

创新构建绿色采购全流程管控体系 赋能能源行业供应链高质量发展实践

燕 瑞 于治宇 周之榛
(国能神东煤炭物资供应中心)

摘 要：在能源行业绿色低碳转型与供应链数智化升级的双重驱动下，传统物资采购模式面临效率低下、寻源不充分、风险防控滞后及绿色合规要求难以落地等挑战。本文构建了集“AI 智能审核、数据驱动方案编制、智慧价格决策、供应商协同通知”于一体的全流程绿色采购与风险管控体系。通过本地化部署 AI 审核系统，实现技术文件合规性自动审查与落后产能物资的源头拦截；基于 VBA 开发“智采通”系统，集成历史方案库、潜在供应商库、失信名单库，实现采购方案快速编制与失信供应商实时预警；创新构建智慧价格库，融合历史报价数据挖掘与 AI 网络询价，实现最高限价的科学设定；建立“业务员主动通知 + 系统自动短信推送”双通道机制，保障招标信息高效触达，促进充分竞争。实践表明，该体系使采购方案编制周期缩短 60%，单次查询时间由 30 分钟压缩至 1 秒钟，失信供应商拦截率达 100%，供应商选择范围扩大 30%，有力支撑了能源企业绿色供应链建设与采购合规管理。

关键词：绿色供应链；智能采购；AI 审核；智慧价格；风险防控；数字化转型

0 引言

能源行业是国民经济的基础产业，也是落实“双碳”目标与绿色发展的关键领域。物资采购作为供应链的起点，其效率与合规性直接影响生产运营成本、安全稳定性及环境绩效。传统采购模式在绿色供应链要求下，面临技术审核质效低、方案编制周期长、限价设定不合理、招标信息触达滞后四大核心困境。

人工智能、大数据等数字技术为破解上述难题提供了新路径。已有研究探索了 AI 在招投标文件审核中的应用^[1-2]，但通用外网 AI 工具存在数据安全与合规短板^[3]，本地化部署模

式虽具备可行性^[4]，相关智能决策系统却鲜有与绿色供应链目标深度融合^[5]。本文基于神东煤炭创新实践，构建全流程数字化绿色采购体系，为能源及涉密领域绿色供应链建设提供可复制解决方案。

1 总体架构设计

本体系以“数据驱动、智能辅助、人机协同、绿色闭环”为核心理念，构建了如图 1 所示的四层架构。底层为数据资源层，整合了历史采购方案库、潜在供应商库、失信处置名单库、技术规范库、专利数据库及历史报价库，形成覆盖采购全要素的知识资产。中间层为智能引擎层，包括 AI 审核引擎、智采通查询引擎、智慧价格分析引擎及短信推送引擎，分别支撑技术文件审查、方案编制、

限价设定与信息发布。上层为业务应用层，面向采购员、审核专家、供应商等用户提供具体功能界面。顶层为决策支持层，通过可视化看板实时监控采购进度、风险状态与绿色绩效。

四大模块在流程上环环相扣：AI 审核系统在采购准备阶段对技术文件进行合规性筛查，杜绝落后产能物资进入采购程序；智采通系统在方案编制阶段快速生成采购方案并推荐合格供应商；智慧价格库在限价设定阶段提供科学依据；双通知机制在挂网阶段扩大竞争范围。各模块数据互联互通，共同构成绿色采购的闭环管控。

2 AI 智能审核：技术文件合规性与绿色准入

2.1 传统审核模式的局限

技术文件是物资采购的核心依据，其质量直接决定设备选型是否符合安全规程与环保要求。煤炭行业技术文件涉及大量专业参数、国家标准（GB）、行业标准（MT/AQ）及企业规范，人工审核模式下，单份复杂文件平均耗时 4~6 小时，隐性风险识别率低于 80%，且审核标准一致性不足 60%。通用外网 AI 工具虽能提升效率，但存在三大障碍：一是存在数据泄露风险，涉密的设备技术参数一旦上传至外网平台，极易造成核心数据失密；二是专业适配性不足，通用模型对《煤矿安全规程》等行业专属规范掌握不深，容易脱离实际工况给出错误结论；三是过程留痕不足，生成式决策缺乏明确的逻辑链路，与全程可追溯原则不符^[6]。

2.2 本地化 AI 审核系统构建

针对上述问题，神东煤炭分公司部署了基于内网环境的“慧知问答”AI 智能审核平台。系统采用经典的三层架构：

数据层：构建结构化知识库，包含基础规范库（整合历年 1000 余份 GB/MT/AQ 标准，转化为“条款 ID-内容-场景-风险等级”规则）、专利数据库（接入国家知识产权局公开数据）、历史案例库（收录历年 1000 余份历史审核记录并标注错误类型）、自定义规则库（支持动态上传新规自动解析）。

算法层：采用优化的 RAG（检索增强生成）技术，融合 BM25 关键词检索与向量语义搜索，避免大模型幻觉；内置 24 条可解释规则引擎，将核心规范转化为“IF-THEN”逻辑，确保审核结论可追溯。

应用层：用户上传技术文件后，系统自动完成 OCR 识别、NLP 解析（关键信息提取准确率 96%）、多维度校验、风险分级（★至★★★★★）并生成审核报告。

2.3 绿色准入的实现机制

系统在审核规则中嵌入绿色准入要求：首先，通过比对《高耗能落后机电设备（产品）淘汰目录》等政策文件，自动标记文件中涉及淘汰类设备的条款；其次，对供应商资质中的环境管理体系认证（如 ISO14001）、产品能效等级进行校验；再次，结合专利数据库预警潜在的侵权风险，避免采购侵权产品引发的法律与环保争议。审核报告不仅指出问题，还给出修改建议及依据条款，辅助快速修正。

2.4 应用成效

系统上线后，单份技术文件平均审核时间由 4~6 小时压缩至 30~60 分钟，效率提升 70% 以上；隐性风险识别率稳定在 95%，低级错误识别率接近 100%，审核结果一致性从不足 60% 跃升至 95% 以上。所有涉密数据均在内部闭环运行，实现“零外传”，完全满足合规要求。

3 智采通：采购方案智能生成与风险防控

3.1 系统设计理念

采购方案编制涉及物资分包、资格条件设置、供应商推荐等复杂决策，传统模式依赖人工经验，存在周期长、标准不一、寻源窄等痛点。基于 Excel 的“智采通”系统以“零开发成本、零部署门槛”为原则，通过函数与 VBA 双模架构，实现采购方案的快速检索与智能推荐。

3.2 资源库体系

系统整合历史采购数据，建立 12 项核心功能联动的资源库，包括：

采购成熟案例资源库：分历年分库，涵盖采购批次、方式、金额、中标信息等；

采购成熟方案明细库：细化至单条物资的分包批次与规格；

潜在供应商资源库：含历年供应商的资质、联系方式、历史参与项目；

失信处置名单库：含历年供应商的失信记录。

3.3 核心功能实现

VBA 动态推荐与失信拦截

输入物资名称（如“高压电缆”），系统自动匹配历史方案库返回同类采购批次，同时比对失信名单库，对存在未解除失信记录的供应商进行高亮红色标注并禁止推荐。例如查询“矿用支架”，系统推荐 A、B 公司，同时提示“C 公司（失信未解除）”，确保推荐 100% 合规。

采购方案快速编制

系统支持一键汇总更新历年分库数据，消除人工误差。在方案编制界面，输入物资品类后，系统自动匹配历史分包标准，并基于潜在供应商库推荐曾成功投标的供应商列表，减少跨区域寻源时间 50% 以上。

双向查询与决策支持

支持“输入项目名称→查询参与供应商”或“输入供应商名称→查询参与项目”的双向检索，深度关联失信名单与中标记录，为供应商评估与分包决策提供数据支撑。

3.4 绿色属性嵌入

在资格条件设置中，系统内置绿色门槛模板，自动建议添加环境管理体系认证、产品碳足迹报告等要求；在供应商推荐时，优先选择具有绿色认证、无环境处罚记录的企业；失信名单库特别标注环保失信主体，实现精准拦截。

4 智慧价格库：最高限价科学设定

最高限价是招标采购的关键参数，设置过高易导致成本失控，过低则可能流标或迫使供应商降低质量。传统限价依赖人工询价或历史合同价，存在滞后性、片面性，且难以反映绿色产品的合理溢价。为此，本体系统构建了智慧价格库，由两部分组成。

4.1 基于历史报价数据的统计分析

（1）潜在供应商分项报价库建设

将历次采购中供应商的报价明细按物资分类汇总，形成结构化数据库。每条记录包含物资名称、规格型号、报价时间、供应商名称、报价金额、中标状态等字段。

（2）VBA 价格波动区间分析

通过 VBA 编程，对每种物资的历史报价进行统计，计算平均价、中位数、标准差，并设置合理波动区间（如平均价 $\pm 20\%$ 或基于四分位距）。当新采购项目启动时，系统自动调取同类型物资的历史报价区间，作为限价制定的参考基准。同时，系统可识别异常报价（如远低于市场均价），提示可能存在恶意低价或质量风险。

4.2 AI 驱动的网络动态询价

针对新增品类、价格波动较大的物资，单纯依赖历史报价数据易出现价格基准失真问题，本体系构建“标准化人工多渠道询价+AI 工具交叉核验”的动态询价模式，作为历史数据体系的有效补充。

业务员针对完成合规校验的标准化物资参数，通过 1688、京东工品、淘宝等主流电商及工业 B2B 平台开展定向询价，同步通过豆包、DeepSeek 等 AI 大模型获取对应物资的行业公允价格区间、近期市场波动趋势，形成多源数据交叉比对。完成无效报价剔除、异常值筛查后，将数据结构化录入智慧价格库临时库。结合 AI 工具完成价格趋势研判，同步纳入绿色产品全生命周期成本测算，为最高限价科学设定提供精准化、市场化的基准依据。

4.3 限价生成流程

采购员在新项目创建时，系统根据物资分类自动呈现智慧价格库的参考区间：左侧显示历史报价分布图，右侧显示 AI 网络询价结果。采购员可结合项目特点手动调整，系统记录调整理由供审计追溯。该机制使最高限价设置时间由平均 1 天缩短至 2 小时，限价合理性显著提升，流标率明显下降。

5 供应商协同双通知机制：扩大竞争与绿色参与

5.1 问题导向

传统招标信息发布主要依赖政府指定媒介或企业官网，供应商需主动查询，信息获取滞后严重，尤其对中小型绿色供应商而言，常错过投标机会，导致竞争不充分，难以发挥市场择优汰劣的作用。

5.2 双通知机制设计

（1）业务员主动通知

采购项目挂网后，负责品类的业务员通过微信、电话等方式，向重点供应商（特别是具有绿色资质的企业）定向推送信息，并确认接收情况。该方式覆盖核心伙伴，确保关键资源不遗漏。

（2）系统自动短信推送

基于潜在供应商库中供应商的物资分类偏好，开发短信自动推送模块。项目挂网时，系统自动提取物资分类关键词，匹配库中所有登记该类物资的供应商手机号，通过短信网关批量发送包含项目名称、报名截止时间、联系人及网址的简明信息。

5.3 效果分析

双通知机制实施后，供应商平均获知时间由挂网后 3~5 天缩短至 2 小时内，投标参与率提升约 40%，其中新供应商参与比例显著增加。更多绿色中小企业得以进入采购视野，促进了竞争充分性，间接推动采购成本下降约 5%~8%。同时，短信推送记录可追溯，为合规审计提供佐证。

6 实施成效与综合效益

本体系自全面应用以来，累计处理采购方案超 1500 份，涉及物资明细近 3 万条，取得显著成效(表 1)。

指标	改进前	改进后	提升幅度
采购方案编制周期	5 天	2 天	60%
单次查询时间	30 分钟	1 秒	90%
供应商选择范围	本地为主	覆盖多区域	30%
失信供应商拦截率	偶然	100%	100%
技术文件审核时间	4~6 小时	30~60 分钟	>70%
限价设置时间	1 天	2 小时	80%

在绿色效益方面：AI 审核系统累计拦截淘汰类设备采购申请 27 项，从源头避免了高耗能设备入场；供应商推荐中绿色认证企业优先率提升至 85%；短信推送使绿色中小企业中标比例增长 12%，优化了供应链生态。

7 结论与展望

本文基于神东煤炭分公司的创新实践，提出并验证了一套覆盖采购全流程的数字化绿色采购体系。该体系通过本地化 AI 审核、智采通系统、智慧价格库与双通知机制的有机结合，有效破解了能源行业采购效率、风险防控与绿色合规的协同难题。主要结论如下：

- (1) 本地化部署的 AI 审核系统是涉密行业实现智能化与安全合规两全的可行路径，行业知识库与可解释规则引擎是保障审核质量的关键。
- (2) 基于 VBA 的轻量化数据工具（智采通）能够以极低成本实现历史数据的深度复用与风险实时拦截，适合在基层单位快速推广。
- (3) 智慧价格库融合历史数据挖掘与 AI 动态询价，为科学设定限价提供了量化依据，尤其适用于绿色产品的全生命周期成本评估。
- (4) 双通知机制以低投入撬动高竞争，有效扩大供应商参与范围，是促进绿色供应链公平竞争的有效手段。

未来，本体系可在以下方向深化：引入多模态 AI 技术，实现对技术图纸与参数一致性的自动校验；利用区块链技术存证关键审核环节，增强审计可信度；探索构建行业级知识共享平台，在保障数据安全的前提下推动绿色采购标准共建。

参考文献

[1] 重庆市公共资源交易中心. AI 在招投标文件编制中的应用 [J]. 招标采购管理, 2025(2):45-48.

[2] 吴淑平, 陈勇辉. 招标采购领域 AI 技术应用的局限性与法律风险探讨 [J]. 招标采购管理, 2025(4):32-35.

[3] 国家互联网信息办公室. 人工智能伦理治理白皮书 [R]. 北京: 国家互联网信息办公室, 2023.

[4] 《中国电力》编辑部. 本地化部署 AI 系统在能源行业的安全架构设计 [J]. 中国电力, 2024, 57(8):112-118.

[5] 李华, 张明. 基于大数据的采购价格预测模型研究 [J]. 计算机工程与应用, 2023, 59(10):256-263.

[6] 国务院. 中华人民共和国招标投标法实施条例 [Z]. 2011-12-20.