

# 中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX-XXXX

## 冶金电弧炉炉气分析系统校准规范

Calibration Specification of Furnace Gas Analysis System

for the Metallurgical Arc Furnace

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

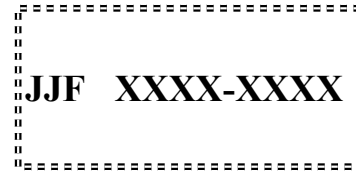
国家市场监督管理总局 发布

# 冶金电弧炉炉气分析 系统校准规范

Calibration Specification

of Furnace Gas Analysis System

for the Metallurgical Arc Furnace



归口单位：全国碳达峰碳中和计量技术委员会钢铁计量分  
技术委员会

主要起草单位：

参加起草单位：

本规范委托全国碳达峰碳中和计量技术委员会钢铁计量分技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

参加起草人：



# 目 录

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 引言.....                      | II |
| 1 范围 .....                   | 1  |
| 2 引用文件 .....                 | 1  |
| 3 概述 .....                   | 1  |
| 5 计量特性 .....                 | 1  |
| 6 校准条件 .....                 | 2  |
| 6.1 环境条件 .....               | 2  |
| 6.2 测量标准及其他设备 .....          | 2  |
| 7 校准项目和校准方法 .....            | 2  |
| 7.1 示值误差 .....               | 2  |
| 7.2 重复性 .....                | 3  |
| 7.3 系统响应时间 .....             | 3  |
| 7.4 漂移 .....                 | 3  |
| 8 校准结果表达 .....               | 4  |
| 9 复校时间间隔 .....               | 5  |
| 附录 A 示值误差校准结果的不确定度评定示例 ..... | 6  |
| 附录 B 校准原始记录参考格式 .....        | 12 |
| 附录 C 校准证书内页参考格式 .....        | 14 |

# 引 言

JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列规范。

规范主要参考了 JJG 635—2011《一氧化碳、二氧化碳红外气体分析器检定规程》、JJG 662—2005《顺磁式氧分析器检定规程》、GB/T 34042-2017《在线分析仪器系统通用规范》相关技术内容。

本规范为首次发布。

# 冶金电弧炉炉气分析系统校准规范

## 1 范围

本规范适用于冶金电弧炉炉气分析系统的校准。

## 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 635—2011 一氧化碳、二氧化碳红外气体分析器检定规程

JJG 662—2005 顺磁式氧分析器检定规程

GB/T 34042-2017 在线分析仪器系统通用规范

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于该规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

## 3 概述

冶金电弧炉炉气分析系统（以下简称仪器）主要用于监测炉气中一氧化碳、二氧化碳、氧气等成分的浓度。仪器使用采样探头，将样品气体通过采样管线和样品预处理单元输送到分析仪，实现代表性样品的自动测量。

冶金电弧炉炉气分析系统主要由采样探头、采样管线、样品预处理单元、分析仪、数据采集和处理单元、电气控制单元等组成。其中，分析仪的测量原理主要包括红外吸收法、顺磁法等。

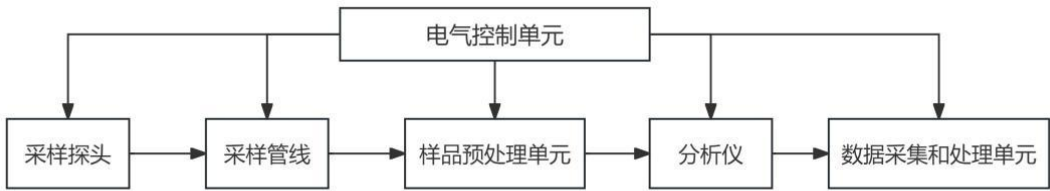


图 1 冶金电弧炉炉气分析系统结构示意图

## 5 计量特性

仪器的计量性能指标见表 1。

表 1 冶金电弧炉炉气分析系统计量特性

| 计量特性   | 技术指标          |
|--------|---------------|
| 示值误差   | $\pm 3.0\%FS$ |
| 重复性    | $\leq 1.5\%$  |
| 系统响应时间 | $\leq 120s$   |

|                     |               |
|---------------------|---------------|
| 零点漂移                | $\pm 2.0\%FS$ |
| 量程漂移                | $\pm 2.0\%FS$ |
| 注：以上指标仅供参考，不做符合性判定。 |               |

## 6 校准条件

### 6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：（5~40）℃。

6.1.2 湿度： $\leq 90\% RH$ 。

6.1.3 大气压力：（70.0~106.0）kPa。

### 6.2 测量标准及其他设备

#### 6.2.1 气体标准物质

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 2.0%（ $k=2$ ）。当采用气体稀释装置时，稀释后标准气体的相对扩展不确定度应满足上述要求。

氮中二氧化碳有证气体标准物质,相对扩展不确定度不大于 2.0%（ $k=2$ ）。当采用气体稀释装置时，稀释后标准气体的相对扩展不确定度应满足上述要求。

氮中氧气有证气体标准物质，相对扩展不确定度不大于 1.5%（ $k=2$ ）。当采用气体稀释装置时，稀释后标准气体的相对扩展不确定度应满足上述要求。

#### 6.2.2 零点气体

采用纯度不小于 99.999%的高纯氮气。

#### 6.2.3 电子秒表

分度值不大于 0.1s，MPE： $\pm 0.1s/h$ 。

#### 6.2.4 流量计

准确度级别不低于 4.0 级；流量范围：（0~5）L/min。

#### 6.2.5 减压阀和气路

对被测气体应无吸附及化学反应，例如：采用不锈钢或聚四氟乙烯等材质。

## 7 校准项目和校准方法

### 7.1 示值误差

仪器运行稳定后，按照仪器设定采样流量通入零点气体，待读数稳定后，调整仪器的零点。以相同流量通入浓度约为满量程20%的气体标准物质，待示值稳定后，记录仪器示值，然后通入零点气体，使之回零后，再通入上述浓度的气体标准物质，重复测量3次。按相同步

骤测量浓度约为满量程50%、80%的气体标准物质，按公式分别计算出不同浓度值的示值误差。

$$\bar{C} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 C_i \quad (1)$$

$$\Delta C = \frac{\bar{C} - C_s}{R} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

$\Delta C$ ——示值误差，%FS；

$C_i$ ——各浓度点第*i*次测量的示值，%；

$\bar{C}$ ——各浓度点3次示值的算术平均值，%；

$C_s$ ——通入气体标准物质的浓度值，%；

$R$ ——被检仪器量程，%。

## 7.2 重复性

仪器运行稳定后，首先通入浓度约为满量程 50%的标准气体，记录仪器稳定示值，然后通入零点气体，使之回零后，再通入上述浓度的气体标准气体。重复测量 6 次，按公式（2）计算单次测量的相对标准偏差作为仪器的重复性。

$$S_r = \frac{1}{\bar{C}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_i - \bar{C})^2}{n-1}} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

$\bar{C}$ ——仪器 6 次示值的算术平均值，%；

$C_i$ ——仪器第 *i* 次测量的示值，%；

$n$ ——测量次数， $n=6$ 。

## 7.3 系统响应时间

待仪器稳定后，通入浓度约为满量程 80%的标准气体，记录仪器稳定值。然后通入零点气体，让仪器示值回到零点，再通入上述标准气体，同时启动秒表，待仪器示值达到上述稳定值的 90%时，停止秒表，记下秒表显示的时间。重复上述步骤 3 次，取算术平均值作为仪器的系统响应时间。

## 7.4 漂移

仪器的漂移包括零点漂移和量程漂移。仪器零点稳定后，通入零点气体，记录仪器稳定示值，然后通入浓度为满量程 80%的标准气体，记录仪器稳定示值。让仪器连续运行 4h，每

间隔 1h 重复上述步骤一次，同时记录仪器零点稳定示值和量程稳定示值。

按公式（4）计算仪器第  $i$  次零点漂移  $\Delta_{zi}$ ：

$$\Delta_{zi} = \frac{C_{zi} - C_{z0}}{R} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

$C_{zi}$ ——零点第  $i$  次示值，%（以下同）；

$C_{z0}$ ——零点初次示值，%（以下同）；

$R$ ——被检仪器量程，%。

按公式（5）计算仪器第  $i$  次量程漂移  $\Delta_{si}$ ：

$$\Delta_{si} = \frac{(C_{si} - C_{zi}) - (C_{s0} - C_{z0})}{R} \times 100\% \quad (5)$$

式中：

$C_{si}$ ——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，%；

$R$ ——被检仪器量程，%。

取各次中绝对值最大的  $\Delta_{zi}$ 、 $\Delta_{si}$  作为仪器的零点漂移和量程漂移结果。

## 8 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映。校准证书应包括以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
- d) 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接受日期；
- h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对抽样程序进行说明；
- i) 对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- k) 校准环境的描述；

- l) 校准结果及测量不确定度的说明;
- m) 对校准规范的偏离的说明;
- n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识以及签发日期;
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明;
- p) 未经实验室书面批准, 不得部分复制证书的声明。

## 9 复校时间间隔

仪器复校时间间隔建议一般不超过 12 个月。由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的, 因此送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

## 附录 A

### 示值误差校准结果的不确定度评定示例

#### A.1 概述

仪器运行稳定后，按照仪器设定采样流量通入零点气体，待读数稳定后，调整仪器的零点。以相同流量通入浓度约为满量程20%的气体标准物质，待示值稳定后，记录仪器示值，然后通入零点气体，使之回零后，再通入上述浓度的气体标准物质，重复测量3次。按相同步骤测量浓度约为满量程50%、80%的气体标准物质，按公式分别计算出不同浓度值的示值误差。

#### A.2 测量模型

根据上述测量方法，示值误差测量模型如下：

$$\Delta C = \frac{\bar{C} - C_s}{R} \times 100\% \quad (\text{A.1})$$

式中：

$\Delta C$ ——示值误差，%FS；

$\bar{C}$ ——3次仪器显示值的算术平均值，%；

$C_s$ ——标准气体的浓度值，%；

$R$ ——被检仪器量程，%。

#### A.3 测量不确定度来源

由测量模型可知，示值误差测量不确定度来源主要包括：气体标准物质引入的不确定度、测量重复性引入的不确定度两部分。由于各输入量间不相关，所以合成标准不确定度为：

$$u_c^2(\Delta C) = c_1^2 u^2(\bar{C}) + c_2^2 u^2(C_s) \quad (\text{A.2})$$

其中，灵敏系数 $c_1$ 、 $c_2$ 为：

$$c_1 = \frac{\partial \Delta C}{\partial \bar{C}} = \frac{1}{R}, \quad c_2 = \frac{\partial \Delta C}{\partial C_s} = -\frac{1}{R}$$

代入公式 A.2，有：

$$u_c(\Delta C) = \sqrt{c_1^2 u^2(\bar{C}) + c_2^2 u^2(C_s)} = \frac{1}{R} \sqrt{u^2(\bar{C}) + u^2(C_s)} \quad (\text{A.3})$$

式中：

$u_c(\Delta C)$ ——合成标准不确定度，%；

$u(C_s)$ ——气体标准物质引入的标准不确定度，%；

$u(\bar{C})$ ——测量重复性引入的不确定度，%；

#### A.4 标准不确定度评定

##### A.4.1 气体标准物质引入的标准不确定度 $u(C_s)$ 的评定

###### A.4.1.1 氮中一氧化碳气体标准物质引入的标准不确定度 $u(C_s)$ 的评定

当一氧化碳量程为（0~10）%时，选用浓度约为满量程 20%、50%、80%的氮中一氧化碳气体标准物质，即浓度约为 2%、5%、8%的氮中一氧化碳气体标准物质进行示值误差项目的校准。

由氮中一氧化碳气体标准物质证书可知，三种气体标准物质的认定值分别为：2.01%、4.97%、8.04%，其相对扩展不确定度均为： $U_{rel}=1.0\%$ （ $k=2$ ），则三个浓度测量点由气体标准物质引入的相对标准不确定度均为：

$$u_{rel}(C_s)=\frac{1.0\%}{2}=0.5\%$$

各浓度值测量点由气体标准物质引入的标准不确定度为：

$$2.01\%: u(C_s)=u_{rel}(C_s)\times C_s=0.5\%\times 2.01\%=0.010\%$$

$$4.97\%: u(C_s)=u_{rel}(C_s)\times C_s=0.5\%\times 4.97\%=0.025\%$$

$$8.04\%: u(C_s)=u_{rel}(C_s)\times C_s=0.5\%\times 8.04\%=0.040\%$$

###### A.4.1.2 氮中二氧化碳气体标准物质引入的标准不确定度 $u(C_s)$ 的评定

当二氧化碳量程为（0~20）%时，选用浓度约为满量程 20%、50%、80%的三种氮中二氧化碳气体标准物质，即浓度约为 4%、10%、16%的氮中二氧化碳气体标准物质进行示值误差项目的校准。

由氮中二氧化碳气体标准物质证书可知，三种气体标准物质的认定值分别为：4.07%、9.98%、16.0%，其相对扩展不确定度均为： $U_{rel}=1\%$ （ $k=2$ ），则三个浓度测量点由气体标准物质引入的相对标准不确定度均为：

$$u_{rel}(C_s)=\frac{1.0\%}{2}=0.5\%$$

各浓度值测量点由气体标准物质引入的标准不确定度为：

$$4.07\%: u(C_s)=u_{rel}(C_s)\times C_s=0.5\%\times 4.07\%=0.020\%$$

$$9.98\%: u(C_s)=u_{rel}(C_s)\times C_s=0.5\%\times 9.98\%=0.050\%$$

$$16.0\%: u(C_s)=u_{rel}(C_s)\times C_s=0.5\%\times 16.0\%=0.080\%$$

###### A.4.1.3 氮中氧气气体标准物质引入的标准不确定度 $u(C_s)$ 的评定

当氧气量程为（0~21）%时，选用浓度约为满量程 20%、50%、80%的三种氮中氧气气体标准物质，即浓度约为 4.20%、10.5%、16.8%的氮中氧气气体标准物质进行示值误差项目的

校准。

由氮中氧气气体标准物质证书可知，三种气体标准物质的认定值分别为：4.21%、10.4%、17.1%，其相对扩展不确定度均为： $U_{rel}=1.0\%$ （ $k=3$ ），则三个浓度测量点由气体标准物质引入的相对标准不确定度均为：

$$u_{rel}(C_s)=\frac{1.0\%}{3}=0.34\%$$

各浓度值测量点由气体标准物质引入的标准不确定度为：

$$4.21\%: u(C_s)=u_{rel}(C_s)\times C_s=0.34\%\times 4.21\%=0.014\%$$

$$10.4\%: u(C_s)=u_{rel}(C_s)\times C_s=0.34\%\times 10.4\%=0.035\%$$

$$17.1\%: u(C_s)=u_{rel}(C_s)\times C_s=0.34\%\times 17.1\%=0.058\%$$

#### A.4.2 测量重复性引入的标准不确定度 $u(\bar{C})$ 的评定

按照规范要求，在进行示值误差项目校准时，各浓度点重复测量 3 次，其 3 次测量的示值平均值与气体标准物质浓度值比较求得示值误差。则重复测量引入的标准不确定度为：

$$S=\frac{C_{max}-C_{min}}{1.69} \quad (A.4)$$

$$u(\bar{C})=\frac{S}{\sqrt{3}}=\frac{C_{max}-C_{min}}{1.69\times\sqrt{3}} \quad (A.5)$$

式中：

$S$ ——3 次重复测量的标准偏差，%；

$C_{max}$ ——3 次重复测量的示值最大值，%；

$C_{min}$ ——3 次重复测量的示值最小值，%；

$\bar{C}$ ——3 次仪器显示值的算术平均值，%。

重复测量引入的标准不确定度按照实际校准数据计算。示值误差校准数据及重复测量引入的标准不确定度见表 A.1、A.2、A.3。

##### A.1 CO 重复测量引入的标准不确定度

| 标准气体浓度 $C_s/\%$ |      | 仪器示值 $C_i/\%$ |      |      |                     | 示值误差<br>$\Delta C/\%FS$ | $u(\bar{C})/\%$ |
|-----------------|------|---------------|------|------|---------------------|-------------------------|-----------------|
|                 |      | 1             | 2    | 3    | 平均值<br>$\bar{C}/\%$ |                         |                 |
| CO              | 2.01 | 1.91          | 1.93 | 1.91 | 1.92                | -0.9                    | 0.007           |
|                 | 4.97 | 4.94          | 4.99 | 5.00 | 4.98                | 0.1                     | 0.023           |
|                 | 8.04 | 8.04          | 7.99 | 8.04 | 8.02                | -0.2                    | 0.016           |

A.2 CO<sub>2</sub> 重复测量引入的标准不确定度

| 标准气体浓度 $C_s/\%$ |      | 仪器示值 $C_i/\%$ |       |       |                     | 示值误差<br>$\Delta C/\%FS$ | $u(\bar{C})/\%$ |
|-----------------|------|---------------|-------|-------|---------------------|-------------------------|-----------------|
|                 |      | 1             | 2     | 3     | 平均值<br>$\bar{C}/\%$ |                         |                 |
| CO <sub>2</sub> | 4.07 | 3.81          | 3.81  | 3.80  | 3.81                | -1.3                    | 0.003           |
|                 | 9.98 | 9.71          | 9.78  | 9.81  | 9.77                | -1.1                    | 0.034           |
|                 | 16.0 | 15.99         | 15.98 | 15.95 | 15.97               | -0.1                    | 0.014           |

A.3 O<sub>2</sub> 重复测量引入的标准不确定度

| 标准气体浓度 $C_s/\%$ |      | 仪器示值 $C_i/\%$ |       |       |                     | 示值误差<br>$\Delta C/\%FS$ | $u(\bar{C})/\%$ |
|-----------------|------|---------------|-------|-------|---------------------|-------------------------|-----------------|
|                 |      | 1             | 2     | 3     | 平均值<br>$\bar{C}/\%$ |                         |                 |
| O <sub>2</sub>  | 4.21 | 4.18          | 4.17  | 4.17  | 4.17                | -0.2                    | 0.003           |
|                 | 10.4 | 10.39         | 10.37 | 10.36 | 10.37               | -0.1                    | 0.010           |
|                 | 17.1 | 17.10         | 17.07 | 17.07 | 17.08               | -0.1                    | 0.010           |

## A.5 合成标准不确定度的评定

## A.5.1 CO 示值误差的合成标准不确定度计算

CO 示值误差的各标准不确定度汇总见表 A.4。

A.4 CO 示值误差的标准不确定度分量汇总表

| 标准气体浓度/% | 气体标准物质引入的<br>标准不确定度分量 $u(C_s)/\%$ | 测量重复性引入的<br>标准不确定度 $u(\bar{C})/\%$ |
|----------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 2.01     | 0.010                             | 0.007                              |
| 4.97     | 0.025                             | 0.023                              |
| 8.04     | 0.040                             | 0.016                              |

各校准点的合成标准不确定度  $u_c(\Delta C)$  按式 (A.3) 计算, 结果如下:

$$\text{满量程 } 20\% \text{ 的校准点: } u_c(\Delta C) = \frac{1}{10\%} \times \sqrt{(0.010\%)^2 + (0.007\%)^2} = 0.12\%FS;$$

$$\text{满量程 } 50\% \text{ 的校准点: } u_c(\Delta C) = \frac{1}{10\%} \sqrt{(0.025\%)^2 + (0.023\%)^2} = 0.34\%FS;$$

$$\text{满量程 } 80\% \text{ 的校准点: } u_c(\Delta C) = \frac{1}{10\%} \sqrt{(0.040\%)^2 + (0.016\%)^2} = 0.43\%FS$$

A.5.2 CO<sub>2</sub> 示值误差的合成标准不确定度计算

CO<sub>2</sub> 示值误差的各标准不确定度汇总见表 A.5。

表 A.5 CO<sub>2</sub> 示值误差的标准不确定度分量汇总表

| 标准气体浓度/% | 气体标准物质引入的<br>标准不确定度分量 $u(C_s)/\%$ | 测量重复性引入的<br>标准不确定度 $u(\bar{C})/\%$ |
|----------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 4.07     | 0.020                             | 0.003                              |
| 9.98     | 0.050                             | 0.034                              |
| 16.0     | 0.080                             | 0.014                              |

各校准点的合成标准不确定度  $u_c(\Delta C)$  按式 (A.3) 计算, 结果如下:

满量程 20% 的校准点:  $u_c(\Delta C) = \frac{1}{20\%} \times \sqrt{(0.020\%)^2 + (0.003\%)^2} = 0.10\%FS$ ;

满量程 50% 的校准点:  $u_c(\Delta C) = \frac{1}{20\%} \sqrt{(0.050\%)^2 + (0.034\%)^2} = 0.30\%FS$ ;

满量程 80% 的校准点:  $u_c(\Delta C) = \frac{1}{20\%} \sqrt{(0.080\%)^2 + (0.014\%)^2} = 0.41\%FS$ 。

#### A.5.3 O<sub>2</sub> 示值误差合成标准不确定度计算

O<sub>2</sub> 示值误差的各标准不确定度分量汇总见表 A.6。

表 A.6 O<sub>2</sub> 示值误差的标准不确定度分量汇总表

| 标准气体浓度/% | 气体标准物质引入的<br>标准不确定度分量 $u(C_s)/\%$ | 测量重复性引入的<br>标准不确定度 $u(\bar{C})/\%$ |
|----------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 4.21     | 0.014                             | 0.003                              |
| 10.4     | 0.035                             | 0.010                              |
| 17.1     | 0.058                             | 0.010                              |

各校准点的合成标准不确定度  $u_c(\Delta C)$  按式 (A.3) 计算, 结果如下:

满量程 20% 的校准点:  $u_c(\Delta C) = \frac{1}{21\%} \sqrt{(0.014\%)^2 + (0.003\%)^2} = 0.07\%FS$ ;

满量程 50% 的校准点:  $u_c(\Delta C) = \frac{1}{21\%} \sqrt{(0.035\%)^2 + (0.010\%)^2} = 0.18\%FS$ ;

满量程 80% 的校准点:  $u_c(\Delta C) = \frac{1}{21\%} \sqrt{(0.058\%)^2 + (0.010\%)^2} = 0.28\%FS$ 。

#### A.6 扩展不确定度

取包含因子  $k=2$ , 则各校准点示值误差的扩展不确定度按式 (A.6) 计算:

$$U(\Delta C) = k \times u_c(\Delta C) \quad (A.6)$$

##### A.6.1 CO 示值误差的扩展不确定度

取包含因子  $k=2$ , 则 CO 各校准点示值误差的扩展不确定度计算结果如下:

满量程 20% 的校准点:  $U(\Delta C) = k \times u_c(\Delta C) = 2 \times 0.12\%FS = 0.24\%FS$ ;

满量程 50%的校准点： $U(\Delta C)=k \times u_c(\Delta C)=2 \times 0.34\%FS=0.7\%FS$ ；

满量程 80%的校准点： $U(\Delta C)=k \times u_c(\Delta C)=2 \times 0.43\%FS=0.9\%FS$ 。

#### A.6.2 CO<sub>2</sub> 示值误差的扩展不确定度

取包含因子  $k=2$ ，则 CO<sub>2</sub> 各校准点示值误差的扩展不确定度计算结果如下：

满量程 20%的校准点： $U(\Delta C)=k \times u_c(\Delta C)=2 \times 0.10\%FS=0.20\%FS$ ；

满量程 50%的校准点： $U(\Delta C)=k \times u_c(\Delta C)=2 \times 0.30\%FS=0.6\%FS$ ；

满量程 80%的校准点： $U(\Delta C)=k \times u_c(\Delta C)=2 \times 0.41\%FS=0.8\%FS$ 。

#### A.6.3 O<sub>2</sub> 示值误差的扩展不确定度

取包含因子  $k=2$ ，则 O<sub>2</sub> 各校准点示值误差的扩展不确定度计算结果如下：

满量程 20%的校准点： $U(\Delta C)=k \times u_c(\Delta C)=2 \times 0.07\%FS=0.14\%FS$ ；

满量程 50%的校准点： $U(\Delta C)=k \times u_c(\Delta C)=2 \times 0.18\%FS=0.4\%FS$ ；

满量程 80%的校准点： $U(\Delta C)=k \times u_c(\Delta C)=2 \times 0.28\%FS=0.6\%FS$ 。

## 附录 B

## 冶金电弧炉炉气分析系统校准原始记录参考格式

|                 |      |                |      |                        |  |
|-----------------|------|----------------|------|------------------------|--|
| 仪器名称            |      |                |      | 温 度/℃                  |  |
| 型 号             |      |                |      | 湿 度/%RH                |  |
| 制造厂家            |      |                |      | 校准人员                   |  |
| 出厂编号            |      |                |      | 核验人员                   |  |
| 证书编号            |      |                |      | 原始记录编号                 |  |
| 证书单位            |      |                |      | 校准日期                   |  |
| 委托单位            |      |                |      | 联系人及电话                 |  |
| 校准依据            |      |                |      |                        |  |
| 校准地点            |      |                |      |                        |  |
| 标准设备/<br>标准物质名称 | 测量范围 | 不确定度/<br>准确度等级 | 证书编号 | 证书有效期至<br>(YYYY-MM-DD) |  |
|                 |      |                |      |                        |  |
|                 |      |                |      |                        |  |

## 1. 示值误差

| 气体标准物质浓度 $C_s/\%$ |  | 仪器示值 $C_i/\%$ |   |   |                  | 示值误差<br>$\Delta C/\%FS$ |
|-------------------|--|---------------|---|---|------------------|-------------------------|
|                   |  | 1             | 2 | 3 | 平均值 $\bar{C}/\%$ |                         |
| CO                |  |               |   |   |                  |                         |
|                   |  |               |   |   |                  |                         |
|                   |  |               |   |   |                  |                         |
| CO <sub>2</sub>   |  |               |   |   |                  |                         |
|                   |  |               |   |   |                  |                         |
|                   |  |               |   |   |                  |                         |
| O <sub>2</sub>    |  |               |   |   |                  |                         |
|                   |  |               |   |   |                  |                         |
|                   |  |               |   |   |                  |                         |

## 2. 重复性

| 气体标准物质浓度<br>$C_s/\%$ |  | 仪器示值 $C_i/\%$ |   |   |   |   |   | 平均值 $\bar{C}/\%$ | 重复性<br>$S_r/\%$ |
|----------------------|--|---------------|---|---|---|---|---|------------------|-----------------|
|                      |  | 1             | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |                  |                 |
| CO                   |  |               |   |   |   |   |   |                  |                 |
| CO <sub>2</sub>      |  |               |   |   |   |   |   |                  |                 |
| O <sub>2</sub>       |  |               |   |   |   |   |   |                  |                 |

## 3. 系统响应时间

| 气体              | 测量次数 |   |   | 平均值 $\bar{t}/s$ |
|-----------------|------|---|---|-----------------|
|                 | 1    | 2 | 3 |                 |
| CO              |      |   |   |                 |
| CO <sub>2</sub> |      |   |   |                 |
| O <sub>2</sub>  |      |   |   |                 |

## 4. 漂移

## 4.1 零点漂移

| 气体标准物质浓度<br>$C_s/\%$ |  | 仪器示值 $C_i/\%$ |   |   |   |   | 零点漂移/ $\%FS$ |
|----------------------|--|---------------|---|---|---|---|--------------|
|                      |  | 0             | 1 | 2 | 3 | 4 |              |
| CO                   |  |               |   |   |   |   |              |
| CO <sub>2</sub>      |  |               |   |   |   |   |              |
| O <sub>2</sub>       |  |               |   |   |   |   |              |

## 4.2 量程漂移

| 气体标准物质浓度<br>$C_s/\%$ |  | 仪器示值 $C_i/\%$ |   |   |   |   | 量程漂移/ $\%FS$ |
|----------------------|--|---------------|---|---|---|---|--------------|
|                      |  | 0             | 1 | 2 | 3 | 4 |              |
| CO                   |  |               |   |   |   |   |              |
| CO <sub>2</sub>      |  |               |   |   |   |   |              |
| O <sub>2</sub>       |  |               |   |   |   |   |              |

## 附录 C

## 校准证书内页参考格式

## 一、示值误差

| 气体标准物质浓度 $C_s/\%$ |  | 仪器示值平均值<br>$\bar{C}/\%$ | 示值误差<br>$\Delta C/\%FS$ | 扩展不确定度<br>$/\%FS$ |
|-------------------|--|-------------------------|-------------------------|-------------------|
| CO                |  |                         |                         |                   |
|                   |  |                         |                         |                   |
|                   |  |                         |                         |                   |
| CO <sub>2</sub>   |  |                         |                         |                   |
|                   |  |                         |                         |                   |
|                   |  |                         |                         |                   |
| O <sub>2</sub>    |  |                         |                         |                   |
|                   |  |                         |                         |                   |
|                   |  |                         |                         |                   |

## 二、重复性

| 气体标准物质浓度 $C_s/\%$ |  | 仪器示值平均值<br>$\bar{C}/\%$ | 重复性<br>$S_r/\%$ |
|-------------------|--|-------------------------|-----------------|
| CO                |  |                         |                 |
| CO <sub>2</sub>   |  |                         |                 |
| O <sub>2</sub>    |  |                         |                 |

## 三、系统响应时间

| 气体       | CO | CO <sub>2</sub> | O <sub>2</sub> |
|----------|----|-----------------|----------------|
| 系统响应时间/s |    |                 |                |

## 四、漂移

| 气体           | CO | CO <sub>2</sub> | O <sub>2</sub> |
|--------------|----|-----------------|----------------|
| 零点漂移/ $\%FS$ |    |                 |                |
| 量程漂移/ $\%FS$ |    |                 |                |

-----以下空白-----

中华人民共和国  
国家计量技术规范  
XXXXXXXX 校准规范  
JJFXXXX—XXXX  
国家市场监督管理总局发布