

矿水

A. M. 奥弗琴尼科夫著

地质出版社

矿 水

A. M. 奥弗琴尼科夫 著

張 人 权 译

А. М. ОВЧИННИКОВ
МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ

Госгеолиздат

Москва 1947

本書描述了矿水的物理性質与化学成分，矿水埋藏与出露的地質条件，並且还描述了苏联与其他国家某些最著名的矿泉地，在最后部分中指出了矿水文地質調查法以及矿水的引水方法。

本書乃是地質与医科高等 学校师生的教学参考用書，也是地質人員及在矿泉疗养地工作的工程师的参考書。

矿 水

著 者	A. M. 奥弗琴尼科夫
譯 者	張 人 权
出版者	地 質 出 版 社

北京宣武門外永光寺西街3號

北京市書刊出版業營業許可證出字第050號

发 行 者	新 华 書 店
印 刷 者	沈 阳 市 第 一 印 刷 厂
	沈阳市鉄西区北三路一段12号

印数(京) 1—1,160册	1958年3月北京第1版
开本 $31\frac{1}{2} \times 43\frac{1}{2}$	1958年3月第1次印刷
字数 210,000字	印张 9 插頁 4
定价 (10)1.30元	

原 序

本書是為專門研究礦水的地質-水文地質專業的大學生寫的。礦水在國民經濟中具有很大的意義。除了蘇聯很多礦泉療養地廣泛應用它以外，它也被礦泉療養以外的部門（醫院、休養所）所應用。此外，礦水還是鹽類、碘、溴及放射工業的基礎。最後，它可以作為尋找很多有用礦物（石油、天然氣、金屬礦）的標志。

這本有關礦水的水文地質教科書是第一次寫成。本書根據作者多年來（自1931年起）在莫斯科地質勘探學院為水文地質專業的学生講授“礦水”這門課的講稿寫成的。

教科書中闡述了最重要且最顯明的礦水成因類型（碳酸水、硫化氫水、放射性水）；闡述了研究它以及從礦泉療養事業觀點上利用它的特殊要求；還敘述了勘探方法與引水方法的特點及礦水動態觀測等等。掌握了這些主要的複雜類型礦水的工作方法以後，就不難研究較簡單類型的礦水。

這本著作利用了蘇聯礦泉水水文地質調查的豐富經驗，並利用了本國與外國的參考文獻及地質材料。

作者對蘇聯科學院通訊院士斯拉維揚諾夫教授、伊格納托維奇教授及卡明斯基教授在校閱本書時所提出的寶貴意見表示感謝。

目 录

原 序

第一章	矿水研究与开发 简 史.....	1
第二章	矿水水文化学.....	10
	总 论	10
	矿水分析结果的表示形式.....	14
	导电性	15
	矿水的物理 化学研究.....	16
	氢离子浓度	16
	弱酸形式比例关系的确定	17
	离子活性、溶液离子浓度的 概念以及饱和度的计算.....	20
	矿水的化学分类	25
	矿水化学成分的形成	31
	水的混合	35
	水的变置作用	38
	微量元素类的富集	43
第三章	矿水的气 体成分	47
	天然气体的分类.....	47
	天然气体的起源.....	47
	天然气体的分布规律	53
	自由逸出的与溶解的气体.....	55
	气体分析的表示形式.....	58
	水的气体成分与化学成分的关系.....	60
第四章	矿水的温度	63
	地壳的热均衡	63
	岩石的热性置	66
	地壳外层的温度波动	67
	恒温带之确定	70
	恒温带以下的 地热动态	71
	温泉温度的来源	75

矿水按温度的分类	80
矿水温度与化学成分的关系	80
第五章 矿水埋藏的地質条件	84
矿水分布的一般規律	84
矿水地区的地質構造	88
矿水地	88
第六章 碳酸水	99
碳酸水及其分布概述	99
碳酸水的运动性質及其研究方法	102
碳酸水的化学成分及其矿水地的主要类型	110
最典型碳酸矿水地的描述	114
高加索矿水	114
博尔若米	117
阿尔津	118
法蘭西中央高原	120
萊茵地区	122
博格姆地块	124
第七章 硫化氫水	127
概論	127
矿水中硫化氫的測定法（阿烏埃尔巴赫方程式）	130
硫化氫水的化学成分与矿水地类型	133
最典型硫化氫矿水地的描述	136
馬采斯塔	136
塔尔吉	142
科彼特-达格温泉帶	144
俄罗斯陆台的硫化氫水	145
普舍庫普斯	146
埃克斯-列-本	148
比里牛斯	150
第八章 放射性水	154
地下水放射性的一般概念	154
放射性水的分类	157
水及气体放射性的測定法	157
形成放射性水的地質条件	161

放射性水的化学成分与矿水地的类型	166
最典型的放射性矿水地的描述	168
約阿欣斯塔爾	169
奧別爾什列馬	170
布蘭巴赫	173
第九章 矿水水文地质工作方法	175
进行工作的一般方法指示	175
矿泉登記	176
矿水的测温勘探	180
射气测量	182
矿水勘查鑽探工作編录	184
矿水儲量的計算	186
矿水动态观测	189
影响矿水动态的因素	189
矿水动态特点	193
薩弗欽科法鑑定水的年齡	196
矿水动态观测的組織	197
第十章 矿水引水工程	199
总論	199
引水工程的各个部分	202
对合理的引水工程的要求	208
导水管	211
矿水卫生防护区的确定	212
参考文献	214
附录	219

第一章 矿水研究与开发簡史

矿水乃是发展矿泉疗养地的基础。矿泉疗养地应该具备有最适于疲劳过度的人与病人恢复健康的条件。

良好的天然疗养地必须满足下列要求：

1. 要有天然医疗要素——矿水或疗泥；
2. 要有合理使用矿水或疗泥的专门的技术建筑与管理机关（如引水建筑、浴室、泥疗所等）；
3. 要有良好的护理与住所，並有最完善的卫生技术设施（上下水道设备）。

所有这些，都对研究矿泉疗养要素提出格外高的要求，其中也包括在矿泉地进行水文地质工作。可以设想，随着文化生活的提高，随着对矿泉疗养地技术装备要求的提高，水文地质工作将会有所变化，并且这些工作的成果将会改变有关矿水起源的概念。

矿水这一概念的演变可分为四个历史阶段加以评述：

第一阶段：远在人类社会的古代就已经开始利用矿水与疗泥进行治疗了。第一阶段由远古直到十八世纪末。或者说成是：对了解矿水起源条件只在极原始的基础上，不深地加固个别泉的时期。许多考古发现的泉附近的建筑物遗迹，都说明随着使用矿水的发展矿泉的装备技术也得到了发展。某些原始的井的加固方法至今还保留着。（图1）。

在罗马帝国时代，利用温泉极为兴盛。在当时的论文中可以找到矿水分类的雏形。

维尔纳德斯基〔19〕在其关于天然水历史的著作中提到过，在古希腊科学中，对于天然水的起源及其性质有着相当清楚的概念。在公元前一世纪，著名的医生阿尔赫格涅斯（Архигенес）已经把矿水分为硷性的、铁质的、鹽性的以及硫质的。

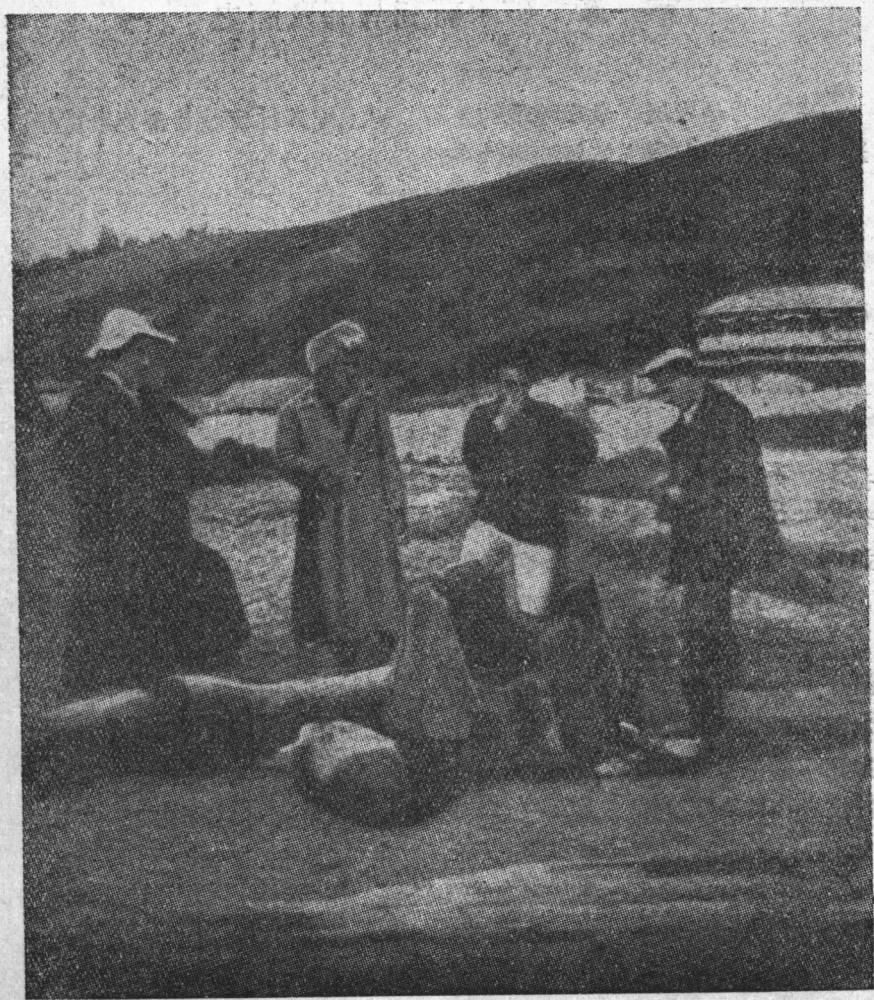


图 1. 齐捷利-薩格达里（格魯吉亞）以木料加固的硫化氫泉

在死板地解决自然科学中可爭論的問題的中世紀里，关于地下水的起源大多是些臆想的論断，地下水与地表的河水或海水的联系更被描繪成最为荒誕无稽的样式（克普列尔 [Кеплер]、基尔赫尔 [Кирхер] 等人）。有关这一时期矿泉事业发展的記載极为貧乏。仅仅知道，有几个矿泉被个别官僚与地主所注意。

在十八世紀后半叶与十九世紀初，当商业資產階級与工业資產階級增長之际，西欧的矿泉疗养地有某些发展。

在俄罗斯国内矿泉事业的历史上，彼得大帝起了很大作用。1717年邵別尔（Шобер）医生遵其命令調查了謝尔吉也夫斯基矿水，第一次將卡累利阿的馬尔齐阿尔內（鉄質的）水用于治疗。学者“巴捷尔”帕烏尔松（“бадер” Паульсон）在利彼茨克建立了“巴捷尔”浴室。

邵別尔第一次描述了北高加索的矿泉，这些矿泉是在彼得大帝远征波斯以后出名的。在这些泉中，邵別尔提到了別什套戈里亞“溫室”（теплицы）与“极酸泉”（изрядно кислый родник），大概就是酸水城納尔贊（Кисловодский нарзан）。1773年赫尔嶺什提特（И. А. Гюльденштедт）訪問並描述了高加索矿水区。

第二阶段：十九世紀初在俄罗斯調查矿水的絕大部分是外国人。

根据在十八世紀与十九世紀間作过全俄旅行的帕拉斯（П. С. Паллас）的設計，1804年在酸水城进行了防备“納尔贊”被淹沒的水工設施。在上一世紀三十年代中，法国自然科学家裘布阿-蒙彼列（Дюбуа-Монпере）訪問並描述了高加索矿水区的一些地方，在他給著名地質学家埃利-德-鮑蒙（Эли-де-Бомон）的信中叙述了他的印象。他說，热矿泉毫無疑問乃是火山活动的殘跡。

著名的高加索研究者阿比赫（Герман Абих）也坚持同样的意見，列奥波尔德-丰-布赫（Леопольд-фон-Бух）所提出来的所謂“隆起的火山口”的想法对他來說是不可动搖的，矿泉与構造線有关的思想像一根紅線似的貫穿于阿比赫的一些著作中。

1874—1882法国引水工程方面的大專家——法朗苏阿（Жюль Франсуа）与德留（Леон Дрю）調查了高加索的矿水，他們不仅对开

挖水出露口作了技术指示，並且也对区域地質与区域水文地質提出了一系列意見。

1893—1894 年根据上述專家們的建議，在酸水城按照工程師魯格維奇（Ругевич）的設計，建筑了納尔贊水的引水井，由于这一建筑的缺点，水文地質資料不足以及錯誤地解釋了地質剖面，以后曾引起了很多麻煩。

十九世紀最后二十五年中成立的地質委員會，为确定泉的保护帶，曾調查了利彼茨克矿泉地与高加索矿水区（1884—1885 穆什克托夫〔И. В. Мушкетов〕的著作）。在南高加索（博尔若米、阿巴斯-图馬尼〔Абас-Тумани〕等地），采矿工程師康申（А. М. Коншин）調查了矿水，他在很高的技术水平上設計了坚固的引水工程（图 2）。

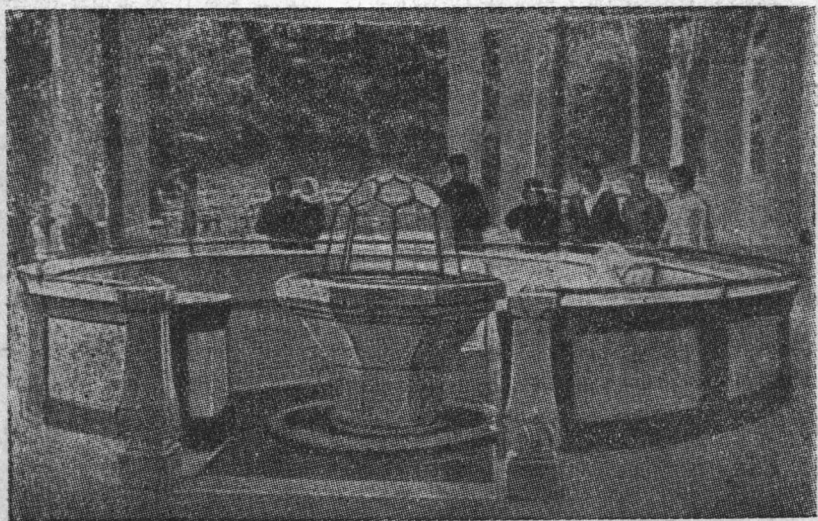


图 2. 博尔若米矿泉建筑物現有的外貌（引水建筑物上的飲泉处）

在十九世紀末出現了法国地質学家德-劳奈（Де-Лонэ）的有关热矿水研究的經典著作。在这一著作中完全正确地叙述了許多关于矿水循环条件、出露、化学成分及溫度方面的原理。德-劳奈將矿水看

作是裂隙系統；斷裂或完整含水層中的自來（承壓）水。

第三階段：這一階段由廿世紀末到偉大十月革命前，可以說是——一個對礦水區進行系統地質研究，同時又是迷戀於大名鼎鼎的地質學家徐斯（Эдуард Зюсс）的“初生水”學說的時代。這種迷戀很好地反映於科學院俄羅斯天然資源研究委員會“俄羅斯礦水”文集編輯地質學家格拉西莫夫（А. П. Герасимов）的論文〔36〕里：“最後，在我們世紀的最初期，著名的維也納地質學家徐斯尋得了期待已久的解釋，在一本小冊子里敘述了明智的想法，現在這已經是人所共知的了，這推動我們去進行一系列新的工作，並且完全推翻了我們關於礦水的概念。徐斯以真正“行家”的勇氣說出了自己的假設：礦水的起源遠不是與大氣水與地表水聯系的，其中大部分出露到地表時是第一次跑到廣闊的地面上和溫暖的陽光中來”。

1906年地質委員會組織了第一次系統的高加索礦水的地質調查。組織這項工作的動機是由於酸水城納爾贊水的引水工程有缺點以及葉先圖基鹽礫泉流量過小。

在酸水城納爾贊引水工程的不大地段上進行了詳細地質測量與淺的勘探工作後，表明以前所推想的岩層剖面是錯誤的，這樣，就可能比較正確地描繪出地質情況，並採取比較有效的措施來防止井中的漏水。在葉先圖基鑽探後最珍貴的鹽礫碳酸水不可計量地增加了。在皮亞蒂戈爾斯克發現了碳酸—硫化氫溫泉的新出口。在鐵水城（Железноводск）新引出了以工作指導者地質學家斯拉維揚諾夫命名的斯拉維揚諾夫熱泉。1915年水文地質調查包括了高加索礦水區的最北部——庫莫戈爾斯克（Кумогорск）。

但是，雖然高加索礦泉地的工作開展起來了，俄羅斯還有很多的療養地，如流出最美妙的碳酸水的外貝加爾（達拉松〔Дарасун〕等）、遠東（拉斯托契卡〔Ласточка〕等）、天山、帕米爾溫水以及高加索的其他地方還是非常冷落的，而在其附近設立的是裝備很差的民眾療養地。

第四階段：偉大十月革命以後，天然療養地的地位就根本改變了。1919年5月15日公布了列寧簽署的關於將有醫療意義的地區與天

然疗养地收归国有的历史性法令。1921年由人民保健委员会召集了第一次关于天然疗养地的会议，指出了研究苏联天然疗养地的途径。与此同时，还在高加索矿泉区皮亚蒂戈尔斯克建立了矿泉疗养研究所。其后，在1926年建立了中央天然疗养学研究所。

由地质委员会改组成的全苏最高国民经济会议地质勘探管理总局所属的地下水研究所中，设立了矿水研究室，进行苏联矿水资料的汇编工作（托尔斯基欣、德普斯-利托夫斯基等人）。

在矿泉疗养地工作的水文地质工作者，只有在开水文地质会议时，才有学术上的联系，这个会议起先是由人民保健委员会，以后是由国家计划委员会召集的。

在这些会议上讨论了水文地质、水文化学以及气候学的各种问题。赫里萨诺夫（Н. Е. Хрисанфов）在组织这些会议上起了很大作用，1934年在他的领导下第一次把苏联大量矿水资料进行了系统整理。

1927年苏联科学院考察调查委员会调查了天山与帕米尔的温水。1930年帕米尔考察队也进行了调查（普罗科品柯〔Н. М. Прокопченко〕等人）。

这样，在十月革命后的头十年中收集了大量苏联矿水的水文地质资料。

在第一个五年计划中，格鲁吉亚与阿尔明尼亚矿泉地的水文地质调查得到了发展。1927年开始，博尔若米矿泉地的水文地质工作得到了良好的结果。代替那原有的两个流量较小的泉，在新的地段上获得了在输出上很珍贵的博尔若米矿水。总涌出量约增加3倍。

在阿尔明尼亚，由迪麦欣（А. П. Демехин）〔18〕领导对最享盛誉的矿泉地——阿尔津（Арзни）进行了水文地质调查，结果使氯化物钠质碳酸水增加了10倍。

1931年末，在列宁格勒召开的全苏水文地质会议上听取了疗养地水文地质工作主要成果的报告，并指出了由于苏联工业化蓬勃发展而提出的一系列任务：要研究矿水区、油田水的地质构造、甚至要研究永久冻结条件下的矿水。

第二个五年计划时期中，个别矿泉地进行了水文地质工作。中央天然疗养学研究所的水文地质处在1929年建立时规模还很小，在这时已经开始工作了。

最巨大的，并在发现新泉方面获得很有意义的实际效果的工作，是中央天然疗养学研究所在东西伯利亚与布里亚特蒙古进行的水文地质工作，还在第一个五年计划时，这工作就已开始。（达拉松，阿尔山〔Аршан〕等）。

在乌拉尔主要研究和使用了下谢尔吉（Нижние Серги）和克留契矿水（佛米切夫〔М. М. Фомичев〕）。中央地区的矿泉中，研究得最好的是克拉英卡（Краинка）在卡卢加城南矿泉地，这里是硫酸盐硫化氢泉。

1936年，中央天然疗养学研究所编制了苏联矿山水文化学分带图（奥弗琴尼科夫、伊凡诺夫〔В. В. Иванов〕及雅罗茨基〔Л. А. Яроцкий〕、什齐尔马尔克〔В. В. Штильмарк〕）。

1936年12月5日通过的伟大的宪法，大大推动了矿泉疗养事业方面的水文地质工作，宪法中规定了劳动人民有休息权，可以得到医药补助，并以广泛的疗养网供给劳动人民使用。这使天然疗养地建设有了发展，并向天然疗养地工作人员提出了进行深入的水文地质勘探的必要性。

第二个五年计划末期及第三个五年计划初期，在苏联最好的疗养地索奇—馬采斯塔进行了广泛的综合性调查工作。参加工作的有很多组织：苏联科学院地质科学研究所、中央天然疗养学研究所、疗养事业管理局、索奇斯大林研究所。这些调查工作对于确立矿水这一概念起了很大作用，认为矿水不是很局限的“源流”（коренные струи），而是一种占据着大片面积的矿水矿床（месторождение минеральных вод）。

指定在索奇盆地中的硫化氢水区进行勘探，钻孔得到了新的补充水量（上馬采斯塔、布祖古）。

索奇考察队所获得的良好结果鼓励了科学院、全苏水文地质与工程地质协会以及莫斯科地质勘探学院组织高加索矿水的综合性工作。

这一工作获得了有关矿水形成问题的珍贵材料。

伊格納托維奇关于俄罗斯地台古生代沉积物水文地质问题的著作〔19〕是有很大的意义的。在这些著作中指出了决定水的分布与形成的地史与地质构造因素，並特別強調了地下水活动程度（степень динамичности）及其与地表水交替情形的意义。

近年来苏联科学院镭研究所（赫洛皮契〔В. Г. Хлопич〕、斯塔里克〔И. Е. Старик〕、謝波基耶娃〔Е. С. Щепотьева〕等）在研究放射性水方面取得了很多新成就。

阿尔汉格尔斯基（А. Д. Архангельский）与查尔曼臧（Э. С. Зальманзон）关于格罗兹内地区岩性与地下水的著作〔1〕，为解决与沉积物成岩作用以及封存海水的变质作用有关的水的成因指出了正确的方向。

苏林〔82〕整理了大量与油田有关的矿水的资料。費尔斯曼〔90〕在阐明不同类型矿水分布的地球化学规律方面起了很大作用。还应指出以維尔納德斯基命名的实验室所进行的关于生物地球化学方面的工作（維諾格拉多夫〔А. П. Виноградов〕等）。維尔納德斯基在其关于天然水历史的巨著中所叙述的富有成效的思想大大地帮助了对医疗矿水的認識。

现在已经没有一个矿水水文地质专家认为在研究矿水时可以不考虑溶解气体（包括稀有气体）以及在水中含量頗少却有极大治疗功效的微量元素类了。

研究矿水的微生物作用有很大意义，因为脫硫酸作用与硫化氢的形成均与它們相关（古勃金、阿法納西耶娃〔А. П. Афанасьева〕、金茲堡—卡拉吉契娃〔Т. Л. Гинзбург—Карагичева〕、彼尔菲里耶夫〔Б. В. Перфильев〕等）。

化学家在矿水水文地质工作中也起了很大的作用。舒卡列夫在系統包括硫酸鹽矿水〔100, 101〕在內的矿水资料方面有很大的作用，並且进行了泥湖的物理化学研究。

矿水中化学元素的多样性，使其成为物理化学的难题之一，因而不得不非常注意地对各种不同离子、气体与胶体的組合，采取不同

的鑑定方法。在制定正确的物理化学研究方法方面卡申斯基 (П. А. Кашинский) 及其学派、帕列依 (П. Н. Палей)、卡尔斯天斯 (Э. Карстенс) 等 [55、56、57、58、] 的工作是有很大大意义的。

布涅耶夫 [4,5] 进行了极有意义的水与疗泥有关的水文化学工作, 他研究了岩石的鹽类綜合体 (солевой комплекс) 后, 提出了关于地下水形成过程的新的观点。

现在在矿水使用与研究的领域中, 对苏联水文地质工作者提出了下列任务:

1. 滿足利用天然医疗资源进行治疗的巨大要求: 增加矿水涌出量。

2. 保証医疗水的最好質量, 增加疗养地治疗水的多样性。

3. 要能取得与引出矿水, 而不是偶然地由泉中取得水, 要能保証建筑最合理的、能在最适当的地方开采矿水并可系統調节矿水动态的建筑物。

4. 不仅要由矿水出露到地表的地方得到矿水, 还要从那些根据地質特征与地球化学特征推断可能有矿水之处获得它。

5. 保証苏联各个疗养地的发展, 要使之在医疗资源 (矿水、疗泥) 的丰富与多样性方面占世界第一位。

完成这些任务是可能的, 只要水文地质学家能够掌握所有地质学、地球化学、地球物理学的最新方法, 並且能够与別的研究矿水的專家——物理化学家、放射学家、微生物学家、气候学家与矿泉疗养学家寻得共通的語言。

战后, 水文地质工作者的作用就更为重大了, 因为現时疗养已成为我国劳动人民恢复健康的最有效的因素之一。

第二章 矿山水文化学

总 論

矿水以其温度、化学成分或自由逸出气体区别于淡水。但是，通常則以其經驗上能对人体发生生理上的影响为根据；此时称为医疗矿水。假如水的矿化程度很高，並且工业上用来开采鹽类，則称之为矿化水，以与矿水区别。

維尔納德斯基取总矿化量 0.1% (1克/公升) 为矿水或鹽水 (солёные воды) 的下限，而取 5.0% (50克/公升) 作为鹵水 (рассолы) 的下限。

实际上，大部分医疗矿水的矿化度为 1—50 克/公升。格廖胡特 (Грюнхут) [108] 認為，1 公斤水中元素含量的克数达到下列最低限度时可看作是医疗矿水：

固体成分总数	1
游离碳酸	0.25
硫化氫 H_2S	0.001
离子——鋰 Li^+	0.001
鋇 Ba^{++}	0.005
銣 Sr^{++}	0.010
二价鉄 Fe^{++} 与三价鉄 Fe^{+++}	0.010
氟 F'	0.002
溴 Br'	0.005
碘 I'	0.001
氫化砷酸鹽 $HAsO_4''$	0.001
偏硼酸 HBO_2'	0.005
鐳射气 Rn	3.5馬海
温度	20°C