

苏联A·A·布罗茨基著

# 普查銅的 水化学法

地质出版社

# 普查銅的水化学法

A. A. 布罗茨基 著

沈时全 譯

地质出版社

1958·北京

本書系根据 A. A. 布罗茨基所著“普查鋼的水化学法”一書翻譯而成。書中敘述了应用水化学方法普查鋼的基本概念和進行这一工作的程序。

本書适用于地質与水文地質工作者，同时亦可做为地質院校水文專業学生的參考書。

## 普查鋼的水化学法

著 者 A. A. 布 罗 茨 基

譯 者 沈 时 奎

出 版 者 地 質 出 版 社

北京宣武門外永光寺西街3号

北京市書刊出版業營業許可證出字第050号

發 行 者 新 華 書 店

印 刷 者 天 津 人 民 印 刷 厂

印数(京)1—1,550册 1958年5月北京第1版

开本31<sup>7</sup>×45<sup>7</sup><sub>1/27</sub> 1958年5月第1次印刷

字数72,000字 張印226<sub>27</sub> 插頁1

定价(10)0.44元

# 目 錄

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 緒 言                         | 5  |
| 第一章 工作概述                    | 7  |
| 第二章 普查銅的水化學法的基本概念           | 10 |
| 1. 在銅礦體的影響下，形成地下水化學成分的特徵概述  | 10 |
| 2. 普查銅的水化學標誌                | 16 |
| 3. 作為普查標誌的地下水和地表水中銅的含量      | 17 |
| 4. 作為普查標誌的硫酸根離子             | 32 |
| 5. 地下水中，作為普查標誌的金屬—銅礦伴生礦物的含量 | 35 |
| 6. 作為普查標誌的酸性水               | 37 |
| 7. 作為普查標誌的地下水化學類型的變化        | 38 |
| 8. 作為普查標誌的pH值               | 38 |
| 第三章 進行水化學調查的方法和工作的結果的整理     | 40 |
| 1. 方法的實質                    | 40 |
| 2. 水化學異常的概念及其研究方法           | 41 |
| 3. 水化學調查在普查工作中的地位           | 44 |
| 4. 水化學調查的階段                 | 46 |
| (1) 野外調查的准备工作               | 46 |
| (2) 野外調查                    | 47 |
| (A) 採取水樣的地点                 | 47 |
| (B) 採取水樣的條件和方法              | 52 |
| (B) 水樣的保存                   | 55 |
| (Г) 用於光譜分析的水樣的採取            | 57 |
| (Д) 水樣的體積和進行測定的程序           | 58 |
| (E) 採樣時的觀察和記錄               | 59 |
| (3) 室內整理                    | 60 |
| (A) 野外工作時期的室內整理             | 60 |

|                            |    |
|----------------------------|----|
| (B)最后的室内整理.....            | 63 |
| (4)編寫报告.....               | 69 |
| 参考文献.....                  | 71 |
| 附錄 1. 水样証.....             | 73 |
| 附錄 2. 地下水化学成分方格圖編繪方法 ..... | 75 |
| 附錄 3. 水化学剖面圖編繪方法.....      | 78 |

## 緒 言

普查礦床的水化學法是提高地質普查和地質勘探工作效率的方法之一。在綜合水文地質調查中為了普查和勘探礦床的目的，研究天然水的化學成分具有重要的意義。

到目前為止，從已公布的資料上可以看出，有關普查金屬礦床的水化學研究，還只停留在一般的水平上。現有的個別礦區水化學調查的豐富材料不能用來制定水化學方法，因為這些調查材料中尚有其他項目，並且水的化學分析做得也不完全。

在所謂礦山水的研究上，僅限於開采礦體本身的狹小面積之內，所以不能得出關於圍繞礦床的地下水礦化變化特點的概念。

編寫“普查銅的水化學法”一書的基礎是全蘇水文地質工程地質研究所工作人員於1951—1954年間，在烏拉爾、中哈薩克斯坦和中亞細亞的銅礦區進行的踏勘水化學調查，以及南烏拉爾地質局所進行的水化學調查。在已知的礦區進行踏勘，是為了查明和說明圍繞礦床的水的化學成分的變化。南烏拉爾地質局的工作中也包括普查任務，但是在用水化學普查找出的地區上，勘探工作還遠未完成。

由於進行的水化學工作量有限和問題的新穎，所以普查方法的個別概念和方法僅是初步的，還需要進一步的制定和改進。

本書特別注意說明普查銅的水化學標志，這是為了可以完全有意識地解釋所得的資料，依據具體的地質和水文地質條件，改變調查工作的性質。

考慮到本書主要用於水文地質和地質專家，所以對一般的地質和水文地質的問題沒有討論。

水化學調查僅是普查銅礦床的方法之一，所以最有價值和最

有效地進行水化学調查，應與地質和地球物理的方法綜合應用。

獲得作為編寫本書基礎的資料所進行的踏勘水化学調查，是在作者領導下，由全蘇水文地質工程地質科學研究所的青年同志，С. Р. 克拉依諾夫、П. И. 皮舍羅娃、В. В. 費多謝耶娃和Т. П. 波波娃等同志進行的。

南烏拉爾地質局的工作，是在А. А. 布羅茨基的科學技術領導下，由水文地質工程師Е. А. 皮斯列金娜和技術員加列耶夫進行的。

在編寫“普查銅的水化学法”時，除作者外，С. Р. 克拉依諾夫也參加了，他編寫了“工作概述”這一章。科學院通訊院士А. А. 薩烏科夫在編寫工作中曾給予很大幫助和很多極重要的指示。А. А. 斯米爾諾夫、А. В. 舍爾巴科夫和А. Н. 托卡列夫評閱了個別的調查報告。

作者很希望用水化学方法進行普查銅的工作人員給予批評和建議，以作為今後制訂本方法的基礎。所有批評，請寄交：Москва 17, Пыжевский пер., д. 7, ВСЕГИНГЕО

## 第一章 工作概述

研究礦床与地下水化学成分間的关系，是不久以前才开始的，因此这个问题还没得到足够的说明。这些问题的研究工作，通常在期刊上以篇幅不大的論文发表（“苏联地質”、“礦產勘探”、“苏联科学院报告”等）。

在苏联，首先討論“分散量”的是H. И. 索弗罗諾夫(1936)的論文。索弗罗諾夫將分散量区分为鹽量、机械量和气量。

所謂鹽量，索弗罗諾夫認為是：“富集貴重的或礦床特有的元素的殘積坡積層，在某些情況下也可是冲積層，这些元素在液相中成可溶的鹽类而存在”。主要的結論歸結如下：“从一般理論概念得出的礦床分散量的存在，已由在各种礦床上为此專門目的所進行的相应工作的實踐，充分可靠地得到証明……”。

A. A. 斯穆罗夫(1938)曾嘗試着根据具体材料闡明鎳、礦床和地下水化学变化間的关系。为此，他曾調查过上烏法列依蛇紋岩体的地下水中鎳的含量。由于这些工作的結果，确定在地下水中有平均含量为0.2毫克/升的鎳。

斯穆罗夫在結論中寫道：“考查蛇紋岩体中水的分布和岩体的岩石学研究，可以斷言，含鎳的水，多半与基性岩蛇紋石化最完全的地方的叶蛇紋石岩有关。而在蛇紋石化弱的純橄欖岩和輝岩的地段，从而可以想象，也是蛇紋石化分布不深的地段，水中不含鎳。”

A. E. 費尔斯曼(1940)指出：在研究氧化帶时，可以利用酸度的增高，即水溶液中pH值的降低，作为一个很好的找礦标志。他認為在研究鉄帽时，水中硫酸根含量的增高也是一个重要的标志，硫酸根的分散量在某些情況下很大，可以用來圈定原生



硫化富集的范围。

A. M. 奥弗琴尼科夫 (1947) 的论文中提到用水文地质学的方法普查矿床的可能性是相当大的。

奥弗琴尼科夫只谈到了水文地质学准则对四类有用矿产的应用——石油和天然气、盐、多金属、分散元素。

在他的论文中载有“普查矿床的水文地质学准则表”。用了最普通的形式指出这些基本标志的特征。在论文的结论中，作者提出了认为必须向与普查矿床有关的水文地质学调查提出的要求。

E. A. 谢尔盖耶夫 (1946) 研究了阿尔泰二个多金属矿区的地下水之后认为；地表水中的金属是“从矿床的分散量经由风化产物搬运的道路，向形成沉积的地区发展而来的分散流”。在这些工作的基础上，谢尔盖耶夫得出以下结论：“综合了这二个地区的材料之后，应该认为是在有利条件下，根据研究矿床的地表水流的分散量，有可能用来作为普查多金属矿的证明。所谓有利的条件，首先必须有矿体氧化带的存在，而矿体位于活动的溶液中。切割的地形，充份发育的水份和具有为充满裂隙水的潜水特征地区的水文地质学条件，同样是极重要的。”虽然这些结论是指地表水而言，但也完全适用于地下水。

A. A. 萨乌科夫 (1951) 指出；水化学方法目前还很少用于矿床的普查，但在普查工作中应占有重要的地位。他写道：“……硫化矿床的矿坑水具有特殊的成分，在氧化带中它通常是酸性的，并含有大量的  $\text{SO}_4$  离子、锌、铜、铁和某些其他元素。

地下水富含硫化矿床所特有的元素，它在有利的运动条件下，从矿床向外围移动，因而在矿床周围形成了上述元素特殊的分散量。元素的浓度，和在其他分散量中一样，邻近矿床的最高，离矿床越远越低……。”

在 Г. Н. 卡明斯基, П. П. 克里门托夫和 A. M. 奥弗琴尼科夫 (1953) 的教科书中，有一节提到了水文地质学预测。

B. И. 斯米尔诺夫 (1953) 也谈到了应用这些方法普查金属矿床的可能性。

尽可能应用水文地質方法普查礦床的某些調查，在國外進行過。下面簡短地談一談“金屬礦床地球化學探礦法”（1954）論文集集中的主要論文。

H. E. 霍克斯在綜合論文中對各種形式的地球化學方法的結果作了評價，其中也包括水文地質方法。他確信“根據地下水中鋅的含量，可以發現已知的或以後被揭露的礦體的存在，礦體則完全為地表沉積所覆蓋。

利用水中的銅可以發現露出地表的礦體，而鉛一般是不能發現礦體的存在”。

在H. T. 莫里斯和T. S. 羅維林克的論文中，有一節專門敘述潛水中重金屬的活動性。T. S. 羅維林克得出的結論是：在黃鐵礦化頁岩的氧化帶中，除鉛和金以外，所有金屬均具有活動性，銀和鋅在黃鐵礦化頁岩中很容易遷移。銅遷移的距離較鋅和銀為短。上述結論是在對亨堤克州礦區表生礦物的研究基礎上得出的。

T. S. 羅維林克，L. C. 哈弗和H. 阿爾蒙達的論文中有一節提到了銅在潛水中的分散。銅、鋅和鉛在水中的含量，作者是從鑽孔的材料取得的。在總礦化量為240—280毫克/升時，銅在水中的最高含量達到0.08毫克/升、鋅—0.06毫克/升、鉛則小於0.01毫克/升。所引用的銅的含量低於在沖積物和土壤樣品中所查明的含量。因此，作者認為這是由於流經礦體的潛水，不為銅所飽和的緣故。在這樣的條件下，利用分析水的基礎普查找礦是不可能獲得成效的。然而，作者的結論不可能推廣到所有其他地區，因為水中銅的含量是一定的地質、水文地質和氣候條件相互結合的結果。顯然，在這種情況下，對銅的遷移將產生不利的條件。

J. S. 威布和A. P. 米爾曼的論文是最引人注意的。論文中敘述了在尼日里亞二個鉛鋅礦化地區地表水和地下水取樣的結果。作者測定了重金屬的總量，在檢試的水樣中，最大的重金屬總量達到4毫克/升（從礦層來的水）。作者指出：在有利條件下

的天然水中，有系統採取水樣分析其重金屬，獲得了查明礦化分布的重要材料，同時也可作為所採用的地質普查方法的重要補充。

B. 馬爾托的論文也很重要。他的論文主要是闡述生物地球化學法。但是其中有一小節提到了研究潛水的問題。作者認為潛水的酸度和金屬元素的含量是決定於岩石的岩石成分。例如，黃鉄礦化頁岩中的水，pH 值為4.5—5.5；花崗岩中的水，pH 值為7.8—8.0。銅和鋅在地下水中的含量，與岩石中這些元素的含量相符合。無礦圍岩中的水，銅的含量在2毫克/升左右；硫化物頁岩的水中，銅的含量增高到5毫克/升。鋅的含量，同樣在無礦圍岩的水中為5毫克/升，而在硫化物頁岩中就達到20毫克/升。

應當指出，在國外許多研究者的工作中是採用打薩宗(Дити-зон)比色分析法測定水中的重金屬。

除了上述我國和外國的研究工作外，還有很多從事礦坑水化學作用的研究工作（希塔羅夫和穆里科夫斯卡婭 1935，艾孟斯 1935）。

最後必須指出，關於應用水化學方法普查找礦的問題，大多數作者都是肯定地解決了，同時目前也沒有遇到很重要的反對意見。但是在許多工作中，作者僅限於最基本的問題上，而沒有將問題伸入到理論的實質中去，尤其是沒有接觸到問題的方法一面。

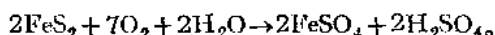
## 第二章 普查銅的水化學法的基本概念

### 1. 在銅礦體的影響下，形成地下水 化學成分的特徵概述

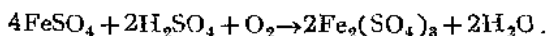
在硫化銅礦化的影響下，地下水的化學成分發生變化。

重金屬硫化物的氧化作用于有空气進入的条件下發生。（对銅礦床來說主要是硫化銅——黃銅礦和硫化鐵——黃鐵礦）。

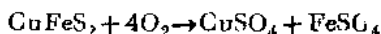
黃鐵礦的氧化作用按下列过程發生（C. C. 斯米尔諾夫，1951）：



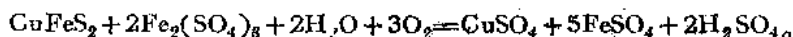
硫酸亞鐵在氧化条件下是不穩定的，同时轉变成 为 硫酸高鉄：



黃銅礦是銅礦床中主要金屬礦物之一。黃銅礦的氧化作用按下列过程進行：



或

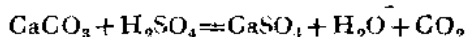


其他銅的硫化物，和在銅礦物中部分混入物的其他金屬的氧化作用，大致也均按上述氧化过程進行。

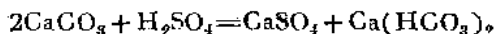
这些作用的結果，使水中富集了氫离子（水的 pH 值顯著降低）硫酸根离子和重金屬（对銅來說，是銅、鉄和銅礦的伴生金屬——鋅、鉛、鋅）。由于硫化物氧化而生成的硫酸的影响，發生溶解和破坏圍岩的作用，因此水中也富集了鋁、硅和鈣。

由于在礦体中挖掘坑道时強烈進行氧化作用形成的所謂礦坑水是一种特殊的水，它的化学成分是由硫化物的氧化作用所生成的。表 1 是礦坑水的化学分析，單位：克 / 升（希塔罗娃和穆里科夫斯卡娅，1935）。

这些水強烈地与壁岩相互起作用，同时向离开礦体的方向移动。相互作用首先表現在碳酸鹽（經常是碳酸鈣）的溶解、溶解反应發生的过程如下：



或



由于这一反应的結果，水的酸度顯著降低。但是不只碳酸鹽

的溶解才引起礦坑水酸度的降低。  
C. C. 斯米尔諾夫 (1951) 指出:  
根据礦物对水的酸度降低的影响,  
礦物可分为:

A. 活性的, 其中包括碳酸鹽、  
某些正硅酸鹽、磁黃鐵礦。

B. 半活性的, 其中包括長石、  
輝石、閃石、大多数的硫化物。

B. 不活性的, 有石英、白云母、  
螢石、重晶石, 部分不活性的有黃  
鐵礦、白鐵礦、砷黃鐵礦、黃銅  
礦。

因此, 几乎与所有的造岩礦物  
相互作用时, 都会使水的酸度降  
低。甚至地下水在石英砂岩中循环  
时, 也会發生酸度的降低, 因为地  
下水常含有某些碳酸鹽混入物。

pH值的增高会使大多数重金  
屬硫酸鹽 ( $\text{Fe}^{+++}$ 、 $\text{Cu}^{++}$ 、 $\text{Al}^{+++}$ ) 淀  
出, 因为硫酸鹽水解后的pH值低。  
由于水解的結果, 生成重金屬的  
主要硫酸鹽和碳酸鹽, 其溶解度很  
小。例如, 銅的正常硫酸鹽的溶解  
度为197克/升, 而銅的主要硫酸鹽  
和碳酸鹽則为0.5—1.5毫克/升。

因此, 随着pH值的增高, 水  
中的重金屬就降低。水中重金屬的  
降低会導致总礦化的减小并使礦坑  
水逐漸为远离礦体的地下水所冲  
淡。

表 1

| 样品号 | $\text{Cu}^{++}$ | pH   | $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ | Mg $^{++}$ | Ca $^{++}$ | Fe $^{++}$ | Mn $^{++}$ | Zn $^{++}$ | Al $^{+++}$ | Fe $^{+++}$ | $\text{SO}_4^{--}$ | Cl $^-$ | OH $^-$ | $\text{H}_2\text{SiO}_3$ | 硫酸鹽殘渣 |
|-----|------------------|------|----------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|--------------------|---------|---------|--------------------------|-------|
| 7   | 0.2760           | 2.45 | 0.0023                     | 0.2634     | 0.2764     | 0.1575     | 0.034      | 0.3391     | 0.3147      | 0.385       | 6.551              | 痕量      | 0.126   | 0.156                    | 9.671 |
| 3   | 5.123            | 1.94 | 0.499                      | 0.0242     | 0.5100     | 1.556      | 0.246      | 3.465      | 1.526       | 14.24       | 59.16              | 痕量      | 2.704   | 0.251                    | 95.88 |
| 6   | 0.0677           | 2.73 | 0.0381                     | 0.0533     | 0.1344     | 0.025      | 0.0053     | 0.0498     | 0.012       | 0.0101      | 1.018              | 0.005   | —       | 0.0477                   | 1.331 |
| 29  | 6.350            | 1.07 | 0.172                      | 0.694      | 0.335      | 43.83      | 0.044      | 0.167      | 3.433       | 0.140       | 123.0              | 0.09    | —       | 0.078                    | 201.5 |

由于上述作用的结果，在离矿体不远的地方，矿坑水的化学成分变化很大。但是在某些远离矿体的情况下，这些水的全部分，与不接触矿体的水的化学成分不同。这些区别主要在于铜、伴生铜矿的某些重金属、和硫酸盐离子的含量与其余的非矿坑水比较是增高了。在某些情况下（在岩石活性小的情况下），地下水中某些降低了的 pH 值多少能保存下来。水化学成分的这些改变，与矿坑水中的成分相比，完全按另外的次序。如果在矿坑水中铜的含量变化是几十到几百毫克/升，那末在这些水中铜含量就要用几十分之一，有时用几百分之一到几千分之一毫克/升来测量。

地下水化学成分的变化不仅是由于矿体的影响，而也由于岩石①中原生和次生分散量的金属矿物的溶解。位于深处和不出露地表的矿体，对地下水化学成分的变化也有影响。所以地下水中硫酸根离子、铜和其他重金属的扩散移动具有重要的意义。这些成分从它们含量高的地方向低的地方移动，同样，水的流溢是从一个含水层流向另一个含水层。

因此，矿体存在的水化学标志不仅发现于矿体中循环的地下水中，而且也发现于不直接与矿体相接触的水中，首先是发现于潜水中。这对普查盲矿体和复盖有冲积层的矿体具有重要的意义。

按照地下水距离矿体的大小，地下水的化学成分逐渐和周围的水的化学成分趋于一致，因为铜、金属——铜矿和硫酸盐离子的含量减少。

在与矿体相接触或不接触的水中，这些组份含量的大小，在颇大程度上是依地质和水文地质条件而变化的。所以找矿标志就是这些组份的含量比它们在該区地下水中的含量为高。

---

①岩石为某些金属增高了含量的地区（和正常场相比）称为分散量。（这些金属包含于矿石的成分之内）。这些分散量圈出了矿体边界。原生分散量与成矿作用同时生成，次生量则与矿石氧化和分解作用有关（B. И. 斯米尔诺夫，1954）

但地下水中，銅、金屬——銅礦，硫酸鹽離子的含量的降低不完全決定于距離的遠近。在個別情況下，在直接靠近礦體的地方，上述組份的含量比稍遠離礦體的地方的含量要低。

這說明礦化組份的含量大小不僅取決于岩石中該化合物的濃度，同時也取決于化合物從岩石轉入水中的強度和穿透岩石的水量，即地下水運動的速度。

有時在離礦體稍遠的地方，可能生成一種化學成分與礦坑水相近似的水。

這些水的化學成分的生成條件，是由于礦體相互作用飽和了重金屬補給區域的水，不是流入潛水內，而是流入水交替很慢和空氣中的氧很難進入的層間水中。在進入這些還原條件的同時，補給地區的水有時成為硫化物的形式沉淀，而銅常常成為自然銅的形式沉淀。飽和有機物質的岩石會促進這一沉淀作用。當岩石侵蝕時，這一含水層將接近地表，並且以空氣中的氧供給地下水必將有所好轉，因而也就加劇了氧化作用。由于這些作用的結果，生成一種與礦坑水的化學性質區別不大的水。E.A. 皮斯列金

表 2

| 樣品<br>號 | 鑽孔<br>號 | Cu... | pH  | HCO <sub>3</sub> 's | SO <sub>4</sub> 's | Cl'    | Ca... | Mg... | Mn... | Fe... | Fe...  | Al...  | 干淨    | 符 號   | 含水岩石的結<br>石學組代           |
|---------|---------|-------|-----|---------------------|--------------------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------------------------|
| 59      | 52      | 1.4   | 4.9 | —                   | 3734.0             | 475.0  | 544.0 | 267.5 | 17.5  | 無     | 486.2  | 020.2  | 6032  | IV 15 | 雜粘土 J <sub>1-3</sub>     |
| 71      | 27      | 3.2   | 8.8 | —                   | 526.0              | 551.0  | 131.9 | 35.4  | 無     | 11.0  | 55.1   | 33.9   | 1520  | VI 25 | 粘土 J <sub>1-2</sub>      |
| 92      | 21      | 66.6  | 8.2 | —                   | 4821.1             | 658.5  | 332.6 | 101.3 | "     | 246.0 | 804.0  | 244.9  | 4726  | IV 58 | 致密粘土 J <sub>1-2</sub>    |
| 86      | 20      | 21.7  | 3.0 | —                   | 3124.3             | 604.8  | 263.3 | 137.1 | "     | 309.9 | 115.8  | 191.5  | 5160  | IV 58 | 含煤的致密粘土 J <sub>1-2</sub> |
| 67      | 51      | 痕量    | 4.8 | —                   | 14888.0            | 75.2   | 388.3 | 296.7 | 88.8  | 9.4   | 5525.0 | 644.0  | 22672 | IV 1B | 強烈風化的砂岩 P <sub>2</sub>   |
| 56      | 48      | 263.5 | 4.4 | —                   | 27358.0            | 3266.0 | 512.0 | 800.2 | 33.0  | 112.0 | 7643.2 | 2353.9 | 42856 | IV 4r | 凝灰岩風化產物 P <sub>2</sub>   |

娜所收集的酸性水的化学分析（毫克/升），可以作为例子来说明（见表2）。

酸性水是一种很好的找矿标志。在南乌拉尔，为古生代钠长斑岩和其他喷出岩围绕的洼地中有酸性水。洼地为侏罗纪和第三纪泥质沙岩沉积所充填，沉积上部盖有古生代岩石。

根据影响大小和发生影响的条件可把所有的水（矿体影响其化学成分）分成pH低于5—5.5的酸性水，和pH接近于中性的水。酸性水首先可以分为直接存于矿体裂隙中的水和围绕矿体的水。

因此，化学成分受矿体影响的水可以分为下列各类：

A. 酸性矿坑水 它的化学成分是在矿体硫化物氧化作用下形成的。这些水存于矿体裂隙或紧靠矿体。增加空气氧流入的坑道对形成矿坑水具有重大意义，为了简便，这些水以下称为矿坑水。

B. 近矿酸性水 它的化学成分是在岩石中分散量硫化物的氧化作用下形成的。在分散量生成时，淋蚀矿体，搬运和沉积淋蚀产物的地下水具有重大意义。近矿酸性水，往往存在于稍离矿体的地方，或矿体上部。同样的水，在某些情况下是由于矿坑水向离去矿体方向的地区扩散的结果。该地区由不活性矿物组成的岩石所复盖，水的运动速度很小，几乎没有补充的供给。为了简便，这些水，以下称为酸性水。

无论矿坑水，或酸性水的生成，都必须具有保持pH低的条件。

B. 地下水 它的化学成分，由于矿坑水或酸性水的流入或在岩石中原生和次生量矿物溶解的结果，是有一些改变的；但是水的pH接近于中性，上述矿物的溶解发生于不能保证维持低的pH的条件下，这些水的分布很广，比上述二种水要广。为了简便，以下这一类水称为“受矿体影响的地下水”。

研究第三类水的化学成分对普查找矿具有最重要的意义，因为这一类水的分布最广。

铜的矿化也影响地表水的化学成分。但是这种影响基本上是



地下水以地表的形式流出的。在这方面，烏拉尔某些河流水中銅的含量可以作为例子。銅的含量依已知礦床的距离而变化（見表3，該表系根据全苏水文、工程地質研究所的資料編成）。

表 3

| 离礦床的距离<br>(米)                    | 礦床<br>上部 | 相距<br>200米 | 200—<br>500米 | 500—<br>1000米 | 1000—<br>1500米 | 1500—<br>2000米 | 2000—<br>3000米 | 3000—<br>4000米 | 4000—<br>5000米 |
|----------------------------------|----------|------------|--------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 个别点的銅含量<br>(毫克/升)                | —        | —          | —            | 0.22          | 0.15           | 0.05           | 0.08           | —              | —              |
|                                  | 0.02     | 0.03       | 0.03         | 0.20          | 0.06           | 0.10           | 0.06           | 0.01           | 0.02           |
|                                  | —        | 0.03       | 0.01         | 0.10          | 0.10           | 0.01           | 0.03           | —              | —              |
|                                  | —        | —          | —            | 0.03          | 0.06           | 0.08           | 0.04           | —              | —              |
|                                  | —        | —          | —            | —             | 0.03           | —              | 0.01           | —              | —              |
|                                  | —        | —          | —            | —             | 0.20           | —              | 0.08           | —              | —              |
| Cu <sup>++</sup> 的平均含量<br>(毫克/升) | 0.02     | 0.03       | 0.02         | 0.14          | 0.10           | 0.06           | 0.05           | 0.01           | 0.02           |

由表3可以看出：地表水中最高銅量位于距礦床500—1500米处。这說明地表水中銅的含量的增高与靠銅礦体的銅所富集的地下水的排出有关。表3反映了地下水在距礦体500—1500米处以地表水流形式排出的經常情况。

所以，少数地表水流的水，顯然主要是靠地下水流所供給的地表水，用来作为水化学普查是最为有效的。在个别情况下，普查时也利用大河水的化学分析。

例如在采自錫尔河河岸含銅砂岩礦床上部（沿水流）的水样中，銅的含量为0.02毫克/升。在低于第一次所取水样7公里处所取的水样中（在这七公里間，沿河岸伸延着含銅砂岩），銅的含量为0.04毫克/升，同时硫酸鹽离子的含量也有少許增高。

## 2. 普查銅的水化学标志

由于銅礦体对地下水化学成分的影响，普查銅的水化学标志是：

A. 地下水中銅的含量較該地区一般的水化学背景值为高。