ICS 

点击此处添加中国标准文献分类号

|  |
| --- |
|  |

DB61

陕西省地方标准

DB XX/ XXXXX—XXXX

|  |
| --- |
|  |

地热井流量测井技术规程

Technical specification for flow logging of hydrothermal geothermal wells

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

|  |
| --- |
|  |
|  |

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

陕西省市场监督管理局   发布

**目 录**

[前 言 I](#_Toc6269)

[1 范围 1](#_Toc17369)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc19418)

[3 术语和定义 1](#_Toc16007)

[4 一般要求 2](#_Toc2978)

[5 作业设计 2](#_Toc9565)

[6 仪器设备 3](#_Toc17337)

[7 测井作业 4](#_Toc6639)

[8 原始资料质量评定 6](#_Toc26523)

[9 资料整理与处理 6](#_Toc8477)

[10 成果提交 7](#_Toc4789)

[11 资料归档 7](#_Toc4738)

[12 健康、安全和环保要求 7](#_Toc18576)

[参考文献 8](#_Toc11379)

**前 言**

本文件规程按照GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第一部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由陕西省煤田地质集团有限公司提出。

本文件由陕西省发展和改革委员会归口。

本文件起草单位：陕西省煤田地质集团有限公司、陕西省一八六煤田地质有限公司、陕西省一九四煤田地质有限公司、陕西地矿物化探队有限公司、陕西煤田地质勘查研究院有限公司、中石化绿源地热能（陕西）开发有限公司。

本文件主要起草人：赵广利、王鑫鑫、王金锋、薛超、张玉贵、余常忠、王亚辉、卢朝鹏、强洋洋。

本文件由陕西省地热能标准化技术委员会负责解释。

本文件首次发布。

联系信息如下：陕西省煤田地质集团有限公司

电话：029-86681076

地址：陕西省西安市未央区文景路26号A

邮编：710021

**地热井流量测井技术规程**

1 范围

本文件规定了地热井流量测井工作的术语与定义、一般要求、作业设计、仪器设备、测井作业、原始资料质量评定、资料整理与处理、成果提交、资料归档、健康、安全和环保要求等内容。

本文件适用于水热型地热井流量测井。水文地质勘查、工程和环境地质勘查中有关流量测井工作可参照执行。

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规程的条款，对于本文本的应用是必不可少的，其最新版本（包括所有的修改单）适应于本文本。不注明日期的引用文本，其最新版本（包括所有修改单)适用于本文本。

GB/T 11615 地热资源地质勘查规范

DZ/T 0181 水文测井工作规范

NB/T 10097—2018 地热能术语

NB/T 10269—2019 地热测井技术规范

SY/T 5360 裸眼井单井测井资料处理流程

SY/T 5783.1 注入、产出剖面测井资料处理与解译规范 第1部分：直井

SY/T 5783.2 注入、产出剖面测井资料处理与解译规范 第2部分：斜井

DZ/T 0273 地质资料汇交规范

DZ/T 0374-2021 绿色地质勘查工作规范

3 术语和定义

NB/T 10097界定的以及下列术语和定义适应于本文本

3.1 **地热能 geothermal energy**

地球内部所储存的热量。

[来源NB/T 10097—2018，2.1.1]

3.2 **地热资源 geothermal resources**

能够经济地被人类所利用的地球内部的地热能、地热流体及其有用部分。目前可利用的地热资源包括：天然出露的温泉、通过热泵技术开采利用的浅层地热能、通过人工钻井直接开采利用的地热流体以及干热岩体中的地热资源。

[来源NB/T 10097—2018，2.1.2，有修改]

3.3 **水热型地热资源** **hydrothermal geothermal resources**

是指赋存于天然地下水及其蒸汽中的地热资源。

[来源NB/T 10097—2018，2.1.3]

3.4 **地热储 geothermal reservoir**

简称热储，是指埋藏于地下，具有有效孔隙和渗透性的地层、岩体或构造带，其中储存的地热流体可供开发利用。

[来源GB/T 11615—2010，3.9]

3.5 **地热流体 geothermal fluid**

包括地热水和地热蒸汽，以及少量的非凝性气体，但不包括天然的碳氢化合物可燃气体。

[来源NB/T 10097—2018，2.3.16，有修改]

3.6 **渗透性 permeability**

地质体可以让流体渗透、透过的能力。一般以渗透率，即压力梯度为1时，动力粘滞系数为1的液体在介质中渗透速度来表示其能力的大小。

[来源GB/T 11615—2010，3.19]

3.7 **地热测井 geothermal well logging**

利用仪器设备对地热井进行地球物理参数测量的方法。参数有自然电位、电导率、声波、温度、γ射线、地热流体流量等。进而基于电化学、导电、声学和放射性等原理，分析岩性及其在钻孔中的空间分布，计算砂泥岩厚度比、孔隙度和渗透率，计算地温梯度，判断潜在热储层位等。

[来源NB/T 10097—2018，2.4.6，有修改]

3.8**流量测井 flow rate log**

以混合流理论为基础，应用流量测井仪在钻孔中测量不同截面处地热流体的流动速度或流量，测定井内地热流体流动状态的一种测井方法。该方法主要分为静态流量测井与动态流量测井。

**3.8.1静态流量测井 Static flow logging**

静态流量测井指的是在钻孔自然状态下进行的流量测井。

**3.8.2动态流量测井 Dynamic flow logging**

动态流量测井是抽水完成三个降深，在抽水达到动态平衡后，进行的的流量测井。

**3.9双井径测井 Dual diameter logging**

双井径测井是井径测井的一种方法，指的是测量井径时候有两个推靠臂，这样测量的井径数据比单一推靠臂更准确可靠

4 一般要求

4.1 地热资源勘查所施工的钻孔宜进行流量测井。

4.2地热井流量测井作业人员应符合NB/T10269要求。

4.3 地热井流量测井前应对仪器进行通电检查及标定，确保其状态正常。

4.4 建设单位应编制委托任务书，明确地热井流量测井目的、任务。

4.5 地热井流量测井应在其他地热测井之后进行，测温工作应与流量测井同步进行。

4.6 地热井流量测井前应对井孔进行换浆、清洗钻孔，保持井壁稳定、井孔干净、水清砂净。

4.7地热井流量测井应结合其他测井参数和水文地质资料，综合分析研究，提高流量测井资料的解译质量。

4.8 地热流量测井的设计、施工、处理解译、报告编写应由具有资质的专业单位承担。

5 作业设计

5.1作业前应按合同或地质任务的要求编写流量测井设计。

5.2 每口井均应有测井方案。

5.3测井作业应遵照由相关负责单位审批的设计执行，设计有变更应履行相关审批程序后执行。

5.4如因工区资料不足，应在作业设计中编制试验方案，试验宜在已知地质、钻探资料较完整的孔中进行。

5.5试验工作应编制技术总结，对选用的测井参数和技术条件以及有效性做出评价，并作为作业设计的附件。

5.6作业设计应包括的主要内容

5.6.1 项目概况；

5.6.2 作业任务、工作量及质量要求；

5.6.3 简述作业区地热地质条件；

5.6.4 作业依据和技术要求；

5.6.5 资料处理及解释方法原则；

5.6.6 仪器设备、人员和组织管理，安全环保措施；

5.6.7 预期成果。

6 仪器设备

6.1按设计书的要求，配置必要的测井仪器设备和相应的资料处理、解释和成图的硬、软件系统。

6.2仪器设备应按说明书或操作手册的规定进行使用和维护。

6.3程序和原始数据文件，必须留有备份，原文件与备份应分別存放，使用的计算机应有防病毒措施。

6.4测井仪器设备应符合技术要求，施工前应进行检查，每六个月进行一次系统检查。在使用过程中，还应根据出现的问题，及时进行检查。

6.5 仪器的标定应在标准装置上严格进行，标定的间隔时间视仪器的品质变化而定，除影响仪器品质的器件更换需进行标定外，在正常情况下，每3-6个月进行一次，对于新仪器，按照仪器标定要求执行；标定要对仪器性能做出评价，数据要保存备查。标定要求见表1。

6.6 仪器刻度

在要求定量解释时，仪器必须刻度，仪器的刻度应在刻度井或在由厂方提供的现场刻度装置上进行，且刻度的方法应统一；刻度的数据、图表要保存备查。

6.7 绝缘要求

6.7.1仪器各线路间及各线路对地绝缘电阻应不小于20MΩ；

6.7.2供电电源对地电阻应不小于110MΩ；

6.7.3井下仪器和电缆，在潮湿条件下，缆芯间及对地电阻不小于210MΩ。

6.8 电缆深度校正

6.8.1应定期校正深度测量系统，误差不大于0.1%。

6.8.2开工前或发生事故后，均应对电缆的深度误差进行检查，在正常情况下，施工期间亦应每半年检查一次，如测量轮误差超限，应进行深度校核。

6.9 仪器在规定测程范围内实际测量值的非线性误差不得超过±5%。

表1 测井仪器的标定要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 单位 | 标 定 要 求 |
| 流量测井仪 | L/s  （升/秒） | 1.精度和灵敏度应达到出厂说明书或设计(合同)的要求。定量解释时，启动流量值为0.02L/s一0.05L/s。  2.定性解释时，仪器读数与标准井径条件下的视流量值应线性相关，并计算流量标定系数β值。β＝流量／读数  3.定量解释时，应做井径改正量板。 |
| 井斜仪 | 方位角和  倾角均为度 | 1.方位角测量误差不大于5°(顶角大于3°时)。  2.顶角测量误差不大于0 .5°。 |
| 井径仪 | mm | 1.读数与井径的相关图应呈直线。  2.确定K和D0值,X和D0值应取标定的平均值。  3.用确定的K和Do值，计算的各井径值与已知井径值相差均不应超过±15mm |
| 井温仪 | ℃ | 1.读数与井温的相关图应呈直线。  2.确定K和To值，K和To值应取标定的平均值。  3.用确定的K和To值，计算的各井温值与已知井温值相差：对一般井温仪而言，均不应超过±0.5℃；对高精度井温仪而言，均不应超过±0.2℃。  4.仪器的时间常数和灵敏度，应达到出厂指标要求。当时间常数不大于3s 时,对一般井温仪而言，灵敏度不得低于0.1℃；对高精度井温仪而言不得低于0.01℃ |

7 测井作业

7.1作业准备

7.1.1测井前，应了解钻孔编号、所在位置、交通情况、孔深、孔径、井液性质、液面高度、孔内安全等施工条件和具体的测井任务，并应取得钻孔的地质柱状图；必要时，应与提供上述资料单位订立资料的真实性协议。

7.1.2分析地质、钻探资料，做好出发前对仪器设备、车辆、存储介质等的准备工作；通知到达井场的时间和对井场的要求。

7.1.3 测井作业人员和测井设备要求、井场条件依照NB/T 10269-2019执行。

7.2 操作流程

7.2.1在井场应妥善安放测井仪器设备，牢靠固定井口滑轮和绞车，并使两者保持一定的通视距离（可在10m左右）；

7.2.2供电线路与测量线路要分别布放，避免干扰；

7.2.3曲线的深度比例尺，一般采用1:500或1:200，详细研究井段采用1:200或1:50；

7.2.4曲线图头和记录本上，应及时、准确、齐全、清楚的进行原始数据的填写和记录。主要内容应包括：钻孔名称、井径和套管情况、曲线名称、深度比例或采样间距、横向（测量）比例及有关数据、起止深度、零记号到测量点长度、测量日期和测量负责人等。

7.2.5测井时须保持深度测量计数轮的清洁，防止打滑和轮径变化；

7.2.6校正后的各方法探管测量曲线间的深度差，孔深不大于500m时，不超过0.25m；大于500m时，不大于0.05％；

7.2.7 各方法的回程差不允许出现正值，且须准确记录。当回程差大于实测井深的0.1％时，应查明原因，必要时须重新测量；

7.2.8采样间隔不大于0.2m，测井速度应根据仪器说明书或试验确定，最高测速不大于20m/min；

7.2.9电缆和井口滑轮应保持清洁，防止结冰，电缆提升速度应保持恒定；

7.2.10数字测井仪所记录的监视曲线打印不合格或对磁介质收录质量不起监视作用，则有效数据应在井场回放检查，并作为数据质量评价的主要依据；

7.2.11磁介质的卷标和数据文件名称应统一。每种曲线应按约定的记录格式记录在相应的道中；

7.2.12流量测井钻孔井液不得含有影响仪器灵敏度的杂质和影响电磁流量探管测量的感应电流；

7.2.13流量测井钻孔井壁应完整不掉块，孔径变化不大；否则应下入过滤管护壁，过滤管孔隙应均匀分布，过滤管不得出现无空隙部分，孔隙率不小于25%；

7.2.14流量测井仪器出厂前必须进行至少三级井径、转数幅值与流量解释的标定量版；

7.2.15若钻孔实际流量小于测井仪器启动流量的（<0.02L/S）不再进行流量测井,用其他水文测井代替；

7.2.16进行流量测井时上下测速均匀且保持一致，速度不能太快。

7.3井径测量

7.3.1井径测量宜采用X-Y井径（双井径）测井，井径单位为mm；

7.3.2曲线上反映的井径值不允许出现小于仪器腿合拢时的数值；井径测量值不应大于仪器腿最大伸开值，不应小于井径腿全部合拢值。

7.3.3当井内有套管时，应在套管中测量20m，其测量值与已知井径值相差不应超过±1.5cm；

7.3.4测井前应进行现场刻度，按照生产厂家设计的刻度点进行刻度，刻度时测量壁与刻度环内壁应紧密接触，数据采集时间在20s以上，刻度误差应在标准值2.5％以内；

7.3.5 刻度后采用与井筒直径相近的刻度环进行校验，校验数值与实际数值的误差应在1％以内。

7.4 井温测量

7.4.1井温单位为℃，精度达到0.1℃；

7.4.2仪器下井前应进行检查，检查点不少于两个，且给定的两点温差应大于20℃，实测值与给定值相差不大于1℃；

7.4.3测量范围应自井液液面至孔底，且距孔底的距离不应大于10m；

7.4.4曲线形态反常时，应进行检查测量，测量值与检测值相差不大于1℃；

7.4.5测温期间不得循环井液；

7.4.6单孔宜进行两次井温测量，一次在其它测井方法开始前测量，一次应在其他参数测量后进行；

7.4.7测量时必须准确记录停止井液循环时间及各次测量最深点的起测时间(精确到分)。

7.5井斜测量

7.5.1仪器下井前必须进行试测，顶角和方位角的检查点各不少于两个.实测值与罗盘测定值相差：顶角不大于1°，方位角不大于20°(顶角大于3°时)；仪器下井前、后必须在井口进行吊零检查，误差不大于0.5°；

7.5.2方位测量应离开套管10m进行；

7.5.3点测应下放到定点深度以下3m ~ 5m 后，再提升到预定深度进行测量；连续测斜应提升测量；

7.5.4定点测量的检查工作量，应达测点总量的10%，检查点应布置大致均匀，且在方位或倾角变化较大的井段，检查测量误差，方位角不超过±5°，倾角不超过±30′。

7.6流量测井

7.6.1测量时间：静态流量测井在抽水停止、水位恢复稳定后进行；动态流量测井应在抽采（回灌）三个以上不同稳定水位条件下进行。

7.6.2测量方式：采用连续恒速测量，提升和下降速度一致，上下均需测量；

7.6.3测速选择：根据产能测试试抽水水量选择适当测速（存在多个热储层时为保证效果可以采用不同测速各进行一次上下测量）；

7.6.4各热储层流量为顶板处流量减去底板处流量。

7.6.5流量计做封隔式定量测定水量时，一般应在现场把探头放入钻孔，在地表抽水（或注水），并用三角堰箱测定流量：在水位稳定的条件下，仪器在水位下方处于静止状态下测定采样时间内的转数，核定流量标定系数值；

7.6.6流量测井做连续测量时，应在电缆恒速条件下，提升和下降各测一条曲线，必要时可重复进行测量，一般测量2～3条曲线为宜，实际流量取平均值。

7.7检查测量

7.7.1每个钻孔均应做检查测量（包括连续测量或定点测量），一般应选择2种以上主要有效方法，布置在提交成果的关键井段或有问题井段上进行。

7.7.2检查工作量不少于有效工作总量的10%。

7.7.3可以采用相同的人员和相同的仪器进行检查测量，其曲线应与原测井曲线在形态上一致；目的层异常幅值的平均相对误差（ŋ）不超过±5%。

7.7.4测井工作结束后，要对原始资料的质量做出评价，对曲线做出初步解释，只有确认数据采集齐全，应评定的内容符合质量评价标准的要求，并会同地质、钻探人员商定后，才能离开井场。

8 原始资料质量评定

8.1测井施工单位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。

8.2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。 | | | |

8.3全井原始测井资料质量评级标准，见表3

9 资料整理与处理

9.1流量测井资料处理应按处理流程进行，处理流程和使用的方法参数，均需记录存档备查。

9.2 曲线的量值单位应取法定计量单位。数据库中曲线做处理后，应创建或更新相应的数据库文档资料备查。

9.3 根据静态条件下，不同测速下的响应值建立流速灵敏度图版，常规的处理流程中应根据原始数据和处理内容建立数据库。数据库文件名称应统一，数据库中的曲线名称应使用标准的命名原则。

9.4 地层、热储层温度计算参照SY/T 5360.

9.5 产出剖面参数计算参照SY/T 5783.1和SY/T5783.2规定执行。

9.6 热储测井评价依照NB/T10269-2019规定执行。

9.7 目的层段存在扩（缩）径时应进行井径校正。

9.8 流量数据的处理遵循以下流程：

9.8.1 在钻孔静止水位下隔水层段，宜进行3次以上不同测速的测井，每次均需上提、下方测量。

9.8.2 计算出平均流速后，建立不同测速下对应响应值的线性关系，建立速度灵敏度图版。

9.8.3 查找各热储层盖层顶板与底板所对应的流速（V），与井径资料计算的钻孔横截面积（S）相乘便得流量值，即Q=V\*S

表3 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% |
| 三条重点曲线质量 | 井温、井径、流速三种皆为优等 | 井温、井径、流速三种皆为合格或者部分项指标为优 | 井温、井径、流速三种有不合格者 |
| 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。 | | | |

10 成果提交

10.1测井结束后，应及时编制流量测井综合成果图，并在10日内按统一图表格式提交正式单孔解释成果。

10.2工区测井工作结束后，应及时编写测井成果报告，经审定后提交资料部门。

10.3如工区的测井工作量很少，可只提交单井测井成果说明书并附钻孔测井综合成果图。

10.4测井报告编写一般应包括如下内容：

10.4.1测井任务、工作期限、完成的工作量及主要地质效果；

10.4.2作业区地质特征、热储层及地球物理特征；

10.4.3采用的测井方法及技术措施，

10.4.4测井成果解释的依据

10.4.5测井工作质量评定（包含：流量、井斜、井径、井温等）；

10.4.6流量测井解释成果包括各热储层的流量、温度和其他水文地质参数；

10.4.7结论及建议；

10.4.8附钻孔测井综合成果图及其它有关图表。

11 资料归档

11.1 流量测井结束后，流量测井单位应将原始资料、成果资料移交给相关负责单位。

11.2 流量测井技术档案归档

11.2.1 流量测井单位应对流量测井工作中形成的且具有保存价值的文字、图、表等技术资料进行整理、归纳、总结，以工作目的或地热田为单位建立技术档案。

11.2.2 流量测井技术档案应完整、准确、规范。

11.2.3 流量测井技术档案按DZ/T 0273的要求保管、汇交。

12 健康、安全和环保要求

12.1现场施工安全应符合NB/T 10269-2019的要求。

12.2含硫井流量测井作业应符合NB/T 10269-2019的要求。

12.3运输仪器设备禁止与有碍安全的物品混装。

12.4井场停止一切影响测井和人员安全的工作。遇不良天气气候、不良地质环境下应停止作业，待不利状态消除后进行作业。

12.5电缆与井下仪器衔接处的拉力，应小于电缆的允许拉力。井下仪器离井口50m时，应有减速警戒记号。

12.6确保供电线路连接无误，方可接通电源。检查绞车刹车正常，方可下放电缆，下放速度不宜过快，防止损坏电缆和井下仪器。

12.7井内遇阻，不得用井下仪器冲击阻碍物。仪器在裸眼井中，停留不得超过3min。井下仪提升遇卡，应立即停车，上下活动电缆以求解脱，如解脱无效，应迅速指定有处理事故经验的专人会同钻探人员共同协商处理事故方案。

12.8电缆在运动过程中，禁止人员跨越，不得在绞车与井口滑轮间站立。

12.9严禁在仪器带电和机械运转的情况下，进行维修。

12.10 流量测井工作结束后，应依据DZ/T 0374-2021 要求清理工作环境。

参考文献

[1] DZ/T 0331-2020 地热资源评价方法及估算规程

[2] DZ/T 0260-2014 地热钻探技术规程

[3] DZ/T 0080 煤炭地球物理测井规范