

# 计量员工作中的风险与应对策略

孙文

江苏东南工程咨询有限公司, 江苏省南京市, 210000;

**摘要:** 计量员作为企业质量控制、生产运营和科研创新的核心岗位, 其工作涉及精密仪器操作、数据采集与处理等环节, 潜在风险直接影响产品质量、生产安全及合规性。本文从设备故障、环境干扰、人为操作、数据异常四大维度系统分析计量员工作中的风险类型, 结合行业案例提出技术防控、流程优化、人员培训、应急预案等应对策略, 并探讨智能化技术对风险防控的赋能作用, 为企业构建科学、高效的计量风险管理体系提供理论支持。

**关键词:** 计量员; 风险识别; 应对策略; 智能化防控

**DOI:** 10.69979/3029-2700.26.03.101

## 引言

计量工作是企业生产运营的“基准线”, 其准确性直接影响产品质量、成本控制及合规性。计量员作为计量活动的直接执行者, 需操作高精度仪器(如三坐标测量机、电子天平、扭矩标准装置等), 处理复杂数据并确保测量结果符合国家标准。然而, 设备老化、环境干扰、操作失误等因素可能导致计量偏差, 进而引发产品质量事故、生产中断甚至法律纠纷。例如, 某第三方检测机构因电子天平超出检定周期仍使用, 导致30批次药品检验数据失效, 直接经济损失超200万元; 某机械制造企业因计量数据未及时录入MES系统, 导致整批齿轮箱尺寸超差报废, 损失达数百万元。因此, 系统识别计量员工作中的风险并制定针对性应对策略, 已成为企业提升质量管理水平、保障生产安全的关键课题。

## 1 计量员工作中的风险类型与成因分析

### 1.1 设备故障风险

(1) 风险表现: 计量设备因老化、校准偏差或技术缺陷导致测量误差, 直接影响数据准确性。例如, 某制药厂pH计失效引发药品酸碱度超标, 导致整批次产品召回; 某汽车零部件厂商因坐标测量机误差导致齿轮箱轴孔尺寸偏差, 客户索赔超千万元。

#### (2) 成因分析

设备老化: 长期使用导致传感器灵敏度下降、机械部件磨损(如千分尺砧座磨损)。

校准偏差: 未按照国标(如JJG 1030规范)进行周期校准, 或校准环境不符合要求(温度波动 $> \pm 1^{\circ}\text{C/h}$ )。

技术缺陷: 设备本身存在设计漏洞(如早期电子天

平抗干扰能力弱)。

### 1.2 环境干扰风险

(1) 风险表现: 温湿度、振动、电磁干扰等外部因素影响仪器精度。例如, 某半导体企业光刻机校准因空调故障导致环境温度波动超标, 引发设备漂移; 某实验室因附近焊接作业产生电磁波, 导致电子天平读数不稳定。

#### (2) 成因分析

温湿度失控: 湿度敏感物料称量时相对湿度未控制在40%~60%(《中国药典》要求)。

振动干扰: 测量设备与振动源(如冲压机)距离过近, 导致示值漂移。

电磁污染: 高压设备、无线通信设备产生的电磁场干扰精密仪器。

### 1.3 人为操作风险

(1) 风险表现: 操作失误、培训不足或责任意识薄弱导致计量偏差。例如, 某化工厂流量计校准未采用国标规范, 仅凭经验调整参数, 导致计量偏差未被识别; 某食品药品检验所因仪器预热时间不足(未达45分钟), 引发隐性风险。

#### (2) 成因分析

操作不规范: 未执行双人复核制度、未记录环境参数(如温度、湿度)。

培训缺失: 新员工未掌握设备操作要领(如三坐标测量机轴运动校准步骤)。

责任意识淡薄: 为赶进度简化流程(如跳过“零位对比”测试)。

## 1.4 数据异常风险

(1) 风险表现：测量数据超出公差范围或出现逻辑矛盾（如多次测量结果离散度超限）。例如，某轴承生产企业坐标测量机数据波动大，经排查发现温度补偿算法未根据环境温度（ $>2^{\circ}\text{C}$ 波动）自动修正。

### (2) 成因分析

设备故障：传感器信号传输中断、读数不稳。

工件状态异常：表面氧化、变形导致测量基准偏移。

算法缺陷：未考虑环境因素对测量结果的影响（如温度补偿未启用）。

## 2 计量员工作风险的应对策略

### 2.1 技术防控：强化设备管理与环境控制

#### 2.1.1 设备全生命周期管理

设备全生命周期管理是保障计量精准的核心，包括预防性维护、智能校准与备件管理。预防性维护通过设备健康管理降低故障，需建立健康档案，记录维护时间、内容、更换件及精度变化。通过定期分析这些数据，可提前发现设备性能衰退趋势，制定针对性的维护计划，确保设备始终处于最佳运行状态。智能校准是借助现代信息技术提升校准效率与准确性的关键手段。引入物联网传感器，实时采集环境参数，如温湿度、振动等，为校准过程提供精确的环境数据支持。同时，部署AI诊断系统，对设备运行数据进行深度分析，能够及时发现设备漂移等潜在问题，并发出预警信号，以便技术人员及时采取措施，避免计量误差的产生。备件管理是确保设备故障快速修复的重要保障。需储备关键零部件，如传感器、校准块等，并建立科学的库存管理体系，确保备件数量充足、质量可靠。同时，制定详细的备件更换流程与应急预案，确保在设备故障发生后，能够在规定时间内（如4小时内）完成备件更换与设备修复，恢复计量工作的正常进行。

#### 2.1.2 环境动态监控

环境动态监控是保障计量工作稳定性的重要基础，需从恒温实验室建设、隔离措施实施与实时监测系统部署三方面入手。恒温实验室是提供稳定计量环境的关键设施。需根据《ISO/IEC 17025》等相关标准要求，严格控制实验室的温湿度条件，确保温度波动在 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 以内，相对湿度波动在 $\pm 5\% \text{RH}$ 以内。通过采用先进的空调系统与温湿度控制设备，实现实验室环境的精准调控。隔

离措施旨在减少外部因素对计量设备的干扰。需将精密仪器与振动源、电磁干扰源等保持足够距离（如3米以上），或安装减震台、屏蔽罩等隔离装置，有效阻断振动与电磁干扰的传播路径，保障计量设备的正常运行。实时监测系统是及时发现环境异常的重要手段。需部署温湿度传感器、振动监测仪等监测设备，实时采集环境数据，并通过数据同步技术将数据传输至LIMS系统。当环境参数超标时，系统自动触发报警机制，提醒技术人员及时采取措施，调整环境条件，确保计量工作的准确性。

### 2.2 流程优化：规范操作与数据管理

#### 2.2.1 标准化作业流程（SOP）

标准化作业流程是保障计量工作规范性与一致性的重要基础。需制定详细的校准流程与数据录入流程，明确各环节的操作要求与质量标准。校准流程需涵盖计量标准器有效期确认、被测设备预处理、多点测量与环境参数记录、校准曲线报告生成等环节。确保校准过程科学、规范，校准结果准确可靠。数据录入流程需实现LIMS系统与生产设备的无缝对接，通过API直连技术实现数据自动同步至质量数据库。提高数据录入效率与准确性，减少人为错误的发生。

#### 2.2.2 双人复核与分级预警

双人复核与分级预警是保障计量工作质量的重要机制。需建立三级核查体系，包括操作员自查、班组长复核与部门抽检，确保关键参数准确无误。同时，编制《计量作业异常处理手册》，明确风险分级标准与处理流程。对I级风险（如设备停机）需立即启动复核程序，对II级风险（如数据波动）需在规定时间内处理完毕。并采用“红黄蓝”标签标识超差设备，便于技术人员快速识别与处理。

### 2.3 人员培训：提升技能与责任意识

#### 2.3.1 分层培训体系

分层培训体系是提升计量人员技能水平的重要途径。需针对新员工、在职员工与班组长等不同层级人员，制定差异化的培训计划。新员工培训需涵盖设备操作、安全规范与应急预案等内容；技能提升培训需定期组织计量比对、盲样测试等活动；管理培训需针对班组长开展风险管理、团队协作等培训课程。

#### 2.3.2 绩效考核与激励

绩效考核与激励是激发计量人员工作积极性的重要手段。需将操作准确率、数据复核通过率等关键指标纳入绩效考核体系,定期对计量人员的工作表现进行评估与反馈。同时,建立奖惩机制,对发现重大风险隐患的员工给予奖励,对违规操作导致事故的人员进行追责处理。

## 2.4 应急预案: 构建快速响应机制

### 2.4.1 预案编制与演练

预案编制与演练是提升计量工作应急处理能力的重要保障。需编制涵盖设备故障、数据异常、环境突变、人为失误等场景的应急预案,明确响应流程与职责分工。并定期组织应急演练活动,检验预案的可行性与有效性,提高计量人员的应急处理能力。

### 2.4.2 应急资源储备

应急资源储备是确保应急处理工作顺利开展的重要基础。需储备备用设备、应急工具包与标准器库等硬件资源,编制《设备故障快速手册》等技术资源,并明确“应急小组”成员与职责分工。确保在应急情况下能够迅速调动资源,有效应对各类风险挑战。

## 3 智能化技术对计量风险防控的赋能

### 3.1 数字孪生: 虚拟仿真与预测性维护

通过数字孪生技术构建计量设备模型,可模拟环境因素对测量的影响,提前识别温度波动等风险。数字孪生通过监测分析设备数据,可预测部件磨损与故障,优化维护周期,实现从被动维修到主动预防,提升设备可靠性。

### 3.2 边缘计算: 实时数据处理与决策

部署边缘计算节点可实现数据就近采集、快速分析和即时预警。在数据源头进行初步处理可减少传输延迟,确保极短时间内识别异常数据,如空调故障引发的扭矩偏差。实时分析结果可快速触发控制指令或预警信号,保障计量设备精准运行与生产流程连续性。

### 3.3 区块链: 数据不可篡改与溯源

利用区块链的分布式账本和加密算法记录计量数据、证书和日志。其不可篡改特性确保数据真实完整,任何修改均有迹可查。溯源功能可追踪数据全生命周期各环节,满足审计要求,保障计量工作的可信与合规。

## 4 结论

计量员工作中的风险具有隐蔽性、复杂性和连锁性,需通过技术防控、流程优化、人员培训、应急预案等多维度措施构建风险管理体系。未来,随着数字孪生、边缘计算、区块链等技术的普及,计量风险防控将向智能化、主动化方向演进,企业需持续优化风险识别模型和响应机制,将计量精度转化为核心竞争力。例如,某计量检测机构通过建立风险管理看板系统(关键指标包括预防性维护计划完成率 $\geq 95\%$ 、异常数据闭环周期 $\leq 4$ 小时),近三年客户投诉率下降62%,并获得CNAS实验室认可扩项资质,验证了科学风险管理的有效性。

### 参考文献

- [1] 普布玉珍. 公路桥梁工程计量与结算风险管理研究[J]. 运输经理世界, 2024, (05): 49-51.
- [2] 陈乐, 叶荣鑫, 陆贤骏, 等. 公路工程EPC模式下计量方式的研究与探索[J]. 新型工业化, 2022, 12(09): 120-123.
- [3] 黄劲松. 招标阶段桩基工程计量计价风险分析与规避[J]. 建筑经济, 2020, 41(S1): 282-285.
- [4] 陈玖龙, 张献, 龚建华. 大型水利水电工程公共项目审计风险防范措施[J]. 水利水电技术, 2017, 48(S2): 151-154.
- [5] 刘兵. 公路工程计量工作中常见的问题与对策[J]. 交通科技与管理, 2024, 5(17): 174-176.
- [6] 云霄. 工程计量及合同管理在公路工程中的应用[J]. 汽车周刊, 2024, (10): 181-183.