



REVSTAT - 统计期刊

第 7 卷，第 3 号，2009 年 11 月，265-290 页

专利价值结构方程模型的定义：带有形成性构造的 PLS 路径模型

作者：Alba Martinez-Ruiz 阿尔巴-马丁内斯-鲁伊斯

– 西班牙巴塞罗那加泰罗尼亚技术大学统计与运

筹学系 Universidad Católica de la Ssma. 智利康塞

普西翁 alba.martinez-ruiz@upc.edu

托马斯-阿卢哈-巴内特

– 西班牙巴塞罗那加泰罗尼亚技术大学统计与运

筹学系 tomas.aluja@upc.edu

收到：2009 年 10 月 已修订接受：2009 年 10 月 2009 年 11 月

摘要

- 本文旨在提出一个结构方程模型，将决定专利价值的变量联系起来。尽管一些专利指标已经

研究表明，专利价值是一个更为复杂的变量，在一阶和二阶模型中可以作为
一个内生的不可观测变量来建模，并重新取决于三个和四个结构。这些变量包括
公司用于创造发明的知识、发明的技术范围、国际保护范围以及发明的技术实用
性。该模型可将专利价值概念化为无形资产的潜在价值和公认价值，旨在采用指
数构建方法。作为一种探索性模型构建程序，我们进行了最小二乘法（PLS）路
径建模。我们以美国可再生能源领域的 2,901 项专利为样本。

关键词：

- 专利价值；专利指标；PLS 路径建模；结构方程模型。

AMS 主题分类：

- 62H25, 62P20.

1. 引言

专利是技术信息的主要来源之一。专利是国家授予发明人的一种专有权，只有当发明满足三个基本要求时才能获得：发明是新的、涉及发明活动以及对工业有用。迄今为止，涉及专利数据的研究一直与分析专利文件中包含的信息有关，如前后引用或权利要求数量，以及专利与研发（R&D）、创新或经济增长之间的关系。近年来，专利指标被用于研究专利的经济价值。在大多数情况下，分析方法都是基于标准计量经济学分析技术，如概率或对数模型，以及调查分析。然而，专利价值可被视为一种复杂的结构，取决于多种因素。一般和特定的市场条件、国家的法律框架、地理邻近性或积累的科技知识都是已被证明会影响专利价值的不同方面。

本文提出，一个整体的多维模型可以让人对决定专利价值的不同变量有一个深刻的理解。目前，考虑到专利文件信息，本文建立了两个路径模型，考虑了五个维度，分别由五个构件代表。这五个维度分别是：专利价值、发明的技术实用性、公司用于创造技术的知识储备、发明的技术范围和国际保护范围。这些模型主要基于技术变革科学界开发的理论和对专利评估文献的深入研究。每个构造都与一组可观测变量相关联。因此，可以通过这些指标对其进行估算。显性变量主要来自专利文件中的信息。我们从 Delphion 数据库中检索了一组美国在可再生能源领域授予的专利。所提出的路径模型是可复制的，因为它们可以在不同的技术领域或国家重复使用。此外，这些模型还可以区分：(a) 申请时与专利价值有关的变量，即可以衡量专利潜在价值的变量；(b) 申请专利后决定专利价值的变量。

在文献中，使用结构方程模型（SEM）方法研究专利价值的研究相当稀少。此外，采用的都是基于多元正态分布假设的传统方法。SEM 的优势在于灵活运用理论和数据，从整体现象入手，更全面地反映复杂的理论。此外，与线性结构关系模型（LISREL）等基于协方差的方法不同，PLS 路径建模是理论--数据--模型的结合。

以构建为导向，以因果预测为导向。因此，该程序的探索性结构允许首次建立专利价值结构模型。最后，PLS 路径建模算法是分析倾斜数据或长尾数据（如专利数据）的有力技术。因此，我们也试图展示 PLS 路径建模作为一种探索和预测倾斜数据的工具所带来的好处。

在这项研究中，我们从 PLS 的角度对模型进行了规范。因此，我们提出了 PLS 模型。第 2 节介绍了专利指标和构造的背景，第 3 节回顾了具有重复显变量和形成性构造的分层成分模型的 PLS 路径建模过程。第 4 节讨论了一阶和二阶模型的建立，同时也对指标、潜在变量（LV）和变量之间的因果关系进行了假设。特别是，论证了显变量和潜变量之间的形成关系和反映关系。第 5 节介绍了专利数据。第 6 节报告了结果，并展示了 PLS 路径建模在处理具有长尾特征的专利数据时的性能和有效性。最后，第 7 节给出了结束语和未来研究的一些方向。

2. 专利指标和结构

专利指标一直被科学界用来研究技术变革或科技发展等现象。前向引用，即每项专利被另一项专利引用的次数，是衡量专利价值或重要性最广泛使用的指标。不过，也有其他指标被用来衡量专利的价值，如家族规模、权利要求数量、专利被归类的国际专利分类（IPC）代码数量以及后向引用。在这里，家族规模指的是为同一发明申请专利的国家数量[27]。作为一般的专利战略，公司首先在本国保护其发明，然后再在其他司法管辖区进行保护。家族规模大的专利往往更有价值或更重要 [21]，尽管 Guellec 等人报告说这种关系有时可能不准确，"可能反映出申请人不够成熟"[18，第 114 页]。尽管如此，我们还是建议将家族规模作为专利权国际范围的替代变量和专利价值的衡量标准。专利中的反向引用或参考文献的数量代表了 "所有重要的现有技术，已颁发的专利在这些现有技术的基础上进行了改进"[35，第 318 页]，可以证明发明确实是新的。权利要求是在专利文件中的一个特殊部分提出的，其中具体说明了受保护的事物。权利要求部分由一个编号列表组成

。因此，权利要求的数量实际上是

受保护发明的数量 [42, 第 134 页]。权利要求数量多的专利被提起诉讼的可能性更高, 因此被认为更有价值 [22, 28, 38]。国际专利分类等级被 Lerner [31] 引入作为保护范围的替代变量。一项技术范围更大的发明由于其潜在应用范围更广, 因此应该更有价值。发明人数量和申请人数量也被用作专利价值的指标[38]。

大多数专利指标都被用来解释一个概念变量或一个构造。专利引用与专利价值之间的关系已被深入研究[1, 4, 18, 20, 21, 37, 38, 43]。Carpenter 等人[4]、Albert 等人[1]和 Harhoff 等人[20]成功地证明了那些与重要技术发展相关的专利被引用的次数最多。Harhoff 等人[21]首次将前向和后向引用作为专利价值的替代变量, 而 Trajtenberg [43]则确立了引用作为创新价值指标的作用。专利引用和专利价值还与公司的市场价值和/或研发支出相关[10, 15, 19, 31]。Guellec 和 van Pottelsberghe[18]研究了专利价值与专利战略、技术多样性(通过 IPC)、国内和国际研发合作和/或共同申请(分析发明人居住国)以及指定保护国组合(通过家族规模)之间的关系。Reitzig [37, 38]研究了决定个人专利价值的因素。通过分析问卷调查结果, 他发现新颖性和创造性活动是被用作“讨价还价筹码”的专利中最重要的因素。Connolly 等人[10]的研究表明, 专利统计数据与公司的市场价值密切相关。此外, Griliches[15]发现公司的市场价值、研发支出的账面价值和专利数量之间存在显著关系。他的研究基于对美国公司数据的时间序列横截面分析。Lerner[31]报告说, 专利范围对企业估值有显著影响, 而 Hall 等人[19]研究了过去 30 年美国专利活动的趋势, 发现研发与资产存量之比、专利与研发之比、专利引用与专利之比会显著影响公司的市场价值。

另一方面, 其中一些指标也与其他结构相关。发明人和申请人的数量、后向引用和权利要求的数量与专利的新颖性(即受保护发明与现有技术之间的技术距离)有关。专利的保护水平或其技术范围或广度可以通过权利要求的数量或专利被归入的 IPC 类别的数量来衡量[31]。此外, 专利存量或知识存量与一个国家的经济增长、经济活动 [16]、研发成果 [29]、创新价值[40]和技术绩效[42]。在最后一种情况下, 研究人员发现, 在

国家技术能力方面，权利要求数量是比专利数量更好的指标。

最后,关于使用多维方法影响专利价值的潜在变量之间的结构关系的研究报告很少。Harhoff [21, 22] 和 Reitzig [37, 38] 最近的研究使用了大量专利价值指标,主要目的是估算专利遭到反对的概率。在大多数情况下,分析方法都是基于标准计量经济学分析技术(probit 或 logit 模型)或调查分析。多维和结构性方法尚未应用于技术/专利评估的一个原因是,更常见的结构性模型是基于最大似然估计和数据的多变量正态分布。专利指标具有很强的异质性和非对称性,一般来说,它们表现出很大的方差和偏斜。因此,假设这类数据具有多元正态分布可能会导致结果偏差。如下所示,PLS 路径建模克服了这一缺点,因为它是一种迭代算法,不对数据分布做任何假设。此外,与 probit 或 logit 模型等其他方法不同,它允许研究人员描述一组潜变量之间的关系。因此,我们有可能将专利价值作为一个不可观测变量来建模。

2.1. 专利价值

专利是一种智力资产,不一定能带来直接回报。专利可以保护可以生产和销售的产品。但专利也可以保护与其他技术一起能够制造最终产品的技术。在这两种情况下,要从专利中获得经济价值都可能极其困难。在研究专利价值时,不同的文献采取了不同的方法。其中一些方法侧重于专利的私人价值,而另一些方法则侧重于专利的社会价值。Lanjouw 等人[27, 第 407 页]用"有专利保护和没有专利保护的创新所带来的回报之差"来定义专利的私人价值。这种差异的大小对申请或续展专利保护至关重要。Reitzig[38]也关注专利的私人价值,并明确指出需要将专利价值视为一种构建。他们对技术专家进行了调查,结果表明,决定专利价值的因素包括:技术水平(现有技术)、新颖性、创造性、广度、发明难度、公开性和对互补资产的依赖性¹。此外,特拉伊滕贝格[43]的研究表明,专利数据与创新的某些社会效益指标高度相关。Guellec 等人[18]提出了一个价值尺度,建议

¹我们试图将这些变量视为拟议结构模型中的构造。不过，在本研究中，显变量主要来自专利文件。因此，潜变量和显变量都受到这一限制。

技术在经历从发明到申请、审查、公布和决定授权的不同阶段时，其自身的价值也会随之增加。在专利的内在价值与技术的潜在价值（取决于其产生未来回报的潜力）之间存在着区别，前者仅仅是因为专利被授予（从而证明了其新颖性、创造性和适用性）。

一些专利指标被用来直接推断专利的价值，如前瞻性引用或家族规模（见表 1）。尽管这样做可能有用，也可能给出专利价值的近似值，但许多因素可能会影响发明和保护过程。我们根据所介绍的背景考虑了其中一些因素，并对它们之间的相互作用进行了表述，提出了对问题的多维分析。值得注意的是，本研究并不寻求确定单项专利的价值或获得资产的货币价值。相反，专利价值是根据发明的技术实用性提出的。不过，这一模型允许我们对公司专利组合的价值进行比较和排序。我们要解决的问题是，哪些变量决定了专利价值，以及这些变量之间的关系如何。这些变量是作为非观测变量建模的。因此，它们及其关系建立了一个结构方程模型。

表 1：用于研究专利价值的不同方法简介。

作者	构造	指标	因变量	方法
特拉伊滕贝格（1990 年）	创新的社会价值	按引用加权的专利数	消费者盈余	多项式对数模型
Guellec 等人（2000 年）	专利价值、专利战略、技术多样性、研发合作	IPC 数量、家庭规模、虚拟变量等。	欧洲专利局专利申请获准的概率	Probit 模型
赖茨格（2003 年）	专利价值、新颖性、创造性活动、围绕发明、公开	-	专利现值	调查、概率模型
哈霍夫等（2003 年）	专利的私人价值、更新专利保护的价值和专利权的资产价值	专利持有人调查、前向和后向引用、家庭规模、IPC、反对程序的结果	专利权作为出售专利权的价格	调查、概率模型
霍尔等人（2005 年）	市场价值	专利引用、研发支出、总资产	托宾 Q	托宾 Q 等式

3. 制定模型的 PLS 路径建模方法

PLS 路径建模是由统计学家和计量经济学家赫曼-沃尔德 (Her- man Wold) [45, 46, 47]提出的一种用于估计潜在变量序列的基于成分的程序。在过去几年中, 它已被证明可用于估计结构模型, 尤其是在市场营销和信息系统研究以及一般社会科学领域[6, 12, 23, 24, 33, 41]。它的一些特点鼓励人们使用它, 例如(1)它是一种迭代算法, 可以明确估计潜在变量及其关系、(2)与 LISREL 不同, LISREL 只需处理少量案例, 且不对数据分布做任何假设, 而 LISREL 则对数据分布做了大量假设, 且在应用中需要处理数百个案例, 以及(3)当包括形成性测量模式时, 它克服了识别问题。沃尔德[47]强调, "调查人员可以利用先前的知识和直觉自由地指定 LV、设计内部关系并为每个 LV 选择指标"[第 582 页]。路径模型 "通常是暂定的, 因为模型的构建是一个演化过程。模型的经验内容是从数据中提取的, 通过模型与数据之间的估计和研究人员的反应, 模型在相互作用中不断完善"[45, 第 70 页]。

在 PLS 路径建模方法中, 结构模型或内在模型--也称为内在关系和实质性理论--以多重回归的形式描述潜变量之间的关系:

$$(3.1) \quad \xi_j = \theta_{j0} + \sum_i \theta_{ji} \xi_i + v_j$$

其中, ξ_j 和 ξ_i 分别为内生潜变量和外生潜变量, θ_{ji} 称为路径系数, 用于衡量各结构之间的关系。在模型规范阶段, 结构模型的安排得到了理论的大力支持。因此, PLS 路径建模被用来探索这些关系是否成立, 或者是否有其他基于理论的规范, 可能

这有助于为特定现象提供更好的解释。施加的条件是 $E(\xi / \xi_{ji}) = \sum_i \theta_{ji} \xi_i$ 。预测因子与残差之间不存在线性关系, $E(v_j / \forall \xi_i) = 0$, $\text{cov}(v_j, \xi_i) = 0$ 。

测量模型或外部模型--也称外部关系--以两种不同的方式描述潜变量 (ξ_i) 和显变量 (x_{ih}) 之间的关系: 模式 A 和模式 B。"模式 A 通常用于内生 LV, 模式 B 通常用于外生 LV。模式 A 适用于反思性测量模式, 模式 B 适

用于形成性测量模式"[41，第 268 页]。反思性关系旨在表示测量对象之间的方差和协方差。

由潜在变量产生或引起的显变量。因此，观察变量被视为非观察变量的影响 [2, 9]。在反映测量模型中，显变量的测量是有误差的。或者说，形成关系用于最小化结构关系中的残差 [14]，在这里，显变量被视为形成未观测变量。MacCallum 和 Browne [32] 说，形成模型中的观测变量是外生测量变量。在外显模型中，显变量被假定为无误差的，而未观测变量被估计为显变量加上干扰项的线性组合，因此它们不是真正的潜变量（如传统的因子方法）。在这种情况下，应考虑到所有构成构造的变量，干扰项代表了所有非模型化的原因。

在模式 A 或反映关系中，显变量和潜变量的关系是通过普通最小平方回归来描述的：

$$(3.2) \quad x_{ih} = \pi_{ih0} + \pi_{ih} \xi_i + \varrho_{ih} \circ$$

参数 π_{ih} 称为载荷。施加的条件是 $E(x_{ih} / \xi) = \pi_{ih0} + \pi_{ih} \xi$, ϱ_{ih} 均值为零且与 ξ 不相关。载荷表示每个指标反映构念的程度，代表指标与成分得分之间的相关性。

在模式 B 或形成关系中，未观测变量由其自身的显变量和残差的线性函数生成：

$$(3.3) \quad \xi_i = \sum_h w_{ih} x_{ih} + \delta_i \circ$$

参数 w_{ih} 称为权重，它允许我们确定每个指标对建构的形成所起的作用。每个显式变量块都可以是多维的。施加的条件是

$E(\xi/x_h) = \sum_h w_{ih} x_h$ 。这意味着残差 δ_i 的均值为零，它们与显变量 x 不相关。

Wold 的 PLS 路径建模基本设计 [45, 46, 47] 不考虑高阶潜变量。因此，在 Wold 的算法中，每个构造必须与一组观察变量相关，才能进行估计。然而，Lohmöller [30] 提出了一个针对分层构造的程序；也就是说，针对某个构造没有一组测量变量，或者更简单地说：它只与其他构造相关的情况。在分层成分建模中，一阶潜在变量的显变量会在二阶潜在变量中重复出现。因此，为了估算的目的，需要引入一组“辅助”变量。然后，按照通常的方法使用 PLS 路径模型对模型进行估计。因此，PLS 的规范有一个额外的方程，Lohmöller [30] 称之为跨层次关系：

(3.4)

$y_{jl} = \pi_{jl0} + \pi_{jl}^{\text{巴内特}} \xi_j + \varrho_{jl} \circ$

所施加的条件是 $E(\xi_j q_{jl}) = 0$ 。我们对这类模型感兴趣的原因是，如下文所述，专利价值结构可作为二阶潜变量建模，即专利价值只能通过与其他潜变量的线性关系来估算。

反射测量模型的可靠性是通过检查负载来评估的。一般公认的经验法则是 0.7 或以上。这意味着 "构造与变量之间的共同方差大于误差方差"[24]、
p.198]. 载荷因子值低表明该指标与相关构式的关系不大。一个变量组中的所有指标都必须反映同一结构。因此，每个变量组内的共线性应该很高。因此，反映测量模型的内部一致性与构念及其测量变量之间的一致性有关。变量组的单维性可以用 Cronbach's α 系数（应大于 0.7）和复合信度（应大于 0.5）来评估。
> 0.7). 根据 Chin [6, 第 320 页], " α 往往是一个下限估计值"。
而综合可靠性则是在假设参数估计准确的前提下的近似值"。

为了表示特定构念的测量结果与其他构念的测量结果之间的差异程度（判别效度），可以计算平均方差（AVE）。因此，根据 Fornell 和 Larcker [13] 的建议，计算构念所占方差与随机测量误差所占方差的百分比（应大于 0.5）。同样，当模型有两个以上的反思性构念时，可以通过计算构念得分与其他反思性构念相关指标之间的相关性来获得交叉负荷。如果某个指标与另一个潜变量而非相关潜变量的相关性较高，则应重新考虑其在模型中的位置。因此，在同一模型中，每个指标与其构建的相关性必须高于另一个指标。为了评估载荷、权重和路径系数的显著性，可以通过引导法（200 个样本；t 值 > 1.65 在 0.05 水平上显著；t 值 > 2 在 0.01 水平上显著）计算标准误差和 t 值。

通过检查潜变量之间的路径系数来评估内部模型。路径系数的值可以证明潜变量之间关联的强度。此外，每个内生变量的判定系数（R-square）可以给出模型的总体拟合度或模型所解释方差的百分比。本研究使用 SmartPLS [39]，采用中心点加权方案进行 PLS 路径建模和引导分析。

3.1. 形成性和反思性外在模式概述

如何区分结构方程模型的反思性测量模型和形成性测量模型，是多个科学界一直在探讨的问题。来自统计学[9]、心理学和社会学[2, 3]、信息科学[36]以及商业和营销研究[11, 14]的研究人员做出了重大贡献。有一些决策规则标准可用于确定一种关系应被建模为形成性关系还是反映性关系（沃尔德 PLS 方法中的模式 B 或模式 A）。这些准则可归纳为以下五点[9, 14, 34]。

(1) 关于所研究现象的强有力的理论和先前的知识应有助于澄清该构造的生成性。在考虑形成关系时，显变量必须涵盖建构的整个范围。(2) 显性变量之间的相关性。在反映型外部模型中，显现变量必须高度相关；相反，在形成型外部模型中，这一条件则不适用。(3) 结构内相关与结构间相关。这是模型规范阶段通过交叉验证的一种常见做法；适用的规则是前者应大于后者。然而，Bollen 和 Lennox [2]表明，这可能导致反思性和形成性外部模型的指标选择不正确，因为这条规则可能有例外。因此，必须谨慎应用该条件。(4) 样本规模和多重共线性会影响指标系数的稳定性，它们是多重回归中经常出现的问题。因此，多重共线性会影响形成关系中估计值的质量。(5) 互换性。这个概念指的是显变量是否具有相同的概念[11, 25]。反映模型中的所有显变量都解释相同的构造。因此，从变量组中去掉一个指标应该不会对构造产生重大影响。在考虑外部形成模型时，情况就完全不同了。这些指标不一定是可以互换的，也不一定具有相同的概念。这就是[2]所说的“建构的取样面”；换句话说，形成性变量组中的显性变量应代表形成概念的所有方面。最后，Gudergan 等人[17]最近提出了一种基于四分法分析的程序，用于区分基于构件的反思性测量模型和形成性测量模型。然而，当一个外部模型的观测变量少于四个时，该程序需要添加其他外部模型的显变量。因此，本文对所研究的构念的反思性和形成性的讨论主要基于前面提出的五条规则。

4. 专利价值模型

我们测试了两个模型。首先，我们有兴趣了解专利指标、专利价值和不同构造之间的关系，这些构造迄今为止已被研究并确定为专利价值的决定因素²。在以往的研究中，这些构件并没有作为不可观测变量来建模，例如在结构方程模型方法中。因此，由于专利价值是模型中需要估算的主要变量，因此模型的构建首先要将其定义为内生潜变量。在总结前人研究成果的基础上，我们将三个与依赖变量相关的非观测变量确定为外生变量：专利的知识储备、发明的技术范围和保护的国际范围（见图 1）。我们考虑了技术现状中的所有测量变量，这些变量都可以通过专利文件中的信息计算出来。不过，从专利文本（如摘要或技术说明）中构建的指标不在本研究范围内。

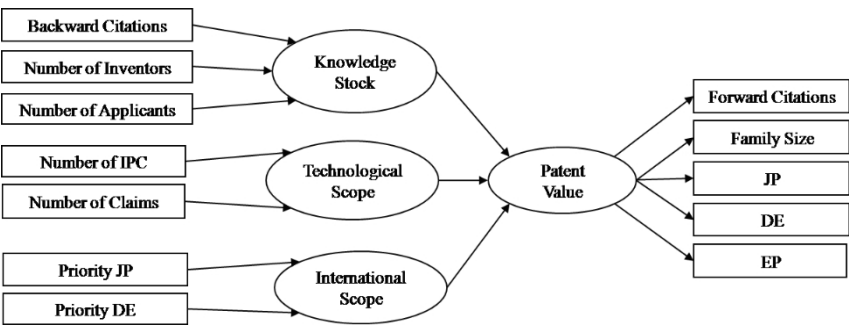


图 1：专利价值的一阶模型；专利价值是一个内生潜变量；知识存量、技术范围和国家间范围是形成性的外生结构。

知识库代表申请人用于创造发明的知识基础。这就是内容领域。这些现有知识鼓励发明活动，可能来自公司内部，也可能来自公司外部。我们希望找到那些能够决定价值的指标，让公司可以利用这些指标做出决策。既然我们将专利文件视为主要数据来源，那么为发明创造贡献知识的申请人和发明人就可以被视为这一结构的形成者。这一点同样适用于后向引用。

²值得注意的是，我们并不像基于协方差的方法那样对解释显变量之间的方差和协方差感兴趣，至少在现阶段不是这样。

专利文件中引用的以前的作品是发明创造之前必须存在的科技知识单元，可以作为发明过程中的知识输入。此外，反向引用代表了现有技术，表明该发明之前未受到保护。这三个指标与其他作者的专利价值有关（参见文献[38]）。不过，它们还没有像结构方程模型中那样被用来估计非观察变量。

从理论角度看，知识存量是一个外生的潜在变量，会影响专利的价值。考虑到后文的引述，我们可以合理地认为，在一个有大量发明应用的领域受到保护的发明--因此知识存量较大--的价值会低于潜在的根本性创新或突破性发明，因此知识存量较小。发明人和申请人的数量会首先在时间上显现出来，并引起知识存量的变化，反之亦然。此外，我们不难发现，后向引用与发明人和申请人的数量之间并不存在协方差。例如，一项专利可能包含大量参考文献，但该发明可能仅由一位发明人或一位申请人创造。因此，反映式方法无法满足单维条件。不过，对于这一结构而言，多重共线性并不是问题。因此，形成性模式适合于模拟指标与知识存量之间的关系。

发明的技术范围与发明在某些技术领域的潜在用途有关。因此，该结构的显变量是专利被归入的四位数IPC类别的数量和专利权利要求的数量。通过IPC类别，我们可以了解与发明相关的技术领域，从而知道潜在应用领域的数量。这并不意味着发明的最终用途仅限于某个确定的领域。一家公司可能出于战略目的保护一项发明，例如防止其被竞争对手使用。这里的根本问题在于，分类代码的数量越多，潜在应用领域的数量就越大，因此专利的技术范围也就越大。另一方面，根据Tong和Frame [42, 第134页]，"每项权利要求都代表了一项独特的创造性贡献，因此专利实际上就是发明的包子"。权利要求描述了发明人实际声称发明了什么，并描述了发明的潜在应用。从文献综述中可以看出，权利要求的数量应反映发明的创造性活动。因此，假设一项高度复杂的发明需要大量的创造性，那么该专利也会有相当数量的权利要求。因此，这一变量也将提供有关专利技术范围的信息。可以说，情况并非总是如此。可能有些复杂的发明并不需要大量的权利要求来保护。但这在可再生能源领域可能并不常见。例如

如下表 1 所示，权利要求数量是一个偏态变量（偏度 = 4.29，峰度 = 43.65），中位数为 14。根据前面介绍的区分形成性模型和反思性外部模型的规则，在这种情况下，显性变量首先被揭示出来，并导致发明的技术范围发生变化。在定义决定技术范围的显性变量时。发明人可能早在保护发明之前就对发明的适用性有所了解。但是，这里要分析的是专利价值，也就是受保护的发明。因此，在指标和构造之间建立了一种形成关系模型。此外，与知识存量一样，显性变量之间不存在共线性，变量组也不是一维的。

国际范围指的是发明受保护的地理区域。作为公司专利战略的一部分，发明通常先在本国受到保护，然后再在其他国家受到保护。因此，我们定义了两个虚拟变量，以考虑发明在优先权期间是否在日本（优先权 JP）或德国（优先权 DE）受到保护。日本和德国都是可再生能源技术的生产大国。因此，我们有必要研究这些变量是否会影响专利价值。表明发明是否通过欧洲专利局 (EPO) 或世界知识产权组织 (WIPO) 受到保护的变量没有被纳入分析，因为它们提供的信息很少。这就意味着，在国际范围内，并没有考虑到所有可能构成结构的变量。因此，在这种情况下，预计干扰项会更高。国际范围显然是由显性变量引起的。在这里，显性变量之间同样不存在共线性，变量块也不是一维的。因此，在这组变量中考虑了形成关系。

另一方面，一项专利对未来技术发展的重要性将体现在该专利被引用的次数上，因为该专利对其他技术的发展很有帮助[18]，同时也体现在公司长期奉行的专利战略上。后者可以通过考虑专利族的规模或寻求保护的国家数量来确定。对于专利价值变量组，考虑的是显变量和潜变量之间的反映关系。由于在这种情况下，所有指标都应解释相同的结构（除了传统上用于推断专利价值的变量），因此通过考虑专利是否在日本（JP）、德国（DE）或通过欧洲专利局（EP）得到保护来定义虚拟变量。因此，在本研究中，第一个分析案例是由知识存量、技术范围、国际范围和专利价值四个构件组成的一阶模型（图 1）。

值得注意的是，前三个要素--知识储备、技术逻辑范围和国际范围--给出了专利的先验价值。因此，专利申请时的固有特征以及公司在优先权时期的专利申请策略，可以为专利价值提供一个初步概念。与此相反，通过前向引用和族规模估算的专利价值则给出了专利的后验价值。这种价值（公认价值）是随着时间的推移而获得的，由他人通过专利被引用的次数和寻求保护的国家数量来给出。仅通过这些显性变量来估算专利价值似乎过于雄心勃勃。相反，我们有理由认为，专利价值是由那些决定先验专利价值和后验专利价值的变量共同决定的。利用这种方法，还可以评估后验专利价值对先验专利价值的影响。因此，最初与专利价值相关的指标也与第五个潜在变量相关，即专利的潜在有用性。一项专利越有用，被他人引用的次数就越多，对公司的专利战略就越重要。我们将这一潜在变量称为 "技术有用性"。从方法论的角度来看，这意味着专利价值与一系列观察变量没有直接关系。因此，这一构造被视为二阶潜变量，在二阶模型中受所有其他构造的影响。拟议模型如图 2 所示。我们通过 PLS 路径建模来探索假设的真实性。

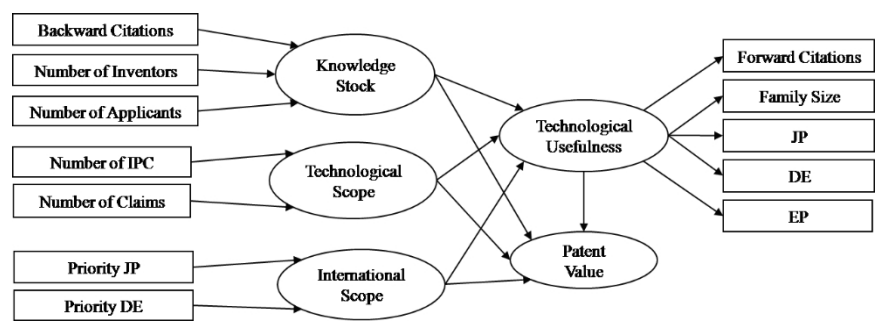


图 2：专利价值的层次构成模型；专利价值是内生二阶潜变量；技术有用性是反映型内生潜变量；知识存量、技术范围和国际范围是形成型外生结构。

5. 专利数据

可再生能源专利包括风能、太阳能、地热能、波浪能/潮汐能、生物质能和废弃物能。为了选择合适的专利数据，我们使用了 Johnstone 等人 [26] 列出的可再生能源 IPC 类别。样本包括 1990-1991 年、1995-1996 年、1999-2000 年和 2005-2006 年公布的在美国授权的 2,901 项专利（样本 1）（来源：Delphion 数据库）。我们重新检验了这些数据，并计算了上述指标。每项专利的权利要求数都是人工收集的。

表 2 提供了专利指标的描述性统计。结果表明，一些变量具有很强的异质性和非对称性，而且它们的方差也很大。因此，正态性并不是一个好的假设。倾斜度的正值表示正偏斜/右偏斜（注意中位数总是小于均值）。同样，峰度指数的正值也表明分布比正态分布的峰值更尖锐。

表 2： 专利数据的描述性统计

表现变量	平均值	标准偏差	最低	Mediam	最大	偏度	峰度
申请人数	1.04	0.29	1	1	9	12.85	260.81
发明者人数	2.21	1.58	1	2	14	1.76	4.23
向后引用	15.36	18.97	0	11	327	5.54	50.79
IPC 数量	6.28	4.52	1	5	48	2.09	7.71
索赔件数	17.02	15.08	1	14	279	4.29	43.65
优先级 JP	0.19	0.39	0	0	1	1.54	0.37
优先考虑 DE	0.08	0.27	0	0	1	3.09	7.55
转发引用	5.63	10.16	0	2	158	5.3	46.83
家庭人数	8.53	11.62	1	6	202	5.58	51.27
虚拟 JP	0.44	0.49	0	0	1	0.23	-1.95
虚拟 DE	0.32	0.46	0	0	1	0.75	-1.44
假人 EP	0.43	0.49	0	0	1	0.25	-1.94

此外，这些专利的优先权国依次为美国（59%）、日本（19%）、德国（9%）、英国（2%）、法国（1%）等。专利授予了 1,581 名申请人。专利授予了公司（69%）、个人（25%）和大学、研究中心或政府机构（6%）。由于样本的选择方式，样本在技术领域和专利授予国家方面具有同质性。但是，从申请人类型或公司所属行业来看，样本具有异质性，这种异质性可能会对结果产生影响。这也意味着，有一些属于不同行业的公司对开发可再生能源创新产品感兴趣。无论如何，值得注意的是

，在现阶段，专利价值模型是在可再生能源技术层面上进行一般性测试的。我们使用全部样本（2,901 项专利，样本 1）对模型进行了估算。然而，如果时间

由于专利指标矩阵是可能影响研究结果的一个重要因素，因此还额外抽取了三个样本。专利指标矩阵选取了以下申请年份：1990-1991 ($N = 129$ ，样本 2)、1995-1996 ($N = 128$ ，样本 3) 和 1999-2000 ($N = 536$ ，样本 4)。因此，为了分析是否有可能在参数估计中找到一种模式，我们用所有数据和不同时间段的数据（注意，每个时间段的案例是不同的）对所提出的模型进行了估计。

6. 结果

使用 Cronbach's alpha 和复合信度评估了反映外在模型、技术有用性和专利价值的内部一致性。在一阶中，样本 1、2、3 和 4 的专利价值的 Cronbach's α 系数分别为 0.68、0.79、0.76 和 0.68。此外，综合每个样本的信度系数分别为 0.77、0.85、0.84 和 0.79。因此，专利价值是单维的。专利价值和样本 1、2、3 和 4 的 AVE 分数分别为 0.48、0.56、0.54 和 0.48。因此，相对于测量误差造成的方差，这些构念平均捕捉了 50%以上的方差。在二阶模型中，技术有用性具有与专利价值在一阶模型中相同的 Cronbach's alpha 和综合信度系数。样本 1、2、3 和 4 的专利价值的 Cronbach's alpha 系数分别为 0.59、0.68、0.7 和 0.58。综合信度系数分别为 0.72、0.76、0.79 和 0.71。各样本的综合信度系数分别为 0.72、0.76、0.79 和 0.71。因此，技术有用性和专利价值都是单维的。相对于测量误差造成的方差，技术有用性平均捕捉了 54% 的方差（见一阶模型中专利价值的 AVE 分数）。然而，专利价值（二阶潜变量）的 AVE 分数却大相径庭，样本 1、2、3 和 4 分别为 0.24、0.29、0.3 和 0.22。因此，这组变量是单维的，相对于测量误差造成的方差，潜变量平均只捕捉了 26% 的方差。这个低百分比可能是因为二阶潜变量重复了反思性指标和形成性指标。

表 3 报告了专利价值二阶模型中反映变量组在三个分析时段的交叉载荷。在这三个时间段内，前向引用、家族规模和虚拟变量 JP、DE 和

EP 与专利技术实用性的相关性略高于专利价值本身。而其他指标的情况恰恰相反：指标与专利价值之间的相关性总是高于指标与技术实用性之间的相关性。即使专利价值指标被用作辅助变量来估算模型，这也是足够的。值得注意的是，一些指标的交叉负荷

随着时间的推移，这些变量非常相似，这表明了一种模式。这一现象很有意思，因为它表明发明人的数量；IPC 类别的数量；虚拟变量 JP、DE 和 EP；正向引用和家族规模与专利价值及其技术实用性始终保持着密切的相关性。这一经验证据支持了模型中提出的潜变量和显变量之间的关系。

表 3：反映变量组指标间的交叉负荷。

表现变量	1990-1991		1995-1996		1999-2000	
	专利价值	技术用途	专利价值	技术用途	专利价值	技术用途
发明者人数	0.572	0.279	0.611	0.424	0.492	0.135
向后引用	0.064	0.129	0.092	0.067	0.141	0.091
IPC 数量	0.587	0.387	0.465	0.357	0.495	0.228
索赔件数	-0.074	-0.027	0.403	0.257	0.131	0.048
虚拟优先 JP	0.527	0.258	0.391	0.253	0.414	0.162
虚拟优先级 DE	0.205	0.127	0.103	0.127	0.154	0.136
转发引用	0.229	0.292	0.295	0.29	0.085	0.085
家庭人数	0.775	0.894	0.741	0.825	0.714	0.859
虚拟 JP	0.816	0.836	0.818	0.833	0.727	0.774
虚拟 DE	0.692	0.775	0.754	0.808	0.559	0.681
假人 EP	0.666	0.818	0.739	0.799	0.658	0.809

表 4 和表 5 分别列出了一阶模型和二阶模型通过 PLS 计算得出的标准化载荷和权重，以及通过 bootstrapping 计算得出的 t 值。载荷和权重揭示了显变量和潜变量之间的关系强度。在一阶和二阶模型中，发明人的数量、IPC 类别的数量以及虚拟优先变量 JP 和 DE 在所有情况下都与它们的构造有显著的密切关系。一些学者[5, 7, 44]利用蒙特卡罗模拟研究了 PLS 路径建模算法的性能。其中，分析的因素包括样本量和每个拉特变量的显变量数量。一般来说，研究人员都同意并建议每个构造至少有三个指标。然而，只有 Chin 等人[8]在研究中考虑了每个潜变量有两个观察变量的情况，他们研究了反映外模型的交互效应。然而，作为模拟研究的结果，Vilares 等人[44，第 13 页]报告说："PLS 总是能对感知价值负荷[有两个指标的潜变量，即作者]产生良好的估计。这是一个有趣的结果，因为 PLS 被认为是'大体一致'的....."。在本文分析的形成性外部模型中，每个构造可用的指标很少。然而，权重的大小足以推断出指标与构造之间可能存在形成关系。此外，这些结果表明，专利价值和技术实用性在专利申请时就已显现。因此，可以在早期阶段对价值进行评估。与 IPC 类别数相比，权利要求数与技术范围的关联性较弱。也许这一指标与发明的 "质量" 更相关，而不是发明的 "质量" 如何。

在不同技术领域（范围）的影响，而是这种影响在特定技术领域的重要程度。关于国际范围，这一变量似乎是由其指标构成的。在两个分析模型中，显性变量在所有情况下都具有统计意义。因此，这可能意味着，在可再生能源领域，除了保护美国的发明外，作为价值决定因素，它对早期保护源自其他两个最大技术生产国的发明也很重要：日本和德国。

表 4：专利价值一阶模型外部模型的标准化载荷和权重，括号内为

t 值、

* 显著性水平为 0.01，** 显著性水平为 0.05。

构造	指标	样本 1	1990-1991	1995-1996	1999-2000
知识储备	向后引用	0.541* (1.860)	0.420* (1.688)	0.128 (0.791)	0.499* (1.670)
	发明者人数	0.807** (3.054)	0.920** (4.937)	0.988** (9.086)	0.872** (2.794)
技术范围	IPC 数量	0.966** (5.935)	0.997** (13.746)	0.803** (5.455)	0.985** (4.502)
	索赔件数	0.176 (0.756)	-0.058 (0.364)	0.529 (1.432)	0.103** (0.354)
国际范围	优先级 JP	0.802** (3.662)	0.909** (5.492)	0.904** (7.844)	0.847** (3.630)
	优先考虑 DE	0.725** (2.814)	0.512** (2.043)	0.502** (2.479)	0.660** (2.422)
专利价值	转发引用	-0.108 (0.940)	0.274** (2.041)	0.299* (1.693)	0.096 (0.524)
	家庭人数	0.840** (9.464)	0.893** (36.017)	0.813** (15.126)	0.845** (5.297)
	虚拟 JP	0.777** (6.593)	0.843** (19.572)	0.841** (21.277)	0.802** (4.549)
	虚拟 DE	0.690** (5.530)	0.777** (11.126)	0.811** (18.389)	0.671** (4.087)
	假人 EP	0.780** (7.921)	0.808** (11.975)	0.794** (12.513)	0.786** (5.272)

另一方面，专利价值和技术实用性总是在其解释变量中得到强烈而显著的反映。在一阶模型中，前向引用、专利族和虚拟变量不断反映专利价值，在二阶模型中，不断反映技术实用性。在 1999-2000 年评估的模型中，前向引用并不显著。但这可能是由于近年来专利被引用的次数较少，因此该变量的信息量不如前几年大。此外，前向引用与技术实用性之间关系的载荷也较小。

表 5：专利价值二阶模型外部模型的标准化载荷和权重，括号内为 t

值、

* 显著性水平为 0.01，** 显著性水平为 0.05。

构造	指标	样本 1	1990-1991	1995-1996	1999-2000
知识储备	向后引用	0.439 (1.619)	0.248 (1.103)	0.122 (0.991)	0.357 (1.114)
	发明者人数	0.871** (3.828)	0.976** (8.060)	0.989** (24.728)	0.938** (3.214)
技术范围	IPC 数量	0.952** (6.544)	0.995** (18.078)	0.761** (4.633)	0.974** (4.140)
	索赔件数	0.220 (1.028)	-0.078 (0.546)	0.584** (3.139)	0.150 (0.516)
国际范围	优先级 JP	0.867** (4.090)	0.931** (10.601)	0.947** (7.863)	0.915** (4.096)
	优先考虑 DE	0.639** (2.422)	0.465** (2.709)	0.401* (1.701)	0.548* (1.943)
技术实用性	转发引用	0.762** (6.833)	0.836** (22.739)	0.834** (24.167)	0.774** (5.177)
	家庭人数	0.795** (10.667)	0.818** (11.800)	0.799** (18.126)	0.809** (11.499)
	虚拟 JP	0.705** (7.983)	0.775** (11.891)	0.809** (18.318)	0.681** (6.256)
	虚拟 DE	-0.052 (0.488)	0.292** (2.280)	0.290** (2.190)	0.085 (0.616)
	假人 EP	0.853** (13.577)	0.894** (36.226)	0.825** (21.104)	0.859** (11.526)
专利价值	向后引用	0.232 (1.511)	0.064 (0.564)	0.092 (1.005)	0.141 (0.735)
	发明者人数	0.476** (3.477)	0.572** (5.964)	0.611** (8.825)	0.492** (3.016)
	IPC 数量	0.549** (5.909)	0.587** (7.837)	0.465** (4.820)	0.495** (3.420)
	索赔件数	0.185 (1.296)	-0.074 (0.748)	0.403** (3.193)	0.131 (0.810)
	优先级 JP	0.387** (2.723)	0.527** (5.466)	0.391** (3.604)	0.414** (2.461)
	优先考虑 DE	0.202** (5.318)	0.205** (2.262)	0.103 (1.269)	0.154 (1.191)
	转发引用	-0.085 (0.861)	0.229* (1.944)	0.295** (2.453)	0.085 (0.659)
	家庭人数	0.730** (8.250)	0.775** (15.351)	0.741** (11.612)	0.714** (5.952)
	虚拟 JP	0.711** (6.083)	0.816** (20.264)	0.818** (18.295)	0.727** (4.349)
	虚拟 DE	0.586** (5.318)	0.692** (8.318)	0.754** (11.977)	0.559** (4.349)
	假人 EP	0.672** (7.196)	0.666** (6.650)	0.739** (13.752)	0.658** (6.341)

例如, 家庭规模与技术逻辑实用性之间关系的载荷。这些结果可能意味着, 在模型中考虑这一指标时, 应将这一变量的纵向性质--在整个时间段内收到的引文--作为一个重要因素加以考虑。每个外部模型的质量是通过共通性指数来衡量的, 即潜在变量所占测量变量方差的比例。在二阶模型中, 1990-1991 年、1995-1996 年和 1999-2000 年模型中专利价值的共性指数分别为 0.29、0.30 和 0.22。因此, 指标与其潜在变量的共通性约为 30%。如上所述, 这一比例较低的原因可能是反映性指标和形成性指标在二阶潜变量中重复出现。技术有用性的公共性指数在每个时间段分别为 0.57、0.55 和 0.49, 也证明了共享方差的重要比例。

表 6 和表 7 分别显示了一阶和二阶模型的内在关系 (标准化贝塔系数、显著性水平和决定系数)。知识存量、技术范围和国际范围与专利价值的路径系数几乎在所有情况下都在 0.01 的水平上显著。因此, 专利价值可能是由可靠的专利指标估算出来的。通过一阶模型, 我们可以得到 "时间等于零" 的专利价值估计值。正如二阶模型所示, 知识存量、技术范围和国际范围也与技术有用性有关。此外, 技术有用性与专利价值也有显著关系, 这表明前者是预测后者的一个重要变量。通过二阶模型, 我们可以得出专利价值为时间价值等于零与他人给出的价值之和, 即技术有用性。

表 6: 专利价值一阶模型的标准化路径系数, 括号内为 t 值, * 为 0.01 显著性水平、
** 显著性水平为 0.05。

潜在变量	样本 1	1990-1991	1995-1996	1999-2000
从知识储备到专利价值	0.115 (1.248)	0.202* (1.987)	0.306** (2.263)	0.091 (1.040)
专利价值的技术范围	0.238** (2.892)	0.314** (4.221)	0.335** (3.084)	0.200** (2.278)
专利价值的国际范围	0.243** (3.199)	0.154* (1.998)	0.251** (3.044)	0.220** (2.420)
R ² 专利价值	0.161	0.234	0.35	0.114

表 7：专利价值二阶模型的标准化路径系数，括号内为 t 值，* 为 0.01 显著性水平、
** 显著性水平为 0.05。

潜在变量	样本 1	1990-1991	1995-1996	1999-2000
从知识储备到专利价值	0.280** (9.979)	0.226** (9.510)	0.229** (12.349)	0.293** (8.281)
专利价值的技术范围	0.278** (8.811)	0.227** (10.737)	0.226** (8.870)	0.271** (7.620)
专利价值的国际范围	0.212** (5.505)	0.232** (11.314)	0.166** (7.659)	0.236** (5.160)
从知识储备到技术用途	0.104 (1.162)	0.180* (1.752)	0.299** (3.771)	0.072 (0.783)
从技术范围到技术用途	0.237** (2.686)	0.315** (3.290)	0.334** (3.387)	0.207** (2.133)
从国际范围到技术用途	0.225** (2.486)	0.142 (1.376)	0.236** (3.042)	0.200** (2.252)
从技术实用性到专利价值	0.683** (14.511)	0.668** (16.951)	0.697** (20.558)	0.698** (11.207)
R^2 专利价值	0.998	0.998	0.999	0.997
R^2 有用性	0.148	0.219	0.338	0.103

在二阶模型中，专利价值的决定系数为 0.9，即模型与数据的拟合程度可以接受。这一结果并不令人惊讶；它证实了上述结论，并表明二阶模型与一阶模型相比，能更好地解释数据。然而，我们必须仔细考虑这一结果，因为专利价值的估计包含了模型的所有测量变量。另一种解释是，在二阶模型中，专利的公认价值（技术实用性）被考虑在内，这将有助于更好地拟合数据。与专利价值不同，技术实用性的决定系数适中。或许其他指标应有助于更好地解释模型，或者说前向引用的纵向性质也是一个需要考虑的重要因素。不过，考虑到文献综述以及在专利数据分析中使用其他模型获得的拟合度，我们认为结果是可以接受的。值得注意的是，结构关系是显著的。

7. 结束语

这项研究将专利文件中包含的显变量与潜变量联系起来，形成一个单一的可复制模型。这种关系的大小和每个构造的重要性都是已知的，包括知识存量、技术和国际范围对技术价值的影响。在一阶模型中，对专利价值影响最大的变量是技术和国际范围。在二阶模型中，技术有用性也很重要。

可以区分两种专利价值：一种是专利在申请时就具有的*先验价值*和内在价值（专利的潜在价值）；另一种是专利随着时间的推移通过公司或他人的行为而获得的*后验价值*（被认可的价值）。潜在价值取决于专利申请时的特点

-这些因素包括公司的专利战略、专利在不同技术领域的适用性以及创造新发明所需的知识基础。随着时间的推移，专利的潜力会得到认可，并反映在其被引用的次数和受到保护的国家数量上。这种认可反映了其技术实用性。尽管公司可以评估其发明的重要性或影响，但这些结果和获得这些结果的程序正在成为改进新产品和新发明开发战略、改进知识产权政策以及与其他竞争对手进行技术比较的工具。随着时间的推移，结果的稳定性预示着这是有可能实现的。

为了使用可复制的模型评估公司的专利组合，本研究的后续工作将研究专利价值的演变以及市场与专利的关系及其影响。此外，以前还研究过与专利价值相关的其他指标，但这些指标无法通过专利文件中的信息计算出来，例如续展次数和异议案件数量。不过，这些变量可能与模型中的另一个潜变量有关，或者反映了发明的技术实用性。最后，PLS 路径模型已被证明是一种适用于分析专利数据的方法。

致谢

这项研究得到了卡托利卡大学（Universidad Cato'lica de la Ssma. 康塞普西翁大学和智利国家科学和技术研究委员会（CONICYT）的资助

。感谢 2007 年 6 月马德里 ISSI 会议、2008 年 1 月奥尔堡 DRUID 会议和 2008 年 6 月哥本哈根 DRUID 会议以及 2008 年 8 月波尔图 COMPSTAT 会议的与会者提出的意见。

参考文献

- [1] ALBERT, M.; AVERY, D.; NARIN, F. and MCALLISTER, P. (1991). Direct validation of citation counts as indicators of industrially important patents, *Research Policy*, 20(3), 251-259.
- [2] BOLLEN, K. and LENNOX, R. (1991). 关于测量的传统智慧：A structural equation perspective, *Psychological Bulletin*, 110(2), 305-314.
- [3] BOLLEN, K. and TING, K.F. (2000). A tetrad test for causal indicators, *Psychological Methods*, 5(1), 3-22.
- [4] CARPENTER, M.; NARIN, F. and WOOLF, P. (2005). Citation rates to technologically important patents, *World Patent Information*, 3(4), 160-163.
- [5] CASSEL, C.; HACKL, P. and WESTLUND, A. (1999). Robustness of partial least-squares method for estimating latent variable quality structures, *Journal of Applied Statistics*, 26(4), 435-446.
- [6] CHIN, W. (1998). *The partial least squares approach for structural equation modelling*. In "Modern Methods for Business Research" (G. Marcoulides, Ed.), Lawrence Erlbaum Associates, 295-336.
- [7] CHIN, W.W. and NEWSTED, P.R. (1999). 使用偏最小二乘法对小样本进行结构方程建模分析。In "Statistical strategies for small sample research" (R.H. Hoyle, Ed.), Sage Publications, California, 307-341.
- [8] CHIN, W.W.; MARCOLIN, B.L. and NEWSTED, P.R. (2003). 测量交互效应的偏最小二乘法潜变量建模方法：蒙特卡罗模拟研究和电子邮件情感/采用研究的结果, *信息系统研究*, 14 (2) , 189-217。
- [9] COHEN, P.; COHEN, J.; TERESI, J.; MARCHI, M. and NOEMI, C. (1990). Problems in the measurement of latent variables in structural equations causal models, *Applied Psychological Measurement*, 14(2), 183-196.
- [10] CONNOLLY, R. and HIRSCHHEY, M. (1988). Market value and patents: A Bayesian approach, *Economics Letters*, 27(1), 83-87.
- [11] DIAMANTOPOULOS, A. and WINKLHOFFER, H. (2001). 用形成性指标构建指数：*市场营销研究期刊*》，38，269-277。
- [12] ESPOSITO, V. (2007). 数据探索和建模的PLS方法：永恒的争议还是融合不同文化的乐园？In "PLS and Related Methods: PLS'07国际研讨会论文集" (H. Martens, T. Naes and M. Martens, Eds.)
- [13] FORNELL, C. and LARCKER, D.F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error, *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50.
- [14] FORNELL, C. and BOOKSTEIN, F.L. (1982). 两个结构方程模型：LISREL and PLS applied to consumer exit-voice theory, *Journal of Marketing Research*, 19(4), 440.

- [15] GRILICHES, Z. (1981). Market value, R-and-D, and patents, *Economics Letters*, 7(2), 183-187.

- [16] GRILICHES, Z. (1981).Patent statistics as economic indicators - A survey, *Journal of Economic Literature*, 28(4), 1661-1707.
- [17] GUDERGAN, S.P.; RINGLE, C.M.; WENDE, S. and WILL, A. (2008).Confirmatory tetrad analysis in PLS path modelling, *Journal of Business Research*, 61(12), 1238-1249.
- [18] GUELLEC, D. and VAN POTTELSBERGUE, B. (2000).Applications, grants and the value of patent, *Economics Letters*, 69(1), 109-114.
- [19] HALL, B.; JAFFE, A. and TRAJTENBERG, M. (2005).Market value and patent citations, *The RAND Journal of Economics*, 36(1), 16-38.
- [20] HARHOFF, D.; NARIN, F.; SCHERER, F. and VOPEL, K. (1999).Citation frequency and the value of patented inventions, *Review of Economics and Statistics*, 81(3), 511-515.
- [21] HARHOFF, D.; SCHERER, F. and VOPEL, K. (2003).Citations, family size, opposition and the value of patent rights, *Research Policy*, 32(8), 1343-1363.
- [22] HARHOFF, D. and REITZIG, M. (2004).Determinants of opposition against EPO patent grants - The case of biotechnology and pharmaceuticals, *International Journal of Industrial Organization*, 22(4), 443-480.
- [23] HENSELER, J.; RINGLE, C.M. and SINKOVICS, R. (2009).The use of partial least square path modelling in international marketing, *Advances in International Marketing*, 20, 277-319.
- [24] HULLAND, J. (1999).战略管理研究中偏最小二乘法 (PLS) 的使用, 近期四项研究综述, 《战略管理杂志》, 20, 195-204。
- [25] JARVIS, C.B.; MACKENZIE, S.B.; PODSAKOFF, P.M.; MICK, D.G. and BEARDEN, W.O. (2003).A critical review of construct indicators and measurement model misspecification in marketing and consumer research, *Journal of Consumer Research*, 30(2), 199.
- [26] JOHNSTONE, N.; HASCIC, I.; CLAVEL, L. and MARICAL, F. (2007).可再生能源政策与技术创新: *Empirical Policy Analysis Unit OECD Environmental Directorate*.
- [27] LANJOUW, J.; PAKES, A. and PUTNAM, J. (1998).How to count patents and value intellectual property: The uses of patent renewal and application data, *The Journal of Industrial Economics*, 46(4), 405-432.
- [28] LANJOUW, J. and SCHANKERMAN, M. (2001).Characteristics of patent litigation: a window on competition, *The RAND Journal of Economics*, 32(1), 129-151.
- [29] LANJOUW, J. and SCHANKERMAN, M. (2004).Patent quality and research productivity: Measuring innovation with multiple indicators, *Economic Journal*, 114(495), 441-465.
- [30] LOHMOELLER, J. (1989).*Latent Variables Path Modelling with Partial Least Squares*, Physical-Verlag, Heidelberg.
- [31] LERNER, J. (1994).The Importance of patent scope - An empirical analysis, *The RAND Journal of Economics*, 25(2), 319-333.
- [32] MACCALLUN, R. and BROWNE, M. (1993).The use of causal indicators in covariance structure models: Some practical issues, *Psychological Bulletin*, 114(3), 533-541.

- [33] MARTENSEN, A. and GRØHNHOLDT, L. (2003). Improving library users' perceived quality, satisfaction and loyalty: An integrated measurement and management system, *The Journal of Academic Librarianship*, 29(3), 140-147.
- [34] McDONALD, R.P. (1996). 综合变量的路径分析, 《多变量行为研究》, 31 (2), 239-270。
- [35] NARIN, F.; HAMILTON, K. and OLIVASTRO, D. (1997). The increasing linkage between US technology and public science, *Research Policy*, 26(3), 317-330.
- [36] PETTER, S.; STRAUB, D. and RAI, A. (2007). 明确信息系统研究中的形成性构造, 《管理信息系统季刊》, 31 (4), 623-656。
- [37] REITZIG, M. (2003). What determines patent value? 半导体行业的启示, 《研究政策》, 32 (1), 13-26。
- [38] REITZIG, M. (2004). Improving patent valuations for management purposes - Validating new indicators by analyzing application rationales, *Research Policy*, 33(6-7), 939-957.
- [39] RINGLE, C.; WENDE, S. and WILL, A. (2005). SmartPLS 2.0 (beta), www.smartpls.de.
- [40] SHERRY, E. and TEECE, D. (2004). Royalties, evolving patent rights, and the value of innovation, *Research Policy*, 33(2), 179-191.
- [41] TENENHAUS, M.; ESPOSITO, V.; CHATELIN, Y. and LAURO, C. (2005). PLS 路径建模, 《计算统计与数据分析》, 48, 159-205。
- [42] TONG, X. and FRAME, J. (1994). Measuring national technological performance with patent claims data, *Research Policy*, 23(2), 133-141.
- [43] TRAJTENBERG, M. (1990). A penny for your quotes - Patent citations and the value of innovations, *The RAND Journal of Economics*, 21(1), 172-187.
- [44] VILARES, M.; ALMEIDA, M. and COELHO, P. (2009). 结构方程建模的似然估计和 PLS 估计的比较: 客户满意度数据模拟。见《偏最小二乘法手册》: Concepts, methods and applications" (V. Esposito Vinzi, W.W. Chin, J. Henseler and H. Wang, Eds.), Springer, Berlin, in print.
- [45] WOLD, H. (1980). 理论知识匮乏时的模型构建与评估--偏最小平方的理论与应用。《经济计量模型评估》(J. Kmenta 和 J.G. Ramsey 编辑), 学术出版社, 纽约, 47-74 页。
- [46] WOLD, H. (1982). 软建模: 基本设计和一些扩展。In "Systems under indirect observation, part II" (K.G. Jöreskog and H. Wold, Eds.), North-Holland, Amsterdam, 1-54.
- [47] WOLD, H. (1985). 偏最小平方, 《统计科学百科全书》, 6, 581-591。