

中华人民共和国中电联标准

**《质子交换膜燃料电池用氢气品质检测移动式实验  
室通用技术规范》**

（征求意见稿）

**编 制 说 明**

标准编制工作组

2024 年 10 月

## 中电联标准

### 《质子交换膜燃料电池用氢气品质检测移动式实验室通用技术规范》

#### （征求意见稿）编制说明

#### 一、编制标准任务的来源

本标准编制任务来源于《国家能源局综合司关于下达 2023 年能源领域行业标准制修订计划及外文版翻译计划的通知》（国能综通科技〔2023〕111 号）要求，于 2023 年 10 月立项，是国家能源局能源领域行业标准，本标准的计划编号为：能源 20230529。

氢能是我国现代能源体系的重要组成部分，氢气品质保障是氢能与燃料电池汽车产业健康发展与规模化应用的基本条件。氢气中多类型微量、痕量杂质的分析检测面临巨大的挑战。为保障氢能产业高质量发展，针对固定式氢气品质检测装备无法应对突发质量监督检查与事故应急处理的痛点，

氢气中多类型微量、痕量杂质的分析检测面临巨大的挑战。英国国家物理实验室、洛斯阿莫斯国家实验室、国家可再生能源实验室、阿贡国家实验室等分别开展了氢气中微量杂质的分析检测研究，并建立了氢气品质检测实验室。据不完全统计，目前全球能够按照 ISO 14687 进行分析的实验室数量不到 10 个。但是，这种固定实验室检测模式仍存在检测周期长，时效性差，样品运输费高、无法应对突发质量监督检查与事故应急处理的痛点。从取样、样品运输到分析的时间通常超过一周，样品运输环节消耗了大量时间，同时还带来了样品被二次污染的可能性。

目前，国内实验室燃料氢检测以 GB/T 37244-2018（以 ISO 14687:2012 为基础制定）检测方法为依据，针对质子交换膜燃料电池但其中主要的分析方法涉及的分析仪器不适合作为移动检测平台。整体来说，我国在氢气品质检测方面的研究处于多样化，但关于移动实验室检测缺乏相关规范化统一要求。因此，亟需制定质子交换膜燃料电池用氢气品质检测移动实验室通用技术规范，填补氢气品质移动实验室检测规范化的缺乏。

由北京国氢中联氢能科技研究院有限公司（现更名国能氢创科技（北京）有限责任公司）和国家能源集团氢能科技有限责任公司牵头编写，通过标准的形式对质子交换膜燃料电池用氢气品质检测移动式实验室的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输及贮存进行规范。为质子交换膜燃料电池移动用氢移动检测实验室提供标准依据。

本标准编制遵守现有相关法律、条例、标准和导则，为质子交换膜燃料电池用氢气品质检测移动式实验室通用技术规范提供编制依据。

## 二、标准编制简要工作过程

2023 年 10 月，《质子交换膜燃料电池用氢气品质检测移动式实验室通用技术规范》获国家能源局批准立项。

2024 年 1 月，召开标准启动会，完善标准草案。

2024 年 2-7 月，开展行业检测方案调研，对检测方案进行验证以及数据收集，具体见附件 A。

2024 年 8 月，完成标准初稿编制。

2024 年 9 月，召开初稿评审会。

2024 年 10 月，形成标准编制组对内容进行修改完善，形成征求意见稿。

### 三、标准主要内容

本规范共分 7 章，主要技术内容包括：范围、规范性引用文件、术语和定义，技术要求、试验方法、检验规则、标志包装运输及贮存。附录部分根据《质子交换膜燃料电池用氢气品质检测移动实验室通用技术规范》中杂质检测方法列出了气相色谱仪-等离子体检测器测定氢气中硫化物的方法、氢气中无机卤化物、氨、甲酸的测定方法的相关资料，同时对移动实验室检验项目进行了规范性列出

### 四、标准实施后的经济效益、社会效益

#### 1、经济效益

《质子交换膜燃料电池用氢气品质检测移动实验室通用技术规范》可有效提高氢气品质检测的便利性，为氢能质量保障提供有力支撑：通过制定本行业标准，可以促使企业研发更加高效、可靠、安全的燃料电池发电系统，提高其性能和可靠性，进而提高市场份额和销售收入，2030 年燃料电池发电装机需求有望达到 2.3-6.8GW。

促进产业链的完善和发展：标准的制定可以推动燃料电池发电系统整个产业链的发展和完善，包括原材料供应、零部件制造、系统集成、安装调试等环节，提高产业链的协同效应和经济效益。

降低生产成本：通过制定行业标准，可以为企业树立产品标杆，促使企业了解自身存在的差距，采用更加规范的流程和材料，降低产

品成本，提进而提高企业的经济效益。

## 2、社会效益

环保和可持续发展：燃料电池发电系统是一种清洁能源，其排放的废弃物比传统的化石能源少得多，因此制定行业标准可以促进环保和可持续发展。

提高能源安全性：燃料电池发电系统可以减少对传统能源的依赖，降低能源进口的依赖度，提高能源安全性。

推动科技创新：制定行业标准可以推动科技创新和技术进步，促进产业升级和转型，提高国家的国际竞争力。

促进产业转型升级：通过制定行业标准，可以促进传统能源产业向清洁能源产业转型，推动产业结构升级，提高经济发展的质量和效益。

创造就业机会：燃料电池发电系统行业标准的制定可以带动相关产业的发展，创造更多的就业机会，促进社会发展。

## 五、标准中尚存在主要问题和今后需要进行的主要工作

无。

附件 A 硫化物以及氨、甲酸和卤化物方案分以及部分杂质盲样检测方案不同实验室间比对

A.1 分析氢中硫化物

A.1.1 标准气体

生产单位：四川中测标物科技有限公司

充装压力：8MPa

容积：4L

表 A.1 硫化物标准气体信息

样品编号	名称 标准值(mol/mol)	相对扩展不确定度(%)(k=2)
163240314036 S1	羰基硫 $1.00 \times 10^{-6}$	5
	乙硫醇 $0.950 \times 10^{-6}$	
	噻吩 $0.996 \times 10^{-6}$	
	甲硫醚 $1.01 \times 10^{-6}$	
	二硫化碳 $1.01 \times 10^{-6}$	
	硫化氢 $1.03 \times 10^{-6}$	
	二甲基二硫醚 $1.01 \times 10^{-6}$	
	氢气 余量	

A.1.2 检测方案以及实验数据

工作参数：色谱柱，两根  $\times 1/16''$  RT-15 $\mu$ m 柱，载气为氦气，载气流速 20mL/min，柱温 90℃，保持 5.5min，色谱柱程序升温速率 30℃/min，升温到 220℃，保持 5min。硫化物校准数据，见表 A.2。

表 A.2 硫化物校准数据

样品		稀释后浓度 (ppb)	组分	保留时间	峰面积响应 1	峰面积响应 2	计算 1	计算 2	平均峰面 积响应值	平均计算值	回收率% (平均计 算值、标准值*100)
稀释浓度 点	H <sub>2</sub> S	4.2	H <sub>2</sub> S	188	148472.43	146160.47	4.33	4.2	147316.45	4.265	101.547619
	COS	4.1	COS	254.6	61409.17	64586.9	4.1	4.41	62998.035	4.255	103.7804878
	EtSH/C S <sub>2</sub> /DM S	12.1	EtSH/CS <sub>2</sub> / DMS	742.5	1192785.77	1192389.67	12.1	12.1	1192587.7 2	12.100	100
	TP	4.1	TP	1082.6	442553.63	474173.6	4.1	4.51	458363.61 5	4.305	105
	DMDS	4.1	DMDS	1393.8	349678.7	359183.87	4.1	4.26	354431.28 5	4.180	101.9512195
稀释浓度 点	H <sub>2</sub> S	12.8	H <sub>2</sub> S	185.9	292820.6	295129.1	12.7	12.8	293974.85	12.750	99.609375
	COS	12.4	COS	251.8	144514.27	147671	12.13	12.4	146092.63 5	12.265	98.91129032
	EtSH/C S <sub>2</sub> /DM S	36.9	EtSH/CS <sub>2</sub> / DMS	749.3	2602669.43	2725213.23	35.24	36.9	2663941.3 3	36.070	97.75067751
	TP	12.4	TP	1066.6	1085612.33	1002527.1	12.4	11.45	1044069.7 15	11.925	96.16935484
	DMDS	12.6	DMDS	1374.8	878451.97	861112.47	12.81	12.6	869782.22	12.705	100.8333333
稀释浓度 点	H <sub>2</sub> S	24.4	H <sub>2</sub> S	186.7	865059.33	841164.17	24.4	23.73	853111.75	24.065	98.62704918
	COS	23.7	COS	252.5	359963.27	364141	23.7	24.03	362052.13	23.865	100.6962025

									5		
	EtSH/C S2/DM S	70.4	EtSH/CS2/ DMS	732.7	5855309.57	5861311.8	70.4	70.48	5858310.6 85	70.440	100.0568182
	TP	23.6	TP	1065.4	2500934.37	2460636.37	23.6	23.22	2480785.3 7	23.410	99.19491525
	DMDS	24	DMDS	1378.5	1825140.53	1730882.47	24	22.76	1778011.5	23.380	97.41666667
稀释浓度 点	H <sub>2</sub> S	130.8	H <sub>2</sub> S	186.6	4450944.8	4441485.47	130.98	130.8	4446215.1 35	130.890	100.0688073
	COS	126.98	COS	251.6	1738643.3	1685906.77	128.93	126.98	1712275.0 35	127.955	100.7678375
	EtSH/C S2/DM S	377.13	EtSH/CS2/ DMS	732	30094685.27	30155400.37	376.36	377.13	30125042. 82	376.745	99.89791319
	TP	126.47	TP	1062.8	12658429.4	12447854.9	128.91	126.47	12553142. 15	127.690	100.9646556
	DMDS	128.25	DMDS	1371.4	10672328.7	10541726.3	130.4	128.25	10607027. 5	129.325	100.8382066
S1	H <sub>2</sub> S	1030	H <sub>2</sub> S	187.1	51835623.67	52432803.03	1018.81	1030	52134213. 35	1024.405	99.45679612
	COS	1000	COS	257.4	25356981.73	25495229.3	1021.31	1000	25426105. 52	1010.655	101.0655
	EtSH/C S2/DM S	2970	EtSH/CS2/ DMS	728.7	195009620.5	190397259.1	3044.63	2970	192703439 .8	3007.315	101.2563973
	TP	996	TP	1065.1	90625767.37	88414567.37	994.93	996	89520167.	995.465	99.94628514



									37		
	DMS	1010	DMS	1375.9	65665080.4	65271543.63	1018.81	1010	65468312.02	1014.405	100.4361386

摩尔分数为0.035 $\mu$ mol/mol混合硫化物标气连续测定7次，通过标准偏差 $S_0$ ，计算各硫化物检出限。

表 A.3 方法精密度确定

组分	次数	峰面积响应值	计算值/nmol/mol	标准偏差 /nmol/mol	检出限 $X_{LOD}$ /nmol/mol
H <sub>2</sub> S	1	345511.77	28.55	0.62	2.43
	2	331573.63	27.45		
	3	334454.93	27.68		
	4	345442.13	28.54		
	5	346589.13	28.64		
	6	351909.9	29.05		
	7	351065.93	28.99		
COS	1	487581.43	45.81	0.76	1.74
	2	492444.13	46.26		
	3	495363.8	46.54		
	4	500466.2	47.02		
	5	496195.13	46.62		
	6	503387.6	47.29		

	7	512479.07	48.15		
EtSH/DMS/CS2	1	5476830.73	106.18	1.75	5.23
	2	5515023.43	106.91		
	3	5557460.8	107.72		
	4	5553613.77	107.65		
	5	5652348.03	109.54		
	6	5684935	110.17		
	7	5718236.07	110.8		
TP	1	4126793.7	49.57	0.47	1.02
	2	4107667.97	49.34		
	3	4045931.13	48.59		
	4	4067183.6	48.85		
	5	4147048.27	49.81		
	6	4149251.77	49.84		
	7	4118473	49.47		
DMDS	1	1185222.53	48.8	1.2	2.6
	2	1251829.73	51.53		
	3	1241330.33	51.1		
	4	1181513.97	48.65		
	5	1201547.57	49.47		
	6	1182579.13	48.69		

	7	1191281.23	49.05		
--	---	------------	-------	--	--

## A.2 氢气中氨、卤化物以及甲酸的测定。

### A.2.1 标准气体

生产单位：四川中测标物科技有限公司

充装压力：8MPa

容积：4L

表 A.4 硫化物标准气体信息

样品编号	名称 标准值(mol/mol)	相对扩展不确定度(%) (k=2)
163241515010 S1	氨 $9.80 \times 10^{-6}$ 氮气 余量	2
163240314177 S2	甲酸 $9.94 \times 10^{-6}$ 氮气 余量	5
2202901061 S3	氯化氢 $9.90 \times 10^{-6}$ 氮气 余量	2

### A.2.2 检测方案以及实验数据

表 A.5 工作参数

	卤化氢和甲酸	氨
柱温箱温度:	45°C	45°C
检测池温度	40°C	40°C
淋洗液流速	1.0mL/min	1.0mL/min
进样体积:	250uL	250uL
抑制器电流:	105mA	65mA
淋洗液:	21mM KOH (在线发生)	15mM MSA
气体流速	75mL/min	75mL/min
吸收时间	20min	20min
吸收液体积	10mL	10mL

实验室数据如下:

表 A.6 氨、氯化氢以及甲酸校准数据

NH <sub>3</sub>											
序号	标气浓度 (ppb)	标气流量 (mL/min)	稀释气流量 (mL/min)	标气稀释浓度 (ppb)	气体流量 (mL/min)	吸收时间 (min)	吸收液 种类	吸收液体积 (mL)	理论浓度 (ug/L)	实际检测浓度 (ug/L)	吸收效率 (%)
1	10ppm	5	5000	10	75	20	UI Water	10	1.14	1.32	116.1%

2	10ppm	10	5000	<b>20</b>	75	20	UI Water	10	2.27	2.1	92.4%
3	10ppm	10	2000	<b>50</b>	75	20	UI Water	10	5.66	5.35	94.5%
4	10ppm	20	1980	<b>100</b>	75	20	UI Water	10	11.38	10.8	94.9%
5	10ppm	25	1225	<b>200</b>	75	20	UI Water	10	22.77	21.53	94.6%
6	10ppm				75	20	UI Water	10			
HCl											
序号	标气浓度 (ppb)	标气流量 (mL/min)	稀释气流量 (mL/min)	标气稀释浓 度 (ppb)	气体流量 (mL/min)	吸收时间 (min)	吸收液 种类	吸收液体积 (mL)	理论浓度 (ug/L)	实际检测浓度 (ug/L)	吸收效率 (%)
1	10ppm	4	8000	<b>5</b>	75	20	UI Water	10	1.19	1.35	113.6%
2	10ppm	5	5000	<b>10</b>	75	20	UI Water	10	2.37	1.88	79.2%
3	10ppm	10	4000	<b>25</b>	75	20	UI Water	10	5.93	5.21	87.9%
4	10ppm	10	2000	<b>50</b>	75	20	UI Water	10	11.83	10.9	92.2%
5	10ppm	20	1980	<b>100</b>	75	20	UI Water	10	23.77	21.75	91.5%
6	10ppm				75	20	UI Water	10			

HCOOH											
序号	标气浓度 (ppb)	标气流量 (mL/min)	稀释气流量 (mL/min)	标气稀释浓 度 (ppb)	气体流量 (mL/min)	吸收时间 (min)	吸收液 种类	吸收液体积 (mL)	理论浓度 (ug/L)	实际检测浓度 (ug/L)	吸收效率 (%)
1	10ppm	5	5000	10	75	20	UI Water	10	3.01	2.55	84.7%
2	10ppm	10	5000	20	75	20	UI Water	10	6.01	5.33	88.6%
3	10ppm	10	2000	50	75	20	UI Water	10	14.99	13.21	88.1%
4	10ppm	20	1980	100	75	20	UI Water	10	30.13	28.23	93.7%
5	10ppm	25	1225	200	75	20	UI Water	10	60.27	55.3	91.8%
6	10ppm				75	20	UI Water	10			

## 方法检精度确定

表 A.7 方法精密度

检测组份	浓度 (ppb)	峰面积							平均值	RSD <sub>面积</sub> %
		1	2	3	4	5	6			
NH3	100	3252645	3358547	3252645	3364755	3375710	3297197	3369502	3324428.71	1.67
HCl	50	8334951	8404541	8370967	8446051	8474132	8361811	8378293	8395820.86	0.59
HCOOH	200	15241598	14989143	15093001	14586492	14830959	14439493	14735090	14845111	1.91

方法的检出限：

表 A.8 方法检出限

	NH3	HCl	HCOOH
浓度 (ppb)	90	136	90
峰高	122496	738630	731457
噪音	1500	1500	1500
检出限(ppb)	3.32	0.83	0.56
增强检出限(ppb)	1.11	0.28	0.16

### A.3 盲样样品气体数据测试情况

#### A.3.1 盲样样品信息

样品编号：WM09091

供气研制单位：四川中测标物科技有限公司

充装压力：8MPa

容积：8L

#### A.3.2 样品数据

表 A.9 盲样数据

标签	实验室	测试方法	盲样数据	标准值（扩展不确定度，k=8）	计算后的相对偏差	离线与在线方式相比较
N <sub>2</sub>	L1	离线方式	3.73	2.99	0.155	相当，均在痕量杂质检测精度的偏差范围内

	L2	离线方式	3.9	2.99	0.208	
	L3	在线方式	2.564	2.99	-0.068	
CO	L1	在线方式	0.16	0.150	0.067	相当，均在痕量杂质检测精度的偏差范围内
	L2	离线方式	0.117	0.150	-0.152	
	L3	在线方式	0.123	0.150	-0.109	
CO <sub>2</sub>	L1	离线方式	0.82	0.978	-0.089	相当，均在痕量杂质检测精度的偏差范围内
	L2	离线方式	0.91	0.978	0.011	
	L3	在线方式	0.92	0.978	0.022	
	L4	离线方式	0.86	0.978	-0.044	
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	L1	在线方式	0.216	0.290	-0.190	相当，均在痕量杂质检测精度的偏差范围内
	L2	离线方式	0.224	0.290	-0.160	
	L3	离线方式	0.224	0.290	-0.160	
O <sub>2</sub>	L1	在线方式	2.4	1.92	0.160	相当，均在痕量杂质检测精度的偏差范围内
	L2	在线方式	2.10	1.92	0.090	
	L3	在线方式	2.38	1.92	0.150	
	L4	在线方式	1.94	1.92	0.010	
CH <sub>3</sub> Cl	L1	在线方式	0.083	0.0998	-0.096	相当，均在痕量杂质检测精度的偏差范围内
	L2	离线方式	0.076	0.0998	-0.172	
COS	L1	离线方式	15	19.0	-0.142	相当，均在痕量杂质检测精度的偏差范围内
	L2	在线方式	15.26	19.0	-0.127	
	L3	离线方式	14.45	19.0	-0.173	