

苏联中等专业学校教学用书

水文地质学

П. П. 克利門托夫著

地质出版社

普通水文地質学 礦山水文地質学 簡明教程

水 文 地 質 学

П. П. 克利門托夫 著

苏联地質保礦部教育局審定作为
中 等 地 質 勘 探 学 校 教 材

地 質 出 版 社

1956 • 北 京

П. П. КЛИМЕНТОВ
ГИДРОГЕОЛОГИЯ

Государственное научно-техническое издательство
литературы по геологии и охране недр

Москва 1955

本書按教学大綱分为兩大篇二十二章。第一篇为普通水文地质学部分，第二篇为礦山水文地质学部分。

本書不僅可作为中等地质勘探学校的教材，而且也是一切从事水文地质工作的人员工作中必备的参考書。

本書著者現在东北地质学院任教，本書出版前著者对書中某些数字及圖表作了修改。

書中第一章到十一章由北京地质学院水文地质工程地质教研室張介濤翻譯，方鴻慈校对，第十二章到二十章由东北地质学院齊有义翻譯。

水文地质学

260,000字

著者 П. П. 克利門托夫

譯者 張介濤 齊有义

出版者 地质出版社

北京宣武門外永光寺西街3号

北京市書刊出版營業證出字第零伍零号

發行者 新華書店

印刷者 北京市印刷一厂

北京西便門內南大道乙1号

編輯：左全農 技術編輯：吳學華

校对：洪梅玲

印数(京)1—15,300册 一九五六年九月北京第一版

定价2.40元

一九五六年九月第一次印刷

开本31''×43'' $\frac{1}{2}$

印張12 $\frac{1}{2}$ 插頁3

目 錄

原序	7
緒論	9
第一篇 普通水文地質学	
第一章 自然界中的水	16
§ 1. 地球上的水量和水的循环	16
§ 2. 大气圈的成分及結構 空气的湿度	18
§ 3. 大气降水及其在苏联領域内的分布	21
§ 4. 水面和陸地的蒸發作用	25
第二章 地表逕流及地下逕流	28
§ 1. 地表逕流的特征	28
§ 2. 河流的补給形式	29
§ 3. 河流流量及河流的潛水补給量之測定	31
第三章 地下水与岩石之相互关系	36
§ 1. 岩石的物理性質	36
§ 2. 岩石的粒度成分	45
§ 3. 岩石的粒度分析	46
§ 4. 岩石按粒度成分的分类	56
§ 5. 岩石粒度成分的圖表表示法	58
第四章 地殼中水的形式	61
§ 1. 土壤層中的水	61
§ 2. 岩石的水理性質	61
§ 3. 岩石中的水	63
第五章 地下水的运动	70
§ 1. 水在飽和的粒狀岩石中移动的形式	70
§ 2. 地下水运动的基本定律	72
§ 3. 地下水流向和流速的測定	77

§ 4. 引水建筑物的类型	83
§ 5. 借公式計算鑽孔和探井的湧水量	84
§ 6. 湧水量和水位降低的关系曲綫	97
第六章 地下水的物理性質和化学成分	100
§ 1. 地下水成分的形成条件	100
§ 2. 地下水的物理性質	101
§ 3. 地下水的化学成分	104
§ 4. 地下水的細菌成分	110
§ 5. 飲用水之評價	111
§ 6. 技術用水之水質評價	112
§ 7. 地下水按其化学成分的分类	115
§ 8. 地下水化学分析結果的整理	118
§ 9. 化学分析用水样的採取	121
§ 10. 水化学分析的种类	124
第七章 地下水的成因和分类	125
§ 1. 地下水的成因	125
§ 2. 地下水的分类	130
第八章 上層滯水和潛水	133
§ 1. 上層滯水	133
§ 2. 潛水的特征	134
§ 3. 潛水面的形狀	136
§ 4. 潛水的补給条件	139
§ 5. 潛水与地表水流和地表水体之关系	141
§ 6. 潛水的分帶	144
§ 7. 某些潛水类型的特征	143
第九章 自流水	153
§ 1. 自流水的埋藏条件	153
§ 2. 自流水的儲量	159
§ 3. 某些典型自流盆地的水文地質条件	160
第十章 裂隙水和喀斯特水	164

§ 1. 有关岩石裂隙性的某些資料	163
§ 2. 裂隙岩石的含水性	165
§ 3. 喀斯特水	169
第十一章 多年冻土区的水文地质条件	175
§ 1. 多年冻土及其在苏联的分布	175
§ 2. 多年冻土区的地下水	178
§ 3. 多年冻土区的泉和冰層	182
第十二章 礦水	187
§ 1. 礦水的概念	187
§ 2. 礦水在苏联領土上的分布	187
§ 3. 礦水的基本类型	190
§ 4. 礦水的引水工程	191
第二篇 礦山水文地质学	
第十三章 礦山水文地质学的一般任务和礦床充水的条件	193
§ 1. 研究礦床地下水的主要任务	193
§ 2. 礦山水的概念和含水系数	195
§ 3. 礦床充水的自然因素	196
§ 4. 流砂及岩石变形的其他現象	200
§ 5. 礦床按其充水程度的分类	203
第十四章 某些类型礦床充水的水文地质特性	207
§ 1. 喀斯特条件下的礦床	207
§ 2. 鹽礦床	209
§ 3. 非膠結的疏松沉積含砂粘土質岩層中的礦床	214
§ 4. 坚硬的裂隙岩層及粒狀(砂質)岩層中的礦床	215
§ 5. 裂隙岩層中的礦床	218
§ 6. 多年冻土区的礦床	220
第十五章 礦床地下水的化学成分	223
§ 1. 礦床地下水的化学成分概論	223
§ 2. 作为找礦标誌的礦床地下水的化学成分	225
§ 3. 礦山水的利用	226

第十六章 开采矿床时坑道涌水的动态	229
§ 1. 开采矿床时从坑道中抽水所引起的地下水动态的变化	229
§ 2. 降低水位过程中降落漏斗的形成	230
§ 3. 根据坑道性质及开采方法的不同而发生的涌水动态变化	232
第十七章 坑道地下水涌水量的测定	235
§ 1. 根据水文地质类似法测定涌水量	235
§ 2. 根据含水系数测定涌水量	236
§ 3. 根据水均衡测定涌水量	236
§ 4. 根据“大井”公式测定涌水量	237
第十八章 开采矿床时与矿山水进行斗争的方法	239
§ 1. 水文地质资料在坑道布置上的作用以及与地下水斗争方法的选择	240
§ 2. 矿山排水	242
§ 3. 坑道与地表水的隔离	243
§ 4. 开掘井筒的专门方法	244
§ 5. 在开采过程中矿床的疏干方法	254
§ 6. 多年冻土区坑道的掘进	273
§ 7. 超前坑道和保护圈堰	274
第十九章 勘探矿床时的水文地质调查	276
§ 1. 各勘探阶段水文地质工作的内容	276
§ 2. 地质测绘工作过程中的水文地质观测	279
§ 3. 勘探矿床过程中的水文地质观测	281
§ 4. 地下水动态的固定观测	295
§ 5. 专门的水文地质工作	295
第二十章 矿山水文地质工作	298
§ 1. 开采矿床时矿山水文地质的工作任务	298
§ 2. 层状图的编制	299
§ 3. 矿山排水观测和地下水动态观测	301
§ 4. 坑道变形和地面下沉的观测	303
§ 5. 与矿山水作斗争的工作	304
附录	307
参考文献	309

原 序

水文地質學是一門研究地下水的科學。它研究地下水的分布、運動和形成的條件。地下水與地殼上部的岩石有着密切的關係，因而不能脫離開岩石孤立地研究它；因此，水文地質學乃是有關地球科學——地質學的一部分。

水文地質學只是在最近於偉大的十月革命之後由於工業建設和民用建設的迅速發展才成為地質學中的一個獨立的和實用的部分。在為解決許多城市和一些大型工廠企業的給水問題時，以及在設計、興建沃爾霍夫和斯維爾水電站，白海-波羅的海斯大林運河，莫斯科運河，大伏爾加運河，莫斯科地下鐵道，莫斯科大学，伏爾加-頓河列寧運河和一系列的其他大型建築物時都進行了水文地質調查。

水文地質學對正確開採礦床有着很大的意義。“礦山水文地質學”的基本任務就是要詳細地研究礦床的地下水，測定流入水量和確定防止地下水流入坑道的最有效的措施。

遵循課程的教學大綱，本教科書共包括兩篇：Ⅰ—普通水文地質學，Ⅱ—礦山水文地質學。在本書中作者竭力以簡短易懂的形式來闡述技術員在其本身的實際工作中必會遇到的一些水文地質的基本情況。

作者在編寫本書時以下列蘇聯學者的著作為基礎：Ф. П. 薩瓦連斯基，Г. Н. 卡明斯基，А. М. 奧弗琴尼科夫，Н. И. 托爾斯齊欣，Д. И. 謝果列夫等等。此外，在某種程度上還引用了一些其他的著作，這些著作已一一列舉於參考文獻中。

作者對本書的科學編輯，曾作了重要指示和補充的奧弗琴尼柯夫，以及審閱本書某些章節並提出許多寶貴意見的Н. И. 斯皮秦，Н. В. 柯洛明斯基，Н. И. 姆薩特金和В. В. 李赫捷爾表示衷心的感謝。

本書还是初次以简短的形式阐述了水文地质学中所包括的两大篇，因此，書中必定有着一些嚴重的缺点。作者將特別感激地接受所有的批評意見和指導，以使本書更臻完善。

批評和意見請寄：莫斯科 K-9 莫霍夫街 11 号，莫斯科奥尔忠尼啓則地質勘探学院水文地質教研室 (Москва K-9, Моховая, 11, Московский геолого-разведочный институт им. С. Орджоникидзе, кафедра Гидрогеологии).

緒 論

地下水在地質作用中的意义远在 1757—1759 年便由天才的 俄罗斯学者 M. B. 罗蒙諾索夫首次指出。在“金屬地震生成說”一書中罗蒙諾索夫寫道：“雨水透過於岩石內部之際，游蕩其中而溶濾之，礦物為其所挾，並擠入或滴入於岩石裂罅之中，石質在其中殘留如是之伙；為時不久裂罅悉被填實矣。礦工於礦坑中之日常作業即能証明於此，……經常可見新礦物，其不僅破壞旧礦与之重新結合聚集成塊；而亦有旧礦坑為新物質所填充者。”

在罗蒙諾索夫的著作中对地下水与岩石的相互作用这样寫道：“如若滲透於巖石中之雨水本身挾有致使巖石膠結之細土粒，則雨水以前由巖石携來之顆粒殘留於其孔隙之中，由此作用獲得另一變為石質之巖體。”

罗蒙諾索夫就这样地說明了地下水的補給是由於大气降水的吸入（滲入）這一基本概念，並且把這一現象与“地層”中所進行的地質作用聯繫起來了。他証明大气降水“深滲於地下，深处蘊藏礦物則伴泉水而同出”。

地下水乃是潮湿气候区許多河流的經常補給來源，而在某些情況下也是干旱气候区河流的補給來源。在苏联的欧洲部分，地下水常常是城市給水的主要源泉。

在無地表水或地表水甚少的区域中，地下水更顯得貴重。有时为了獲得好水就不得不修建很長的引水道。在這方面巴庫便是一个典型的例子，为了供給該城的用水，不得不从距城 185 公里的地方汲取地下水。

在苏联由於工業的迅速發展，新城和居民点的兴建及現有城市和居民点的擴建，因而对優良的飲用水和技術用水的需要量日益增長。

同时现在对飲用水的衛生評價的要求也和对水的需要量一样顯著地提高了。

新兴的工礦企業和居民点常常分布在缺乏地表水的区域中。在这些区域中水文地質学便起着絕對的作用，它的任务便是利用苏联科学最新的成就來發現和勘察新的含水地質構造及含水層。

在沙漠和半沙漠地区，工業和農業的發展基本上決定於水的存在。

在那些沒有地表水或者由於礦化度很高而不適於灌溉的地方，便要進行大型的水文地質調查——尋找地下水。在这种情况下，就必須牢記，灌溉需水量要遠大於給水需水量。如果地下水的成分不適於飲用和作为技術用水，則有时便要在这些区域中進行大規模的水文地質和工程地質調查，以便闡明是否能够在河床中修建水庫。利用地表水和地下水对荒漠地区加以人工的灌溉可使整个地区变成百花盛开的肥沃的綠洲。

在設計如何灌溉干旱区域时，应当考慮到在这些区域中土壤層常常發生鹽漬化这一点。地下水埋藏得較淺（2—3公尺）乃是發生鹽漬化的天然原因，因为这些地下水可沿着毛細管上升到地表；当温度很高和空气的相对湿度不大时，这些水便迅速地自地表蒸發掉，而溶解於这些水中的鹽份便聚集在地表和土壤的上層。

增加灌溉的水量而使潛水位顯著地上升常常是使土壤鹽漬化的人为原因。

联共(布)党中央委员会在1947年二月召开的全体會議通过一項決議，決議決定除擴大中亞細亞及南高加索的灌溉播种面積並進行新的灌溉工程外，还要在俄罗斯中央高原（庫爾斯克省、奥尔洛夫省、沃罗涅日省和唐波夫省），伏尔加河沿岸，北高加索，克里木，烏克蘭，北西伯利亞和哈薩克苏維埃社会主义共和國等的非灌溉地区中大力發展灌溉事業，以保證这些地区的谷物、技術作物和其他農作物的穩定丰收（“論战后时期提高農業的方法”）。

目前，在苏联正大力开展着种植护田林帶和兴建池塘、水庫的工作，以保証草原地区和森林草原地区的穩定丰收。同时还对頓河，德聶伯河沿岸，里海低地，卡拉-庫姆，庫茲尔-庫姆等地廣泛分布的移動風砂（圖1）進行固定措施。此外还進行着防止土壤的侵蝕（冲刷），積雪，海灣灌水等工作。所有这些工作都需要改变水文地質条件而要求有水文地質工作者参加。

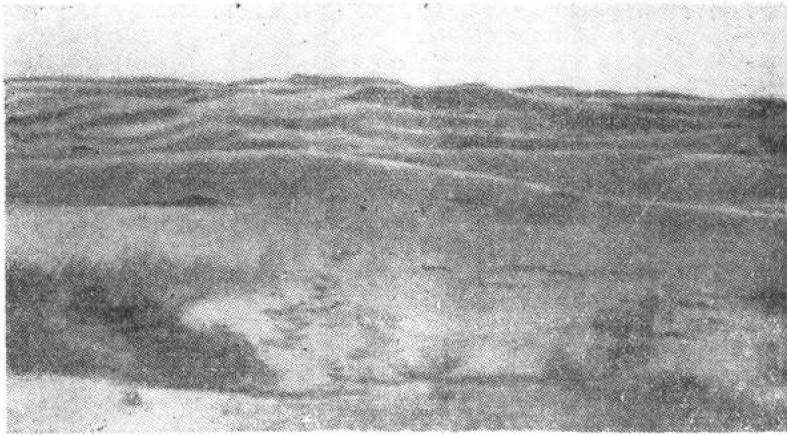


圖1. 小型的和中型的移動砂丘

在建筑古比雪夫、斯大林格勒、卡霍夫水电站，伏尔加-頓运河，北克里木运河和一些其他的巨型水工建筑物时進行了規模極其巨大的水文地質調查。

有时，地下水也起着不良的作用。

在某些斜坡地区和在河谷和海濱的懸崖上地下水可促使土体移动，也就是滑坡的發生。在苏联於伏尔加沿岸的某些地区中，在敖德薩城区，在克里木南岸和一些其他的地区中廣泛地分布着滑坡。

在天然的过分潮湿的地区中，局部的土壤層和土壤下層强烈地潮湿化，因而形成沼澤化地帶，它們被稠密的沼澤植物或不厚的水層所复盖。地下水阻碍着礦床的开采和建筑工作的進行。在开采礦床时如有大量的水流入到坑道中或在進行建筑时有大量的水流入到基坑中，

都会大大地妨碍工作的进行速度，这种情况就迫使我们必须采用各种方法来防止地下水，从而增加了工作的成本。

在十八世纪下半叶末俄国科学院组织的科学探险队，为俄国地下水的研究工作奠定了基础。这些探险队在乌拉尔、高加索、西伯利亚、科拉半岛、伏尔加河沿岸所进行的工作阐明，许多的地质作用，如金属矿床的成矿作用，含盐矿层的溶解作用，在碳酸岩中裂隙和溶洞（喀斯特）的形成作用等等都与地下水的活动有关。



Ф. П. 薩瓦連斯基 (1881—1946)

之后，於十九世紀末，在俄國成立了地質委員會，參加這個委員

会的有下列一些著名的地質学家：A.П. 卡尔宾斯基，H.A. 索科洛夫，С.Н. 尼基亭，И.В. 穆什凯托夫等人。这些地質学家除进行了一些重要的地質工作外，还进行了許多有意义的水文地質調查工作，为区域水文地質的研究工作奠定了基础。在 80—90 年代，H.A. 索科洛夫写出了第一本有关俄國南部（大赫尔松省和叶卡捷林-斯拉夫斯克省）自流井的綜合性的書。С.Н. 尼基亭發表了“俄國平原的潛水和自流水”一書。1900 年，И.В. 穆什凯托夫在其名著“物理地質学”教程中專辟一章討論了地下水学說的問題。根据本國資料寫成的这一章便成了普通水文地質学的初步参考書。

П.В. 奥托茨基發展了由著名俄國土壤学家 B.B. 多庫恰耶夫提出的有关自然歷史分帶的理論，从而确定了潛水埋藏条件和化学成分变化的規律性。他指出，在俄國平原上，潛水自北向南埋藏得愈來愈深，而礦化度也以同一方向逐漸升高。

Г.Н. 維索茨基研究了俄國南部干旱草原地区的淡水和礦化水的分布以及它們的補給条件和动态。

在偉大的十月革命以后，水文地質学得到了廣泛的發展。

为了恢复战争所破坏的國民經濟以及为了开始發展新的社会主义經濟，就需要大量的各种專業的干部。为了培养水文地質工程师，於 1920 年在莫斯科礦業学院創立了水文地質專業。以后在其他各学院中也开办了水文地質專業。在学院中任教的著名的水文地質学家：Ф.П. 薩瓦連斯基，H.Ф. 波格列勃夫，A.H. 謝米哈托夫，B.C. 伊林等人，他們对苏联科学有着極其巨大的貢獻。

Ф.П. 薩瓦連斯基乃是傑出的学者和教育家；他是第一本苏联水文地質基本教科書的創作人。1943 年薩瓦連斯基被选为苏联科学院的正式委員。他是第一个水文地質科学院士。

在 H.Ф. 波格列勃夫的直接領導下，曾研究了列寧格勒，頓巴斯盆地及克里木滑坡地段的地下水。

1925 年，A.H. 謝米哈托夫發表了“苏联的地下水”一書。

B.C. 伊林編制了苏联欧洲部分潛水的水文地質分区圖。以后 O.K. 郎格和 Г.Н. 卡明斯基也編制了苏联領域的水文地質分区圖。

特別着重研究地下水補給問題的 A.Ф. 列別捷夫的工作对水文地質学的發展有着很大的意义。列別捷夫根据多次的觀測和組織嚴密的試驗，完成了新的潛水形成的学說，他認為潛水是由於空气中的水蒸气在岩石顆粒上凝結而成的。

研究深成水(自流水)水文地質分区的有：M.M. 華西里耶夫斯基，H.K. 伊格納托維奇，K.И. 馬柯夫，Г.Н. 卡明斯基，O.K. 郎格，H.И. 托尔斯齐欣等人。M.И. 苏姆金所進行的一系列的工作，闡明了多年（“永久”）冻土区的独特的水文地質动态。A.П. 格拉西莫夫，H.H. 斯拉維揚諾夫，A.M. 奥弗琴尼科夫等人研究了有医療意义的礦水。

从事地下水运动理論整理工作的有 П.Я. 波魯巴利諾娃-柯琴娜，Г.Н. 卡明斯基，H.K. 吉林斯基等人。Г.Н. 卡明斯基編寫了“地下水动力学原理”教科書。П. Я. 波魯巴利諾娃-柯琴娜編寫了“潛水运动理論”教学参考書。

在 Г.Н. 卡明斯基的著作中，仔細的分析了有关勘查地下水的方法和理論的問題。在 B.И. 維爾納德斯基，B.A. 苏林，H.K. 伊格納托維奇，A.H. 布涅夫，H.И. 托尔斯齐欣，K.И. 馬柯夫等人的許多著作中，对地下水的分布規律和地下水成分的形成过程等問題都有詳細的論述。

研究礦山水文地質基本問題的有 Д.И. 謝果列夫，C.B. 特罗揚斯基，C.П. 普洛霍罗夫，Д.Д. 別利亞耶夫，П.П. 克利門托夫等人。

含於岩層中的地下水僅是地球上水圈的一部分。地下水与地表水和大气圈水有着密切的关系。地表水乃是水文学的詳細研究对象，而大气圈水則是气象学和气候学的研究对象。

地下水埋藏的形狀和运动的条件決定於岩層的岩石成分和岩層的產狀。岩層乃是地下水的天然貯集所。因此，在研究某一地区的水文地質条件时，必須仔細地研究該地区的地質構造。

水文地質学与下列的地質科目有着極其密切的关系：岩石学，第四紀地質学，地貌学，構造学和礦床学。

水文地質学除与这些課目發生关系外，还与一些其他的科学有关。位於地球内部的地下水永远处於运动状态。在測定通过某一岩層而流向最近排水区（如，河谷）或人工集水建筑物（如，鑽孔）的水量时，要利用数学，水力学（關於液体运动規律的科学）和水文学（關於地表水的科学）資料。为研究地下水的質量，要採用化学方法，物理学方法及微生物学方法。

地下水的勘探和普查与旨在勘探固体礦床的地質勘探工作有着重大的区别。其基本区别是在於地下水具有活动性，同时其儲量随补給条件的不同而不断發生变化。

在苏联共產党中央委员会第十九次代表大会的決議中，对勘探我國天然財富，查明礦產的儲量，特別是有色金屬和稀有金屬，煉焦煤，煉鋁原料，石油，富鉄礦和一些其他类型的工業原料給予了極大的注意。地質勘探工作者以及水文地質工作者对解决这一重大任务負有很大的使命，因为研究礦床的水文地質，闡明礦床的含水条件乃是地質勘探工作中必不可少的一部分。

第一篇 普通水文地质学

第一章 自然界中的水

地球上的水含於大气圈中，地表上及地殼里。

在大气圈中，水在其下層存在，即存在於对流層中，並具有不同的状态：气态，成小水滴之滴液状态及成冰晶体与冰雹（冻结之滴液状水）之固态。

在地面上，水呈液体状态分布於海洋、湖泊、河流之中，並以冰、雪之固体状态存在於水池和陸地上。水也同样存在於一切动物和植物中，即我們所說的生物圈中。

地殼中的水有下列各种类型：气态水，吸着水，薄膜水，毛细水，液体水，固体水。關於各种类型的水我們將在第四章里加以詳細地研究。

§ 1. 地球上的水量和水的循环

地球上的总水量僅能大略地計算出來。根据維尔納德斯基的計算，大洋水的总体積等於 1,400,000,000 立方公里，冰和雪的总体積为 4,000,000 立方公里。在大气圈里，有 12,300 立方公里的水，約佔年降水量的 $\frac{1}{41}$ 。根据各研究者的資料，岩石圈中的总水量在 15,040,000,000 立方公尺到 1,175,085,000,000 立方公尺之間变化着。

大气圈水 (A)，水圈水 (I') 和岩石圈水 (I) 之間的比例关系大致如下：