

§ 6.2 渗透系数和导水系数

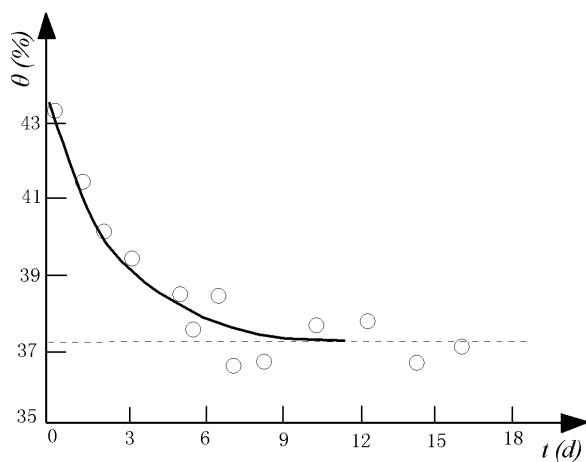


图 6-2 土壤含水率变化曲线

渗透系数又称水力传导系数,是描述介质渗透能力的重要水文地质参数。根据达西公式,渗透系数代表当水力坡度为 1 时,水在介质中的渗流速度,单位是 m/d 或 cm/s。渗透系数大小与介质的结构(颗粒大小、排列、空隙充填等)和水的物理性质(液体的粘滞性、容重等)有关。

导水系数即含水层的渗透系数与其厚度的乘积。其理论意义为水力梯度为 1 时,通过含水层的单宽流量,常用单位

是 m²/d。导水系数只适用于平面二维流和一维流,而在三维流及剖面二维流中无意义。

利用抽水试验资料求取含水层的渗透系数及导水系数方法视具体的抽水试验情况而定,下面就各种情况下的计算公式加以简述,其原理及具体计算步骤可参考地下水动力学相关教材。

一、单孔稳定流抽水试验抽水孔水位下降资料求渗透系数

1. 当 $Q \sim s$ (或 Δh^2) 关系曲线呈直线时,

$$(1) \text{ 承压水完整孔: } K = \frac{Q}{2\pi s M} \ln \frac{R}{r} \quad (6-9)$$

(2) 承压水非完整孔:

$$\text{当 } M > 150r, l/M > 0.1 \text{ 时, } K = \frac{Q}{2\pi s M} \left(\ln \frac{R}{r} + \frac{M-l}{l} \ln \frac{1.12M}{\pi r} \right) \quad (6-10)$$

$$\text{当过滤器位于含水层的顶部或底部时, } K = \frac{Q}{2\pi s M} \left[\ln \frac{R}{r} + \frac{M-l}{l} \ln \left(1 + 0.2 \frac{M}{r} \right) \right] \quad (6-11)$$

$$(3) \text{ 潜水完整孔: } K = \frac{Q}{\pi(H^2 - h^2)} \ln \frac{R}{r} \quad (6-12)$$

(4) 潜水非完整孔:

$$\text{当 } \bar{h} > 150r, l/\bar{h} > 0.1 \text{ 时, } K = \frac{Q}{\pi(H^2 - h^2)} \left(\ln \frac{R}{r} + \frac{\bar{h}-l}{l} \cdot \ln \frac{1.12\bar{h}}{\pi r} \right) \quad (6-13)$$

$$\text{当过滤器位于含水层的顶部或底部时, } K = \frac{Q}{\pi(H^2 - h^2)} \left[\ln \frac{R}{r} + \frac{\bar{h}-l}{l} \ln \left(1 + 0.2 \frac{\bar{h}}{r} \right) \right]$$

(6-14)

式中 K —渗透系数 (m/d);

Q —出水量 (m^3/d);

s —水位下降值 (m);

M —承压水含水层的厚度 (m);

H —自然情况下潜水含水层的厚度 (m);

$\bar{h}$ —潜水含水层在自然情况下和抽水试验时的厚度的平均值 (m);

h —潜水含水层在抽水试验时的厚度 (m);

l —过滤器的长度 (m);

r —抽水孔过滤器的半径 (m);

R —影响半径 (m)。

2. 当 $Q \sim s$ (或 Δh^2) 关系曲线呈曲线时, 采用插值法得出 $Q \sim s$ 代数多项式, 即:

$$s = a_1 Q + a_2 Q^2 + \dots + a_n Q^n \quad (6-15)$$

式中 $a_1, a_2, \dots, a_n$ —待定系数。 a_1 宜按均差表求得, 可相应地将公式中的 Q/s 和公式中

的 $\frac{Q}{H^2 - h^2}$ 以 $1/a_1$ 代换, 分别进行计算。

3. 当 s/Q (或 $\Delta h^2/Q$) $\sim Q$ 关系曲线呈直线时, 可采用作图截距法求出 a_1 后, 按上述方法计算。

二、单孔稳定流抽水试验观测孔水位下降资料求渗透系数

当利用观测孔中的水位下降资料计算渗透系数时, 若观测孔中的值 s (或 Δh^2) 在 s (或 Δh^2) $\sim \lg r$ 关系曲线上连成直线, 可采用下列公式:

$$1. \text{承压水完整孔: } K = \frac{Q}{2\pi M(s_1 - s_2)} \cdot \ln \frac{r_2}{r_1} \quad (6-16)$$

$$2. \text{潜水完整孔: } K = \frac{Q}{\pi(\Delta h_1^2 - \Delta h_2^2)} \cdot \ln \frac{r_2}{r_1} \quad (6-17)$$

式中 s_1, s_2 —在 $s \sim \lg r$ 关系曲线的直线段上任意两点的纵坐标值 (m);

$\Delta h_1^2, \Delta h_2^2$ —在 $\Delta h^2 \sim \lg r$ 关系曲线的直线段上任意两点的纵坐标值 (m^2);

r_1, r_2 —在 s (或 Δh^2) $\sim \lg r$ 关系曲线上纵坐标为 s_1, s_2 (或 $\Delta h_1^2, \Delta h_2^2$) 的两点至抽水孔的距离 (m);

三、在没有补给条件下单孔非稳定流抽水水位下降资料求渗透系数

单孔非稳定流抽水试验, 在没有补给条件下, 利用抽水孔或观测孔的水位下降资料计算渗透系数时, 可采用下列公式:

1. 配线法

(1) 承压水完整孔:

$$\begin{cases} K = \frac{0.08Q}{Ms} W(u) \\ u = \frac{S}{4KM} \cdot \frac{r^2}{t} \end{cases} \quad (6-18)$$

(2) 潜水完整孔:

$$\begin{cases} K = \frac{0.159Q}{\Delta h^2} W(u) \\ u = \frac{\mu}{4KH} \cdot \frac{r^2}{t} \end{cases} \quad \text{或} \quad \begin{cases} K = \frac{0.08Q}{\bar{h}s} W(u) \\ u = \frac{\mu}{4K\bar{h}} \cdot \frac{r^2}{t} \end{cases} \quad (6-19)$$

式中 $W(u)$ —井函数;

S —承压水含水层的释水系数;

μ —潜水含水层的给水度。

2. 直线法

当 $\frac{r^2 S}{4KMt}$ (或 $\frac{r^2 \mu}{4Kh t}$) < 0.01 时, 可采用公式或下列公式:

$$(1) \text{ 承压水完整孔: } K = \frac{Q}{4\pi M(s_2 - s_1)} \cdot \ln \frac{t_2}{t_1} \quad (6-20)$$

$$(2) \text{ 潜水完整孔: } K = \frac{Q}{2\pi(\Delta h_2^2 - \Delta h_1^2)} \cdot \ln \frac{t_2}{t_1} \quad (6-21)$$

式中 s_1 、 s_2 —观测孔或抽水孔在 $s \sim \lg t$ 关系曲线的直线段上任意两点的纵坐标值 (m);

Δh_1^2 、 Δh_2^2 —观测孔或抽水孔在 $\Delta h^2 \sim \lg t$ 关系曲线的直线段上任意两点的纵坐标值 (m^2);

t_1 、 t_2 —在 s (或 Δh^2) $\sim \lg t$ 关系曲线上纵坐标为 s_1 、 s_2 (或 Δh_1^2 、 Δh_2^2) 两点相应的时间 (min)。

四、有越流补给条件下单孔非稳定流抽水水位下降资料求渗透系数

单孔非稳定流抽水试验中, 在有越流补给 (不考虑弱透水层水的释放) 条件下, 利用 $s \sim \lg t$ 关系曲线上拐点处的斜率计算渗透系数时, 可采用下式:

$$K = \frac{2.3Q}{4\pi \cdot M \cdot m_i \cdot e^{r/B}}$$

(6-22)

式中 r —观测孔至抽水孔的距离 (m);

B —越流参数;

m_i — $s \sim \lg t$ 关系曲线上拐点处的斜率。

注：1. 拐点处的斜率，应根据抽水孔或观测孔中的稳定最大下降值的 1/2 确定曲线的拐点位置及拐点处的水位下降值，再通过拐点作切线计算得出。

2. 越流参数，应根据 $e^{r/B} \cdot K_0^{r/B} = 2.3 \frac{S_i}{m_i}$ ，从函数表中查出相应的 r/B ，然后确定越流参数 B 。

五、利用抽水试验水位恢复资料求渗透系数

1. 停止抽水前，若动水位已稳定，可采用公式 计算，式中的 m_i 值应采用恢复水位的 $s \sim \lg \left(1 + \frac{t_k}{t_T} \right)$ 曲线上拐点的斜率。

2. 停止抽水前，若动水位没有稳定，仍呈直线下降时，可采用下列公式计算：

$$(1) \text{承压水完整孔:} \quad K = \frac{Q}{4\pi M s} \ln \left(1 + \frac{t_k}{t_T} \right) \quad (6-23)$$

$$(2) \text{潜水完整孔:} \quad K = \frac{Q}{2\pi (H^2 - h^2)} \ln \left(1 + \frac{t_k}{t_T} \right) \quad (6-24)$$

式中 t_k —抽水孔从开始到停止的时间 (min)；

t_T —抽水停止时算起的恢复时间 (min)；

s —水位恢复时的剩余下降值 (m)；

h —水位恢复时的潜水含水层的厚度 (m)。