

JJF

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX-XXXX

光电比色法甲醛测定仪校准规范

Calibration Specification for Photoelectric

Colorimetric Formaldehyde Analyzers

(征求意见稿)

****-**-** 发布

****-**-** 实施

国家市场监督管理总局发布

光电比色法甲醛测定仪 校准规范

Calibration Specification for Photoelectric
Colorimetric Formaldehyde Analyzers

JJF ***-****

归口单位：全国环境化学计量技术委员会

主要起草单位：广州计量检测技术研究院

上海市计量测试技术研究院

参加起草单位：中国计量科学研究院

山东省计量科学研究院

浙江省计量科学研究院

本规范委托全国环境化学计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

戴 红（广州计量检测技术研究院）

周敏倩（广州计量检测技术研究院）

何 欣（广州计量检测技术研究院）

孟娇然（上海市计量测试技术研究院）

参加起草人：

张 彪（中国计量科学研究院）

郑 鹏（山东省计量科学研究院）

王锴毅（浙江省计量科学研究院）

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 校准用计量器具及配套设备.....	(2)
6 校准项目和校准方法.....	(2)
6.1 外观与常规检查.....	(2)
6.2 波长误差.....	(2)
6.3 透射比示值误差和重复性.....	(3)
6.4 浓度示值误差.....	(3)
6.5 浓度重复性.....	(4)
7 校准结果表达.....	(4)
8 复校时间间隔.....	(5)
附录 A 浓度单位转换.....	(6)
附录 B 校准原始记录格式（推荐）.....	(7)
附录 C 校准证书内页格式（推荐）.....	(9)
附录 D 波长误差测量结果的不确定度评定示例.....	(10)
附录 E 透射比示值误差测量结果的不确定度评定示例.....	(12)
附录 F 浓度示值误差测量结果的不确定度评定示例.....	(15)

引 言

JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》和 JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范编写工作的基础性系列规范。

本规范参考了 JJG 178—2007《紫外、可见、近红外分光光度计检定规程》和 JB/T 9367—1999《光电比色计 通用技术条件》相关技术文件。

本规范为首次发布。

光电比色法甲醛测定仪校准规范

1 范围

本规范适用于光电比色法溶液中甲醛测定仪的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本使用于本规范；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

光电比色法甲醛测定仪（以下简称甲醛仪）主要用于水中甲醛、空气中甲醛、食品中甲醛以及纺织品、涂料等材料中甲醛含量分析，适用于实验室和现场快速样品分析测量，通常由具有特定波长的光度计和配套试剂两部分组成。检测波长范围（350~700）nm，常见波长为 412 nm、550nm 和 630 nm 等，检测方法有乙酰丙酮比色法、AHMT 比色法和酚试剂比色法等。测量时将一定量的待测样品装入特定的比色瓶中，加入反应试剂，显色后放入仪器中测量得到样品甲醛含量值。测量遵守朗伯—比尔（Lambert—Beer）定律，郎伯—比尔定律的表达式如下：

$$A = -\lg \tau = klc$$

式中： A ——物质的吸光度；

τ ——物质的透射比；

k ——物质的吸光系数；

l ——被分析物质的光程；

c ——物质的浓度。

甲醛仪主要由单色光源、光的准直单元、样品池、检测单元和显示单元等组成，其结构如图 1 所示。

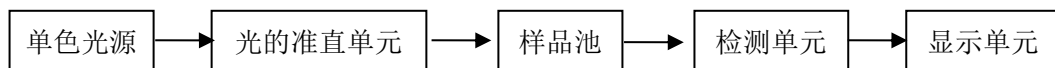


图 1 甲醛仪结构示意图

4 计量特性

仪器的计量特性见表 1。

表 1 仪器的计量特性

序号	特性参数	要求
1	波长误差	不超过 ± 10 nm
2	透射比示值误差	不超过 $\pm 2.0\%$
3	透射比重复性	$\leq 0.5\%$
4	浓度示值误差	不超过 $\pm 10\%$
5	浓度重复性	$\leq 3\%$
注：以上计量特性要求仅供参考，不作为判定依据。		

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 环境温度： $(10\sim 35)$ $^{\circ}\text{C}$ 。

5.1.2 相对湿度： $\leq 85\%$ 。

5.2 校准用计量器具及配套设备

5.2.1 光纤光谱仪：测量范围应能覆盖 $(350\sim 700)$ nm，波长最大允许误差 ± 3.0 nm。

5.2.2 光谱中性滤光片：在测量波长下透射比值约为 10%、20%、30%，扩展不确定度不大于 0.5% ($k=2$)。

5.2.3 甲醛溶液国家有证标准物质：相对扩展不确定度不大于 3.0% ($k=2$)。

5.2.4 容量瓶和移液管：A 级。

5.2.5 实验用水：符合 GB/T 6682 三级水要求

6 校准项目和校准方法

6.1 外观与常规检查

6.1.1 仪器应具有下列标识：名称、型号、出厂编号、制造厂名及制造日期，铭牌应清晰地贴在明显处。

6.1.2 测量池壁（透光部分）内外表面光洁、无划痕，测量室内清洁。

6.1.3 仪器数字显示清晰，完整。

6.2 波长误差

将光纤光谱仪探头置于仪器样品室中，尽量靠近光源，测量仪器的峰值波长，重复 3

次，按式（1）计算波长误差。

$$\Delta\lambda = \lambda_n - \bar{\lambda} \quad (1)$$

式中：

$\Delta\lambda$ —— 波长误差，nm；

λ_n —— 波长标称值，nm；

$\bar{\lambda}$ —— 波长 3 次测量算术平均值，nm。

6.3 透射比示值误差和重复性

将透射比约为 10%、20%、30% 的光谱中性滤光片，依次放入仪器样品室中，以空气为参比，重复 3 次测量透射比，按式（2）和式（3）分别计算透射比示值误差和重复性。

$$\Delta T = \bar{T} - T_s \quad (2)$$

式中：

ΔT —— 透射比示值误差；

\bar{T} —— 透射比 3 次测量算术平均值；

T_s —— 透射比标准值。

$$\delta_T = T_{\max} - T_{\min} \quad (3)$$

式中：

δ_T —— 透射比重复性；

T_{\max} —— 3 次测量透射比的最大值；

T_{\min} —— 3 次测量透射比的最小值。

6.4 浓度示值误差

将甲醛标准溶液配制成甲醛仪测量范围（或使用范围）约 20%、50% 和 80% 处的低中高三个浓度，按照甲醛仪说明书的要求，加入配套反应试剂，待反应完成后放入仪器中进行测量。甲醛仪对每个浓度标准溶液分别独立测量 3 次，计算出 3 次测量值的算术平均值，按公式（4）和公式（5）计算浓度示值误差。

$$\Delta c = \bar{c} - c_s \quad (4)$$

$$\Delta c_r = \frac{\Delta c}{c_s} \times 100\% \quad (5)$$

式中：

Δc ——示值绝对误差，mg/L 或 mg/m³ 或 mg/kg 等；

Δc_r ——示值相对误差，%；

\bar{c} ——3 次测量结果的算术平均值，mg/L 或 mg/m³ 或 mg/kg 等；

c_s ——标准溶液浓度值，mg/L 或 mg/m³ 或 mg/kg 等。

6.5 浓度重复性

选取浓度为测量范围（或使用范围）约 50% 处的甲醛标准溶液，按照说明书的要求，加入配套试剂，待反应完成后重复测量 7 次，按公式（6）计算浓度重复性。

$$s_r = \frac{1}{c} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (c_i - \bar{c})^2}{n-1}} \times 100\% \quad (6)$$

式中：

s_r ——浓度重复性，%；

\bar{c} ——7 次测量结果的算术平均值，mg/L 或 mg/m³ 或 mg/kg 等；

c_i ——第 i 次测量结果，mg/L 或 mg/m³ 或 mg/kg 等；

n ——测量次数， $n=7$ 。

7 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映。校准证书应至少包括以下信息：

- 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收日期;
- h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时, 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) 对校准规范偏离的说明;
- n) 校准证书签发人的签名、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, 不得部分复制证书或报告的声明。

8 复校时间间隔

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。复校时间间隔建议不超过 1 年。

附录 A

浓度单位转换

光电比色法甲醛测定仪测量甲醛浓度时最常见的测量单位有 mg/L、mg/m³ 和 mg/kg 等，当甲醛仪测量结果显示单位不为标液浓度 mg/L 时，需要将校准用标准溶液的浓度单位 mg/L 转换成仪器相应的显示单位。下面以一台空气甲醛测定仪为例进行单位转换。

A.1 标液浓度单位 mg/L 转换为气体浓度单位 mg/m³ 示例

当仪器测量甲醛溶液浓度显示单位为气体浓度 mg/m³ 时，可参照公式 (A.1) 进行单位转换。

比色瓶中甲醛溶质的质量与对应空气采样体积（查看仪器说明书）的比值，即为仪器显示的气体浓度 mg/m³。

$$\rho = \frac{c \times V_0}{V} \quad (\text{A.1})$$

式中：

ρ ——气体浓度，mg/m³；

c ——比色瓶中溶液浓度，mg/L；

V_0 ——比色瓶中溶液体积，L；

V ——比色瓶内甲醛对应的空气采样体积（查看仪器说明书），m³。

A.2 标液浓度单位 mg/L 转换为被校仪器显示单位时，应当参考仪器说明书中被测样品质量、甲醛吸收液体积、换算系数等参数进行转换，必要时咨询仪器生产企业。

附录 B

校准原始记录格式（推荐）

委托单号		原始记录编号	
委托单位		证书编号	
仪器名称		环境温度及相对湿度	_____℃ _____%
仪器型号		校准地点	
制造厂		校准日期	
出厂编号		校准员	
校准依据		核验员	
主要测量设备			
计量标准器名称	编号	证书号/有效期	溯源单位

1. 外观与常规检查:
2. 仪器测量范围（使用范围）:
3. 波长误差:

波长标称值 (nm)	波长测量值 (nm)			平均值 (nm)	波长误差 (nm)
	1	2	3		

4. 透射比示值误差和重复性:

波长 (nm)	标准值 (%)	测量值 (%)			平均值 (%)	示值误差 (%)	重复性 (%)
		1	2	3			

5. 浓度示值误差:

标准值 ()	仪器测量值 ()			平均值 ()	示值误差 ()
	1	2	3		

6. 浓度重复性:

标准值 ()	仪器测量值 ()							平均值 ()	重复性 (%)
	1	2	3	4	5	6	7		

附录 C

校准证书内页格式（推荐）

证书编号××××—××××

校准结果

1. 外观与常规检查：
2. 波长误差：
3. 透射比示值误差：

波长 (nm)	标准值 (%)	测量值 (%)	示值误差 (%)	扩展不确定度 ($k=2$)

4. 透射比重复性：
5. 浓度示值误差：

标准值 ()	测量值 ()	示值误差 (%)	扩展不确定度 ($k=2$)

6. 浓度重复性：

以下空白

第×页共×页

附录 D

波长误差测量结果的不确定度评定示例

D.1 甲醛仪波长误差的校准

D.1.1 校准用计量器具及校准对象

校准用计量器具：测量范围能覆盖(350~700)nm 的光纤光谱仪，波长最大允许误差 ± 3.0 nm。

校准对象：光电比色法甲醛测定仪，光源波长 412 nm。

D.1.2 校准方法

将光纤光谱仪探头至于仪器样品室中，测量仪器的峰值波长，分别测量三次，取算术平均值，并按照公式（D.1）计算仪器波长误差。

D.2 测量模型

波长误差计算公式

$$\Delta\lambda = \lambda_n - \bar{\lambda} \quad (\text{D.1})$$

式中：

$\Delta\lambda$ —— 波长误差，nm；

λ_n —— 波长标称值，nm；

$\bar{\lambda}$ —— 3 次峰值波长测量结果的算术平均值，nm。

因此，波长误差的标准不确定度可由公式（D.2）计算：

$$u(\Delta\lambda) = u(\bar{\lambda}) \quad (\text{D.2})$$

D.3 不确定度来源分析与计算

D.3.1 光纤光谱仪波长误差引入的标准不确定度 $u_1(\bar{\lambda})$

光纤光谱仪，波长最大允许误差 ± 3.0 nm，按照均匀分布：

$$u_1(\bar{\lambda}) = \frac{3.0 \text{ nm}}{\sqrt{3}} = 1.732 \text{ nm}。$$

D.3.2 光纤光谱仪测量峰值波长重复性引入的的标准不确定度 $u_2(\bar{\lambda})$

光纤光谱仪测量甲醛仪在 412 nm 下的透射比，重复测量 10 次，测量结果为 (nm)：

414.06、414.06、414.06、414.12、414.06、414.06、414.08、414.06、414.10、414.06。10次重复的标准偏差 s 为 0.021 nm，实际测量时，在重复条件下只测量 3 次，计算测量重复性引入的标准不确定度为 $u_2(\bar{\lambda}) = s / \sqrt{3} = 0.012 \text{ nm}$ 。

D.3.3 合成标准不确定度及扩展不确定度

合成标准不确定度： $u(\Delta\lambda) = u_c(\bar{\lambda}) = \sqrt{u_1^2(\bar{\lambda}) + u_2^2(\bar{\lambda})}$ ，扩展不确定度： $U = u(\Delta\lambda) \times k$ ，

$k=2$

代入相应数据，得到： $u(\Delta\lambda) = \sqrt{1.732^2 + 0.012^2} = 1.732 \text{ nm}$ ，

波长误差的扩展不确定度 $U = 3.5 \text{ nm}$ ， $k=2$ 。

附录 E

透射比示值误差测量结果的不确定度评定示例

E.1 甲醛仪透射比示值误差的校准

E.1.1 校准用计量器具及校准对象

校准用计量器具：在测量波长下透射比值约为 10%、20%、30%的光谱中性滤光片，扩展不确定度 0.5%， $k=2$

校准对象：光电比色法甲醛测定仪，光源波长 412 nm。

E.1.2 校准方法

将透射比约为 10%、20%、30%的光谱中性滤光片，依次放入仪器样品室中，以空气为参比，分别测量三次，取算术平均值，并按照公式 (E.1) 计算仪器透射比示值误差。

E.2 测量模型

E.2.1 示值误差计算公式

$$\Delta T = \bar{T} - T_s \quad (\text{E.1})$$

式中：

ΔT ——透射比示值误差；

\bar{T} ——3 次透射比测量结果的算术平均值；

T_s ——透射比标准值。

E.2.2 示值误差合成标准不确定度计算公式

$$u_c^2(\Delta T) = c_1^2 u^2(\bar{T}) + c_2^2 u^2(T_s)$$

根据求导公式得出灵敏系数 c_1 和 c_2 ， $c_1=1$ ； $c_2=-1$ 。

$$\text{故： } u_c(\Delta T) = \sqrt{u^2(\bar{T}) + u^2(T_s)}$$

E.3 采用 30%的光谱中性滤光片对光电比色法甲醛测定仪进行校准的不确定度评定

E.3.1 光谱中性滤光片定值引入的标准不确定度 $u(T_s)$

光谱中性滤光片扩展不确定度 0.5%， $k=2$ 。则由光谱中性滤光片定值引入的相对标准不确定度为：

$$u(T_s) = \frac{0.5\%}{2} = 0.25\%。$$

E.3.2 透射比测量值引入的标准不确定度 $u(\bar{T})$

E.3.2.1 测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(\bar{T})$

光电比色法甲醛测定仪对 30%光谱中性滤光片进行分析，测量其在 412 nm 下的透射比，重复测量 10 次，测量结果为：0.306、0.302、0.305、0.305、0.304、0.305、0.306、0.303、0.304、0.305。10 次重复的标准偏差 s 为 1.3×10^{-3} ，实际测量时，在重复条件下只测量 3 次，计算测量重复性引入的标准不确定度为 $u_1(\bar{T}) = s / \sqrt{3} = 0.075\%$ 。

E.3.2.2 仪器读数分辨力引入的标准不确定度 $u_2(\bar{T})$

光电比色法甲醛测定仪透射比读数的分辨力为 0.001，则其引起的标准不确定度为：
 $u_2(\bar{T}) = 0.29 \times 0.001 = 0.029\%$ 。

E.3.2.3 透射比测量值引入的标准不确定度 $u(\bar{T})$

由于被校仪器分辨力引入的标准不确定度 $u_2(\bar{T})$ 小于测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(\bar{T})$ ，取 $u_1(\bar{T})$ 作为被校仪器引入的标准不确定度，即：

$$u(\bar{T}) = 0.075\%$$

E.3.3 合成标准不确定度及扩展不确定度

合成标准不确定度： $u_c(\Delta T) = \sqrt{u^2(\bar{T}) + u^2(T_s)}$ ；扩展不确定度： $U = u_c(\Delta T) \times k$ ， $k=2$
 代入相应数据，得到：

$$\text{示值误差的合成标准不确定度 } u_c(\Delta T) = \sqrt{0.075\%^2 + 0.25\%^2} = 0.26\%$$

$$\text{示值误差的扩展不确定度 } U = 0.6\%, k=2$$

E.4 各测量点合成与扩展不确定度

其他测量点不确定度参照上述步骤评定，各测量点不确定度评定结果如表 E.1 所示。

表 E.1 透射比示值误差合成不确定度与扩展不确定度汇总表

测量点透射比 (%)	不确定度来源及其标准不确定度 (%)		$u_c(\Delta T)$ (%)	$U (k=2)$ (%)
10	光谱中性滤光片定值	0.25	0.26	0.6
	透射比测量重复性	0.058		

JJF XXX-XXXX

20	光谱中性滤光片定值	0.25	0.26	0.6
	透射比测量重复性	0.058		
30	光谱中性滤光片定值	0.25	0.26	0.6
	透射比测量重复性	0.075		

附录 F

浓度示值误差测量结果的不确定度评定示例

F.1 甲醛仪浓度示值误差的校准

F.1.1 校准用计量器具及校准对象

校准用标准物质：GBW(E)082266 水中甲醛溶液标准物质，标称值 100 mg/L，相对扩展不确定度 2%， $k=2$ 。

校准用玻璃量器：单标线容量瓶、单标线吸量管，A 级。

校准对象：光电比色法甲醛测定仪，测量范围(0.00~5.00) mg/L。

F.1.2 校准方法

用实验用水将水中甲醛溶液标准物质配制成甲醛仪(0.00~5.00)mg/L 测量范围约 20%、50%和 80%处的低中高三个浓度，甲醛仪按照仪器说明书方法对每个浓度标准溶液分别独立测量 3 次，计算出 3 次测量值的算术平均值，并按照公式 (F.1) 计算仪器示值误差。

F.2 测量模型

F.2.1 示值误差计算公式

$$\Delta c = \bar{c} - c_s \quad (\text{F.1})$$

式中：

Δc ——示值误差，mg/L；

\bar{c} ——3 次测量结果的算术平均值，mg/L；

c_s ——标准溶液浓度值，mg/L。

F.2.2 示值误差合成标准不确定度计算公式

$$u_c^2(\Delta c) = c_1^2 u^2(\bar{c}) + c_2^2 u^2(c_s)$$

根据求导公式得出灵敏系数 c_1 和 c_2 ， $c_1=1$ ； $c_2=-1$ 。

故： $u_c(\Delta c) = \sqrt{u^2(\bar{c}) + u^2(c_s)}$

F.3 采用 2.5 mg/L 标准溶液对甲醛仪进行校准的不确定度评定

F.3.1 标准溶液引入的标准不确定度 $u(c_s)$

F.3.1.1 标准物质引入的相对标准不确定度 $u_{1\text{rel}}(c_s)$

GBW(E)082266 水中甲醛溶液标准物质浓度为 100 mg/L, 相对扩展不确定度 2%, $k=2$ 。则由标准物质引入的相对标准不确定度为:

$$u_{1\text{rel}}(c_s) = \frac{2\%}{2} = 1.0\%。$$

F.3.1.2 溶液稀释引入的相对标准不确定度 $u_{2\text{rel}}(c_s)$

2.5 mg/L 溶液稀释方法: 用 5 mL 单标线吸量管吸取 100 mg/L 水中甲醛溶液标准物质, 加入到 200 mL 容量瓶中并定容至刻度, 得到浓度为 2.5 mg/L 的溶液。

稀释中分别使用到 5 mL 单标线吸量管以及 200 mL 容量瓶, 玻璃量器的最大允许误差分别为: ± 0.015 mL 和 ± 0.15 mL, 按均匀分布计算玻璃量器误差引入的相对标准不确定度分量:

$$u_{\text{rel}}(V_1) = \frac{0.015 \text{ mL}}{\sqrt{3} \times 5 \text{ mL}} \times 100\% = 0.17\% \quad , \quad u_{\text{rel}}(V_2) = \frac{0.15 \text{ mL}}{\sqrt{3} \times 200 \text{ mL}} \times 100\% = 0.043\%$$

在移液和定容过程中, 实验室温度在 $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ 之间变动, 引入的不确定度通过温度变化范围与体积膨胀系数确定, 水的膨胀系数为 $2.1 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, 因此产生的体积变化率为 $\pm (3 \times 2.1 \times 10^{-4})$, 按均匀分布计算, 引入的相对标准不确定度分量为 0.036%, 稀释过程中移液及定容合计 2 次。

溶液稀释移液定容整个操作过程引入的不确定度分量经验估计值为 0.30%。

以上各不确定度分量互不相关, 故溶液稀释引入的相对标准不确定度 $u_{2\text{rel}}(c_s)$ 为:

$$u_{2\text{rel}}(c_s) = \sqrt{(0.17\%)^2 + (0.043\%)^2 + 2 \times (0.036\%)^2 + (0.30\%)^2} = 0.35\%$$

F.3.1.3 标准溶液引入的标准不确定度 $u(c_s)$

$$u_{\text{rel}}(c_s) = \sqrt{u_{1\text{rel}}(c_s)^2 + u_{2\text{rel}}(c_s)^2} = \sqrt{(1.0\%)^2 + (0.35\%)^2} = 1.06\%$$

$$u(c_s) = 1.06\% \times 2.5 \text{ mg/L} = 0.02650 \text{ mg/L}$$

F.3.2 测量重复性引入的标准不确定度 $u(\bar{c})$

被校甲醛仪正常工作条件下, 对 2.5 mg/L 标准溶液进行分析, 测量其浓度, 重复测量 10 次, 测量结果为 (单位 mg/L): 2.48、2.48、2.48、2.48、2.48、2.48、2.49、2.48、2.49、2.48。10 次重复的标准偏差 s 为 0.0042 mg/L, 实际测量时, 在重复条件下只测量 3 次, 计

算测量重复性引入的标准不确定度为 $u(\bar{c}) = s / \sqrt{3} = 0.00242 \text{ mg/L}$ 。

F.3.3 合成标准不确定度及扩展不确定度

合成标准不确定度: $u_c(\Delta c) = \sqrt{u^2(\bar{c}) + u^2(c_s)}$; 扩展不确定度: $U = u_c(\Delta c) \times k$, $k=2$

代入相应数据, 得到:

示值误差的合成标准不确定度 $u_c(\Delta c) = \sqrt{0.02650^2 + 0.00242^2} = 0.0266 \text{ mg/L}$

示值误差的扩展不确定度 $U = 0.0532 \text{ mg/L}$, $k=2$

F.4 各测量点合成与扩展不确定度

其他测量点不确定度参照上述步骤评定, 各测量点不确定度评定结果如表 F.1 所示。

表 F.1 示值误差合成不确定度与扩展不确定度汇总表

测量点浓度 (mg/L)	不确定度来源及其标准不确定度 (mg/L)		$u_c(\Delta c)$ (mg/L)	$U (k=2)$ (mg/L)
1.0	标准溶液的配制	0.01090	0.0112	0.02
	测量重复性	0.00242		
2.5	标准溶液的配制	0.02650	0.0266	0.05
	测量重复性	0.00242		
4.0	标准溶液的配制	0.04360	0.0439	0.09
	测量重复性	0.00485		

