
煤层气测井作业规程

The Operation Regulation of Wireline Logging
of Coalbed Methan Well

2007 年

目 次

1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 测井作业的任务及测井项目	1
4 测井仪器、质量及环保	2
5 测井资料处理解释	6
6 测井图件及附表	7
7 提交资料时间	7

附录 A (资料性附录)测井仪刻度误差标准表

附录 B (资料性附录)几种岩石骨架、物质及流体的测井参数表

ATIAS 1456 双接收器声幅测井仪在套管中的实验数据

附录 C (规范性附录)XXX 井测井解释报告格式

附录 D (规范性附录)岩石符号

附录 E (规范性附录)测井图件格式 (图 E. 1~图 E. 8)

图 E. 1 XXX 井标准测井图

图 E. 2 XXX 井综合测井曲线图

图 E. 3 XXX 井综合测井解释成果图

图 E. 4 XXX 井综合测井解释曲线图

图 E. 5 XXX 井固井质量检查测井图

图 E. 6 XXX 井压裂效果测井图

图 E. 7 XXX 井井身投影图

图 E. 8 XXX 井综合测井曲线现场合成图

煤层气测井作业规程

1 范围

本标准规定了煤层气测井作业的任务和项目，测井仪器、质量及环保要求，资料处理解释和成果报告，相应图件及附表格式。

本标准适用于煤层气井测井作业的设计、施工作业和验收。定向井也可以参照使用。

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 5726 测井作业安全规程

3 测井作业的任务及测井项目

3.1 裸眼井

3.1.1 标准测井 全井进行标准测井，用以划分地层，判别岩性。深度比例为 1: 500。测井项目如下

3.1.1.1 双侧向（DLL） 单位： $\Omega \cdot m$

3.1.1.2 自然电位（SP） 单位：mv

3.1.1.3 自然伽马（GR） 单位：API

3.1.1.4 双井径（CAL） 单位：cm

3.1.2 综合测井 对煤系地层和认为有必要的其它井段进行综合测井，用以进行岩性分析；划分煤层及夹矸，计算煤层固定碳百分含量、灰分及水分，估算煤层挥发分和吨煤含气量；进行流体分析，含水性、渗透性分析，划分、判断含水层、含气层；并划分其它有用矿层。测井项目如下

3.1.2.1 双测向（DLL） 单位： $\Omega \cdot m$

3.1.2.2 微球形聚焦（MSFL） 单位： $\Omega \cdot m$

3.1.2.3 自然伽马（GR） 单位：API

3.1.2.4 自然电位（SP） 单位：mv

3.1.2.5 双井径（CAL₁）（CAL₂） 单位：cm

3.1.2.6 补偿密度（DEN） 单位： g/cm^3

3.1.2.7 补偿中子（CNL） 单位：PU

3.1.2.8 补偿声波（AC） 单位： $\mu s/m$

3.1.2.9 井温（TEMP）（连续曲线） 单位：℃

3.1.3 采样间距及回放要求 煤系地层采样间隔一般不大于 0.05m，非煤系地层采样间隔一般不大于 0.10m；主要煤层及其上下各 20m 井段，回放 1: 50 深度比例尺放大曲线，以精细研究煤层结构。

3.1.4 井斜测量 要求使用连续井斜仪或单点测斜仪（单点测斜仪测点间距为 25m），测量井斜角和方位角。

3.1.5 为适应地质研究或生产需要，可选测下列测井项目 地层倾角测井、阵列声波（或长源距声波）、核磁共振测井、微电阻率扫描、声波扫描成像、拟稳态井温测井等。

3.2 套管井

- 3.2.1 固井质量检查测井 要求全井进行声幅、自然伽马、套管接箍测井、声波变密度测井。
- 3.2.2 压裂效果检查测井 用连续测量井温仪测井。根据需求和压裂施工设计，可加做放射性示踪剂测井。

4. 测井仪器、质量及环保

4.1 一般要求

4.1.1 测井仪器

4.1.1.1 类型、规格及性能

4.1.1.1.1 测井地面控制及记录设备 要求使用数控测井仪，具有现场刻度、数据采集、现场数据处理及显示特征等功能。

4.1.1.1.2 井下仪器 当钻头直径大于 200mm 的井，宜使用外径大于 86mm 的井下仪器及相应强度的放射源。各类测井仪应配有相应的环境校正图版。

4.1.1.2 井下仪器刻度

4.1.1.2.1 双侧向及微球形聚焦测井仪的仪器常数(K)应采用实测值。

4.1.1.2.2 补偿中子测井仪和自然伽马测井仪应有本年度在一级刻度井中的刻度资料(刻度井的井径应与实际井径相当)。

4.1.1.2.3 各类仪器的二、三级刻度器与所用一级刻度井之间必须有严格的量值传递，以保证车间和现场刻度的精度。

4.1.1.2.4 测井前、后在井场用三级刻度器进行刻度和检验，其结果应符合仪器出厂指标和附录 A 之规定。

4.1.2 对井场监视测井曲线图基本要求

4.1.2.1 测井曲线图上印有主刻度、测井前现场刻度检查、测井后现场刻度检验记录。

4.1.2.2 各种曲线都要有 50m 以上井段的重复检查测量。

4.1.2.3 曲线没有畸变，没有与井下条件无关的零值和负值。

4.1.2.4 图面整洁，线条清晰，数据齐全。

4.1.2.5 除井温测井外，应自下而上测量。

4.1.3 深度误差

4.1.3.1 定期丈量电缆，及时检测并调整电缆长度计量(滑)轮的周长(或直径)，确保测井深度的独立性和可信性。

4.1.3.2 曲线图(1:200)上深度记号间误差不大于标称值 1%。

4.1.3.3 算准零长和深度延迟值，确保曲线深度正确和仪器串内各条曲线的深度一致。

4.1.3.4 表层套管深度不超过 100m 时，套管鞋的测井深度与钻井丈量深度之间的误差应不超过 $\pm 0.5\text{m}$ ；井下短套管的测井深度与钻井丈量深度之间的误差不大于 1‰ 。

4.1.3.5 不同次测井曲线在成图时必须用自然伽马曲线校正深度。

4.1.4 测井速度、深度比例及测量值单位，见表 1

表 1 现场测井速度深度比例测量值单位表

序号	曲线名称	图件深度比例	最大测量速度 m/h	单位
1	双侧向	1: 200	1 200	$\Omega \cdot m$
2	微球形聚焦	1: 200	800	$\Omega \cdot m$
3	声波时差	1: 200	1 200	$\mu s/m$
4	声波变密度（或全波列）	1: 200	1 200	μs
5	补偿密度	1: 200	500	g/cm^3
6	补偿中子	1: 200	500	PU
7	自然电位	1: 200	2 000	MV
8	自然伽马	1: 200	500	API
9	双井径	1: 200	2 000	Cm
10	声幅	1: 200	1 200	MV
11	套管接箍	1: 200	1 500	MV
12	井温	1: 200	1 000	$^{\circ}C$
13	井斜	1: 500（连斜）	1 000	
		1 点/25m（点测）		
14	地层倾角	1: 200	700	

4.1.5 现场提交的资料

4.1.5.1 单条（或单个组合下井仪）井场监视测井曲线图一套（1: 200），供检查质量用。

4.1.5.2 综合测井曲线现场合成图一张（1: 200），供现场解释用，格式见附录 E 图 E.8。

4.1.5.3 记录全套测井曲线的磁性介质（3.5 英寸软盘或光盘）。

4.1.5.3.1 文件头数据齐全，井的文件名和井的数据统一。

4.1.5.3.2 各条曲线深度对齐。

4.1.5.4 现场综合报告

4.1.5.4.1 井名、井深、测井日期、测井队所属公司，队号、队长、操作员和验收员（姓名及职称），地面控制仪器及井下仪器型号等情况。

4.1.5.4.2 现场提交的测井原始曲线、磁性介质清单及质量评价。

4.1.5.4.3 主要煤层埋藏深度及其结构，主要含水层深度和井温成果。

4.1.5.4.4 固井质量评价。

4.1.5.4.5 其他说明。

4.1.5.5 井斜测量记录表

4.2 单条测井曲线质量标准

4.2.1 双侧向

4.2.1.1 测前、测后刻度与标准值（在 $10\Omega \cdot m$ — $1000\Omega \cdot m$ 之间）相比其相对误差应不大于 5%。

4.2.1.2 在井径规则、不渗透、非裂缝性的厚层泥岩段，深、浅双侧向值应基本重合。

4.2.1.3 在煤层，曲线一般不得出现平直（饱和）现象。在其他岩层，曲线值应符合一般规律。

4.2.1.4 重复曲线相对误差不超过 5%。

4.2.1.5 套管内，深、浅双侧向的记录值应不大于 $1\Omega \cdot m$

4.2.2 微球形聚焦

4.2.2.1 仪器动态范围应与双侧向的动态范围相当。

4.2.2.2 测井前、后刻度值与标准值（在 10 — $1000\Omega \cdot m$ 之间）相比，其相对误差应小于 5%。

4.2.2.3 在井径接近钻头直径的非渗透性厚层泥岩层井段，其平均值应与双侧向电阻率接近。

- 4.2.2.4 在煤层，曲线不得出现平直（饱和）现象。在其他岩层，曲线值应符合一般规律。
- 4.2.2.5 在渗透层井段，重复曲线形态相似，相对误差不大于 10%。
- 4.2.3 声波时差
- 4.2.3.1 测井前、后刻度与标准刻度值之间的容限误差为：
当刻度值在 $100\mu\text{s}/\text{m}$ -- $200\mu\text{s}/\text{m}$ 时，为 $1.5\mu\text{s}/\text{m}$
当刻度值在 $200\mu\text{s}/\text{m}$ -- $650\mu\text{s}/\text{m}$ 时，为 $3\mu\text{s}/\text{m}$
- 4.2.3.2 自由套管内应为 $187\pm 5\mu\text{s}/\text{m}$ 。
- 4.2.3.3 重复测量误差应小于 $10\mu\text{s}/\text{m}$ 。
- 4.2.3.4 如遇周波跳跃，要重复测量，判明原因。
- 4.2.4 补偿密度
- 4.2.4.1 仪器的主刻度应用铝、有机玻璃或铝、镁、反镁等模块进行刻度，还应在水中进行检验，所有刻度资料均应记录在软盘和井场监视曲线上。
- 4.2.4.2 测井前、后用三级刻度器进行刻度检查，测前刻度容限误差不超过 $0.01\text{g}/\text{cm}^3$ ，测后容限误差小于 $0.03\text{g}/\text{cm}^3$ 。
- 4.2.4.3 在井径较规则或变化平缓、岩性均匀的厚层井段，所测密度值应符合地区规律。重复测量误差应小于 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$ 。
- 4.2.5 补偿中子
- 4.2.5.1 补偿中子应在一级刻度井内进行刻度。现场测井前、后进行刻度检验，与标称值 15P.U 相比，误差小于 2P.U。
- 4.2.5.2 在井径较规则或变化平缓、岩性均匀的厚层井段，所测中子孔隙度值应符合地区规律。
- 4.2.5.3 重复曲线允许相对误差 当孔隙度小于 20P.U 时，为 10%，孔隙度大于 20P.U 时，为 15%。
- 4.2.6 自然电位
- 4.2.6.1 曲线右向为正，左向为负，横向比例适当。
- 4.2.6.2 重复曲线间相对误差小于 10%。
- 4.2.6.3 每 100m 井段基线偏移小于 2cm。
- 4.2.7 自然伽马
- 4.2.7.1 测井前、后用三级刻度器刻度，其允许误差小于 10%。
- 4.2.7.2 选择泥岩井段，记录统计起伏，时间不少于 60s，应符合统计起伏误差规律。
- 4.2.7.3 重复曲线相对误差小于 10%。
- 4.2.8 双井径
- 4.2.8.1 两条曲线在套管内测量值相同，与套管内径相比允许误差小于 1.5cm。
- 4.2.8.2 曲线最大值不得超过井径腿全部张开的值，所测最小值不得小于井径腿闭合拢值。
- 4.2.9 声幅
- 4.2.9.1 声幅测井应在固井施工完 48h 后、继续钻进之前进行。
- 4.2.9.2 建立相对评价标准
- 4.2.9.2.1 在自由套管（钢质）井段，将曲线幅度调为 10 图格。
- 4.2.9.2.2 如水泥返至井口，井内无自由套管（钢质），注水泥前未测声幅的应寻找类似条件（钢质长槽、鼠洞或其他）调声幅至 10 图格，在图上注明；若所用仪器可测旅行时间（SRT），可参考附录 B 调节仪器。
- 4.2.9.2.3 如井内还有玻璃钢套管，注水泥前未测声幅的应设法另建立其相对评价标准，解释时不宜与钢质套管混用同一相对标准。
- 4.2.9.3 从井底遇阻处起测，直到水泥返高面之上至少 5 根自由套管处止。
- 4.2.9.4 在自由套管（钢质）井段，套管接箍反应明显，其幅度不小于 1cm。
- 4.2.9.5 重复测量相对误差小于 10%。
- 4.2.10 全波列

-
- 4.2.10.1 水泥面以上, 钢质套管井段波形清晰; 如井内有玻璃钢套管, 或设计要求水泥返到井口, 则应于注水泥前, 测一次声幅和变密度, 作为注水泥后所测的同类曲线的相对解释标准。
- 4.2.10.2 声波变密度图对比度适中。
- 4.2.10.3 声波全波列幅度适中, 无饱和现象。
- 4.2.11 套管接箍测井
- 4.2.11.1 接箍反应清晰, 其幅度应大于 1.5cm。
- 4.2.11.2 目的层附近井段不得缺失接箍信号 (尤其是不得缺失特殊短套管的接箍记号), 非目的层井段不得连续缺失两个接箍信号。
- 4.2.11.3 标明短套管的深度, 其误差符合 4.1.3.4 的要求。
- 4.2.12 井温 (使用连续测量井温仪) 测井
- 4.2.12.1 测稳态 (静止) 井温, 测井前, 井液须静止 7d 以上。
- 4.2.12.2 测拟 (近) 稳态井温, 曲线不得出现阶梯、抖动等异常。
- 4.2.12.3 检测压裂效果的井温曲线
- 4.2.12.3.1 建立对比标准, 压裂施工前, 24h 内不得扰动井内液体, 测一次井温, 作为对比标准。
- 4.2.12.3.2 选择适当的测井参数, 掌握压裂施工时地面气温和压裂液入井前的温度, 估算压裂液与目的层井段井液的温度差, 选择适当的井温起始测量时间、横向比例和测量间歇时间, 至少测 3 次。曲线不得出现阶梯、抖动等异常。
- 4.2.13 井斜
- 4.2.13.1 连续井斜仪 井斜角测量重复误差不得超过 0.3° , 方位角曲线不得有抖动及台阶。
- 4.2.13.2 点测井斜
- 4.2.13.2.1 井斜角为 0° 以上, 每个测点都必须测方位角。
- 4.2.13.2.2 当井斜角介于 $1^{\circ}\sim 3^{\circ}$ 时, 如方位角变化超过 40° , 须加密测点, 直到方位角变化小于 20° 为止。当井斜角在 3° 以上、而此时方位角变化值超过 25° 时, 须加密测点, 直到方位角变化小于 15° 为止。
- 4.2.13.2.3 当相邻测点的井斜角变化值超过 1.5° , 须加密测点, 直到井斜角变化小于 1° 为止。
- 4.2.13.2.4 井斜角在 3° 以上时, 方位角测量的重复误差不得超过 10° 。
- 4.2.13.2.5 井斜角测量重复误差不得超过 0.5° 。
- 4.2.14 地层倾角
- 4.2.14.1 仪器在井内每转动一周所经过的井段不得小于 20m。
- 4.2.14.2 方位角曲线及相对方位角曲线不得有抖动及台阶。
- 4.2.14.3 井斜角曲线重复误差 $\leq 0.25^{\circ}$ 。
- 4.2.14.4 各电导率曲线幅度适中, 无饱和现象。
- 4.2.14.5 因遇卡而出现的曲线“平头”井段, 在井况允许时应补测。
- 4.2.14.6 双井径曲线在套管内应基本重合。各条曲线所测套管鞋深度应一致, 与套管鞋深度之差不大于 0.25m。
- 4.2.15 同位素示踪曲线 (自然伽马)
- 4.2.15.1 测井前应对自然伽马测井仪进行刻度检查, 与车间刻度相比, 误差应小于 7%。
- 4.2.15.2 建立对比基准: 同位素下井之前, 先测一条自然伽马曲线, 作为对比基准, 所用横向比例与之后的同位素示踪曲线的横向比例一致。
- 4.2.15.3 同位素示踪曲线测量次数视情况而定。
- 4.2.15.4 上述自然伽马曲线应与套管接箍曲线同时测量, 二者深度一致。
- 4.3 质量等级评定**
- 4.3.1 测井公司对原始测井曲线质量负责, 责成专人进行现场验收, 评定质量等级。
- 4.3.2 业主对测井施工及曲线质量有最终审定权。
- 4.3.3 单条原始测井资料质量评级标准, 见表 2

表 2 单条测井资料质量评级标准

项目	单条质量等级及标准		
	优	合格	不合格
测速	优于规定容限	达到规定下限	不符合规定容限
深度误差	优于规定容限	达到规定下限	不符合规定容限
仪器刻度	优于规定容限	达到规定下限	不齐全或不符合规定容限
曲线重复性	优于规定容限	达到规定下限	不符合规定容限
图头填写	齐全 准确 清晰	齐全准确但较潦草	不全或不准确
注：凡评为优、合格者，必须全面达到本表五项标准，有一项达到不合格条件者即评为不合格。			

4.3.4 全井原始测井资料质量评级标准, 见表 3

表 3 全井测井资料质量评级标准

项目	全井质量等级及标准		
	优	合格	不合格
单条合格率	100%	>90%	≤90%
五条重点曲线质量	密度、声波、深侧向、井径、自然伽马五种皆为优等	密度、声波、深侧向、井径、自然伽马五种皆合格	或密度、声波、深侧向、井径、自然伽马五种有不合格者
注：凡评为优、合格者，必须全面达到本表标准，有一项达到不合格条件者即评为不合格。			

4.4 安全生产和环境保护

参照 SY/T 5726 测井作业安全规程执行。

5. 测井资料处理、解释

5.1 处理及解释程序

5.1.1 测井资料质量检查 对曲线除进行一般质量检查外,还应用交会图、直方图等方法进行质量检查。

5.1.2 测井资料校正

5.1.2.1 深度对齐 同次测井各种曲线深度要取齐,不同次测井深度要衔接好。各种合成曲线深度误差应符合本标准第 4.1.3.5 条的要求

5.1.2.2 环境校正 在进行数据处理前,应对有关曲线做井眼环境校正。

5.1.3 解释程序 根据本地区的地质、地球物理测井条件和研究成果,选择解释模型和程序。

5.2 测井解释报告 参照附录 C 格式编写。

5.2.1 测井资料质量评价,着重分析各类曲线的可信度。

5.2.2 分析所用解释模型的合理性,列出处理程序中所依据的数学方程及所选用的参数。

5.2.3 划分煤层及夹矸,估算主要煤层吨煤含气量和煤层工业分析含量(要求换算为重量百分数)。估算砂泥质地层中砂、泥、水的体积百分含量。

5.2.4 评价主要煤层的渗透性(可定性分为好、中、差三级)、含水性(可定性分为强、中、弱三级)。

5.2.5 对煤层顶、底板地层的力学性质、含水性、渗透性进行分析。

5.2.6 划分水层和其它有用矿层并进行分析、评价。

5.2.7 固井质量分析 分井段(着重主要煤层上下各 30m 井段)分析两个界面水泥胶结程度。以自由

套管的声幅值（调为 100%）、变密度波形的黑度为相对标准，质量评价分为四级，内容见表 4

表 4 水泥胶结质量评级标准

等级	优良	合格	基本合格	不合格
第一界面	声幅值 $\leq 10\%$	$10\% < \text{声幅值} \leq 20\%$	$20\% < \text{声幅值} \leq 30\%$	声幅值 $> 30\%$
第二界面 (变密度)	地层波强、清晰	地层波较强、较清晰。	地层波较弱、可以辨认。	地层波弱、难辨认。

5.2.8 测井解释中的难点及其分析；

5.2.9 解释结论及建议。

6. 测井图件及附表

6.1 标准测井曲线图（1:500）格式, 见附录 E 图 E. 1。（本图曲线要从井底画至地面并要求划定岩性）

6.2 综合测井曲线图（1:200）格式, 见附录 E 图 E. 2。

6.3 综合测井解释成果图（1:200）格式, 见附录 E 图 E. 3，包括岩性分析（砂、泥岩、灰岩、煤）、煤层工业分析（碳、灰、水、挥发分）及吨煤含气量、物性及流体性质分析（孔隙度、含水饱和度、渗透率及流体分析）。在解释结论栏中要划分出煤层（标出煤层区域层号）、水层和其它岩层。

6.4 煤层综合测井曲线图（1:50）格式, 见附录 E 图 E. 4。要求该图两端深度距临近煤层深度大于 20m。

6.5 固井质量检查测井图（1:200）格式, 见附录 E 图 E. 5。

6.6 压裂效果检查测井图（1:200）格式, 见附录 E 图 E. 6。为了便于分析，该图除有井温曲线外，还应包括自然伽马、井径、套管接箍测井等曲线。

6.7 井身投影图格式, 见附录 E 图 E. 7。

6.7.1 要求用鲁宾斯基公式计算全角变化率：

$$R_n = (30/25) \times \arccos[\cos \alpha \times \cos \beta + \sin \alpha \times \sin \beta \times \cos \Delta \phi]$$

式中： R_n ——全角变化率，（°/30m）；

α 、 β ——相邻两测点的井斜角，度（°）；

$\Delta \phi$ ——相邻两测点的方位角差，度（°）；

25——相邻两测点的间距量，m；

30——相邻两测点的间距量（约相当于 100ft），m。

6.7.2 使用连续井斜仪也要用此式计算全角变化率。

6.8 解释报告中的表格格式, 见附录 C，还可根据实际情况编制其他表格和图件。

6.9 磁性介质记录 要求在提交报告时，提交上述各种图件的符合要求的磁性介质各一份。

7. 提交资料时间

7.1 现场测井完毕，施工单位应在现场向业主项目经理部提供测井曲线回放图、书面初步解释意见，以便制定下步施工方案。

7.2 测井结束后，15d 内向业主提交一套报告和图件（送审件），再按业主的审查、修改意见整理报告和图件，于规定时间提交正式资料。

附录A (资料性附录) 测井仪刻度误差标准参考表
附录B (资料性附录) 常见岩石骨架、物质及流体的测井参数表
ATIAS 1456 双接收器声幅测井仪在套管中的一些实验数据
附录C (规范性附录) XXX井测井解释报告格式
附录D (规范性附录) 岩性符号
附录E (规范性附录) 测井图件格式(图E. 1~图E. 8)

图E. 1 XXX井标准测井曲线图 1: 500
图E. 2 XXX井综合测井曲线图 1: 200
图E. 3 XXX井综合测井解释成果图 1: 200
图E. 4 XXX井煤层综合测井曲线图 1: 50
图E. 5 XXX井固井质量检查测井图 1: 200
图E. 6 XXX井压裂效果检查测井图 1: 200
图E. 7 XXX井井身投影图
图E. 8 XXX井综合测井曲线现场合成图 1: 200

附 录 A
(资料性附录)

测井仪刻度误差标准参考表

名称	符号	曲线名	检查项目名	单位	标准刻度值		车间刻度值		测前刻度值		测后刻度值	
					低值	高值	低值	高值	低值	高值	低值	高值
双侧向	DLL	RD	RD	$\Omega \cdot m$	10	1000	10 ± 0.5	1000 ± 50	10 ± 0.5	1000 ± 50	10 ± 0.5	1000 ± 50
		RS	RS	$\Omega \cdot m$	15	1500	15 ± 0.75	1500 ± 75	15 ± 0.75	1500 ± 75	15 ± 0.75	1500 ± 75
微球形聚焦	MSFL	MSFL	MSFL	$\Omega \cdot M$	0	1000	0 ± 2	1000 ± 80	0 ± 2	1000 ± 80	测前值 ± 2	测前值 ± 20
					0	200	0 ± 5	200 ± 30	0 ± 5	200 ± 30		
	CAL	CAL	CAL	Inch	8	12					测前值 ± 0.5	测前值 ± 0.5
补偿密度	DEN	DEN	Mg	g/cm^3		2.3				2.3 ± 0.025		2.3 ± 0.025
			Al			2.8				2.8 ± 0.025		2.8 ± 0.025
			反Mg			2.43						
自然伽马	GR	GR	GR	API	0	150						
补偿中子	CN	CNL	CNL	PU		15	$LSW / (SSN \times 8) = 0.073 \sim 0.086$			± 2		± 2

附 录 B
(资料性附录)

常见岩石骨架、物质及流体的测井参数表

物 质	声波时差 $\mu\text{s/m}$	密度 g/cm^3	补偿中子 P. U.
砂 岩	174	2.65	-5
石 灰 岩	156	2.71	0
白 云 岩	138	2.87	4
硬 石 膏	164	2.98	-2
石 膏	171	2.35	
盐 岩	220	2.03	-1
淡 水	620	1	100
盐 水	608	1.1	100
石 油	757~985		
甲 烷	2260		
无 烟 煤	295~394	1.32~1.8	
烟 煤	328~459	1.15~1.2	
褐 煤	459~590	0.5~1.5	
水 泥	273~311	1.99	
钢	187	7.87	

Atlas 1456 双接收器声幅测井仪在套管中的一些实验数据

套 管 尺 寸 mm	套 管 重 量 Kg/m	声幅测井 仪 T-R 间距 M	管 外 无 水 泥		管 外 有 水 泥	
			旅行时间 μs	首波强度 mV	旅行时间 μs	首波强度 mV
127	有 三 种	1m	222	83	随 第 一 界 面 水 泥 与 套 管 的 胶 结 程 度, 井 径 的 不 同 而 有 不 同 程 度 的 增 长	随 第 一 界 面 水 泥 与 套 管 的 胶 结 程 度, 井 径 的 不 同 而 有 不 同 程 度 的 减 弱
139.7	有 四 种		231	78		
157.8	有 七 种		255	69		
173.7	有 四 种		268	66		

附录 C
(规范性附录)
测井解释报告

(封面)
(小 3 号, 黑体, 加粗)

×××盆地(坳陷)×××地区(构造)
×××井测井解释报告

(小 1 号, 黑体, 加粗)

##公司 (小 3 号, 宋体, 加粗)

二 0××年×月 (4 号, 宋体, 加粗)

(小 3 号，黑体，加粗)

×××盆地(坳陷)×××地区(构造)

×××井测井解释报告

(小 1 号，黑体，加粗)

作业单位:

承包单位:

(加盖公章)

测井单位:

(加盖公章)

技术负责:

编写人:

审核人:

提交报告单位:

提交报告时间:

冒号前(小 3 号，黑体，加粗)， 冒号后(小 3 号，宋体，加粗)。

目 录

(3号, 黑体, 加粗)

- 一 前言
- 二 测井施工概况
- 三 综合测井解释成果
- 四 井身及固井质量评价
- 五 测井解释中疑难问题分析
- 六 结论与建议

报告正文内容要求

一 前言

简述测井任务来源、钻井名称、钻井性质、地理位置、所处构造位置、目的煤层、完钻井深及完钻遇层位、钻头程序、套管程序、测时井深、测量井段等一般性内容。

二 测井施工概况

简述历次测井施工日期、测井目的、列表说明测井项目、测量井段、各条曲线质量评价、关于曲线质量问题的说明。

三 综合测井解释成果

- 1 概述综合测井解释模型及主要方程、处理软件名称、各曲线参数选取值(分井段列表说明)。
- 2 列表显示综合测井解释成果(必要时用文字分析说明)。

(!) 地质分层数据表, 见表 1:

表 1 地质分层数据表

地 层 系 统			测 井 分 层 数 据	
系	统	组	底界深度 m	视厚度 m

(2) 全部煤层及含水层划分数据表, 见表 2

表 2 煤层及含水层划分数据表

地 层 层 位	解 释 层 号	深 度 m	视 厚 度 m	煤 层 结 构	煤层 夹矸 厚度 m	煤 层 编 号	解 释 结 论

(3) 主要煤层测井响应平均值表, 见表 3:

表 3 煤层测井响应平均值表

煤层 编 号	深度 m	补偿 密度 g/cm ³	补 偿 中 子 pu	时差 μs/m	井径 1 cm	井径 2 cm	自然 伽 马 API	自然 电位 mV	深测 向 Ω.m	浅侧 向 Ω.m	微球 Ω.m	备 注

(4) 主要煤层工业参数计算成果表，见表 4：

表 4 煤层工业参数计算成果表

解释 层号	煤层 编号	固定碳 %	水 份 %	灰 份 %	挥发份 %	含 气 量 m ³ /t	备 注

注：应注明是体积百分含量还是重量百分含量。

(5) 主要煤层及其顶、底板解释分析表，见表 5：

表 5 煤层及其顶、底板解释分析

解 释 分 层	深 度 m	视厚度 m	岩 性	含水 性	渗透 性	备 注
3#煤层顶板						
3#煤层						
3#煤层底板						
15#煤层顶板(及 K2 灰岩)						
15#煤层						
15#煤层底板						

注：含水性定性评为强、中、弱三级，渗透性定性评为好、中、差三级。

四 井身及固井质量评价

1 井身情况：根据井身空间投影图，分析井斜变化情况，给出本井最大全角变化率、最大水平位移以及它们各自出现的深度。

2 井径情况：分析煤层及其他岩层井径变化情况，着重分析井眼扩大或缩小的原因。

3 固井质量情况：分井段解释两个界面水泥胶结程度（要特别注意分析主要煤层上下各 30m 井段），固井质量评价分为四级：优良（声幅值＜10%，变密度图上地层波显示清晰，合格（10%＜声幅值≤20%），基本合格（20%＜声幅值≤30%），不合格（声幅值＞30%），自由套管（声幅值为 100%）。

五 结论与建议：归纳上述分析，提出对该井下步施工意见和建议。

六 测井解释中的疑难问题及分析：可就测井方法的选用、解释模型、仪器刻度、合同、规程内容、调度等问题提出意见和建议。

七 对测井报告的总体要求

- 1 封面纸型：正规的报告封面纸。
- 2 封面颜色：（自选）。
- 3 封面样式：按本附录第一页执行。
- 4 报告尺寸： 210 mm x297 mm （A4 纸）。
- 5 装订：线装，牢固，美观。
- 6 字迹：黑色。
- 7 报告编排：胶印正式印刷；报告正文用 4 号宋体；行距为 1.5 倍间距；在 office 环境下编辑文、图、表，并提交完整的 3.5 英寸报告软盘或光盘。
- 8 页码：页码居中，目录单独编页码，正文中文、图、表，全部按序编页码。
- 9 标题：一级标题用 3 号宋体黑体；二级标题用小 3 号宋体加粗；三级标题用 4 号宋体黑体，其它题均用 4 号宋体加粗。
- 10 标题编号序列： 一 、 1 、 (1)、A 等。
- 11 内容与图表： 插图、插表插放在报告中，与内容紧密联系，用图和数字说明观点。
- 12 报告附图： 蓝晒图或胶印图，以“手风琴”方式折叠，规格 210 mm x297mm，正面露出图标。
- 13 透明底图，清晰无水迹。

附录D
(规范性附录)
岩石符号

				
煤	泥岩	粉砂质泥岩	砂质泥岩	灰质泥岩
				
碳质泥岩	铝土质泥岩	页岩	粉砂质页岩	灰质页岩
				
中粒砂岩	细粒砂岩	粉砂岩	泥质砂岩	灰质砂岩
				
灰岩	泥质灰岩	砂质灰岩	白云岩	含水层

附录 E
(规范性附录)
测井曲线图格式 (图 E. 1~图 E. 8)



注：本图曲线的深度范围是从井底到地面。岩性符号见附录 D

图 E. 1 ×××井标准测井曲线图格式

25cm

公司

X X X 井 综 合 测 井 曲 线 图

1: 200

(测井公司名称及其标志符号)

地 区		钻 头	mm/ m	钻	类 型		技术说明
测井日期		外 径 / 深	mm/ m	井	密 度	g/cm ³	
绘图井段		度		液	粘 度	s	
操 作		绘 图		性	电阻率	Ω . m	
验 收		审 核		质		°C	

深 度 m	自 然 伽 玛		微球形聚焦		声 波				
	10 (API)	210	2 (Ω . m)	20 000	600 (μ s/m)	100			
	自 然 电 位		深 侧 向		补 偿 密 度				
	0 - (Mv) +	100	2 (Ω . m)	20 000	1 (g/cm ³)	3			
	双 井 径		浅 侧 向		补 偿 中 子				
	5 (cm)	55	2 (Ω . m)	20 000	60 (PU)	0			
			单对数坐标						

图 E. 2 ×××井综合测井曲线图格式

25 cm

公司

× × × 井 综 合 测 井 解 释 成 果 图

1: 200

(测井公司名称及其标志符号)

地 区			使用曲线		绘 图			
解 释 日期							处 理	
解 释 井段			技术说明		解 释			
处 理 程序	煤层						审 核	
	其他							

深 度 m	煤层工业分析					煤层气含量					物性分析					岩 性 分 析					解 释 层 号	解 释 结 论
	灰 份 0 (%) 100					(m³/t) 0 50 100					含水饱和度 (%) 0 100 0					煤	泥 岩	砂 岩	灰 岩	水		
	碳含量 0 (%) 100																					
	水 份 100 (%) 0										渗 透 率 (μ m²) 0 100					孔 隙 度 100 (%) 0						
	挥发份 100 (%) 0															泥 质 含 量 0 (%) 100						

图 E.3 ×××井综合测井解释成果图格式

25cm

公司

X X X 井煤层综合测井曲线图

1: 50

(测井公司名称及其标志符号)

地 区		钻 头	mm/ m	钻	类 型		技术说明
测井日期		外径/深度	mm/ m	井	密 度		
绘图井段				液	粘 度		
操 作		绘 图		压	电阻率	$\Omega \cdot m$	
验 收		审 核		性 质		$^{\circ}C$	

深 度 m	自 然 伽 马		微球形聚焦		声 波					
	10 (API)	200	2	($\Omega \cdot m$) 20 000	475	($\mu s/m$) 100				
	自 然 电 位		浅 侧 向		补 偿 密 度					
	0 - (mV)+	100	2	($\Omega \cdot m$) 20 000	1	(g/cm^3) 3				
	双 井 径		深 侧 向		补 偿 中 子					
	10 (cm)	60	2	($\Omega \cdot m$) 20 000	60	pu 0				
			单对数坐标							

图 E.4 ×××井煤层综合测井曲线图格式

←
→
25cm

<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div>公司</div> <div>XXX 井 固 井 质 量 检 查 测 井 图</div> <div>1: 200</div> </div>																																																																	
(测井公司名称及其标志符号)																																																																	
套 管	深度	m	套 管 扶 正 器 深 度	M	水 泥 浆 密 度	g/cm ³	记录仪型 号																																																										
	内 径	mm		M	设 计 返 高	m	下井仪型 号																																																										
	壁 厚	mm		M	固 井 日 期		声幅 T-R 间距	cm																																																									
	阻 流 环 深 度	m		M	测 井 日 期		遇阻深度	m																																																									
测井小队			操作		解 释 者		审 核 者																																																										
图 例																																																																	
	胶结好		胶结中等		胶结差		自由套管																																																										
深 度 m	套管接箍		声 幅 (%)		声波变密度图		套 管 与 泥 胶 情 况	地 层 水 胶 情 况																																																									
	100	0	0	100																																																													
	自然伽 马 (API)		其他曲线																																																														
	0	100																																																															
	双井径 (cm)																																																																
10	60																																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td rowspan="5" style="width: 30px;"></td> <td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td><td rowspan="5" style="width: 100px;"></td> <td rowspan="5" style="width: 30px;"></td> <td rowspan="5" style="width: 30px;"></td> </tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>																																																																	

图 E.5 ×××井固井质量检查测井图格式

25cm

公司

× × 井 压 裂 效 果 检 查 测 井 图

1: 200

(测井公司名称及其标志符号)

射孔井段	m- m	测井时地面气温	°C	第四次测井时间	日 时
测量井段	m- m	第一次测井时间	日 时	操作者	
压裂施工结束时间	年 月 日 时	第二次测井时间	日 时	解释者	
入井前压裂液地面温度	°C	第三次测井时间	日 时	审查者	

深度 (m)	套管接箍 (mV)					井 温										解 释 意 见
	自然伽马 (API)					压裂前静态曲线 (°C)										
	双 井 径 (cm)					压裂后井温曲线 (°C)										

图 E. 6 ×××井压裂效果检查测井图格式

<div style="text-align: center;"> 公司 × × × 井 井 身 投 影 图 </div>							
(测 井 公 司 名 称 及 其 标 志 符 号)							
地区		井深		测量 井段		测井 日期	
测井 小队		仪器 型号		操作 者		检验 者	
解释		初审		复审		技术 负责	

包括以下四张投影图：

- 1、 水平面投影图
- 2、 东西方向位移投影图
- 3、 南北方向位移投影图
- 4、 最大位移投影图

图 E. 7 ×××井井身投影图格式

× × × 井综合测井曲线现场合成图

1: 200

	自然伽马 (API)	井 径 I (cm)	微 球 (Ω . m)	补偿声波 (μ s/m)
			2 20 000	600 100
	10 200	10 60	深 侧 向 (Ω . m)	补偿密度 (g/cm ³)
			0 20 000	1 3
	自然电位 - (mV) +	井 径 II (cm)	浅 侧 向 (Ω . m)	补偿中子 (PU)
			0 20 000	60 0
			单对数坐标	

图 E. 8 ×××井综合测井曲线现场成图格式