

矿床水文地质勘探 理论和方法

冶金工业部水文地质训练班专家讲课汇编

冶金工业出版社

矿床水文地质勘探理论和方法

— * —

冶金工业出版社出版 (北京市灯市口甲45号)
北京市书刊出版业营业登记证出字第093号

工人出版社印刷厂印 新华书店发行

— * —

1959年7月北京第一版
1959年7月北京第一次印刷
印数4,730册

开本787×1092·1/16·400,000字·印张17¹⁴/₁₆

— * —

统一书号15062·1816 定价1.90元

15-7-3
0.2

前 言

根據廣大水文地質和地質人員的要求，現將冶金工業部所舉辦的水文地質訓練班的講義汇集編印成冊，供有關專業技術人員學習參考。

本書所列內容均係聘請本部和有關單位的蘇聯專家、教授和工程師們，根據實際工作中的需要，結合專業技術理論進行講授的，對水文地質各個專業技術中的主要問題及工作方法均已論及。因此，它不是一本教課書，而是水文地質理論和實際生產技術問題和工作方法的彙集，故命名為“礦床水文地質勘探理論和方法”。

出版本書的目的是在於傳播區內外先進經驗，提高專業技術人員的技術水平，我們希望各礦山、勘探隊從事水文地質和地質勘探的技術人員認真地加以學習參考。

本部和有關單位的蘇聯專家、教授和工程師們在百忙之中抽暇為訓練班講課，謹此一併致以衷心的謝意。

冶金部地質礦山司

目 錄

前 言

第一部份 地下水普查 方鴻慈

第 一 章 引言.....	1
一、潛水分帶.....	1
二、地下水的成因類型.....	2
三、地下水化學成分的形成.....	2
四、海成地下水.....	4
五、潛水的幾個基本類型.....	5
六、自流水的幾個基本類型.....	7
第 二 章 水文地質測繪與區劃.....	9
一、水文地質測繪.....	9
二、水文地質圖.....	13
三、水文地質區劃(分區).....	18
第 三 章 地球物理方法在勘深地下水時的應用.....	20
一、電法勘探的一般原理——電測剖面與電測深.....	20
二、測井法及測井資料的水文地質鑑定.....	22

第二部份 地下水勘探 尤·弗·馬斯洛夫

第 一 章 地下水學原理.....	24
一、岩石的物理性質和水理性質.....	24
二、地下水成因.....	25
三、根據地下水的產狀對地下水分類.....	26
四、地下水的補給和含水層的洩水.....	27
五、地下水的運動.....	28
六、地下水運動的規律.....	28
七、地下水流的基本水動力因素和水流運動的形式.....	30
第 二 章 岩石透水性的測定方法.....	31
一、滲透系數的概念.....	32
二、根據經驗式測定岩石的滲透系數.....	32
三、注水試驗.....	35
第 三 章 揚水試驗.....	36
一、多孔和單孔揚水試驗的概念.....	36
二、揚水試驗的種類.....	36
三、準備工作.....	37

四、觀測鑽孔綫的擺佈	37
五、過濾器的位置和觀測孔的佈置	38
六、試驗工作的進行	41
七、水位和流量的測定	43
八、揚水試驗的編錄和檢查	45
九、在地質勘探過程中進行水文地質觀測的方法與要求	46
第四章 過濾器和水泵	57
一、過濾器	57
二、金屬過濾器的類型及其應用條件	57
三、重力過濾器	61
四、由防蝕性材料製成的過濾器	62
五、非金屬過濾器	62
六、過濾器工作部份長度的確定	63
七、過濾器孔眼大小的確定	64
八、測壓管的裝置	65
九、水泵	65
十、空氣壓縮器（空氣抽水）	69
第五章 滲透系數計算公式的選擇方法	71
一、影響選擇公式的基本因素	72
二、根據試坑揚水測定滲透係數的計算公式	80
三、計算滲透係數所必需的材料	81
四、影響半徑的測定	82
五、揚水中水位脫節的概念及其對計算的影響	83
第六章 坑道地下水湧水量的測定	95
一、根據水文地質比擬法測定坑道湧水量	95
二、根據水力平衡測定湧水量	96
三、根據含水係數測定湧水量	96
四、根據地下水動力學的公式測定湧水量	96
五、計算坑道湧水量的原始資料	97
六、豎井湧水量的測定	97
七、水平坑道湧水量的測定	102
八、井筒湧水量的測定與湧水量曲綫性質的關係	107
九、坑道系統湧水量的測定	109
十、根據電流水動力學相似法測定坑道系統的湧水量	109
第七章 相互作用鑽孔湧水量的測定	115
一、鑽孔相互作用的特點與各種因素的關係	115
二、相互作用鑽孔計算方法簡介	115
三、按阿里托夫斯基方法計算相互作用鑽孔	116
四、佛爾赫格伊米爾、施爾卡柴夫和馬斯凱特公式	119

第八章 露天採礦場湧水量的測定	120
一、前言.....	120
二、露天採礦工程湧水量的計算公式.....	121
三、露天採場整個周長的地下水湧水量的測定.....	124
第九章 礦床的疏乾方法	125
一、礦床的預先疏乾.....	125
二、礦床開採時防範地下水的的方法.....	128
三、超前工程.....	132
第十章 生產礦山的水文地質工作	132
一、幾個礦山的實際例子.....	133
二、水文地質工作的組織與進行.....	134
三、野外資料的整理.....	138
第十一章 止水方法	138
一、鑽孔止水.....	138
二、封孔止水.....	140
第十二章 用抽水試驗的方法測定給水度	142

第三部份 關於地貌學的幾個問題..... 列別捷夫等

第一章 引言	列別捷夫 145
一、地貌學的內容、任務及其研究方法.....	145
二、地形形成的主要因素.....	146
三、地貌學對國民經濟的意義.....	147
第二章 水蝕和水積地形及其研究方法	潘德揚 150
一、水蝕和水積地形形成的基本概念.....	150
二、沖溝的形成及其研究方法.....	150
三、河谷地形的形成及其研究方法.....	152
四、河間地的類型及其研究方法.....	160
五、河谷切割山地的一般特徵及其研究方法.....	162
六、研究水蝕和水積地形時的野外資料總結.....	163
第三章 乾燥地區地形和海岸地區地形	王乃樑 163
一、乾燥地區的地形.....	163
二、海岸地區地形.....	169
第四章 地貌學在礦產普查（砂礦）中的應用	列別捷夫 172
一、地貌在礦產普查中的應用.....	172
二、砂礦的普查與勘探.....	173

第四部份 關於第四紀地質學的幾個問題..... 楊子慶

第一章 引言	177
第二章 第四紀地層岩石性質基本問題	179

一、第四紀沉積物的岩性	179
二、第四紀沉積物成因類型的劃分	181
三、第四紀沉積物成因類型的特徵	183
第三章 第四紀地質圖——第四紀地質測量方法	198
一、準備階段	200
二、野外階段	200

第五部份 水化學和水分析 董連宏

第一章 水的物理性質	209
一、水的組成和構造	209
二、水對固體物質的溶解度	211
三、氣體在水中的溶解度	212
四、地下水的顏色和味道	213
五、地下水的導電度	213
六、地下水的放射性	213
第二章 有關的化學原理	214
一、溶液中物質濃度的表示方法	214
二、質量作用定律和化學平衡	215
三、溶解度積	216
四、離子的活動性	217
第三章 天然水的化學組成	218
一、天然水化學成分的形成條件	218
二、溶解的氣體	221
三、氫離子濃度	222
四、氫離子	225
五、硫酸鹽	225
六、碱金屬離子	226
七、鈣和鎂離子	226
八、重碳酸鹽和碳酸鹽	226
九、硫化物	228
十、生物原生物質	228
十一、微量元素	230
十二、水中的有機物質	231
第五章 水的化學分析概述	233
一、分析種類	233
二、水的化學分析	234
第六章 水按化學成份的分類	237
第七章 水化學分析結果的應用	241
一、生活用水的評價	241

二、工業用水和技術用水的判定	244
三、地下水對混凝土的侵蝕性	247
四、地下水對金屬的侵蝕性	251
五、水化學方法在找礦時的應用	251

第六部份 土質學中的幾個問題 徐正葵

第一章 概述	253
一、工程地質學和土質學的概念	253
二、土石分類及其野外鑑定	255
第二章 土的物理性質	258
一、礦物成分	258
二、粒度成分	259
三、顆粒形狀	261
四、重量	261
五、濕度 (w)	263
六、孔隙度 (n)	263
七、稠度 (B)	263
八、休止角	264
九、水理性質	264
第三章 土的力學性質	265
一、抗壓強度	265
二、抗剪強度	269
三、取樣規則	271
第四章 岩石性質	272
一、物理性質	272
二、力學性質	273
第五章 土石的露天採場與坑道掘進	273
一、露天採場斜坡穩定性	273
二、坑道中的土石壓力	277

地下水普查

方 鵬 慈

第一章 引 言

地下水普查與勘探的科學基礎是地下水的形成條件。不了解地下水的形成條件就不能合理地布置地下水普查與勘探工作。

要解決實際問題時就要研究現象的本質，也就是掌握規律，現在我們就研究一下地下水的規律，包括地下水的分佈規律、成因類型及埋藏條件等等。

一、潛水分帶

自然地理因素有一總的規律——緯度分帶規律。潛水分帶規律就包括在這種自然地理的緯度分帶中。

在19世紀末葉，俄羅斯土壤學家 B. B. 多庫恰也夫解釋了自然現象緯度分帶，他認為：“氣候、成壤作用、岩石風化作用以及地表水和地下水都具有緯度分帶性”。

後來水文地質學家發展了這一學說。

最早的一張蘇聯歐洲部分潛水分帶圖 II. B. 奧托次基1914年提出的。他指出“隨着潛水之向南流而增加着它的礦化度及埋藏深度”。他把俄羅斯平原劃分為五個潛水區域。

B. C. 伊林在1923年提出了最早的蘇聯歐洲部分潛水略圖，他根據一系列的自然因素總合把蘇聯歐洲部分劃分為七個潛水帶。

1. 凍漠水帶：潛水位深度很淺，含有大量有機物，幾乎沒有什麼礦物鹽，潛水補給河流。融凍作用而產生機械的風化，氣溫很低，岩石的化學作用不顯著。

2. 北方高水位帶：潛水埋藏深度 3~4 公尺，偶爾也有達10公尺者，水的礦化度比凍漠水帶增高，但有機物減少。氣候較溫暖，雨量較多，化學風化強烈，造岩礦物分解。潛水補給河流。

3. 淺沖溝帶：潛水埋藏深度達20公尺，總礦化度 0.5克/升，有機物僅在潛水離地表很近的地段能見到。潛水補給河流。

4. 深沖溝帶：潛水埋藏深度達25~30公尺，總礦化度 0.7~0.8克/升。潛水補給地表水漸少。

5. 沖溝—坳溝帶：潛水位深達 50 公尺，總礦化度 1 克/升，僅沖溝底部有潛水溢出，造成局部沼澤化。

6. 近黑海坳溝帶：潛水位深達100公尺，礦化度 5 克/升，水往往不能飲用。

7. 近里海坳溝帶：由於地表平坦，切割很弱，潛水位不深，礦化較高 10~20 克/升。

此外他還分出不分帶的潛水，受局部因素（地形、地質、岩性）影響，因而不在此分帶之列。

沖積層潛水，裂隙潛水，喀斯特水，沼澤水，鹽漬土水等等。

1947年 O. K. 朗格編制了全蘇領域的潛水分區圖。分為三個省：

1. 永久凍土省 a) 全片凍土帶， b) 融區和島狀凍土帶。

2. 潮濕氣候省 a) 過分潮濕帶， b) 不穩定潮濕帶。

3. 乾燥氣候省 a) 地下逕流多於蒸發的坳溝帶， b) 地下逕流與蒸發均衡帶。

此外他還劃分出山前積裙和山前平原帶，以及不分帶的潛水區域。
這種潛水區劃的原則，也是中國潛水區劃研究中所採用的。

二、地下水的成因類型

卡明斯基運用費爾斯曼的述語，把地下水分為三個成因周期：

1. 滲入或陸相成因周期（滲入水及凝結水）——地下水的形成與大氣降水的滲入、大氣水的凝結以及地殼上部的地球化學作用有關。

2. 海相或沉積成因周期（埋藏水或封存水）——地下水的形成是在沉積物沉積過程中或成岩（固結）作用中海水的侵入，以及在岩石中產生變質作用的水。

3. 變質周期和岩漿周期（初生水及復生水）——屬於區域變質作用和岩漿活動影響下形成為深層水。岩漿熱液形成的“初生水”。變質作用由岩石中脫出來的“復生水”。

在一定的地質條件下，某一種成因周期形成了某一種成因類型的地下水。同時一種成因周期可能被另一種成因周期所代替。例如滲入的大氣降水代替了海相埋藏水。

在滲入周期的水的形成過程中，大氣水和地表水的滲入起主要作用，這裡也包括水蒸氣的凝結作用，在某些地區凝結作用對潛水的補給起很大的作用。

水的滲入作用，最初是在包氣帶中進行，以向上運動為主，達到了含水層後即轉變為地下水流（層狀的、喀斯特的、裂隙的）。

滲入周期的水，又可以分為以下幾種成因類型：

1. 溶濾潛水 在大氣降水充沛的條件下形成的，亦即在較潮濕的地區形成的。就像我國南部，就是溶濾潛水發育的地方，華北，東北也是。在干旱地帶，當滲入作用和地下逕流適宜的地段上也可以形成。溶濾水大多是淡水，只有當含水層含有大量可溶性鹽類（如岩鹽層）才可以為高礦化水。我國新疆是乾旱地區，但是天山、阿爾太山、崑崙山的基岩裂隙水，以及山前帶礫石層中的水都是溶濾水。因為逕流條件良好。



圖 1

我國新疆是乾旱地區，但是天山、阿爾太山、崑崙山的基岩裂隙水，以及山前帶礫石層中的水都是溶濾水。因為逕流條件良好。

2. 大陸鹽漬化潛水，是乾旱草原和沙漠地區形成的，特別是在典型盆地中，由於強烈蒸發以後與

土壤鹽漬化同時形成潛水鹽漬化，大陸鹽漬化潛水，大多是高礦化水。

3. 溶濾自流水

(1) 陸台大盆地的自流水盆地，流速很小，循環路途很長。

(2) 山地褶皺區構造中的深層循環自流水，循環較強烈，有時有上升泉。

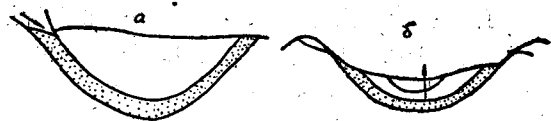


圖 2

每一類型的水中化學成分均不同，這與地球化學作用有關。也就是與化學成分形成過程有關。

三、地下水化學成分的形成

地下水溶解岩石中的可溶性成分，在地下水中最常見的離子有：

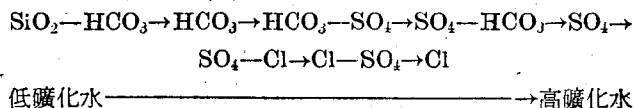
陰離子	Cl ⁻	陽離子	Ca ⁺⁺
	SO ₄ ⁻²		Mg ⁺⁺
	HCO ₃ ⁻		Na ⁺
			K ⁺

低礦化水的陰離子以 HCO₃⁻ 為主，中礦化水則以 SO₄⁻² 為主，高礦化水則以 Cl⁻ 為主。

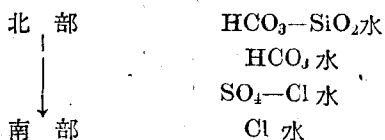
這取決於離子的溶解度。由以下三種化合物也可以概略地說明這一點。

水溫 °C	最大溶解度 %		
	NaCl	CaSO ₄	CaCO ₃
25	26.44	0.209	0.0014
50	26.99	0.204	0.0015
100	28.15	0.153	0.0015

更精確地說低礦化水至高礦化水，它們的礦化類型大體依下列的順序變化着。



在加爾墨諾夫做了蘇聯歐洲部分潛水水文化學分帶圖，也說明了蘇聯潛水由北向南礦化程度逐漸增高，礦化類型如下變化：



最低的礦化水中含有 SiO₂，實際上 SiO₂ 最多不過 6—8 毫克/升，而最低礦化水的礦化度僅幾十毫克/升，相對來說 SiO₂ 就佔有相當大的百分比。

小區域的水文化學分帶——內分帶，在黃河下游都可看到，這些地方地表水補給潛水，距河流愈遠礦化度愈高。

地下水中鹽分聚集的基本因素：

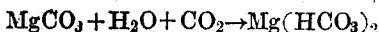
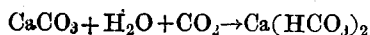
1. 以岩石或土壤中溶濾鹽分；
2. 通過土面蒸發，潛水濃度加大。

下面分別敘述這兩種作用。

1. 溶濾作用：

地下水在岩石滲流過程中，水溶解岩石中的可溶性成分。

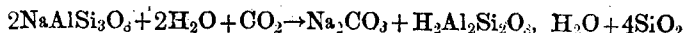
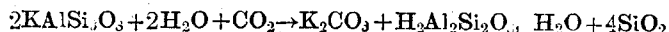
滲入水當初並不含有什麼鹽分，但含有 O₂ 和 CO₂，含有 CO₂ 的水不僅能溶解氯化物和硫酸鹽，還可以溶解難溶的 CaCO₃，MgCO₃，而這種成分在岩石中分佈最廣。



所以含有 CO₂ 的大氣降水溶解岩石後，形成了重碳酸鹽水。Ca(HCO₃)₂Mg(HCO₃)₂ 由於這些鹽類的溶解度小，所以這些水的礦化度不高，不超過 1 克/升。

一般來說重碳酸鹽水中其他鹽分含量不大。重碳酸鹽淡水是最好的淡水。

鹼性的 NaHCO₃ 水分布較少，在火成岩分布區，長石類礦物分解之後，碳酸鹽才可溶於水。



鹼金屬的重碳酸鹽水與火成岩有關，我國東北興安嶺，長白山一帶的潛水常是這樣。

鹼金屬碳酸鹽能與分布很廣的 CaSO₄ 或 MgSO₄ 起作用。反應結果生成鹼金屬的硫酸鹽。

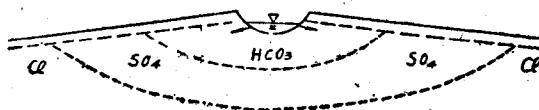
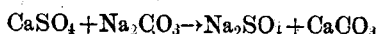


圖 3

反應結果，碳酸鈉水便變成硫酸鈉的水。

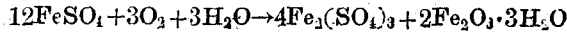
溶濾水礦化的另一來源是硫酸鹽類礦物被溶濾其中以硫酸鈣分布最廣，被溶濾後便形成礦化度較高的硫酸鈣水，這種水的臨界濃度 2.5~3.0克/升。當水中有 NaCl 存在時，CaSO₄ 的溶解度還要增高。

硫酸水中，除了硫酸鈣以外，有時還可見到硫酸鈉水。

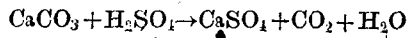
硫化鐵也是地下水中富集硫酸鹽的一個重要來源，富有氧的大氣降水滲入後，就會產生黃鐵礦的氧化，同時生成游離硫酸和硫酸鐵：



再繼續氧化，便生成硫酸鐵及針鐵礦：



游離硫酸、溶解碳酸鈣、產生硫酸鈣和游離碳酸：



在硫化物礦床的氧化帶，這一現象分佈範圍特別廣。煤田水中也往往是酸性的硫酸鹽水，因為在煤田中，黃鐵礦是分布最廣的分散狀礦物。

在溶濾水中氯化物中分布極有限，因為這種水祇可在分布有限的鹽礦末中才會遇到。

濃度高的氯化物水仍是一種分布極廣的地下水，但是它們不是因溶濾而形成的，而是其他的成因。

2. 潛水蒸發而聚集鹽分——大陸鹽漬化潛水。

鹽分在潛水中的聚集作用是乾旱地區的平原裡的特征。在無洩水口的低地中，當潛水位離地表很近時，可以遇到強烈的鹽分聚集。植物的蒸騰作用也有很大的意義，它往往大於土面蒸發好幾倍。

從低地四周流來的潛水，不斷地被蒸發，這樣含在潛水中的鹽濃度不斷增高。同時，由於各種鹽類的溶解度不同而開始沉澱作用，水的礦化類型亦隨之改變。溶解度最小的 CaCO₃、MgCO₃ 開始先沉澱，然後是 CaSO₄ 等等，最後水中以氯化物為主，變為鹽漬水。（礦化度 > 50克/升）

水的變質作用還不僅限於鹽分的搬運和沉澱，有時交替吸附作用會大大地改變水的礦化性質。

交替吸附作用是這樣產生的：由於土壤和膠體狀岩石（粘土質土）有吸附能，產生各種陽離子的吸附作用。



Na

例如碱土富有吸附性的鈉離子，黑土富有吸附性鈣離子。

土的顆粒，比表面積愈大，吸附陽離子愈多，例如粘土就能吸附大量陽離子。

當地下水中富有的陽離子達到了相當的濃度，就和土壤及岩石的吸附性陽離子起交替吸附作用。例如地下水中有 Ca 可以交替吸附性的 Na，

土壤吸附的 $2Na + Ca(HCO_3)_2 \rightarrow$ 土壤吸附的 $Ca + 2NaHCO_3$ ，

含有 NaHCO₃ 的水叫做碱水，對植物很有害。

圖 4

四、海成地下水

在地下水的形成過程中，海水也起着一定的作用，在沉積岩的沉積過程中，海水充滿了沉積物，而且深深地滲入到透水層的深層。

含有海水的沉積物，後來被不透水的沉積物覆蓋起來，在長期的地質年代裡，保存在封閉岩層中，一般稱這種水為封存水（成埋藏水）。

1. 共生封存水，即與含封存水的沉積物同時產生的水。

2. 後生封存水，即由海盆中滲入到原先已經生成了的分布在海底和海岸的岩層中的水。封存水的成分，首先決定於海水的成分。海水的標準濃度是 3.5%（35克/升）。

從化學成分來看，這種水主要含 NaCl，還含有 MgCl₂，MgSO₄，CaSO₄ 及少量的 Ca(HCO₃)₂。但是封存水的成分並不與海水相同，由於在長遠的地質年代裡還要產生變質。他們形成之後或者已經淡化，或者由於盆地（瀉湖）乾涸而更濃化。

水中 Br' 和 Cl' 的比例，是非常有代表性的值，在標準海水中：

Cl'/Br' = 300 (更確切些為 293)。

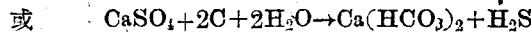
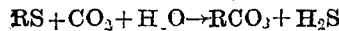
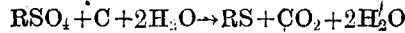
Cl'/Br' 系數對地下水來說，具有成因特征的意義。

Cl'/Br' = 300 未變質的封存水。

Cl'/Br' < 300 瀉湖成因的水，由於氯化物的沉澱，Br 的濃度反而增高。

Cl'/Br' > 300 岩鹽的溶解作用。

脫硫作用也是改變水質的一個原因，按下一反應式進行：



在油田水中，脫硫作用特別強烈，所以油田水的最終成分的特點是沒有硫酸鹽，而往往有很多硫化氫。

在海相沉積層中的封存水，與含水岩層達到一定的物理化學平衡後，能保存很長期間而不改變其礦化度。一但到地史過程中含水層被揭露時，封存的地下水在其歷史上便開始了一個新的階段。

在含水層的露頭處，滲入水開始滲入含水層並替換原有的封存水。

- 1) 滲入水和原有封存水的混合作用；
- 2) 滲入水和岩石之間的陽離子交替作用；
- 3) 滲入水含有游離 CO₂ 進一步對鹽類的溶解作用；
- 4) 滲入水含有氧，對海相沉積層進行氧化作用。

所有這些作用的結果，形成了新的化學類型的水。

五、潛水的幾個基本類型

研究潛水形成條件要考慮：

普遍的自然地理條件，尤其是氣候的緯度分帶；

當地的自然地理和地質條件。

現在我們就來講講幾種類型的潛水。

1. 河谷潛水

古代和現代河谷都充滿了沖積物，是潛水分布最廣的地區，往往形成巨大的潛水流，具有很大的實際意義，它可以作為供水和灌溉水的水源。

在河流的中、上游，山間河谷沖積層潛水，被現代河谷排洩着。河谷本身是由幾個河階地組成的，在各階地範圍內，潛水的質和量往往是不相同的。由於潛水的補給來源在河谷的上部邊緣，這些潛水在向現代主流流動的道路上，不斷提高着鹽分，由於主流排洩潛水，所以靠近河流地段潛水的礦化程度高。



圖 5

在河流下游及低地平原上的情況就不同了。那裡的河流是潛水的最大補給來源，這種事實在三角洲地區表現得最為明顯。由於河流本身的堆積作用而河床位於高處，這樣河流便經常補給潛水。因此，最淡的水分佈在河流附近，距河流愈遠，潛水的礦化亦不斷增加，除了鹽分的溶濾作用外，還有潛水的蒸發作用。



圖 6

2. 山間盆地的潛水

山間盆地如我國的塔里木盆地，其中有8000~9000公尺厚的沉積物。小的山間盆地也有幾百公尺厚。山間盆地是一個大向斜構造，往往夾有斷層。

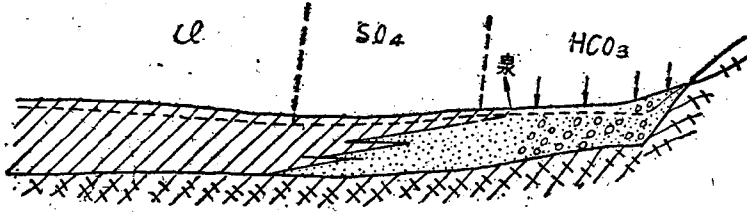


圖 7

被山洪冲到盆地去的碎屑物，由於水的搬運力逐漸減弱，而不斷受到分選作用。這樣便形成了沖積錐的物質按顆粒成分的分選作用。即從沖積錐頂部的礫石，直至底部的礫—粘質洪積物。

沖積錐的礫石部分不僅是潛水，同時還是自流水的主要補給區。一方面依靠降水，另一方面依靠河水的大量滲入。

礫石部分潛水流量很大，但埋藏較深，水質一般為 HCO_3 質的溶濾淡水，沿着潛水流向，土石愈來愈細，礫石被砂所代替，再往下出現了粘質土夾層。由於土粒變細，造成了潛水面的抬高，潛水面離地面很近，形成了土壤的沼澤化，而有部分潛水溢流於地表成泉（潛水溢出帶）再往下潛水保存在粘土和砂的互層中，而在砂層中的水則表現為承壓性質。至於山間凹地的中央平原，幾乎完全是厚層的粘質土。

在山區和山前傾斜平原中，地下逕流條件相當良好，潛水保持着 HCO_3 的礦化類型，總礦化度不超過 1 克/升，及至潛水溢出帶以下，潛水部分消耗於蒸發，於是潛水總礦化度增加到每升幾克，礦化類型過渡為 SO_4 型乃至 SO_4-Cl 型，再向盆地的中心，地下逕流趨於停滯，潛水消耗主要靠蒸發水的總礦化度發展到每升十幾克甚至幾十克，礦化類型過渡到 $Cl-SO_4$ 型乃至 Cl 型，同時陽離子由 Ca 過渡到以 Na 佔優勢。

3. 冰川沉積層的潛水

冰川沉積層，一般為粘土，岩層的透水性不良並且給水度很小，潛水的實際意義不大。可是在冰川地區古老河谷分布很廣，在這些河谷中充滿礫質和砂質的冰川沉積物，潛水流量很豐富，可為供水水源。

波蘭和德國北部有六條東西向古代河谷冰川沉積物，直到現代還流着巨大河流（易北河，奧德河、維斯那河等等）河流底下有巨大潛水流。

4. 喀斯特水（溶洞水）

石灰岩、白雲岩、石膏等等都是較易溶的岩石，常常形成喀斯特。喀斯特漏斗很容易吸收降水及地表水流，往往河流遇到喀斯特漏斗，整條河流都消失了，水在喀斯特洞中流動。

喀斯特區的特征是水文網不發育，泉不多，然而有則流量很大。喀斯特水都是低礦化的 HCO_3 水，硬度很大（石膏層、岩鹽層中的喀斯特水例外）。喀斯特泉動態不穩定，旱季裡往往乾涸而雨季裡湧水量顯著加大。

爲了要解決某些實際問題，因此產生一個喀斯特分布深度問題。由於不斷運動着的地下水的溶解作用而產生喀斯特，其深度決定於侵蝕基準面，像沿海地區海平面是喀斯特發育的下限。

但在某些情況下喀斯特洞也有位於海平面以下的深處者，這是由於喀斯特發育後，地殼下降的緣故，例如我國遼東半島目前在海平面以下幾百公尺處也發現了喀斯特。在這種地區，喀斯特水，還要防止海水的流入。

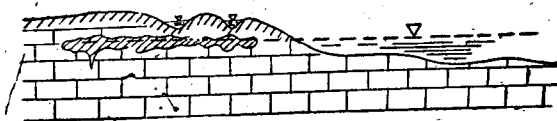


圖 8

六、自流水的幾個基本類型

自流水的形成主要決定於地質構造。根據地質構造把自流水盆地劃分為兩大基本類型。

1. 陸台地區的自流水

蘇聯歐洲部分的深層水可以作為這類自流盆地的例子。含水層可以為位於前寒武紀結晶岩層平坦的表面上古生代、中生代、新生代岩石。

這種自流水的分佈情況表現在 A. H. 謝米哈托夫所作的圖上。

這類自流盆地根據交替強度又可分為兩類：

- (1) 有良好的補給和逕流條件的自流水盆地；
- (2) 逕流極緩慢或根本沒有洩水處的自流水盆地。

假若自流水是流動的，則承壓區任一點的水位總要比補給區的水位低一些。



圖 9

水由補給區滲入把原來含水層中的水擠出洩水區，叫做水的交替。

德涅泊——頓聶茲盆地就是有良好的補給和逕流條件的自流水盆地。

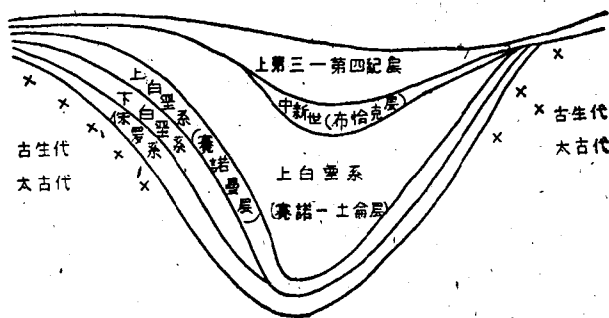


圖 10

主要含水層

中新世	布恰克層——砂
上白堊紀	賽諾——土倫層——砂岩
	賽諾曼層——泥灰——白堊
侏羅紀	——砂岩

其中以侏羅系及白堊系含水層意義最大，用於供水。

這些地層都是海相的，應該都是鹹水，而今天却都為淡水。這可由水的交替來解釋。根據很多鑽

孔的測壓水位作等水壓綫圖，得知此盆地中的水自東北向西南流，德涅泊河就排洩自流水。可以得出結論，由於水是運動的，以前的鹹水被淡水所交替了。可以用數學計算交替一次所需的時間。

$$u = \frac{L}{t} = \frac{v}{n} = \frac{KI}{n}$$

$$t = \frac{nL}{KI}$$

根據計算這些含水層的水交替一次需要 50,000 年，該地層形成後經地質時代，完全可以是淡水了。

無洩水處的自流盆地可以舉波蘭的地質南坡的寒武——志留紀盆地。

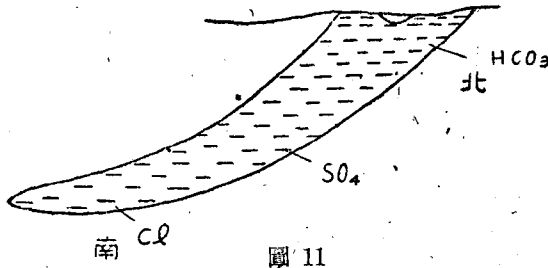


圖 11

在該盆地中，含水層為下寒武紀的砂岩和志留紀的石灰白雲岩。這些岩層形成了一個單斜構造，岩層向南傾斜。

祇有在含水層露頭處，水的礦化程度較底，由於補給區地表有起伏，而與河流產生水的交替，但不能涉及深部，因此在最深處為氫質的鹽滲水。

2. 山區自流盆地

最普遍的是山間自流盆地。第四紀以前的各種含水層形成了一系列的複雜的向斜或複向斜。

這種自流盆地的補給區可以在含水層露出地表的部分，也可以由山區裂隙水來補給。由於四周環山，高山上升，形成盆地中高水頭的自流水。



圖 12

應該指出自流水層頂板不透水是相對的。有的自流水盆地沒有明顯的洩水區，可是承壓水位是傾斜的，說明自流水有運動，說明自流水在壓力相當大時，仍可通過頂板洩水。河床下面的自流水可以通過頂板補給河流，含水層中的水也就向這方向流，仍然有交替作用，也可以形成淡水。

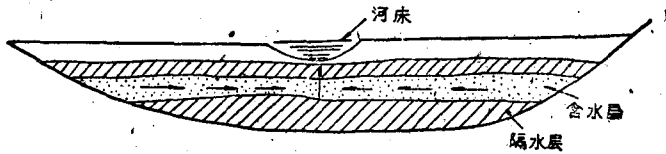


圖 13

自流水的洩水處也可能是在背斜的被冲刷部分，也可能沿着構造裂隙。

在山前盆地的第四紀層中也有高水壓的自流水，這種水分佈在沖積錐的邊緣，含水層為砂礫層，隔水頂板是粘質層，含水層的補給區為沖積錐礫石部分，含水層有很大的補充水量，往往用作居民點的供水源。

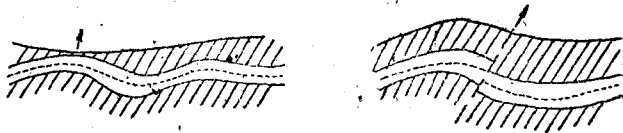


圖 14

參 考 書

Г. Н 卡明斯基 地下水的普查與勘探
第一章·第二章 (第16~60頁) 1947

第二章 水文地質測繪與區劃

一、水文地質測繪

爲了科學地論證某些實際措施而做的地下水的專門研究，應該建立在一個地區水文地質條件一般的（區域性的）研究基礎上，也就是必須查明地質構造、含水層的埋藏條件及含水層的露頭，這一任務是通過水文地質測繪來完成的。

正確來講應叫做“綜合性地質——水文地質測繪”因爲除了研究水文地質條件外，還要研究地質條件，不可能脫離地質而單獨研究地下水。如已做過地質測繪，則應充分利用現有的地質圖，以減輕和促進水文地質測繪工作，但現有的地質圖，也須要根據新獲得的資料加以補充和修正。

此外還需要研究地表水、地貌，有時還要研究植被、成壤作用等等。

根據任務和工作區範圍的不同，水文地質測繪比例尺也不同：

區域水文地質測繪的比例尺常爲1:500,000至1:1,000,000；它能大致地闡明區域水文地質條件，即對區域水文地質條件作出初步評價；

面積水文地質測繪的比例尺爲1:100,000至1:200,000，它要求比較詳細地闡明區域岩層的含水條件，這種比例尺的圖上的地質界綫和水文地質界綫要劃得非常精確，因此要有足夠的實際資料作依據。在岩石露頭不良和泉少的地區，還要打一些不深的單孔來研究第四紀含水層。鑽孔數量取決於地質構造的複雜程度和水文地質條件的變化程度，同時要從水文地質方面最有意義的泉、鑽孔、水井以及地表水中取水作化學分析；

詳細水文地質測繪的比例尺爲1:10,000至1:50,000應該在面積水文地質測繪時已擬定的具體面積上進行。詳細水文地質測繪在設計引水建築區、大型建設區、礦床區等地區進行。時常要打鑽孔、試坑並進行剝土，採取水樣的數量更要加多。

水文地質測繪包括以下各項工作：

1. 地貌的研究

對第四紀沉積層發育的地區有着特別重要的意義，地貌的外形往往能標誌出潛水的逕流條件，埋藏深度以及礦化程度的分佈，能標誌出潛水與地表水的相互聯系。

例如沖積錐，在其上部的礫石部分有巨大的潛水流在其中部和下部，成互層的粘質和砂礫質層中，在砂礫質部份有含水層，水質愈向下部礦化度愈高。

在沖積錐的上部河流經常補給潛水，在山嶺一帶河流則排洩潛水。在河流下游和三角洲一帶河流也經常補給潛水。

在閉塞的低平原中，潛水的埋藏深度很淺，並且時常產生土壤和潛水的鹽漬化。

2. 地質的研究

包括岩性、地層和地質構造的研究所。在山區的割切地帶研究主要的對象是岩石露頭，而在平原主要爲井、鑽孔和試坑。

在沉積岩發育地區，必須研究岩相類型（海相、陸相），岩性和層位。對緻密的結晶岩石要研究岩性成分並鑑定層位，還須研究岩石的裂隙性（裂隙程度、方向、大小）這一點對普查裂隙水時是必要的。在石灰岩、白雲岩及其他喀斯特化岩石發育的地區，必須觀察喀斯特現象。

3. 泉的研究

泉是地下水的露頭，在測繪時必須很好地研究它、記錄它。因爲泉是基本的水文地質點，另一方面它可能是直接被利用的地下水源。

遇到泉時，要把它正確地填在圖上，並須記錄以下各項：