

面向设施蔬菜产业链的种子信息安全风险静态 贝叶斯网络评估——传导路径与关键致因

张鹏¹ 肖必燕¹ 郑小京^{2*} 戴荣¹

1. 潍坊科技学院 2. 江西服装学院

摘要 设施蔬菜种子信息安全风险并非单一泄密事件，而是产业链协作中“必须共享”与“必须保护”之间张力持续作用的结果。为识别设施蔬菜产业链中的种子信息安全风险及其传导机制，本文在供应链风险管理、植物新品种保护、商业秘密保护与贝叶斯网络理论基础上，采用文献分析、WBS-RBS 耦合矩阵、问卷调查、静态贝叶斯网络与 Noisy-OR/Leaky Noisy-OR 条件概率建模方法，构建种子信息安全风险评价模型。研究将风险归纳为信息暴露、主体行为、协作控制、产权支撑与数字化信息五类维度，形成 18 项基础风险因素。模型结果显示，基准状态下目标节点“种子信息安全风险水平”的高风险概率为 0.8212，综合高风险情景下升至 0.8613；敏感性较高的因素包括数据权限控制不足、合作方机会主义、合同约定不完整、过程监督不足与核心信息可接触性。研究表明，设施蔬菜种子信息安全治理应从单点防泄密转向产业链过程控制，重点完善信息分级、合作方管理、合同约定、证据留存与数据权限控制。

关键词 设施蔬菜产业链；种子信息安全；静态贝叶斯网络；WBS-RBS；风险传导

DOI <https://doi.org/10.6914/tpss.080303> 文章编号 2664-1127.2026.0803.22-33

引言

设施蔬菜种业的竞争已从单一品种竞争转向品种资源、测试数据、渠道网络与技术服务能力的综合竞争。新品种从研发走向市场，需要经历亲本筛选、组合选育、区域测试、设施适应性评价、合作制种、试验示范、渠道销售与技术服务等环节。种子信息在这些环节中既是创新成果的载体，也是产业链协作的基础。缺少必要共享，品种测试、示范推广和技术服务难以展开；共享一旦失去边界，亲本信息、组合方案、测试数据、客户资料与服务记录等核心信息又可能被非授权接触、复制和扩散。

植物新品种保护制度能够为育种者提供一定排他性权利，但其保护通常发生在确权、侵权识别和司法

作者简介：张鹏，男，1983 年 10 月出生，山东寿光人，潍坊科技学院副教授，管理学博士，研究方向为农业风险管理与农村发展。通讯地址：山东省寿光市金光街 1299 号，邮政编码：261700，Email: zhangpeng1030@wfust.edu.cn, <https://orcid.org/0009-0000-4531-4597>。肖必燕，女，1983 年 10 月出生，重庆人，潍坊科技学院副教授，研究方向为消费者行为、服务营销。通讯地址：山东省寿光市金光街 1299 号，邮政编码：262700，Email: pilyeon@163.com, <https://orcid.org/0000-0002-4815-2965>。郑小京（通讯作者），男，1975 年 3 月出生，陕西白水人，江西服装学院商学院教授，研究方向为管理复杂系统。通讯地址：江西省南昌市南昌县向塘镇江西服装学院清澜校区，邮政编码：330201，Email: tkwiloi_75@126.com, <https://orcid.org/0000-0002-9395-6700>。戴荣，女，2005 年 9 月出生，山东省青岛人，潍坊科技学院 2024 级人力资源管理专业本科生。

© The Author(s) 2026. CC BY-NC-ND 4.0. **Article History:** Published: 15 March 2026 (online), 15 June 2026 (print).

社会科学理论与实践 (Shèhuì kēxué lǐlùn yǔ shíjiàn) *Theory and Practice of Social Science*, ISSN 2664-1127 (Print). Published by Creative Publishing Co., Limited 开元出版有限公司. Email: cpcl@cpcl.hk.

救济之后。设施蔬菜产业链中的许多信息风险，如亲本外泄、测试数据复制、合作方超范围使用资料和经销商违规传播客户信息，往往发生在正式确权和维权之前。这些问题不一定立即表现为品种权侵权，却会削弱企业创新收益、扰乱市场秩序并增加后续维权成本。因此，种子信息安全治理不能简单等同于封闭控制，而应在合理共享与核心保护之间建立边界。

从供应链风险视角看，农产品供应链风险通常由供需、物流、信息、管理和主体行为共同作用。既有研究表明，贝叶斯网络能够表达复杂风险因素之间的条件依赖，并在证据变化时更新后验概率，适用于供应链风险评价和关键节点识别。本文关注的问题是：设施蔬菜产业链中的种子信息如何由必要共享转化为安全风险，以及如何借助静态贝叶斯网络将这种关系表达为可解释、可诊断、可干预的风险结构。

本文结构参照“风险因素识别—模型构建—讨论—结论”的论文框架展开。首先识别设施蔬菜产业链种子信息安全风险因素；其次构建静态贝叶斯网络评价模型；再次基于基准推理、情景推理和敏感性分析讨论风险传导路径与关键致因；最后提出结论和治理建议。

一、设施蔬菜种子信息安全风险影响因素识别

设施蔬菜种子信息安全风险具有明显的产业链嵌入性。风险并不只发生在研发端，也会在品种测试、合作制种、试验示范、渠道销售、技术服务、产权证据管理和数字化数据管理等环节中累积和扩散。为避免风险识别停留于结果性描述，本文采用 WBS-RBS 耦合分析思路：WBS 用于分解种子信息生成、传递、使用和留存的产业链环节，RBS 用于分解风险来源和作用机制，二者交叉形成风险识别矩阵。

（一）产业链信息流动环节分解

表 1: 设施蔬菜种子信息流动 WBS 分解

编号	产业链环节	主要信息活动
W1	育种研发	亲本材料、组合路线、抗性鉴定与育种记录形成
W2	品种测试	区域适应性、设施环境表现、产量与品质数据形成
W3	合作制种	材料流转、制种标准与质量控制信息传递
W4	试验示范	品种展示、现场观摩与示范反馈传播
W5	渠道销售	经销区域、客户结构、订单流向与市场反馈
W6	技术服务	栽培方案、售后问题、种植反馈与客户需求
W7	产权与证据管理	品种权材料、测试证据、交易记录与侵权线索保存
W8	数字化数据管理	试验、客户、合同与服务数据集中存储

（二）风险维度与基础因素设置

风险因素清单体现了本文的研究边界：研究对象不是一般网络安全问题，也不是单纯品种权侵权问题，而是产业链协作中种子信息从形成、共享、使用到保护过程中的管理风险。

（三）问卷数据与根节点先验概率

依据风险因素清单，本文设计风险状态评分问卷。问卷采用七级自然语言变量，即“非常低、低、较低、一般、较高、高、非常高”，并将其转换为低、中、高三种贝叶斯网络状态。其中，1—3 分归为低风险，4 分归为中风险，5—7 分归为高风险。设第 j 个根节点为 X_j ，有效样本量为 N ，评分 1 至 7 的频数分别为 n_{j1} 至 n_{j7} ，则三状态先验概率按式（1）—式（3）计算。

表 2: 种子信息安全风险 RBS 分解

编号	风险类别	风险含义	对应机制节点
R1	信息暴露风险	种子信息被过度接触、记录、复制或传播	M1 信息暴露水平
R2	主体行为风险	员工、合作方、经销商或外部主体不当使用信息	M2 主体机会主义水平
R3	协作控制风险	合同、准入、监督与责任追溯不足导致风险扩散	M3 协作控制不足程度
R4	产权支撑风险	权利布局、证据留存、识别与维权不足导致后果加重	M4 产权支撑不足程度
R5	数字化信息风险	数据集中、权限不足与复制便利导致信息扩散	M5 数字化扩散风险

表 3: 设施蔬菜种子信息安全风险因素清单

编号	风险维度	基础风险因素
A1	信息暴露	信息共享强度
A2	信息暴露	核心信息可接触性
A3	信息暴露	试验示范开放度
A4	信息暴露	信息分级不清晰程度
B1	主体行为	员工流动风险
B2	主体行为	合作方机会主义风险
B3	主体行为	经销商违规扩散风险
B4	主体行为	外部竞争诱导风险
C1	协作控制	合作方准入不规范程度
C2	协作控制	合同约束不完整程度
C3	协作控制	过程监督不足程度
C4	协作控制	责任追溯不清晰程度
D1	产权支撑	品种权布局不足程度
D2	产权支撑	证据留存不足程度
D3	产权支撑	侵权识别能力不足程度
D4	产权支撑	维权成本压力程度
E1	数字化信息	数据集中度
E2	数字化信息	数据权限控制不足程度

$$P(X_j = L) = \frac{n_{j1} + n_{j2} + n_{j3}}{N} \tag{1}$$

$$P(X_j = M) = \frac{n_{j4}}{N} \tag{2}$$

$$P(X_j = H) = \frac{n_{j5} + n_{j6} + n_{j7}}{N} \tag{3}$$

式中，L、M、H 分别表示低风险、中风险和高风险状态。该处理方式将问卷频数转换为根节点先验概率，能够为后续贝叶斯网络推理提供初始概率输入。

表 4: 根节点先验概率

节点	风险因素	P(低)	P(中)	P(高)
A1	信息共享强度	0.15	0.25	0.60
A2	核心信息可接触性	0.15	0.25	0.60
A3	试验示范开放度	0.11	0.29	0.60
A4	信息分级不清晰程度	0.12	0.27	0.61
B1	员工流动风险	0.39	0.23	0.38
B2	合作方机会主义风险	0.42	0.24	0.34
B3	经销商违规扩散风险	0.37	0.23	0.40
B4	外部竞争诱导风险	0.35	0.30	0.35
C1	合作方准入不规范程度	0.36	0.25	0.39
C2	合同约束不完整程度	0.36	0.25	0.39
C3	过程监督不足程度	0.33	0.25	0.42
C4	责任追溯不清晰程度	0.31	0.24	0.45
D1	品种权布局不足程度	0.29	0.25	0.46
D2	证据留存不足程度	0.24	0.32	0.44
D3	侵权识别能力不足程度	0.34	0.19	0.47
D4	维权成本压力程度	0.25	0.30	0.45
E1	数据集中度	0.21	0.31	0.48
E2	数据权限控制不足程度	0.30	0.28	0.42

二、静态贝叶斯网络建模

(一) 节点设置与网络结构

静态贝叶斯网络由根节点、机制节点和目标节点三层构成。根节点为 18 项基础风险因素；机制节点为信息暴露水平、主体机会主义水平、协作控制不足程度、产权支撑不足程度和数字化扩散风险；目标节点为种子信息安全风险水平。所有节点均划分为低、中、高三种状态，以保证问卷数据、条件概率表和推理结果之间的一致性。

表 5: 贝叶斯网络节点设置

层级	节点	节点名称	父节点	状态
根节点	A1—E2	18 项基础风险因素	无	低/中/高
机制节点	M1	信息暴露水平	A1、A2、A3、A4、M5	低/中/高
机制节点	M2	主体机会主义水平	B1、B2、B3、B4、M1	低/中/高
机制节点	M3	协作控制不足程度	C1、C2、C3、C4	低/中/高
机制节点	M4	产权支撑不足程度	D1、D2、D3、D4、M3	低/中/高
机制节点	M5	数字化扩散风险	E1、E2	低/中/高
目标节点	Y	种子信息安全风险水平	M1、M2、M3、M4、M5	低/中/高

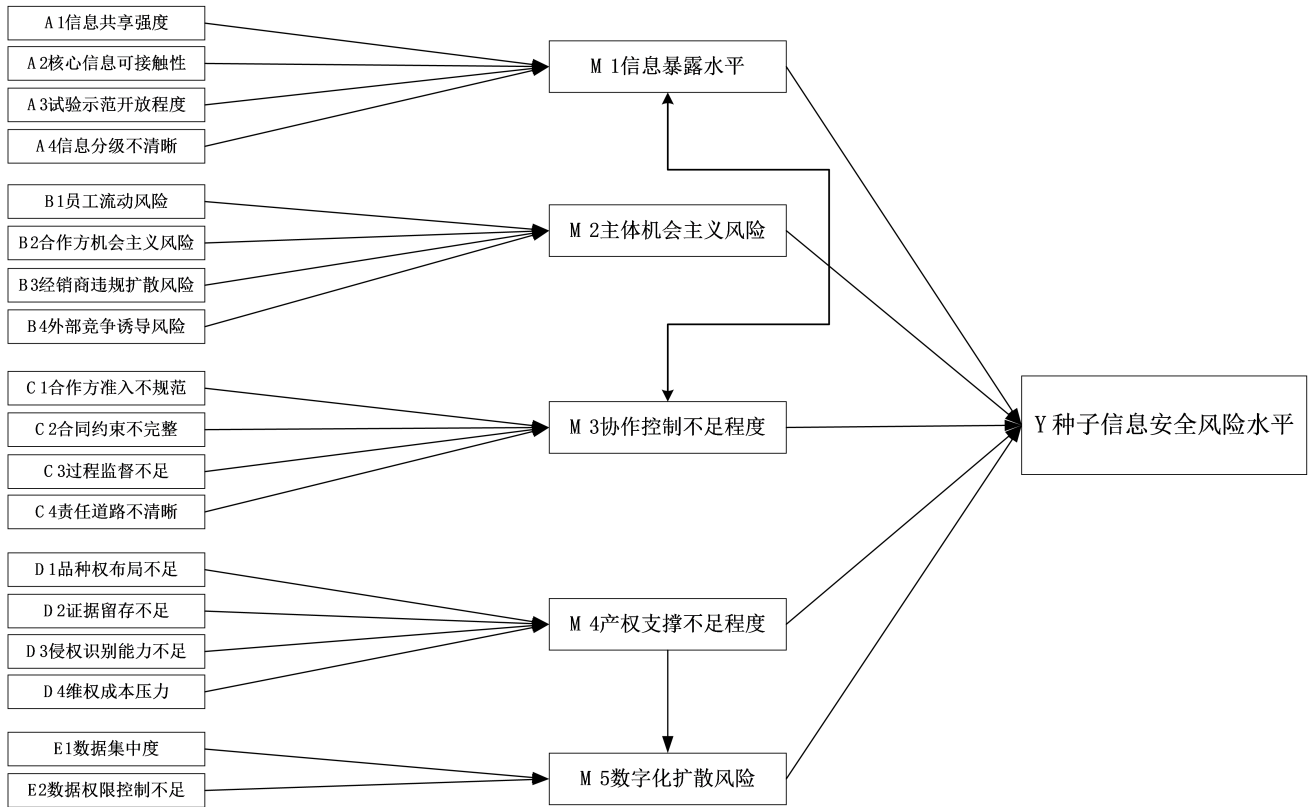


图 1: 设施蔬菜产业链种子信息安全风险静态贝叶斯网络结构

图 1 保留三条关键机制边：M5→M1 表示数字化扩散提高信息接触与复制便利性，进而抬升信息暴露水平；M1→M2 表示信息暴露为合作方、经销商、员工与外部竞争主体的不当使用提供机会条件；M3→M4 表示协作控制不足会削弱证据留存、责任追溯和产权支撑能力。五个机制节点共同指向目标节点 Y，表明总体风险由多类机制共同作用形成。

(二) 条件概率表建立

中间节点和目标节点存在多个父节点。若按父节点状态组合逐项填写条件概率表，参数规模较大。例如，M1 和目标节点 Y 各含 5 个父节点，每个父节点均为三状态，理论上需设置 $3^5=243$ 组状态组合。完全依靠专家逐项赋值容易带来工作量过大和相邻状态概率不一致等问题。

本文采用“问卷先验概率—Noisy-OR/Leaky Noisy-OR 条件概率—专家逻辑修正”的方式建立条件概率表。Noisy-OR 适用于多个父节点独立提升子节点高风险概率的情形；考虑到现实中仍存在未被模型完全纳入的因素，本文进一步加入泄漏项，采用 Leaky Noisy-OR 形式。设子节点为 Y，父节点集合为 $\{X_1, \dots, X_m\}$ ， q_0 表示未观测因素导致子节点高风险的泄漏概率， q_i 表示父节点 X_i 对子节点高风险状态的激发强度，父节点处于低、中、高状态时状态强度 I_i 分别取 0、0.5 和 1，则子节点处于高风险状态的条件概率为：

$$P(Y = H | X_1, \dots, X_m) = 1 - (1 - q_0) \prod_{i=1}^m (1 - q_i)^{I_i} \quad (4)$$

在得到高风险概率后，再结合父节点综合风险强度与专家判断分配中、低风险概率，并保证三种状态概率之和为 1。修正过程遵循三项原则：父节点整体风险升高时，子节点高风险概率不得下降；关键父节点处于高风险时，子节点高风险概率应相应提高；同一节点三状态概率之和必须为 1。

三、结果分析与讨论

(一) 风险因素识别结果分析

WBS-RBS 分析表明，设施蔬菜种子信息安全风险贯穿新品种产业化全过程。育种研发和品种测试环节既是核心信息形成阶段，也是风险源头较为集中的阶段；合作制种、试验示范、渠道销售和技术服务环节则使核心信息进入更广泛的协作网络，增加了信息接触、复制和扩散的可能。产权与证据管理、数字化数据管理虽然并不直接产生品种信息，但会影响风险发生后的追溯、处置和维权能力。

根节点先验概率显示，信息暴露类因素高风险概率整体较高。A1、A2、A3 和 A4 的高风险概率均在 0.60 左右，说明信息共享频率、核心信息接触、试验示范开放和信息分级不清是当前样本中较突出的风险状态。数字化信息类因素中，数据集中度和数据权限控制不足的高风险概率分别为 0.48 和 0.42，表明数字化管理在提高协作效率的同时，也使数据集中、权限控制和复制外发成为需要关注的问题。

(二) 静态贝叶斯网络模型结果分析

表 6: 基准状态下机制节点与目标节点后验概率

节点	节点名称	P(低)	P(中)	P(高)
M1	信息暴露水平	0.0476	0.1538	0.7985
M2	主体机会主义水平	0.1259	0.2102	0.6639
M3	协作控制不足程度	0.1512	0.2315	0.6173
M4	产权支撑不足程度	0.1129	0.2041	0.6831
M5	数字化扩散风险	0.3123	0.2570	0.4307
Y	种子信息安全风险水平	0.0444	0.1344	0.8212

在不设置证据的基准状态下，目标节点 Y 的高风险概率为 0.8212。这一结果并不表示现实中已有同等比例的泄露事件，而是表示在当前问卷先验概率、条件概率表和网络结构共同作用下，系统整体更倾向于高风险状态。其中，信息暴露水平、产权支撑不足程度和主体机会主义水平的高风险概率较高，说明风险形成不仅来自信息接触范围扩大，也与主体行为约束和事后支撑能力有关。

表 7: 不同情景下目标节点后验概率

情景	P(Y= 低)	P(Y= 中)	P(Y= 高)	较基准变化
基准状态	0.0444	0.1344	0.8212	—
信息暴露高风险情景	0.0406	0.1254	0.8340	+0.0128
协作控制薄弱情景	0.0369	0.1179	0.8451	+0.0239
综合高风险情景	0.0316	0.1071	0.8613	+0.0400

情景推理结果显示，信息暴露高风险情景下，目标节点高风险概率由 0.8212 升至 0.8340；协作控制薄弱情景下下降至 0.8451；综合高风险情景下下降至 0.8613。该结果表明，当核心信息可接触性高、合作方机会主义风险高、合同约束不完整、证据留存不足和数据权限控制不足同时出现时，风险会沿产业链协作关系叠加放大。

(三) 关键致因与风险传导路径

为识别关键致因，本文以节点由低风险转为高风险时目标节点高风险概率的变化量作为敏感性指标。设被分析节点为 X_i ，目标节点为 Y，则敏感性指标为：

$$\Delta P_i = P(Y = H \mid X_i = H) - P(Y = H \mid X_i = L)$$

(5)

表 8: 根节点敏感性较高因素

排名	节点	风险因素	ΔP
1	E2	数据权限控制不足程度	0.0242
2	B2	合作方机会主义风险	0.0206
3	C2	合同约束不完整程度	0.0206
4	C3	过程监督不足程度	0.0202
5	B3	经销商违规扩散风险	0.0182
6	C4	责任追溯不清晰程度	0.0173
7	A2	核心信息可接触性	0.0172
8	E1	数据集中度	0.0164

敏感性分析表明，数据权限控制不足、合作方机会主义、合同约束不完整、过程监督不足和经销商违规扩散是较为敏感的基础因素。这说明治理重点不宜局限于事后维权，而应前移至核心信息接触边界、合作主体行为约束、合同与追溯机制以及数字化权限控制。

综合模型结构和推理结果，设施蔬菜种子信息安全风险主要沿三条路径传导。第一是信息暴露驱动路径，即信息共享强度、核心信息可接触性、试验示范开放度与信息分级不清，先抬升信息暴露水平，再经主体机会主义水平传导至目标风险。第二是主体行为转化路径，即员工流动、合作方机会主义、经销商违规扩散与外部竞争诱导，经主体机会主义水平直接作用于目标风险。第三是协作控制约束路径，即合作方准入不规范、合同约束不完整、过程监督不足与责任追溯不清，先抬升协作控制不足程度，进而削弱产权支撑能力，最终作用于目标风险。

四、结论

本文以设施蔬菜种子产业链为对象，构建了由风险因素识别、问卷先验概率计算、静态贝叶斯网络建模、情景推理和敏感性分析组成的风险评价框架。研究表明，设施蔬菜种子信息安全风险不是单一泄露事件，而是由种子信息资产价值、产业链协作需求、主体行为约束、产权支撑能力和数字化管理条件共同作用形成的系统性管理风险。第一，产业链协作是风险形成的基本场景。研发、测试、制种、示范、销售和服务环节均需要信息共享，因此风险治理不能简单取消共享，而应明确不同信息类型的共享边界。第二，主体机会主义是信息暴露转化为现实风险的关键机制。员工、合作方、经销商和外部竞争主体的非授权使用、复制、传播和诱导获取，是风险由可能性转化为实际威胁的重要环节。第三，协作控制和数字化权限控制是治理重点。合同约束、过程监督、责任追溯、证据留存和数据权限控制不足，会削弱企业对信息共享后的行为约束能力。

基于上述结论，设施蔬菜种子信息安全治理应确立“开放协作与核心保护并行”的原则。对有利于行业交流、品种推广和技术服务的一般信息保持合理共享，对亲本材料、组合方案、核心测试数据、制种参数、客户结构和未公开服务记录实行分级保护；同时强化合作方准入、合同约束、全过程留痕、证据留存与数字化权限控制。

本文仍存在一定局限。受数据可获得性限制，根节点概率主要来自问卷，部分条件概率表通过 Noisy-OR/Leaky Noisy-OR 方法和专家判断生成，后续可结合真实风险事件、企业日志数据与合同文本进一步校准模型参数。同时，本文采用静态贝叶斯网络，主要用于当前风险状态评价和关键因素识别，未来可进一

步构建动态贝叶斯网络，分析风险随研发、测试、示范、推广和服务阶段变化的时序演化过程。

参考文献

- [1] Sharma, S., & Routroy, S. (2016). Modeling information risk in supply chain using Bayesian networks. *Journal of Enterprise Information Management*, 29(2), 238-254.
- [2] Yang, J., & Liu, H. (2018). Research of vulnerability for fresh agricultural-food supply chain based on Bayesian Network. *Mathematical Problems in Engineering*, 2018, Article ID 6874013.
- [3] Jindal, A., Sharma, S., & Routroy, S. (2022). Bayesian Belief Network Approach for Supply Risk Modelling. *International Journal of Information Systems and Supply Chain Management*, 15(1).
- [4] Luby, C. H., Kloppenburg, J., Michaels, T. E., & Goldman, I. L. (2015). Enhancing Freedom to Operate for Plant Breeders and Farmers through Open Source Plant Breeding. *Crop Science*, 55, 2481-2488.
- [5] Venkatesh, P., Sekar, I., Jha, G. K., Singh, P., Sangeetha, V., & Pal, S. (2016). How do the stakeholders perceive plant variety protection in Indian seed sector? *Current Science*, 110(12), 2239-2244.
- [6] Luby, J. J., & Bedford, D. S. (2015). Cultivars as Consumer Brands: Trends in Protecting and Commercializing Apple Cultivars via Intellectual Property Rights. *Crop Science*, 55, 2504-2510.
- [7] Kloppenburg, J. (2014). Re-purposing the master's tools: the open source seed initiative and the struggle for seed sovereignty. *The Journal of Peasant Studies*.
- [8] Ho, W., Zheng, T., Yildiz, H., & Talluri, S. (2015). Supply chain risk management: a literature review. *International Journal of Production Research*.
- [9] Hosseini, S., Ivanov, D., & Dolgui, A. (2020). Bayesian networks for supply chain risk, resilience and ripple effect analysis: a literature review. *Expert Systems with Applications*.
- [10] Qazi, A., Dickson, A., Quigley, J., & Gaudenzi, B. (2018). Supply chain risk network management: A Bayesian belief network and expected utility based approach for managing supply chain risks. *International Journal of Production Economics*.
- [11] Radauer, A., Searle, N., & Bader, M. A. (2023). The possibilities and limits of trade secrets to protect data shared between firms in agricultural and food sectors. *World Patent Information*, 73, 102183.
- [12] Kuzminykh, I., et al. (2021). Information security risk assessment. *Sensors*.

附录一

设施蔬菜产业链种子信息安全风险状态评分调查表

尊敬的专家：

您好！本调查用于“面向设施蔬菜产业链的种子信息安全风险静态贝叶斯网络评价”研究。调查目的在于获取设施蔬菜产业链中各类种子信息安全风险因素的风险状态判断，为后续贝叶斯网络根节点先验概率、条件概率表和情景推断提供数据基础。

本调查所称“种子信息”，主要包括亲本材料信息、组合选育信息、品种测试数据、区域适应性表现、试验示范结果、栽培服务反馈、客户结构、渠道流向、合同资料、品种权支撑资料和数字化数据等。问卷不涉及具体商业秘密，请您根据自身经验和专业判断作答。

填写原则：本表采用“风险状态评分”。所有题项均按风险化表达处理，分值越高表示该因素形成种子信息安全风险的状态越高。每一项风险因素只能选择一个等级。

一、背景资料信息

项目	选项或填写内容
1. 工作单位类型	☐ 种业企业 ☐ 科研院所/高校 ☐ 试验示范机构 ☐ 经销/推广主体 ☐ 品种权服务机构 ☐ 政府/行业管理部门 ☐ 其他：_____
2. 主要工作领域	☐ 育种研发 ☐ 品种测试 ☐ 制种生产 ☐ 示范推广 ☐ 渠道销售 ☐ 技术服务 / ☐ 品种权/知识产权 ☐ 风险管理 ☐ 其他：_____
3. 从事相关工作年限	☐ 3 年以下 ☐ 3—5 年 ☐ 6—10 年 ☐ 11—20 年 ☐ 20 年以上
4. 对设施蔬菜种子产业链的了解程度	☐ 非常低 ☐ 低 ☐ 较低 ☐ 一般 ☐ 较高 ☐ 高 ☐ 非常高
5. 是否接触过种子信息泄露、品种仿冒、私繁、渠道截流或类似风险案例	☐ 经常接触 ☐ 偶尔接触 ☐ 听说过 ☐ 没有接触
6. 所在地区或主要观察区域	省份/地区：_____

二、评分标准

请您判断每项风险因素在当前设施蔬菜产业链中形成种子信息安全风险的状态水平。评分采用七级自然语言变量，等级越高表示风险状态越高。

等级	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级	6 级	7 级
风险状态	非常低	低	较低	一般	较高	高	非常高
填写方式	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

说明：本表将控制类、能力类和完整性类指标统一转换为风险状态变量。例如，“合同约定完整性”在调查表中表述为“合同约定不完整程度”；“数据权限控制”表述为“数据权限控制不足程度”。这样可以保证所有题项均满足“评分越高，风险越高”的方向要求。

三、风险维度与贝叶斯网络节点对应关系

风险维度	调查表风险状态变量来源	对应静态贝叶斯网络节点	评分方向
信息暴露风险	A1—A4	M1 信息暴露水平	分值越高，信息暴露风险越高
主体行为风险	B1—B4	M2 主体机会主义水平	分值越高，主体行为风险越高
协作控制风险	C1—C4	M3 协作控制能力（反向）	分值越高，协作控制不足越明显
产权支撑风险	D1—D4	M4 产权支撑能力（反向）	分值越高，产权支撑不足越明显
数字化信息风险	E1—E2	M5 数字化扩散风险	分值越高，数字化扩散风险越高

四、安全风险因素风险状态评分表

请在每一行中选择一个等级。若您认为某项风险因素不适用于设施蔬菜产业链，可在“备注”栏说明。

信息暴露风险

编号	风险状态变量	简要说明	非常低	低	较低	一般	较高	高	非常高	备注
A1	信息共享强度	种子信息在测试、示范、销售和服务中的共享频率与范围。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
A2	核心信息可接触性	亲本材料、组合信息、试验数据等核心信息被接触的便利程度。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
A3	试验示范开放度	示范观摩、田间展示和技术培训中的信息公开程度。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
A4	信息分级不清晰程度	普通信息、敏感信息和核心信息之间边界不清、授权不明的程度。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	

主体行为风险

编号	风险状态变量	简要说明	非常低	低	较低	一般	较高	高	非常高	备注
B1	员工流动风险	育种、试验、销售和服务人员流动带来的信息外溢可能性。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
B2	合作方机会主义风险	合作制种方、试验基地等主体非授权使用信息的可能性。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
B3	经销商违规扩散风险	经销商超范围传播品种、客户或渠道信息的可能性。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
B4	外部竞争诱导风险	外部竞争主体通过人员、合作方或渠道获取敏感信息的可能性。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	

协作控制风险

编号	风险状态变量	简要说明	非常低	低	较低	一般	较高	高	非常高	备注
C1	合作方准入不规范程度	合作前对合作制种方、示范基地和经销商的筛选与评估不足程度。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
C2	合同约束不完整程度	合同中信息使用边界、保密责任和违约责任约定不足程度。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
C3	过程监督不足程度	对制种、示范、销售和服务过程的信息流转监督不足程度。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
C4	责任追溯不清晰程度	风险发生后难以追溯责任主体和信息流转路径的程度。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	

产权支撑风险

编号	风险状态变量	简要说明	非常低	低	较低	一般	较高	高	非常高	备注
D1	品种权布局不足程度	核心品种及相关材料权利布局不充分、不及时的程度。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
D2	证据留存不足程度	研发、测试、制种、销售和服务过程证据留存不足程度。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
D3	侵权识别能力不足程度	通过品种特征、DUS、分子检测或市场线索识别侵权的能力不足程度。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
D4	维权成本压力程度	调查、检测、协商和诉讼成本对风险处置形成压力的程度。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	

数字化信息风险

编号	风险状态变量	简要说明	非常低	低	较低	一般	较高	高	非常高	备注
E1	数据集中度	试验数据、客户数据、合同数据和服务数据集中存储程度。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
E2	数据权限控制不足程度	对数据访问、下载、复制和外发的权限控制不足程度。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	

五、典型情景风险状态判断（可选）

本表用于辅助构建贝叶斯网络目标节点条件概率表。请您根据经验判断下列情景下“种子信息安全风险水平”的状态，并估计高风险概率。

情景编号	情景描述	总体风险状态判断	高风险概率估计
S1	信息共享强度高，核心信息可接触性高，试验示范开放度高，信息分级不清晰。	☐ 非常低 ☐ 低 ☐ 较低 ☐ 一般 ☐ 较高 ☐ 高 ☐ 非常高	____ %
S2	员工流动风险高，合作方机会主义风险高，经销商违规扩散风险高，外部竞争诱导风险高。	☐ 非常低 ☐ 低 ☐ 较低 ☐ 一般 ☐ 较高 ☐ 高 ☐ 非常高	____ %
S3	合作方准入不规范，合同约束不完整，过程监督不足，责任追溯不清晰。	☐ 非常低 ☐ 低 ☐ 较低 ☐ 一般 ☐ 较高 ☐ 高 ☐ 非常高	____ %
S4	品种权布局不足，证据留存不足，侵权识别能力不足，维权成本压力高。	☐ 非常低 ☐ 低 ☐ 较低 ☐ 一般 ☐ 较高 ☐ 高 ☐ 非常高	____ %
S5	数据集中度高，数据权限控制不足。	☐ 非常低 ☐ 低 ☐ 较低 ☐ 一般 ☐ 较高 ☐ 高 ☐ 非常高	____ %
S6	信息暴露水平高，主体机会主义水平高，协作控制不足，产权支撑不足，数字化扩散风险高。	☐ 非常低 ☐ 低 ☐ 较低 ☐ 一般 ☐ 较高 ☐ 高 ☐ 非常高	____ %
S7	信息暴露水平低，主体机会主义水平低，协作控制充分，产权支撑充分，数字化扩散风险低。	☐ 非常低 ☐ 低 ☐ 较低 ☐ 一般 ☐ 较高 ☐ 高 ☐ 非常高	____ %

六、开放性意见

问题	回答
1. 您认为设施蔬菜产业链中最容易出现种子信息安全风险的是哪个环节？为什么？	
2. 您是否接触过种子信息泄露、品种仿冒、私繁、渠道截流或数据外泄等案例？请简要说明。	
3. 您认为目前种子企业在信息共享和信息保护之间最大的困难是什么？	
4. 您认为后续模型中还应增加、合并或删除哪些风险因素？	

调查结果使用说明：本调查数据将用于计算各风险状态变量的平均得分、离散程度和专家判断一致性，并辅助将七级风险状态转换为贝叶斯网络节点概率。对于控制类、能力类指标，已采用反向风险化表述，不再需要在数据处理阶段额外反向计分。

引用本文 张鹏, 肖必燕, 郑小京, 戴荣. 面向设施蔬菜产业链的种子信息安全风险静态贝叶斯网络评估——传导路径与关键致因 [J]. 社会科学理论与实践, 2026, 8(3):22–33. <https://doi.org/10.6914/tpss.080303>.

Cite This Article Peng ZHANG, Biyan XIAO, Xiaojing ZHENG, Rong DAI.(2026). Static Bayesian Network Assessment of Seed Information Security Risks in the Protected Vegetable Industry Chain: Transmission Paths and Key Causes. *Theory and Practice of Social Science*(*Shèhuì kēxué lǐlùn yǔ shíjiàn*), 8(3):22-33. <https://doi.org/10.6914/tpss.080303>

Static Bayesian Network Assessment of Seed Information Security Risks in the Protected Vegetable Industry Chain: Transmission Paths and Key Causes

Peng ZHANG¹, Biyan XIAO¹, Xiaojing ZHENG^{2*}, Rong DAI¹

1. Weifang University of Science and Technology; 2. Jiangxi Institute of Fashion Technology

Abstract Seed information security risks in the protected vegetable industry chain are not isolated leakage events, but management risks formed through multi-actor collaboration and information sharing. Based on supply chain risk management, plant variety protection, trade secret protection and Bayesian network theory, this study identifies risk factors by literature analysis, WBS-RBS coupling matrix and questionnaire survey, and constructs a static Bayesian network model using Noisy-OR/Leaky Noisy-OR conditional probability modeling. The results show that the high-risk probability of the target node reaches 0.8212 under the baseline state and increases to 0.8613 under the comprehensive high-risk scenario. The most sensitive factors include insufficient data permission control, partner opportunism, incomplete contract constraints, insufficient process supervision and accessibility of core information. The findings provide a probabilistic basis for information classification, partner governance, contract constraints, evidence retention and data permission control in seed enterprises.

keywords protected vegetable industry chain; seed information security; static Bayesian network; risk transmission

〔责任编辑：李昌奎 Email: cpcl@cpcl.hk〕