

为社会主义经济 服务的地下水

O. K. 朗格教授著

徐一心译

水利出版社

苏联自然叢書第 21 种

——< • >——

为社会主义經濟服务的地下水

O. K. 蘭格教授著

徐 一 心 譯

水利出版社出版

本書內容提要

本書通俗地論述了地下水的起源，地下水的分類，此外還深入淺出地敘述了水文地質調查工作的項目，土壤改良，灌溉和給水目標的專門水文地質調查，水利工程的專門水文地質調查，以及建築物地點的物理地質現象等。

書號：010(56102)

為社會主義經濟服務的地下水

定價：(8)0.46元

原書名：Подземные воды на службе социалистического хозяйства.
原作者：О. К. Данге
原出版者：莫斯科自然研究者學會出版社
原出版年份：莫斯科，1950年
譯者：徐一心
出版者：水利出版社(北京和平門內北新華街35號)
印刷者：水利出版社印刷廠(蚌埠大馬路463號)
發行者：新華書店

56.3 32型，73千字，850×1200，1/32開，2 13/16印張
1956年3月第一版，蚌埠第一次印刷，印數1—3,550
(北京市書刊出版營業許可證出字第080號)

原 序

本書所介紹的是作者在莫斯科“全蘇水利工程科學技術研究協會”(ВНИТО Гидротехников)為了提高業務而辦的訓練班上講課的速記稿，並且經過作者修改與補充。在編排形式上比較本書有些縮減的講稿，曾在塔什干由烏茲別克蘇維埃社會主義共和國科學委員會(Комитет наук УзССР)在1937年按照1935年編著的原文予以刊印過。由於書市上缺乏水文地質學方面的科學通俗讀物，乃促使作者接受了莫斯科自然研究者協會(Московское общество испытателей природы)的建議將此書再版。本書並採納了我國當前水文地質學方面所取得的一些成就，這些成就反映在一系列既有理論性、又有實用性的卓越的著作中。

同時，在地方的土壤改良、灌溉、水利工程機構中與地質勘探隊的廣大羣衆中，正對水文地質問題顯示着強烈的興趣。黨與政府最近在蘇聯黑土地帶與草原地帶所採取的為改造自然與爭取高額而穩定的收穫而鬥爭的一些措施，比如像建設小型水庫、自流與機械灌溉網、防護林帶等，在許多方面都是與一系列的水文地質問題的順利解決聯系着的。這就更加引起了水文地質以及有關業務部門的實際工作者與科學工作者們對水文地質學的注意。

作者希望這本書在普及科學知識的事業中能有所貢獻，並在某種程度上來彌補當前水文地質科學的通俗讀物的缺乏。

對本書內容的各種意見請寄(Издательство Московского общества испытателей природы, Москва 9, Моховая 9.)

1949年11月

目 錄

原 序

I	引言.....	1
II	地下水的起源.....	4
III	地下水動力学.....	11
IV	地下水的動態.....	20
V	分類的情况.....	27
VI	水文地質調查的種類.....	36
VII	土壤改良、灌溉与給水的專門水文地質調查.....	43
VIII	水利工程的專門水文地質調查.....	60
IX	建筑物地點的物理地質現象的研究.....	71

I 引 言

在叙述水文地质学的主要問題以及它在水利工程与工程事务上的作用以前，必須談一談現在的水文地质学是一种什么样的科学以及擺在它前面的有哪些總的任务。

不过問題是在於目前對於水文地质学这一学科还有一些不同的看法。一些人認為水文地质学是地质学的一个部門，地下水可以看作与煤、鉛、鹽等類似的一种有用的礦物。另外一些人認為水文地质学是水文学的一个部門，它所以与地质学有關，僅僅由於地下水是在地內。从这些觀點看來，有關地下水的学說在某种程度上乃是水与盛水容器相互关系的学說。

所有这些觀點都有它对的一面，同時，所有这些觀點都把水文地质学这一学科的范围縮小了。因为不論哪一种觀點，都忽略了：水是能流動的，它可以溶解地內的礦物質（礦化），並且可以浸透岩石而改变它的物理性質。

顯然，當我們談到地下水時，我們指的既有地，也有水，因此，自然就要牽涉到地质学的問題与水文学的問題。但这並不能据以斷言，水文地质学僅僅是地质学或水文学的一个从屬的部門。問題是在於，當水与地接觸時，完全不是水与盛水容器那樣的一种相互关系。

像这样的概念，早已經被拋棄了，尤其是早已被建筑工程師与水利技術人員所拋棄了。他們每一个人都知道，當水進入砂或粘土中之后，这种水与砂或粘土的混合物，就完全不是容器与充滿容器的水的样子了。

从这种觀點來看，關於地下水的科学——水文地质学，它有許多

特殊的、專門的特征，不能不承認它是一個獨立的學科，這是很自然的。沒有疑問，水文地質學的許多原理依賴於地質學作為它的前提；沒有疑問，它又從水文學方面吸取了許多有關地下水的相應規律的論據。但同時我們卻不能把這門學科解釋成為關於兩種處於不同物質狀態的物體（固體的地和液體的水）的學說的單純機械的結合。

現在對水文地質學的定义應是關於地下水的學說以及關於地下水與儲藏地下水的岩層（這裡包括底土及表層土）的相互關係底學說。水文地質學不能把地下水與儲藏地下水的岩層看作是互不相關的：地與水在這種情況下已成為一個組合體（綜合體），我們對這種組合體的組成部分（組成因素）是不應把它們彼此孤立起來去研究的，而應共同加以研究，同時，這種組合體的生活與發展，也正是按它特殊的固有的規律進行着的。

我們應該這樣認識作為一門獨立學科的水文地質學的內容。

有時也有這樣的問題：“工程水文地質學”這一學科是不是作為一個專門科學而存在？對這個問題的看法也有着原則上的分歧。

有的認為不存在工程水文地質學，只有工程地質學。既然工程師要進行建築，他就要與地殼發生關係，也就是要與地質的構造發生關係。而水則僅僅是地球組成的一部分，因此它就應該包括在工程地質學以內。這個定义是與認為水文地質學只是地質學的一個部門的看法一樣的。

而另一些人則認為，工程水文地質學是存在的，它是完全獨立地且是與工程地質學並行地發展着的。在工程師與地和水發生關係的時候，他也就與它們的綜合體——水文地質學發生了關係；只有當他在乾燥的土地上建築時，他才僅僅與地質學的對象發生關係。應該說第二種觀點是比較正確些，因為像處理普通地質構造那樣來機械地處理地層的办法，當遇到地層是被水所飽和的實際情況時，他就會遭遇到困難。過去曾有人企圖以單純的工程地質學的觀點來研討這個問題；沒有疑問，這必然會影響到實際工作的效果。這個我們可拿地質工程師對黑海沿岸及伏爾加河流域中部等地區的土崩的防治做例子。這裡

起初就是以純粹地質學的办法來處理這個問題的。

結果是這種地質學的觀點需要加以大大的糾正；現在從事這種工作的已不是地質學家——他們已經放棄了這一任務，而是水文地質學家了。

不管是伏爾加河流域的或是蘇聯其他地方的土崩現象，都是與該區域地下水的動態有着密切的關係的，我們不可能把地下水的的生活狀態自土崩的生活狀態中分開來。還可以舉出很多其他工程實踐的例子。其中水文地質學的解決方法乃是唯一正確的方法（排水溝的計算、確定水工建築物的基礎等等）。我以為有充分的根據認為工程水文地質學本身是存在的。

水文地質學——關於地下水的科學將研討下列比較有限的一些互有關聯的問題。

第一個問題是**地下水從什麼地方來的**？大家都知道有地下水，但對於這種水是由哪里來的却有着激烈的爭論。這一爭論直到現在還沒有終止，因而這個問題直到現在也還沒有解決。因此，關於地下水成因（起源）的問題乃是水文地質學的一個主要問題。

第二個問題是有關**地下水在地內運動**的規律問題。在這方面儘管已經有了許多成就，但對問題畢竟還是闡明得不够。確定地下水運動的規律直到現在還是一個試驗與科學研究的對象。

第三個問題即所謂地下水的**動態**及與其有關的地下水**平衡**的問題。水來自一定的地方，在地內向一定的方向運動，結果就產生一定的地下水的循環和一定的地下水的活動狀態。在地內不斷運動的過程中，地下水的活動狀態是怎樣的呢？在這種過程中，不僅僅是地下水的運動速度和數量在變化，就是質量本身也在變化，最後，儲藏水的環境也同樣在變化。這些影響水與儲藏水的岩層的因素又是怎樣的呢？所有這些問題都要涉及到地下水的動態，以及地下水平衡的問題，即地下水的增加與減少的相互關係的問題。這些問題從水文地質學的理論和實踐觀點來看，都是極其有意義的。

最後，第四個問題即所謂**地下水量在地內的區域分佈**的問題。實

踐証明，地下水的數量在不同的地方是不同的，即使水在外面是处在相同的情況下，地下水在地內的埋藏条件也是極其不相同的。因此，从当地的、某一區域的需要來看，就發生了關於地下水的計算的問題，產生關於水在地殼內垂直与水平方向的總的分佈（關於埋藏与分佈）的問題，由此就自然地產生了水文地質学的一个部門——區域水文地質学。

这四个主要的問題，對於作为一門独立学科的水文地質学來說是有其意义的。

为了在一定的程度上總結那些我們現在已經掌握了以及那些作为实际計算与实际措施的基礎知識，我們必須對這些問題加以討論，虽然僅是概略的討論。

II 地下水的起源

關於地下水的起源現在存在着一些不同的概念，但大体上可以歸納为三种：

地下水在自然界中是以多种多样的方式形成的，其中或多或少被公認的是下列几种。

1. **滲透***的方式，水經由地表的滲透而潛入地內。气象降水——降雨、融雪等等都能成为这种滲透水。水也能自湖、河、海等貯水池底滲透。这样，自地表滲入地下的水，就成为地層内部的一个組成部分了，且作为一个运动的質体而存在；这种質体應該与儲水的地層一起進一步地進行綜合研究（圖 1）。

但我們不能用滲透來解釋地下水起源的一切情况。在許多情況下，我們遇到相当大的數量的地下水，可是却沒有任何資料可以表明它是以滲透的方式滲入地下的。如果我們來看像里海沿岸靠近克拉斯諾沃得斯克（Красноводск）那样的區域，那里有和海接隣的且系覆有沙層的某种類似海角狀突出部的地段，那里降水量極少。如果說那里的地下水是里海的水滲透的，那末就應該遇到略微咸性的水了。但

*滲透（Инфильтрация-просачивание）

事实上在它附近的水井里的水都是淡水，而且水量相当丰富，虽然那里夏季是极为干旱的。

当然，这里水的数量归根到底还是有限度的，当大量地引用时，淡水最后就涸竭了，不过一般说来它的数量毕竟还是不少的。在淡水涸竭的地方，过了一个时期之后，淡水又会重新出现，可是这却不应推断这里有渗透的存在，因为在这里几乎

整个夏季都没有降雨，同时地面蒸发在这一时期又达到一个很大的数量。因此，这里的水应该是以某种其他的方式形成的。

2. 凝結*的方式。我們設想，在这种情况下与由气态水分凝結而形成的水發生了關係。那么什么样的水分可以凝結呢？大約在前一世紀 70 年代時，有一位匈牙利工程師——水利工程師佛立盖尔（Фольгер）曾說過，在空气中的那些水分是会凝結的。在空气中，常常存有一定数量的水分，可是水分在空气中可能含有的数量則完全遵循着一定的物理規律。假如我們取任何一定体積的空气，則在一定的温度下其中可能含有水分的最大数量是有着一定限制的。例如，我們取温度为 5°C 的 1 立方公尺的空气，則其中可能含有气态水分的最大值为 6.8 克；当温度为 10°C 時其最大值为 9.3 克，而当温度为

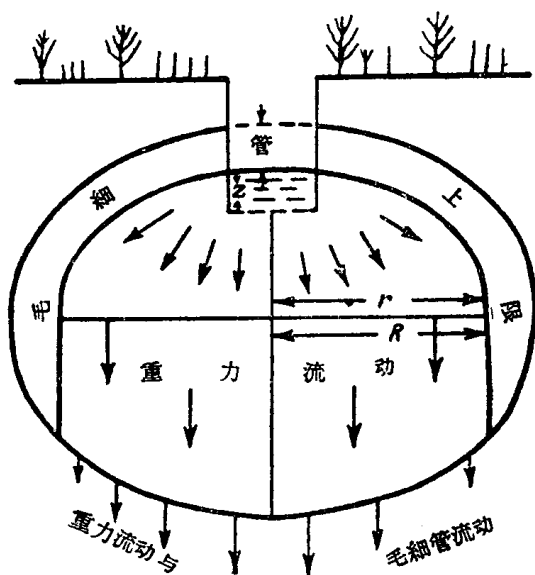


圖 1 岩層中薄膜水与液体水在滲透時的運動特性
(根据 Н.Н.賓傑門(Н.Н. Биндеман)的資料)

*凝結 (Конденсация-сгущение)

15°C時最大值則為 12.7 克。試想，我們具有溫度為 15°C 被蒸汽飽和的空氣，讓它逐漸冷卻。那麼，當溫度降到 5°C 時，我們就有約 6 克的水在立方體的表面成滴狀地被析出。

空氣中氣態水分的數量可用每立方公尺的克數或水銀柱壓力的公厘數來量度。下表提供不同溫度下水蒸汽在空氣中最大可能含量的概數。

空氣溫度 (°C)	-10	-5	0	5	10	15	20	25	35
最大水蒸汽壓力 (公厘)	2.0	3.1	4.6	6.6	9.1	12.7	17.4	23.0	42.2
最大水蒸汽重量(克/立方公尺)	2.3	3.4	4.9	6.8	9.3	12.7	17.4	22.8	40.3

因此就可設想，當大氣中的空氣與地下的空氣交換時，由於溫度的差異就會相應地析出水分來。比如，假定較暖的且含水蒸汽較多的空氣進入較冷地內，就應該有一定數量的水被析出。因為這個過程、這個循環是世代經常進行的，所以水蒸汽在地內凝結為液體水就形成地下水的源泉了。當地下的水蒸汽凝縮成滴時，由於受到重力作用，這些水滴就往下滲，一直到遇見不透水層為止。在不透水層上水開始匯集起來，與儲水的岩層一起形成含水層。

用這種凝結的理論來解釋地下水的來源是完全不能接受的，因為已經查明，如要以這樣的方式來形成含水層，那麼空氣的運動過程就應該以十分顯著的速度來進行。假使我們在地面上取 1 平方公尺的範圍，空氣經此進入地內，則空氣運動的速度就應該大約不小於每秒 5 公分。在這樣的運動下，如果空氣被水蒸汽充分地飽和，那麼空氣就可以在地內將它含有的一部分水析出，那里也就可能形成含水層，不過要能如此，進入的空氣還應該比地內的空氣要暖些。但在另外一些情況下，比如冬季，當空氣的溫度比地內的溫度低時，又會怎樣呢？在這些情況下就應該有着相反的情景——地下水將要被蒸發，因此，如果承認這種理論，那麼地面的條件對於由於凝結而形成水的方式就遠不是常常有利的。自進入低溫的地內的暖熱空氣中析出水分只有在夏天才有着十分合適的條件。但是我們還應該注意到，在夏天，特別是

在半沙漠或沙漠地帶，空氣是很少被水分飽和的，總計平均只能達到30~40%。問題在於，空氣被水分飽和到極限的情況是非常稀有的。而空氣中飽和水分的不足（差額）則是經常可以觀察到的。這種飽和差額在炎熱的夏天特別大，譬如在我們的沙漠地帶，當那里的溫度在35°C時，每立方公尺空氣常常只含有3~4克的水分，即約為飽和量的8~10%。空氣中實際含有水分的數量（在這個例子中為每立方公尺3~4克）與同溫度下空氣達到飽和的水分數量（當35°C時每立方公尺為40.3克）的比值，稱為相對濕度，以百分數表示（在我們的例子中為8~10%）。相對濕度愈小，則蒸發愈強，而水分的凝結就成為不可能。如果我們轉到較冷的季節或在較冷的區域里去，那里的情况對凝結的理論則是根本不利的。

這個理論在德國以及在南俄羅斯的地質學家與農業學家中曾受到過很大的推崇，但後來幾乎被所有的人拋棄掉了。

二十世紀初，對這個理論提出了完全新的原則上的理解。根據這種新的理解，對於由凝結而形成地下水來說，空氣進入地內這一點已被認為並不是主要的。我國的學者А.Ф.列別捷夫（А.Ф.Лебедев）曾指出，以雨或雪的形式降落的水並不能深入地內，最大限度只能潤濕地層若干公寸；只有處於最大分子濕度狀態的气態水才能滲得深些。問題在於空氣與水蒸汽的混合物是兩種完全獨立（熱動力學的）體系的混合物。這種體系是气態的，並在自己的運動中沒有任何程度的聯系，就如一位研究者所說的，可以設想，蒸汽動力學是不在任何的程度上依附於气團動力學的。

原來，要是蒸汽的壓力不相同，它就常會發生運動。蒸汽總是要由壓力較大的地方流動到壓力較小的地方去。因此，問題不在於空氣該怎樣流動，而在於周圍的溫度是否不相同或是變化着，不同的蒸汽張力也與此聯系着。假定土壤的表層在變熱，那麼这里的壓力就要增加，因此气態的水顆粒一方面就應由加熱層趨向空氣（蒸發），而另一方面則趨向較深的低溫的表土層或底土層。假如相反的，表土層被冷卻，則由於蒸汽壓力減小了，气態水的流動就將由空氣（露）和地

內導向表土層。圖 2 系地下水各种形态的示意圖。圖上大圈表示土壤顆粒，小點表示蒸汽状态的水分子：1 ——不完全吸濕性；2 ——最大吸濕性；3 与 4 ——薄膜水，最大厚度的薄膜 4 正向土壤顆粒 3 方面移動，一直要到两个顆粒薄膜的厚度相等時为止；5 ——薄膜水轉变为重力水，即受重力作用的液体水（按 A. Ф. 列別捷夫的意見）。

地下空气中的蒸汽逐漸凝縮就形成吸着水、薄膜水（薄層水）与液体水（重力水）。

这种不依賴於大气运动的气态水的移動很可以作为表層土与較深土層的特征。因为温度的增高与变化是非常不平衡的，所以在地殼中總是可能有那些对水蒸汽的凝結形成適宜条件的地方。比如，我們知道，在底土中某一定的深度有年温常定的一層，在此層以下温度即逐漸增高。在这層以上，空气的温度受到季節变化的影响，且通常在这个地下區域中總可觀察到气态水的形成（經由凝結）的現象，这种形成是与这种特殊的熱力地帶或間層相適应的。往下則分佈着較熱的區域：那里有很大的水蒸汽張力，因此流動的方向是向上的*。

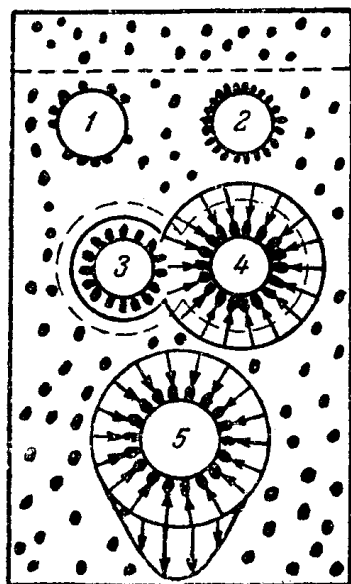


圖 2 地下水各种形态的示意圖

A. Ф. 列別捷夫提供了下面形成含水層的示意圖（圖 3）。

自示意圖上可以看出，層 1 为具有懸着水的表土層，而層 5 与 9 則是不透水層；4 与 8 表示两个下降地下水的含水層；3 与 7 为毛細管作用的上限；層 2 与 6 表示沒有正常的液体水，乃是所謂死層或攪气帶一類：这里通常只能觀察到數量大致不变（最大分子含水容量）的薄膜水。大小不同的圓圈 A, A 与 B, B 表示土壤中的蒸汽压力；在

*大約每往地心深入 100 公尺，温度就升高 3°C 。

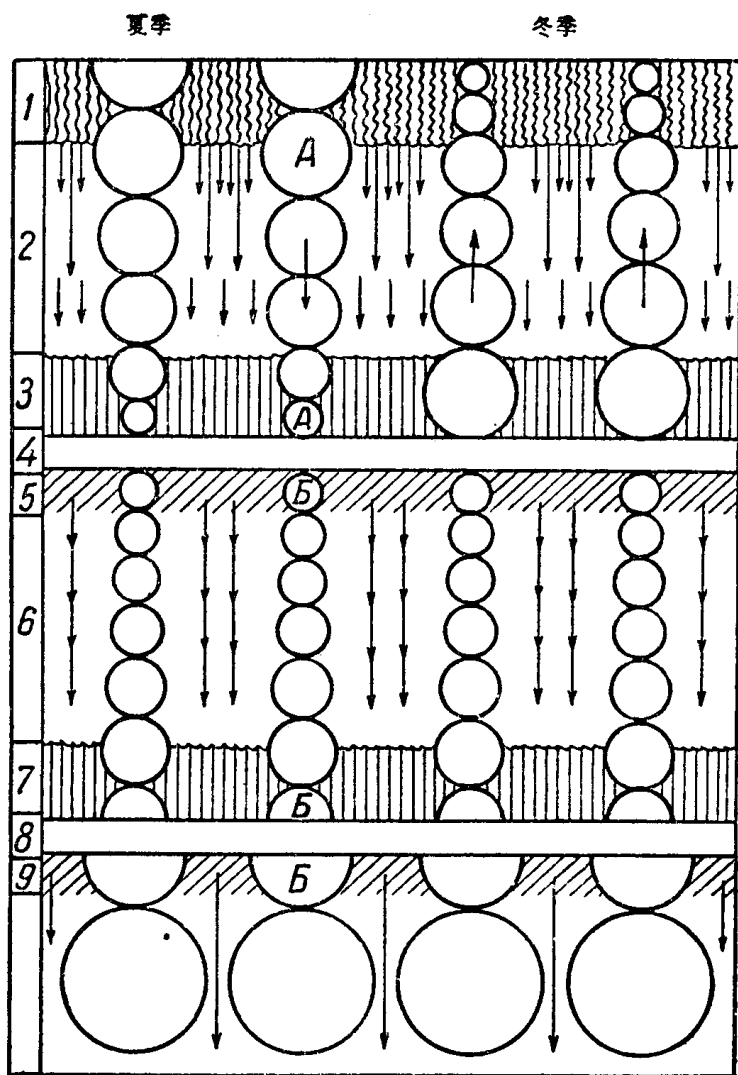


圖 3 含水層形成的示意圖

潛水層（層4）以下蒸汽压力沿自下而上的方向減小，在該層以上，夏季自表層土向下減小，而冬季則自潛水層向表土層減小。空白处的箭头表示液体状态的水可能滲透的方向。

因此，凝結的理論的理解在原則上已不是佛立盖尔曾經提出來的

那樣了，而是另外的一種了。現在我們有了凝結理論的新的解釋，它是與我國農學家 А·Ф·列別捷夫的名字分不開的（列別捷夫導出這個結論是在 1904~1905 年）。

3. 原生的方式*。還有一種關於地下水起源的觀點，稱為原生的方式（愛杜阿德·鳩斯[Эдуард Зюсс]，1902）。

這種觀點的實質是這樣的，由於在地殼內許多公里的深處，溫度是那樣的高，以致岩石呈一種熔化的、流動的、漿液的形態，或者處於特殊的可塑體的形態。這種溫度極高的物質，富有各種氣體，其中有氧氣與氫氣。因為這些氣體的溫度極高，它們具有最巨大的張力。很自然的，它們必然竭力由那里掙脫出來，竭力從各種裂縫中向上升，逐漸到達溫度已經降低的區域里來。氫氣與氧氣一化合就會形成普通的水—— H_2O 。這種化合可在溫度約 $500^{\circ}\sim 600^{\circ}C$ 的時候發生。

溫度約 $500^{\circ}C$ 的氣態水仍舊具有極大的能量，並且力圖繼續它向上的運動。當它接近地球表面時，灼熱的水蒸氣就處於通常的地殼狀況之下的情況了。很自然的，當它愈益冷卻時，就會變成液體的狀態。經過這種凝縮以後，這些水的質點即受重力作用而形成上升的地下水。上昇的原生水就是這樣發生的。這些水到達地面以後，隨即放出氣體，這種氣體是和自灼熱的地內析出的水蒸汽一同出來的。原生水通常都是顯著地被礦化和氣化的，常常可在原生水中找到比較稀有的元素的痕跡。

人們認為有些礦化水就是以這種原生的方式形成的。這種水在它出現於地表面之前沒有參與水的循環。它是來自地內，初次以礦泉的形態出現在地面。

人們以為還可以設想這種過程的另一種的發展形式。在地殼的上面部分隨時發生着風化現象，在風化的過程中，有許多礦物將形成水的化合物的形式（水化物）〔高嶺土、沸石、鐵礦石〕。我們知道，放在空氣中的鐵要上銹，這種鐵銹就是鐵再加上一定數量的水而形成的。這種水與某種物質化合的過程很可以作為我們地殼表面的特征。

*原生的（Ювенильный-девственный）

可是当这些在地表形成的物質在地殼下沉的过程中被別的沉積物覆盖上以后，經過一个很長的時期它就將处于很大的深度。当它進入很大深度的高温帶*以后，这些水礦物就参与了水的形成过程，也就是它們將失去了水分。我們曉得，粘土加以燒烘，就失去水分而变成新的物質——磚、瓷器等等。就像这样，在地殼中也会含有原先在地表而后來在地殼运动过程中又進到高温与高压帶（变質帶）的水礦物的过熱物質，它要析出自己的水分，然后这种原生水又出现在地表面上來。

現在，所有以上这三种有關地下水形成的理論都被人們所接受，借助於它們可以对地下水的起源加以說明。現在已經沒有过去那样的情况了，那時每一种理論都力求排斥另外一种理論。以前，比如佛立盖尔即曾肯定沒有再比滲透的理論更不正確的科学理論了。他說，这种理論没有什么可以用來解釋地下水起源的价值。但現在我們應該說，肯定的，不可能不注意到滲透的理論。因为滲透的現象是到处都会遇到的、不可否認的事实。沒有疑問，滲透与凝結这两种現象在自然界中都在發生着。同样的，当我們在某些情况下与礦化水發生关系時，我們遇到的不是別的，正是原生水。可是实际上与我們經常發生关系的總是那些混合形成的水。

III 地下水动力学

当水進入地內以后，很少保持不動，常常是处于运动的状态。因此就產生了这样一个問題：这种运动是受什么样的規律控制着呢？我們可以把这种規律分成兩類，它們在極端的形式下是有着很顯著的區別的。一种規律称为達塞定律，另一种則称为希蔡定律。在前一种情形下水流的速度以公式

$$V = K_n \frac{h}{l} = K_n i$$

*这一區域称为变質帶或礦物的地球化学变化帶，該处溫度達數百度，而压力則大於1,000大氣压。

表示，而在后一种情形下的公式則为

$$V = K_{\text{ш}} \sqrt{\frac{h}{l}} = K_{\text{ш}} \sqrt{i}$$

在这些公式中， V 为地下水流的速度， h 为水头高度， l 为流程长度， i 为流程坡度，等於 $\frac{h}{l}$ （因此， h 可確定为流程 l 上起始點对終了點的水位超高），而最后 K_d 与 $K_{\text{ш}}$ 則是两个公式中的不同的系数。

達塞定律適用在所謂粒狀土、沙質土壤中，这里 K 在數字上反映水和水在其中运动的地層的性質底複雜的綜合情况。

至於**希蔡定律**，則適用於有關岩層裂縫中地下水的运动。換句話說，第一个定律說明滲透的現象（滲透的过程），而第二个定律則說明水流（流态的流动）的現象。在第二种情况下，所有的水流就像在河流、溝渠等里边的水流那样流动，而在第一种情况下則指的是在粒狀土中，在土的孔隙中的水流的运动。

有一个時候曾經設想这两种定律是不能互相变换的。但在从事观察各种地殼条件下的地下水的运动現象之后，就弄清楚了它們之間的互相变换的关系是存在的。總結起來，这两种定律都是一个共同过程的一部分，这种过程可以公式 $V = Ki^n$ 來表示，公式中指數 n 可在 1 到 0.5 之間变动，因之在这个範圍內，这两个定律的互相变换是可能的。

有一个時候，曾認為可根据以公尺表示的土粒平均直徑值來決定達塞公式中的滲透系数值 K_d ：比如，假使砂粒平均直徑等於 0.5 公厘 = 0.0005 公尺，則 $K_d = 0.0005$ 。不过这样表示的數值是一个粗略的近似值。

許多学者研究过關於達塞定律的問題，他們使得这种地下水运动方式的概念更为明确了（克拉斯諾波利斯基 Краснопольский，波畢得諾斯采夫 Победоносцев，薩馬林 Замарин，卡金 Газен，斯里赫傑耳 Слихтер 等等）。