



# 中华人民共和国石油天然气行业标准

**SY/T 6578—2009**

代替 SY/T 6578—2003

---

## 输油管道减阻剂减阻效果室内测试方法

Lab test method for the performance of drag reduction agents to be  
applied in oil pipeline

2009—12—01 发布

2010—05—01 实施

---

国家能源局 发布

目 次

前言 ..... I

引言 ..... II

1 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 设备和材料 ..... 1

6 测试准备 ..... 2

7 测试内容 ..... 3

8 测试方法 ..... 3

9 数据处理 ..... 4

10 允许误差..... 4

11 报告..... 4

附录 A（规范性附录） 环道流程及要求 ..... 5

附录 B（资料性附录） 测试数据表格式 ..... 6

## 前 言

本标准代替 SY/T 6578—2003 《输油管道减阻剂减阻效果室内测试方法》。

本标准与 SY/T 6578—2003 相比，主要变化如下：

- 增加了增输率定义；
- 增加了以增输率作为评价指标的测试方法；
- 改变了环道系统设计；
- 修改了测试操作步骤取代原操作步骤；
- 增加了测试内容；
- 取消了 2003 年版中的 7.3；
- 修改了数据处理方法；
- 增加了资料性附录 B。

本标准的附录 A 为规范性附录，附录 B 为资料性附录。

本标准由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管道科技研究中心。

本标准主要起草人：鲍旭晨、常维纯、刘兵、李春漫、徐海红、李国平。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- SY/T 6578—2003。

## 引 言

减阻剂应用于输油管道可以达到增输或降压的目的，对减阻剂减阻效果的测试是减阻剂应用的重要内容。2003 年发布了 SY/T 6578—2003《输油管道减阻剂减阻效果室内测试方法》，作为减阻剂减阻效果评价的室内测试行业标准。

SY/T 6578—2003《输油管道减阻剂减阻效果室内测试方法》颁布实施以来，随着减阻剂生产技术的不断发展，对减阻剂减阻效果室内测试方法提出了越来越高的要求。为了适应这种变化，更好地指导减阻剂的效果评价，对 SY/T 6578—2003 进行修订，最终形成本标准。

# 输油管道减阻剂减阻效果室内测试方法

## 1 范围

本标准规定了通过室内试验环道测定减阻剂产品的减阻率和增输率来评价减阻剂效果的方法。  
本标准适用于原油和成品油管道用减阻剂的评价和优选。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 265 石油产品运动粘度测定法和动力粘度计算法

GB/T 1884 原油和液体石油产品密度实验室测定法（密度计法）

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**环道 test loop**

用于评价减阻剂符合特定水力学要求的液体流动的管道系统。

### 3.2

**减阻剂 drag reduction agent**

在管输液体中减小液体紊流流动摩擦阻力的化工产品。

### 3.3

**减阻率 drag reduction rate**

相同条件下，加入减阻剂时的摩阻压降  $\Delta p_1$  与不加时摩阻压降  $\Delta p_0$  相比降低的程度，以百分数表示。

### 3.4

**增输率 flow increase rate**

相同条件下，加入减阻剂时的流量  $Q_1$  与不加剂时流量  $Q_0$  相比增加的程度，以百分数表示。

## 4 方法原理

4.1 通过测试在相同条件下，液体中加入减阻剂前后通过室内环道测试管段的摩阻压降来计算减阻率，根据减阻率的大小评价减阻剂减阻效果。

4.2 通过测试在相同条件下，液体中加入减阻剂前后通过室内环道测试管段的流量变化来计算增输率，根据增输率的大小评价减阻剂增输效果。

## 5 设备和材料

### 5.1 环道系统

由三条不同管径的管道、氮气源、氮气储气罐、压力缓冲罐、回流罐、阀门和齿轮泵等构成，其设计和流程应满足特定的水力学要求。环道流程及要求遵照附录 A 的规定。

5.2 数据采集处理系统

5.2.1 压力传感器：测量范围 0MPa~1MPa，可就地显示并远传压力值，信号精度不低于 0.1%。

5.2.2 流量计：测量范围 1kg/min~100kg/min，测量精度不低于 0.1%。

5.2.3 数据采集模块：4mA~20mA，0V~5V 信号远传及转换。

5.2.4 计算机及采集软件：可采集数据并进行数据处理。

5.3 回流泵

额定排量 5m<sup>3</sup>/h，扬程 0.33MPa。

5.4 分析天平

精度 0.001g。

5.5 恒温磁力搅拌器

温度控制范围为室温至 100℃，搅拌速度 0r/min~1440r/min。

5.6 温度计

范围 0℃~50℃，分度值 0.2℃。

5.7 量筒

500mL 和 1000mL。

5.8 评价用流体

0 号或 -10 号柴油。

5.9 氮气源

钢瓶装普氮或其他同质替代品。

6 测试准备

6.1 配制测试样品

用柴油或其他非极性溶剂配制成聚合物浓度为 1g/L 的溶液。

6.2 确定测试条件

测试条件包括：

- a) 评价用液体。
- b) 减阻剂加剂量。
- c) 雷诺数和流量。
- d) 测试温度。

6.3 测定评价用液体物性

测定内容包括：

- a) 按 GB/T 1884 的方法测定实验温度下评价用液体的密度，用来确定减阻剂加剂量。
- b) 按 GB/T 265 的方法测定评价用液体在实验温度下的运动黏度，按式 (1) 计算雷诺数。

$$Re = \frac{4Q}{\pi \cdot d \cdot \nu} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$Re$ ——雷诺数；

$Q$ ——流量，单位为立方米每秒 (m<sup>3</sup>/s)；

$\pi$ ——圆周率；

$d$ ——管道内径，单位为米 (m)；

$\nu$ ——评价用液体的运动黏度，单位为平方米每秒 (m<sup>2</sup>/s)。

## 7 测试内容

7.1 生产产品测试样，选择管内径为 12.7mm 测试回路，测定在 8000，10000 和 12000 三个不同雷诺数下的减阻率或增输率，绘制减阻率或增输率—雷诺数曲线图。

7.2 应用到具体管线的测试样，根据实际管线运行雷诺数选择测试回路，在该测试回路的测试范围内测定在三个不同雷诺数下的减阻率或增输率，绘制减阻率或增输率—雷诺数曲线图。

## 8 测试方法

### 8.1 评价用液体测试温度稳定性要求

评价用液体测试过程中温度变化控制在  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  范围内。

### 8.2 测试回路确定

测试雷诺数在 4000~8000 之间，选择的管内径为 6.35mm 测试回路；测试雷诺数在 8000~20000 之间，选择的管内径为 12.7mm 测试回路；测试雷诺数在 20000~40000 之间，选择的管内径为 25.4mm 测试回路。

### 8.3 测试步骤

#### 8.3.1 基础数据测试步骤

8.3.1.1 按照 6.2 确定的流量以及 8.3.1.5 对采集时间的要求计算出测试所需要的最小评价用液体体积。然后将评价用液体输入压力缓冲罐，体积量不小于计算值。

8.3.1.2 开启氮气储气罐与压力缓冲罐之间的电磁阀，使压力缓冲罐中的压力达到按照 6.2 确定的流量或雷诺数所需要的流动压力。

8.3.1.3 打开选定的测试回路上所有的阀门，并确保其他两条回路上的所有阀门关闭。

8.3.1.4 打开压力缓冲罐出口阀门。

8.3.1.5 待测试液体油头到达回流罐，管线运行处于稳定状态时，启动数据采集软件采集数据  $Q_0$  和  $\Delta p_0$ ，采集时间不少于 30s。

8.3.1.6 停止数据采集并保存数据。

8.3.1.7 关闭氮气储气罐与压力缓冲罐之间的电磁阀。

8.3.1.8 打开压力缓冲罐放空阀门卸压。

8.3.1.9 启动回流泵将全部液体回输到压力缓冲罐。

#### 8.3.2 增输率测试步骤

8.3.2.1 将配置好的减阻剂溶液按照 6.2 确定的加剂浓度加入压力缓冲罐。

8.3.2.2 打开氮气储气罐与压力缓冲罐之间的阀门，使氮气从压力缓冲罐底部进入，当氮气使减阻剂溶液在评价用液体中混合均匀后，关闭连接阀门。

8.3.2.3 开启氮气储气罐与压力缓冲罐之间的电磁阀，使压力缓冲罐中达到  $\Delta p_0$ 。

8.3.2.4 打开选定的测试回路上所有的阀门，并确保其他两条回路上的所有阀门关闭。

8.3.2.5 打开压力缓冲罐出口阀门。

8.3.2.6 待测试液体油头到达回流罐，管线运行处于稳定状态时，启动数据采集软件采集数据  $Q_1$ ，采集时间不少于 30s。

8.3.2.7 重复 8.3.1.6~8.3.1.9 步骤。

#### 8.3.3 减阻率测试步骤

8.3.3.1 重复 8.3.2.1~8.3.2.4 步骤。

8.3.3.2 开启选定测试管路上的流量调节阀，选择到人工输入控制，按照基础数据设定流量值  $Q_0$ 。

8.3.3.3 打开选定的测试回路上所有的阀门，并确保其他两条回路上的所有阀门关闭。

8.3.3.4 打开压力缓冲罐出口阀门。

8.3.3.5 待测试液体油头到达回流罐，管线运行处于稳定状态时，启动数据采集软件采集数据  $\Delta p_1$ ，采集时间不少于 30s。

8.3.3.6 重复 8.3.2.7 步骤。

8.4 平行数据测试

基础数据测试、减阻率测试、增输率测试均应平行测试 2 次。

9 数据处理

9.1 增输率计算

按照式 (2) 计算增输率：

$$TI = \frac{Q_1 - Q_0}{Q_0} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：  
TI——增输率；  
 $Q_0$ ——基础数据测试条件下管段输量，单位为立方米每秒 (m³/s)；  
 $Q_1$ ——增输率测试条件下管段输量，单位为立方米每秒 (m³/s)。

9.2 减阻率计算

按照式 (3) 计算减阻率：

$$DR = \frac{\Delta p_0 - \Delta p_1}{\Delta p_0} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中：  
DR——减阻率；  
 $\Delta p_0$ ——基础数据测试条件下管段摩阻压降，单位为千帕 (kPa)；  
 $\Delta p_1$ ——减阻率测试条件下管段摩阻压降，单位为千帕 (kPa)。

10 允许误差

对同一减阻剂样品，取两次平行测试数据，计算所得增输率或减阻率的平均值作为测定结果，保留 3 位有效数字，偏差应不大于增输率或减阻率平均值的 5%。

11 报告

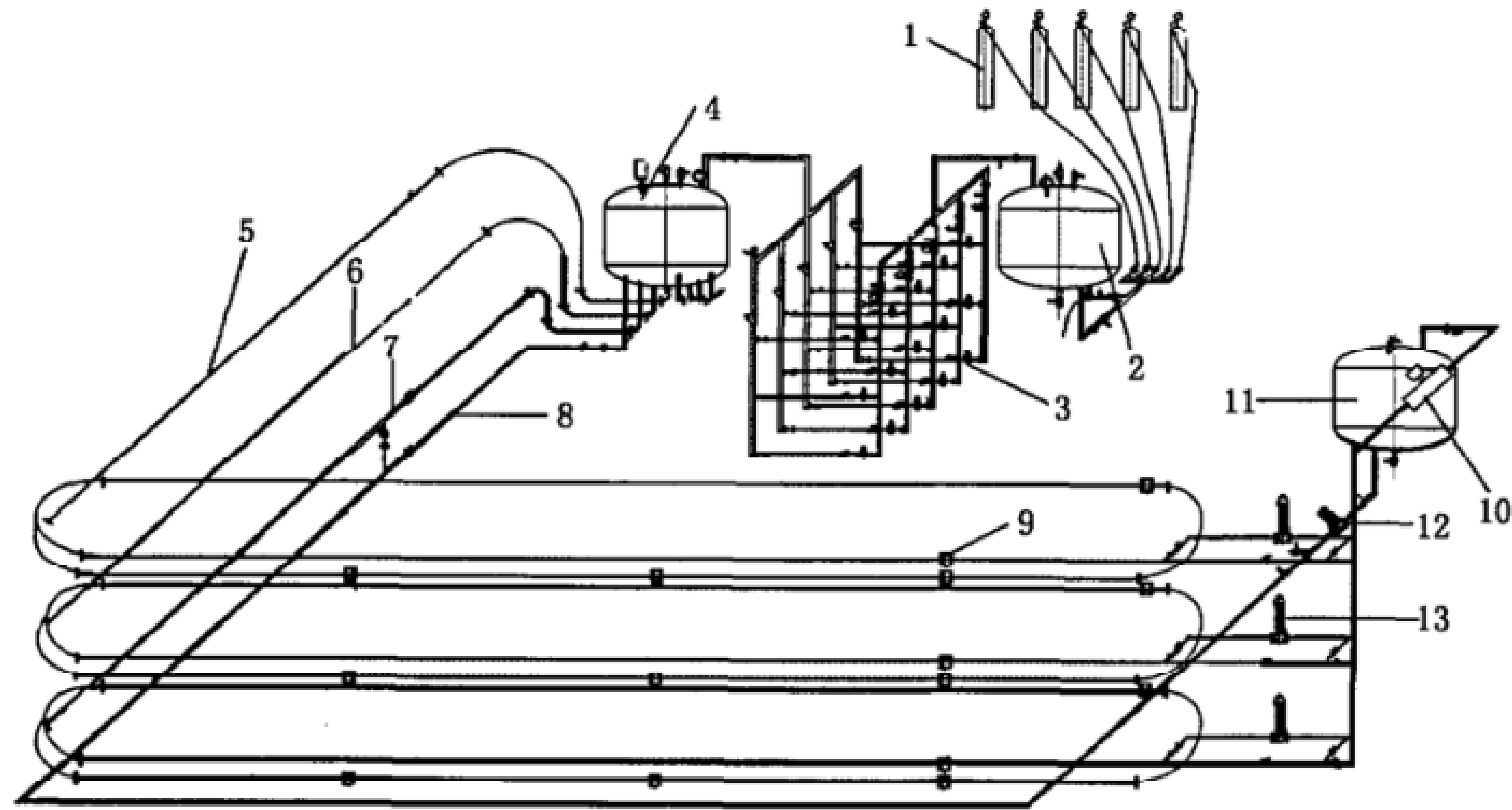
测定报告应注明测试条件并列测试结果，包括：

- a) 减阻剂产品标号。
- b) 评价用液体标号、体积。
- c) 减阻剂加剂量。
- d) 测定温度。
- e) 评价用液体在测定温度下的密度和运动黏度。
- f) 测定雷诺数和流量。
- g) 减阻率。
- h) 增输率。



附录 A  
(规范性附录)  
环道流程及要求

环道流程示意图如图 A. 1 所示。



注：各编号组件应符合以下要求：

- 氮气瓶 (1)：给氮气压力储气罐增压。如有其他氮气来源，可以取代氮气瓶。
- 氮气压力储气罐 (2)：设计压力 1.6MPa、容积 1m<sup>3</sup>，主要功能是作为输油压力缓冲罐压力气源，同时在测试过程中向输油压力缓冲罐中补气，以保证其压力恒定。
- 恒压调节阀 (3)：并排 5 组，每组 2 个，调压范围 0MPa~1.2MPa。其功能为保证输油压力缓冲罐中的压力稳定在设定值。
- 输油压力缓冲罐 (4)：设定压力 1.6MPa、容积 1.5m<sup>3</sup>，主要功能为装载评价用液体，同时作为测试管路的动力源。
- 测试回路 (5)：管内径为 6.35mm，管路上有 5 个取压点，测试长度 30m；水平安装，取压点前后直管段长度不小于 30 倍管道直径。
- 测试回路 (6)：管内径为 12.7mm，管路上有 5 个取压点，测试长度 30m；安装方式及要求同 5)。
- 测试回路 (7)：管内径为 25.4mm，管路上有 5 个取压点，测试长度 30m；安装方式及要求同 5)。
- 回流管路 (8)：管内径为 25.4mm，回流罐内的液体经回流管路回到输油压力缓冲罐。
- 压力传感器 (9)：可就地显示，测量范围 0MPa~1.0MPa，精度 0.1%。
- 质量流量计 (10)：安装在三条测试回路的汇管上，测量通过测试回路的流量。
- 回流罐 (11)：容积 1m<sup>3</sup>，处于测试回路终端，罐内液体可利用齿轮泵经回流管路返回输油压力缓冲罐。
- 回流泵 (12)：额定排量 5m<sup>3</sup>/h，扬程 0.33MPa，用于把回流罐内液体回输到输油压力缓冲罐。
- 流量调节阀 (13)：远程控制调节，精度 0.1%，用于调节测试管段流量使之保持恒定。

图 A. 1 环道流程示意图

附 录 B  
(资料性附录)  
测试数据表格式

B.1 减阻率测试数据表格式见表 B. 1。

表 B.1 减阻率测试数据表

样 品 名 称						
取样日期		测试日期				
测试用液体		测试温度 ℃				
所选管径 mm		管段流量 m <sup>3</sup> /s				
液体运动黏度 m <sup>2</sup> /s		加剂量 (质量分数) 10 <sup>-6</sup>				
测试点测试数据 kPa (第一次测试)	取压点	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	E <sub>1</sub>
	基础条件					
	加剂条件					
测试点测试数据 kPa (第二次测试)	取压点	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	E <sub>1</sub>
	基础条件					
	加剂条件					
计算雷诺数						
DR	第一次	第二次		平均值		

测试人：\_\_\_\_\_ 审核人：\_\_\_\_\_

B.2 增输率测试数据表格式见表 B. 2。

表 B.2 增输率测试数据表

样 品 名 称			
取样日期		测试日期	
测试用液体		测试温度 ℃	
所选管径 mm		加剂量 (质量分数) 10 <sup>-6</sup>	
液体运动黏度 m <sup>2</sup> /s		计算雷诺数	

表 B. 2（续）

管段流量 m <sup>3</sup> /s	测试一		测试二	
	未加剂	加剂	未加剂	加剂
TI %	第一次		第二次	平均值

测试人：\_\_\_\_\_ 审核人：\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

中华人民共和国  
石油天然气行业标准  
输油管道减阻剂减阻效果室内测试方法  
SY/T 6578—2009

\*

石油工业出版社出版  
(北京安定门外安华里二区一号楼)  
石油工业出版社印刷厂排版印刷  
新华书店北京发行所发行

\*

880×1230 毫米 16 开本 0.75 印张 23 千字 印 1—1500  
2010 年 2 月北京第 1 版 2010 年 2 月北京第 1 次印刷  
书号: 155021·6367  
版权专有 不得翻印