

大陸水的化学分析

O. A. 阿列金著

地质出版社

大陸水的化学分析

O. A. 阿列金 著

沈 珉 麟 譯

地质出版社

1957·北京

О. А. АЛЕКИН

член-корреспондент

Академии наук СССР

ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

ВОД СУШИ

(ПРИ СТАЦИОНАРНОМ ИХ ИЗУЧЕНИИ)

ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ

1954

書中詳述了最迅速而充分准确的水的各项分析方法,其中包括最主要的离子、溶解的气体 and 生物物質的測定。

本書主要供進行目的在于研究地表水的水化学动态的固定工作之用;適合于熟悉分析化学原理的工作人員閱讀。

对于在一般厂礦企業實驗室中从事水質檢查的技术人員,本書中所述的各项分析方法亦有实用的价值。

大陸水的化学分析

著者	О. А. 阿列金
譯者	沈 珣 琳
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040号

發行者	新 華 書 店
印刷者	地 質 印 刷 厂

北京廣安門內教子胡同甲32号

編輯: 刘大有 技術編輯: 張華元 校对: 洪梅玲

印数(京)1—6,260册 1957年1月北京第1版

开本31"×43"1/25 1957年1月第1次印刷

字数18,000字 印張 8¹/₂₅

定价(10) 1,20元

目 錄

原序	5
緒論	8

第一章 在野外条件下進行的測定

1. 工作的組織	12
2. 工作順序	21
3. 水樣的提取及其防腐	22
4. 水的物理性質的測定	24
5. 氫離子濃度的測定 (pH)	27
6. 二氧化碳的測定 (CO_2)	34
7. 溶解氧的測定 (O_2)	39

第二章 分析前的准备工作

1. 水樣的准备	49
2. 實驗室的組織	54
3. 容量器皿及其校准	62
4. 操作技術方面的一些指示	72

第三章 在實驗室中進行的測定

1. 水的透明度的測定	78
2. 水的色度的測定	78
3. 水的耗氧量的測定	80
A. 过錳酸鹽法	81
B. 重鉻酸鹽法	84
4. 鉄 (Fe) 的含量的測定	87
5. 亞硝酸離子 (NO_2') 含量的測定	90
6. 硝酸離子 (NO_3') 含量的測定	93
7. 磷 (P) 含量的測定	97
8. 矽 (Si) 含量的測定	104
9. 銨離子 (NH_4') 含量的測定	106
10. 重碳酸離子 (HCO_3') 含量的測定	109
11. 鈣, 鎂離子总量的測定 (水的硬度)	114

A. 軟脂酸鹽法.....	114
B. 脫利隆法.....	121
12. 鈣离子 (Ca^{2+}) 含量的測定	125
A. 容量法	125
B. 重量法	129
13. 鎂离子 (Mg^{2+}) 含量的測定	132
14. 硫酸离子 (SO_4^{2-}) 含量的測定	135
15. 氯离子 (Cl^-) 含量的測定	138
16. 侵蝕性二氧化碳 (CO_2) 含量的測定	143

第四章 用計算法測定物質的含量

1. 根据pH值和 HCO_3^- 的量計算二氧化碳 (CO_2) 的含量	147
2. 根据水的pH值及鹼度計算碳酸 离子 (CO_3^{2-}) 的含量	153
3. 鎂离子含量的計算 (Mg^{2+})	155
4. 亞鉄含量的計算 (Fe^{2+})	157
5. 鹼金屬离子含量的計算 ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$)	157
6. 离子总含量的計算 (Σn)	158
7. “永久硬度”值的計算	158
8. 侵蝕性 CO_2 的計算	162

第五章 記錄, 工作的監督及分析結果的審查

1. 分析結果的記錄	166
2. 工作的監督及所得結果的審查	168

参考文献	175
------------	-----

附 錄	179
--------------	-----

1. 化学化驗室設備目錄	179
2. 進行1000个水样分析所需要的原始試剂目錄 (根据全分析)	183
3. 一些酸的比重和含量 (克/升)	186
4. 一些化学元素的原子量	187
5. 記錄簿和綜合报告表的式样	188
6. 标准鉛字式样, 國家标准3351—46	191
7. 离子含量从毫克至毫克当量的換算表	193

大陸水的化学分析

O. A. 阿列金 著

沈 珉 麟 譯

地质出版社

1957·北京

大陸水的化学分析

O. A. 阿列金著

地质出版社

目 錄

原序	5
緒論	8

第一章 在野外条件下進行的測定

1. 工作的組織	12
2. 工作順序	21
3. 水樣的提取及其防腐	22
4. 水的物理性質的測定	24
5. 氫離子濃度的測定 (pH)	27
6. 二氧化碳的測定 (CO_2)	34
7. 溶解氧的測定 (O_2)	39

第二章 分析前的准备工作

1. 水樣的准备	49
2. 實驗室的組織	54
3. 容量器皿及其校准	62
4. 操作技術方面的一些指示	72

第三章 在實驗室中進行的測定

1. 水的透明度的測定	78
2. 水的色度的測定	78
3. 水的耗氧量的測定	80
A. 过錳酸鹽法	81
B. 重鉻酸鹽法	84
4. 鉄 (Fe) 的含量的測定	87
5. 亞硝酸離子 (NO_2') 含量的測定	90
6. 硝酸離子 (NO_3') 含量的測定	93
7. 磷 (P) 含量的測定	97
8. 矽 (Si) 含量的測定	104
9. 銨離子 (NH_4') 含量的測定	106
10. 重碳酸離子 (HCO_3') 含量的測定	109
11. 鈣, 鎂離子总量的測定 (水的硬度)	114

A. 軟脂酸鹽法.....	114
B. 脫利隆法.....	121
12. 鈣离子 (Ca^{2+}) 含量的測定	125
A. 容量法	125
B. 重量法	129
13. 鎂离子 (Mg^{2+}) 含量的測定	132
14. 硫酸离子 (SO_4^{2-}) 含量的測定	135
15. 氯离子 (Cl^-) 含量的測定	138
16. 侵蝕性二氧化碳 (CO_2) 含量的測定	143

第四章 用計算法測定物質的含量

1. 根据pH值和 HCO_3^- 的量計算二氧化碳 (CO_2) 的含量	147
2. 根据水的pH值及鹼度計算碳酸 离子 (CO_3^{2-}) 的含量	153
3. 鎂离子含量的計算 (Mg^{2+})	155
4. 亞鉄含量的計算 (Fe^{2+})	157
5. 鹼金屬离子含量的計算 ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$)	157
6. 离子总含量的計算 (Σn)	158
7. “永久硬度”值的計算	158
8. 侵蝕性 CO_2 的計算	162

第五章 記錄, 工作的監督及分析結果的審查

1. 分析結果的記錄	166
2. 工作的監督及所得結果的審查	168

参考文献	175
------------	-----

附 錄	179
--------------	-----

1. 化学化驗室設備目錄	179
2. 進行1000个水样分析所需要的原始試剂目錄 (根据全分析)	183
3. 一些酸的比重和含量 (克/升)	186
4. 一些化学元素的原子量	187
5. 記錄簿和綜合报告表的式样	188
6. 标准鉛字式样, 國家标准3351—46	191
7. 离子含量从毫克至毫克当量的換算表	193

原 序

天然水化学成分的研究現今对于各种不同的科学知識和技術領域都是完全必需的。天然水的化学成分決定它的質量，因此也就決定利用之以达到某种实用目的的可能性。水化学的資料首先需要用來評價水对生活及工業給水的适宜性；水对建筑物作用的特征；以及对灌溉和許多其他实用目的的适宜性。

由于大規模的改造河川和利用水利，天然水化学成分的研究現在變得特別必要。農業上預測水的礦化程度与溶于水中的离子和气体复合物的情况；重建的水庫，运河和动态改变了的河、湖泊，海水的动力的預測，假使沒有关于水的化学成分特性的足夠全面的資料，是不可能實現的。利用新的灌溉面積所需要進行的綜合措施，不僅需要更進一步地通曉关于天然水的成分及其变化情况，而且需要知道关于水、土壤和土的相互作用过程。

为了一系列的科学知識領域——以某种方式与天然水的研究联系着的自然科学和技術科学——的有效發展，了解水的化学成分亦屬必需。水的化学成分在研究沉積岩的形成过程，土壤的剝蝕，形成和鹽漬，礦物的形成，有机体的發展等时，起着巨大的作用。在涉及水池及水池中發生的各种作用的水文学領域中，掌握水的化学成分的資料可得出关于各种純物理現象：例如关于海水的动力，关于河流及水池中水流的分布，关于河水的流量，关于河水的成因，以及关于地下補給和湖中水層的情况的概念。

天然水的化学对于國民經濟和科学的發展的意义如此重大，以致產生了对水源的水化学动态有進行系統研究的必要性。

在苏联天然水化学成分的研究很早就开始了，然而起初这些研究帶有不系統的，偶然的性質，僅僅由零星的、个别与此有关的主管机关進行。直到1936年，在苏联水文处的水文網中才开始進行有計劃的、有系統的研究，而現在这种研究已遍及于全部巨大的，部分中等的及

一些小的河川，因此目前已經累積了說明許多河流化学成分特点的大量資料。

依靠在水文網中开展的水化学工作，作者于1938—1940年編寫了“大陸水的化学分析指南”〔79〕一書，旨在統一水文处系統中天然水的分析方法。这些年来來水文網中采用的水的分析方法有了巨大的变化，补述于國家地質研究所水化学部的許多“方法指示”和指南中。

本書是“大陸水的化学分析指南”一書的改寫增訂本，其任务是介紹应用于系統地研究大陸水的水化学动态的条件下，最迅速并充分准确的水的分析方法。本書主要是供在水文处水文站的分市網上進行水化学工作时作为参考之用，但是与此同时，我們認為为了統一其他机关中的类似工作，更广泛地应用所述方法是适宜的。

在过去的年代里，發表的应用于水文处水文站并为其他机关所采用的編寫得很詳尽的教范〔70, 71〕，使有基礎在本書中不涉及一般綱領性的原理，而只大略地提到組織系統观测水源的水化学动态的主要問題。

最近几年中出版的关于水化学原理的参考書〔4, 5〕也使本書能刪去那些涉及有关每一个測定成分的水化学的普通知識的章節，并借此擴大了涉及化学分析方法的章節。

在选择分析方法时，主要应考慮到測定的准确性，其次为進行的快速性。这些要求与研究水化学动态的固定工作的特征相联系，在这些工作中，一方面必須測出水的成分的細小的变化，而另一方面，在研究河流和水池的动态时，必須進行大量水样的分析。

在分析方法中刪去了根据固形物測定水的礦化程度的麻煩过时的方法以及刪去了用沸騰法測定永久硬度的方法。加入了用脫利隆（Трилон）測定鈣、鎂总量（总硬度）的新方法，測定耗氧量的重鉻酸鹽法，鈣的容量測定法与确定一系列其他方法的原理。擴充了有关在水分析中具有驗證及独立意义的用計算法進行測定的章節。

本書的全部数量計算中采用合理的原子量，考慮到在空气中称得的物質的真实重量。

在分析的控制和驗證方面，給予巨大的注意力，因为水文網的責

任是收集高質量的材料。在固定的觀測中得到的材料不僅用于解决与水的实际应用有关的問題，并且要根据它來研究水源的水化学动态及确定一系列能作出科学概括的依存关系。大概地了解天然水的化学成分具有主要意义的时期已經过去了，迅速發展的國民經濟和科学向水化学材料提出了更高的要求，現今水化学的主要任务是深入地研究天然水化学成分的形成規律及水源的水化学动态。当然，只有准确的分析工作才能确定那些常常是不大顯著的变化，这些变化决定着水化学規律与現象的質和量的方面。

緒 論

个别水样的化学分析結果只給出关于所研究的水源的水化学特性的最表面的概念，何況这些数据不能表示在一年中或甚至在較短的时间內，河流和水池中水的化学成分所發生的那些非常复雜的变化。

例如，五月在古里也夫城(Г.Гурьев)自烏拉尔河取出的水样的分析能否代表河水的特征？根据这个分析最主要离子的总含量等于250毫克/升，而同时在夏天最主要离子的含量則达900毫克/升，也即高出2.5倍。

对于伊希姆河(Р.Ишим)，个别的分析結果更不能代表河水的化学成分。分析結果指出，春天时最主要离子的含量約为200—300毫克/升，而在同一个地方，夏天时河水的礦化度約为1000毫克/升，在冬天甚至达数千毫克/升。

水化学动态，即觀測到的水成分变化的規律，不僅对于不同的水源类型(河、湖、地下水、运河等)，而且对处于不同条件下的同一水源具有非常的独特性。由整个自然地理环境組合所决定的条件不僅对水的成分而且对其在一年中变化的特征有着巨大的影响。

对某个水源進行水化学动态的研究使能确定离子及气体組成中个别成分含量的特殊意义，以及确定它的成因关系及其和水文动态的联系。所有这些均使我們能更深入地研究水的化学成分的形成过程，并再進一步，根据确定的規律，更快地解决实践中的水化学問題。

只有通过对某个水源的水的化学成分進行固定觀測，研究水化学动态才屬可能。苏联全境內河流和水池的水化学研究方面的最广泛而有系統的工作是在水文处水文站的分布網上進行的，現在这些研究已普及到全部主要的河流，部分湖泊及海洋。

不言而喻，布置这样規模巨大的有計劃的水化学工作只有在計劃性的社会主义体系中才为可能，而在資本主义國家中是不可能达到。在那里这种工作沒有系統地零星地進行着，主要服从于狹隘的大半是

局部的利益。

考慮到長度超过10公里的河流共有 40,000 以上,組織观测苏联境內全部水源的水的化学成分是困难的,并且也未必必要。决定河水化学成分形成的自然地理条件的特征与在一定界限內的某些共同性,使能根据鄰近地区的数据用补間法以一定的近似性作出相当大部分河流的令人滿意的水化学評定。

对于湖泊也应该作同样的考慮。根据湖泊集水区的自然地理条件(地形、集水区和土壤的結構,構成流域的岩石,水文地質情况)以及根据水补給性質,水的交換情况,形态(面積,深度)及有机体發展过程的特征將湖泊归类,可選出几个最典型的湖泊,作为区域評定的基礎。

例如,布置河水化学成分观测点的一般原則如下:

- (1) 該河流的國民經濟价值;
- (2) 根据該項研究,能作出河川,流域或区域的綜合水化学評定的特殊性;
- (3) 在現有的河流观测站同时進行水化学和水文观测的可能性;
- (4) 該水源在水化学方面的研究程度;
- (5) 水化学观测点距保証能迅速不間断地將水样送往化驗室的道路的距离。

在河中取化学分析水样的时期决定于研究目的与技術上的可能性,在下述的时期取水样較好:

(a) 冬季河水流量最小时取两个水样; (б) 春汛时:漲潮,最高潮和退潮时取三个水样; (в) 雨洪最大时取 1—2 水样; (г) 夏季河水流量最小时取两个水样。

研究河流的水化学动态时,至少有下列几个水样: (a) 冬季河水流量最小时取一水样; (б) 春汛潮水最高时取一水样; (в) 夏季河水流量最小时取一水样。这些数据只作出一年中水化学特征的最表面的概念。

对于湖泊,進行水化学观测的时期根据水位的情况和热分層确

定。可以大概提出下列几个最重要的时期，在此时期中必須取样：

(1) 湖水解冻前不久，也就是水位最低时（在水温的逆層理时期）；在温帶地区为2—3月；

(2) 春季均温期；水位波动很大的流动的湖泊尽可能在水位最高时（一般在五月）；

(3) 夏季停滯时期，也就是在水的热量最高及水位最低时（7—8月）；

(4) 秋季結冰前不久（10—11月）。

在这些时期之間根据研究的目的，可以补充提取水样。

湖泊水化学观测的組織和执行更詳尽地載于專門的教范中〔71〕。

为观测水的化学成分及其变化情况选择观测点是一个重要的环节，选择时必須尽力做到使所取水样能反映整个水池或其一定部分的最重要的特征，而不純粹是反映該地特征的偶然現象。所以应避免在下列地方取化学分析水样：

(1) 直接受支流水影响的地方；

(2) 接近居民点，假使其附近有污水流入該水池或者兩岸为垃圾所沾污；

(3) 在生產廢物染污水的企業，碼頭、澡塘等附近；

(4) 在水交換微弱的地段，也就是在停滯地段：牛軛湖，淺灘和最靠岸的支流。

如果必須特別反映某处的水的成分，在此情况下可以允許有例外的观测点；例如在研究支流对河水成分的影响时，为了闡明污水对河流的作用时，以及为了測定水池某一个別地段（河濱，河灣，牛軛湖，支流等）的水的成分时。

河水的化学分析水样应在水的高速綫的表面处（0.2—0.5公尺）取出。在深的河床及水流非常緩慢的情况下，宜在深一些的地方取样，如果这样做有特殊益处的話。

湖水水样的提取通常与水文工作同时進行，所以这个問題詳載于相应的教范中，此处只能指出，水样应在最能代表湖泊或其一定区域一般特征的地段处的水文站或几个水文站（断面、半断面）上取出。

因此如果沒有特別根据的話，不應在靠近巨大支流的河口處，在淺灘、河灣、港口及其他地方的孤立地段處取水樣。湖水水樣從不同的水平層中取出，至少從兩個水平層：表面（0.2—0.5公尺）和底部（離底0.5公尺）採取。從中間層取樣時，應根据這時存在的不同溫度水層的分布情況。在此情況下，取樣應依据“溫度躍進”的情況：在躍進層及其上下部分別取一水樣。根据湖泊的深度，有時在躍進層的下部應取出數個水樣（深的湖泊）。為了使水樣的化學分析結果可以相互比較，應該與熱分層相適應，確定標準水平層：0.5，2，5，10，20，30，50及100公尺。

因此，組織系統地觀測任何類型水池的水化學動態的目的在於：

（1）在水源旁進行工作（在野外條件下），這部分的工作應和水文工作一起進行，（2）在實驗室中進行工作，此處進行送來水樣的大部分化學分析。野外水化學工作由水化學工作者或者受過良好訓練的其他專業的工作人員執行，而實驗室中水的化學分析只能委託給具有足夠經驗的水化學工作者。

第 一 章

在野外条件下進行的測定

1. 工作的組織

为了提高水的化学分析結果的質量，水化学工作應該尽可能在實驗室条件下進行，然而由于某些成分（主要是溶解的气体）的含量迅速改变，这些測定必須直接在水源旁水样取出后立刻進行。

許多測定必須在輪船或小艇的舷上進行，不少的情形下需在木筏上或岸边進行，也即必須在条件不夠适宜的情况下進行工作，这样就迫使我們需要預先考慮到整个工作过程并且在研究地点安置必要的設備使所有的用具放在手边和最能加速工作進行的地方，这样能使工作人員把注意力完全集中于工作并能節省時間。



圖 1. 在小艇上進行水化学工作。取水样及測定溶解的 CO_2 （作者攝）