

深孔小直径绳索取心钻进施工调研分析和技术建议

孙建华¹, 王林钢², 梁健¹, 潘焱², 高健², 段航²

(1. 中国地质科学院勘探技术研究所, 河北廊坊 065000; 2. 山东黄金地质矿产勘查有限公司, 山东莱州 261499)

摘要:对深孔小直径绳索取心钻进技术设计进行了简要分析, 论述了钻孔结构设计和施工中的技术风险因素和钻孔安全问题。同时, 对合理选用金刚石绳索取心钻头、提高绳索取心钻杆使用寿命及其评价方法提出了建议。

关键词:深孔钻探; 绳索取心钻进; 钻杆; 钻头; 施工安全

中图分类号: P634 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2016)02-0012-06

Analysis on Small Diameter Wire-line Core Drilling Technology in Deep Hole/SUN Jian-hua¹, WANG Lin-gang², LI-ANG Jian¹, PAN Yao², GAO Jian², DUAN Hang² (1. The Institute of Exploration Techniques, CAGS, Langfang Hebei 065000, China; 2. Shandong Gold Geology and Mineral Exploration Co., Ltd., Laizhou Shandong 261499, China)

Abstract: The paper briefly analyzes the technical design of wire-line core drilling for deep geological hole and discusses the borehole structure design, technical risk factors and drilling safety. At the same time, the suggestions are made on the reasonable selection of diamond wire-line core drilling bit, the improvement of service life of wire-line core drill pipe and the evaluation method.

Key words: deep hole drilling; wire-line core drilling; drill pipe; bit; safety in drilling

0 引言

在国家科技部、国土资源部的连续支持下,“十一五”、“十二五”以来,我国深孔绳索取心钻进技术特别是绳索取心钻杆研发应用方面取得重大进步,主要表现在(1) ZT850、ZT950 高钢级精密冷拔无缝钢管研制成功;(2)以分区调质为主的钻杆热处理工艺完善;(3)新型负角螺纹、不对称梯形螺纹钻杆接头设计优化;(4)双弹卡、球卡式绳索取心钻具等方面。同时,新的国家标准《地质岩心钻探钻具》(GB/T 16950—2014)的颁布实施以及新版《地质岩心钻探规程》(DZ/T 0227—2010)的制定,规范和促进了绳索取心钻进技术发展。绳索取心钻杆产品不但替代国外产品广泛应用于复杂地层和大深度钻孔,且出口到十几个国家。2016年1月8日上午,中共中央、国务院在人民大会堂隆重举行2015年度国家科学技术奖励大会,国土资源部推荐的“2000 m以内全液压地质岩心钻探装备及关键器具”项目获得国家科学技术进步二等奖。其中深孔绳索取心钻进技术方面取得的成果是项目的主要亮点之一,这是国内钻探科研单位、钻具生产企业、地质管材制

造企业、钻探施工单位长期共同努力的结晶。

目前,绳索取心钻进已经成为地质岩心钻探的主流技术方法,在深孔固体矿产资源勘查施工中得到广泛应用。“十三五”及未来将在(1)小直径绳索取心钻进钻柱力学、环空水力学计算开展理论研究;(2)继续通过纯净化、稀土化和新型冷拔、冷轧工艺提高钻杆管材综合机械性能;(3)研究制定绳索取心钻杆质量标准和检测规范,对钻杆的报废标准和现场探伤检测方法进行研究;(4)针对目前国产绳索取心钻杆品种、规格多的实际情况以及技术经济条件的变化趋势,开展钻杆柔性化制造、螺纹自动化加工、热处理和表面处理智能化等研发,提升产品竞争力,提高企业经济和社会效益。

在深孔绳索取心钻进产品和技术发展及进步的同时,绳索取心钻进施工方面的技术交流和梳理总结亦很必要。笔者多年的绳索取心钻进技术研发和示范应用工作,目睹和经历了部分深孔绳索取心钻进项目,有经验也有教训。有感而发、抛砖引玉,请同行们指正。

收稿日期:2016-01-13

基金项目:“十二五”国家高技术研究发展计划(863计划)“4000米地质岩心钻探成套技术装备”(编号:2014AA06A607);中国地质调查局地质调查项目“鄂尔多斯盆地地下水污染调查评价”(编号:12120113016600)

作者简介:孙建华,男,汉族,1962年生,研究室副主任,教授级高级工程师,探矿工程专业,从事钻探工程科研与示范工作,河北省廊坊市金光道77号, sjhiet@qq.com。

1 深孔小直径绳索取心钻进特点分析

深孔小直径绳索取心钻进与深部地热、深水井钻进施工有着很大技术差异。与大直径厚壁钻柱体系不同,深孔小直径绳索取心钻柱的工况更加复杂苛刻,早期失效(破坏)更突出,破坏形式多样。从深孔绳索取心钻柱服役工况和特点视角分析,深孔绳索取心钻进的特点如下:

- (1)孔眼直径较小,通常为 $\varnothing 59 \sim 136$ mm;
- (2)“满眼钻进”,杆体与地层岩石直接接触;
- (3)钻柱主要由钻机动力头或顶驱装置驱动,很少有孔底动力驱动为主的复合钻进(深部科学钻探主要钻进方式),以金刚石钻头为主,转速高;
- (4)钻杆管材以冷拔为主,细、薄;
- (5)钻遇地层以火山岩和变质岩为主,岩石硬、研磨性强,在某些地层中,易发生严重孔斜;
- (6)套管使用少,坍塌掉块复杂地层多,孔内情况复杂;
- (7)钻杆人工拧卸、钻机动力头拧卸、专用设备(液压钻杆钳、拧管机等)拧卸共存;
- (8)搬迁、运移比较频繁。

2 钻孔结构变化分析

2.1 终孔直径

深孔作业之前必须有详细的工程设计,这是保证工程顺利实施的基本前提。设计中最关键的内容是确定合理的钻孔结构。设计钻孔结构的第一步是综合考虑地质要求和工程实施的经济性确定终孔口径。

在20世纪70年代,我国推广小口径金刚石钻探时是以 $\varnothing 46$ mm小口径为主要终孔口径;进入80年代以后,由于绳索取心钻进技术的逐步推广,钻孔较深、复杂地层较多,贵金属勘探工作量加大等因素,逐渐以 $\varnothing 60$ mm($\varnothing 59$ mm)口径作为主要终孔口径,部分矿区使用老标准 $\varnothing 56$ mm口径,要求 $\varnothing 75$ mm口径终孔的矿区并不多。进入21世纪以后,由于地质和钻探分立,协调困难,加之钻孔进一步加深,钻探风险增加,金属矿区 $\varnothing 75$ mm(N规格)口径终孔渐渐增多,形成主流趋势,导致相应钻探成本也有所提升;近年来,煤炭、页岩气、煤层气、天然气水合物勘探领域,终孔口径多为至少 $\varnothing 91$ mm(H规格)以上。

2.2 钻孔口径级数

虽然钻孔深度逐渐增加,钻遇地层愈加复杂,但由于绳索取心钻进与普通金刚石钻进有所不同,即每一级口径均需要使用对应口径的钻杆,同时换径需下入技术套管,典型的深孔钻孔结构多为3~4级,开孔使用普通钻进方法后,以下3级分别是P、H、N口径;B口径通常只是作为预留的储备口径。

2.3 套管的使用

目前,深孔中仍以使用原有的 $\varnothing 146$ 、127、108、89 mm规格的带有接头的套管为主;《地质岩心钻探钻具》(GB/T 16950—2014)规定的新系列套管——X和W系列套管尚未使用,从技术上讲应该是个缺憾。不过,由于钻具系列标准中绳索取心钻杆与套管间都存在一种嵌套关系,即上一级钻杆在必要时可作为下一级口径的套管使用,以减少管材的种类。这为用户增加了一种选择,可以弥补上述缺憾,但是实际钻探施工中不推荐这样的配合。因为,绳索取心钻杆的材料性能、热处理工艺和螺纹加工难度等均比套管高,价格亦比同规格的套管贵。在地层十分复杂、孔壁极不稳定、钻杆无法提出孔外时,可采用绳索取心钻杆当套管使用的方法。然而在设计中,仍常看到很多将这种方法当成一种常规的设计来使用,这是不宜提倡的。尤其是目前正在使用的老系列加强钻杆端部壁厚,扩孔器无法通过,需要另加工钻头和扩孔器。2013年在山东省招远市姜家窑矿区施工的2个钻孔均尝试采用了绳索取心钻杆当套管使用的方法,出现断钻事故,没有达到预期效果。这次试验后,此种用法被取消。

《地质岩心钻探钻具》(GB/T 16950—2014)规定,套管分为X系列和W系列。X系列套管管体两端均为内螺纹,通过套管接头连接,接头内径与W系列的套管内径相等,套管柱整体外平;W系列套管管体两端分别加工成内、外螺纹,可直接连接(规格见表1)。

3 钻探设计和施工中的安全问题

3.1 安全理念要改变

安全重于泰山的理念已深入人心,但似乎局限于人身安全和社会安全领域。由于预算定额偏低和几乎没有门槛的恶性竞争,深孔钻探费用普遍偏低,导致钻探设计和施工中的安全理念弱化。从安全决策和论证看,上天、下海与入地是有很大差别的。航天工程不差钱,做事要精心组织,确保成功,安全理念是

表1 新系列小口径金刚石钻探用套管^[11]

套管系列	套管外径 D_0 /mm	套管内径 d_0 /mm
X 系 列	C - BX	73
	C - NX	91
	C - HX	114
	C - PX	140
	C - SX	168
	C - UX	194
W 系 列	C - EW	46
	C - AW	58
	C - BW	73
	C - NW	91
	C - HW	114
	C - PW	140
	C - SW	168

“万无一失”。石油钻井工程安全储备系数要求很高,钻探施工理念是“安全第一,以人为本”,这样的出发点势必导致成本大幅升高。地质岩心钻探工程则不然,激烈的市场竞争导致甘愿冒着一定风险,以小博大,赌上一把,以为敢拼才会赢。

大深度钻孔绳索取心钻进施工要达到安全、快速、经济的目标,应详细分析矿区地层特点、装备配置以及目前机台工人素质等情况,有针对性地研究制定施工方案和技术措施。今后,钻探施工难度越来越大,成本越来越高,应将量化的风险评估机制引入钻探工程设计研究。

3.2 几个应考量的安全因素

3.2.1 优化设计钻孔结构,完善钻具级配,严格执行钻探规程

这是一个老生常谈又不得不提的话题,目前仍有实际意义。调查了解到深孔绳索取心钻进换径不下套管或者少下套管,钻杆跨径使用情况还是存在的。在深孔绳索取心钻进施工中,应当充分认识钻孔结构设计的重要性,严格控制钻杆与孔壁之间的环状间隙。当因工艺需要或地质要求变换钻进孔径时,必须下入技术套管;发现钻孔超径严重要作适当处理。

在地质钻探设备和器具中,钻杆柱的受力情况和工作条件最为复杂和恶劣。在机械设计和力学分析时,钻杆柱(非挠性钻杆)被认为是一根细长的软轴,它的绝对长度和长径比(细长比)在其他机械中是少有的。一般机械中把长径比为10~15的轴称为细长轴;长径比50~100的轴属于刚性很差的特细长轴。而N规格绳索取心钻杆在2000 m钻孔中

长径比超过了28000。因此,在绳索取心钻进施工中,应当严格控制钻杆与孔壁之间的间隙。当因工艺需要或地质要求变换钻进孔径时,必须下入技术套管。钻孔口径过大,将造成绳索取心钻杆局部明显弯曲,钻杆螺纹部分极易发生折断。绳索取心钻进时的孔壁合理间隙应限制在钻杆直径的15%以内,以减少孔内钻杆折断事故,提高绳索取心钻杆的整体使用寿命。

近期的绳索取心钻杆全尺寸试验台测试试验证明,在规定的转速、扭矩条件下,钻杆的孔内非正常损坏主要与钻杆的弯曲和偏斜相关。另外,有些现场工人认为,高钢管材因其强度高,感觉偏“脆”,易断裂,试验并不支持这种看法,无论是高钢级还是低钢级管材,弯曲都是致命的危害因素,只是正火状态、调质状态的不同,钻杆的破坏形式稍有差异。

3.2.2 必要时宜固定套管,应慎用尾管和飞管,地层条件适合时可使用膨胀套管

石油钻井下套管均要固井。岩心钻探通常要求回收套管,套管只下不固,这是地质岩心钻探的薄弱环节,以往不被重视。特深和深孔钻进台月时间很长,套管事故概率大大增加,必须有相应技术对策。钻探工期较长,地层复杂,口径级数较多的钻孔,部分层级套管可以考虑不回收,必要时应有套管固定措施;孔内地层条件适合时,可以使用膨胀套管技术,尽量少用尾管和飞管。对于复杂深孔,如要像油气钻井那样减少套管重叠,降低成本,深部采用尾管技术,应考虑减少钻杆环状空间、进行钻杆扶正的技术措施。

3.2.3 应从钻深能力、安全性、操控性等角度综合考虑,合理选择钻探设备

宜选择钻深能力大,稳定性好,给进行程较长,回转速度调节较宽的全液压顶驱式长行程钻机。因动力头钻机的动力头部件较重,浮动功能不理想时,不易使用动力头拧卸钻杆,应配置液压钻杆钳,专门拧卸绳索取心钻杆;动力头钻机亦配套可以提升四联4.5 m或者六联3.0 m钻杆立根的SG23管型钻塔;绳索取心钻进应采用可变量高压泥浆泵。如条件许可,机台现场应配齐泥浆搅拌机、泥浆除砂器、钻杆简易校直架等设备,逐步提高机台绳索取心辅助设施配套水平。

3.2.4 优化钻柱钻具配置,合理确定绳索取心钻进技术参数,适当降低转速

从使用和运输角度看,定尺长度 4.5、6 m,甚至是 9 m 的钻杆都是可行的,但是目前深孔绳索取心钻杆通常需要在井式炉内进行整体调整处理,过长的钻杆螺纹加工亦不方便,产品定尺多为 3、4.5 m 为主,定尺 6、9 m 的钻杆需要定制,且多采取分区调质工艺。现场可优先选择定尺长度较大的绳索取心钻杆。

应探索改进大深度钻孔机台现场操作工艺;选择双弹卡、球卡等新型的绳索取心内管总成,适当增加内外管之间、外管与孔壁之间的环状间隙,减小投放时冲洗介质的阻力,加快内管总成投放和上提速度。

在深部孔段钻进,为预防绳索取心钻杆折断及次生孔内事故,应适当控制钻机回转速度。采用 N 规格绳索取心钻具时,回转速度应 ≥ 500 r/min。生产试验证明,强力规程有时不是快速钻进的唯一方法,通过优化选择大粒度、高品级金刚石钻头,合理选择冲洗液流量、给进压力、回转速度参数等措施同样可以获得较理想的钻进效率,且孔内事故亦大大减少。

3.2.5 重视预防孔斜,发生孔斜应及时纠正并调整钻进技术参数

应用绳索取心钻柱进行初级定向孔、人工定向孔施工(造斜钻进)屡有成功先例,但在正常施工情况下仍要采取合理的钻孔防斜工艺措施。模拟孔内条件的全尺寸钻杆地面试验台架试验证明,钻杆在弯曲状态下回转,短时间内螺纹副接头即可能发生粘扣(多为低钢级、正火状态)、变形(调整状态)。以往经验和近期笔者调研的若尔盖等矿区施工数据,均出现造斜点附近钻杆发生多次折断情况。因此造斜钻进时,要力戒造斜强度过大,钻孔轨迹曲率半径过小等。很多一线深孔绳索取心钻进施工人员建议,应在相关钻探规程中对不同口径的绳索取心钻孔的造斜强度、全角弯曲率、钻孔弯曲曲率半径的极限值加以规定,这有待于试验数据采集完善和充分论证。

3.2.6 护壁堵漏措施要适合绳索取心钻进工艺特点

选择适合绳索取心钻进的冲洗液,既可稳定复杂地层,又可避免钻杆内壁结泥皮;适当提高 pH 值,防止钻杆腐蚀性损害。

强漏失以及极不稳定的钻孔,不宜顶漏钻进。

长孔段水敏性的煤系地层、其他沉积地层以应用磺化沥青泥浆、增效粉泥浆和聚丙烯酸钙泥浆,结合水泥护壁等工艺技術措施为主。固体金属矿区比较破碎,易发生孔壁坍塌、钻孔漏失的岩层,采用 PVA(聚乙烯醇)与 CMC(羧甲基纤维素)复配护壁冲洗液,其中 PVA 浓度 5%~6% 左右。PVA 具有胶结松散岩石的能力,可抑制岩矿心水化,有利于提高岩矿心的采取率。同时 PVA 与金属吸附性差,不易在绳索取心钻杆内壁结垢。通常钢质钻杆耐碱不耐酸,可适当提高冲洗液的 pH 值,防止钻杆腐蚀性损害。

3.2.7 重视钻孔事故预防与处理,防止小事故酿成重大事故

小口径绳索取心钻探中的事故原因可分为复杂地层因素、人为操作因素及设备因素。一些复杂地层可能引起卡、埋、烧钻等事故,但是这其中多数可以通过合理的冲洗液配方或物理护壁技术得到很好的解决;人为操作失误引起的事故最为常见,也是种类最多的最难预防的;设备的非正常运转及材料的质量问题也会引发一系列事故,如泥浆泵及钻杆的密封差容易引起烧钻事故等。在事故处理过程中也经常会发生二次或者多次事故,造成人力及财力的极大浪费。同时,钻探工程是一项辛苦而又需要严谨的工作,施工过程中稍有不慎,便有可能导致事故的发生,常见事故种类有卡钻、烧钻、跑钻、断钻、埋钻、井壁坍塌以及套管事故等。这些事故看似常见,但若不引起重视,很有可能导致重大事故的发生。

2015 年施工的山东省莱州市红布矿区 63ZK9 号钻孔,设计孔深为 1020 m,地层十分复杂,孔身结构设计为 3 级口径。在用 $\varnothing 95$ mm 金刚石绳索取心钻进工艺钻进至 280 m 时,地层破碎严重,完全漏失,多次采取堵漏措施,效果均不明显,迫不得已提前下入 $\varnothing 89$ mm 套管,情况出现好转。但是在钻进至 532 m 与 566 m 两处时,分别出现约 1 m 的溶洞,没有岩心。期间,施工方采用水泥球、水泥浆、高岭土泥球进行堵漏,结果均流失,以失败告终。顶漏钻进至 705 m 孔深时,发生烧钻事故,导致 135 m $\varnothing 75$ mm 钻杆、一套钻具、一套内管总成遗留孔内。由于溶洞的出现,导致处理事故时事故头难以准确找到,多次处理无果后,经综合考虑,将该孔报废。

2015 年,在莱州市西岭矿区 ZK92-6 钻孔发生的由 20 cm 脱落岩心导致的 1500 m 深孔报废事故

就是事故套事故、多次事故的例子:在处理脱落岩心时钢丝绳断裂,在处理孔内钢丝绳时孔壁坍塌,在扫孔通过破碎带时发生钻孔轨迹偏移,在修正钻孔轨迹时发生卡钻事故,最终导致废孔。另外,2015年,莱州市曲家矿区 ZK2-14 孔因人为因素发生烧钻事故。在处理事故时,未对反丝钻杆进行挑选,盲目下入反丝钻杆,导致卡钻事故;强力提拔又拉弯钻机底梁。

以上案例告诉我们,孔身结构设计工作要引起高度重视,不严格执行钻探施工设计确定的钻孔结构,钻杆、钻头质量不佳,疏忽大意等因素叠加,小的问题足以发酵酿成重大事故;同时,小直径绳索取心钻孔事故处理手段比较单一,深孔工况判断亦很困难,事故处置中非常可能诱发更大事故,因此必须十分重视深孔钻孔事故预防与处理,有必要针对深孔和复杂地层制定钻探孔内事故预防与处理指南(规程)。

4 金刚石绳索取心钻头选择

早在 1988 年,勘探技术研究所的技术人员在澳大利亚 Kambalda 金矿区的 SS75C 和 SZ75C 绳索取心式液动冲击回转钻具推广中注意到,澳大利亚钻探工地的小时效率明显高于国内,如在可钻性 6~8 级的含石英夹层的绿岩中,直孔时效达 8~9 m,60°斜孔可达 5~6 m,这样高的速度在当时和现在的国内都是比较的。国外地质钻探用人造金刚石单晶磨料的粒度大多为 25~50 目,而我国钻探使用的单晶粒度仍以 70 目居多。实际上,我国人造金刚石超硬材料近 20 年来发展迅速,不少厂家已生产 MBD8、SMD、SMD25 型粗粒度(36、46 目)高品级金刚石,但这些高品级单晶金刚石主要用在石材加工锯片上,地质岩心钻头使用较少。30 年来,人造金刚石岩心钻头价格逐步走低,而人工、能源和其他成本大幅度增长。在当前技术经济条件下,从提高岩心钻探效率和降低钻探总成本两方面看,使用低品级人造金刚石钻头都是不合理的,不利于提高绳索取心钻杆的使用寿命。鉴于金刚石超硬材料生产技术的提高和地质勘探经济技术条件的明显变化,在绳索取心钻进中应当大力推荐使用高品级、长寿命、高时效、广谱型的人造金刚石岩心钻头,并优化调整金刚石钻进参数。

采用高品级人造金刚石钻头可以提高机械钻

速,延长钻头使用寿命,提高岩矿心采取质量,增加绳索取心钻进提下“大钻”间隔。在绳索取心钻进,特别是复杂地层深孔钻探中使用高品级金刚石钻头技术效果和经济意义是明显的。

为提高深孔综合钻进效率,回次进尺和提钻间隔越长越好,这就要求钻头和扩孔器必须长寿命。目前,双水口和可再生水口的高胎体、超高胎体钻头的金刚石工作层的高度在不断增加,国内从最初 4~6 mm 发展到 10~12 mm,最大的达到了 16 mm。国外甚至达到 25.4 mm(1 in)。钻头寿命显著增加,一般提高 30%~100%。

5 绳索取心钻杆的使用寿命评价

绳索取心钻杆使用寿命除与产品设计、质量有关外,还与钻孔条件和采用的钻探规程相关。作为一种重要孔内钻探器具,如何提高绳索取心钻杆的使用寿命具有重要意义。

5.1 石油钻杆使用寿命的评价

石油钻杆的失效类型分为刺扣和密封失效、粘扣和胀扣、滑脱和倒扣、台肩和螺纹表面擦伤、疲劳破坏以及屈曲等 6 种。石油钻井行业通过对钻杆柱失效检测确定钻杆使用寿命,一般执行 API 标准:当钻杆上裂纹的深度或由于磨损外径减少量与壁厚之比 $\leq 12.5\%$ 时,认为钻杆尚未失效,可以继续使用;当裂纹深度或外径减少量与壁厚之比 $> 12.5\%$,认为钻杆已经失效,不能再继续使用。另外,在非海洋和非硫化氢使用环境下,一些大型石油钻杆制造企业用钻杆接头的螺纹副拧卸次数评价钻杆使用期限(使用寿命),承诺的使用次数在 300~500 次不等(与螺纹副表面硬化处理以及服役条件相关)。

5.2 绳索取心钻杆使用寿命的确定

绳索取心钻杆主要失效形式为外圆磨损失径、螺纹磨损以及由此加重的疲劳断裂、拉脱(喇叭口)。绳索取心钻杆与普通钻杆的结构差别较大,如果采用 API 标准对绳索取心钻杆的失效(使用寿命)进行检测将会产生较大偏差。许多机构曾经开展提高绳索取心钻杆使用寿命的研究工作。1995 年,勘探所建成了钻杆疲劳综合性试验台,对绳索取心钻杆进行了拉、压(弯曲)、扭、疲劳等试验,但对这些试验数据与钻杆使用寿命的函数关系未确定。由于钻杆疲劳综合性试验台孔内情况模拟差,试验测试成本高,此后并未进行实际测试和试验。2000

年,中国地质大学(北京)曾对绳索取心钻杆的失效检测进行了研究,在采用有限元方法分析含裂纹金属构件前缘应力场的基础上,探求绳索取心钻杆失效判据。通过对静态受力状态下复合裂纹分析导出裂纹失稳条件:裂纹尖端处应力强度因子不得大于钻杆材料的断裂韧度。实际钻杆裂纹失稳条件,可将静态受力时裂纹尖端处应力强度因子乘以综合安全系数,或者由静力条件下的临界裂纹深度除以综合安全系数得出。这一成果为绳索取心钻杆整体使用寿命考核提供了理论指导,亦可作为今后钻杆失效检测仪器设计精度选择的参考。

目前绳索取心钻杆的报废基本判据以磨损和裂缝为主。但是整体使用寿命统计缺乏统一基础,是按照时间(单位为小时),还是进尺数(单位为米),或者是拧卸次数、孔内回转圈数确定钻杆的使用寿命,看法不一。同时,各矿区主要依靠生产统计数据和分析取得,数据可比性、可靠性较差。

5.3 绳索取心钻杆报废标准

目前国内各行业尚无规程(标准)规定绳索取心钻杆的报废标准。通过调研我们认为出现以下情况,深孔用小直径绳索取心钻杆应予以报废:

- (1) 绳索取心钻杆管体均匀磨损单边超过 1 mm;
- (2) 绳索取心钻杆管体磨损(偏磨)致使外径减少 1.5 mm 以上;
- (3) 绳索取心钻杆螺纹严重磨损,螺纹副出现旷动;
- (4) 绳索取心钻杆管体出现裂纹(不考虑划痕、表层裂纹)、喇叭口或缩径;
- (5) 绳索取心钻杆螺纹副因磨损密封性能下降,在低压力(0.6 MPa 以下)下出现明显泄漏;
- (6) 绳索取心钻杆管体弯曲(每米弯曲 0.75 mm 以上)或明显凹陷。

笔者建议,在目前技术经济条件下,绳索取心钻杆的整体使用寿命以进尺米数度量和比较。可规定为正常钻进使用中达到报废标准的绳索取心钻杆比例超过使用钻杆的 30% (以钻杆数量计,不计长度短于 3 m 的单根)时,该批次钻杆的累计钻探工作量。因绳索取心钻杆内壁附有无法清理的凝固水

泥、沥青或其他异物的,或因发生严重孔内事故、处理事故导致绳索取心钻杆无法使用而报废的绳索取心钻杆不计入绳索取心钻杆整体使用寿命统计中的报废钻杆量。

强力起拔或发生跑钻等孔内事故,尚未符合上述报废标准的绳索取心钻杆,应进行探伤检测。

6 结语

科学合理的钻孔设计是确保小直径绳索取心钻进施工安全、高效、经济的根本保证,钻孔结构设计应以安全为本。实际上,钻探安全、高效、经济的 3 个目标是并行不悖的。小直径绳索取心钻孔的事故处理手段比较单一,深孔工况判断亦很困难,必须十分重视深孔钻孔事故预防与处理。

实现安全、高效、经济的钻探目标应以确保绳索取心钻柱安全、提高使用寿命为抓手,合理选择钻探设备,选用长寿命、高时效、广谱性金刚石钻头,优化钻探规程和钻进参数。同时做好钻孔弯曲控制、绳索取心钻杆腐蚀保护等工作。

参考文献:

- [1] 王达. 深孔岩心钻探的技术关键[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(S1).
- [2] 张金昌. 深部找矿关键钻探技术与对策[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2011, 38(11).
- [3] 张伟, 贾军, 胡时友. 汶川地震科学钻探项目的概况和钻探技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(S1).
- [4] 高富丽, 刘跃进, 张伟. 我国地质钻探技术装备现状分析及发展建议[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(1).
- [5] 肖红, 孙建华, 高申友, 等. XJY950 高钢级绳索取心钻杆用精密无缝钢管的研制[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2012, 39(6).
- [6] 孙建华, 刘志方, 耿瑞伦. 制定综合技术对策提高地矿钻探生产效率[J]. 北京地质, 1996, (12).
- [7] 孙建华, 张永勤, 赵海涛, 等. 复杂地层中深孔绳索取心钻探技术研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2006, 33(5).
- [8] 孙建华. 大深度复杂地层绳索取心钻探技术[J]. 地质装备, 2008, (4).
- [9] 孙建华, 张永勤, 梁健, 等. 深孔绳索取心钻探技术现状及研发工作思路[J]. 地质装备, 2011, (4).
- [10] 杨引娥, 刘玮. SS75C 及 SZ75C 绳冲钻具在澳大利亚使用效果[J]. 探矿工程, 1989, (3).
- [11] GB/T 16950—2014, 地质岩心钻探钻具[S].