



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 2080—2023

黑烟车电子抓拍系统校准规范

Calibration Specification for Electronic Capture Systems of Smoky Vehicles

2023-10-12 发布

2024-04-12 实施

国家市场监督管理总局 发布

黑烟车电子抓拍系统

校准规范

Calibration Specification for

Electronic Capture Systems of Smoky Vehicles

JJF 2080—2023

归口单位：全国法制计量管理计量技术委员会机动车检验检测分技术委员会

主要起草单位：北京市计量检测科学研究院

广州市云景信息科技有限公司

参加起草单位：南京新远见智能科技有限公司

杭州海康威视数字技术股份有限公司

浙江浙大鸣泉科技有限公司

深圳市安车检测股份有限公司

本规范委托全国法制计量管理计量技术委员会机动车检验检测分技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

姚 瑶（北京市计量检测科学研究院）

陈志润（广州市云景信息科技有限公司）

郭子君（北京市计量检测科学研究院）

参加起草人：

李孟昊（南京新远见智能科技有限公司）

赵国辉（杭州海康威视数字技术股份有限公司）

康 野（浙江浙大鸣泉科技有限公司）

潘素芬（深圳市安车检测股份有限公司）

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语和计量单位	(1)
4 概述	(2)
5 计量特性	(2)
5.1 示值误差	(2)
5.2 重复性	(2)
5.3 分辨力	(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 校准项目及校准方法	(3)
7.1 固定式黑烟车电子抓拍系统黑度校准	(3)
7.1.1 白天校准	(3)
7.1.2 夜间校准	(4)
7.2 移动式黑烟车电子抓拍系统黑度校准	(4)
7.3 重复性	(5)
8 校准结果表达	(5)
8.1 校准证书	(5)
8.2 校准结果的不确定度评定	(5)
9 复校时间间隔	(5)
附录 A 标准黑度板样式	(6)
附录 B 黑烟车电子抓拍系统校准记录格式	(7)
附录 C 校准证书内页格式	(10)
附录 D 黑烟车电子抓拍系统测量不确定度评定示例	(12)

引 言

JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001《通用计量术语及定义》和 JJF 1059.1《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系列规范。

本规范主要参考 GB 36886—2018《非道路柴油移动机械排气烟度限值及测量方法》、GB 3847—2018《柴油车污染物排放限值及测量方法（自由加速法及加载减速法）》、HJ 845—2017《在用柴油车排气污染物测量方法及技术要求（遥感检测法）》和 HJ/T 398—2007《固定污染源排放烟气黑度的测定 林格曼烟气黑度图法》的技术要求编制而成。

本规范为首次发布。

黑烟车电子抓拍系统校准规范

1 范围

本规范适用于固定式和移动式黑烟车电子抓拍系统的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

HJ/T 398—2007 固定污染源排放烟气黑度的测定 林格曼烟气黑度图法

HJ 845—2017 在用柴油车排气污染物测量方法及技术要求（遥感检测法）

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 术语和计量单位

3.1 黑烟车 smoky vehicles

排放黑烟等可视污染物的机动车。

3.2 固定式黑烟车电子抓拍系统 stationary electronic capture systems of smoky vehicles

固定安装于道路的龙门架（或 L 杆）上，自动识别检测区域的车辆排放黑烟情况，并判别其尾气排放黑烟程度的系统。

3.3 移动式黑烟车电子抓拍系统 mobile electronic capture systems of smoky vehicles

采用移动方式（手持、便携等），调整电子抓拍系统设备的采集区域位置，使机动车尾气穿过该采集区域，可以自动判定尾气排放黑烟程度的系统。

注：包括手持式黑烟车抓拍仪、手持式黑烟识别仪、手持式林格曼黑度仪等。

3.4 林格曼黑度 Ringelmann blackness

将排气污染物颜色与林格曼烟气黑度图对照而得到的一种烟尘浓度表示法，分为 0 级、1 级、2 级、3 级、4 级、5 级，对应的林格曼烟气黑度图有 6 种，除全白与全黑分别代表林格曼黑度 0 级和 5 级外，其余 4 个级别根据黑色条格占整个面积的百分比来确定，黑色条格的面积占 20% 为 1 级，占 40% 为 2 级，占 60% 为 3 级，占 80% 为 4 级。标准的林格曼烟气黑度图由 14 cm×21 cm 的不同黑度的图片组成。

[来源：HJ 845—2017，3.9；HJ/T 398—2007，2.3；有修改]

3.5 标准黑度板 standard blackness plate

由十种不同黑度的标准板组成，黑度等级分别为 0.00 级、0.75 级、1.00 级、1.25 级、1.50 级、1.75 级、2.00 级、3.00 级、4.00 级、5.00 级，其中每 0.25 级换算黑色条格占整个面积的面积比值为 5%。

注：标准黑度板原理参照林格曼烟气黑度图，标准黑度板尺寸规格适用于黑烟车电子抓拍系统的工作距离及拍摄画面，应用于黑烟车电子抓拍系统黑度的校准。

4 概述

黑烟车电子抓拍系统应用视频图像技术，将通过检测区域的车辆排放的尾气进行采集记录，利用分类器设计、神经网络等方法，自动判别机动车排放污染物的黑度。该系统通常由摄像机采集单元、视频图像处理单元、数据处理单元等组成。

黑烟车电子抓拍系统可以应用于道路行驶车辆排放黑烟的抓拍、柴油车路检路查、非道路移动机械检测等。

5 计量特性

5.1 示值误差

示值误差一般不超过表 1 给出的要求。

表 1 黑烟车电子抓拍系统黑度测量范围及最大允许误差

校准项目	测量范围	绝对最大允许误差		
		固定式黑烟车电子抓拍系统		移动式黑烟车电子抓拍系统
黑度	0.00 级、0.75 级、 1.00 级、1.25 级、 1.50 级、1.75 级、 2.00 级、3.00 级、 4.00 级、5.00 级	白天	夜间	±0.25 级
		±0.25 级（静态）	±0.50 级	
		±0.50 级（动态）		

注：白天检测时要求环境光照度（1 000～80 000）lx，夜间检测时要求环境光照度（0～1 000）lx。

5.2 重复性

重复性标准差不大于 0.25 级。

5.3 分辨力

分辨力不大于 0.25 级。

注：本规范中的计量特性不作合格判定，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

温度：（-20～50）℃；

相对湿度：≤85%；

大气压力：（70～106）kPa；

光照度：（0～80 000）lx。

6.2 测量标准及其他设备

黑烟车电子抓拍系统测量标准及其他设备指标见表 2。

表 2 黑烟车电子抓拍系统测量标准及其他设备指标

序号	测量标准及其他设备	主要性能指标
1	标准黑度板	规格：0.00 级、0.75 级、1.00 级、1.25 级、1.50 级、1.75 级、2.00 级、3.00 级、4.00 级、5.00 级。 扩展不确定度： $U=1.6\%$ （面积占比相对值）， $k=2$ 。 尺寸：600 mm×600 mm（固定式黑烟车电子抓拍系统）； 100 mm×200 mm（移动式黑烟车电子抓拍系统）
2	激光测距仪	测量范围：（0~30）m 准确度等级：2 级
3	光照度计	测量范围：（0~150 000）lx 最大允许误差： $\pm 8\%$

7 校准项目及校准方法

7.1 固定式黑烟车电子抓拍系统黑度校准

7.1.1 白天校准

7.1.1.1 白天静态校准示值误差

a) 测量环境光照度，光照度值在（1 000~80 000）lx 范围内时，开展白天静态校准。

b) 将黑烟车电子抓拍系统校准装置放置在机动车道路上，标准黑度板中心点与黑烟车电子抓拍摄像机在地面的垂直投影点间的连线平行于道路走向，在两点间水平距离为 20 m 和 25 m 处的两个位置进行检测，如图 1 所示。

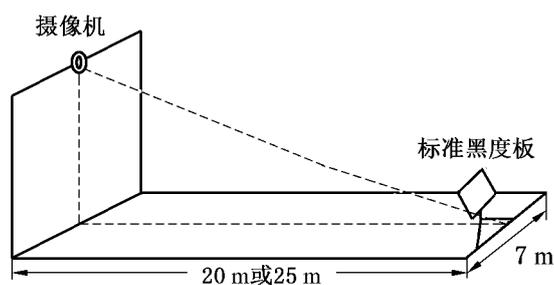


图 1 固定式黑烟车电子抓拍系统校准示意图

c) 根据黑烟车电子抓拍系统摄像机架设高度及其距离校准装置水平距离，调整标准黑度板角度，使其与摄像机的连线垂直于标准黑度板。

d) 将光照度计探头放置于标准黑度板上边缘中心处，方向朝向摄像机，角度与标准黑度板角度一致，测量光照度值并记录。

e) 在每个校准距离（20 m、25 m）下，分别对 0.00 级、0.75 级、1.00 级、1.25 级、1.50 级、1.75 级、2.00 级、3.00 级、4.00 级、5.00 级标准黑度板进行检测，对每张标准黑度板重复测量 3 次，记录测得值。根据公式（1）计算示值误差。

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

式中：

$\Delta\delta$ ——黑烟车电子抓拍系统第 i 级标准黑度板黑度示值误差，级；

\bar{x}_i ——黑烟车电子抓拍系统对第 i 级标准黑度板 3 次测量所得值的平均值，级；

x ——第 i 级标准黑度板黑度，级。

7.1.1.2 白天动态校准示值误差

a) 测量环境光照度，光照度值在 (1 000~80 000) lx 范围内时，开展白天动态校准。

b) 重复 7.1.1.1 中步骤 b)、c) 和 d)。

c) 校准装置以 3 km/h 速度沿道路行驶方向从与摄像机水平距离 20 m 行驶至 25 m 处，行进方向如图 2 的路线 A 所示。

d) 选择 1.00 级、1.50 级、2.00 级 3 张标准黑度板进行检测，对每张标准黑度板重复测量 3 次，记录测得值。根据公式 (1) 计算示值误差。

e) 重复 7.1.1.2 的 b) 步骤后，校准装置以 3 km/h 速度横穿道路，行进方向如图 2 的路线 B 所示。

f) 重复 7.1.1.2 的 d) 步骤。

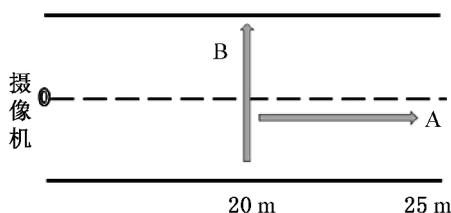


图 2 校准装置行进路线图

7.1.2 夜间校准

7.1.2.1 测量环境光照度，光照度值在 (0~1 000) lx 范围内时，开展夜间校准。

7.1.2.2 按 7.1.1.1 中步骤 b) 摆放校准装置，测量距黑烟车电子抓拍系统摄像机水平距离 20 m 处。

7.1.2.3 重复 7.1.1.1 中步骤 c) 和 d)，开启补光灯或采取其他手段使摄像机达到对标准黑度板最佳拍摄状态。

7.1.2.4 选择 1.00 级、1.50 级、2.00 级标准黑度板进行检测，每张标准黑度板重复测量 3 次，记录测得值。根据公式 (1) 计算示值误差。

7.2 移动式黑烟车电子抓拍系统黑度校准

7.2.1 将标准黑度板支架放置在平稳的地面，将标准黑度板和设备采集腔分别固定在支架的背景板和自动夹具上，采集腔内摄像机朝向标准黑度板，二者水平距离根据设备采集腔采集距离可以在 (0~50) cm 范围内调节，标准黑度板与摄像机的光轴呈垂直状态，放置方式如图 3 所示。

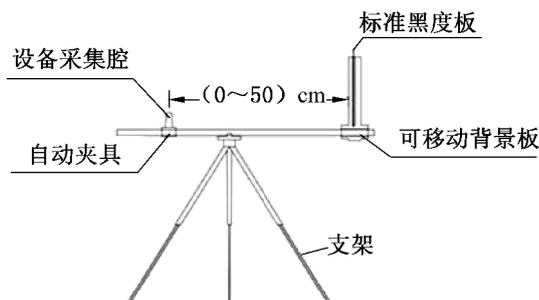


图3 移动式黑烟车电子抓拍系统校准示意图

7.2.2 光照度计探头放置于标准黑度板上边缘中心处，测试面朝向摄像机，并垂直于摄像机光轴，测量光照度值并记录，光照度需在（0~80 000）lx 范围内。

7.2.3 对 0.00 级、0.75 级、1.00 级、1.25 级、1.50 级、1.75 级、2.00 级、3.00 级、4.00 级、5.00 级标准黑度板进行检测，每张标准黑度板重复测量 3 次，记录测得值。根据公式（1）计算示值误差。

7.3 重复性

7.3.1 固定式和移动式黑烟车电子抓拍系统分别按照 7.1 和 7.2 中步骤摆放校准装置，并测量光照度值。

7.3.2 让设备抓拍 1.50 级标准黑度板，重复测量 6 次，记录测得值。

7.3.3 根据公式（2）计算重复性。

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

式中：

s_A ——重复性（以实验标准偏差表示），级；

x_i ——第 i 次测得值，级；

\bar{x} ——6 次测量的平均值，级。

8 校准结果表达

8.1 校准证书

黑烟车电子抓拍系统经校准后出具校准证书，校准证书包含的内容应符合 JJF 1071—2010 的 5.12 的要求，推荐校准证书内页格式见附录 C，推荐的校准记录格式见附录 B。

8.2 校准结果的不确定度评定

黑烟车电子抓拍系统林格曼黑度级示值误差的不确定度依据 JJF 1059.1 评定，其不确定度评定示例见附录 D。

9 复校时间间隔

黑烟车电子抓拍系统复校时间间隔建议为 1 年。

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情况自主决定复校时间间隔。

附录 A

标准黑度板样式

标准黑度板由 10 张不同黑度的标准板组成，通过在白色背景板上固定确定宽度的黑色线条和间隔的矩形网格来准确制得。白色背景板色度 $L \geq 80$ ，黑色条格色度 $L \leq 30$ 。除全白与全黑分别代表林格曼黑度 0.00 级和 5.00 级外，其余 8 个级别（0.75 级、1.00 级、1.25 级、1.50 级、1.75 级、2.00 级、3.00 级、4.00 级）根据黑色条格占整块面积的百分比来确定。

固定式黑烟车电子抓拍系统所用标准黑度板尺寸为 600 mm×600 mm，除 0.00 级和 5.00 级外，其余 8 个级别（0.75 级、1.00 级、1.25 级、1.50 级、1.75 级、2.00 级、3.00 级、4.00 级）每张标准黑度板内共有 900 个矩形网格，每个网格长 20 mm，宽 20 mm。1.00 级标准黑度板（固定式）示意图见图 A.1。标准黑度板的扩展不确定度 $U=1.6\%$ （面积占比相对值）， $k=2$ 。移动式黑烟车电子抓拍系统所用标准黑度板也是由 10 种不同黑度的标准板组成，由于检测距离的变化，其尺寸呈比例缩小，每张标准黑度板尺寸为 100 mm×200 mm。

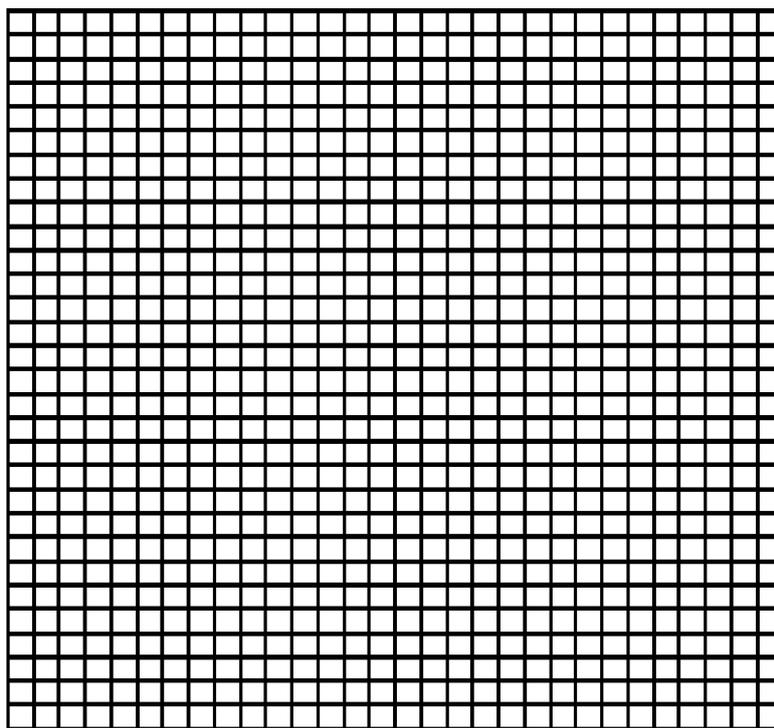


图 A.1 1.00 级标准黑度板（固定式）示意图

附录 B

黑烟车电子抓拍系统校准记录格式

B.1 基本信息

仪器名称：_____ 仪器型号：_____
 制造厂：_____ 仪器编号：_____
 委托单位：_____ 标准器信息：_____
 校准日期：_____ 环境温度：_____℃ 相对湿度：_____ %

B.2 固定式黑烟车电子抓拍系统校准记录

1. 白天校准						
白天静态校准示值误差						光照度： lx
标准值 级	距离 m	测得值 1 级	测得值 2 级	测得值 3 级	3 次测量平均值 级	示值误差 级
0.00	20					
	25					
0.75	20					
	25					
1.00	20					
	25					
1.25	20					
	25					
1.50	20					
	25					
1.75	20					
	25					
2.00	20					
	25					
3.00	20					
	25					
4.00	20					
	25					
5.00	20					
	25					
白天动态校准示值误差						光照度： lx

路线 A							
标准值 级	测得值 1 级	测得值 2 级	测得值 3 级	3 次测量平均值 级	示值误差 级		
1.00							
1.50							
2.00							
路线 B							
标准值 级	测得值 1 级	测得值 2 级	测得值 3 级	3 次测量平均值 级	示值误差 级		
1.00							
1.50							
2.00							
2. 夜间校准				光照度：	lx		
标准值 级	测得值 1 级	测得值 2 级	测得值 3 级	3 次测量平均值 级	示值误差 级		
1.00							
1.50							
2.00							
3. 重复性							
标准值 级	测得值/级						重复性 级
	1	2	3	4	5	6	
1.50							

B.3 移动式黑烟车电子抓拍系统校准记录

1. 示值误差						光照度：	lx
标准值 级	距离 cm	测得值/级			3次测量平均值 级	示值误差 级	
		1	2	3			
0.00							
0.75							
1.00							
1.25							
1.50							
1.75							
2.00							
3.00							
4.00							
5.00							
2. 重复性							
标准值 级	测得值/级						重复性 级
	1	2	3	4	5	6	
1.50							

注：本校准记录允许根据被校设备数量、校准单位技术管理要求，作适当修改。

附录 C

校准证书内页格式

C.1 推荐的固定式黑烟车电子抓拍系统校准证书内页格式见表 C.1。

表 C.1 校准证书内页格式

1. 示值误差（白天）			
白天静态校准示值误差			
标准值/级	3 次测量平均值/级	示值误差/级	扩展不确定度 ($k=2$)
0.00			
0.75			
1.00			
1.25			
1.50			
1.75			
2.00			
3.00			
4.00			
5.00			
白天动态校准示值误差			
标准值/级	3 次测量平均值/级	示值误差/级	扩展不确定度 ($k=2$)
1.00	路线 A		
	路线 B		
1.50	路线 A		
	路线 B		
2.00	路线 A		
	路线 B		
2. 示值误差（夜间）			
标准值/级	3 次测量平均值/级	示值误差/级	扩展不确定度 ($k=2$)
1.00			
1.50			
2.00			
3. 重复性			
标准值/级	6 次测量平均值/级	重复性/级	
1.50			

C.2 推荐的移动式黑烟车电子抓拍系统校准证书内页格式见表 C.2。

表 C.2 校准证书内页格式

1. 示值误差			
标准值/级	3 次测量平均值/级	示值误差/级	扩展不确定度 ($k=2$)
0.00			
0.75			
1.00			
1.25			
1.50			
1.75			
2.00			
3.00			
4.00			
5.00			
2. 重复性			
标准值/级	6 次测量平均值/级	重复性/级	
1.50			

附录 D

黑烟车电子抓拍系统测量不确定度评定示例

D.1 测量方法

以黑烟车电子抓拍系统测量 1.00 级标准黑度板为例，评定其黑度测量不确定度。

D.2 测量模型

D.2.1 黑烟车电子抓拍系统的黑度示值误差计算公式：

$$\Delta\delta = x_i - x \quad (\text{D.1})$$

式中：

x_i ——黑烟车电子抓拍系统第 i 次测量的黑度示值；

x ——标准黑度板黑度；

$\Delta\delta$ ——黑烟车电子抓拍系统黑度示值误差。

D.2.2 示值误差的方差公式

$$u_c^2(\Delta\delta) = c^2(x_i) \cdot u^2(x_i) + c^2(x) \cdot u^2(x) \quad (\text{D.2})$$

式中：

$u_c(\Delta\delta)$ ——合成标准不确定度；

$u(x_i)$ ——被校仪器引入的标准不确定度；

$u(x)$ ——标准装置引入的标准不确定度。

D.2.3 灵敏系数

式 (D.2) 中灵敏系数为：

$$c(x_i) = \frac{\partial \Delta\delta}{\partial x_i} = 1 \quad (\text{D.3})$$

$$c(x) = \frac{\partial \Delta\delta}{\partial x} = -1 \quad (\text{D.4})$$

根据公式 (D.3)、公式 (D.4) 得到合成标准不确定度：

$$u_c^2(\Delta\delta) = u^2(x_i) + u^2(x) \quad \dots\dots\dots (\text{D.5})$$

D.3 不确定度来源

D.3.1 被校仪器引入的标准不确定度 $u(x_i)$ D.3.1.1 由测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(x_i)$ D.3.1.2 由被校仪器分辨力引入的标准不确定度 $u_2(x_i)$ D.3.2 由标准黑度板引入的标准不确定度 $u(x)$

D.4 标准不确定度的评定

D.4.1 被校仪器引入的标准不确定度 $u(x_i)$ D.4.1.1 由测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(x_i)$

测量重复性可以通过连续测量得到的测量列，采用 A 类方法进行评定。标准黑度

板黑度 1.00 级，距黑烟车电子抓拍系统水平距离 20 m 处，重复测量 10 次，测得数据列于表 D.1。

表 D.1 重复性测量数据

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量值/级	1.25	1.00	1.00	1.00	1.25	1.00	1.00	1.25	1.00	1.00
平均值	1.08 级			单次测量标准差			$s=0.11$ 级			

实际测量时重复测量 3 次，取其平均值。故测量重复性引入的标准不确定度为：

$$u_1(x_i) = \frac{0.11 \text{ 级}}{\sqrt{3}} = 0.064 \text{ 级}$$

D.4.1.2 由被校仪器分辨力引入的标准不确定度 $u_2(x_i)$

被校仪器黑烟车电子抓拍系统的分辨力为 0.25 级，其量化误差以等概率分布（矩形分布）落在半宽度为 $0.25/2=0.125$ 级的区间内，其引入的标准不确定度为：

$$u_2(x_i) = \frac{0.125 \text{ 级}}{\sqrt{3}} = 0.072 \text{ 级}$$

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

$$u(x_i) = 0.072 \text{ 级}$$

D.4.2 由标准黑度板引入的标准不确定度 $u(x)$

测量所使用计量标准器为标准黑度板，根据校准证书给出的校准结果，其扩展不确定度为 $U=1\%$ ($k=2$)，该扩展不确定度换算成黑度为 0.05 级，则：

$$u(x) = 0.05 \text{ 级} / 2 = 0.025 \text{ 级}$$

D.5 不确定度分量一览表

各不确定度分量见表 D.2。

表 D.2 不确定度分量一览表

输入量的标准不确定度			灵敏系数	输出量的标准 不确定度分量/级
来源	符号	数值		
被校仪器分辨力	$u(x_i)$	0.017	1	0.072
标准黑度板	$u(x)$	0.025	-1	0.025

D.6 合成标准不确定度

以上各不确定度分量不相关，计算合成标准不确定度 $u_c(x)$ ：

$$u_c(x) = \sqrt{0.072^2 + 0.025^2} \text{ 级} = 0.076 \text{ 级}$$

D.7 黑烟车电子抓拍系统黑度示值绝对误差的扩展不确定度

取包含因子 $k=2$, 则:

$$U = u_c(x) \times k = 0.076 \text{ 级} \times 2 \approx 0.15 \text{ 级}$$

换算为面积比即为 $U=3.0\%$, $k=2$ 。
