**大口径插入式流量计校准规范制订编写说明**

**一、任务来源**

2023年6月，《大口径插入式流量计校准规范》项目通过国家市场监督管理总局审批，由中国计量科学研究院、中国环境监测总站和郑州计量先进技术研究院等单位负责制定编写，上海计量测试研究院和广东计量科学研究院参与制定。

本规范的技术归口单位为全国碳达峰碳中和计量技术委员会。

**二、规范制定的技术依据**

本规范引用下列文件：

JJG 518 皮托管检定规程

JJG 643 标准表法流量标准装置

JJG 835 速度-面积法流量装置检定规程

JJG 1038 科里奥利质量流量计

JJF 1001 通用计量术语及定义

JJF 1004 流量计量名词术语及定义

GB/T 16157 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法

GB/T 32201 气体流量计

HJ75 固定污染源烟气（SO2、NOx、颗粒物）排放连续监测技术规范

HJ76 固定污染源烟气（SO2、NOx、颗粒物）排放连续监测系统技术要求及检测方法

HJ/T 397 固定源废气监测技术规范

**三、编制目的**

2020年9月我国在75届联合国大会提出2030年前碳达峰、2060年前碳中和。2021年10月，为了深入贯彻落实党中央、国务院关于碳达峰、碳中和的重大战略决策，扎实推进碳达峰行动制定了《2030年前碳达峰行动方案》，方案中强调工业是碳排放的主要领域之一，对全国整体实现碳达峰具有重要影响。工业领域要加快绿色低碳转型和高质量发展，力争率先实现碳达峰。

我国能源结构尤其是工业能源主要以煤炭为主，燃煤释放的二氧化碳是温室气体的主要成分。其中，我国二氧化碳的排放量居世界前列。然而，国内由于相关立法和管理体系滞后，对大气污染和温室气体的管理和防治相比欧美发达国家落后了许多年。为此，1996年全国人大通过《国民经济和社会发展“九·五”计划和2010年远景目标纲要》，提出把大气污染综合防治纳入国民经济和社会发展计划。1997年1月开始实施的《火电厂大气污染排放标准》首次强调性提出安装固定污染源连续在线监测系统（CEMS）。

经过国内近20年的发展和技术积累，CEMS已经成为衡量工业企业污染物排放量以及环保执法单位决策的重要参考依据。

在实际运行过程中，为了确保CEMS监测数据的准确性，尽可能降低由系统本身带来的误差，现场采用比对校准装置基于参比方法对CEMS烟道流量计进行校准。《固定污染源烟气排放连续监测技术规范HJ/T75》、《固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法GB/T16157》等相关行业和国家规范虽然对参比方法也有部分介绍，但鲜有涉及现场比对校准项目、校准方法、不确定度评定方法等内容。国内长期以来缺少对烟道流量计现场校准的专业计量技术规范，现场污染物排放量长期存在无法溯源的问题，严重影响了CEMS监测数据的准确度和可信度。

本规范主要针对CEMS烟道大口径插入式流量计，对插入式流量计进行示值误差和校准系数以及在复杂流场下的校准。作为对插入式流量计进行校准的参考，为其提供计量管理要求、计量设备要求以及计量方法的技术依据，为建立完整的污染物排放流量计量量值传递体系，提升现场CEMS校准的准确度和可信度提供支持。

**四、编制过程**

本规程主要起草单位为中国计量科学研究院和中国环境监测总站，同时广东省计量科学研究院、上海市计量测试技术研究院和郑州计量先进技术研究院也参与了规范的起草工作。根据任务的要求，成立了以张亮（中国计量科学研究院）为项目负责人的规范编写小组，制定了工作计划，明确了任务分工及各阶段进度安排。

2023年6月20日 完成资料初步收集。包括标准、规范、规程、国际建议等；

2023年6月30日 完成大纲初稿；

2023年17月1日—2021年7月5日 大纲初稿汇报并修改；

2023年7月20日 完成初稿并发送专家进行第一轮初步评审；

2023年7月30日 完成修改稿后，发送外部专家，进行第二轮外部专家评审；

2023年8月5日 陆续收到多位专家意见并参照修改；

2023年9月 联合相关单位及企业进行校准方法的适用性验证，并对校准规范进行修改和完善。

2023年9月29日 完成报审稿，并送至全国碳达峰碳中和计量技术委员会进行初审。根据有关专家的意见进行相应的修改。

2023年x月x日 完成修改，送至全国碳达峰碳中和计量技术委员会审定。

2023年x月x日 完成终稿修改，报送审批。

**五、规范的主要内容及技术关键**

本规范主要针对大口径插入式流量计，对流量计校准系数、复杂流场修正系数等重点参数进行了详细阐释，作为对大口径插入式流量计进行校准的参考，为其提供计量管理要求、计量设备要求以及计量方法的技术依据，为建立完整的污染物和温室气体排放流量计量量值传递体系，提升现场CEMS流量校准的准确度和可信度提供支持。

1）适用范围

大口径插入式流量计适用于安装在水力直径≥400mm的圆形或矩形烟道中烟气排放连续监测系统用大口径插入式流量计的校准。

2）计量特性的确定

大口径插入式流量计是烟道或管道中自动测量流量的仪器，主要采集烟道或管道内的速度值，经过换算成烟道或管道内的流量值。

根据大口径插入式流量计的技术特点，确定流量计的计量特性。

表1 风洞装置的技术参数

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 设备名称 | 技术要求 | 用途 |
| 1 | 大口径气体流量标准装置 | （1）流速范围：（1~30）m/s；流量范围：（2520~190755）m3/h；  （2）流场稳定性≤0.5%；  （3）气体流量标准装置流量扩展不确定度不超过被校标准装置平均流速示值误差的1/3；  （4）测试段包括圆形和矩形管道，水力直径≥1m，长度≥21倍的水力直径。 | 大口径气体流量标准装置 |
| 2 | 涡流发生装置 | 湍流度：1%~5% | 用于产生复杂流场 |

**六、试验**

以某大口径插入式超声流量计为例，进行实验室校准。将超声流量计按上游15倍下游5倍水力直径直管段进行安装，此时实验段流场为充分发展流量。同时记录超声和标准流量值，风洞实验段管道直径为1.5m。

表2 充分发展流场超声流量计校准数据

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 第一校准点 | | | | | | |
| 记录数据次数 | 标准流量 | 超声流量计示值 | 温度（℃） | 大气压力（kPa） | 校准系数 | 重复性 |
| 1 | 1238.47 | 1360.87 | 25.56 | 101.11 | 0.91 | 1.86% |
| 2 | 1246.83 | 1388.91 | 25.46 | 100.99 | 0.90 |
| 3 | 1222.79 | 1391.12 | 25.35 | 101.00 | 0.88 |
| 4 | 1208.92 | 1336.70 | 25.31 | 100.84 | 0.90 |
| 5 | 1223.20 | 1384.32 | 25.28 | 101.01 | 0.88 |
| 6 | 1212.53 | 1395.22 | 25.25 | 101.03 | 0.87 |
| 7 | 1246.29 | 1353.86 | 25.32 | 101.15 | 0.92 |
| 8 | 1221.00 | 1373.93 | 25.38 | 101.20 | 0.89 |
| 9 | 1223.92 | 1326.45 | 25.45 | 101.31 | 0.92 |
| 10 | 1223.62 | 1393.59 | 25.36 | 101.42 | 0.88 |
| 第二校准点 | | | | | | |
| 1 | 81812.88 | 83757.99 | 25.56 | 101.11 | 0.98 | 1.07% |
| 2 | 80885.02 | 82698.56 | 25.46 | 100.99 | 0.98 |
| 3 | 80838.36 | 82838.87 | 25.35 | 101.00 | 0.98 |
| 4 | 80025.56 | 83300.83 | 25.31 | 100.84 | 0.96 |
| 5 | 81988.55 | 82066.93 | 25.28 | 101.01 | 1.00 |
| 6 | 80400.11 | 82845.44 | 25.25 | 101.03 | 0.97 |
| 7 | 81349.38 | 82713.64 | 25.32 | 101.15 | 0.98 |
| 8 | 81785.77 | 82482.47 | 25.38 | 101.20 | 0.99 |
| 9 | 81253.94 | 82435.21 | 25.45 | 101.31 | 0.99 |
| 10 | 80312.71 | 82022.22 | 25.36 | 101.42 | 0.98 |
| 第三校准点 | | | | | | |
| 1 | 184056.92 | 187426.18 | 25.56 | 101.11 | 0.98 | 1.01% |
| 2 | 183917.73 | 189447.13 | 25.46 | 100.99 | 0.97 |
| 3 | 184427.89 | 187366.81 | 25.35 | 101.00 | 0.98 |
| 4 | 182378.16 | 189897.81 | 25.31 | 100.84 | 0.96 |
| 5 | 182772.76 | 185233.01 | 25.28 | 101.01 | 0.99 |
| 6 | 184409.46 | 189628.05 | 25.25 | 101.03 | 0.97 |
| 7 | 184056.74 | 185036.50 | 25.32 | 101.15 | 0.99 |
| 8 | 181132.96 | 185652.26 | 25.38 | 101.20 | 0.98 |
| 9 | 183996.24 | 189403.08 | 25.45 | 101.31 | 0.97 |
| 10 | 183293.74 | 189256.60 | 25.36 | 101.42 | 0.97 |

在超声上游2倍水力直径位置安装涡流发生器，使测验段变成高湍流度的复杂流场。

表3 复杂流场超声流量计校准数据

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 第一校准点 | | | | | | |
| 记录数据次数 | 标准流量 | 超声流量计示值 | 温度（℃） | 大气压力（kPa） | 校准系数 | 重复性 |
| 1 | 1238.47 | 1475.64 | 25.56 | 101.11 | 0.84 | 3.33% |
| 2 | 1246.83 | 1395.05 | 25.46 | 100.99 | 0.89 |
| 3 | 1222.79 | 1386.99 | 25.35 | 101.00 | 0.88 |
| 4 | 1208.92 | 1361.21 | 25.31 | 100.84 | 0.89 |
| 5 | 1223.20 | 1446.30 | 25.28 | 101.01 | 0.85 |
| 6 | 1212.53 | 1442.76 | 25.25 | 101.03 | 0.84 |
| 7 | 1246.29 | 1347.80 | 25.32 | 101.15 | 0.92 |
| 8 | 1221.00 | 1313.39 | 25.38 | 101.20 | 0.93 |
| 9 | 1223.92 | 1368.13 | 25.45 | 101.31 | 0.89 |
| 10 | 1223.62 | 1346.06 | 25.36 | 101.42 | 0.91 |
| 第二校准点 | | | | | | |
| 1 | 81812.88 | 87399.95 | 25.56 | 101.11 | 0.94 | 1.99% |
| 2 | 80885.02 | 85326.89 | 25.46 | 100.99 | 0.95 |
| 3 | 80838.36 | 85026.73 | 25.35 | 101.00 | 0.95 |
| 4 | 80025.56 | 84970.27 | 25.31 | 100.84 | 0.94 |
| 5 | 81988.55 | 82305.32 | 25.28 | 101.01 | 1.00 |
| 6 | 80400.11 | 83756.10 | 25.25 | 101.03 | 0.96 |
| 7 | 81349.38 | 86649.67 | 25.32 | 101.15 | 0.94 |
| 8 | 81785.77 | 83993.66 | 25.38 | 101.20 | 0.97 |
| 9 | 81253.94 | 86268.36 | 25.45 | 101.31 | 0.94 |
| 10 | 80312.71 | 82217.04 | 25.36 | 101.42 | 0.98 |
| 第三校准点 | | | | | | |
| 1 | 184056.92 | 193395.56 | 25.56 | 101.11 | 0.95 | 1.22% |
| 2 | 183917.73 | 184768.52 | 25.46 | 100.99 | 1.00 |
| 3 | 184427.89 | 189212.52 | 25.35 | 101.00 | 0.97 |
| 4 | 182378.16 | 185332.72 | 25.31 | 100.84 | 0.98 |
| 5 | 182772.76 | 187654.65 | 25.28 | 101.01 | 0.97 |
| 6 | 184409.46 | 186684.83 | 25.25 | 101.03 | 0.99 |
| 7 | 184056.74 | 188407.72 | 25.32 | 101.15 | 0.98 |
| 8 | 181132.96 | 186247.82 | 25.38 | 101.20 | 0.97 |
| 9 | 183996.24 | 188517.46 | 25.45 | 101.31 | 0.98 |
| 10 | 183293.74 | 190201.23 | 25.36 | 101.42 | 0.96 |

在实验室对大口径插入式超声流量计进行校准。从上述数据可以了解超声流量计在充分发展流场和复杂流场下的校准系数变化以及重复性的变化情况。为超声在烟道中安装提供基础的校准数据。减小测量误差。从而保证流量的测量的准确性。

**七、其它说明**

无