

ICS 75 - 010

E 10

备案号：37579—2012

SY

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 6892—2012

天然气管道内粉尘检测方法

Methods of determining the particulate matter in natural gas pipeline

2012—08—23 发布

2012—12—01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 一般规定	2
5 检测装置的技术要求	3
6 取样	3
7 检测步骤	4
附录 A（规范性附录） 粉尘浓度换算方法	6
附录 B（资料性附录） 检测报告格式	7

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由石油工业油气储运专业标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：中国石油天然气股份有限公司管道分公司、中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司、中国石油大学（北京）、中国石油天然气集团公司北京天然气管道有限公司。

本标准主要起草人员：李柏松、姬忠礼、蔡永军、谭东杰、熊至宜、陈鸿海、罗勤、涂振权、张星、李华、李增彬、王永军。

天然气管道内粉尘检测方法

1 范围

本标准规定了用称重法测定干燥天然气粉尘浓度和用光学粒子计数法测定干燥天然气中粉尘浓度以及粒径分布的基本方法。

本标准适用于天然气计量系统、天然气站场过滤分离设备进出口管道内粉尘的检测。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 150（所有部分） 压力容器

GB 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备通用要求

GB 4208 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 11651 个体防护装备选用规范

GB/T 17747（所有部分） 天然气压缩因子的计算

GB/T 20801.5 压力管道规范 工业管道 第5部分：检验与试验

GB 50251 输气管道工程设计规范

SY/T 5922 天然气管道运行规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

干燥天然气 **dry natural gas**

每立方米气中液态组分小于 10mL 的天然气。

3.2

取样点 **sampling point**

能够从管道内采集到有代表性样品的部位。

3.3

取样位置 **sampling position**

取样点所在的管道截面。

3.4

等动取样 **isokinetic sampling**

进入取样探头孔内的气体速度与管道内该位置的气体平均速度相等的取样方法。

3.5

光学粒子计数法 **optical particle counter method**

粉尘经激光或白光照射时发生光散射，通过检测散射光强和脉冲数计算出粉尘直径和浓度的

方法。

3.6

称重法 weighing method

天然气通过高效滤膜时粉尘被阻留在滤膜上，根据滤膜的增重和通过的天然气体积计算出粉尘浓度的方法。

3.7

减压比 pressure reducing ratio

减压后气体压力与减压前气体压力之比。

3.8

工况状态 operation condition

天然气管道实际运行时所对应的天然气压力和温度。

3.9

工况浓度 particle concentration in operation condition

工况状态下，天然气管道内的粉尘浓度。

3.10

检测状态 detection condition

当天然气进入粉尘分析装置（如光学粒子计数器、高效滤膜等）时所对应的天然气压力和温度。

3.11

检测状态浓度 particle concentration in detection condition

检测状态下，天然气管道内的粉尘浓度。

3.12

标况浓度 particle concentration in standard condition

标准状态下（压力 101.325kPa，温度 20℃），天然气管道内的粉尘浓度。

4 一般规定

4.1 天然气管道内粉尘检测装置应与设计压力一致，应包括取样系统、仪表系统和粉尘分析系统。当粉尘分析系统的耐压等级低于管道的设计压力时应设置减压系统。

4.2 天然气管道内粉尘检测的一般工作流程：从天然气管道内经取样系统取出有代表性的含尘气体样品，经过仪表系统计量压力、温度、流量后进入减压系统，减压后的部分气体进入粉尘分析系统检测，同时计量被检测气体样品的压力、温度，检测后的气体以及减压膨胀过程多余气体减压后放空，放空要求执行站场安全规定。

4.3 对于粉尘检测状态浓度在 $10\text{mg}/\text{m}^3 \sim 100\text{mg}/\text{m}^3$ 时，光学粒子计数器和称重法宜结合使用；粉尘检测状态浓度小于 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 时，宜采用光学粒子计数器检测；粉尘检测状态浓度大于 $100\text{mg}/\text{m}^3$ 时，宜采用称重法进行检测。

4.4 天然气管道内粉尘检测装置设计、制造及现场安装调试和现场操作应按 GB 50251 和 GB 150 及 SY/T 5922 的相关规定执行。

4.5 天然气管道内粉尘检测装置所用管法兰、垫片、紧固件的设计应符合站场设计规定。

4.6 天然气管道内粉尘检测装置选用的设备至少满足 GB 3836.1 中规定的 Exd II BT4 的防爆标准，宜使用本质安全型防爆设备。

4.7 天然气管道内粉尘检测装置防护等级不低于 GB 4208 中规定的 IP65 防护等级。

4.8 操作人员应具备下列基本知识和能力：

- a) 熟悉天然气输气站场工艺流程和安全规定；

b) 掌握取样的基本知识。

4.9 操作人员应按照 GB/T 11651 相关规定配备个人防护装备。

5 检测装置的技术要求

5.1 取样嘴

5.1.1 取样嘴内径大小根据管道中流速和气体流量检测仪表的检测范围来确定，内径宜从尺寸系列 4mm, 6mm, 8mm, 10mm, 12mm 中选取。

5.1.2 取样嘴做成渐缩锐边，锐边锥度不应大于 30°。

5.2 减压装置

5.2.1 减压装置不宜使用减压阀等对粉尘损失较大的结构形式。

5.2.2 气体通过减压装置时粒径为 10 μ m 粉尘的损失率应小于 10%。

5.2.3 对于减压比小于 0.8 的减压装置且连续工作时间超过 30min 时应设有加热装置，加热方式宜选用电加热。

5.2.4 可采用多级减压装置进行减压，单级减压比不宜小于 0.3。

5.3 仪表系统

5.3.1 仪表系统包括流量检测仪表、压力检测仪表和温度检测仪表。

5.3.2 流量检测仪表精度不应小于 0.5%。

5.3.3 压力检测仪表精度不应小于 0.1%。

5.3.4 温度检测仪表精度不应小于 0.5%。

5.4 粉尘分析系统

5.4.1 光学粒子计数器粒径检测范围至少包含 0.3 μ m~40 μ m 且至少具有 10 个粒径检测等级，可测粒子浓度上限不应小于 10⁴个/cm³。

5.4.2 称重法所用高效滤膜对 0.3 μ m 的粉尘过滤效率不应低于 99.97%，宜选用不锈钢和玻璃纤维材料。高效滤膜的质量检测用天平的感量不应低于 0.1mg。

6 取样

6.1 取样位置

6.1.1 取样位置应选择在直管段，优先选择在竖直管段。

6.1.2 取样位置应避开管道弯头和断面急剧变化的部位。取样位置的上游直管段不应小于 8 倍管道直径，且下游直管段不应小于 3 倍管道直径。对于不满足上述尺寸规定的管道，可适当减小取样位置的直管段长度，取样位置的上游直管段不应小于 3 倍管道直径，并应适当增加取样点数目。

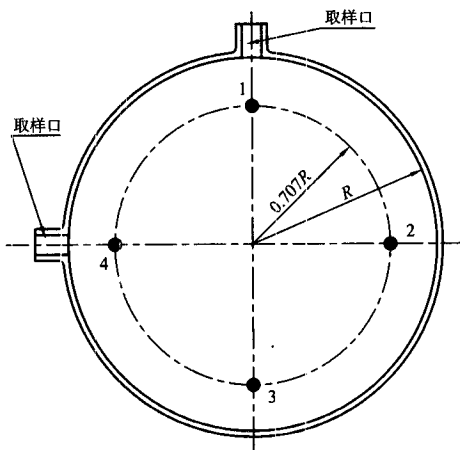
6.1.3 取样位置应避开对检测人员操作有危险的场所。

6.2 取样点数目及分布

6.2.1 对于小于 DN600mm 的管道，取样点数目可为 1 个，可选择管道中心作为取样点。

6.2.2 对于不小于 DN600mm 的水平管道，取样点数目宜为 4 个，4 个取样点均布在与管道中心同心环上，同心环半径为 0.707 倍管道内半径，取样点分布情况见图 1。对于不小于 DN600mm 的竖直

管道，取样点数目可为 1 个，可任意选择图 1 中 4 个取样点中的 1 个作为取样点。



注：1，2，3，4 为取样点。

图 1 不小于 DN600mm 的管道内取样点分布情况

6.2.3 多点取样时粉尘浓度用公式 (1) 计算：

$$C = (C_1 Q_1 + C_2 Q_2 + \dots + C_n Q_n) / (Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n) \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

C——粉尘浓度，单位为毫克每立方米 (mg/m³)；

C₁, C₂, …, C_n——各取样点粉尘浓度，单位为毫克每立方米 (mg/m³)；

Q₁, Q₂, …, Q_n——各取样点取样体积，单位为立方米 (m³)。

当各取样点取样体积相等时，简化为各取样点粉尘浓度的算术平均值。

7 检测步骤

7.1 光学粒子计数法检测步骤

7.1.1 在过滤分离设备排污口取粉尘样品进行分析，得到粉尘密度和折射率。

7.1.2 连接检测装置，并进行分级试压，试压方法按 GB/T 20801.5 的规定执行。

7.1.3 根据 6.1 和 6.2 的规定选择管道取样位置和取样点，将检测装置连接到取样管道，取样嘴应正对管道内气流方向，取样嘴进气口轴线方向与该处气流方向角度偏差小于或等于 10°。

7.1.4 打开粉尘分析仪器，输入粉尘密度和折射率，打开阀门，调节装置的流量，使气体流速的相对误差在 -5%~+10% 范围之内，实现取样嘴等动取样，并应保证在整个检测过程中实现取样嘴等动取样。气体流速相对误差由公式 (2) 计算：

$$E = \frac{v_1 - v_0}{v_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

E——等动取样相对误差，用百分数表示；

v₁——取样速度，单位为米每秒 (m/s)；

v₀——取样点处管道内天然气流速，单位为米每秒 (m/s)。

7.1.5 达到等动取样后进行检测，得到粉尘检测状态浓度。

7.1.6 根据各管路的压力、温度以及天然气的组分，把得到的粉尘检测状态浓度按附录 A 换算到工况浓度和标况浓度。

7.1.7 检测结束后应填写检测报告，检测报告至少包括以下内容：

- 管线系统中的取样位置和取样点个数；
- 使用的检测手段；
- 天然气管道内压力、温度；
- 检测结果；
- 任何与规定的检测步骤偏离的情况。

7.1.8 检测报告格式参照附录 B。

7.2 称重法检测步骤

7.2.1 将取样嘴、减压装置、仪表系统和粉尘分析系统按规定要求连接，并进行分级试压，试压方法按 GB/T 20801.5 的规定执行。

7.2.2 根据 6.1 和 6.2 的规定选择管道取样位置和取样点，将检测装置连接到取样管道，取样嘴应正对管道内气流方向，取样嘴进气口轴线方向与该处气流方向角度偏差不应大于 10°。

7.2.3 打开阀门，调节装置的流量，实现取样嘴等动取样，并应保证在整个检测过程中实现取样嘴等动取样。等动取样的相对误差在 -5%~+10% 范围之内。

7.2.4 合理选择过滤膜的面积，使得通过滤膜的气体速度不大于 0.8m/s。

7.2.5 取样前的高效滤膜放入 105℃~110℃ 烘箱中烤 1h，取出置于干燥器中，冷却至室温，用天平称量至恒重。滤膜称量时环境湿度不应大于 50%。

7.2.6 使天然气通过高效滤膜，控制气体的累计流量，使滤膜的增重不少于 1mg。

7.2.7 取样后的高效滤膜放入 105℃~110℃ 烘箱中烤 1h，取出置于干燥器中，冷却至室温，用天平称量至恒重，滤膜增重大于或等于 1mg 时认为检测结果有效，否则重新检测。

7.2.8 通过检测高效过滤膜检测前后的质量之差，计算出天然气中的粉尘检测状态浓度。天然气中的粉尘检测状态浓度的计算见公式 (3)：

$$C_{\text{检}} = \frac{m_1 - m_2}{Q_{\text{检}}} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$C_{\text{检}}$ ——粉尘检测状态浓度，单位为毫克每立方米 (mg/m³)；

m_1 ——检测后高效过滤膜质量，单位为毫克 (mg)；

m_2 ——检测前高效过滤膜质量，单位为毫克 (mg)；

$Q_{\text{检}}$ ——检测状态下天然气中累计取样流量，单位为立方米 (m³)。

7.2.9 根据各管路的压力、温度以及天然气的组分，把称重法得到的粉尘检测状态浓度按附录 A 换算到工况浓度和标况浓度。

7.2.10 检测结束后应填写检测报告，检测报告至少包括以下内容：

- 管线系统中的取样位置和取样点个数；
- 使用的检测手段；
- 天然气管道内压力、温度；
- 检测结果；
- 任何与规定的分析步骤偏离的情况。

7.2.11 检测报告格式参照附录 B。

附 录 A
(规范性附录)
粉尘浓度换算方法

A.1 天然气压缩因子计算

天然气压缩因子按 GB/T 17747 的相关规定进行计算。

A.2 粉尘工况浓度与检测状态浓度之间换算方法

A.2.1 工况状态时天然气流量按公式 (A.1) 计算:

$$Q_{T.} = \frac{p_{检} Q_{检} Z_{T.} T_{T.}}{p_{T.} Z_{检} T_{检}} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

$Q_{T.}$ ——工况状态时的天然气累计取样流量, 单位为立方米 (m^3);

$p_{检}$ ——检测状态时的天然气压力, 单位为帕斯卡 (Pa);

$Z_{T.}$ ——工况状态时的天然气压缩因子, 量纲为 1;

$T_{T.}$ ——工况状态时的天然气温度, 单位为开尔文 (K);

$p_{T.}$ ——工况状态时的天然气压力, 单位为帕斯卡 (Pa);

$Z_{检}$ ——检测状态时的天然气压缩因子, 量纲为 1;

$T_{检}$ ——检测状态时的天然气温度, 单位为开尔文 (K)。

A.2.2 粉尘工况浓度按公式 (A.2) 计算:

$$C_{T.} = \frac{C_{检} Q_{检}}{Q_{T.}} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

$C_{T.}$ ——粉尘工况浓度, 单位为毫克每立方米 (mg/m^3)。

A.3 粉尘标况浓度与工况浓度之间换算方法

A.3.1 标况状态时天然气流量按公式 (A.3) 计算:

$$Q_N = \frac{293.15 p_{T.} Q_{T.} Z_N}{101325 Z_{T.} T_{T.}} \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

Q_N ——标况状态时的天然气累计取样流量, 单位为立方米 (m^3);

Z_N ——标况状态时的天然气压缩因子, 量纲为 1。

A.3.2 粉尘标况浓度按公式 (A.4) 计算:

$$C_N = \frac{C_{T.} Q_{T.}}{Q_N} \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

C_N ——粉尘标况浓度, 单位为毫克每立方米 (mg/m^3)。

附 录 B
(资料性附录)
检测报告格式

天然气管道内粉尘检测报告格式见表 B.1。

表 B.1 天然气管道内粉尘检测报告

检测地点		检测时间	
管道压力, MPa		管道内温度, °C	
管道内径, mm		取样点个数	
检测方法		检测依据	
主要检测仪器描述			
取样位置上游直管段长度, m		取样位置下游直管段长度, m	
减压比		减压后气体压力, MPa	
减压后气体温度, °C		取样流量 (标况), m ³ /s	
粉尘检测状态浓度, mg/m ³		粉尘标况浓度, mg/m ³	
粉尘工况浓度, mg/m ³		粉尘中位粒径, μm	
主要检测结论			
备注			

审核 _____
日期 _____

校核 _____
日期 _____

试验 _____
日期 _____

中华人民共和国
石油天然气行业标准
天然气管道内粉尘检测方法
SY/T 6892—2012

*

石油工业出版社出版
(北京安定门外安华里二区一号楼)
北京中石油彩色印刷有限责任公司排版印刷
新华书店北京发行所发行

*

880×1230 毫米 16 开本 0.75 印张 21 千字 印 1—1500
2013 年 4 月北京第 1 版 2013 年 4 月北京第 1 次印刷
书号：155021·6936 定价：12.00 元

版权专有 不得翻印