



动力与纽带：计量统计学在法庭科学领域的 创新应用^{*}

张鹏辉 王 炜

甘肃政法大学司法警察学院（公安分院），兰州

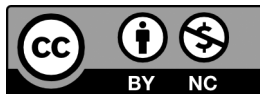
摘 要 | 随着信息科技的快速发展，社会治理法治化程度不断提高，法庭科学在诉讼活动中扮演着不可忽视的角色。面对法庭科学在司法实践中存在的一系列问题，诸如鉴定委托环节突出客观公正、缺乏能力筛选；实施环节注重效率、缺乏程序监管；质证环节鉴定人往往借助科学证据的光环、使用“一词多义”等思维方式规避法官、律师的认知能力；法官过度依赖鉴定意见的科学性等。为此，创新应用计量统计学揭开法庭科学的“面纱”，诠释法庭科学的规律和涵义，是提高法官对鉴定意见认知能力的有效途径。结合当前国内外法庭科学研究现状，从计量统计学的基础理论与实务研究出发，借助“量化评价”“贝叶斯推理”等模式理论提出构建法庭科学“计量统计分析模型”的设想，以计量统计学为纽带推动法庭科学与证据法良性互促发展，进一步推动法庭科学综合服务信息平台开发与建设，打破计量统计学在经济学领域的局限性，最大限度地优化法官对鉴定意见的审查机制、提高其对法庭科学的认识能力，力求破除我国法庭科学在计量统计学领域的新突破，进而为推动法庭科学高质量发展提供参考路径。

关键词 | 计量统计学；法庭科学；贝叶斯定理；鉴定意见

Copyright © 2022 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



当前，我国法庭科学的发展面临着严峻的挑战，尤其是在鉴定的委托、实施、质证等环节，一些程序、规范性问题的不严谨在一定程度上制约了鉴定意见的可靠性、准确性。以法庭科学的委托、实施环节为视角：一是程序培训不深入、机构管理不到位；二是鉴定人能力水平参差不齐，职业素养、法治意识有待提高；三是法院往往通过自建数据库以摇号、抽签的方式选取鉴定机构，这在一定程度上

致使地方法院有悖“能力优先、资质审查”的原则，而是以“便捷诉讼、自身受益”作为鉴定机构选取基准，进而阻碍了鉴定公信力的有效提升；最后因鉴定机构自身发展不均衡阻碍了鉴定人能力的提升和技术的创新，增加了鉴定意见形成过程中的不确定性，使得证据的发现成为可变性与确定性的辩证统一^[1]。以鉴定人出庭质证、法官审判环节为视角，三大诉讼法均对鉴定人出庭质证予以程序性规定，

^{*}基金项目：2020年度甘肃省科技计划项目软科学专项（编号：20CX9ZA086）；2021年度甘肃政法大学重点科研项目（编号：GZF2021XZD07）。

[1] 刘静. 风险与应对：论大数据司法鉴定的平台构建[J]. 法学志, 2021, 42(9): 155-169.

同时赋予法官对鉴定意见可靠性、证明力、可采性的自由裁量权。俨然，诉讼法对鉴定人在出庭质证程序方面的规定是明确的、过程是规范的、实施是有效的、监督是全面的，但鉴定人在出庭质证的过程中往往忽视了借助法庭科学技术方法所获得的鉴定意见的科学性、法律性，为了使鉴定机构和自身利益最大化而在出庭质证过程中突破职业素养、思维方式的限制，多使用专业性强、词义繁多、苦涩难懂的专业术语规避质证程序的法律性、鉴定意见的科学性，致使法官难以通过自我认知裁断案件，从而限制了审判长与陪审员的自由裁量权，在法官的思维意识中提高了对鉴定意见的依赖性。可见，科学性始终是鉴定人的工作目标和价值追求，法律性始终贯穿诉讼程序的全过程，有效规制法庭科学工作中存在的程序和实体问题对揭示法庭科学中“科学证据”的光环发挥着基础性作用。

为此，本文以法庭科学鉴定活动的全过程为研究基础，立足鉴定意见的科学性和法律性，抽丝剥茧式地挖掘鉴定活动所面临的主观因素，借助量化评价模式、贝叶斯统计推断深入探析计量统计学的分析方法在法庭科学中的应用，进而提出构建法庭科学计量统计分析模型、开发与建设法庭科学综合服务信息平台的设想，为诉讼中有关法庭科学鉴定意见的有效判断与采纳提供可供参考的发展路径。

一、计量统计学的理论基础及其在法庭科学领域的应用设想

追溯计量经济学与经济统计学的发展史，计量经济学原为经济学的一个分支学科，是研究经济领域的一种基本数量分析方法，但两者之间却有着本质的区别。虽然计量统计学起源于经济领域，但并非我们固有认知的一般经济理论。挪威经济学家 R. Frish 将计量经济学定义为经济学、统计学和数学三者的结合，是认识现代经济生活数量关系的基本分析方法。纵观计量经济学的发展史，统计学、数学、经济理论是计量经济学发展的基础性工具，是真正理解现代经济生活数量关系的必要条件^[1]。而计量统计分析方法是在该学科不断发展的基础上诞生的一项研究方法。计量统计分析法是指根据测量数据的测量水平不同选用符合认识规

律、研究目的的统计分析方法对研究内容进行测量统计，简称“测量数据的统计分析方法”^[2]。该法在维度分析、地图分析、生存分析、医学分析、科研领域等广而用之，是定量分析一切知识载体的交叉学科，其将庞大的知识容量通过信息挖掘、数据转换、计量统计和动态图表进行知识融合、可视化表达，从而揭示法庭科学研究领域的动态发展规律^[3]。

目前，统计学证言已普遍应用于美国的法庭^[4]，大法官福尔摩斯（Holmes）预言：“未来的人将是统计学的人。”^[5]在国外法庭科学研究领域中，计量统计学的开展以借助“法证计量学”的研究方法进行法庭科学实践与理论研究。借鉴计量统计学在国内外科研领域的应用价值，探索计量统计学在国内法庭科学中的应用途径或许将有更加广阔的前景。在法庭科学研究领域，计量统计学以计量统计分析方法为研究对象，结合传统的法庭科学研究内容，突破计量经济学研究对象的局限性，创新转化计量统计学的分析方法在法庭科学领域中的应用。重点突出鉴定意见的科学性、法律性是计量统计学在法庭科学研究领域中发展的基础目标，科学性、法律性是法庭科学计量统计分析方法的内在属性和价值体现。审视法庭科学鉴定的全过程，发现以《统计学》《计量经济学》为基础理论创新转化形成的计量统计学分析方法可适当程度地化解法庭科学在实践活动中遇到的障碍与挑战。以分析鉴定活动的现状为基础，可以得出鉴定人、法官和律师对鉴定意见的判断在更多的层面受到自身主观因素的影响。然而，平衡不同职业的潜意识因素，形成

[1] 杨沛华. 计量经济学 [M]. 北京: 经济管理出版社, 2008.

[2] 顾明远. 教育大辞典 [M]. 上海: 上海教育出版社, 1998.

[3] CSDN. 常用计量统计方法 (偏医学科研) [EB/OL]. [2021-03-19]. https://blog.csdn.net/weixin_44194088/article/details/115001245.

[4] Koehler J J. The Probity-Policy Distinction in the Statistical Evidence Debate [J]. Social ence Electronic Publishing, 1991.

[5] Holmes O W. Path of the Law, The [J]. b. u. l. rev, 1998.

客观的意见对法庭科学的发展至关重要。那么，结合数学、统计概率学、计量学等学科领域的研究形成计量统计分析方法，即“测量数据的统计分析方法”，或许是规避主观因素影响的有效途径。因而，在计量统计学的研究范畴中，充分考虑法庭科学的学科特征，借助贝叶斯统计分析方法的基础理论进一步优化法庭科学计量统计分析模型，或许可最大限度地提升法庭科学鉴定意见的置信系数。基于贝叶斯分析法优化形成的计量统计分析模型进一步推动了法庭科学综合服务信息平台建设、创新法庭科学鉴定意见审查的模式与体系，是计量统计学在法庭科学研究领域中的发展的新趋势。

二、法庭科学计量统计学的理论与实务应用

近年来，法庭科学研究领域的专家、学者对笔迹、打印文件、视听资料、指纹等法庭科学检验鉴定中获得的鉴定意见依其研究领域的特殊性都或多或少地采用了有效量化的方式进行了评估。杜英杰学者从笔迹鉴定意见的主观性角度分析其问题，利用层次法（AHP）将笔迹特征系统分为宏观特征、中观特征、微观特征三方面进行量化分析^[1]。张翠玲老师在分析评价传统的法庭语音证据模式中，分别评价了认定或否定或无结论模式、后验概率模式、英国模式、似然比模式^[2]在视听资料检验领域中的优劣；同时，张老师基于贝叶斯统计推理阐述了法庭科学证据评价的逻辑框架以及科学证据的采信与案件的科学审理等内容^[3]。谭铁君老师基于传统的“ACE-V”指纹比对识别方法及其证据评价模式与国际新模式进行了深入比对，主要从似然比方法体系、指纹特征的量化提取方法、特征的统计模型等方面对指纹证据评价模型进行了综述评析^[4]。纵观法庭科学的研究成果，绝大部分被“量化特征评价模式”所束缚，因而，在借鉴各位学者研究成果的基础上，走出过度单一的“量化”评价模式但还要体现“量化”思路，制定法庭科学计量标准、构建法庭科学计量统计分析模型，在一定程度上开拓了法庭科学计量统计学研究的新方向，为法庭科学的创新发展提供坚实的理论支撑。

（一）计量统计标准

在法庭科学的检验鉴定过程中，定性研究是定量研究的基础，定量研究是定性研究的深化发展，两者都属于社会科学方法论的研究范畴。查阅计量标准的相关概念，计量标准是计量标准器具的简称，具有检定测量仪器、测量系统或其他计量标准的功能。以狭义的方式理解计量标准在法庭科学计量统计分析中的应用功能，借助量值溯源和量值传递的基础理论以及统计标准对优化、规范计量统计分析模型的应用具有重要的意义。统计标准由实施的范围、效能不同可分为国家标准、部门统计标准和其他标准。国家标准是由国家统计局依据《统计法》制定的，在全国范围内强制实行；部门统计标准是由国务院各部委根据各部门的实际需求制定的标准^[5]。因此，推动制定法庭科学计量统计标准是法庭科学计量统计学发展的重要尺度，也是司法部信息中心科技和标准化部门义不容辞的职责。总而言之，建立统一规范的法庭科学计量统计标准既是统计科学化的要求，也是数据统计精确性的技术保障。

（二）计量统计分析模型

借助“量化评价模式”的研究范式构建“计量统计分析模型”是计量统计学在法庭科学中的创新发展。探讨笔迹检验鉴定，其在法庭科学的发展过程中有着举足轻重的地位，由于笔迹鉴定的鉴定意见是鉴定人依据检材和样本特征的差异点、符合点通过综合评判做出的，其鉴定意见的形成过程受鉴定人的主观因素影响较大，然鉴定意见的科学性与客观性饱受理论界与实践界的质疑，又被称为“经

[1] 杜英杰, 陈杰, 李晴. 笔迹检验鉴定量化研究理论与方法[J]. 山东化工, 2017, 46(22): 111-112.

[2] 张翠玲. 法庭语音证据评价的新范式[J]. 中国人民公安大学学报(自然科学版), 2018, 24(1): 25-30.

[3] 张翠玲, 谭铁君. 基于贝叶斯统计推理的法庭证据评价[J]. 刑事技术, 2018, 43(4): 265-271.

[4] 谭铁君. 指纹证据的量化评价模式[J]. 刑事技术, 2020, 45(6): 616-621.

[5] 程子林. 统计法基础知识[M]. 北京: 中国统计出版社, 2009(2).

验科学”。因此,借助“量化评价模式”的研究基础有针对性地建立法庭科学“计量统计分析模型”是破除量化评价范式弊端的利器,也是科学评估证据价值的亟待需求。

1. 量化评价模式

“量化评价模式”在国内法庭科学的文章、著作中已经进行了广泛的论述。概率统计方法在使用过程中,通过赋予选取特征因子数值,这是量化统计的核心步骤。针对选取的每一种特征假定一个概率,对所获得的各项概率数值进行统计分析,再利用量化模型进行计算,最后将计算结果使用量化标准进行转换,解释笔迹鉴定意见作为科学证据的主张程度。正如中国政法大学李冰老师在《似然率模型评价笔迹鉴定意见方法的研究》一文中使用似然率评价方法将鉴定意见评价数理逻辑化,对特征赋值开展似然率计算,以等效语言对两种对立的鉴定意见进行转化,从而形成对鉴定意见的主张程度^[1]。采用合理的方法筛选检验鉴定意见的量化评估特征,每一种特征都可被视为独立事件,即从一个案件中发现的所有证据中所提取的特征发生与否的概率都是确定不变的,且两个或多个特征彼此出现的概率是不受影响的。“统计容易受到各种各样的人为操控”^[2]——这种操控会降低科学证据的证明力。在非裔美国人 Collins 案中^[2],公诉人邀请证人对目击特征假定概率,根据各个概率互不干扰、相互独立的性质适用乘法原理得出证人证言概率的真实性程度^[2]。显然,赋予这些特征概率是没有任何根据的,这种不合理的证据评估方式给法官的裁判带来了深度影响。当然,量化笔迹鉴定意见的可信度必然也会受到主观因素的影响,例如在笔迹的鉴定意见量化过程中,对于笔迹特征的选取、概率的设定、量化过程的可变性和不确定性均受到评估人员主观因素的影响。国内学者也在借鉴概率论的乘法规则来计算特征整体发生的概率,从而评估鉴定意见的准确性。假设通过现场勘查所提取的物证特征有 A、B、C、D 四种,在量化反复验证中赋予 A 特征概率为 $P(A)$ 、B 特征概率为 $P(B)$ 、C 特征概率为 $P(C)$ 、D 特征概率为 $P(D)$,四个特征发生与否的概率具有确定性,彼此之间互不干扰,那么对于提取的该证据特征发生的整体概率为 $P(\xi) = P(A)P(B)P(C)P(D)$,通过频率

组合、相乘后的概率值来反映物证的证明价值、鉴定意见的证明力,通过反复验证来有效评估鉴定意见的科学性、法律性^[3]。无论从方法选择或过程的维度,这种方法的评估模式都或多或少具有一定的局限性,无法有效克服概率赋值主体的主观性、评价方法与条件设定的单一性。

2. 贝叶斯定理的理论基础

早在 18 世纪,英国学者贝叶斯发表贝叶斯公式,被称为著名的“贝叶斯推理”,它是关于随机事件 A 和 B 的条件概率的定理。与经典统计学派的出发点有着本质的区别,经典统计学基于较大的样本总量,依据总体样本在一定的统计模型下做出统计判断,而贝叶斯推理借助先验信息结合样本观测值形成后验信息,其对较小的样本量也具有很好的推断统计效果。如公式(1)中 $P(A)$ 是事件 A 先验信息的概率,即事件 B 发生前对事件 A 的预测概率; $P(B)$ 是事件 B 先验信息的概率,即事件 A 发生前对事件 B 的预测概率; $P(B|A)$ 是事件 B 先验信息的概率,为事件 A 发生后 B 的条件概率; $P(A|B)$ 是事件 A 先验信息的概率,为事件 B 发生后 A 的条件概率, $P(A|B)$ 也是似然比率。为了便于理解和应用,法庭科学通常使用贝叶斯定理的分数表达式来评价鉴定意见。如公式(2)等式右边的似然率是两种假设条件下的概率之比,E 表示在犯罪现场中提取的物证, H_p 是犯罪嫌疑人遗留的物证, H_d 表示与案件有关联的某个人遗留的现场物证, $P_r(E|H_p)$ 与 $P_r(E|H_d)$ 表示犯罪嫌疑人能够形成的现场物证同案件有关联的某个人形成的现场物证的概率之比。等式右边的先验概率表示在物证引入之前,犯罪嫌疑人与有关联的某个人被认为是罪犯的概率之比。当然,通过贝叶斯定理的分析表明:似然率乘以先验概率等于后验概率,当

[1] 李冰,杨雅棋.似然率模型评价笔迹鉴定意见方法的研究:兼论笔迹鉴定意见“不确定性”的本质[J].证据科学,2021,29(5):630-641.

[2] [美]爱德华·J伊姆温克尔里德.科学证据的秘密与审查[M].王进喜等,译.北京:中国人民大学出版社,2020.

[3] 张植.法庭科学中的概率鉴识与统计支持:基于进化的视角[J].证据科学,2019,27(4):455-471.

$P_r(H_p|E)$ 与 $P_r(E|H_d)$ 的比值接近于 1 或近似于 1 时, 说明现场物证是犯罪嫌疑人所留, 反之接近于 0 时, 说明现场物证不是犯罪嫌疑人所留^[1]。如公式 (3) 为条件概率公式, 是指在事件 A 发生的条件下, 事件 B 发生的概率为 $P(B|A)$, 其中 $P(AB)$ 表示独立事件 A 与事件 B 同时发生的概率, $P(A)$ 表示事件 A 发生的概率。全概率公式是在条件概率公式的基础上变形得到的, 它是将复杂事件转化为不同情况下发生的简单事件的概率的求和问题如公式 (4)。三者最大的区别在于处理的对象不同, 全概率公式的研究对象是复杂样本, 而贝叶斯公式是在条件概率的基础上计算复杂条件下发生的复杂事件的概率。可见, 贝叶斯推理是经典统计学条件概率、全概率的深化发展, 同样可适用于不确定性与可变性相结合的法庭科学研究领域之中。

$$P(B|A) = \frac{P(A|B)P(B)}{P(A)} \quad (1)$$

$$\frac{P_r(H_p|E)}{P_r(E|H_d)} = \frac{P_r(E|H_p)}{P_r(E|H_d)} \times \frac{P_r(H_p)}{P_r(H_d)} \quad (2)$$

后验概率 似然率 先验概率

$$P(B|A) = \frac{P(AB)}{P(A)} \quad (3)$$

$$P(A) = P(B_1)P(A|B_1) + P(B_2)P(A|B_2) + \dots + P(B_n)P(A|B_n) \quad (4)$$

3. 借助贝叶斯定理建构法庭科学“计量统计分析模型”

为化解法官对鉴定意见的依赖性, 针对法庭科学检验鉴定的过程与结果而言, 可以分为法官、鉴定人两个主体和法庭审判、鉴定过程两个阶段进行基于贝叶斯定理的理论基础构建法庭科学“计量统计分析模型”。

鉴定人视角: 鉴定机构在接收鉴定委托时, 在鉴定人的辅助下进行外部信息与内部信息的真实性审查以及预备检验、分别检验阶段中对检材和样本的同源性和非同源性特征进行先验信息概率分布计算, 即先验概率阶段; 在比较检验、综合评判、出具鉴定意见阶段根据检材与样本特征的本质性差异或非本质性差异对所获取的新特征、新信息、新证据对原有的先验概率进行判断及修正, 即通过似然比率校正先验概率获得后验概率。如果 A、B 分别

是现场勘查过程中提取的一枚弹壳上可供检验的特征, 并且特征之间发生的概率是互斥的、独立的、彼此之间互不干扰, 那么可利用公式 (1) 的理论知识从鉴定人视角对先验预测概率进行修正后得到后验概率 $P(B|A)$ 。

法官视角: 法官一方面以案件中现有的证据为认定基础, 另一方面结合鉴定意见形成证据链对证据进行审查, 认定案件事实。那么针对法官层面的两个阶段, 前阶段可根据现有的证据先验信息预测先验概率, 后阶段可根据鉴定人出具的鉴定意见利用似然比率校正、修正先验概率, 进而得到后验概率 $P(B_1|A_1)$ 。综上, 两阶段、两主体借助贝叶斯推断形成鉴定意见的评估概率分别为 $P(B|A)$ 、 $P(B_1|A_1)$, 此时我们可以从概率论的基础知识出发利用概率乘法定律对法庭科学的整体证据进一步评估, 将其置于一定的置信区间之中。例如: 两个阶段针对法庭科学中形成的若干证据可以借助计量统计分析获得若干个后验信息概率分别为 $P(B|A)$ 、 $P(B_1|A_1) \dots P(B_n|A_n)$, 那么两个主体法官、鉴定人对法庭科学证据评估的整体概率可以运用概率论的乘法定理 $P(\xi) = P(B|A)P(B_1|A_1) \dots P(B_n|A_n)$ 进行概率评估如图 1 所示。

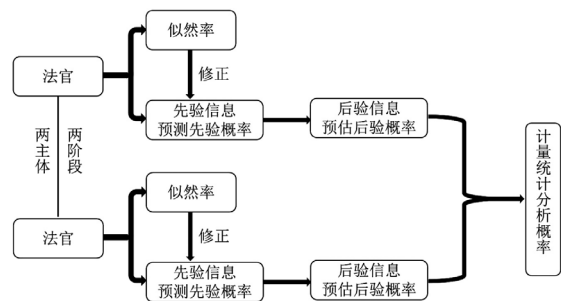


图 1 法庭科学计量统计分析模型

法庭科学计量统计学的分析方法的落地实施可有效推动计量统计标准数字化转型、数字化管理。鉴于法庭科学发展过程中呈现出的特殊性与不确定性, 借助法庭科学计量统计学的分析方法建立计量统计分析模型, 针对不同的鉴定人所依

[1] 张翠玲, 谭铁君. 基于贝叶斯统计推理的法庭证据评价[J]. 刑事技术, 2018, 43(4): 265-271.

据的专业知识和技术方法对同一检材和样本可能给出不同的鉴定意见进行计量统计分析。在明确鉴定规范、熟悉鉴定事项、通透鉴定过程的基础之上,依据法庭科学计量标准,准确使用法庭科学计量统计分析模型,以筛选出可靠性强、稳定性高的特征,最大程度确保计量统计分析起点的科学性。

4. “计量统计分析模型”的误差评估

纵观计量统计学的发展现状,深化计量统计学在科学研究领域的应用,将为法庭科学的实践研究提供宝贵的知识财富。在法庭科学的研究领域中,探索计量统计学的测量分析方法对提升鉴定意见的法庭采信率、降低鉴定意见的证明风险具有不可估量的实际意义,将是法庭科学实践向着科学性迈出的历史性一步。“科学就是测量。如果不能进行测量,那么我就不能对同一个问题进行科学研究”^[1]。酒驾测定最常用的仪器是呼气式酒精检测仪,便捷、快速无疑成为该仪器的最大优点,然而,该仪器测定的数值是否精确,如服用藿香正气水、蛋黄派、小面包等通过检测发现数值处于酒驾或醉驾的范围之内,能否就此来确定驾驶员饮酒或醉酒驾驶,实证检验已经得出了结论。计量统计学——即测量数据的统计分析方法告诉我们,外在因素使得每一次测量数据存在固有的不确定性^[1],正如美国大法官布莱克蒙(Blackmun)所说的“科学中没有确定性”^[1]。可变性、不确定是科学测量分析的起点,作为国内法庭科学计量统计分析方法的创新研究,我们应当以减少证据评估误差、提高鉴定意见的可信度为目标规范计量统计分析的过程。

评估人员的主观因素在任何一项科学研究的计量统计分析过程中都或多或少的存在。作为自然之人,我们唯有借助其制定的法庭科学计量统计标准、建立计量统计分析模型和误差评估体系,在检验鉴定实践中反复认识自在之我,通过法庭科学计量统计分析方法规范过程、规范诉讼、规范评估,力求鉴定意见的采信方式在诉讼领域获得重大突破。在基于计量统计分析模型的鉴定意见评价中最容易出现的就是主观因素引起的条件混同,所谓条件混同,是将 $P(B|A)$ 在A事件发

生的条件下B发生的概率与 $P(A|B)$ 在B事件发生的条件下A发生的概率混同为 $P(B|A)$ 是在B(或除A外的其他条件)事件发生的条件下B发生的概率与 $P(A|B)$ 是在A(或除B外的其他条件)事件发生的条件下A发生的概率,使得似然比率与先验概率因发生条件混同而产生计量统计分析的计算失误。因此,我们应当从宏观角度与微观角度来降低计量统计分析模型测量过程的不确定性。一是构建法庭科学证据审查平台,制定不同研究领域的计量统计分析模型以及计量统计标准,建立协同发展的法庭科学证据审查评估机制。二是根据法庭科学的学科特征,借助贝叶斯定理继续优化计量统计分析模型,确保计量统计过程的客观性、可靠性,评估意见的实用性。三是在先验信息推测概率、似然比率赋值过程中,以专家协同评估的方式由系统根据特征的稳定性顺序自动赋予所选取特征的概率数值,最大程度地降低人为因素的影响,进而确保概率赋值的客观性、准确性。四是建立相对稳定的误差评估方法,以减少设备、方法、技术在测量过程中出现的不确定性因素。依据最大后验的原理可知利用后验概率结果推断可能存在的原因,首先,将计量统计分析所获得的概率置于Neyman的置信区间中,该置信区间通常包含未知参数 θ 的随机区间,即最大后验密度区间估计;其次,将随机变量 θ 置于后验分布中求得后验密度区间;最后,利用后验密度区间预估观测样本可能出现的误差^[2]。

科学就是测量,测量必然是具有不确定性的,而计量统计分析模型的随机误差和系统误差总是不可避免的,因此,法庭科学证据的计量统计必须以减少主观因素干扰为目标,借助平台建设、标准制定、技术优化、人员培训等方式不断地规范计量统计分析过程,以符合计量统计的系统方法论和控制论,进一步降低法官对法庭科学鉴定意见的依赖性,

[1] [美]爱德华·J伊姆温克尔里德. 科学证据的秘密与审查[M]. 王进喜等,译. 北京:中国人民大学出版社,2020.

[2] 韦程东. 贝叶斯统计分析及其应用[M]. 北京:科学出版社,2015:27-28.

最大限度地拓宽法官在自由裁量权范围内进行法庭科学鉴定意见的审查方式。

三、计量统计学：法庭科学与证据法学之间良性互动的纽带

“Forensic Sciences”是西方国家广泛使用的一个概念，而早期在我国对该词的翻译名称也呈现出多样化的形式，有学者称为“法庭科学”“裁判科学”“法科学”。李生斌、李昌钰在《法科学》一文中将“Forensic Sciences”译为“法科学”，认为“法科学”应当包含更多专业性的内容，犯罪侦查学、法医学、遗传学、人类科学、精神病学、毒理学、昆虫学、可疑文件检验学、火器、DNA分析、影像学、物证学、法学和计算机科学等^[1]。D.A. 马特尔主编、何晓丹老师主译的《司法鉴定科技前瞻》一书中提及司法鉴定包括法医人类学、刑事科学技术、司法工程学、数字与多媒体科学、法理学、法医牙科学、法医精神病学与行为科学、法医毒物学、法医病理学、文件鉴定及综合部门等11个领域^[2]。在结合其他学者对于“法庭科学”内容的相关论述，可见“法庭科学”是以自然学科、社会学科的发展为基础不断构建法庭科学自身的知识融合体系。

（一）证据的法定形式是证据法学的重要组成部分

证据是诉讼中的“灵魂”，是司法实务的“法宝”。诉讼的过程就是围绕着证据辩论、质证的过程，也是证明案件事实的有力武器。参见刘万奇老师的《证据法学》，证据法学一般由绪论、证据论、证明论与规则论等四部分内容构成，而证据的法定形式即八大证据种类单独作为证据法学的一章，也是证据论的重要内容。可见，证据法定形式是证据法学的重要组成部分，也是证据论的组成内容。当然，厘清证据与鉴定意见的适用范围是计量统计学在法庭科学中应用的基础条件，法庭科学的检验鉴定过程中需要结合各类证据，证据的表现形态呈现多样化，而鉴定意见是证据的法定形式，是综合各类证据所做的综合评判。在计量统计分析模型中，似然率、先验信息预测先验概率是以各类证据为基础，而贝叶斯定理评估鉴定意见需要使用概率乘法原理进行计量

统计分析，由此可见，计量统计分析过程是在现场勘查中提取的各类证据与法庭科学鉴定意见的大融合、大整合式的计量统计分析体系，是应用于从证据到鉴定意见形成的全过程。

（二）计量统计学是法庭科学的技术保障

纵观法庭科学的发展史，从奴隶制到《洗冤集录》专著、从自然学科的分支学科渗透到刑事科学、从法庭科学的懵懂时期到证据的科学时代，科学技术不断致力于推动法庭科学理论、制度和方法的创新研究。“科学”与“技术”分别解决理论与实践领域的问题，二者既相区别，又紧密联系，共同探索未知领域，为推动社会生产力发展和人类社会进步开拓更为广阔的空间。“科学”与“技术”虽有不同含义与适用领域，但通常惯称以“科学技术”。科学是定位证据的基础，科学技术又是科学证据的方法论和认识论。“总之，科学必须既是理性的又是经验的”^[3]。“我们必须记住科学在很远的范围，在某种真空中不具有它的社会后果，科学是与社会的其余部分不断地互动以产生这些后果”^[4]。科学技术方法的适应性、合理性、严谨性，尤以契合科学证据价值的中立性。

计量统计学的分析方法、模型作为一项快速发展的科学技术是司法实践诠释法庭科学证据的科学性、法律性的价值选择，为进一步形成科学证据的内心确证标准提供了可选择的技术依据。显然，法庭科学的发展是借助科学技术从无到有，从静态到动态不断认识、探究、发现科学证据的选择创新过程。法庭科学的产生、发展是以科学技术的发展为基础动力，使得法庭科学有效联动计量统计学的发展与科学证据的获取。计量统计学的分析方法、手段、模型推动着法庭科学的创新发展，是发现、提取、鉴定、保存证据的技术

[1] 何家弘. 外国法庭科学鉴定制度初探[J]. 法学家, 1995(5): 80-85.

[2] [美] DA 马特尔. 司法鉴定科技前瞻[M]. 何晓丹, 译. 李成涛, 审. 北京: 科学出版社, 2021: 55.

[3] [英] 洛克. 人类理解论[M]. 关文运, 译. 北京: 商务印刷馆, 2009: 160.

[4] [美] 伯纳德·巴伯. 科学与社会秩序[M]. 顾昕, 译. 上海: 三联书店, 1991: 2.

保障,在技术维度充分挖掘法庭科学鉴定意见的客观性、法律性的价值属性。

(三) 计量统计学是科学证据的实现手段

判断科学证据与非科学证据的法律规范从属于证据法学的研究范畴,从法律方面规制着法庭科学证据的证明标准、证明力、证明规则,有效确保了诉讼主体运用证据法规定的正当程序发现、提取、鉴别和保存证据,使得证据符合科学证据的可采性、关联性、合法性。据此,借助某一方面的专业知识或科学技术手段对案件中的专门性问题做出判断或解释是证据在诉讼中具有证明作用的根本。国内学者认为,“科学证据”是现代科技在诉讼程序中应用的结果,但其在法律领域中的应用也短短三十年来年^[1]。张斌学者认为鉴定意见是一种证据方法的存在,具有证据法上的意义。该学者对科学证据与鉴定意见的界定从广义、中义、狭义三维度理解,基于本文计量统计学运用于从证据到鉴定意见的全过程,笔者更加倾向从狭义维度来理解科学证据与鉴定意见的关系;狭义的科学证据只包括法庭科学实验领域的“鉴定意见”,是科学证据最严格的定义^[2],这也更加契合计量统计分析模型适用于法庭科学证据评估的全过程的观点。法庭科学的发展促使证据法成为一门真正的学科,推动了自然学科等多学科理论在法庭科学领域中的发展,形成了由证据科学统领法庭科学与证据法,以科学证据为核心的科学专业知识的发展^[3]。

基于对科学证据的概念、判断标准的分析,发现计量统计学的分析方法、技术作为推动法庭科学创新发展的重要技术手段,与科学证据的实现形态与方式有着紧密的联系。借助贝叶斯定理与概率乘法定理构建的计量统计分析模型作为推动法庭科学创新发展的技术保障,为法庭科学“证据”向着“科学证据”的时代迈进提供了坚实的技术利器。

总之,证据的法定形式是证据法学的组成部分,当然,“科学证据”也是证据法学的重要内容,更是法庭科学实践的价值追求。法庭科学计量统计学——借助科学技术的力量,即计量统计分析方法、手段、模型,是法庭科学与证据法学之间良性互动的纽带,推动法庭科学在科学证据时代的法律之路

稳步提升之精神所在,在认识的基础之上不断探求证据的法律价值。在证据法学的学科背景之下,创新计量统计学的分析方法助推法庭科学证据的计量评估发展,构建以计量统计学为桥梁的法庭科学与证据法学之间交融互动,进一步规范计量统计学分析方法在法庭科学中的稳健运行。

四、计量统计学推动法庭科学综合服务信息平台的开发与建设

当前,在云计算、大数据、区块链、人工智能等信息技术快速发展及广泛应用于司法实践的背景下,社会司法治理智慧化已经成为新一轮国家法治治理和发展的新潮流。智慧公安、智慧法院、云上公安已经成为社会智慧治理的可视化形态和发展产物。

(一) 推进法庭科学综合服务信息平台建设

科学证据是信息的载体,信息是证据的内涵表达,是诉讼过程顺利进行的线索依据。2014年2月27日,习近平总书记在中央网络安全和信息化领导小组第一次会议上的讲话提出:“没有网络安全就没有国家安全,没有信息化就没有现代化。”可见,在信息爆炸的全球化时代,网络安全是国家安全的根本保障,信息化、现代化是推动实现中华民族伟大复兴的坚实根基。

信息是客观存在的,是不以人的意志为转移的,是万事万物的普遍属性。而证据所蕴含的信息也具有自身独立的应用价值,依据司法主体的实践需要,经过系统的、科学的控制系统转化,在不损坏其客观属性的基础之上转换为“法律信息”和“科学证据”。由此可见,信息是物质属性与系统功能的辩证统一,是普遍性与特殊性的辩证统一。审视信息论、系统论、控制论的实证研究方法,从证据的维度深究科学证据的内心

[1] 杨波. 对科学证据的反思:以程序为视角的关照[J]. 当代法学, 2005(6): 42-48.

[2] 张斌. 论科学证据、专家证言、鉴定意见三者的关系[J]. 证据科学, 2012, 20(1): 33-39.

[3] 张南宁. 科学证据基本问题研究[M]. 北京: 中国政法大学出版社, 2013: 48-49.

确信标准^[1]。我国三大诉讼法均规定了八大证据，各证据要素在系统构架视域存在外在联络性，证据各要素之间存在内在联系的相关性。纵观八大证据种类，结合证据的三大属性与八大系统特征进行肯定或否定证据判断，形成内心确证的科学证据。鉴定意见作为八大证据之一，不仅要符合证据的三大属性，而且也要符合法庭科学证据的计量统计标准，从而使得法官的自由裁量权不仅依赖于法庭科学证据，为法官形成内心确证的科学证据、诉讼证据保驾护航。因此，借助法庭科学计量统计学构建法庭科学综合服务信息平台是科学证据审查模式与系统化建设的必由之路。

法庭科学证据的计量统计必须建立在客观性、科学性的基础之上。建设法庭科学综合服务信息平台是计量统计学在法庭科学领域有效适用的基础性平台，从而规范法庭科学计量统计分析的全过程。法庭科学综合服务信息平台建设是依托大数据、计量学、统计学等信息技术手段，整合数字标准化建设项目、智慧鉴定、能力验证、数据库建设、中外法庭科学理论研究、司法公信力、质量控制体系、文献中心，新技术研发等形式，形成法庭科学研究领域的知识融合体系，面向学者、科员人员以及广大人民群众提供法庭科学综合信息服务，健全法庭科学信息共享、学者交流、司法实践基础信息服务机制，破除国内、省份、高校以及科研院所信息孤岛和信息碎片化，有效调节国内外法庭科学发展之间的鸿沟。当然，基于大数据、统计学、信息技术等手段建设法庭科学综合服务信息平台这样的宏观构想对政策指导、数据开发、算法分析、数据建模、科学预测提出了更严苛的要求。第一，建立相关的政策导向，推动法庭科学综合服务信息平台建设；通过立法规范法庭科学的实施，建议由司法部牵头，制定有关文件、划拨经费、抽调人员共同建设、实施法庭科学综合服务信息平台建设。第二，制定法庭科学综合服务信息平台内容架构、优化技术服务、规范系统运行。第三，借助大数据与统计学开展海量数据的“广摸排、大融合、深应用”。首先，深入了解我们现有的法庭科学在哪些方面比较有优势？与国外相比，结合国内法庭科学建设的研究现状，科学预测我们的法庭科学短缺什

么？需要什么？将来有哪些需要拓展和不断研发的领域？扎实做好法庭科学基础数据大调查。其次，结合现有的公共法律服务体系平台，借助大数据、统计学、人工智能等信息技术手段，对数字标准化体系、各省自建的智慧鉴定平台、法庭科学国内外论坛平台等项目进行大融合、大整理，开发综合应用系统、高端应用模块，形成直观化、可视化的动态图表信息。第四，制定法庭科学综合服务信息平台数据和信息收集、获取、使用标准化管理规范。法庭科学综合服务信息平台的管理机构应当制定相应的信息收集标准与规范，充分提高研发人员、管理人员、科研人员的法治意识、网络安全及信息安全意识，树立“共享是原则，不共享是例外”“入库是原则，不入库是例外”^[2]的法庭科学信息服务理念，做到模块规范、运行规范、维护规范、管理规范、体系标准等“五规范”，推动法治社会、法治国家、法治政府一体化建设。

（二）创新法庭科学证据审查的模式与体系

理论创新是实践应用的发展基石，创新法庭科学证据审查的模式与体系是法庭科学综合服务信息平台建设的重要组成部分，前文充分论述了计量统计学分析方法在法庭科学证据审查体系中的重要地位，在理论创新的基础之上构想、开发法庭科学的科学证据审查模式与体系是非常有必要的。如图2所示，以法庭科学学科研究内容为分类基础，在法庭科学证据审查的模块下设定指纹计量统计分析模型、笔迹计量统计分析模型、印文印章计量统计分析模型、毒化计量统计分析模型、DNA计量统计分析模型、电子数据计量统计分析模型、视听资料计量统计分析模型、法医学病理计量统计分析模型、法医临床计量统计分析模型、微量痕迹计量统计分析模型等模块，同时在计量统计分析模型下内设如图1的“两主体、两阶段”的计量统计分析模型，各模块下设定误差评估体系与置信区间评估体系。其中，误差评估体系包括：误差因子、计量统计机理，根据不

[1] 李琳. 证据法的科学维度 [M]. 北京: 法律出版社, 2010: 172-173.

[2] 张兆端. 智慧公安: 大数据时代的警务模式 [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2015: 277.

同的误差影响因子和计量统计量选用不同类型的误差评估模型，通过正则化和增加数据量的方式降低方差对评估数据的影响，重点分析偏移项在误差因子中发挥的作用，考虑更多的因素设计法庭科学计量统计分析模型可有效解决误差评估模型的单一性、数据验证的反复性等问题；而置

信区间评估体系包括：置信区间后验评估、可信度分析报告、计量统计分析图表等内容，从而让法官在科学测量的不确定性中提高对科学证据的判断能力，有效破除法官过度信任数据的弊端，消除法官肯定或否定鉴定意见做有罪判决或无罪判决的心理障碍。

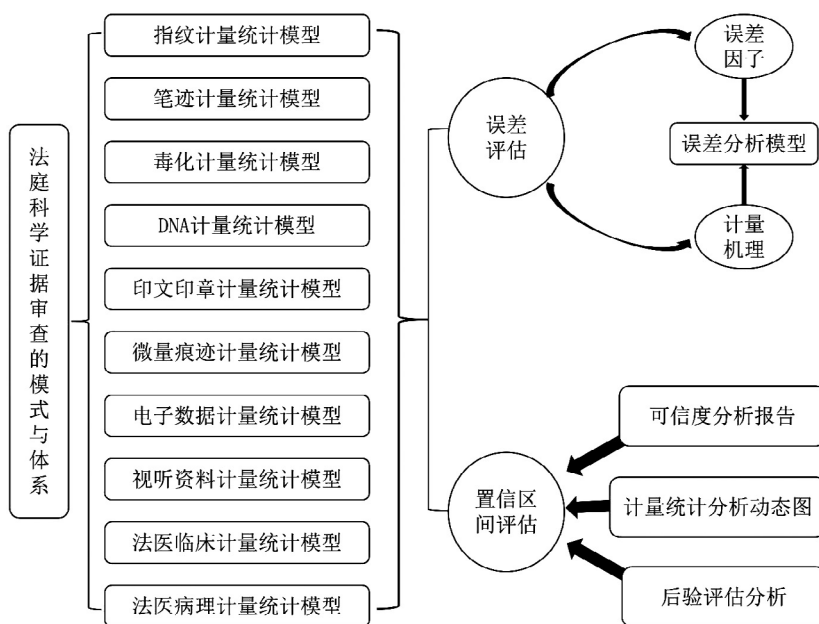


图2 法庭科学证据审查的模式与体系

当然，建设法庭科学证据审查的模式与体系的构想是推动计量统计学在法庭科学研究领域发展的基础。在法庭科学综合服务信息平台建设的背景下进一步思考法庭科学证据审查的模式与体系建设的必要性、可行性和客观性，距离成为现实化的法庭科学证据审查平台建设还具有很长的一段路，不可否认的是对于计量统计分析模型的开发与建设还存在一定的局限性，需要各位专家学者的共同参与。

五、结束语

探索“自在之物”、扩展“为我之物”，是法庭科学发展的必由之路。创新计量统计学的分析方法在法庭科学中的应用，为推动证据的提取和鉴定、建立科学有效的法庭科学证据审查体系

提供有效的技术手段，从而可为诉讼活动的顺利进行提供专门性意见。推动法庭科学的“量化评价模式”向着更加科学、客观的法庭科学“计量统计分析模型”演进，必须深入研究计量统计学在法庭科学中的范式，以计量标准的制定为基础，借助计量统计学分析方法、模型推动法庭科学综合服务信息平台开发与建设，构建以计量统计学为纽带推动法庭科学与证据法学之间的交叉融合发展，进一步深化法庭科学证据审查体系研究，最大限度地从法官、鉴定人的主观意识方面降低法官对于鉴定意见的依赖程度，使法官在法治思维的约束下判断和采纳鉴定意见，让鉴定意见的科学性、法律性发挥对案件事实的认定作用。

(责任编辑：李琼)

Motivation and Ties: Innovative Application of Econometric Statistics in the Field of Forensic Science

Zhang Penghui Wang Wei

Judicial Police Academy, Gansu University of Political Science and Law, Lanzhou

Abstract: In the face of a series of problems existing in the judicial practice of forensic science, such as the entrusting link of appraisal highlights objectivity and impartiality and lacks the ability to screen, the implementation link pays attention to efficiency and lacks procedural supervision; the appraiser in the cross-examination link often evades the cognitive ability of judges and lawyers with the help of the halo of scientific evidence and the use of “polysemy”; judges rely too much on the scientific nature of expert opinions, and so on. For this reason, the innovative application of econometric statistics to unveil the “veil” of forensic science and interpret the law and meaning of forensic science is an effective way to improve judges’ cognitive ability of expert opinions. Combined with the current situation of forensic science research at home and abroad, starting from the basic theory and practical research of econometric statistics, with the help of “quantitative evaluation”, “Bayesian reasoning” and other model theories, this paper puts forward the idea of constructing a “econometric statistical analysis model” of forensic science, taking econometric statistics as a link to promote the benign mutual development of forensic science and evidence law, and further promote the development and construction of the comprehensive service information platform of forensic science. Break the limitation of econometric statistics in the field of economics, optimize the examination mechanism of judges’ appraisal opinions to the maximum, improve their understanding ability of forensic science, and strive to break the new breakthrough of forensic science in the field of econometric statistics, so as to provide a reference path for promoting the high-quality development of forensic science.

Key words: Econometric statistics; Forensic science; Bayes theorem; Forensic appraisal