

附件十一：

《环境空气 现场快速检测 检气管法》  
(征求意见稿) 编制说明

《环境空气 现场快速检测 检气管法》标准编制组

二〇一一年三月

项目名称：环境空气 优先物应急监测方法 检测管法

项目统一编号：867.1

项目承担单位：沈阳市环境监测中心站

编制组主要成员：骆虹 曲建 李相力 翟佳赢 关鑫 张天石 陈奇

标准所技术管理负责人：武婷、王宗爽

标准处项目负责人：谷雪景

# 目 录

<b>1 项目背景</b> .....	<b>1</b>
1.1 任务来源.....	1
1.2 工作过程.....	1
<b>2 标准制订的必要性分析</b> .....	<b>1</b>
2.1 被测对象（污染物项目）的环境危害.....	1
2.2 相关环保标准和环保工作的需要.....	4
<b>3 国内外相关分析方法研究</b> .....	<b>6</b>
3.1 主要国家、地区及国际组织相关分析方法研究.....	6
3.2 国内相关分析方法研究.....	7
3.3 检气管的类别.....	8
<b>4 标准制修订的基本原则和技术路线</b> .....	<b>8</b>
4.1 标准制（修）订的基本原则.....	8
4.2 标准制修订的技术路线.....	8
<b>5 方法研究报告</b> .....	<b>10</b>
5.1 方法研究的目标.....	10
5.2 方法的原理.....	10
5.3 仪器和设备.....	11
5.4 样品.....	11
5.5 分析步骤.....	11
5.6 结果计算.....	12
<b>6 与开题报告的差异说明</b> .....	<b>14</b>
<b>7 参考文献</b> .....	<b>14</b>

# 《环境空气 现场快速检测 检气管法》编制说明

## 1 项目背景

### 1.1 任务来源

2007年，国家环境保护总局下达了《环境空气 优先物应急监测 检气管法》国家环保标准制修订计划，优先物包括一氧化碳、氯气、硫化氢、氯化氢、氨气、臭氧、甲醛、苯乙烯、光气、氟化氢、砷化氢和氰化氢等12种物质，项目统一编号为867.1，由沈阳市环境监测中心站承担。

2009年9月25日，由环保部科技标准司组织的开题论证会上，将课题名称改为《环境空气 优先物应急监测 检气管法》，不限定检测气体的种类。

### 1.2 工作过程

#### (1)成立标准编制小组

2007年6月，沈阳市环境监测中心站接到制订《环境空气 优先物应急监测 检气管法》的任务以后，2007年7月成立了标准编制小组，小组成员中包括有多年从事科研及应急监测工作的同志。

#### (2)查询国内外相关标准和文献资料

在2007年下半年和2008年初，我们进行了资料收集和调研工作。了解了国内检气管的生产以及我国目前使用的进口检气管情况。

#### (3)购买检气管、标准气体进行基础实验，验证检气管方法的准确度和精密度。

(4)2009年9月，环保部科技标准司组织开题论证会，将课题名称改为《环境空气 优先物应急监测 检气管法》，方法不限定检测气体的种类。要求广泛收集相关资料，补充完善标准方法，不再进行基础实验和方法验证。论证会后，标准编制小组根据意见，重新进行调研与资料收集。

## 2 标准制订的必要性分析

### 2.1 被测对象（污染物项目）的环境危害

#### 2.1.1 常见污染物项目的基本理化性质

##### (1)一氧化碳

一氧化碳 (carbon monoxide, CO)纯品为无色、无臭、无刺激性的气体。分子量28.01，密度0.967g/L，冰点为-207℃，沸点-190℃。在水中的溶解度甚低，但易溶于氨水。空气混合爆炸极限为12.5%~74%。

##### (2)氯气

氯气为黄绿色气体,有窒息性气味。分子式Cl<sub>2</sub>。分子量70.91。相对密度1.47(0℃369.77kPa)。熔点-101℃。沸点-34.5℃。蒸气密度2.49。蒸气压506.62kPa(5atm10.3℃)。溶于水和易溶于碱液。遇水生成次氯酸和盐酸,次氯酸再分解为盐酸新生态氯、氧和氯酸。

氯与一氧化碳在高热条件下,可生成光气。本品不燃,但可助燃。在日光下与易燃气体混合时会发生燃烧爆炸。与许多物质反应引起燃烧和爆炸。

### (3)硫化氢

硫化氢为无色气体,具有臭鸡蛋气味,分子式为 $H_2S$ ,相对分子量34.08,相对密度1.19,熔点 $-82.9^{\circ}C$ ,沸点 $-61.8^{\circ}C$ ,易溶于水、甲醇类、石油溶剂和原油中。硫化氢与空气混合能形成爆炸性混合物,遇明火、高热能引起燃烧爆炸。

### (4)氯化氢

氯化氢为无色非可燃性气体。有极刺激气味。分子式 $HCl$ 。分子量36.47。相对密度1.268(air=1.000)或1.639g/l。熔点 $-114.3^{\circ}C$ 。沸点 $-85^{\circ}C$ 。在空气中呈白色的烟雾。极易溶于水,生成盐酸。有强腐蚀性。能与多种金属反应产生氢气,可与空气形成爆炸性混合物。遇氰化物产生剧毒氰化氢。

### (5)氨气

氨气为无色有刺激性恶臭气体,分子式为 $NH_3$ ,相对分子量17.03,相对密度0.771(液),沸点 $-33.35^{\circ}C$ ,易溶于水、形成氢氧化铵,溶于乙醚等有机溶剂。

### (6)臭氧

臭氧又名三原子氧,俗称“福氧、超氧、活氧”,分子式是 $O_3$ 。在常温常压下,较低浓度的臭氧是无色气体,当浓度达到15%时,呈现出淡蓝色。臭氧可溶于水,在常温常压下臭氧在水中的溶解度比氧高约13倍,比空气高25倍。臭氧很不稳定,在常温下即可分解为氧气。

### (7)甲醛

甲醛是一种无色,有强烈刺激型气味的气体。分子式 $HCHO$ ,沸点 $-19.5^{\circ}C$ ,熔点 $-118^{\circ}C$ 。易溶于水、醇和醚。在常温下是气态,通常以水溶液形式出现。

### (8)苯乙烯

苯乙烯是芳烃的一种。分子式 $C_6H_5CH=CH_2$ 。熔点 $-30.6^{\circ}C$ ,沸点 $145.2^{\circ}C$ ,相对密度0.9060(20 /  $4^{\circ}C$ )。不溶于水,能与乙醇、乙醚等有机溶剂混溶。

### (9)光气

光气剧毒,是一种强刺激;窒息性气体。熔点 $-127.84^{\circ}C$ ,沸点 $7.48^{\circ}C$ 。很容易水解,即使在冷水中,光气的水解速度也很快。

### (10)氟化氢

氟化氢是无色,有锐利刺激气味的气体,分子式 $HF$ ,沸点 $19.54^{\circ}C$ ,熔点 $-83.7^{\circ}C$ ,易溶于水,其溶液为氢氟酸。

### (11)砷化氢

砷化氢是无色、有蒜味的极毒气体,化学式 $AsH_3$ 。熔点 $-116.3^{\circ}C$ ,沸点 $-55^{\circ}C$ ,密度2.695克/升。砷化氢微溶于水,不稳定,是强还原剂;加热至 $300^{\circ}C$ 时分解。

### (12)氰化氢

氰化氢为无色气体或液体,有苦杏仁味。分子式 $HCN$ ,熔点( $^{\circ}C$ ) $-13.2$ ,沸点( $^{\circ}C$ ) $25.7$ 。氰化氢易燃,高毒。

## 2.1.2常见污染项目的环境危害

#### (1)一氧化碳

一氧化碳能与人体血液中的血红蛋白结合形成碳氢血红蛋白，影响血红蛋白的输送能力，阻碍氧通过血液向心肌、脑组织的转移。

当空气中一氧化碳的含量达125mg/m<sup>3</sup>时，无自觉症状，500mg/m<sup>3</sup>时会出现头痛、疲倦、恶心、头晕等感觉，750mg/m<sup>3</sup>时发生心悸亢进，并伴随有虚脱危险，1250mg/m<sup>3</sup>时出现浑水，痉挛而造成死亡。

#### (2)氯气

氯气经呼吸道吸入时，与呼吸道粘膜表面水分接触，产生盐酸、次氯酸，次氯酸再分解为盐酸和新生态氧，产生局部刺激和腐蚀作用。氯也能直接吸收而引起毒作用，如高浓度氯吸入后引起迷走神经反射心跳停止或猴头痉挛而出现猝死。氯气主要作用于支气管和细支气管，也可做用于肺泡引起肺水肿。

#### (3)硫化氢

硫化氢是一种刺激性和窒息性的气体，是强烈的神经毒物，对粘膜有强烈的刺激作用，高浓度（1000mg/m<sup>3</sup>）时可致人猝死。它对粘膜的局部刺激作用系由接触湿润粘膜后分解形成的硫化钠以及本身的酸性所引起。其对肌体全身作用为阻断细胞内呼吸而导致全身缺氧。人吸入70-150 mg/m<sup>3</sup>硫化氢2-5分钟后嗅觉疲劳闻不到味，1-2h出现呼吸道及眼刺激症状。在980-1260 mg/m<sup>3</sup>的浓度下，数秒钟后很快出现急性中毒，呼吸加快渐入昏迷，进而呼吸麻痹而死亡。

#### (4)氯化氢

短期接触氯化氢可出现咽痛、咳嗽、窒息感。严重者可发生喉痉挛或肺水肿；与皮肤接触能引起腐蚀性灼伤；对牙齿有酸蚀。

#### (5)氨气

氨气极易于液化，在温度变化时体积变化的系数很大，遇高热，在容器内易爆。易燃，但只有在烈火的情况下在有限的区域显示出来，遇油类或有可燃物存在能增强燃烧危险性；接触液氨可引起严重灼伤。水溶液有腐蚀性。

氨气对皮肤、粘膜和眼睛有腐蚀性。轻度出现流泪、咽痛、咳嗽水肿；中度症状加剧，呼吸困难；重度可发生中毒性肺水肿、剧烈咳嗽、咳大量粉红色泡沫痰、昏迷、休克；高浓度氨可引起发射性呼吸停止。

#### (6)臭氧

臭氧属于有害气体，浓度为  $3.125 \times 10^{-4} \sim 1.25 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$  (15 ~ 60mg/m<sup>3</sup>) 时，则对人体有危害。浓度为  $6.25 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$  (0.3mg/m<sup>3</sup>) 时，对眼、鼻、喉有刺激的感觉；浓度  $(6.25-62.5) \times 10^{-5} \text{ mol/L}$  (3 ~ 30mg/m<sup>3</sup>) 时，出现头疼及呼吸器官局部麻痹等症。其毒性还和接触时间有关，长期接触  $1.748 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$  (4ppm) 以下的臭氧会引起永久性心脏障碍，但接触 20ppm 以下的臭氧不超过 2h，对人体无永久性危害。臭氧的臭味很浓，浓度为  $4.46 \times 10^{-9} \text{ mol/L}$  (0.1ppm) 时，人们就感觉到。

#### (7)甲醛

甲醛是原浆毒物，能与蛋白质结合，吸入高浓度甲醛后，会出现呼吸道的严重刺激和水肿、眼刺痛、头痛，也可发生支气管哮喘。皮肤直接接触甲醛，可引起皮炎、色斑、坏死。

经常吸入少量甲醛，能引起慢性中毒，出现粘膜充血、皮肤刺激症、过敏性皮炎、指甲角化和脆弱、甲床指端疼痛等。全身症状有头痛、乏力、胃纳差、心悸、失眠、体重减轻以及植物神经紊乱等。

#### (8) 苯乙烯

苯乙烯对眼和上呼吸道粘膜有刺激和麻醉作用。急性中毒：高浓度时，立即引起眼及上呼吸道粘膜的刺激，出现眼痛、流泪、流涕、喷嚏、咽痛、咳嗽等，继之头痛、头晕、恶心、呕吐、全身乏力等；严重者可有眩晕、步态蹒跚。眼部受苯乙烯液体污染时，可致灼伤。慢性影响：常见神经衰弱综合征，有头痛、乏力、恶心、食欲减退、腹胀、忧郁、健忘、指颤等。对呼吸道有刺激作用，长期接触有时引起阻塞性肺部病变。皮肤粗糙、皴裂和增厚。

苯乙烯对环境有严重危害，应特别注意对地表水、土壤、大气和饮用水的污染，对水生生物应给予特别注意。由于其挥发性强，在大气中易被光解，也可被生物降解和化学降解，即能被特异的菌丛所破坏，亦能被空气中的氧所氧化成苯甲醚、甲醛及少量苯乙醇。

#### (9) 光气

光气是典型的暂时性毒剂。吸入中毒的半致剂量LD50为3200mg·min/m<sup>3</sup>，半失能剂量1600mg·min/m<sup>3</sup>。吸入后，经几小时的潜伏期出现症状，表现为呼吸困难、胸部压痛、血压下降，严重时昏迷以至死亡。

光气用作聚氨酯制品处理剂、增塑剂、聚碳酸酯原料，纤维处理剂、除草剂、炸药稳定剂、染料、染料中间体和药品原料，在生产中的跑、冒、滴、漏或意外泄漏都可带来污染。

#### (10) 氟化氢

氟化氢可刺激鼻、咽、眼睛及呼吸道。高浓度蒸气会严重的灼伤唇、口、咽及肺。可能造成液体蓄积于肺中及死亡。122ppm 浓度下暴露1分钟会严重刺激鼻、咽、及呼吸道。50ppm 浓度下暴露数分钟可能致死。

#### (11) 砷化氢

砷化氢为剧毒,是强烈的溶血性毒物。轻度中毒有头晕、头痛、乏力、恶心、呕吐、腹痛、关节及腰部酸痛,皮肤及巩膜轻度黄染。血红细胞及血红蛋白降低。尿呈酱油色,隐血阳性,蛋白阳性,有红、白细胞。血尿素氮增高。可伴有肝脏损害。重度中毒发病急剧,有寒颤、高热、昏迷、谵妄、抽搐、紫绀、巩膜及全身重度感染。

砷化氢在工业上用于有机合成、军用毒气、科研或某些特殊实验中。而是生产过程中的副反应产物或环境中自然形成的污染物。只要有砷和新生态氢同时存在,就能产生砷化氢。在工业生产中,夹杂砷的金属与酸作用,含砷矿石冶炼储存接触潮湿空气或用水浇含砷矿石的热炉渣均可形成砷化氢。

#### (12) 氰化氢

氰化氢易燃，高毒。短时间内吸入高浓度氰化氢气体，可立即呼吸停止而死亡。

## 2.2 相关环保标准和环保工作的需要

### (1) 环境质量标准与污染物排放（控制）标准对污染物项目监测要求

在我国的大气环境保护标准中，有多项标准中规定了二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、氯气、硫化氢、氯化氢、氨气、臭氧、甲醛、苯乙烯、光气和氰化氢等指标的浓度限值。

《环境空气质量标准》（GB3095-1996）规定了二氧化硫、氮氧化物、二氧化氮、一氧化碳、臭氧浓度限值，见表2-1。

表2-1 《环境空气质量标准》（GB3095-1996）中污染物浓度限值

污染物名称	取值时间	浓度限值（mg/m <sup>3</sup> ）		
		一级标准	二级标准	三级标准
二氧化硫	日均值	0.05	0.15	0.25
	一小时均值	0.15	0.50	0.70
氮氧化物	日均值	0.10	0.10	0.15
	一小时均值	0.15	0.15	0.30
二氧化氮	日均值	0.08	0.08	0.12
	一小时均值	0.12	0.12	0.24
一氧化碳	日平均	4.00	4.00	6.00
	1小时平均	10.00	10.00	20.00
臭氧	1小时平均	0.16	0.20	0.20

《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）规定了33种大气污染物的排放限值，其中几种主要污染物的浓度限值，见表2-2。

表2-2-1 《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中污染物浓度限值—现有污染源

污染物名称	最高允许排放浓度（mg/m <sup>3</sup> ）	无组织排放监控浓度限值（mg/m <sup>3</sup> ）
二氧化硫	1200（硫、二氧化硫、硫酸和其他含硫化合物生产）	0.5
	700（硫、二氧化硫、硫酸和其他含硫化合物使用）	
氮氧化物	1700（硝酸、氮肥和火炸药生产）	0.15
	420（硝酸、氮肥和火炸药使用）	
氯化氢	150	0.25
氯气	85	0.50
苯	17	0.50
甲苯	60	3.0
二甲苯	90	1.5
甲醛	30	0.25
乙醛	150	0.050
丙烯腈	26	0.75
氰化氢	2.3	0.030
甲醇	220	15
苯胺类	25	0.50
氯苯	85	0.50
光气	5.0	0.10

表2-2-2 《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中污染物浓度限值—新污染源

污染物名称	最高允许排放浓度（mg/m <sup>3</sup> ）	无组织排放监控浓度限值（mg/m <sup>3</sup> ）
二氧化硫	960（硫、二氧化硫、硫酸和其他含硫化合物生产）	0.40
	550（硫、二氧化硫、硫酸和其他含硫化合物使用）	
氮氧化物	1400（硝酸、氮肥和火炸药生产）	0.12
	240（硝酸、氮肥和火炸药使用）	
氯化氢	100	0.20
氯气	65	0.40
苯	12	0.40

甲苯	40	2.4
二甲苯	70	1.2
甲醛	25	0.20
乙醛	125	0.040
丙烯腈	22	0.60
氰化氢	1.9	0.024
甲醇	190	12
苯胺类	20	0.40
氯苯	60	0.40
光气	3.0	0.080

此外，《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）规定了氨气、硫化氢、氨和苯乙烯的浓度限值；《电镀污染物排放标准》（GB21900-2008）规定了氯化氢、氮氧化物、氟化物和氰化氢等的浓度限值。

#### (2)环境保护重点工作涉及的污染物项目监测要求

近年来，随着人们环境意识的增强及环境污染事故的频繁发生，人们对应急监测能力及水平的关注程度正逐渐加强。如何简便、快速地了解污染事故的程度、可能影响的范围及对人们可能造成的伤害度，是人们最为关注的。应急监测数据是否快速、及时和准确，直接关系到事故的处理方式及影响程度。这些都要求制定相应的检测分析方法，能够满足应急监测和现场快速测定的需要。

### 3 国内外相关分析方法研究

#### 3.1 主要国家、地区及国际组织相关分析方法研究

检测管在世界上一些发达的工业国家使用的相当普遍，从品种和数量上规模都很大，并且有许多有影响的专业生产厂。

其中德国德尔格公司和奥格尔公司的产品共有 180 多种,日本瓦斯气体技术株式会社产品有 200 多种,美国 MSA 公司的产品也有 210 种。可分别测定 500 多种有害气体、蒸汽和烟雾，如 NH<sub>3</sub>、AsH<sub>3</sub>、PH<sub>3</sub>、CO、CL<sub>2</sub>、HCL、CNCL、HCN、HF、H<sub>2</sub>S、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、COCL、Ni(CO)<sub>4</sub>、H<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>、AsO<sub>3</sub>、Hg(g)、甲醇、乙醇、丙酮、CS<sub>2</sub>、CCL<sub>4</sub>、CHCL<sub>3</sub>、氯苯、环己烷、正己烷、苯、甲苯、乙苯、环氧乙烷、二甲苯、苯乙烯、苯胺、二乙醚、苯酚、硫醇、硫醚、石油烃、汽油、煤油、柴油、正辛烷、三氯乙烷、氯乙烯、全氯乙烯等。

目前现行的国外检气管相关标准见表 3-1。

表 3-1 国外检气管相关标准

序号	标准名称	标准号	发布单位
1	车间空气 一氧化碳质量浓度的测定 带直接指示的快速取样用检测管法	ISO 8760-1990	国际标准化组织 (ISO)
2	车间空气 二氧化氮质量浓度的测定 带直接指示的快速取样用检测管法	ISO 8761-1989	
3	用检测管测量	DIN 33881-2006	德国标准化学会 (DIN)
4	工作场所空气.一氧化碳质量浓度的测定.使用检测管进行直接显示的短时间取样方法	NF X43-254-1990	法国标准化协会 (AFNOR)
5	工作场所空气.二氧化氮浓度的测定.使用检测管进行直接显示的短时间取样方法	NF X43-255-1990	
6	使用着色长度检测管对天然气中的二氧化碳的试验方法	ASTM D 4984-2006	美国材料与试验 协会(ASTM)
7	使用着色长度检测管对天然气中水蒸气的试验方法	ASTM D 4888-2006	
8	使用着色长度检测管对天然气中硫化氢的试验方法	ASTM D 4810-2006	
9	用色斑长度检测管测定天然气中的硫醇的标准试验方法	ASTM D 1988-2006	
10	气体检测管装置.工作环境中毒气和毒蒸汽的快速检测型	ANSI/ISEA 102-1990	美国国家标准学会(US-ANSI)
11	气体检测管	BS 5343-1991	英国标准学会 (BSI)

### 3.2 国内相关分析方法研究

在我国煤炭行业从 50 年代开始引进检测管技术, 60 年代末期一些大专院校和科研机构部门开始正式生产检测管, 目前, 国内有几十家生产检测管的厂家, 生产品种有几十种。煤炭行业还制定了一氧化碳、硫化氢、氨气和氮氧化物等检测管及矿井空气中几种有害气体(硫化氢、氨气、氮氧化物和二氧化硫)测定检测管法行业标准。国内外环保领域还没有相关行业标准。我国检气管相关标准见表 3-2。

表 3-2 我国检气管相关标准

序号	标准名称	标准号
1	矿井空气中有害气体氨气测定方法(检气管法)	MT278-1994
2	矿井空气中有害气体硫化氢测定方法(检气管法)	MT277-1994
3	矿井空气中有害气体氮氧化物测定方法(检气管法)	MT279-1994
4	矿井空气中有害气体二氧化硫测定方法(检气管法)	MT280-94
5	气体检测管装置	GB7230-2008
6	饮食业油烟快速检测 检气管法	DB31/T 287-2002

### 3.3 检气管的类别

检气管按监测方法分，有比长、比色、比容式检气管。

比长式检气管是一定体积的样品通过检测管使指示剂产生变色，根据变色长度来确定被测气体的单位体积含量，这类检气管灵敏度、准确度最高，应用最为广泛；比色式检气管是通过一定体积的样品，根据指示剂产生的变色强弱来确定被测气体的单位体积含量；比容式检气管（又称柱状检气管）是通过一定体积的样品，根据指示剂产生的一定颜色或变色长度所需采样体积来确定被测气体单位体积含量。

按测定时间分，检测管有用于测定被测气体物质的瞬时浓度变化，可在几分钟内完成测定的短时间检气管和用于测定时间加权平均浓度，通过环境空气中自然扩散使检气管在几小时内发生变化来完成测定的长时间检气管。

## 4 标准制修订的基本原则和技术路线

### 4.1 标准制（修）订的基本原则

(1)方法的检出限和测定范围满足相关环保标准和环保工作的要求

本方法为现场快速定性及半定量方法，收集相关资料，检气管的检出限及测量范围能够满足相关环保标准和环保工作的要求。

几种检气管的检出限及测量范围见表 4-1。

表 4-1 几种检气管的检出限及测量范围

物质名称	检出限	测量范围	物质名称	检出限	测量范围
一氧化碳	5ppm	10-5000ppm	甲醛	0.03ppm	0.05-6400ppm
氯气	1ppm	1-20ppm	苯乙烯	0.5ppm	2-1500ppm
硫化氢	0.5ppm	0.5-500ppm 0.1%-4%	光气	0.01ppm	0.05-20ppm
氯化氢	1ppm	5-1000mg/m <sup>3</sup>	氟化氢	0.5ppm	1-30ppm
氨气	0.2mg/m <sup>3</sup>	0.2-1000 mg/m <sup>3</sup>	砷化氢	0.02ppm	0.04-10ppm
臭氧	0.5ppm	0.5-200ppm	氰化氢	0.05ppm	0.2-240ppm

(2)方法准确可靠，满足各项方法特性指标的要求

方法的相对误差<25%，重复性标准偏差及再现性标准偏差均<20%。

(3)方法具有普遍适用性，易于推广使用

本方法简便，操作过程易于掌握，且可根据气体中污染物浓度大小灵活掌握采样时间或选择不同测量范围的检气管，具有普遍适用性，易于推广使用。

### 4.2 标准制修订的技术路线

#### 4.2.1 拟采用的检测技术

本标准方法为《环境空气 现场快速检测 检气管法》，根据标准的要求及检气管的种类、生产及应用情况，我们拟选择比长式短时间检气管。因为比长式检气管灵敏度、准确度最高，应用最为广泛。另两种检气管比色式和比容式检气管，其中，比色式检气管对视觉的辨识度

要求较高，不同人判断结果可能会不一致，而且目前国内生产及应用的较少；比容式检气管国内生产及应用较少，所以本标准没有推荐使用。

#### 4.2.2 标准的应用前景

检测管实际是将化学分析方法仪器化，是一种定量、定性、定值的监测方式，具有化学分析和仪器分析的双重优点。

##### (1)操作简便

使用时仅有采样和测试结果显示两步，而这两步又几乎是同时进行的，为检测人员提供了极大方便，只要操作人员按照使用说明书操作方法进行测试就可以应用。

##### (2)分析快速。

由于操作方便，使得每一次分析所需时间大为缩短，一般仅需几十秒至几分钟即可得知结果，其分析速度是任何化学分析和仪器方法不可比拟的。

##### (3)测量精度能够满足应急监测的要求

该方法国产检气管准确度相对误差一般在 15%-35%，进口检气管相对误差相对要低于国产检气管。

##### (4)适应性好

每种指标有多种检测范围的检测管可供选择，使用范围很大，为分析工作提供了很大方便。

##### (5)使用安全

使用时手动操作，无需电源、热源，在有易燃易爆气体存在的场所能安全使用。

##### (6)价格低廉、携带方便

虽然检测管是一次性使用，但与其它化学和仪器方法测量的总价格比起来，还是便宜，而且不需要维护修理。检测管体积小，重量轻，便于操作人员在各种环境下使用。

基于上述优点，检气管法将会在环境应急监测工作中有非常好的发展前景，而且，实际上此种方法已经在各国环保及相关领域被广泛地应用。

目前，国内自行生产的检测管有一氧化碳、氨气、苯、甲苯、二甲苯、氮氧化物、二氧化硫、二氧化碳、臭氧、硫化氢、氯气和氯化氢等几十种。

#### 4.2.3 技术路线图

技术路线见图 1。

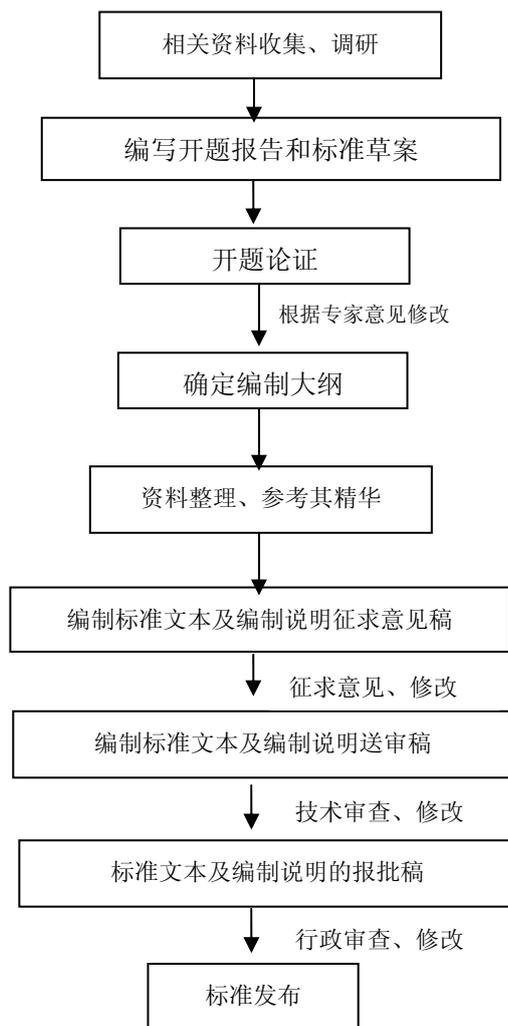


图1 标准制订的技术路线图

## 5 方法研究报告

### 5.1 方法研究的目标

本方法为利用比长式检气管对环境空气进行现场快速检测的方法。除适用于环境空气外，同样适用于居住区大气、车间空气和其他作业场所空气的现场检测。方法没有限定被测指标，为检气管通用标准方法。

检气管测量相对误差 15-35%。精密度 $<20\%$

### 5.2 方法的原理

给出了检气管通用的基本原理，同时按照会议纪要要求，将几种常见检气管的基本反应机理在附 A 中列出。没有列出的参考生产厂家给出的原理。

### 5.3 试剂和材料

除非另有说明，分析时均使用国家计量部门配制的标准气体。对于低浓度标准气体，可使用高浓度的标准气体以静态体积比混合法或动态流量比混合法配制。

## 5.4 仪器和设备

给出了方法所需的仪器设备，包括检气管、采样器、集气袋和双链球等。对检气管和采样器的生产、检定、产品使用说明书中必须包括的内容；检气管的精密度、准确度、变色界面的要求及采样器的容积、采样误差和气密性等作了规定和要求。

5.4.1 气体检气管装置：包括检气管、采样器、预处理管及其他附件。

5.4.2 检气管：必须符合《气体检测管装置》（GB/T7320）的规定和要求。

比长式检气管的结构：检气管由玻璃管、指示剂及隔离层构成（见图1）。

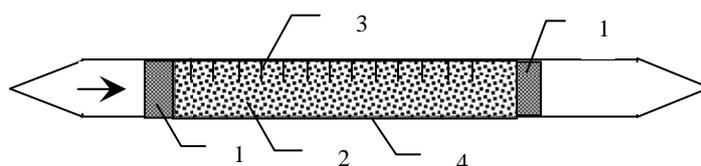


图1 比长式检气管示意图

1—隔离层；2—指示剂；3—刻度线；4—玻璃管

5.4.3 采样器：必须符合《气体检测管装置》（GB/T7320）的规定和要求。

采样器应满足以下规定：

采样体积的误差不大于标定体积的 $\pm 5\%$ ；采样器每分钟的气体泄漏量不大于其容积的3%；具有采样终点指示装置；采样速度误差不超过标定值的 $\pm 10\%$ 。

5.4.4 预处理管：根据现场环境和检测管生产厂家的技术要求使用相应的预处理管。

5.4.5 小砂轮片：用于测定前切断检测管的两端（采样器上带有自动切断装置的则不需要）。

5.4.6 集气袋：聚乙烯塑料集气袋。

5.4.7 双联球

## 5.5 样品

采样前须对检气管、采样器外观和采样器的气密性进行检查。

有些应急监测现场，污染物浓度较高，不适宜采样人员停留过长时间，采样时，可根据不同的采样现场，采用以下两种不同的方式采集样品。采样同时记录采样现场的大气压、温度和湿度。

第一种，用聚乙烯集气袋采集待测气体样品，然后将样品带到安全（污染相对较轻）地带，再用检气管从集气袋中抽取一定体积的气体进行检测分析；第二种，用检气管对准气流直接采样分析。

## 5.6 分析步骤

几种常见检气管的干扰情况列在标准的附录A中。

①选择合适检测范围的检气管。

同一指标，通常会有不同检测范围的检气管。检测时在不知道气体浓度大致的范围时，应优先选择检测指标所对应环境标准或排放标准限值，在检测浓度范围内的检气管进行初测，然后根据初测情况，再选择合适检测范围的检气管。

②用砂轮片（或采样器上自带的切段装置）割断检气管两端封口。

③将检测管、预处理管、采样器按照图1方式连接。

④连接集气袋，打开集气袋旋钮，或将检气管进气口直接对准气流方向。按照不同检气管的技术要求（详见检气管使用说明书），设定采样器的抽气流量和抽气时间，开始抽气测定，观察检测管的变色情况，到规定的抽气体积和时间后停止测定。

⑤从色柱所指示的刻度，读出数据。

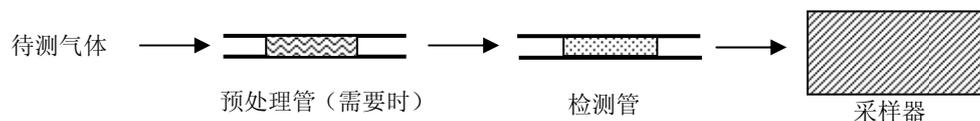


图3 检测管装置连接示意图

## 5.6 结果计算

污染物的测定结果=检气管读数×校正因子

### 5.6.1 校正因子

同一指标，由于测量范围、抽气次数（采样体积）以及测量时温度、湿度、压力的不同，校正因子也有所不同，校正因子的具体数值，详见检气管使用说明书。

没有规定校正因子的指标，校正因子为1。

### 5.6.2 ppm 和 mg/m<sup>3</sup> 的换算关系

$$\text{质量浓度 } \text{mg} / \text{m}^3 = \frac{M}{22.4} \times \text{ppm 数值}$$

式中，M——气体分子量；

ppm——测定的体积浓度值

## 5.7 精密度和准确度

### 5.7.1 精密度

测定结果的精密度（变异系数） $CV \leq 20\%$ 。

### 5.7.2 准确度

当用测定范围 1/3 以下的浓度试验气体检测时，测定值的相对误差在±35%以内，测定平均值相对误差在±25%以内。

当用测定范围 1/3 以上的浓度试验气体检测时，测定值的相对误差在±25%以内，测定平均值相对误差在±15%以内。

## 5.8 质量保证和质量控制

针对方法的特点，给出了检气管有效期、温度、湿度、压力及和标准气体的质控要求。

### ①注意检气管的有效期

任何检气管都有有效期，不能使用超过有效期的检气管。

②测量温、湿度及压力时，应使用检定合格的温度、湿度和压力计；并在检定有效期使用。

③重新标定检气管时，需要使用国家计量部门配制的标准气体。

## 5.9 注意事项

### 5.9.1 检气管的使用条件

温度：0-40℃；湿度：0-90%。

### 5.9.2 检气管的选择原则

同一指标，通常会有不同检测范围的检气管。检测时应根据检测对象及气体浓度选择合适检测范围的检气管。优先选择检测指标所对应环境标准或排放标准限值，在检测浓度范围内的检气管进行初测，然后根据初测情况，再选择合适检测范围的检气管。

### 5.9.3 气体采集速度及读数

#### (1) 采气速度

检气管变色长度与采气（注入样品）的速度有关，测量时应严格遵照检气管使用说明书的要求。

#### (2) 读数

当检气管变色柱截面整齐时，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被测指标的浓度值；当变色柱截面不整齐即出现斜面、凸形或凹形时，应按变色柱所处的刻度位置取其最高值与最低值进行平均。

### 5.9.4 浓度超出测定范围的样品

若样品浓度超出检气管检测范围，而又没有符合检测范围要求的检气管时，可用氮气或不含被测气体的空气将样品稀释后测定或通过改变采气体积的方式测定。

### 5.9.5 校正因子的选择

(1) 检气管的检测范围不同，校正因子不同。

(2) 如测定结果受温度、湿度或大气压的影响（具体可详见检气管使用说明书），则需在用检气管检测污染物的同时，测定现场温度、湿度或大气压，并根据实际测量的情况，从检气管使用说明书查找相对应的校正因子。

### 5.9.6 测定次数与测定结果的处理

当被测气体浓度相对稳定时，进行 2-3 次测定，取其算术平均值作为测定结果；当被测气体浓度不稳定时，可进行多次测定，取其最高值作为测定结果。

### 5.9.7 检气管的标定

当检气管检测范围满足不了测试要求时，可配置不同浓度的标准气体，对检气管重新进行标定，制作浓度标尺。

浓度尺制作方法：用氮气或不含被测气体的空气将标准气体稀释成 5 种不同浓度的气体，将稀释后的气体以一定速度（详见检气管说明书）分别注入 5 个检气管中，显色完全后，以浓度对变色柱长度绘制标准曲线，根据标准曲线取整数浓度的变色柱长度，制作浓度标尺。

### 5.9.8 采样安全

(1) 本方法在重新标定检气管时，需要使用有毒的气体，各种气体的危害和安全方面的资料查询参考文献。

(2) 切割检气管时，应使检气管远离眼睛。

(3) 不要用手直接接触已割断的检气管的边缘及检气管中的试剂。

(4) 现场采样时，注意自身防护，必要时配戴防毒设备。

5.9.9 检气管的废弃：使用或未使用的检测管在废弃时，请按照各地的规定予以处理。

## 6 与开题报告的差异说明

2007年,国家环境保护总局下达了《环境空气 优先物应急监测 检气管法》[项目统一编号为867.1]国家环保标准制修订计划,由沈阳市环境监测中心站承担。

最初课题下达时,《环境空气 优先物应急监测 检气管法》中的优先物包括一氧化碳、氯气、硫化氢、氯化氢、氨气、臭氧、甲醛、苯乙烯、光气、氟化氢、砷化氢和氰化氢等12种。2009.9.27在沈阳,由国家环保部科技标准司组织召开的开题论证会上将方法改名为《环境空气 现场快速检测 检气管法》,并将原来只适用于十二种优先物质的应急监测,改为适用于所有大气污染物的现场快速检测通用方法。

## 7 参考文献

- [1] 余倩等.对一氧化碳气体快速检测的方法研究.中国安全科学学报[J].2005,15(6).105-107.
- [2] 余倩等.硫化氢气体快速检测的方法研究.生态环境[J].2005,14(3).316-318.
- [3]空气和废气监测分析方法(第四版).北京:中国环境科学出版社,2003,9.513-519.
- [4]Zromb.Solomon z.setter,J.R.;O'Gorman,D.Determination of Carbon Monoxide in Air by Dynamic[J].Journal Electroanal Chem.Interfacial Electrochem,1983,148(2):279-287.
- [5]Klein,M.;Gourdon,F.New Method for Measuring Environmental Carbon Monoxide Levels[J].Correlation through a Gaseous IR Filter Tech..Mod,1983,75(1-2):37-43.
- [6]林德俊.气相色谱法同时连续测定空气中的CO与CO<sub>2</sub>[J].理化检验(化学分册),1996,32(6):358-561.
- [7]梁铁军.浅谈大气污染事故的应急监测.黑龙江环境通报[J].2005,29(1):37-38.
- [8]矿井空气中有害气体氨气测定方法(检气管法)MT278-1994 中华人民共和国煤炭行业标准
- [9]矿井空气中有害气体硫化氢测定方法(检气管法)MT277-1994 中华人民共和国煤炭行业标准
- [10] 矿井空气中有害气体氮氧化物测定方法(检气管法)MT279-1994 中华人民共和国煤炭行业标准
- [11] 矿井空气中有害气体二氧化硫测定方法(检气管法)MT280-94 中华人民共和国煤炭行业标准
- [12]《气体检测管装置》 GB7230-2008
- [13]李国刚,环境化学污染事故现场应急监测技术与仪器设备,现代科学仪器,2001(01)
- [14] 车间空气 二氧化氮质量浓度的测定 带直接指示的快速取样用检测管法 ISO 8761-1989 国际标准化组织(ISO)
- [15] 车间空气 一氧化碳质量浓度的测定 带直接指示的快速取样用检测管法 ISO 8760-1990国际标准化组织(ISO)
- [16] 用检测管测量 DIN 33881-2006 德国标准化学会(DIN)

[17] 工作场所空气.一氧化碳质量浓度的测定.使用检测管进行直接显示的短时间取样方法 NF X43-254-1990 法国标准化协会(AFNOR)

[18] 工作场所空气.二氧化氮浓度的测定.使用检测管进行直接显示的短时间取样方法 NF X43-255-1990 法国标准化协会(AFNOR)

[19] 使用着色长度检测管对天然气中的二氧化碳的试验方法 ASTM D 4984-2006 美国材料与试验协会(ASTM)

[20] 使用着色长度检测管对天然气中水蒸气的试验方法 ASTM D 4888-2006 美国材料与试验协会(ASTM)

[21] 使用着色长度检测管对天然气中硫化氢的试验方法 ASTM D 4810-2006 美国材料与试验协会(ASTM)

[22] 用色斑长度检测管测定天然气中的硫醇的标准试验方法 ASTM D 1988-2006美国材料与试验协会(ASTM)

[23] 气体检测管装置.工作环境中毒气和毒蒸汽的快速检测型 ANSI/ISEA 102-1990 美国国家标准学会(US-ANSI)

[24] 气体检测管 BS 5343-1991 英国标准学会(BSI)