

中华人民共和国工业和信息化部 石油和化工计量技术规范

JJF（石化）XXX—XXXX

DPFS 感光仪校准规范

Calibration Specification for Digital Photo Flash Sensitometer

（报批稿）

2026 - XX - XX 发布

2026 - XX - XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

DPFS 感光仪校准规范

Calibration Specification for Digital
Photo Flash Sensitometer

JJF(石化) XXX—XXXX

归口单位：中国石油和化学工业联合会

主要起草单位：中国乐凯集团有限公司

参加起草单位：惠阳航空螺旋桨有限责任公司

国防科技工业 1311 区域计量站

本规范委托全国石油和化工行业计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

王东升（中国乐凯集团有限公司）

魏宇豪（中国乐凯集团有限公司）

刘晓燕（中国乐凯集团有限公司）

汤进飞（中国乐凯集团有限公司）

参加起草人：

李新路（惠阳航空螺旋桨有限责任公司）

徐向巍（国防科技工业1311区域计量站）

目 录

引 言.....	II
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 术语.....	(1)
3.1 DPFS.....	(1)
3.2 光辐射能量.....	(1)
3.3 光楔.....	(1)
4 概述.....	(1)
5 计量特性.....	(2)
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.....	(3)
7.1 校准项目.....	(3)
7.2 校准方法.....	(3)
8 校准结果.....	(4)
8.1 校准记录.....	(4)
8.2 校准证书.....	(4)
8.3 不确定度.....	(4)
9 复校时间间隔.....	(4)
附录 A 感光仪记录格式.....	(5)
附录 B 感光仪校准证书内页格式.....	(6)
附录 C 不确定度评定示例.....	(7)

引 言

本规范依据 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》、JJF 1059.1—2012 《测量不确定度评定与表示》等基础性系列规范进行编制。

本规范主要参考 HG/T 4358-2022 《数码彩色相纸》、JJG 452-2021 《黑白密度片》制定。

本规范为首次发布。

DPFS 感光仪校准规范

1 范围

本规范适用于数码彩色相纸感光度测定用 DPFS 感光仪的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1071-2010 国家计量校准规范编写规则

HG/T 4358-2022 数码彩色相纸

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 术语和定义

3.1 DPFS

数字式闪光感光仪，digital photo flash sensitometer。

3.2 光辐射能量 radiant energy

以电磁波（紫外、可见、红外）形式辐射、传播、被接收的总电磁能量称为光辐射能量，计量单位：微焦（ μJ ）。

3.3 光楔 neutral density wedge

光楔是带有一系列不同中性灰密度级组成的密度片。

4 概述

DPFS 感光仪是给予感光照相材料一系列已知光辐射能量的仪器，可用于确定相纸、胶卷、感光化学品等感光照相材料的性能范围。主要由光源、滤光片、光楔组成，光源发出一束设定好能量值的光线，穿过滤光片、密度片后，由感光照相材料吸收。仪器主要结构图如图 1，工作原理如图 2。

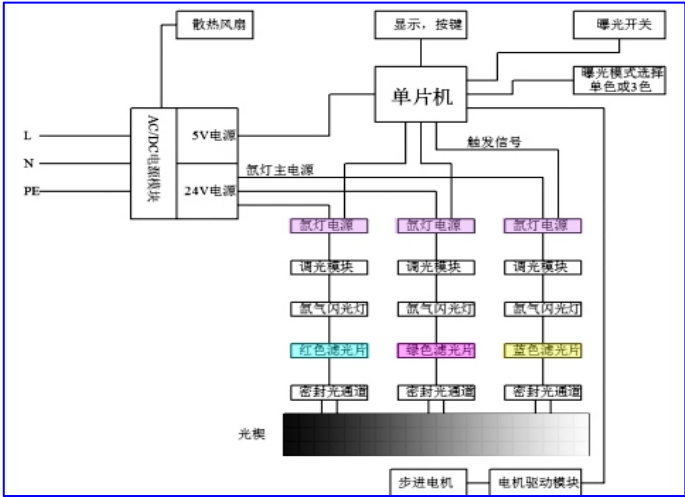


图 1 DPFS 感光仪结构图

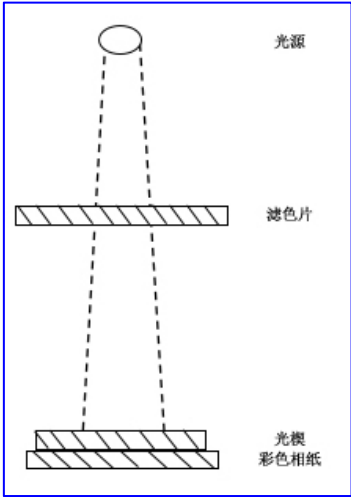


图 2 DPFS 感光仪工作原理图

5 计量特性

具体计量特性见表1。

表 1 DPFS 感光仪计量特性一览表

序号	校准项目		技术要求
1	光辐射能量误差/ μJ	范围/ μJ 0~200	MPE: $\pm 4\%$
注: 1、以上指标要求不用于合格性判定, 应符合用户实际使用要求。			

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1. 温度条件

环境温度: (20~26) $^{\circ}\text{C}$ 。

6.1.2. 湿度条件

相对湿度: (30~65) %。

6.2 测量标准及其他设备

测量标准及其他设备的技术要求见表 2。

表 2 校准项目和测量标准

序号	校准项目	测量标准名称及技术要求	
1	光辐射能量误差 /μJ	激光能量计	准确度：0.01μJ 测量范围：1μJ-10mJ 不确定度： $U_{rel}=3\%$
注:也可选用符合技术要求的其他设备。			

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

DPFS 感光仪的校准项目见表 2。

7.2 校准方法

7.2.1. 校准前准备

确保环境温湿度符合本规范 6.1 中规定；打开 DPFS 感光仪进行预热，检查仪器设备运行是否正常，确保机器、人员安全；取出光楔，目视确认表面平整、洁净、均匀，无裂纹、划伤等缺陷。

7.2.2. 光辐射能量误差。

根据 DPFS 感光仪情况，设定 15μJ、50μJ、100μJ，或其他常用光辐射能量值，进行误差校准，将设定记为 W 。移动感光仪的曝光轨，直到曝光区显露出来，将激光能量计探头固定到固定架上，测量曝光区的光辐射能量，重复测量 3 次取算术平均值，记为 W_1 ，误差计算见式（1），结果保留到 0.1μJ。

Blue（蓝光）、Green（绿光）、Red（红光）三个曝光区每个曝光区分别测量后。将以上结果填入校准记录。

$$\Delta W = W_1 - W \quad (1)$$

式中：

ΔW ——光辐射能量误差，μJ；

W ——DPFS 感光仪光辐射能量设定值, μJ ;

W_1 ——激光能量计光辐射能量算数平均值, μJ 。

8 校准结果

8.1 校准记录

校准记录应详尽记录校准数据和计算结果。推荐的仪器校准记录格式见附录 A。

8.2 校准证书

经校准的仪器应出具校准证书。校准证书内容应符合 JJF 1071-2010 中的要求。推荐的仪器校准证书（内页）格式参见附录 B。

8.3 不确定度

校准证书应给出校准项目的扩展不确定度，评定示例见附录 C。

9 复校时间间隔

建议复校间隔时间为 12 个月，使用特别频繁时可适当缩短。在使用过程中经过修理、更换重要器件等的一般需要重新校准。

由于复校时间间隔的长短是由设备的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定，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

DPFS 感光仪校准记录格式

标准器一览表									
序号	名称			量程	准确度	检验机构	有效期		
1	激光能量计								
校准记录表									
仪器编号					型号规格				
制造厂家					使用单位				
校准依据					校准地点				
环境温湿度	℃		%RH		校准日期	年 月 日			
设备状态确认									
设备运行： ☐ 正常 ☐ 异常 光楔目视确认表面平整、洁净、均匀，无裂纹、划伤等缺陷： ☐ 正常 ☐ 异常 其它需要说明的情况：_____。									
校准结果									
项目	Blue			Green			Red		
$W/\mu\text{J}$									
测量值/ μJ									
$W_1/\mu\text{J}$									
$\Delta W/\mu\text{J}$									
扩展不确定度 $k=2$									
备注									

校准员：

核验员：

附录 B

DPFS 感光仪校准证书内页格式

证书编号 XXXXXX-XXXX						
校准机构授权说明						
校准的技术依据 JJF(石化)xxx-xxxx 《DPFS 感光仪校准规范》						
校准环境条件及地点						
地点						
环境温度	℃	相对湿度	%	其他		
校准使用的计量（基）标准装置						
名称	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	计量（基）标准证书编号		有效期至	
校准结果						
序号	项目	技术要求	校准结果			
			设定值 /μJ	误差/μJ		扩展不确定度 (k=2)
1	光辐射能量误差 /μJ	MPE: ±4%		Blue		
				Green		
				Red		
备注						

附录 C

DPFS 感光仪光辐射能量误差的不确定度评定示例

C.1 校准方法

标准方法如本规范 7.2.2。

C.2 测量模型

DPFS 感光仪误差计算见式 (C.1)，结果保留到 0.1μJ。

$$\Delta W = W_1 - W \quad (\text{C.1})$$

式中：

ΔW ——光辐射能量误差，μJ；

W ——DPFS 感光仪光辐射能量设定值，μJ；

W_1 ——激光能量计光辐射能量算数平均值，μJ。

因式 (C.1) 中 W 为设定值，得方差传播公式：

$$u^2(\Delta W) = c_1^2 u_1^2(W_1) \quad (\text{C.2})$$

式中：

$u(\Delta W)$ ——光辐射能量误差的不确定度；

$u_1(\Delta W)$ ——激光能量计引入的不确定度。

因为 $c_1 = \frac{\partial \Delta W}{\partial W_1} = 1$ ，所以式 (C.2) 化简为：

$$u^2(\Delta W) = u_1^2(W_1) \quad (\text{C.3})$$

C.3 标准不确定度来源

输入量 W 的不确定度来源主要是激光能量计的测量重复性、和激光能量计误差。重复性误差为各种随机因素综合影响，因此采用 A 类方法评定；仪器误差由检定证书得到，采用 B 类方法评定。

C.4 激光能量计测量重复性引入的不确定度分量 $u_{11}(\Delta W)$

DPFS 感光仪设定光辐射能量为 $W=100\mu\text{J}$ ，进行误差校准。 $u_{11}(\Delta W)$ 的来源主要是激光能量计的测量重复性，反映各种随机因素综合影响，采用 A 类方法评定。测量结果列于表 C.1。

C.1 激光能量计重复测试结果

序号	Red/ μJ		Green/ μJ		Blue/ μJ	
	W_1	ΔW	W_1	ΔW	W_1	ΔW
1	99.0	-1	100.9	0.9	100.8	0.8
2	99.2	-0.8	100.3	0.3	101.1	1.1
3	99.1	-0.9	100.2	0.2	101.0	1.0
4	99.7	-0.3	100.1	0.1	100.8	0.8
5	100.2	0.2	100.4	0.4	101.0	1.0
6	100.9	0.9	100.5	0.5	101.1	1.1
7	99.4	-0.6	99.2	-0.8	99.2	-0.8
8	100.0	0.0	99.8	-0.2	100.4	0.4
9	99.7	-0.3	100.8	0.8	99.7	-0.3
10	99.2	-0.8	99.3	-0.7	100.7	0.7
均值	99.64	-0.36	100.15	0.15	100.58	0.58

根据贝塞尔公式，单次实验计算标准偏差为：

$$s(\Delta W) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta W_i - \bar{\Delta W})^2}{n-1}}$$

$$s(\Delta W_R)=0.60\mu\text{J} \quad s(\Delta W_G)=0.58\mu\text{J} \quad s(\Delta W_B)=0.65\mu\text{J}$$

每个点测量 3 次取平均可得：

$$u_{11}(\Delta W) = s(\Delta W) / \sqrt{3}$$

$$u_{11}(\Delta W_R) = \frac{s(\Delta W_R)}{\sqrt{3}} = 0.35\mu\text{J}$$

$$u_{11}(\Delta W_G) = \frac{s(\Delta W_G)}{\sqrt{3}} = 0.33\mu\text{J}$$

$$u_{11}(\Delta W_B) = \frac{s(\Delta W_B)}{\sqrt{3}} = 0.37\mu\text{J}$$

C.5 激光能量计误差引入的不确定度分量 $u_{12}(\Delta W)$

由激光能量计检定证书得到，测量结果不确定度 $U_{\text{rel}}=3\%$ ($k=2$)，得到：

$$u_{\text{rel}}(W) = 1.5\%$$

$$u_{12}(\Delta W) = \overline{W}_1 \times u_{\text{rel}}(W)$$

$$u_{12}(\Delta W_R) = \overline{W}_{1R} \times 1.5\% = 99.64 \times 1.5\% = 1.50\mu\text{J}$$

$$u_{12}(\Delta W_G) = \overline{W}_{1G} \times 1.5\% = 100.15 \times 1.5\% = 1.51\mu\text{J}$$

$$u_{12}(\Delta W_B) = \overline{W}_{1B} \times 1.5\% = 100.58 \times 1.5\% = 1.51\mu\text{J}$$

C.6 合成标准不确定度

$$u(\Delta W_R) = \sqrt{u_{11}(\Delta W_R)^2 + u_{12}(\Delta W_R)^2} \approx 1.54\mu\text{J}$$

$$u(\Delta W_G) = \sqrt{u_{11}(\Delta W_G)^2 + u_{12}(\Delta W_G)^2} \approx 1.54\mu\text{J}$$

$$u(\Delta W_B) = \sqrt{u_{11}(\Delta W_B)^2 + u_{12}(\Delta W_B)^2} \approx 1.56\mu\text{J}$$

C.7 扩展不确定度

取扩展因子 $k=2$ ，得扩展不确定度：

$$U_R = 3.08\mu\text{J}$$

$$U_G = 3.08\mu\text{J}$$

$$U_B = 3.12\mu\text{J}$$
