



关于漏失层分类方法和合理堵漏工艺的探讨

中南矿冶学院

陈志超

钻孔冲洗液漏失是钻进复杂地层时最常见的一种现象,也是至今还未能有效地解决的一个难题。为了提高堵漏效果,多年来国内外不少部门和学者提出过许多漏失层的分类方法和消除漏失的措施。然而由于这些方法存在某些缺点,不能完全反映漏失的客观规律,使用条件有一定局限性,故未能得到普遍的采用。因此根据能反映漏失客观规律的漏失层特性,更合理地解决它的分类问题,并在这个基础上确定相应的堵漏材料种类、规格、用量和合理的堵漏工艺,对于进一步做好漏失层的处理工作,是很有现实意义的。

本文在总结前人经验的基础上,对这些问题提出一些探讨性的意见。

现有漏失层分类方法及其存在问题

从五十年代以来,不少学者提出过许多分类方法,按照他们划分漏失层的准则大约可归纳为下列几种:

1.按钻孔冲洗液量上返程度或孔内水位高低进行分类。这是目前野外队常用的方法。按返水情况分为轻微漏失、中等漏失和严重漏失。苏联学者 Я. А. 舒瓦罗奇于1951年最早提出的方法也属于这一类。他按照地层的吸收情况和孔内水位高低把漏失层分为轻微吸收、吸收、强吸收、冲洗液漏失、强漏失和严重漏失六类。

这种分类方法虽然比较直观,有一个相对的数量概念,但是不能反映漏失层的物理性质和水力特性,因而方法本身是相当粗糙的,不能有效地指导处理漏失工作的进行。

2.按地层漏失能力系数或漏失强度系数分类。提出过这种方法的有苏联 А. А. 加伊沃罗恩斯基、Б. М. 沙伊杰罗夫、П. М. 加恩、В. И. 米谢维奇和 Н. И. 季特科夫等人。其中以漏失能力系数 k 进行分类的方法较为人们所熟悉。即:

$$Q = \sqrt{\frac{\pi g d^5 H}{8 \lambda l}}$$

$$\text{令 } k^2 = \pi g d^5 / 8 \lambda l$$

$$\text{则 } k = \frac{Q}{\sqrt{H}} = \frac{Q}{\sqrt{H_{\text{动}} - H_{\text{静}}}}$$

式中 Q —液体漏失量 (米³/小时); H —动静水位差表示的压头 (米水柱); d —通道直径 (米); l —通道长度 (米); λ —水力阻力系数; g —重力加速度。

这种分类方法的系数 k ,在一定程度上反映了漏失层的物理性质和水力特征,故在相当时间内,得到不少单位的采用。但是这个方法在测定 k 值时,要求往孔内压送液体一小时甚至更多时间,才能得到稳定的压力降,液体消耗大,未能广泛地被采用。

3.按漏失强度 (单位时间漏失量) 或比较漏失强度分类。这种方法以 В. И. 米谢维奇、И. И. 拉费柯、М. С. 维纳尔斯基和 В. Ф. 罗德热罗斯等人为代表。典型的公式是:

$$Q = \frac{0.785 d^2 h_n}{t_n}$$

式中 Q —漏失强度 (米³/小时); d —孔径 (米); h_n — t_n 时间内水位降低值 (米); t_n —水位从 h_{n-1} 下降到 h_n 所需时间 (分钟)。

显然,这种方法对漏失层的物理特性和水力特性研究得不够。如漏失通道的形状、大小和连通情况等是决定堵漏材料规格、数量的重要依据,公式中没有反映。

4.按漏失通道大小分类。这种分类法从理论上和实践上都可以认为是一种较理想的方法。但国内某些单位提出这种方法时,只是按照漏失后孔内残留的泥浆柱压力来间接反映漏失通道的大小,方法本身尚不够完善,有待今后继续工作。

5.按钻孔产生漏失后造孔的复杂情况,用统

计方法划分漏失层。这是 Ф. Е. 阿加耶夫于1980年提出的方法。这种分类法建立在统计分析基础上, 可以得出接近于实际情况的结论, 有利于指导生产, 但必须有充分的统计资料, 对于新区的勘探工作是受到限制的。

由此可知, 目前现有的对漏失层分类的方法, 都存在一定的局限性。必须考虑能反映漏失规律的新的分类准则, 才能圆满地解决这个问题。

关于漏失层特征参数的确定

冲洗液在漏失层中的运动规律是比较复杂的, 因此在确定新的漏失准则之前, 必须对反映漏失层特征的基本参数有个明确的认识, 才能找出它们之间的内在关系。根据长期与漏失作斗争的实践, 可以认为这类参数, 基本分为两大类:

1. 与漏失层岩性有关的物理参数 如漏失通道的形状、大小, 通道的曲折度、楔形度和通道壁的粗糙度, 漏失层厚度及其被打开的裂隙数量和连通性等。

2. 水力参数 冲洗液比重、粘度、漏失量, 漏失层的作用半径, 钻孔内动静水位差或漏失层的剩余压力, 钻孔直径和冲洗液流态即层流或紊流等。

目前能较充分反映这些参数的关系式是 В. И. 米谢维奇确定的一套公式。他认为既然漏失层是裂隙的、空洞的和多孔性的地层, 那么, 当它们被打开以后, 最极端的条件是孔内液体在这些岩层中同时按不同的规律发生流动: 第一是裂隙的和空洞的介质, 按舍齐—克拉斯诺波尔斯基的乘方定律; 第二是中等多孔性介质按达西定律; 第三是细多孔性介质, 按不同规格孔隙中具有原始压力梯度的过滤定律。这样, 在漏失层中的漏失过程可用下式来描述:

$$Q = K_1 \Delta P^{0.5} + K_2 \Delta P + K_3 \Delta P^2$$

对于第一种介质其关系式是:

$$\Delta P = b Q^2$$

上式可改写为: $Q_1 = K_1 \sqrt{\Delta P}$

$$\text{而 } K_1 = \frac{1}{\sqrt{b}} = \frac{2\pi}{\sqrt{\rho/c h R_c}}$$

式中 ΔP —引起液体在地层中运动的压力降

(公斤力/厘米²); Q_1 —液体流量 (米³/昼夜); K_1 —第一种介质的吸收系数 (米³/昼夜/公斤力/厘米²); ρ —液体密度 (克/厘米³); c —惯性阻力系数; h —地层厚度 (米); R_c —钻孔半径 (米)。

对于第二种介质按达西定律:

$$Q_2 = K_2 \Delta P$$

$$K_2 = \frac{2\pi k h}{\mu \cdot \ln R_k / R_c}$$

式中 Q_2 —第二种介质的液体流量 (米³/昼夜); K_2 —吸收系数 (米³/昼夜/公斤力/厘米²); k —渗透系数 (达西); μ —运动粘度 (泊); R_k —液体作用半径 (米)。

对于第三种介质的流量公式:

$$Q_3 = K_3 \Delta P^2$$

$$K_3 = \frac{\pi k_{03} \cdot h \cdot \omega}{2\mu (\sqrt{R_k} - \sqrt{R_c})^2}$$

式中 k_{03} —当压力梯度等于 $(\frac{dP}{dY})_0$ 时, 第三种介质的渗透系数 (达西); ω —原始压力梯度的倒数, $\omega = 1 / (\frac{dP}{dY})_0$; 其余符号同前。

因此, 同时发生在三种介质中的液体运动, 其总的流量等于在每种介质中单独流动时的流量之和:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$= K_1 \Delta P^{0.5} + K_2 \Delta P + K_3 \Delta P^2$$

显然, 漏失层可以是三种介质中的三种、两种或其中一种的配合关系, 因而相应的漏失数学模式可由下列七种公式中的一种来表示:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = K_1 \Delta P^{0.5} + K_2 \Delta P + K_3 \Delta P^2$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = K_1 \Delta P^{0.5} + K_2 \Delta P$$

$$Q = Q_1 + Q_3 = K_1 \Delta P^{0.5} + K_3 \Delta P^2$$

$$Q = Q_2 + Q_3 = K_2 \Delta P + K_3 \Delta P^2$$

$$Q = Q_1 = K_1 \Delta P^{0.5}$$

$$Q = Q_2 = K_2 \Delta P$$

$$Q = Q_3 = K_3 \Delta P^2$$

这种按照流体动力学研究的数据来确定漏失层参数的方法是比较科学的, 也是较为全面的。它对于正确评价处理漏失工作的复杂程度和对漏

失层进行合理分类, 都有指导意义。

当然, 要作到最有效地选择堵漏材料的数量和组分, 以及合理的堵漏工艺, 还必须了解漏失层的空间结构即打开的漏失通道的形状和大小。目前致力于这方面的工作方法有直接法和间接法。直接法是靠孔内电视、孔内照相和孔壁打印器等仪表和器具直接下入孔内进行观测。这类方法直观可靠, 但使用的仪器设备较为复杂, 有一系列明显缺点, 而限制它应用的可能性。近年来, 国外着重注意根据动水力学研究间接确定的方法, 也有按照钻进过程中取出的岩屑或堵漏时注入漏失层的粒状填充物规格来间接确定的。

В. И. 米谢维奇指出, 按照动水力学研究结果, 可以确定总的吸收系数 K_c 和三种漏失介质的吸收系数 K_1 、 K_2 、 K_3 和它们与通道大小间的内在关系。系数 K_1 表示在漏失层存在裂隙—空洞区, 通道规格从小于 1 毫米到若干厘米。系数 K_2 表明漏失层存在中等多孔性区, 通道规格从几十微米到小于 1 毫米。系数 K_3 表示漏失层存在细的多孔性区, 通道规格从 1 微米到几十微米。

当然, 确定裂隙岩层通道规格的结论公式是 М. С. 维纳尔斯基和 Г. А. 别洛乌索夫给出的。他们认为对于单一裂隙性岩层, 吸收系数的大小主要取决于漏失通道壁的粗糙度、楔形度、曲折度、局部压头损失等因素, 可用下式表示:

$$K_1 = \frac{1}{12} \cdot \frac{\gamma}{\mu} \cdot \frac{m_T \delta^2}{\epsilon_{III} \epsilon_T \epsilon_K \epsilon_H \epsilon_M}$$

式中 γ —液体密度; μ —粘度系数; m_T —裂隙的孔隙度; δ —被打开的裂隙大小; ϵ_{III} 、 ϵ_T 、 ϵ_K 、 ϵ_H 、 ϵ_M —考虑粗糙度、粗糙度类型、楔形度、曲折度、局部损失等影响相应的系数。

注意到吸收(过滤)系数和渗透系数之间的关系, 得出一般裂隙的渗透系数为:

$$k = R_c^2 \cdot \mu / 12 \gamma T' h$$

式中 R_c —钻孔半径(在液柱水位变化的孔段)(厘米); μ —液体粘度(厘泊); γ —液体密度(克/厘米³); T' —在 $\Delta P - \lg T$ 曲线图上可查到的时间(秒); h —漏失层厚度(厘米)。

经过数据处理, 得出对水平裂隙的大约平均值为:

$$\text{泥浆: } \delta_{\text{水, 平均}} = 0.826 \cdot 10^{-2} \sqrt[3]{\frac{R_c^2 \cdot \mu}{\gamma T'}} \quad (\text{厘米})$$

$$\text{清水: } \delta_{\text{水, 平均}} = 0.826 \cdot 10^{-1} \sqrt[3]{\frac{R_c^2}{T'}} \quad (\text{厘米})$$

当打开的裂隙为垂直裂隙时, 漏失通道的大概平均值为:

$$\text{泥浆: } \delta_{\text{垂, 平均}} = 2.41 \cdot 10^{-3} \sqrt[3]{\frac{R_c^2 \cdot \mu}{\gamma T' m_T h}} \quad (\text{厘米})$$

$$\text{清水: } \delta_{\text{垂, 平均}} = 0.763 \sqrt[3]{\frac{R_c^2}{T' h}} \quad (\text{厘米})$$

按短时间的动水力学试验及其他方法, 可以找到打开通道的平均值与最大值之间的对比关系: $\delta_{\text{垂, 最大}} = 5.13 \delta_{\text{垂, 平均}} + 0.51$

按照上述公式决定的通道值和用直接法或其他方法决定的数值大致是相当的。因此, 可据以选择堵漏物质的种类、规格和数量。

对于第二类和第三类介质, 由于通道过小, 显然在数量上进行精确的计算, 意义是不大的。

关于合理分类方法的设想

对比上述分类方法和关于漏失层参数确定的讨论, 可以认为按照不同漏失层的结构特征, 来选择它的漏失(过滤)数学模式, 能基本反映漏失层的客观规律, 这是漏失层分类的一个基础。而通道的形状和大小, 又是决定堵漏材料规格和性能选择最关键的因素。至于漏失强度又是表示漏失层在一定具体条件下的吸收能力, 它也是决定堵漏材料用量和性能的重要依据。虽然漏失系数也能反映这一基本关系, 但不如漏失强度直观和实用, 现场人员不易掌握。因此, 以不同过滤模式为基础, 以被打开的通道空间大小 δ 和漏失强度 Q 为准则来进行漏失层分类是较为合理的, 它比现有分类方法具有更广泛的意义。

设 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 代表三种介质的漏失量。对于裂隙—空洞地层, 由于其通道规格变化大, 设 $\delta_A = 1 \sim 3$ 毫米, $\delta_B = 3 \sim 7$ 毫米, $\delta_C = 7 \sim 15$ 毫米, $\delta_D = 20 \sim 30$ 毫米以上, 根据排列组合可得:

1. $Q_1 Q_2 Q_3 \delta_A$; $Q_1 Q_2 Q_3 \delta_B$; $Q_1 Q_2 Q_3 \delta_C$
2. $Q_1 Q_2 \delta_A$; $Q_1 Q_2 \delta_B$; $Q_1 Q_2 \delta_C$
3. $Q_1 Q_3 \delta_A$; $Q_1 Q_3 \delta_B$; $Q_1 Q_3 \delta_C$

漏失地层分类表 表 1

类型	组别	级别	漏失层特征	组合关系	数学模型	通道值 (毫米)	漏失强度 (米 ³ /小时)	处理方法	备注
单一漏失层	A	I	细孔隙	$Q_1 \delta_1$	$Q_1 = f(\Delta P_1)$	< 1	渗漏	清水换泥浆或泡沫泥浆	
		II	中等孔隙	$Q_1 \delta_1$ $Q_2 Q_1 \delta_1 \delta_2$	$Q_2 = f(\Delta P_2)$ $Q_1 + Q_2 = f(\Delta P_{1,2})$	1 ~ 2	1 ~ 3	提高泥浆粘度、切力, 泡沫泥浆钻进; 冻胶泥浆堵漏	可加锯末作充填剂
		III	小裂隙	$Q_1 \delta_1$	$Q_1 = f(\Delta P_1)$	1 ~ 3	3 ~ 5	带充填剂泥浆; 凝固性冻胶泥浆; 低比重水泥浆堵漏	片状、纤维状充填物
		IV	中等裂隙	$Q_1 \delta_1$	$Q_1 = f(\Delta P_1)$	3 ~ 7	5 ~ 10	带充填物的水泥基速凝混合物堵漏(反循环)	充填物规格 1 ~ 5 毫米
		V	大裂隙	$Q_1 \delta_1$	$Q_1 = f(\Delta P_1)$	7 ~ 15	10 ~ 15	带充填物的速凝堵漏膏带充填物的水泥粘土速凝混合物(碎条橡皮屑)	充填物规格 5 ~ 10 毫米, 混合使用
		VI	特大裂隙或小溶洞	$Q_1 \delta_1$	$Q_1 = f(\Delta P_1)$	20 ~ 30 以上	有进无出, 超过水泵工作能力	网袋注水泥法, 交管注入速凝混合物, 并加充填剂; 下套管隔离	充填物规格 10 ~ 20 毫米不等
两种复合层	B	VI	小裂隙及细中孔隙层	$Q_1 Q_2 \delta_1$ $Q_1 Q_2 \delta_1$	$Q_1 + Q_2 = f(\Delta P_{1,2})$ $Q_1 + Q_2 = f(\Delta P_{1,2})$	< 1 ~ 3	4 ~ 6	凝固性冻胶泥浆; 低比重水泥浆堵漏(泵送)	加入锯末、云母片等
		VII	中裂隙及细中孔隙层	$Q_1 Q_2 \delta_1$ $Q_1 Q_2 \delta_1$	$Q_1 + Q_2 = f(\Delta P_{1,2})$ $Q_1 + Q_2 = f(\Delta P_{1,2})$	< 1 ~ 7	6 ~ 12	带充填剂的水泥或粘土水泥基的速凝物	用 1 ~ 5 毫米混合充填物
		IX	大裂隙及细、中孔隙	$Q_1 Q_2 \delta_1$ $Q_1 Q_2 \delta_1$	$Q_1 + Q_2 = f(\Delta P_{1,2})$ $Q_1 + Q_2 = f(\Delta P_{1,2})$	< 1 ~ 15	10 ~ 18	带充填物的粘土水泥速凝混合物, 带充填物的堵漏膏	用复合充填物, 规格 3、5、10 毫米不等

漏失地层分类表 续表 1

类型	组别	级别	漏失层特征	组合关系	数学模型	通道值 (毫米)	漏失强度 (米 ³ /小时)	处理方法	备注
三种复合漏失层	C	X	小裂隙及细中孔隙层	$Q_1 Q_2 Q_3 \delta_A$	$Q_1 + Q_2 + Q_3 = f(\Delta P_{1,2,3})$	1~3	5~8	冻胶泥浆堵漏: 带充填物防漏泥浆、低比重水泥浆堵漏	充填物用锯末、核桃壳、短纤维
		Ⅱ	中裂隙至细、中孔隙	$Q_1 Q_2 Q_3 \delta_B$	$Q_1 + Q_2 + Q_3 = f(\Delta P_{1,2,3})$	1~7	7~12	带充填剂的水泥或粘土水泥基的速凝混合物	用复合充填物, 规格1~5毫米不等
		Ⅲ	大裂隙及细、中孔隙	$Q_1 Q_2 Q_3 \delta_C$	$Q_1 + Q_2 + Q_3 = f(\Delta P_{1,2,3})$	1~15	10~18	带充填物的速凝混合物、带充填物的堵塞膏	用复合充填物 2~10毫米不等

4. $Q_1 \delta_A$; $Q_1 \delta_B$; $Q_1 \delta_C$; $Q_1 \delta_D$

5. $Q_2 \delta_2$; $Q_3 \delta_3$; $Q_2 Q_3 \delta_2 \delta_3$

考虑 Q_2 、 Q_3 与 Q_1 相比, 其值不大, 故可将 2 组与 3 组合并, 5 组中的前后两项合并, 经过整理, 可将漏失层分为三组十二级。

A 组 (单一漏失层): $Q_3 \delta_3$; $Q_2 \delta_2$ (含 $Q_2 Q_3 \delta_2 \delta_3$); $Q_1 \delta_A$; $Q_1 \delta_B$; $Q_1 \delta_C$; $Q_1 \delta_D$ 。

B 组 (两种复合漏失层): $Q_1 Q_2 \delta_A$ (含 $Q_1 Q_3 \delta_A$); $Q_1 Q_2 \delta_B$ (含 $Q_1 Q_3 \delta_B$); $Q_1 Q_2 \delta_C$ (含 $Q_1 Q_3 \delta_C$)。

C 组 (三种复合漏失层): $Q_1 Q_2 Q_3 \delta_A$; $Q_1 Q_2 Q_3 \delta_B$; $Q_1 Q_2 Q_3 \delta_C$ 。

各类漏失层的特性如表 1 所示。

关于堵漏材料的选择 和合理堵漏工艺的探讨

众所周知, 按堵漏原理分类, 处理漏失的方法有压力平衡法, 堵塞胶结法和隔离法。压力平衡法一般是在漏失强度不太大的情况下, 通过降低冲洗液的比重, 使孔内液柱压力接近或平衡漏失层压力, 以维持冲洗液循环和持续钻进的一种方法, 对付轻微漏失是行之有效的。隔离法主要是指漏失强度大又不能用其他方法解决时, 下入套

管把漏失层隔离。这两种方法的选择条件比较单一, 在这里不再赘述。下面着重讨论在大多数情况下使用堵塞胶结法的材料选择和堵漏工艺问题。

(一) 堵塞胶结材料的类型及其选择

按材料的固结性可分为两大类: 一是以堵塞为主的非凝固性材料, 另一是以胶结作用为主的凝固性材料。

非凝固性材料如浓泥浆、冻胶泥浆、石灰乳泥浆、聚丙烯酰胺泥浆的絮凝物和交联物、带惰性充填料的堵漏泥浆及粘土球等。这类堵漏物质进入漏失通道后, 或者本身形成凝胶状态, 或者靠絮凝物的压紧作用和充填物的充填作用而把通道堵住。在冲洗液循环之后, 可以承受孔内液柱与地层间的压力差而不漏失。

显然, 这类材料只适用于漏失量不太大, 通道为中小裂隙或孔隙的漏失层。

凝固性材料如水泥浆、以水泥或粘土为基础的速凝混合浆液和带充填剂的堵塞膏等, 一些速凝的化学浆液也属于这一类。这类物质注入钻孔以后, 一般都能在有水的环境下经化学作用和物理作用, 从浆体变成石状体或具有一定机械强度的弹性体或土状物。它们大部分进入孔壁附近漏失通道内, 小部分停留在漏失层附近的孔段里, 凝

凝固性泥浆配方及性能

表 2

凝固泥浆组成, % (按体积)			泥浆 比重 (克/厘米 ³)	甲醛 浓度 (%)	各种不同温度下的初凝时间(分)					
TC-10	甲醛	泥浆			0℃	5℃	10℃	20℃	30℃	40℃
25	15	60	1.1	33	600	400	300	150	80	40
25	14	61	1.1	33	650	500	345	170	85	45
25	15	60	1.1	37	500	340	250	120	60	35
25	14	61	1.1	37	500	380	280	135	70	40
25	15	60	1.1	33	500	300	225	110	60	30
25	14	61	1.4	33	510	350	225	125	65	35
25	15	60	1.4	37	360	240	180	90	45	25
25	14	61	1.4	37	410	260	205	100	50	30

表 3

水泥浆: 凝固泥浆	0:10	1:9	2:8	3:7	4:6	5:5	6:4	7:3	8:2	9:1	10:0
凝结时间(时-分)	1-02	0-24	0-20	0-22	0-31	0-30	0-42	2-10	5-50	7-05	7-20

固以后和漏失通道壁的岩石胶结一起而达到堵漏目的。

这类材料常用于中等和强烈漏失的地层。当和一定规格的充填料配合使用时,则堵漏效果更好。当然,象流动性较好的水泥净浆,也可在轻微和一般漏失情况下使用。

当前国内在这方面的主要问题是堵漏材料品种少,规格不全,性能不合要求,对速凝混合浆液和堵塞膏的研究尚嫌不够,今后必须予以加强。

下面介绍几种国外有效的堵漏配方,以供参考:

1.凝固性泥浆堵漏 这种混合液的组成按体积计,泥浆占58~65%,甲醛液占10~16%,酚醛树脂液TC-10占20~30%。它具有较好的工艺特性和化学性能,可在孔内静止温度为0~40℃范围内使用。凝结和固化时间随酚醛、甲醛、环境温度和泥浆原始处理能力而变。表2是它的一些基本性能指标。

凝固泥浆还可与水泥浆交替混合,以进一步缩短凝固时间。使用时先注入水灰比为0.5的水泥浆,然后再注入凝固泥浆,让两者在漏失层接触形成新的混合物。两者比例及其凝固时间如表3。

由表可知,当比例从1:9到6:4时,凝结时间可比原来凝固泥浆缩短50~25%。

2.由水泥和泥浆配成的具有高堵塞能力的混合浆液 基本配方是:水泥不少于20~24公斤,泥浆60~100升,另加入混合液体积0.001~0.01%的高聚物絮凝剂。由于浆液的大量失水和高聚物的絮凝作用,在漏失层裂隙中产生大量固相沉淀而达到堵漏目的。

3.带空间晶格的速凝混合物 由粘土水泥浆加6~8%的CaCl₂配制而成。材料用量是:水泥20~24公斤,橡胶乳6升,水泥在低粘土泥浆中配制,泥浆配方为每立方米清水加40~50公斤粘土粉。

4.堵塞膏 以水泥和粘土粉为基础,配制时加一份柴油。也有由水泥、聚丙烯酰胺和氯化钙组成的水泥膏,其配方是:水泥100:PAM0.14~0.2:CaCl₂2.5~5:水60。

5.粘土橡胶乳堵塞混合物 它适用于强烈漏失且有地下水流动的漏失层。它由高浓度的(50~60%)橡胶乳和泥浆按1.0:0.5~1:2的比例混合而成。浆液有好的流动性,并在流动期间保持这个性能。挤到漏失层后,塑性强度逐渐提高,最后形成具有高弹性的类似橡胶的物质。这类混合物也可采用低浓度(25~30%)的橡胶乳配制。

除选择合适的速凝混合液或堵塞膏外,根据不同通道规格选择合适的充填料,也是保证堵漏成功不可缺少的物质。充填物有粒状、片状和纤维状等多种,品种繁多,在国外早已作为堵漏物质而商品化生产。效果较好的如核桃壳粉、云母片、橡胶屑、细绳状纤维、切碎的纺织物等,在国外都得到应用。国内一些研究单位近年来也致力于充填剂的研究与应用,并已取得可喜的效果。

为了适应各种漏失通道规格堵漏的需要,充填物的规格应多样化。既有适合于水泵输送的、尺寸较小的充填剂,也应生产尺寸较大、适于孔口投入的充填剂。

实践还证明,要提高堵漏效果,最好不同形状、不同规格的充填物混合使用,这样可以使它们在漏失通道中充分发挥“桥接”、“充填”的有效作用。

最后还应强调一点,在选择堵塞胶结材料时,应尽量使混合液的比重降低,这样有利于提高堵漏效果和减少材料消耗。美国和加拿大近年来相继研制成功的高强度超轻水泥浆,其比重可以接近水的比重甚至比水还轻。苏联也研制成一种固井水泥的轻质添加剂。它是一种由酚醛树脂或脲醛树脂充氮而成的微泡,加入水泥浆后可使比重降低到 1.3克/厘米^3 以下,从而保证了在漏失条件下水泥浆的上返高度。

(二) 关于合理灌注工艺的探讨

目前国内在堵漏工作中,使用最广泛的注浆方法是钻杆泵送法,这在漏失通道规格较小,浆液流动性较好的情况下是可行的,如使用浓浆、速凝混合液或堵塞膏堵漏,泵送就相当困难。使用孔内输送器灌注,在相当程度上可以解决输送问题,但由于孔内输送器容量小,使用不太方便,除灌注化学浆液外,未能为现场广泛采用。能够解决上述矛盾的途径有:

1. 反循环注浆法 这种注浆方法具有环空面积大,避免堵塞钻杆,利于泵送浓浆,孔内可闭压候凝等优点。国外使用证明,这种方法具有足够的效能,安全可靠。在一定的地质技术条件下,甚至可考虑作为一种基本注浆方法。

2. 孔口注入法 对于粘度很高的速凝混合液

或堵塞膏建议采用这种方法。注入前应按漏失通道大小和漏失强度计算好注浆量。浆液利用压差原理,自动下行到某一孔段,当孔内水位低,浆液比重大时,可自动下行到漏失孔段。如孔内水位高,孔内液柱压力不够,则注浆后须注入定量的压浆液体,使浆液大部分辐射入漏失层内一定范围,小部分则残留在孔内,充满漏失孔段,在孔内液柱压力和漏失层压力之间达到平衡条件下凝固。

3. 交替泵送注浆法 适用于灌注速凝混合液和堵塞膏。即将浆液的速凝组份与基本组份分两次用水泵先后注入,让两者在漏失层内混合速凝。为了避免两者在输送过程直接混合变稠,可在中间加适量清水作隔离液。

4. 隔离溶洞层的注浆工艺 隔离大小为 $1\sim 3$ 米左右的溶洞层,国内外都有使用网袋注入水泥堵漏的成功经验。今后值得继续推广使用。对于网袋的规格,结构和耐压强度还应作进一步的改进。苏联近年来由于使用能耐 50 大气压的高强度弹性套,使堵漏的成功率在所有情况下都能达 100% 。

(三) 初步结论

1. 要提高堵漏效果,必须对堵漏材料和堵漏工艺进行合理的选择与配合。

2. 细和中等孔隙漏失层,以采用泡沫泥浆和带规格较小的充填剂泥浆处理为主。必要时也可采用流动性好的水泥净浆以泵送法进行处理。如能选用低比重水泥浆则更好。

3. 裂隙性漏失,应以堵塞胶结法处理为主,漏失通道不大,可考虑选用非凝固性堵漏材料,如带小规格充填剂的冻胶泥浆,或聚合物泥浆絮凝堵漏等。

当漏失通道较大,漏失强度超过 $10\text{米}^3/\text{小时}$,则应以速凝混合物堵漏为主,配以相应规格的充填剂,能用反循环泵送最好,如浆液浓度大,则可采用孔口注入法或交替注浆法。

当漏失通道更大,漏失更严重时,可考虑采用浓度更大的堵塞膏,充填材料的规格也要相应增大,并选用复合规格和形状的充填剂。

4. 溶洞性漏失在可能条件下应尽量采用网袋(弹性套)注水泥堵漏。各种处理方法见表1。

参 考 文 献

- [1] Крылов В. И., Изоляция поглощающих пластов в глубоких скважинах, М., 1980
- [2] Шарутин А. С., Есьман Б. И., Бурение скважин при проходке поглощающих горизонтов, М., 1964
- [3] Агаев Ф. Е., Применение методов статистического анализа при решении задач классификации поглощающих скважин, «Изв. вузов. Нефть и газ», 1980, № 4
- [4] Курочкин Б. М., Основные направления работ ВНИИГТ в области борьбы с поглощениями бурового раствора при проходке скважин, «Бурение», 1980, № 10
- [5] Курочкин Б. М., Основные направления работ ВНИИГТ по применению латексов при борьбе с поглощениями бурового раствора, «Бурение», 1980, № 12
- [6] Курочкин Б. М. и др., Опыт применения глинолатексной тампонажной смеси для ликвидации поглощений бурового раствора, «Бурение», 1982, № 1
- [7] Крылов В. И., Состояние и пути повыше-

ния по борьбе с поглощением при бурении скважин, «Нефт. х-во», 1982, № 1

[8] Даценко Ю. Т., Изоляция поглощающих горизонтов пакетирующей БСС., «Разведка и охрана недр», 1982, № 1

[9] Белкин О. К., Евсеев В. А., Ликвидационное тампонирующее и изоляция с помощью ОГР., «Разведка и охрана недр», 1981, № 1

[10] Белкин О. К., Евсеев В. А., Изоляция зон поглощения, «Разведка и охрана недр», 1982, № 2

[11] Сигдыков Г. А., Гайсин Р. М., Валямов Р. Г., Опыт регистрации параметров характеризующих зону поглощения при ее исследовании и изоляции, «Бурение», 1980, № 7

[12] Курочкин Б. М., Технология тампонирующего зон поглощения в осложненных условиях при равенстве давлений в системе пласт. скважина, «Нефт. х-во», 1980, № 2

[13] NL Baroid petroleum services "Manual of drilling fluids technology" —Lost circulation, Vol. umc, Section 9.

[14] Ripley H. E. Ultra- low density cementing composition. J. Can. Petro. Technol., vol. 20, № 1 Jan- March 1981, № 1

魔芋胶无固相适度交联液的试用效果

湖南冶金二四五勘探队

陈孝钦 袁罗生

我队自1979年在渣滓溪矿区推广金刚石钻进以来,突出的问题是矿区含矿破碎带—F₃断层的取芯问题。该断层厚度大,岩石破碎,水敏性极强,我们曾用过单动双管钻具、无泵钻进、泥浆护壁和灌注水泥护壁等措施,但效果都不好。1982年6月,在中南矿冶学院探工教研室的指导下,我们进行了两次魔芋胶无固相适度交联液的试验,收到了比较明显的效果。

9/ZK 1 孔的试验情况

该孔设计孔深690米,倾角80°,钻进到662.6米遇F₃断层顶板,继续钻进4.8米,取芯率只有55%,岩芯很不完整,达不到地质设计要求。在

这种情况下,试用了魔芋适度交联液。魔芋粉为A型。魔芋原液(浓度为3500ppm)是在桶内人工搅拌10分钟后,倒入池中用水泵循环搅拌3小时,使魔芋胶粒分散稳定,然后加入硼砂溶液(浓度700 ppm)进行交联。

原先在600多米孔深使用癸酯钠皂作冲洗液时,从开泵到孔口返水要十多分钟。现用魔芋胶适度交联液仅两分钟就见返水,说明这种交联液堵漏作用是显著的。钻进前,钻具差5.8米不到底,用交联液扫孔,两小时即到底,钻第一个回次时情况正常,未发现掉块和其他异常现象。该回次进尺1.8米,取芯率达99%,接着连续钻了五个回