

# HJ

## 中华人民共和国国家生态环境标准

HJ 1287—2023

### 固定污染源废气 烟气黑度的测定 林格曼望远镜法

Stationary source emission—Determination of blackness of smoke plumes  
—Ringelmann smoke telescope

本电子版为正式标准文本，由生态环境部环境标准研究所审校排版。

2023-02-09 发布

2023-08-01 实施

生态环境部 发布

## 目 次

前 言.....	ii
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 方法原理.....	1
5 仪器和设备.....	2
6 观测方法.....	2
7 现场观测记录.....	3
8 结果计算与表示.....	3
9 精密度.....	4
10 质量保证和质量控制.....	4
11 注意事项.....	4
附录 A（规范性附录） 望远镜林格曼黑度图误差计算方法.....	5
附录 B（资料性附录） 林格曼望远镜烟气黑度观测记录表.....	6



## 前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国大气污染防治法》，防治生态环境污染，改善生态环境质量，规范固定污染源废气中烟气黑度的测定方法，制定本标准。

本标准规定了测定固定污染源废气中烟气黑度的林格曼望远镜法。

本标准的附录 A 为规范性附录，附录 B 为资料性附录。

本标准为首次发布。

本标准由生态环境部生态环境监测司、法规与标准司组织制订。

本标准主要起草单位：天津市生态环境监测中心、江苏省南京环境监测中心。

本标准验证单位：天津蓝宇环境检测有限公司、天津市宁河区生态环境监测中心和南京市江宁区环境监测站。

本标准生态环境部 2023 年 2 月 9 日批准。

本标准自 2023 年 8 月 1 日起实施。

本标准由生态环境部解释。



# 固定污染源废气 烟气黑度的测定 林格曼望远镜法

## 1 适用范围

本标准规定了固定污染源废气中烟气黑度测定的林格曼望远镜法。

本标准适用于固定污染源排放的灰色或黑色烟气在排放口处黑度的测定，不适用于其他颜色烟气的测定。

## 2 规范性引用文件

本标准引用了下列文件或其中的条款。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是未注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

HJ 608 排污单位编码规则

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**烟羽** smoke plume

从特定出口如烟囱或排气口排出的气流（通常是可见的）。

### 3.2

**烟气黑度** blackness of smoke plumes

人的视觉对烟羽黑色程度的感官反应指标，用林格曼黑度级表示。

### 3.3

**林格曼黑度级数** Ringelmann number (RN)

评价烟气黑度的一种数值，通过肉眼观测的烟气黑度与林格曼烟气黑度图对比得到。

### 3.4

**望远镜林格曼烟气黑度图** Ringelmann smoke chart for telescope

将标准林格曼烟气黑度图缩制在望远镜分划板上一侧，由5个不同网格黑度的小块组成，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，占100%为5级，林格曼黑度0级为分划板的透明背景。

注：观测烟羽时，肉眼通过目镜看到的林格曼黑度图呈均匀灰度。

## 4 方法原理

利用林格曼望远镜在适当的位置观测烟羽，将通过望远镜目视观察到的烟羽黑度与内置望远镜林格曼黑度图相比较，确定烟气黑度等级。

林格曼望远镜光路原理示意图见图1。

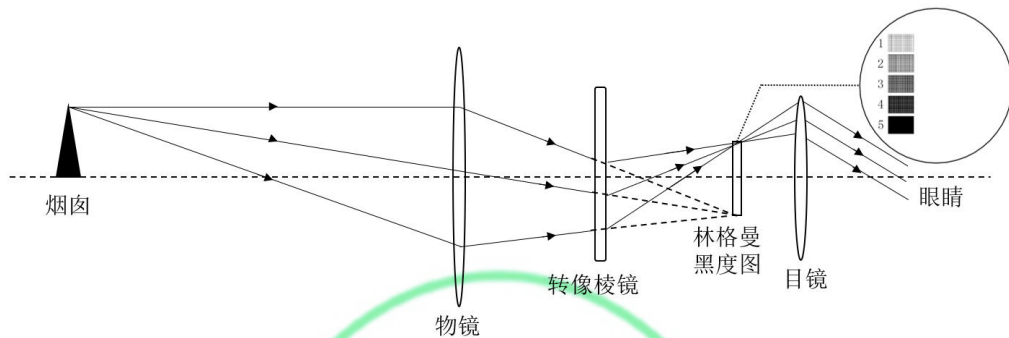


图1 林格曼望远镜光路原理示意图

## 5 仪器和设备

5.1 林格曼望远镜：望远镜视角放大率为7~15倍；物镜通光孔径 $\geq 50$  mm；望远镜林格曼黑度图制作误差 $\leq 0.2$ 级（误差计算方法见附录A）；望远镜林格曼黑度图位于分划板上一侧，面积占分划板视场面积约1/3，摄像倍率为1.5倍~2.5倍。

5.2 林格曼望远镜支架：应可伸缩，便于调整观测视角。

5.3 计时器：精度 $\leq 1$  s。

5.4 风向、风速测定仪：风向八方位或十六方位、风速分辨率 $\leq 0.1$  m/s。

## 6 观测方法

### 6.1 观测位置和条件

6.1.1 观测应在光照充足的白天进行，雨雪天、雾天，严重阴、霾天及风速大于4.5 m/s等不适宜气象条件下不应进行观测。

6.1.2 观测烟羽的部位应选择在烟囱出口烟气黑度最大的地方。

6.1.3 观测者与烟囱的距离一般在30 m~1000 m为宜，应确保清晰观察到烟气的排放情况。

6.1.4 观测烟羽视野范围内无障碍物阻挡，观测仰视角一般不大于 $45^\circ$ 。

6.1.5 观测者视线宜尽量与烟羽飘动的方向垂直，如在较强太阳光照射下观测，光线不应来自观测者前方，太阳位置宜在观测者后方 $140^\circ$ 角范围内，见图2。

### 6.2 观测步骤

6.2.1 选定适宜的观测位置，将林格曼望远镜的镜头，对准烟囱出口被测烟羽，调节目镜焦距，使分划板上的林格曼黑度图每个方块呈现均匀的灰度，观察到的烟羽在林格曼黑度图侧方清晰成像。

6.2.2 将通过林格曼望远镜观察到的烟气与望远镜林格曼黑度图进行比较，确定烟气的林格曼黑度级数。

6.2.3 如烟气黑度处于2个林格曼黑度级数之间，可估读0.5林格曼黑度级数。

6.2.4 连续观测30 min，一般情况每1 min观测4次，每15 s观测1次。对于烟气排放稳定的污染源，可减少观测频次，每1 min观测2次，每30 s观测1次。每次观测记录的数据反映观测时间段内的烟气黑度。

6.2.5 观测中出现 5 级林格曼黑度时，停止观测，做好记录。

6.2.6 观测结果 $\geq 1$ 级林格曼黑度时，可采用拍照或录视频等手段记录观测过程。

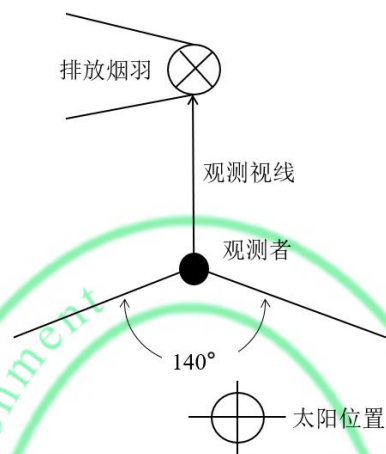


图 2 观测视线与太阳位置示意图

## 7 现场观测记录

### 7.1 观测记录内容

观测者现场填写观测记录，记录内容包括（但不限于）观测日期、污染源信息、林格曼望远镜仪器型号及编号、观测方法依据、观测点位置、观测条件、观测时间和观测结果等。可参照林格曼望远镜烟气黑度观测记录表（见附录 B）填写。

### 7.2 观测结果记录要求

按 6.2.4 的规定，每次观测记录 1 个读数，观测结束统计累计次数及累计时间。

## 8 结果计算与表示

### 8.1 结果计算

8.1.1 分别统计每一黑度级别出现的累计次数和时间，烟气黑度按 30 min 内出现累计时间超过 2 min 的最大林格曼黑度级计。

8.1.2 观测中出现 5 级林格曼黑度时，烟气黑度直接按 5 级计。

### 8.2 结果表示

烟气黑度观测情况统计与烟气黑度结果表示见表 1。

表 1 烟气黑度观测情况统计与结果表示

序号	烟气黑度观测情况统计	结果表示
1	30 min 内出现 5 级林格曼黑度时	林格曼黑度 5 级
2	30 min 内出现 $\geq 4$ 级, 且 $< 5$ 级林格曼黑度的累积时间超过 2 min 时	林格曼黑度 4 级
3	30 min 内出现 $\geq 3$ 级林格曼黑度的累积时间超过 2 min, 且 $\geq 4$ 级林格曼黑度的累积时间未超过 2 min 时	林格曼黑度 3 级
4	30 min 内出现 $\geq 2$ 级林格曼黑度的累积时间超过 2 min, 且 $\geq 3$ 级林格曼黑度的累积时间未超过 2 min 时	林格曼黑度 2 级
5	30 min 内出现 $\geq 1$ 级林格曼黑度的累积时间超过 2 min, 且 $\geq 2$ 级林格曼黑度的累积时间未超过 2 min 时	林格曼黑度 1 级
6	30 min 内出现 $< 1$ 级林格曼黑度的累积时间不少于 28 min 时	林格曼黑度 $< 1$ 级
注: 观测时长不足 30 min, 且出现 $\geq i$ 级 (除 5 级外) 林格曼黑度的累积时间超过 2 min 时, 观测结果可表示为 “ $\geq$ 林格曼黑度 $i$ 级”。		

## 9 精密度

30 名人员分别对“模拟 1 级标准烟羽图板”“模拟 2 级标准烟羽图板”“模拟 3 级标准烟羽图板”“模拟 4 级标准烟羽图板”进行观测, 人员间的相对标准偏差分别为 24%、12%、8.5%和 6.7%。

## 10 质量保证和质量控制

10.1 观测人员应经过培训, 掌握林格曼望远镜观测烟气黑度的基本知识, 具有一定的观察力和判断能力。观测人员的视力、色觉正常, 能准确分辨林格曼黑度各级图像。

10.2 林格曼望远镜首次使用前或维修后使用前, 应核查确认望远镜林格曼烟气黑度图, 望远镜林格曼烟气黑度图误差 ( $\Delta RN_i$ ) 应  $\leq 0.2$  级林格曼黑度,  $\Delta RN_i$  的计算方法见附录 A。

## 11 注意事项

11.1 利用林格曼望远镜观测烟气黑度时, 避免望远镜林格曼黑度图和烟羽重叠。

11.2 观测混有冷凝水蒸气的烟气, 当烟囱出口处的烟气中有可见的冷凝水汽存在时, 可选择在离开烟囱口一段距离看不到水汽的部位或烟羽颜色最深的部位观测; 当烟气在离开烟囱出口的一段距离后产生冷凝水汽, 此时选择在烟囱口附近尚未形成冷凝水汽的部位观测。

11.3 观测烟气黑度时, 为避免视觉疲劳, 观测人员每记录一个数据, 需要将视线移出观测区, 休息几秒后观测并记录下一个数据。

11.4 林格曼望远镜属精密光学仪器, 注意保护镜片表面不被沾污、擦伤, 应定期维护保养, 妥善保管。

附 录 A  
(规范性附录)  
望远镜林格曼黑度图误差计算方法

望远镜林格曼黑度图误差按以下方法计算：

按公式 (A.1) 得到各林格曼黑度级数的计算值  $RN_i$ ：

$$RN_i = (1 - T_i) \times 5 \quad (\text{A.1})$$

式中： $RN_i$ —— $i$  级林格曼黑度级数计算值；

$i$ ——1, 2, 3, 4, 5；

$T_i$ —— $i$  级林格曼黑度图上白格面积所占比例，%；

5——林格曼黑度级数转换系数。

按公式 (A.2) 计算各林格曼黑度级数的示值误差  $\Delta RN_i$ ，取其中最大的  $\Delta RN_i$  作为望远镜林格曼黑度图误差。

$$\Delta RN_i = |RN_i - RN_s| \quad (\text{A.2})$$

式中： $\Delta RN_i$ —— $i$  级林格曼黑度级数的示值误差；

$i$ ——1, 2, 3, 4, 5；

$RN_i$ —— $i$  级林格曼黑度级数计算值；

$RN_s$ ——林格曼黑度级数标准值，1~5。

注：如 1 级（林格曼黑度级） $RN_s$  取值为 1，2 级（林格曼黑度级） $RN_s$  取值为 2，以此类推。



附 录 B  
(资料性附录)

林格曼望远镜烟气黑度观测记录表

林格曼望远镜烟气黑度观测记录表见表 B.1。

表 B.1 林格曼望远镜烟气黑度观测记录

被测排污单位					统一社会信用代码			观测日期		
排放源名称					净化设施					
林格曼望远镜仪器型号及编号					排放口名称及编号					
序号	林格曼黑度级数					观测点位置与观测条件				
	min	0 s	15 s	30 s	45 s					
1						烟囱距离：_____ m；烟囱高度：_____ m； 烟囱位置经纬度：_____； 观测位置经纬度：_____； 风速：_____ m/s；风向：_____； 天气状况： <input type="checkbox"/> 晴朗 <input type="checkbox"/> 少云 <input type="checkbox"/> 多云 <input type="checkbox"/> 阴天 烟羽背景： <input type="checkbox"/> 无云 <input type="checkbox"/> 薄云 <input type="checkbox"/> 白云 <input type="checkbox"/> 灰云 烟囱、太阳和观测人员相对位置示意图  备注：				
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11						观测值累计次数及时间				
12						观测开始时间：_____时_____分； 观测结束时间：_____时_____分。  5 级：___次 累计时间___min； ≥4 级且<5 级：___次 累计时间___min； ≥3 级且<4 级：___次 累计时间___min； ≥2 级且<3 级：___次 累计时间___min； ≥1 级且<2 级：___次 累计时间___min； <1 级：___次 累计时间___min。  <b>观测结果</b> 烟气黑度：林格曼黑度_____级				
13										
14										
15										
16										
17										
18										
……										
29										
30										
观测方法依据：										
观测人：				复核人：						
注：排放口编号按 HJ 608 规定编码。										