



天津市地方计量技术规范

JJF(津) XXXX—2026

化学发光定氮仪校准规范

Calibration Specification for Chemiluminescence Nitrogen Analyzers

(报批稿)

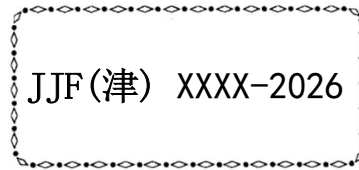
2026—XX—XX发布

2026—XX—XX实施

天津市市场监督管理委员会 发布

化学发光定氮仪校准规范

Calibration Specification for
Chemiluminescence Nitrogen Analyzers



归口单位：天津市市场监督管理委员会

主要起草单位：天津市计量监督检测科学研究院

北京市计量检测科学研究院

河北省计量监督检测研究院

本规范委托天津市计量监督检测科学研究院负责解释

本规范主要起草人：

白玉洁（天津市计量监督检测科学研究院）

赵海波（北京市计量检测科学研究院）

张庆勋（河北省计量监督检测研究院）

参加起草人：

蒋君杰（天津市计量监督检测科学研究院）

常子栋（天津市计量监督检测科学研究院）

付 迪（天津市计量监督检测科学研究院）

齐 璐（天津市计量监督检测科学研究院）

目 录

引言.....	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 概述.....	(1)
4 计量特性.....	(2)
5 校准条件.....	(2)
5.1 环境条件.....	(2)
5.2 测量标准及其他设备.....	(2)
6 校准项目和校准方法.....	(3)
6.1 示值误差.....	(3)
6.2 测量重复性.....	(3)
6.3 测定下限.....	(4)
7 校准结果表达.....	(5)
8 复校时间间隔.....	(5)
附录 A 化学发光定氮仪校准原始记录格式.....	(6)
附录 B 校准证书内页格式(推荐).....	(7)
附录 C 0.50 mg/L 测量点示值误差测量不确定度评定示例.....	(8)
附录 D 5.00 mg/L 测量点示值误差测量不确定度评定示例.....	(12)

引 言

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》和 JJF 1094-2002《测量仪器特性评定》共同构成支撑本规范制修订工作的基础性系列规范。

本规范的制定,参考了 GB/T 17674-2021《原油中氮含量的测定 舟进样化学发光法》、GB/T 35582-2017《硫氮元素测定仪》、NB/SH/T 0704-2010《石油和石油产品中氮含量的测定 舟进样化学发光法》、SH/T 0657-2007《液态石油烃中痕量氮的测定 氧化燃烧和化学发光法》相关内容。

本规范作为京津冀共建规范,为首次发布。

化学发光定氮仪校准规范

1 范围

本规范适用于测量石油及石油化工产品中总氮含量范围在（0.2~2000）mg/L的化学发光定氮仪的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 17674-2021 原油中氮含量的测定 舟进样化学发光法

GB/T 35582-2017 硫氮元素测定仪

NB/SH/T 0704-2010 石油和石油产品中氮含量的测定 舟进样化学发光法

SH/T 0657-2007 液态石油烃中痕量氮的测定 氧化燃烧和化学发光法

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；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

化学发光定氮仪（以下简称定氮仪）广泛应用于成品油、原油、馏分油等石油化工产品的总氮测定。测量原理为：基于化学发光原理设计，通过高温裂解样品将氮化物转化为一氧化氮（NO），亚稳态的一氧化氮与臭氧（O₃）发生反应，转化为激发态的二氧化氮（NO₂）。当激发态的二氧化氮跃迁到基态时发射出光子，通过检测该光信号以测定总氮含量。其反应方程式为：



在一定条件下，反应中的化学发光强度与一氧化氮的生成量成正比，而一氧化氮的生成量又与样品中的总氮含量成正比，故可以通过测定化学发光的强度来测定样品中的总氮含量。

定氮仪由进样单元、高温裂解单元、干燥单元、臭氧发生器、反应室、检测单元、数据处理单元、显示单元等部分组成。其结构示意图见图1。

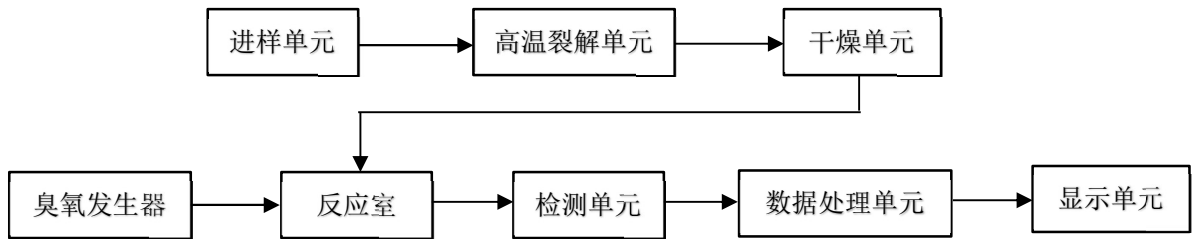


图 1 定氮仪结构示意图

4 计量特性

定氮仪的计量特性见表 1。

表 1 定氮仪计量特性

计量特性	技术指标			
	$0.2\text{mg/L} \leq x < 1.0 \text{ mg/L}$	$1.0\text{mg/L} \leq x < 5.0 \text{ mg/L}$	$5.0\text{mg/L} \leq x < 100 \text{ mg/L}$	$100 \text{ mg/L} \leq x < 2000 \text{ mg/L}$
示值误差	$\pm 0.2\text{mg/L}$	$\pm 0.5 \text{ mg/L}$	$\pm 10\%$	$\pm 6\%$
测量重复性	$\leq 0.2\text{mg/L}$	$\leq 0.3\text{mg/L}$	$\leq 5\%$	$\leq 3\%$
测定下限	$\leq 0.2 \text{ mg/L}$	---		
注： 1. 以上指标不用于合格性判别，仅供参考。 2. 根据被校准仪器的预期用途选择相应的校准项目。				

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 环境温度（10~35）℃，相对湿度不大于 80%。

5.1.2 电源电压及频率：电压（220±22）V，频率（50±1）Hz。

5.1.3 定氮仪应置于平稳无振动的工作台上，周围无灰尘、腐蚀性气体、强电强磁或振动区域，定氮仪接地良好，且避免光线直射。

5.2 测量标准及其他设备

5.2.1 有证标准物质

根据被校准定氮仪的测量对象，选择适用的国家有证石油氮含量标准物质。

氮含量小于 1.0 mg/L 时, 扩展不确定度不大于 0.05 mg/L ($k=2$); 氮含量在 (1.0 mg/L~5.0 mg/L) 时, 扩展不确定度不大于 0.18 mg/L ($k=2$); 氮含量在 (5.0 mg/L~100 mg/L) 时, 相对扩展不确定度不大于 4% ($k=2$); 氮含量大于 100 mg/L 时, 相对扩展不确定度不大于 2% ($k=2$)。

5.2.2 微量进样器: 范围 (5~100) μL , 不确定度 $U_{\text{rel}} = 2\%$ ($k=2$)。

5.2.3 单标线吸量管: A 级。

5.2.4 容量瓶: A 级。

6 校准项目和校准方法

6.1 示值误差

开机预热 30 min 以上, 待定氮仪稳定工作后, 按照定氮仪的使用范围要求进样测量, 依次测量低、中、高 3 种浓度氮含量标准物质, 每个浓度点重复测量 3 次, 记录定氮仪所测量标准物质的浓度值。当定氮仪的使用范围在 $x \leq 5.0$ mg/L 时, 按式 (1) 计算示值误差; 当定氮仪的使用范围在 $x > 5.0$ mg/L 时, 按式 (2) 计算示值误差。

$$\Delta x = \bar{x} - x_s \quad (1)$$

$$\Delta x_r = \frac{\bar{x} - x_s}{x_s} \times 100\% \quad (2)$$

式中:

Δx —— 示值误差, mg/L;

Δx_r —— 示值误差;

\bar{x} —— 3 次测量值的算术平均值, mg/L;

x_s —— 氮含量标准值, mg/L。

6.2 测量重复性

按照 6.1 的测量条件, 选取定氮仪使用范围中间浓度的氮含量标准物质重复测量 10 次, 记录定氮仪所测量标准物质的浓度值。当定氮仪的使用范围在 $x \leq 5.0$ mg/L 时, 按

式(3)计算定氮仪测量重复性；当定氮仪的使用范围在 $x > 5.0 \text{ mg/L}$ 时，按式(4)计算定氮仪测量重复性。

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3)$$

$$s_r = \frac{s}{\bar{x}} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

s ——测量重复性， mg/L ；

s_r ——测量重复性；

x_i ——单次测量值， mg/L ；

\bar{x} ——10次测量算术平均值， mg/L ；

n ——测量次数， $n=10$ 。

6.3 测定下限

选取浓度值为 0.2 mg/L 的氮含量标准溶液。按照 6.1 的测量条件使用微量进样器进样，重复测量 10 次，记录定氮仪测量结果的响应值。按照公式(5)、(6)计算测定下限。

$$s_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (5)$$

$$D_D = 10s_D \frac{x_s}{\bar{x}} \quad (6)$$

式中：

s_D ——标准偏差；

D_D ——测定下限， mg/L ；

x_i ——第 i 次测量响应值；

\bar{x} ——10次测量响应值算数平均值；

n ——测量次数， $n=10$ ；

x_s ——氮含量标准值， mg/L 。

注：测定下限指用特定方法能够准确定量测定待测物质的最低定量检测限。

7 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) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 客户名称和地址；
- f) 被校仪器的制造单位、名称、型号及编号；
- 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收日期；
- h) 如果与校准结果的有效性应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；
- i) 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) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- m) 对校准规范的偏离的说明（若有）；
- n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
- o) 校准结果仅对被校仪器有效的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书或报告无效的声明。

8 复校时间间隔

复校时间间隔的长短由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定，送校单位可根据使用情况自主决定复校时间间隔，建议不超过1年。如果对仪器的测量数据有怀疑，或仪器更换主要部件及维修后，应对仪器重新校准。

附录 A

化学发光定氮仪校准原始记录格式

证书编号

原始记录编号

送校单位:					
生产厂家		仪器型号		出厂编号	
环境温度		环境湿度		校准日期	
校准依据		校准员		核验员	
测量标准及其他设备	出厂编号	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	计量器具证书编号	有效期

一、示值误差

单位: mg/L

氮含量标准值	测量值			平均值	示值误差
	1	2	3		

二、测量重复性

单位: mg/L

氮含量标准值	测量值										重复性
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

三、测定下限

单位: mg/L

氮含量标准值											
测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均值
测量响应值											
标准偏差											
测定下限											

附录 B

校准证书内页格式（推荐）

证书编号××××—××××

校准结果

一、示值误差

标准物质认定值	仪器测量平均值	示值误差	扩展不确定度 ($k=2$)

二、测量重复性

三、测定下限

以下空白

第×页共×页

附录 C

0.50 mg/L 测量点示值误差测量不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 测量标准：采用标准物质的标准值为 0.5 mg/L 的石油中氮含量国家有证标准物质，扩展不确定度为 0.05 mg/L ($k=2$)。

C.1.2 被测对象：化学发光定氮仪。

C.1.3 环境条件：环境温度 (10~35) °C, 相对湿度 ≤80%。

C.1.4 测量方法：按本规范 6.1 进行示值误差校准。

C.2 测量模型及不确定度计算公式

C.2.1 建立测量模型

按照式 (C.1) 计算示值误差。

$$\Delta x = \bar{x} - x_s \quad (\text{C.1})$$

式中：

Δx —— 仪器的示值误差，mg/L；

\bar{x} —— 测量点 3 次测量结果的算术平均值，mg/L；

x_s —— 测量点的标准值，mg/L。

C.2.2 不确定度传播率

因为测得值 \bar{x} 和 x_s 彼此不相关，有：

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

灵敏系数为： $c_1 = 1$ ， $c_2 = -1$

则合成标准不确定度计算公式

$$u_c(\Delta x) = \sqrt{((1)^2)u(\bar{x})^2 + (-1)^2u(x_s)^2} \quad (\text{C.3})$$

式中 $u_c(\Delta x)$ 为示值误差的合成标准不确定度， $u(\bar{x})$ 和 $u(x_s)$ 分别为测量平均值和标准

物质的标准值引入的标准不确定度分量。

C.3 全部输入量的标准不确定度分析与评定。

C.3.1 标准不确定度分量来源及其描述

各标准不确定度分量来源及其描述（见表 C.1）。

表 C.1 标准不确定度分量来源及其描述

标准不确定度分量	不确定度来源	分量描述
$u(\bar{x})$	测量结果平均值引入的不确定度	测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(\bar{x})$
		读数分辨率引入的标准不确定度 $u_2(\bar{x})$
$u(x_s)$	测量点的标准值引入的不确定度	校准物质认定值引入的标准不确定度 $u_1(x_s)$
		微量进样器引入的标准不确定度 $u_2(x_s)$

C.3.2 输入量 \bar{x} 的标准不确定度分量 $u(\bar{x})$ 的评定

输入量 \bar{x} 的标准不确定度 $u(\bar{x})$ 的来源有两个，一是测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(\bar{x})$ ；二是读数分辨率引入的标准不确定度 $u_2(\bar{x})$ 。

C.3.2.1 测量重复性引入的不确定度分量 $u_1(\bar{x})$

测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(\bar{x})$ ，可以通过连续测量得到测量列，重复性引入的标准不确定度采用 A 类方法进行评定。

选择一台日常使用的性能稳定的仪器，经标定后，测量 0.5 mg/L 的氮含量标准物质，重复测量 10 次得到测量数据：0.59 mg/L、0.64 mg/L、0.48 mg/L、0.55 mg/L、0.54 mg/L、0.56 mg/L、0.59 mg/L、0.62 mg/L、0.69 mg/L、0.78 mg/L 计算得到测量平均值 $\bar{x}=0.604$ mg/L，标准偏差 $s=0.085$ mg/L。以测量平均值作为测量结果，采用 A 类不确定度评定方法，校准结果采用重复测量 3 次的算术平均值，由测量重复性引入的标准不确定度为：

$$u_1(\bar{x}) = \frac{0.085}{\sqrt{3}} = 0.049 \text{ mg/L}$$

C.3.2.2 读数分辨率引入的标准不确定度 $u_2(\bar{x})$

由仪器的读数分辨率引入的标准不确定度为 $u_2(\bar{x})$ ：

被测仪器的分辨力为 0.01 mg/L，则按均匀分布计算，则 $u_2(\bar{x}) = \frac{0.01}{\sqrt{3}} = 0.0058 \text{ mg/L}$ 。

由于 $u_1(\bar{x})$ 大于 $u_2(\bar{x})$ ，则表示重复性引入的不确定度已包含分辨率引起的不确定度，则不考虑分辨率引入的不确定度。

则： $u(\bar{x}) = u_1(\bar{x}) = 0.049 \text{ mg/L}$

C.3.3 输入量 x_s 的标准不确定度 $u(x_s)$ 的评定

输入量 x_s 标准不确定度 $u(x_s)$ 的来源有两个，一是标准物质标准值引入的标准不确定度 $u_1(x_s)$ ，二是微量进样器引入的标准不确定度 $u_2(x_s)$ 。

C.3.3.1 标准物质标准值引入的标准不确定度分量 $u_1(x_s)$

本不确定度来源于氮含量标准物质标准值的标准不确定度，采用标准物质认定证书中给出的不确定度 0.05 mg/L ($k=2$)，按 B 类方法进行评定。则由此引入的标准不确定度 $u_1(x_s)$ ：

$$u_1(x_s) = \frac{0.05}{2} = 0.025 \text{ mg/L}$$

C.3.3.2 微量进样器引入的标准不确定度 $u_2(x_s)$

由微量进样器校准证书得到的微量进样器不确定度为 $U_{\text{rel}} = 2\%$ ($k=2$)，则按照均匀分布计算，则由此引入的标准不确定度为： $u_2(x_s) = \frac{2\%}{2} \times 0.604 \text{ mg/L} = 0.006 \text{ mg/L}$

$u_1(x_s)$ 和 $u_2(x_s)$ 彼此独立不相关，则：

$$u(x_s) = \sqrt{u_1^2(x_s) + u_2^2(x_s)} = 0.026 \text{ mg/L}$$

C.4 标准不确定度汇总表（见表 C.2）

表 C.2 标准不确定度汇总表

标准不确定度分量 $u(x)$	不确定度来源	标准不确定度	c_i	$ c_i u(x)$
$u(\bar{x})$	测量结果重复性引入的不确定度	0.049 mg/L	1 L/mg	0.049
$u(x_s)$	测量点的标准值引入的标准不确定度	0.026 mg/L	-1L/mg	0.026

C.5 合成标准不确定度

由公式 (C.3)，合成标准不确定度可按下式得到。

$$u_c(\Delta x) = \sqrt{c_1^2 u_1^2(\bar{x}) + c_2^2 u_2^2(x_s)} = \sqrt{0.049^2 + 0.026^2} = 0.056 \text{ mg/L}$$

C.6 不确定度的扩展

取包含因子 $k=2$ ，氮含量示值误差的扩展不确定度为：

$$U(\Delta x) = u_c(\Delta x) \cdot k \approx 0.12 \text{ mg/L}$$

则测量点示值误差的扩展不确定度为 $U = 0.12 \text{ mg/L}$ ， $k = 2$ 。

附录 D

5.00 mg/L 测量点示值误差测量不确定度评定示例

D.1 概述

D.1.1 测量标准：采用标准物质的标准值为 5 mg/L 的石油中氮含量国家有证标准物质，扩展不确定度为 0.18 mg/L ($k=2$)。

D.1.2 被测对象：化学发光定氮仪。

D.1.3 环境条件：环境温度 (10~35) °C, 相对湿度 ≤80%。

D.1.4 测量方法：按本规范 6.1 进行示值误差校准。

D.2 测量模型及不确定度计算公式

D.2.1 建立测量模型

按照式 (D.1) 计算示值误差。

$$\Delta x_r = \frac{\bar{x} - x_s}{x_s} \times 100\% \quad (\text{D.1})$$

式中：

Δx_r ——仪器的示值误差，%；

\bar{x} ——测量点 3 次测量结果的算术平均值，mg/L；

x_s ——测量点的标准值，mg/L。

D.2.2 不确定度传播率

因为测得值 \bar{x} 和 x_s 彼此不相关，有：

$$u_c(\Delta x_r)^2 = c_1^2 u(\bar{x})^2 + c_2^2 u(x_s)^2 \quad (\text{D.2})$$

灵敏系数为： $c_1 = \frac{1}{x_s}$ ， $c_2 = -\frac{\bar{x}}{x_s^2}$

则合成标准不确定度计算公式

$$u_c(\Delta x_r) = \sqrt{\left(\frac{1}{x_s}\right)^2 u(\bar{x})^2 + \left(-\frac{\bar{x}}{x_s^2}\right)^2 u(x_s)^2} \quad (\text{D.3})$$

式中 $u_c(\Delta x_i)$ 为示值误差的合成标准不确定度， $u(\bar{x})$ 和 $u(x_s)$ 分别为测量平均值和标准物质的标准值引入的标准不确定度分量。

D.3 全部输入量的标准不确定度分析与评定。

D.3.1 标准不确定度分量来源及其描述

各标准不确定度分量来源及其描述（见表 D.1）。

表 D.1 标准不确定度分量来源及其描述

标准不确定度分量	不确定度来源	分量描述
$u(\bar{x})$	测量结果平均值引入的不确定度	测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(\bar{x})$
		读数分辨率引入的标准不确定度 $u_2(\bar{x})$
$u(x_s)$	测量点的标准值引入的不确定度	校准物质认定值引入的标准不确定度 $u_1(x_s)$
		微量进样器引入的标准不确定度 $u_2(x_s)$

D.3.2 输入量 \bar{x} 的标准不确定度分量 $u(\bar{x})$ 的评定

输入量 \bar{x} 的标准不确定度 $u(\bar{x})$ 的来源有两个，一是测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(\bar{x})$ ；二是读数分辨率引入的标准不确定度 $u_2(\bar{x})$ 。

D.3.2.1 测量重复性引入的不确定度分量 $u_1(\bar{x})$

测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(\bar{x})$ ，可以通过连续测量得到测量列，重复性引入的标准不确定度采用 A 类方法进行评定。

选择一台日常使用的性能稳定的仪器，经标定后，测量 5 mg/L 的氮含量标准物质，重复测量 10 次得到测量数据：5.06 mg/L、5.14 mg/L、5.15 mg/L、5.01 mg/L、4.92 mg/L、5.03 mg/L、5.09 mg/L、5.10 mg/L、5.05 mg/L、5.09 mg/L 计算得到测量平均值 $\bar{x}=5.06$ mg/L，标准偏差 $s=0.067$ mg/L。以测量平均值作为测量结果，采用 A 类不确定度评定方法，校准结果采用重复测量 3 次的算术平均值，由测量重复性引入的标准不确定度为：

$$u_1(\bar{x}) = \frac{0.067}{\sqrt{3}} = 0.039 \text{ mg/L}$$

D. 3. 2. 2 读数分辨率引入的标准不确定度 $u_2(\bar{x})$

由仪器的读数分辨率引入的标准不确定度为 $u_2(\bar{x})$ ：

被测仪器的分辨力为 0.01 mg/L，则按均匀分布计算，则 $u_2(\bar{x}) = \frac{0.01}{\sqrt{3}} = 0.0058 \text{ mg/L}$ 。

由于 $u_1(\bar{x})$ 大于 $u_2(\bar{x})$ ，则表示重复性引入的不确定度已包含分辨率引起的不确定度，则不考虑分辨率引入的不确定度。

则： $u(\bar{x}) = u_1(\bar{x}) = 0.039 \text{ mg/L}$

D. 3. 3 输入量 x_s 的标准不确定度 $u(x_s)$ 的评定

输入量 x_s 标准不确定度 $u(x_s)$ 的来源有两个，一是标准物质标准值引入的标准不确定度 $u_1(x_s)$ ，二是微量进样器引入的标准不确定度 $u_2(x_s)$ 。

D. 3. 3. 1 标准物质标准值引入的标准不确定度分量 $u_1(x_s)$

本不确定度来源于氮含量标准物质标准值的标准不确定度，采用标准物质认定证书中给出的不确定度 0.18 mg/L ($k=2$)，按 B 类方法进行评定。则由此引入的标准不确定度 $u_1(x_s)$ ：

$$u_1(x_s) = \frac{0.18}{2} = 0.09 \text{ mg/L}$$

D. 3. 3. 2 微量进样器引入的标准不确定度 $u_2(x_s)$

由微量进样器校准证书得到的微量进样器不确定度为 $U_{\text{rel}} = 2\%$ ($k=2$)，则按照均匀分布计算，则由此引入的标准不确定度为： $u_2(x_s) = \frac{2\%}{2} \times 5.06 \text{ mg/L} = 0.051 \text{ mg/L}$

$u_1(x_s)$ 和 $u_2(x_s)$ 彼此独立不相关，则：

$$u(x_s) = \sqrt{u_1^2(x_s) + u_2^2(x_s)} = 0.103 \text{ mg/L}$$

D. 4 标准不确定度汇总表（见表 D. 2）

表 D.2 标准不确定度汇总表

标准不确定度分量 $u(x)$	不确定度来源	标准不确定度	c_i	$ c_i u(x)$
$u(\bar{x})$	测量结果重复性引入的不确定度	0.039 mg/L	0.200 L/mg	0.0078
$u(x_s)$	测量点的标准值引入的标准不确定度	0.103 mg/L	-0.202 L/mg	0.0208

D.5 合成标准不确定度

由公式 (D.3)，合成标准不确定度可按下式得到。

$$u_c(\Delta x_r) = \sqrt{c_1^2 u_1^2(\bar{x}) + c_2^2 u_2^2(x_s)} = \sqrt{0.78\%^2 + 2.08\%^2} = 2.23\%$$

D.6 不确定度的扩展

取包含因子 $k=2$ ，氮含量示值误差的扩展不确定度为：

$$U(\Delta x_r) = u_c(\Delta x_r) \cdot k \approx 4.5\%$$

则测量点示值误差的扩展不确定度为 $U = 4.5\%$ ， $k = 2$ 。

