

小直径特深孔绳索取心口径系列及钻柱方案

孙建华¹, 陈师逊², 刘秀美¹, 梁健¹

(1. 中国地质科学院勘探技术研究所, 河北 廊坊 065000; 2. 山东省第三地质矿产勘查院, 山东 烟台 264004)

摘要: 现行绳索取心口径系列主要适用于3000 m以内浅钻孔。在4000 m左右的特深孔绳索取心钻进中, 存在一定的技术“瓶颈”, 如地层复杂, 甚至无法安全钻达设计深度。论证3000~5000 m特深孔绳索取心合理口径系列和钻柱方案是为特深孔成套钻探装备研制、绳索取心钻具开发提供技术依据的重要前期工作, 也是一项公益性和开放性的技术工作。简述了特深孔绳索取心口径系列及钻柱方案的初步设想, 期望国内钻探专家、一线技术人员广泛参与, 进一步论证。

关键词: 绳索取心钻进; 特深孔; 口径系列; 钻柱

中图分类号: P634 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2013)08-0001-05

Diameter Series and Drill Pipe Scheme for Wire-line Coring with Small Diameter in Ultra-deep Borehole/SUN Jian-hua¹, CHEN Shi-xun², LIU Xiu-mei¹, LIANG Jian¹ (1. The Institute of Exploration Techniques, CAGS, Langfang Hebei 065000, China; 2. No. 3 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources of Shandong Province, Yantai Shandong 264004, China)

Abstract: The existing diameter series for wire-line coring are mainly suitable for shallow drilling with a depth of less than 3000 m. There is technical bottleneck such as that the designed depth cannot be reached in complex formation, when the wire-line coring is performed at a depth of about 4000 m. The demonstration on reasonable diameter series and drill pipe scheme for wire-line coring in ultra-deep borehole at the depth between 3000 m and 5000 m is an important preliminary work which can provide technical base for the development of ultra-deep borehole drilling equipment and drilling tools for wire-line coring. And it is also a public welfare and open technical work. This paper summarizes the preliminary ideas on diameter series and drill pipe scheme for wire-line coring in ultra-deep borehole with the expectation that it could receive wide participation and further demonstration from the drilling experts and technicians in China.

Key words: wire-line coring drilling; ultra-deep borehole; diameter series; drill pipe

0 引言

近年来, 为实施矿产资源勘查“攻深找盲”和“探寻第二找矿空间”战略, 国土资源行业和多个工业部门先后设计和施工了一批深度3000 m左右, 甚至是超过4000 m的地质岩心钻孔; 同时, 为了开展深部地球科学研究, 相继启动了各类科学钻探计划, 如地球深部探测计划、汶川地震断裂带科学钻探工程等。山东莱州“中国岩金第一钻”于2013年6月顺利完工, 孔深达4006.17 m, 创我国小口径岩心钻探深度纪录。

根据地质岩心钻探现实要求和未来发展需要, 拟通过优化环空水力通道、确定钻柱合理口径系列、攻克合金钢管材服役极限、提高钻柱强度和密封性能等关键技术的研究, 开发适于特深孔应用的小直径、新规格、新系列绳索取心钻杆。小直径特深孔(3000~5000 m)绳索取心口径系列和钻柱方案的

调研及论证工作是一项重要的前期工作。从2012年下半年开始, 笔者分赴国内主要深孔岩心钻探工地进行调研, 并在2012年10月15日、2013年6月23日2次邀请科研机构、高等院校、钻具制造、无缝钢管制造企业和地勘单位的技术专家在京进行专题论证。与会专家普遍认为, 目前开展小直径特深孔绳索取心口径系列和钻柱方案的研究具有一定的现实意义; 分析特深孔钻探工程技术特性及钻探装备特殊要求, 制定科学的技术路线, 确定关键问题的解决途径是首先应进行的关键技术工作。应通过顶层设计和实践验证, 逐步创立适合我国技术特点的、具有自主知识产权的小直径特深孔绳索取心钻进合理口径系列和钻柱方案。

1 小直径特深孔绳索取心钻进工艺特点

小直径特深孔绳索取心钻进工艺有其自身特

收稿日期: 2013-07-09

基金项目: 国土资源部地质矿产调查评价专项工作项目“地质勘查特深孔绳索取心钻杆开发应用”(12120113016600)

作者简介: 孙建华(1962-), 男(汉族), 山东禹城人, 中国地质科学院勘探技术研究所深部钻探技术研究室副主任、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。

点,与石油深井、深部科学钻探相比,主要区别如下:

(1)石油天然气深井、深部科学钻井采用大井眼和提钻取心工艺,深井常采取顶驱加孔底动力的复合钻进;特深孔地质岩心钻进以火山岩和变质岩居多,地层坚硬,以金刚石绳索取心钻进为主,工艺特点为小直径钻孔、小口径钻柱。

(2)绳索取心为“满眼”钻进,钻柱回转速度相对较高,且与孔壁岩石直接接触,磨损较为严重。另外,绳索取心钻柱通常由动力头或顶驱装置驱动,孔底动力(液动锤为主)仅起辅助碎岩作用。因此特深孔绳索取心钻柱的工况更加复杂,失效(破坏)形式多样。与石油钻杆相比,绳索取心钻杆孔内的失效机理亦有较大不同,在优化路线、设计思想、计算方法等方面差异明显,特深孔绳索取心钻柱在研发和应用中面临更大的技术挑战。

(3)特深孔绳索取心钻进对钻具的可靠性要求更加严格,尤其是对投放和打捞的要求。另外,液动锤绳索取心钻具、螺杆钻绳索取心钻具是具有中国特色的地质岩心钻探新技术,需要探索高地温、大应力环境下的可靠应用技术问题。

(4)为适应特深孔地质岩心钻探工艺特点和特殊钻孔结构要求,保护相对脆弱的薄壁绳索取心钻杆,要求特深孔岩心钻机应具有调速范围宽、转速相对较高、送钻控制(钻压和扭矩)精度要求严格等特点。在电液单元模块工况特性需求、钻探检测指标项目和精度要求、防斜设备控制模式、钻柱提升和拧卸方式、迁移安装等方面与石油天然气钻井、科学钻探设备亦有所不同。

因此,从技术和经济等多方面论证,小直径特深孔岩心钻探不宜使用现有的石油天然气钻井、科学钻探装备。同时,与大直径厚壁钻柱体系不同,小直径特深孔绳索取心钻柱的服役工况更加复杂。现阶段有必要研发深度 3000~5000 m 的地质岩心钻探技术装备,包括特深孔应用的绳索取心钻具系统。

2 绳索取心钻杆的使用情况调研和失效形式

现行岩心钻探口径系列主要适用于 3000 m 以浅钻孔。在孔深 >3000 m 的特深孔施工中,加强型绳索取心钻柱不同程度地存在着螺纹副接头疲劳强度低、使用寿命短,口径系列不匹配,冲洗液环空阻力损失偏大,易发生钻孔漏失和孔壁不稳定等技术问题。

使用中的绳索取心钻杆的主要失效形式如图 1 所示。

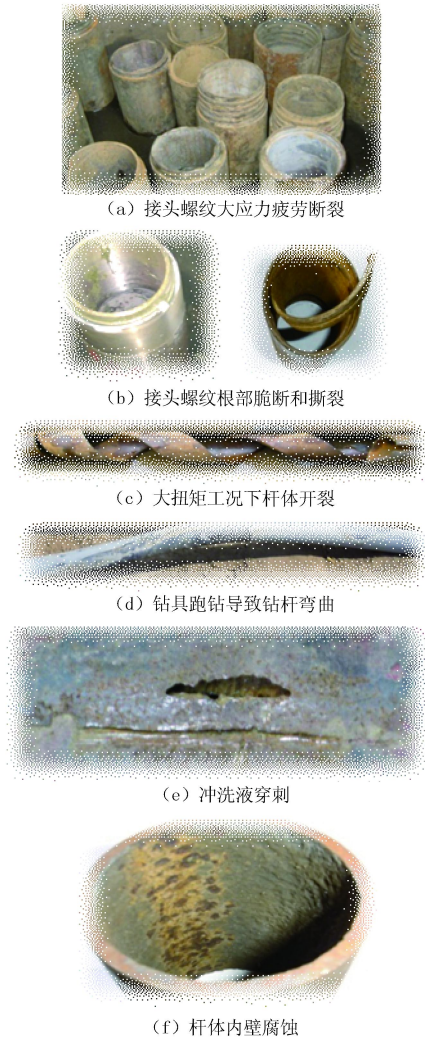


图 1 绳索取心钻杆的主要失效形式

在加强型高钢级绳索取心钻杆制造环节,由于合金管材锻造时其表面温度较高,在模具老化、磨损严重、加工中心偏离较大、管材壁厚受力不均匀等因素的作用下,极易产生钢管缺陷。这种隐患,尤其是微小的横向裂缝,可对特深孔钻探安全造成极大危害。钢管裂口现象见图 2。

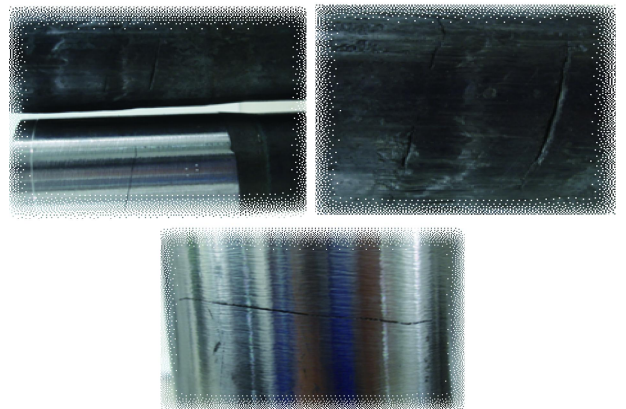


图 2 钻杆制造环节的钻杆杆体损伤(裂缝)

经过广泛调研和咨询意见,认为应以支撑深部固体矿产勘查和地质科学研究为目的,主要以特深孔钻探安全、高效为目标,针对绳索取心口径系列不匹配、冲洗液环空阻力损失大、钻杆接头螺纹疲劳强度低等技术问题,重新优化特深孔绳索取心口径系列与钻柱方案。

3 特深孔绳索取心钻进口径系列的确定

根据国内主要深孔岩心钻探工地调研和 2 次专题咨询论证会专家意见,整理并提出了 3000 ~ 5000 m 特深孔绳索取心钻进口径系列配套建议,见表 1。

在 3000 ~ 5000 m 特深孔绳索取心钻进口径系列配套方案研究中,考虑了绳索取心钻进工艺、特深

表 1 3000 ~ 5000 m 特深孔绳索取心钻进口径系列配套(论证用)

口径代号	CTS-81	CTS-104	CTS-128	CTS-152	备注	
设计最大使用深度/m	3000 ~ 5000				开孔	开孔为提钻钻进
钻头					175	
外径 D /mm	81	104	128	152		
内径 d /mm	46	62	86	93		
壁厚 b /mm	17.5	21.0	21.0	29.5		
JX_1 /mm	4.0	6.5	7.0	12.5		钻头与钻杆环状间隙
JX_2 /mm	2.5	5.0	5.0	10.0		钻头与接头环状间隙
扩孔器						钻头外径 $D + 0.5$ mm
外径 D /mm	81.5	104.5	128.5	152.5		
内径 d /mm						
钻杆						
外径 D /mm	73	91	114	127	89	
内径 d /mm	63	80	101	114.3	69	
壁厚 b /mm	5.00	5.50	6.50	6.35	10.00	
定尺 L /mm			4500, 6000			
接头						
外径 D /mm	76	94	118	132	121	
内径 d /mm	58.5	76.0	100.0	112.0	50.0	
壁厚 b /mm	8.75	9.00	9.00	10.00	35.50	
岩心外管						
外径 D /mm	75	92	116	139.7	162	
内径 d /mm	65	81	105	125	147.8	
岩心内管						
外径 D /mm	54	71	95.6	106		
内径 d /mm	49	65	88.9	98		
配套套管						
外径 D /mm	/	98	122	146	168	
内径 d_1 /mm	/	88	111	134	155	
壁厚 b_1 /mm	/	5.0	5.5	6.0	6.5	
接箍内径 d_2 /mm	/	84	108	132	152	接箍外径与套管相同
接箍壁厚 b_2 /mm	/	7	7	7	8	

孔施工管理及生产制造等多方面因素,并基本形成以下认识。

(1) 新的特深孔绳索取心钻进口径系列主要应解决目前环空水力通道狭小、钻柱强度不足等技术问题,并适当考虑套管固结。但绳索取心钻进工艺特点为满眼钻进,也不宜采用石油钻井或科学钻探施工方面的经验,即大幅增加钻柱间隙。如此会产生新的技术问题:钻头壁厚增加过多,钻压增大,效率降低;绳索取心钻杆为薄壁结构,实践证明孔内疲劳、折断概率明显上升;为保证在同级裸眼、换径裸眼和换径套管内必要的上返流速,冲洗液排量大幅提升,现有泥浆泵无法满足要求,需要配置大排量、大范围、高压力的泥浆泵;另外,还存在部分环隙设置不合理,钻具要重新设计且管材不好匹配等问题。

(2) 从技术、经济角度论证,使用小口径薄壁型绳索取心钻杆实际钻进深度可能不超过 5000 m。从口径系列或套管程序看,石油深井和深部科学钻

探一般是 5 ~ 7 开,无论绳索取心钻孔多深,仍主要为 3 开(不计开孔)。因为绳索取心钻探不能像石油钻井,根据钻探深度实行不同规格(不同直径、不同壁厚等)的组合钻柱,而是一级口径使用一种规格的钻杆。考虑钻探施工经济性、运输成本等,钻孔即使再深,一般也不会准备 3 套以上规格的绳索取心钻杆和钻具。现实中,3000 ~ 4000 m 的特深孔多与 1000 ~ 3000 m 的深孔一样,仍按照 3 级绳索取心口径进行钻探工程设计。山东莱州 4000 m 黄金钻孔、江西于都 3000 m 科钻孔均是如此,并因此成功控制了成本,基本保证了钻探施工安全,实现了设计目标。据此,绳索取心钻进口径系列方案按照储备一级,即 4 级口径考虑。

(3) 由于钻探施工中,只有 3 ~ 4 套绳索取心口径钻柱和套管配置,且特深孔下部地层情况普遍不清楚,缺乏地层稳定性、地层压力等数据,特深孔普遍是采取换径后不下技术套管、继续裸眼钻进的施

工模式(我们称为“莱州-于都”模式),这样将有较多的扩孔工作量,钻杆服役条件更为苛刻,钻杆接头螺纹副有必要强化设计。同时,从另一个角度来说,绳索取心钻进环隙不必、不宜放大过多。

(4) CTS-152 为首级大直径绳索取心口径,考虑施工应用深度不大,使用频率不高,为减少钻柱体积和重力,杆体直径减为 127 mm。虽然绳索取心钻头壁厚增加较大,但综合考虑,经济上还是合理的。

(5) 新方案尽量保证钻杆规格与浅孔系列接近或一致,目的之一是同规格的特深孔与加强型绳索取心钻杆可以混用,同时可使绳索取心钻具(内管总成)用管材尽量不变化(但结构可变化)。绳索取心钻头的外径要相应调整,钻头、扩孔器需要重新设计。

(6) 从多种因素考虑,宜适当加长特深孔绳索取心钻杆单根定尺长度。但是目前生产条件下,长定尺绳索取心钻杆(6000 mm)制造工艺有困难。故定尺长度推荐为 4500 和 6000 mm 两种。

(7) 目前,ZT850 钢级及以上的整体调质钢管国内只有少量企业生产。宝钢等大企业不接非常规格且数量少(<100 t)的订单,而其他企业受到设备限制只能生产外径 ≥ 100 mm 的钢管。据此,超过 3000 m 深度应用的绳索取心钻杆外径宜 ≥ 100 mm。第一级的绳索取心钻杆柱直径大,使用深度较小,可选择常用规格的热轧管材,如 45 MnMoB 材质等(注:这一问题未来可能会改变,不是这里主要考虑的问题)。

(8) 对于特深孔绳索取心钻进,能不能像中浅孔、中深孔一样,遇到不稳定地层时将绳索取心钻杆当作套管使用? 方案设计中能兼顾和实现这一目标,固然很好。但是,特深孔绳索取心钻杆以内加厚为主,若实现钻杆可逐级当套管应用,并考虑套管固结,会出现终孔口径以上系列钻杆直径逐级加大,环空间隙随之明显增加,钻杆失稳、疲劳和冲洗液循环量大幅上升,泥浆泵无法承受等问题。综合考虑后,本方案只能有所割舍。另外,考虑特深孔每一口径的绳索取心钻进段很长,要多次提钻换钻头、检修钻具、检查钻杆,加之地层情况不确定,不提绳索取心钻杆换径(钻杆当套管用)操作难度较大。因此,建议通过采用其他新技术等方式,解决复杂地层问题,如地层极其复杂,钻孔变径级数超过 4 级(不计开孔),应首先采用提钻方法施工,条件具备后转换绳索取心钻进。

(9) 随着钻孔直径增加,对应的 CTS-81、CTS

-104、CTS-128、CTS-152 四级钻杆杆体壁厚亦逐渐增大,从钻探技术角度未必完全合理。主要是从冷拔管材制造工艺以及目前实际产品情况考虑。CTS-128、CTS-152 二级钻杆强度的富余量较大,则主要是考虑复杂地层和复杂孔内情况。

(10) 由于特深孔绳索取心级配只设计有 3~4 级,一旦下入活动的技术套管,深度往往较大,同时考虑地质钻探套管多数情况下不固结,钻柱满眼钻进等因素,目前的套管规格和强度不能满足安全施工要求。如此,套管设计为全新规格系列:Ø98、122、146 mm 套管未参考拟发布的最新钻具标准;Ø168 mm 套管按照新钻具标准规格确定,其应用深度和强度按孔口管需要设计。

(11) 如地层稳定,钻孔较深,可采取大三级系列方案,即 CTS-104、CTS-128、CTS-152 三级,储备 CTS-81 口径;如地层稳定,钻孔相对较浅,可采取小三级系列,即 CTS-81、CTS-104、CTS-128。

(12) 应当说明,这一口径系列方案需要金刚石钻头、冲洗液和护壁等技术配套支撑,应适时开展膨胀套管、波纹弹性套管、热熔岩护壁等技术配套研究。同时,上述口径系列方案不可能适合所有地层条件,论证中也有不同见解。

(13) 最后,从决策论证和顶层设计看,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,万无一失;下海、以至石油钻井工程安全储备系数也很高。而入地的地质岩心钻探工程以往是扁平化设计,以小搏大,赌上一把。今后,应将量化的风险评估引入钻探工程设计研究。

4 特深孔冲洗液循环流量及压力计算

针对上述方案进行了钻孔水力学计算,同时采集了部分特深孔实际数据(表 2~7)。受研究条件和认知能力的限制,水力学计算数据的准确性不高,仅作为论证时相似条件下的横向比对。

表 2 CTS-81 与 CN 口径所需冲洗液量

口径	规定上返流速		钻孔理论直径		钻杆外径		冲洗液量	
	/($m \cdot s^{-1}$)		/mm		/mm		/($L \cdot min^{-1}$)	
	泥浆	清水	泥浆	清水	泥浆	清水	泥浆	清水
CN	1.0	1.5	77.5	77.5	71	71	45.49	68.23
CTS-81 裸眼孔段	1.0	1.5	81.5	81.5	73	73	61.89	92.83
CTS-81 上级套管内	1.0	1.5	88.0	88.0	73	73	113.80	170.71
CTS-81 上级裸眼	1.0	1.5	104.5	104.5	73	73	263.48	395.22

表 3 CTS-104 与 CH 口径所需冲洗液量裸眼孔段

口径	规定上返流速		钻孔理论直径		钻杆外径		冲洗液量	
	/(m·s ⁻¹)		/mm		/mm		/(L·min ⁻¹)	
	泥浆	清水	泥浆	清水	泥浆	清水	泥浆	清水
CH	1.0	1.5	97	97	88.9	88.9	70.96	106.44
CTS-104 裸眼孔段	1.0	1.5	103	103	91	91	109.70	164.56
CTS-104 上级套管内	1.0	1.5	108	108	91	91	159.42	239.13
CTS-102 上级裸眼	1.0	1.5	128.5	128.5	91	91	387.89	581.83

表 4 CTS-128 与 CP 口径所需冲洗液量

口径	规定上返流速		钻孔理论直径/mm		钻杆外径		冲洗液量	
	/(m·s ⁻¹)		直径/mm		/mm		/(L·min ⁻¹)	
	泥浆	清水	泥浆	清水	泥浆	清水	泥浆	清水
CP	1.0	1.5	122.5	122.5	114.3	114.3	91.50	137.25
CTS-128 裸眼孔段	1.0	1.5	128.5	128.5	114	114	165.70	248.55
CTS-128 上级套管内	1.0	1.5	134	134	114	114	233.73	350.60
CTS-128 上级裸眼	1.0	1.5	152.5	152.5	114	114	483.50	728.25

表 5 CTS81 与 CN 口径冲洗液沿程损失估算

	冲洗液流量 /(L·min ⁻¹)	孔壁理论直径 /mm	钻杆外径 /mm	钻杆内径 /mm	钻孔深度 /m	内通道沿程损失 /MPa	外通道沿程损失 /MPa
CN 泥浆钻进	45.49	77.5	71	61	5000	0.064	9.935
CN 清水钻进	68.23	77.5	71	61	5000	0.145	22.353
CTS-81 泥浆钻进	61.89	81.5	73	62	5000	0.109	7.597
CTS-81 清水钻进	92.83	81.5	73	62	5000	0.246	17.093
CTS-81 泥浆套管内	113.80	88.0	73	62	5000	0.370	4.305
CTS-81 清水套管内	170.71	88.0	73	62	5000	0.832	9.686
CTS-81 泥浆上一级裸眼	263.48	104.5	73	62	5000	1.981	2.050
CTS-81 清水上一级裸眼	395.22	104.5	73	62	5000	4.458	4.612

表 6 CTS-104 与 CH 口径冲洗液沿程损失估算

	冲洗液流量 /(L·min ⁻¹)	孔壁理论直径 /mm	钻杆外径 /mm	钻杆内径 /mm	钻孔深度 /m	内通道沿程损失 /MPa	外通道沿程损失 /MPa
CH 泥浆钻进	70.96	97	89	78	4000	0.035	6.613
CH 清水钻进	106.44	97	89	78	4000	0.078	14.879
CTS-104 泥浆钻进	109.70	103	91	79	4000	0.077	4.305
CTS-104 清水钻进	164.56	103	91	79	4000	0.174	9.686
CTS-104 泥浆套管内	159.42	110	91	79	4000	0.164	2.134
CTS-104 清水套管内	239.13	110	91	79	4000	0.368	4.800
CTS-104 泥浆上一级裸眼	387.89	126	91	79	4000	0.968	1.734
CTS-104 清水上一级裸眼	581.83	126	91	79	4000	2.179	3.901

表 7 CTS-128 与 CP 口径冲洗液沿程损失估算

	冲洗液流量 /(L·min ⁻¹)	孔壁理论直径 /mm	钻杆外径 /mm	钻杆内径 /mm	钻孔深度 /m	内通道沿程损失 /MPa	外通道沿程损失 /MPa
CP 泥浆钻进	91.50	122.5	114.3	101.6	3000	0.011	4.725
CP 清水钻进	137.25	122.5	114.3	101.6	3000	0.024	10.631
CTS-128 泥浆钻进	165.70	128.5	114	101	3000	0.037	2.672
CTS-128 清水钻进	248.55	128.5	114	101	3000	0.083	6.012
CTS-128 泥浆套管内	233.73	134	114	101	3000	0.073	1.937
CTS-128 清水套管内	350.60	134	114	101	3000	0.164	4.359
CTS-128 泥浆上一级裸眼	483.50	152	114	101	3000	0.313	1.051
CTS-128 清水上一级裸眼	725.25	152	114	101	3000	0.703	2.364

5 结语

小直径、新规格、新系列的高强度绳索取心钻杆的研制对完成特深孔地质岩心钻机及其配套设备研制,实施钻探示范工程、推广先进钻探装备,具有关键的作用。因此,有必要梳理总结和系统分析深部地质岩心钻探工程技术特性,理清研发思路,确定解

决途径,优化完善深部小口径岩心钻探口径系列和绳索取心钻柱方案。

笔者和国内许多同行已经在小直径特深孔绳索取心钻进方面进行了多年探索。但是,特深孔施工期较长;钻杆的使用效果需要进行大量的数据收集、对比;需要审慎去除孔斜、孔径扩大、非正常钻进参数、

(下转第 17 页)

3 结论

确定了云南腾冲科学钻探废弃钻井液固化处理技术分为2个阶段进行,先絮凝破胶再把固体部分固化,优选出絮凝破胶实验的最佳条件为1 mol/L的HCl 3% + PAC 7000 mg/L + PAM 180 mg/L,经过滤后的固体部分进行固化处理,优化出的最佳固化配方为水泥45% + 粉煤灰30% + 石灰4% + 硅酸钠2%。

过滤产生的滤液及最终固化物浸出毒性实验表明,滤液和固化体浸出液均达到《国家污水综合排放标准》(GB 8978 - 1996)一级标准。

参考文献:

- [1] 杨经绥,许志琴,汤中立,等. 大陆科学钻探选址与钻探实验[J]. 地球学报,2011,32(1):84 - 112.
- [2] 吴焯,王雯璐. 钻探工程废弃钻井液处理技术及进展[J]. 探矿

工程(岩土钻掘工程),2013,40(3):14 - 16.

- [3] 赵雄虎,王凤春. 废弃钻井液处理研究进展[J]. 钻井液与完井液,2004,21(2):43 - 48.
- [4] 张炜,刘振东,刘宝锋,等. 油基钻井液的推广及循环利用[J]. 石油钻探技术,2008,36(6):34 - 38.
- [5] Hailey B W, Keck R G, Smith M B, et al. On-site fracturing disposal of oilfield-waste solids in Wilmington field, California [J]. Old Production & Facilities, 1999,14(2):83 - 87.
- [6] 刘晓辉,许毓,张晓飞,等. 钻井废液的固液分离工艺与设备[J]. 油气田环境保护,2011,21(2).
- [7] 杨星. 废弃钻井液固液分离技术研究[J]. 钻井液与完井液,2004,21(3):19 - 22.
- [8] 朱丽,陈瑜,岳莲,等. 高浓度钻井废泥浆处理工艺的试验研究[J]. 环境工程,2009,27(6):94 - 97.
- [9] 宋明全,蔡利山,刘四海. 钻井废浆液固化剂HB-1的研制与应用[J]. 石油钻探技术,2001,29(3):53 - 55.
- [10] 潘宝凤,兰林,李尚贵,等. 废弃钻井液的固化烧结与再利用研究[J]. 钻井液与完井液,2011,28(001):66 - 68.
- [11] GB 8978 - 1996,污水综合排放标准[S].

(上接第5页)

非合理钻进工艺方法的影响。因此,获得高强度特深孔绳索取心钻杆的应用结论较晚,有时形成共识也难,尚未对本文提出的方案形成有力支撑。同时,因主题和篇幅限制,本文不涉及小直径特深孔绳索取心钻杆研究、试验和应用,仅述及绳索取心钻进口径系列及钻柱方案等相关内容,期望国内钻探专家、一线技术人员广泛参与,进一步论证。

参考文献:

- [1] 汤凤林,加里宁 A Г,段隆臣. 岩心钻探学[M]. 湖北武汉:中国地质大学出版社,2009.

- [2] 陈师逊,翟育峰,王鲁朝,等. 西藏罗布莎科学钻探施工对深部钻探技术的启示[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(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] 张晓西,杨甘生,朱永宜,等. 大口径硬岩钻探技术在中国大陆科学钻探工程中的应用[J]. 探矿工程,2003,(1).
- [6] 肖红,孙建华,等. XJY950 高强度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(5).
- [7] 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).
- [8] И. С. 阿发纳耶夫,等. 鄯泰宁译. 地勘钻探手册[M]. 俄罗斯圣彼得堡:圣彼得堡出版社,2000.

(上接第9页)

推荐的。

(3)全孔用普通单管钻进,采取率较低,用粘度高、固相含量高的冲洗液不适合用双管钻进或者绳索取心钻进,遇到难取心地层只能少进尺或者补采措施。本钻孔基岩地层只有200多米,如果基岩厚度大,用普通单管钻进就会浪费人力,进尺也会很慢。

3 心得体会

在厚覆盖层地区施工,要充分了解地层特点,施工前编制好施工方案和预案;根据地层特点和钻孔设计,选择合理的设备机具;根据施工需要,各种管材、材料要准备及时充分,不能因此影响施工,甚至

引起孔内事故;选择合理的冲洗液体系,及时维护和调整冲洗液性能;探索选择符合当地特点的施工工艺,保证钻孔质量,减少孔内事故,提高钻探效率。

参考文献:

- [1] 郭保铎,张波,张涛,等. 榆横矿区赵石畔井田勘探钻探施工技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(4):17 - 19,23.
- [2] 姚彤宝,张春林,刘晓刚. 大口径绳索取心钻具在特厚软煤中的取心应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(12):25 - 28.
- [3] 孙宗席. 甘肃文县阳山矿区复杂地层用冲洗液研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(12):32 - 35.
- [4] DZ/T 0227 - 2010,地质岩心钻探规程[S].
- [5] 胡郁乐,张绍和. 钻探事故预防与处理知识问答[M]. 湖南长沙:中南大学出版社,2010.