

ICS 75.020
E 13
备案号：57723-2017

SY

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 7338—2016

石油天然气钻井工程
套管螺纹连接气密封现场检测作业规程

Oil and gas drilling engineering—
Operation code for gas leaking inspection of casing connection thread

2016-12-05 发布

2017-05-01 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 检测前准备.....	1
3.1 施工设计.....	1
3.2 施工主要设备.....	2
3.3 检测队伍.....	3
3.4 场地.....	3
3.5 检测管柱要求.....	3
4 检测作业程序.....	4
4.1 现场作业交底.....	4
4.2 设备的安装与调试.....	4
4.3 检测作业规程.....	6
4.4 设备拆卸.....	7
5 资料收集.....	7
6 作业安全要求.....	7
附录 A（资料性附录）套管气密封检测施工设计模板.....	8
附录 B（资料性附录）气密封检测现场录取数据表.....	11
附录 C（资料性附录）气密封检测不合格螺纹连接统计表.....	12

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。

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。

本标准由石油钻井工程专业标准化委员会提出并归口。

本标准主要起草单位：中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司、安东石油技术（集团）有限公司、中国石油集团钻井工程技术研究院。

本标准主要起草人：彭建新、王立志、高文祥、李旭东、吴霞、申瑞臣。

石油天然气钻井工程

套管螺纹连接气密封现场检测作业规程

1 范围

本标准规定了油气井和储气库井的套管螺纹连接气密封现场检测的检测前准备、检测作业程序、资料收集和作业安全要求。

本标准适用于油气井和储气库井的套管螺纹连接气密封现场检测作业，油管螺纹连接气密封现场检测作业可参照执行。

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。

- SY/T 5412 下套管作业规程
- SY/T 6671 石油设施电气设备安装区域一级、0区、1区和2区区域划分推荐作法
- SY/T 6872 套管和油管螺纹连接气密封井口检测系统
- TSG R0002 超高压容器安全技术监察规程

3 检测前准备

3.1 施工设计

3.1.1 基础数据

基础数据应包括：井身结构、套管螺纹类型、套管尺寸及性能参数、入井管串数据、钻井液性能、地层压力、地层流体特性等。

3.1.2 检测压力确定

检测压力的确定应遵循以下原则：

- a) 应高于油气井最大关井压力、注气井最高注气压力的5%~10%，或不应超过管柱工况条件下抗内压强度的80%。
- b) 特殊情况下，根据用户的生产需求确定。

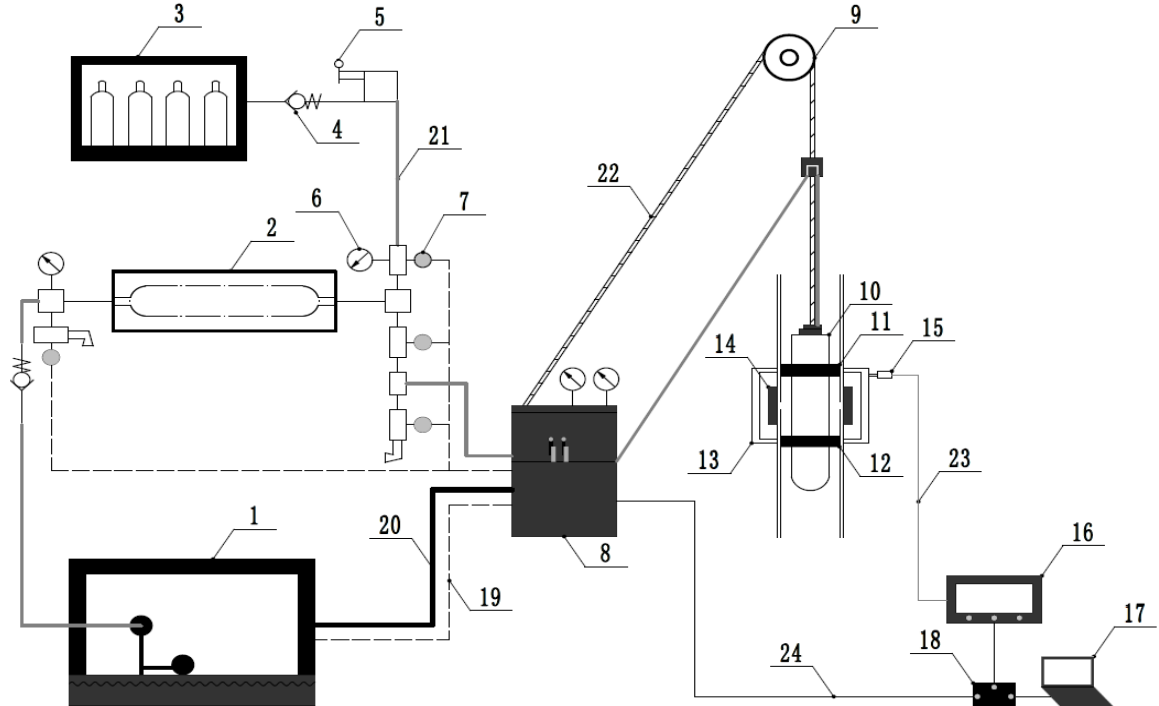
3.1.3 施工设计内容

施工设计内容应包括：基本数据、油气井简况、检测目的及任务来源、检测压力设计及螺纹密封性能评定、施工前准备、施工过程、安全风险识别及防范措施、检测管柱示意图、现场设备分布示意图等内容。施工设计模板参见附录A。

3.2 施工主要设备

3.2.1 检测设备配置

气密封检测主要设备应包括：液气动力系统、增压储能器、检测气源、绞车及操作台、检测工具、数据采集监测系统及各种连接管线等。设备配置及连接示意图见图 1。



主要设备：

- 1—液气动力系统；
- 2—增压储能器；
- 3—氦气和氮气；
- 4—单向阀；
- 5—混气装置控制阀；
- 6—压力表；
- 7—换向阀；
- 8—绞车及操作台；
- 9—井架滑轮；
- 10—检测工具；
- 11—上封隔器胶筒；
- 12—下封隔器胶筒；
- 13—集气套；
- 14—套管接箍；
- 15—吸枪；
- 16—氦气检漏仪；
- 17—工业计算机；
- 18—数据采集器。

连接管线：

- 19—低压气控管线；
- 20—液压动力管线；
- 21—高压管线；
- 22—钢丝绳；
- 23—吸枪管线；
- 24—采集系统电信号线。

图 1 设备配置及连接示意图

3.2.2 主要设备配备要求及资质

3.2.2.1 主要设备配备要求

气密封检测主要设备性能应满足 SY/T 6872 的相应要求。现场配备要求见表 1。

表1 主要设备配备要求

序号	设备名称		数量	技术要求
1	液气动力系统		1 套	—
2	增压储能器		1 台	—
3	绞车及操作台		1 台	—
4	检测工具		3 套	满足检测管柱尺寸要求
5	数据采集 监测系统	氦气检漏仪	2 台	a) 氦气检漏仪流量值在 200 sccm~300 sccm 之间； b) 施工全过程动态曲线监视，压力、泄漏曲线随时间同步并行输出； c) 自动判漏、报警，检测数据可存取； d) 吸枪的防爆等级满足 SY/T 6671 中 1 区防爆要求。
		压力变送器	2 个	
		数据采集器	2 台	
		工业计算机	1 台	
6	氦气和氮气		≥8 瓶	氦气不少于 1 瓶，氮气不少于 7 瓶，配比后氦气含量 10%~13%
注：sccm 为体积流量单位，即标准公升每分钟流量值				

3.2.2.2 主要设备资质

气密封检测主要设备应取得以下资质：

- 整套设备应取得国家质量监督机构或相关认证机构认可的第三方独立检验机构出具的型式检验报告。
- 增压储能器的设计单位应具备超高压容器设计资质，制造单位应具备超高压容器制造资质、出具产品合格证等。

3.3 检测队伍

检测队伍应包括以下岗位：队长、工程师、班长、井架工、井口工、场地工。应具备以下相应的岗位资质：

- 各岗位人员均应取得井控培训合格证、HSE 培训合格证、硫化氢防护技术培训证。
- 队长应取得安全生产管理证。
- 队长、班长应取得起重机械指挥证、压力容器操作证。
- 井架工应取得高处作业证。

3.4 场地

设备进入井场前，由队长按照 4.2.1 中设备的摆放要求对场地进行勘察，与钻井队共同划定气密封检测设备摆放场地。

3.5 检测管柱要求

检测作业前，对检测管柱的要求如下：

- 套管内壁应清理干净。

- b) 检测时，待检测连接螺纹中点与管柱内液面的距离应大于 5m。
- c) 下套管的其他要求应按 SY/T 5412 的规定执行。

4 检测作业程序

4.1 现场作业交底

气密封检测设备到达现场后，监督组织召开作业交底会，参加人员应包括钻井队、气密封检测队、下套管队及其他服务商。交底会主要通报内容应包括：

- a) 气密封检测施工设计中施工程序和要求。
- b) 检测作业中高压施工的安全要求、风险识别及防范措施。
- c) 核实检测管柱型号、规格、数量。
- d) 明确作业中各方的工作职责。

4.2 设备的安装及调试

4.2.1 设备的摆放

气密封检测设备的摆放应符合以下要求：

- a) 液气动力系统、增压储能器并列摆放在钻台侧面的地面上，距离井口大于 10m。
- b) 氦气与氮气瓶不得靠近热源，距离办公区域、居住区域、井口、液气动力系统和增压储能器均大于 10m。气瓶使用防止倾倒、防暴晒、防雨淋，按“满瓶”、“使用中”、“空瓶”三种状态进行分类挂牌管理。
- c) 绞车及操作台的摆放距离井口大于 3m。
- d) 地面检测设备与气瓶区均应用安全警戒线隔离，划分危险区域，警戒线距离设备边缘不低于 0.5m。

4.2.2 设备的安装、连接

4.2.2.1 动力及气控管线的连接

管线的连接顺序及要求如下：

- a) 连接液气动力系统到绞车及操作台的液压动力管线。
- b) 依次连接液气动力系统到绞车及操作台、绞车及操作台到增压储能器的低压气控管线。
- c) 所有管线应对号连接，整齐排列，每隔 1m 进行捆扎及固定。

4.2.2.2 井架滑轮安装

井架滑轮的安装顺序及要求如下：

- a) 将绞车钢丝绳及其附件穿过滑轮，并悬挂平衡配重。
- b) 提升井架滑轮，同时盘动绞车，释放滚筒钢丝绳，速度应不大于 0.4m/s。滑轮正下方周围 2m 的钻台面设置警戒区。
- c) 滑轮固定在井架天车下侧翼位置，距离检测管上端口不小于 5m，与井口的偏心距小于 0.8m。绕过滑轮的钢丝绳距离其他垂吊绳索不小于 0.3m。

4.2.2.3 高压管线的连接、固定

高压管线的连接要求如下：

- a) 依次连接气瓶到增压储能器、液气动力系统到增压储能器、增压储能器到绞车及操作台、绞车及操作台到检测工具的高压管线。
- b) 接头旋扭到位，扣上防脱环，连接牢靠。
- c) 管线使用保护套包裹，不得打折，走向合理，跨越人行通道或特殊区域，应加装金属防护罩。
- d) 地面铺设的高压管线每隔 1m 固定，管线接头点固定。

4.2.2.4 检测工具的连接

检测工具的连接，具体要求如下：

- a) 核对检测工具及组件尺寸，与待检测套管相匹配。
- b) 组件连接螺纹按相应规格扭矩紧固。
- c) 将检测工具提环及工具高压管线接头分别与井架滑轮吊拉的钢丝绳和管线相对接。

4.2.2.5 数据采集监测系统的安装

数据采集监测系统的安装，应按照以下要求操作：

- a) 将检漏仪、数据采集器、工业计算机集中安放在无震动的平台面。检漏仪放置后应卸掉防震动螺栓，采取用电保护接地，接地电阻不大于 $4\ \Omega$ 。工作环境无强电磁场干扰，符合 SY/T 6872 的要求。
- b) 依次连接绞车及操作台、检漏仪到数据采集器，数据采集器到工业计算机的电信号线。
- c) 连接检漏仪到井口集气套的吸枪管线。吸枪标配管线的长度不大于 15m，采用高挂方式连接固定，不得打折，保持吸入的检测气体流动畅通。
- d) 用防爆接头连接检漏仪和工业计算机的电源线。
- e) 启动整套数据采集监测系统，确认控制程序正常工作，泄漏信号、压力信号、警示信号正常传输。

4.2.3 现场设备调试

4.2.3.1 设备系统检查

由工程师会同班长按低压控制流程、液压动力流程、高压检测流程巡查，确认设备安装和管线连接正确。

4.2.3.2 调压阀调定

对检测设备调压阀调定，具体要求应如下：

- a) 调定增压储能器上的气源调压阀，使最高允许压力与气瓶的限充压力保持一致。
- b) 调定液气动力系统储气罐调压阀，使低压控制气路工作压力保持在 $0.6\text{MPa}\sim 0.8\text{MPa}$ 。
- c) 调定液气动力系统增压泵调压阀，调定值为设计检测压力的 1.025 倍 ~ 1.035 倍。

4.2.3.3 设备及系统流程试压

设备及系统连接完成后，将液气动力系统的水箱注满增压液体，确认柴油箱装满柴油，启动液气动力系统，打开氦气和氮气瓶，按以下流程进行试压：

- a) 检测气体加载流程试压。先试低压，后试高压。
- b) 流体增压流程试压。先试低压，后试高压。
- c) 检测工具试压。提取 1 根待检测套管放入鼠洞内，将检测工具送到套管管体中部后坐封、试压；
- d) 以上试压规范见表 2。

表2 流程试压规范

流程	试低压			试高压		
	压力 MPa	稳压时间 s	压降 MPa	压力 MPa	稳压时间 s	压降 MPa
检测气体加载流程	2	300	0	12	300	0
流体增压流程	2	25	0	设计检测压力的 1.025倍~1.035倍	25	不大于设计检测压力的2.5%
检测工具试压	—	—	—	设计检测压力的 1.025倍~1.035倍	25	不大于设计检测压力的2.5%

4.2.3.4 绞车钢丝绳位置标定

确定下钻时检测套管连接螺纹接箍高出钻台面的固定高度。控制绞车系统提升检测工具，校对检测工具坐封位置，让双封中点与检测套管接箍中点对齐，偏差±5cm。在绞车滚筒处钢丝绳上的固定位置做好标记。

4.3 检测作业规程

4.3.1 启动检测设备

分别启动数据采集监测系统、液气动力系统，30min后，把检漏仪吸枪插入标准泄漏气瓶口，对仪器进行校准，设定氦气检漏仪氦气泄漏判定值为 $1.0 \times 10^{-7} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 。打开氦气和氮气瓶及混气装置。

4.3.2 送入检测工具

在套管接箍上，连接好检测护丝，然后将检测工具送入到待检测套管内。

4.3.3 安装集气套

套管接箍螺纹连接完成后，将吸枪插入集气套检测口，集气套围扣在套管接箍上，固定牢靠。

4.3.4 加载检测气体

打开气源控制阀，对增压储能器加载检测气体，加压到2MPa~5MPa时，关闭气源控制阀。

4.3.5 检测工具定位、坐封

操作控制阀，调整滚筒钢丝绳到标记点，偏差±10cm，增压储能器加压到21MPa~28MPa，打开坐封阀，检测工具坐封。

4.3.6 稳压检测

对检测工具继续加压，使检测压力值应大于设计检测压力，小于等于检测压力调压阀调定值；然后稳压15s~20s，稳压时间内，检测压力值不低于设计检测压力。检测系统增压过程，数据采集监测系统自动进入到数据存储、检测状态。

4.3.7 螺纹连接密封性能判定

在稳压时间内、设计检测压力状态下，数据采集监测系统自动判定螺纹连接的密封性能。螺纹连接

泄漏值 $\leq 1.0 \times 10^{-7} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 时，螺纹连接密封合格；螺纹连接泄漏值 $> 1.0 \times 10^{-7} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 时，螺纹连接密封不合格，数据采集监测系统自动报警。

4.3.8 提出检测工具

提出检测工具的操作要求如下：

- a) 打开泄压阀，检测工具泄压到 3MPa 时，打开排气阀，完全泄掉系统压力。检测工具下放可达 30cm 时，确认解封，取下集气套，从套管中起出检测工具。
- b) 密封性能不合格的螺纹按规定整改，然后重复 4.3.2~4.3.8 a) 的作业规程，对整改后的连接螺纹继续检测，直到连接螺纹密封性能合格。
- c) 按下套管次序，对所有连接螺纹重复 4.3.2~4.3.8 a) 作业规程逐个完成检测。

4.4 设备拆卸

关掉气源，待设备及流程完全泄压，卸下检测工具、井架滑轮。关闭设备及电源，拆除各类连接管线及设备。

5 资料收集

收集资料应包括：施工设计、气密封检测现场录取数据表（参见附录 B）、气密封检测不合格连接螺纹统计表（参见附录 C）、气密封检测报告、施工总结，具体要求如下：

- a) 从数据采集监测系统输出所有检测螺纹电子及纸质“气密封检测报告”。“气密封检测报告”包含检测井号、检测时间、套管编号、螺纹类型、钢级、套管尺寸、压力曲线、泄漏曲线、检测结论、检测队伍和监测人员等信息。
- b) 应按“气密封检测现场录取数据表”填写数据。
- c) 编写、提交电子及纸质“施工总结”，包含检测基本数据、作业过程、检测结果统计、泄漏分析、认识和建议、HSE 总结等内容。
- d) 收集的资料应存档。

6 作业安全要求

气密封检测作业应执行如下要求：

- a) 作业井的 HSE 相关规定。
- b) 气密封检测设备应遵循钻井井场及作业的防爆要求。电气设备的防爆性能应满足 SY/T 6671 的要求。
- c) 气密封检测设备警戒区应设置醒目的警示牌、禁令牌，非工作人员不得进入。
- d) 增压储能器的操作与管理应执行 TSG R0002 的相关规定。
- e) 高压管线执行 SY/T 6872 的要求，并取得厂家相应批次的冲击试验和爆破试验报告。
- f) 安装、拆卸钻台上的检测设备时不得进行交叉作业。
- g) 检测施工中，不得带压整改设备故障；每班应检查井架滑轮及其附件固定的牢固性；螺纹检测时，所有钻台操作人员应进入安全区域，规避高压及高空落物风险；每个连接螺纹检测完毕后，应检查检测工具组件连接的紧固性。
- h) 下套管中途停止检测或出现溢流预兆时，检测工具应及时提出套管。

附 录 A

(资料性附录)

套管气密封检测施工设计模板

A.1 套管气密封检测施工设计封面如图 A.1 所示。

_____井套管气密封检测施工设计

_____公司

_____年____月____日

图 A.1 套管气密封检测施工设计封面

A.2 套管气密封检测施工设计内容如图 A.2 所示。

一、基本数据

1. 油（气）井、储气库井基本数据

表 1 _____井基本数据

地理位置					
构造位置					
井 别			井 型		
完钻井深 m			生产层位		
生产井段			地层压力/预测		
H ₂ S 含量			CO ₂ 含量		
井身结构					
开钻程序	钻头		套管		水泥封固段 m
	井眼尺寸 mm	井深 m	尺寸 mm	下入井段 m	

2. 待检测管柱基本数据

表 2 待检测管柱基本数据

序号	管串名称	螺纹类型	钢级	外径 × 壁厚 mm × mm	管柱抗内压强度 MPa	推荐紧扣扭矩 kN·m	数量

二、油气井简况

图 A.2 套管气密封检测施工设计内容

三、检测目的及任务来源

四、检测压力设计及螺纹密封性能评定

1. 检测压力设计

表 3 待检测管柱检测压力数据表

序号	管串名称	螺纹类型	钢级	外径 × 壁厚 mm × mm	检测压力 MPa

2. 螺纹密封性能评定

五、施工前准备

六、 施工过程

1. 设备搬迁、安装

2. 调试、试压、验收

3. 检测作业规程

七、安全风险识别及防范措施

八、检测管柱示意图

九、现场设备分布示意图

图 A. 2 (续)

附录 B

(资料性附录)

井气密封检测现场录取数据表格式

气密封检测现场录取数据表的格式如图 B.1 所示。

井气密封检测现场录取数据表										
套管生产厂家:			套管生产日期:				检测日期: 年 月 日			
检测时间	检测序号	套管入井序号	螺纹类型	钢级	外径 × 壁厚 mm×mm	检测压力 MPa	紧扣扭矩 kN·m	泄漏值 Pa·m ³ /s	检测结论	备注

图 B.1 气密封检测现场录取数据表格式

附录 C

(资料性附录)

____井气密封检测不合格连接螺纹统计表格式

气密封检测不合格连接螺纹统计表的格式如图 C.1 所示。

____井气密封检测不合格连接螺纹统计表							
							检测日期： 年 月 日
序号	检测时间	套管入井序号	螺纹类型	钢级	外径 × 壁厚 mm × mm	最大泄漏值 Pa·m ³ /s	情况描述及结论
全井检测结果		检测扣次： ____； 泄漏扣次： ____； 不合格率： ____。					
施工负责人：				用户代表：			

图 C.1 气密封检测不合格连接螺纹统计表格式