

浅谈职业病危害因素现场检测的质量控制对策

方立 冯斌

浙江杭康检测技术有限公司

DOI:10.32629/jsse.v4i2.19948

[摘要] 职业病危害因素现场检测数据的代表性直接决定职业卫生评价结论的可靠性。本文基于全过程管理闭环理念,构建“前馈预防—过程纠偏—事后追溯—长效监督”的质量控制体系。提出以逆向溯源思维优化采样方案,基于真实负载阻力条件实施仪器现场校准,通过工况实证与气象参数同步监测剥离环境干扰,引入盲样交接与异常数据关联矩阵分析阻断误差传递链条。结合信息化终端应用实现数据硬性拦截与实时溯源,为职业卫生技术服务机构提升现场检测抗干扰能力及合规性防御提供系统性技术路径。

[关键词] 职业病危害因素; 现场检测; 质量控制; 误差传递

中图分类号: O213.1 文献标识码: A

A Brief Discussion on Quality Control Measures for On-site Detection of Occupational Hazard Factors

Li Fang Bin Feng

Zhejiang Hangkang Testing Technology Co., Ltd.

[Abstract] The representativeness of on-site detection data for occupational hazard factors directly determines the reliability of occupational health assessment conclusions. Based on the closed-loop concept of whole-process management, this paper constructs a quality control system encompassing "feedforward prevention, process correction, post-event tracing, and long-term supervision." It proposes optimizing the sampling plan with reverse traceability thinking, implementing on-site instrument calibration based on actual load resistance conditions, stripping environmental interference through synchronous monitoring of operational conditions and meteorological parameters, and introducing blind sample handover and abnormal data correlation matrix analysis to block the error transmission chain. Combined with information terminal applications, it achieves hard data interception and real-time traceability, providing a systematic technical path for occupational health technical service institutions to enhance their on-site detection anti-interference capability and compliance defense.

[Key words] occupational hazard factors; on-site detection; quality control

职业卫生监管体系的持续完善,将工作场所职业病危害因素的精准识别与定量评估推向了技术管理的核心位置。作为连接企业生产现场与实验室分析结果的关键纽带,现场检测数据的真实性、代表性与准确性,直接决定了职业病危害因素评价报告的科学价值。工作场所内部环境常伴随高温、高湿、复杂气流以及多源化学物交叉散发等特征,这使得现场检测并非简单的仪器搬运与启停操作,而是一项高度依赖规范化流程的系统工程。任何微小环节的偏倚,均可能通过误差传递机制被实验室分析阶段放大,最终导致对劳动者接触水平的误判。

1 职业病危害因素现场检测及质量控制的重要性

1.1 保障劳动者职业健康与合法权益的基础前提

“底数清、情况明”是实现职业健康精准干预的先决条件。《中华人民共和国职业病防治法》明确赋予了劳动者对工作场所危害因素的知情权,这种知情权的具象化表现即为具有法律效力的检测数据。现场检测质量控制通过严密的程序设计,剔除了因操作随意性带来的虚假数据,确保了劳动者所接触危害因素水平的真实呈现。脱离了质控约束的检测行为往往掩盖了高毒物质的逸散真相,使得健康监护目标失去依托。只有依托高质量的现场数据,方能准确界定高风险接触人群,进而为劳动者的岗位调离、职业病诊断及工伤认定提供无可辩驳的基础证据。

1.2 确保职业病危害因素评价结论客观准确的根本保证

在建设项目职业病危害评价或定期现状评价中, 危害因素的识别与分级是核心输出。若现场采样环节发生点位偏移或时段缺失, 实验室即便采用最高精度的质谱联用技术, 所得出的浓度值也仅是无源之水。质量控制体系通过前馈控制与过程控制, 锁定了空间布点与时间采样的代表性, 使得最终的评价结论能够经得起时空维度的交叉验证。以通风除尘效果的评估为例, 缺乏质控的现场检测极易在气流组织发生紊乱的区域获取失真数据, 进而导致对工程防护设施控制效果的误判, 引发防护设施过度设计或资源错配。

1.3 规避职业卫生技术服务机构法律与执业风险的必然要求

随着行政监管处罚力度的加大及司法实践中对第三方技术机构连带责任的追究, 技术报告已直接暴露于法律审查的聚光灯下。现场检测质量控制实质上是机构内部的一种合规性防御机制。完整的质控记录构成了应对技术质疑的证据链。当面临行政复议或司法鉴定时, 能够自证现场技术活动严格遵循了国家职业卫生标准的强制性条款。

2 当前职业病危害因素现场检测中存在的常见问题

2.1 前期调查与方案设计脱离实际

前期现场调查流于形式是诱发后续数据失真的首要源头。部分技术人员仅依据企业提供的工艺流程图进行静态推演, 未能深入车间辨识动态生产节律。在间断性生产工序中, 错误地将非生产时段纳入采样时间段, 导致时间加权平均浓度计算时分母被不合理放大, 产生严重的负向偏倚。对于存在多种职业病危害因素交叉作业的岗位, 方案设计往往缺乏对协同作用的考量, 仅机械套用标准限值进行单一因子布点。更为隐蔽的缺陷在于, 方案编制时未进行逆向推演, 即未结合实验室分析方法的检出限倒推现场所需的最小采样体积, 导致低浓度作业场所的检测结果直接表现为“未检出”, 丧失了定量评价的意义。

2.2 忽视现场工况与气象条件对检测结果的干扰

生产设备的负荷率直接决定了污染源的散发强度, 但在实际操作中, 常出现因企业刻意降低产能以规避监管, 而采样人员未予以核查并强行采样的情况。气象参数的干扰在挥发性有机物检测中极为显著。若现场环境温度急剧升高, 固体吸附管的穿透容量将呈指数级下降。在标称的采样流量下, 实质上已发生目标化合物的过载穿透, 导致实测浓度远低于真实暴露水平。

2.3 样品流转与实验室交接过程存在疏漏

样品流转与交接是现场检测的“最后一公里”, 亦是极易发生非技术性失误的环节。对于需要低温避光保存的生物样品或某些易降解的化学毒物样品, 现场若仅使用普通保温箱而无温度实时监控记录, 或未放置足量冷媒, 交接时实验室又未对冷链完整性进行签认, 将直接导致目标物发生降解或聚合反应。固体吸附管在运输过程中的剧烈震荡可能导致前后段吸附剂发生微混合, 使得实验室在评估穿透比例时得出错误结论; 微生物采样后的平皿在高温季节流转时间过长引发的菌落过度增殖或凋亡, 均直接宣判了该批次现场工作的无效。

3 职业病危害因素现场检测的质量控制对策

3.1 检测前的预防性质量控制对策

3.1.1 扎实开展现场职业卫生调查与方案评审

现场调查需从静态资料收集转向动态工艺解析。技术人员必须追踪物料从投入到产出的完整生命周期, 识别所有的跑冒滴漏点及间歇性排放节点。方案评审应引入“交叉比对”机制, 由非项目组成员对布点图、采样对象名单与工艺逻辑进行冲突排查。针对特殊危害因素, 需在方案中明确介质选择依据, 例如涉及酸性雾的检测, 必须前置确认所用滤膜材质的耐腐蚀性, 防止采样过程中滤膜溶解破裂导致抽气旁路。通过严密的方案评审, 将现场可能遭遇的突发状况及备用路径形成书面预案, 从源头上消除技术盲区。

3.1.2 严格仪器设备的合规性检查与校准管理

现场仪器的校准必须摒弃“唯证书论”。大气采样器带至现场后, 必须在连接真实采样介质的负载条件下, 使用经计量检定合格的皂膜流量计或电子流量计进行流量修正。因为在空载状态下校准合格的流量计, 一旦接入高阻力滤膜, 其转子流量计锥管内的流体力学分布将发生改变, 产生显著的向下漂移。同样, 直读式粉尘仪必须使用标准粒子发生器进行现场零点与跨度的漂移标定; 声级计的现场校准则需使用活塞发声源, 确保传声器的声压级响应处于容差带内。所有校准动作必须留存原始记录并由操作人与复核人双签。

3.1.3 强化采样人员的专业资质与岗前培训

培训体系的构建应跳出标准条款背诵的窠臼, 转向“工艺病理学”的深度剖析。以化工行业为例, 需训练人员掌握物料投料反应期与放料期散发速率的时序差异, 使其具备通过观察反应釜视镜气泡翻腾程度、冷凝水回流状态来间接判断散发强度的能力。这种基于工艺理解的现场判断力, 能够使技术人员在面对企业刻意调整生产计划时, 敏锐捕捉到诸如“反应釜虽在运行但无放空尾气排出”等违背物质守恒定律的虚假工况, 从而果断中止违规采样并启动异常上报程序。

3.2 检测中的过程性质量控制对策

3.2.1 科学规范落实定点采样与个体采样

定点采样与个体采样具有截然不同的空间与时间代表性, 需严格界定其适用边界。定点采样旨在评估工作区域污染物的空间分布特征及短时间接触浓度, 必须严格对照标准要求的采样时长执行, 杜绝将15分钟采样随意缩减为5分钟以图省事。个体采样用于评估TWA, 核心难点在于防范“伪个体采样”。必须确保采样泵真实佩戴于劳动者的呼吸带, 且需通过现场巡视纠正劳动者因嫌重将泵挂于腰间、放置于操作台或将导气管缠绕压迫的行为, 否则所获取的数据将完全丧失对劳动者真实肺部沉积剂量的表征意义。

3.2.2 严格把控现场生产工况与气象参数监测

工况核实现场质控的“硬骨头”。核查人员必须现场值守, 通过调取主控DCS系统历史曲线面板、记录关键设备电表瞬时负荷数据或核对当日原料消耗领料单, 实证生产设备处于满负荷

或正常稳定运行状态,并将取证材料附于原始记录中。气象参数的监测需与有害物质采样保持时间轴的绝对同步,当发现现场风速大于3m/s或温湿度越限时,应立即评估其对采样气流方向的扰动程度及对吸附剂穿透容量的削弱效应,必要时果断终止采样,严禁在违背标准适用条件的前提下强行获取无效数据。

3.2.3合理设置现场空白样品与平行样品

现场空白与平行样构成了拦截系统误差与随机误差的双重屏障。现场空白样品的设置频率不得低于每批次10%或每工作日1个,其必须经历从开封、带至现场、与实际样品同步放置到封存运输的全过程,以此确证样品在流转环节未受到环境本底污染或溶剂解吸本底的干扰。平行样的设置则用于评判现场操作的精密度,需在相同时间、相同点位使用两套独立仪器采集。当平行样相对偏差超过标准规定阈值时,表明现场气流扰动或操作手法存在显著变异,必须立即启动复测程序,绝不允许通过数据平滑处理掩盖离散性。

3.3检测后的补救与追溯性质量控制对策

3.3.1规范样品的冷链流转、保存与无缝交接

脱离现场前,必须对冷链箱的温度记录仪进行读数留存或拍照固化。交接环节需执行严格的“盲样传递”机制,实验室接收人员仅凭样品唯一性条码核对流转单上的介质类型、保存条件与数量,剥离交接环节对实验室分析人员的主观暗示。一旦发现冷媒完全融化、保温箱破损或固体吸附管断裂,接收方必须行使质量否决权直接拒收。对于确需长期保存的样品,应建立库存环境监控台账,确保避光与恒温条件的持续有效,彻底切断样品降解对分析结果的逆向干扰。

3.3.2建立现场异常数据的即时复核与复测机制

异常数据的处理需打破“检测与分析割裂”的部门壁垒。当实验室反馈某点位浓度值出现极低或极高的离群表现时,现场项目负责人需调取当日的工况照片、气象记录与仪器校准单构建关联矩阵进行溯源分析。若排查出因采样管路漏气、流量计浮子卡滞或吸附管装填异常导致的纯技术失误,必须按重大质量事故处理,启动针对性复测计划并将原异常数据予以作废声明;若确系现场偶发工艺事故导致的高浓度暴露,则需在评价报告中专项风险陈述与工程控制建议,确保数据的最终处置具有严谨的逻辑闭环。

3.4完善质量管理体系与长效监督机制

3.4.1落实“全过程三级审核”与现场监督员制度

技术报告的校核、审核、签发三级递进式审查不能仅停留在文字表述层面,必须向原始记录的底层逻辑延伸。审核人员需具备敏锐的数据识别能力,例如发现某高粉尘作业场所的短时间浓度极低,但同岗位的个体采样TWA却极高,这种违背常

理的数据倒挂往往暗示着个体采样期间发生了异常暴露或现场操作违规。机构层面应设立独立的现场质控监督员,采取“四不两直”的方式对正在实施的采样作业进行突击旁站,重点核查人员操作姿势、仪器读数规范及工况记录的同步性,将监督触角实质性前移至检测第一线。

3.4.2引入信息化手段实现现场检测数据的实时溯源

传统纸质记录易遭涂改且缺乏时空约束,是质控体系的薄弱环节。应引入基于移动互联网与北斗/GPS定位的现场检测智能终端系统。将采样方案预置于终端,人员到达指定点位需通过打卡获取地理坐标与时间戳方可开启采样任务;仪器校准数据通过蓝牙实时回传云端,系统内置逻辑锁,一旦校准误差超限或未执行校准即无法进入采样界面;个体采样泵的流速波动曲线实现秒级记录,自动判定有效采样时间。这种基于数字孪生理念的信息化改造,不仅彻底剥夺了人为篡改数据的操作空间,更通过算法实现了对现场质控规则的硬性拦截与全天候溯源。

4 结语

职业病危害因素现场检测的质量控制并非单纯的技术参数校对,而是一个横跨法理逻辑、流体力学、化学分析及项目管理的多维系统工程。从前期方案设计的逆向推演,到现场操作中对微观气流与工况负荷的精准捕捉,再到事后异常数据的关联溯源,任何一个节点的失控均会引发整体评价体系的坍塌。面对日益复杂的工业生产场景与趋严的法治环境,职业卫生技术服务机构必须彻底摒弃形式主义的质控做法,将标准化动作内化为技术人员的操作本能,将监督机制嵌入检测作业的全时空维度。

[参考文献]

- [1]王飞.职业病危害因素现场快速检测技术的应用瓶颈与精准度提升路径研究[J].实验室检测,2025,3(16):130-132.
- [2]邬永利,高艳.煤制甲醇化工项目职业病危害因素识别检测及防控讨论[J].内蒙古石油化工,2024,50(11):37-40.
- [3]孟媛,张宁宁,石瀚文,等.陕西省某精铸制造有限公司职业病危害因素检测分析[J].职业与健康,2025,41(3):315-318.
- [4]黄元,袁红梅,徐燕,等.某金属矿山劳务承揽单位职业病危害因素检测与评估[J].现代矿业,2025,41(12):203-206.
- [5]郭强之,周韶津,殷筱薇,等.成品油库职业病危害因素检测与分析[J].工业安全与环保,2024,50(11):74-77.

作者简介:

方立(1990—),男,汉族,浙江杭州人,本科,中级职称,研究方向:职业卫生检测、生态环境等。

冯斌(1981—),男,汉族,甘肃白银人,本科,中级职称,研究方向:职业卫生检测、生态环境等。