

初论影响粘土固化浆液在地层中扩散半径的因素

王星华 曾祥熹
(中南工业大学)

1 影响浆液在地层中扩散半径的各因素

在注浆施工中粘土固化浆液在注浆压力的作用下被压入到多孔的裂隙地层中,其在裂隙地层中的运动规律及运动距离的大小受诸多因素的影响,本文将分别进行分析探讨。

1.1 泵压的影响。在注浆施工时,注浆时的泵压为浆液在裂隙地层中的运动提供能量。这个压力大,浆液所具有的动能就大,其在地层中运动的距离就远。因此浆液扩散半径与注浆压力成反比。

1.2 浆液粘度的大小反映了其内部分子之间相互吸引力的大小。粘度越大,浆液运动时的内部阻力就越大,在同样泵压条件下,其在地层中运动距离就越短,即浆液扩散半径与其粘度成反比。

1.3 在注浆过程中,注入的浆液量决定了注浆帷幕体积的大小。注浆量越大,注浆帷幕体积就越大,浆液的扩散半径就越大。

1.4 地层孔隙率是地层中空穴多少的一种度量值。地层孔隙率越大,地层中空洞裂隙就越多,其中相互连通的通道就越多,浆液在其中的运动就越方便。在同样泵压条件下,浆液在地层中运动的距离就越远。另一方面,孔隙率越大,在同样体积岩层中注浆所需浆液量就越大。因此,孔隙率越大,则分两种情况:孔隙连通性好则浆液扩散半径与孔隙率成正比;如孔隙连通性较差,则浆液扩散半径与孔隙率成反比。

1.5 地层中的岩石是个非均质体,其在各个方向都表现出各向异性。同样,地层中孔隙在各方向上的连通性也不一样,所以地层的各向异性表现出浆液在各方向运动距离的不一致性。

1.6 所注地层的厚度反映了所需浆液量的大小。所注地层厚度越大,形成整体帷幕所需浆液量就越大,浆液的扩散半径就越小。

1.7 当地层具有一定倾角时,则所注浆液除了受到注浆压力作用外还受到一重力的作用,而使浆液沿地层倾斜方向的运动速度大于其它方向。因此沿地层倾向浆液的扩散半径大于其它各方向。

1.8 地层中裂隙密度与孔隙率一样,是地层中裂隙的度量值。它从另一个角度反映了地层中裂隙数量的多少。裂隙密度大,它们相互连通的几率就大,注浆时能接受的浆液的裂隙就多,浆液就容易进入到裂隙中去。

1.9 地层中裂隙的多少还能用另外一个指标来衡量——裂隙的组数,组数越多,表示地层中的裂隙越发育,注浆时,要达到同样的扩散半径,所需浆液量就越大。

1.10 注浆孔半径越大,裂隙为钻孔透过的面积就越大,单位时间内注入的浆液就越多,浆液在地层中的运动就越顺利,浆液扩散得越快。所以浆液扩散半径与注浆孔半径成正比。

2 影响浆液扩散半径的主要因素

在注浆施工设计中,一旦确定所注地段之后,那么所有的地层参数就是固定不变。在注浆过程中所变化的参数就只有三个了:注浆压力、注浆量及浆液的粘度。

注浆量的大小由所形成的堵水帷幕的大小所决定,而注浆压力只与浆液在地层中运动时所遇到的阻力有关。在实际工作中唯一可调的影响浆液扩散半径大小的因素是浆液本身的粘度。在施工中可以调整浆液的粘度以调整浆液扩散半径。在同样压力条件下,为了能达到较大扩散半径,减小注浆孔间距和施工成本,可以将浆液粘度降低,反之则应提高粘度。同样,在同样的注浆孔间距的条件下,为了能充分利用低压设备,也可用降低浆液粘度的办法来达到这一目的。但在另一种情况下:即地层具有流动地下水及地下水流速较大和大溶洞时,为了减少浆液的流失量,则必须加大浆液的粘度。

1993年上半年在江西城门山铜矿的注浆施工中,我们就是通过调整浆液的粘度来控制浆液的流失及其扩散半径的。

江西城门山铜矿是我国拟建中的以铜硫为主的大型多金属矿山。此次注浆施工在矿区东侧的一个

陡倾斜的大断裂带上,其水文地质条件复杂,岩溶率高(达15%以上),导水率高(断裂带中高达 $830\text{m}^2/\text{d}$)。在注1孔注浆时,开始时,浆液粘度仅为 $30\sim 40\text{s}$ (漏斗粘度,以下同),注浆压力一直上不来,直到浆液注入量达 85m^3 以后,压力才升到 1.0MPa 左右。而在注2孔注浆时,为了减少浆液的流失,从开始就使用高粘度的浆液注浆,开始时浆液粘度为 75s 左右,注浆压力很快就建立起来了,仅注入 4m^3 左右的浆液,注浆压力就达 1.0MPa 左右,从而减少了浆液的流失。所以注2孔的注浆量仅 235.03m^3 ,而注1孔注浆量达 583.03m^3 。通过检查证实浆液扩散半径超过设计要求,达到 8m 以上。

从以上分析可知,影响浆液扩散半径的主要因素为浆液本身的粘度,综合考虑到其它因素,浆液扩散半径(R_d)与粘度(η)、注浆时的压力降(ΔP)、注浆量(V)、地层孔隙率(n)、地层厚度(T)、裂隙组数(C)

等因素之间存在一函数关系:

$$R_d = F\left(\frac{\Delta P \cdot C \cdot n}{\eta \cdot T}\right)$$

该函数关系非常复杂,故略去具体的计算公式

3 结论

3.1 粘土固化浆液是一种新型堵水胶结材料,用它建堵水帷幕,具有堵水效率高,成本低,使用周期长,并可用于软土地基的加固,含砂地层的固砂及涌砂的处理。

3.2 影响粘土固化浆液在地层中的扩散距离的因素有地质方面及工艺方面两大类。主要因素为浆液本身的粘度。

3.3 在注浆施工过程中,为了控制浆液在地层中的扩散半径的大小,通过调节浆液的粘度可达到这一目的。

《水文地质工程地质》1995年征订启事

《水文地质工程地质》双月刊创刊于1957年,由地质矿产部主管、中国水文地质工程地质勘察院主办,是面向全国水文地质工程地质专业的跨部门跨行业、在国内外公开发行的学术类期刊。

本刊力求及时全面地反映我国水文地质、工程地质、环境地质学科领域基础理论研究及最新科研成果。其内容包括:工程地质及岩土工程勘察、地下水资源勘查评价及开发利用、环境地质评价和相关专业新技术新方法的研究、应用及推广,以及国外先进经验和先进技术方法介绍。

刊物立论严谨,科学性、适用性强,覆盖面广,信息量大,满足科研、生产、教学多层次广大读者的需求,发行量居同类期刊之首。注册有“京海工商广字0079号”广告经营许可证,为用户创造良好的社会效益和经济效益。欢迎投稿,欢迎订阅,欢迎刊登广告。

本双月刊全国各地邮局均可订阅,邮局发行代号2—335。每期定价3.50元,全年6期共21.00元。如有漏订者,可直接与本编辑部联系。

地址:北京市海淀区大慧寺20号 邮编:100081 电话:(01)8350261 转4372或3279