

介紹整理水文化学剖面圖的一種方法

(根据与 A. A. 布罗茨基博士談話寫成)

閻 錫 峽

在各种水文地質調查工作中,如何綜合整理地下水的分析資料,將是一項十分重要的工作,整理地下水化学分析資料的目的,不外是:

(1) 查明調查区域内地下水化学成分的一般特性。

(2) 研究和确定各个不同含水層地下水化学成 分在空間和時間上的变化規律。

(3) 論証地下水适于供水的程度, 或对 農田灌溉及工程建筑的有害影响。

(4) 查明一系列与水文地質条件有关的問題,如 含水層的变化,各含水層之間与地表水的关系等。

很顯然为了达到上述目的,得出更切合实际的結論,在整理地下水化学分析資料时,不能看做是孤立的,必須結合区域地質及水文地質的实际情况來研究分析区域地下水化学成分的一切变化。这种綜合研究和整理水文化学資料的一种較新的方法,就是本文要介绍的利用沿一定的地質及水文地質剖面來比較地下水化学成分的变化。这种方法在研究地球化学,闡明区域地下水化学成分的变化規律时(包括時間上和空間上的),帮助很大,特别是对于利用水文化学普查找礦方面,更有其实际的意义。

本文主要是在訪問苏联地質保礦部水文地質工程地質研究所时,根据 A. A. Бродский 博士談話寫成的。由于筆者水平的限制,有些地方体会的可能不够深刻,甚至于可能是錯誤的,好在 Бродский 原著已早在苏联水文地質工程地質問題集上發表过了,可以作为本文的校正和补充。(另外在已出版的地下水动态研究方法指南第四章第四節中,本文內容也大部分包括在內)。

一般在地質剖面圖上表示地下水化学成分的变化,主要用以下兩種方法:

(1) 柱狀剖面圖法: 这一种方法是在橫坐标上各采取水样的地点或取样時間相应的各点上,繪制水样柱狀化学剖面圖。我們知道繪制柱狀化学剖面圖的方法很多,其中常見的 Роджерс 法是不适用的,因为它重复了 Пальмер 分类方法的缺点。比較好的是以柱狀形式,預先把它分作兩方面來表示化学成分的方法,一面是陰离子,另一面是陽离子,用一定的比例

尺和毫克当量百分比來表示。

离子在上述柱狀剖面圖上之位置,各个学者的主張是各不相同的,但一般常采用下面的表示程序:

陰离子	陽离子
HCO_3'	Ca^{++}
SO_4''	Mg^{++}
Cl'	$\text{K}^+ + \text{Na}^+$

O. A. Алехин 則采用了略有不同的程序

陰离子	陽离子
SO_4''	Ca^+
HCO_3'	Mg^{++}
Cl'	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$

上述这种柱狀剖面圖法的主要缺点是看不出礦化組成物絕對量的变化。此外,由于陰离子和陽离子的相互交錯,致使研究柱狀剖面圖时,感到困难。

有一些学者在剖面圖上采取水样的地点,注明柱狀剖面,以一定比例尺表示礦化度值(固形物),及下列六种主要礦化元素 HCO_3' , SO_4'' , Cl' , Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ 的含量,但是这种方法也不能認為是成功的,因为沿剖面觀察相互交錯的柱狀体时,也是很方便的。

(2) 曲綫圖法: 就是用曲綫在圖上表示每一种元素及礦化度总值,在橫坐标軸上注明采样地点和時間,在縱坐标軸上注明各种礦化元素的含量,每种礦化元素的曲綫都采用不同的符号。

用这种方法,可以很清楚的觀察出每一种礦化元素沿剖面的变化,不过,当各种元素的变化和含量很大时,曲綫过多(共七条),也会使圖解的利用發生困难。

除上述兩種方法之外,也有在剖面圖上添划圓圈,用以表示化学分析的方法,圓圈的大小代表不同程度的礦化度总值(礦化度愈高,圓圈的直徑愈大),在圓圈內再根据六种主要离子的毫克当量百分比,用不同的符号或顏色表示(当陰离子和陽离子的总数为 100% 时,一毫克当量的百分比为 3.6°)。这种方法也会使沿剖面觀察化学成分变化感到困难。

批判了以上的一些剖面整理方法后, A. A. Бродский 推荐采用下述方法來進行地下水化学分析結果与当地的地質及水文地質資料,綜合研究比較。

在直角坐标圖解上,橫坐标軸上按一定的比例尺

沿水文地质剖面, 注明取样地点的距离(圖1), 在每个取样的地点, 做一垂直于横坐标轴的直线, 在直线上根据一定比例尺标出 HCO_3^- 离子的含量(毫克当量/公升), 由表示 HCO_3^- 离子含量的各点向上, 标出 SO_4^{2-} 的

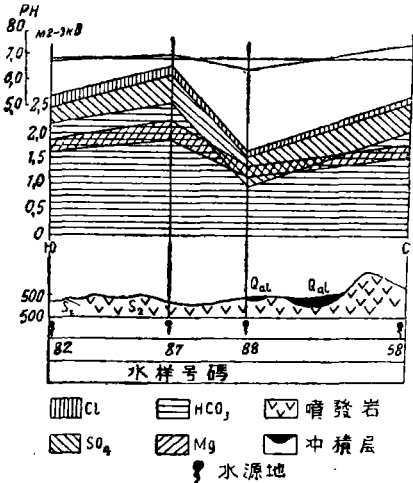


圖 1

用一定的符号或顏色加以区别。

然后在表示取样地点的縱軸上, 自横坐标轴按同样的比例尺用毫克当量标出 Ca^{2+} 离子的含量, 繼 Ca^{2+} 点标出 Mg^{2+} 离子的含量, 在 Mg^{2+} 离子上标出 $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ 离子的含量。与上述陰离子一样, 將剖面圖上各点連接起来, 如果 $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ 是按差数求得的, 而且分析計算也正确的話, 則連接 $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ 各点的曲綫应与 Cl^- 离子曲綫相重合(因为陰离子毫克当量的总数与陽离子毫克当量总数相当)。

在剖面圖上陽离子中顯然只要將 Mg^{2+} 离子的空間用符号标明, Ca^{2+} 离子就不难看出在 Mg^{2+} 离子的下面, 而 $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ 离子空間則在 Mg^{2+} 离子的上面。

如果分析結果, 离子系統內含有大量的元素时, 則矽酸位于 HCO_3^- 和 SO_4^{2-} 之間, 硝酸在 Cl^- 的上面, 如果离子中間有 Pb^{2+} , Cu^{2+} , Al^{3+} , Fe^{3+} , Fe^{2+} , Zn^{2+} 等离子, 則表示这些組份变化的空間位于 Ca^{2+} 与 Mg^{2+} 之間, 其順序如上所述。

在剖面圖的最上部, 可將每个取样地点的pH值, 連成曲綫, 在剖面圖的下部, 可將相应的地質断面繪出。

上述的剖面圖中, 首先可以清楚的看出各单独組份的含量变化, 其次是陰陽离子本身的关系变化, 以及陰离子与陽离子比例的变化。

Cl^- 曲綫表示毫克当量总数之半的变化, 同时也指出地下水礦化度值的变化。

因此, 上述这种剖面也一定能表示出在地下水礦

化度形成过程中所固有的地下水化学成分变化的一切基本特征。

在上述剖面上, 如果我們加以研究时, 很明顯的可以看出有碱水的出現—— Mg^{2+} 离子曲綫下降至 HCO_3^- 曲綫的下面(如圖中82, 87, 58各点)。同样在88点上 Ca^{2+} 离子与 SO_4^{2-} 离子完全达到均衡状态, Ca^{2+} 离子曲綫高于 HCO_3^- 曲綫, 可知水中溶解有石膏的成分。

水文化学剖面可以使我們看出像 $\frac{\gamma\text{Na}^+}{\gamma\text{Cl}^-}$ 这样重要

关系的变化。如果 Na^+ 离子空間大于 Cl^- 离子空間, 則說明岩石和水之間必然有發生陽离子交换的可能性, 此时 Na^+ 从岩石中轉移到水中, 或發生与苏打碳酸鈉水水流有关的作用。如果發生陽离子交换, 則在 Na^+ 多于 Cl^- 的同时, 發生 Ca^{2+} 的减少。如果 Cl^- 多于 Na^+ 可以說明有陽离子更換發生, 但轉移到水中的为 Ca^{2+} , 这一总结的正确性可以用 Ca^{2+} 含量的变化來驗證。在一般情况下, 在水文化学剖面圖上陽离子表现为: 一种陽离子常寬度縮小而另一种陽离子常寬度增大, 当查明所有这些作用时, 不僅需要研究水文化学剖面, 而且一定要考慮同地質及水文地質情况進行对比。

从所列举的水文化学剖面圖上(圖1), 顯然可以看出地下水的化学成分如何随着水文地質条件而發生变化, 与噴發岩有关的水(水样82, 87, 及58各点)較冲積層水(水样88点)礦化度要高, 且 Na^+ 及 HCO_3^- 达到均衡(Mg 的上部界綫低于 HCO_3^- 的上部界綫)。这些水的碳酸鈉性質也指明噴出岩潛水的pH值大于冲積層潛水的pH值, 可以看出与冲積層有关的水(水样88点)的特征, 是其中存在有 CaSO_4 (Mg 的下部界綫高于 SO_4^{2-} 的下部界綫)。

在剖面圖上同样可以見到水文地質条件影响的某些情况, 例如在地形凹陷处的87点, 礦化度略有增加, 而且从剖面中可以看出礦化度的增加主要是因 HCO_3^- 和 Ca^{2+} 的含量增多而造成的。

剖面上清楚可見的还有說明地下水化学成分的一些基本特征, 例如在剖面圖上可以見到主要的礦化元素是 HCO_3^- 和 Ca^{2+} 离子; 而最常变化的也是这些离子和 Na^+ 离子的值。

水文化学剖面可以帮助我們闡明一系列的作用, 但是在这种剖面上, 化学成分变化的某些情况是看不出的或表現的很不清楚。例如, 为了查明水的礦化形成过程, 在許多情况下, 了解 Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 的比例的变化是很重要的。而这些变化只有当 Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 的含量差別特別大时, 才能在化学剖面上清楚的看出。当差別不大时, 想要在圖表上看出这些变化是不可能的。

在这种情况下，求出 $\frac{\gamma_{Ca^{++}}}{\gamma_{Mg^{++}}}$ 值，并据此值在略高于化学剖面处划出曲线。 $\frac{\gamma_{SO_4^{--}}}{\gamma_{Cl^-}}$ 的对比关系亦如此。

为了对比，将化学、地质或水文地质剖面按次排列，两个图上的横坐标比例尺相同，横坐标的“O”点位于同一个纵坐标上。为了对比方便起见，将两个图表的共同的纵坐标贯通整个剖面。

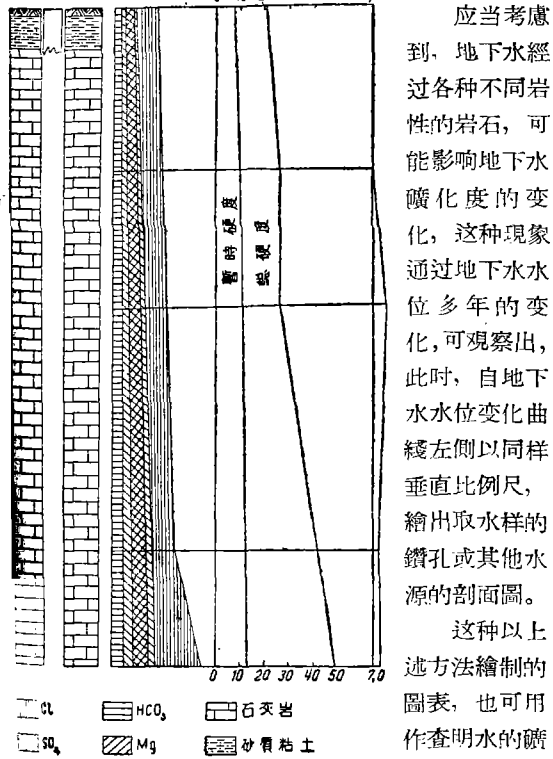
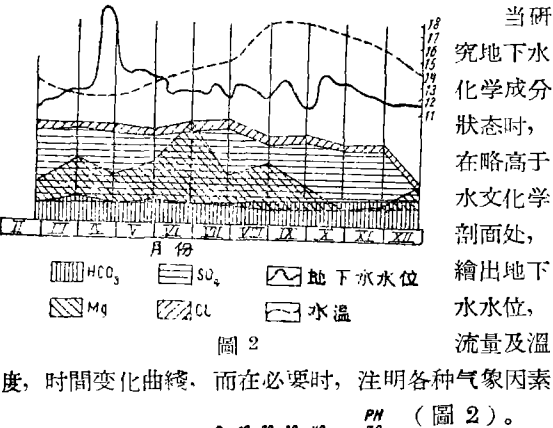


图 3

这种方法同样可以用来表示钻孔抽水试验时水的矿化度变化(图 4)，横坐标上注明时间，自开始抽水时起，而纵坐标上则以上述方法注明矿化元素的含量。在这一图表上也划出与横坐标上时间相对应的水位和流量曲线。

根据从观测孔中所取得的水样，可在该图表曲线的上方或单独地绘制地下水化学成分随着抽水时间的变化图解。

由第 4 图所列举的实例来看，在这种情况下，当动水位急剧下降时，钙的含量便略有增加。

随着抽水时间的增加，因之抽出的水量亦行增加，而水的矿化度减低。由剖面图最下一栏内所援引的符号①，可以看出，随着抽水时间的增加，矿化性质也发生变化——由氯化物重碳酸盐钙镁水(III_{2a})，变为重碳酸盐硫酸钠钙水(I_{2a})。

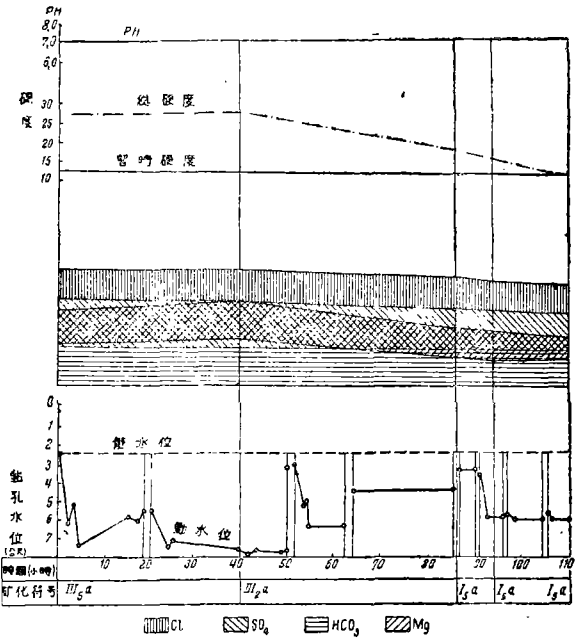


图 4

由剖面图本身可以看出，矿化度值和性质的变化，是因为钙含量急剧减少和钠含量不太显著的增加以及SO₄含量某种程度的减少而发生的。这种变化是矿化化作用的特征。

确定造成地下水矿化度变化作用的性质，对预测矿化度，进一步的变化具有重大的意义。

当进行上述一切对比时，必须研究地下水化学成分变化与地质及水文地质条件变化的相互连系的一般规律，以及同这些一般规律的矛盾。

① 见1955年第3期地质通报，布罗茨基，(“一种整理地下水化学分析结果的图解法”)。