自动化计量平台下能源贸易结算风险防控对策分析

欧隆山　陈　乾　赵丹丹

重庆机场集团有限公司 重庆 401120

【摘　要】：能源贸易结算的准确性与公正性直接关系到交易双方的经济利益和市场秩序。自动化计量平台的广泛应用在提升计量效率与数据精度的同时，也带来了数据安全、系统可靠性、计量准确性及合规性等方面的新型风险。本文立足于自动化计量平台在能源贸易结算中的应用场景，系统分析了平台运行中面临的四类核心风险，即数据安全与隐私泄漏风险、系统稳定性与可靠性风险、计量设备与数据传输准确性风险、技术与业务融合中的合规性风险。在此基础上，从数据安全防护体系构建、平台可靠性保障机制建设、计量全链条精度控制、业技融合与合规管理协同四个维度，提出了自动化计量平台下能源贸易结算风险的系统化防控对策。研究表明，能源贸易结算风险的防控应从传统的制度约束转向“技术+管理+合规”三位一体的综合防控模式，通过构建覆盖数据采集、传输、处理、存储、应用全生命周期的风险防控体系，实现结算风险的可控、可管、可追溯。

【关键词】：自动化计量平台；能源贸易结算；风险防控；数据安全；系统可靠性

DOI:10.12417/2811-0536.26.10.053

1 引言

能源贸易结算属于能源产业链的末端环节，它同交易双方的经济利益以及市场公平秩序有着直接联系。计量数据是能源贸易结算的主要依据，计量是否准确、公正是保证交易公平的前提[1]。传统的手工计量方式受人为因素的影响大，数据采集效率低，信息传递链条长，不能满足现代能源贸易对结算速度和准确性要求。自动化计量平台依靠智能计量仪表、数据采集与监控系统、远程传输网络、结算管理软件等，实现了能源计量数据的自动采集、实时传输、智能处理、自动结算，大大提高了能源贸易结算的效率和精度[2]。

但是自动化计量平台提高了结算效率的同时，也产生了传统模式所没有的新风险。数据从采集、传输、存储到应用的全链条中都会存在被篡改、泄露、丢失的安全风险，系统软硬件故障会导致计量数据的中断或者错误，智能计量设备的精度漂移以及校准缺失会造成系统性的计量误差，自动化流程里的逻辑漏洞会被用来进行不当获利[3]。这些风险具有隐蔽性、传播速度快、影响面广等特点，传统的事后审计和人工复核方式不能很好地应对。

2 自动化计量平台下能源贸易结算风险的类型与特征

2.1 数据安全与隐私泄露风险

自动化计量平台的核心价值就是数据的自动采集和流转，但是数据的流动性也会加大安全风险。能源贸易结算所涉及的计量数据包含交易双方的能源交割量、质量参数、贸易价格这些敏感的商业信息，如果发生泄露或者被篡改，将会直接危害到交易双方的经济利益，扰乱市场公平竞争秩序[4]。

数据安全风险主要表现在三个方面。一是数据被篡改的风险，不法分子可以通过网络攻击、设备入侵等方式修改计量数据，虚增或者虚减能源交割量，谋取不正当的利益。二是数据泄漏风险，结算数据传输或者存储时，会引发数据被非法获取的情况发生，造成交易双方商业机密泄露。第三种风险就是数据丢失，由于系统故障或者人为操作失误造成重要的计量数据丢失，引起结算争议和贸易纠纷。自动化计量平台同企业管理信息系统、外部贸易平台深度整合之后，数据流转链条变得越来越长，安全攻击面也就随之增大[5]。

2.2 系统稳定性与可靠性风险

自动化计量平台稳定可靠地工作，才能保证能源贸易结算的正常进行。平台包含智能计量仪表、数据采集终端、通信网络、服务器集群、结算软件等众多部分，任何一个环节出现故障都会造成计量数据出现异常或者中断。

系统可靠性风险有如下几个方面。设备故障上，智能计量仪表长时间处在复杂的工况之中，电子元件老化、传感器漂移、通信模块坏掉这些故障是不可避免的。网络中断，能源计量点分布广泛，部分在偏远地区，通信网络覆盖质量高低不一，网络中断或者信号不稳定会造成数据延迟或者丢失。软件缺陷上结算软件的算法错误、逻辑漏洞或者版本兼容性问题会造成结算结果出现偏差。这些问题在传统的手工模式下影响很小，但是在高度自动化的平台模式下会得到放大，造成大量的结算数据出现系统性的错误。

2.3 计量设备与数据传输准确性风险

自动化计量平台的准确度由前端计量设备和数据传输线路的好坏决定。智能计量仪表虽然大大减少了人工读数的误差，但是它本身也存在着精度漂移、环境影响、校准周期等各方面的缺陷。温度、压力、湿度等工况条件变化会干扰计量仪表的测量准确度，如果不能及时进行温压补偿以及校准修正，就会造成累积误差超限。

数据传输过程中信号衰减、干扰、丢包都会对计量数据造成影响。无线传输环境下由于电磁干扰、多径效应等造成的数据包损坏或者重传，从而影响数据的完整性以及时序性。另外不同计量设备之间、不同数据格式之间的转换也会产生误差，在多源数据融合的情况下，数据的一致性、可比性也要得到保证。

2.4 技术与业务融合中的合规性风险

自动化计量平台的运行要符合国家计量法规、行业标准以及贸易合同的约定。但是在实际运行中，技术实现和业务合规之间的融合并不总是一致的。技术标准更新速度落后于业务需求。当贸易合同中对于计量方式有特别约定的时候，平台的自动化流程不能灵活地适应，造成结算依据和合同约定不一致。其次就是算法和逻辑的透明度问题。平台内部的计量算法、异常判定规则、数据修正逻辑对于业务人员来说就是个“黑箱”，不能对其进行有效的监督和复核。最后是电子数据的法律效力问题。自动化计量平台产生的电子计量数据在法律纠纷中是否具有证据效力，数据存证是否合规等问题，在技术与业务融合的过程中也需要得到解决。

3 自动化计量平台下能源贸易结算风险防控的对策

3.1 构建数据安全防护体系

就数据安全风险而言，应当从技术防护以及管理制度这两个方面创建起系统的数据安全防护体系。

技术防护要采用多层次、多维度的安全手段。一是加强网络安全防护，在平台边界部署防火墙、入侵检测系统，防止外部攻击和非法入侵。二是对计量数据传输、存储过程中的数据进行加密，使用国家认可的加密算法对数据进行加密，保证数据的机密性、完整性。三是建立身份认证和权限管理机制，对平台用户实行严格的认证，按照最小权限的原则来分配数据访问权限，只允许授权人员接触敏感数据。第四步就是部署数据备份与灾难恢复系统，对重要计量数据实行实时备份、异地容灾，避免数据丢失。

在管理制度层面，应建立完善的数据安全管理规范。确定数据采集、传输、存储、使用、销毁全过程的安全标准，落实数据安全责任。建立数据安全审计制度，定时对平台安全状况展开评价和审计。对有关数据安全的操作实施日志记载，保证安全事件有迹可循、可查证。另外还要定期组织数据安全培训、应急演练等活动来增强全员数据安全意识以及应急处置能力。

3.2 建立平台可靠性保障机制

对系统可靠性风险进行系统性设计、运维以及应急等各方面的保证。

设计时应该使用高可用架构设计，关键设备及系统组件要采取冗余措施，防止出现单点故障。智能计量仪表应具有自诊断、故障报警功能，在出现故障的时候可以及时发出告警。通信链路要设置主备切换功能，当主链路出现故障的时候，就会自动切换到备用链路。

运维环节要创建常态化的系统巡检和保养制度。对智能计量仪表定时开展现场巡检工作，查看设备运行状况、通信联系状况及数据采集水准。对服务器、网络设备进行性能监控，发现并处理异常。建立设备全生命周期管理档案，对设备的安装、校准、维修、更换等信息进行记录，从而达到设备可追溯的目的。

在应急环节应制定系统故障应急预案，对故障进行分级，应急响应程序以及责任划分作出规定。系统出现故障的时候可以立即启动应急程序，转到备用系统或者人工模式来保证结算业务的连续性。故障处理完毕之后要开展复盘剖析，找出根本原因并制订预防办法，从而避免类似故障再次出现。

3.3 强化计量全链条精度控制

针对计量准确性风险，应建立计量设备选型、安装、运行、校准、维护全链条的精度控制体系，把精度管理由被动的事后校验转变为主动的全过程控制，保证每一个环节的计量准确度都在可控范围内。

设备选型时应选择具有法定计量器具型式批准证书、经过型式评价合格的智能计量仪表，保证设备的计量性能符合国家计量检定规程的要求。选择时还要考虑能源介质特性、工况条件（温度、压力、流量范围等）、现场环境因素等来满足使用条件。应选择具有自诊断功能、远程通信能力、历史数据存储功能的智能仪表，为之后的远程监控、数据分析打下基础。设备选型要组织计量、工艺、设备等多专业联合评审，防止由于单个专业角度造成的选型偏差。应建立合格供应商评价和准入制度，对供应商的设备质量、售后服务及产品生命周期等各方面进行综合评定，从源头

上保证设备质量的统一。

设备安装时应严格按照安装规范及制造商技术要求执行，保证安装条件符合设备运行要求，防止因安装不到位造成计量误差。安装前对安装位置进行现场勘查及条件确认，检查管道走向、直管段长度、振动情况、环境温湿度等是否满足设备安装要求。对于流量计等对前后直管段有严格要求的计量设备，必须保证上游和下游直管段长度符合设计要求，防止由于流态畸变造成测量误差。安装完毕后要逐台进行调试和校准，保证设备运行参数及初始计量性能满足设计要求，保存初始安装数据做为以后运行对比的参照。安装调试记录要全部存档，形成设备的初始档案。

运行管理环节要创建计量设备周期性检定、校准制度，把计量设备当作全生命周期管理的一部分。按照计量法规的要求，定期把计量设备送到法定计量检定机构进行检定，保证设备在有效期内使用。对超期未检定或者检定不合格的设备要及时停止使用并更换。对贸易结算用的计量器具进行缩短检定周期或者增加期间核查频次的检定。期间核查可以使用标准表比对、在线比对等方式，在两次法定检定之间对设备进行定期检验，及时发现计量性能的异常变化。另外还要对计量数据进行实时监控，用数据比对、趋势分析来发现异常数据并找出原因。建立同一批次、同工况下多台设备数据横向对比制度，当一台设备的计量数据与其他同类设备存在较大差异的时候，就会发出报警，要求管理人员进行核查。应该建立计量设备运行档案，对每一台设备的安装日期、检定日期、检定结果、维修记录和更换情况等做出详细的记录，以此达到对设备全生命周期追溯的目的。

3.4 推进业技融合与合规管理协同

就合规性风险而言，要促使技术实现同业务合规深度融合，把合规需求融入平台的设计、运行等各个部分之中。

平台设计阶段把计量法规、行业标准、贸易合同的合规要求转化成平台的技术规范、业务规则，保证平台功能设计、流程逻辑符合合规要求。建立合规性审查机制，对平台算法、逻辑、数据处理过程等进行合规审查，保证其透明、可解释。

运行管理阶段要建立起业务和技术的协同机制。业务人员应当参加平台日常运行管理，对平台计量数据、结算结果定期复核。创建异常数据人工复核程序，系统判断数据异常的时候，要由业务人员和技术人员共同来确认处理方案。同时要保证电子计量数据的法律效力，用电子签名、时间戳、区块链等技术手段对数据进行存证，使电子数据可以成为法律证据使用。

在持续改进上要创建合规性定期评价体系，依照法规政策更新和业务需求变动情况，及时对平台功能及流程展开调整改良，保证平台一直处在合规运行状况之中。

4 结语

经过研究得知，在自动化计量平台之下，能源贸易结算风险的防控要由原来的制度限制变成“技术、管理、合规”三者相结合的综合防控模式。从技术上来说，用数据加密、冗余设计、精度控制等方式保证平台安全可靠运行；从管理上来说，建立制度、流程、人员培训的常态化的风险管控机制；从合规上来说，把法规标准、合同要求融入平台的设计和运行的各个环节中。通过三者共同作用来创建起包含数据采集、传输、处理、存储、应用整个生命周期的风险防控体系，从而达到结算风险的可控、可管、可追溯的目的。

参考文献：

[1] 黄徐岳.研究换电模式下动力电池电能计量技术助力新能源汽车产业电能贸易结算[J].中国计量,2024(9):36-37.

[2] 詹娇,张伟,杨雪梅,等.压缩天然气在贸易结算中以质量为计量结算单位的探讨[J].计量与测试技术,2024,51(4):101-102.

[3] 刘蕾,程小乖,穆心彤,等.建筑碳排放计量中能源碳排放因子取值研究[J].建筑科学,2025(6):110-117.

[4] 陈楠.碳计量在能源和工业领域的应用和发展[J].中国科技期刊数据库工业 A,2024(003):000.

[5] 李歌,张柏林,杨莹,等.碳计量在能源和工业领域中的应用研究——以 H 钢铁公司为例[J].质量与市场,2025(7):125-127.