

276360

基本矿法

梅国培編著

煤矿建井水文地質



煤炭工业出版社

煤礦建井水文地質

梅國培編著

沈爾炎校訂

煤炭工業出版社

内 容 提 要

在进行新的矿井建设时，对矿区水文地质必须有充分的了解，以便有效地和地下水斗争，保证矿井建设的顺利进行和新矿井的安全生产。

本书简要地介绍了有关地下水的基本知识、建井时对含水层涌水量的观测、计算方法及对地下水危害矿井的防止方法等，可供各地煤矿建井水文地质技术人员参考。

1498

煤矿建井水文地质

梅国培编著

沈尔炎校订

*

煤炭工业出版社出版(社址:北京东长安街煤炭工业部)

北京市书刊出版业营业许可证出字第084号

煤炭工业出版社印刷厂排印 新华书店发行

*

开本 787×1092 公厘 $\frac{1}{32}$ 印张 2 $\frac{1}{2}$ 字数 48,000

1960年6月北京第1版 1960年6月北京第1次印刷

统一书号: 15035·1114 印数: 0,001—3,000册 定价: 0.34元

前 言

我国煤炭资源丰富，煤田分布广泛。解放十年来，在党的正确领导下，全体煤矿职工英勇奋战，使我国的煤炭工业有了飞跃的发展，煤炭产量已远远超过了英国，跃居世界第三位。

为了满足社会主义建设高速度发展的需要，今后我国将继续大量进行新的矿井建设。在矿井建设中，对水文地质研究与了解是十分重要的，它可以帮助我们及时采取预防措施，有效地和地下水进行斗争，从而保证矿井建设的顺利进行和新矿井的安全生产。

本书简明扼要地介绍了有关地下水的基本知识，和建井时对含水层涌水量的观测、计算方法以及对地下水危害矿井的防止方法等，文字力求通俗易懂，并附以必要的图表，对各地煤矿建井水文地质工作人员将有帮助。但由于经验不足、水平有限，在内容上可能存在缺点或错误，希望读者提出批评意见，以便修正、补充。

本书在编著过程中，承于公纯工程师提供了许多宝贵的意见，最后并由沈尔炎工程师帮助校订，特在此一并致谢。

目 录

前 言

第一章	煤田地下水概述	3
第二章	煤田内含水层渗透系数的测定 及地下水运动渗透的基本规律	8
第三章	煤田水文地质条件分类	15
第四章	基建水文地质任务	20
第五章	井巷预计涌水量的计算	23
第六章	流入井巷实际涌水量的观测	46
第七章	水样的采取与分析	53
第八章	煤田地下水危害性的研究和预防	66
第九章	水文地质资料的整理与报告编制内容	75

第一章 煤田地下水概述

1. 煤田地下水分类

根据鑽探与建井等资料研究，在煤田矿床内所見之地下水，按水力性質可分为潜水和受压水两种。

潜水多蘊藏在第四紀松軟岩层内（基岩的风化带也有）。这种水在井筒开始揭露后，可以看出水多从松軟岩层的顆粒孔隙中流出或向外渗透，潜水沒有水头压力的存在。

受压水多存在深部的地层中，象煤田矿床内二迭紀、石炭紀以及奥陶紀等含水岩石中都有儲藏，当井筒或巷道穿过其中，可以看到这种水都有着一定的水头压力从岩石的裂隙和洞穴中向外涌出。

2. 潜水的特征、补給条件及其与地表水的关系

潜水蘊藏在地面以下第一个含水层内，潜水的特征，按动力学的情况而論，它是沒有水头压力的存在，具有自由水面。潜水是沿着岩石的孔隙或裂隙按层流的方法由高处向低处活动，因而形成了潜水流(图 1)。

由于潜水一般均具有微微起伏的表面，因此常常向附近的低地（河谷、冲沟等）傾斜。只有在平原地区，由于水位的傾斜极小，因而潜水面近于平面。

潜水呈水平面的地段叫做潜水盆地(图 2)，潜水盆地

的形成，一般是在隔水层向下凹进的地段。潜水的表面叫做潜水面，含有潜水的岩层叫做含水层，潜水位到下垫隔水层顶板的间距叫做含水层的厚度。



图 1 土中水的潜水流图

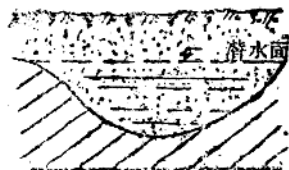


图 2 潜水盆地

潜水的补给是依靠大气降水（雨、融雪等）的渗入作用为主要来源。但在某些地方的潜水，也可能得到来自下垫的受压水层的承压水的补给（图3）。这种情况我们在受压含水层没有隔水顶板地段上（即所谓“水窗”），并且只有在承压水位高于潜水位标高的条件下才可能看到。

如果某地降雨量多，空气湿度很大，岩石的透水性良好，地面坡度小，含水层厚度大，又有河流水的补给，则当地的潜水量一定丰富，反之则小。

短促的降雨和短时间的急雨和暴雨，对于补给潜水的的作用不大。因为短促的小雨，大部分仅能渗入到土壤中深处，雨后基本上便蒸发掉了；而急雨与暴雨，尤其在地表坡度很大的地方，大部分都流到河谷里去了。

关于潜水与地面水的关系这一问题，对矿井建设来说是值得研究和注意的。潜水与地面水流（河流、湖泊等）有着水力关系，根据经验，一年中大部分时间，一般是冲积层中的潜水供给河流，只有当河水上涨（洪水期），水

位高出冲积层中的潜水位，以及当井筒掘至冲积层中开始排水，潜水位被降低、低于河流水位标高时，河水才可能补给冲积层潜水。这里可以举这样一个实际例子，来说明井筒排水时河水补给冲积层中潜水。

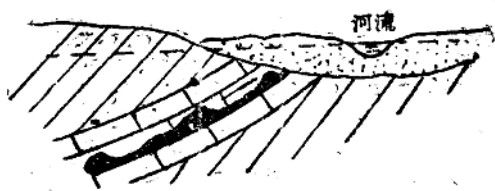


图 3 受压水补给潜水

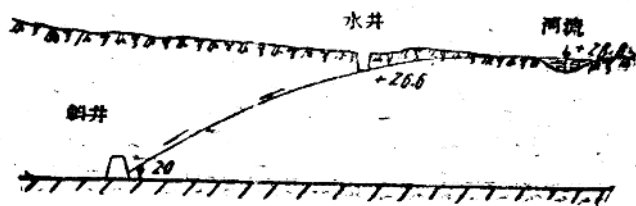


图 4 河水补给冲积层而流入井筒内

安徽烈山煤矿在进行水文地质勘查工作时所研究的结果，潜水补给矿区内河流水。但在建井时由于井筒靠近河流很近(600米左右)，因此当井筒穿过第四纪砂质粘土时，由于井筒内不断的排水，致使冲积层中潜水位降低，低于河流水位标高，根据观测，河水便补给冲积层内潜水而流入井筒内(图4)。

潜水和河流水的相互补给关系是各不相同的，我们可以根据水位等高线的性质来确定。(图5,a)说明第四纪地

层内的潜水补给河流，(图5,δ)为河流补给第四纪地层内潜水，(图5,ε)为河流的左岸潜水补给河流，而右岸潜水又受河流的补给。

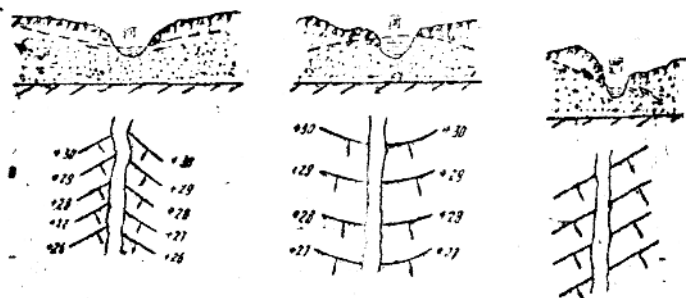


图5.a 降水补给河流 图5.δ 河流补给潜水 图5.ε 河流左岸潜水补给河流，右岸潜水又受河流补给

由于潜水与河流有着水力上的相互存在关系，因此在建井时应当对两者关系予以很好的研究与查明。

3. 承压水的特征、形成条件及其补给关系

承压水多储藏于第四纪以前的沉积岩和火成岩中(二迭纪、石炭纪、奥陶纪等)，并处于相当大的一定的地质构造以内，如位于向斜、盆地以及单斜构造内(图6,a、6,b、6,c)。

承压水最明显的特征，就是水头承压，在煤田勘探中当钻孔打到承压水含水层时，钻孔中的水位就会上升到含水层顶板以上。如果钻孔位置低于承压水水头，则钻孔内水位就会喷出孔口(图6,b)。在实际工作中已知，承压水

水头喷出孔口的高度取决于补给区的标高，一般由几厘米到十余米甚至更高。

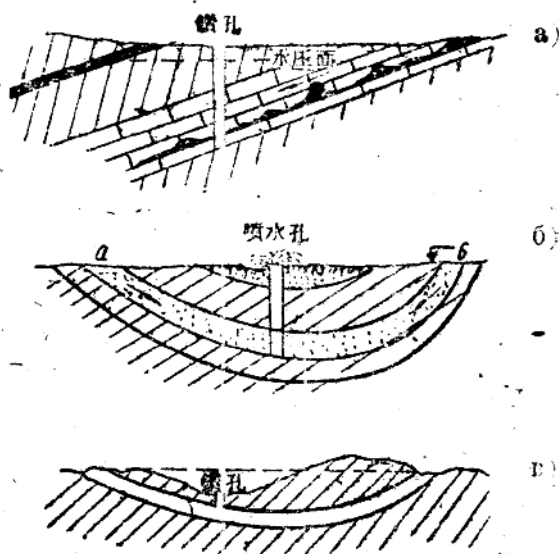


图 6 a—单斜构造 b—盆地构造 c—向斜构造

受压水的形成，是由于含水层顶底板被不透水层所阻挡所致，特别是有不透水的顶板。

受压水的补给区常常距离很远，有的可以达几百公里以外。补给区中间分布的面积叫做受压含水层的分布区。在此分布区往往有上升泉出现，成为受压水含水层的排水区。

根据煤田勘查钻孔和建井期井筒所穿过的沉积岩地层，已知其中常常有好几层含有受压水。

受压水的来源，除依靠大气降水补给外，根据它的化学成分来看，也有古老水的存在。

对于煤矿建井来说，最有危害性的是含在裂隙和喀斯特岩石中的受压水，因为这种水往往能突然造成矿井的淹没，使生产受到严重损失，因此在建井时必须很好的注意和防止。

第二章 煤田内含水层渗透系数的测定 及地下水运动渗透的基本规律

关于测定含水层渗透系数及地下水运动渗透的基本定律即达尔西定律，在很多书籍中均有详细的阐述，现根据自己的理解简述如下：

法国水力学家达尔西，在1856年利用试验仪器(图7)进行了砂的渗透试验，试验结果，成立了下列公式：

$$Q = KF \frac{h}{L} \quad (1)$$

式中 Q ——单位时间内水的流量；

K ——岩石的渗透系数；

F ——岩石的断面面积；

$\frac{h}{L}$ ——单位渗透长度的水压损失或水头梯度(h ——

水压损失， L ——渗透长度)。

从(1)式中可以看出，地下水的涌水量，与岩石的渗

透系数(K)、岩石的断面面积(F)、压力降低(H)成正比；而与水流动过的途程长度(L)成反比关系。如果以面积(F)来除流量方程式(1)的两边并以渗透速度(V)代表 $\frac{Q}{F}$

$$\text{则 } V = \frac{Q}{F} = K \frac{h}{L} = KI \quad (2)$$

式中 V ——地下水渗透速度；
 I ——地下水的坡度。

从方程式(2)中可以知道，渗透速度与水头梯度的一次方成正比。

这样如令 $\frac{h}{L} = I = 1$ 时，则方程式(2)即为 $V = K$ 。所以透系数(K)是水头压力增减率 $\frac{h}{L} = 1$ 时，水流经过一单位面积内地下水在岩石的孔隙和裂隙内渗透的速度，也可以说为岩石出水量的函数关系，其单位一般都用米/昼夜。

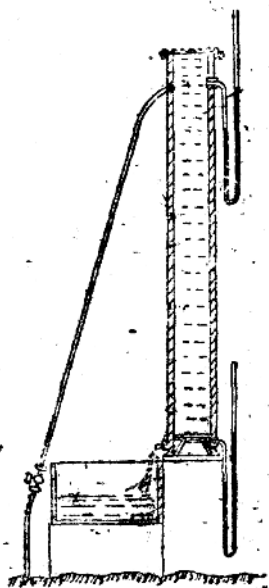


图7 达尔西仪器

以上是地下水处于直线的渗透定律(即达尔西定律)。——如果地下水流速很大时，便成为紊流，于是变成了非直线的定律。一般来说，地下水成为紊流，多数是喀斯特溶洞内才有水。对于紊流可按克拉斯诺波里斯基公式

$$Q = FK\sqrt{I} \quad (3)$$

(式中符号与前同)

将流量(Q)除以横断面积(F),

即得:
$$\frac{Q}{F} = K\sqrt{I} \quad (4)$$

因为 $\frac{Q}{F} = V$, 所以 $V = K\sqrt{I} \quad (5)$

从克拉斯諾波里斯基公式可以看出, 当地下水处于紊流运动时, 与层流不同, 渗透速度与水力梯度数值的平方根成比例, 而不是象层流那样与其一次方成正比。

现在来研究一下利用鑽孔作抽水試驗結果而测定的含水层渗透系数(K)值的来源。

假如布置一个完整鑽孔(图8)穿过一层有孔隙的砂层, 其中水流为层流, 然后利用水泵开始抽水, 由于水泵吸出了孔内水量, 所以鑽孔内靜止水位便开始向下降低, 即是由原来的靜止状态变成动力状态, 这一孔内水位可以叫做动力水位, 并以(S_{ek})来表示。由于孔内水位的降低, 此时鑽孔周围也就造成含水层内的水压不能平衡, 而引起鑽孔四周岩层的水开始向孔内涌水; 由于孔内繼續排水, 所以水位繼續下降, 相应孔内四周岩层内亦将因压力差增大, 使含水层中水大量向孔内傾泄。但因岩石的孔隙中阻力很大, 不象无阻力的水流可以自由地因压力差关系而及时繼續供应, 因此要造成靠近鑽孔周围岩层内的动水位, 一定是跟着鑽孔内的水位降低而降低, 这时靠近鑽孔附近

的水面，就形成了一个以钻孔为中心的漏斗形的凹口，这个凹口即所谓降落漏斗(图 8)。其水面的坡度形状，如果用打在抽水钻孔四周的观测孔来观察，其结果多为一抛物线形。而对这个被影响的范围距离叫做影响半径，以 R 表示。降落漏斗的形状是决定含水层的透水性，岩石的渗透能力愈高，即是渗透系数愈大，则凹陷漏斗愈缓；相反则大。

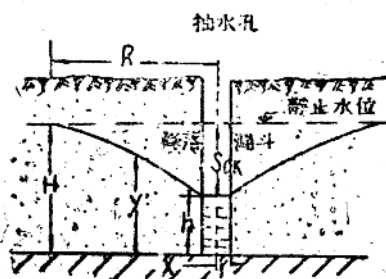


图 8 完整的抽水钻孔

对于潜水来说，一般大约经过三昼夜左右的抽水，流入孔内的流量和抽出的流量便达到相互平衡，即孔内总的涌水量是一个常数，同时动水位也保持固定不变。这样，在孔壁的四周岩层内的降压漏斗区内，地下水通过在降压漏斗上的任何一点 x, y ，并以 x 为半径、 y 为高度的圆筒的水流流量，也都应等于孔内总的涌水量，故该值也是一个常数。同时在降落漏斗区域中，通过任何一点 x, y 的圆筒面积，因半径 x 和高度 y 的不同，所以面积也是不同的。虽然由钻孔周壁向外而逐渐增大 x, y ，但相应的在该圆筒处

的水流坡度，即以圓筒的厚度 dx 來除水頭壓差 dy （即 $\frac{dy}{dx}$ 之值），却由鑽孔周壁向外逐漸變小，因此構成了各該圓筒所通過的水流流量的相等。

法國水力工程師鳩布依，根據達爾西定律 $Q = KF \frac{h}{L}$ 相應的列出了通過降落漏斗涌水量的微分方程式如下：

$$Q_{ок} = 2\pi K_{ок} xy \frac{dy}{dx} \quad (6)$$

式中 $Q_{ок}$ ——鑽孔涌水量（立方米/晝夜）；

$K_{ок}$ ——鑽孔抽水試驗計算的滲透係數（米/晝夜）；

π ——圓周率；

x 與 y ——下降曲綫任意點的坐標。

我們用積分法除式中的未知數確定 x 和 y 的關係。這樣將 y 與 x 兩項各移一邊，

$$\text{則} \quad y dy = \frac{Q_{ок}}{2\pi K_{ок}} \cdot \frac{dx}{x},$$

$$\text{兩邊加以積分} \int y dy = \frac{Q_{ок}}{2\pi K_{ок}} \int \frac{dx}{x},$$

$$\text{得出} \quad \frac{y^2}{2} = \frac{Q_{ок}}{2\pi K_{ок}} \cdot \ln x + c, \quad (7)$$

式中常數 c 對進水圓筒截面的作用是在 $x = L_{ок}$ 及 $y = h$ 時，則公式(7)又變為下列式：

$$\frac{y^2}{2} = \frac{Q_{ок}}{2\pi K} \ln r_{ок} + c \quad (8)$$

式中 $r_{ок}$ ——鑽孔半径(米)。

(其余符号同前)

于是便求出:

$$c = \frac{y^2}{2} - \frac{Q_{ок}}{2\pi K_{ок}} \ln r_{ок},$$

然后代入(8)式, 得

$$\begin{aligned} \frac{y^2}{2} &= \frac{Q_{ок}}{2\pi K_{ок}} \ln r_{ок} + \left(\frac{y^2}{2} - \frac{Q_{ок}}{2\pi K_{ок}} \ln r_{ок} \right) \\ &= \frac{Q_{ок}}{2\pi K_{ок}} \ln \frac{x}{r_{ок}} + h^2, \end{aligned}$$

或者

$$Q_{ок} = \frac{\pi K_{ок} (y^2 - h^2)}{\ln \frac{x}{r_{ок}}} \quad (9)$$

式中 h ——动水面距孔底不透水层的高度(米)。

(其余符号同前)

如令(9)式中 $x=R$ $y=H$ 时

这样就得到下列鳩布依計算鑽孔預計涌水量的方程

式:

$$Q_{ок} = \frac{\pi K_{ок} (H^2 - h^2)}{\ln \frac{R}{r_{ок}}} \quad (10)$$

式中 R ——影响半径(米);

H ——含水层厚度(米)。

(其余符号同前)

如果将(10)式变换一下, 就能用于計算含水层的渗透系数。

$$\text{即 } K_{\text{CK}} = \frac{Q_{\text{CK}}}{\pi} \frac{\ln \frac{R}{r_{\text{CK}}}}{H^2 - h^2} \quad (11)$$

將 $\pi(3.14)$ 值代入公式(10、11)中及以常用对数 (lg) 代替自然对数(ln), 自然对数变成常用对数时换算系数为 2.37, 便得到較簡便的下式:

$$Q_{\text{CK}} = 1.366 K_{\text{CK}} \frac{H^2 - h^2}{\lg \frac{R}{r_{\text{CK}}}} \quad (12)$$

$$K_{\text{CK}} = 0.73 Q_{\text{CK}} \frac{\lg \frac{R}{r_{\text{CK}}}}{H^2 - h^2} \quad (13)$$

(式中符号同前)

如果 $H - h = S_{\text{CK}}$ 时, 公式(12、13)用下列鳩布依公式計算鑽孔預計涌水量:

$$\begin{aligned} Q_{\text{CK}} &= 1.366 K_{\text{CK}} \frac{H^2 - h^2}{\lg \frac{R}{r_{\text{CK}}}} = 1.366 K_{\text{CK}} \frac{(H+h)(H-h)}{\lg R - \lg r_{\text{CK}}} \\ &= 1.366 K_{\text{CK}} \frac{(2H - S_{\text{CK}}) S_{\text{CK}}}{\lg R - \lg r_{\text{CK}}} \quad (14) \end{aligned}$$

式中 S_{CK} —— 鑽孔中水位降低 (米)。

(其余符号同前)

$$K_{\text{CK}} = 0.73 Q_{\text{CK}} \frac{\lg R - \lg r_{\text{CK}}}{H^2 - h^2} = 0.73 Q_{\text{CK}} \frac{\lg R - \lg r_{\text{CK}}}{(H+h)(H-h)}$$