

呼和浩特市废气典型行业自动监测数据分析研究

张有福

呼和浩特市生态环境监控中心，内蒙古 呼和浩特 010010

DOI:10.61369/EAE.2026030015

摘 要： 呼和浩特市废气自动监测数据受行业类别、工况节奏和季节条件共同影响，同一套判读规则难以准确解释不同行业的排放波动。文章围绕呼和浩特市废气典型行业自动监测数据分析展开研究，先结合本地大气污染特征和涉气重点行业构成界定分析对象，再从燃烧热源类、工业炉窑类和挥发性有机物排放类三类典型行业切入，讨论自动监测数据的主要变化特征、异常判读要点和监管应用路径。研究认为，行业分型、工况联动和复核闭环是提高自动监测数据解释力和使用效率的关键。

关 键 词： 呼和浩特市；废气自动监测；典型行业；数据分析；异常判读

Analysis and Research on Automatic Monitoring Data of Exhaust Gas from Typical Industries in Hohhot

Zhang Youfu

Hohhot Ecological Environment Monitoring Center, Hohhot, Inner Mongolia 010010

Abstract： The automatic monitoring data of exhaust gas in Hohhot is influenced by a combination of industry types, operational conditions, and seasonal factors, making it difficult to accurately interpret emission fluctuations across different industries using a single set of interpretation rules. This paper focuses on the analysis of automatic monitoring data from typical exhaust gas-emitting industries in Hohhot. It first defines the analysis subjects by considering local atmospheric pollution characteristics and the composition of key gas-related industries. Subsequently, it delves into three typical industry categories: combustion heat sources, industrial furnaces, and volatile organic compound emissions, discussing the main characteristics of variations in automatic monitoring data, key points for abnormal data interpretation, and regulatory application pathways. The study suggests that industry classification, operational condition linkage, and closed-loop verification are crucial for enhancing the interpretability and efficiency of automatic monitoring data.

Keywords： Hohhot; automatic exhaust gas monitoring; typical industries; data analysis; abnormal data interpretation

引言

呼和浩特市废气治理对象既包括燃烧排放类行业，也包括工业炉窑和涉 VOCs 工艺行业，不同行业在污染因子构成、运行节拍和治污设施配置上差异明显。自动监测数据如果脱离行业背景统一解释，就容易把正常工况波动与异常排放混为一谈，也容易让真正高风险时段被平均值掩盖。尤其在季节负荷变化大、气象条件波动明显的北方城市，数据分析必须同时考虑行业属性、时段变化和本地污染背景，才能让自动监测结果真正服务监管判断。

一、呼和浩特市废气自动监测数据分析的背景与对象界定

（一）本地污染特征决定废气自动监测更重视时段和来源差异

呼和浩特市大气污染防治面对的不只是浓度高低问题，更是污染来源和时段差异问题。公开研究显示，呼和浩特2020年夏季TVOCs平均体积分数为 $(24.60 \pm 17.84) \times 10^{-9}$ ，初始VOCs来

源中工业源占23.8%，燃烧源占9.2%，二次转化源占38.4%，表明局地排放与二次生成共同塑造了污染过程。这意味着自动监测数据分析不能只盯瞬时高值，还要关注哪些行业在什么时段、什么气象条件和什么工况下更容易触发波动。若缺少这种时段化和来源化视角，平台曲线再完整，也难以转化为真正有指向性的行业判断^[1]。呼和浩特典型行业分析时，还应把采暖期与非采暖期分开识别，避免燃烧负荷切换带来的短时抬升被误判为同质化排放异常。季节分层后，区域比较才更接近真实排放状态。

（二）典型行业分析应围绕燃烧热源、工业炉窑和涉 VOCs 工艺展开

在缺少具体企业逐一公开数据的条件下，呼和浩特市废气典型行业分析更适合按排放机制分类，而不是机械罗列行业名称。燃烧热源类排放通常更关注 SO₂、NO_x、烟气流量和含氧量联动；工业炉窑类更强调颗粒物、温度和负荷转换响应；涉 VOCs 工艺则更关注非甲烷总烃、工况切换和无组织逸散风险。这样的分类方式既贴合自动监测判读逻辑，也能避免把不同类型行业放在同一阈值框架中比较。行业分析的第一步因此不是看谁数值最高，而是先确认每一类行业的排放机理、治污路径和监测因子是否具有可比性。行业波动解释不能脱离原料投加、燃烧组织和末端治理联动状态，只有把过程参数同步接入，废气曲线才具备可比较语境。否则行业画像会被短时扰动持续拉偏。

（三）自动监测数据适用边界需要与现场复核条件同步界定

自动监测数据能够连续展示排放变化，但并不天然等于最终责任结论。采样位置设置、仪器维护状态、停开机工况和气象扰动都可能影响曲线表现，尤其在涉 VOCs 和复杂炉窑行业，数据解释更依赖现场条件。环境在线监测质量控制研究已指出，数据一旦脱离采集条件和设备状态单独使用，很多曲线异常都可能被误解为排放异常。在呼和浩特市典型行业自动监测分析中，必须同步界定哪些情形可以直接采用在线数据判断趋势，哪些情形必须结合视频、台账或现场复测做交叉核验，避免把自动监测当成脱离工况的孤立证据^[2]。对区域自动监测数据的使用，应先统一企业侧补传、站点侧剔除和平台侧入库规则，防止横向对比时出现口径偏差放大现象。口径先统一，后续横向比较才更稳妥。

二、典型行业自动监测数据的主要表现

（一）燃烧热源类行业更易出现负荷切换与含氧量联动波动

燃烧热源类行业自动监测数据最鲜明的特点，是污染物浓度与负荷变化、含氧量调整和启停炉节奏高度联动。很多波动并不意味着治理设施失效，而是来源于燃料品质变化、低负荷运行或烟气稀释状态调整。数据分析时若只观察 SO₂或 NO_x 单一曲线，容易把正常工况调整误判为异常排放；只有同时看烟气流量、含氧量和负荷变化，才能辨别是排放真实升高还是稀释比例变化。燃烧类行业的自动监测判读重点，因此在于识别“污染物—流量—氧量”是否同向变化，而不是机械比较某一个时点的高低。采集端除了核对量程和时钟，还要追踪采样伴热、管线冷凝和探头积灰情况，这些细节往往决定冬季数据是否连续可靠。这些细节往往决定冬季数据是否连续。

（二）工业炉窑类行业排放曲线更容易受工艺节拍和温度扰动影响

工业炉窑类行业的自动监测数据通常表现为阶段性波动强、升降幅快、与工艺节拍同步性明显。加料、升温、保温和出窑等不同环节对烟气成分的影响并不一致，若治污设施响应速度或维护状态跟不上，局部高值就容易集中出现在工序转换期。这类行业的分析要点不在于日均值是否平稳，而在于关键工况切换窗口

内的变化是否超出设备和工艺允许边界。数据曲线一旦脱离工艺时间轴解释，就很难区分“工艺驱动的正常波动”和“治污响应不足引起的异常抬升”，行业分析也就失去针对性。传输链路治理要保留分钟级原始值、小时值生成规则和补传标识，使后续行业画像建立在可回溯的过程数据而非静态报表上。过程可回溯后，行业分析才更有说服力。

（三）涉 VOCs 行业更需要同时关注有组织和无组织排放特征

涉 VOCs 工艺行业自律监测的难点，在于有组织排放与无组织逸散往往交叉存在。固定排口浓度变化可以被连续记录，但储罐、阀组、装卸和短时开盖等环节引起的无组织排放，却可能通过周边环境浓度和短时峰值间接体现出来。挥发性有机物在线监测与溯源研究指出，VOCs 数据判读必须把排口监测、工况状态和现场巡查结合起来，否则容易把源项混叠问题误当成单一排口波动。呼和浩特市涉 VOCs 行业自动监测分析应特别重视有组织监测数据与无组织排查结果之间的对应关系，不能只凭一条排口曲线做完整判断^[3]。典型行业建模时，可围绕燃烧工况、工艺节拍和治理设施切换建立标签库，减少不同企业之间因工况差异造成的误判。标签充足时，企业差异才不至于被误读。

三、呼和浩特市废气自动监测数据的异常判读方法

（一）按日变化和工况切换窗口判读可减少平均值误判

自动监测数据异常判读若过度依赖日均值或周均值，许多具有管理意义的短时异常容易被平均效应掩盖，导致问题发现滞后。更有效的方式，是把数据放到启停机、换料、负荷爬升、夜间低负荷、极端天气等关键窗口中观察，分析污染物浓度、流量和工况参数的同步变化。对于呼和浩特这类季节负荷波动明显的城市，冬夏差异、昼夜差异以及供热期前后边界，都会改变排放曲线结构。按窗口判读的优势在于，能够把同一天内性质不同的波动拆开解释，区分哪些高值符合工况变化，哪些高值需要进一步核查。对显性异常筛查，应重点关注连续平值、瞬时断崖、夜间集中跳点等信号，这些现象往往容易掩盖设备故障、采样异常或数据失真。先抓住这几类问题，再组织现场核查，监管效率会更高。

（二）按关联因子交叉比对可识别单点正常但整体失配的异常

很多监测异常并不是浓度特别高，而是与关联因子之间出现逻辑失配。例如流量明显下降但浓度同步下降不明显，或治污设施启停信号显示正常而排放曲线长期过于平直，这些都可能意味着采样、传输或设备状态存在问题。工业聚集区 VOCs 在线监测研究和智能追踪研究都提示，复杂场景下的异常识别更依赖多变量关联，而不是单因子阈值。在呼和浩特市典型行业数据分析中，应把浓度、流量、温度、含氧量、运行信号和气象信息一并纳入比对，使“单点看似正常、整体逻辑失配”的异常能被及时识别^[4]。隐性异常识别时，应把污染物浓度与负荷、电耗和风机频率率判，若变化方向长期背离，往往说明监测值缺乏工艺支

撑。这种联判更能识别貌似正常的失真记录。

（三）按行业差异设置复核路径才能提高异常结论可信度

自动监测异常一旦被识别出来，下一步并不是统一进现场，而应按行业特征设置差异化复核路径。燃烧类行业更适合优先核查负荷和含氧量记录，炉窑类行业应优先复核工艺切换和治污设备运行台账，涉 VOCs 行业则更需要结合走航排查、无组织巡检和短时复测。复核路径设置得越贴近行业实际，异常处置越不容易走弯路。数据分析的目的不是扩大异常数量，而是让真正需要干预的异常尽快被找到并被解释清楚。算法预警更适合服务于行业分层核查，可先把高风险企业聚类，再结合人工复核确定是运行波动、治理衰减还是数据失真。先分层再复核，更利于安排有限监管力量。

四、典型行业自动监测数据的监管应用路径

（一）建立分行业判读规则有助于提升自动监测使用精度

监管平台如果对所有行业采用同一套告警阈值、同一套波动解释和同一套处置流程，往往会在高波动行业中形成大量误报，在低波动行业中又遗漏慢性异常。更有效的做法，是按燃烧类、炉窑类和涉 VOCs 类分别建立基础判读规则、异常优先级和现场复核触发条件。这样既能降低无效告警，也能把监管力量集中到更具风险意义的时间窗和企业类型上。自动监测使用精度的提升，关键并不在于界面更复杂，而在于规则能否真正贴合行业差异。治理台账中应单独设置行业特征字段，记录异常是出现在烧结、加热、喷涂还是储运环节，便于后续形成针对性的整改模板。字段细化后，整改建议才能真正对症。

（二）把自动监测、现场复核与企业整改串成闭环才能形成治理效能

自动监测数据一旦只停留在预警层面，很多问题就会陷入

“看见了但没形成动作”的状态。更有价值的路径，是把异常识别结果直接推送到现场复核、企业自查和整改复测环节，并把整改结果再回写平台，检验曲线是否恢复到合理区间。只有当异常、核查、整改和复测形成连续链条时，自动监测数据才会真正转化为减排和达标管理能力，而不是停留在展示和留痕层面。分析成果回写到监管端后，还要比对重点行业异常重复率和现场核查符合率，只有两项指标同步改善，数据分析才算落地。只有这样，区域分析才不会停留在报表层^[5]。

（三）把数据分析结果反向作用于行业减排重点设置

行业自律监测数据分析的终点，不应只是解释某一天为什么波动，更应为后续治理重点和监管资源配置提供依据。若某类行业反复在同一工况窗口出现异常，就应将该窗口纳入重点核查清单；若某类污染因子在季节边界持续抬升，就应提前部署专项巡查或工艺优化。通过这种反向作用，自动监测数据分析才会从“解释历史”走向“指导未来”，也更符合数智化环境治理对精细化和前瞻性的要求。分级授权下的模型迭代要保留行业参数更新日志，特别是采暖季规则调整后的前后差异，避免历史结论与现行口径无法衔接。更新留痕后，季节性规则切换才更平滑。

五、结语

呼和浩特市废气典型行业自动监测数据分析的关键，在于把本地污染背景、行业排放机理和自动监测曲线特征结合起来看。燃烧热源类、工业炉窑类和涉 VOCs 类行业的波动逻辑并不相同，相应的判读规则和复核路径也不能混同。只有坚持分行业分析、分场景判读和闭环回溯整改，自动监测数据才能真正提升区域废气治理的针对性和监管有效性。

参考文献

[1] 刘纯,周兴军,郝峰,等.呼和浩特夏季大气挥发性有机物来源及其对臭氧生成潜势的贡献[J].中国环境监测,2025,(5).DOI:10.19316/j.issn.1002-6002.2025.05.11.
[2] 张飞杰.环境在线监测数据质量控制方法及其有效性[J].低碳世界,2026,16(1):28-30.DOI:10.16844/j.cnki.cn10-1007/tk.2026.01.011.
[3] 申凌霄.挥发性有机物在线监测与溯源技术研究[J].皮革制作与环保科技,2025,6(18):56-58.DOI:10.20025/j.cnki.CN10-1679.2025-18-19.
[4] 戴永伟,张丽峰.工业聚集区挥发性有机物(VOCs)在线监测及溯源管控策略研究[J].生态与资源,2025,(10):127-129.DOI:10.20260/j.cnki.styzy.2025.10.042.
[5] 郭鹏.人工智能辅助下的VOCs排放源追踪与监测技术研究[J].低碳世界,2026,16(1):34-36.DOI:10.16844/j.cnki.cn10-1007/tk.2026.01.005.