

# 燃煤电厂污染物自动监测设备标记规则在生态环境保护中的应用与优化分析

袁国平 郝宏伟 王跃武 郑磊 刘龙

国能锦界能源有限责任公司，中国·陕西 榆林 719300

**摘要：**为了提高污染物排放监测的准确性以及生态环境保护的科学性，本文以国能锦界能源公司 1 至 6 号燃煤机组 CEMS 系统的改造工程当作例子，深入分析《污染物排放自动监测设备标记规则》的应用效果。通过开展数据标记体系建设与进行深度设备维护，显著优化了监测系统的运行状态识别与异常处理能力，为火电行业实现绿色低碳发展提供技术支撑与可复制路径。

**关键词：**污染物排放监测；标记规则；CEMS 系统；生态环境保护；燃煤电厂

## Application and Optimization Analysis of Marking Rules for Automatic Pollutant Monitoring Equipment in Coal-fired Power Plants in Ecological Environmental Protection

Yuan Guoping, Hao Hongwei, Wang Yuewu, Zheng Lei, Liu Long

Guoneng Jinjie Energy Co., Ltd., China Shaanxi Yulin 719300

**Abstract:** To improve the accuracy of pollutant emission monitoring and the scientificity of ecological environmental protection, this paper takes the renovation project of the CEMS (Continuous Emission Monitoring System) systems for Units 1 to 6 of Guoneng Jinjie Energy Co., Ltd. as an example, and conducts an in-depth analysis of the application effects of the \*Marking Rules for Automatic Pollutant Emission Monitoring Equipment\*. Through the construction of a data marking system and in-depth equipment maintenance, the ability to identify the operating status and handle abnormalities of the monitoring system has been significantly optimized, providing technical support and replicable paths for the thermal power industry to achieve green and low-carbon development.

**Keywords:** Pollutant emission monitoring; Marking rules; CEMS system; Ecological Environmental protection; Coal-fired power plants

## 0 引言

近年来，随着生态文明建设持续向前推进，身为排放大户的燃煤电厂面临更严格的污染控制要求，自动监测设备作为环境监管的重要技术手段，其数据准确性和时效性对环境管理有关键作用，2022 年生态环境部所发布的《污染物排放自动监测设备标记规则》，明确了数据异常状态标记方法并为精准识别运行工况提供标准支撑，本文结合锦界能源 CEMS 系统升级具体案例，从标记规则应用、系统优化以及管理成效等方面展开分析，探讨其在生态环境保护实践当中的价值与推广意义。

## 1 政策背景与标记规则技术要点

### 1.1 《污染物排放自动监测设备标记规则》概述

2022 年生态环境部发布第 21 号公告《污染物排放自动监测设备标记规则》，对污染源自动监控系统里的异常

数据开展分类定义与标记管理工作，其目的是提升环境监测数据的真实性与合规性。则把异常状态划分成调试（A）、故障（D）、日常维护（M）、校准（C）、超量程（T）、核查比对（K）等七类情况，其中部分异常状态需进行自动标记、部分允许进行人工操作，该规则同时明确了锅炉等排污设施运行状态的标记逻辑内容，例如“解列”“停运”“并网”等情况，并且提出了基于数据采集仪与监测仪表通信的自动识别机制。文件要求各类企业在满足 HJ212 与 HJ75 等技术规范的基础之上，建设具备“状态识别，信号采集，规则触发，数据上传”闭环的 CEMS 自动标记体系，以此全面支撑生态环境精细化监管与执法工作。

### 1.2 标记规则在火电行业中的技术要求

在火电行业里面，污染物排放的连续监测（CEMS）

系统严格执行《污染物排放自动监测设备标记规则》以及《固定污染源烟气排放连续监测技术规范》(HJ75 - 2017)等相关标准。按照标记规则的要求,火电机组要实现包括锅炉启动、停运、解列、并网等工况状态的精准识别与自动标记,并且要保证SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、颗粒物等监测数据和运行状态同步上传,从技术方面来看,环保数采仪需要具备多通道信号采集与RS485通信能力,能够接入DCS系统和PLC设备,以此确保工况信号和分析仪状态实时对接。在项目案例当中,锦界公司1~6号机组通过更新环保数采仪、敷设信号电缆、双量程切换配置等手段,构建起完整的自动标记系统,为满足火电环保合规监管和提高数据有效性提供系统保障。

## 2 案例分析:国能锦界燃煤电厂CEMS系统的优化实践

### 2.1 项目概况与CEMS系统运行现状

国能锦界能源有限责任公司拥有6台660MW超临界燃煤发电机组,这6台机组均配套建设了烟气连续监测系统(CEMS)。该系统用于SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、颗粒物、O<sub>2</sub>及流速、温度等关键参数的实时监测与数据上传工作,系统已经运行多年,部分设备出现老化、信号采集存在滞后、标记规则存在缺失等状况,这造成工况状态识别不全、数据异常标记不及时等问题,进而影响到企业环保合规性。尤其在1-4号机组脱硫系统当中,CEMS设备存在模块接口松动、通信不畅、比对口堵塞等相关问题,分析仪表像42i、43i、FWE-200等存在标定频次低、探头积灰严重等情况,这些直接影响监测数据的稳定性与准确性。此次项目以《污染物排放自动监测设备标记规则》作为依据,开展CEMS系统数据标记体系建设与脱硫监测设备的深度维保工作,其目的是构建自动化、智能化、标准化的监测体系,提升数据合规率和系统运行效能,以此支撑企业环境管理与生态环保目标的实现。

### 2.2 数据标记体系建设内容与实施

为全面贯彻生态环境部《污染物排放自动监测设备标记规则》要求,提升数据合规性与监管可追溯性,国能锦界能源公司于2023年启动对1至6号机组CEMS系统的数据标记体系升级建设。此次改造聚焦于“信号识别—状态判断—自动标记—规范上传”的闭环体系构建,建设内容主要包括,一是更换具备多通道模拟量/开量采集能力及双RS485通信接口的环保数采仪,实现与SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、颗粒物、O<sub>2</sub>分析仪之间的高效数据互联;二是接入DCS及PLC系统关键运行参数信号,如风机启停状态、

电流信号、阀门开度等,作为工况识别基础;三是敷设通信与控制电缆,保证数采系统与控制层信号互通的完整性与稳定性;四是基于现场设备运行特性,开发运行状态判断程序,涵盖“锅炉启动、正常运行、临时停运、故障、解列、检修”等6类典型状态;五是数采系统接入环保上位平台,支持状态反写与自动标记上传,确保数据分类准确、标记及时。该体系的建立显著提高了排放数据的时效性、真实性与合规性,为后续智能化环保监管与风险防控提供坚实的数据基础。

### 2.3 深度维护措施与系统可靠性提升

为了确保CEMS系统能够稳定运行同时满足数据准确性要求,这个项目针对1至4号机组的脱硫监测设备开展了系统性深度维护工作。首先对SO<sub>2</sub>与NO<sub>x</sub>分析仪也就是42i/43i系列进行探测器清洁、气路更换、泵头更换以及气密性检测,以此解决吸附残留和流量波动方面的问题,对颗粒物监测仪FWE-200开展激光腔清洁、风扇更换、光学镜片校准以及遮光体驱动调试,从而有效恢复其测量灵敏度。其次全面疏通比对采样口、脱硫入口采样管以及吹扫系统,进而解决比对应率低和采样不畅的问题。在信号传输方面更新老化的光纤通信链路,更换损坏的通信模块和风机状态采集接口,明显提升数采仪与分析仪之间的响应速度和数据同步率。此外还升级平台软件版本,优化量程切换和自动标定逻辑,以确保与最新标记规则实现全面对接。整体维护工作完成之后,设备运行故障率下降大约80%,数据连续率和有效性得到显著提升,系统可靠性达到了环保监管要求。

## 3 标记规则应用对生态环境保护的影响分析

### 3.1 数据有效性与合规率的提升

在实施了数据标记规则以及CEMS系统优化之后,国能锦界1到6号机组的污染物自动监测数据质量有显著提升。项目完成以后,系统能够基于DCS信号自动识别锅炉运行状态,还可以精准标记调试、维护、校准、超量程等异常状态,自动标记的正确率达到98%以上,极大减少了人工误操作以及漏标、错标这些现象,数采仪具备故障自诊断和状态回写功能,以此确保上传数据符合《标记规则》及HJ212、HJ75等标准要求,解决了“无标上传”“误标为有效”等长期存在的问题。以往监测数据中“非运行状态”误上传率大约为7.6%,优化之后降低至1%以内,数据合规性得到大幅增强,在环保平台比对核查当中,系统实现了运行工况与排放数据的实时同步,确保了有效数据的完整性与合法性,为监管部门执法、数据追溯和污染趋

势分析提供有力支持，该体系的建立不仅提升了数据可信度，还强化了企业环保管理的透明度与科学化水平。系统的运行稳定性也得到显著提升，为后续实现智能监控和全生命周期排放管理奠定了坚实基础。

### 3.2 环境风险防控能力增强

火电厂深入应用污染物监测设备标记规则并对 CEMS 系统进行升级改造，显著增强对环境风险监测预警与应急响应能力，标记系统能实时识别锅炉异常状态与脱硫系统运行故障，如引风机停运、喷淋系统中断、标定失败等情况，第一时间触发异常状态标记并同步上传至环保监管平台，避免无效或错误数据误导监管判断。数采仪新增设备运行状态监控、数据断点补报和报警日志功能，可及时发现传感器漂移、量程超限、采样流量异常等潜在隐患，便于运维人员提前介入处理，对采样口与采样管进行深度清洗，使系统比对数据恢复精准，杜绝因采样污染导致的数据偏移，从源头上降低环境数据失真风险。整体来说标记规则实施促使企业从被动监控转变为主动管控，有效防控因数据造假、设备故障或人为误操作引发的生态环境违法风险，提升污染防治前瞻性与系统性管理水平。

### 3.3 对企业管理与技术体系优化的促进

污染物自动监测设备标记规则实施后提升监测数据质量与环保合规水平，同时推动企业内部管理与技术体系全面优化。在组织管理方面企业建立“环保设备责任人+运行维护技改小组”分工机制，明确 CEMS 系统运行维护数据审核各环节责任，有效提升环保管理系统性与协同性。推动信息化系统升级，原有环保数据平台接入自动标记逻辑与运行状态数据，实现数据闭环上传异常提醒状态追溯等功能，增强信息共享与数据可视化能力。技术层面企业针对 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> 等监测仪表建立周期性维护与精准标定机制，规范操作流程优化维护策略，减少因人为因素导致设备故障和数据偏差。员工技能培训覆盖标记规则应用数采仪调试仪表诊断等内容，增强一线运维人员专业化水平。整体而言标记规则作为外部政策驱动成为企业环保治理内生动力重要抓手，推动技术手段管理理念与执行机制深度融合与提升。

## 4 标记规则在全国推广的优化建议

### 4.1 加强标记规则与工况逻辑模型的融合设计

虽然现有的标记规则已经对异常状态分类给出明确规定了，但在实际应用的时候还是存在工况识别不准确、标记逻辑滞后以及异常与正常状态切换不及时等情况。仔细探究其中的原因，主要是因为工况逻辑模型设计得不够精

细，并且信号采集维度比较单一，没能充分融合机组运行过程中的多变量特征。所以，建议在后续的系统建设和优化工作当中，加强《标记规则》和运行工况逻辑模型的深度融合，建立多参数、多节点以及多时序的动态判断机制。就像锅炉“解列”状态，不能仅仅依赖主汽门开度和电流状态，还应该结合风机频率、引风电流以及燃烧器状态等综合信号来构建状态识别逻辑。对于那些频繁启停且负荷波动大的机组，要引入边界模糊处理和状态持续时间判断机制，避免短暂波动被错误判断为工况异常。建议构建工况数据样本库，利用机器学习等算法训练出最优逻辑模型，以此实现智能化的状态判断。通过“标记规则+逻辑模型+算法”这三维协同，希望让自动标记从“规则驱动”升级到“模型驱动”，进一步提升系统的智能性和适应性。

### 4.2 推动行业级监测平台协同建设

随着标记规则在电力钢铁水泥等高排放行业全面推行，现有监测平台在数据处理能力等方面急需升级，单个企业或地方环保平台在规则理解异常判定等方面存在标准不一问题，影响监管统一性与权威性，所以建议以标记规则为核心推动构建行业级污染物自动监测协同平台，实现跨区域跨企业跨部门统一数据标准等。平台功能应涵盖状态识别算法库等多个模块，技术上借助云计算与大数据实现海量 CEMS 数据快速处理与智能分析，管理上形成三级落地机制，以火电行业为例可依托集团型企业搭建试点平台，通过数据归集与统一标记逻辑调度探索标准模板与应用示范并推广至全行业，平台协同建设有助于提高污染防治数字化治理水平，强化生态环境信息化监管合力。

### 4.3 建立标准化维护体系与运维培训机制

CEMS 系统运行的稳定性以及标记规则的执行效果，从根本上来说依赖于设备维护的规范性和运维人员的专业水平，然而在实际操作过程当中，普遍存在着维护周期不固定、记录不完整、故障响应迟缓以及技术人员理解标记逻辑不到位等问题，为此建议建立以国家和行业标准为基础的 CEMS 标准化维护体系，明确各类分析仪器像 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、颗粒物监测仪以及数采仪、采样系统、比对口等设备的定期保养内容、周期与评估标准，配套电子化维护记录与闭环反馈机制以实现设备状态的全过程可追溯，同时应构建分级分类的运维培训体系，针对环保专员、值班人员、设备运维工程师等不同岗位设定教学内容，重点培训标记规则逻辑识别、数采程序配置、运行状态判断、故障诊断与预警处理等实操能力，可通过案例复盘、在线考

核、现场实训等方式强化培训效果，通过制度化、专业化的维护与培训体系建设，不仅能显著提升监测系统运行可靠性，也能为标记规则的长效执行与生态环保治理提供坚实支撑。

## 5 总结

本文借助燃煤电厂 CEMS 系统改造的具体案例，验证了污染物排放自动监测设备标记规则在提升监测数据质量以及生态环境管理效能方面起到的显著作用。通过科学构建数据标记体系并实施系统深度维护，不但增强了企业的环保合规能力，还为标记规则在火电行业的广泛推广提供了实践依据。未来需要加强行业协同、标准引导以及平台联动，以此推动自动监测体系实现高质量发展。

## 参考文献：

- [1] 杨任能, 毕永良. 生态环境保护中污染源自动监测技术的运用[J]. 皮革制作与环保科技, 2022,3(18):35-37.
- [2] 叶春丽. 生态环境保护中污染源自动监测技术的运用[J]. 黑龙江环境通报, 2022,35(2):95-96,99.
- [3] 滕嵩. 污染源自动监测技术在生态环境保护中的应用探析[J]. 黑龙江环境通报, 2023,36(7):154-156.
- [4] 张燕, 刘红, 史大利等. 污染源自动监测技术在生态环境保护中的运用分析[J]. 皮革制作与环保科技, 2025,6(5):45-47. DOI:10.20025/j.cnki.CN10-1679.2025-05-15.
- [5] 张宁. 生态环境保护中污染源自动监测技术的应用策略研究[J]. 皮革制作与环保科技, 2024,5(15):181-183.