



# 江苏省地方计量技术规范

JJF (苏) XX—20XX

## 水质应急监测用便携式光度计 校准规范

Calibration Specification of Portable Photometer  
for Emergency Water Quality Monitoring

(报批稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

江苏省市场监督管理局 发布

# 水质应急监测用便携式 光度计校准规范

Calibration Specification of  
Portable Photometer for Emergency  
Water Quality Monitoring

JJF(苏)XXX — 20XX

本规范经江苏省市场监督管理局于 202X 年 XX 月 XX 日批准，并自  
202X 年 XX 月 XX 日起施行。

**归口单位：**江苏省市场监督管理局

**主要起草单位：**江苏省计量科学研究院（江苏省能源计量数据中  
心）

江苏省环境监测中心

**参加起草单位：**深圳市芬克仪器有限公司

深圳市长隆科技有限公司

本规范委托江苏省物理化学计量专业技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

陈 扬 [江苏省计量科学研究院（江苏省能源计量数据中心）]

张雪梅 [江苏省计量科学研究院（江苏省能源计量数据中心）]

孙 磊 [江苏省计量科学研究院（江苏省能源计量数据中心）]

杨丽莉（江苏省环境监测中心）

参加起草人：

刘伟佳（深圳市芬克仪器有限公司）

陈艳芳（深圳市长隆科技有限公司）

# 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 .....	1
6 校准条件 .....	2
6.1 环境条件 .....	2
6.2 校准用计量器具及配套设备 .....	3
7 校准项目和校准方法 .....	3
7.1 波长示值误差和重复性 .....	3
7.2 稳定性 .....	3
7.3 质量浓度示值误差 .....	4
7.4 重复性 .....	4
7.5 检出限 .....	4
7.6 比色管一致性 .....	5
8 校准结果表达 .....	5
9 复校时间间隔 .....	6
附录 A 各检测参数波长标称值及分析方法 .....	7
附录 B 校准原始记录格式 .....	8
附录 C 校准证书内页格式 .....	10
附录 D 水质应急监测用便携式光度计测量结果的不确定度评定示例 .....	11

# 引 言

JJF 1001《通用计量术语及定义》、JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》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制定工作的基础性文件。

本规范部分计量性能及校准方法参考了 JJG 178《紫外、可见、近红外分光光度计检定规程》、JJF 1729《农药残留检测仪校准规范》等相关技术文件。

本规范为首次发布。

# 水质应急监测用便携式光度计校准规范

## 1 范围

本规范适用于固体发光器件为光源/单色器，配套使用干粉及液体试剂盒，采用比色法对水中物质进行现场快速测定的便携式光度计（波长范围 380 nm~720 nm）的校准。

## 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 178 紫外、可见、近红外分光光度计

JJF 1729 农药残留检测仪

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 术语

### 3.1 固体发光器件 solid-state light-emitting device

指既作光源又作单色器的发光二极管、超高亮发光二极管、超高亮有机发光二极管和激光二极管。

### 3.2 试剂盒 test kit

用于分析配套使用的试剂的总称，其中包括多种化学制品（如掩蔽剂、缓冲剂和显色剂等），本规范特指光度计检测项目测定所用的商品化试剂盒。

## 4 概述

水质应急监测用便携式光度计（以下简称光度计）是用于测量水质中 COD、氨氮、六价铬等单种或多种物质的快速检测仪器。仪器主要采用比色法对水中物质进行现场快速测定。检测过程主要为：将液体样品按说明书要求注入配套使用的干粉及液体试剂盒，充分混匀反应显色后，转移至比色管，置于光度计中测量，测量结果即为目标成分的含量。

光度计主要由光源、单色器、样品室、检测器、信号处理器、显示和储存系统组成，用于对水质指标进行现场快速测定，体积和重量便于携带，内置电池或者能够外部供电，具备与现场监测条件相匹配的防水防尘等级。

## 5 计量特性

### 5.1 波长示值误差和重复性

光度计的波长示值误差和重复性应符合表 1 的要求。

表 1 波长示值误差和重复性要求

nm

波长	波长示值误差	重复性
380~720	$\pm 20$	$\leq 3$
注：被测仪器无法获得标称值时，应标注波长实测值。		

## 5.2 稳定性

20 min 内，蒸馏水吸光度值的变化不大于 0.005。

## 5.3 质量浓度示值误差

各检测参数相应浓度点的示值误差应不超过 $\pm 10\%$ 。

## 5.4 重复性

各检测参数相应浓度点的重复性应不大于 5%。

## 5.5 检出限

表 2 各参数检出限

mg/L

参数	检出限
COD（低量程）	——
COD（高量程）	$\leq 100$
氨氮	$\leq 0.1$
总磷	$\leq 0.05$
总氮	$\leq 0.5$
铜	$\leq 0.05$
镍	$\leq 0.05$
六价铬	$\leq 0.05$

## 5.6 比色管一致性

吸光度值的变化不大于 0.01。

注：以上技术指标仅供参考，不作为合格性判定依据。

# 6 校准条件

## 6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：（10~40）℃，校准过程中温度变化不超过5℃/h。

6.1.2 相对湿度：(20~85) %。

6.1.3 供电电源：交流(220±22) V，(50±0.5) Hz。

## 6.2 校准用计量器具及配套设备

6.2.1 光纤光谱仪：测量范围应能覆盖(380~720) nm，波长最大允许误差不超过±2.0 nm，并配有专用的光源接收装置。

6.2.2 标准物质和试剂：应使用经政府计量行政部门批准的有证标准物质，不确定度不大于2%( $k=2$ )，校准用试剂应使用分析纯或优级纯。

6.2.3 容量瓶和单标线移液管：A 级。

## 7 校准项目和校准方法

### 7.1 波长示值误差和重复性

将光纤光谱仪的专用光源接收装置置于比色池光路中，对测量参数所采用的固体发光器件的波长进行测量，连续测量3次，波长标称值（详见附录A）与3次测量算术平均值之差即为示值误差，其最大值与最小值之差为波长重复性。将每个波长点测量值按照式（1）计算波长示值误差，按照式（2）计算波长重复性。

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

式中：

$\Delta\lambda$ ——波长示值误差，nm；

$\lambda_s$ ——波长标称值，nm；

$\bar{\lambda}$ ——3次测得值的算术平均值，nm。

$$\delta_\lambda = \lambda_{max} - \lambda_{min} \quad (2)$$

式中：

$\delta_\lambda$ ——波长重复性，nm；

$\lambda_{max}$ ， $\lambda_{min}$ ——分别为3次测量波长的最大值与最小值，nm。

### 7.2 稳定性

光度计在不同检测参数对应波长处，避光条件下以蒸馏水为空白，每隔5 min测定1次，20 min内吸光度相对初始值变化最大值与初始值之差的绝对值即为光度计的稳定性。按式（3）计算光度计的稳定性。

$$\Delta S = |A_i - A_0| \quad (3)$$

式中：

$\Delta S$ ——稳定性；

$A_i$ ——相对初始值变化最大值；

$A_0$ ——初始测量值。

### 7.3 质量浓度示值误差

使用配套试剂盒，按照仪器说明书，针对不同型号光度计及不同参数，选择适当浓度的标准溶液进行测定，分别重复测量3次，计算测定结果的平均值，按式（4）和（5）计算测量结果的示值误差。

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

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

式中：

$\Delta c$ ——示值绝对误差，mg/L；

$\bar{c}$ ——3次测量平均值，mg/L；

$c_s$ ——标准溶液浓度值，mg/L；

$\Delta c_r$ ——示值相对误差，%。

### 7.4 重复性

使用配套试剂盒，按照仪器说明书，针对不同型号光度计及不同参数，选取各量程中间点，分别测量7次，按式（6）计算相对标准偏差RSD，相对标准偏差RSD即为光度计的测量重复性。

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

式中：

RSD——重复性；

$c_i$ ——第*i*次测量值，mg/L；

$\bar{c}$ ——7次测量结果的算术平均值，mg/L；

$n$ ——测量次数， $n = 7$ 。

### 7.5 检出限

使用配套试剂盒，按照仪器说明书，选择标定仪器时标准曲线的起始浓度标准溶液作为测量点，对其重复测量10次，记录仪器的测得值。按照式（7）和式（8）计算光度计的检出限。

$$D_L = 3s_0 \quad (7)$$

$$s_0 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (c_i - \bar{c})^2}{n-1}} \quad (8)$$

式中:

$D_L$ ——检出限, mg/L;

$s_0$ ——标准偏差;

$c_i$ ——第*i*次测量值, mg/L;

$\bar{c}$ ——10次测量结果的算术平均值, mg/L;

$n$ ——测量次数,  $n = 10$ 。

## 7.6 比色管一致性

仪器稳定后, 将空比色管插入比色池, 刻度对准指示位置, 记录吸光度初始值。分别左右旋转  $90^\circ$ , 记录左右吸光度值。按式 (9) 计算比色管一致性。

$$\Delta A = \max |A_{90} - A_{\text{初始}}| \quad (9)$$

式中:

$\Delta A$ ——比色管一致性;

$A_{90}$ ——比色管左右旋转  $90^\circ$  吸光度测量值;

$A_{\text{初始}}$ ——比色管初始位置吸光度测量值。

## 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；
- 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

建议复校时间间隔不超过 1 年。更换重要部件、维修或对仪器性能有怀疑时，应随时校准。由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸多因素所决定的，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

## 各检测参数波长标称值及分析方法

表 A.1 检测参数波长标称值及分析方法

参数	标称值/nm	分析方法
氨氮	420	纳氏试剂法
总氮	420	变色酸法
COD 低量程	440	分光光度法
六价铬	540	二苯碳酰二肼-便携式光度法
COD 高量程	600	分光光度法
总磷	700	钼酸铵分光光度法

## 附录 B

## 校准原始记录格式

客户名称\_\_\_\_\_ 地址\_\_\_\_\_ 记录(证书)编号\_\_\_\_\_

器具名称\_\_\_\_\_ 出厂编号\_\_\_\_\_ 设备编号\_\_\_\_\_

制造厂\_\_\_\_\_ 型号规格\_\_\_\_\_

地点: ☐ \_\_\_\_\_室 ☐ 客户地点(地址、楼号、房号)\_\_\_\_\_依据: ☐ JJF(苏) ☐ 其它\_\_\_\_\_

温度\_\_\_\_\_℃ 湿度\_\_\_\_\_ %RH 其它\_\_\_\_\_ 检/校日期\_\_\_\_\_

## 1. 检测参数:

## 2. 波长示值误差及重复性:

nm

标称值	测量值			平均值	示值误差	重复性

## 3. 质量浓度示值误差:

标准值 (mg/L)	测量值 (mg/L)			平均值 (mg/L)	示值误差 (%)

## 4. 稳定性:

时间	0	5	10	15	20	稳定性 (20 min)
测量值						

## 5. 重复性:

标准值 (mg/L)	测量值 (mg/L)							重复性 (%)

## 6. 检出限:

最低点 (mg/L)	测量值 (mg/L)										检出限 (mg/L)

## 7. 比色管一致性

测量值	刻线点	左转 90°	右转 90°	一致性

主要计 量器具	名称/编号	测量范围	不确定度	证书编号/有效期	使用状态
					<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常
					<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常
					<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常
测量结果不确定度 ( $U_{rel}$ )( $k=2$ )		引用于	<input type="checkbox"/> 技术报告 <input type="checkbox"/> 不确定度评定文件 <input type="checkbox"/> 其他		

☐校准 结论: \_\_\_\_\_ 建议校准周期 \_\_\_\_\_ 年

检/校人员\_\_\_\_\_ 核验人员\_\_\_\_\_

## 附录 C

## 校准证书内页格式

## 校 准 结 果

_____ 检测参数				
波长	示值 误差	标称值 (nm)	测量值 (nm)	示值误差 (nm)
	重复性			
质量浓度示值误差		标准值 (mg/L)	测量值 (mg/L)	示值误差 (%)
稳定性				
重复性				
检出限				
比色管一致性				

## 附录 D

## 水质应急监测用便携式光度计测量结果的不确定度评定示例

## D.1 光度计波长示值误差测量结果的不确定度评定

## D.1.1 概述

D.1.1.1 条件 环境温度在 (10~40) °C，校准过程中温度变化不超过 5 °C/h，相对湿度在 (20~85) % 范围内。

D.1.1.2 方法 按规范的要求，将光纤光谱仪的专用光源接收装置置于比色池光路中，对测量参数所采用的固体发光器件的波长进行测量，连续测量 3 次，波长标称值与 3 次测量算术平均值之差。

## D.1.2 测量模型及不确定度评估

## D.1.2.1 建立测量模型

按照式 (D.1) 计算示值误差，依据光度计校准规范，被校仪器波长示值误差为：

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

式中：

$\Delta\lambda$ ——波长示值误差，nm；

$\bar{\lambda}$ ——3 次测量结果的算术平均值，nm；

$\lambda_s$ ——波长标称值，nm。

## D.1.2.2 不确定度传播率

光度计波长示值误差测量不确定度来源于测量重复性引入的不确定度和光谱仪波长标称值引入的不确定度分量，因各输入量彼此独立不相关，则：

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

根据求导公式得出灵敏系数：

$$c_1 = \frac{\partial(\Delta\lambda)}{\partial(\bar{\lambda})} = 1, c_2 = \frac{\partial(\Delta\lambda)}{\partial(\lambda_s)} = -1$$

因此，波长示值误差的不确定度可计算如下：

$$u_c = \sqrt{u^2(\bar{\lambda}) + u^2(\lambda_s)}$$

## D.1.3 标准不确定度分量的评定

D.1.3.1 标准器引入的不确定度分量 $u(\lambda_s)$ 

从光谱仪的证书上得到光谱波长示值误差为 $\pm 2 \text{ nm}$ ，服从均匀分布， $k=\sqrt{3}$ ，则

$$u(\lambda_s) = \frac{2 \text{ nm}}{\sqrt{3}} = 1.2 \text{ nm}$$

D.1.3.2 示值重复性引入不确定度分量 $u(\bar{\lambda})$ 

对波长重复测量三次，用极差法计算示值重复性引入的不确定度分量。测得波长为410.5 nm、410.5 nm、410.9 nm，则

$$u(\bar{\lambda}) = \frac{410.9 \text{ nm} - 410.5 \text{ nm}}{1.69 \times \sqrt{3}} = 0.2 \text{ nm}$$

## D.1.4 标准不确定度分量一览表

表 D.1 标准不确定度分量一览表

输入量	不确定度来源	不确定度分量
标准值不确定度 $u(\lambda_s)$	标准器引入的不确定度分量	1.2 nm
仪器示值不确定度 $u(\bar{\lambda})$	示值重复性引入的不确定度分量	0.2 nm

## D.1.5 合成标准不确定度

以上各影响量互相独立，所以波长示值误差的合成标准不确定度 $u_c$ 为

$$u_c = \sqrt{u^2(\lambda_s) + u^2(\bar{\lambda})} = 1.3 \text{ nm}$$

## D.1.6 扩展不确定度

取 $k=2$ ，则 $U = k \cdot u_c = 2 \times 1.3 \text{ nm} = 2.6 \text{ nm}$ ，

光度计波长示值误差测量结果的扩展不确定度为： $U=2.6 \text{ nm}$ ， $k=2$ 。

## D.2 光度计质量浓度示值误差测量结果的不确定评定（以氨氮为例）

## D.2.1 概述

D.2.1.1 条件 环境温度在 $(10 \sim 40)^\circ\text{C}$ ，校准过程中温度变化不超过 $5^\circ\text{C/h}$ ，相对湿度在 $(20 \sim 85)\%$ 范围内。

D.2.1.2 方法：按照仪器说明书，针对不同型号光度计及不同参数，按照检测参数相应的浓度点，选择对应浓度的标准溶液进行测定，分别重复测量3次，溶液标准值与3次测量算术平均值之差。

## D.2.2 测量模型及不确定度评估

## D.2.2.1 建立测量模型

按照式 (D.2) 计算示值误差, 依据光度计校准规范, 被校仪器示值误差为:

$$\Delta c = \bar{c} - c_s \quad (\text{D.2})$$

式中:

$\Delta c$ ——示值误差, mg/L;

$\bar{c}$  ——3次测量平均值, mg/L;

$c_s$ ——标准溶液浓度值, mg/L。

## D.2.2.2 不确定度传播率

光度计质量浓度示值误差测量不确定度来源于测量重复性引入的不确定度和标准溶液引入的不确定度分量, 因各输入量彼此独立不相关, 则:

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

根据求导公式得出灵敏系数:

$$c_1 = \frac{\partial(\Delta c)}{\partial(\bar{c})} = 1, c_2 = \frac{\partial(\Delta c)}{\partial(c_s)} = -1$$

因此, 质量浓度示值误差的不确定度可计算如下:

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

## D.2.3 标准不确定度分量的评定

D.2.3.1 标准溶液引入的不确定度分量 $u_{\text{rel}}(RM)$ 

从氨氮标物证书上得到标准值 100 mg/L,  $U_{\text{rel}}=2\%$ ,  $k=2$ , 则

$$u_{\text{rel}}(RM) = \frac{U}{k} = \frac{2\%}{2} = 1\%$$

D.2.3.2 由稀释引起的相对标准不确定度 $u_{\text{rel}}(D)$ 

100 mL 容量瓶的相对标准不确定度:

100 mL 容量瓶的最大允许误差为 0.1 mL, 按均匀分布 $k = \sqrt{3}$ , 则

$$u_{\text{rel}}(D1) = \frac{0.1 \text{ mL}}{\sqrt{3} \times 100 \text{ mL}} \times 100\% = 0.058\%$$

分度吸量管的相对标准不确定度:

5 mL 分度吸量管的最大允许误差为 0.025 mL, 按均匀分布 $k = \sqrt{3}$ , 则量取 5 mL 时的相对标准不确定度

$$u_{\text{rel}}(D2) = \frac{0.025 \text{ mL}}{\sqrt{3} \times 5 \text{ mL}} \times 100\% = 0.29\%$$

因此, 由稀释误差引入的相对标准不确定度 $u_{\text{rel}}(D)$ :

$$u_{\text{rel}}(D) = \sqrt{u_{\text{rel}}^2(D1) + u_{\text{rel}}^2(D2)} = 0.3\%$$

标准物质引入的相对标准不确定度和稀释误差引起的相对标准不确定度彼此不相关，灵敏系数为 1，因此标准溶液标称值 $c_s$ 的相对标准不确定度 $u_{\text{rel}}(c_s)$ ：

$$u_{\text{rel}}(c_s) = \sqrt{u_{\text{rel}}^2(RM) + u_{\text{rel}}^2(D)} = 1.1\%$$

所以，由标准溶液引入的相对标准不确定度 $u_{\text{rel}}(c_s) = 1.1\%$ 。

#### D.2.3.3 示值重复性引入不确定度分量 $u(\bar{c})$

重复测量 10 次，用贝塞尔公式计算示值重复性引入的不确定度分量。测得值(mg/L)为 4.974、4.985、4.974、4.978、4.968、4.982、4.976、4.988、4.976、4.981，则

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.006 \text{ mg/L}$$

$$RSD = \frac{s}{\bar{x}} \times 100\% = \frac{0.006 \text{ mg/L}}{4.978 \text{ mg/L}} \times 100\% = 0.2\%$$

实际工作测量三次，则不确定度分量

$$u(\bar{c}) = \frac{0.2\%}{\sqrt{3}} = 0.1\%$$

#### D.2.4 标准不确定度分量一览表

表 D.2 标准不确定度分量一览表

输入量	不确定度来源	不确定度分量
标准溶液不确定度 $u_{\text{rel}}(c_s)$	标准物质引入的不确定度分量	1.1%
	稀释过程引入的不确定度分量	
仪器示值不确定度 $u(\bar{c})$	示值重复性引入的不确定度分量	0.1%

#### D.2.5 合成标准不确定度

以上各影响量互相独立，所以质量浓度示值误差的合成标准不确定度 $u_c$ 为

$$u_c = \sqrt{u_{\text{rel}}^2(c_s) + u^2(\bar{c})} = 1.2\%$$

#### D.2.6 扩展不确定度 $U$

取  $k=2$ ，则 $U_{\text{rel}} = k \cdot u_c = 2 \times 1.2\% = 2.4\%$ ，

光度计质量浓度示值误差测量结果的扩展不确定度为： $U_{\text{rel}}=2.4\%$ ， $k=2$ 。

江苏省地方计量技术规范

# 水质应急监测用便携式光度计 技术规范

JJF (苏) XXXX—20XX

江苏省市场监督管理局发布

\*

江苏省计量协会印刷

版权所有不得翻印

\*

开本 880 mm×1230 mm 16 开本

2025 年 04 月 印刷