



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX—20XX

人体微量元素分析仪校准规范 (原子吸收法)

Calibration Specification for Human Trace Element Analyzers
(Atomic Absorption Spectrometry)

(征求意见稿)

20XX—XX—XX 发布

20XX—XX—XX 实施

国家市场监督管理总局 发布

全国临床医学计量技术委员会征求意见稿

人体微量元素分析仪校准 规范（原子吸收法）

Calibration Specification for Human

Trace Element Analyzers

(Atomic Absorption Spectrometry)

JJFXXXX—20XX

归口单位：全国临床医学计量技术委员会

主要起草单位：成都市计量检定测试院

北京博晖创新生物技术集团股份有限公司

参加起草单位：中国测试技术研究院

苏州市计量测试院

贵州省计量测试院

本规范委托全国临床医学计量技术委员会负责解释

全国临床医学计量技术委员会征求意见稿

本规范主要起草人：

万 宇（成都市计量检定测试院）

梁 婷（成都市计量检定测试院）

刘令强（北京博晖创新生物技术集团股份有限公司）

参与起草人：

许 航（成都市计量检定测试院）

谢 琪（中国测试技术研究院）

徐含青（苏州市计量测试院）

吴晓雪（贵州省计量测试院）

全国临床医学计量技术委员会征求意见稿

全国临床医学计量技术委员会征求意见稿

目 录

引 言 II

1 范围 1

2 引用文件 1

3 术语 1

4 概述 1

5 计量特性 2

6 校准条件 3

7 校准项目和校准方法 4

8 校准结果表达 7

9 复校时间间隔 7

附录 A 人体微量元素分析仪校准原始记录 9

附录 B 人体微量元素分析仪校准证书（内页）格式 12

附录 C 人体微量元素分析仪灵敏度校准结果的不确定度评定示例 13

附录 D 火焰原子化器校准线性系数用工作溶液的配制方法 16

附录 E 电热原子化器校准线性系数用工作溶液的配制方法 18

附录 F 电热原子化器校准灵敏度用溶液的配制方法 21

引 言

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

本规范为首次制定。

全国临床医学计量技术委员会征求意见稿

人体微量元素分析仪校准规范 (原子吸收法)

1 范围

本规范适用于临床医疗检验中，检测人体血液、尿液或乳汁等中铜、铁、锌、镁、钙、钾、钠、铅、镉元素含量的人体微量元素分析仪（原子吸收法）的校准。

2 引用文件

JJG694—2025 原子吸收分光光度计

GB/T 21187—2007 原子吸收分光光度计

以上注日期的引用文件，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 术语

下列术语和定义适用于本规范。

电热原子化器 Electrothermal atomizer

采用石墨炉或钨舟作为载具的原子化器，其利用电流加热载具，将载具中的待测元素在高温状态下原子化。

火焰原子化器 Flame atomizer

采用燃烧器与火焰（通常为空气-乙炔火焰或笑气-乙炔火焰）作为原子化器的装置，其利用火焰的热能使样品溶液中的待测元素在高温状态下蒸发、解离并转化为基态自由原子。

灵敏度（吸光度差值法） Sensitivity (absorbance difference method)

在本规范中，特指在规定的校准条件下，使用特定浓度的标准溶液（1号溶液）与空白溶液（0号溶液）测得的吸光度算术平均值之差。

4 概述

人体微量元素分析仪（原子吸收法）是根据被测元素的基态原子对特征辐射的吸收程度进行定量分析的仪器。其测量原理基于朗伯—比尔光吸收定律：

$$A = -\lg\left(\frac{I}{I_0}\right) = -\lg T = k c L \quad (1)$$

式中：A——吸光度；

I ——透射光强度；

I_0 ——入射光强度；

T ——透射比；

k ——吸光系数；

c ——样品中被测元素的浓度；

L ——光通过原子化器的光程。

人体微量元素分析仪（原子吸收法）主体通常由光源（空心阴极灯）、原子化器、单色器、光电转换器和数据采集分析处理系统五个部分组成。

根据原子化方式的不同，人体微量元素分析仪（原子吸收法）分为火焰原子化器和电热原子化器两种。

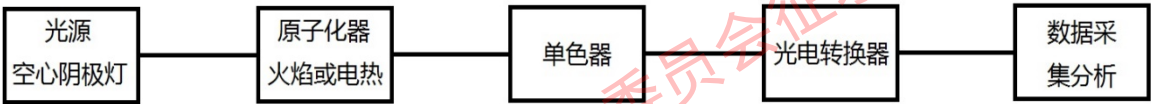


图 1 人体微量元素分析仪（原子吸收法）构造原理示意图

5 计量特性

人体微量元素分析仪（原子吸收法）的计量特性见表 1 所示。

表 1 人体微量元素分析仪（原子吸收法）的计量特性^{注 1}

项目	Cu	Zn	Ca	Mg	Fe	Na	K	Pb	Cd
线性系数	≥0.995					≥0.99		≥0.995	
测量重复性	≤1.0%					≤3.0%		≤10%	
基线漂移	火焰原子化器：吸光度不超过±0.005；电热原子化器：吸光度不超过±0.009								
灵敏度	>0.013	>0.029	>0.055	>0.055	>0.021	>0.018	>0.015	>0.055	>0.025

注：

1 以上指标仅供参考，不作为合格性判断依据。

2 灵敏度以吸光度值表示。

6 校准条件

6.1 环境条件

温度：（15～30）℃；

湿度：不大于 85%RH。

不应有明显影响人体微量元素分析仪（原子吸收法）正常工作的振动、强光、气流、电场、磁场和腐蚀性等干扰。

6.2 测量设备

6.2.1 校准用标准物质

6.2.1.1 校准线性系数用溶液

采用人体微量元素分析仪（原子吸收法）所测物质种类的标准物质，如铜 Cu、锌 Zn、钙 Ca、镁 Mg、铁 Fe、钠 Na、钾 K、铅 Pb、镉 Cd 等元素的国家有证标准物质进行配制。标准物质的浓度/含量和不确定度应符合表 2，配制的溶液浓度应符合表 3 和表 4。火焰原子化器和电热原子化器人体微量元素分析仪（原子吸收法）校准线性系数用工作溶液的配制方法分别见附录 D 和附录 E。

表 2 标准物质浓度/含量和不确定度

元素	Cu	Zn	Ca	Mg	Fe	K	Na	Pb	Cd
标称浓度/含量	1000 $\mu\text{g/mL}$					$\geq 99.5\%$		1000 $\mu\text{g/mL}$	
不确定度 $U(k=2)$	$\leq 2\mu\text{g/mL}$		$\leq 1.0\%$		$\leq 10\mu\text{g/mL}$		$\leq 0.1\%$		$\leq 10\mu\text{g/mL}$

表 3 火焰原子化器校准线性系数用工作溶液的浓度 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$

元素	Cu	Zn	Ca	Mg	Fe	Na	K
0 号溶液	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 号溶液	0.10	0.10	1.0	0.5	5.0	20.0	20.0
2 号溶液	0.20	0.25	2.0	1.0	10.0	40.0	40.0
3 号溶液	0.30	0.40	3.0	2.0	20.0	60.0	60.0

表 4 电热原子化器校准线性系数用工作溶液的浓度 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$

元素	0 号	1 号	2 号	3 号	4 号
Pb	0	50	100	200	300
Cd	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0

6.2.1.2 校准灵敏度用溶液

火焰原子化器人体微量元素分析仪（原子吸收法）使用表 3 中的 0 号溶液和 1 号溶液校准灵敏度。电热原子化器人体微量元素分析仪（原子吸收法）校准灵敏度用的溶液，应采用铅 Pb、镉 Cd 元素的国家有证标准物质进行配制，其浓度应符合表 5，配制方法见附

录 F。

表 5 电热原子化器人体微量元素分析仪（原子吸收法）校准灵敏度用溶液的浓度 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$

元素	Pb	Cd
0 号溶液	0	0.0
1 号溶液	20	0.4

6.2.2 校准用设备

经检定合格的，量程不小于 $50\mu\text{L}$ 且分量值不大于 $1\mu\text{L}$ 的可调移液器。

6.3 电热原子化器校准用溶液的基体匹配要求

对于电热原子化器人体微量元素分析仪（原子吸收法），因基体效应显著影响测量准确性，校准用工作溶液（包括线性系数校准溶液和灵敏度校准溶液）应采用与临床检测样本相同类型和相同稀释倍数的空白生物基体进行配制。空白生物基体应经检验不含待测元素（铜、铁、锌、镁、钙、钾、钠、铅、镉）或含量低于方法检出限。若仪器制造商有明确规定的专用基体改良剂或稀释液，可按照制造商要求执行，但应在校准原始记录和校准证书中注明所使用基体的类型、来源及稀释比例。

7 校准项目和校准方法

7.1 外观

目视或手动操作，人体微量元素分析仪（原子吸收法）应符合以下要求。

7.1.1 人体微量元素分析仪（原子吸收法）应有下列标识：人体微量元素分析仪（原子吸收法）名称、型号、出厂编号、制造厂名。

7.1.2 人体微量元素分析仪（原子吸收法）表面无明显划痕、锈斑、压痕，所有紧固件均应安装牢固，连接件应连接良好，各调节旋钮、按键和开关均能正常工作，无松动现象，电缆线的接插件应接触良好。动作机构应牢固，运动准确、到位。原子化器应清洁，光路应准直，原子化器高度应合适。

7.1.3 人体微量元素分析仪（原子吸收法）气路连接正确，不应有漏气现象。空气压缩机能正常工作。气源压力应符合出厂说明规定的指标。

7.1.4 人体微量元素分析仪（原子吸收法）显示部分的所有刻线应清晰、粗细均匀。

7.2 基线漂移

人体微量元素分析仪（原子吸收法）开机，预热 30min 后，调节光能量至最佳工作状

态。在不点火状态下，用空气对吸光度进行调零，记录初始吸光度值 A_0 及 30min 内吸光度偏离初始值的最大变化值 A_{\max} （火焰原子化器记录 Cu 元素的吸光度值，电热原子化器记录 Pb 元素的吸光度值），按照公式(2)计算人体微量元素分析仪（原子吸收法）的基线漂移 δ 。

$$\delta = A_{\max} - A_0 \quad (2)$$

式中： A_0 ——初始吸光度值；

A_{\max} ——30min 内吸光度偏离初始值的最大变化值。

7.3 线性系数

7.3.1 火焰原子化器

人体微量元素分析仪（原子吸收法）点火，并调整至最佳工作状态。用表 3 中的 0 号溶液进行调零。从 0 号溶液开始，由低浓度至高浓度依次测量表 3 中的 4 种溶液，每种溶液分别测试两次，记录吸光度值并取算术平均值用于计算。

7.3.2 电热原子化器

将人体微量元素分析仪（原子吸收法）调整至最佳工作状态。使用按照附录 E 方法配制的电热原子化器校准线性系数用工作溶液（该溶液已加入与临床检测相同类型和比例的空白生物基体及基体改良剂）。从表 4 中的 0 号溶液开始，由低浓度至高浓度依次测量表 4 中的 5 种溶液。每个浓度分别测试两次，记录吸光度值并取算术平均值用于计算。

7.3.3 线性系数计算

根据公式（3），用最小二乘法求出各元素的标准工作曲线的直线方程及其线性系数 r 。

$$r = \frac{S_{c_s A}}{\sqrt{S_{c_s c_s} S_{AA}}} \quad (3)$$

线性方程： $A = a + bc_s$

其中：

$$S_{c_s c_s} = \sum_{i=1}^n c_s^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n c_s \right)^2$$

$$S_{AA} = \sum_{i=1}^n A^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n A \right)^2$$

$$S_{c_s A} = \sum_{i=1}^n c_s A - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n c_s \sum_{i=1}^n A$$

式中：A——吸光度值（取二次测量结果的算术平均值）；

i ——测量次数；

n ——测量浓度点的个数（火焰原子化器 $n=4$ ，电热原子化器 $n=5$ ）；

a ——截距；

b ——斜率；

c_s ——标准溶液浓度；

r ——线性相关系数。

7.4 测量重复性

火焰原子化器的人体微量元素分析仪（原子吸收法）使用表 3 中的 3 号溶液连续进行 7 次测量。电热原子化器的人体微量元素分析仪（原子吸收法）使用按照人体微量元素分析仪（原子吸收法）说明书要求稀释的表 4 中的 4 号溶液连续进行 7 次测量。记录吸光度值，按照公式（4）计算相对标准偏差作为人体微量元素分析仪（原子吸收法）的测量重复性。

$$RSD = \frac{1}{\bar{c}} \sqrt{\frac{1}{6} \sum_{i=1}^7 (c_i - \bar{c})^2} \quad (4)$$

式中： c_i ——第 i 次测量的吸光度值；

\bar{c} ——7 次测量结果的算术平均值；

RSD ——7 次测量的相对标准偏差。

7.5 灵敏度

使用表 3 中的 0 号溶液连续测量 3 次，记录吸光度值；再使用表 3 中的 1 号溶液连续测量 3 次，记录吸光度值。计算 0 号溶液和 1 号溶液各自的吸光度算术平均值，按公式（5）计算火焰原子化器人体微量元素分析仪（原子吸收法）的灵敏度。

将电热原子化器的人体微量元素分析仪（原子吸收法）调整至最佳工作状态。连续测量表 5 中的 0 号溶液 7 次，记录吸光度值，再连续测量表 5 中的 1 号溶液 7 次，记录吸光度值。计算 0 号溶液和 1 号溶液各自的吸光度算术平均值，根据公式（5）计算电热原子化器人体微量元素分析仪（原子吸收法）的灵敏度。

$$S = \bar{A}_1 - \bar{A}_0 \quad (5) \quad \text{式中：} S \text{——灵敏度；}$$

\bar{A}_1 ——1 号溶液吸光度值的算术平均值；

\bar{A}_0 ——0 号溶液吸光度值的算术平均值。

8 校准结果表达

经校准后的人体微量元素分析仪（原子吸收法）应出具校准证书，校准证书至少应该包含如下足够信息：

- a) 标题“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点；
- d) 证书的唯一性标识（如编号），页码及总页数的标识；
- 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) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- i) 本次校准所用测量标准的溯源性说明；
- j) 校准环境的描述；
- k) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- l) 校准证书签发人的签名或等效标识，以及签发日期；
- m) 校准结果仅对被校对象有效的说明；
- n) 如需复制本证书，应当完整地复制的说明。

9 复校时间间隔

人体微量元素分析仪（原子吸收法）复校时间间隔，根据实际使用情况由客户自主决定，建议复校时间间隔不超过 1 年。

附录 A

人体微量元素分析仪校准原始记录

委托方：		规格型号：		原子化器： <input type="checkbox"/> 火焰式 <input type="checkbox"/> 电热式	
制造厂：		出厂编号：		校准员：	
环境温度：℃		相对湿度：%		核验员：	
依据的技术文件：				日期： 年 月 日	
标准器名称	编号	测量范围	不确定度/准确度/最大允许误差	证书编号	有效期至

- 1 外观：
- 2 基线漂移

元素	A_0	A_{\max}	δ

- 3 线性系数

元素	0号溶液吸光度值		1号溶液吸光度值		2号溶液吸光度值		3号溶液吸光度值		4号溶液吸光度值		线性系数 r
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	

- 4 测量重复性

元素	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次	第7次	$RSD(\%)$

- 5 灵敏度
- ☐火焰式原子化器

元素	0 号溶液吸光度值				1 号溶液吸光度值				灵敏度	$U(k=2)$
	第 1 次	第 2 次	第 3 次	平均值	第 1 次	第 2 次	第 3 次	平均值		

☐电热式原子化器

元素	0 号溶液吸光度值							
	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	平均值
元素	1 号溶液吸光度值							
	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	平均值
元素	灵敏度				$U(k=2)$			

附录 B

人体微量元素分析仪校准证书（内页）格式

外观							
基线漂移							
元素							
线性系数							
测量重复性							
灵敏度							
测量不确定度 $U(k=2)$							

以下空白

全国临床医学计量技术委员会征求意见稿

附录 C

人体微量元素分析仪灵敏度校准结果的不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 被校对象：原子吸收多元素分析仪，型号：BH5500S。

C.1.2 环境条件：温度 22.5℃，相对湿度 58%RH。

C.1.3 测量标准：使用国家有证标准物质，按照规范表 3 配制 1 号溶液（Cu 浓度 0.10 mg/L）和 0 号溶液（空白）。1 号溶液中 Cu 标准物质的不确定度按规范 6.2.1 的要求评定。

C.1.4 校准方法：按照规范 7.5，分别连续测量 0 号溶液和 1 号溶液各 3 次，记录吸光度值，计算灵敏度。

C.2 测量模型

$$S = \bar{A}_1 - \bar{A}_0$$

式中：S ——灵敏度；

\bar{A}_1 ——1 号溶液吸光度值的算术平均值；

\bar{A}_0 ——0 号溶液吸光度值的算术平均值。

不确定度来源识别

灵敏度 S 的不确定度主要来源于：

1. 测量重复性（包括仪器随机波动、进样误差等）；
2. 标准物质定值不准（影响 1 号溶液浓度的准确性，进而影响吸光度 A_1 ）；
3. 其他影响因素（环境、移液器等）已包含在重复性中或可忽略。

注：由于 0 号溶液为空白，其标准物质不确定度不参与计算。

C.3 标准不确定度分量的评定

C.3.1 测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(A_1)$

对 1 号溶液重复测量 10 次，得到吸光度值序列（单位：吸光度）：

单次测量平均值：

$$\bar{A}_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_{1,i} = 0.045$$

单次实验标准偏差：

$$s(A_1) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (A_{1,i} - \bar{A}_1)^2}{n-1}} = 0.002119$$

实际校准时，1 号溶液测量 3 次（ $n = 3$ ），则平均值 A_1 的重复性标准不确定度为：

$$u_1(A_1) = s(A_1)/\sqrt{3} = 0.001223$$

同理，对 0 号溶液重复测量 10 次，计算 $s(A_0)=0.0015$ ，实际测量 3 次，则：

$$u_1(A_0) = 0.0015/\sqrt{3} = 0.00087$$

由于 A_1 和 A_0 的测量相互独立，重复性引入的合成标准不确定度分量为：

$$u(\text{rep}) = \sqrt{u_1^2(A_1) + u_1^2(A_0)} = \sqrt{(0.001223^2 + 0.00087^2)} = 0.001501$$

C.3.2 标准物质定值引入的标准不确定度 $u(\text{rm})$

根据规范 6.2.1 及表 2，铜元素标准物质（1000 $\mu\text{g/mL}$ ）的扩展不确定度 $U = 1 \mu\text{g/mL}$ （ $k = 2$ ），则标准不确定度为：

$$u(C_S) = U/k = 1/2 = 0.5\mu\text{g/mL}$$

1 号溶液的浓度 $C_1 = 0.10\text{mg/L} = 0.10\mu\text{g/mL}$ 。实际配制 1 号溶液时，需将高浓度标准物质稀释 10000 倍（ $1000\mu\text{g/mL} \rightarrow 0.10 \mu\text{g/mL}$ ），稀释过程的不确定度（移液器、容量瓶等）已包含在重复性中，此处仅考虑标准物质原液定值的不确定度对最终浓度的影响。

标准物质证书给出的不确定度是相对不确定度时：

$$u_r(C_S) = u(C_S)/1000\mu\text{g/mL} = 0.5/1000 = 0.0005$$

该相对不确定度传递至 1 号溶液的浓度：

因此，1 号溶液浓度的标准不确定度为：

$$u(C_1) = u_r(C_1) \times C_1 = 0.0005 \times 0.10\mu\text{g/mL} = 5 \times 10^{-5}\mu\text{g/mL}$$

根据朗伯-比尔定律 $A = k \cdot c \cdot L$ ，吸光度与浓度成正比。因此，浓度不确定度导致吸光度 A_1 的不确定度分量为：

$$u_2(A_1) = kL \times u(C_1) = (A_1/C_1) \times u(C_1)$$

已知 $A_1 = 0.045$ ， $C_1 = 0.10 \mu\text{g/mL}$ ，则：

$$u_2(A_1) = (0.045/0.10) \times (5 \times 10^{-5}) = 0.45 \times 5 \times 10^{-5} = 2.25 \times 10^{-5}$$

该值远小于重复性分量（0.00092），可忽略不计。但为完整起见，纳入合成。

标准物质定值对 0 号溶液无贡献（浓度为 0）。因此，标准物质引入的不确定度分量：

$$u(\text{rm}) = u_2(A_1) = 2.25 \times 10^{-5}$$

C.4 合成标准不确定度

$U_c(S)$

$$= \sqrt{[u^2(\text{rep}) + u^2(\text{rm})]} = \sqrt{(0.001501^2 + (2.25 \times 10^{-5})^2)} \approx 0.0015$$

可见标准物质分量的贡献可以忽略。

C.5 扩展不确定度

取包含因子 $k = 2$ ，则扩展不确定度：

$$U = k \times U_c(S) = 2 \times 0.0015 = 0.003$$

C.6 测量不确定度报告

对于铜元素灵敏度校准结果，其扩展不确定度为 $U = 0.003$ ， $k = 2$ 。

注1：本示例以火焰原子化器铜元素为例，其他元素可参照评定。电热原子化器（测量7次）可参照相同方法，将测量次数 n 改为7重新计算重复性分量。

注2：标准物质引入的不确定度远小于重复性分量，实际评定时可忽略。若需严格评定，可按本示例方法计算。

注3：本示例中未考虑移液器、容量瓶等稀释过程的不确定度，因其已包含在测量重复性中。

全国临床医学计量技术委员会征求意见稿

附录 D

火焰原子化器校准线性系数用工作溶液的配制方法

D.1 设备

D.1.1 容量瓶：250mL、1L，A 级

D.1.2 可调移液器：经检定合格，量程不小于 5mL，分量值不大于 0.1mL。

D.1.3 可调移液器：经检定合格，量程不小于 100 μ L，不大于 1000 μ L，分量值不大于 10 μ L。

D.1.4 电子天平：最大称量不大于 200g，分量值不大于 0.1mg。

D.1.5 烧杯：250mL。

D.1.6 玻璃搅拌棒。

D.2 试剂

D.2.1 国家有证一级标准物质：铜单元素溶液标准物质（以下简称 Cu 标液）

D.2.2 国家有证一级标准物质：锌单元素溶液标准物质（以下简称 Zn 标液）

D.2.3 国家有证一级标准物质：钙单元素溶液标准物质（以下简称 Ca 标液）

D.2.4 国家有证一级标准物质：镁单元素溶液标准物质（以下简称 Mg 标液）

D.2.5 国家有证一级标准物质：铁单元素溶液标准物质（以下简称 Fe 标液）

D.2.6 国家有证一级标准物质：氯化钠纯度标准物质

D.2.7 国家有证一级标准物质：氯化钾纯度标准物质

D.2.8 实验室二级用水（以下简称超纯水）

D.3 配置要求和方法

D.3.1 配制要求

按规范正文表 3 溶液浓度的要求配制工作溶液，溶液浓度 c 计算如公式 A.1

$$c = \frac{L \times P}{V} \quad (\text{D.1})$$

式中： L ——含有欲配制溶液所对应试剂的量取体积，mL；

P ——对应试剂的质量分数，%；

V ——稀释到的体积，L。

D.3.2 配制方法

D.3.2.1 100mg/mL 钾标准溶液（以下简称 K 标液）：准确称取氯化钾标准物质 47.6675g 置于 250mL 烧杯中，加超纯水，玻璃棒搅拌至完全溶解，转移至 250mL 容量瓶中，加入超纯水定容至刻度线。

D.3.2.2 100mg/mL 钠标准溶液（以下简称 Na 标液）：准确称取氯化钠标准物质 63.5525g 置于 250mL 烧杯中，加超纯水，玻璃棒搅拌至完全溶解，转移至 250mL 容量瓶中，加入超纯水定容至刻度线。

D.3.2.3 1 号溶液：用移液器分别移取 100 μ LCu 标液、100 μ LZn 标液、1.0mLCa 标液、500 μ LMg 标液、5mLFe 标液、200 μ LK 标液、200 μ LNa 标液，到 1L 容量瓶中，用超纯水定容至刻度线。

D.3.2.4 2 号溶液：用移液器分别移取 200 μ LCu 标液、250 μ LZn 标液、2.0mLCa 标液、1mLMg 标液、10mLFe 标液、400 μ LK 标液、400 μ LNa 标液，到 1L 容量瓶中，用超纯水定容至刻度线。

D.3.2.5 3 号溶液：用移液器分别移取 300 μ LCu 标液、400 μ LZn 标液、3.0mLCa 标液、2mLMg 标液、20mLFe 标液、600 μ LK 标液、600 μ LNa 标液，到 1L 容量瓶中，用超纯水定容至刻度线。

D.3.2.6 0 号溶液：超纯水。

全国临床医学计量技术委员会征求意见稿

附录 E

电热原子化器校准线性系数用工作溶液的配制方法

E.1 设备

E.1.1 电子天平：最大称量不大于 200g，分量值不大于 0.1mg

E.1.2 容量瓶：250mL、1L，A 级

E.1.3 可调移液器：经检定合格，量程不小于 5mL，分量值不大于 0.1mL。

E.1.4 可调移液器：经检定合格，量程不小于 100 μ L，不大于 1000 μ L，分量值不大于 10 μ L。E.1.5 烧杯：100mL、500mL

E.1.6 移液管：50mL，分量值不大于 1mL，A 级

E.1.7 称量瓶

E.1.8 干燥器

E.2 试剂

E.2.1 国家有证一级标准物质：铅单元素溶液标准物质（以下简称 Pb 标液）

E.2.2 国家有证一级标准物质：镉单元素溶液标准物质（以下简称 Cd 标液）

E.2.3 曲拉通（辛基苯基聚氧乙烯醚）

E.2.4 磷酸氢二铵[(NH₄)₂·HPO₄]，优级纯（质量分数 \geq 99.8%）

E.2.5 实验室二级用水（以下简称超纯水）

E.2.6 空白生物基体：经检验不含待测元素（Cu、Zn、Ca、Mg、Fe、K、Na、Pb、Cd）或含量低于方法检出限的混合人血基质（或牛血基质、尿液基质、乳汁基质，依据仪器临床检测样本类型确定）。空白生物基体的制备应按照临床检测相同的前处理程序进行（如稀释、去蛋白等）。

E.3 配置要求和方法

E.3.1 配制要求

按规范正文表 4 溶液浓度的要求配制工作溶液，溶液浓度 c 计算如公式 B.1：

$$c = \frac{m \times P}{V \times M} \quad (\text{E.1})$$

式中： m ——含有欲配制溶液所对应试剂的称量质量，g；

P ——对应试剂的质量分数，%；

V ——稀释到的体积，L；

M ——对应试剂的摩尔质量， $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

E.3.2 配制方法

E.3.2.1 10 $\mu\text{g}/\text{mL}$ Pb 溶液（以下简称 Pb 母液）：用移液器移取 2.50mL Pb 标液到 250mL 容量瓶中，用超纯水定容至刻度线。

E.3.2.2 0.4 $\mu\text{g}/\text{mL}$ Cd 溶液（以下简称 Cd 母液）：用移液器移取 100 μL Cd 标液到 250mL 容量瓶中，用超纯水定容至刻度线。

E.3.2.3 10%曲拉通（以下简称曲拉通母液）：用移液管移取 25mL 曲拉通到 250mL 容量瓶中，加超纯水定容至刻度线。

E.3.2.4 11%磷酸氢二铵（以下简称磷酸氢二铵母液）：用天平称取 110g 磷酸氢二铵到 500mL 烧杯中，加 300mL 超纯水溶解，转移至 1L 的容量瓶后加超纯水定容至刻度线。

E.3.2.5 0 号溶液配制：移取与临床检测相同体积比例的空白生物基体（例如，若临床检测时取 2.5mL 全血定容至 25mL，稀释倍数为 10 倍，则配制 1L 工作溶液时应移取 100mL 空白生物基体）、50mL 磷酸氢二铵母液、30mL 曲拉通母液至 1L 容量瓶中，加入超纯水定容至刻度线。

E.3.2.6 1 号溶液配制：移取与 0 号溶液相同体积的空白生物基体、50mL 磷酸氢二铵母液、30mL 曲拉通母液、5mLPb 母液、5mLCd 母液至 1L 容量瓶中，加入超纯水定容至刻度线。

E.3.2.7 2 号溶液配制：移取与 0 号溶液相同体积的空白生物基体、50mL 磷酸氢二铵母液、30mL 曲拉通母液、10mLPb 母液、10mLCd 母液至 1L 容量瓶中，加入超纯水定容至刻度线。

E.3.2.8 3 号溶液配制：移取与 0 号溶液相同体积的空白生物基体、50mL 磷酸氢二铵母液、30mL 曲拉通母液、20mLPb 母液、15mLCd 母液至 1L 容量瓶中，加入超纯水定容至刻度线。

E.3.2.9 4 号溶液配制：移取与 0 号溶液相同体积的空白生物基体、50mL 磷酸氢二铵母液、30mL 曲拉通母液、30mLPb 母液、20mLCd 母液至 1L 容量瓶中，加入超纯水定容至刻度线。

附录 F

电热原子化器校准灵敏度用溶液的配制方法

F.1 设备

F.1.1 电子天平：最大称量不大于 200g，分量值不大于 0.1mg

F.1.2 容量瓶：25mL、250mL、1L，A 级

F.1.3 可调移液器：经检定合格，量程不小于 5mL，分量值不大于 0.1mL。

F.1.4 可调移液器：经检定合格，量程不小于 100 μ L，不大于 1000 μ L，分量值不大于 10 μ L。

F.1.5 可调移液器：经检定合格，量程不小于 50 μ L，不大于 200 μ L，分量值不大于 5 μ L。

F.1.6 烧杯：100mL、500mL

F.1.7 移液管：50mL，分量值不大于 1mL，A 级

F.1.8 称量瓶

F.1.9 干燥器

F.2 试剂

F.2.1 国家有证一级标准物质：铅单元素溶液标准物质（以下简称 Pb 标液）

F.2.2 国家有证一级标准物质：镉单元素溶液标准物质（以下简称 Cd 标液）

F.2.3 曲拉通（辛基苯基聚氧乙烯醚）

F.2.4 磷酸氢二铵[(NH₄)₂·HPO₄]，优级纯（质量分数 \geq 99.8%）

F.2.5 实验室二级用水（以下简称超纯水）

F.2.6 空白生物基体（如牛血）：铅、镉含量均为 0 μ g/L

F.3 配置要求和方法

F.3.1 配制要求

F.3.1.1 0 号溶液

按规范正文表 5，0 号溶液为空白溶液，溶液浓度 c 计算如公式 C.1：

$$c = \frac{m \times P}{V \times M} \quad (F.1)$$

式中： m ——含有欲配制溶液所对应试剂的称量质量，g；

P ——对应试剂的质量分数，%；

V ——稀释到的体积，L；

M ——对应试剂的摩尔质量， $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

F.3.1.2 1 号溶液

按规范正文表 5 溶液浓度的要求配制 1 号溶液，溶液中 Pb、Cd 浓度 e 计算如公式 F.2：

$$e = \frac{V \times L_0}{L_1} \quad (\text{F.2})$$

式中： V ——Pb 母液或 Cd 母液的浓度， $\mu\text{g/L}$ ；

L_0 ——Pb 母液或 Cd 母液的移取体积，mL；

L_1 ——欲配制的溶液体积，mL。

F.3.2 配制方法

F.3.2.1 10 $\mu\text{g/mL}$ Pb 溶液（以下简称 Pb 母液）：用移液器移取 2.50mL Pb 标液到 250mL 容量瓶中，用超纯水定容至刻度线。

F.3.2.2 0.4 $\mu\text{g/mL}$ Cd 溶液（以下简称 Cd 母液）：用移液器移取 100 μL Cd 标液到 250mL 容量瓶中，用超纯水定容至刻度线。

F.3.2.3 10%曲拉通（以下简称曲拉通母液）：用移液管移取 25mL 曲拉通到 250mL 容量瓶中，加超纯水定容至刻度线。

F.3.2.4 11%磷酸氢二铵（以下简称磷酸氢二铵母液）：用天平称取 110g 磷酸氢二铵到 500mL 烧杯中，加 300mL 超纯水溶解，转移至 1L 的容量瓶后加超纯水定容至刻度线。

F.3.2.5 0 号溶液配制：移取 2.5mL 空白生物基体（如牛血）、1.25mL 磷酸氢二铵母液、0.75mL 曲拉通母液至 25mL 容量瓶中，加入超纯水定容至刻度线。

F.3.2.6 1 号溶液配制：移取 2.5mL 空白生物基体（如牛血）、50 μL Pb 母液、25 μL Cd 母液、1.25mL 磷酸氢二铵母液、0.75mL 曲拉通母液至 25mL 容量瓶中，加入超纯水定容至刻度线。

注：空白生物基体的移取体积应根据临床检测实际稀释倍数等比例换算。上文中“与临床检测相同体积比例”指：若临床样本稀释倍数为 D （例如全血稀释 10 倍），则配制 1L 工作溶液时应移取 $(1000/D)$ mL 空白生物基体。示例中 $D=10$ 时移取 100mL。