

ICS 75.020

E 12

备案号: 27509—2010

SY

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 6751—2009

欠平衡测井作业技术规范

The technical specifications for operation of underbalanced wireline logging

2009—12—01 发布

2010—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 术语和定义	1
4 作业条件	1
5 上井前准备	3
6 井场准备	3
7 井口安装	4
8 仪器下井和数据采集	4
9 井口拆卸和交井	5
10 健康、安全、环境保护要求	5
附录 A (资料性附录) 常用电缆封井器示意图	6
附录 B (资料性附录) 电缆防喷装置承压检验报告	7
附录 C (资料性附录) 常用高压密封油(脂)技术参数表	9
附录 D (规范性附录) 仪器进入防喷管判定方法	10

前 言

本标准的附录 D 为规范性附录，附录 A、附录 B、附录 C 为资料性附录。

本标准由石油测井专业标准化委员会提出并归口。

本标准负责起草单位：中国石油集团川庆钻探工程有限公司测井公司。

本标准参加起草单位：中国石油集团测井有限公司、西部钻探工程公司测井公司。

本标准主要起草人：方健、陈昌鸽、雷禄银、刘世东、田毅、胡秀妮、王存田。

欠平衡测井作业技术规范

1 范围

本标准规定了欠平衡测井的要求、上井前准备、井场准备、井口安装、仪器下井和数据采集、井口拆卸及健康、安全、环境保护要求。

本标准适用于在井筒内介质为液（气）体条件下的欠平衡测井作业。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

SY/T 5600 裸眼井、套管井测井作业技术规程

SY/T 5726 石油测井作业安全规程

SY/T 6277 含硫油气田硫化氢监测与人身安全防护规程

SY/T 6610 含硫化氢油气井井下作业推荐作法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

欠平衡测井 **underbalanced wireline logging**

测井作业时井筒内处于液（气）柱压力低于地层压力的欠平衡状态，需利用电缆防喷器装置进行的裸眼测井作业。

3.2

电缆防喷装置 **wireline BOP**

在进行欠平衡测井作业时，用于防止井筒内液（气）体溢出的装置。

4 作业条件

4.1 作业队伍资质及人员要求

4.1.1 测井队应有石油工程技术服务施工作业队伍资质。

4.1.2 作业人员应经过井控和带压作业技术培训，关键岗位人员应有带压作业经历。

4.2 施工井场及井筒要求

4.2.1 井场应符合 SY/T 5600 的相关要求，并能满足吊车及电缆防喷装置部件的合理摆放。

4.2.2 建设方（钻井队）应配备能吊升电缆防喷装置部件到钻井平台组装的吊车一台，及提供满足电缆防喷装置试压要求的气泵或压裂车一台。

4.2.3 施工井的井控装置应配套齐全、井口密封良好无泄漏、工作安全可靠，井架游车最大提升高度应不小于 30m，气动提升设备完好，钻井平台小鼠洞深度应大于 15m。

4.2.4 测井作业前井筒内钻井液应充分循环、净化，保持井眼畅通，钻井液干净。

4.2.5 测井作业前井筒内钻井液静止时间应不超过 24h，钻井液停止循环时间（包括测井作业占用时间）超过 60h 应重新通井循环。

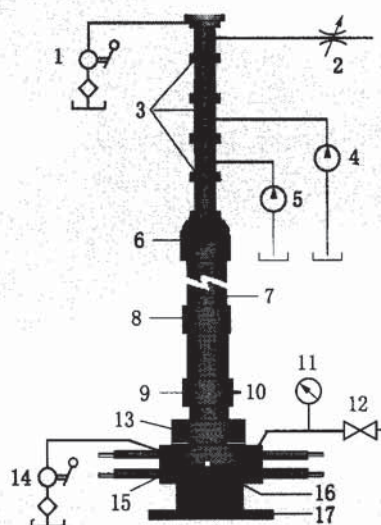
4.2.6 井筒内有钻井液时，井口压力宜控制在 5MPa 以下；井筒内为气体时，井口压力宜控制在 3MPa 以下。

4.3 专用设备、工具及关键材料要求

4.3.1 测井队应配备适宜的测井专用电缆防喷装置，电缆防喷装置由主体部件和外接部件组成。

主体部件包括：电缆控制头、变径接头、大通径防喷管（以下简称防喷管）、连接活接头（由壬）、旁通短节、仪器防落器、电缆封井器（常用的有二级、三级和四级电缆封井器，可根据要求选用，常用电缆封井器示意图参见附录 A）。

外接部件包括：可调节流阀、泄压阀、压力表、气动注油（脂）液压控制装置 [包括手动液压泵、注油（脂）泵]。电缆防喷装置示意图如图 1 所示。



主体部件：

- 3——电缆控制头；
- 6——变径接头；
- 7——大通径防喷管；
- 8——活接头（由壬）；
- 9——旁通短节；
- 10——试压加压入口；
- 13——仪器防落器；
- 15——电缆封井器；
- 16——注油（脂）孔；
- 17——电缆封井器法兰盘。

外接部件：

- 1——手动液压泵；
- 2——可调节流阀；
- 4, 5——注油（脂）泵；
- 11——压力指示表；
- 12——泄压阀；
- 14——手动液压泵。

图 1 电缆防喷装置示意图

4.3.2 电缆防喷装置的动密封压力不小于 15MPa，额定工作压力不小于 25MPa，电缆封井器法兰盘尺寸应与井口防喷器法兰盘尺寸相匹配。

4.3.3 电缆封井器内密封橡胶的尺寸、规格应与电缆相匹配。

4.3.4 在含硫地区井施工，其电缆防喷装置要选用耐硫化氢腐蚀的材质。

4.3.5 电缆防喷装置主体至少每二年应进行一次承压检验，可选择液体或气体介质进行检验，必要时增加承压检验次数。电缆防喷装置的承压检验要求见表 1，电缆防喷装置承压检验报告参见附录 B。

4.3.6 电缆防喷装置每次使用后应清洗和维护保养，重点检查各密封面及密封件。

表 1 电缆防喷装置承压检验要求

单位为兆帕 (MPa)

检验方式	检验介质	
	液体	气体
静密封	额定工作压力	额定工作压力
动密封	—	15

4.3.7 测井电缆外径均匀,通过电缆控制头的电缆应无接头和断钢丝。

4.3.8 电缆与流管内径的间隙,宜控制在 0.2mm~0.4mm,用五节流管和双泵注油(脂)密封。

4.3.9 电缆防喷装置的密封用油(脂)应选用专用高压密封油(脂)[以后简称密封油(脂)],可根据作业区域的地面温度选择适宜的密封油(脂)。常用高压密封油(脂)的主要技术参数参见附录 C。

4.3.10 测井队应配备防喷管串吊装钢绳两根,钢绳的拉力应大于 200kN,长度不小于 8m。

4.3.11 测井队应根据井口压力,确定适宜的仪器加重,下井仪器串和加重的总重量应大于电缆所受上顶力。不同外径电缆承受的上顶力与井口压力的关系见式(1):

$$F = p \cdot S \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

F ——电缆所受上顶力,单位为千克(kg);

S ——电缆横截面积,单位为平方厘米(cm^2);

p ——井口压力,单位为千克每平方厘米(kg/cm^2)。

4.4 相关方要求

4.4.1 欠平衡测井作业建设方应提前 14d 向测井施工单位预报,并提供井口法兰盘规格型号、游动滑车提升高度和井台小鼠洞深度等信息。

4.4.2 作业通知单应提前 3d 送达测井施工单位。欠平衡测井作业通知单主要内容应包括:作业地区名称、井号、井身结构、井身质量、录井显示、钻井液性能、起下钻情况、井口法兰盘规格型号、井口压力、游动滑车提升高度、井台小鼠洞深度、测井内容、测量井段、作业时间、施工井内是否含有硫化氢或其他有毒有害物质等。

4.4.3 测井作业期间钻井队应停止一切有碍测井作业的活动,钻井队和录井队应有技术人员 24h 值班,并派专人观察记录套压,发现异常应及时与测井队联系并协商解决办法。

5 上井前准备

5.1 测井队接通知后,除按常规井相同测井项目作业进行上井准备以外,还应有针对性地进行作业策划和风险评估,制定施工应急预案,并让全队人员知晓本次测井作业的相关要求,必要时还应对施工应急预案进行演练。

5.2 检查和带齐测井设备、工具、消耗材料及防护器具。

6 井场准备

6.1 测井队施工作业前,应与甲方和钻井队等相关方召开协调会相互交换信息,确认井场条件是否满足施工要求,对不能满足作业要求的,应向甲方和钻井队提出,并协商提出整改意见和措施,直至满足作业要求。

6.2 测井队应对携带的电缆防喷装置进行检查,重点是检查各个密封面和密封件不能有损伤,各部件外形不能有严重碰撞损伤。存在安全隐患的,应立即整改,不能立即完成整改的应停止作业。

6.3 电缆防喷装置安装时应防止碰撞,密封面应清洁,密封件应安装到位,螺纹应涂抹润滑油,保

证安装后的电缆防喷装置密封良好。

7 井口安装

7.1 安装电缆封井器

7.1.1 关闭井口防喷器，将涂抹了润滑油的法兰盘钢圈放入转换法兰盘钢圈槽内，装上电缆封井器，套上法兰盘螺栓，对称均匀用力将全部螺栓拧紧。

7.1.2 泄压阀、压力表和手动液压泵与电缆封井器连接（如图 1 所示）。

7.1.3 在电缆封井器的上端口连接仪器防落器。

7.2 安装天、地滑轮

7.2.1 将 T 型棒放入吊卡中部并锁死，T 型棒下端依次连接张力计和天滑轮。

7.2.2 锁死游动滑车，防止大钩转动。

7.2.3 提升天滑轮至合适位置，天滑轮与电缆控制头顶端的距离宜大于 5m。

7.2.4 固定地滑轮。

7.3 组装电缆控制头

7.3.1 用符合 4.3.8 要求的流管组装成电缆控制头。

7.3.2 电缆依次穿过地滑轮、天滑轮、电缆控制头，制作鱼雷后与电缆连接器（马笼头）连接。

7.3.3 在电缆控制头上连接手动液压泵、可调节流阀和注油（脂）泵（如图 1 所示），连接时应将连接管内空气排尽。

7.4 组装防喷管串

7.4.1 用钢绳将电缆控制头挂在游车吊卡两端并锁死。

7.4.2 电缆控制头在钻井平台上与防喷管逐节组装成防喷管串，防喷管串的总长度应根据游车安全高度确定，不宜超过 20m，防喷管串总长应大于仪器串长度 1m。

7.5 电缆防喷装置试压

电缆防喷装置安装完成后应开启注油（脂）泵密封电缆控制头，通过旁通短节用气泵或压裂车向防喷管内注压进行压力试验，试验压力高于关井井口压力 2 倍以上，观察 30min，压力降应小于 0.5MPa。

7.6 下井仪器串与防喷管串的组装

7.6.1 电缆防喷装置试压符合 7.5 的要求后，从活接头（由壬）处拆开。

7.6.2 先将下井仪器在钻台小鼠洞内逐节组装成仪器串，再与穿过防喷管串的电缆连接器（马笼头）连接。

7.6.3 移动游动滑车，扶正防喷管对正小鼠洞内仪器串，绞车上提仪器串进入防喷管串内，用手动液压泵固定电缆，游动滑车将防喷管串移至井口与电缆封井器连接。

8 仪器下井和数据采集

8.1 作业井的井口封井器未开启前，应向防喷管内逐步加压，达到与井筒内压力平衡后，再缓慢打开井口封井器与电缆封井器。如井场没有条件向防喷管内加压，则应先打开井口封井器，然后缓慢打开电缆封井器，待防喷管内压力与井筒压力平衡后，再完全打开电缆封井器。

8.2 仪器入井后应缓慢下放电缆，下放速度在套管井段不超过 3000m/h，裸眼井段不超过 2000m/h。

8.3 电缆下放或上提时应适时调节注油泵压力，以保证密封良好为宜。井口有压力时，注油（脂）泵压力应高于井口压力 4MPa~7MPa；井内无压力时，注油（脂）泵加压到 1MPa~2MPa。

8.4 电缆防喷装置工作正常，其回油管排出物应为干净纯密封油（脂），如有异物应增大注油（脂）泵压力排除。

8.5 仪器串到达预定位置后，上提电缆采集测井数据（也可在下放时采集测井数据），测井数据采集按 SY/T 5600 的相关规定执行。

8.6 电缆上提时应适当调节注油（脂）泵压力，以电缆干净、含少量密封油（脂）、无泄漏为宜，否则，应加大注油（脂）泵压力和排量或降低电缆上提速度。

8.7 测井数据采集完成后仪器上提，仪器上提至距离井口 100m 时应减速，速度小于 600m/h，同时调节液压绞车扭矩阀，使绞车电缆滚筒刚好能启动，且在电缆张力突然增加时，绞车能自动停车为宜。

8.8 电缆在上提或下放过程中，如发生电缆在电缆控制头遇卡、动密封失控、井口泄漏等情况，应立即停止起下电缆，关闭电缆封井器，给电缆封井器注油（脂）密封，打开泄压阀，释放完防喷管内压力（压力表指示为零），再拆开防喷管的连接活接头（由壬），排障维修。

8.9 仪器在下放过程中发生三次遇阻或上提过程中电缆张力超过正常张力 4.45kN（1000lbf）时，应停止测井作业，与钻井队协商采取相应技术措施后才能继续施工。

8.10 仪器在下入和起出井口的期间内，测井队应有专人在井口值守，负责观察、通报信息和即时排障。

9 井口拆卸和交井

9.1 数据采集完成后，将仪器串提进防喷管，应采用两种以上判定方法来确认仪器串是否全部进入防喷管，确认方法见附录 D，宜采用防落器开关手柄判定法和自然伽马仪测量判定法或放射性射线探测判定法及磁性记号判定法。

9.2 确认仪器串已全部进入防喷管后，逐次关闭作业井的井口封井器、电缆封井器、注油（脂）泵。

9.3 打开泄压阀，释放完防喷管内压力（压力表指示为零），从防喷管的由壬开始拆卸。

9.4 将拆卸后的防喷管串提升移动至小鼠洞，把仪器串全部下放进入小鼠洞，从电缆连接器（马龙头）开始拆卸仪器串。

9.5 断开电缆控制头外的电缆，再拆卸防喷管和电缆控制头。

9.6 拆卸电缆封井器时，应先卸掉电缆封井器的压力表和泄压阀，再对称拆卸法兰盘螺栓。

9.7 测井作业完毕，测井队应将作业情况和资料情况通报甲方现场监督，并向钻井队交井。

10 健康、安全、环境保护要求

10.1 测井作业时应遵守作业区域的安全规定和 SY/T 5726 的有关规定。

10.2 测井作业过程中如发现压力急剧增加，电缆防喷装置动态密封失控，应暂停测井作业，加强对井内压力的观察，并及时与钻井队联系，采取措施，将井口压力调整到满足测井要求，否则，应停止测井作业，按钻井队井控管理有关规定执行。

10.3 在有硫化氢井作业时应执行 SY/T 6277 和 SY/T 6610 的有关规定。

10.4 测井队在作业期间应注意保持施工区域的环境卫生，离开井场前，应清除施工区域留下的垃圾。

附录 A
(资料性附录)
常用电缆封井器示意图

A.1 二级电缆封井器示意图如图 A.1 所示。

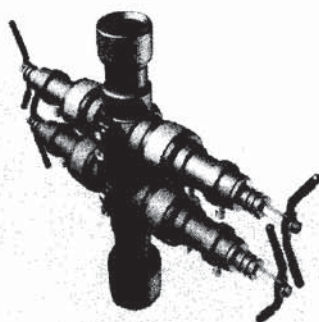


图 A.1 二级电缆封井器示意图

A.2 三级电缆封井器示意图如图 A.2 所示。

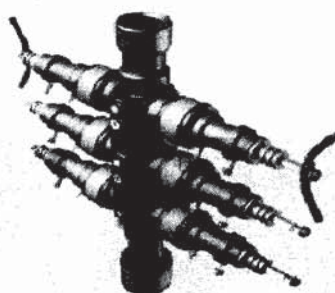


图 A.2 三级电缆封井器示意图

A.3 四级电缆封井器示意图如图 A.3 所示。



图 A.3 四级电缆封井器示意图

附 录 B
(资料性附录)
电缆防喷装置承压检验报告

B.1 电缆防喷装置承压检验报告见表 B.1。

表 B.1 电缆防喷装置承压检验报告

报告编号：

产 品 名 称		型 号 规 格	
委托单位地址		商 标	
生产销售单位		生产日期	
使用单位		出厂编号	
样品状态描述		到样时间	
样 品 编 号		检验日期	
送 样 者		环境条件	
检 验 地 点			
检 验 设 备			
检 验 依 据			
检验 结论	(检验专用章) 签署日期： 年 月 日		
备 注			
批 准		审 核	
		主 检	

附 录 C
(资料性附录)

常用高压密封油 (脂) 技术参数表

常用高压密封油 (脂) 技术参数表见表 C. 1。

表 C. 1 常用高压密封油 (脂) 技术参数表

品 名		高压密封油 (脂)	
项 目		质量指标	实际指标
外 观		棕黑色光亮黏稠液体	棕黑色光亮黏稠液体
运动黏度 (100℃) mm ² /s		>250~290	>280~310
黏滞度	(C ₅₀ ^s . S)	>420	>420
	(C ₁₀₀ ^s . S)	>11	>11
凝点 ℃		< - 10	< - 10
酸度 mg (KOH) /g		>0. 2	>0. 2
残炭 %		检测报告	检测报告
腐蚀 (45# 钢, T ₃ 铜) 100℃/3h		合格	合格
最大无水咬负荷 P _B		>780	>780

附 录 D
(规范性附录)
仪器进入防喷管判定方法

D.1 仪器防落器开关手柄判定法

当仪器串顶部通过仪器防落器时，开关手柄自动移向打开位置，当仪器串底部通过仪器防落器后，开关手柄自动恢复到关闭位置，进而可确定仪器是否已完全进入防喷管内。

D.2 自然伽马仪测量判定法（适用于有自然伽马仪的仪器串）

D.2.1 仪器上提至距井口约 50m 时，把自然伽马刻度器放在电缆封井器处。

D.2.2 缓慢上提仪器串并观察自然伽马曲线，当出现峰值时，表明自然伽马仪正处在自然伽马刻度器位置，记录此深度。

D.2.3 继续缓慢上提仪器串，当上提高度大于自然伽马仪记录点至仪器串底部距离，则可判定仪器串已全部进入防喷管内。

D.3 放射性射线探测判定法

仪器串带有放射性源时，可将射线探测器放置在电缆封井器处，直接探测放射性源位置，进而判断仪器是否已进入防喷管。

D.4 磁性记号判定法

仪器串完全进入防喷管前的 2m、5m 和 10m 处做三个特殊磁性记号，仪器串上提过程中探测磁性记号，确定仪器是否进入防喷管。

D.5 深度系统指示判定法

直接观察地面仪深度系统指示的深度进行判定。

D.6 绞车滚筒电缆位置判定法

仪器下井前，绞车工记清楚电缆盘绕的层数与表层电缆的圈数，则可大致推算出仪器所处位置。

D.7 张力判定法

绞车缓慢上提仪器，若地面、井下张力计的张力从逐渐减少突然变为增加，表明仪器串已提升至防喷管顶部遇阻，绞车应立即停车，再适当回放电缆一定长度，则可判定仪器串是否完全进入防喷管。此方法要注意防止拉断电缆头弱点，风险较大。