

蘇聯高等學校教學用書

礦床水文地質學

卡明斯基 克利門托夫

奧弗琴尼科夫

合著

地質出版社

3563
5/2164;0

15715

礦床水文地質學

卡明斯基
克利門托夫合著
奧弗琴尼科夫

蘇聯文化部高等教育總局批准作為
地質勘探高等學校教學用書

地質出版社

1954·北京

本書原名“Гидрогеология месторождений полезных ископаемых”，係蘇聯著名學者卡明斯基（Г. Н. Камёнский）、克利門托夫（П. П. Климентов）、奧弗琴尼科夫（А. М. Овчиников）等合著，蘇聯國立地質書籍出版社（Госгеоиздат）1953年於莫斯科出版。書中詳盡地闡述了礦床水文地質學中最主要的問題，包括各種理論性的，有系統的和實際的材料。同時援引了適應於各種不同類型礦床的各種不同地質構造的含水性的資料，礦床地下水化學成分的資料，坑道湧水情況以及與其有關的地質現象的觀察結果；綜合了與礦山水進行鬥爭的經驗，闡明了礦床水文地質調查和礦山水文地質工作的方法問題，敘述了找礦和勘探礦產時應用水文地質標準的原則等。本書適合於高等學校作為教材，同時對野外工作也有着極大的實際指導意義。

本書的前半部由地質部編譯室左全農、劉大有、唐連江、汪盛輝等翻譯，後半部由燃料工業部趙福寧等翻譯，全書經地質部編譯室吳光輪校訂。

書號0105

礦床水文地質學

310千字

著	者	卡	明	斯	基
譯	者	地	質	部	編
出	版	者	地	質	出
					版
					社

北京安定門外六鋪炕

北京市書刊出版業營業許可證公字第555號

發	行	者	新	華	書	店
印	刷	者	北	京	市	印
						刷
						一
						廠

北京西便門南大道一號

印數（京）1—5005冊	一九五四年十二月北京第一版
定價 21,000 元	一九五四年十二月第一次印刷
開本 31'' × 45'' ₁₆	15 ₁₆ 印張

目 錄

原 序

第一章	礦床水文地質學及其發展史概述	3
	礦床水文地質學的對象和任務	3
	礦床水文地質學發展史概述	6
第二章	礦床充水的條件	13
	礦床充水的自然因素	13
	挖掘坑道和開採礦層時的流砂及岩石變形的現象	23
	礦床水文地質分類	29
第三章	某些類型礦床的水文地質條件	35
	喀斯特條件下的礦床	35
	疏鬆非膠結的含砂黏土質岩層中的礦床	48
	為疏鬆沉積物所覆蓋並具有裂隙的堅硬岩層中的礦床	56
	裂隙岩層中的礦床	61
	鹽礦床	63
	長年凍結區的礦床	72
	油田和天然氣礦床	78
	油田和天然氣礦床中地下水的產狀	78
	含油層、氣層及含水層的狀態類型	82
	油田和天然氣礦床的充水及其防止法	84
	人工外圍充水法	88
	油田和天然氣礦床的地下水觀測	88
第四章	礦床地下水的化學成分	91
	按化學成分劃分的礦床地下水的主要類型	93
	鹽礦床的地下水	93
	硫化物礦床的地下水	96
	煤礦床中的地下水	99

油田和氣體礦床的地下水	100
找礦的水文地質標準	105
找尋石油和氣體礦床時的水文地質標準	108
找尋鹽礦時的水文地質標準	109
找尋多金屬礦時的水文地質標準	109
找尋擴散元素礦床時的水文地質標準	111
關於在實踐中應用水文地質標準的某些見解	113
礦山水的利用	115

第五章 礦床開採及疏乾時坑道湧水的狀態	117
在開採時從坑道中進行抽水而引起的地下水天然 狀態的改變	117

降低水位過程中降落漏斗的形成	118
根據坑道性質及開採方法的不同而發生的湧水狀態 的變化	123

第六章 坑道湧水量的測定	127
以生產礦井中的觀測為基礎根據水文地質類似法測	

定湧水量	128
排水的實際資料就是在類似的條件下評價坑道湧水 量的基礎	128
根據生產礦山坑道中的單位湧水測定可能的湧水量	129
根據含水係數測定湧水量	133
根據水力平衡測定湧水量	134
根據地下水動力學的公式測定湧水量	142
井筒湧水量的計算公式及其應用條件	142
井筒湧水量計算實例	152
坑道系統湧水量的計算	159
根據“大井”法測定湧水量	160
採礦企業未來含水量係數的近似測定	162
藉電流水動力類推法測定湧水量	164
根據水動力分析測定湧水量（在三個層相互作用的	

條件下)	170
被淹沒坑道系統湧水量的近似測定法及淹沒的後果	173
被淹沒坑道系統湧水量的近似測定法	173
礦井長期淹沒的後果	184
第七章 進行地下開採時礦床的疏乾方法	187
水文地質條件對合理佈置坑道的意義	189
排水裝置的數量及其分佈位置	191
礦坑排水	193
坑道與地表水的隔絕	194
開掘井筒的專門方法	195
打入式支柱與下沉式支柱	196
沉箱掘進法	196
岩層化學加固法	197
止水	198
人工凍結	204
礦井鑽進	207
事先(超前)降低地下水的水位	209
在開採過程中疏乾礦床的方法	213
從地表進行事先疏乾	214
從坑道中進行疏乾	225
打入式過濕管	225
充氣鑽孔	239
真空過濕管	242
真空水井	244
直通式過濕管	246
排水用淺井	248
降低水位用水井	248
排水平巷	249
排水渠	250
排水平窿	250
吸水用鑽孔	251

	陷落室洞	254
	坑道人工泥砂充填	256
	用超前坑道預防事故及保護圍堰	256
第八章	露天開採礦床時防範地下水的的方法	260
	地表水平排水	262
	將河流引出露天採礦區範圍以外	272
	深水位降低（垂直排水）	273
	聯合疏乾法	276
	露天開採時人工降低水位的設計問題	281
	沿露天採礦場周邊分佈的相互作用排水鑽孔系統的計算	283
	阻塞式排水設備的計算	295
	關於露天採礦場湧水量計算的理論	299
	針狀過濾裝置	304
第九章	勘探礦床時的水文地質調查	310
	各勘探階段水文地質工作的內容	310
	地質測量工作過程中水文地質調查的性質	314
	勘探礦床過程中水文地質調查的性質	317
	打水文地質鑽孔時的觀測工作	317
	實驗抽水	321
	地下水的水文化學研究	330
	地下水狀態的固定觀測	331
	勘探礦床時水文地質調查的其他專門性的問題	332
	水文地質報告書的內容	334
第十章	礦山水文地質工作的一些問題	337
	編製分層的水文地質圖	338
	礦山排水和地下水的狀態的觀測	339
	坑道變形的觀測與地表觀測	342
	防止礦山水的幾種方法	343
	參考文獻	347

原 序

蘇聯共產黨第十九次代表大會的決議，在蘇聯人民面前開闢了為在我國建成共產主義而鬥爭的宏偉遠景。

黨第十九次代表大會所通過的關於第五個五年計劃的指示中，對我們祖國天然財富的勘探工作予以極大的注意。指示中規定：“為了滿足國民經濟在原料和燃料資源方面不斷增長的需要，必須保證進一步發展地下天然財富的勘探事業，查明各種礦產的儲量，首先是有色金屬、稀有金屬、煉焦煤、鋁的原料、石油、富的鐵礦以及其他各種工業原料的儲量”^①。

在解決此項重要的任務中，蘇聯全體水文地質工作者應該起很大的作用。礦床的水文地質研究是地質勘探工作中不可缺少的部分。從事研究礦床充水情況的水文地質工作者和所有從事於地質勘探工作的工作人員面臨着完成利用蘇聯豐富天然財富的巨大工作。

本書在於對礦床水文地質學中最主要的問題試加說明，同時包括有各種理論性的，有系統的和實際性的材料。書中援引了適應於各種不同類型礦床的各種不同地質構造的含水性的資料，礦床地下水化學成分的資料，坑道湧水情況以及與其有關的地質現象的觀測結果；綜合了與礦山水進行鬥爭的經驗；闡明了水文地質調查和礦山水文地質工作的方法問題；敘述了找礦和勘探礦產時應用水文地質標準的原則。所有這些問題在書中還只是得到初步的發展；為了使上述問題研究得更完全以及能夠滿足採礦工業迅速增長的需要，還需要蘇聯全體水文地質工作者努力認真地工作。

本書乃是根據莫斯科奧爾忠尼啓則地質勘探學院“礦床水文地質”

① 黨第十九次代表大會關於 1951—1955 年蘇聯發展的第五個五年計劃的指示，國家政治書籍出版局，1952 年 14 頁。

此一課程教學的結果編寫而成。在編寫這本書時，作者們曾收集了和綜合了大量的實際材料，這些材料都是蘇聯水文地質工作者在進行找礦勘探工作及開採礦產時所積累的。編寫第六章坑道湧水的計算的問題最爲複雜，由於試驗材料的不足和對此問題的理論研究得不够，本章不能編寫得非常完整。其中僅敘述了某些例子；從這些例子中可找出在水文地質條件相類似的情況下坑道湧水量計算的方法指南。

本書作者的分工如下：大部分的章節（第二，第三，第五，第六，第七，第八，第九和第十章）爲克利門托夫（П. П. Климентов）寫成；第一章爲卡明斯基（Г. Н. Каменский）和克利門托夫合寫；第四章——礦床地下水的化學成分主要爲卡明斯基和奧弗琴尼科夫（А. М. Овчинников）所寫，本章中之一節——“找礦的水文地質標準”爲奧弗琴尼科夫所寫，同時他還編寫了第三章中“油田和氣體礦床的地下水”一節；第四章中“礦山水的利用”一節爲克利門托夫寫成。

作者們衷心地感謝給他們提出許多寶貴意見和重要指示的托爾斯齊欣（Н. И. Толстихин）和特羅揚斯基（С. В. Троянский）教授以及列寧格勒礦業學院水文地質教研室的工作人員熱爾托夫（П. И. Желтов）、克爾基斯（Е. Е. Керкис）、馬克西莫夫（В. М. Максимов）、奧斯特羅烏莫夫（В. П. Остроумов）及帕烏克蘭（Н. Г. Паукер）等同志。作者們特別要感謝的是本書科學技術校閱者謝戈列夫（Д. И. Щеголев）教授，他進行了許多重要的修正和補充，特別是在書中的第六章。

作者們同樣也感謝繪製了本書中圖表材料的特羅菲莫娃（Е. Д. Трофимова）。

作者們將非常感謝地來接受對本書所提出的一切批評意見。意見請寄：莫斯科 9，莫霍夫街 11 號，莫斯科奧爾忠尼啓則地質勘探學院水文地質教研室（Москва 9, Моховая, 11, Московский геолого-разведочный институт им. С. Орджоникидзе, кафедра гидрогеологии）。

第一章 礦床水文地質學及其發展史概述

礦床水文地質學的對象和任務

礦床水文地質學的研究乃是在進行找礦和勘探，特別是開採礦床時，對該礦床自然條件進行綜合研究的最重要組成部分之一。

很多礦床是由於以往地質年代中地下水地球化學作用的結果而形成的：地殼中化學元素的移動以及集中成為礦床常常是由於地下水在循環時，以及與岩石相互作用時所發生的各種不同的水文地球化學作用的結果所致。屬於此類礦床的有熱液礦床、交帶礦床、滲濾礦床、表生(гипергенные)礦床等。

在礦床變化的過程中流動及與礦物發生相互作用的地下水起着極重大的作用，它們使某地的一些礦床發生次生富集作用，而使另一些礦床遭受到破壞。從水文地質方面對這些作用來進行研究能夠為找礦和勘探礦產提供出極寶貴的資料。

在揭露和開採礦床時，通常出現地下水。地下水侵入坑道往往使坑道的挖掘工作和礦產的開採工作極其複雜化。為了防止地下水，必須進行一系列專門性的工作：裝置大馬力的排水水泵，藉助於降水鑽孔，排水沿脈坑道，打入式過濾管以及藉助於在不穩定的含水岩層中挖掘礦井的特殊方法來疏乾岩層。

自坑道中排出的水的數量通常大大地超過所開採出的礦產的數量。在某些情況下，礦山湧水量達到極巨大的規模。例如：在喀斯特非常發育的情況下，便有這樣的礦床，其湧水量達到 5000 公尺³/時。湧水之所以不均勻是因為喀斯特區以及構造裂隙發育區內充水岩層不均勻所致，這種不均勻的情況往往表現為突然發生地下水的潰入而將

坑道淹沒。

隨着水的湧入坑道，往往引起許多岩石變形的現象，其中流砂所造成的現象尤為複雜。



圖 1. 由於地表下降而引起地表建築物破壞的情況

流砂的潰入坑道往往引起慘重的結果，它不僅使整個礦山中的裝備遭受損失，同時也常使地面的礦山建築物、工廠建築物、住宅等遭受極大的損害或甚至於破壞。圖 1 中所示為布留克斯城（北波希米亞）的地面建築物由於大量流砂潰入坑道而引起破壞的情況。

以往曾認為在蘇聯領域內煤層上部流砂沖潰的現象僅為莫斯科盆地所特有，但現在這種現象在蘇聯東部地區的煤礦井中也有發生。流砂分佈得最廣泛的是在林格爾褐煤礦區。此外，最近在煤礦井的坑道中常可看到泥岩變形的現象越來越顯著，這是由於地下水與泥質雜岩膠體部分相互作用的結果。例如：有一個新的煤礦井，深度為 278 公尺，由於泥岩在礦井兩旁發生流動而使其遭受到損壞，因此進行修理工作就化費了幾百萬盧布。

用露天坑道開發礦產時（露天採礦場），如果有不穩定的充水的

砂質泥岩存在，則必定會發生塌陷和崩潰的事故。

在採礦的實際工作中常有這樣的情況：由於礦床充水量很大，以致在幾年的時間內不能開採某些礦井中的設計厚度。許多礦床由於頂板岩層和底板岩層的充水量很大而且極不穩定，因而不可能進行開採，目前尚沒有在技術上可靠的而在經濟上有利的開採方法。

在開採喀斯特條件下的礦床時，詳細研究礦床充水的情況對開採工作以及山地工作的安全進行乃有着決定性的意義。

如果對大量喀斯特水湧入的危險性估計不足，就能使礦井和全部礦井的裝備遭受淹沒。為了消滅這種災害，往往必需花費大量的資財。

在喀斯特化的碳酸鹽質岩層中挖掘坑道時，需要花費很多的時間和資金，例如：在挖掘過程中，自喀斯特化的石灰岩中湧入井筒的水量達 300—350 公尺³/時，某一個礦床的礦井的井筒，由於水文地質條件特別困難，五年的時間才掘至 107 公尺的深處。

研究礦床充水量和查明各種不同自然因素的作用——地質構造，含水層的產狀，地下水和地表貯水池的聯系——乃是礦床水文地質學中主要的任務之一。

另外一類的任務乃與研究礦床地下水的化學成分有關。地下水的成分極為各種各樣，它決定於礦床的地質歷史，含水層的產狀，礦產及圍岩的礦物成分。

在許多礦床中，常遇到有碳酸氫鹽和碳酸氫硫酸鹽型的淡水，同時還有各種礦化很強的水及高度礦化的鹽水。在某些礦床中，由於礦床（鹽礦床，硫化礦的氧化帶）中所含的特殊元素變成溶液而使地下水具有特殊的成分。在另一些情況下，地下水礦化作用的特徵乃由特殊的形成條件所造成（油田水）。此類水可作為具有相適應礦物存在的標誌。

目前正在研究水文地質標準，這些標準配合其他的資料便可適用於找尋石油、岩鹽、銅，某些有色金屬和侵染元素等礦產的工作中。

礦區中的地下水，同樣也應該從利用其作為飲用和技術供水的觀點出發來加以注意。在綜合解決礦床開採的問題時，此問題具有現實的意義。

礦床水文地質學發展史概述

礦床充水情況的研究與採礦業的發展，特別是與礦山排水工程的發展有着極密切的關係。

由採礦的歷史中可知，在古代和中世紀的時候，與礦山水鬥爭的技術是非常簡陋的。當時僅有最簡單的勺型抽水機，這種抽水機乃用手驅動或畜力帶動來進行工作（圖2）。在很古的時候，奴隸們用皮袋自礦坑中汲水。

例如：在契列帕諾夫（Черепанов）礦山（阿爾泰山），藉助於85匹馬來進行排水。不久以後，又在這裏的河邊建築了擋水壩，於擋水壩上安裝了一直徑為6.4公尺，寬度為1.83公尺的水車輪。動力由水車工作輪（工作輪藉落下的水流來帶動）藉助於長756公尺的專門“桿狀裝置”而取得並傳給水泵。

在另一個礦山中曾利用直徑為10.65公尺，寬度為2.13公尺的注水式水車輪來進行排水。水車距離礦井為1376公尺。傳給水泵的力以同樣的方法來進行。在水車工作以前，礦山排水利用的“畜力機”乃用208匹馬來帶動。

因為自水車至抽水機的有效力能是藉助於極長的（756—1376公尺）木製的傳動桿，所以上述裝置的有效能率很低。但是，此種方法已經是比較進步的了，因為已經利用了水的力能代替人類及牲畜的膂力。

達尼列夫斯基（В.В.Данилевский [1948]）寫道：在十八世紀八十年代初開始時，弗羅洛夫（К. Д. Фролов）在阿爾泰山的茲麥伊諾戈爾斯克（Змеиногорское）礦床創造了水力的裝置。

保存於坑道中的巨大拉桿和連桿殘餘物（從前藉水力傳動）證

明：茲麥伊諾戈爾斯克的地下水力裝置極其複雜，而且規模很大。水力由遠在1780年築於茲麥伊夫卡河上的17公尺高堰壩來供給。該堰壩至今仍舊保存着。

水由堰壩旁的進水口沿水平坑道和露天渠首先流至“鋸磨機”，水於此處使鋸木裝置的水輪轉動。其次水從地下流向耶卡捷林寧（Екатеринин）礦井的礦石提昇機，此處地下水流帶動直徑達4.3公尺的複式注水式水輪。然後水流入該礦井的揚水裝置，而使直徑為17公尺的揚水輪轉動。

水由耶卡捷林寧礦井的揚水機沿地下坑道流向沃茲涅先礦井（Вознесенская шахта）的礦石提昇裝置和揚水裝置，使直徑達16公尺的水輪轉動。

最後，水沿克烈斯基契利水平坑道同樣藉水泵將水由礦井底層向上昇入水平坑道，流經1000公尺，然後流入堰壩下游的茲麥伊夫卡河床。

弗羅洛夫是一個非常聰明的俄國發明家和建築工程師，遠在十八世紀他就將水力應用於採礦事業上。“俄國革新者的創造——達尼列夫斯基寫道——完全勝過在同一時期於西方認為最完善的著名工程建築物（法國馬爾利 [Марль] ——克利門托夫）”。

但是，與茲麥伊諾戈爾斯克相類似的降低水位裝置，在當時很

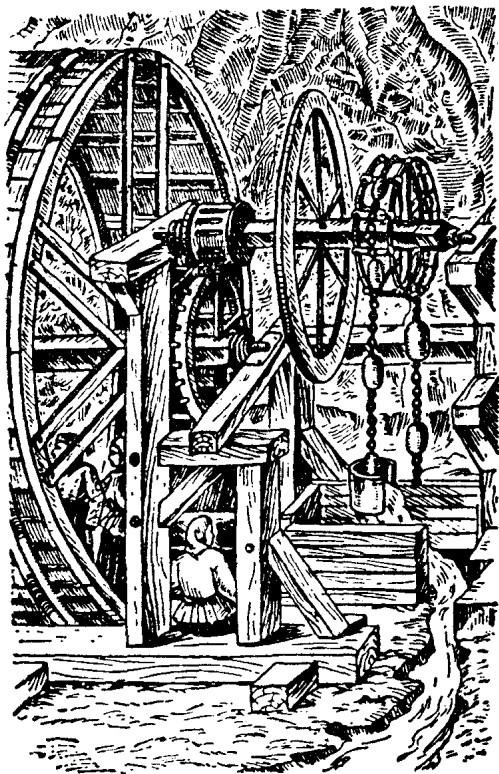


圖2. 古代礦井的排水

少，因而對於開採國內的含水礦床並不能有很大的意義。

在礦山排水技術很不發展的時期，甚至 3—4 公尺³/時的湧水量也成爲加深礦井時不可克服的困難。因此，開採深的礦層在很大程度上皆受到地下水的限制。斯米爾諾夫(С. С. Смирнов)在描述外貝爾加東部的多金屬礦床時提到：許多開採工作正是由於地下水湧入而不得不放棄。

從十九世紀下半葉便開始採用蒸氣機進行排水，以後又採用了電力，因此，與礦山水進行鬥爭的技術就開始很迅速地發展起來。

目前，排水工具已經達到了如此完善的地步，以致於湧水已經不能限制坑道的深度。坑道可以直達地下水天然水位幾百公尺以下的地方（例如頓巴斯礦井的深度超過 700—900 公尺），而抽出的水之數量一晝夜達到幾萬立方公尺。

目前，在某些情況下，很大的湧水量以及水和流砂毀滅性的突潰，仍舊使礦床開採的條件複雜化。

隨着技術的發展研究礦床充水條件的需要也不斷地增長，同時也產生了測定地下湧水量的值以及擬定礦床排水的合理方法等問題。但是，在資本主義掠奪性地開採礦床的情況下，在這方面沒有進行過任何研究工作。

專門水文地質調查首先於蘇聯進行，主要是在第一個斯大林五年計劃的時期，當時在許多礦區曾組織了有系統的水文地質工作，因而爲礦山水學說的發展奠定了基礎。

由於社會主義採礦工業的發展以及實行了地下工作勞動條件的改善方法，大家都認爲礦山水文地質問題的研究具有很大的意義。在蘇聯山地工作和地質勘探工作全國代表大會和會議上廣泛地展開這些問題的討論就可證明這一點（1928 年礦山科學技術代表大會；1931 年第一次全蘇水文地質代表大會；1933 年於基澤爾(Кизел)城召開的喀斯特會議；1939 年全蘇礦山工程技術協會列寧格勒分會召開的莫斯科褐煤田水文地質和礦山水會議；1940 年全蘇勘探技術和方法會議）。

在研究莫斯科煤田、頓巴斯煤田、庫爾斯克磁力異常區、烏拉爾、波羅的海沿岸頁岩煤田、西部烏克蘭褐煤田、中亞細亞煤田等地的許多礦區的礦山水以後，得出了許多極為寶貴的資料，這些資料在許多著作中均已發表過。

在頓巴斯煤田、莫斯科煤田以及其他礦區都曾進行過大規模的水文地質調查。

在頓巴斯煤田進行研究的目的是在於測定礦井湧水量，以及研究利用礦山水作為飲用供水和技術供水的可能性。在1929年，謝維羅夫(Н. И. Северов)和契烈平尼科娃(Т. А. Черепенникова)曾發表過這些工作的結果，後來在1941年和1943年，謝戈列夫(Д. И. Щеголев)等也曾發表過。

在莫斯科煤田，由於地下水湧水量不斷地增加以及流砂經常沖潰，以致使深層褐煤的開採工作遭受到困難，因此，所進行的水文地質研究主要是為了擬定煤田排水的方法。

莫斯科煤田地下水研究的結果在許多公佈的著作中都曾經闡述過，如：特羅揚斯基(1939)；雅布洛科夫和斯克羅波夫(С. А. Скروبков)(1938)；特羅揚斯基和別利亞也夫(Д. Д. Беляев)(1939)；別利亞也夫和戈利嘉科娃(В. И. Гольякова)(1939)；馬卡維也夫(А. А. Маккавеев)(1936)；伏利刻納烏(А. В. Волькенау)(1937, 1941)等的著作。

煤田排水方法的問題在伏羅比耶夫(А. А. Воробьев)和雅布洛科夫(1936)；特羅揚斯基和別利亞也夫(1939)；特羅揚斯基和克里伏羅格(С. А. Криворог)的著作中均有說明。

在1940年，謝戈列夫發表了“礦山水文地質問題”一書，書中簡單地研究了經濟問題，自然地理條件和開採方式對礦床含水性的影響，勘探時的水文地質調查，進行山地工作時與地下水作鬥爭的方法等。

斯大林獎金獲得者斯米爾諾夫經過多年的研究工作後，得出了關於坑道充水性質和在喀斯特情況下開採礦層的合理方式的重要結論。

在進行各種不同礦床的水文地質研究的過程中，出現了許多系統性的著作——論到各勘探階段中水文地質研究的範圍和性質（雅布洛科夫和斯克羅波夫 1938；普羅霍羅夫和謝爾格也夫，1939），同時也論到全蘇儲量委員會所批准的礦床各級儲量的水文地質研究要求（涅柳波夫（Л. П. Нелюбов）和謝戈列夫，1944；普羅霍羅夫，1945 及 1951）。

在各種不同地質條件下（其中包括在喀斯特和多年[“永久”]凍結的條件下）的礦床的全部水文地質資料總合，是礦山水學說起源的基礎。

在 1948 年曾出版了謝戈列夫的著作“礦山水”，書中第一次綜合了礦山水文地質的問題，並作出了礦床水文地質的分類。書中敘述了與地下坑道湧水進行鬥爭的方法的發展歷史，研究了岩石的含水性。分析得最詳細的是決定礦床含水的自然歷史因素和人為因素。書中同樣也描述了地下水對礦山企業經濟方面的意義，並列舉了利用礦山水的例子。

最近（1949—1952 年），塞羅瓦特科（М. В. Сыроватко）發表了許多關於煤田水文地質的著作。他解決了某些與勘探方法和開採煤礦實際工作有關的重要問題，並製定了計算坑道湧水量的新方法。

開採新的大量充水的礦床時，需要研究測定坑道湧水量的水文動力學理論。這一理論的許多重要問題已由吉林斯基（Н. К. Гиринский）（1947, 1950）和柯奇娜波魯巴里諾娃（П. Я. Кочина-Полубаринова）所解決。但是，由於測定坑道地下水湧水量的工作非常複雜，因此，在這方面令人滿意的理論上的答案還沒有找到。

所有上述著作主要都是涉及到坑道充水的問題。最近，某些礦床的地下水化學成分的研究具有很重要的意義。

研究家們首先注意的是礦井的地下水。這些地下水往往由於含有游離的硫酸，因而對鐵、混凝土和其他材料具有侵蝕的能力，因此需要有防範此類水的侵蝕作用的專門方法。