

关于岩石“給水性”的術語及其实質的研討

胡 廣 韜

任何一种科学中的術語都象徵着对自然实質的認識，对科学研究和实际工作上都起着便利或阻难的作用，而且它的本身也直接地反映了人們对科学实質的認識程度。不难想像，如果在術語上存在着極為混乱現象的科学，对解决实际問題必然也会相应地帶來混乱，并因而造成不必要的困难。

在工程地質与水文地質科学中，对岩石給水性方面的術語，便存在着混乱的現象。目前，中國由苏联翻譯的有关書籍便出現給水性、排水性、給水度、出水率、出水量等花样繁多的術語，事实上这些都是由俄文“водоотдача”这一些術語翻譯來的詞彙。而問題在于：不同学者对“водоотдача”这一術語確有不同的定义或意义的。这便意味着对不同的工程地質和水文地質問題使用了同一个術語。而且在歷史上，这种現象一直是存在着，此外尚有比給水度(удельная водоотдача)、給水係数(коэффициент водоотдачи)、給水数值(величина водоотдачи)、最大給水数值等。

为便于明顯地說明上述現象和進一步研討，有必要將几个典型的有关岩石給水性方面的定义列如表1：

对于翻譯術語不統一現象的統一，畢竟是容易解决的，因为它主要是使用詞彙的方法上的問題。但正如上述，問題在于岩石給水性方面術語所确定的水文地質問題的实質，也即是說，关于岩石給水性方面各个術語的定义也还是極不一致的。因此，对目前工程地質和水文地質科学中这种現象的解决，不僅是詞彙上統一的問題，而根本关键在于对这些術語定义的研究并給予确定。筆者根据目前資料分析研究后，願意提出解决上述迫切需要解決的現象的方面和一些初步見解，借此便于工程地質工作者参考。

由于上述原因，不便于首先研

究術語本身詞彙上的問題。現在僅按照一些學者們的有关著作中所反映出对岩石給水性方面問題的理解，总的方面可归納为三种情况(參看表1)：

第一种情况：用“водоотдача”这一術語基本上是表征岩石能够排給自由重力水的性能或性質(尽管因为翻譯的关系而有着給水性、給水度或排水性等不同的詞彙)，而引用另外的術語去表征岩石排給自由重力水的数量关系：如給水数值(величина водоотдачи)、最大給水数值(максимальная величина водоотдачи)、比給水度(удельная водоотдача)、給水係数(коэффициент водоотдачи)。П. И. 庫塔依斯对岩石給水性的理解是这样的，“在自由流出的条件下，岩石排給不同量的水的性能称为給水性；而在这种条件下，自單位体積的岩石中排給

表 1

序号	原 詞	譯 詞	定义或意义	原作者	譯者	發表時間	筆者建議統一名詞
(1)	Водоотдача	“給水性”	“岩石排給自由水的性質(Свойство)称为“給水性”	П.М. 苏哈列夫		1956	給水度
	удельная Водоотдача	比給水度或給水係数	“流出水的体積对整个岩石体積之比或比給水度或給水係数”				比給水度
(2)	Водоотдача	給水度	“給水度等于飽和水容度(以岩石体積百分数表示)和最大分子水容度(同样以岩石体積百分数表示)二者之差”	С.С. 普荷洛夫		1955	給水度
	Водоотдача	出水率	“飽和水的岩石能以合流方式供出一定水量的性能称为出水率，在物理上出水率乃是指完全含濕量与分子含濕量間的差”				給水度
(3)	Коэффициент	出水率	“所謂出水率係数即以百分比表示的聚集水之体積与整个岩石体積之比”	馬斯連尼科夫	左全農等	1951	給水係数
	Водоотдачи	係 数					

水的数量称为比給水度”。其他如Ф.П.薩瓦連斯基、А.А.羅傑等學者對岩石給水性所確定的定義或意義與此稍有不同，但在基本精神上都是相互吻合的。這里不必逐一列述。

第二種情況：單從量的觀點上表徵岩石排給自由重力水的這一岩石水理性質問題。應該指出：有的和第一種情況一樣地使用了“водотдача”這一術語表徵岩石排給自由重力水的數量關係。如А.М.阿加山洛夫認為，從地層中流出的水就叫做自由水或重力水，流出水數量對岩層體積之比叫做“водотдача”。這種情況的代表者尚有В.А.普里克蘭斯基和Н.А.普羅特尼奇科夫等。

第三種情況：對岩石排給自由重力水的性質和岩石給出自由重力水的數量關係沒有給予必要的區別。具體體現在有的研究者企圖使用一個術語表徵岩石排給自由重力水這一岩石水理性質上問題的全部。顯然，這在實際上是不可可能的；在科學上是不嚴格的。

根據以上所述，在確定岩石排給自由重力水這一岩石水理性質問題的術語使用上，顯然是不能採取第三種情況中的態度；第二種情況的態度是必要的，但不能算是全面的；筆者認為：第一種情況的態度是科學的。在實際工作中對岩石給水性的研究應該嚴格地分別開性質方面和數量方面的術語。因此建議主要採用給水性、給水度、給水係數、比給水度四個術語。

但是，因為在過去對這些術語使用上尚存在着極不一致的現象，也即尚存在着混亂的現象。因此便必須對地質結構（岩性、結構與構造）與物理化學條件一定時的岩石給水性、給水度、給水係數與比給水度的定義和意義，或者說是關於它們所說明的自然實質，給予闡明和確定：

（一）給 水 性

首先應該說明：這里採用“給水性”這一術語的基本意義與過去第一種情況中的一些學者是一致的。但並不是他們引用的“водотдача”一詞的翻譯。因為習慣上多半以“водотдача”做為定量表徵岩石給水性方面的術語，我國也便多半把它譯為“給水度”（譯見于后）。因此筆者建議在詞彙上應該把“給水性”看為一個新的術語。

關於“給水性”的概念，能夠與岩石的其他物理技術性質相比擬地理解。如岩石的孔隙性、滲透性和崩解性等。它們僅確定岩石在物理上或水理上一定的性質或性能，並不確切地表徵岩石這方面量的關係。這樣不僅是與其相類似的岩石物理技術性質在表徵方法上達成一致；更重要的是，只有這樣才能够在科學上

表現得更嚴格。

還可以採用這樣的觀念：即“強給水性岩石”（礫砂等）、“弱給水性岩石”（黃土、類黃土、亞粘土等）、“非給水性岩石”（粘土，在實際上可以認為不能排給自由重力水）。這樣對有關水文地質問題更有其一定的實際意義。

在這里，主要參照Ф.П.薩瓦連斯基（1934）、А.А.羅傑和Л.И.庫塔依斯等學者見解，試對給水性確定定義如下：被水飽和的岩石以流出的方式排給自由重力水的性能即稱為給水性。

（二）給水度（водотдача）

給水度是岩石水理性質的定量指標之一，它定量地表徵了岩石給水性。它比其他給水性定量指標的實際意義更為重要。特別在為各種國民經濟目的的地下水儲量的計算中，岩石給水度是一個具有決定性作用的定量指標。但人們並沒有因為這種原因而全都對給水度理解到完全滿意的程度，如А.Ф.列別捷夫認為“給水度是以飽和水容度（孔隙度）和最大分子水容度（薄膜水的）之差來確定”。其他如В.А.普里克蘭斯基等也有相似的見解。據此，如果以 MBO 表示給水度， $ПВ$ 表示飽和水容度， $НВ$ 表示最大分子水容度，那麼可建立下列表示式：

$$MBO = ПВ - НВ$$

事實這種見解是不能算是完全正確的；特別對於那些亞砂土。А.А.羅傑、П.Н.卡明斯基已對這種見解進行了評論。前述給水性是飽和水岩石以自由流出方式排給重力水的性能，那麼做為給水性定量指標的給水度也必須用這種以自由流出方式排給重力水水量做為標準。很明顯，飽水岩石或含水層被排水後並不具有最大分子水容度。實際上，岩層的水容度大於最大分子水容度，因為飽水岩石或含水層被排水後所剩下的不僅有被分子力（吸附力）所保持的水份，而且也有相當數量的被毛細管所保持的水份；也即是說：地層中不僅有薄膜水的存在，並有相當量的懸掛毛細管水和角隙水的存在（如圖1）。顯見，像А.Ф.列別捷夫的那種見解，對岩石給水度的實質是不符合實際的；另外它尚給給水度的確定方法上帶來了誤解。因為對於那些含有相當量粘土成分的土，必須借助於外加壓力才可能得到最大分子水容度時，那麼便可能得到沒有實際意義的給水度數值。因此，П.Н.卡明斯基對確定岩石給水度的見解應該被認為是正確的。即“給水度決定於土的飽和水容度（полная влагоемкость）與持水度（вододерживающая способность）之差”。

現在尚必須對給水度確定另外一個重要的概念。
既然給水度是決定於飽和水容度與持水度之差，便容

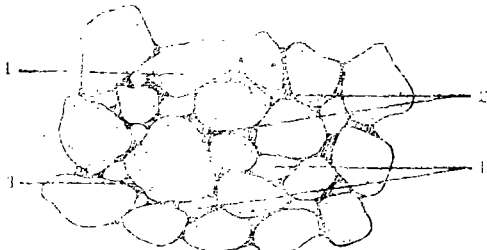


圖 1. 排水後的孔隙中保存的毛細懸掛水與角質水示意圖

1—砂粒；2—毛細懸掛水；3—角質水；4—空氣

易使人認為：當地下水面下降後，原來飽和含水層排給自由重力水的水量，將由於在新的地下水毛細管帶中的垂直位置不同將有不同的數值（離地下水面距離不同，孔隙中存在的眞實毛細管水[объёмно капиллярная вода]水量不同），因而對同一地質結構的岩石給水度也將成為不確定的數值（事實這正是後述給水係數的任務）。因此，應該著重的對它進一步的明確：位置給水度是一個被確定為在各種情況下，從飽和水岩石中可能排給“最大自由重力水”水量的岩石給水性定量指標。就是因為所確定的給水度指的是在飽水岩層中，因而在使用給水度這一定量指標時便需要明確它只能適用於計算地下水水面以下的飽水岩石所排給自由重力水水量。明確這一點，對地下水儲量計算上有很重要的意義。

根據以上的分析，可以有條件地確定給水度的定義：被水飽和的岩石以流出的方式排給自由重力水的最大水量與該岩石全體積之比稱為給水度；在數值上，它等於飽和水容度與持水度之差。

(三) 給水係數 (коэффициент водоотдачи)

給水係數與岩石給水度是用相同方式但在不同條件下定量表征岩石給水性。換句話說：給水係數與給水度對岩石給水性的定量表示在方式上是一樣的；都是表征岩石排給自由重力水水量的體積百分數。但二者的區別在於岩石原來含水程度不同。給水度為確定飽水岩石排給自由重力水水量的最大值；而給水係數為確定岩石在毛細管帶的不同垂直位置上排給自由重力水水量的任一值。就是因為這個原因，給水係數與給水度不管在使用範圍上和使用價值上都因而有所區別；同時也就是因為這個原因，也確實使有些研究者把給水係數和給水度混為一談而漠視了它們之間的區別。如H.A. 普羅特尼奇科夫便把給水係數理解為“岩層中可能被重力水充滿的一部分孔隙體積與岩層總體

積加上孔隙之比”，這顯然是給水度的定義。

給水係數是B. П. 卡丘克在1945年首次建議採用的術語。由於在有些情況下，計算岩石排給自由重力水水量時僅運用給水度是不夠的。從所周知，在潛水面以上毛細管帶到包氣帶濕度分布是有著從大到小的過渡現象（見圖2）。如條件一定時，當地下水水面下降後，毛細管帶中不同垂直位置的岩石便各自排給不同的水量；因而毛細管帶中不同垂直位置上的岩石便各自有其不同的給水係數。相對地，當地下水水面下降大小不同時，毛細管帶中同一垂直位置上的岩石也排給不同的水量；因而毛細管帶中同一垂直位置上的岩石也有不同的給水係數。如ΠB表示飽和水容度，

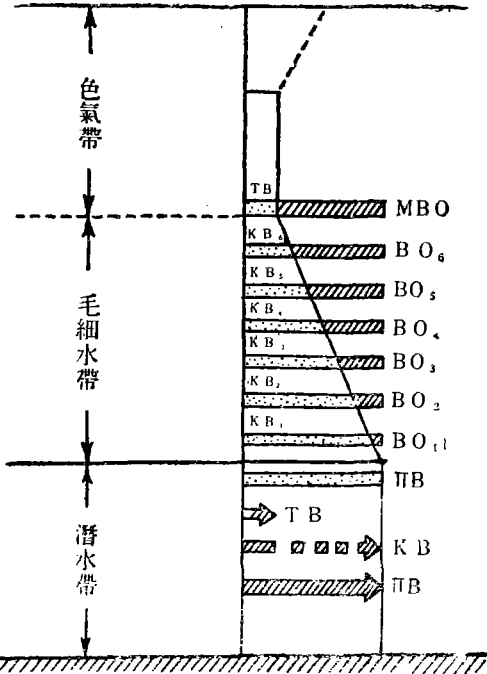


圖 2. 飽和水容度(ΠB)、毛細管水容度(KB)、持水度(TB)、給水度(MBO)與給水係數(BO)的關係圖(參考A.A. 羅傑)

KB表示毛細管水容度，TB表示持水度，MBO表示給水度，BO表示給水係數。那麼當潛水水面下降後，原來飽和帶中而現在處於毛細管帶中的岩石的給水係數可以下式表示：

$$BO = \Pi B - KB$$

在一定的條件下，ΠB為一常數；但毛細管水容度可以是KB₁、KB₂、KB₃……KB_n。因而給水係數相應地可以是BO₁、BO₂、BO₃……BO_n。

當潛水面下降時，毛細管帶也相應地下降。如果把原來便處在毛細管帶中的岩體劃分為若干層（見圖3）。設每層厚度Δh相等，如下式所示：

$$\Delta h_{1-2} = \Delta h_{2-3} = \Delta h_{(n-1)-n}$$

那么, 当潜水面下降 $3\Delta h$ 时, 则 2 层的毛细管水容度 (KB_2) 必然会减少成 5 层的毛细管水容度 (KB_5)。因此, 原处于毛细管带中 2 层的岩石在这种情况下下的给水系数可以下式表示:

$$BO_2 = KB_2 - KB_5$$

其余各层的给水系数可以类推。

这样便很容易把给水系数与给水度区别开。后者可以下式表示:

$$MBO = PB - TB$$

根据以上所述, 给水系数实质上与给水度恰恰相对; 即是当一定条件下的岩石的给水系数与地下水水面的位置密切相关。毛细管带中不同垂直位置上的岩石由于离地下水水面的距离不同给水系数不同; 同一垂直位置上的岩石由于地下水水面下降大小不同给水系数也不同。可见, 它与给水度相反地是一个不固定的数值, 而且并不限制在饱和岩石中或排给最大的自由重力水水量。这样便决定了它的使用条件。在农业上考虑土壤中水份含量时, 给水系数的意义是很重要的。并且在疏干过程中必须考虑那些不可能以普通方法排开的毛细管水的情况下, 给水系数可以补充仅使用给水度之不足。

尚必须指出: 应该把“给水系数”和许多计算公式中的“系数 μ ”中的“ μ ”给予区别。后面 μ 是给水度的代号。因为在计算公式中给水度是以系数的形式出现的。“前面的“系数”二字是指 μ 在公式中的形式, 而不是“给水系数”本身。

根据以上所述, 可以参照 M. B. 马斯连尼科夫与 Г. В. 戈博莫洛夫等的部分基本见解, 笔者试对给水系数确定定义如下: 含水岩石以流出方式排给自由重力水的体积与岩石整个体积之比称为给水系数。在数值上, 它等于饱和水密度与毛细管水密度之差或同一岩石在不同情况下的不同毛细管水密度之差。

(四) 比给水度 (удельная водотдача)

比给水度这一岩石水理性质定量指标, 一般在使用上并不广泛。主要原因是由于给水度与给水系数便可以满足对岩石或岩层给水性定量计算的要求。但在有些文献中, 也出现过比给水度这样的术语。它是用单位岩石体积中排给自由重力水水量来确定的。这样如果不用单位给予限制时, 显然在数值上或形式与给水度及给水系数不易区别开。因此, 比给水度也必然成为分数或成为百分数的形式。譬如 Г. М. 苏哈列夫便把比给水度与给水系数看成为具有不同词义的同一指标。事实上, 应该把比给水度单独的确立概念。比给水度除了与给水系数一样地由于岩石在地下水面附近垂直位置不同而成为不确定的数值外, 它还决定于

采取岩体的绝对大小和它占据的垂直位置 and 高度而有不同的数值。实际上, 比给水度是在垂直位置上被圈定的整个岩体内排给自由重力水水量的体积平均值。被圈定的岩体的高度 (自潜水面算起) 愈大则比给水度便愈大。这可以从 A. И. 巴苏金斯基对泥炭实验的资料明显可见 (见表 2)

根据 A.

表 2

И. 巴苏金斯基的实验资料给制成曲线图,

这种关系便更为清楚 (见图

3):

自潜水面算起的 原状土高度 (公分)	12	17	22	33	43	50
比给水度 %	4.4	5.6	5.8	6.7	7.3	8.0

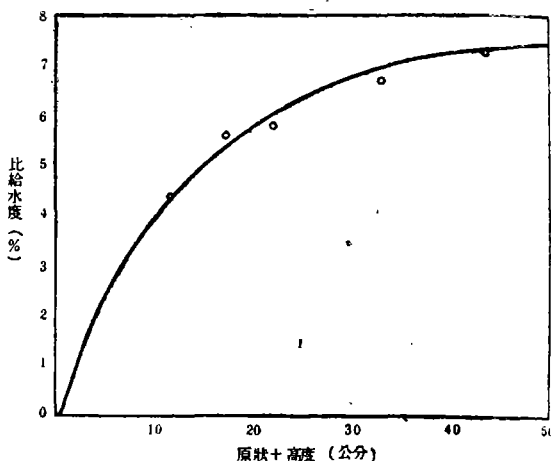


图 3. 原状土高度与比给水度关系曲线

根据上述便明显看出, 比给水度与给水系数以及给水度的区别上的关键所在。但必须指出: A. И. 巴苏金斯基, Л. И. 库塔依斯和 Г. М. 苏哈列夫都以百分数表示比给水度。这样尽管在实质上是正确的, 但不能不承认这样便人为地造成了混淆比给水度与给水系数或给水度的条件。换句话说: 这样便容易人为地增加了区别比给水度与给水系数或给水度实质上的困难。因此, 笔者认为有必要用单位来表示比给水度; 可以采用 1 立方公尺土中排给自由重力水的公升数表示 (公升/立方公尺)。因而可以参照 Л. И. 库塔依斯与 Г. М. 苏哈列夫的意见, 笔者给予比给水度的定义如下: 含水岩石单位体积中以流出方式排给自由重力水的水量称为比给水度; 它的单位以公升/立方公尺表示。

最后, 笔者认为在工程地质与水文地质工作与其相关科学的研究中, 应该与岩石其他物理技术性质一样地有必要从定性与定量两方面去表征岩石给水性。在定量方面确定有给水度、给水系数与比给水度三个

指标已足够运用于不同的实际问题当中。但应着重指出：对后三者的实质必须严格地给予区别和认识，才有可能对不同实际问题获得合理的解决。这在理论上或实践上都具有重要意义。

主要参考文献

1. А. М. 阿加山諾夫: 水文地质地下水和石油的弹性力学, 燃料工業出版社, 1954。
2. В. А. 普利克朗斯基: 岩石中各种水的工程地质分类和評述, 地质出版社, 1956。
3. В. Н. 諾沃日洛夫: 工程地质学, 东北地质学院, 1956。
4. М. М. 克雷洛夫: 水文地质学讲义, 北京地质学院, 1955。
5. И. И. 克利門托夫: 水文地质概論, 东北地质学院, 1956。
6. С. С. 維諾格拉多夫: 石灰岩。

——地质出版社1954——

7. А. А. Роде: Почвенная влага, 1952, Издательство Академии Наук СССР。
8. Б. М. Безрук: Геология и грунтоведение, 1955。
9. В. А. Приклонский: Грунтоведение, 1955。
10. Г. Н. Каменский: К Методике определения Коэффициента μ (Недостатка насыщения и водоотдачи) в уравнениях Неустановшегося движения грунтовых вод, 1955。
11. Г. М. Сухарев: Основы нефтепромышленной гидрогеологии, 1956。
12. Е. М. Сергеев: Общее Грунтоведение, 1952。
13. Н. А. Плогинков: Новый Метод определения Коэффициент водоотдачи водоносных пород способом откачки, 1955。
14. С. П. Прохоров: Гидрогеологические Исследования при разведке месторождений, 1955。

談黃土中粗顆粒的形狀

馮 連 昌

前 言

中國黃土的研究, 远在几十年前就曾有人研究过。在很長的时期內, 人們对黃土的風成說, 給予了莫大的信賴, 而且也尽到了很大力量, 为風成說找更多的証据。筆者近來翻閱了有关黃土問題的資料, 很多作者在为說明黃土是風成的, 都有这样一条証据: “黃土顆粒形狀如尖稜如木屑如鱗片皆具稜角”, 意思就是說: 黃土中的粗顆粒是帶尖角的, 而不是渾圓的。从而推断这是黃土非由水挾运而沉積的。也就是說, 黃土中粗顆粒帶尖角, 是沒有受水冲刷的証据。最終得出結論, 黃土是風成的。筆者对这一現象的解釋有完全不同的見解, 筆者願寫出自己的看法。这就是寫本文的目的。

I. 黃土顆粒的概念

黃土类土, 質地較均匀, 不含粗砂或石礫, 其主要顆粒在 0.05—0.002 之間。黃土顆粒主要成分为石英、長石、碳酸鈣。石英粒約占 60%—70% 甚至达 80%, 形狀多帶尖角。黃土較細顆粒部分多为長石, 約占 10%—20% 顆粒形狀呈圓滑狀。碳酸鈣含量多少

視受水之冲洗而定, 从而其含量差異極大, 一般不超过 35%。黃土中常常有狀如石蓋的鈣質結核。

各地区的黃土, 它們的顆粒級配是有差異的, 甚至在同一地区由于地貌單位不同, 黃土的顆粒級配也是不同的。但是它們的粗顆粒形狀, 是有共同性的。筆者搜集了西北各地区的顆粒分析資料, 并对某些地区黃土粗顆粒形狀進行了觀察。觀察情况和搜集的資料如下表 (表 I) 所示:

通过表 I 的統計研究, 我們極易得出这样結論:

①西北各个地区的黃土中的粗顆粒, 形狀具有同一性, 基本都顯稜角形狀。

②各地区或各地貌單元的黃土, 它們的顆粒級配有差異, 但它們与粗顆粒形狀相似。

③各地区黃土中粗顆粒礦物成分主要为石英顆粒。一般占 70%, 有的甚至达 90% 以上。

④依現有資料和結合筆者野外觀察, 可得出一个最重要的結論: 水成的黃土类土, 其中粗顆粒皆呈稜角狀, 渾圓較差 (这一点与目前某些學者的看法是不一致的)。

⑤黃土中粗顆粒, 隨礫徑的减小, 黑云母塊少見, 甚至沒有。