

ICS 27.100
J 96
备案号: 50782-2015

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL / T 1462 — 2015

发电厂在线氢气系统仪表检测规程

Calibration code for power plant hydrogen system instrumentation

2015-07-01 发布

2015-12-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 一般规定 1

4 发电机置换气分析仪 1

5 氧中氢分析仪 4

6 氢中氧分析仪 6

附录 A（资料性附录） 发电机置换气分析仪检测结果记录格式 9

附录 B（资料性附录） 氧中氢分析仪检测结果记录格式 11

附录 C（资料性附录） 氢中氧分析仪检测结果记录格式 12

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由全国电气化学标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：西安热工研究院有限公司、郑州迪邦科技有限公司、河南省日立信股份有限公司。

本标准主要起草人：张萍、孙晓东、崔志强、李永亮、王兰兰、唐金伟。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

发电厂在线氢气系统仪表检测规程

1 范围

本标准规定了发电厂在线氢气系统仪表检测方法。

本标准适用于发电厂氢气系统发电机置换气分析仪、氢中氧分析仪、氧中氢分析仪的验收和使用中的检测。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

JJG 663 热导式氢分析器检定规程

3 一般规定

3.1 仪器外观要求

仪器外观应按照 JJG 663 中的要求进行检测。

3.2 绝缘电阻及检测方法

仪表绝缘电阻及检测方法应按照 JJG 663 中的要求进行检测。

3.3 检测时环境要求

- a) 环境温度：10℃～30℃；
- b) 相对湿度：≤85%；
- c) 工作环境应无影响仪器正常工作的电磁场及干扰气体。

4 发电机置换气分析仪

4.1 技术要求

4.1.1 仪器量程和示值误差

不同测量范围，在其量程范围内对应的示值误差应符合表 1 的规定。

表 1 仪器量程和示值误差

测量范围	量 程	示值误差（V/V）
CO ₂ in Air	0～100%	±2%
H ₂ in CO ₂	0～100%	±2%
H ₂ in Air	90%～100%	±0.2%

4.1.2 重复性

重复性不超过示值误差的 1/2。

4.1.3 响应时间

响应时间不超过 60s。

4.1.4 报警功能

报警功能正常。

4.1.5 稳定性

- a) 零点漂移应在 $\pm 2\%$ 范围内；
- b) 量程漂移应在 $\pm 2\%$ 范围内。

4.2 检测用计量器具及配套设备

4.2.1 气体标准物质

分别采用浓度约为 15%、95%、100%的 CO_2/Air 气体标准物质，15%、95%、100%的 H_2/CO_2 气体标准物质，以及 90%、95%、98%、100%的 H_2/N_2 气体标准物质。气体标准物质可以直接使用定值不确定度不大于 2%（包含因子 $k=3$ ）的国家二级标准物质，也可采用气体稀释装置对高纯氢、高纯氮、高纯二氧化碳和纯净的空气进行稀释，便可配置其他气体浓度的标准气体。气体稀释装置的流量示值误差限为 $\pm 0.5\%$ ，稀释倍数为 500:1。

4.2.2 秒表

分度值不大于 0.1s。

4.2.3 减压阀

与检测用气体钢瓶配套的减压阀。

4.2.4 气体管路

采用不影响被测气体浓度的气体管路，如聚四氟乙烯或不锈钢管材。

4.3 检测项目及检测方法

4.3.1 示值误差检测

按照仪器使用说明书的要求对仪器进行预热稳定以及零点和量程的校准，并按下列要求对仪器进行示值误差检测：

- a) 在 CO_2 in Air 测量范围下依次通入 15%、95%、100%的 CO_2/Air 混合标准气体；
- b) 在 H_2 in CO_2 测量范围下依次通入 15%、95%、100%的 H_2/CO_2 混合标准气体；
- c) 在 H_2 in Air 测量范围下依次通入 90%、95%、98%、100%的 H_2/N_2 混合标准气体。

每次测量，待示值稳定后，读取数值。按照 a) ~c) 的步骤重复测量 3 次，取其算术平均值。按式 (1) 计算示值误差：

$$\Delta C = \bar{C} - C_s \quad (1)$$

式中：

ΔC ——测量值的示值误差；

\bar{C} ——测量值的算术平均值；

C_s ——气体标准物质的浓度值。

4.3.2 重复性检测

在规定的检测条件下，仪器处于正常工作状态，选择 H_2 in Air 测量范围，通入浓度值为 95% 的 H_2/N_2 混合标准气体，记录仪器稳定示值，再用零点校准气体吹扫使仪器示值回零。重复测量 6 次，重复性以单次测量的相对标准偏差 S_r 来表示，按式 (2) 计算仪器的重复性：

$$S_r = \frac{1}{\bar{C}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^6 (C_i - \bar{C})^2}{5}} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

S_r ——仪器的重复性；

C_i ——第 i 次数值；

\bar{C} —— n 次数值的平均值。

4.3.3 响应时间检测

选择 H_2 in Air 测量范围，用零点校准气体通入仪器校准零点。待零点稳定后，向仪器通入浓度值为 95% 的 H_2/N_2 混合标准气体，用计时秒表测定从通入标准气体开始到仪器示值达到被测气体稳定示值的 90% 所需的时间。重复测量 3 次，取其算术平均值作为仪器的响应时间。

4.3.4 报警功能检测

设定仪器各范围报警值，通入低于报警设定值 2% 浓度的标准气体，记录仪器显示的报警浓度值。重复测量 3 次，检测其报警功能。

4.3.5 稳定性检测

在规定的检测条件下，仪器处于正常工作状态，选择 H_2 in Air 测量范围，通入零点气体，记录稳定示值 C_{z0} ；再通入含量为 95% 的 H_2/N_2 混合标准气体，记录稳定示值 C_{s0} 。每间隔 1h，重复上述步骤记录 1 次，连续检测 4h，分别记录仪器稳定示值的 C_{zi} 、 C_{si} 。

按式 (3) 计算零点漂移：

$$\Delta Z_i = \frac{C_{zi} - C_{z0}}{R} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

ΔZ_i ——零点漂移；

C_{zi} ——零点第 i 次示值， i 为检测点的序号；

C_{z0} ——零点初次示值；

R ——仪器量程。

按式 (4) 计算量程漂移：

$$\Delta S_i = \frac{(C_{si} - C_{zi}) - (C_{s0} - C_{z0})}{R} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

ΔS_i ——量程漂移；

C_{si} ——通入标准气体后第 i 次示值；

C_{s0} ——通入标准气体后初次示值。

取各次中绝对值最大的 ΔZ_i 、 ΔS_i 作为仪器的零点漂移和量程漂移检测结果。

4.4 检测报告及检测周期

发电机置换气分析仪检测结果记录格式参见附录 A。

送检单位可根据实际使用情况自主决定检测周期（建议检测周期一般不超过一年）。如更换仪器零配件，应重新进行检测。

5 氧中氢分析仪

5.1 技术要求

5.1.1 仪器的量程和示值误差

量程 0~2%，最小分度值应不大于 0.01%（体积比），示值误差应在 $\pm 0.10\%$ 范围内。

5.1.2 重复性

重复性不超过 0.05%。

5.1.3 响应时间

响应时间不超过 60s。

5.1.4 报警功能

报警功能正常。

5.1.5 稳定性

a) 零点漂移应在 $\pm 0.10\%$ 范围内；

b) 量程漂移应在 $\pm 0.10\%$ 范围内。

5.2 检测用计量器具及配套设备

5.2.1 气体标准物质

氧中氢气体标准物质，浓度约为 0.40%、1.00%、2.00%。气体标准物质可以直接使用定值不确定度不大于 2%（ $k=3$ ）的国家二级标准物质。

5.2.2 秒表

分度值不大于 0.1s。

5.2.3 减压阀

与检测用气体钢瓶配套的减压阀。

5.2.4 气体管路

采用不影响被测气体浓度的气体管路，如聚四氟乙烯或不锈钢管材。

5.3 检测项目及检测方法

5.3.1 示值误差检测

按照仪器使用说明书的要求对仪器进行预热稳定以及零点和量程的校准。

在规定的检测条件下，仪器处于正常工作状态，通入浓度为 0.40%、1.00%、2.00% 的 H_2/O_2 混合标准气体，记录仪器稳定示值。每点做 3 次，取其算术平均值。按式（5）计算示值误差 C ：

$$\Delta C = \bar{C} - C_s \quad (5)$$

式中：

ΔC ——测量值的示值误差；

\bar{C} ——测量值的算术平均值；

C_s ——气体标准物质的浓度值。

5.3.2 重复性检测

在规定的检测条件下，仪器处于正常工作状态，通入浓度值为 1.0% 的 H_2/O_2 混合标准气体，记录仪器稳定示值，再用零点校准气体吹扫使仪器示值回零。重复测量 6 次，重复性以单次测量的相对标准偏差 S_r 来表示，按式（6）计算仪器的重复性：

$$S_r = \frac{1}{\bar{C}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^6 (C_i - \bar{C})^2}{5}} \times 100\% \quad (6)$$

式中：

S_r ——仪器的重复性；

C_i ——第 i 次数值；

\bar{C} —— n 次数值的平均值。

5.3.3 响应时间检测

先用零点校准气体通入仪器校准零点，待零点稳定后，向仪器通入浓度值为 1.00% 的 H_2/O_2 混合标准气体，用计时秒表测定从通入标准气体开始到仪器示值达到被测气体稳定示值的 90% 所需的时间。重复测量 3 次，取其算术平均值作为仪器的响应时间。

5.3.4 报警功能检测

设定仪器报警值，通入报警设定值 1.5 倍的 H_2/O_2 混合标准气体，记录仪器显示的报警浓度值。重复测量 3 次，检测其报警功能。

5.3.5 稳定性检测

在规定的检测条件下，仪器处于正常工作状态，通入零点气体，记录稳定示值 A_{z0} ；再通入 1.0% 的 H_2/O_2 混合标准气体，记录稳定示值 C_{s0} 。每间隔 1h，重复上述步骤记录 1 次，连续检测 4h，分别记录仪器稳定示值的 C_{zi} 、 C_{si} 。

按式（7）计算零点漂移：

$$\Delta Z_i = \frac{C_{zi} - C_{z0}}{R} \times 100\% \quad (7)$$

式中：

ΔZ_i ——零点漂移；

C_{zi} ——零点第 i 次示值， i 为检定点的序号；

C_{z0} ——零点初次示值；

R ——仪器量程。

按式（8）计算量程漂移：

$$\Delta S_i = \frac{(C_{si} - C_{zi}) - (C_{s0} - C_{z0})}{R} \times 100\% \quad (8)$$

式中：

ΔS_i ——量程漂移；

C_{si} ——通入标准气体后第 i 次示值；

C_{s0} ——通入标准气体后初次示值。

取各次中绝对值最大的 ΔZ_i 、 ΔS_i 作为仪器的零点漂移和量程漂移检测结果。

5.4 检测报告及检测周期

氧中氢分析仪检测结果记录格式参见附录 B。

送检单位可根据实际使用情况自主决定检测周期（建议检测周期一般不超过一年），仪器维修后应重新进行检测。

6 氢中氧分析仪

6.1 技术要求

6.1.1 仪器的量程和示值误差

量程 0~1%，最小分度值应不大于 0.01%（体积比），示值误差应在 $\pm 0.05\%$ 范围内。

6.1.2 重复性

重复性不超过 0.03%。

6.1.3 响应时间

响应时间不超过 60s。

6.1.4 报警功能

报警功能正常。

6.1.5 稳定性

a) 零点漂移应在 $\pm 0.05\%$ 范围内；

b) 量程漂移应在 $\pm 0.05\%$ 范围内。

6.2 检测用计量器具及配套设备

6.2.1 气体标准物质

采用浓度约为 0.20%、0.50%、1.00% 的氢中氧气体标准物质。气体标准物质可以直接使用定值不确定度不大于 2% ($k=3$) 的国家二级标准物质。

6.2.2 秒表

分度值不大于 0.1s。

6.2.3 减压阀

与检测用气体钢瓶配套的减压阀。

6.2.4 气体管路

采用不影响被测气体浓度的气体管路，如聚四氟乙烯或不锈钢管材。

6.3 检测项目及检测方法

6.3.1 示值误差检测

按照仪器使用说明书的要求对仪器进行预热稳定以及零点和量程的校准。

在规定的检测条件下，仪器处于正常工作状态，通入浓度约为 0.20%、0.50%、1.00% 的 O_2/H_2 标准气体，记录仪器稳定示值。每点做 3 次，取其算术平均值。按式 (9) 计算示值误差 C ：

$$\Delta C = \bar{C} - C_s \quad (9)$$

式中：

ΔC ——测量值的示值误差；

\bar{C} ——测量值的算术平均值；

C_s ——气体标准物质的浓度值。

6.3.2 重复性检测

在规定的检测条件下，仪器处于正常工作状态，通入浓度值为 1.0% 的 O_2/H_2 混合标准气体，记录仪器稳定示值，再用零点校准气体吹扫使仪器示值回零。重复测量 6 次，重复性以单次测量的相对标准偏差 S_r 来表示，按式 (10) 计算仪器的重复性：

$$S_r = \frac{1}{\bar{C}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^6 (C_i - \bar{C})^2}{5}} \times 100\% \quad (10)$$

式中：

S_r ——仪器的重复性；

C_i ——第 i 次数值；

\bar{C} —— n 次数值的平均值。

6.3.3 响应时间检测

先用零点校准气体通入仪器校准零点，待零点稳定后，向仪器通入浓度值为 0.50% 的 O_2/H_2 混合气

体标准物质，用计时秒表测定从通入标准气体开始到仪器示值达到被测气体稳定示值的 90%所需的时间。重复测量 3 次，取其算术平均值作为仪器的响应时间。

6.3.4 报警功能检测

设定仪器报警值，通入报警设定值 1.5 倍的 O₂/H₂ 混合标准气体，记录仪器显示的报警浓度值。重复测量 3 次，检测其报警功能。

6.3.5 稳定性检测

在规定的检测条件下，仪器处于正常工作状态，通入零点气体，记录稳定示值 C_{z0} ；再通入 0.50% 的 O₂/H₂ 混合标准气体，记录稳定示值 C_{s0} 。每间隔 1h，重复上述步骤记录 1 次，连续检测 4h，分别记录仪器稳定示值的 C_{zi} 、 C_{s0} 。

按式 (11) 计算零点漂移：

$$\Delta Z_i = \frac{C_{zi} - C_{z0}}{R} \times 100\% \quad (11)$$

式中：

ΔZ_i ——零点漂移；

C_{zi} ——零点第 i 次示值， i 为检定点的序号；

C_{z0} ——零点初次示值；

R ——仪器量程。

按式 (12) 计算量程漂移：

$$\Delta S_i = \frac{(C_{si} - C_{zi}) - (C_{s0} - C_{z0})}{R} \times 100\% \quad (12)$$

式中：

ΔS_i ——量程漂移；

C_{si} ——通入标准气体后第 i 次示值；

C_{s0} ——通入标准气体后初次示值。

取各次中绝对值最大的 ΔZ_i 、 ΔS_i 作为仪器的零点漂移和量程漂移检测结果。

6.4 检测报告及检测周期

氢中氧分析仪检测结果记录格式参见附录 C。

送检单位可根据实际使用情况自主决定检测周期（建议检测周期一般为一年），仪器维修后应重新进行检测。

附 录 A
(资料性附录)

发电机置换气分析仪检测结果记录格式

仪器送检日期：

记录编号：

被检仪器名称		送检单位	
制造厂家		规格型号	
出厂日期		编 号	
检 测 条 件			
环境温度		相对湿度	
大气压力			
检测用仪器及标准物质			

1. 仪器外观检测

检测结果	
------	--

2. 绝缘电阻

检测结果	
------	--

3. 示值误差检测

CO ₂ in Air						
气体标准物质的 浓度值 C_s	示值 1	示值 2	示值 3	算术 平均值 \bar{C}	示值 误差 ΔC	检测结果
15%						
95%						
100%						
H ₂ in CO ₂						
气体标准物质的 浓度值 C_s	示值 1	示值 2	示值 3	算术 平均值 \bar{C}	示值 误差 ΔC	检测结果
15%						
95%						
100%						
H ₂ in Air						
气体标准物质的 浓度值 C_s	示值 1	示值 2	示值 3	算术 平均值 \bar{C}	示值 误差 ΔC	检测结果
90%						
95%						
98%						
100%						

4. 稳定性检测

H ₂ in Air	C_{z0}	C_{z1}	C_{z2}	C_{z3}	C_{z4}
	C_{s0}	C_{s1}	C_{s2}	C_{s3}	C_{s4}
ΔZ_i					
ΔS_i					

5. 重复性检测

H ₂ in Air	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	\bar{C}	S_r

6. 响应时间检测

H ₂ in Air	t_1	t_2	t_3	t
检测结果				

7. 报警功能检测

H ₂ in Air	
-----------------------	--

仪器检测日期:

检测人员:

附 录 B
(资料性附录)
氧中氢分析仪检测结果记录格式

仪器送检日期:

记录编号:

被检仪器名称				送检单位			
制造厂家				规格型号			
出厂日期				编 号			
检 测 条 件							
环境温度				相对湿度			
大气压力							
检测用仪器及标准物质							
基 本 检 测							
外观检测							
绝缘电阻检测							
示 值 误 差 检 测							
氧中氢混合标准气体的 浓度值 C_s		C_1	C_2	C_3	算术平均值 \bar{C}		示值误差 ΔC
0.40%							
1.00%							
2.00%							
稳 定 性 检 测							
氧中氢混合标准 气体的浓度值	C_{z0}	C_{z1}	C_{z2}	C_{z3}	C_{z4}		
	C_{s0}	C_{s1}	C_{s2}	C_{s3}	C_{s4}		
ΔZ_i							
ΔS_i							
重 复 性 检 测							
C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	\bar{C}	S_r
响 应 时 间 检 测							
t_1	t_2	t_3	\bar{t}				
报 警 功 能 检 测							
检测结果							

仪器检测日期:

检测人员:

附 录 C
(资料性附录)
氢中氧分析仪检测结果记录格式

仪器送检日期:

记录编号:

被检仪器名称				送检单位			
生产厂家				规格型号			
出厂日期				编 号			
检 测 条 件							
环境温度				相对湿度			
				大气压力			
检测用仪器及标准物质							
基 本 检 测							
外观检测							
绝缘电阻检测							
示 值 误 差 检 测							
氢中氧混合标准气体的 浓度值 C_s		C_1	C_2	C_3	算术平均值 \bar{C}		示值误差 ΔC
0.20%							
0.50%							
1.00%							
稳 定 性 检 测							
氢中氧混合标准 气体的浓度值	C_{z0}	C_{z1}	C_{z2}	C_{z3}	C_{z4}		
	C_{s0}	C_{s1}	C_{s2}	C_{s3}	C_{s4}		
ΔZ_i							
ΔS_i							
重 复 性 检 测							
C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	\bar{C}	S_r
响 应 时 间 检 测							
t_1	t_2		t_3		\bar{t}		
报 警 功 能 检 测							
检测结果							

仪器检测日期:

检测人员:
