

# 烟气 HCl、CO 连续监测系统校准规范 编制说明

2022 年 7 月

规范起草组

## 一、任务来源

烟气 HCl、CO 连续监测系统校准规范制定任务 2021 年由国家市场监督管理总局办公厅下达。根据国家市场监督管理总局办公厅文件——市监计量发[2021]50 号：“市场监管总局办公厅关于下达《2021 年国家计量技术规范制定、修订及宣贯计划》的通知”，由中国测试技术研究院化学研究所、四川省成都生态环境监测中心、四川省生态环境监测总站、上海市环境监测中心、浙江省生态环境监测中心等共同承担制定工作。

## 二、规程起草目的与意义

烟气排放连续监测系统是监测烟气污染物排放的现代化手段，其不仅可以实时监控污染物的排放情况，改善和优化生产过程，还能够为环境管理、污染源控制、环境规划、环境评价提供客观的科学依据，增强企业的守法自觉性，提高环保现场监察的现代化水平，逐步达到提高环境质量的最终目的。

《中华人民共和国大气污染防治法》第二十四条规定：“...重点排污单位应当安装、使用大气污染物排放自动监测设备，与生态环境主管部门的监控设备联网，保证监测设备正常运行并依法公开排放信息...”；《排污许可管理条例》第二十条规定：“实行排污许可重点管理的排污单位，应当依法安装、使用、维护污染物排放自动监测设备，并与生态环境主管部门的监控设备联网。”

HCl 和 CO 作为部分行业主要的烟气污染物，使得烟气 HCl、CO 连续监测系统广泛应用于相关企业。

原环境保护部于 2014 年颁布实施的《生活垃圾焚烧污染控制标准》(GB 18485-2014) 及生态环境部于 2021 年 7 月新颁布实施的《危险废物焚烧污染控制标准》(GB 18484-2020) 中要求烟气在线监测指标应至少包括烟气中二氧化硫、氮氧化物、颗粒物、氯化氢和一氧化碳等，图 1 为固定污染源烟气 (SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、颗粒物、HCl、CO) 排放连续监测系统组成示意图。图中颗粒物监测单元中的颗粒物测量仪，烟气参数测量监测单元中的温度测量仪、压力测量仪、流速测量仪、湿度测量仪、含氧量测量仪，以及气态污染物监测单元中 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> 测量仪的计量特性，在《固定污染源烟气排放连续监测系统校准规范》(JJF 1585-2016) 中均有对应的技术要求和校准方法，唯有缺少气态污染物监测单元中 HCl、CO 测量仪计量特性及对应的技术要求和校准方法。因此，《烟气 HCl、CO 连续监

测系统校准规范》将研究制定气态污染物监测单元中的 HCl、CO 测量仪计量特性及对应的技术要求和校准方法，完善固定污染源烟气（SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、颗粒物、HCl、CO）排放连续监测系统量值溯源体系。

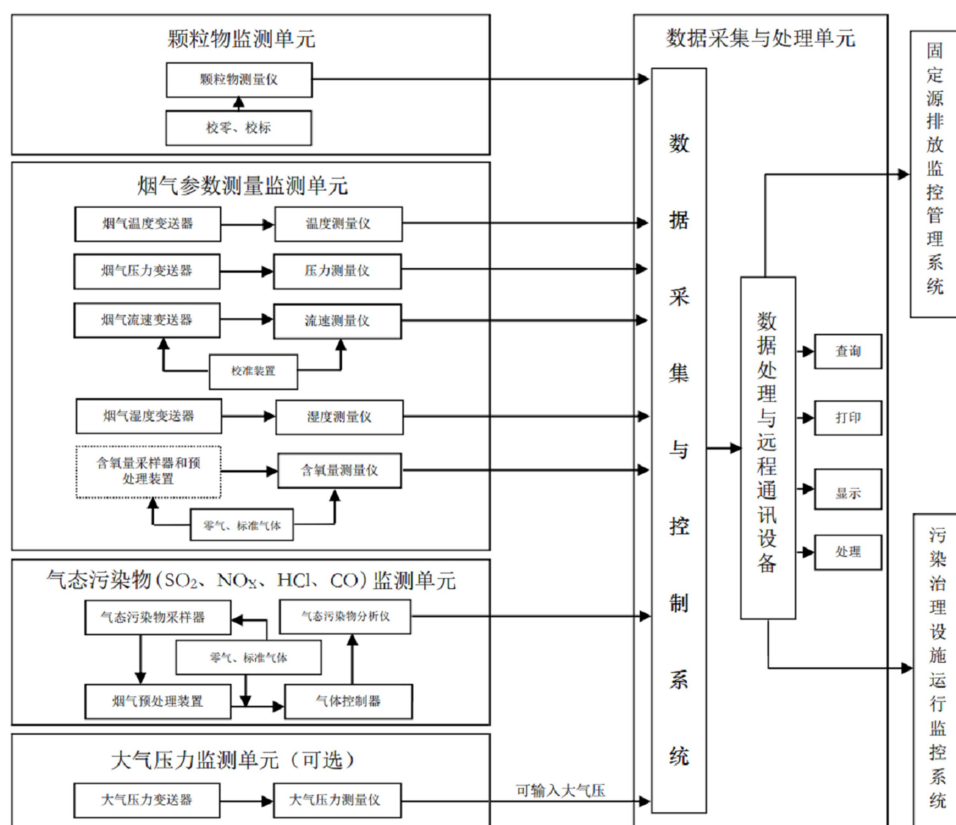


图 1 固定污染源烟气（SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、颗粒物、HCl、CO）排放连续监测系统组成示意图

### 三、技术依据

本规范制定以国内实际情况为出发点，体现科学性、合理性、先进性、实用性。努力使校准项目、技术要求及校准方法与国家（行业）标准、技术规范相符合。

本规范制定主要依据及参考了以下文件：

JJF 1001-2011 《通用计量术语及定义》

JJF 1059.1-2012 《测量不确定度评定与表示》

JJF 1071-2010 《国家计量校准规范编写规则》

HJ 75-2017 《固定污染源烟气（SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、颗粒物）排放连续监测技术规范》

HJ 76-2017 《固定污染源烟气（SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、颗粒物）排放连续监测系统技

术要求及检测方法》

HJC-ZY80-2017 《生活垃圾焚烧固定源烟气排放连续监测系统技术要求及检测方法》

#### 四、制定过程

2021年7月至2021年9月，成立规范起草小组，查阅相关国内外标准、文献、生产厂家技术资料等，对市场上主流品牌烟气 HCl、CO 连续监测系统的主要原理、性能指标和使用情况进行调研，初步拟定校准项目。

2021年10月至2022年3月，针对不同厂商不同型号的烟气 HCl、CO 连续监测系统开展试验，研究建立满足烟气 HCl、CO 连续监测系统校准要求的校准项目、校准方法和技术指标，验证校准方法的可行性、适用性，并进行烟气 HCl、CO 连续监测系统校准规范初稿的编写。

2022年4月至2022年7月，整理试验数据，确定校准规范的校准项目、校准条件、校准方法和计量特性参数等内容，对校准规范初稿进行修改完善，形成征求意见稿。

#### 五、规程制定的原则

##### 1、规范结构

按照 JJF 1071-2010 《国家计量校准规范编写规则》的要求，本规范的主体内容由以下几个部分构成：范围、术语和计量单位、概述、计量特性、校准条件、校准项目和校准方法、校准结果表达、复校时间间隔以及附录。

##### 2、计量特性的确定原则

计量特性中校准项目包括示值误差、系统响应时间、重复性、零点漂移、量程漂移，校准项目的确定主要参考了《固定污染源烟气（SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、颗粒物）排放连续监测技术规范》（HJ 75-2017）、《固定污染源烟气（SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、颗粒物）排放连续监测系统技术要求及检测方法》（HJ 76-2017）、《生活垃圾焚烧固定源烟气排放连续监测系统技术要求及检测方法》（HJC-ZY80-2017）的相关内容；各校准项目的技术指标主要根据国内外主流品牌烟气 HCl、CO 连续监测系统的实际测试结果进行确定，示值误差校准项目的技术指标结合其测量结果的不确定度进行确定。

##### 3、计量标准器的选择

目前国内有证氮中一氧化碳气体标准物质、氯化氢气体标准物质的生产机构较多，表 1 列出了当前已经批准的有证氮中一氧化碳气体标准物质，表 2 列出了当前已经批准的有证氮中氯化氢气体标准物质。

表 1 国家有证氮中一氧化碳气体标准物质的认定值和不确定度

名称	编号	认定值 ( $\mu\text{mol/mol}$ )	相对扩展不确定度
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW08193	1	0.50%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW08106	10	1%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW08107	50	1%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW08108	100	1%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW08109	500	1%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW08110	1000	1%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW08137	5000~80000	1%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060124	10000~100000	1%
氮(空气)中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060570	100~100000	1%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060846	101~10000	1%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060855	200~1000	1%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 061205	45~100	1%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 061884	100~200000	1%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062010	100~30000	1%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062184	10~100000	1%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062251	500~50000	1%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062360	10~100000	1%
氮(空气)中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062402	100~100000	1%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062625	2000~800000	1%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062634	50000~300000	1%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062644	10~300000	1%
氮(空气)中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062721	10~20000	1%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062725	300~300000	1%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062795	1000~20000	1%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062830	20~100000	1%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062900	10~5000	1%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062931	100~200000	1%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 063099	50~100000	1%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 080052	10~500000	1%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 080107	10~100	1%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 082068	5~200000	1%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 083615	10~300000	1%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 083743	50.0~100000	1%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 083963	5000~50000	1%
氮(空气)中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 084370	500~50000	1%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 084407	5000~200000	1%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 080451	10~100	1.20%

氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060100	10~250000	1.50%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060124	10~1000	1.50%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060176	10000	1.50%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060180	10~250000	1.50%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060195	10000~50000	1.50%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060228	1000~250000	1.50%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060867	1000~80000	1.50%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060946	10~100000	1.50%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060956	30~2000	1.50%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060986	100~500	1.50%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 061090	5.00~500	1.50%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 061426	50000~990000	1.50%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 061513	10~80000	1.50%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 061561	25000	1.50%
氮(空气)中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 061663	10~2000	1.50%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 061753	25000~50000	1.50%
氮(空气)中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062058	10	1.50%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062068	1000~80000	1.50%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062405	10000~100000	1.50%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062799	10~5000	1.50%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 063080	100~50000	1.50%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 063098	10~50	1.50%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 080209	10~500000	1.50%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060064	10~50	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060163	50~100000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060167	10~10000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060170	10~500000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060188	10~500000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060191	100~10000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060288	10~100	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060306	50~2000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060346	100~50000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060430	10~180000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060522	1	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060557	500~100000	2%
氮(空气)中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060570	10~100	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060584	100~100000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060609	100~100000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060623	100~100000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060653	100~100000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060683	100	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060695	10~50000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060736	2000~100000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060739	250~4500	2%

氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060762	10~10000	2%
氮(空气)中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060802	5000~100000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060846	10~100	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060855	10~200	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060967	500~50000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 061005	100~1000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 061205	10~45	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 061214	10~80000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 061277	50~200000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 061342	100~100000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 061362	100~100000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 061482	1000~40000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 061549	100~10000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 061638	10~2000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 061650	500~50000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 061671	100~10000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 061696	10000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 061701	10~1000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 061708	10~10000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 061713	500~1000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 061753	5000~25000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 061802	100~80000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062068	10~1000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062081	5000~80000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062117	100	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062118	500~10000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062138	100	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062139	500~80000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062163	50	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062164	100	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062165	500	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062166	1000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062167	5000~6000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062184	1~10	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062186	100~1500	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062200	100~80000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062251	5~499	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062255	500	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062256	1000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062267	10~80000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062353	10000~80000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062390	100	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062390	500	2%
氮(空气)中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062402	10~100	2%

氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062482	10000~100000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062491	10000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062491	40000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062491	80000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062494	5000~80000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062548	100~500	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062560	200~50000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062624	10~2000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062644	1~10	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062675	50	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062675	100	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062689	1000~100000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062725	10.0~300	2%
氮(空气)中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062727	10.0~50000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062786	10.0~25000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062795	10~1000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062806	10~1000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062842	100	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062843	500	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062844	1000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062979	100	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062979	1000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 080205	5~200000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 080343	5~10000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 082068	1~5	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 083835	10	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 083836	500	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 083837	5000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 083840	10000~80000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 084115	100	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 084407	10~5000	2%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060464	1000	2.50%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060913	20~10000	2.50%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 061269	50~500	2.50%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060124	1	3%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060324	10~50	3%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060403	10~250000	3%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060518	30	3%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060561	10~100	3%
氮(空气)中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 060802	50~5000	3%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 061277	10~50	3%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 061376	100~10000	3%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 061713	10~500	3%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062317	10~50000	3%



氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 062366	100~10000	3%
氮中一氧化碳气体标准物质	GBW (E) 082364	1~50	3%

表 2 国家有证氮中氯化氢气体标准物质的认定值和不确定度

名称	编号	认定值 ( $\mu\text{mol/mol}$ )	相对扩展不确定度
氮中氯化氢气体标准物质	GBW (E) 062379	5.00~1000	2%
氮(空气)中氯化氢气体标准物质	GBW (E) 062576	10.0~1000	2%
氮中氯化氢气体标准物质	GBW (E) 062832	10~300	2%
氮中氯化氢气体标准物质	GBW (E) 062859	10~1000	2%
氮中氯化氢气体标准物质	GBW (E) 062868	10~2000	2%
氮中氯化氢气体标准物质	GBW (E) 082657	10~1000	2%
氮(空气、氩)中氯化氢气体标准物质	GBW (E) 061850	1~1000	3%
氮中氯化氢气体标准物质	GBW (E) 060599	50~1000	4%

对表 1 中的有证氮中一氧化碳气体标准物质,按其认定值的相对扩展不确定度不同进行如下统计:

表 3 国家有证氮中一氧化碳气体标准物质占比统计(按不确定度)

一氧化碳认定值的相对扩展不确定度	认定值范围	占比
$U_{\text{rel}} \leq 1\%$	$1\mu\text{mol/mol}$ ( $1.25\text{ mg/m}^3$ ) ~ $800000\mu\text{mol/mol}$ ( $1000357.1\text{ mg/m}^3$ )	21.1%
$1\% < U_{\text{rel}} \leq 1.5\%$	$5\mu\text{mol/mol}$ ( $6.25\text{ mg/m}^3$ ) ~ $990000\mu\text{mol/mol}$ ( $1237942.0\text{ mg/m}^3$ )	14.0%
$U_{\text{rel}} = 2\%$	$1\mu\text{mol/mol}$ ( $1.25\text{ mg/m}^3$ ) ~ $500000\mu\text{mol/mol}$ ( $625223.2\text{ mg/m}^3$ )	56.1%
$2\% < U_{\text{rel}} \leq 3\%$	$1\mu\text{mol/mol}$ ( $1.25\text{ mg/m}^3$ ) ~ $250000\mu\text{mol/mol}$ ( $312611.6\text{ mg/m}^3$ )	8.8%

对表 2 中的有证氮中氯化氢气体标准物质,按其认定值的相对扩展不确定度不同进行如下统计:

表 4 国家有证氮中氯化氢气体标准物质占比统计(按不确定度)

氯化氢认定值的相对扩展不确定度	认定值范围	占比
$U_{\text{rel}} = 2\%$	$5\mu\text{mol/mol}$ ( $8.14\text{ mg/m}^3$ ) ~ $2000\mu\text{mol/mol}$ ( $3255.4\text{ mg/m}^3$ )	75%
$U_{\text{rel}} = 3\%$	$1\mu\text{mol/mol}$ ( $1.63\text{ mg/m}^3$ ) ~ $1000\mu\text{mol/mol}$ ( $1627.7\text{ mg/m}^3$ )	12.5%
$U_{\text{rel}} = 4\%$	$50\mu\text{mol/mol}$ ( $81.38\text{ mg/m}^3$ ) ~ $1000\mu\text{mol/mol}$ ( $1627.7\text{ mg/m}^3$ )	12.5%

注:表3、表4中的质量浓度均为标准状态下的干烟气浓度。

因此,满足规范征求意见稿中“5.2.1 气体标准物质 氮中氯化氢有证气体标准物质,相对扩展不确定度不大于3% ( $k=2$ );当采用气体稀释装置时,稀释后的标准气体的相对扩展不确定度不大于3% ( $k=2$ )。氮中一氧化碳有证气体标准物质,相对扩展不确定度不大于2% ( $k=2$ );当采用气体稀释装置时,稀释后的标准气体的相对扩展不确定度不大于2% ( $k=2$ )。”的氮中氯化氢有证气体标准物质和氮中一氧化碳有证气体标准物质易于获得且具有溯源性。

#### 4、仪器情况

烟气 HCl、CO 连续监测系统主要由高温取样系统和高温测量系统组成,使得从取样探头取样、传输、样品处理到分析的全过程,被测烟气的温度都保持在烟气露点以上。高温取样系统主要包括带加热过滤器的高温取样探头,高温条件

运行的测量/反吹/校准阀组、伴热取样管线、高温取样泵，高温流量计和加热样气传输管线等；高温测量系统主要包括高温气体分析仪。其中，高温气体分析仪的测量原理主要包括高温傅立叶变换红外光谱法和高温气体滤波相关红外光谱法等。

常见的国内外烟气 HCl、CO 连续监测系统的生产厂商、型号、测量原理、测量范围等信息如表 5 所示。

表 5 常见烟气 HCl、CO 连续监测系统概况

厂家	ABB		SICK		湖南森尚仪器有限公司	
型号	MBGAS-3000		MCS100FT		SS-600C	
采样方式	高温抽取		高温抽取		高温抽取	
测试方式	湿基测量		湿基测量		湿基测量	
伴热方式	探头管线加热		探头管线加热		探头管线加热	
气体分析原理	高温傅立叶变换红外光谱法		高温傅立叶变换红外光谱法		高温非分散红外光谱法	
组分	HCl	CO	HCl	CO	HCl	CO
测量范围 (mg/m <sup>3</sup> )	0~200	0~600	0~120/150/200	0~200/300	0~100	0~200
厂家	北京雪迪龙科技股份有限公司		聚光科技		重庆川仪分析仪器有限公司	
型号	SCS-900FT		CEMS-2000 B FT		PS7400-F	
采样方式	高温抽取		高温抽取		高温抽取	
测试方式	湿基测量		湿基测量		湿基测量	
伴热方式	探头管线加热		探头管线加热		探头管线加热	
气体分析原理	高温傅立叶变换红外光谱法		高温傅立叶变换红外光谱法		高温傅立叶变换红外光谱法	
组分	HCl	CO	HCl	CO	HCl	CO
测量范围 (mg/m <sup>3</sup> )	0~100	0~200	0~150	0~100/1000	0~75/1000	0~300/10000

注：表 5 中的质量浓度均为标准状态下的干烟气浓度。

## 六、制定内容说明

根据不同型号烟气 HCl、CO 连续监测系统的调研情况，结合仪器试验数据，确定仪器的校准项目、校准方法和计量特性要求。

### 1、示值误差

根据表 5 中列出的各型号烟气 HCl、CO 连续监测系统的测量范围可以看出，不同型号仪器的测量范围相差较大，因此对仪器性能评价时很难指定特定测量点进行检测。为了能够更好地、完整地评价不同厂家、型号的烟气 HCl、CO 连续监测系统的示值准确性，同时考虑到用户实际的使用需求，我们选择浓度约为满量程 20%、50%、80% 的气体标准物质为示值误差的测量点，以保证示值误差测量点能够均匀覆盖整个仪器量程范围。

参考《生活垃圾焚烧固定源烟气排放连续监测系统技术要求及检测方法》(HJC-ZY80-2017)，仪器的示值误差我们采用两种方式进行计算：

(1) 当 HCl 量程  $\geq 100 \mu\text{mol/mol}$  ( $163 \text{ mg/m}^3$ ) 和 CO 量程  $\geq 200 \mu\text{mol/mol}$  ( $250 \text{ mg/m}^3$ ) 时, 示值误差为绝对误差与标准气体浓度值的比值;

(2) HCl 量程  $< 100 \mu\text{mol/mol}$  ( $163 \text{ mg/m}^3$ ) 和 CO 量程  $< 200 \mu\text{mol/mol}$  ( $250 \text{ mg/m}^3$ ) 时, 示值误差为绝对误差与量程的比值。

参考烟气 HCl、CO 连续监测系统的示值误差实际测试结果(详见实验报告), 并结合示值误差测量结果的不确定度(详见不确定度评定报告), 建议示值误差的技术指标为:

(1) HCl

当 HCl 量程  $\geq 100 \mu\text{mol/mol}$  ( $163 \text{ mg/m}^3$ ) 时, 示值误差不超过  $\pm 10\%$ ;

当 HCl 量程  $< 100 \mu\text{mol/mol}$  ( $163 \text{ mg/m}^3$ ) 时, 示值误差不超过  $\pm 6\% \text{ F.S.}$ 。

(2) CO

当 CO 量程  $\geq 200 \mu\text{mol/mol}$  ( $250 \text{ mg/m}^3$ ) 时, 示值误差不超过  $\pm 7\%$ ;

当 CO 量程  $< 200 \mu\text{mol/mol}$  ( $250 \text{ mg/m}^3$ ) 时, 示值误差不超过  $\pm 5\% \text{ F.S.}$ 。

## 2、重复性

仪器的重复性评价选择浓度约为满量程 50% 的气体标准物质为测量点, 进行独立重复测量 7 次。根据烟气 HCl、CO 连续监测系统的实际测试结果(详见实验报告), 建议重复性技术指标为不大于 2%。

## 3、系统响应时间

样气经取样探头取样, 再由样气传输管线进入测量系统进行分析, 考虑到传输时间过长会影响在线数据的准确和稳定性, 因此, 将系统响应时间(样气管线传输时间+分析仪表响应时间)作为校准项目中必不可少的一项。

仪器的系统响应时间评价选择浓度约为满量程 80% 的气体标准物质为测量点, 参考《生活垃圾焚烧固定源烟气排放连续监测系统技术要求及检测方法》(HJC-ZY80-2017), 并结合烟气 HCl、CO 连续监测系统的实际测试结果(详见实验报告), 建议 HCl 系统响应时间的技术指标为不大于 400 s, CO 系统响应时间的技术指标为不大于 200 s。

## 4、零点漂移和量程漂移

仪器的零点漂移评价选择零点气体为测量点, 量程漂移评价选择浓度约为满量程 80% 的气体标准物质为测量点, 参考《生活垃圾焚烧固定源烟气排放连续监测系统技术要求及检测方法》(HJC-ZY80-2017), 并结合烟气 HCl、CO 连续监测系统的实际测试结果(详见实验报告), 建议零点漂移的技术指标为:  $\pm 2.5\%$

F.S.，量程漂移的技术指标为： $\pm 2.5\%$  F.S.。

综上，本校准规范确定了烟气 HCl、CO 连续监测系统的主要计量特性指标如下表 6：

表 6 烟气 HCl、CO 连续监测系统计量性能指标

校准项目	技术指标			
	HCl		CO	
示值误差	$< 100 \mu\text{mol/mol}$ ( $163 \text{ mg/m}^3$ ，标准状态)	$\geq 100 \mu\text{mol/mol}$ ( $163 \text{ mg/m}^3$ ，标准状态)	$< 200 \mu\text{mol/mol}$ ( $250 \text{ mg/m}^3$ ，标准状态)	$\geq 200 \mu\text{mol/mol}$ ( $250 \text{ mg/m}^3$ ，标准状态)
	$\pm 6\%$ F.S.	$\pm 10\%$	$\pm 5\%$ F.S.	$\pm 7\%$
系统响应时间	400 s		200 s	
重复性	2%			
零点漂移	$\pm 2.5\%$ F.S.			
量程漂移	$\pm 2.5\%$ F.S.			
注：（1）以上各项指标不适用于合格性判定，仅供参考； （2）标准状态：温度为 273 K，压力为 101.325 kPa 时的状态。本规范中的 HCl、CO 质量浓度均为标准状态下的干烟气浓度。				

## 七、不确定度评定

按照 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》和 JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》相关要求，进行了示值误差测量结果的不确定度评定（详见不确定度评定报告）。

## 八、总结

在本规范的制定过程中，起草小组以大量技术资料及相关标准、试验数据为技术依据，本着科学合理、易于操作和普遍适用的原则，制定完成了烟气 HCl、CO 连续监测系统校准规范。经过试验证明，本规范校准项目和校准方法适用于烟气 HCl、CO 连续监测系统的校准，操作性强，建议的技术指标符合仪器技术要求以及用户需求。由于编制组的技术水平及资料收集的能力有限，本校准规范难免存在局限和不足之处，敬请各位领导和专家多提宝贵意见和建议，以使本校准规范更加科学与严谨。在此，向为本校准规范提出意见和建议并付出辛勤劳动的各位领导、专家致以最真诚的谢意！