

· 管理与改革 ·

污染源在线监控系统平台应用过程质量控制

董艳平¹, 喻义勇¹, 金鑫¹, 刘继明¹, 张子凡¹, 张南翔², 王玲²

(1. 南京市环境监测中心站, 江苏 南京 210013; 2. 南京布尔科技有限公司, 江苏 南京 210029)

摘要: 根据质量管理的要求, 结合污染源在线监控的特殊性, 探讨了如何根据国家环境监测的质量管理体系, 通过在线监控系统平台实现在线监测的质量管理目标, 并提出了在线监控系统的质量控制指标体系及解决方案。

关键词: 污染源; 在线监控; 系统平台; 质量控制

中图分类号: X84 **文献标识码:** C **文章编号:** 1006-2009(2009)04-0001-05

Quality Control for Application of Pollution Sources On-line Monitoring System

DONG Yan-ping¹, YU Yi-yong¹, JIN Xin¹, LIU Ji-ming¹, ZHANG Zi-fan¹, ZHANG Nan-xiang², WANG Ling²

(1. Nanjing Environmental Monitoring Central Station, Nanjing, Jiangsu 210013, China;

2. NanJing Boolean Tech Ca Ltd, Nanjing, Jiangsu 210029, China)

Abstract: By quality management and special characteristics of pollution source on-line monitoring system, the quality management system of state environmental monitoring was discussed to realize the goal of on-line monitoring quality management at system platform of the on-line monitoring and control system. The quality control index system and solution plans were presented for the on-line monitoring system.

Key words: Pollution source; On-line monitoring and control; System platform; Quality management

污染源在线监控系统监测数据, 为主要污染物总量减排、达标排放、排污收费、环境统计、污染源监督管理工作提供基础信息, 应具备代表性、完整性、准确性、精密性和可比性^[1]。因此, 对监测数据应有严格的质量要求。

随着污染源在线监测工作的发展, 在线监控系统平台不应仅仅局限于监测数据、污染处理设施关键信号及视频图像的展现, 以及简单的数据统计和报表生成功能, 应提供污染源基本信息, 建立企业、污染源、监测点、仪表等对象及关系模型; 提供事件填报、数据审核、监控报表等业务操作; 按固定规则自动审核和信息报警; 提供多维查询统计功能, 为管理层提供总量控制和减排评估等管理信息。

1 在线监控系统平台质量控制目标

监测数据的应用从长远看是监测预警体系的基础, 短期则集中体现在两方面: 一是方便地为政府检验 SO₂ 和 COD 等总量减排效果提供相关数

据; 二是实时、高效地对排污企业实施监管。因此, 根据监测数据的应用确定了平台的两个质量控制目标: (1) 总量减排数据应用率 > 95%; (2) 超标事件的认可率 > 80%。

在线监控系统平台的质量是由它的产品质量来体现, 通过监视质量的形成过程, 消除质量环节上所有阶段的不合格因素, 从而达到质量要求。因此, 要实现在线监控系统平台的质量目标, 需要建立平台的质量控制指标体系, 通过全过程的控制来实现最终的目标。

2 在线监控系统平台的质量控制指标体系

2.1 原则

质量, 简单地说就是一组固有特性满足要求的程度, 包括产品、过程和体系 3 个层次。质量控制

收稿日期: 2009-03-26; 修订日期: 2009-04-27

作者简介: 董艳平 (1971—), 女, 河北沧州人, 工程师, 硕士, 从事环境污染源在线监测工作。

致力于满足质量要求,也涉及此 3 个层次。质量控制有三要素:一是确定质量要求和满足质量要求的判别准则,二是执行满足要求的活动,三是监视和测量满足要求的程度。

根据国家颁布的环境质量管理办法及标准要求,结合在线监测的特点,需建立在线监控系统平台的质控指标体系,确定产品与过程的要求和判定准则,协调各种资源,把各种活动过程组成体系加以管理,测量和监视监测数据,根据各种结果数据或参数按照判别准则来判定是否达到预期要求,并对质量问题采取措施以防再次发生,最终实现质量目标^[2-5]。

2.2 数据产品指标

根据监测数据的代表性、准确性、可比性、精密性和完整性的要求,结合《固定污染源烟气排放连续监测技术规范(试行)》(HJ/T 75 - 2007)和《水污染源在线监测系统数据有效性判别技术规范(试行)》(HJ/T 356 - 2007)的规范定义,进行归纳整理抽取,提出“有效数据捕集率”为污染源在线监测数据产品指标。

针对不同类别的污染源,对环境影响程度的不同,按不同时间粒度,制定不同判定标准,如数据有效捕集率分别为:减排工程 90%,国控源 85%,其他源 75%。

2.2.1 指标定义

有效数据捕集率(%) = 有效监测时长 / 排放时长 × 100%

其中有效监测时长:具备有效数据的排放时长的累加;

排放时长:烟气是污染源正常运行时长;水是排放口污染物排放时长。

有效数据的定义:污染源运行时段,数据分为无效、异常、正常数据。异常数据根据在线监测数据值是否发生变化及变化的幅度是否超出常规范围,系统提示为异常数据。无效数据是设备故障、仪表维护、超仪表量程、异常数据人工审核确认为无效的监测数据。有效数据是正常数据及异常数据经人工判定为有效的监测数据。

2.2.2 指标计算

以年为例:

全年有效数据捕集率(%) = (该年小时数 - 无效数据时间段 - 非运行时间段) / (该年小时数 - 非运行时间段)

指标计算是系统利用每个过程中收集的信息,根据计算规则自动统计得出,避免了人为因素的干扰。一方面系统通过查询方式获取任意时段的有效数据捕集率信息,便于及时跟踪监控发现问题,另一方面以对外发布方式提供经过数据审核、固定周期、有发布标记的有效数据捕集率。

通过上述释义过程,表明通过质控检查和有效审核的有效数据满足了准确性、精密性和可比性以及空间代表性。当有效数据的捕集率达到控制标准时,也就满足了在线监测数据完整性和时间代表性要求。所以数据的质控指标可通过数据有效捕集率来衡量是否满足质量要求,且该指标并不会因为不同性质的污染源以及采样频率不同造成算法结果不一致。

2.3 过程指标

产品的质量取决于过程的质量,将产品指标分解到每个过程中,靠过程的质量控制来满足产品对过程提出的各项要求。

污染源在线监控系统可划分为现场测量、通讯、数据审核、数据统计及数据发布 5 个过程,其产品指标要求:第一,数据是质控合格;第二,系统的运行状态(包括污染源、仪器、通讯网络的正常运行)是有约束;第三,系统的各种状态量及相对应的时长需统计。根据产品指标要求,建立相应的过程质控指标,具体指标见表 1。

3 在线监控系统平台的过程质量控制

针对每个过程,根据各种质量管理规范及技术标准,以及质控指标要求,在系统中定义各过程指标的要求、判别标准、计算方法及统计方法,确保指标算法的一致性,形成在线监测平台的质控指标管理体系。平台收集每个过程的相关信息,根据计算模型统计相关指标及时反馈,形成对在线监测质控的闭环管理,确保对系统的质量管理与控制,对外提供可控的、无争议的报表和分析报告^[6-8]。

3.1 现场测量

现场测量是指通过测量系统采集样品、仪表分析,获取物理量或污染物的浓度。对测量系统的质控活动直接决定了数据的代表性、准确性、精密性和可比性。

3.1.1 建立指标的标准库

根据分析仪器、分析方法、监测范围、监测项目以及质控项目,在平台建立每类仪器的质控指标标

表 1 污染源在线监控系统过程质量控制指标

环节	检测项目	质控指标
现场测量	可靠性	设备有效运转率 平均无故障连续运行时间
	准确度	质控样试验 比对试验
	精密度	重复性 零点漂移 量程漂移
	代表性	采样频率 采样点布置
通讯	可靠性	通讯在线率
	性能	及时性、重发效率
数据审核	可靠性	信息的完整性
	准确性	异常数据剔除率
	易用性	易操作、易理解、易学习
数据统计	完整性	统计模型的合理性
	准确性	
	透明性	
	性能	查询速度 (效率)
发布	可控性	有发布标记

准库,包括计算方法和判定标准。判定标准是国标或行标等。

3.1.2 定义指标计算、统计规则

可靠性指标:设备有效运转率 (%) = 实际运行时长 / 企业排放时长

平均无故障连续运行时间 = 运行时长 / 故障次数

实际运行时长以现场设备的数据、历史数据记录或报表为考核依据

准确度:比对试验或质控样试验只要其一不合格,则准确度不合格。

精密度:量程漂移、零点漂移、重复性试验只要其一不合格,则精密度不合格。

准确度与精密度任意一项不合格,处于失控状态,则监测数据为无效数据,不能参与统计。

3.1.3 日常活动与系统记录信息

日常工作主要是指运营维护及对测量系统质控等。

(1)人工录入信息

工作人员需根据日常活动特征,做好事前计划录入、事中跟踪录入以及事后结果录入。

事前录入的信息:质控计划、维护计划、停运计划。

事中录入的信息:过程中发现的问题,如仪表

故障、通讯中断等事件信息。

事后录入:故障结束、质控结束、临时停运等。

(2)系统自动判定信息

仪表的状态:通过仪表信号的接入,根据国标通讯协议上传的信息解释。

监控点位的运行状态:根据不同类烟气污染源停运状态时,其对应监控点位的烟气参数(温度、氧含量、流量)在线监测数据的数值范围,判断监测点位排放状态。可以人工设置数据判定范围及3个参数的组合关系。水污染源在系统中默认状态都是排放。

质控的状态:分析仪器可以自动校准时根据提前录入的自动校准起始时间计划,进行标记。

数据值状态:根据不同污染源监测因子不同,设定每个监测因子的数据值范围,分为超仪表量程、超常规、不变、正常。超常规、不变定义为异常。

(3)系统标记

针对录入及自动判定信息,在测量系统对象上进行质控状态、仪表状态、维护状态等标记,在每个监测数据上进行数据值状态标记,在监控点位对象上进行点位运行状态标记。

质控状态:分为正常、质控、失控。质控合格数据开始进入正常状态;质控不合格数据开始进入失控状态。

仪表状态:故障、正常。

数据值状态:正常、超仪表量程、异常。

维护状态:维护、正常。

监控点位的运行状态:状态分为排放、停运。

在每个状态后面根据来源不同标记为人工、自动。

3.2 通讯

为提高数据的应用范围,确保数据的一致性,通过网络及通讯单元的通讯协议(统一的信息编码、指令和数据包格式),进行数据传输。

3.2.1 通讯设备的质控指标

可靠性:现场机在线率 (%) = 正常状态时长 / 排放时长,值 > 95%;

性能:重新发送报文导致系统效率低,时间滞后不超过 5 min。

3.2.2 通讯设备的工作状态

人工:定期检查系统是否正常显示,并录入相关故障信息。

系统:利用通讯协议的交互应答模式,设置无

线数据终端与控制中心通信服务器的“心跳”联系,以主动监测通信链路是否掉线。通讯心跳报文在设定的固定时间没有就判定通讯中断。

3.2.3 系统标记

针对录入及自动判定信息,在每个通讯单元上记录通讯状态信息,并在每个状态后面根据来源不同标记为人工、自动。

3.3 数据审核

系统采集到实时数据及各类事件的状态信息后,根据规则进行数据自动过滤,并生成相关数据故障事件,进行数据审核。数据经过判定为有效后,根据设定的统计计算模型自动统计计算。系统提供支持多种查询模式及生成各类事先定义的报表。通过工作报表的流转实现多级审核制度。

3.3.1 对象的业务逻辑建立

在系统中建立污染源、测量系统、通讯单元等对象,建立监测点与对象之间的逻辑关系及统计规则,对产生数据缺少和失效的事件进行归整,以数据故障事件方式报出,自动应用于数据审核环节。

3.3.2 数据过滤

以国家规范为基础,兼顾科学性和可行性,确定数据自动过滤规则。目前系统定义了超物理量程。

3.3.3 数据审核

相对于手工监测数据,一方面由于技术手段的限制,现场在线监测仪器稳定性不高;排污等现场条件的变化对连续监测产生的影响;仪器运行和维护的人为因素等,影响数据的质量,易产生数据缺失及异常数据,数据的稳定性差。另一方面,数据量大,远远多于手工数据。截至 2008 年底,南京市污染源在线监测系统平台已接入 123 套废水和 97 套废气在线监测仪器,在线监测数据按监测因子计算每天产生约 20 多万个数据。

随着范围日趋扩大、要求日趋严格、规范日趋细化、时间日趋紧迫,要对稳定性差、海量的数据完成审核,如采用传统的人工逐条审核方式将是一笔巨大的管理成本投入,必须借助计算机的智能手段,建立可行的自动监测数据审核规则,由软件平台自动完成,辅以人工操作。

监控人员可灵活实施数据审核,由平台提供污染源和监控仪表运行状态、超标异常值、质控状态等审核辅助信息;平台根据预设规则先完成自动审核,再以监控人员最终判定重新标记数据,决定其

是否参与统计。

3.4 数据统计

3.4.1 统计规则

对所有产生数据缺失的事件,均不补缺,而采用浓度值与排放流量的加权平均计算平均浓度;采用小时浓度均值 \times 总运行时长的方式来统计排放总量。

统计规则的设计思想是参照手工监测的浓度与总量统计方式,在不降低统计数据代表性的前提下,从 4 个方面细化确保数据的准确性与完整性、透明性,解决补缺难题。

(1)根据管理需要,分析整理汇总统计指标。

(2)根据统计指标要求对参与计算的监测数据及其他参数进行计算属性分类,区分计算指标、加权因子、设定值,设定值主要用于不是关键计算因素,在其没有监测数据的时候,可以用设定值(经验值)替代,确保关键指标的统计。

(3)采用松耦合的方法独立计算所有监测因子的最小统计粒度的算术均值,再根据国标要求将计算指标与加权因子加权计算归并到所需的统计指标,确保统计指标的准确性及分类统计值的完整性。

(4)在污染物排放量统计中,根据不同污染源及其他因素的影响和要求,可采用不同粒度上的污染物浓度均值 \times 流量均值 \times 运行时长来计算,提高了统计规则的适用性与统一性、可比性。

3.4.2 透明性

根据统计规则数据处理过程支持逐步验证,保持了数据的客观性和透明性,降低系统实现的复杂度,数据统计在数据审核的基础上由系统自动完成。

3.4.3 效率

建立合理的存储粒度,便于数据统计的查询。

3.5 发布

该环节的关键目的是完成对外发布数据的可控性,明确什么数据在什么环节被如何应用,如明确发布的方式与周期。

3.5.1 有效标记

数据已经根据各类事件信息经过审核确认。

3.5.2 发布标记

数据被应用的关键环节,只有被系统标示为可发布标记的数据,才可以对外发布,并被应用到其他相关指标的统计,如总量减排评估。

另可以准确计算出月有效数据捕集率,并及时向监管部门和运行单位、排污单位发布,对事件处罚和后期预防提供汇总信息。

除上述过程外,还需在监测布点、采样、样品制备、分析测试等过程实施质量控制,每个环节都根据相应的规范和方法执行,实现污染源在线监测全

过程的质量控制。

4 示例

以某一监控企业 COD 监控为例。平台记录信息见表 2,数据有效捕集率计算见表 3,事件信息统计见表 4。

表 2 平台记录信息

事件名称	开始时间	结束时间	时长 t/h	结论	数据状态标记
质控	2009 - 01 - 04, 15: 00	2009 - 01 - 04, 17: 00	2	合格	无效
故障	2009 - 01 - 29, 2: 00	2009 - 01 - 29, 12: 00	10	故障	无效
质控	2009 - 02 - 04, 15: 00	2009 - 02 - 04, 17: 00	2	不合格	无效
失控	2009 - 02 - 04, 17: 00	2009 - 02 - 07, 15: 00	70	失控	无效
质控	2009 - 02 - 07, 15: 00	2009 - 02 - 07, 17: 00	2	合格	无效
人工数据审核 (异常数据)	2009 - 02 - 08, 14: 00	2009 - 02 - 08, 19: 00	5	剔除	无效
系统自动数据审核 (超量程数据剔除)	2009 - 02 - 11, 11: 00	2009 - 02 - 11, 12: 00	1	剔除	无效
通讯中断	2009 - 02 - 13, 9: 00	2009 - 02 - 13, 12: 00	3	中断	无效
污染源停运	2009 - 02 - 25, 10: 00		84	停运	

表 3 数据有效捕集率计算

统计项目	统计算法	统计结果
排放时长 t/h	污染源排放时长	$24 \times (31 + 28) - 84 = 1\ 332$
无效数据时长 t/h	所有数据状态标记为无效时长之和	95
有效监测时长 t/h	有效数据时长 - 排放时长 - 无效数据时长	$1\ 332 - 95 = 1\ 237$
数据有效捕集率 /%	有效监测时长 / 排放时长	$1\ 237 / 1\ 332 \times 100 = 92.9$

表 4 事件信息统计

事件名称	次数	持续时长 t/h	备注
质控	3	6	2次合格、1次不合格
污染源停运	1	84	
通讯中断	1	3	
人工审核	1		剔除 5 个样本
自动审核	1		剔除 1 个样本

5 结语

污染源在线监测平台的质量控制是一项新的工作,需要在管理运行中不断摸索,充分发挥信息化技术的特点,建立严格的质量保证和质量控制管理制度并使之真正得以落实,确保在线监测系统稳定可靠运行,监测数据准确完整。

[参考文献]

[1] 王国平. 污染源自动监控系统的价值在于应用 [J]. 环境监测管理与技术, 2008, 20(6): 5 - 6

[2] 中国环境监测总站. 环境水质监测质量保证手册 [M]. 2 版. 北京: 化学工业出版社, 1994: 8

[3] 喻义勇, 董艳平, 孟磊. 污染源在线监控管理模式探讨 [J]. 环境监测管理与技术, 2008, 20(5): 5 - 8

[4] 郑海明. 固定污染源烟气中汞排放连续监测系统 [J]. 环境监测管理与技术, 2009, 21(1): 8 - 12

[5] 国家环境保护总局. HJ/T 75 - 2007 固定污染源烟气排放连续监测技术规范 (试行) [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2007.

[6] 国家环境保护总局. HJ/T 76 - 2007 固定污染源排放烟气连续监测系统技术要求及检测方法 (试行) [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2007.

[7] 国家环境保护总局. HJ/T 354 - 2007 水污染源在线监测系统验收技术规范 (试行) [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2007.

[8] 国家环境保护总局. HJ/T 356 - 2007 水污染源在线监测系统数据有效性判别技术规范 (试行) [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2007.