



12233

水文地質 地下水和石油的流體力學

蘇聯 阿·姆·阿加山諾夫著

石油管理總局翻譯組譯



2.2

燃料工業出版社

水文地質 地下水和石油的流體力學

蘇聯地質礦物學碩士
阿·姆·阿加山諾夫著

石油管理總局翻譯組譯

蘇聯石油工業部學校管理局審定
作為石油中等專業學校教材

燃料工業出版社

本書敘述水在油田內的情況，以及「死」水和石油、天然氣、油氣混合物在岩層孔隙內流動特點的比較。

本書適用於地質探勘中等專業學校，作為水文地質及地下水流體力學教材之用，並可供在現場工作的工程師參考。

由於石油中等專業學校迫切需要這本書作教材，譯稿雖經我們做了一些加工，但不妥之處仍所難免，尚希廣大讀者予以指正，以便再版時修改。

* * *

水 文 地 質 地下水和石油的流體力學

ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ГИДРАВЛИКА ПОДЗЕМНЫХ ВОД И НЕФТИ

根據蘇聯國立石油燃料科技書籍出版社(ГОСТОПТЕХИЗДАТ)
1951年列寧格勒俄文增訂第二版翻譯

蘇聯 А. М. АГАДЖАНОВ 著

石油管理總局翻譯組譯

燃料工業出版社出版

地址：北京東長安街燃料工業部

北京市書刊出版業營業許可證出字第 012 號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

編譯：姚祖誥 楊億美 校對：汪立羣 郭益華

書號 286 * 油 40 * 850 × 1092 1/2 開本 * 9 1/2 印張 * 222 千字 * 定價 14,600 元

一九五四年十二月北京第一版第一次印刷(1—3,585冊)

223 443.07
7142

前 言

這一本水文地質、地下水和石油流體力學的教材，是根據石油中等專業學校所授課程內容編寫的。

現有的水文地質教材當中，還沒有一本教材適合於石油地質探勘專業用的。

本書第二版和第一版比較起來，有一些本質上的改變。把以前的書名「水文地質學及地下水力學」，改變為新的書名「水文地質、地下水和石油的流體力學」，這樣，就更符合於這一本書的內容。

書內很多章節，是根據現有新的資料加以修正、補充及改編過的。

目 錄

前 言

引 言	6
-----------	---

第 1 節 水文地質學及其意義	6
-----------------------	---

第 一 部 分

第 一 章 自然界中的水	8
--------------------	---

第 2 節 自然界中的水	8
--------------------	---

第 3 節 自然界中水的循環	8
----------------------	---

第 4 節 降落水	9
-----------------	---

第 5 節 蒸發水	10
-----------------	----

第 6 節 逕流水	12
-----------------	----

第 7 節 研究天然水的簡史	12
----------------------	----

第 8 節 水平衡和它的計算方法	21
------------------------	----

第 二 章 岩層——液流的儲庫	27
-----------------------	----

第 9 節 岩層是液流的儲庫	27
----------------------	----

第 10 節 碎屑岩石組成分的機械分析，就是微粒細度比	23
-----------------------------------	----

第 11 節 粒狀岩石的孔隙度	32
-----------------------	----

第 12 節 孔隙率的確定	34
---------------------	----

第 13 節 按岩石顆粒細度比的岩石分類	36
----------------------------	----

第 三 章 液體在岩層孔隙中的流動	38
-------------------------	----

第 14 節 對於在岩層內水流和油液發生作用的力量	38
---------------------------------	----

第 15 節 表面張力	39
-------------------	----

第 16 節 油田地層水的表面張力	43
-------------------------	----

第 17 節 毛細管作用	47
--------------------	----

第 18 節 毛細液體在孔隙中的移動	51
--------------------------	----

第 19 節 賈敏效應 (эффокт жамэна)	51
-----------------------------------	----

第 20 節 根據分子引力和岩石的滲透性對孔隙分類	54
---------------------------------	----

第 四 章 液體的黏度	54
-------------------	----

第 21 節 液體黏度和它大小的測定	54
--------------------------	----

第 22 節	黏度的測定	60
第 23 節	油液內有溶解氣體對於黏度所發生的影響	60
第 24 節	隨着溫度和壓力變化而變化的水和石油的容積	60
第 五 章	岩層出水量	63
第 25 節	滲透性岩層中水的飽和度以及向垂直方向的分配	63
第 26 節	充氣地帶	63
第 27 節	中間水分地帶	64
第 28 節	毛細管水分地帶	64
第 29 節	岩層出水率	66
第 30 節	出水率和蓄水率與岩樣大小的關係	69
第 31 節	測定岩層出水量的方法	69
第 32 節	結語	70
第 六 章	地下水和壤中水	70
第 33 節	地下水的分類	70
第 34 節	疏鬆滲透岩層中的壤中水	76
第 35 節	河谷裏面的壤中水	77
第 36 節	壤中水的水面等高線圖	79
第 37 節	在井內測量水平面	82
第 38 節	當疏鬆的透水層與不透水層成交互層時地下水的驅動	83
第 七 章	岩層的含水性	87
第 39 節	岩層的含水性	87
第 40 節	冰河沉積裏面的水	88
第 41 節	沖積層的含水性	88
第 42 節	砂層、黃土層和砂質黏土層的含水性	89
第 43 節	緻密岩層中的地下水	90
第 44 節	火成岩的含水性	96
第 45 節	花崗岩的含水性	97
第 46 節	通論不同成因各岩層的含水性	97
第 八 章	自流水	98
第 47 節	自流水	98
第 48 節	自流水流域的水文情況	98
第 49 節	概述蘇聯歐洲部分的主要自流水和深層壤中水	101
第 50 節	莫斯科石炭紀自流水流域	102

第 51 節	烏克蘭地槽區域·····	106
第 52 節	第三紀沉積的含水層·····	107
第 53 節	泥灰岩-白堊層的含水性·····	108
第 54 節	侏羅紀沉積岩層的含水性·····	110
第 55 節	烏克蘭結晶地塊區域·····	112
第 56 節	上述各地區地下水情況總結·····	112
第 九 章	N 區和 N ₁ 區的地質和水文地質·····	113
第 57 節	N 區的地質和水文地質·····	113
第 58 節	N ₁ 區的地質和水文地質·····	115
第 二 部 分		
第 十 章	滲濾·····	130
第 59 節	確定「地下水動力學」的概念·····	130
第 60 節	液體滲濾的速度·····	130
第 61 節	滲濾的線性定律·····	131
第 62 節	線性濾過定律的應用範圍·····	136
第 63 節	非線性濾過定律·····	137
第 十 一 章	油層驅動方式·····	137
第 64 節	油層驅動方式·····	137
第 65 節	氣驅方式（或按蓋羅里特的說法，稱為毛管驅動方式）·····	141
第 66 節	對於蓋羅里特基本情況的評判·····	142
第 67 節	其他油層驅動方式·····	144
第 68 節	無壓縮性的真實液流的均一穩定運動·····	145
第 十 二 章	地下水的流動·····	148
第 69 節	久別伊對於地下水往自流井中流動的研究·····	148
第 70 節	井半徑對於井產量的影響·····	152
第 71 節	岩層某一切面上水壓面的壓力變化，決定於井軸到 這一切面的距離·····	153
第 72 節	作者對於相互作用的兩口自流井產量的看法·····	157
第 73 節	Л. С. 列賓宗院士對於兩井間相互作用的看法·····	162
第 74 節	關於許多油井之間的相互作用·····	167
第 75 節	M. E. 阿利托夫斯基教授對於各井相互作用的計算方法·····	169
第 76 節	應用泵壓試驗法確定濾過係數·····	172
第 77 節	確定液流的流量·····	176

第 78 節	在水壓驅動的情況下，按舍則-克拉斯諾波利斯基 的濾過定律，油流由岩層縫隙流入井內·····	177
第 79 節	按舍則-克拉斯諾波利斯基定律濾過時，下降曲線的特 徵及隨着距井軸距離的變更而壓差的改變·····	180
第 80 節	不受壓力作用的地下水或者有自由面的水流向井內的 流動情形·····	182
第 81 節	關於所謂不完善井的概念·····	185
第 82 節	在穩定情況下，按達西定律，天然氣在油層內濾過時，向 油井流動的情況·····	186
第 83 節	天然氣的均一流動·····	189
第 84 節	同一油層內有兩種不同濾過方式存在的可能·····	190
第 85 節	地下水在不均質岩層內流動的基本原理·····	191
第十三章	油井試井工作·····	194
第 86 節	油井試井工作和三點試井法·····	194
第 87 節	應用探查液面深度的方法進行試井·····	202
第 88 節	對於現有各種試井法的比較·····	205
第十四章	油田水·····	208
第 89 節	油田水按岩層含水及含油的相對位置而分類·····	208
第 90 節	按油田水的化學組成分的分類·····	210
第 91 節	水的物理性質·····	211
第 92 節	天然水的化學成分·····	212
第 93 節	表示水的化學成分的方式·····	214
第 94 節	把水的組成分由水的重量和容積來表達·····	216
第 95 節	以化學當量的形式來表示水的組成分·····	217
第 96 節	依據巴里密對於水的分析和鑑定的資料以說明化學當量式 的意義·····	218
第 97 節	水的其他各種化學分類法·····	231
第 98 節	把油田水所具的特點與淡水及海水作比較·····	232

引 言

第1節 水文地質學及其意義

水文地質學，從它的廣義來說，是一門研究地下水的科學。這門科學，是研究地下水的來源、狀態、埋藏的情況以及所含有的化學成分。不論是在液態、氣態，或者固態，地下水在地殼中，總不是佔有孤立的位置，而是潛藏於岩層內岩石的孔隙、空洞、裂縫裏面。液態的地下水，由於它受着本身重量的影響，總是趨於流動的，因此，水文地質學，也是研究控制地下水流動的規律，或者像大家所說，就是研究地下水的水動力學。

當地下水滯集在岩層岩石顆粒中間的時候，它便會具有和它所接觸岩層的構造形態。因此，水文地質學，應當闡明地下水潛藏的地質條件。地下水的質和量，也是依據岩層內岩石的岩性方面和微粒組成分來決定。由此可見，要研究水文地質學，還應當考慮到這些岩層的岩石性質。

當地下水在岩層內岩石顆粒中間流動的時候，在岩層裏面，對於岩石起了一些化學的和溶解作用，因此，豐富了岩層內岩石顆粒當中某種組成分。

水的特性和它適合於那一種用途，這要看它所含的某種鹽分來決定，在以後敘述裏面，可以瞭解到，根據水的化學成分，我們可以探求它的變質，再根據這種變質，作出具體應用的結論。這就是為什麼水文地質學要特別重視地下水化學上的親和力。

水文地質學是一種研究地下水的科學，它具有非常重大的意義。任何一項建設工程，如果沒有水文地質的調查資料是不行的。

根據水文地質調查研究所得資料，可以選擇工廠、製造廠、發電站等項工業建築物的場所和廠址。水文地質調查，對於水利技術和鐵路工程，也具有巨大的意義。

根據水文地質的調查資料，我們可以解決城鄉居民區域的供水，乾旱地區的灌溉，地下鹽水的排洩以及其他等等問題。

地下水文地質在研究油藏和開採油田時，更具有特別重大的意義，衆所週知，水是和石油共存於同一岩層裏面的（沿傾斜向下，或者在油藏的下部）。有的時候，含油岩層會和含水岩層交互成層。合理的開採油藏，主要的是要把水和石油隔開，不讓水過早地浸入含油層。要能順利地開採油層，必須適當地選擇開採油層的方法，而這就完全要靠能够迅速而準確地確定出，井內有水呈現的水源，水流入井內的途徑，以及水所具正常水動力的特性。

第一 部 分

第一章 自然界中的水

第 2 節 自然界中的水

水是分佈於自然界中的一種物質，在大氣中，它以水蒸汽狀態（空氣中的濕度）、液態（雲、霧）以及固態（雪、雹）三種形態出現。

在地面上可以見到的水，計有液態（海水、湖水以及河水）和固態（冰和雪）兩種。

在地殼裏面，可以見到有兩種形式的水：自由水（無壓水）和結合水（受壓水）。在地殼內所見到自由形式的水，也具備上述三種形態，而結合形式的水，則以結晶水的形態，進入礦物組成成分裏面，如石膏（ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ）、芒硝（ $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ）、光鹵石（ $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ）等。

當礦物分子裏含有氫氧基團（羥基， OH ）的時候，水也能以原有結構的形式包含在礦物裏面，例如包含在滑石（ $\text{H}_2\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{12}$ ），以及其他礦物裏面的水。

水文地質學，祇限於研究充滿於岩層顆粒與顆粒之間孔隙裏面的那種水。

第 3 節 自然界中水的循環

大氣圈裏、水圈裏，以及岩石圈裏的水，彼此之間都具有密切的關係，像海水、河水、湖水、蒸發而變為大氣，再從大氣中返回來，降落到地面上形成各種形式的降落水：雨、露、雪、雹、霜。

一部分降落水流回到海裏，一部分又重新蒸發，另外有一部分，則滲透到土壤層和更深的地殼岩層裏面。大氣裏的水轉入土壤層是直接發生的。在一定的溫度和壓力下，水蒸汽和空氣一同滲入到土壤層

裏面，就在那裏凝結成水。而在地層裏面流動的地下水，也常常會以泉水的形式重新流出地面。有一部分地下水，是直接地經由土壤層，和地面植物蒸發到大氣裏面去的。

水在每一定時間內從水的表層蒸發的數量，以及大氣內的水蒸汽和地下水的相互轉變，都要依據溫度，壓力；一般說來，要依據氣象學上種種條件來決定水從地球上的一個圈界移轉到另一個圈界的轉變過程，形成自然界中水的循環；而水的循環，是由降落水（雨水等），蒸發水（水汽）以及地面和地下的流水組成的。

於勘查某一地區的水文地質時，除掉單純地對於地質條件進行勘查而外，還必須具有這一地區氣象情況的知識。應當調查明白這一地區降落水的數量和這些降落水所表現的不同形式（雨、雪、露、霜），按季節分配的降落水數量，每月溫度的改變，主要的風力和風向，水的蒸發量以及地面的水流情況等等。

這些資料，一般是從附近氣象台的報告書裏面採用的。根據所有上述種種資料，來編製這一勘查區域氣候觀測上的特徵。

並且作為氣候特徵的基礎必須奠定在許多年觀測的資料上面，根據這些資料，能夠揭示出水量的最大，最小以及平均數值。

簡要地把降落水、蒸發水以及逕流水討論一下。

第4節 降 落 水

從大氣中落下的雨、雪、露、霜等等降落水，可以應用一些特種儀器（各種型式的雨量筒）來測量，並以假定在沒有流水和蒸發水的情況下，所確定的降落水深（單位公厘）來表示。例如，假如說，某地一年內的降落水量，達到500公厘，這就是表示，假使這個地區是位於水平位置（沒有流水），也沒有蒸汽水和滲透水的話，那末，就可以確定出它的降落水深為500公厘。

降落水量，並不是所有地區都是一樣，也不是經常不變的，它是隨着地區的變更而改變，並且在同一地點，每年的降落水量也不一樣。印度的馬諾伊拉米每年降落水量，最高達到12 665公厘，智利的康比阿諾每年的降落水量最低祇有17公厘。蘇聯黑海沿岸，從索

奇到巴士米一年內的最高的降落水量，可以達到 1200—2400 公厘。

一個地區降落水量的多寡，要由這一地區的海拔高度來決定。海拔高度增高，降落水量也就隨着增大。所以根據 И. В. 費古洛夫斯基對於小高加索的阿塞拜疆境界以內的觀測，海拔每增高 100 公尺，降落水量的增加為 25 公厘。並且降落水量的多寡，還要由這一個地區的地理上的緯度和距海的遠近來決定。

蘇聯歐洲部分，降落水量是由西北向東南逐漸減少，從列寧格勒地區的降落水量，為 450—500 公厘，減少到裏海沿岸地區的降落水量，為 150—200 公厘。

第 5 節 蒸 發 水

蒸發水要依據許多因素來決定，如溫度，風向的穩定性和風力的大小，空氣內含水量的多寡，降落水的數量，地面被覆植物的特徵，組成土壤層的岩石性質，區域的地形和曝光顯露部分（就是依據東西南北方位而分配的地面傾斜），以及距離地下水的遠近等等。

在其他條件相同的情況下，這一個地區的溫度愈高，蒸發水的數量也就愈大。飽和（濕度）的不够，就是指含於大氣中的水量和在這些情況下大氣被水的蒸汽所飽和的水量之間的差數來說，也會對於蒸發水發生重大影響。不飽和的程度愈大，則蒸發水的數量也就愈多。降落水量也能對於蒸發水發生影響，降落水的數量愈大，蒸發水的數量就愈少。

被覆植物的性質，對於蒸發水也有很大的影響。如果地面上沒有被覆着的植物，蒸發水的數量，一定是多的。闊葉樹林中蒸發水的數量要比針葉樹林大得多，因在闊葉樹林中，潤濕面大大的增加。在微雨的情況下，降落水會停留在樹葉上面，在達到地面以前就蒸發掉了。

被覆於壤土表層的草地，不但能够把土壤中的水分很好地保持住，並且還能阻止它滲透。對於東西南北方位的傾斜配置，也有很大的意義，地區向南傾斜的蒸發水的數量，一般要比向北傾斜為大。

地區距離地下水的遠近，對於蒸發水的數量也有影響，地面愈靠近地下水，毛細管水就愈容易上升而被蒸發掉。在這方面，Ф. И.

薩瓦林斯基和 B. Ф. 米里聶爾院士，曾在姆甘斯基草原上，進行過一次很有意義的觀測，茲把他們觀測所得的結果，引示如下：

根據室內百葉箱的蒸發量……156.7 公厘……1930 年 6 月

野外土壤表層上水面的蒸發量……246.7 公厘……1930 年 6 月

水深距地面為 10 公分時的土壤表層蒸發量……186.3 公厘……1930 年 6 月

水深距地面為 20 公分時，土壤表層的蒸發量……50.6 公厘……1930 年 6 月

水深距地面為 50 公分時，土壤表層的蒸發量……15.8 公厘……1930 年 6 月

通過植物的蒸發水分，叫做葉面蒸發，葉面蒸發也依據植物的不同種類而有很大的改變。針葉類植物的葉面蒸發量較多，而闊葉樹，多年生雜草以及田間野草的葉面蒸發較少。即使在酷熱的季節裏，植物也能够防止土壤層的強烈蒸發，可是植物爲了供給本身營養起見，從土壤表層裏面吸取大量水分而蒸發掉。

對於森林在水量平衡上具有良好影響這一個問題，某些學者的意見頗不一致。極大多數的學者，認爲森林的培育，不但能够增加降落水的數量，並且能够調節降落水地區的分佈。任何地區蒸發水量的數字，都是值得特別注意的。過去有一些陳舊的看法，認爲在降落水總量裏面，有三分之一是蒸發掉了。米里依氏曾經計算出地球上許多大河的供水面積，降落水量以及流入海中的水量。

米里伊氏對於最大河流計算的數據，以及按開力加克氏方法所求

表 1

河 流 名 稱	供水面積 (平方公里)	全年降落水量 (立方公里)	全年流往海 中的流量 (立方公里)	滲透量和散流 入海的水量比 (%)	蒸 發 量 (%)
伏爾加河	1 596 650	635 157	182 300	28.8	71.2
德聶伯爾河	511 400	233 810	92 512	39.5	60.5
德聶斯特爾河	80 150	36 647	13 647	37.2	62.8
尼羅河	3 349 000	3 718 500	101 428	2.7	97.3
波 河	70 200	99 566	55 529	55.7	44.3
羅尼河	90 250	93 530	58 630	62.7	37.3
密士失比河	3 328 900	2 805 500	523 538	18.6	81.4
亞馬孫河	5 775 450	11 811 900	2 200 600	18.6	81.4
剛果河	1 524 100	2 287 420	180 329	6.9	93.1
舊金山河	551 430	910 580	92 520	10.2	89.8

出的百分數，示於表 1。

按米里依和開力加克兩氏所求出三十三條河流滲出量和散流入海的水量比的平均百分數，為 20.9%，但蒸發量却為 79.1%，而並不是像以前所假設的 30%。

第 6 節 逕 流 水

所謂逕流水，就是指的降落水，沿着地面流入海中那一部分的水而言。地面逕流的大小，依據地面的傾斜和形成地面的岩石性質來決定。在坡度陡峭的山地，降落水很快地就流下來了。在滲透性好的岩層，也祇有極小部分的降落水，來得及滲入土壤。

如果地面有覆蓋着的植物，降落水就能夠被保持住，而吸收到土壤層的水分，便大量增加。要很精確地計算出在自然條件下滲入地下和沿着地表流走的水量是不可能的。河流裏面水的供給，不論是直接從降落水，或者是從源生於降落水的壤中水都是一樣，但這種壤中水的供給不是沿着地面，而是從地下滲流，流入河流的。

地面逕流的大小，是依據降落水數量的多寡來決定。洪水氾濫，降落水量最大的時候，地面逕流也就最大。在枯水時期，河流的逕流就會減少到最小限度，有時甚至會完全停止。枯水時期的逕流，是由地下水源來供給流入河流的水量。

逕流水可用兩種數值來表示：——逕流係數和逕流模數（單位面積流量）。逕流係數，就是指在任何地區流出若干公厘逕流和降落在這一地區若干公厘降落水量之比；逕流模數，就是指從一平方公里面積的流域中流出的水量，以公升/秒表示。

根據任何一個時期內的逕流係數，可以計算出這一時期的逕流模數。例如：設於全年降落水數量為 1 公尺時，在這一年某地區的逕流係數為 0.125，那末，逕流模數將為：

$$\frac{0.125 \times 1 \times 1000^2}{365 \times 24 \times 60 \times 60} = 0.00384 \text{ 立方公尺/秒 或 } 3.84 \text{ 公升/秒. (1)}$$

第 7 節 研究天然水的簡史

關於天然水的學說，已經發展了有一千多年。在遠古時代，人們

就早已承認地下水的的作用。從一些古希臘哲學家的見解當中，我們可以探索出現代對於地下水源生觀點的萌芽。天然水發展成為真正的科學概念，是在十五世紀開始的。因為在那個時候，關於地球和它的大小，形狀的基本認識以及化學上的主要原則都已經有所確定。

於十六和十七世紀，水在自然界中循環的正確觀點，也建立起來了。十七世紀，首先開始研究海水的含鹽成分，和從陸地岩層中濾出而由河流帶走的鹽分。同時打下研究礦化水以及礦化水和岩層間關係的基礎。

到十八世紀，人們繼續研究天然水的化學組成分，並確定水內所含各種氣體(空氣、二氧化碳、碳氫化合物)，以及有機的、碳酸的、硫酸的、硝酸的、亞硫酸的等等化合物的含量。

俄羅斯院士 A. Г. 列蒙首先指出(1753年)地下水的源生、不僅是從大氣中來，也還有從深的地層中來的。

1760年 M. B. 羅蒙諾索夫寫完了他的關於水的固態，液態，以及水溶液的名著。

十九世紀初葉，關於海水化學成分的穩定性，海底低溫以及它的恒溫性，獲得了證明。O. 科哲布，Э. К. 列查以及 И. Ф. 克魯席希蒂爾等組成的俄羅斯考察隊，曾積極參加過這些工作。

於十九世紀，繼續進行礦化水化學組成分的研究，在這一方面，應當指出 A. H. 什列爾院士研究礦泉的著作，阿比黑院士證明高加索礦化水和地殼構造有密切關係的著作。

於十九世紀，俄羅斯院士 T. E. 羅維茨和 Э. Г. 拉克斯曼，曾研究過於鹽湖凍結時，含鹽成分的變化，並取得過飽和的溶液。

於十九世紀，開始研究天然水的巨大地球化學作用，後來到二十世紀，B. И. 維爾那特斯基和 A. E. 費爾斯曼院士等的著作，又得了光輝的發展。有機物質在水的分解與合成中所起的作用，也得到證明。並於硫酸鹽還原為硫化氫(H_2S)，和硫化氫再氧化為硫酸鹽時，特別注意到微生物在這一個還原及氧化過程中所起的作用(C. H. 維諾格拉特斯基)。

於十九世紀，又開始了降落水(雨水，雪水)中含氮，硫，以及碘

等含量的化學研究工作。

關於對流大氣層含水部分的動力學和靜力學的研究，在這一時期也獲得了巨大的發展。到二十世紀初年，我們已經計算出水蒸汽，雲以及其他降落水的分佈量。並確定出除掉略有波動起伏而外，大氣中降落水量是不會有什麼變化的。

在過去的一百年中，並加強了對於河水和湖水化學成分的研究工作。

在十九世紀，曾進行過大規模的海洋有機生物，海洋物理性和化學性的研究工作。特別值得注意的，是硫化氫和肥水（黏泥，細砂，有機物混雜的水——譯者）的發現，這是在 1886—1889 年由 C. O. 馬加羅夫海軍上將領導下在「維津士」艦的俄羅斯考察隊以及 1890 年由 M. Б. 希賓特立爾，Н. И. 安特魯索夫等領導下的考察隊在黑海中發現的。當時許多人都注意到地下水的成因這一個問題。

В. И. 維爾那特斯基院士在他所著關於天然水學說發展史的概述裏面，指示出在十九世紀對於地下水所盛行的一些看法，都認為大部分的地下水是和地面水關聯，祇有一小部分是和岩漿水結合。維氏並指出和這種說法相類似的，還有一位羅馬尼亞地質學家姆拉捷克氏的見解，他認為油田水是源生於地史上古代海水中的。

位於地層深處的水，它的移流條件是和一些地區的地質構造調協一致的。

現代的露水學說，萌芽於十九世紀，根據這個學說，露水是由於地面冷却而凝集的。在露水學說的基礎上，出現了地下水的凝結生成說。按照這一個學說，地下水不是從雨水源生；而是由於含有水蒸汽的大氣空氣滲入地殼裏面，水蒸汽經過冷却以後而凝結成的水。

A. Ф. 列別捷夫教授根據他自己的觀察（1907—1919 年），重新返回到凝結學說上面，但對於這一種學說的論證，是完全另外一種方法。他認為水蒸汽從一個地區移轉到另一個地區，從大氣層進入土壤層，或者再由土壤層返回到大氣層，都是由於水的蒸汽壓力過剩的作用所形成的。如果大氣層中水的蒸汽壓力，比土壤層中水的蒸汽壓力大的話，那末，空氣中的水蒸汽，便會轉入土壤層。水的蒸汽壓力是隨