



金刚石钻进复杂地层的 综合性技术措施

中南冶金地质勘探公司609队 周安全

在钻探工作中，一谈到复杂地层，便很自然地坍塌，漏失，膨胀，缩径，涌水，溶洞，流砂以及松散破碎等不稳定地层联系起来。其实，随着钻进方法、钻进工艺、技术水平以及钻孔结构的变化，复杂地层的复杂程度也是变化的。生产实践表明，一些原来大口径钻进时认为比较复杂的地层，一旦采用小口径金刚石钻进并配合相应的措施则显得并不复杂或不甚复杂，施工起来比较顺利就通过了。反之，某些小口径金刚石钻进视为比较复杂，不大好对付的地层，改用较大的口径或大、小口径相结合钻进，也就变得不复杂或不甚复杂。

我从1962年底至今一直辗转于鄂东几个矿区进行钻探工作，总计进尺数十万米。自1975年开展人造金刚石小口径钻探生产试验，到1980年全面实现小口径化，累计进尺近五万米，几年来，积累了一些经验，也有不少教训。本文通过多年来的一些生产实践和认识，就当前复杂地层金刚石钻进的综合性技术措施提出一些粗浅看法，由于水平有限，不一定正确和全面，仅供参考。

合理确定孔身结构，采取大、小口径相结合的钻进方法，是通过复杂地层的有效措施

多年来，特别是推广小口径钻进以来，不少单位都存在一种片面认识，即只看到小口径钻进优越性的一面，而看不到其潜在的不利因素，以至在确定孔身结构时，不分地层复杂程度，钻孔深浅，一味追求“小”，以为口径越小越好。结果把路子走得很窄，很死，自己将手脚束缚住，造成不少地层比较复杂的钻孔或矿区施工困难，有的甚至被迫下马。这也是不少勘探队小口径金刚石钻进几上几下，一直推广不开的重要原因之一。实际上，许多矿区，如果能够因地制宜地合理选择孔身结构，采用大、小口径相结合的钻进

措施，复杂地层是不难通过的。下面就我队施工的几个矿区所使用的孔身结构及其实践作一简要评述。

1. 地层不太复杂，孔斜与取芯问题不大的矿区，应尽量简化孔身结构。开孔穿过上部不稳定地层用 $\phi 89$ 或 $\phi 73$ 毫米套管隔离后，直接用 $\phi 47$ 口径一径到底，裸眼钻进，以获得最优的经济技术指标。在这类矿区，局部破碎带一般用低固相乳化泥浆或水泥灌浆即能顺利通过。我队施工的程潮矿区即属此种类型。

2. 钻孔较深，一般在600米以上，钻孔上部300米以内是较软的大理岩，裂隙溶洞发育，超径、漏失严重，用小口径钻进，孔斜度、取芯率均难以达到地质设计要求。钻孔300米以下则是坚硬致密而较完整的硅化闪长岩和硬磁铁矿，可钻性Ⅲ级以上，钢粒钻进平均时效不足0.4米。显然，在这种地层中钻进，上部大理岩不论是用大口径还是小口径钻进，效率都不成问题。关键是要保证质量，为下部硬岩钻进创造良好条件。因此，上部大理岩宜用比 $\phi 47$ 大两、三级的口径钻进，然后用套管隔离再换 $\phi 47$ 口径钻至终孔。在裂隙、溶洞较大的孔段宜下两层套管，以防下部高速钻进时打断套管造成摸不到断头而报废钻孔的严重事故。我队施工的铁山、尖山等矿区就属此类型。过去，我们曾吃过不少亏，老是开孔下完井口管就用 $\phi 47$ 口径钻进，结果孔斜度、取芯率都达不到地质要求。上部大理岩一钻就歪，下部硬岩钻进时则又因上部漏失超径，乳化液消耗大，转数开不上去，钻杆一折断就摸不到断头或插成多断头，往往一处理就是几个月，甚至经常报废钻杆，报废进尺，有时不得不推倒重来，造成效率低，质量差，事故多，成本高。例如1979年打的19—1—7号孔，22—8号孔和22—6号孔，累计共报废钻杆和进尺达数千米，损失很大。后来遇到

这种地层改用上部打大口径(φ1毫米)井下套管,下部用小口径金刚石钻进就解决了问题。

3. 钻孔较深,上部有较厚流沙、粉矿层和断层破碎带等松散地层,而下部又漏失堵不住的情况下,由于泥浆返不上来,上部松散地层无泥浆支护,水泥灌注往往效果不佳,则宜先用比正常钻进大一、二级的口径通过这些地层,然后用套管隔离再换小口径钻进。金山店矿区的大部分钻孔均属此种类型。前两年常因φ17口径一径到底,造成不少孔内事故和取芯困难。加之级配φ42钻杆,孔壁环状间隙太小,泵压高,冲洗液流速快,起下钻常产生液力冲击和负压,因而也增加了孔壁垮塌的机会。如CK406孔,设计孔深890米,由于φ17口径钻进至240米和320米孔段遇两个大溶洞,堵了一个多月仍不见效,钻杆常在该处折断,加之下部泥浆返不上来,上部破碎层坍塌严重,以至不得不推倒重来,将320米以上孔段用φ42口径扩孔下套管隔离,再换φ57口径施工。

4. 在一些地质设计有特殊要求,如矿芯直径,定向取芯,水文地质和稀贵金属普查勘探以及在某些地层条件还不太清楚的新矿区,浅孔施工宜适当将钻孔口径扩大,以保证钻探质量和施工的顺利进行。

总之,在复杂地层矿区欲顺利推广金刚石小

口径钻进,必须因地制宜,合理选择孔身结构和钻进方法,加强钻进工艺和护壁堵漏的研究,适当考虑备用口径,一般不宜一径钻到底。

合理使用套管护孔

自推广小口径钻探以来,不少单位对使用套管问题不大重视。以为只有大口径钻进才大量使用套管,小口径钻进使用套管不合算。当然,小口径钻进因转速高,在下套管时必须采取一些相应的技术措施。要注意将套管丝扣拧紧,最好用无机粘结剂、松香或皮带腊烧热粘紧。要保持套管不弯曲;套管下部带套管靴。套管规格要与孔径相适应,以防孔壁间隙大造成套管折断事故。在钻进过程中,要用好乳化液。如下部发生漏失堵不住,不返水,则必须在钻杆上涂敷黑机油混合润滑剂,以减少钻杆和套管的摩擦阻力。

据我队几年来的实践,感到当前我国小口径钻探的钻孔口径和套管的规格系列很不适应复杂地层钻进的需要。现用套管的管内、外环状间隙太小,管壁太薄,强度不够。为了与大口径管材系列能配套使用,建议将套管规格系列改成苏联现用套管规格系列,这样可以和我国当前使用的大口径系列管材衔接,简单易行,避免浪费。

苏联套管规格系列(OH41—68)如表列。

规格系列	无接头套管			有接头套管			下一级钻头	下一级扩孔器
	外径	壁厚	内径	壁厚	内径	接头内径	外径	外径
34	34	3.0	27.5	—	—	—	26	26.4
44	44	3.5	37	—	—	—	36	36.4
57	57	4.5	48	—	—	—	46	46.4
73	73	5.0	63	4.0	65	62	59	59.4
89	89	5.0	79	4.5	80	78	76	76.4
108	108	6.0	96	5.0	98	95.5	93	93.4

单位:毫米

优质泥浆是钻进复杂地层的基本手段

众所周知,泥浆是解决复杂地层钻进的基本手段之一。它可同时起护壁、润滑和防漏等作用,比其他手段节省时间,效果好,事故少。但由于

金刚石钻进环状间隙小,冲洗液在环状空间的上返速度快,压头损失大,容易冲刷孔壁,另外,钻具回转速度高,阻力大。因此,无论是固相含

量,比重,流变性,失水量,泥皮厚度还是润滑性能均比大口径钻进用泥浆要求严格。所以应根据不同情况正确地、科学地使用不同性质的泥浆。

我队施工的金山店矿区属接触交代型磁铁矿床,钻孔设计倾角 75° ,平均孔深大于600米,最深的超千米。地层较复杂,上坍下漏,节理裂隙发育,大部分钻孔都要遇到1~2层几十米至上百米厚的粉状铁矿层,施工困难很大。几年来,由于采用了优质泥浆,使一些过去用大口径钻进难度很大,曾经打不下去的钻孔得以顺利结钻。我队小口径钻进常用的泥浆有膨润土低固相泥浆,非膨润土乳化泥浆,聚丙烯酰胺低固相泥浆和膨润土癸二酸低固相泡沫乳化泥浆。膨润土是鄂城保安产,一般加量6~8‰,另加0.2‰CMC,200ppm聚丙烯酰胺,0.5‰皂化油或癸二酸,0.2‰纯碱,所得泥浆性能比重1.02~1.03,失水量8~12毫升·30分,泥皮厚0.2毫米,pH=8.5,粘度18~19秒,胶体率98‰,含砂量0.5‰。如用大冶湖粘土,加量为20~25‰,并加纯碱0.3‰,铬制剂0.08‰,CMC0.05~0.1‰,皂化油或癸二酸0.5‰,所得泥浆性能为粘度18~20秒,比重1.12,失水量8~10毫升·30分,泥皮厚0.5毫米,胶体率98‰,含砂量1‰,pH值8~8.5。用这种泥浆在钻孔下部漏失不太严重,能返泥浆的情况下,一般均能顺利施工。如CK404孔,从450至730米连续穿过280米粉矿层,就是用这种泥浆并配合无泵钻进顺利结钻的。CK346和CK348孔均分别穿过了上百米的粉矿层,用膨润土癸二酸低固相泡沫泥浆同时解决了漏失和坍塌,取得了良好效果。

水泥灌浆是钻进复杂地层的重要手段

实践证明,采用水泥灌浆来解决复杂地层护壁堵漏问题确实具有许多优点。如材料来源广,价格便宜,结石体强度高,操作简便,不受孔径和孔深限制。外另,可根据灌浆目的和要求选择合理的灌注工艺、不同的水泥品种和配方来控制凝固时间,还可简化钻进工艺和孔身结构,减少套管和冲洗液的消耗,降低成本,提高效率。几年

来,我队在鄂东几个矿区用400或500号矿碴硅酸盐水泥和500号或600号普通水泥达数百吨,超早强水泥数十吨,进行水泥灌浆上百次,成功率90%以上。在金山店矿区施工的所有小口径钻孔,都分别进行过几次至十几次水泥灌浆。一般说来,小口径钻孔因环状间隙小,泵压大,搞不好容易发生卡、埋钻或烧钻事故。因此灌浆前必须认真作好准备工作。根据钻具级配使用小一级的钻杆接在下部进行灌浆,以增大环状间隙,提高灌浆可靠性和安全性。另外,应根据灌浆孔深和地层特点合理选用水泥品种、配方、水灰比,计算好压水量,在冲扫水泥塞时,切忌将钻具下到浮灰中扫孔,以防烧钻。使用硫铝酸盐型超早强水泥时,要根据气温采取降温调凝的操作工艺。在小口径钻进中,采用超早强水泥护壁堵漏,一般8~10小时可解决问题。

研究和推广应用化学浆液

随着化学工业的发展,化学浆液在钻探方面的应用具有广阔的前景。钻探中可用的化学浆液有水玻璃类,木质素类,尿素类,聚胺酯类,丙烯酸酯类及环氧树脂类。其特点是无颗粒,粘度低,胶凝时间可控制。但价格高,胶凝体强度低,灌注工艺要求严格,因此未能大量推广应用。我队在1965年就开始了尿醛树脂的试用,在室内和钻探现场做过大量工作,取得一些成果。1974年配合公司复杂地层科研组进行了氰凝浆液的孔内灌注试验,取得一定效果。主要优点是发泡能力强,固化快,与孔壁有一定粘结韧性,不污染孔内冲洗液。1976年引用陕西公司301聚酯,在固套管和孔口管方面取得了成功。今后应针对化学浆液存在的一些问题进一步做些试验研究工作,使化学浆液在钻探工作中发挥其应有的作用。

其他辅助性技术措施

从实践中我们深刻体会到,在当前技术条件下,无论采用哪一种单一的技术措施来突破复杂地层都难以获得十分满意的效果。除上述综合性技术措施外,还应采取一些辅助性技术措施。

1. 保证设备安装质量,制定好开孔及浅部不

稳定地层的钻进技术措施。开孔钻具和钻杆应保持笔直同心；孔口管上部安装稳定套接头，下部接套管靴，以扶正钻杆柱，减少摆动。钻进浅部不稳定地层应注意防塌保壁，防止超径，尽可能保持孔壁完整。为此，必须用好润滑剂，严禁在润滑不良的情况下强行钻进。同时采用轻压，慢转，小水量的钻进规程，防止破碎层垮塌和软层出现超径。

2. 坚持回灌冲洗液，保持孔内液柱压力平衡。在孔壁不稳定孔段严格限制起下钻速度，控制钻进规程和钻进速度，严禁用大泵量冲孔和扫孔。

3. 钻进漏水孔、干孔和特别破碎的孔段，为了防震减磨，减少孔壁坍塌和超径，减少钻杆磨损和折断事故，必须涂抹润滑剂。润滑剂的配方为黑机油65~70%，松香25~30%，石蜡2.5%，沥青2.5%，纯碱0.5~1%，混合加热搅拌均匀。每班或每天（视钻杆上油膜情况）涂抹钻杆一次。实践表明，经过一段时间后，孔壁上也形成了一层油膜，一方面减少了钻杆与孔壁的撞击，有利防震减磨，另一方面可堵塞一些小裂隙，有利防漏保壁。我队去年用 $\phi 47$ 口径施工的CK384、CK386、CK380等钻孔，设计深度均在600米以上，过去在这些孔附近无论是用大口径还是小口径钻进，塌漏严重，钻杆折断频繁，有的钻孔甚至被迫停工，而采用涂抹润滑剂等辅助性技术措施后都能比较顺利地完孔。

4. 某些严重漏水钻孔，如直接灌注水泥进行堵漏，大多由于水泥比重大，流失快，效果不好。在这种情况下，除了采用石灰、碎稻草、桐油、沥青丸投堵外，为了减少水泥流失，应先灌冻胶泥

浆充填（利用水泥、粘土、水玻璃混合液的触变性），然后扫孔再灌水泥浆。我队不少漏失钻孔用这一措施进行堵漏，都达到了预期效果。

5. 在钻孔口径较小，而又遇到较大开放性溶洞裂隙无法下套管隔离的情况下，为了有效地堵漏，避免钻杆折断找不到断头等孔内严重事故，可用岩芯管装扎布袋送至溶洞裂隙部位压灌水泥，待水泥初凝后再起钻。这样可在溶洞部位形成水泥墩，达到堵漏目的。若溶洞较大，可连续压灌。

6. 在易被冲刷或极松散的难采芯地层中钻进时，除使用好优质泥浆护孔外，最好配合使用无泵钻进。这种钻进法带有冲击回转动作，不送冲洗液，可防止和减少孔壁坍塌，对护壁取芯均有利。

7. 绳索取芯方法因起下钻少，可大大减少对孔壁的冲撞破坏和对孔内液柱的冲击或抽吸作用，对通过复杂地层是有利的，宜积极推广。我队去年用绳索取芯方法施工的CK432孔，钻进600多米，在穿过松散粉矿层时坍塌现象就比用一般金刚石钻进的钻孔少，该孔只用癸二酸乳化液并灌了数次水泥，未用泥浆护孔也顺利结了钻，各项经济技术指标均较好。

8. 根据矿区复杂地层的特点，制定出施工的技术措施，使每个机台所有操作人员都做到心中有数，都掌握一套完整的复杂地层钻进方法。我队去年就曾根据矿区复杂地层斜孔施工的特点，专门制定了《金山店、铁山矿区复杂地层钻进技术措施若干规定》，并派技术人员到各分队、机台讲授技术课，提高钻工技术水平。总之，除技术措施之外，抓好生产管理和技术培训工作是必不可少的环节。

螺旋形金刚石扩孔器

无锡钻探工具厂 张荣清

金刚石扩孔器有螺旋形、直条形和直棱形之分，现就我厂生产的螺旋形金刚石扩孔器的特点及其使用效果作些介绍。

系列与规格

螺旋形金刚石扩孔器是我厂自行设计和研制