加品种,节约能源,适应国内不同行业需要的技术;机械工业则应以提高出口创汇水平,或替代进口的技术为主。

(二) 引进技术消化吸收的初、高级阶段

技术引进是关于制造产品、应用、生产方式或提供服务的系统知识的转让,不包括货物的单纯买卖或租赁。按照技术引进的支付方式划分,可以分为用现汇和不用现汇,即利用国外信贷和利用合作及合资的形式两类。这里,主要对第一类技术引进方式的消化吸收效果建立指标体系。引进技术的消化吸收通常分为引进项目的投产、达产达标、消化吸收和创新等

阶段。对于不同目标的引进项目,各阶段所包括的内容及含义也应有所不同,我们把消化吸收过程概括为初级和高级两个阶段。

1. 初级阶段。指引进技术从签约开始,到按合同要求投产、达产、达标的过程。这个阶段的目标主要是全面完成技术引进合同规定的各项要求,如产量、质量、国产化率等。以引进先进、较先进技术为主,初级阶段目标,是在掌握引进产品的设计理论方法,制造技术,工艺流程和技术标准的基础上,生产出质量、性能符合合同要求的产品,并形成设计要求的生产批量和生产能力,达到计划要求的国产化率,完成引进技术合同规定的各项目标。以引进设备,即硬技术为主的引进技术消化吸收的初级阶段,包括系统掌握进口设备和生产线的操作使用技术,并正常投入使用,生产出符合合同要求的产品。

2. 高级阶段。消化吸收的高级阶段是在全面完成初级阶段各项目标的基础上,将引进技术在同行业推广应用并不断创新,进而与国内研究成果相结合,自主开发出同类型新产品和新技术的过程。以软件技术为主的引进消化吸收高级阶段,是在初级阶段基础上推广扩散引进技术,并与国内开发相结合,自主开发与引进产品类型相同,具有本国特色的新产品、新技术、新工艺和新材料。以硬件技术为主的引进技术消化吸收高级阶段,是在初级阶段基础上,有计划有组织地进行测绘,设计和试制,生产出质量、性能与原引进设备型号相同的新设备,以及维修用备品配件。进而自主研制出具有本国特色的,达到国际水平的新设备。

显然,高级阶段是我们消化吸收的最终目标和要求。从目前情况来看,我们多数引进项目,距离消化吸收初级阶段的要求还有较大差距,而且只有初级阶段目标的尽快实现,才能为高级阶段奠定基础。因此,在指标体系设计与评价中,我们主要是以这个目标为依据。

(三) 建立引进技术消化吸收指标体系的原则

1. 全面性原则。引进消化吸收贯穿于技术引进的酝酿、谈判、签约、定购、安装、调试、运转、使用、掌握、提高、创新的全过程,必须有较完备的、综合的、科学的指标体系。

2. 系统性原则。消化吸收问题是技术引进系统中的一个子系统,其评价指标与引进技术的评价指标是相互联系,相互制约的。作为技术引进的子系统,它的评价应服务于处于上一层级的系统,以总体的优化为前提。为了表现这一点,在指标中,必须体现引进技术评价的指标要求与作用。由此形成的多层次递阶结构,即低层次对高层次是可以综合的,高层次对低层次是可以分解的,构成一个有严格内在联系的指标网络。

3. 简明性原则。指标体系应是复杂系统的一种简化,在遵循全面性、系统性原则基础上,必须注意指标体系的简明精炼,简便易行。要抓住重点,防止指标的多而杂,要注重各评价指标之间的相互联系,避免指标的重复使用。对于不同目标的问题,要力求找其共性,抓其特点,使指标能综合体现消化吸收效果。当前,经济效益、创新能力和长远实力是重点。

4. 科学性原则。对引进技术的消化吸收进行评价,是为了增强引进的吸收与创新意识,也是为了掌握、了解各地、各单位的情况,为管理、决策提供依据。指标必须科学,即定义明确,符合实际,反映引进技术消化吸收的内在规律,反映技术转移和认识、学习、掌握的特点,要体现成功的经验。作为一种衡量标准,应有导向作用,应科学地反映总目标的要求。

5. 可比性原则。即所设立的指标可以在不同时期内进行横向的、动态的比较。

6. 实用性原则。所列指标,要结合我国统计及统计资料的实际情况,在归纳、整理、计算过程中,使之有处可查,有据可求,有数可算,便于量化考核。

(四) 引进技术消化吸收评价指标体系

消化吸收效果,主要表现在对技术引进目标的贡献程度,评价指标体系应与引进的目标系统相一致,能确切地反映目标要求。总目标是:增强自主技术能力和装备水平。为了实现这一目标,须以微观为基础,实现各引进项目的消化吸收目标,同时也要推动总体目标的实现。要做到这一点,必须处理好具体项目的消化吸收与宏观目标的关系,使指标体系既有利于整个引进消化吸收工作的评价了解,又有利于对各单位引进项目的具体分析、评价和实施监督。在总目标(A)下,分别建立战略目标(S)和直接目标(T)。在前述目标树的基础上,分析目标的具体涵义和基本结构,采用以下评价指标:

(1) 引进资金利税率 (C_1)

(2) 引进技术年新增利税额 (C_2)

(3) 引进项目净收入比 (C_3)。公式: $C_3 = \frac{\text{引进项目总投资}}{\text{项目累计净收入}}$ 。其中: 项目累计净收入 = 项目产品新增总产值 - 产品生产总成本。

(4) 引进项目投产率 (C_4)。公式: $C_4 = \frac{\text{投产项目数}}{\text{引进项目总数}} \times 100\%$ 。

(5) 引进项目达产率 (C_5)。公式: $C_5 = \frac{\text{引进产品最高年产量}}{\text{引进项目年设计能力}}$ 。

(6) 技术进步评价值 (C_6)。按 Cobb-Douglas 生产函数求取技术进步因子或指数。

(7) 引进费、引进软件费与消化吸收费用比值 (C_7)。其中: 软件费 = 引进项目的软件成交额 = 总引进费 - 引进项目设备费; 消化吸收费用 = 总投资 - 引进费用总和。

(8) 产品质量提高率和优质品产值率 (C_8)。公式: 产品质量提高率 = $\frac{\text{产品质量改进后等级系数}}{\text{产品质量改进前等级系数}} \times 100\%$; 优质品产值率 = $\frac{\text{引进技术获得省、部优以上产品年实现产值}}{\text{总产值}} \times 100\%$ 。

(9) 引进技术相关产品性能国际达标率 (C_9)。即引进产品或引进技术开发生产,以及改进了的其它产品在主要技术性能指标中,达到国际标准所占的比率。公式: 达标率 $C_9 = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{第 } i \text{ 种产品国际达标的主要技术性能指标数})}{\text{该产品主要技术性能指标总数}} \times 100\%$ 。

(10) 引进技术移植程度 (C_{10})。把引进技术应用到相关技术领域的范围和数量。

(11) 引进技术新产品国内市场占有率 (C_{11})。公式: $C_{11} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{第 } i \text{ 种产品的年实现销售量})}{\text{该种产品实现的国内需要量}} \times 100\%$, 其中 n 为新产品品种数。

(12) 引进技术产品销售增长率 (C_{12})。 $C_{12} = \frac{\text{产品销售增加量}}{\text{原产品销售量}} \times 100\%$ 。

(13) 引进关键设备仿制率 (C_{13})。公式: $C_{13} = \frac{\sum_{k=1}^p \text{第 } k \text{ 种设备仿制台数}}{\text{引进关键设备总台数}} \times 100\%$, 其中 p 为仿制设备种类数。

(14) 引进技术设备更新率 (C_{14})。 $C_{14} = \frac{\text{引进技术更新设备数}}{\text{实际使用设备数}} \times 100\%$ 。

(15) 原材料、元器件国产化水平 (C_{15})。“数量”国产化水平 = $\frac{\text{已国产化的主要原材料、元器件数}}{\text{引进产品主要原材料、元器件总数}} \times 100\%$, “用汇”国产化水平 = $\frac{\sum_{i=1}^n \text{第 } i \text{ 种原材料、元器件使用数} \times \text{单件引进用汇}}{\text{引进产品主要原材料、元器件总用汇}} \times 100\%$ 。

(16) 引进产品国产化率 (成本计) (C_{16})。公式: $C_{16} = \frac{\sum_{j=1}^m (\text{单位 } j \text{ 产品成本} - \text{单位 } j \text{ 产品国产化成本})}{\text{单位 } j \text{ 产品成本}}$ 。

产品用汇) 单位 j 产品引进制造成本 $] \times 100\%$, 其中 m 为引进产品种数。

(17) 引进技术外汇投入收益比 (C_7) 公式: $C_7 = \text{引进总用汇} / \text{引进项目外汇收益}$, 其中: 引进项目外汇收益 = 项目新增出口创汇额 + 替代进口产品汇额。

(18) 引进项目生产能力增长率 (C_8) 公式: $C_8 = (\text{引进后的生产总能力} / \text{引进前的生产总能力} - 1) \times 100\%$ 。

(19) 新产品、新技术开发提高率 (C_9) 公式: $C_9 = (\text{本期新产品、技术开发数} / \text{上期新产品、技术开发数} - 1) \times 100\%$ 。

(20) 老产品淘汰率 (C_{20}) 公式: $C_{20} = (\text{本期老产品淘汰数} / \text{上期老产品数}) \times 100\%$ 。

(21) 产业结构改善度 (C_{21}) 指实际结构与一段时间内国家确定的标准结构的差距, 可以通过以下方法定量描述。设结构指标因素为 U , 由 n 项指标构成, $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$, 各指标权重为 x_i , 因素 U 的各指标 u_i 占总体的实际比重为 y_i ($i = 1, 2, \dots, n$), 可以证明:

$\max_{i=1}^n |x_i - y_i| = 2(1 - \min x_i)$, 则因素 U 的结构改善度 S 为: $S = 1 - \sum_{i=1}^n |x_i - y_i| / 2(1 - \min x_i)$ 其中: $\min x_i = \min\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$

(22) 重点行业引进消化吸收投资资金比例 (C_{22}) 公式: $C_{22} = \sum_{i=1}^n i \text{ 行业引进消化吸收投资金额} / \text{引进消化吸收总投资} \times 100\%$ 。

(23) 企业参加引进消化吸收人员比重 (C_{23}) $C_{23} = (\text{参加人数} / \text{单位职工总数}) \times 100\%$ 。

(24) 产品成本降低率 (C_{24}) 公式: $C_{24} = (\text{本期产品成本} / \text{上期产品成本} - 1) \times 100\%$ 。

以上 24 个指标, 构成引进技术消化吸收效果的综合评价体系。指标体系有三层: 总目标层 A , 战略目标 (S) 与直接目标 (T), 评价指标层 C 。这个评价指标体系的主要特点是:

(1) 以技术引进的总目标为依据, 将总目标逐级分解为宏观目标和微观直接目标。(2) 兼顾宏观目标和微观目标, 在第二层中, 分为两大块, 内容似有重复, 但因着眼点不同, 其具体内容含义是有区别的。(3) 任何一个指标在一般情况下都是一个多信息的载体, 为克服传统评价中采用完全独立型结构可能带来的信息损失的弱点, 这里根据实际情况采用层次混合结构, 形成多个评价指标分体系。(4) 在基本指标的设定中, 既考虑到了宏观与微观两个体系的共同性, 又考虑宏观评价的特点和引进单位的现状, 使指标体系具备现实性和一定的可能性, 也使评价体系适用于主要引进项目的评价。在评价指标体系初步确定以后, 为实现引进消化吸收效果的系统评价, 还有两个重要问题需要解决:

(1) 各设定指标不应同等对待, 而应根据它们对上一层指标, 即直至引进目标“贡献”程度, 给予不同的权重, 以建立完整的系统评价指标体系。(2) 在指标权重和各指标的初始评价结果得到后, 需要进行效果的多指标综合评价, 以得到较全面和客观的评价结果。

(五) 引进技术消化吸收的评价方法

1. 指标权重的确定——AHP 层次分析法

根据所确定的引进技术消化吸收效果的系统评价指标体系, 构成了一个包括: “总目标——宏观与直接目标——指标”在内的三层次分析结构模型, 与每个引进目标联系的消化吸收总目标 A , 相对于宏观战略目标或直接目标; 而每个宏观战略目标、直接目标即 S 和 T 则相对于指标层 C , 其重要性权值, 可通过 AHP 层次分析确定。从而确定 24 个指标对不同目

标,乃至总目标的相对重要次序和权数。在建立层次结构模型基础上,还需要:

(1) 构造判断矩阵。首先确定判断矩阵 $A = (S \ T)$, 即实现消化吸收总目标, 各分目标的相对重要性。由各方面人员, 用基数 1, 3, 5, 7, 9 及其倒数给予评定。然后再分别用上述方法确定 $(S \ T)_i = C_i$, $(i = 1, 2, \dots, 6)$, $(j = 1, 2, \dots, 6)$ 共 12 个判断矩阵。

(2) 层次单排序。通过计算判断矩阵的特征值和特征向量, 即求出下层各因素对上层因素的权数, 为层次总排序作准备。

(3) 层次总排序。汇总层次单排序结果, 计算层次总排序值, 即求出各指标对总目标的权值与排序情况。结果需要作一致性检验。

2. 综合评价——模糊综合评判法

以往的方法主要是对消化吸收效果评分, 对“提高经济效益, 推动技术进步, 提高装备和自主开发能力, 改善产业结构, 增强企业实力, 提高节汇或创汇能力”等战略目标, 或对引进单位“提高经济效益, 提高技术水平, 增强产品开发能力, 改进产品质量, 提高装备能力, 增强市场开发和出口创汇能力”等目标和指标进行评分。这些指标之间的相对评分不好确切衡量, 为了更加科学合理, 采用了“模糊综合评判方法”对消化吸收效果进行综合评价。引进技术消化吸收效果的评价影响因素多而复杂。“当一个系统复杂性增大时, 我们使它精确的能力将减小, 在达到一定阈值之上时, 复杂性和精确性将互相排斥”, 模糊评判就使这种模糊而复杂的对象规律化, 以求得出较精确、合理的结果。评判数学模型如下:

(1) 确定评价因素集:

a. 设评判因素集合为 U, V 则有: $U = \{S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6\}$, $V = \{T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_6\}$ 根据各目标的相关指标, 形成如下单目标指标体系 S 和 T_j ($i, j = 1, 2, \dots, 6$) 其中: $S_1 = \{C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6, C_7, C_8\}$, $S_2 = \{C_4, C_5, C_6, C_7, C_8, C_9, C_{13}, C_{14}, C_{19}\}$, $S_3 = \{C_{10}, C_{13}, C_{14}, C_{15}, C_{19}\}$, $S_4 = \{C_{10}, C_{15}, C_{21}, C_{22}\}$, $S_5 = \{C_6, C_{11}, C_{12}, C_{14}, C_{18}, C_{23}\}$, $S_6 = \{C_{15}, C_{16}, C_{17}\}$, $T_1 = \{C_1, C_2, C_3, C_{17}, C_{18}, C_{24}\}$, $T_2 = \{C_7, C_9, C_{19}, C_{24}\}$, $T_3 = \{C_{10}, C_{19}, C_{20}, C_{23}\}$, $T_4 = \{C_8, C_9, C_{20}\}$, $T_5 = \{C_{10}, C_{13}, C_{14}, C_{15}, C_{16}, C_{18}\}$, $T_6 = \{C_{11}, C_{12}, C_{17}, C_{24}\}$ 每一评判因素的每一项指标的标准分别组成一评分标准矩阵, 由 AHP 分析得出的权重在这里定为标准分。 $W = [W_1, W_2, W_3, \dots, W_{24}]^T$ 。

b. 确定评分集合 E $E = \{\text{很好}(E_1), \text{好}(E_2), \text{一般}(E_3), \text{差}(E_4), \text{很差}(E_5)\}$

(2) 建立评价投票矩阵: 由熟悉引进技术工作, 具有专业化知识和实践经验且有一定代表性的人员组成评定专家小组, 由每位专家对每一待评目标的每一评判因素项目, 分别按以上五个等级逐一评分, 综合整理后, 可得到投票矩阵 A_1 和 A_2 如果对 U_1 投票结果是有 3% 投票为很好, 10% 为好, 50% 为一般, 23% 为差, 10% 为很差, 则 $a_{11} = 0.05$, $a_{12} = 0.1$, $a_{13} = 0.5$, $a_{14} = 0.25$, $a_{15} = 0.1$ 很明显 $\sum_{j=1}^5 a_{1j} = 1$

(3) 计算评分矩阵: $R_1 = W_1 A_1$ $R_2 = W_2 A_2$

(4) 计算总分: 各项因素所得分相加即得综合评价值 R , 数值高的消化吸收效果较好。

(责任编辑 邹惠卿)