

工程地质钻探中卵碎石地层的 钻进工艺选择

西安煤炭设计研究院 卢应纶 秦玉虎

一、概述

工程地质钻探中,卵碎石类地层是常见的也是在实际工程中最感困难的地层之一。它的钻进方法不同于探矿工程中的岩心钻探,相对来说显得更复杂些,因为工程地质勘察的主要对象就是第四纪浅部地层,不仅仅是要求顺利钻下去,更主要的是要获得诸如颗粒组成、密实度等重要指标。经过数年的生产实践,我们认为在此类地层中钻进应“套入为主、破碎为辅”。即尽可能使单个卵碎石块(以下简称为“单体”)直接进入钻具为主要方法,破碎“单体”为次要方法。具体钻进中应根据地层的特征即充填物、密实度、含水量、颗粒粒径等情况确定不同的钻进方法和工艺。

二、钻进方法与地层特征的关系

1. 钻进方法与地层充填物的关系

以粘性土充填物为主的卵碎石层,其“单体”之间的粘结力较强,粘土粒自由表面张力较大,在钻进中孔壁坍塌程度较小,可直接在裸孔情况下钻进,钻具选用单管岩心管或加厚螺纹钻均可;以砂类土充填物为主的卵碎石层,其“单体”之间的粘结力弱,砂粒自由表面张力较小,护壁是这一地层中钻进的首要问题。由于采用泥浆对全孔进行护壁可能对地层进行分选,并将地层中的较小颗粒成分带走,给野外鉴别地层带来困难,同时泥浆护壁的效果和经济效益不太理想,因此,应使用套管护壁跟管钻进。

2. 钻进方法与地层密实度的关系

对于松散的卵碎石类地层,其“单体”的自由度较大,套入条件较好,易钻进也易

坍塌,可用跟管钻进;对于较密实的卵碎石层,“单体”的自由度较小,钻进中孔壁坍塌程度较小,可裸孔钻进,但该地层套入条件较差,钻进困难,这时在满足地质要求的前提下,可使用冲击——回转的钻进方法,效果比较明显。只是目前国内还没有适合于工程地质钻探要求的冲击器。不过对配有振动装置的钻机,如YD-1型工程钻机,可用孔上振动器代替冲击器适当配合回转钻进使用,通过工程实践钻进效果较好。

3. 钻进方法与地层含水量的关系

含水量较小的卵碎石层钻进时孔壁坍塌程度相对较小,若其较密实,可裸孔钻进,但这种地层钻进条件较差,在满足地质要求的条件下,可采用注浆(水)钻进,以改善地层的钻进条件。但在地质要求采取原始试样的孔段,只能采用干钻的方法钻进,虽然此时钻进比较困难,但其地质要求的单个试样量不是很大,因此,单位试样的进尺不是很深,相对而言,钻进亦不是太困难;含水量较大的卵碎石层易于钻进,孔壁也易坍塌,护壁成为主要矛盾,这时应跟管钻进。当地层主要为粘性土充填时,可试用裸孔钻进。

4. 钻进方法与粒径的关系

在卵碎石层中钻进,钻具的口径应适当,口径太大或太小都难以取得较好的总体效果。正常钻进中以 $\phi 130$ 岩心管或 $\phi 150$ 螺纹钻具为宜,这样对于粒径小于岩心管内径或螺纹钻头螺距的卵碎石单体,就能套入钻进;对于粒径大于岩心管内径或螺纹钻头螺距的这类地层,可适当加大钻具口径或改用

较小口径破碎单体钻进。

实际工作中所遇到的地层，为以上诸要素的综合体，一般粒径在 $\phi 20 \sim \phi 60$ 之间的卵碎石层是最常见的，且开孔地层较松散，含水量较小，可用加厚螺纹钻开孔。随着孔深的加深，密实度和含水量可能会相应增加，根据充填物的不同选用相应的钻进方法。综上所述可得钻进方法与地层特征的关系，见表1：

表 1

钻进方法	地层特征							
	充填物		密实度		含水量		粒 径	
	粘性土	砂类土	中~密度	松散	大	小	20~60mm	>60mm
单管裸孔	++	-	++	-	-	+	+	+
螺纹裸孔	++	-	++	+	-	++	+	-
单管跟管	+	++	-	++	++	+	+	+
冲击回转跟管	+	+	++	-	+	+	+	+

注：++—适用，+—部分适用，--不适用

三、钻头

钻头作为破碎或套取单体进行钻进的重要设备之一，其选择是否合理，将直接影响钻进效率。当前，我们主要采用管状硬质合金钻头和螺纹钻头，现将适合于卵碎石层钻进的钻头参数介绍于下：

1. 合金钻头

合金钻头所镶焊的硬质合金要求具有较高的强度和抗冲击能力，可用YG8K534大八角柱状硬质合金，其镶焊角为 $90^\circ \sim$ 负 15° ，刃尖角为 $80^\circ \sim 90^\circ$ 。各钻头镶焊合金的数量要根据钻头直径的不同确定， $\phi 91$ 为9~12粒， $\phi 110$ 为12~14颗， $\phi 130$ 为14~16颗， $\phi 150$ 为16~18颗。其内、外、底出刃都要较小，一般底出刃为2mm，内出刃为1mm，外出刃为1.5mm。镶焊质量要好。

2. 螺纹钻头

使用螺纹钻头钻进卵碎石层，需要用加厚叶片的 $\phi 130$ 、 $\phi 150$ 螺纹钻头，以抵抗较大的冲击荷载和扭矩。螺纹叶片厚度10mm左右，螺距70mm左右，刃头部分可加厚到

12mm，钻头有效部分长度1200mm—2000mm。

四、钻进参数

在卵碎石层中钻进宜采用小规程钻进即低压慢转。对合金钻头的压力为每颗合金30~50kg，转速40~70转/分；对螺纹钻头的压力为钻具自重~300kg左右，其转速为20~40转/分。新换钻头开始钻进时应更低些，转速和压力要缓慢平稳增加。回次进尺应根据地质技术要求和钻进的具体情况确定，螺纹钻头钻进时回次进尺不得大于钻头有效部分长度的60%。

五、各钻进方法的操作要领

1. 螺纹钻钻进

螺纹钻适用在地层密实度为松散——中密，含水量较小，粒径在20~60mm，粘性土充填的情况下使用，正常钻进中钻压为钻具自重，转速为20~40转/分，遇到钻进中进尺较缓慢，且钻具回转较平稳时，可适当提高钻进参数；若钻进中进尺困难，压力表跳动幅度较大，应立即提钻，以防损伤设备。在连续进尺时，应每进尺约0.5M向上提动钻具一次，这样回次进尺完后起钻会容易一些。螺纹钻头被卡或埋时，应缓慢反出，尽量不用强力超拔，以免拉坏叶片和造成孔壁坍塌。螺纹钻所要求的钻机应具有大扭矩和大提升力的全液压钻机并配有经验丰富的操作人员。

2. 硬质合金钻头干钻（单管——裸孔钻进）

干钻适用于地层为粘性土充填、较密实、含水量较小的地层条件或地质要求采取原始试样的孔段。回次开始钻进参数皆应取下限值，随着进尺的增加应逐渐增加，同时，还应参考进尺的快慢等情况来调整钻进参数，若进尺连续顺利，最好不要变更钻进参数。在钻进过程中要适当上下窜动钻具，以防钻头被烧死或堵死。若钻进中进尺较困难时，应根据孔上设备所反映的孔内情况来确定钻

进方法。当进尺较慢而压力较平稳时，可能遇见了漂石，应采用钻进基岩的钻进参数。

3. 跟管钻进

跟管钻进是目前在松散、粘性土含量较低的卵碎石层中钻进的最有效的方法，通常采用 $\phi 127$ 套管、 $\phi 108$ 岩心管跟管钻进。下管前，先用 $\phi 150$ 或 $\phi 130$ 钻头开孔，钻进地层一定的深度，一般3~6M，即使提钻后由于地层坍塌不成孔，至少可以使钻具所经过的地层变得更加松散，之后，下入相应于孔深长度的套管，下管采用先压入，后回转、再振动的方法，由于地层比较松散，用上述三种方法是可以将套管下入的。管内清孔采用比套管口径小一级或二级的岩心管回转钻进清孔，其钻进参数相同于硬质合金钻头干钻的钻进参数。清孔中遇岩心管被套管卡住的情况，应及时向上提动钻具；若提动后仍然被卡，须采用轻微反转、强拉、振动的方法使之分离，之后注入适量的清水，再进行清孔。值得一提的是在使用上述三种方法使岩心管和套管分离时，套管须用夹持器夹牢。当管内清孔完成后，岩心管只能比套管的口径小一级，这样套管跟下会容易些。

4. 注浆（水）钻进

在卵碎石层中钻进，我们不主张泥浆循环或清水顶漏钻进，只在某些特定的情况下，如开孔地层松散且粘性土含量较低或裸孔钻进时遇见类似的地层，可采用注浆护壁。其具体方法是：地层含水为饱和时，直接使用粘土球护壁，粘土球中应掺些锯末等

纤维物质，护壁效果会好些；当地层含水量为湿~稍湿时，应使用具有一定特性的泥浆。野外我们所采用的泥浆性能如下：

漏斗粘度17.5~215，比重1.05~1.14，pH值为8，胶体率95%~100%，失水量20~25 ml/min。

从以上可以看出，这种泥浆性能是较易配制的。在含有粘土，黄土状亚粘土的地区，可直接用它们来代替膨润土造浆。

注水钻进旨在地质要求允许的情况以改善钻进条件，此方法可在钻进含水量较低的地层或钻进漂石时使用。其原则是：a. 使所钻进的地层含水量增加，以利于钻进。b. 冷却钻头并携带部分岩粉。一般每进尺1m注水10kg左右，且应分级注入，通常进尺1m注水3次左右；在钻进漂石时，可每进尺0.3m注水5kg或每纯钻进时间10分钟注水5kg左右。

六、钻进效率

用台班效率计算（含辅助时间），如钻孔深度0~20m，其各种钻进方法的效率如下：

螺纹钻头钻进效率：30m/台班；

硬质合金钻头裸孔干钻：20m/台班；

跟管钻进效率：15M/台班；

七、结束语

本文所论述的只是基于我院的工程现状而言。此外，若能将冲击器和绳索心应用于工程地质钻探中，在卵碎石地层中的钻进效率和质量还会提高。

（上接封三）

$$\Delta_h = \frac{1.2h \times k'T^2j^2}{16M_1H} \mu F_2 \quad (3.5.4)$$

j取1。当然由于经验公式的误差，需保持 ω 与 θ 之间一定的差距。此外，厂房系指在正常设计条件下的厂房，不宜过柔，否则即使不共振也将产生较大的水平振幅。

即便按理论精确计算，其结果与实测值仍将存在一定偏差，这是由于实际厂房中一

些特征是很难准确确定的，据此，实测结果的统计公式倒是一个可信赖的公式。按有关资料规定， ω 与 θ 之间要保持25~30%的差距，按式(1.2.8)易知，当 $\varepsilon=0$ 时，具有上述差距动力系数为 $\mu = \frac{1}{1-1.25^2} = \frac{1}{-0.5625}$ 或 $\frac{1}{1-1.3^2} = \frac{1}{-0.69}$ ，即不到2，效果还是可观的。