

PDC 肋骨钻头单动双管钻探工艺在铝土矿地层的应用

潘广灿, 郜松杰, 张金来

(河南省有色金属地质矿产局第四地质大队, 河南 郑州 450016)

摘要:结合铝土矿地层特点,分析探讨铝土矿地层钻探工艺,通过常规绳索取心钻探、普通双管钻探与 PDC 肋骨钻头单动双管钻探工艺理论探讨及现场试验对比,得出了在铝土矿地层钻进采用常规钻探方法常产生卡钻事故、钻探效率低的原因,同时验证了采用 PDC 肋骨钻头单动双管钻探能较好地解决粘附孔壁而卡钻的问题并提高了钻探效率。

关键词:铝土矿;钻探;PDC 肋骨钻头;单动双管;绳索取心

中图分类号:P634 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2011)07-0047-03

Application of Swivel Type Dual-tube Drilling Technology with PDC Reinforced Bit in Bauxite Formation/PAN Guang-can, GAO Song-jie, ZHANG Jin-lai (No. 4 Geological Brigade of Henan Provincial Nonferrous Metals Geological and Mineral Resources Bureau, Zhengzhou Henan 450016, China)

Abstract: According to the features of bauxite formation, analysis was made on the drilling technology. By the theoretical discussion on conventional wire-line coring drilling, general dual-tube drilling and swivel type dual-tube drilling with PDC reinforced bit and by the comparison of field tests, the causes of sticking failure with conventional drilling methods in bauxite formation and low drilling efficiency were found. It was proved that the sticking failure could be solved by swivel type dual-tube drilling with PDC reinforced bit and the drilling efficiency was improved.

Key words: bauxite; drilling; PDC reinforced bit; swivel type dual-tube; wire-line coring

0 引言

铝是世界上仅次于钢铁的第二重要金属,铝土矿是工业炼铝的主要矿石来源,世界上 98% 以上的氧化铝是由铝土矿生产出来,铝土矿还可作为耐火材料、研磨材料、高铝水泥、化学制品的原料,在国民经济中起着重要作用。由于矿产资源的不可再生性,同时随着我国国民经济的快速发展,对铝土矿的需求量不断增加,铝土矿资源的储量与需求量之间的矛盾越来越显现出来,作为铝土矿大省的河南近年不断加大省内铝土矿资源的勘查力度。我单位在河南完成铝土矿钻探工作量 3 万余米,在钻探过程中发现采用绳索取心及普通双管钻进钻探工艺施工事故率高、效率低,而采用 PDC 肋骨钻头单动双管

钻探工艺取得了较好的效果。通过对比分析提出了在河南铝土矿勘探中采用 PDC 肋骨钻头单动双管钻探工艺的适宜性,对全国同类型铝土矿勘探钻探工艺的优选具有一定的指导意义。

1 PDC 肋骨钻头单动双管钻探工艺

PDC 肋骨钻头双管钻探工艺是将常规单动双管钻探工艺和普通金刚石钻头更换为 PDC 肋骨钻头的钻探工艺。单动双管钻具是利用钻机传递动力使钻具回转,外管连接钻头研磨岩石使之破碎,而内管(即岩心管)在钻进过程中保持不动,这样避免了取出的岩心受到扰动,能基本保持原始状态,钻具结构见图 1。

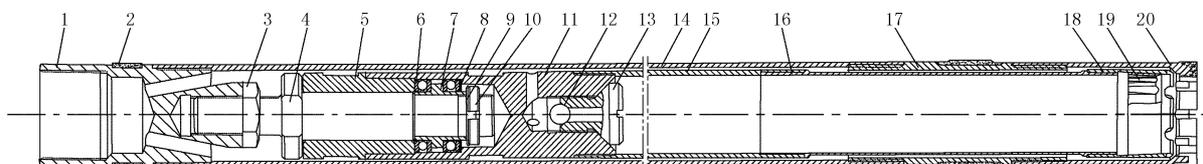


图 1 单动双管钻具总体结构图

1—异径接头;2—合金片;3—螺母;4—芯轴;5—内接管头;6—止退轴承;7—轴承套;8—垫片;9—止退垫圈;10—细螺母;11—内管接头;12—钢球;13—返水螺母;14—外管;15—内管;16—内管短截;17—扩孔器;18—卡簧座;19—卡簧;20—PDC 肋骨钻头

收稿日期:2010-12-30; 修回日期:2011-05-07

作者简介:潘广灿(1968-),男(汉族),河南临颖人,河南省有色金属地质矿产局第四地质大队副总工程师、高级工程师,水文地质工程地质及地质工程专业,硕士,从事探矿工程、水文地质工程地质及岩土工程,河南省郑州市郑东新区金水东路 16 号鑫地大厦 1506 室,pan-ge11111@126.com。

PDC 钻头(即聚晶金刚石复合片钻头)是美国石油钻井界 20 世纪 70 年代末 80 年代初的一项重大技术成就,我国从 80 年代中后期开始引进、生产 PDC 钻头,90 年代得到推广应用,它给石油钻井技术带来划时代的进步^[1];PDC 钻头在软到中硬均质地层中有破岩能力强、机械钻速高、工作寿命长、钻进成本低、事故少的特点;PDC 肋骨钻头是在聚晶金刚石复合片钻头外加一层肋骨(见图 2),PDC 肋骨钻头是以大切入量的切削方式钻进,此类钻头的碎岩机理与硬质合金钻头很相近,其主要不同点是切削具与所钻岩石的硬度差大于硬质合金与岩石的硬度差,硬度差大对于破碎岩石十分有利。PDC 肋骨钻头的切入量较大,目前都按硬质合金钻头破碎岩石机理分析孔底碎岩过程(见图 3)。



图 2 PDC 肋骨钻头

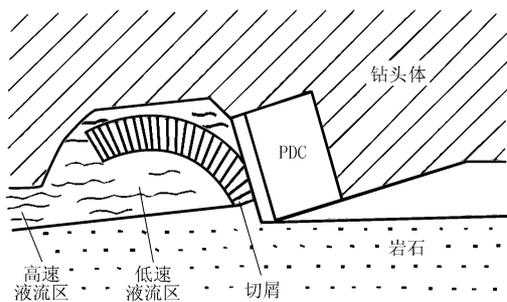


图 3 复合片出露与破碎岩石

2 铝土矿地层常规钻探工艺

我国的铝土矿以一水硬铝石型为主,河南铝土矿也多属一水硬铝石型沉积矿床,主要分布于河南中西部地区,包括洛阳、渑池、巩义、济源、沁阳等地区。一般共伴生硬质粘土、高铝粘土、软质粘土、黄铁矿及熔剂灰岩、金属镓、 TiO_2 等,铝土矿原矿主要元素分析结果一般为: Al_2O_3 64.93%、 SiO_2 11.96%、 TiO_2 3.38%、 Fe_2O_3 1.64%、S 0.099%、 MgO 0.16%、 CaO 0.28%、 K_2O 0.95%、 ReO 0.063%、A/S(铝硅

比)5.54%。矿石中铝矿物主要为一水硬铝石,微量的三水铝石和一水软铝石;脉石矿物主要有高岭石、伊利石、叶蜡石、绿泥石等;钛矿物有锐钛矿、金红石、板钛矿等;此外还有少量蒙脱石、电气石、石英、锆石、碳酸盐等矿物,赋存于煤系地层中。铝土矿勘探涉及的地层多为泥质胶结的砂质泥岩、泥质砂岩、砂砾岩、细粒砂岩、粉砂岩、砂泥岩互层等,岩性一般为松散至中硬不等。钻进中常会遇到厚度不等的煤层,部分岩层又因硅化的原因可钻性较差。常规的铝土矿钻探工艺主要有绳索取心钻进及普通单动双管钻进。

绳索取心钻进工艺技术具有劳动强度低、钻探效率高等优点,但是,在河南铝土矿勘查钻探过程中发现采用绳索取心钻探工艺易发生卡钻事故,经过总结分析认为,绳索取心钻杆和孔壁的间隙一般为 2~3 mm,而铝土矿地层在遇水时一般易产生膨胀,使孔径缩小,造成孔壁岩层与钻杆、钻具接触面增大和孔内排渣不畅,岩屑极易粘附在钻杆和钻具上而发生卡钻事故。

单动双管钻探工艺钻进速度一般较快,心样扰动轻微,岩心能基本保持原状。普通双管钻进铝土矿地层一般采用普通金刚石钻头,虽然钻杆与孔壁间的间隙较绳索取心大得多,不存在钻杆粘附孔壁事故,钻探过程中发生事故的机率有所降低,但事故率降低幅度不明显。经过分析认为,这主要是由于单动双管取心管和孔壁的间隙很小(约 1 mm),一旦泥浆性能有所下降或泥浆排泄能力有所下降同样容易产生卡钻事故。

由事故经验分析可知,增大钻杆钻具与孔壁间隙是有效防治卡钻事故的途径之一,由于 PDC 钻头的肋骨作用使得成孔后钻具与孔壁间隙也大,能明显降低钻具与孔壁间的粘附力,并能明显提高泥浆的排渣能力,将 PDC 肋骨钻头双管钻探工艺引进到铝土矿岩心钻探也是一种有益的尝试。为此提出用 PDC 肋骨钻头单动双管钻探工艺进行铝土矿钻探的设想,并通过现场试验进行验证。

3 现场试验

试验钻头采用同一家金刚石生产厂家的不同类型钻头,钻头、钻具结构参数见表 1。试验钻孔为相邻的 K37、K38、K39、K89、K90、K91 六个钻孔,孔深为 280~330 m,试验地层地表均有 5 m 左右的第四系覆盖层,其下为砂质泥岩、泥质砂岩、砂砾岩、细粒砂岩、粉砂岩、砂泥岩互层,属典型的煤系地层及铝

土矿地层,底部为寒武系灰岩。试验钻机均为 XY-1 型钻机。

表 1 钻头、钻具结构数据表

钻进工艺	钻头类型	钻头型号	钻头尺寸		
			外径/mm	内径/mm	高度/mm
绳索取心	金刚石钻头	Ø94/62	95	62	95
单动双管	金刚石钻头	Ø94/68	95	68	120
PDC 肋骨钻头双管	PDC 肋骨钻头	Ø94/55	95	55	94

表 2 试验数据表

钻进工艺	孔号	进尺/m	地层	完成时间/d	机械钻速/(m·h ⁻¹)	纯钻时间/h	百米事故率/%
绳索取心	K37、K90	614.35	煤系、铝土矿	100	10.50	79.52	0.98
单动双管	K38、K91	598.67	煤系、铝土矿	63	11.24	74.45	0.78
PDC 肋骨钻头双管	K39、K89	603.24	煤系、铝土矿	45	12.13	67.46	0.35

质胶结为主砾岩、膏岩和灰岩等抗压强度不太高(低于 68.9 MPa)的中硬~中软地层,尤其在泥岩、砂岩互层的煤系地层,泥岩成分占岩石总量的 40% 以上时,应用 PDC 钻头双管钻进工艺效果最好。

(2)PDC 肋骨钻头所钻地层的研磨性愈高,钻头切削齿复合层出刃愈高,钻头愈易受到损坏,寿命缩短;钻头切削齿复合层厚度愈大,切削齿受到破坏的可能性成倍减小,加大复合层厚度是防止切削刃损坏的有效手段,但加大复合层厚度,虽然钻头的寿命长,但钻头吃入地层所需的压力愈大,吃入地层愈困难,势必会影响钻头的性能。选择合适的复合层厚度是钻探效率提高的一个重要因素^[2]。从对铝土矿地层钻探得出高肋骨钻头切削齿复合层厚度在 5 mm 左右时,钻具和孔壁的间隙会较适宜。

(3)在使用 PDC 肋骨钻头时,应保证钻孔直径与钻头直径一致,避免 PDC 钻头直径比钻孔直径大而在孔壁上划眼,下钻时应以冲放为主,转动为辅。

(4)PDC 肋骨钻头下入前,应保证孔内干净,不得有金属残留物及其它异物存在,以防止 PDC 钻头复合片损坏。PDC 肋骨钻头下到井底后,首先上提 1 m 左右,轻压慢转(4~8 kN 的钻压,40~60 r/min 的转速),进行人工孔底造型,当磨合钻进 0.5~1.0 m 后再按正常钻进工艺参数钻进^[3]。

(5)在使用 PDC 肋骨钻头钻进过程中,遇到破碎的地层时,应适当降低钻压,防止钻头复合层损坏影响钻头使用时间,等钻穿破碎地层后再正常钻进。

(6)在 PDC 肋骨钻头使用后期复合片磨损较多而不易切入地层,可适当提高钻压并维持较高的钻速,这样能一定程度上提高钻进效率。

(7)遇到下列情况之一应提钻:地层变化不大

从表 2 可以看出,采用 PDC 肋骨钻头钻探工艺能明显地提高钻探效率(月进尺为 400 m 左右),明显降低了孔内事故率(百米事故率为 0.35%)。可见在铝土矿地层采用 PDC 肋骨钻头单动双管钻探工艺事故率低、效率最高、效果好。

4 PDC 肋骨钻头单动双管钻探工艺要点

(1)PDC 肋骨钻头一般适用于泥岩、砂岩、以泥

而机械钻速和转盘扭矩明显升高或下降;有连续滑卡或憋钻现象,机械钻速很低;钻头使用后期岩性无明显变化而机械钻速明显下降^[3]。

(8)钻速一般应根据不同地层进行调整。因为在钻进过程中钻头的磨损速度随钻头钻速的增加而增加,当钻速达到一定速度后钻头磨损会急剧增加,反而会使钻头的寿命缩短^[4]。

(9)铝土矿地层由于其软硬互层多,易分散裂解坍塌掉块,水敏性地层多,遇水易膨胀,钻进时为保持孔壁稳定,应采用相应的化学泥浆进行护壁。护壁泥浆性能指标可控制为:密度 < 1.10 g/cm³;漏斗粘度 < 22 s;固相含量 < 12%;pH 值 8~9;失水量 < 15 mL/30 min;泥皮厚度 < 0.50 mm;含砂量 < 1%^[4]。泥浆性能指标选定后,钻进中要经常测试、调整和维护。对于吸水膨胀缩径地层,在泥浆中加大降失水剂和抑制剂用量控制失水、膨胀。对于坍塌性地层,加入护壁剂,改善泥浆性能;对于漏失层,应降低泥浆密度,添加骨架材料,必要时采用压力注浆等方法封堵。泥浆维护的关键是控制泥浆的失水量,含砂量和固相含量可采用自然沉降、机械除砂、除泥和化学絮凝相结合的方法,使泥浆含砂量和固相含量控制在允许范围内。

(10)钻头钻探由于有复合片的存在,使钻具与孔壁间隙较大,在钻进时易发生方向变化,再加上钻速较高,容易发生偏差,尤其是在倾斜钻孔施工中更难控制,经过反复总结,在开始 20~30 m 保持钻孔角度至关重要,一般采用较低钻压并在钻具后面配备一定的导向装置来解决。

(下接第 52 页)