

大位移井中钻具输送电缆测井技术应用

马鑫 袁鹏

中国石油集团测井有限公司天津分公司 天津 300270

【摘要】：随着国内钻井技术的不断发展，国内各大油田老区块进入开发后期，各大油田为了开发低渗油气层提高开发效率，各类水平井、大位移井数量不断增多，这给测井技术带来新的挑战。钻具输送电缆测井技术是目前测井公司进行水平井、大位移井中进行测井作业的一项主要测井技术。在大位移井中钻具输送电缆测井与普通大斜度井中应用存在很多独有特点，下面我们主要讨论大位移井中钻具输送电缆测井应用策略。

【关键词】：大位移井；钻具输送电缆测井

大位移井通常定义为垂直井深 2000 米以上，水平位移与垂直深度之比（HD/TVD）大于 2 的井。大位移井中，当井斜角等于或大于 86° 时称之为大位移水平井。大位移井具有造斜浅、有很长的大斜度稳斜段、大斜度稳斜角一般大于 60° 等特点，在大位移井特别是大位移浅套管井中应用钻具输送测井工艺时，可能需要对接 3-5 次，多次起下钻造成井眼状况复杂，存在发生仪器折断工程事故的风险。

1 仪器串抗压问题

大位移井由其是大位移水平井中由于其井眼曲率半径大，首先应该考虑仪器刚性长度问题。应学会正确计算仪器刚性长度，仪器刚性长度计算公式：

$$L=2*[(R+Bit)^2 - (R+OD)^2]^{1/2}$$

L：最大刚性长度；R：井眼曲率半径；Bit：钻头尺寸；OD：最大仪器外径。

其中曲率半径 $R=5729.66/B$ ，B 为每 100ft 井斜变化量，也可以查表获得仪器最大刚性长度（此处省略）。需要特别注意 6in 井眼中造斜率大于 10° 时不能使用 92mm 仪器。

可以通过合理加装柔性短节的方式改变仪器刚性长度。在仪器顶端加装柔性短节能够减少钻具对仪器的侧向负荷。其他位置的柔性短节能够调整仪器居中或偏心增强仪器串柔韧性，有效减少仪器受到的压力。

在仪器串最下端应当加装导向胶锥或防遇阻器，还可以在仪器串最下端加装柔性短节+导向胶锥（柔性短节下部加装扶正器），可以有效减少仪器遇阻情况，起到保护仪器串的作用。

2 下钻过程注意事项

在大位移井中一般造斜深度较浅，可能套管中已经造斜，在选择对接位置时，一般情况下旁通位置不应超过井斜 40° 的位置，其目的是保护电缆不被挤伤。根据不同的井眼尺寸、套管尺寸、钻具尺寸、钻具扣型选择不同尺寸的电缆旁通。一些特殊扣型的钻具需要事先准备对应变扣。要注意

钻具接箍位置与套管之间的间隙大小，在允许范围内尽量选择小直径电缆，减小电缆在钻具接箍位置的摩擦，减小发生电缆挤伤事故的几率。在钻具输送测井实践过程中，11.8mm 电缆发生电缆挤伤事故的次数明显少于 12.4mm 和 13.2mm 电缆发生事故的几率。

当接到钻具输送测井任务时，水平井工程师应当事先了解井型，取得井的多点数据，综合考虑测井井段设计对接位置和对接次数。当遇到大位移井时，由于稳斜段很长，下钻过程中仪器大多数时间会贴着下井壁轨迹运行。这使得下钻过程中井壁上岩屑泥饼等固相物质通过过渡节水眼进入过渡节中极易造成过渡节堵塞，影响对接成功率。在南堡 XX-XX 井施工过程中由于表层下深较浅造斜深度浅需要多次对接，过渡节贴井壁运行时间长造成过渡节堵塞。堵塞严重时还可能造成泵下枪无法起出，从制作的弱点拉脱，需起出仪器处理后重新下钻，错过最佳测井时机，使得后续施工更加复杂。解决方法如下：

2.1 循环钻井液

循环钻井液的目的是降低钻井液固相含量，保证井壁稳定，减少钻具输送过程中仪器遇阻、遇卡情况的发生。在保证井壁不垮塌的前提下，应当适当增加顶通次数、循环时间，保证钻具水眼通畅。特别应当注意的是循环位置的选择，不当的循环位置可能会造成下钻遇阻进而造成仪器损伤。在召开测井协调会时，水平井工程师应当向井队了解钻井工程中是否发生井眼垮塌事故及具体井段，通井过程中是否卡钻及具体井段，向地质工程师了解岩性剖面特别关注煤层、玄武岩层等易垮塌井段。尤其是套管较短，需要多次对接的长裸眼井中，需要循环的位置较多，这时候水平井工程师对循环位置、循环时间的具体选择显得尤为重要。不能机械式的每隔一个固定深度循环一次，循环时避开这些特殊井段，避免造成井壁垮塌下钻遇阻。在南堡 XX-XX 井中途循环后发生下钻遇阻的情况，测井队内召开班前会时，告知每一位钻台值班人员，并标注在钻具表上，让值班人员提示司钻循环位置。

2.2 加装扶正器

在过渡节下方仪器最上部分加装合适大小的扶正器（应略大于过渡节下端尺寸小于井眼尺寸）。加装扶正器能够减少过渡节与井壁接触面积，有效减少岩屑泥饼进入过渡节。事实证明当测井结束起出过渡节后，此位置扶正器上粘满泥饼，过渡节内未发生堵塞现象，证明此方法有效。

在7号平台某井施工过程中，由于过渡节堵塞造成对接失败，泵下枪无法正常起出从弱点拉断。通过加多循环次数和时间，加装扶正器的方法该井三次对接均一次成功。有效的辅助手段，合理的施工设计是保证测井成功的必要条件。

3 测井过程注意事项

3.1 辅助工具

为了保证取得优质的测井资料，在测井项目设计仪器串组合时，加装合适的辅助工具。柔性短节能保证仪器居中或偏心，在声波线路上方加装柔性短节（在声波上加装扶正器）可以减少声波仪器受到的侧向负荷保证声波仪器居中，保证声波曲线质量。姿态保持器可以确保密度仪器紧贴井壁。当侧向、微球、放射性组合成仪器串时可以加装调向短节保证微球仪器极板与密度极板处于同一侧，测井时同时贴井壁，保证密度、微球曲线质量。

钻台应当配备远程张力监控系统，该系统能够将下井仪器张力情况传输至钻台上的便携显示屏上。可以让钻台坐岗人员实时监控仪器张力情况，发生仪器遇阻、遇卡情况及时通知司钻停止下钻，防止发生仪器断裂落井事故。

3.2 对接过程

电缆连接泵下枪开始下放电缆准备对接，应当根据对接位置深度、井斜的不同选择合适的钻井液压力进行打压对接。例如，3000米位置进行对接时，当电缆运行至距离对接位置300米左右时开始打压，可以选择7-8Mpa的压力，如果该处井斜较大可适当增加1-2Mpa压力进行对接。根据不同的井深、井斜可以适当增大或者减小压力，压力的选择随着井深、井斜的增大而增大。对接前应当充分循环钻井液，减少钻具水眼内的固相物质，保证能够顺利完成对接。

3.3 下测过程

为了及时应对下测遇阻的情况，应当保证测井仪器串中井下张力正常。严格控制下测速度，发生遇阻情况及时停止下钻，根据仪器承压数据确定仪器最大遇阻张力。严格核实下测钻具数，尤其是测井底井段时。钻台安排坐岗人员，在钻具表上标注下测最后钻具的位置，钻台坐岗人员及时提醒司钻停止下钻，防止多下钻具导致的仪器遇阻损坏测井仪器。

3.4 上测过程

上测过程中通过调节绞车扭矩，确保电缆与钻具基本同步运行，为了达到上述目的要求钻井队起钻速度在测井规定最低测速以内，尽量保证起钻速度平稳。通过绞车扭矩调整电缆张力的大小应到考虑防止旁通位置电缆发生堆叠造成电缆挤伤。此时张力的大小大约为：旁通以上电缆在钻井液中的悬重附加上1200磅-1500磅。上测过程中严格控制每一柱钻具的坐卡回坐高度，防止损坏打开推靠臂的仪器（例如岩性密度仪器）。

上测时每当拆除一柱钻具时，测井曲线可能出现异常跳尖，尤其是密度、补中曲线。因此当上测时应当拆除单根钻具，保证上线测曲线能够互补保证资料质量。

整个测井过程每个岗位都应集中精力，明确职责才能保证整个施工作业顺利完成。

4 钻具输送过程中的井控工艺

在油气比较活跃，上窜速度较快的井中，当突发溢流钻井队需要关井进行处理时，需要测井队快速剪短电缆将井口交给钻井队进行处置。钻具输送测井过程中钻井队可以选择用环形防喷器实现软关井，但是考虑到环形防喷器无法长时间关井，专门设计了一套井控用快速电缆固定装置，如图1所示的快速电缆固定装置能够将电缆快速固定在钻具上，然后剪短电缆，方便钻井队下一步利用闸板防喷器进行关井。在大港地区某井钻具输送施工过程中突发溢流，测井队利用该装置7分钟内即处理完毕，将井口交由钻井队关井并进行压井作业。

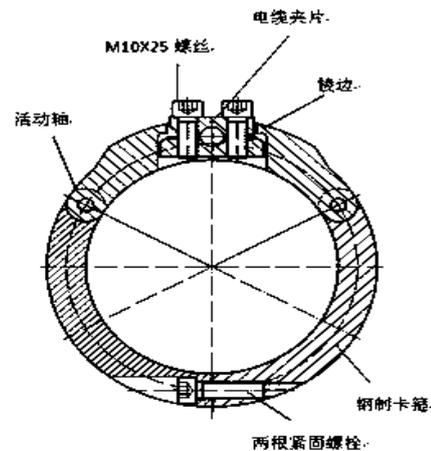


图1 井控用快速电缆固定装置

5 结语

综上所述，在大位移井中进行钻具输送测井，应当综合考虑井温、井型（最大井斜、曲率半径等）、测井项目及井段，岩性剖面等因素，认真分析每一口井的特点及对测井的

影响,抓住最重要的影响因素制订专门的施工设计并认真贯彻执行。召开施工前准备会议提出可能遇到的问题,并且及时提出解决方案。简单地照搬执行以前井的施工方案,或者

机械式地执行固有的管理规定都是行不通的,任何一个失误都可能造成不可挽回的后果。

参考文献:

- [1] 李振玉,王晨升,刘卫东,等.超浅表套大斜度水平井测井工艺技术[J].石油地质与工程,2010(4):2.
- [2] 尹贝,罗军,邵皓枫.超深,短半径,小井眼水平井测井工艺在顺北地区的应用[J].化工管理,2021(2018-15):150-151.
- [3] 赵永刚.水平井成像测井工艺技术及应用[J].工程地球物理学报,2020,17(4):8.