

附件 13

《便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器技术要求及检测方法（征求意见稿）》  
编制说明

《便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器技术要求及检测方法》标准编制组

二〇一七年十月

# 目 次

1	项目背景.....	1
1.1	任务来源.....	1
1.2	工作过程.....	1
2	标准制订的必要性分析.....	3
2.1	被测对象的环境危害.....	3
2.2	相关环保工作的需要.....	4
2.3	相关环保标准需要.....	5
2.4	现行环境管理和监测相关技术方法标准的实施情况和存在问题.....	6
3	国内外相关分析方法研究.....	6
3.1	主要国家、地区及国际组织相关标准研究.....	6
3.2	国内相关标准研究.....	9
3.3	国内外相关标准与本标准编制的关系.....	10
4	标准制订的基本原则和技术路线.....	10
4.1	标准制订的基本原则.....	10
4.2	标准制订的技术路线.....	12
5	方法研究报告.....	12
5.1	适用范围.....	12
5.2	规范性引用文件.....	13
5.3	术语和定义.....	13
5.4	仪器的组成和结构.....	13
5.5	技术要求.....	14
5.6	性能指标和检测方法-实验室检测.....	15
5.7	性能指标和检测方法-污染源排放现场检测.....	22
5.8	质量保证.....	24
5.9	附录.....	24
6	方法验证.....	25
6.1	方法验证方案.....	25
6.2	方法验证过程.....	26
7	与开题报告的差异说明.....	27
8	标准实施建议.....	27
9	参考文献.....	27
附 1	方法验证报告.....	31

# 《便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器技术要求及检测方法》编制说明

## 1 项目背景

### 1.1 任务来源

“十一五”以来，便携式紫外吸收法污染源烟气多参数分析仪在污染源烟气分析测试和烟气排放连续监测系统（CEMS）比对监测中逐步得到了广泛的应用。“十二五”废气主要污染物二氧化硫和氮氧化物总量减排以及 CEMS 数据有效性审核等工作推进实施以来，对烟气 CEMS 数据的质控要求逐步严格，手工参比测试仪器的性能质量和功能要求在数据质控方面显得尤为重要。目前，针对便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器的技术要求和检测方法尚没有配套，这导致对这类仪器的技术性能指标和功能要求没有严格具体的规范，因此从环境管理和现场监测等方面迫切需要制定这类仪器设备的相关技术要求和规范，从而确保这类仪器的技术性能质量，确保和提高污染源废气现场监测和比对监测的数据质量，同时推动仪器的国产化和产业化发展，为环境管理提供科学可靠的技术支撑。

环境保护部于 2013 年 3 月发布《关于开展 2013 年度国家环境保护标准制修订项目工作的通知》（环办函〔2013〕154 号）文件，下达了《紫外吸收法便携式多气体测量系统技术要求及检测方法》标准编制任务，项目统一编号为 2013-44。由中国环境监测总站主持，山东省环境监测中心站协作共同承担该标准的制订工作。

### 1.2 工作过程

#### （1）成立标准编制组

2013年3月项目下达后，中国环境监测总站作为项目承担单位与相关协作单位和有关专家进行了联系，成立了由环境监测、环境管理、产品设计等专业领域研究人员组成的标准编制组，完成了项目任务书和合同的填报签订。编制组初步拟定了标准编制的工作目标、工作内容，讨论了在标准制订过程中可能遇到的问题，按照任务书的要求，制定了详细的标准编制计划与任务分工。

#### （2）查询国内外相关资料，编写标准草案和开题报告

2013年3月~7月根据原国家环境保护总局《国家环境保护标准制修订工作管理办法》（2006年41号公告）、《环境标志产品技术要求 编制技术导则》和《环境保护标准编制出版技术指南》（HJ565）的相关规定，查询和收集了国内外相关标准和文献资料，对比了国内外有关商品仪器宣传材料介绍的技术指标，分析了现有标准规定的技术指标和检测方法，了解了国外认证机构认证类似产品的结果，拟定了实验研究方案。经初步的讨论、分析、比较，确定了标准制订的原则和技术路线，形成了本标准的开题论证报告和标准初稿草案以及相关技术指标验证测试初步方案。

### （3）开题论证，确定标准制订的技术路线

2013年8月30日，环境保护部科技标准司在青岛组织召开了本标准的开题论证会，与会专家通过质询、讨论，认为本标准定位准确，适用范围合理，主要内容及编制标准的技术路线可行，同时提出具体修改意见。论证意见主要有：进一步研究标准的适用范围和名称；理清“系统”的概念和配置以及相关技术性能指标要求；对与该标准有关的紫外吸收分析方法方面的内容开展研究。

### （4）开展实验研究工作，组织方法验证

2013年9月-2015年10月，标准编制组根据开题论证会确定的技术方案、论证意见和验证测试方案，选取了目前国内使用比较广泛的3个型号（每种型号3台）便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器开展性能指标的实验室验证测试研究工作。对仪器各项技术参数和条件进行优化，确定具体的技术内容等特性指标，在此基础上完善了标准初稿草案。选取了国内典型的污染源废气排放现场组织上述3个型号的便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器进行现场应用验证测试，同时与不同方法原理的典型非分散红外仪器和傅立叶红外仪器进行现场比对验证测试，编写了方法验证报告。

### （5）编写标准征求意见稿和编制说明（含方法验证报告）

标准编制组于2015年12月编制完成标准征求意见稿、编制说明及方法验证报告的编制，经与标准管理部门多次修改完善后于2016年2月正式提交。

### （6）标准征求意见稿及编制说明专家研讨会

2016年11月25日，标准编制组在北京组织召开本标准征求意见稿专家研讨会，与会专家经质询、讨论，认为标准主编单位提供的材料齐全、内容完整、格式规范；标准具有较强的技术及经济可行性，同其它标准衔接良好。建议：将标准名称改为“紫外吸收法便携式二氧化硫和氮氧化物测量仪器技术要求及检测方法”；按照专家意见进一步修改完善标准文本，形成征求意见稿。

### （7）标准征求意见稿总站内部专家审查会

2017年1月22日，中国环境监测总站在北京组织召开本标准征求意见稿总站内部专家审查会，与会专家经质询、讨论，通过了本标准征求意见稿站内审查；建议：为进一步明确标准适用范围，避免歧义，将标准名称明确精简为“紫外吸收法便携式二氧化硫和氮氧化物测量仪器技术要求”；个别文字和术语按专家意见修改完善。

### （8）标准征求意见稿技术审查会

2017年3月14日，环境保护部环境监测司在北京组织召开本标准征求意见稿技术审查会，与会专家组经质询、讨论，通过了该标准征求意见稿的技术审查。建议按以下意见修改完善后尽快办理征求意见：1. 鉴于目前市场成熟的便携式紫外吸收法仪器主要测量二氧化硫和氮氧化物两项污染物，建议标准名称更改为“便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器技术要求及检测方法”。2. 鉴于二氧化硫和氮氧化物的紫外吸收法方法标准已列入

2017年标准制修订项目计划，建议标准文本去掉附录C的内容。3.编制说明中补充仪器的技术指标依据和详细要求并进一步修改完善。

## 2 标准制订的必要性分析

### 2.1 被测对象（SO<sub>2</sub>和NO<sub>x</sub>）的环境危害

在自然界中含硫物质及硫元素在燃烧过程中都能产生二氧化硫（SO<sub>2</sub>）。但造成大气污染的硫氧化物，主要来自有色金属冶炼（例如：铜、锌、铅的粗炼等）和硫酸制造以及化石燃料（煤、石油等）燃烧过程。硫化精矿是有色金属冶炼的主要原料，在冶炼过程中产生大量的含硫氧化物的烟气。冶炼烟气中SO<sub>2</sub>浓度一般都高于2%，有时可达11%~13%以上。钢铁企业排入大气中的SO<sub>2</sub>主要来自烧结过程，钢铁冶炼的主要原料烧结矿使用的铁矿粉、燃料、溶剂等都含有硫。在烧结过程中，物料中的绝大部分的硫被燃烧生成SO<sub>2</sub>。烧结机烟气含SO<sub>2</sub>浓度一般为500 μmol/mol~1000 μmol/mol。以火电为主的我国电力生产，在全国发电量中约占80%左右，燃煤含硫量多在0.5%~2.5%范围，烟气含SO<sub>2</sub>在几百至几千μmol/mol数量级。化工行业的硫酸生产排空尾气中SO<sub>2</sub>浓度可达上百μmol/mol。我国有几十万台工业和民用锅炉，以燃煤为主，我国能源的70%来源于燃煤，燃煤释放的SO<sub>2</sub>构成了污染大气环境的首要污染物。SO<sub>2</sub>为我国实施总量控制的重点污染物。

SO<sub>2</sub>对人及植物的危害很大，其危害程度与SO<sub>2</sub>的浓度和暴露时间有关。SO<sub>2</sub>的浓度越高，与人或植物接触时间越长，人或植物受到的危害愈严重。SO<sub>2</sub>进入血液能破坏酶的活动，损害肝脏。当大气中SO<sub>2</sub>的浓度为400 μmol/mol时会使人呼吸困难，机体免疫受到明显抑制。若随可吸入颗粒物一起吸入SO<sub>2</sub>，可吸入颗粒物的气溶胶微粒可把SO<sub>2</sub>带到肺部使毒性增加3倍~4倍，导致肺气肿。SO<sub>2</sub>还可以加强致癌物苯并（a）芘的致癌作用。大气中的SO<sub>2</sub>达到一定浓度会使园林植物、紫苜蓿叶等受害。SO<sub>2</sub>是形成酸雨的主要物质之一，在光合作用下，部分SO<sub>2</sub>氧化成SO<sub>3</sub>，SO<sub>3</sub>溶于空气中的水生成硫酸，进一步生成硫酸雾和硫酸盐，腐蚀各类建筑物的表面，影响建筑物的美观，并能减少建筑物的寿命。酸雨使土壤酸化，造成农作物减产；使大片的森林死亡等。

燃料在高温下燃烧是人为产生氮氧化物（NO<sub>x</sub>）的主要来源，例如：汽车和火电厂产生的NO<sub>x</sub>。燃料（燃料NO<sub>x</sub>）中氮的化合物的氧化和燃烧空气（热生成NO<sub>x</sub>）中的氮生成含有NO<sub>x</sub>的废气。燃煤产生的NO<sub>x</sub>约占排气中NO<sub>x</sub>的80%以上，而空气中的氮气热生成的NO<sub>x</sub>的贡献率低于20%并取决于燃烧温度、炉窑的设计和操作技术。排放源排放的NO<sub>x</sub>主要是NO，浓度范围从几十到几百μmol/mol；NO<sub>2</sub>浓度较低，燃煤电站锅炉产生的NO<sub>2</sub>约占氮氧化物的2%~5%，浓度仅有几个μmol/mol；烟气干法、半干法、湿法脱硫、湿法除尘时，烟气中的酸性气体NO<sub>2</sub>与碱性物质反应生成盐或溶于水；同样NO<sub>2</sub>在水泥生产的回转窑或立窑与碱性氧化物反应生成盐。通常排放源排放的NO<sub>2</sub>一般不超过NO<sub>x</sub>排放量的5%，脱硝治理设施运行后，NO<sub>2</sub>所占比例有所提高。高浓度NO<sub>2</sub>能够产生棕色的烟羽。产生NO<sub>x</sub>的主要污染源是燃煤、燃气、燃油锅炉等。

大气中NO<sub>x</sub>对人有致毒作用，主要是通过呼吸系统危害人体，可致急性和慢性中毒。中毒症状主要是对粘膜组织的损害、呼吸道炎症、咳嗽、咳血、支气管炎、肺炎和肺水肿，严重的可致肺坏疽，并可引起兴奋、痉挛，神经炎等神经症状。吸入高浓度的NO<sub>x</sub>可迅速出现窒息、痉挛现象并很快死亡。慢性中毒可引起慢性支气管炎及神经衰弱症的后遗症。

NO与血液中血红蛋白的亲合力强，从而使血液输氧能力下降。因此，人体急性中毒后出现缺氧病症，并导致中枢神经受损，引起痉挛和麻痹；高浓度中毒将迅速导致肺充血和水肿，导致窒息死亡。

NO<sub>2</sub>会严重刺激呼吸系统，使血红蛋白硝化。同时，对人体的心、肝、胃、造血组织都有不良影响。不同浓度的NO<sub>2</sub>对人体健康的危害也不同。接触100 μmol/mol浓度NO<sub>2</sub> 60min或接触400 μmol/mol浓度NO<sub>2</sub> 5min对人体引起致命的肺水肿或窒息，直至死亡。

NO<sub>x</sub>的危害还在于能与碳氢化合物在太阳照射下发生一系列光化学反应生成光化学烟雾。其最明显的危害作用是刺激人的眼睛，引起红眼病。此外，对人的鼻、咽喉、气管、肺有明显的刺激作用，从而增大呼吸阻力。

## 2.2 相关环保工作的需要

### 2.2.1 CEMS 日常比对、数据有效性审核的需要

我国环境保护“十二五”规划指出要“推进火电、钢铁、有色、化工、建材等行业二氧化硫和氮氧化物治理，强化脱硫脱硝设施稳定运行”，我国“十二五”期间，将继续实行主要污染物总量减排控制措施，“十二五”期间主要污染物废气二氧化硫（SO<sub>2</sub>）的排放总量要在“十一五”的基础上再削减8%，废气氮氧化物（NO<sub>x</sub>）的排放总量要在“十一五”的基础上削减10%。面对严峻的减排任务，减排监测体系的建设和能力水平尤为重要；环境监测尤其是污染源连续自动监测仪器设备的运行状况、数据质量等对主要污染物的总量减排核算将起到关键的支撑作用。因此，确保污染源在线监测仪器的数据质量已经成为今后主要污染物总量减排监测体系建设的首要任务。

在我国，固定污染源安装的CEMS仪器需要定期进行比对监测和数据有效性审核。随着各级地方监测能力的提升，各类便携式烟气光学分析仪器的应用逐步广泛，包括以紫外吸收法为工作原理的便携监测仪器，因此，急需制订相关仪器设备的技术标准，满足现场污染源监督性监测、CEMS 比对监测和数据有效性审核的工作需要。

### 2.2.2 新技术产品的需要

随着污染源烟气便携监测仪器的技术发展和应用需求，目前我国已经有近十家企业自主开发、生产了十几个不同型号的便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器；具有潜在生产技术能力和准备研制开发这类仪器设备的公司也比较多。因而，急需出台相关仪器标准正确引导企业研发生产高品质的仪器，统一评判产品的标准和检测的尺度，为环境管理和环境监测服务。

### 2.2.3 相关仪器设备性能检测工作的需要

便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器是环境监测专用仪器设备,应用于环境监测工作时,需要经过环境保护部环境监测仪器质量监督检验中心进行相关适用性检测。该项检测的技术仪器即为相关仪器设备的技术标准。由于这类仪器技术发展很快,应用范围也逐步增多,因此急需开展相关适用性检测工作,必须尽快编制出台相关检测依据标准。

因此,《便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器技术要求及检测方法》环境保护标准的编制将为规范相关仪器设备的技术水平,推动技术进步和保障行业和产业的健康发展提供有效的技术支撑。

### 2.3 相关环保标准需要

SO<sub>2</sub>和NO<sub>x</sub>(NO和NO<sub>2</sub>)是我国实行主要污染物总量减排控制的大气污染物,同时也是我国“十二五”期间至今后相当长时间内实行严格监控的约束性大气污染物。SO<sub>2</sub>和NO<sub>x</sub>也是我国大气污染物综合排放标准、电力行业、建材行业、冶金行业、化工行业、城市公共事业行业(垃圾、危险废物)和燃烧化石燃料的工业以及取暖锅炉等要求必须监测的污染物。为了保证监测结果的准确性、可靠性,监测仪器必须满足规定的仪器性能技术指标。要求监测排放废气中的SO<sub>2</sub>和/或NO<sub>x</sub>的相关环境保护法规和标准见表1。

表1 排放监测相关环境保护法规和标准

标准编号	标准名称	条目	监测对象	限值 (mg/m <sup>3</sup> )
GB16297-1996	大气污染物综合排放标准	第 9.3 条	SO <sub>2</sub> 和 NO <sub>x</sub>	700 和 420
GB9078-1996	工业炉窑大气污染物排放标准	第 4.5 条	SO <sub>2</sub>	850
GB18484-2001	危险废物焚烧污染控制标准	第 5.4 条	SO <sub>2</sub> 和 NO <sub>x</sub>	200 和 500
GB21900-2008	电镀污染物排放标准	第 4.2.3 条	NO <sub>x</sub>	200
GB25464-2010	陶瓷工业污染物排放标准	第 4.2.3 条	SO <sub>2</sub> 和 NO <sub>x</sub>	300 和 240
GB25465-2010	铝工业污染物排放标准	第 4.2.3 条	SO <sub>2</sub>	200
GB25466-2010	铅、锌工业污染物排放标准	第 4.2.3 条	SO <sub>2</sub>	400
GB25467-2010	铜、镍、钴工业污染物排放标准	第 4.2.3 条	SO <sub>2</sub>	400
GB25468-2010	镁、钛工业污染物排放标准	第 4.2.3 条	SO <sub>2</sub>	400
GB26131-2010	硝酸工业污染物排放标准	第 4.2.3 条	NO <sub>x</sub>	300
GB26132-2010	硫酸工业污染物排放标准	第 4.2.3 条	SO <sub>2</sub>	400
GB13223-2011	火电厂大气污染物排放标准	第 4.3 条	SO <sub>2</sub> 和 NO <sub>x</sub>	100 和 100
GB26451-2011	稀土工业污染物排放标准	第 4.2.3 条	SO <sub>2</sub> 和 NO <sub>x</sub>	300 和 200
GB26452-2011	钒工业污染物排放标准	第 4.2.3 条	SO <sub>2</sub>	400
GB26453-2011	平板玻璃工业大气污染物排放标准	第 4.1.4 条	SO <sub>2</sub> 和 NO <sub>x</sub>	400 和 700
GB28662-2012	钢铁烧结、球团工业大气污染物排放标准	第 4.3 条	SO <sub>2</sub> 和 NO <sub>x</sub>	200 和 300
GB28663-2012	炼铁工业大气污染物排放标准	第 4.3 条	SO <sub>2</sub> 和 NO <sub>x</sub>	100 和 300
GB28665-2012	轧钢工业大气污染物排放标准	第 4.3 条	SO <sub>2</sub> 和 NO <sub>x</sub>	150 和 300
GB16171-2012	炼焦化学工业污染物排放标准	第 4.2.3 条	SO <sub>2</sub> 和 NO <sub>x</sub>	100 和 200
GB29495-2013	电子玻璃工业大气污染物排放标准	第 4.1.4 条	SO <sub>2</sub> 和 NO <sub>x</sub>	400 和 700
GB29620-2013	砖瓦工业大气污染物排放标准	第 4.3 条	SO <sub>2</sub> 和 NO <sub>x</sub>	300 和 200
GB30484-2013	电池工业污染物排放标准	第 4.2.3 条	NO <sub>x</sub>	30
GB4915-2013	水泥工业大气污染物排放标准	第 4.1.2 条	SO <sub>2</sub> 和 NO <sub>x</sub>	200 和 400
GB30770-2014	锡、锑、汞工业污染物排放标准	第 4.2.3 条	SO <sub>2</sub> 和 NO <sub>x</sub>	400 和 200
GB13271-2014	锅炉大气污染物排放标准	第 4.3 条	SO <sub>2</sub> 和 NO <sub>x</sub>	300 和 300
GB18485-2014	生活垃圾焚烧污染控制标准	第 8.3 条	SO <sub>2</sub> 和 NO <sub>x</sub>	100 和 300
GB31570-2015	石油炼制工业污染物排放标准	第 5.1.2 条	SO <sub>2</sub> 和 NO <sub>x</sub>	100 和 150

GB31571-2015	石油化学工业污染物排放标准	第 5.1.2 条	SO <sub>2</sub> 和 NO <sub>x</sub>	100 和 150
GB31572-2015	合成树脂工业污染物排放标准	第 5.1.2 条	SO <sub>2</sub>	100
GB31573-2015	无机化学工业污染物排放标准	第 4.2.2 条	SO <sub>2</sub> 和 NO <sub>x</sub>	400 和 200
GB31574-2015	再生铜、铝、铅、锌工业污染物排放标准	第 4.2.2 条	SO <sub>2</sub> 和 NO <sub>x</sub>	150 和 200
GB13801-2015	火葬场大气污染物排放标准	第 4.3 条	SO <sub>2</sub> 和 NO <sub>x</sub>	30 和 200

## 2.4 现行环境管理和监测相关技术方法标准的实施情况和存在问题

《固定污染源烟气排放连续监测技术规范（试行）》（HJ/T75-2007）第7.2、9.3、9.5条。《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）》（HJ/T76-2007）第8.3.5条。环发（2009）88号国家重点监控企业污染源自动监测数据有效性审核办法第九条、第十三条等相关技术标准和法规要求使用便携式多气体（SO<sub>2</sub>和NO<sub>x</sub>）测量仪器（以下简称仪器）对污染源排放的主要污染物进行监督性监测，作为参比仪器对污染源连续排放监测系统（CEMS）进行比对监测和自动监测数据有效性审核。

目前我国环保行业制订和发布的关于监测固定源排放废气的便携仪器标准主要有：《定电位电解法二氧化硫测定仪技术条件》（HJ/T46-1999）；《烟气采样器技术条件》（HJ/T47-1999）；《烟尘采样器技术条件》（HJ/T48-1999）。

尽管我国在 1992 年发布过《紫外线气体分析器技术条件》（GB/T 13971-92）标准，但该标准仅适合于紫外线气体分析器，“不适用于与仪器连接使用的样品处理系统或与仪器联用的记录仪、数据处理系统等”。质监部门实施的《烟气分析仪检定规程》（JJG 968-2002）和《烟气分析仪型式评价大纲》（JJF 1362-2012）在计量检定要求中规定了 5 项技术指标（示值误差、重复性、响应时间、稳定性和最大流量）；此外，在通用技术要求中规定了绝缘电阻、绝缘强度的指标和分别对仪器进行电源电压适应性、高温试验（40°C±2°C，2h）、低温试验（5°C±2°C，2h）、恒定热湿试验（40°C，RH93%）、高温贮存试验（55°C，8h）、低温贮存试验（-20°C，8h）、碰撞试验和跌落试验等，但计量检定标准仅适用于分析仪表的实验室测试，而不是整套仪器的技术性能指标以及仪器的现场使用技术要求；这些远远不能适应快速发展的环境管理和环境监测的需要。

## 3 国内外相关分析方法研究

### 3.1 主要国家、地区及国际组织相关标准研究

#### 3.1.1 光学法测量气态污染物的主要原理

固定污染源排放废气中 SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>x</sub> 的测量仪器分析方法，目前采用的分析技术主要有：紫外吸收法、非分散红外吸收法、紫外荧光法、化学发光法和定电位电解法等，见表 2。

表 2 废气中 SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>x</sub> 仪器分析方法的主要测量原理

测量原理			测量组分		备注
			SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	
紫外法	非分散紫外吸收	PMS/CEMS	●	—	—
	差分吸收	PMS/CEMS	●	●	可直接测量 NO <sub>2</sub> 和 NO
	气体过滤相关非分散吸收	CEMS	●	●	

	傅里叶变换紫外吸收	CEMS			
红外法	简单非分散吸收	PMS/CEMS	●	●	NO <sub>2</sub> 需要还原为 NO 后再测量
	Luft 检测器非分散吸收	PMS/CEMS			
	光声检测器非分散吸收	CEMS			
	气体过滤相关非分散吸收	CEMS			
	傅里叶变换红外吸收	PMS/CEMS			
	紫外荧光	CEMS	●	—	—
	定电位电解法	PMS	●	●	可直接测量 NO <sub>2</sub> 和 NO
	火焰光度计	PMS	●	—	—
	化学发光法	PMS/CEMS	—	●	NO <sub>2</sub> 需要还原为 NO 后再测量
	电导率法	PMS	●	—	—
PMS: 便携式测量系统; CEMS: 连续排放监测系统					

### 3.1.2 紫外吸收法测量气态污染物的主要特点和优势

#### (1) 烟气中常见组分测量干扰较少

燃烧源排放烟气中主要成分是 N<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O、CO<sub>2</sub> 和 O<sub>2</sub>，这些气体在测量 NO、NO<sub>2</sub> 和 SO<sub>2</sub> 的近 UV 光谱范围（200nm~400nm）内没有明显的吸收。使用光源的强度不足以引起样品中气体的光解，因此，在 UV 光谱中没有气体基体的影响。通过选择波长很容易实现 NO、NO<sub>2</sub> 和 SO<sub>2</sub> 的检测。

#### (2) 直接测量烟气 NO<sub>2</sub>

紫外吸收法能够直接测量 NO<sub>2</sub>，不需要用化学试剂或热转换器将 NO<sub>2</sub> 转换到 NO 后再测量。

#### (3) 直接和同时测量 NO、NO<sub>2</sub> 和 SO<sub>2</sub>

紫外吸收法能够直接和同时测量 NO、NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>x</sub> 的浓度。通过选择不同的吸收波长，并采取扣出干扰物在参比波长的吸收或多组分运算法则等技术，消除在测量波长其它组分产生重叠吸收峰造成的影响。

#### (4) 直接测量热/湿烟气

紫外吸收法基本不受 H<sub>2</sub>O 的干扰，因此，可以用于测量抽取的热/湿气体样品，仪器的采样系统不需使用除湿装置。在一定程度上有效克服了由于除湿过程可能造成的污染物的损失。

#### (5) 消除组分干扰的方法原理

消除 NO<sub>2</sub> 对 SO<sub>2</sub> 测定的干扰。NO、NO<sub>2</sub> 和 SO<sub>2</sub> 在近紫外光区有吸收。NO 的吸收波长从 190nm 到 230nm 有多条吸收线，其中在 190nm 的吸收线强度最大，在 226nm 吸收线的信噪比最高，但 NO 不干扰 SO<sub>2</sub> 的测定。NO<sub>2</sub> 的吸收波长从 250nm 到 650nm，中心波长为 400nm，SO<sub>2</sub> 的吸收波长从 240nm 到 330nm，中心波长为 287nm。显然，在 SO<sub>2</sub> 的吸收波长范围内，因 NO<sub>2</sub> 有吸收而产生吸收谱线的重叠。因此，当测试的废气中存在 NO<sub>2</sub> 和 SO<sub>2</sub> 时，由于 NO<sub>2</sub> 在 287nm 存在一定的吸收，测得的不是 SO<sub>2</sub> 的实际浓度。为了克服这个问题，测量 NO<sub>2</sub> 在 287nm 的吸收线的强度除以 NO<sub>2</sub> 在 400nm 的吸收线强度的比。实际测试时，将在 400nm 测得的 NO<sub>2</sub> 的吸收，乘以该比值计算 NO<sub>2</sub> 在 287nm 的吸收，然后，从 287nm 的总吸

收中减去 NO<sub>2</sub> 的吸收，消除 NO<sub>2</sub> 的影响，得到 SO<sub>2</sub> 的真实浓度。NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub> 和 NO 的吸收光谱强度如图 1。德国 TÜV 认证检测机构检测紫外差分测量系统不同干扰气体对 SO<sub>2</sub>（80 mg/m<sup>3</sup>）测量结果的影响结果见表 3。

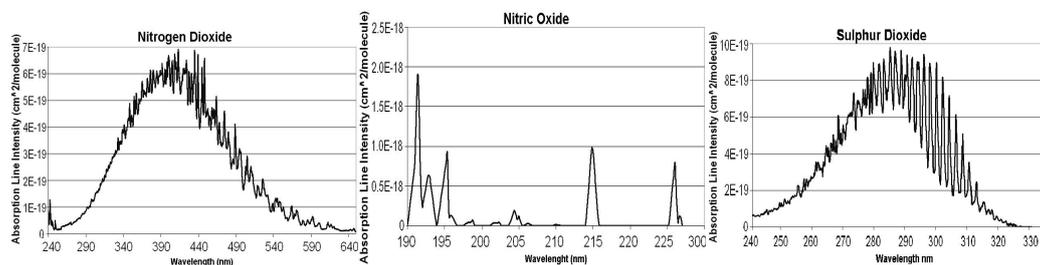


图 1 从左到右分别为 NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub> 和 NO 的吸收光谱强度

表 3 不同干扰气体对 SO<sub>2</sub>（80 mg/m<sup>3</sup>）测量结果的影响结果

干扰物	CO	CO <sub>2</sub>	NO	NH <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	干扰响应之和	
浓度	300 mg/m <sup>3</sup>	15 vol%	300 mg/m <sup>3</sup>	20 mg/m <sup>3</sup>	30 mg/m <sup>3</sup>	正	负
SO <sub>2</sub> /80 mg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0	0

### 3. 1. 3 国外便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器技术的研究和标准

①美国联邦规则 40 CFR 部分 60 附录 A[Method 6C — Determination of Sulfur Dioxide Emissions From Stationary Sources (Instrumental Analyzer Procedure), U.S 40 CFR Part 60 Appendix A. 和 Method 7E — Determination of Nitrogen Oxides Emissions From Stationary Sources (Instrumental Analyzer Procedure), U.S 40 CFR Part 60 Appendix A]将测量固定源排放 SO<sub>2</sub>和NO<sub>x</sub>的仪器法，作为执行固定源排放污染物的监督性监测、检验连续排放监测系统（CEMS）性能等的参比方法，在方法中规定了仪器的技术指标，将紫外（UV）吸收法二氧化硫测量仪作为其他仪器（如：非分散红外、电化学等）性能的参比仪器（见EPA方法6C和美国环境技术认证中心“Generic Verification Protocol for Portable Multi-gas Analyzers”，6.2Reference Instruments “SO<sub>2</sub> reference measurements shall be performed based on EPA Method 6C using a commercially available UV monitor.”）。

②美国材料与实验学会（ASTM）在便携式气体分析仪的技术指标和要求中（Specifications and Requirements for Portable Gas Analyzers, U.S ASTM D6522），对氮氧化物仪器的技术指标作出了规定（详见表4）。

③美国环境保护署发布了其他检测方法13(光学和电化学测量原理)(OTM 13)(Periodic Monitoring Test Method For Measuring Oxygen, Carbon Monoxide and Oxides of Nitrogen From Stationary Sources (Multi-gas Portable Optical Bench Instruments))，方法适用于燃烧煤、天然气、丙烷、丁烷和蒸馏燃料油的排放源；有条件检测方法030(电化学测量原理)(CTM-030)（Determination of Nitrogen Oxides, Carbon Monoxide, and Oxygen Emissions from Natural Gas-Fired Engines, Boilers and Process Heaters Using Portable Analyzers.），方法适用于燃烧天

然气的排放源；方法034（电化学测量原理）（CTM-034）（Determination of Oxygen, Carbon Monoxide and Oxides of Nitrogen from Stationary Sources For Periodic Monitoring (Portable Electrochemical Analyzer Procedure)），方法适用于燃烧天然气、丙烷、丁烷和燃料油的排放源；和预备方法005（光学测量原理）Preliminary Method 005- Determination of Nitrogen Oxide Emissions from Stationary Sources（Ultraviolet Instrumental Analyzer Procedure），在以上方法中分别给出了便携式多气体光学仪器和电化学仪器的技术指标要求（详见表4）。

④英国环境局自从2005年发布《便携式排放监测系统性能标准》（Performance Standard for Portable Emission Monitoring Systems）第1版以来，2008年发布了第2版，2009年9月发布了第3版，2010年1月发布了3.1版，不断地修订标准，使之适应监测SO<sub>2</sub>和NO<sub>x</sub>等污染物的需要。

⑤德国发布的监测SO<sub>2</sub>和NO<sub>x</sub>的参比方法DIN EN 14791 固定源排放-二氧化硫质量浓度的测量-参比方法；德文版EN14791:2005（Stationary source emissions-Determination of mass concentration of sulphur dioxide - Reference method; German version EN 14791:2005）；DIN EN 14792 固定源排放-氮氧化物质量浓度的测量-参比方法：化学发光；德文版EN14792:2005[Stationary source emissions-Determination of mass concentration of nitrogen oxides (NO<(Index)x>)-Reference method: Chemiluminescence; German version EN 14792:2005]。

⑥日本发布的工业标准，烟道气体中二氧化硫的自动测量系统和分析仪（Automated Measuring Systems and Analyzer for Sulfur Oxides in Flue Gas, JIS B7981-2002）以及烟道气体中氮氧化物的自动测量系统和分析仪（Automated Measuring Systems and Analyzer for Nitrogen Oxides in Flue Gas, JIS B7982-2002）明确规定了仪器的性能技术指标（详见表4）。

⑦国际化标准组织发布监测SO<sub>2</sub>和NO<sub>x</sub>自动监测方法的性能技术指标标准（Stationary source emissions-determination of the mass concentration of sulfur dioxide-performance characteristics of automated measuring methods, ISO7935）和（Stationary source emissions-determination of the mass concentration of nitrogen oxides -performance characteristics of automated measuring methods, ISO10849）。

⑧欧盟发布监测SO<sub>2</sub>和NO<sub>x</sub>的参比方法，EN 14791：2005 固定源排放-二氧化硫质量浓度的测量-参比方法（Stationary source emissions - Determination of mass concentration of sulphur dioxide - Reference method）和EN 14792：2005 固定源排放-氮氧化物质量浓度的测量-参比方法：化学发光（Stationary source emissions - Determination of mass concentration of nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>) -Reference method: Chemiluminescence）

### 3.2 国内相关标准研究

目前国内还没有针对便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器的技术标准。已经发布的固定污染源烟气SO<sub>2</sub>和NO<sub>x</sub>监测方法的相关技术标准：《固定污染源排气中二氧化硫的测定 碘量法》（HJ/T 56-2000，湿化学法）；《固定污染源排气中二氧化硫的测定 定

电位电解法》(HJ/T 57-2000, 仪器法);《固定污染源废气 二氧化硫的测定 非分散红外吸收法》(HJ 629-2011, 仪器法);《固定污染源排气中氮氧化物的测定 紫外分光光度法》(HJ/T 42-1999, 湿化学法);《固定污染源排气中氮氧化物的测定 盐酸萘乙二胺分光光度法》(HJ/T 43-1999, 湿化学法);《污染源废气 氮氧化物的测定 非分散红外吸收法》(HJ 692-2014, 仪器法);《固定污染源废气 氮氧化物的测定 定电位电解法》(HJ 693-2014, 仪器法);《固定污染源烟气排放连续监测系统技术要求及检测方法(试行)》(HJ/T 76-2007, 连续监测仪器, 新标准正在修订报批)。

国内外废气中 SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>x</sub> 监测仪器相关标准技术指标比较见表 4。

### 3.3 国内外相关标准与本标准编制的关系

国外许多国家均已发布与本标准类似的便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器的技术标准, 本标准编制是为确保应用与我国的这类仪器设备符合我国的现有污染源排放现状和污染物监测需求。因此, 本标准内容中的仪器设备技术指标内容和相关检测方法参照了相关国外已发布的成熟技术标准(主要内容见表 4); 但其中的具体技术指标设置则依据我国目前的环境管理要求、相关环境监测仪器的技术现状水平以及标准编制过程中的现场验证测试结果来确定, 做到符合我国当前的国情需要和现实水平, 因此仪器设备技术指标的设置与相关国外标准有一定的差异。国内目前没有正式颁布实施的便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器技术标准, 因此本标准编制内容与现行的国内相关标准没有任何冲突, 能够满足目前我国相关污染物排放监测的技术需求。

## 4 标准制订的基本原则和技术路线

### 4.1 标准制订的基本原则

在符合我国有关法律和法规的基础上, 结合我国现有的技术和工艺水平以及环境监测需求修订本标准, 不但考虑标准的先进性, 而且还考虑标准的可操作性以及标准的前瞻性。仪器的技术指标和性能要求与我国现有的技术和工艺水平相适应; 具备检测仪器技术指标的手段和可操作性, 满足环境管理和监测工作的需求; 同时参考美国、欧盟、日本的相关标准以及国内现有的污染源监测相关标准, 制订本标准。本标准制订的基本原则是:

- a) 仪器的指标满足相关环保标准和环保管理工作的需求。
- b) 各项指标的检测方法准确可靠, 具有可行性, 并能够通过检测方法的检测如实的反应仪器各项指标。
- c) 各项指标具有普遍适用性, 功能完整性, 适于以不同结构特点的仪器, 易于推广使用。
- d) 标准制订本着科学性、先进性和可操作性的原则, 推动仪器技术水平提高。

表 4 国内外发布相关仪器标准的技术指标比较

项目		性能技术指标											
		美国 EPA						英国 环境局	ISO	技术监督局	环境保护部		
		40CFR 60 附 A (紫外、 非分散红 外、紫外荧 光、化学发 光等)	ASTM D6522	OTM13 (化学发光)	CTM-22 (电化学)	CTM-30 (电化学)	CTM-34 (电化学)			预备方法 005 (紫外)	JJG968-2002 JJF1362-2012	HJ/T46-1999	HJ629- 2011
检出限	<2%	分辨率 (1ppm)	≤1.0% F.S.	—	≤2%	≤2%或 1ppm	≤2%	<5.0% (零点重复性)	—	—	—	3mg/m <sup>3</sup>	
零点漂移	≤±3.0%	—	≤±2.0%F.S.	≤±3.0% F.S.	—	—	≤±3.0%	<±3.0% (1h)	≤±2.0%F.S.	—	≤±0.5% F.S.	—	
量程漂移	≤±3.0%	—	≤±2.0%	≤±3.0% F.S. (<100ppm 时 5ppm)	—	—	≤±3.0%	<±3.0% (1h)	≤±2.0%F.S.	≤±5.0% (1h)	≤±2.0% F.S.	—	
量程点重复性	—	—	—	—	—	≤±3.0%或 1ppm	—	<5.0%	—	≤2.0%	≤2.0%	—	
响应时间	—	—	≤120s	—	—	—	—	<200s	≤200s	90s	60s	—	
线性误差	—	—	≤±2.0%	—	≤±2.5% (NO) ≤±3.0% (NO <sub>2</sub> )	—	—	<±5.0%	≤±2.0%F.S.	≤±5.0% (示值误差)	≤20%F.S. ≤60%F.S. ≤100%F.S.	≤±3.0% ≤±4.0% ≤±5.0%	±1% F.S. (精度)
校准 误差	零点	≤±2.0%	≤±3.0%	—	≤±2.0% F.S.	≤±3.0%	≤±3.0%或 1ppm	≤±2.0%	—	—	—	—	—
	量程 点	≤±2.0%	≤±5.0%	—	≤±2.0% F.S.	≤±5.0%	≤±5.0%或 1ppm	≤±2.0%	—	—	—	—	—
系统偏差	≤±5.0%	—	—	≤±5.0% F.S.	—	—	≤±5.0%	—	—	—	—	—	
环境 温度 影响	零点	—	—	—	—	—	—	线性误差<±5.0% (5~40) °C	—	(低、中、高浓度) 示值误差 ≤±5.0% (5~40) ±2°C	在 5°C~40°C 范围 能正常工作		—
	量程 点	—	—	—	—	—	—	线性误差<±5.0% (5~40) °C	—		在 5°C~40°C 范围 能正常工作		—
电源电压	—	—	—	—	—	—	—	—	—	线性误差≤±5.0% (220V±22V)	—	—	
干扰响应	总响应 ≤2.5%	≤±5.0% 的测定烟气 平均浓度	≤±2.0%F.S.	≤±2.0% F.S. 或 5ppm	≤±5.0% 的测定烟气 平均浓度	≤±5.0%	—	<±5.0%	≤±2.0%F.S.	—	—	≤±2.0% F.S.	

注：F.S.表示满量程，除响应时间外其余技术指标用量程的百分比表示，我国的线性误差是相对于测定校准气体的比值；U.S.EPA/ETV 认证温度的影响时，控制温度为 7°C±3°C、20°C±3°C 和 40°C±3°C。

## 4.2 标准制订的技术路线

本次标准的内容主要包括适用范围、规范性引用文件、术语和定义、仪器的组成和结构、技术要求、性能指标、检测方法、质量保证和相关附录。

技术要求包括便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器的外观要求、工作条件、安全要求和功能要求；其中功能要求对便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器的样品采集和输送设备、样品预处理设备、校准功能、气密性、数据采集和处理设备等分别提出具体技术要求。

性能指标和检测方法针对便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器各监测单元和仪器分别规定了实验室和污染源现场检测的技术指标要求和检测方法。

实验室检测技术要求规定了气态污染物监测单元（SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>x</sub>）和烟气含氧量监测单元在实验室检测时应满足的要求。其中：

- a) 气态污染物（SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>x</sub>）监测单元实验室检测性能技术要求包括：采样管和样品输送管线加热温度、最低检出限、响应时间（上升时间和下降时间）、重复性、示值误差、1h 零点漂移和量程漂移、环境温度变化的影响、供电电压变化的影响、干扰成分的影响、平行性、负载误差、绝缘电阻；
- b) 烟气含氧量监测单元实验室检测性能技术要求包括：响应时间（上升时间和下降时间）、重复性、示值误差、1h 零点漂移和量程漂移、环境温度变化的影响、供电电压变化的影响、平行性；

现场检测技术要求规定了气态污染物（SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>）测量准确度、烟气含氧量测量准确度和烟气湿度测量准确度（非必测指标）。

实验室检测和现场检测期间的质量保证也都包含在此标准内容中。

附录中给出了规范性要求：仪器数据采集记录和处理要求（包括数据格式、要求和转换计算公式等）；资料性要求：仪器样气输送管线和冷凝除湿设备技术要求、仪器实验室检测和现场检测原始记录表。

本标准作为便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器的技术标准，是对便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器性能指标要求和检测方法的规定。参比方法采样位置和采样点的选择依据 GB/T16157 规定，标准不再详述，直接引用。

## 5 方法研究报告

### 5.1 适用范围

本次制订标准的适用范围依据标准的名称确定为便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器，依据环境管理要求和仪器技术现状确定主要监测的污染物为固定污染源排放废气的常规污染物 SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>x</sub>。因此，标准的适用范围如下：

本标准规定了便携式固定污染源烟气二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器（以下简称仪器）的组成结构、技术要求、性能指标和仪器检测评价方法。

本标准适用于便携式固定污染源烟气二氧化硫、氮氧化物和氧气测量仪器的设计、生产和性能检测。在近紫外光区有吸收的其它气体便携式监测仪器技术要求可参照本标准执行。

## 5.2 规范性引用文件

由于本标准主要针对应用于固定污染源废气排放污染物的监测仪器，因此标准中仪器的一些测试和使用过程中的质量保证和质量控制要求引用了固定污染源废气手工采样和连续自动监测方面的三个标准。

## 5.3 术语和定义

此次制订标准共设置了 9 个术语和定义。全部术语和定义均与目前现行的固定污染源废气监测相关标准的术语和定义内容一致，没有任何冲突。其中主要术语和定义如下。

**响应时间 Response Time**

仪器从通入量程校准气体或零点气体的时刻起，到其示值达到标准气体标称值 90%或 10%的时刻止，中间的时间间隔。

**零点漂移 Zero Drift**

在未进行保养或调试的前提下，仪器按规定的时间运行后，仪器的读数与零点初始值之间的偏差相对于满量程的百分比。

**量程漂移 Span Drift**

在未进行保养或调试的前提下，仪器按规定的时间运行后，仪器的读数与已知参考值之间的偏差相对于满量程的百分比。

**平行性 Parallelism**

在相同的环境条件下，同型号的仪器（两台以上）测量同一被测物时一致性，使用各台仪器测量结果之间的相对标准偏差表示。

**干烟气浓度 Dry Flue Gas Concentration**

烟气经预处理，露点温度 $\leq 4^{\circ}\text{C}$ 时，烟气中各污染物的浓度，也可称为干基浓度。

**相对准确度 Relative Accuracy**

参比方法与待测仪器同步测量烟气中气态污染物（含氧气）浓度，取同时间区间且相同状态的测量结果组成若干数据对，数据对之差的平均值的绝对值与置信系数之和与参比方法测定数据的平均值之比。

术语和定义的排序以在本标准文本中出现的前后顺序排列。

## 5.4 仪器的组成和结构

本次制订标准便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器组成包括：气态污染物（ $\text{SO}_2$  和/或  $\text{NO}_x$ ）监测单元、烟气参数（含氧量等）监测单元和数据采集和处理单元组成。仪器测量烟气中  $\text{SO}_2$  和/或  $\text{NO}_x$ （应至少包括  $\text{NO}$  和  $\text{NO}_2$ ）等气态污染物浓度和含氧量等烟气参数（当仪器测量结果为湿基浓度时，必须配置烟气湿度监测单元），显示、存储、输出和打印监测数据和报表。

标准对仪器测量烟气排放主要气态污染物（SO<sub>2</sub>和NO<sub>x</sub>）进行了组成要求，这里依据紫外吸收光谱的测量特点，要求NO<sub>x</sub>必要至少包括NO和NO<sub>2</sub>；同时要求仪器在监测污染物的时必须监测污染源烟气中氧气浓度，便于进行相关浓度折算以判断是否达标；另外，组成要求当仪器不具备除湿预处理设备而直接对湿烟气进行测量时，必须具备烟气湿度测量部件，确保污染物浓度进行准确的干/湿基转换计算。仪器组成结构中未对排放烟气的温度、压力、流速（流量）等进行明确配置要求，主要原因是这些参数在其它便携污染源废气监测仪器中已有明确要求，在本次标准规定的仪器中不是必需配置的参数，因此可作为选择配置部件。

## 5.5 技术要求

### 5.5.1 工作条件

标准制订规定“仪器在以下条件中应能正常工作：环境温度（5~40）℃；相对湿度：≤85%；大气压：（80~106）kPa；供电电压：AC（220±22）V，（50±1）Hz。

由于便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器主要应用于污染源现场监测，因此其使用环境条件要求相对较高，需要适应比较严峻的环境特点，因此使用的环境条件范围要求按照常用的仪器室外使用环境温度、湿度和大气压以及供电电压设置。由于我国部分高原地区气压较低，有些北方地区冬季温度较低，而温度和气压对电子和机械部件的介电性和传动能力要求更高；由于考虑仪器成本，本标准中为适合中国的大部分地区条件并兼顾目前世界各国此类设备的要求，将温度和压力范围设置为常规要求数值；增加说明：低温、低压等特殊环境条件下，仪器设备的配置应满足当地环境条件的使用要求。

### 5.5.2 功能要求

便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器的功能要求是对该类仪器整体功能的技术要求。

依据多年来仪器性能测试经验和环境管理的需要，结合便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器当前技术水平特点，按照采用抽取冷干、抽取热湿和直接测量等测量方式的不同，对仪器的样品采集和输送设备、预处理设备、校准功能、气密性要求、数据采集和传输设备等分别提出具体技术要求。

在校准功能要求中，提出应具备固定的和便于操作的标准气体全系统校准功能；即能够完成样品采集和传输装置、预处理设备和分析仪器的全系统校准。要求仪器的整个气路应具有良好的气密性，仪器开机使用前，应通过配套的密封部件封堵采样管进气口等方式自动完成气路的气密性检查，仪器现场气密性检查的操作过程可参见附录C。在数据采集和传输设备要求中，提出应显示和记录超出其零点以下和量程以上至少10%的数据值。当测量结果超过零点以下和量程以上10%时，数据记录存储其最小或最大值保持不变。应具备显示、设置系统时间和时间标签功能，数据为设置时段的平均值。仪器具有中文数据采集、存储、处理和软件。能够显示实时数据，具备查询历史数据的功能，并能以报表或报告形式输出。

仪器数据采集、存储、处理和软件应符合附录 A 的技术要求。

## 5.6 性能指标和检测方法-实验室检测

便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器为污染源排放现场使用的监测仪器，由于污染源现场的监测环境条件比较恶劣，因此这类仪器在现场使用中必须克服外界环境条件等造成的测量结果影响。但是，在实际的仪器性能检测和评价时，部分测试指标如仪器受环境温度、电压变化等影响，干扰成分的影响等性能在单一现场检测很难操作，并且现场检测时容易受到其它因素的影响造成一些性能检测的误判。因此，在实验室内检测，可将受检仪器放置在环境试验舱内，模拟环境温度等的变化检测系统性能。环境模拟舱的建立使得实验室监测具有可操作性，因此，本次标准制订内容将仪器首先在实验室条件下进行相关性能指标的测试。

实验室检测包括气态污染物监测单元（SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>x</sub>）和烟气含氧量监测单元的检测。

### 5.6.1 实验室检测量程说明

“十一五”以来大规模脱硫脱硝设施建设投运，污染物排放浓度大大下降，基本达到几十个 ppm 级甚至到几个 ppm，这对烟气便携监测仪器开展监督性监测和比对监测的检测能力和技术水平提出了更高的要求。因此，本标准制订结合当前实际工况和国内外仪器设备水平，规定：仪器具备双量程或多量程时，只针对仪器的最小量程进行技术指标检测；且规定气态污染物（SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>）监测单元检测最小量程的最大值不超过 150μmol/mol。检测期间除进行系统零点和量程校准外，不允许对系统进行计划外的维护、检修和调节。

### 5.6.2 气态污染物（含 O<sub>2</sub>）监测单元性能指标和检测方法

便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器气态污染物（SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>）和含氧量监测单元性能技术指标见表 5。

表 5 气态污染物监测单元（SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>x</sub>）和含氧量监测单元实验室检测技术要求

检测项目	技术要求	检测方法	
外观	合格	7.1.4.1	
采样管和样品输送管线加热温度	>120℃	7.1.4.2	
二氧化硫监测单元	最低检出限	≤1% F.S.	7.1.4.3
	响应时间（上升时间和下降时间）	≤120 s	7.1.4.4
	重复性	≤2%	7.1.4.5
	示值误差	±2%F.S.	7.1.4.6
	1h 零点漂移和量程漂移	±2%F.S.	7.1.4.7
	环境温度变化的影响	±5%F.S.	7.1.4.8
	供电电压变化的影响	±2%F.S.	7.1.4.9
	干扰成分的影响	±5% F.S.	7.1.4.10
	平行性	≤5%	7.1.4.11
	负载误差	±5%	7.1.4.12
氮氧化物监测单元	最低检出限	≤1% F.S.	7.1.4.3
	响应时间（上升时间和下降时间）	≤120 s	7.1.4.4
	重复性	≤2%	7.1.4.5
	示值误差	±2%F.S.	7.1.4.6
	1h 零点漂移和量程漂移	±2%F.S.	7.1.4.7
	环境温度变化的影响	±5%F.S.	7.1.4.8
	供电电压变化的影响	±2%F.S.	7.1.4.9

	干扰成分的影响	±5% F.S.	7.1.4.10
	平行性	≤5%	7.1.4.11
	负载误差	±5%	7.1.4.12
含氧量 监测单元	响应时间（上升时间和下降时间）	≤120 s	7.1.4.4
	重复性	≤2%	7.1.4.5
	示值误差	±2%F.S.	7.1.4.6
	1h 零点漂移和量程漂移	±2%F.S.	7.1.4.7
	环境温度变化的影响	±5%F.S.	7.1.4.8
	供电电压变化的影响	±2%F.S.	7.1.4.9
	平行性	≤5%	7.1.4.11
	绝缘电阻	≥20MΩ	7.1.4.13

#### a) 采样管和样品输送管线加热温度

对于现场便携监测仪器来说，由于其在现场使用时间较短，且往往要面对高湿度的恶劣烟气环境，因此如何克服采样管和样品输送管线造成的吸附、溶解等采样损失就显得非常关键。对有效控制污染物的采样损失，通常采用高温伴热采样的方式，因此本标准对仪器的采样管和样品输送管线的加热温度提出要求，要求控制在 120℃ 以上，且温度可调。并参考 HJ/T 46-1999 《定电位电解法二氧化硫测定仪技术条件》中的相关检测方法，编制了本标准加热温度的检测方法：将仪器采样管和样品输送管线分别加热至其设置的温度，稳定 10min；分别测量采样管和样品输送管线前端（距离入口（15~20）cm 处）、加热段中部和后端（距离出口（15~20）cm 处）的温度值，3 个测量点位温度值的平均值为加热温度。（针对采样管与样品输送管线为一体化、同时加热控温的仪器，按一根管线进行测量）

#### b) 最低检出限

最低检出限是反应仪器检测能力和测量灵敏度的重要指标。当前我国污染源废气排放浓度逐步降低，为了适应当前我国污染源废气排放监督性监测和比对监测的需求，本标准制定中设置了“最低检出限”指标。

最低检出限的检测方法依据我国常规的仪器和方法检测限测定方法，一般取零点噪声（零点测量值标准偏差）的 2~3 倍与满量程值的百分比，本标准设置为 2.5 倍。按照该方法对 3 个型号 9 套紫外便携仪器进行测试，SO<sub>2</sub> 检出限最大值 0.51%F.S.，NO<sub>x</sub> 检出限最大值 0.67%F.S.。

同时综合考虑我国当前污染源废气监测的环境管理需求。以火电行业为例（当前要求相对比较严格的废气排放行业），目前我国燃煤电厂固定污染源烟气 SO<sub>2</sub> 排放浓度限值最低为 35mg/m<sup>3</sup>，NO<sub>x</sub> 排放浓度限值最低为 50mg/m<sup>3</sup>。为了确保仪器能够满足环境管理和监测的需求，一般要求仪器检出限应低于要求测试浓度的 1/10，因此 SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>x</sub> 的检出限应分别低于 3.5mg/m<sup>3</sup> 和 5.0mg/m<sup>3</sup>。

本标准要求便携紫外吸收法仪器检测量程最大值为 150μmol/mol，换算标态质量浓度 SO<sub>2</sub> 为 429mg/m<sup>3</sup>，NO<sub>x</sub> 为 308mg/m<sup>3</sup>，按照百分比计算，满足污染源环境监测和管理需求的 SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>x</sub> 的最低检出限应在 0.8%F.S. 和 1.6%F.S. 左右。

综上，结果仪器验证测试结果（仪器技术现状）和当前环境监测管理需求，最低检出限

指标设置为不超过 1%F.S.；该项指标说明，满足该指标的便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器从监测能力上是能够满足当前我国污染源烟气 SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>x</sub> 监督性监测和 CEMS 比对监测等环境监测和管理需求的。

#### c) 响应时间

响应时间表征仪器测量速度的快慢。一般将响应时间分为上升响应时间和下降响应时间。

上升响应时间指仪器零点读数稳定后通入量程校准气体，此时开始计时，到其示值达到量程校准气体标称值 90% 的时刻止，中间的时间间隔。

下降响应时间指仪器量程点读数稳定后通入零点气体，此时开始计时，到其示值达到量程校准气体标称值 10% 的时刻止，中间的时间间隔。

本标准制订，参照英国《Performance Standards and Test Procedures for Continuous Emission Monitoring Systems- for gaseous, particulates and flow-rate monitoring systems, UK. Environment Agency Version 3.1, 2008》，气态污染物监测单元（含 O<sub>2</sub> 或 CO<sub>2</sub>）响应时间技术指标。实验室检测时检测仪器的响应时间，用零气和量程气检测系统的上升响应时间和下降响应时间。连续重复测定三次。便携仪器一般采样管线不长，因此样品气体的传输时间影响不大，依据验证测试结果，同时参考在线监测仪表实验室检测的技术指标，将响应时间性能指标设置为不超过 120s。

#### d) 重复性

重复性指在相同测量条件下，对同一被测量参数进行连续多次测量所得结果之间的一致性。重复性用相对标准偏差表示。

重复性检测条件包括相同的测量环境，相同的测量仪器及在相同的条件下使用，相同的位置及在短时间内的重复。总之，就是在尽量相同的条件下，包括程序、人员、仪器、环境等，以及尽量短的时间间隔内完成重复测量任务。从数理统计和数据处理的角度来看，在这段时间内测量应处于统计控制状态，即符合统计规律的随机状态。重复观测中的变动性，正是由于各种影响量不能完全保持恒定而引起的。

气态污染物监测单元（含 O<sub>2</sub>）重复性检测方法：系统校准零点后，通入量程点气体，稳定后读数，重复 6 次，计算 6 次读数的相对标准偏差。

重复性指标参照气体分析仪实验室验证测试结果和英国《Performance Standards and Test Procedures for Continuous Emission Monitoring Systems- for gaseous, particulates and flow-rate monitoring systems, UK. Environment Agency Version 3.1, 2008》中 10.11，设置为不超过 2%。

#### e) 示值误差

示值误差是判断仪器在量程范围内测量准确与否的重要指标。

检测方法：使用低、中、高三种浓度的标准气体。待测仪器运行稳定后，分别进行零点校准和满量程校准。依次通入低浓度（20%~30%）满量程值、中浓度（50%~60%）满量

程值和高浓度（80%~100%）满量程值的标准气体；读数稳定后分别记录各浓度标准气体的显示值；再通入零点气体，重复测试3次。计算待测仪器测量每种浓度标准气体的测量误差相对于满量程的百分比。实验室检测使用的以上标准气体浓度，也可以采用等比例稀释的方法获得各浓度标准气体，等比例稀释装置的精密度要求在1.0%以内。实验室检测线性误差指标参照标准编制单位实验室验证测试结果和英国《Performance Standards and Test Procedures for Continuous Emission Monitoring Systems- for gaseous, particulates and flow-rate monitoring systems, UK. Environment Agency Version 3.1, 2008》中10.12，设置为±2%F.S。

#### f) 1h 零点漂移和量程漂移

漂移指标主要是为考察仪器的测量稳定性，由于便携监测仪器在污染源现场使用的时间一般不长（≤6h），因此对便携现场监测仪器的测量稳定性仅考核其1h间隔的零点和量程漂移变化，连续测量6h。

气态污染物CEMS（含O<sub>2</sub>）漂移检测方法参考了现执行标准《固定污染源烟气排放连续监测系统技术要求和检测方法》（试行）（HJ/T 76-2007）中对漂移的检测方法。漂移指标综合考虑了仪器实验室验证测试结果，设置为±2%F.S。

#### g) 环境温度变化的影响

理论上来说，便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器所处环境温度的变化将直接影响分析仪的测量结果。例如，环境温度发生变化将直接影响光源的稳定，影响辐射的强度，影响测量气室连续流动的气样密度。如果温度大大超过正常状态，检测器的输出阻抗下降，导致仪器不能正常工作。很多分析仪通过软硬件的温度补偿处理，使得分析仪的温度适应性变宽。由于我国便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器的大面积使用，各种检测原理和技术水平的分析仪对温度的适应性不尽相同，因此为保证便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器监测的有效性，控制分析仪的温度影响性能在一定的范围内是很有必要的。

实验室检温度影响检测在恒温室内进行，包括零点温度影响和量程点温度影响。GB/T 11606-2007 分析仪器环境试验方法中对仪器按照使用条件和运输流通条件分为以下4个基本组别。

I组：环境温度和湿度控制在规定的范围内，通常指具有空调设备的可控环境。本组适用于精密仪器；

II组：仅将环境温度控制在规定的范围内，通常指具有一般保温供暖及通风的室内环境。本组适用于实验室仪器；

III组：环境温度和湿度都不受控制，通常指无保温供暖及通风的室内环境。本组适用于工业过程仪器；

IV组：环境温度和湿度都不受控制的较恶劣环境，通常指有遮蔽或无遮蔽的室外环境。本组适用于室外使用环境。

根据对仪器的分类方法，气态污染物监测单元（含 O<sub>2</sub>）属于第 IV 组。同时考虑便携仪器实际适用的室外环境温度条件，对仪器的温度试验变化范围设置为 5℃~40℃。试验时在恒温室中进行，除温度外，其余工作条件均应保持在参比工作条件下。各温度处标气测量值与 20℃处系统稳定值的偏差，然后计算所选量程的相对偏差，为该温度处温度影响。

此指标要求参照仪器实验室验证测试结果和英国《Performance Standards and Test Procedures for Continuous Emission Monitoring Systems- for gaseous, particulates and flow-rate monitoring systems, UK. Environment Agency Version 3.1, 2008》中 10.14 产品认证指标要求，设置为±5% F.S.。

#### h) 供电电压变化的影响

便携仪器在现场使用时，一般使用临时供电电源或简易现场电源，现场的供电电压往往波动较大，因此，针对仪器使用时供电电压变化造成的测量影响进行测试是非常必要的。

英国《Performance Standards and Test Procedures for Continuous Emission Monitoring Systems- for gaseous, particulates and flow-rate monitoring systems, UK. Environment Agency Version 3.1, 2008》中 10.17 检测仪器在标称电压的-10%到+10%的范围内变化时，系统受电压变化的影响。

本标准针对我国具体情况规定测试电压分别为 198VAC 与 242VAC，检测电压高于和低于 220V 电压时的各次电压影响。

此指标要求参照英国《Performance Standards and Test Procedures for Continuous Emission Monitoring Systems- for gaseous, particulates and flow-rate monitoring systems, UK. Environment Agency Version 3.1, 2008》中 10.16 产品认证指标要求为±2% F.S.。

#### i) 干扰成分的影响

样气中的背景气体往往比较复杂，包含其他对测量造成影响的干扰组分，干扰组分的浓度经常是不确定或随机变化的。样气处理系统通过物理或化学方法除去了部分干扰组分，减小了此影响，但并不能完全消除。为保证仪器监测数据的质量，控制干扰的性能指标是很必要的。主要的干扰气体种类和浓度参照英国《Performance Standards and Test Procedures for Continuous Emission Monitoring Systems- for gaseous, particulates and flow-rate monitoring systems, UK. Environment Agency Version 3.1, 2008》Annex B 中表 B.1 和德国《Testing of automated measuring systems Test procedures for measuring systems of gaseous and particulate emissions, VDI 4203, Part 2 (2003)》Annex B 中表 B.1。主要选取了在紫外波段有吸收的一些干扰气体，干扰成分气体及浓度见表 6。

表 6 干扰气体种类和浓度

气体类型	气体名称	浓度值
干扰气体	NO	300 mg/m <sup>3</sup>
	NO <sub>2</sub>	50 mg/m <sup>3</sup>
	SO <sub>2</sub>	500 mg/m <sup>3</sup>
	NH <sub>3</sub>	20 mg/m <sup>3</sup>

检测方法：通入零气，系统稳定后，记录初始读数，然后通入干扰气体，稳定后读数为该干扰气体下零气测量值。计算通入干扰气体和未通入干扰气体时零气测量值的偏差，再除以所选系统满量程值，得到各干扰气体下的相对偏差，为各干扰气体零气影响。

统计干扰指标参照英国《Performance Standards and Test Procedures for Continuous Emission Monitoring Systems- for gaseous, particulates and flow-rate monitoring systems, UK. Environment Agency Version 3.1, 2008》中 10.19 章节，将达到量程值的 0.5%或-0.5%的各影响值分别相加，得到正干扰影响值和负干扰影响值。相关干扰测试指标参照实验室验证测试结果指标要求设置为±5% F.S.。

#### j) 平行性

平行性是判断一个企业生产的同一款仪器质量稳定性和一致性的重要指标，平行性技术要求的检测需要检测至少三台同款仪器。从我国环境管理的角度而言，为便于同一仪器间数据的可比性，确实有必要设置此平行性性能指标。平行性检测时分别用浓度为（20%~30%）满量程值、（40%~60%）满量程值、（70%~80%）满量程值 3 种标准气体检测三套系统测试结果的相对标准偏差。指标的检测方法和计算方法参照《环境空气颗粒物（PM<sub>10</sub>和 PM<sub>2.5</sub>）连续自动监测系统技术要求及检测方法》（HJ 653-2013），结合实验室验证测试结果，指标设置为不超过 5%。

#### k) 负载误差

在仪器的采样技术要求中，要求采样泵应具备克服烟道或烟囱负压以及采样设备阻力等的足够抽气能力。当烟道负压较大时，便携监测仪器采样泵的采样能力、抽气流量对测量结果影响较大，因此规定当采样设备负载阻力为 10kPa 时，抽气采样流量变化导致的气态污染物测量结果的变化不超过±5%。同时参考 HJ/T 46-1999《定电位电解法二氧化硫测定仪技术条件》中的相关检测方法，编制了本标准负载误差的检测方法：在仪器采样管（或样品输送管线）前端依次连接压力表（负压表）和阻力调节装置，确保气路连接不漏气。待测仪器运行稳定后，调节阻力调节装置为空载状态，通入量程校准气体，稳定后记录待测仪器读数 A；调节阻力调节装置使压力表显示负压（10±1）kPa，通入同一浓度量程校准气体，稳定后记录待测仪器读数 B；计算待测仪器不同负载条件下测量结果的相对误差 F，重复测试 3 次，平均值为待测仪器的负载误差。指标设置参考 HJ/T 46-1999 标准，设置为±5%。

#### l) 绝缘电阻

绝缘电阻是仪器重要的安全指标，检测方法和指标比较成熟。因此，指标设置和检测方

法参照 HJ/T 46-1999《定电位电解法二氧化硫测定仪技术条件》标准中的相关内容，指标设置为 $\geq 20M\Omega$ 。

### 5.6.3 仪器关键部件技术要求

部件选择的不同往往对仪器的性能引起影响，因此检测仪器的同时，检测仪器内的关键部件也是很有必要的。本标准制订，在附录中引入了关键部件冷凝除湿装置和采样管线的技术性能指标。仅作为推荐使用和以后开展性能检测的参考，并不作为仪器性能检测的必要指标。

#### a) 冷凝除湿装置

冷凝除湿装置是抽取冷干方式紫外吸收仪器中必配的关键部件。冷凝除湿装置的脱水率和  $SO_2$  组分的丢失率是影响系统性能的主要因素。对冷凝除湿装置的推荐检测项目包括：冷凝器稳定性能；脱水效率； $SO_2$  组分的丢失率。

冷凝器稳定性能指冷凝器从环境温度达到工作温度时，冷凝器显示的制冷温度的波动范围，是反映冷凝器保持稳定的制冷效果的重要指标。调研目前技术成熟的压缩机原理和电子制冷原理的冷凝器技术能力，同时结合仪器正常冷凝除水的技术要求，冷凝器稳定性指标建议设置为温度波动范围设置温度的 $\pm 2^\circ C$ 以内。

脱水性能是反映冷凝除湿装置脱水效果的重要指标。检测方法是对应不同的入口露点，检测冷凝器出口露点和脱水率，选取典型的压缩机原理和电子制冷原理的冷凝除湿设备进行实验测试，结果见表 7 和表 8；依据测试结果，脱水性能指标建议设置为：当湿度 $> 5.0\% \sim \leq 10.0\%$ 时，冷凝器脱水率 $\geq 85\%$ ；当湿度 $> 10.0\% \sim \leq 15.0\%$ 时，冷凝器脱水率 $\geq 90\%$ ；当湿度 $> 15.0\%$ 时，冷凝器脱水率 $\geq 95\%$ 。

表 7 压缩机冷凝器在不同湿度水平的脱水率

设定发生露点 ( $^\circ C$ )	设计含湿量 (%)	入口露点 ( $^\circ C$ )	入口含湿量 (%)	出口露点 ( $^\circ C$ )	出口含湿量 (%)	脱水率 (%)
35	5.9	32.5	5.09	3.6	0.79	84.5%
45	10.5	42.8	9.24	3.4	0.78	91.6%
55	18.5	53.3	16.74	3.6	0.79	95.3%
65	32.9	63.5	30.07	4.2	0.82	97.3%

表 8 半导体冷凝器在不同湿度水平的脱水率

设定发生露点 ( $^\circ C$ )	设计含湿量 (%)	入口露点 ( $^\circ C$ )	入口含湿量 (%)	出口露点 ( $^\circ C$ )	出口含湿量 (%)	脱水率 (%)
35	5.9	32.6	5.11	4.0	0.81	84.2%
45	10.5	42.8	9.24	4.0	0.81	91.2%
55	18.5	53.2	16.67	4.6	0.85	94.9%
65	32.9	63.5	30.07	9.6	1.20	96.0%

随着污染源排放烟气湿度的逐步增大， $SO_2$  在烟气冷凝除水过程中可能造成的损失逐步显现，因此在冷凝除湿设备的技术要求中冷凝除湿设备  $SO_2$  组分的丢失率是反映设备保证除水效果的同时保证烟气  $SO_2$  准确测量的重要指标。用含湿量为 15% 的  $SO_2$  标气对不同的冷凝除湿设备进行  $SO_2$  组分丢失率的实验测试，结果见图 2 和图 3；依据测试结果，冷凝除湿

设备 SO<sub>2</sub> 组分的丢失率指标建议为：湿度 15% 的 SO<sub>2</sub> 标准气体，

SO<sub>2</sub> 浓度 ≥ 250 μmol/mol (715 mg/m<sup>3</sup>) 时，SO<sub>2</sub> 丢失率 ≤ 5%；

SO<sub>2</sub> 浓度 < 250 μmol/mol (715 mg/m<sup>3</sup>) 时，SO<sub>2</sub> 丢失率 ≤ 8%；

SO<sub>2</sub> 浓度 < 50 μmol/mol (143 mg/m<sup>3</sup>) 时，SO<sub>2</sub> 绝对丢失量 ≤ 5 μmol/mol (14 mg/m<sup>3</sup>)。

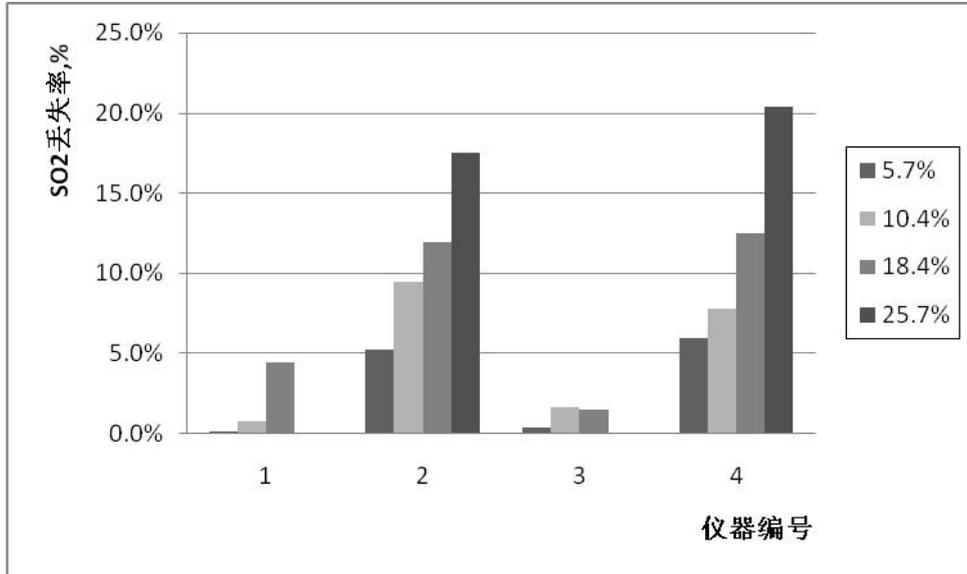


图 2 低浓度 SO<sub>2</sub> 湿标气不同湿度下 SO<sub>2</sub> 组分丢失率测试结果

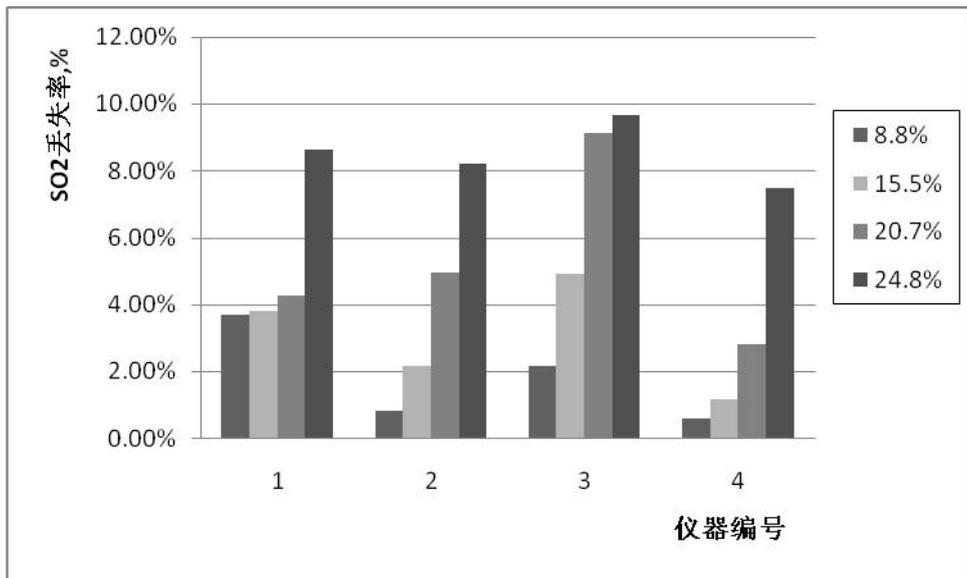


图 3 高浓度 SO<sub>2</sub> 湿标气不同湿度下 SO<sub>2</sub> 组分丢失率测试结果

b) 加热传输管线

加热线推荐检测技术要求包括外观，温度均匀性能，保温性能和气密性能。

5.7 性能指标和检测方法-污染源排放现场检测

5.7.1 气态污染物监测单元性能指标和检测方法

仪器气态污染物检测单元现场检测指标为“测量准确度”。

便携紫外气体测量仪主要应用于污染源排放废气的监督性监测、现场 CEMS 比对监测

以及一些环境监督管理、执法考核等工作中，因此其“现场测量的准确度”是考核仪器性能质量和现场适用性的最直接指标，也是仪器能够满足环境管理需求的最重要的指标之一。因此，本标准制订打破了我国过去有关废气便携仪器技术要求标准中检测性能指标往往都是实验室模拟检测指标的惯例，首次在废气便携监测仪器标准中增加设置了现场“测量准确度”指标要求，满足环境管理和环境监测工作需求。标准明确了气态污染物准确度检测和计算时需要将待检仪器测量值和参比方法测量值统一在同一条件下（标准干烟气状态），同一时间段内进行现场比对检测。准确度指标的检测方法和计算方法参考引用了《固定污染源烟气排放连续监测系统技术要求及检测方法（试行）》（HJ/T 76-2007）标准中的相关内容。

另外，“十一五”和“十二五”大规模建设和运行的污染源废气脱硫和脱硝治理设施使污染源废气排放主要污染物  $\text{SO}_2$  和  $\text{NO}_x$  的排放浓度大大降低，尤其是当前逐步开展的污染源超低排放，使烟气气态污染物浓度基本达到几十个 ppm 级甚至到几个 ppm。现场检测的气态污染物浓度大大降低，为了增加比对待测指标的合理性，满足日常比对测试的要求，根据标准编制单位多年来现场检测和比对测试的经验，就低浓度比对规定了更严格的技术性能指标要求。指标设置参考了新修订的固定污染源烟气排放连续监测系统技术标准，同时结合“测量准确度”指标现场验证测试结果，技术指标要求如下。

当参比方法测量烟气中二氧化硫、氮氧化物排放浓度的平均值：

- a)  $\geq 250\mu\text{mol/mol}$  时，参比方法比对测试相对准确度： $\leq 15\%$ ；
- b)  $\geq 50\mu\text{mol/mol} \sim < 250\mu\text{mol/mol}$  时，参比方法比对测试数据对之差的平均值的绝对值： $\leq 20\mu\text{mol/mol}$ ；
- c)  $\geq 20\mu\text{mol/mol} \sim < 50\mu\text{mol/mol}$  时，参比方法比对测试测试结果相对误差平均值的绝对值： $\leq 30\%$ ；
- d)  $< 20\mu\text{mol/mol}$  时，参比方法比对测试数据对之差的平均值的绝对值： $\leq 6\mu\text{mol/mol}$ 。

### 5.7.2 氧气监测单元性能指标和检测方法

烟气含氧量监测单元现场检测指标与气态污染物监测单元相同，也为“测量准确度”。由于污染源烟气中氧气浓度变化不大，因此其性能指标没有分段要求，指标设置参考了《固定污染源烟气排放连续监测系统技术要求及检测方法（试行）》（HJ/T 76-2007），同时结合“测量准确度”指标现场验证测试结果，设置为烟气含氧量测量参比方法比对测试相对准确度： $\leq 15\%$ 。检测和计算方法与 $\geq 250\mu\text{mol/mol}$ 时气态污染物监测单元相同。

### 5.7.3 烟气湿度监测单元性能指标和检测方法

按照仪器组成规定，当仪器不具备除湿预处理设备而直接对湿烟气进行测量时，必须具备烟气湿度测量部件，因此本项指标设置仅针对“未经除湿预处理而直接对烟气进行测量，直接测量浓度结果为湿基浓度”的仪器。烟气湿度监测单元的性能指标及检测方法直接参考引用了《固定污染源烟气排放连续监测系统技术要求及检测方法（试行）》（HJ/T 76-2007）

标准的相关现场指标要求和检测方法。

## 5.8 质量保证

质量保证是监测过程的全面质量管理,包含了保证环境监测数据准确可靠的全部活动和措施。主要包括仪器检测使用的标准物质要求和参比测试过程的质量保证等。

现场比对测试中使用的参比采样和测量方法对待测仪器“测量准确度”的可靠判定非常重要。因此现场进行比对测试时,首先在方法选择上建议尽量选择仪器法进行参比测试比对(参考 HJ 76-2007 标准附录 D 的相关内容),同时为保证参比方法仪器测量的准确可靠,规定使用的参比仪器各项技术要求和技术指标应满足本标准的相关要求;其次,为保证比对的科学可靠,在每次比对测试前应按照仪器操作说明要求使用零点和量程校准气体对参比采样测量仪器进行正确的零点和量程校准;在每次比对测试后应使用同一零点和量程校准气体通入参比采样测量仪器检查校验参比仪器的零点漂移和量程漂移,此时参比采样测量仪器的零点和量程漂移应不超过±2.5%(满量程),指标设置参考引用 HJ 76-2007 标准现场检测指标要求。

## 5.9 附录

### 5.9.1 附录 A- 仪器数据采集记录和处理要求

本标准制订,在附录 A 中对仪器数据采集处理和传输系统软件的要求做了详细说明。主要包括:数据采集记录存储要求、数据格式要求、数据处理计算方法和公式要求、数据软件功能和输出要求共 4 个部分。编制依据主要来自标准编制单位多年来的仪器适用性检测经验和环境管理的实际需求,对仪器软件功能进行规范要求。主要内容如下:

#### (1) 数据采集记录存储要求

至少每 5s 采集一组系统测量的实时数据;主要包括:气态污染物体积浓度或实测质量浓度和烟气含氧量等。至少每 1min 记录存储一组仪器测量的分钟数据,数据为该时段的平均值;主要包括:气态污染物体积浓度或标准状态下的质量浓度、烟气含氧量等。可通过计算显示并记录气态污染物折算浓度。采用不同采样测量方式的仪器,若测量结果需要湿/干基的转换计算处理,则应同时显示并记录该测量值湿基和干基的测量数据。

#### (2) 数据格式要求

仪器记录处理实时数据和定时段数据时,数据格式应至少符合表 9 和表 10 的要求。

表 9 仪器数据格式一览表

序号	项目名称	单位	小数位
1	SO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 体积浓度	>500	0
		≤500	1
2	SO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 质量浓度	>1000	0
		≤1000	1
3	烟气含氧量	% V/V	2
4	烟气含湿量	%	1

表 10 仪器数据时间标签一览表

数据时间类型	时间标签	定义	描述与示例
实时数据（5s）	YYYYMMDDHHMMSS	时间标签为数据采集的时刻，数据为相应时刻采集的测量瞬时值	20140628130815 为 2014 年 6 月 28 日 13 时 8 分 15 秒的测量瞬时值
分钟数据	YYYYMMDDHHMM	时间标签为测量开始时间，数据为此时刻前一分钟的测量平均值	201406281308 为 2014 年 6 月 28 日 13 时 08 分 00 秒至 13 时 09 分 00 秒之间的测量平均值

(3) 数据处理计算方法、公式和要求

数据处理计算方法和公式结合仪器软件的实际工作需求，进行了系统的规范，将不同时间段污染物浓度计算、折算和排放速率和排放量的计算方法和公式进行了统一的规定，有利于统一数据采集、计算、处理和后期的规范评价和使用。本部分各计算公式共计 9 个。主要包括：污染物浓度转换计算公式、污染物质量浓度分钟数据计算公式、污染物折算浓度计算公式等。

(4) 数据软件功能和输出要求

本部分是结合仪器软件的现场管理要求和实际工作需求，进行了系统的规范和明确说明。

5.9.2 附录 B- 仪器样气传输管线和冷凝除湿设备技术指标要求

本标准以资料性附录的形式对仪器关键部件“除湿设备”和“样气传输管线”进行了技术要求，以规范这些关键部件的性能质量；主要技术指标参考引用了 HJ 76 标准中的相关内容。但这些技术指标目前仅作为仪器应符合的指标要求，未规定相应的检测方法，仅作为参考使用；随着仪器技术的发展将可能在以后的修订中加以完善相关要求。

5.9.3 附录 C- 仪器气密性现场检查方法和操作过程

仪器的气密性检查是污染源废气现场监测前必须完成的质控工作，如果仪器采样、传输、预处理和分析仪之间连接有漏气对测量结果将会造成严重的影响。由于便携仪器一般是在监测现场进行各监测单元的连接，因此气密性检查工作在每次仪器现场使用前进行检测是非常有必要的；因此，本标准规定仪器开机使用前必须具备现场检查气密性的功能。同时依据目前国内便携现场监测仪器的技术能力和现状水平，编制了资料性附录 C，提供了现场操作相对简便可行的仪器气密性检查方法和操作过程，同时建议该气密性检查的中间过程由仪器在现场自动完成，以确保仪器现场测量不漏气；该附录资料供仪器设计生产时参考使用。

5.9.4 附录 D- 仪器实验室检测和现场检测原始记录表

本部分附录记录表为实验室检测和现场检测指标检测记录的建议格式，使用记录表格数为 11 个。

6 方法验证

6.1 方法验证方案

由于本标准主要用于固定污染源便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器设备

设计、生产以及仪器检测等工作，因此验证工作由标准承担单位中国环境监测总站组织，在协作单位山东省环境监测中心站实验室进行了 3 个型号两种不同原理（每种型号仪器 3 台）便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器的实验室验证测试；在山西省长治市王曲发电厂、江苏省国电常熟发电厂和安徽省淮南市凤台发电厂组织开展了 3 种型号仪器与便携傅里叶红外仪器和非分散红外仪器的污染源现场比对验证测试，分别对实验室检测和现场检测技术要求、性能指标和检测方法进行方法操作验证。

由于目前国内外便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器成熟商品化的产品不是很多，且国外进口产品目前在国内尚没有成熟的应用；因此标准验证测试选取的 3 种不同型号的典型便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器均为国产成熟仪器，且这 3 种仪器在我国各级环境监测部门均有比较广泛的应用，因此本次实验室和现场验证测试结果具备较强的代表性。

实验室和现场验证测试均由标准编制单位组织统一集中完成；所使用的标准气体均由标准编制单位统一购买，符合国家计量行政部门批准的国家一、二级标准气体要求，其不确定度不超过 $\pm 2.0\%$ 。实验室指标验证测试使用的标准气体均在测试前现场统一分发，每种型号的仪器测试 3 台，确保测试结果的一致性；每个技术指标每台仪器均测试至少 3 次以上，确保测试结果的重复性。污染源现场进行比对测试前全部仪器设备均使用统一的标准气体进行现场校准，现场的待验证测试紫外仪器与相关参比仪器同时进行测量比对，比对测试后再使用同一标准气体进行现场校验；保证验证比对测试结果的数据质量。参与验证的技术人员均为上述具备固定污染源便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器检验资格证书的相关专家和检验技术人员。

本次标准制订验证方案：首先，将选取的 3 种固定污染源便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器对照编制标准中针对仪器功能和使用等提出的具体要求进行试验和检查，提出编制标准方法的功能适用性的基本要求；其次，使用 3 种固定污染源便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器按照编制标准的技术要求和检测方法中的每个性能指标逐一进行相关实验室和现场性能测试，汇总分析测试结果并同编制标准中的技术指标要求进行比较评判，验证编制标准中各性能指标的科学性和合理性。

## 6.2 方法验证过程

### 6.2.1 方法验证的主要过程

本次编制标准的方法验证工作主要由标准编制单位组织集中验证完成，验证过程中在统一的实验条件下使用标准气体和现有的检测仪器及相关装备，按照标准编制文本中要求的仪器技术指标和检测方法进行了 9 台（套）以上的仪器的实验室和现场验证测试，得到了大量的仪器测试基础数据，在此基础上通过数据汇总分析，编制形成了《方法验证报告》。

### 6.2.2 标准编制验证数据的统计和汇总

本次编制标准对便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器的实验室检测指标 10

项和污染源现场检测“测量准确度”指标均开展的验证测试。

实验室检测技术性能指标验证测试数据汇总结果：共验证技术指标 10 项，3 个型号 9 台典型仪器经过实验室性能测试，绝大部分测试结果符合制订标准中的技术指标要求，仅“示值误差”指标出现 3 台次超出本标准要求。

污染源现场“测量准确度”指标验证测试数据汇总结果：选取同实验室相同型号仪器 3 种，在典型污染源现场与两种不同原理的参比仪器测量方法进行了“测量准确度”指标验证比对测试。测试结果大部分符合制订标准中的技术指标要求，一种型号的仪器在 SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>x</sub> 准确度比对测试中各出现 1 次超出本标准设置的指标要求。

由此可以说明，本标准设置的实验室和现场性能指标总体比较合理，大部分仪器（>80%）设备能够达到或接近符合指标要求，少数仪器设备（<20%）不能符合指标要求；各技术指标对应的检测方法科学可行，能够反映便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器的性能质量。

6.2.3 《方法验证报告》见附件 1。

## 7 与开题报告的差异说明

本标准编制征求意见稿的主要技术内容与标准开题报告中的设想基本没有差异。标准名称明确修改为“便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器技术要求及检测方法”。

## 8 标准实施建议

为切实加强本标准的实施，规范我国固定污染源便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器的技术要求，提高我国便携式紫外吸收法气体测量仪的质量，促进便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器为环境管理服务，从为环境管理服务的角度，各便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器生产厂商在研发、生产和检验仪器时应严格执行本标准。各检测机构在对便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器进行性能检测时也应严格按照本标准的规定要求进行。另外，各级环境保护管理和技术部门在组织便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器调试、验收和日常比对及监督考核时可参照执行本标准。从技术角度，环境保护部应加强本标准发布后的宣贯和培训，使各便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器生产和销售企业理解本标准并贯彻实施在其仪器的生产、研发及售后服务上，使各级环境监测和监管部门了解便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器设备的新要求和新特点，提升环境管理能力和水平。

## 9 参考文献

- [1] 国家环境保护总局.《国家环境保护标准制修订工作管理办法》（2006 年 41 号公告）.
- [2] 国家环境保护总局.HJ565-2010 环境保护标准编制出版技术指南[S]. 北京：中国环境出版社，2010.
- [3] Performance Standards and Test Procedures for Continuous Emission Monitoring Systems-

for gaseous , particulates and flow-rate monitoring systems , UK. Environment Agency Version 3.1, 2008

- [4] U.S. Environment Protection Agency. 40 CFR Appendix A of Part 60 — Method 6C-Determination of Sulfur Dioxide Emissions From Stationary Source (Instrumental Analyzer Procedure) [S]. <http://www.epa.gov/ttn/emc/promgate/method6C>.
- [5] U.S. Environment Protection Agency. 40 CFR Appendix A of Part 60 — Method 7E-Determination of Nitrogen Oxides Emissions From Stationary Source ( Instrumental Analyzer Procedure ) [S]. <http://www.epa.gov/ttn/emc/promgate/method7E>.
- [6] U.S. Environment Protection Agency. Other Test Method 13 (OTM 13) Periodic Monitoring Test Method For Measuring Oxygen, Carbon Monoxide and Oxides of Nitrogen From Stationary Sources ( Multi-gas Portable Optical Bench Instruments ) [S]. [www.epa.gov/ttn/emc/prelim/otm13](http://www.epa.gov/ttn/emc/prelim/otm13).
- [7] U.S. Environment Protection Agency. ETV Generic Verification Protocol for Portable Multi gas Analyzers, 2003. <http://www.epa.gov/etv/pubs/01-vp-multigas>.
- [8] U.S. ASTM D6522—00(2005). Specifications and Requirements for Portable Gas Analyzers. [http://www.dep.state.pa.us/.../Specs\\_Reqs\\_Portable\\_Gas\\_Analyzer](http://www.dep.state.pa.us/.../Specs_Reqs_Portable_Gas_Analyzer).
- [9] UK Environment Agency. Performance Standard for Portable Emission Monitoring Systems[S]. Version 3.1, 2010.
- [10] Stationary source emissions-Determination of mass concentration of sulphur dioxide-Reference method[S]. EN 14791: 2005.
- [11] UK Environment Agency. Technical Guidance Note (Monitoring) M21 Stationary source emissions — A procedure to use an Alternative Method for measuring emissions of sulphur dioxide, using instrumental techniques [S]. Version 1.1, January 2010.
- [12] Rod Robinson, Marc Coleman, Matthew Williams, Robert Elliott, Martin Clack, Andrew Curtis. Validation of an Alternative Method for the measurement of SO<sub>2</sub> emissions using instrumental methods, NPL REPORT AS 26, June 2008, [www.npl.co.uk](http://www.npl.co.uk).
- [13] Stationary source emissions - Determination of mass concentration of nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>) -Reference method: Chemiluminescence[S]. EN 14792: 2005.  
Automated Measuring Systems and Analyzer for Sulfur Oxides in Flue Gas , [S]. JIS B 7981-2002.
- [14] Automated Measuring Systems and Analyzer for Nitrogen Oxides in Flue Gas , [S]. JIS B 7982-2002.
- [15] Stationary source emissions-determination of the mass concentration of sulfur dioxide-performance characteristics of automated measuring methods [S]. ISO 7935-1992.
- [16] Stationary source emissions-determination of the mass concentration of nitrogen oxides-performance

- [17] characteristics of automated measuring methods[S].ISO10849-1996.
- [18] Preliminary Method 005- Determination of Nitrogen Oxide Emissions from Stationary Sources ( Ultraviolet Instrumental Analyzer Procedure ) .[http:// www. epa.gov/ ttn/emc/ prelim/pre-005](http://www.epa.gov/ttn/emc/prelim/pre-005).
- [19] Welch , W.A. ; Fitz , D.A. Quantification of Uncertainties in Continuous Measurement Systems for Low-NOx Emissions from Stationary Sources; Revised Draft Final Report for California Energy Commission Contract[R].2001. [http://www. cichlid. cert. ucr.edu/research/ pubs/18491fr.pdf](http://www.cichlid.cert.ucr.edu/research/pubs/18491fr.pdf).
- [20] Steven Gluck, Chuck Glenn, Tim Logan, Bac Vu, Mike Walsh, and Pat Williams. Evaluation of NOx Flue Gas Analyzers for Accuracy and Their Applicability for Low-Concentration Measurements [J]. Air & Waste Manage. Assoc. 53:749–758. [http:// www05.abb.com/global/ scot/scot205. nsf/.../gluck.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot205.nsf/.../gluck.pdf).
- [21] U.S.EPA. Environmental Technology Verification Report , BACHARAC Model ECA450 Portable Emission Analyzer [R].Washington D. C.: U.S.EPA, 2000.
- [22] U.S.EPA. Environmental Technology Verification Report , COSA Instruments Model 7000 VARIO PLUS Portable Emission Analyzer [R].Washington D. C.: U.S.EPA, 2000.
- [23] U.S.EPA. Environmental Technology Verification Report , ENERAC 3000E Portable Emission Analyzer [R].Washington D. C.: U.S.EPA, 1999.
- [24] U.S.EPA. Environmental Technology Verification Report, Horiba PG-250 Portable Emission Analyzer [R].Washington D. C.: U.S.EPA, 1999.
- [25] U.S.EPA. Environmental Technology Verification Report , Land Combustion Model LANCOM Series II Portable Emission Analyzer [R].Washington D. C.: U.S.EPA, 2000.
- [26] U.S.EPA. Environmental Technology Verification Report , Testo Inc. Model 350 Portable Emission Multi-gas Analyzer [R].Washington D. C.: U.S.EPA, 2003.
- [27] Thirteenth Ordinance on the Implementation of the Federal Immission Control Act (Ordinance on Large Combustion Plants and Gas Turbine Plants – 13. BImSchV\*) of 20 July 2004 (Federal Law Gazette I p. 1717) corrected on 27 January 2009 (Federal Law Gazette I p. 129).
- [28] U.S. South Coast air Quality Management District .Method 100.1 Instrumental Analyzer Procedures for Continuous Gaseous Emission Sampling[S]. Office of Operations Technical Services Division. March 1989.
- [29] U.S. Environment Protection Agency. Control of Gaseous Emissions Student Manual. APTI Course 415 Third Edition.January 2000.
- [30] U.S. Environment Protection Agency. CTM-030.Determination of Nitrogen Oxides, Carbon Monoxide, and Oxygen Emissions from Natural Gas-Fired Engines, Boilers and Process Heaters Using Portable Analyzers. October 13, 1997.

- [31] U.S. Environment Protection Agency. ICAC Test Method For Periodic Monitoring. Determination of Oxygen, Carbon Monoxide and Oxides of Nitrogen from Stationary Sources For Periodic Monitoring (Portable Electrochemical Analyzer Procedure). May 20, 2009.
- [32] Preliminary Method 005- Determination of Nitrogen Oxide Emissions from Stationary Sources ( Ultraviolet Instrumental Analyzer Procedure ) .[http:// www. epa.gov/ ttn/emc/ prelim/pre-005](http://www.epa.gov/ttn/emc/prelim/pre-005).
- [33] U.S. Environment Protection Agency. CTM-034. Determination of Oxygen, Carbon Monoxide and Oxides of Nitrogen from Stationary Sources For Periodic Monitoring (Portable Electrochemical Analyzer Procedure) [S]. September 8, 1999.
- [34] U.S. Environment Protection Agency. CTM-022. Determination of Nitric oxide , Nitrogen Dioxide and NOx Emissions from Stationary Combustion Sources by Electrochemical Analyzer[S]. May, 1995.
- [35] HJ/T 76-2007 固定污染源烟气排放连续监测系统技术要求和检测方法（试行）
- [36] GB/T 16157-1996 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法
- [37] HJ 654-2013 环境空气气态污染物（SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO）连续自动监测系统技术要求及检测方法
- [38] HJ/T 46-1999 定电位电解法二氧化硫测定仪技术条件



## 1 实验室基本情况

附表 1-1 参加验证的人员情况登记表

姓名	性别	年龄	职务或职称	所学专业	从事相关分析工作年限
王强	男	38	正高级工程师	环境监测	14
周刚	男	32	工程师	环境监测	7
钟琪	男	29	工程师	环境监测	7
赵金宝	男	30	工程师	环境监测	4
张扬	女	31	工程师	环境监测	5
迟颖	女	44	工程师	环境监测	8
梁宵	男	36	工程师	环境监测	2
李铭煊	男	33	工程师	环境监测	2
杨凯	男	44	研究员	环境监测	18
潘光	男	45	研究员	环境监测	20
李恒庆	男	32	工程师	应用化学	8
宋毅倩	男	30	工程师	环境工程	6
谷树茂	男	28	工程师	环境工程	5
郭振铎	男	46	高级工程师	光学	20
刘勇	男	28	工程师	环境工程	10
常加征	男	28	工程师	环境工程	10
王启燕	女	38	高级工程师	环境工程	20
李振	男	30	工程师	环境工程	10
黄阳玉	男	30	工程师	环境工程	10
范黎锋	男	46	高级工程师	环境监测	15
曹炜	男	30	工程师	环境监测	8
贺磊	男	26	工程师	环境监测	8
蔡小荣	男	26	工程师	环境监测	5
周勇智	男	35	工程师	环境监测	10
李峰	男	35	工程师	环境监测	8
林源	男	28	工程师	环境监测	5
崔军	男	28	工程师	环境监测	5

附表 1-2 参加验证测试的便携仪器设备情况登记表

序号	型号	生产厂家	监测原理	数量(台)	仪器类型
1	3040	青岛博睿光电科技有限公司	直接测量/抽取热湿 紫外差分吸收	3	验证测试 仪器
2	3023	青岛崂山应用技术研究所	抽取冷干 紫外差分吸收	3	验证测试 仪器
3	PAS-X6	南京埃森环境技术股份有限公司	抽取冷干 非分散紫外吸收/红外吸收	3	验证测试 仪器
4	PG350	日本株式会社堀场制作所	抽取冷干 非分散红外吸收/化学发光	1	参比仪器
5	Dx4000	芬兰 GASMET 公司	抽取热湿 傅里叶红外吸收	1	参比仪器

## 2 验证数据结果

## 2.1 便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器实验室性能指标检测验证结果汇总

附表 2-1 二氧化硫分析仪验证测试汇总

指标名称	本标准指标	验证结果						备注
		仪器 A-1	仪器 A-2	仪器 A-3	仪器 B-1	仪器 B-2	仪器 B-3	
最低检出限	≤1% F.S.	0.37%	0.33%	0.22%	0.16%	0.26%	0.09%	
响应时间（上升时间和下降时间）	≤120 s	47/46	45/45	46/46	45/46	45/45	43/46	
重复性	≤2%	1.2%	0.3%	0.8%	0.4%	0.6%	0.5%	
示值误差	±2%F.S.	2.1%	-0.9%	1.3%	-0.9%	-0.4%	1.2%	1 台超出
1h 零点漂移	±2%F.S.	0.2%	0	0.2%	0	0	0.4%	
1h 量程漂移	±2%F.S.	0.7%	0.1%	1.0%	0.3%	0.3%	1.7%	
环境温度变化的影响	±5%F.S.		2.4%			2.4%		
供电电压变化的影响	±2%F.S.		-1.8%			1.4%		
干扰成分的影响	±5% F.S.	-1.5%	0.5%	0.7%	-0.8%	0.7%	1.0%	
平行性	≤5%		0.7%			3.1%		

附表 2-1 二氧化硫分析仪验证测试汇总（续表 1）

指标名称	本标准指标	验证结果						备注
		仪器 C-1	仪器 C-2	仪器 C-3				
最低检出限	≤1% F.S.	0.51%	0.23%	0.17%				
响应时间（上升时间和下降时间）	≤120 s	65/71	78/83	77/84				
重复性	≤2%	0.6%	0.7%	1.1%				
示值误差	±2%F.S.	-1.8%	-1.7%	0.6%				
1h 零点漂移	±2%F.S.	-0.7%	1.2%	0.9%				
1h 量程漂移	±2%F.S.	1.8%	1.7%	1.1%				
环境温度变化的影响	±5%F.S.		/					未测试
供电电压变化的影响	±2%F.S.		/					未测试
干扰成分的影响	±5% F.S.	2.9%	3.2%	2.4%				
平行性	≤5%		1.8%					

附表 2-2 氮氧化物分析仪验证测试汇总

指标名称	本标准指标	验证结果						备注
		仪器 A-1	仪器 A-2	仪器 A-3	仪器 B-1	仪器 B-2	仪器 B-3	
最低检出限	≤1% F.S.	0.45%	0.67%	0.46%	0.38%	0.01%	0.39%	
响应时间（上升时间和下降时间）	≤120 s	50/50	52/51	50/50	53/55	53/53	54/56	
重复性	≤2%	0.7%	0.2%	0.5%	0.2%	0.2%	0.2%	
示值误差	±2%F.S.	0.9%	2.7%	-1.6%	1.5%	2.2%	1.5%	两台超出
1h 零点漂移	±2%F.S.	0	0.2%	0.6%	0	0.2%	0.3%	
1h 量程漂移	±2%F.S.	1.1%	0.2%	1.4%	0.4%	0.8%	0.3%	
环境温度变化的影响	±5%F.S.		2.6%			2.8%		
供电电压变化的影响	±2%F.S.		-1.0%			1.5%		
干扰成分的影响	±5% F.S.	-3.8%	-2.1%	-1.7%	1.5%	0.8%	1.4%	
平行性	≤5%		1.8%			1.1%		

附表 2-2 氮氧化物分析仪验证测试汇总（续表 1）

指标名称	本标准指标	验证结果						备注
		仪器 C-1	仪器 C-2	仪器 C-3				
最低检出限	≤1% F.S.	0.44%	0.46%	0.27%				
响应时间（上升时间和下降时间）	≤120 s	67/76	59/71	69/82				
重复性	≤2%	1.0%	1.2%	0.7%				
示值误差	±2%F.S.	1.0%	1.5%	-0.9%				
1h 零点漂移	±2%F.S.	0.4%	0.5%	1.2%				
1h 量程漂移	±2%F.S.	1.9%	1.5%	1.7%				
环境温度变化的影响	±5%F.S.		/					未测试
供电电压变化的影响	±2%F.S.		/					未测试
干扰成分的影响	±5% F.S.	1.3%	1.4%	2.0%				
平行性	≤5%		3.2%					

## 2.2 便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器污染源现场性能指标检测验证结果汇总

附表 2-3 二氧化硫分析仪现场比对验证测试汇总

检测时间	比对数据对测量结果平均值 (mg/m <sup>3</sup> )					测量准确度检测结果 (数据对差的平均值的绝对值) (mg/m <sup>3</sup> )					
	参比仪器方法		待测仪器			仪器 A		仪器 B		仪器 C	
	参比方法 1 (数据 1)	参比方法 2 (数据 2)	仪器 A (数据 3)	仪器 B (数据 4)	仪器 C (数据 5)	相对误差的绝对值					
						3-1	3-2	4-1	4-2	5-1	5-2
6月8日	110.0	89.8	91.1	86.1	95.6	17.2%	1.4%	21.7%	4.1%	13.1%	6.5%
6月10日	95.0	90.5	78.9	83.6	95.2	16.9%	12.8%	12.0%	7.6%	0.2%	5.2%
6月11日	76.5	77.6	75.6	72.2	79.2	1.2%	2.6%	5.6%	7.0%	3.5%	2.1%
6月12日	105.6	/	72.5	92.0	92.7	31.3%	/	12.9%	/	12.2%	/
本标准指标					参比排放浓度均值: $\geq 57\text{mg/m}^3 \sim < 143\text{mg/m}^3$ 时, 相对误差 $\leq 30\%$						
8月17日	/	40.4	55.8	43.8	48.2	/	15.4	/	3.4	/	7.8
8月18日	/	40.2	46.6	40.0	44.6	/	6.4	/	0.2	/	4.4
8月19日	/	18.4	16.9	14.8	12.8	/	1.5	/	3.6	/	5.6
本标准指标					参比排放浓度均值: $< 57\text{mg/m}^3$ 时, 绝对误差 $\leq 17\text{mg/m}^3$						

附表 2-4 氮氧化物分析仪现场比对验证测试汇总

检测时间	比对数据对测量结果平均值 (mg/m <sup>3</sup> )					测量准确度检测结果 (数据对差的平均值的绝对值) (mg/m <sup>3</sup> )					
	参比仪器方法		待测仪器			仪器 A		仪器 B		仪器 C	
	参比方法 1 (数据 1)	参比方法 2 (数据 2)	仪器 A (数据 3)	仪器 B (数据 4)	仪器 C (数据 5)	相对误差的绝对值					
						3-1	3-2	4-1	4-2	5-1	5-2
6月8日	81.8	78.4	59.6	89.5	96.5	27.1%	24.0%	9.4%	14.2%	18.0%	23.1%
6月10日	102.5	90.4	69.0	98.7	97.2	32.7%	23.7%	3.7%	9.2%	5.2%	7.5%
6月11日	74.5	78.0	64.1	83.7	89.0	14.0%	17.8%	12.3%	7.3%	19.5%	14.1%
6月12日	75.8	/	64.9	92.3	96.9	14.4%	/	21.8%	/	27.8%	/
本标准指标					参比排放浓度均值: $\geq 41\text{mg/m}^3 \sim < 103\text{mg/m}^3$ 时, 相对误差 $\leq 30\%$						
8月17日	/	33.2	31.8	28.6	30.8		1.4		4.6		2.4
8月18日	/	40.9	38.9	36.7	43.8		2.0		4.2		2.9
8月19日	/	35.2	33.8	37.1	30.9		1.4		1.9		4.3
本标准指标					参比排放浓度均值: $< 41\text{mg/m}^3$ 时, 绝对误差 $\leq 12\text{mg/m}^3$						

附表 2-5 氧气分析仪现场比对验证测试汇总

检测时间	比对数据对测量结果平均值 (%)					测量准确度检测结果 (相对准确度)					
	参比仪器方法		待测仪器			仪器 A		仪器 B		仪器 C	
	参比方法 1 (数据 1)	参比方法 2 (数据 2)	仪器 A (数据 3)	仪器 B (数据 4)	仪器 C (数据 5)	参比 1	参比 2	参比 1	参比 2	参比 1	参比 2
6 月 8 日	5.92	5.79	5.24	5.82	5.76	13.2%	10.2%	2.9%	0.9%	4.1%	1.0%
6 月 10 日	5.18	5.00	4.95	5.05	5.00	5.4%	1.4%	3.5%	1.4%	4.4%	0.8%
6 月 11 日	5.86	5.70	8.07	5.76	5.68	39.4%	43.2%	2.2%	1.2%	3.9%	0.7%
6 月 12 日	6.06	/	6.00	5.95	5.87	2.5%	/	2.8%	/	4.3%	/
本标准指标						≤15%					