

基于 BP 神经网络国防科技成果转化评价研究*

哈尔滨工程大学经济管理学院 傅毓维 尹航

一、国防科技成果转化评价的必要性分析

我国国防科技工业与世界先进国家的国防工业仍有相当大的差距,主要表现在技术含量低、经济效益差

的费用;持续收入法。在现行的国民经济核算体系下,资源开采部门的净收入就是其销售收入与开采费用的差值。这部分净收入还可再分为两部分:一是资源耗减费用,二是真实收入。持续收入法的计算原则是将自然资源视为永久的收入来源,即资源销售收入的有限性。作为耗减费用从净收入中扣除的部分,应再投资到资源产业或其他产业中去。这样,为保证资源收入的永久性,资源开采部门在有限的开采期限内,每年得到的净收入的现值之和,应等于从开采之时起的无限期内每年由该资源产生的真实收入的现值之和。

2、绿色 GDP 核算的方法

(1) 环境污染的核算。环境污染是一个系统的概念,分为生产性污染、消费性污染及由自然灾害所致污染,其核算方法分别为:生产性污染核算方法。生产性污染主要指由于生产企业的生产活动造成的污染,这一污染是由企业造成的。本着“谁污染,谁治理”的原则,这一部分治理污染的费用由企业承担,从其总利润中进行扣除。在按生产法计算现行 GDP 时,这一部分费用包括在现行 GDP 中。在计算绿色 GDP 时,应对一部分费用扣除。对于那些产生污染但没有治理或虽然治理但没有达标的企业,政府应当对其征收罚金或课税,罚金或课税的数量应略高于治理污染所需的费用量,这是因为治理达标并不等于完全消除污染。消费性污染核算方法。消费性污染是由于消费引起的污染,例如,抽烟引起空气中有害气体的增加等。消费性污染没有确定的行为主体,也无法确定其对环境造成多大的污染。因此,消费性污染的核算颇有困难。对于这种没有明确行为主体的大众性污染,应该区别对待。

(2) 防护性支出的核算。防护性支出是为了避免环境恶化或为了改善环境质量而支出的部分,例如治理沙漠、退耕还草、退耕还林等。防护性支出的利用是为了改善环境质量,从而使国民收益增加。因此,应计入绿色 GDP,不从现行 GDP 中扣除。

(3) 自然资源消耗的核算。自然资源包括可再生自然资源和不可再生资源。可再生资源是指可以再生的资源,例如森林、鱼类等。这类资源在其被利用一部分后,其总量还可以恢复。但是,如果过量使用,则有可能造成物种的灭绝,也就是说,对这些可再生资源,只能限量使用,超过了其再生能力,就会造成对环境的破坏。因此,限量内使用的自然资源可以计入绿色 GDP;而超过数量限制的自然资源的使用部分不可以计入绿色 GDP 中。因为,若把这部分计入绿色 GDP,就会有一部分绿色 GDP 是以牺牲环境为代价的。会造成某些部门单纯追求 GDP 的增加而不惜破坏环境。至于区分哪一部分自然资源的使用为超过数量限制的部分,在操作上存在一定的难度。对某些不可再生资源的价值是否包含在现行 GDP 中,经济学家们有截然不同的观点。有的人认为,不可再生资源的价值没有包含在现行 GDP 中,现行 GDP 中只是包含了这些不可再生资源产业的附加价值;有的人认为不可再生资源的价值包含在现行 GDP 中,只是定价偏低。

(4) 环保产业的产出。至于环保产业的产出,我国及国际上对环保产业只计算其物质产值,对其改善环境的作用则没有核算,因此,在核算环保产业的产出时,应将这一部分产值计算进去。综上所述,绿色 GDP 可按下式计算:绿色 GDP = 现行 GDP - 治理生产性和消费性污染的费用 - 不可再生资源的价值 - 超过数量限制的可再生资源的价值 + 环保产业的环境产值。

四、开展绿色 GDP 核算的难点和已有的经验

1. 资源、环境的量化估价难度大。要使绿色 GDP 核算从理论走向实践,首先必须对资源损耗和环境污染造成的损失进行量化估价,也即找到它们正确的价格表现形式,这是一个非常难的课题。因为:第一,资源损耗和环境污染很难找到一个合适的价格;第二,许多生产活动造成对环境污染并不是企业的内部行为,而是企业的外部行为,难以明确估价的主体。

2. 绿色 GDP 核算缺乏微观核算基础。GDP 核算是建立在统计、会计、业务核算基础之上的宏观核算。而统计、会计、业务核算的基础是微观企业核算。有专家提出建立绿色会计核算制度,将自然资源和生态环境资源纳入企业的会计核算对象,从而使自然资本和社会效益通过会计工作清楚地反映出来,以便于评估企业的资源利用率和环境代价,从而有效引导企业走环保之路。

3. 绿色 GDP 在国外的实践。绿色 GDP 的环境核算虽然困难,但在发达国家还是取得了很大成绩。挪威 1978 年就开始了资源环境的核算。重点是矿物资源、生物资源、流动性资源(水、)环境资源,还有土地、空气污染以及两类水污染物(氮和磷)。为此,挪威建立起了包括能源核算、鱼类存量核算、森林存量核算,以及空气排放、水排泄物(主要是人口和农业的排泄物)、废旧物品再生利用、环境费用支出等项目的详尽统计制度,为绿色 GDP 核算体系奠定了重要基础。芬兰学看挪威,也建立起了自然资源核算框架体系。其资源环境核算的内容有三项:森林资源核算,环境保护支出费用统计和空气排放调查。

* 本文受国防科工委技术基础项目资助

和综合风险高等方面。我国国防工业要缩小差距,跻身世界先进行列,除了政策和其他外界因素外,科技成果转化是关键。而提高科技成果转化效率,将有限的人力、物力和财力等各类资源投入到科技成果转化项目中,最大程度地提高国防科技工业成果的转化效率已经成为我国国防科技工业发展的当务之急。为解决这一问题,就需要在国防科技成果转化评价理论和方法方面做深入系统地研究。本文提出使用 BP 神经网络对国防科技成果转化效果进行综合评价,力图解决如下问题: 选取正确的评价指标,找出影响国防科技成果转化效果的关键性因素,指标体系的设计和选取的评价指标,要能够体现出国防科技工业工业科技成果转化项目的特点。客观地给评价指标赋权,力求准确地评定各影响因素对国防科技成果转化效果的重要程度,真实地体现出影响因素和评价结果内部复杂的非线性关系。正确评估国防科技成果转化项目的综合效益和风险,明确科技成果的成熟度、技术含量、市场前景、预期寿命和投资收益与风险等问题。对投资决策具有重要的参考价值。

二、国防科技成果转化综合评价指标体系建立

国防科技工业科技成果转化评价指标体系的建立可以从科技成果转化项目的综合效益和综合风险两个大的方面着手,转化效益和转化风险方面最显著的特点在于其综合性。综合效益即包括经济效益与社会效益,也包括近期效益与远期效益,同时还包括生态效益与环境效益等方面;高科技成果转化过程中存在着各种不确定性,高收益伴随着高风险,明确转化。效益的同时也必须正视各种转化风险,体现出国防科技成果转化风险的综合性。因此,对国防科技成果转化效果的评价绝对不能沿袭传统的评价原则,仅从投入与产出的平面视角去考虑和比较,而应以立体的视角去考察、比较和评价,建立一套能够综合反映我国国防科技成果转化效果的评价指标体系。在指标的选择上我们尽量选取相对量指标,兼顾绝对量指标,以量化指标为主,兼顾定性指标,通过适当方法实现定性指标量化。

国防科技成果转化效果综合评价为 T,科技成果转化的综合效益为 T1,科技成果转化的综合风险为 T2,所设计的评价指标体系如图 1(略)所示。各类效益和风险下又包括多个反映该方面效益和风险的具体评价指标和技术参数,由此可以建立国防科技工业成果转化综合评价指标体系框架图。

三、应用 BP 神经网络方法评价国防科技成果转化效果

BP 神经网络作为一种前馈神经网络,可用来逼近复杂的非线性动态函数,将训练后的 BP 神经网络用于国防科技工业成果转化效果的综合评价,既可摆脱人为因素及模糊随机性的影响,又能保证评价的准确性,是一种智能的评价方法。应用 BP 神经网络方法可以对已完成的科技成果转化项目进行项目后评价,明确转化效果的优劣,总结经验,吸取教训,为待转化项目提供借鉴,更为重要的是可以预测待转化成果项目转化效果的前景,其评价结果对决策者具有非常重要的参考价值。应用 BP 神经网络评价国防科技工业成果转化效果的具体步骤如下:

第一步,对指标进行无量纲化处理。设初始决策阵 $X = [X_{ij}] n \times p = 30$;其中 X_{ij} 表示第 i 个典型的国防科技成果转化项目第 j 项指标的评价分值。对选取的 30 个典型的国防科技成果转化项目的评价指标数值进行无量纲化处理。

设 $\max_{1 \leq i \leq n} (X_{ij}) = a_j$ 表示 30 个典型的国防科技成果转化项目第 j 项指标的最大值;同理有 $\min_{1 \leq i \leq n} (X_{ij}) = a_j$ 表示 30 个典型的国防科技成果转化项目第 j 项指标的最小值。将 X 阵中的数据规范化:

(1) 对于效益类指标,即指标数值越大越好的正指标处理方法如下: $X_{ij} = \frac{X_{ij} - b_j}{a_j - b_j};$ (1)

(2) 对于成本类指标,即指标数值越小越好的负指标的处理方法如下: $X_{ij} = \frac{a_j - X_{ij}}{a_j - b_j};$ (2)

(3) 对于适度类指标,即指标值以稳定在某一固定值为佳时处理方法如下:

$X_{ij} = \frac{1}{1 + |X_{ij} - q|}$,其中数值 q 表示该指标的最合适值。 (3)

(4) 对于区间型指标,即指标值以落入某一个区间为佳时处理方法如下:

$$X_{ij} = \begin{cases} 1 - \frac{q_1 - X_{ij}}{\max(q_1 - b_j, a_j - q_2)}, & X_{ij} < q_1 \\ 1 - \frac{X_{ij} - q_2}{\max(q_1 - b_j, a_j - q_2)}, & X_{ij} > q_2 \\ 1 & q_1 \leq X_{ij} \leq q_2 \end{cases} \quad (4)$$

经过计算得到 $X = [X_{ij}] n \times p n = 30$,此时的 X_{ij} 数值即为第 i 个转化项目第 j 项指标的标准化评价分数。通过适当的方法得到了各个评价指标对于总目标的权重向量 $W = (w_1, w_2, \dots, w_p)^T$ 。则可以计算出这 30 个典型的国防科技成果转化项目转化效果的综合评分为:



$$Y_j = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{bmatrix} = X \cdot W = \begin{bmatrix} X_{11}, X_{12}, \dots, X_{1p} \\ X_{21}, X_{22}, \dots, X_{2p} \\ \dots, \dots, \dots \\ X_{n1}, X_{n2}, \dots, X_{np} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_p \end{bmatrix}, j = (1, 2, \dots, n) \quad (5)$$

$y_j, j = (1, 2, \dots, n)$ 即为所选取的 30 个典型的国防科技工业成果转化项目转化效果的综合评分。此时, X_{ij} 和 y_j 均落在区间 $[0, 1]$ 内。通过反复验证和调整力求保证这 30 个典型的国防科技工业成果转化项目转化效果的综合评分的客观性和可靠性。这为应用 BP 神经网络方法评价国防科技成果转化效果的准确性和可行性提供很大程度上的保障。

第二步,神经网络的训练。将各个典型的国防科技工业成果转化项目的评价指标值 $X_{ij} = (X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{im}), (i = 1, 2, \dots, 30)$ 作为输入值;对应模式的希望输出值为 $y_j, j = (1, 2, \dots, n)$, 即国防科技工业成果转化效果的综合评价价值。根据 BP 神经网络方法,首先计算中间层各单元的输入,因为中间层的节点数目没有特殊规定,这里我们取 15 个。 $S_k = \sum_{j=1}^m w_{jk} X_{ij} - \theta_k (k = 1, 2, \dots, 15, i = 30)$, 其中 w_{jk} 表示输入层到中间层的连接权, θ_k 表示中间层第 k 个单元的阈值。中间层的输出通过计算 $b_k = f(S_k) = \frac{1}{1 + e^{-S_k}}$ 得到;输出层单元的输入为 $L = \sum_{k=1}^{15} V_k b_k - \theta$; 其中 V_k 表示中间层到输出层的连接权, θ 表示输出层单元的阈值,输出层单元的输出为 $T = f(L) = \frac{1}{1 + e^{-L}}$ 。

据上述方法,先把 30 个典型的转化项目分成两组,先将第一个组的 15 个训练单元的各自指标 $X_{ij} = (X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{im}), i = (1, 2, \dots, 15)$ 输入国防科技工业成果转化评价系统的神经网络,得到实际测算的评价总分 $T_i (i = 1, 2, \dots, 15)$ 。如果期望输出值 Y_i 和实际测算值 T_i 之间的相对误差 $d = |T_i - Y_i| \leq \epsilon$, 既满足计算的精度要求,则停止计算。如果不满足,则进行“模式顺传播”和“误差逆传播”的交替网络“记忆训练”过程,使得网络逐渐趋于收敛,即网络的全局误差趋向极小值的“学习收敛”过程。输出层误差 d 向中间层误差 $e_k (k = 1, 2, \dots, 15)$ 的传递过程为: $d = (Y - T) f'(L), e_k = [V_k \times d] f'(S_k) k = 1, 2, \dots, 15$, 连接权与阈值的调整量为: $V_k = \eta \times d \times b_k, k = 1, 2, \dots, 15, 0 < \eta < 1$ (学习系数); $\theta = \eta \times d, W_{jk} = \eta \times e_k \times X_{ij} (i = 1, 2, \dots, 15); \theta_k = \eta \times e_{kj} = 1, 2, \dots, m; k = 1, 2, \dots, 15; 0 < \eta < 1$ (学习系数)。经过反复的训练网络,最终将得到满足全局误差极小化要求的一组数据,如下所示: $w_{jk} (j = 1, 2, \dots, m, k = 1, 2, \dots, 15), \theta_k (k = 1, 2, \dots, 15), V_k (k = 1, 2, \dots, 15)$ 。

综上所述,应用 BP 神经网络方法对第一组 15 个典型的转化项目进行了转化效果评价的模拟运算。训练完成后,再将第二组 15 个训练单元的指标值输入,作为测算数据。如果得到的输出值和期望值的最大误差 $d = \max |T_i - Y_i| \leq \epsilon$; 则我们得出 BP 神经网络的计算结果和专家组的结论高度一致的结论。将这些训练好的神经网络各连接权 $w_{jk} (j = 1, 2, \dots, m), k = 1, 2, \dots, 15), v_k (k = 1, 2, \dots, 15)$ 和阈值 $\theta_k, (\theta_k = 1, 2, \dots, 15)$ 保存下来;以便使用。如果测算的结果不满足要求,则增选新的训练单元输入网络进行训练,再重新测算直到结果满意为止。通过对评价国防科技工业成果转化效果评价系统神经网络的训练,使我们找到了多项评价指标和国防科技成果转化效果的内在关系,继而我们可以对更加一般化的国防科技成果转化项目进行评价如图 2 所示(略)。具体的操作步骤如下: 首先确定转化项目的各项评价指标值。(即图 1 中的各项指标值); 将原始评价指标值作无量纲化处理,处理方法如上面所述。继而得到 BP 神经网络的输入数据 $X = [x_{ij}]_{n \times p}$, 此时的 x_{ij} 数值即为第 i 个转化项目第 j 项指标的标准评价分数。

(3) 将 $X = [x_{ij}]_{n \times p}$ 代入 BP 神经网络,由于前面我们已经得到了神经网络各连接权,输入层和中间层 $w_{jk} (j = 1, 2, \dots, m), k = 1, 2, \dots, 15)$, 中间层和输出层 $V_k (k = 1, 2, \dots, 15)$, 阈值 $\theta_k, (\theta_k = 1, 2, \dots, 15)$, 通过计算可以得到某个国防科技成果转化项目转化效果的综合评价价值 y_j (BP 神经网络输出数据)。

四、结论

通过应用 BP 神经网络方法可以明确输入指标(多个评价指标值)和输出指标(国防科技工业成果转化效果的综合评价价值)之间的内在联系,进而实现通过输入多个反映国防科技成果转化项目各个效益和风险方面的评价指标值完成对转化项目转化效果的综合评价。应用 BP 神经网络方法能够更加真实地仿真影响因素(多个评价指标)和评价结果(转化效果)间复杂的非线性关系,能够更加客观地对国防科技成果转化项目的转化效果做出评价,最大限度地降低评价时的主观人为因素影响,提高评价的准确性,辅助决策者做出正确的决策。通过对输出数据 y_j 大小的评判使我们明确了该转化项目

的转化效果。由于 y_j 值介于 0 和 1 之间,所以有如下结论,如上表所示。

