

ICS 75.180.01

E 92

备案号: 2649—1999

SY

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 6370—1998

岩心气体渗透率测定仪

Measuring instruments of core gas permeability

1999 - 03 - 03 发布

1999 - 10 - 01 实施

国家石油和化学工业局 发 布

标准下载网(www.bzxzw.com)

前 言

本标准是综合分析了目前国内外有关岩心气体渗透率测定仪的主要技术要求，参考中华人民共和国石油天然气行业标准 SY/T 5336—1996（岩心常规分析方法）以及国内各油田的使用情况而制定的。

本标准于 1999 年 3 月 3 日发布，自 1999 年 10 月 1 日起实施。

本标准由石油仪器仪表专业标准化委员会提出并归口。

本标准起草单位：石油大学（华东）仪表厂。

本标准主要起草人 迟善武 左光远 赫庆坤

岩心气体渗透率测定仪

SY/T 6370—1998

Measuring instruments of core gas permeability

1 范围

本标准规定了岩心气体渗透率测定仪（以下简称仪器）的原理与组成、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于仪器的制造、检验和质量评价。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成本标准的条文。本标准出版时，所予版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 191—1990 包装储运图示标志

GB 6587.4—1986 电子测量仪器 振动试验

GB/T 13384—1992 机电产品包装通用技术条件

3 原理与组成

仪器是根据气体一维稳定渗流达西定律来测定岩心气体渗透率，反映流体在压力差下通过多孔隙岩石的能力。根据达西定律，在岩心两端建立合适的压差，流体在压力作用下从岩心一端流向另一端，流体通过岩心的流量与岩心的截面积及其两端的压差成正比，与流体的粘度和岩心的长度成反比。将 C 值¹⁾表读数、节流器常数、下游水柱高度、岩心的截面积和长度代入公式（1），可计算出岩心的气体渗透率。

$$K_a = \frac{CQ_{200}h_w L}{200A} \quad (1)$$

式中 K_a ——气体渗透率 $10^{-3}\mu\text{m}^2$

C ——“ C 值表读数 s ”

Q_{200} ——节流器常数（在节流器背压 200mm 水柱高时的气体流量） cm^3/s

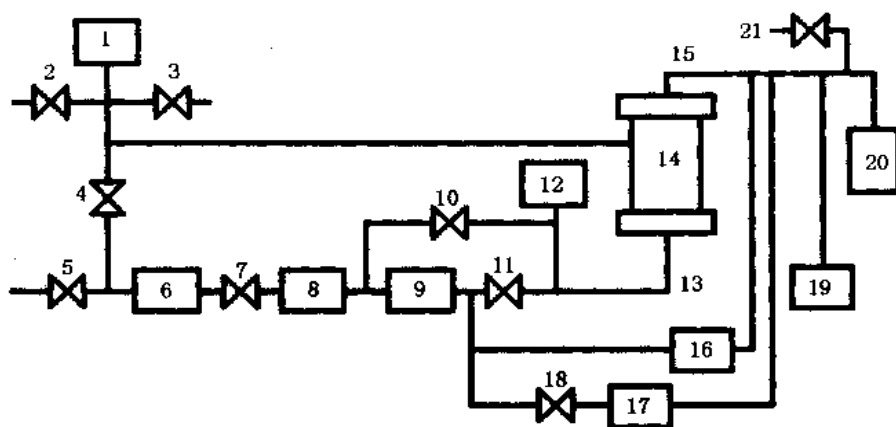
h_w ——节流器水柱压力计水柱高度 mm

L ——岩心长度 cm

A ——岩心截面积 cm^2 。

1) 为方便测量、简化计算，仪器将岩心进口压力 p_1 (MPa)、出口压力 p_2 (MPa)、气体粘度 μ (mPa·s) 换算成 C 值 (s)，直接标定在岩心进口压力表上，即 $C = 2000\mu p_1 / (p_1^2 - p_2^2)$ 。

仪器的流程及组成示意图见图 1。



- 1—环压表；2—真空阀；3—放空阀；4—环压阀；5—气源阀；6—高压调压器；7—岩样阀；8—干燥器；9—低压调压器；10—高压阀；11—低压阀；12—“C”值表；13—进气口；14—岩心夹持器；15—出气口；16—水银压力计；17—水柱压力计；18—中间水阀；19—节流器水柱压力计；20—节流器；21—节流失空阀

图 1 仪器组成示意图

4 要求

4.1 密封性

仪器气路系统的上游部分在高于工作压力 1.2 倍条件下，在 1h 内封闭压力降低量不超过 0.001MPa；下游部分在水柱达到 200mm 以上时保持，1h 内封闭压力降低量不超过 0.1mm。

4.2 环境条件

4.2.1 环境温度：18~40℃。

4.2.2 振动：

- 加速度： $9.8\text{m/s}^2 \pm 2.5\text{m/s}^2$ ；
- 频率范围：5~55~5Hz；
- 扫频速度：1 oct/min；
- 试验时间：大于或等于 30min。

4.2.3 仪器工作环境应无腐蚀性气体。

4.3 性能指标

4.3.1 测量范围：

- 低渗透率： $0.01 \times 10^{-3} \sim 10 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ；
- 中、高渗透率： $10 \times 10^{-3} \sim 10\,000 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。

4.3.2 岩心样品尺寸：直径 25mm 或 38mm，长 25~50mm。

4.3.3 测量允许误差： $\pm 10\%$ （低渗样品）； $\pm 5\%$ （中、高渗样品）。

4.3.4 平均无故障工作时间（MTBF）：大于或等于 500h。

4.4 外观

4.4.1 仪器安装的各种指示仪表或控制阀件应在适当、醒目的位置上标示名称或功能。

4.4.2 箱体及仪器面板漆面应光亮，无划痕、漆皮剥落或裂纹等缺陷。

4.4.3 面板文字及标志应清晰。

4.4.4 外露金属组件、部件应经过防锈、防腐处理，表面光亮。

5 试验方法

5.1 试验设备

- 精密压力表 (1MPa, 0.25 级);
- 控温烘箱 ($\pm 1^\circ\text{C}$);
- 振动试验台;
- 游标卡尺 (0.02mm);
- 气压计 (80~106kPa, 最小分度值为 0.1kPa);
- 温度计 (0~50 $^\circ\text{C}$, 最小分度值为 0.5 $^\circ\text{C}$);
- 一组孔隙型渗透率标准物质 (一般为五块)。

5.2 试验项目

5.2.1 密封性试验

在室温条件下, 使仪器测量系统上游部分管路和外接精密压力表等处于连通状态, 加压 0.5MPa, 并记录压力示值, 静置 1h 后, 检查压力表指示, 应满足 4.1 的要求; 检查下游部分, 用夹子封闭下游出口, 在节流器出口处用胶球加压, 使水柱升高到 200~205mm, 封闭加压口, 观察水柱高度变化, 应满足 4.1 的要求。

5.2.2 环境试验

5.2.2.1 温度试验

将仪器置于工作状态, 分别在 18 $^\circ\text{C}$ 和 40 $^\circ\text{C}$ 温度状态下静置 2h, 然后进行允许误差试验, 结果应能满足 4.3.3 的要求。

5.2.2.2 振动试验

按 GB 6587.4 的方法和本标准 4.2.2 的要求进行试验, 试验后, 仪器各构成部分应完好无损, 仍能正常工作, 允许误差试验结果应满足 4.3.3 的要求。

5.2.3 允许误差试验

分别取高、中、低渗透率的三种标准物质, 每种标准物质测量三次, 并记录测量结果, 按式 (2) 计算, 结果应满足 4.3.3 的要求。

$$\gamma = \frac{\bar{K}_a - K_0}{K_0} \times 100 \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中: γ ——相对误差, %;

\bar{K}_a ——每个标准物质三次测量结果的算术平均值, $10^{-3}\mu\text{m}^2$;

K_0 ——标准物质气体渗透率标称值, $10^{-3}\mu\text{m}^2$ 。

5.2.4 可靠性试验

随机抽取五台仪器, 在本标准要求的使用条件下, 每间隔 1h 顺序进行一次仪器允许误差测量, 连续进行 100h, 平均无故障工作时间应满足 4.3.4 的要求。

5.2.5 外观检查

用目测法检验外观应能满足 4.4 的要求。

6 检验规则

仪器检验分为出厂检验和型式检验两种。

6.1 出厂检验

6.1.1 仪器无论批量大小, 每台都应通过出厂检验。

6.1.2 出厂检验的项目及要求见表 1。

表 1 仪器检验项目表

检验项目	试验要求	试验方法	检验类型	
			型式检验	出厂检验
密封性试验	4.1	5.2.1	●	●
温度试验	4.2.1	5.2.2.1	●	○
振动试验	4.2.2	5.2.2.2	●	○
允许误差试验	4.3.3	5.2.3	●	●
可靠性试验	4.3.4	5.2.4	●	○
外观检验	4.4	5.2.5	●	●
注 ●必检项目。 ○可不作检验项目				

6.2 型式检验

6.2.1 仪器属下列情况之一者应进行型式检验

- 新产品试制定型时；
- 正式生产后，如设计、结构、材料或工艺有较大更改，可能影响产品性能时；
- 批量生产累计 200 台以上时；
- 产品停产满两年，恢复生产时；
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- 国家质量监督机构或上级质检部门提出要求时。

6.2.2 型式检验项目见表 1。

6.2.3 型式检验项目的随机抽样方案见表 2。

表 2 型式检验的随机抽样方案

台

批 量	推荐样本大小	最大样本大小
1~3	全部	全部
4~16	3	9
17~52	5	15
53~96	8	19
97~200	13	20
200 以上	20	全数的 10%

6.3 判定规则

6.3.1 仪器出厂检验项目全部合格方可出厂。

6.3.2 仪器型式检验中任一项目不合格时 应加倍抽样检验 若仍有不合格项目 则判定该批仪器检验不合格

7 标志 包装、运输、贮存

7.1 标志

7.1.1 仪器出厂时应有下列产品标志

- a) 仪器型号及名称
- b) 制造厂名称及厂商标
- c) 出厂日期及出厂编号
- d) 产品标准编号。

7.1.2 包装标志

仪器外包装上应有收发货标志和包装储运图示标志 符合 GB 191 的要求

7.2 包装

7.2.1 仪器包装应符合 GB/T 13384 的要求

7.2.2 随机技术文件应包括

- a) 仪器合格证书
- b) 仪器操作使用说明书
- c) 仪器备件 附件清单
- d) 仪器装箱单。

7.3 运输

本仪器适用于车 船及飞机等运输方式。运输中应避免雨雪淋浸 避免强烈震动和撞击 应按包装箱上标明的方向放置 不得倒置。

7.4 贮存

仪器应贮存在通风 干燥 无腐蚀性气体的环境中 常温下贮存 长期贮存时应定期（不超过六个月）开箱检查。
