

中华人民共和国国家环境保护标准

HJ 871—2017

环境空气 氯气等有毒有害气体的 应急监测 比长式检测管法

**Ambient air—Determination of chlorine and other hazardous air
pollutants in emergency monitoring—Length detector tube method
(发布稿)**

本电子版为发布稿。请以中国环境出版社出版的正式标准文本为准。

2017—11—28 发布

2018—01—01 实施

环 境 保 护 部 发 布

目 次

前 言	ii
1 适用范围	1
2 规范性引用文件	1
3 方法原理	1
4 干扰和消除	1
5 仪器和设备	2
6 采样前的准备	2
7 样品采集和测定	3
8 结果计算与表示	4
9 质量保证和质量控制	4
10 废物处理	5
11 注意事项	5
附录 A（资料性附录） 常见测定范围、方法原理、干扰和消除以及注意事项	6
附录 B（资料性附录） 实验室内精密度和准确度	12

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国大气污染防治法》，保护环境，保障人体健康，规范环境空气应急监测工作，制定本标准。

本标准规定了测定环境空气中氯气、一氧化碳、硫化氢、氯化氢、氰化氢、光气、氟化氢、氨气、甲醛、苯乙烯、砷化氢、臭氧、二氧化硫、氮氧化物、苯和甲苯等 16 种有害气体的比长式检测管法。

本标准的附录 A 和附录 B 为资料性附录。

本标准首次发布。

本标准由环境保护部环境监测司和科技标准司组织制订。

本标准起草单位：沈阳市环境监测中心站、北京市劳动保护科学研究所。

本标准环境保护部 2017 年 11 月 28 日批准。

本标准自 2018 年 1 月 1 日起实施。

本标准由环境保护部解释。

环境空气 氯气等有毒有害气体的应急监测 比长式检测管法

警告：本方法所用的检测管内载体具有一定的毒性，应避免接触皮肤和衣物。使用检测管或现场应急监测时应注意自身防护。

1 适用范围

本标准规定了测定环境空气中氯气、一氧化碳、硫化氢、氯化氢、氰化氢、光气、氟化氢、氨气、甲醛、苯乙烯、砷化氢、臭氧、二氧化硫、氮氧化物、苯和甲苯等16种有害气体的比长式检测管法。

本标准定性半定量方法，适用于环境空气中氯气、一氧化碳、硫化氢、氯化氢、氰化氢、光气、氟化氢、氨气、甲醛、苯乙烯、砷化氢、臭氧、二氧化硫、氮氧化物、苯和甲苯等有害气体的现场应急监测，以及筛查、普查等先期调查工作。

目标物常见测定范围参见附录 A。

2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件中的条款。凡是未注明日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

GB/T 7230 气体检测管装置

HJ 589 突发环境事件应急监测技术规范

3 方法原理

环境空气中的有毒有害气体进入检测管，其中的目标物与检测管中的化学试剂（通常称为指示粉）反应产生颜色变化，在一定浓度范围内，变色长度与目标物浓度成正比。

目标物的测定方法原理参见附录 A。

4 干扰和消除

4.1 化学性质相同或相近的物质共存时，这些物质同时与检测管中的化学试剂反应，使结果偏高；共存物质与检测管中的化学试剂反应，且反应速度比目标物快，例如使化学试剂氧化，使目标物检测不出或结果偏低。共存物质先与检测管中的化学试剂反应，产生的反应物又与目标物反应，从而显示与单一反应不同的颜色；目标物与检测管中的化学试剂反应，产生的反应物又与共存物质反应，使颜色变深、转化或褪色，导致结果不准确。

4.2 湿度干扰测定时，应在检测管前增加干燥管消除其干扰。温度干扰测定时，应按照检测管说明书中给出的温度校准系数进行校准。共存的易被氧化的物质干扰测定时，应在检测管前增加氧化管消除其干扰，其他干扰物质可通过过滤管（层）去除。目标物的干扰和消除参见附录 A。

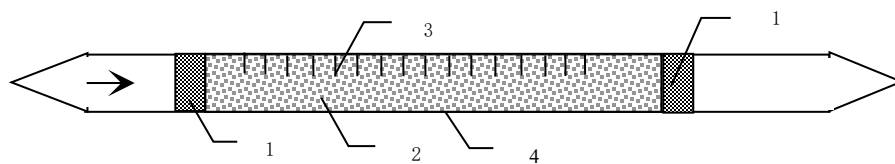
5 仪器和设备

5.1 采样装置

5.1.1 检测管

检测管的灵敏度、准确度、变色界面等性能符合 GB/T 7230 的规定和要求。

比长式检测管由玻璃管、指示粉、刻度线和隔离层等构成，结构示意图见图 1。



1——隔离层；2——指示粉；3——刻度线；4——玻璃管。

图 1 比长式检测管结构示意图

5.1.2 采样器

与检测管配套使用的手动或自动采样装置，主要分为注入式、真空式和囊式采样器等。采样器应具有采样终点指示装置，其气密性和采样体积误差应符合 GB/T 7230。

5.1.3 预处理管

干燥管、氧化管和过滤管（层）等。

5.2 集气袋

容积不小于 3 L，内衬材料应选用对被测目标物影响小的惰性材料。

5.3 玻璃注射器

容积为 100 ml，当现场不适合直接测定或需要对样品进行稀释时使用。

6 采样前的准备

6.1 点位布设

按照 HJ 589 进行点位布设。

6.2 检测管的检查

检测管在使用前，应核查有效期，并进行外观检查，发现超过有效期、有管尖断裂、药剂松动、变色或刻度线不清等现象时，不得使用。

6.3 采样器的检查

采样器与检测管连接的进气口不能有裂痕或变形，必须能与检测管紧密连接。采样前，检查采样器的气密性，用手堵住进气口，启动采样器，应感觉明显阻力。

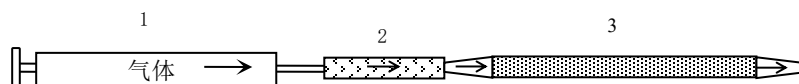
6.4 集气袋的检查

集气袋使用前应进行气密性检查。

7 样品采集和测定

7.1 采样装置连接

根据现场情况选择合适的检测管及配套的预处理管（需要时），割断检测管和配套的预处理管两端封口，与配套的采样器连接。采样装置连接示意图见图2和图3。



1——采样器；2——预处理管（需要时连接）；3——检测管。

图2 采样装置连接示意图（适用于注入式采样器）



1——预处理管（需要时连接）；2——检测管；3——采样器。

图3 采样装置连接示意图（适用于真空式或囊式采样器）

7.2 直接测定

7.2.1 设定采样器的抽气流量和抽气时间，用采样装置采集待测气体进行测定，观察检测管的变色情况，达到规定的采气体积和反应时间后停止测定，由变色部分所指示的刻度，读出数据，连续测定两次。

注1：变色部分的颜色可能随着时间的推移发生改变、褪色或分散，样品采集完成后应立即读数。读数时，当检测管变色部分截面整齐时，变色处与未变色处的界面所处的刻度位置即为被测气体中目标物的浓度值；当变色部分截面不整齐即出现斜面、凸形或凹形时，应按变色部分所处的刻度位置取其最高值与最低值进行平均。

注2：若样品浓度超出或低于检测管测定范围，而又没有符合测定范围要求的检测管时，可通过改变采样体积的方式测定，此时应注意检测管测定范围对扩展浓度的要求。

7.2.2 当检测管给出的示值单位为质量浓度时，监测结果需换算成标准状况下的质量浓度，样品测定的同时，需同步测定监测现场的环境温度、湿度（必要时）和大气压力。

7.3 间接测定

现场环境不适合直接测定时，用玻璃注射器（5.3）采集并将样品转入到集气袋（5.2）中，于合适

的环境进行测定，测定方式同 7.2。集气袋使用前先用现场气体冲洗 3~5 次。当目标物浓度过高，超过检测管测定范围时，也可采用玻璃注射器和集气袋，用氮气或相对洁净的环境空气将样品稀释后测定。

8 结果计算与表示

8.1 结果计算

8.1.1 当检测管的读数为体积浓度时，按公式（1）换算成标准状态下的质量浓度。

$$\rho = x \times \frac{M}{22.4} \quad (1)$$

式中： ρ —— 标准状态下被测目标物的质量浓度， mg/m^3 ；

x —— 被测目标物实测的体积浓度（检测管上变色部分指示的读数）， $\mu\text{mol}/\text{mol}$ ；

M —— 被测目标物的分子量， g/mol ；

22.4 —— 标准状态下气体的摩尔体积， L/mol 。

8.1.2 当检测管的读数为质量浓度时，按公式（2）换算成标准状态下的质量浓度。

$$\rho = \rho' \times k \times CF \times \left[\frac{273+t}{273} \right] \times \left[\frac{101325}{P} \right] \quad (2)$$

式中： ρ —— 标准状态下被测目标物的质量浓度， mg/m^3 ；

ρ' —— 被测目标物实测的质量浓度（检测管上变色部分指示的读数）， mg/m^3 ；

k —— （检测管说明书上）温、湿度修正系数表上测定点的环境温度和相对湿度所对应的修正系数，没有修正系数时 $k=1$ ；

CF —— 校准系数。根据检测管测定范围内的标准采气体积与实际采气体积的比值来确定该系数。例如，检测管在 $0.05 \text{ mg}/\text{m}^3 \sim 30 \text{ mg}/\text{m}^3$ 测定范围内的标准采气体积为 100 ml，实际采气体积为 200 ml， CF （校准系数）= 0.5；

t —— 测定点的环境温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

P —— 测定点的大气压力，Pa。

8.2 结果表示

测定结果为连续两次测定结果的平均值，最多保留 3 位有效数字。

9 质量保证和质量控制

根据现场情况，选择合适量程的检测管。

10 废物处理

废弃的检测管应集中收集，送至有资质单位处置。

11 注意事项

11.1 检测管应按说明书规定的方法保存，使用前应核查有效期，并保证在有效期内使用。使用时应注意颜色变化情况，颜色变化应清晰，指示粉变色部分与未变色部分之间的界面沿管壁纵向最长端与最短端长度之差不超过两者平均值的 20%。

11.2 检测管变色长度与采样的速度有关，测量时应严格遵照检测管使用说明书的要求。

附录 A
(资料性附录)

常见测定范围、方法原理、干扰和消除以及注意事项

主要气体检测管常见测定范围、方法原理、干扰和消除以及注意事项等供参考。

A.1 常见测定范围

目标物常见测定范围参见表 A.1。

表 A.1 目标物常见测定范围

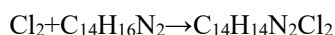
序号	目标物	常见测定范围 (mg/m ³)	序号	目标物	常见测定范围 (mg/m ³)
1	氯气	0.06~3.2×10 ³	9	甲醛	0.02~8.6×10 ³
2	一氧化碳	0.5~6.3×10 ³	10	苯乙烯	4.7~7.0×10 ³
3	硫化氢	0.2~6.1×10 ⁴	11	砷化氢	0.02~350
4	氯化氢	0.08~8.2×10 ³	12	臭氧	0.05~2.1×10 ³
5	氰化氢	0.2~2.9×10 ³	13	二氧化硫	0.1~2.3×10 ⁴
6	光气	0.2~330	14	氮氧化物	0.08~5.1×10 ³
7	氟化氢	0.2~89	15	苯	0.05~1.5×10 ³
8	氨气	0.05~1.0×10 ³	16	甲苯	0.05~1.2×10 ⁴

A.2 方法原理、干扰和消除以及注意事项

A.2.1 氯气

A.2.1.1 方法原理

环境空气进入氯气检测管，氯气将吸附在硅胶上的联邻甲苯胺氧化，使指示粉的颜色由白色变为黄色，在一定范围内，变色长度与氯气的浓度成正比。反应式如下：



A.2.1.2 干扰和消除

卤素、氨气、氯化氢、一氧化氮、二氧化氮、二氧化氯和氯胺等对测定有干扰。

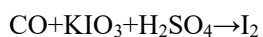
A.2.1.3 注意事项

氯气检测管一般在温度 0℃~40℃ 和湿度 ≤90% 时使用。

A.2.2 一氧化碳

A.2.2.1 方法原理

环境空气进入一氧化碳检测管，一氧化碳在发烟硫酸作用下，将吸附在硅胶上的碘酸钾还原，析出碘，使指示粉的颜色由白色变为棕色，在一定范围内，变色长度与一氧化碳的浓度成正比。反应式如下：



A. 2. 2. 2 干扰和消除

丙烷、丁烷、己烷、乙烯、芳香族碳氢化合物等共存时对测定有影响。

A. 2. 2. 3 注意事项

一氧化碳检测管一般在温度 15℃~30℃时使用。

A. 2. 3 硫化氢

A. 2. 3. 1 方法原理

环境空气进入硫化氢检测管，硫化氢与吸附在硅胶上的醋酸铅反应，生成褐色的硫化铅色柱，在一定范围内，变色长度与硫化氢气体的浓度成正比。反应式如下：



A. 2. 3. 2 干扰和消除

二氧化硫、砷化氢、溴化氢、氮氧化物等对测定有干扰。

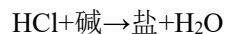
A. 2. 3. 3 注意事项

硫化氢检测管一般在温度 0℃~40℃时使用。

A. 2. 4 氯化氢

A. 2. 4. 1 方法原理

环境空气进入氯化氢检测管，氯化氢与吸附在硅胶上的碱发生中和反应，使指示粉变色，在一定范围内，变色长度与氯化氢气体的浓度成正比。反应式如下：



A. 2. 4. 2 干扰和消除

酸性气体共存时使测定结果偏高。

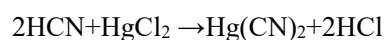
A. 2. 4. 3 注意事项

氯化氢检测管一般在温度 0℃~40℃和湿度 5%~70%时使用。

A. 2. 5 氰化氢

A. 2. 5. 1 方法原理

A. 2. 5. 1. 1 环境空气进入氰化氢检测管，氰化氢与吸附在硅胶上的二氯化汞发生反应，生成氯化氢，改变介质的 pH，使指示粉变色，在一定范围内，变色长度与氰化氢气体的浓度成正比。反应式如下：



A. 2. 5. 1. 2 环境空气进入氰化氢检测管，氰化氢与用联苯胺和醋酸铜溶液处理过的指示粉反应，使指示粉的颜色由白色变为蓝色，在一定范围内，变色长度与氰化氢气体的浓度成正比。

A. 2. 5. 2 干扰和消除

氨气对测定结果有负干扰。氯化氢、硝酸、二氧化硫、二氧化氮、氟化氢和硫化氢等酸性气体对测定结果有正干扰。

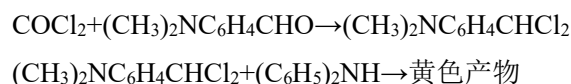
A. 2. 5. 3 注意事项

氰化氢检测管一般在温度 0℃~40℃和湿度 5%~95%时使用。

A. 2. 6 光气

A. 2. 6. 1 方法原理

环境空气进入光气检测管，光气与吸附在硅胶上的对二氨基苯甲醛和二苯胺反应，使指示粉的颜色由白色变为黄色，在一定范围内，变色长度与光气的浓度成正比。反应式如下：



A. 2. 6. 2 干扰和消除

氯气、氯化氢、二氧化氮、羰基溴和乙酰氯等共存时使测定结果偏高。

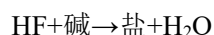
A. 2. 6. 3 注意事项

光气检测管一般在温度 0℃~40℃时使用，不受湿度的影响。

A. 2. 7 氟化氢

A. 2. 7. 1 方法原理

环境空气进入氟化氢检测管，氟化氢与吸附在硅胶上的碱发生中和反应，使指示粉变色，在一定范围内，变色长度与氟化氢的浓度成正比。反应式如下：



A. 2. 7. 2 干扰和消除

酸性气体共存时使测定结果偏高。

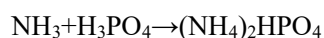
A. 2. 7. 3 注意事项

氟化氢检测管一般在温度 0℃~40℃，湿度 5%~70%时使用。

A. 2. 8 氨气

A. 2. 8. 1 方法原理

环境空气进入氨气检测管，氨气与吸附在硅胶上的磷酸发生中和反应，使指示粉变色，在一定范围内，变色长度与氨气的浓度成正比。反应式如下：



A. 2. 8. 2 干扰和消除

硫化氢、二氧化硫、一氧化氮、胺类、联氨共存时对氨气的测定产生正干扰。氨气受湿度干扰，测定时应检测管前面增加干燥管。

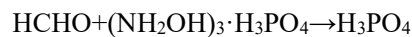
A. 2. 8. 3 注意事项

氨气检测管一般在温度 0℃~40℃时使用。

A. 2. 9 甲醛

A. 2. 9. 1 方法原理

环境空气进入甲醛检测管，甲醛与吸附在硅胶上的磷酸羟胺反应生成磷酸，使指示粉变色，在一定范围内，变色长度与甲醛气体的浓度成正比。反应式如下：



A. 2. 9. 2 干扰和消除

其它醛类、酮类、氨类、苯乙烯和酸性气体等对测定有干扰。

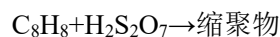
A. 2. 9. 3 注意事项

甲醛检测管一般在温度 15℃~35℃，湿度 30%~80%时使用。

A. 2. 10 苯乙烯

A. 2. 10. 1 方法原理

环境空气进入苯乙烯检测管，苯乙烯与吸附在硅胶上的焦硫酸反应生成缩聚物，使指示粉的颜色由白变黄，在一定范围内，变色长度与苯乙烯气体的浓度成正比。反应式如下：



A. 2. 10. 2 干扰和消除

醇类、脂类、醛类、酮类、易于聚合的有机物、丙烯、丁二烯、氯丙烯和氯乙烯等对测定有影响。

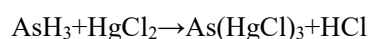
A. 2. 10. 3 注意事项

苯乙烯检测管一般在温度 15℃~35℃，湿度 30%~80%时使用。

A. 2. 11 砷化氢

A. 2. 11. 1 方法原理

环境空气进入砷化氢检测管，砷化氢与吸附在硅胶上的二氯化汞反应生成氯化氢，使指示粉的颜色由黄色变为红色，在一定范围内，变色长度与砷化氢气体的浓度成正比。反应式如下：



A. 2. 11. 2 干扰和消除

酸性气体对测定有干扰。

A. 2. 11. 3 注意事项

砷化氢检测管一般在温度 15℃~35℃时使用。

A. 2. 12 臭氧

A. 2. 12. 1 方法原理

环境空气进入臭氧检测管，臭氧与吸附在硅胶上的靛蓝反应生成靛红，使指示粉的颜色发生变化，在一定范围内，变色长度与臭氧的浓度成正比。反应式如下：



A. 2. 12. 2 干扰和消除

二氧化氮、氯气和次氯酸等共存时，使测定结果偏高。

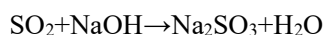
A. 2. 12. 3 注意事项

臭氧检测管一般在温度 15℃~35℃时使用。

A. 2. 13 二氧化硫

A. 2. 13. 1 方法原理

环境空气进入二氧化硫检测管，二氧化硫与吸附在硅胶上的碱发生中和反应，使指示粉的颜色发生变化，在一定范围内，变色长度与二氧化硫的浓度成正比。反应式如下：



A. 2. 13. 2 干扰和消除

酸性气体的存在对测定有正干扰。

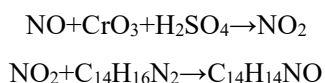
A. 2. 13. 3 注意事项

二氧化硫检测管一般在温度 15℃~35℃时使用。

A. 2. 14 氮氧化物

A. 2. 14. 1 方法原理

环境空气进入氮氧化物检测管，氮氧化物中的一氧化氮被吸附在硅胶上的三氧化铬氧化成二氧化氮，二氧化氮与邻甲苯胺反应，使指示粉的颜色发生变化，在一定范围内，变色长度与氮氧化物的浓度成正比。反应式如下：



A. 2. 14. 2 干扰和消除

氯气等卤素气体共存使测定结果偏高。

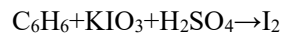
A. 2. 14. 3 注意事项

氮氧化物检测管一般在温度 0℃~40℃时使用。

A. 2. 15 苯

A. 2. 15. 1 方法原理

环境空气进入苯检测管，苯与吸附在硅胶上的碘酸钾反应，析出碘，使指示粉的颜色由白色变成棕色，在一定范围内，变色长度与苯的浓度成正比。反应式如下：



A. 2. 15. 2 干扰和消除

一氧化碳、甲苯、二甲苯、萘和汽油等共存时对测定有干扰。

A. 2. 15. 3 注意事项

苯检测管一般在温度 15℃~35℃时使用。

A. 2. 16 甲苯

A. 2. 16. 1 方法原理

环境空气进入甲苯检测管，甲苯与吸附在硅胶上的碘酸钾反应，析出碘，使指示粉的颜色变成棕色，在一定范围内，变色长度与甲苯的浓度成正比。反应式如下：



A. 2. 16. 2 干扰和消除

苯、二甲苯、一氧化碳、乙炔和乙烷等共存时对测定有影响。

A. 2. 16. 3 注意事项

甲苯检测管一般在温度 15℃~35℃时使用。

附录 B
(资料性附录)
实验室内精密度和准确度

实验室内随机抽取一种同一批次 6 支检测管，对氯气等 11 种标准气体的低、中、高浓度分别进行 6 次平行测定。精密度和准确度测定结果见表 B.1。

测定低浓度时，相对标准偏差在 10%以内，相对误差在±20%以内；测定中等浓度时，相对标准偏差在 6%以内，相对误差在±12%以内；测定高浓度时，相对标准偏差在 5%以内，相对误差在±10%以内。

表B.1 精密度和准确度的测定结果

目标物	检测管测定范围 (mg/m ³)	标准气体浓度 (mg/m ³)	相对标准偏差 (%)	相对误差 (%)
氯气	1~30	3.6	8.6	-17
		15	4.0	-11
		29	2.6	-4.1
一氧化碳	10~200	28	6.8	-13
		110	2.4	-7.3
		190	2.3	-6.5
硫化氢	5~100	5.6	8.6	7.1
		28	4.5	7.9
		83	4.2	7.9
氯化氢	1~30	3.6	9.2	14
		11	4.9	11
		29	3.6	9.1
氨气	5~100	10	9.0	-20
		40	5.4	10
		80	3.0	7.5
臭氧	4~110	11	6.8	20
		48	4.4	12
		96	3.0	5.4
氟化氢	1~30	4.5	6.6	11
		14	3.5	8.8
		27	3.7	6.2
二氧化硫	10~150	20	6.9	-15
		80	2.9	-9.5
		150	3.2	-7.5
氮氧化物	5~100	9.8	7.0	12
		39	5.4	7.7
		78	2.4	5.0
苯	20~400	25	4.8	-11
		990	1.8	-5.4
		400	1.5	-3.4
甲苯	50~1.0×10 ³	50	6.7	12
		400	2.3	8.3
		800	2.1	8.7