

ICS 75.200

A 29

备案号: 43162—2014

# SY

## 中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 0040—2013

代替 SY/T 0040—1997

---

### 管道防腐层抗冲击性试验方法 (落锤试验法)

Test method for impact resistance of pipeline coatings  
(Falling weight test)

2013—11—28 发布

2014—04—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 总则 .....	1
4 仪器和设备 .....	1
5 试件 .....	2
6 状态调节 .....	3
7 预测试 .....	3
8 试验步骤 .....	4
9 计算 .....	4
10 试验报告 .....	5
11 精度与偏差 .....	5
附录 A (资料性附录) 计算实例 .....	6

## 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。

本标准与 ASTM G14-04 (2010 确认)《管道防腐层抗冲击性试验方法 (落锤试验) 标准》一致性程度为修改采用。

本标准代替 SY/T 0040—1997《管道防腐层抗冲击性试验方法 (落锤试验法)》，与 SY/T 0040—1997 相比，修订内容如下：

- 修改了“标准适用性”的陈述 (见第 1 章)；
- 引用标准 YB (T) 1-80《高碳铬轴承钢》修改为 GB/T 18254《高碳铬轴承钢》 (见第 2 章)；
- 第 3 章修改为“总则”，按照“3.1 意义和用途”、“3.2 方法概述”两部分进行编写 (见第 3 章)；
- 增加了选择重锤质量和锤头直径的说明 (见 4.1 注 2)；
- 导管标尺分度值修改为 5mm (见 4.1)；
- 修改了试件制备要求 (见 5.1)；
- 修改了相邻的两个冲击点之间的距离及冲击点距管端的距离 (见 7.3 注)；
- 修改了“重复进行冲击测试的规定” (见 7.4)；
- 修改“标准偏差”为“标准差”，修改了标准差计算公式 (见 9.2)；
- 修改了选取高度增量时，对防腐层厚度范围以及高度增量范围的规定 (见 9.2 注)；
- 增加了冲击强度计算结果有效数字位数的规定 (见 9.4)；
- 删除了试验报告中关于“防腐管生产厂家、生产日期和生产流水号”的信息；
- 增加了精度与偏差 (见第 11 章)；
- 修改了计算实例中标准差的计算结果 (见附录 A)。

本标准由中国石油管道学院负责解释。在执行过程中，请各单位结合工程实践，认真总结经验，注意积累资料，如发现本标准有需要修改和补充之处，请将意见和建议寄到中国石油管道学院 (地址：廊坊市爱民西道 90 号，邮编：065000)。

本标准由石油工程建设专业标准化委员会提出并归口。

本标准起草单位：中国石油管道学院、中国石油管道科技研究中心。

本标准主要起草人：孙雯芬、徐婷婷、解芳、闫丽芳、陈燕、李辉。

# 管道防腐层抗冲击性试验方法 (落锤试验法)

## 1 范围

本标准规定了一种测定管道防腐层抗冲击性的试验方法。

本标准适用于在落锤冲击的特定条件下,对使管道防腐层破损所需能量的测定。

## 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/T 18254 高碳铬轴承钢

SY/T 0063 管道防腐层检漏试验方法

SY/T 0066 钢管防腐层厚度的无损测量方法(磁性法)

## 3 总则

### 3.1 意义和用途

管道防腐层在运输、装卸、安装期间抗机械破损的能力取决于防腐层的抗冲击性。防腐层的抗冲击性可用破坏防腐层所需能量的大小确定,本标准采用落锤试验法测定管道防腐层的抗冲击性。

### 3.2 方法概述

本试验方法是采用一个固定质量的重锤,从不同的高度落下,在试件表面产生点冲击,并用检漏法检测防腐层产生的破损的机械试验方法。

## 4 仪器和设备

### 4.1 冲击试验机

冲击试验机如图1至图3所示,且应符合下列规定:

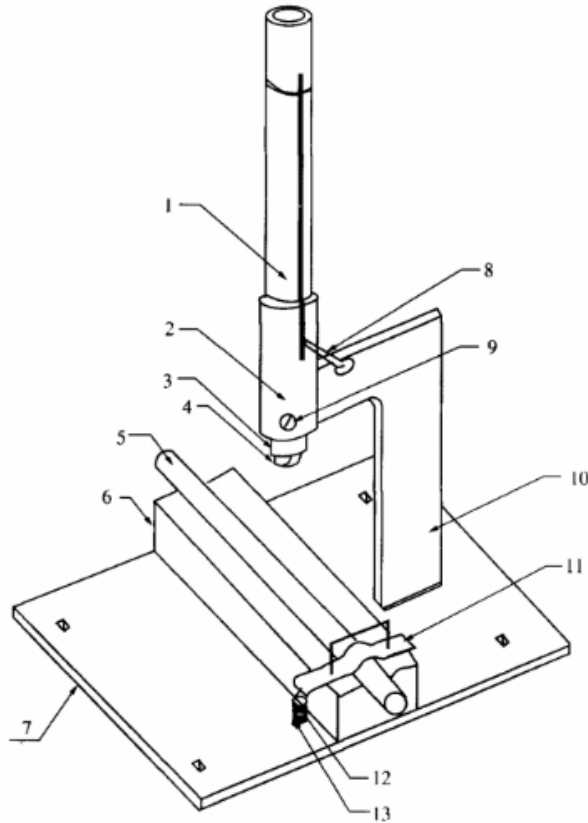
- a) 重锤:由锤头和锤体组成,其质量为1.36kg,锤头呈半球形,直径为15.9mm,适用于0.6m~1.2m的下落范围。对于大多数防腐层,重锤从0.9m的高度冲击,就可以得到合适的结果。

注1:如加工后的锤头处理至洛氏硬度45HRC,并至少保持20J的冲击韧性值,则可避免经常更换锤头。  
符合GB/T 18254中GC15牌号的高碳铬轴承钢也可用作锤头。

注2:根据实际需要,重锤质量和锤头直径可适当调整。

- b) 下落导管:导管长1.52m,内装重锤,用于引导重锤下落。下落导管用钢、铝或其他合适的刚性材料制成,并对内表面精加工,减少重锤下落时的摩擦力。下落导管应附有分度值为5mm的标尺,用于测量重锤下落的高度。

- c) 试件托架：试件托架安装在设备的机座上，用于试件的固定和定位（与下落导管轴线垂直）。  
注：下落导管与试件对不准所引起的滑动冲击会导致不规则的试验结果。为此推荐使用带有弹簧夹板的钢制V型槽。
- d) 设备支撑：设备和试件都应有牢固的支撑，即选择一个刚性基础，以便重锤的能量最充分地传给试件。



1 下落导管；2—管套；3 锤体；4—锤头；5 试件；6—金属V型槽；7—机座；  
8—提升销；9—定位螺钉；10—支架；11—夹板；12—弹簧；13—吊环

图1 冲击试验机

#### 4.2 涂层测厚仪

涂层测厚仪符合 SY/T 0066 的要求。

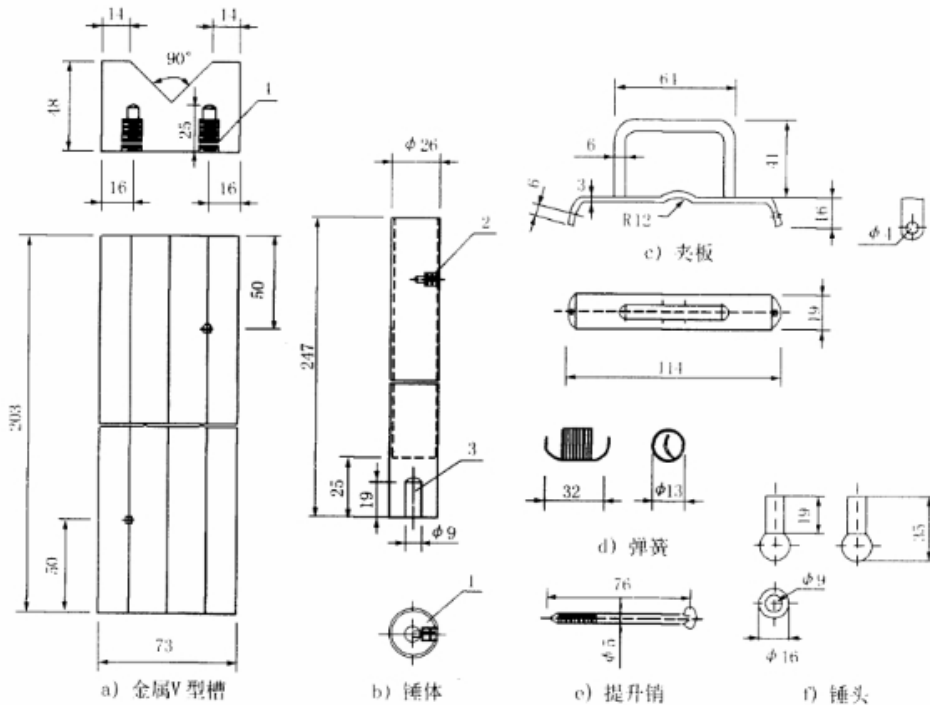
#### 4.3 涂层检漏仪

涂层检漏仪符合 SY/T 0063 的要求。

### 5 试件

5.1 试件应按防腐层工业生产的涂敷工艺进行制备，防腐层应无缺陷。试件采用外径 60mm、壁厚 4mm 的无缝钢管，长度为 410mm。

5.2 每次试验应制备 7 根试件。



1—导向芯；2—M5 标准螺孔；3—M4 六角固定螺孔；4—M6 埋头螺孔

图 2 冲击试验机零件图 (一)

## 6 状态调节

试件在试验前应在 21℃~25℃ 温度下室内放置 24h。

## 7 预测试

7.1 首先按照 SY/T 0066 的要求测量试件的防腐层厚度，然后按照 SY/T 0063 的要求对试件进行检测漏，要求试件无漏点。

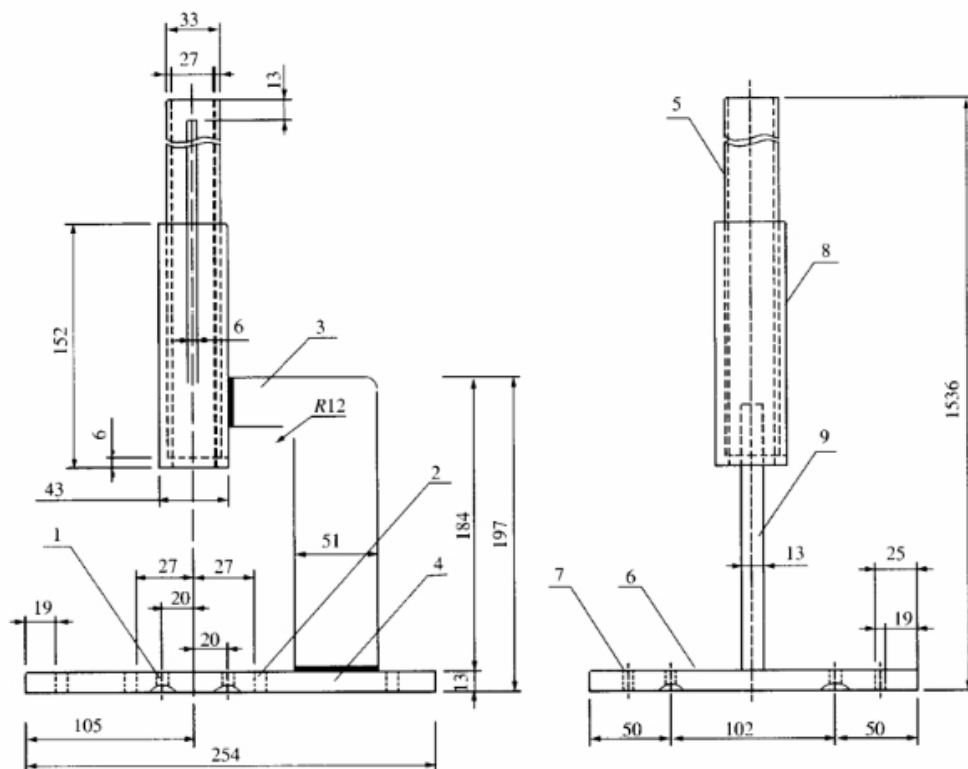
7.2 检漏合格的试件应放入金属 V 型槽中，重锤轻轻放在防腐层表面，调整标尺的零点。

7.3 从能使防腐层破损的高度对第一根试件进行冲击，使其产生可按照 SY/T 0063 检测出的防腐层破损。随后，重锤高度应降低 50%，并在试件表面的新区域做第二次探索性冲击。如此降低相应的高度，继续试验，直到不出现破损为止。

注：应在防腐层表面随机选取冲击点，并保持相邻的两个冲击点之间的距离不小于 75mm，且距管端不小于 40mm。采用任何有规则的方式选取冲击点将使试验产生偏差，并把误差引入试验结果。

7.4 在紧接无破损的冲击点前一个高度重做试验，用于确定平均冲击强度的近似高度是否已经找到。在防腐层破损与不破损之间连续两次转变，可表明已达到试验高度。

注：可应用插值法减少破损点与不破损点的高度值，使试验中破损点与不破损点的次数接近。



1 有帽螺钉孔；2-M4吊环螺钉孔；3、4 焊缝；5—铝管；6 机座；  
7 6mm×6mm方孔；8 管套；9—支架

图3 冲击试验机零件图(二)

## 8 试验步骤

- 8.1 本试验应在 21℃~25℃ 温度条件下进行。
- 8.2 按照 7.4 确定的高度范围的中间值开始试验。两次试验之间保持一个固定的高度增量。
- 8.3 每次冲击后，按照 SY/T 0063 的要求检测防腐层是否破损。
- 8.4 如果防腐层在第一次冲击时破损，则降低一个高度增量进行下一次试验；如果没有破损，则增加一个高度增量进行下一次试验。
- 8.5 采用相同的方式，通过上一次防腐层的破损与否，确定下一次的冲击高度。相邻冲击点的高度增量保持不变。继续使用这种“升—降”法，直至完成 20 个相继的冲击读数为止。

## 9 计算

9.1 冲击强度的计算公式如下：

$$M = 9.81 \times 10^{-5} \left[ h_0 + d \left( \frac{A}{N} \pm \frac{1}{2} \right) \right] W \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- M——冲击强度的平均值，J；
- $h_0$ ——发生次数较少的最小冲击高度，cm；

$d$ ——冲击高度增量, cm;

$N$ ——20次试验中, 发生或不发生破损的总次数, 取少者为  $N$  值;

$A$ ——在全部  $N$  中, 高于  $h_0$  值的增量个数与该高度发生次数乘积的和;

$W$ ——锤重, g。

注: 采用防腐层破损的总次数计算冲击强度平均值时取负号; 反之取正号。

9.2 标准差的计算公式如下:

$$S = 1.589 \times 10^{-4} d W \left( \frac{NB - A^2}{N^2} + 0.737 \right) \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$S$ ——标准差, J;

$B$ ——在全部  $N$  中, 高于  $h_0$  的增量个数的平方与该高度发生次数乘积的和。

注: 只有恰当选取高度增量  $d$ , 才能正确地确定防腐层的冲击强度, 当采用 1.36kg 的重锤对 250 $\mu$ m~1000 $\mu$ m 厚的防腐层进行试验时, 高度增量以 5.0mm~15.0mm 为宜。对于较厚的防腐层, 需要采用较大的高度增量。如果高度增量与标准差之比 ( $d/S$ ) 小于 0.045 (1/ $N$ ) 时, 则应采用较大的高度增量值  $d$  重做试验, 这样做可改进防腐层冲击强度值的估算。

9.3 公式 (1) 和公式 (2) 的使用方法参见附录 A。

9.4 冲击强度计算结果保留三位有效数字。

## 10 试验报告

试验报告宜包括以下内容:

- a) 试件的完整信息:
  - 1) 防腐层的名称及其技术标准编号。
  - 2) 钢管尺寸 (包括长度、外径和壁厚) 以及材质。
  - 3) 防腐层的最大、最小和平均厚度值。
  - 4) 试验日期。
  - 5) 其他有关资料。
- b) 平均冲击强度值  $M$ 。
- c) 标准差  $S$ 。

## 11 精度与偏差

两个实验室之间采用本试验方法确定的抗冲击性数值再现性不应超过  $\pm 15\%$ 。同一人员操作同一台仪器时, 对相同试件进行试验, 重复性不应超过  $\pm 15\%$ 。没有适当的标准材料用于本试验, 因此无法确定偏差。



附录 A  
(资料性附录)  
计算实例

采用 1.36kg 重锤所做的 20 次冲击试验结果见表 A.1。

表 A.1 试验结果

试验次数	下落高度 cm	破损	试验次数	下落高度 cm	破损
1	35.8	是	11	34.2	否
2	35.0	否	12	35.0	否
3	35.8	否	13	35.8	是
4	36.6	是	14	35.0	是
5	35.8	是	15	34.2	否
6	35.0	否	16	35.0	是
7	35.8	否	17	34.2	是
8	36.6	是	18	33.4	否
9	35.8	是	19	34.2	否
10	35.0	是	20	35.0	是

高度增量 = 0.8cm。

破损次数 = 11。

不破损次数 = 9。

$N = 9$ 。

在 33.4cm ( $h_0$ ) 时, 不破损次数 = 1; 在 34.2cm 时, 不破损次数 = 3; 在 35.0cm 时, 不破损次数 = 3; 在 35.8cm 时, 不破损次数 = 2。

计算 A 和 B:

$$A = 0 \times 1 + 1 \times 3 + 2 \times 3 + 3 \times 2 = 15$$

$$B = 0^2 \times 1 + 1^2 \times 3 + 2^2 \times 3 + 3^2 \times 2 = 33$$

按照公式 (1) 计算:

$$M = 9.81 \times 10^{-5} \left[ 33.4 + 0.8 \left( \frac{15}{9} + \frac{1}{2} \right) \right] \times 1360 = 4.69(\text{J})$$

按照公式 (2) 计算:

$$S = 1.589 \times 10^{-4} \times 0.8 \times 1360 \left( \frac{9 \times 33 - 15^2}{9^2} + 0.737 \right) = 0.281(\text{J})$$

平均冲击强度值  $M = 4.69\text{J}$ 。

标准差  $S = 0.281\text{J}$ 。