

易江 梁永 李虹杰 主编

固定源排放废气 连续自动监测



 中国标准出版社

固定源排放废气 连续自动监测

易江 梁永 李虹杰 主编

中国标准出版社

北 京

内 容 简 介

本书在作者多年工作的基础上,从实际出发,全面、系统地论述了大气固定污染源排放废气连续监测的基本原理,介绍了安装连续排放监测系统监测大气固定污染源排放废气的规则,以及大气污染物的连续测量方法和仪器技术指标要求及适用性检测、调试检测和技术验收检测,同时列举了实例;编辑了多个国家和标准化组织发布的有关大气固定污染源排放污染物的参比方法和连续监测方法标准的目录;建议了选购连续排放监测系统的评估程序;提供了维护和排除连续排放监测系统故障的方法及质量保证和质量控制的措施;是一部实用性强的工具书。

本书可供从事连续排放监测系统操作、维护、运营,环境监测,污染治理,仪器设计工程技术人员、环境管理部门干部、高等院校有关专业师生使用。

图书在版编目(CIP)数据

固定源排放废气连续自动监测/易江,梁永,李虹杰主编.

—北京:中国标准出版社,2009(2009.11重印)

ISBN 978-7-5066-5315-2

I. 固… II. ①易…②梁… III. 固定污染源-有害气体-环境监测 IV. X831

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第144889号

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号

邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 35 字数 845 千字

2009年10月第一版 2009年11月第二次印刷

*

定价 72.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533

编委会名单

主 编 易 江 梁 永 李虹杰

副 主 编 孙海林 田一平

编 委 (按姓氏笔画排列)

王齐鸣 王昕竑 田一平

孙海林 李巨峰 李虹杰

佟彦超 易 江 梁 永

前言

1996年《火电厂大气污染物排放标准》要求在锅炉净化设施后安装连续排放监测系统；同年，工程院院士魏复盛先生邀请美国环境保护署大气研究与暴露评价中心鲍志明博士来华讲学并介绍美国环境系统公司(ESC)的产品，在青岛市环境保护局于所亭先生的大力支持下，于当年在山东黄岛电厂安装了ESC后散射颗粒物排放连续监测系统；1996年国家科委下达了“九五”攻关课题“污染物总量控制监测系统关键技术研究(96-911-05-04)”；由中国环境监测总站承担“烟尘、烟气SO₂排放总量监测技术研究”子课题；从1996年至1999年在青岛崂山应用技术研究所、武汉市天虹仪表有限责任公司、青岛市环境监测站的鼎力相助以及山东黄岛电厂和上海石洞口电厂的密切配合下，先后在两厂按照国际标准和美国环境保护署(U. S. EPA)的标准程序对后散射颗粒物、稀释探头SO₂荧光、NO_x化学发光、完全抽取非分散红外SO₂连续排放监测系统进行了性能评估和建立颗粒物排放连续监测系统的校准曲线；此外，在试验中发现某截面烟气的平均流速与烟道某一点的平均流速之比，即速度场系数是一比较稳定的数值，利用此，只要测得某一点的平均流速即可算出截面的平均流速和流量，并根据在线监测浓度，监测出排放总量。

作为“污染物总量控制监测系统关键技术研究”课题的延伸，在利用课题获得数据和参考国外相关标准的基础上，编制了环境保护行业标准HJ/T 76—2001《固定污染源排放烟气连续监测系统技术要求及检测方法》。推动了我国连续排放监测系统产业的发展。

鉴于烟尘、烟气连续排放监测系统发展迅速、应用越来越广泛，需要系统介绍有关这方面的知识，为此编著了《固定源排放废气连续自动监测》一书，以进一步促进连续排放监测系统的发展和正确地应用。

感谢直接参与、关心和支持大气固定源排放废气连续监测事业的同仁。由于编者的学识有限，加之新的技术和新的方法不断涌现，本书难免有不妥、甚至错误之处，望读者不吝赐教。

编 者

2009年8月于北京

目 录

第一章 连续排放监测概况	1
第一节 概述	1
第二节 CEMS 的组成和描述	2
第三节 CEMS 的分类	3
第四节 CEMS 的分析技术	6
第五节 数据采集与处理系统	7
第六节 质量保证和质量控制	8
第七节 CEMS 的管理	9
第八节 CEMS 的产品、应用和作用	10
第二章 连续排放监测规则	15
第一节 概述	15
第二节 安装 CEMS 的规定	15
第三节 安装 CEMS 实施 CEM 的规则	18
第三章 连续排放监测分析方法	48
第一节 概述	48
第二节 光的特性	49
第三节 光的吸收定律	53
第四节 光电分析仪的主要器件	54
第四章 连续排放监测标准及相关标准	57
第一节 概述	57
第二节 标准方法的选择和应用	58
第三节 大气固定污染源监测、仪器标准	58
第五章 不透明度排放连续监测	76
第一节 概述	76
第二节 不透明度测定仪的设计和性能技术要求	80
第三节 不透明度测定仪的性能技术指标检测	84
第四节 不透明度测定仪的安装	93
第五节 不透明度测定仪	95

第六节 质量保证	104
第七节 计算	106
第八节 校准误差测量实例	109
第六章 颗粒物排放连续监测	110
第一节 概述	110
第二节 颗粒物浓度监测方法	121
第三节 颗粒物 CEMS 的选择	133
第四节 颗粒物 CEMS 性能和技术指标	135
第五节 颗粒物 CEMS 的安装	145
第六节 颗粒物排放连续监测的采样问题	147
第七节 颗粒物 CEMS 的相关校准	150
第八节 计算	162
第七章 二氧化硫排放连续监测	170
第一节 概述	170
第二节 抽取监测气体 CEMS	177
第三节 抽取监测气体 CEMS 分析技术	200
第四节 直接监测气体 CEMS	215
第五节 直接监测气体 CEMS 分析技术	216
第六节 抽取监测系统和直接监测系统特性的比较	225
第七节 仪器校准	227
第八节 气体(SO ₂ 、NO _x 、CO ₂ 、O ₂ 等)CEMS 的性能技术指标及检测	235
第八章 氮氧化物排放连续监测	250
第一节 概述	250
第二节 分析技术	256
第三节 与技术相关的说明	260
第四节 实例	260
第九章 一氧化碳排放连续监测	264
第一节 概述	264
第二节 分析技术	268
第三节 与技术相关的说明	268
第十章 氯化氢排放连续监测	269
第一节 概述	269
第二节 分析技术	272
第三节 与技术相关的说明	284

第十一章 氟化氢排放连续监测	285
第一节 概述	285
第二节 分析技术	287
第三节 与技术相关的说明	289
第十二章 VOCs 排放连续监测	290
第一节 概述	290
第二节 分析技术	294
第十三章 氧气、含湿量连续监测	303
第一节 概述	303
第二节 氧气的分析技术	304
第三节 含湿量的分析技术	309
第十四章 烟气流速(流量)连续监测	312
第一节 概述	312
第二节 监测方法	313
第三节 技术指标的比较	321
第四节 安装和测量位置的要求	324
第五节 技术指标的检测	327
第六节 测量的误差及消除	329
第七节 监测技术的应用与比较	332
第八节 计算	335
第九节 流速 CMS 数据的校准	336
第十五章 连续排放监测数据采集处理系统	342
第一节 概述	342
第二节 控制器	342
第三节 功能	345
第四节 误差来源	358
附件 1 烟气排放连续监测小时平均值日报表	362
附件 2 烟气排放连续监测日平均值月报表	362
附件 3 烟气排放连续监测月平均值季报表	363
附件 4 烟气排放连续监测月平均值年报表	364
第十六章 连续排放监测系统适用性检测	365
第一节 概述	365
第二节 适用性检测和适用性复查检测	367

附件 1	委托检测单	400
附件 2	检测项目、检测仪和排放源等基本情况调查表	401
附件 3	现场检测方案(实例)	402
附件 4	检测报告	411
附件 5	标准污染物和非标准污染物以及辅助参数 CEMS/CMS 目前的部分种类 和参比监测时所用的手工和仪器方法	415
第十七章	连续排放监测系统选购安装调试及验收	431
第一节	概述	431
第二节	重点考虑的因素	431
第三节	评估 CEMS 的程序	432
附件	CEMS 的费用评估	460
第十八章	连续排放监测系统的维护和故障排除	466
第一节	概述	466
第二节	抽取监测系统的维护	467
第三节	直接监测系统的维护	473
第十九章	连续排放监测的质量保证和质量控制	479
第一节	概述	479
第二节	QA/QC 的要求	480
第三节	QA/QC 的目的和数据质量目标	482
第四节	QA/QC 的职责	484
第五节	CEMS 的 QA/QC 的三个阶段	486
第六节	CEMS 的质量保证要求	498
附件 1	颗粒物 CEMS 质量保证要求	499
附件 2	气体 CEMS 质量保证要求	508
附件 3	流速 CMS 质量保证要求	517
附件 4	烟气 CEMS 在定期校准、校验和审核检查期间失控的判别标准	524
附件 5	CEMS 零点漂移质量控制	526
附件 6	CEMS 量程漂移质量控制	527
附件 7	CEMS 维修、更换或改变器件后的检查	528
参考文献		534
附录	烟气参数的测定和计算,颗粒物、气态污染物浓度和排放速率、累积排放量 及 EL₅ 转换值 EL 的计算	546

第一章 连续排放监测概况

第一节 概 述

1973 年,我国首次发布大气固定源(排放源)排放污染物限值标准(GBJ 4—1973《工业“三废”排放试行标准》)。从此,开始了有排放限值标准可遵循的排放源排放污染物的监测。从1973 年至 1995 年,规则要求用手工方法(含便携式仪器)进行监测。众所周知,手工方法监测排放源排放的颗粒物或气态污染物,必须将采样探头插入烟道,抽取样品气体,如:颗粒物被抽取到滤筒内或抽取气态污染物并溶于吸收液,然后把样品送回实验室,在规定的时间内完成分析,如:称量或比色分析等。抽取烟气样品时,要求排放源的运行要达到规定的负荷,如:锅炉额定负荷的 75%。尽管手工采样方法是经典的方法,但是它消耗时间长、费事,既不能及时地提供测试数据,又不能长期地、连续地、系统地提供测试数据。在规定运行负荷下的测试结果不能代表排放源在全部运行条件下的污染物排放,排放源的控制装置也可因要避免测试时出现污染物超标排放而调试到与平常运行不同的状态,因而,缺乏代表性。

为了控制大气污染物排放,改善环境空气质量和加强环境监督管理,1996 年我国发布了《火电厂大气污染物排放标准》,首次要求在发电锅炉净化设施后安装连续排放监测系统(CEMS)。至此,连续排放监测(CEM)提到议事日程上来。随电力行业之后,建材行业、冶金行业、城市公共事业行业(垃圾、危险废物焚烧)和大于或等于 20 t/h 的蒸气锅炉均要求安装 CEMS。

CEMS 的发生和发展历经了 40 多年。20 世纪 60 年代,在美国最初尝试用发光法-环境空气分析仪和红外法-过程控制仪连续监测排放源排放的气态污染物。由于与环境空气分析仪配套的稀释系统用转子流量计控制稀释比和抽取气体的流量,因稀释比和抽取流量稳定性差而不成功。虽然,过程控制分析仪适合于监测,也因抽取烟气的探头易于堵塞、输送样品气体的管路的材质和表面吸附测量气体,以及阀门、抽取泵被冷凝的酸性气体腐蚀而仅仅取得有限度的成功。在早期的 CEM 测试技术中,值得一提的是德国的不透明度光学系统和美国的荧光检测技术,为实现烟气 CEM 奠定了技术基础。至 20 世纪 70 年代 CEMS 在使用中遇到的问题逐步得到解决和多种测试技术的发展,为美国在 1971 年提出 CEM 排放源排放污染物和发布及实施新固定源排放标准、酸雨计划等一系列联邦规则提供了技术支持和保障。

2001 年,我国首次发布了连续排放监测系统的技术要求和检测方法标准,使一直停止不前的我国 CEMS 制造业有了长足的进步,改变了在 20 世纪 80 年代末至 20 世纪 90 年代初仅有为数不多的厂家生产不透明度连续排放监测仪的落后面貌。时至今日,在 CEMS 产品的品种、产品质量、产品功能、测量污染物浓度的范围等方面正在达到国外发达国家的制造水平,并结合排放源的实际制造适合在我国排放源上应用的具有特色的监测仪器。

十多年来,我国烟尘、烟气 CEMS 的科研、生产、应用和管理经历了 20 世纪 90 年代的

徘徊。进入 21 世纪后,又经历了引进、消化、提高、自主生产、完善阶段。目前,进入了快速发展、壮大阶段,取得了显著的成绩。尤其是 2001 年苏州全国会议以来,连续排放监测更是有了大的发展。2005 年 10 月,国家环境保护总局在山东济南又召开了全国污染源自动监控工作现场会议,进一步推动了自动监测工作的进步。目前,已初步形成了具有我国特色的连续自动的监测管理和技术体系,正在逐渐形成网络。

第二节 CEMS 的组成和描述

连续排放监测系统是连续测定颗粒物和/或气态污染物浓度和排放速率所需要的全部设备。它是由采样、测试、数据采集与处理三个子系统组成的监测体系。

采样系统:采集、输送烟气或使烟气与测试系统隔离。

测试系统:检测污染物,显示物理量或污染物浓度。

数据采集与处理系统:采集、记录、显示并处理数据,生成图谱、报表、控制自动操作功能。

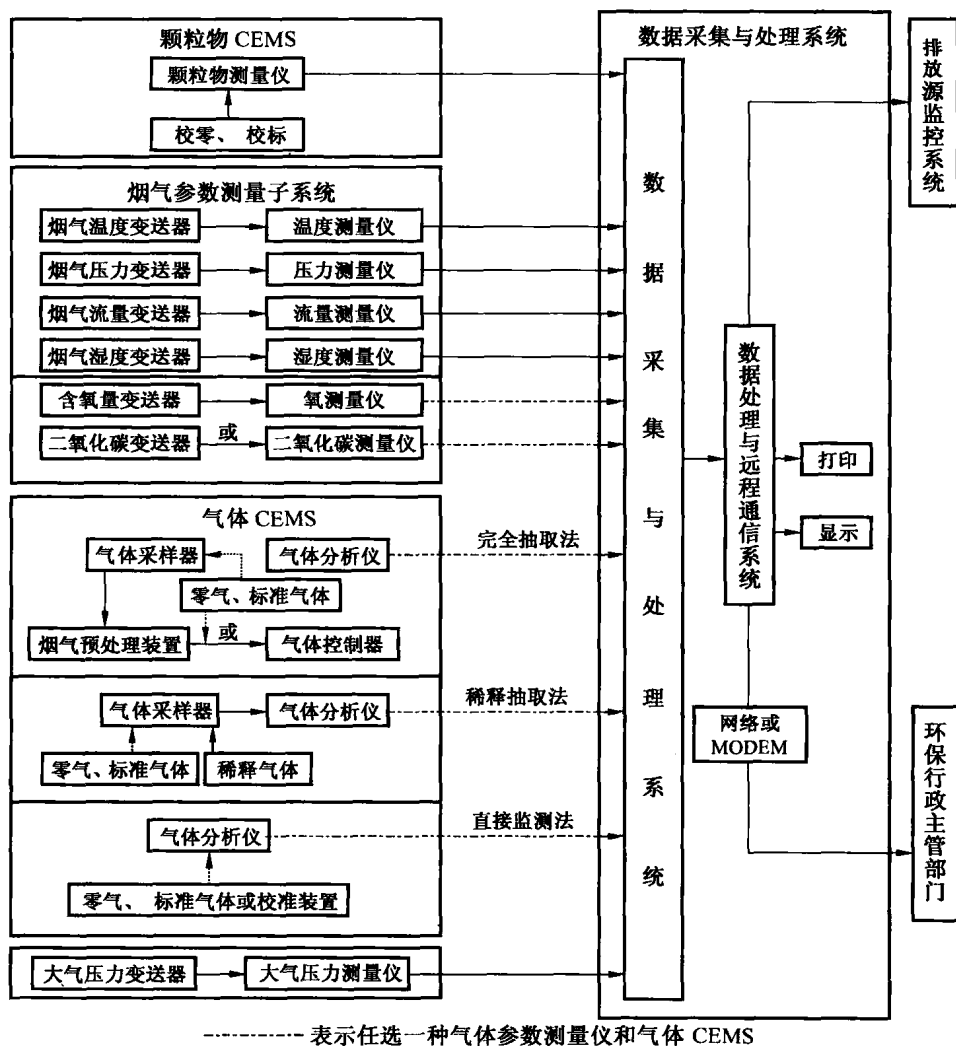


图 1-1 烟气排放连续监测系统示意图

采样系统是指分析仪前面的部分,该子系统要根据监测系统的测量原理进行设计。

烟气 CEMS 由颗粒物 CEMS 和/或气体 CEMS(含 O_2 或 CO_2)、烟气参数测量子系统组成(图 1-1)。通过采样方式和非采样方式,测定烟气中污染物浓度,同时测定烟气温度、烟气压力、流速或流量、烟气含湿量、烟气含氧量(或二氧化碳含量);计算烟气污染物排放速率、排放量;显示和打印各种参数、图表并通过数据、图文传输系统传输至排放源监控系统和管理部门。

系统可分为单独的和综合的系统。单独的系统为:颗粒物测试系统与流速连续测量系统(CMS)以及烟气参数(氧、温度、压力、含湿量)连续测量系统(CMS)组成的 CEMS;气体测试系统与流速以及烟气参数(氧、温度、压力、含湿量)CMS 组成的 CEMS。综合的系统为:颗粒物测试系统、气体测试系统与流速以及烟气参数(氧、温度、压力、含湿量)CMS 组成的 CEMS。

第三节 CEMS 的分类

一般而言,CEMS 可分成四类:抽取监测系统、直接(in-situ)监测系统、遥感系统和参数监测系统。分类情况见表 1-1。

表 1-1 连续排放监测系统分类

抽取监测系统	直接监测系统	遥感系统	参数监测系统
完全抽取 测定排放源未经稀释气体中 污染物浓度 (冷/干烟气或热/湿烟气) (通用型或紧密结构型)	直接在排放源烟道中 测量污染物浓度 点测量	发射光	参数数据 替代排放物数据
稀释抽取 测定排放源稀释气体中 污染物浓度 (烟道内稀释或烟道外稀释) (通用型或紧密结构型)	直接在排放源烟道中 测量污染物浓度 线测量(单光程、双光程)	遥感“热”分子 光辐射	预测模型 (理论模型、统计模型)

抽取监测系统的界面:其组成为分析仪前面的采样、输送和调节气体装置。

直接监测系统的界面:其组成为调整和支撑检测器的法兰盘及用于减少颗粒物干扰的鼓风系统。

遥感系统的界面:在烟道气和传感器之间没有界面,而是环境空气。

一、抽取监测系统

最初研制的稀释抽取系统是用转子流量计控制和计量稀释气体的流量,将从管道或烟道抽取的气体稀释后送入环境空气分析仪中。由于保持稳定的稀释比经常出现问题,造成仪器的稳定性差,测定结果不可靠。研制的直接将排放源气体送入分析仪的完全抽取监测系统,事实证明此方法是成功的,这种技术 20 世纪 70 年代和 20 世纪 80 年代初期在美国得到广泛应用。

随着科技进步、新技术的出现,稀释系统早期存在的许多问题在 20 世纪 80 年代逐步得

到解决。“恒流稀释探头”的出现,实现了烟气和稀释气体的恒定稀释比。目前,这种技术在我国也得到实现,并在烟气污染物排放的连续监测中得到应用。

(一) 完全抽取

从烟道或管道中完全抽取烟气,然后将样品气体送入分析仪的监测系统在测量前需要解决的问题是:必须除去烟气中的颗粒物,一般采取三级过滤;保证在烟气进入分析仪前,烟气中的水分不在管路中冷凝,快速除去烟气中的水分,把烟气的温度冷却到适合于分析仪工作的温度范围(例如:5℃~40℃)。完成上述工作,需要用阀门、泵、冷却装置、加热管,以及输送和调节气体所需的许多部件。对这些部件必须经常进行维护、保养、排除故障,定期反吹或更换探头的过滤器,防止管路漏气等。在早期,由于这些问题频繁地出现,维护工作量大,曾使用户感到气馁。时至今日,这些问题得到较好的解决。虽然完全抽取监测系统在我国和日本应用比较广泛,但仍然面临湿法除尘、脱硫后如何准确测量产生的低温、高湿烟气中低浓度气态污染物的挑战。降低采样探头堵塞的频率、减少采样管路内表面磨损引起对气态污染物的吸附和防止烟气处理装置效率下降的问题仍然是完全抽取监测系统需要克服的。

(二) 稀释抽取

稀释抽取监测系统,同样要过滤烟气中的颗粒物,由于通常采取 100:1 的大比例稀释,抽取烟气量少,探头过滤器的使用时间大大延长;用清洁干燥的气体稀释烟气后,其中的水分含量极低,露点降到-37℃甚至更低,输送气体的管路无须加热,不需要冷却器;稀释后的烟气温度达到仪器正常运行允许的范围,而无须冷却。该系统的优点是能长距离地输送气体,实现远距离监测,维护、保养工作量小,同时可将气体送入环境大气监测仪中测量。在美国,稀释抽取监测系统在酸雨计划涉及的排放源中应用十分广泛,主要原因是稀释抽取系统能够测量湿基烟气中污染物的浓度,烟气的流量也按湿基进行测量,而美国联邦规则 40 CFR 75 要求报告 SO₂ 的质量排放速率,因此,能够很方便地计算 SO₂ 的排放速率。另外,40 CFR 75 还要求测量 CO₂,在稀释抽取系统中测量稀释气体 CO₂(替代 O₂)更方便。由于美国环境保护署(U. S. EPA)要求每天从采样探头注入校准气体校准仪器的零点和量程(上标)漂移,而完全抽取分析法(消耗校准气体量大)和直接分析法执行每日的校准相对比较麻烦。

二、直接监测系统

尽管抽取监测系统应用量较大,但抽取系统仍存在某些固有的缺点,例如较长的样品气体输送管路,管路老化引起的漏气,加热的样品气体管路中电阻丝的熔断,烟气中水气在样品气体管路中结露,限流孔堵塞或盐类结晶引起稀释比不稳而发生较大地变化,对稀释气体的质量的高要求,标定仪器耗费大量的标准气体(完全抽取法)、日常的维护保养工作量较大等。促使人们产生了不用抽气而直接在烟道或管道内测定烟气中污染物含量的想法。经过多年的努力终于付诸实现,设计、生产了第二代排放源连续排放监测系统,即直接监测系统。该系统主要由直接在烟道或管道中测量的传感器或发射一束光穿过烟道进行测量。直接监测系统的出现,使系统具有结构变得更为简单、紧凑,不需经常用标准气体去标定仪器(可用光学器件代替),日常维护工作量少等优点;但是,烟气中颗粒物、水气冷凝等对与烟气接触光学镜面的污染,当系统设计为将传感器插入高湿、高温烟气中时传感器的稳定性,烟气中非测定组分的干扰以及系统对仪器安装和使用条件的限定等问题是需要认真对待和克服的。我国生产的紫外差分吸收开放式直接监测系统适合在比较恶劣的烟气条件下连续监测

气态污染物并得到比较广泛的应用。

直接监测系统分为两类,即“点”测量系统和“线”测量系统。

1. 点测量系统

系统由安装在探头前端的电化学池和测量系统组成或由测量系统的光源发射一束光通过烟气被安装在探头前端的反射镜反射,反射光被“发射/接收器”接受进行测定。系统的探头插入烟道,由于点或线测量系统是由测量光程相对于测量烟道直径的比值而确定的,所以点测量系统的测量从超过离传感器仅几厘米或几十厘米范围内烟气中污染物的浓度。点测量系统又分为密封式和开放式。密封式,即系统的测量探头用空心滤器(例如:陶瓷过滤器)与烟气隔离,烟气经过扩散进入测量室被测量,颗粒物被过滤器过滤;系统便于在线通入校准气体进行校准。开放式,即烟气直接流过测量室,用差分法消除颗粒物和其它非测量组分的干扰,通常用气体流通气室或密封气室进行校准。

2. 线测量系统

光通过烟气,利用烟气中被测污染物对光的吸收,进行测量。该系统分单光程和双光程两种。单光程是由烟道一侧的发射装置发射光,通过烟气后被烟道另一侧的接收器接受。双光程是发射的光被烟道另一侧的反射镜反射回来,用“发射/接收器”检测返回的光强。

直接监测系统不仅用于气态污染物的监测,同样用于颗粒物的测定。测定烟气不透明度的浊度仪,有单光程和双光程,既有用可见光又有用红光作光源的“线”监测系统。测定颗粒物散射光强的测量系统,既有采用近红外发光二极管又有用激光光源的“点”监测系统,还有直接测量颗粒物质量浓度的 β 射线吸收“点”监测系统。

三、遥感系统

遥感技术在自然灾害预报、气象、农业、勘探、生态环境监测等领域得到了广泛应用。在美国,遥感技术也应用于排放源排放监测,产生了第三代排放源连续排放监测系统。遥感技术仅仅是向烟道发射光或感知烟道排放“热”分子的光辐射就能检测排放污染物的浓度。U. S. EPA 已经制定了用激光测量烟气不透明度的参比方法(见表 4-5 中方法 9)。然而,时至今日,既没有制定用遥感监测系统测量气体浓度的参比方法,也没有标准化的规范操作程序。

由于还存在如何在排放烟气的烟羽中确定测量“路径”长度的问题,获得烟气中污染物浓度数据的准确度、精密度均比抽取监测技术和直接监测技术获得的结果差。加之既无标准又无操作规范,因而,排放源排放污染物遥感监测系统发展缓慢,仅取得了有限的成功。

四、参数监测系统

参数监测系统是不用分析仪监测排放污染物的系统,但监测时要依靠来自过程控制传感器,例如:热电偶,压力传感器和燃料流量计的输入信号。环境管理中能够利用这些传感器提供的数据,将数据直接替代污染物浓度排放数据,也能够与预测排放的模型相结合预测污染物的排放。

在环境管理中利用参数,例如:压降或温度来控制排放控制装置的性能。通过这些参数提供的信息触发管理机构启动强制性的措施,例如:现场检查、参比方法监测,或作为排放源没有遵从允许条件的指示器。

利用参数数据与污染物排放数据的相关性能够建立预测模型。建模时,用参比方法或 CEMS 监测烟气排放,同时改变过程和/或控制装置的运行参数。然后用工程计算法,最小

二乘法或神经网络法建立参数数据和烟气污染物排放数据之间的相互关系,获得由参数数据“预测”污染物排放的模型。参数监测系统的“预测”排放模型应用 1~20 多个输入参数。在美国预测排放监测系统已经应用到多种排放源。

第四节 CEMS 的分析技术

抽取和直接监测 CEMS 应用了先进的光电技术,例如:非分散红外技术、气体过滤相关技术、傅立叶变换红外光谱技术等。这些技术见表 1-2。

抽取监测系统和直接监测系统都有各自的优点和不足,在使用中会在不同程度上受到一定的限制。在抽取监测系统中,采样界面的设计是非常重要的。对直接监测系统的设计,选择何种类型的分析器(例如:红外或紫外)很重要。

目前,CEMS 主要用于监测排放源排放的“标准污染物”:包括颗粒物、 SO_2 、 NO_x 和 CO ;“非标准污染物”:包括挥发性有机物(VOCs)(在环境空气中发生光化学反应生成臭氧)、总还原硫(TRS)、硫化氢(H_2S)、氟化氢(HF)和氯化氢(HCl)。为了转换排放污染物的浓度到规则规定的氧含量的标准单位而需要测定 O_2 。此外,还连续监测排放气体的参数:包括压力、温度、流速和含湿量;金属:例如汞等。

表 1-3 列出了连续地和半连续地测量燃煤和燃烧废物工厂排放到大气中主要的气态污染物和分析技术。众所周知的质谱测定技术的分析能力,强于表 1-3 中多数的其它测量技术,由于采用该技术的仪器结构复杂和价格昂贵,通常不用于 SO_2 、 NO_x 和 CO 的测量。离子迁移谱法和近红外可调谐二极管激光光谱法(导数法)主要应用于比较难于测定的 HCl 和 HF 的监测。

表 1-2 连续排放监测系统应用的分析技术

抽取监测系统						
气体、颗粒物和金属						
吸收光谱	红外	非分散 差分吸收 光声 气体过滤相关 傅立叶变换	电分析	极谱 电位分析 电导率 电催化(O ₂) ^a	其它	离子迁移谱 顺磁(O ₂) ^a 气相色谱 质谱 发射光谱(金属) β射线吸收(颗粒物)
	紫外	差分吸收				
	发光方法	荧光(SO ₂) 化学发光(NO _x) 火焰光度(SO ₂)				
直接监测系统						
气体			颗粒物		流速	
点测量		线测量	点测量	线测量	点测量	线测量
吸收光谱	电分析	吸收光谱				
差分吸收 ^b 气体过滤相关 ^b 二阶导数	电催化(O ₂) ^a 高温电化学池 双池-多层氧化锆厚膜 热量测定	差分吸收 ^b 气体过滤相关 ^b	光散射 接触电荷转移 接触声学 电动态感应	不透明度(光散射 和光吸收) 光闪烁(光调制)	压差传感 热传感 靶式流量计	超声波流 速计 飞行时间
^a 通过测定烟气中含氧量确定烟气中含湿量; ^b 测定烟气中含湿量。						

^a 通过测定烟气中含氧量确定烟气中含湿量;^b 测定烟气中含湿量。

表 1-3 目前测量排放到大气中主要气态污染物的技术

分 析 技 术	污 染 物					
抽取监测系统	SO ₂	NO _x	CO	VOCs	HCl	HF
简单的非分散红外(NDIR)	✓	✓	✓	✓	✓	—
Luft 检测器 NDIR	✓	✓	✓	✓	—	—
光声检测器 NDIR	✓	✓	✓	✓	—	—
气体过滤相关(GFC))NDIR	✓	✓	✓	✓	✓	✓
差分光学吸收光谱(DOAS)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
傅立叶变换红外光谱(FTIR)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
非分散紫外(NDUV)	✓	✓	—	—	—	—
紫外荧光	✓	—	—	—	—	—
电化学池	✓	✓	✓	✓	—	—
火焰光度计	✓	—	—	—	—	—
电导率分析仪	✓	—	—	—	✓	—
化学发光分析仪	—	✓	—	—	—	—
火焰离子化检测器	—	—	—	✓总	—	—
光离子化检测器	—	—	—	✓总	—	—
气相色谱(GC)法	—	—	—	✓	—	—
质谱法	—	—	—	✓	—	—
离子迁移谱(IMS)法	—	—	—	✓	✓	✓
电位分析	—	—	—	—	✓	✓
直接监测系统	SO ₂	NO _x	CO	VOCs	HCl	HF
差分光学吸收光谱(DOAS)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
导数光谱/近红外可调谐二极管激光(TDL)光谱	✓	✓	✓	—	✓	✓
气体过滤相关(GFC))NDIR	✓	✓	✓	✓	✓	✓
高温电化学池	✓	✓	—	—	—	—
双池-多层氧化铅厚膜	—	✓	—	—	—	—
催化热量计	—	✓	✓	—	—	—

第五节 数据采集与处理系统

数据采集与处理系统(DAHS)是连续监测系统重要的组成部分。该系统随着计算机工业的发展而发展。20 世纪 70 年代,使用的是图谱记录仪,对于连续的监测数据查看极为不便,既冗长又耗时。由于微处理器和 PC 机的迅速发展,DAHS 也得到迅速发展,大量数据的储存,自动生成和打印各种图表,满足了环境监测和环境管理的需要。

DAHS 的主要功能有:①记录、显示和处理数据、自诊、清洗、告警;②控制系统的自动操作,例如每天的校准;③编辑和报告;④数据传输。网络技术的发展,实现了排放源排放污

染物监测系统的集中控制,极大地方便了对监测系统的管理和监控。

第六节 质量保证和质量控制

在使用 CEMS 的初期,人们对 CEMS 的认识是肤浅的,认为既然是自动 CEMS,无人值守,就不必维护保养。不久以后,人们从实践中慢慢地明白了应用该项技术的三点原则:

- ① 性能。没有“最好”的 CEMS。
- ② 选择。必须根据排放源的具体情况选择 CEMS。
- ③ 管理。必须及时地维护保养运行中的 CEMS。

在我国,1996 年国家电力规划设计总院对安装在电力系统的 10 套 CEMS 的运行情况开展了调查,除了管理上、认识上的问题外,CEMS 从安装到运行几乎没有采取质量保证和质量控制措施。问题表现在:

① 仪器安装。安装在烟囱 1/3 高度处,通过直爬梯到达,造成 CEMS 运行维护和管理困难,一旦系统发生故障需要维护而不能及时排出(例如:更换被烟尘堵塞的探头),系统无法正常运行。

② 仪器的校准。气体 CEMS 长期不校准(零点和量程);颗粒物 CEMS 没有经手工采样质量法校准,测量的是烟气的透明度,监测数据在环境管理上没有利用价值。

③ 仪器功能。颗粒物 CEMS 不能在线校准(零点和量程)。

④ 仪器性能。仪器安装在排放源后,没有检验 CEMS 的性能,例如校准漂移(零点、量程),线性,响应时间,准确度,相关系数等。

⑤ 仪器适用性检测。没有仪器的适用性检测标准、没有权威机构去检测。

⑥ 仪器状态。CEMS 基本上处于无人管理,无人进行日常护养,致使 CEMS 不能正常运行。

进入 21 世纪的初期,我国 CEMS 的制造厂和销售商大量的生产和销售 CEMS,各地开始大量采购、安装、运行 CEMS,但无论是生产者、销售者还是用户,在不同程度上忽视了 CEMS 的正确使用和未采取及时采取适合的质量保证(QA)/质量控制(QC)措施导致对系统的使用不当,由于没有正确地依据排放源的特征(例如:排放污染物浓度范围,燃烧燃料的品种和质量,烟气含湿量、温度、压力,净化技术等)有针对性地选择适合的 CEMS,特别是 CEMS 面临湿法净化后的烟气温度低、含湿量大、未除去的颗粒物及净化剂(例如:碳酸钙、镁)在加热的采样探头沉积、结晶堵塞采样探头或稀释探头的限流孔等,造成 CEMS 不能正常运行或频繁地维护,使人们对 CEM 技术的可靠性产生了怀疑。基于经验教训,开展了人员培训,规定了评价 CEMS 的统一方法,规范了 CEMS 技术指标,制定了监测技术规范,从而正在改变使用 CEMS 的被动局面,促使 CEMS 的发展和正确地应用。

除对 CEMS 使用不当会产生错误的结果外,对抽取系统的管路以及光学系统日常维护保养工作不到位也是 CEMS 不能正常运行的重要原因。德国比较清楚地认识到这点,针对有代表性系统的典型操作,进行技术培训,取得了显著的效果。1981 年,美国在丹佛(Denver)由空气污染控制协会主持召开的连续排放监测专业会议上,提出了 CEMS 质量保证(QA)计划。1985 年,在美国巴尔的摩(Baltimore)又召开了一次会议,U. S. EPA 提出了对 CEMS 执行 QA 的具体要求。美国联邦规则 40 CFR 60 和 40 CFR 75 中均有 CEMS 的