

应用压力平衡原理钻进厚坡积层的尝试

胡松铨

(浙江金华市第67号信箱)

本文以探究钻孔坍塌的起因——力的不平衡为主导思想,试用PHP泥浆孔口补液的方法,收到了护壁堵漏的效果,维护了井壁的稳定。

关键词: 力的平衡;液柱压力;孔口补浆法

建德某工地199号矿点,0~80m深,均为风化严重、岩层松散破碎的流纹岩和砂岩,胶结性差,遇水即垮。在该孔段还夹有数层厚度和大小不一的安山玢岩和灰绿岩坚硬滚石堆层,钻探施工困难,提钻全孔即垮,无法跟管钻进。孔内无水位,漏失通道大且多,属全漏失,护堵材料无法在预定位置凝结。因此,应用PHP泥浆,全孔水泥灌注或充填余杭膨润土等护堵方法,均不奏效。

众所周知,造成钻孔坍塌的原因很多,如地层应力作用、冲洗液破坏、地质因素、抽失和压力激动等等。归根结底是力的不平衡。本钻孔坍塌主要原因是:①岩层松散,在上覆层压力作用下,失去平衡,孔壁周围岩石应力集中,形成侧压力,使孔壁坍塌。②冲洗液极易进入岩层起水化作用,破坏了岩层稳定。③由于钻孔全漏失,泥浆上返不到孔壁,也就没有形成泥皮的条件,环状间隙液柱压力等于零,维持不了孔内和孔壁岩石间的压力平衡。

据此采取了以下措施:①在孔内造成一定的液柱压力,以平衡岩层的侧压力。②使PHP泥浆在孔壁形成泥皮。为此我们采用了PHP泥浆孔口补浆法,较好地满足了钻孔护堵要求。即在孔口下挖500×400×700mm的坑,坑内埋设同样规格的钢板箱框。下钻后,在箱内倒满一定粘土的PHP泥浆,钻进过程

中,PHP泥浆沿着钻具与孔壁间隙下流,泥浆的固相颗粒被钻具回转产生的离心力洒向孔壁,形成泥皮并使其在环状间隙保持一定的液柱压力,维护了钻孔的稳定(钻进时仍用清水顶漏钻进),做到随钻随护,提钻后孔壁不再坍塌。

泥浆必须满足一定比重要求

γ_w 的确定:

$$P_w = P_c = 0.1H \cdot \gamma_w$$

$$P_c = P \cdot \lambda = 0.1H \cdot \gamma_c \cdot \lambda$$

$$\gamma_w = \gamma_c \cdot \lambda$$

式中: P_w 为泥浆液柱压力; P_c 为岩层侧压力; P 为上覆层压力; λ 为侧压系数(岩层越松散, λ 值越大), H 为钻孔垂直高度; γ_w 为泥浆比重; γ_c 为岩石密度。

该矿点 $\lambda=0.5$, $\gamma_c=2.3$, 求得

$$\gamma_w = \lambda \cdot \gamma_c = 0.5 \times 2.3 = 1.15$$

泥皮的形成

泥浆中的固相颗粒(包括粘土颗粒、絮凝物、未溶解的化学处理剂从井口框内沿孔壁与钻具间隙下流,它承受着许多力的作用:颗粒本身压力 P_2 ;泥浆流动时摩擦阻力;颗粒介质间粘性阻力等,总的是轴向方向只承受颗粒本身重力,即只受静力作用(泵压相对稳定的情况下)。 P_2 大小只与颗粒本身质量有关, $P_2 = mg$ 。在径向方向,颗粒同时受钻具回转离心力 F 作用, $F = m\omega^2 R$ 。其

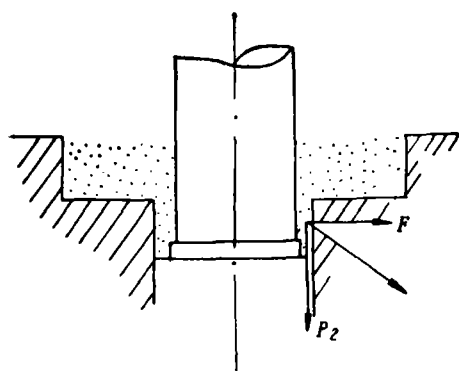


图 1 力的作用示意图

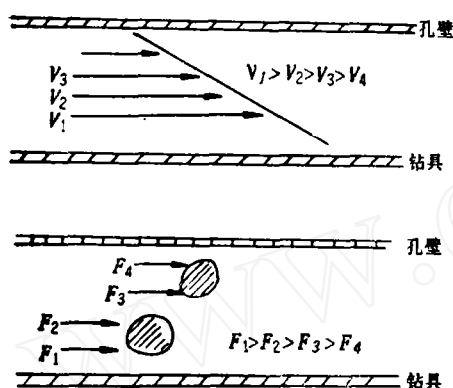


图 2 缝隙流规律示意图

大小又与角速度、固相距钻具中心距离有关。从式中看出，处在同一圆周上，质量大的固相颗粒容易被抛向孔壁，在化学处理剂作用下，被吸附、压实形成坚韧泥皮。

泥浆从井口框沿孔壁间隙下流，在水力学上又叫缝隙流。缝隙流是一种层流流态，各个点上的流速（ V ）不等，但有其规律性，即：靠近钻具的流速高，而靠近孔壁的流速低，基本是直线分布。流速快，作用力也大，反之就小。所以固相颗粒几乎都处于这种不平衡力的作用下，由于力的不平衡，

产生的力矩，将固相颗粒推向孔壁，被吸附，直至形成泥皮。

泥浆流体在整个环状间隙中，是一种静力状态，静压力的存在，保持了孔壁内外压差的恒定；另一方面，钻具的回转，带动了泥浆旋转，产生的离心力也进一步减少了孔壁内外压差。随着泥皮由疏松到致密，从而维持了孔壁的完整。

孔壁泥皮形成的长度

从流体力学角度分析，孔壁上任何点的静压力 P 与钻孔深度 H 成正比， $P = P_0 + H\gamma_w$ ；与泥浆比重成正比（ P_0 为自由液面压力），而泥浆下流速度又与 P 成正比。随着钻孔不断加深， P 值不断增大，使流速不断提高。当流速达到一定程度，从层流变为紊流，泥浆对孔壁只产生冲刷，而无法在孔壁形成泥皮。所以孔壁泥皮的致密度是，钻孔浅段致密，深段稀松，直至形不成泥皮。199号矿点钻孔泥皮形成深度为20m左右。为了弥补更深地孔壁坍塌损失，我们采用了回次末干投PHP泥球的办法，孔口下流泥浆仅作为辅助。PHP泥球的可塑性好，固结后强度高，对于固结探头石和填糊岩层缝隙，效果尤佳。PHP泥球以 $\phi 5\text{cm}$ 左右为宜，每次投入量是回次进尺数的2倍左右，用同径钻具挤压。

效益

应用井口补液和干投PHP泥球相结合的办法，1989年顺利完成了4个复杂孔的钻进，与1988年同类地层施工孔相比，台效提高了43倍，每米直接材料成本下降近74%，受到了机台的欢迎。

A Trial Boring into a Thick Sliderock by Using Pressure Equilibrium Principle

Hu Songquan

It is considered that the cause of hole caving is due to the nonequilibrium of forces. Guiding by this idea, a liquid infusion method was adopted by supplying the PHP mud from the hole top. Test results indicate that this method is very effective for hole wall protecting and thief zone plugging and keeps the mud cake stable on hole wall.