



中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 6896.1—2012

石油天然气工业特种管材技术规范 第1部分: 套管钻井管柱

Technical specification for special tubular goods for
petroleum and natural gas industries—
Part 1: Casing string used in casing drilling

2012—08—23 发布

2012—12—01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 技术要求	2
3.1 制造工艺要求	2
3.2 化学成分	2
3.3 拉伸性能	2
3.4 硬度	3
3.5 夏比（V型缺口）冲击吸收能	3
3.6 晶粒度	4
3.7 非金属夹杂物	4
3.8 几何尺寸与质量	4
3.9 静水压	5
3.10 残余应力	6
4 试验方法	6
4.1 化学成分	6
4.2 拉伸试验	6
4.3 夏比（V型缺口）冲击试验	6
4.4 硬度试验	7
4.5 晶粒度测定	7
4.6 非金属夹杂物评定	7
4.7 压扁试验	7
4.8 尺寸和称重检验	8
4.9 残余应力	9
4.10 全尺寸外压挤毁试验	9
4.11 复验	10
4.12 无损检测	10
5 套管选材	12
5.1 表层套管钻井套管选择	12
5.2 油层套管钻井套管选择	12
6 实物试验、疲劳试验和适用性评价	13
6.1 总则	13
6.2 实物试验内容及流程	13
6.3 疲劳试验	13

SY/T 6896.1—2012

6.4 适应性评价.....	13
7 套管钻井管柱设计.....	13
7.1 管柱强度设计.....	13
7.2 疲劳设计.....	13
附录 A (规范性附录) 套管钻井用螺纹脂	15
附录 B (规范性附录) 套管钻井作业参数设计.....	23

前 言

SY/T 6896《石油天然气工业特种管材技术规范》分为以下若干部分：

——第1部分：套管钻井管柱；

——第2部分：定向穿越用钻杆；

.....

本部分为SY/T 6896的第1部分。

本部分按照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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本部分由石油管材专业标准化技术委员会提出并归口。

本部分起草单位：中国石油集团石油管工程技术研究院、中国石油吉林油田分公司钻井工艺研究院。

本部分主要起草人：宋生印、上官丰收、杨钊、韩新利、李磊、王力。

引 言

套管钻井是指在钻进的过程中，用套管来取代传统的钻杆向井下传递机械能量和水力能量，边钻进边下套管，完钻后作钻柱用的套管留在井内完井。套管钻井将钻进和下套管合并成一个作业过程。

套管钻井具有传统钻井技术不能替代的七大优点：

(1) 整个钻井过程不再使用钻杆和钻铤，从而可节省与钻杆和钻铤的采购、检验、存放、运输、修复等过程有关的大量人力物力与费用；

(2) 减少了起下钻时间。在钻井过程中不再有传统的起下钻过程，大大节约了钻井时间和费用；

(3) 减少了钻井事故和复杂情况的发生，由于套管钻井的井眼自始至终由套管完成，因而大大减少了常见的井壁坍塌、冲刷井壁、井眼内形成键槽或台阶以及卡钻等问题；

(4) 因为井筒内始终有套管，起下钻时不会造成井筒内抽吸作用，使井控状况得到改善；

(5) 起下钻时能保持钻井液连续循环，可防止钻屑聚集，减少了卡钻事故的发生；

(6) 改善了水力参数、环空上返速度和清洗井筒的状况；

(7) 钻机更加轻便，易于搬迁和操作，人工劳动量及费用都将减少。

套管钻井可应用于直井、水平井、斜井、开窗侧钻井等。目前套管钻井在加拿大、美国、墨西哥、北海等国家和地区得到广泛地应用，我国海上、陆上进行了套管钻井先导性试验，并取得了初步成功。

但是，由于套管钻井时，作为钻柱的套管柱要受到拉、压、弯、扭、振动等载荷的联合作用，这对套管柱提出了新的、更高的要求，需要开展选材、设计、试验、验证等工作，才能确保套管钻井顺利推广应用。

石油天然气工业特种管材技术规范

第1部分：套管钻井管柱

1 范围

SY/T 6896 的本部分规定了套管钻井用套管的技术要求、试验方法、选材、适用性评价、管柱设计。

本部分适用于石油天然气套管钻井用套管的选择及管柱设计。

本部分还给出了套管钻井专用螺纹脂的性能要求和钻井作业参数的设计方法。

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 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法（GB/T 229—2007，ISO 148-1：2006，MOD）

GB/T 230.1 金属洛氏硬度试验 第1部分：试验方法（A，B，C，D，E，F，G，H，K，N，T 标尺）（GB/T 230.1—2004，ISO 6508-1：1999，MOD）

GB/T 246 金属管 压扁试验方法（GB/T 246—2007，ISO 8492：1998，IDT）

GB/T 269 润滑脂和石油脂锥入度测定法（GB/T 269—1991，ISO 2137：1985，IDT）

GB/T 3142 润滑剂承载能力测定法（四球法）

GB/T 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第1部分：试验方法（GB/T 4340.1—2009，ISO 6507-1：2005，MOD）

GB/T 4929 润滑脂滴点测定法（GB/T 4929—1985，ISO/DP 2167：1979，MOD）

GB/T 6394 金属平均晶粒度测定法

GB/T 9253.2 石油天然气工业 套管、油管 and 管线管螺纹的加工、测量和检验

GB/T 10561 钢中非金属夹杂物含量的测定——标准评级图显微检验法（GB/T 10561—2005，ISO 4967：1998，IDT）

GB/T 19830 石油天然气工业 油气井套管或油管用钢管（GB 19830—2011，ISO 11960：2004，IDT）

GB/T 21267 石油天然气工业 套管及油管螺纹连接试验程序（GB/T 21267—2007，ISO 13679：2002，IDT）

GB/T 23512 石油天然气工业 套管、油管和管线管用螺纹脂的评价与试验（GB/T 23512—2009，ISO 13678：2000，IDT）

SH/T 0324 润滑脂钢网分油测定法（静态法）

SH/T 0331 润滑脂腐蚀试验法

SY/T 5234 优选参数钻井基本方法及应用

SY/T 5724 套管柱结构与强度设计

SY/T 6128 套管、油管螺纹接头性能评价试验方法

API RP 5C5 套管和油管螺纹连接试验程序推荐作法（Recommended practice on procedures for testing casing and tubing connections）

API RP7 A1 旋转台肩式连接用螺纹脂试验推荐作法 (Recommended practice on testing of thread compound for rotary shouldered connections)

ASTM E140 布氏硬度、维氏硬度、洛氏硬度、洛氏表面硬度和努氏硬金属用标准硬度换算表 (Standard hardness conversion tables for metals relationship among brinell hardness, vickers hardness, rockwell hardness, superficial hardness, knoop hardness and scleroscope hardness)

ASTM E1928 估算直薄壁管的近似残余圆周应力的标准实施规范 (Standard practice for estimating the approximate residual circumferential stress in straight thin-walled tubing)

3 技术要求

3.1 制造工艺要求

3.1.1 制造及材料

套管钻井用套管推荐选用无缝钢管制造。材料应保证足够的淬透性，并满足 GB/T 19830 和合同规定。在腐蚀环境中应用的套管钻井用套管材料还应满足耐腐蚀要求。

3.1.2 热处理

除订货单上另有规定外，套管钻井用套管在冷加工后应进行整管热处理。热处理工艺包括正火 (N)、正火+回火 (N&T) 或淬火+回火 (Q&T)，由制造商选择，或者根据合同规定。

3.1.3 矫直

套管钻井用套管需进行矫直处理，宜选择热矫直工艺。套管钻井用套管在冷矫直后应进行残余应力消除。矫直工艺应满足 GB/T 19830 和/或合同规定。

3.1.4 外观及无损检测

套管钻井用套管产品应全长进行外观及无损检测，具体要求见 GB/T 19830。

3.1.5 批

同一炉钢制造，具有相同尺寸和钢级，并经连续热处理操作（或批量热处理操作）的管子为同批管子。

3.1.6 可追溯性

套管钻井用套管产品应建立完整的溯源体系，根据最终产品管号应可确定其生产过程和控制参数。

3.2 化学成分

套管钻井用套管用钢管化学成分应满足 GB/T 19830 或合同要求。

3.3 拉伸性能

套管钻井用套管用钢管拉伸性能包括屈服强度、抗拉强度和延伸率。在拉伸试验中，记录或报告伸长率时，若用条形试样，则该记录或报告应写明试样的公称宽度和标距长度；若用圆棒试样，应写明直径和标距长度；若用全截面试样，应写明试样的状态、长度和标距长度。

3.3.1 伸长率

拉伸试样伸长率标距为 50.8mm。对于圆棒拉伸试样（标距内直径为 $\phi 6.25\text{mm}$ ，标距长度为 25mm；标距内直径为 $\phi 8.9\text{mm}$ ，标距长度为 35.6mm；标距内直径为 $\phi 12.7\text{mm}$ ，标距长度为 50.8mm），其最小伸长率应按计算面积为 130mm^2 判定。

3.3.2 强度

屈服强度为规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ 。屈服强度和抗拉强度要求应符合 GB/T 19830 的规定，或按买卖双方商定的合同规定。

3.4 硬度

套管钻井用套管管子横截面上各部位硬度应符合 GB/T 19830 或合同规定。

3.5 夏比（V 型缺口）冲击吸收能

夏比冲击试验采用 V 型缺口试样。套管钻井用套管用钢管的母材纵向、横向的夏比冲击吸收能（ $10\text{mm} \times 10\text{mm} \times 55\text{mm}$ 标准试样）应符合表 1 的规定。冲击试样的断口上不允许出现目视可见的灰斑等缺陷，如果冲击试样上发现有断口分离现象，则夏比冲击吸收能应大于或等于表 1 规定值的 150% 才算合格。夏比冲击试样取向与尺寸的优先选择顺序见表 2。

表 1 夏比冲击吸收能要求

钢级 ksi	试验温度 ℃	全尺寸试样冲击吸收功, J	
		纵向	横向
55	0	30	25
80	0	45	40
95	0	45	40
110	0	55	45
125	0	60	55

表 2 冲击试样取向及尺寸的优先选择顺序

优先选择顺序	试样取向	试样尺寸, mm × mm
1	横向	10.0 × 10.0
2	横向	10.0 × 7.5
3	横向	10.0 × 5.0
4	纵向	10.0 × 10.0
5	纵向	10.0 × 7.5
6	纵向	10.0 × 5.0

当管子壁厚不够而采用小尺寸试样时，其最小冲击吸收能应根据表 3 的比例系数相应减少。当套管钻井用套管产品因不能切取冲击试样而不能进行冲击试验时，生产厂应提供在产品化学成分、矫直工艺、热处理工艺等方面对冲击吸收能的保证措施。

表3 小尺寸试样冲击吸收能比例系数

试样尺寸 mm×mm	比例系数 %
10.0×10.0	100
10.0×7.5	80
10.0×5.0	55

3.6 晶粒度

套管钻井用套管材料的晶粒度应为 GB/T 6394 中规定的 8 级或更细。

3.7 非金属夹杂物

套管钻井用套管材料的各部位非金属夹杂物微观检验结果应符合表 4 的规定。

表4 夹杂物微观检验结果限定值

硫化物		氧化铝		硅酸盐		球状氧化物		总和
细	粗	细	粗	细	粗	细	粗	
≤1.5	≤1.0	≤1.5	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤1.5	≤1.0	≤4.5

3.8 几何尺寸与质量

3.8.1 外径、壁厚和质量公差

套管钻井用套管的外径、壁厚和质量公差应符合表 5 的规定。

表5 外径、壁厚和质量公差

项目		公差	
外径		$-0.25\%D \sim +1.0\%D$	
不圆度	$D \leq 244.48\text{mm}$	$\leq 0.50\%$	
	$D \geq 273.08\text{mm}$	$\leq 0.60\%$	
壁厚	$D \leq 244.48\text{mm}$	$-8\%t \sim +10\%t$	
	$D \geq 273.05\text{mm}$	$-8\%t \sim +8\%t$	
	壁厚不均度	$\leq 10\%$	
质量	单根管子	$D \leq 244.48\text{mm}$	$-2.1\%wt \sim +6.5\%wt$
		$D \geq 273.05\text{mm}$	$-3.5\%wt \sim +6.5\%wt$
	车载批量	$D \leq 244.48\text{mm}$	$> -1.20\%wt$
		$D \geq 273.05\text{mm}$	$> -1.75\%wt$
注： D ——管子名义外径； t ——管子规定壁厚； wt ——计算质量。			

3.8.2 长度

长度范围应符合 GB/T 19830 或合同规定。

3.8.3 不圆度和壁厚不均度

不圆度 e 由公式 (1) 计算:

$$e = \frac{2(D_{\max} - D_{\min})}{D_{\max} + D_{\min}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

e ——不圆度, 用百分数表示;

D_{\max} ——同一横截面上实测的最大外径值, 单位为毫米 (mm);

D_{\min} ——同一横截面上实测的最小外径值, 单位为毫米 (mm)。

壁厚不均度 ϵ 由公式 (2) 计算:

$$\epsilon = \frac{2(t_{\max} - t_{\min})}{t_{\max} + t_{\min}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

ϵ ——壁厚不均度, 用百分数表示;

t_{\max} ——同一截面上实测的最大壁厚值, 单位为毫米 (mm);

t_{\min} ——同一截面上实测的最小壁厚值, 单位为毫米 (mm)。

3.8.4 管端直度

套管钻井用套管距管端 3m 内的直度应不超过 1mm/m。

3.8.5 通径

套管钻井用套管应进行全长通径检验, 并符合表 6 的规定。

表 6 通径要求

套管名义外径 D mm	通径棒尺寸	
	最小长度 mm	最小直径 mm
≤ 219.08	152	$d - 2.18$
244.48~339.72	305	$d - 2.97$
≥ 406.40	305	$d - 3.76$

注: d ——由名义外径 D 和规定壁厚 t 计算得到的内径。

3.9 静水压

套管钻井用套管应进行静水压试验, 标准静水压试验压力不低于按公式 (3) 计算的数值, 或符合买卖双方商定的更高试验压力, 数值圆整到最接近的 0.5MPa。静水压试验时, 保压时间不低于 10s。每根管都应进行整管静水压试验, 且在规定的压力试验过程中不渗漏。

$$p = (2f \cdot YS_{\min} \cdot t) / D \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

p ——标准静水压试验压力，单位为兆帕（MPa）；

f ——系数，取 0.85；

YS_{\min} ——管体规定最低屈服强度，单位为兆帕（MPa）；

t ——规定壁厚，单位为毫米（mm）；

D ——名义外径，单位为毫米（mm）。

对接头密封效率低于管体的，静水压试验压力可由买卖双方商定，但不得低于名义密封压力的 80%。静水压试验可以平端、带螺纹或螺纹和机紧接箍等形式进行，但宜在接箍与管体上扣连接后进行。

对需要热处理的套管，应在最终热处理后进行试验。

3.10 残余应力

套管钻井用套管的环向残余应力应符合表 7 的规定。

表 7 套管钻井用套管的环向残余应力

钢级 ksi	残余应力 MPa
55	≤110
80	≤110
95	≤130
110	≤152
125	≤173

4 试验方法

4.1 化学成分

化学成分以产品分析验收，试验方法及要求按 GB/T 19830 的规定进行。

4.2 拉伸试验

拉伸试验检测材料的屈服强度 $R_{p0.2}$ 、抗拉强度和伸长率，试验方法及要求按 GB/T 19830 的规定进行。

4.3 夏比（V 型缺口）冲击试验

4.3.1 试验方法及结果

夏比冲击试验按 GB/T 229 的规定进行，试验温度见表 1。

管体试验结果取 3 个试验值的平均值，且只允许有一个试验值不小于要求值的 0.75 倍。

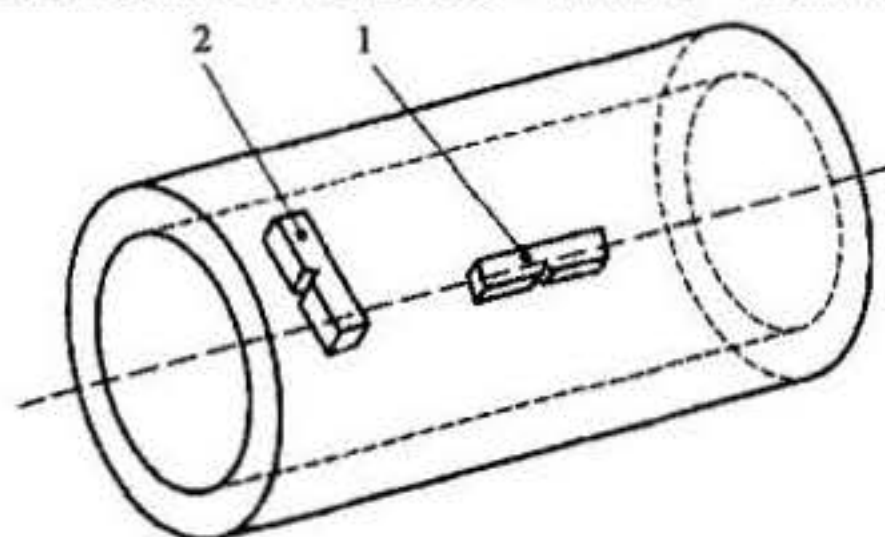
4.3.2 冲击试样

冲击试样应采用夏比 V 型缺口试样。试样缺口方向沿壁厚方向，试样位置靠近管体外表面，如图 1 所示。

对壁厚大于 16mm 的套管，应分别在钢管外表面和壁厚中间部位同时取样进行试验，以评价热处理效果。

试样方向、尺寸的优先选用顺序按 3.5 的规定执行。一个试验应包括取自一根产品管同一部位的 3 个试样。

如果冲击试样出现机加工缺陷或裂纹，则应报废，并用另一试样代替。



说明：

1——纵向试样；

2——横向试样。

图 1 冲击试验试样取向

4.3.3 其他

冲击试验其他要求按 GB/T 19830 的规定进行。

4.4 硬度试验

硬度试验按 GB/T 230.1 和 GB/T 4340.1 的规定进行。试验优先采用维氏硬度，然后可参考 ASTM E140 换算成洛氏硬度。在有争议时，试验室洛氏 C 标尺试验可作为硬度的仲裁试验方法。

硬度试验方法及其他要求按 GB/T 19830 的规定进行。

4.5 晶粒度测定

晶粒度测定应根据 GB/T 6394 的规定进行。至少每批次每班第一根和最后一根套管钻并用套管产品应取样进行晶粒度测定。测定部位为套管的全壁厚。

如有一次检验不合格，则该班次生产的套管应逐根检验。不符合要求的套管钻并用套管产品应重新进行热处理，然后重新进行晶粒度测定。

4.6 非金属夹杂物评定

非金属夹杂物的评定应根据 GB/T 10561 的规定进行。至少每批次每班第一根和最后一根产品应取样进行非金属夹杂物测定。测定部位应包括套管的全壁厚。

如非金属夹杂物评定结果不符合规定，可作为该批次套管钻并用套管的拒收依据。

4.7 压扁试验

4.7.1 试验方法及试样取法

压扁试验方法按 GB/T 246 的规定进行。压扁试样应从管端切取试样环或切头，其长度不小于 64mm。试样也可在热处理之前切取，但需经受与所代表管子相同的热处理。若成批试验，应采取措施，使试样与管子相互对应一致。

4.7.2 压扁试验频数

同一批产品不超过 20 根进行一次试验。

4.7.3 压扁试验复验

如果代表一批钢管的任一试样的试验结果不符合规定要求，可以从该管的同一端取样进行补充试验，直至满足要求。但取样后成品管长度不得小于原长度的80%。若代表一批产品的一根管的任一试样不符合规定要求，则可以从该产品中另取两根管子切取试样进行复验。若这些复验结果都符合规定要求，则除最初选取试验的那根管子外，该批管子合格。否则该批管子不合格。

4.8 尺寸和称重检验

4.8.1 称重

每根套管应单独称重，以确定是否符合质量公差。管子可以平端、带螺纹或带螺纹接箍等形式称重。带螺纹和接箍的管子，可以带接箍称重，也可以不带接箍称重，但需要对接箍的质量加以适当修正。带螺纹和接箍的管子，除车载质量应对螺纹保护套的质量进行适当的修正外，其余均应不带螺纹保护套称重。

4.8.2 外径

宜使用外径规检测外径，也可用长臂游标卡尺检测外径。

宜使用不圆度量规或类似量具测量不圆度，应沿整个圆周进行测量，不允许间隔测量（如间隔45°）。不圆度也可按公式（1）计算得到。

4.8.3 壁厚

壁厚测量应采用机械式测厚千分尺或经过专门标定的、具有一定精确度的无损检测仪器测定。有争议时，壁厚应采用机械式测厚千分尺测量。机械式测厚千分尺应装有直径 $\phi 6.35\text{mm}$ 的球形触头，对于 $\phi 168.28\text{mm}$ 和更大外径的管子，与内表面接触的球形触头的最大半径应为 $\phi 38.10\text{mm}$ ；对于外径小于 $\phi 168.28\text{mm}$ 的管子，与内表面接触的球形触头的最小半径为 $\phi 3.18\text{mm}$ ，且球形触头的最大半径不大于管子内径的1/4。与管子外表面接触的触头应该是平的或是半径不小于 $\phi 38.10\text{mm}$ 的球形。

壁厚不均度由公式（2）计算得到。

4.8.4 长度

当管子带有螺纹和接箍时，管子长度应测量到接箍的外侧端面；如果不带接箍测量时，应予适当修正，使其包括接箍的长度。

4.8.5 通径试验

每根套管应进行全长通径检查，所有通径试验应采用符合3.8.5要求的圆柱形通径棒进行。通径规前端倒角应光滑。无论是采用人工还是机械通径方法，通径规都应能自由通过管子。有争议时，应采用人工通径方法。通径试验时，管子内部应没有任何异物，水平放置应适当支承，以防止管子下垂弯曲。

4.8.6 直度检验

所有管子应采用直尺或拉紧的绳子（线）进行直度检验。

4.8.7 螺纹检验

套管钻井用套管接头螺纹检验方法及验收规则应符合GB/T 9253.2的规定，或按合同规定。

4.8.8 表面质量检验

管子内、外表面上的任何缺欠，当其深度超过规定壁厚的5%或者从缺欠根部测量的管子剩余壁厚小于规定壁厚的95%时，该管子应判为不合格。

注：缺欠是指发纹、折叠、裂纹、划痕、擦伤、凹坑或凹槽等。

管子内、外表面上的任何缺欠，可采用磨削消除或切除带缺欠部分，但磨削或切除后的管子应按4.8的规定进行检查，并应符合要求。

管子内、外表面上的任何缺欠不允许采用焊接方法修补。

4.9 残余应力

每批套管钻井用套管应抽取一根管子进行环向平均残余应力测量。测量可采用环样法、钻孔法等。

使用环样法检测残余应力时，为了获得精确度较高的残余应力，试样环的长度不小于两倍外径，较短的试样长度残余应力检测结果偏低。

试验按 ASTM E1928 的规定进行。残余应力按公式(4)计算：

$$\sigma_{res} = E \cdot t_{c,ave} (1/D_{bc} - 1/D_{ac}) / (1 - \nu^2) \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

σ_{res} ——试样的环向残余应力，单位为兆帕 (MPa)；

E ——弹性模量， $206.9 \times 10^9 \text{ N/m}^2$ ($30 \times 10^6 \text{ psi}$)；

$t_{c,ave}$ ——实测平均壁厚，单位为毫米 (mm)；

D_{bc} ——切割前试样平均外径，单位为毫米 (mm)；

D_{ac} ——切割后试样平均外径，单位为毫米 (mm)；

ν ——泊松比，取 0.28。

4.10 全尺寸外压挤毁试验

每合同批次（不超过 300 根）套管钻井用套管宜取一根管子进行全尺寸外压挤毁试验，同时进行材料拉伸试验、残余应力测定和几何尺寸检测。

4.10.1 试样准备

全尺寸外压挤毁试样最小长度应当满足：

- a) 对外径为 $\phi 139.70 \text{ mm}$ 及更小的管材试样长度为 15 倍的名义外径。
- b) 对外径大于 $\phi 139.70 \text{ mm}$ 、不大于 $\phi 244.48 \text{ mm}$ 的管材试样长度为 10 倍的名义外径。
- c) 对外径大于 $\phi 244.48 \text{ mm}$ 、不大于 $\phi 339.72 \text{ mm}$ 的管材试样长度为 8 倍的名义外径。

4.10.2 试验设备

试验设备应保证整个试样长度范围内都有外压作用，除端部外，试样不应有机械或液压的径向约束，试样内表面不得承受压力。对纯外压试验，宜保证试样不受到轴向约束。对有轴向载荷的复合外压挤毁试验，整个试验过程中应保证轴向载荷与目标值的偏差不得超过 $\pm 1\%$ 。试验用筒体应设置压力采集装置，在试验过程中该装置是开放的，生产厂应保证该设施数据精度在满量程的 0.5%。数据采集装置应有阻尼系统，使套管承受的压力缓慢（稳定）增加，采集设施应每 6 个月标定一次，如果有理由怀疑其精度时，应加大标定频次。

4.10.3 管体几何尺寸

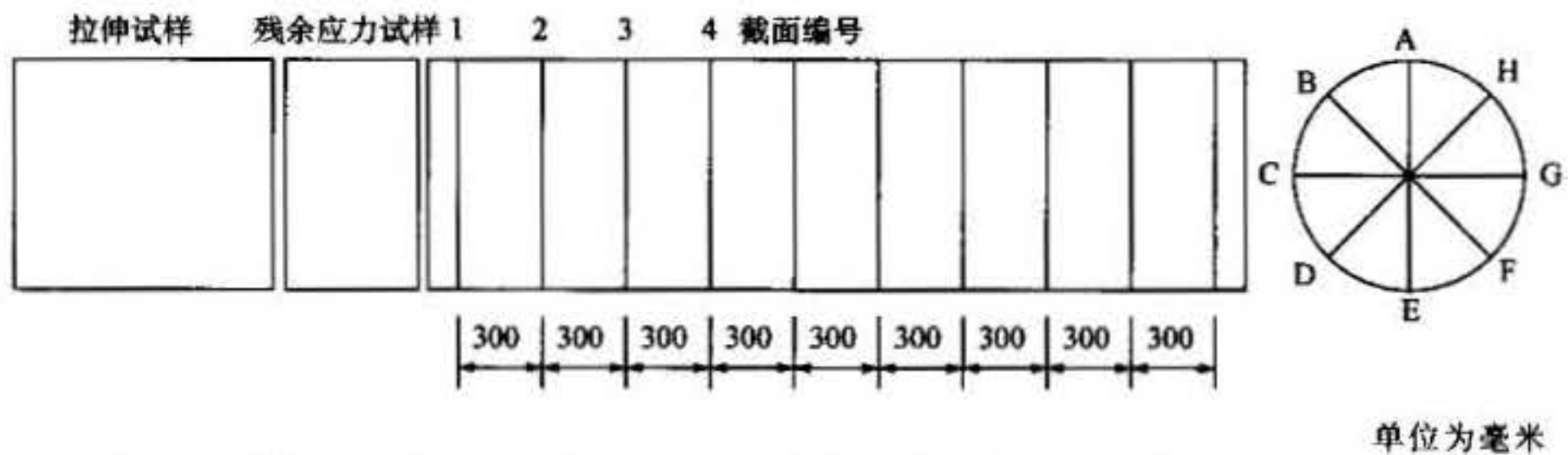
在外压挤毁试验前应精确测量管体的几何尺寸。如图 2 所示，从一端开始，每 300mm 为一个测量截面，测量截面上的外径、壁厚、不圆度，并计算壁厚不均度。平均外径和不圆度宜使用圆周尺测量，也可由图 2 所示的实测外径计算平均外径。外径和不圆度的测量方法见 4.8.2。平均壁厚和壁厚不均度：每个截面上等角度测量 8 个点厚度（间隔 45°），计算平均壁厚。壁厚测量和记录应至少精确到 0.1mm。壁厚和壁厚不均度的测量方法见 4.8.3。

4.10.4 屈服应力

每个外压挤毁试样应进行一次拉伸试验。拉伸试样应从靠近外压挤毁试样端部的管体上截取，如图 2 所示。

4.10.5 残余应力

试样环应从靠近外压挤毁试样端部的管体上截取，如图 2 所示。测量方法见 4.9。



注 1：外压挤毁试样最小长度、残余应力试样最小长度和拉伸试样长度应满足要求。

注 2：测量这些等距离截面的平均外径、平均壁厚及不圆度，根据壁厚测量结果计算壁厚不均度。

图 2 外压挤毁试验前的测量

4.10.6 试验程序

应对试样外表面以足够慢的速率施加压力，加压速率每分钟不应超过 34MPa，以保证外压压力读数在规定精度内。外压试验可以是有轴向应力或无轴向应力的，如果有，则应首先施加轴向应力，然后在施加外压过程中保持轴向应力为常数。

4.10.7 数据报告

数据报告格式应如表 8 所示。数据宜提交电子版。

4.11 复验

如果选取的拉伸试样、残余应力试样、几何尺寸试样检测结果有一项检测内容不合格，应重新选择一个套管钻井用套管进行检测。如复验合格，则本批次套管钻井用套管合格，否则本批次产品不合格。如全尺寸外压挤毁试验结果不符合要求，则本批次产品不合格。

4.12 无损检测

4.12.1 设备校验

在下列情况下应用标样对设备进行校验，校验应在与管子正常生产时相同的条件下进行。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/808066037141006031>