中华人民共和国石油天然气行业标准

管道防腐层环状弯曲性能试验方法

SY/T 0084—1994

批准部门：中国石油天然气总公司
批准日期：1994-12-21
实施日期：1995-06-01

1 总则

1.0.1 本方法通过观测防腐层管环状试件径向压缩时对防腐层的影响，以检验防腐层在管子变形时，对开裂、剥落的相对抵抗能力。

1.0.2 本方法仅适用于延伸率不大于5%的薄膜防腐层。

1.0.3 管道防腐层环状弯曲性能试验除执行本标准外，还应符合国家有关标准、规范的要求。

1.0.4 引用标准：

SY 0066—1992 钢管防腐层厚度无损测量方法(磁性法)

SY 0063—1992 管道防腐层检漏试验方法

2 意义及用途

2.0.1 本方法将提供管道防腐层抵抗由管子弯曲而引起的裂纹、剥落或其他机械损伤能力的数据，如果用本方法检验商品管时，可用其检测结果对相似材料进行比较。当涂敷方法和防腐层原料配比发生变化并可能影响其延伸性能时，可用本方法进行质量控制。

3 方法概述

3.0.1 本方法可用液压式手动压床、万能材料试验机或其他适用设备对涂有防腐层的环状试件进行径向压缩。环状试件被压缩到大致椭圆状时，使椭圆金属界面上的防腐层伸长，并由试件压缩前后的尺寸计算出防腐层的弯曲延伸率。在试验过程中，通过对试件进行检测以确定防腐层是否开裂或粘接力丧失。

3.0.2 用百分表、卡尺或其他适用的长度测量仪器控制试件压缩速度，由原始管外径减去百分表或卡尺读数即可得到试件压缩后的外形尺寸。

4 设备与仪器

4.0.1 压缩设备：能提供足够的压力，且能按本标准7.0.4条要求控制压头运动速度的设备，如手动压床、万能材料试验机等。

4.0.2 磁性测厚仪：符合SY 0066规定要求的测厚仪。

4.0.3 防腐层检漏仪：符合SY 0063规定要求的高压电火花检漏仪或低压湿海绵检漏仪。当防腐层厚度小于或等于0.50 mm时，用低压检漏仪；当防腐层厚度大于0.50 mm时，用高压检漏仪。

4.0.4 长度测量仪器：能测量试件的外径、长度、壁厚、压缩距离的仪器，精度为0.02 mm。

5 试件

5.0.1 试件应是有代表性的环状试件，其长度为50±5 mm。

5.0.2 试验用5个试件，它们应从同一根有防腐层的管段上切下，可用手锯、电锯或车床切割。注意不要损坏夹持部位的防腐层，并去除所有切割边缘毛刺。根据试验用途可要求更多的试件。

5.0.3 将试件上防腐层去除一定的面积，见图5.0.3，对于直缝管，其焊缝位置应在去除防腐层部位的中部；对于螺旋焊缝管，也应使焊缝在防腐层的去除部位，且5个试件的焊缝应处于一致的位置。

5.0.4 试件上防腐层不应有明显的裂纹和缺陷。

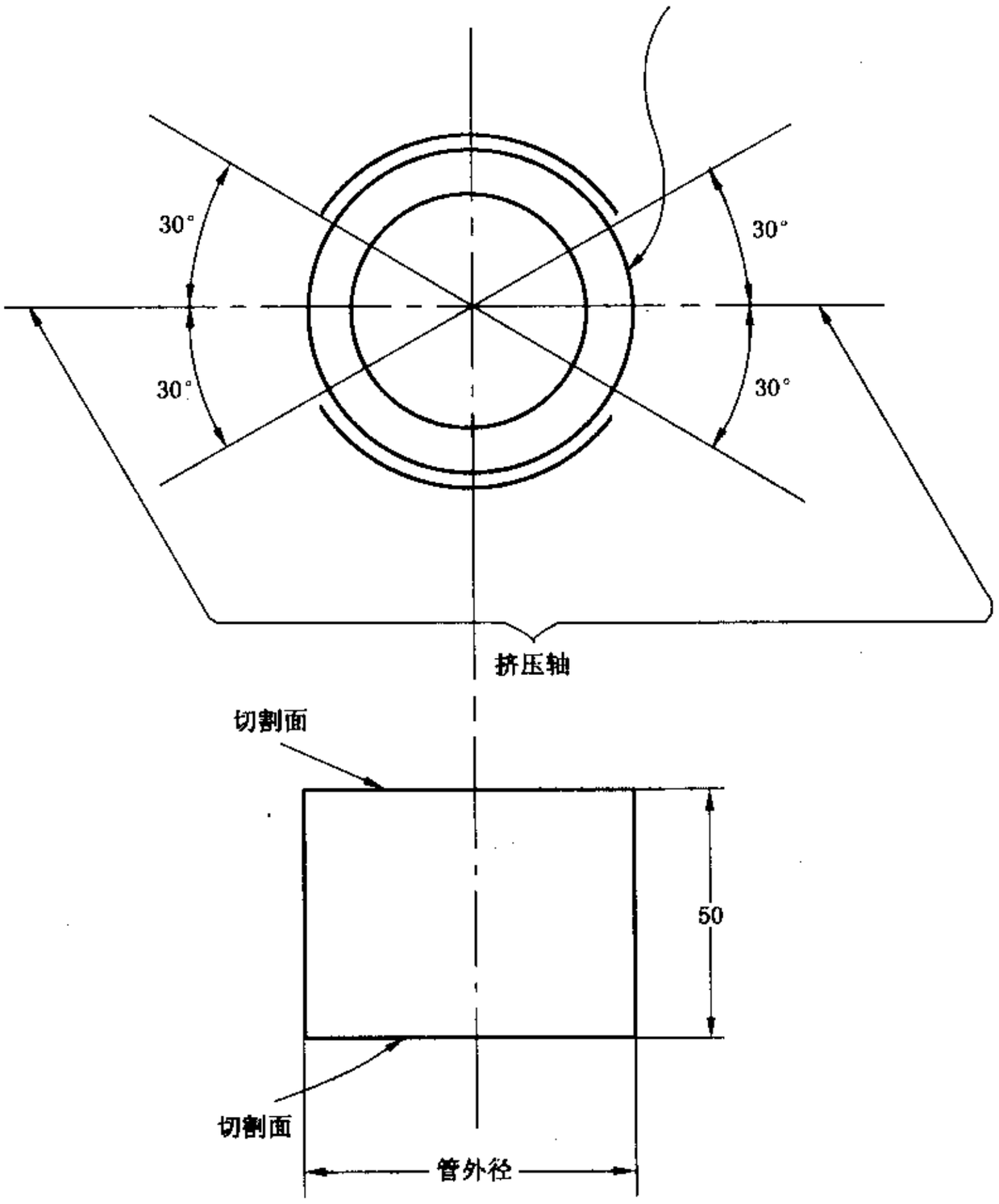


图 5.0.3 试　　件

6 状态调节

6.0.1 当要求在室温下进行试验时，试件应在室温中放置24 h以上，以确保其热平衡，室温范围为23±2℃，相对湿度为(50±5)%。

6.0.2 在其他温度下试验时，同样应保证试件与环境的热平衡。

7 试验步骤

7.0.1 使用适当量具测量每一试件的外径和壁厚。

7.0.2 按照SY 0066规定的要求测量试件的防腐层厚度。

7.0.3 把试件放在压缩设备上，将无防腐层面正对压头平面，然后施加适当的力夹持住试件，安装位移测量仪表。

7.0.4 压缩面移动速度应符合以下原则：

试件直径(mm)	压缩速度(mm/min)
50~200	2～20
200～400	20～40
400～600	40～60
＞600	60～100

压缩面移动速度可由任何适当方法测定，如用百分表、卡尺、秒表。

7.0.5 在压缩过程中，应连续用检漏仪检查试件以确定防腐层的开裂或漏点的出现，一旦发现，立即停止试验，并记录出现裂纹的数量、尺寸、类型，检查由弯曲变形而引起的试件防腐层粘接力的丧失。

注：不要忽略有些防腐层在弯曲操作后有发展应力裂纹的可能性，如果考虑此问题，弯曲后的试件应保留一定时间以便进一步检测。

7.0.6 测量试件的压缩距离，如用百分表。

7.0.7 用试件的原始管径减去压缩距离，然后用式(7.0.7)计算弯曲延伸百分率。

$$P=\frac{\frac{(D-t)D_1}{(D_1-t)}-D}{D}\times 100 \qquad (7.0.7)$$

式中：P——弯曲延伸率(%)；

D——防腐层管原始外径(mm)；

D_1——防腐层管原始外径与压缩距离的差值(mm)；

t——管壁厚(mm)。

公式推导过程见附录 A。

8 试验报告

8.0.1 试验报告应包括以下内容：

8.0.1.1 所试验防腐层管的完整资料。包括防腐层名称及类型，防腐层平均厚度、最大及最小厚度，生产批号，生产日期，管子公称直径等。

8.0.1.2 压缩速度。

8.0.1.3 试验时试件的温度。

8.0.1.4 防腐层出现漏点、裂纹时弯曲延伸率及压缩量。

8.0.1.5 对漏点、裂纹或其他破坏现象的描述。

8.0.1.6 管子与防腐层剥离、剥落的情况。

8.0.1.7 在试验过程中或刚从试验设备上取下试件时所注意到的情况。

8.0.1.8 再次观测被压缩试件时试件所保存的天数。

9 精密度

9.0.1 精密度要求的数据只限于同一防腐层管上相邻的试件，并假定防腐层的表面状况及材料均匀一致。

9.0.2 重复性——当同一操作者使用同一仪器，对同批试件做重复试验时，其测量值的误差应在平均值的±8%之内。

9.0.3 再现性——不同的操作者使用不同的检漏仪，在同一电压下检测同种试件，所得数据与平均值的差值应在±15%之内。

附 录 A
建立环状试件径向变形与防腐层延伸百分率关系曲线所必需的假设与公式推导

A1 条件

A1.1 把夹具中的圆环挤压一个有限量使其成为扁圆状，见图 A1.1。

注：此处可能引起争论，因为原始管截面并非一个完美的圆，但应用 Sariong 公式时，认为其是一个完美的圆。

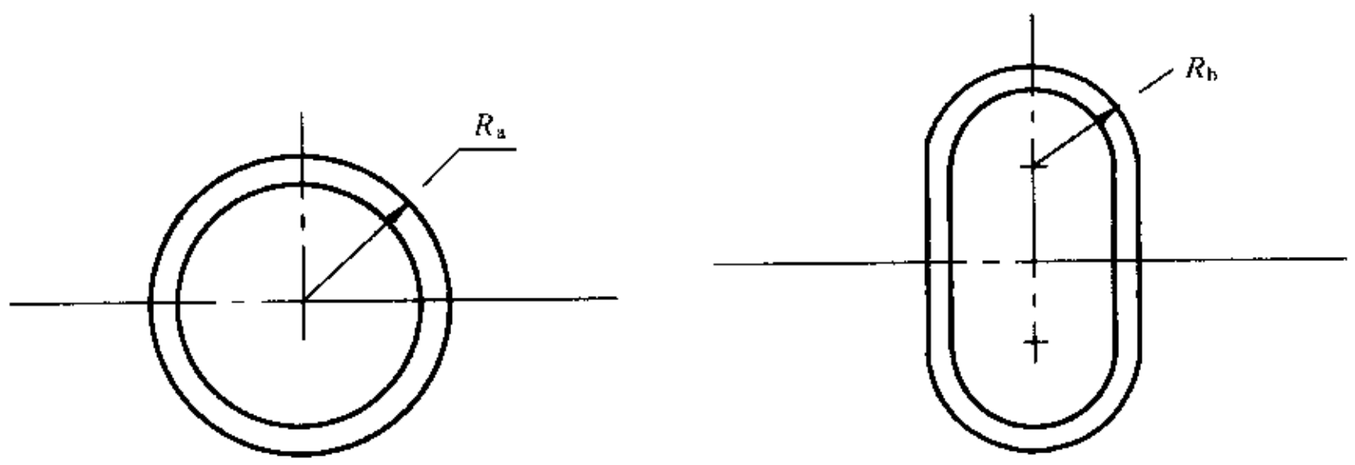


图 A1.1 环 状 试 件

A2 假设

A2.1 当圆环试件在两平行面中被挤压一个有限量时，试件上的某些部分曲率半径比原始环减小，减小部分的曲率半径非常贴近理想圆的半径，因而可以被假设成相当于理想圆的一部分。

A2.2 当环状试件的一个部分变形后成为小半径环上的一部分时，假设这部分环上表面均匀地伸长。

A2.3 如果原始环表面被防腐层包覆，并且被拉伸，粘接的防腐层不仅伸长，而且新的粘接面积肯定小于最初的粘接面积，因此，粘接表面必然减小。只有当此处防腐层很黏，能随伸长的表面流动时例外。

A2.4 不管管子金属表面是轴向伸长还是环向伸长，其防腐层的粘接性能一致。

A2.5 当环状试件被挤压时，其厚度不变。

注：当任何以上假设被认为有问题时，则必须以其他方法计算延伸率，如在挤压环状试件时，直接测量或与标准半径的弯曲件比较。

A3 公式推导

A3.1 在图 A3.1-1 中：

$$b=\theta\pi(D-t) \tag{A3.1-1}$$

$$d=\theta\pi D \tag{A3.1-2}$$

式中：D——原始外径(mm)；

t——环壁厚(mm)；

θ——大环上的夹角(以 360°分之几计)；

b——对应于 θ 角管壁中心线弧长(mm)；

d——对应 θ 角管外表面弧长(mm)。

A3.2 在图 A3.1-2 中：

$$a=\delta\pi(D_1-t) \tag{A3.2-1}$$

$$c=\delta\pi D_1 \tag{A3.2-2}$$

式中：D_1——原始外径与压缩距离的差值；

t——小环的壁厚(与大环相同)(mm)；

δ——小环上的夹角(以360°分之几计)；

a——对应夹角δ的管壁中心线弧长(mm)；

c——对应夹角δ的外表面弧长(mm)。

注：管壁中心线弧长为管子中心圆弧长。

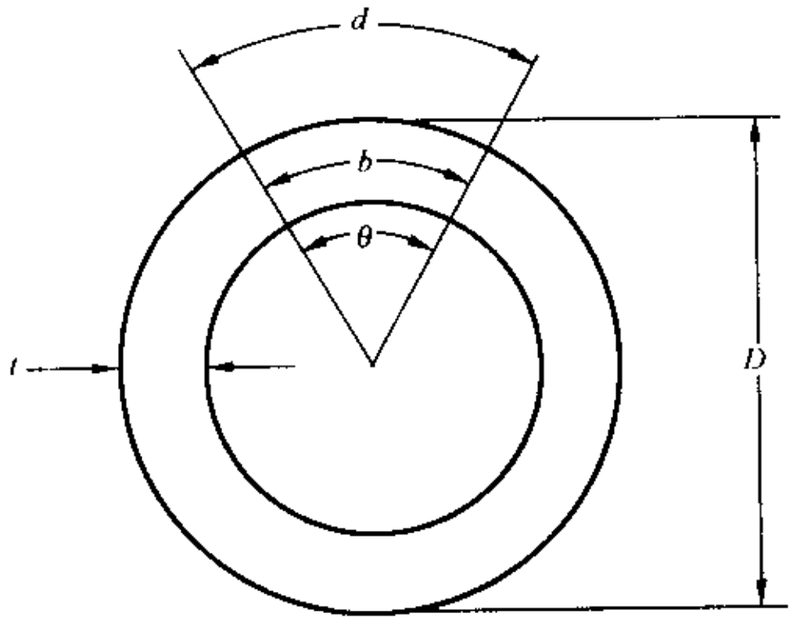


图 A3.1-1 大　　环

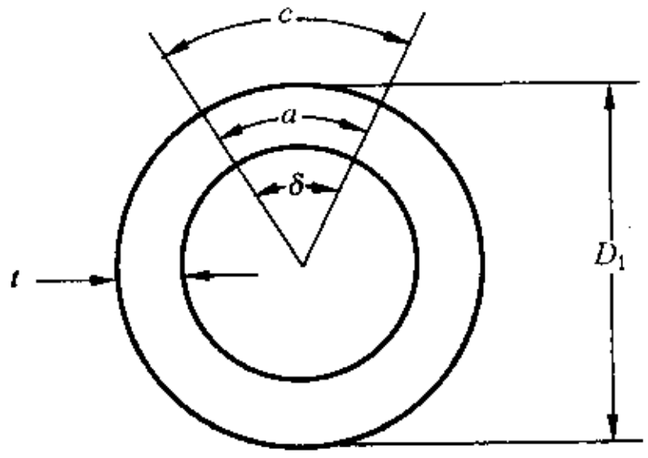


图 A3.1-2 小　　环

A3.3 选择任意角θ，该角在防腐层所对应的夹角内。δ值可根据θ值计算出。

例如：

令 $\theta=4.5/360=0.0125$，$a=b$ (A3.3-1)

则 $\theta\pi(D-t)=\delta\pi(D_1-t)$ (A3.3-2)

由$\theta=0.0125$得出

$$\delta=0.0125\frac{D-t}{D_1-t} \tag{A3.3-3}$$

$$c=\delta\pi D_1=0.0125\frac{D-t}{D_1-t}\pi D_1 \tag{A3.3-4}$$

式中：c——延长后的表面长度(mm)。

令 P 为延伸率，则

$$P=\frac{c-d}{d}\times 100 \tag{A3.3-5}$$

$$P=\frac{\dfrac{0.0125(D-t)}{D_1-t}\pi D_1-0.0125\pi D}{0.0125\pi D}\times 100 \tag{A3.3-6}$$

(在原单行本标准中，此公式左端的字母“P”后缺等号“=”——编者注。)

$$P=\frac{\dfrac{(D-t)}{(D_1-t)}D_1-D}{D}\times 100 \tag{A3.3-7}$$

此式即为计算延伸率的表达式。

注：当θ值选为π时，则此式显然不适用，因此将此式的适用范围限制在压缩面以外环夹角上是必要的。

A3.4 建立延伸与环变形关系曲线，在式(A3.3-7)中，t为壁厚，D为原始外径。当给定环的变形值之后，可用式(A3.3-7)计算延伸百分率，然后可通过此方法连续得到任意多个绘制标定曲线所必需的点。

附 录 B
推荐的试验数据报告表

管道外径（mm）		最小壁厚（mm）												报告编号	
类型：		等级：						制造厂						日期	
防腐层类型：		厚度：		最大(mm)			最小(mm)				平均(mm)				
涂敷单位：		涂敷方法：													
检漏仪类型		制造厂							检漏电压（V）						

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
		结 果				观察情况			温度	开 裂		剥 落		检漏仪	
序号	批号	原始管径 D（mm）	最后管径 D_1（mm）	$D-D_1$（mm）	延伸率	日期	剥落时间（mm）	压缩速度（mm/min）	℃	不可见	可见	无	有	有漏点	无漏点
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
评语															
结论															