

随钻仪器无磁工具偏磨使用分析

冯焕银 张涛 蔡黎清

(西部钻探定向井技术服务公司 新疆 克拉玛依 834099)

摘要: 钻具偏磨是定向井钻井作业施工中经常遇见的问题,如何更好得减少钻具偏磨及磨损、保护钻具、减少报废、节约成本、提高收入利润是企业的工作目标。根据现场反馈经验,结合修扣经验,逐渐完善和可控矫正钻具实现将钻具偏磨磨损降到最低,完成定向井仪器钻具的正常施工功能。

关键词: 偏磨;同轴;无磁;抗磨

0 引言

随钻仪器(MWD或者LWD)是在有线测量井眼底层数据的基础上发展起来的仪器,实时测量井眼尺寸、底层相关数据,并能将井下数据实时传输。目前在油田勘探开发中,随钻仪器在定向井、水平井、大位移井中应用广泛,不仅提高了钻进施工效率,还优化了井眼轨迹,起到了降低成本、提高采油产能的重要作用。定向井钻井工具是一种无磁钻井工具,能够为仪器施工提供无磁环境。在定向施工中,无磁钻井工具不可避免的磨损,磨损没有超标,在可接受的范围内,可以探伤修扣后再次使用。正常情况下,钻井工具连接后需要同轴不能有弯曲,在实际使用中钻井工具连接成串后,会出现不同轴,钻具串有不同程度的弯曲。这种弯曲钻具入井会给井眼轨迹控制增加难度,加大无磁钻井工具磨损,会对重要的仪器产生破坏,直到失效报废,为避免不合格工具出厂,甚至不合格工具入井,对这种偏磨工具修复和使用需要深入分析,采取有效措施手段,提高修复率和合格率。

1 无磁钻井工具作用和偏磨危害

1.1 随钻无磁工具作用

随钻仪器的探管、伽马、电阻率、脉冲发生器,及内部的采集数据的传感器、电路板、通讯部件、信号发生装置的承载体。

避免由于使用钢钻铤而对测量仪器产生的磁影响,由于磁性测量仪器的磁通门感应是井眼的大地磁场,所以测量仪器工作时必须是一个无其他干扰磁场的环境。然而在钻井过程中,钻具往往具有磁性,

影响磁性测量仪器正确测量井眼轨迹数据。利用无磁钻具可以实现无干扰磁场的环境,并且具有普通钻具的作用。

屏蔽上下钻具及井壁周围的磁场,以保证磁性测量仪器测量结果的准确性。

1.2 随钻仪器无磁钻井工具构成

随钻仪器无磁钻井工具见表1,主要由无磁悬挂、保护接头、钻铤、公母抗磨接头、双公抗磨接头、电阻率壳体构成。

表1 钻具构成

序号	图例	名称
1		公母保护接头
2		悬挂
3		钻铤
4		抗震短节接头(特殊用)
5		公母抗磨接头
6		电阻率
7		双公抗磨接头

1.3 随钻仪器偏磨危害

定向仪器安装于管体内,合格的新出厂的无磁接头和管体符合同轴度要求,在实际应用中,钻具不

可避免的出现偏磨:

(1) 偏磨钻具修复难度高, 钻具返厂修扣, 接头与管体要保证同轴、同心, 加大了修复难度, 以及修复再使用周期。

(2) 偏磨钻具修复没有同轴或有偏差, 钻具会出现弯曲现象仪器在装配连接入钻具后, 在钻具连接成仪器串后, 会放大弯曲度。

(3) 无磁钻具的接头偏磨在施工中, 受力点集中于钻具接头处, 造成螺纹失效, 导致无磁钻具的接头管体疲劳断裂, 无磁钻具寿命缩短。

(4) 定向钻井中造成全角变化率扩大或脱靶, 加大了生产事故发生概率, 同时会损坏成本昂贵的定向随钻仪器。

为减少钻具磨损偏磨带来的影响, 避免生产事故和价格昂贵的无线随钻定向仪器损坏失效, 减少报废、节约成本, 需要在实践中不断总结经验, 深入分析, 认识到位, 督促厂家也提高随钻仪器钻井工具的耐磨性。

2 钻具工具磨损介绍和分析

2.1 钻具工具磨损

由于无磁钻具材质为不锈钢合金钢组织, 材料的耐磨性要低于铁素体组织, 同时无磁钻具整体偏软, 硬度相对较低, 在与井壁的接触过程中受力复杂, 磨损较大。另外, 无磁钻具的使用频率较普通钻具高, 无磁钻具大多用于裸眼井段, 因此无磁钻具的磨损速度要远高于普通钻具的磨损速度^[1]。

2.1.1 电阻率耐磨带消失本体偏磨

电阻率两端抗磨接头的耐磨带消失, 抗磨接头不同轴, 不能很好地保护电阻率, 造成电阻率耐磨带消失, 电阻率耐磨带消失都是均磨造成的。钻具偏磨, 造成了电阻率耐磨带损坏消失直至磨完。带来的后果是电阻率会被磨穿壳体, 损伤内部元件, 严重的可以引起电阻率报废, 造成巨大损失。

2.1.2 公母和双公抗磨接头磨损

耐磨带消失半条的抗磨接头再循环使用需要注意及时补焊修复, 否则会加大钻具不同轴偏磨程度, 最终损坏价格和成本昂贵的定向仪器。

2.1.3 铁质材料抗磨接头增加了磨损概率

选择铁质材料的抗磨接头替代无磁钻具材质, 增大了钻具的偏磨程度, 因为铁质材料相较于无磁材料, 耐磨带强度更低, 使用铁质接头加大了钻具的

偏磨磨损程度。铁质接头使用中磨损易出现环槽, 是因为强度低、材料不达标所致。整个钻具的偏磨是多种原因造成的, 需要不停地总结、控制, 来减少钻具的偏磨。

2.2 偏磨对无磁钻具和接头寿命的影响

无磁钻具和接头偏磨后增加了无磁钻具和接头与井壁之间的间隙。偏磨往往伴生局部井径增大, 使钻柱的横振振幅增大, 增加无磁钻具和接头与井壁之间的间隙, 增加无磁钻具和接头的弯曲应力, 降低无磁钻具和接头的疲劳寿命。严重情况下, 偏磨会使钻具壁厚达不到要求, 强度降低, 引起钻具断裂。

2.3 工具偏磨原因和处理

在井下作业施工中, 井下无磁钻具和接头旋转时存在着自转、公转、自转和公转共存三种运动形式, 无磁钻具和接头的均匀磨损由自转引起。无磁钻具和接头的偏磨由公转引起, 这是由于钻柱各部分与井壁长期的摩擦, 会引起钻柱各部分表面的严重磨损, 无磁钻具和接头与外径加大的钻铤, 在严重井斜和定向井作业施工中, 该磨损则更加突出。局部井径增大, 俗称“大肚子”, 使钻柱的横振振幅增大, 增加无磁钻具和接头与井壁之间的间隙, 增加无磁钻具和接头的弯曲应力, 增大了偏磨, 降低了无磁钻具和接头的疲劳寿命。

从钻具磨损的形式来看, 钻具磨损有均磨(沿圆周均匀磨损)和偏磨两种形式。均磨, 钻具四周均匀磨损, 钻具直径磨损减少到标准的6%, 还在磨损后的规定正常范围之内, 钻具可以继续循环使用。如650钻具正常直径是172mm, 磨损6%, 即 $172 \times 6\% = 10.32\text{mm}$, 650钻具磨损后最低直径为162mm, $172\text{mm} > \text{磨损后} 650 \text{ 钻具直径} > 162\text{mm}$, 磨损直径在正常范围; 如350钻具正常直径是121mm, 磨损6%, 即 $121 \times 6\% = 7.26\text{mm}$, 钻具磨损后最低直径为113.7mm, $121\text{mm} > 350 \text{ 磨损后钻具直径} > 113.7\text{mm}$, 磨损直径也在正常范围。磨损钻具可以循环再次使用。

偏磨, 主要是在井下钻具运动过程中, 钻具与井壁之间的不断碰撞, 使无磁钻具和接头的弯曲方向以及耐磨带易磨损处产生磨损, 同时长时间滑动钻进, 磨损将迅速扩大, 从而产生不均匀性磨损。耐磨带与井壁地质层摩擦和碰撞, 耐磨带抗冲击性能较差时, 沿钻具一边磨损, 特别是抗磨接头, 观察一条或半条及整个耐磨带偏磨消失, 引起本体内外

不同轴，导致抗磨接头直接判报废。随着工具接头耐磨带的不均匀性消失，接头端面往往受到更大的磨损，接头磨损后会减低其工作能力，严重者会导致井下钻具折断事故。工具接头耐磨带失效部分直接与井壁接触，而有耐磨带的部分则暂被保护，从而产生偏磨。

接头磨损超过规定标准，需在表面上进行补焊恢复抗磨带，或者是判废，如果没有超过磨损规定标准，就要探伤；如果螺纹扣或端面要修理，就要加工修理，不同轴不同心的缺陷需要修理矫正。

2.4 焊接工艺分析

无磁钻具为无磁金属，无磁钻具的性能特点要求奥氏体组织稳定，不发生马氏体相变。焊接过程中易出现焊接中氮的损失、焊接热裂纹、焊接气孔等各种问题。主要原因是焊接时，要防止热裂纹的产生和碳化物的析出，焊缝组织需形成稳定的奥氏体，进行表面堆焊时，不能产生有害的形变马氏体，同时更要选择合适的材质和焊接工艺，最终磁性满足无磁钻具行业标准要求。

有的补焊是在损坏耐磨带之间补焊耐磨带，会造成接头本体全是耐磨带覆盖，当钻具下井，井眼和钻具密封较好时，这种焊接耐磨带完全阻塞了泥浆通道，会引起井下仪器工作的不正常。

3 偏磨接头工具检查和再利用的检修要点

3.1 同轴度重要性

同轴度是被测轴线应与基准轴线（或公共基准轴线）相重合的精度要求。要求在同一直线上的两根轴线，它们之间发生了不同程度的偏离，两轴的偏离通常是三种情况（基准轴线为理想的直线）的综合——被测轴线弯曲、被测轴线倾斜和被测轴线偏移。同轴度误差是反映在横截面上的圆心不同心。钻具接头装配后，处于弯曲状态，接头都是保护钻铤或者电阻率，如果弯曲，会造成工具串的受力点移动，不能起保护作用。接头偏心不同轴，受力方向改变，壁厚不均匀，薄壁处可能会超过规定尺寸，降低了接头的强度，自然会有造斜功能，以上都不符合入井条件。

3.2 加工的同轴重要性

由于工具偏磨，车加工为确保同轴，在加持车螺纹时，就要找好中心点，工具的中心轴线和车床的轴向重合，长钻具容易做到，接头长度不到1m，不

容易同轴加持，不仔细做好加持，加工出来的就不同轴。

3.3 同轴度测量

对于工具接头加工后的同轴度检查要仔细验证，返厂也要进行验证，同轴度测量验证，主要有几种方法：目测两端面是否平行垂直轴线，抗磨接头内外不同心，目测是非常明显的不同轴，一般通过观察，偏磨严重，修完扣后，台阶面径向尺寸一致。图1所示为偏心钻具的横截面示意图。接头与管体不同轴，是装配长悬挂或者钻铤，一目了然，此种方法耗时耗力。如图2所示是现场返回的钻具，入井初期反映钻具弯曲，返厂放在水平台面上观察，钻具有明显的弯曲现象。需要钻具拆解修理矫正。用数据测量和专用测量装置，与标准数据对比，误差范围内合格，否则返修。

(1) 通过目测钻具横截面积，观察钻具内外不同轴，偏心。

(2) 通过连接长钻具观察（悬挂长度在6m以上），

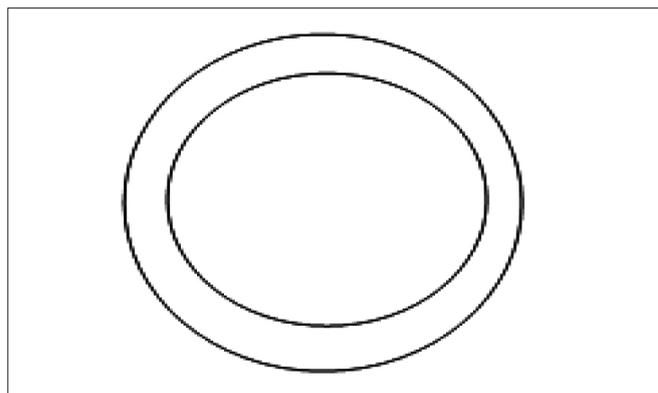


图1 偏心钻具的横截面



图2 钻具接长后观察弯曲情况

接头偏心会导致钻具弯曲，可以车间修理加工矫正接头，解决钻具的弯曲现象。

(3) 测量判断钻具弯曲情况：用深度尺测量抗磨接头上下左右4个测量点，点与点之间扣长误差1mm（如测量A点，扣长为99.96mm；测量点B点，扣长为100.98mm，误差1.02mm）。

分别在A、B、C、D四个点，如图3所示测量示意图，公扣长度测量如果A和D，或B和C相差1mm左右，就可以引起长钻具接上后变弯（接头短，扣长有误差，短钻具接上不明显弯曲，接更长的钻具，弯曲现象显现出来。严格要求修扣，所有的测量点都加工成标准长度（如650钻具，要求公母扣加工长度为114mm；350钻具要求加工公母扣长度为100mm），完成对钻具弯曲的起始矫正。

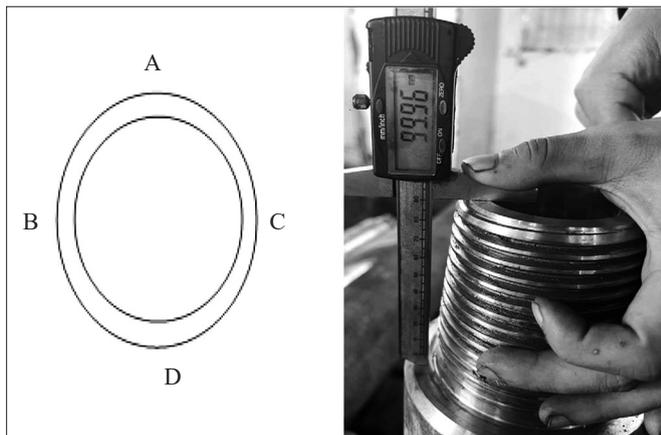


图3 四点测量示意

测量双公抗磨接头一端测量四个点的扣长和接头内外同心问题，判定钻具是否整体甩动。需要扩大到另一端，目视两端是否同轴，准确测量，需要上车床，钻具接长，旋转长钻具看接头是否甩动明显。同一根钻具转动，内外由标尺测量，如果是标准同心，转动钻具，离标尺应该距离不变，如果忽近忽远，说明钻具不标准。就是和电动机对中心类似，固定一个静止参考点，旋转电动机，通过看电动机的截面圆离参考点的远近，可以判断电动机中心，是否合适。对于钻具而言，这样的判断方法简单可靠，对于能够矫正的钻具，就修复利用，不能矫正修复的钻具，

判废处理。

入井前先对耐磨带进行仔细检测，弯曲变形及偏磨无磁钻具和接头严禁下井。耐磨带磨损时，及时返厂重新补焊，堆焊时注意调节焊机参数，确保焊接质量，注意堆焊的平整度。对无磁钻具进行局部加厚防磨处理，可减少无磁钻具的磨损。通过选择合理的粉末，匹配相应的焊接工艺，选择好耐磨焊料，提高耐磨性与抗冲击韧性，延长使用寿命^[2]。

无磁钻具和接头在加工过程中要控制好接头与管体的同轴度与直线度。

4 结语

(1) 定向钻具接头在使用过程中偏磨是不可避免的，如何减少减轻偏磨发生，需要改进工程施工工艺。

(2) 偏磨接头工具车加工需要注意数据测量和记录，精细操作，确保接头和管体同轴。

(3) 返厂修复后的接头工具需要验证测量数据，严格质量控制，禁止不合格产品出厂。

(4) 需要加大研究偏磨原因和预防措施，减少磨损。

(5) 对于接头的材质也有严格要求，现场反馈实验，无磁材质的接头耐磨强度高于钢制接头的耐磨强度。

参考文献：

- [1] 徐建飞，张晓光．无磁钻具防磨处理技术[J]．焊接生产应用，2017(11):61-64.
- [2] 杨进能．无磁钻具和接头偏磨的原因及其对疲劳寿命的影响[J]．金属材料与冶金工程，2008，36(3):16-18.

作者简介：冯焕银（1970.10-），男，汉族，陕西汉中，本科，工程师，研究方向：定向井仪器的运用和研发；张涛（1981.10-），男，汉族，陕西乾县人，专科，助理工程师，研究方向：定向井仪器的运用和研发；蔡黎清（1976.03-），男，汉族，山东兖州人，本科，工程师，研究方向：定向井随钻测量仪器技术管理和应用。