

球卡式绳索取心液动锤的试验研究

王跃伟¹, 齐力强¹, 李晨阳², 杨泽英¹, 苏长寿¹, 董宽志²

(1. 中国地质科学院勘探技术研究所, 河北 廊坊 065000; 2. 大石桥市宽广探矿设备有限公司, 辽宁 营口 115100)

摘要: 针对现有 SYZX 系列绳索取心液动锤中存在的内管总成上浮问题, 研制了球卡式绳索取心液动锤, 改善了内管总成浮动问题, 增大了冲击功输出, 进一步提高了钻进效率。室内和生产试验证实, 该球卡式绳索取心液动锤钻具原理可行, 打捞和定位成功率在 95% 以上。但在生产实践中还需要对局部细节进行完善。

关键词: 绳索取心液动锤; 球卡定位; 液动冲击回转钻进; 内管总成上浮

中图分类号: P634.5⁺6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2015)04-0044-04

Experimental Study on Ball Latch Wire-line Coring Hydro-hammer/WANG Yue-wei¹, QI Li-qiang¹, LI Chen-yang², YANG Ze-ying¹, SU Chang-shou¹, DONG Kuan-zhi² (1. The Institute of Exploration Techniques, Langfang Hebei 065000, China; 2. Dashiqiao Kuanguang Prospecting Equipment Co., Ltd., Yingkou Liaoning 115100, China)

Abstract: Ball latch wire-line coring hydro-hammer was developed to solve the inner tube assembly fluctuation of existing SYZX series wire-line coring hydro-hammers, by which, the output impact work is increased with further drilling efficiency improvement. The indoor and production tests confirm that the principle of ball latch wire-line coring hydro-hammer drilling tool is feasible. The fishing and positioning reliability of this hammer are more than 95%, but some partial details still need to be improved in future productive practice.

Key words: wire-line coring hydro-hammer; ball latch positioning; hydraulic percussive-rotary drilling; inner tube assembly fluctuation

1 问题的提出

绳索取心液动锤钻具综合了绳索取心钻进技术和液动冲击回转钻进技术的优点, 具有钻进速度快、台月效率高, 岩心堵塞少, 回次进尺长, 钻孔质量好, 钻孔弯曲强度低, 岩矿心质量高, 钻头寿命长, 劳动强度低等优势。

2007 年, 中国地质科学院勘探技术研究所(以下简称“勘探所”)研制出了 SYZX 系列绳索取心液动锤, 并在地质岩心钻探领域得到迅速的推广和规模化应用, 大幅度地提高了钻探现场的施工效率、降低了施工成本、改善了钻探质量, 特别是在破碎和坚硬“打滑”地层效果明显。截止目前该钻具累计推广 1600 余套, 完成钻探进尺达到 360 万 m, 已成为我国近年来钻探技术发展和应用的热点, 得到钻探行业的一致认可。

与传统绳索取心钻具相同, SYZX 系列绳索取心液动锤的定位机构也是弹卡定位机构(如图 1 所示)。这种机构结构简单可靠, 能有效地防止内管总成上串而离开孔底, 起到定位作用。但采用这种

结构, 为保证弹卡钳的收拢, 弹卡挡头和弹卡钳轴向之间必须留有一定间隙(图 1 中 L), 因此内管总成虽不上串, 但难以保证其不会发生浮动。

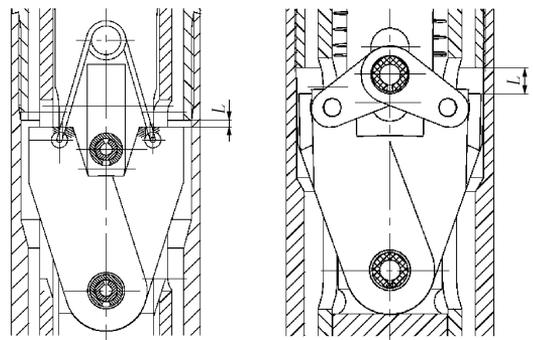


图 1 弹卡结构示意图

液动锤在工作时, 阀、上活塞、冲锤体、下活塞是运动件, 它们和非运动件一起构成相对密封的腔, 从而使液动锤工作。液压作用在运动件的同时也作用在非运动件上, 也就是说液压使运动件向下运动的同时也给非运动件一个向上运动的趋势, 弹卡挡头和弹卡钳之间的间隙使这种趋势有机会成为运动。

收稿日期: 2015-01-27; 修回日期: 2015-03-19

基金项目: 中国地质调查局地质调查项目“3000 m 深孔绳索取心液动锤及钻进工艺研究与应用”(编号: 12120113016300)

作者简介: 王跃伟, 男, 汉族, 1985 年生, 硕士, 从事液动冲击回转钻进技术研究与开发工作, 河北省廊坊市金光道 77 号, yourvie@126.com。

根据动量守恒,这种运动将使运动件的动量大打折扣,也就降低了液动锤的冲击功以及冲击功的传递效率,从而降低了钻进效率。

基于以上认识,将弹卡挡头和弹卡钳之间的间隙降到最低,甚至消除这一间隙,可有效地解决内管总成的浮动问题,增加绳索取心液动锤钻具输出的冲击功,进一步提高生产效率。

2 球卡式定位机构设计及工作原理

用球卡式定位机构代替SYZX绳索取心液动锤中的弹卡定位机构可有效提高定位精度,解决内管总成的浮动问题,其结构如图2所示。

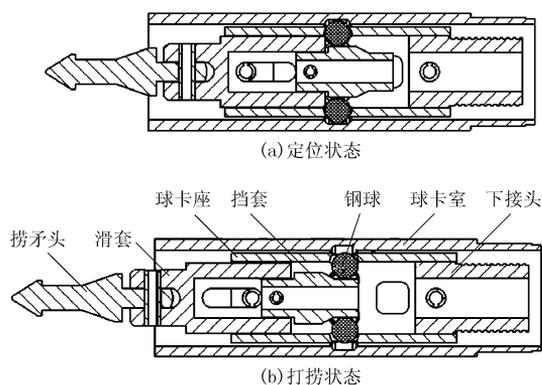


图2 球卡式打捞定位机构

捞矛头下端通过弹性圆柱销与滑套连接,滑套下端通过弹性圆柱销与挡套连接,置于球卡座内部。球卡座上端有圆孔,装入弹性圆柱销,同时该圆柱销穿过滑套中的长条孔。球卡座上适当的位置均匀分布与钢球数量相同的孔,钢球放在孔与挡套之间。球卡室与钻杆相连位于钻孔底部,下接头下方连接液动锤等内总成部件。

投放内管总成时,用打捞器将内总成放入钻杆内部,待仅剩捞矛头露于孔口时手动脱卡,内管总成开始在钻杆内下降,捞矛头、滑套与挡套在重力作用下使得滑套沿其锥面给钢球一个外推力。但由于绳索取心钻杆内通径基本相同,钢球没有足够的空间弹出。内管总成继续下降直到到位后停止下行,此时钢球位置与球卡室的卡槽平齐,钢球在外力作用下可被推出。而内管总成到位后捞矛头、滑套与挡套在重力及惯性作用下继续下行,将钢球推到卡槽后仍可继续下行,直到滑套长条孔上端与球卡座上端弹性圆柱销接触,此时挡套与钢球接触部位为柱面。如图2(a)所示。

钻进开始后,岩心进入岩心管,势必给岩心管一个向上的摩擦力,尤其是岩心发生堵塞时,内管总承受力后钢球与球卡室卡槽上端紧密接触,卡槽给钢球一个向内推的力,而此时挡套与钢球接触的部分为柱面,无法使挡套上移解卡,故可实现定位。

打捞时打捞器捞住捞矛头上行,捞矛头、滑套与挡套上移,挡套与钢球脱离,此时钢球若受到向内的推力即可向内滚动实现脱卡。捞矛头、滑套与挡套继续上移,直到滑套长条孔下端与球卡座上端弹性圆柱销接触时,打捞器即可拉动内总成整体上行,钢球上行时球卡室卡槽向内推实现解卡。如图2(b)所示。

3 球卡式绳索取心液动锤研究

球卡式绳索取心液动锤钻具在原SYZX系列绳索取心液动锤钻具基础上,以新研制的球卡定位机构代替了原弹卡定位机构,很大程度上改善了原钻具内管总成浮动的问题,增大了可输出冲击功,提高了钻进效率,同时减少了钻具长度,利于钻具安全,降低了生产成本,完善了钻具性能,提高了竞争优势。

上述球卡定位机构在原理上是可行的,在研制过程中主要注意解决好以下技术关键:

(1)合理设计外管中与钢球配合的凹槽,在保证外管强度的同时消除配合时内外管可能产生的上下相对运动,同时该凹槽与钢球的配合要求其有较高的抗碾压性;

(2)通过强度计算,确定钢球的材料、数量及热处理工艺,保证钢球的耐磨性及寿命;

(3)内管上与钢球配合的孔的位置及孔型设计,保证钢球在自然状态下不会向外脱落,内管投放过程不会与外管发生卡阻现象,定位精确可靠,消除间隙。

4 球卡式绳索取心液动锤室内测试和生产试验

4.1 室内测试

研制的球卡式绳索取心液动锤样机在勘探所冲击回转试验室进行了调试和打捞测试,测试结果表明,该钻具可正常实现打捞定位功能,与原弹卡式结构相比,钻具长度有所减少,加工成本有所下降,且有效地减少了岩心堵塞时液动锤被上顶的距离,有利于提高液动锤冲击功的输出,进而可提高钻进效

率。

4.2 生产试验

4.2.1 现场概况

该钻具经室内测试后在辽宁某金银矿详查项目中进行了生产试验,该孔设计孔深 150 m,开孔直径 110 mm,终孔直径 75 mm,倾角 78°,方位角 226°。地层主要为闪长岩,相对完整,孔壁稳定,采用绳索取心液动锤钻进。

配套钻机为大石桥市宽广探矿设备有限公司自主研发的全液动力头钻机。该钻机轻便灵活,由油缸驱动可相对运动的上下盘代替了昂贵的履带行走机构,油缸滑轮组代替了主卷扬系统,在轻便化的同时也极大地降低了生产成本。钻机运转平稳,实用性强。钻机还配备了 160 L/min 马达直驱泥浆泵。

由于孔壁稳定,未使用膨润土泥浆,钻井液主要成分清水、皂化油、聚丙烯酰胺。

4.2.2 应用情况

钻具于孔深 130.14 m 开始试验,受矿层影响,根据地质要求至 215.42 m 终孔,累计进尺 85.28 m,完成打捞 40 余次。图 3 为投放内管总成,图 4 为打捞内管总成。



图3 投放内管总成

在钻具最初使用过程中,将内管提出孔内后,曾发现钢球被岩屑卡住无法弹出,捞矛头无法复位的情况,这是由于钻进过程中循环的钻井液流经钢球周围、钻井液中携带的岩屑在此积留所致,这一过程出现在球卡定位功能实现以后,不影响钻具正常工作。在地表用小锤敲打钢球周围将积留的岩屑震出



图4 打捞内管总成

即可解卡,继续正常工作。随着钻具的磨合,在之后的使用过程中没有再出现上述情况。

后续使用中还曾出现一次钻具投放后卡在钻杆中没有到位的情况,且在用打捞器解卡时上提不止一次,据此判断并非球卡出现问题,极有可能是内管总成与钻杆间被岩屑卡住。一般来说,绳索取心钻杆连接处间隙较小,根据理论计算,当这一间隙大于 10.58 mm 时钢球才能滑出并被落下的滑套顶住无法回收,卡在间隙内从而实现定位,非损坏的绳索取心钻杆连接后显然没有如此大的间隙。

还曾出现一次内管没能顺利到位被岩心向上顶而没能取到岩心的情况,提大钻取心后根据提出的内管和岩心分析判断,造成这一情况的原因是上一回次取心时一小段岩心脱落并卡在钻头内部台阶以上,内管投放后卡簧座坐在该小段岩心上而无法顺利到位。这种情况在传统的弹卡结构钻具中也会出现。

根据 40 余回次生产试验情况,球卡式定位结构基本可靠,虽然出现一次投放中卡在钻杆内部、一次没能顺利到位的情况,但基本可排查是球卡出现的问题,据此判定该结构定位、打捞的成功率在 95% 以上。

4.3 发现的问题

该钻具生产试验进尺 85.28 m,打捞总成磨损较小,只在钻具工作时滑套与钢球接触部位有一压痕,如图 5 所示。该压痕深度一旦超过 2 mm 球卡定位即将失效,故应采用硬度更高且合理的热处理工艺来加工滑套。而在使用中也应该多检查其磨损

情况,及时检查,及时更换。

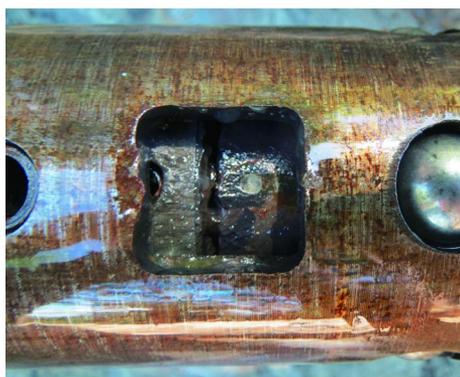


图5 滑套与钢球接触处出现压痕

球卡室内限位上端台阶处有轻微磨损和变形,如图6所示。该磨损和变形在一定限度内对球卡定位功能实现无影响,但随着该磨损的发生,岩心堵塞发生时内管总成上串距离变大。当此处变形加大到变形后的内径小于传功环外径时可造成内管总成上提卡死的现象。根据计算变形后直径要减小3 mm才可能出现这一情况,基本不可能发生,但也需继续寻找更适合的材料和热处理工艺来加工球卡室。



图6 球卡室内台阶磨损情况

5 结论及下一步工作

室内测试表明,研制的球卡定位机构结构合理,原理可行,可有效提高绳索取心液动锤的定位精度,解决内管总成的浮动问题,增加绳索取心液动锤钻具输出的冲击功,进一步提高生产效率。

生产试验验证,该球卡式绳索取心液动锤的打捞定位成功率在95%以上,通过局部细节完善,完

全可在生产实践中使用。

滑套和球卡室的材质和热处理工艺需要改进提高,以增强其硬度和抗磨损性能,进一步提高钻具的可靠性。球卡室内卡槽也可进行部分形状和结构上的优化,以提高其可靠性。

本次试验主要验证其可靠性,受现场客观条件限制未总结其钻速提高情况,在完成上述优化后还要进一步扩大试验研究。

参考文献:

- [1] 刘景华,何立新. SYZX75型绳索取心液动锤加长岩心管的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(2):5-6,11.
- [2] 陆洪智,鄢泰宁,蒋国盛. 孔底电动冲击回转钻具的研制[J]. 煤田地质与勘探,2009,(4):72-73.
- [3] 王建华. 大直径液动潜孔锤钻进技术探讨[J]. 勘察科学技术,2009,(6):22-24,28.
- [4] 董海燕. 绳索取心液动锤在中国岩金勘查第一深钻的应用和最新进展[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(10):9-12.
- [5] 苏长寿,谢文卫,杨泽英,等. 系列高效液动锤的研究与应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(3):27-31.
- [6] 蒋光旭,唐振华,李德波,等. SYZX96/75型绳索取心液动锤钻具的应用效果[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(6):13-15,19.
- [7] 廖国平,刘国经,李胜达,等. 绳索取心冲击回转钻具组合设计及应用试验[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(4):31-35.
- [8] 王建华,苏长寿,左新明. 深孔液动潜孔锤钻进技术研究与应用[J]. 勘察科学技术,2011,(6):59-64.
- [9] 苏长寿. 液动潜孔锤技术现状及发展设想[J]. 探矿工程,2003,(1):28-30.
- [10] 谢文卫,苏长寿,孟义泉. YZX127型液动潜孔锤的研究及应用[J]. 探矿工程,2003,(S1):276-281.
- [11] 王跃伟,杨泽英,谢文卫,等. YZX130型液动锤研究及其在WFSD-4孔中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(9):143-145.
- [12] 卢予北,吴焯,陈莹. 绳索取心工艺在大口径深部钻探中的应用研究[J]. 地质与勘探,2012,(6):1221-1228.
- [13] 王年友,谢文卫,冯起赠,等. 绳索取心、液动潜孔锤、螺杆马达“三合一”钻具[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2005,32(S1):45-47.
- [14] 张祖培. 液动冲击回转钻进的发展方向[J]. 国外地质勘探技术,1980,(2):11-17.
- [15] 白先锋,宋玉. 液动冲击回转钻进试验研究[J]. 建材地质,1991,(3):44-47.