

水文地质專輯

第 2 輯

地质出版社

1957

水文地質專輯

第 2 輯

地質出版社

1957·北京

本專輯共收集了六篇有关潛水区域划分原則，地植物法找水及湧水計算等方面的文章。在第一篇文章中作者根据潛水平衡的形成条件，將平原区的潛水做了区域划分，文內还附有实例。在第三篇文章中作者具体地介紹了以植物的种类生長条件、分布地区等因素找尋地下水的方法。其他各篇文章的内容也極其丰富、适用。

本專輯适合做实际工作的水文地質人員及地質院校师生閱讀。

水文地質專輯 第 2 輯

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証出字第050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 校對: 洪梅玲

印数(京)1—2,460册 1957年9月北京第1版

开本31"×43¹¹/₂₅ 1957年9月第1次印刷

字数79,000 印張 3¹³/₂₅

定价(10)0.48元

目 錄

根据平衡形成条件的平原区域潜水分区原則……	В. Г. 特卡丘克 (5)
研究潛水动态的水动力原則……………	Г. Н. 卡明斯基 (23)
尋找地下水的地植物学法……………	С. В. 維克托罗夫 (34)
为增大鑽孔湧水量的水文地質鑽孔雷爆……………	
……………	地質礦物学碩士 В. М. 馬克西莫夫 (42)
无压水中鑽孔湧水的若干問題及其在水文地質調查中的	
实际意义……………	В. Д. 巴布什金 (62)
測定建筑物基坑与露天坑道中受压水湧水量的近似法……………	
……………	講師 В. И. 达維多維奇 (79)

根据平衡形成条件 的平原区域潛水分区原則

В.Г. 特卡丘克

一般的原則

地下水的形成歷史及其補給途徑在目前是現代水文地質學中的現實問題之一。這一問題的一部分就是離地表第一層含水層的潛水的平衡問題。

對潛水平衡形成條件的認識及構成平衡的要素的定量測定包括着許多的問題，顯然，不解決這些問題，就不可能完滿地闡明深部地下水含水層現代的增補途徑和規模。此外，在我們的時代里，研究潛水的平衡在廣泛地利用這些水作為供水，查明它們對於民用、工業、運輸等建築物的影響的必要性，潛水在農業中的作用等方面同樣也具有獨立的實際意義。

雖然潛水平衡的問題具有如此明顯的理論和實際的意義，但是直到目前它還沒有受到應有的注意，並且在研究蘇聯廣闊領土上各個地區的潛水平衡方面，也僅在極其有限數量的地區上進行着相應的勘察工作。

這種情況多多少少地說明了潛水平衡各個要素定量測定的客觀困難，而主要的研究潛水平衡的不能令人滿意的情況是(а)缺乏認識這一問題所需的正確方法途徑和(б)沒有制訂研究我國各個區域潛水平衡的方法。

潛水的平衡必須理解為複雜的自然過程，它由許多的現象表示出來，這些現象乃關係着潛水的補給（大氣降水的下滲，水蒸氣的凝固）及其消耗（潛水蒸發，洩入較深的下層，為侵蝕系統所排除），這個過程依綜合自然地理條件——氣候、地質、地形植物性質及其他

——的不同而進行着。

为了詳細地闡明任何区域的潛水平衡，必須全面地研究天然环境并对潛水平衡的补入要素和耗損要素進行定量測定。因此潛水平衡問題的完全解决能夠以兩種方法來达到：第一种方法——積累許多地区潛水平衡各个要素定量鑑定方面的大量經驗資料，这些地区是分布在自然地理条件不同的区域的範圍内，然后根据这些材料來确定潛水平衡的形成与地形、气候、地質及其他因素的关系；第二种方法就是要以研究決定潛水平衡的自然地理因素为基础，作出各个区域範圍内不同地区这些水的天然平衡条件的最初总鑑定；然后根据这些鑑定的資料，在自然地理条件不同的各个地区的标准地段上進行有計劃的勘查，目的在于獲得完滿闡明潛水平衡所必需的平衡定量指标。

研究地表水的平衡基本上是采用第一种方法。因此某些水文地質学家認為这种方法是唯一可能的方法，并可用来解决潛水平衡形成的問題。但是歷史上的情况却是这样的，即决定着潛水平衡形成的自然地理因素的研究程度大大地超过了用水文測量方法來确定这个平衡各个要素的可能性。例如，目前对于苏联大部分的領土我們已拥有了对潛水平衡形成条件作出总評價所需的全部資料：气候資料，地質構造資料，地形資料，部分的关于潛水动态的資料及其他。但是潛水平衡各要素的定量測量却僅進行了非常有限的数目，同时标准的測点也非經常足夠[2, 3, 4, 5]。

这不僅是由于最近還會采用來对潛水平衡各个要素進行定量測定的水文測量方法非常复雜，研究不完善和成本很高，而防碍較广泛地來研究苏联各个区域潛水平衡的原因，在很大的程度上是因为缺乏有根据的选择測点的方法，在这些点中進行这些寶貴的研究工作并完全有可能广泛地推广所獲的結果。

自然地理环境不同的地区潛水平衡天然形成条件的一般特征使我們有根据來选择这样在数量上較受限制的标准点，在这些点上也要求進行潛水平衡各个要素的定量測定。这就可以使我們縮小潛水平衡定量研究的工作量，因而相应地減少了为此所需的資金数量，而總地說，加速潛水平衡形成問題总的解决。

因此，由于对苏联領土自然地理条件研究的程度很高，保証有可能作出其各个地区潛水平衡形成条件的总評价，但是几乎完全沒有关于这些地区潛水平衡定量表示的資料，由以上这种情况使我們作出結論，在問題的現代情況下，上述第二个解决潛水平衡問題的方法是唯一正确的方法。

在这种情况下，作出各个区域的潛水平衡形成自然地理条件的一般評价是解决这个問題的第一階段。在本論文中叙述了作出平原地区这种总評价的原则，編制成区域潛水分区圖的形式，該圖系根据平衡形成的条件來編制的，制訂这些原則的資料大部分是取自作者对烏克蘭苏維埃社会主义共和國領土上潛水的多年研究的成果，而一部分是在苏联的其他地区。

潛水平衡形成的基本因素

从潛水平衡形成条件的观点出發來談潛水的分区时，最初必須闡明，在所有該过程進行时所依据的因素的綜合中何种天然条件是主要的。

潛水的平衡是一种天然的过程，它是由許多所謂补入和耗損的平衡要素的現象構成的、在任何地区的潛水平衡的流入要素中包括如下数个：

- (a) 滲入离地表第一層含水層中的大气降水的部分；
- (б) 由于从大气中或深層中流向含水層的汽态水的凝結而形成的水；
- (в) 从鄰接地段流來的水和在个别的情況下从較深的下層流來的水；

潛水平衡耗損要素如下：

- (а) 地表蒸發、植物蒸騰和植物的其他生物活动作用；
- (б) 水成液态或水汽态向深層的流出；
- (в) 水向鄰近地段的流出，而特別是潛水由破裂的侵蝕系統流出地表。

上述組成潛水平衡的要素之間的比例关系，以及其在数量上的表示，在自然地理条件不同的各个区域上顯然是不会一样的。例如，下渗降水的数量首先由降落于該区域的总降水量來决定；潛水蒸發的消耗是潛水埋藏深度，岩石岩性成分和許多其他自然条件等的函数。

决定着潛水平衡形成的因素包括如下：

- (1) 地区的气候条件；
- (2) 地区的地形；
- (3) 植物的性質；
- (4) 地区的地質構造（地貌条件，岩性及岩層分布）；
- (5) 水文地質条件；
- (6) 地表水流的影响；
- (7) 人类經濟活动的影響。

作为潛水平衡形成因素的气候的意义不用說是非常明顯的。

古代表面的起伏对这一过程來說也是非常重要的。地形在很大的程度上决定着地表逕流的值。而因此也决定着，除蒸發外能夠滲入土壤中和較深下層岩石中的大气降水部分。如果兩個地段的地質和气候环境都是一致的，地形便会决定着排水的性質和含水層埋藏的深度，因而也决定着其補給条件和耗損条件。

植物对潛水平衡形成过程的影响也是非常大的。蒸騰作用和植物生物活动的同化过程大大地改变着大气降水三部分的分配：蒸發、地表逕流和下渗。例如，由于植物生物活动的結果，在营养时期，潛水由大气降水的增补只有在某些非常有利的条件下才發生（潛水位埋藏近，充气帶岩石有高度的透水性及其他）。

談到作为潛水平衡形成的因素的地区地質構造及水文地質条件时，必須指出，構造，区域的地貌特点及組成地区的岩石的岩性，綜合地成为地質先决条件的总和，它們决定着地下水的產狀条件。

例如基岩体的構造决定着第四紀沉積的堆積条件；在基岩的拗曲地中堆積着厚大的第四紀沉積，而为了其中形成潛水含水層造成了有利的环境；对于基岩的高出地段，其特征是第四紀沉積被搬除，它們的厚度不大，而因此第一層的含水層已位于第四紀以前形成物原生地

層的上部。岩層的岩石成分及与此有关的透水層和隔水層的交替，使得含水層有可能在离地表各不同的深度处形成。

因此，潛水平衡形成的所有地質因素的总合影响都可以从潛水產狀条件中找到反映。这些条件与气候条件一样无疑地仍然是上述自然作用的一个重要因素。大气降水流入含水層中的速度，潛水蒸發消耗量，潛水流出速度以及在潛水增补和消耗中的許多其他現象，都与潛水的埋藏深度，含水層和隔水層的物理力学性質，充气帶的性質，亦即是与我們归入“潛水產狀条件”概念中所有的綜合条件有关。

地表水流对河谷中及河谷附近地段中潛水的补給与消耗条件有很大的影响。如所周知，在目前，根据地表水对潛水可能影响的特征划分出兩种类型的潛水动态〔9〕：

(1) 河谷类型，此时在潛水与地表水流的水之間存在有永久和臨时的联系；

(2) 分水嶺类型，此时潛水埋藏在当地侵蝕面和地表水流水位升降極限以上。

在第一种情况下，地表水对于潛水平衡的形成具有很大的意义，因为在一年的某些时期内地表水直接补給潛水。

对于產在河谷高階地的古代冲積層的潛水來說，地表水流的水常常都不可能作为其补給水源；但是在这种情况下，水流却能引起潛水平衡形成过程的某些变化：高階地冲積水由于河流水位高而發生的壅水，阻住了潛水的流出，因此自然地就会影响其平衡的流入和流出的要素的平衡。

地表水实际上对具有分水嶺类型动态的潛水平衡的形成沒有起任何的影响。

上述潛水平衡形成因素的最后一个就是人类經濟活动的影响，这个影响以巨大的規模表現在植物复盖層的变化中，植物复盖層的变化与農業和林業有关。

此外，象地区的建筑程度（例如在城市中），山地工作（礦井，露天采礦場），疏干和灌溉的土壤改良建筑物等种类的人类活动对潛水的平衡也有影响。所有这些人类生活活动的表現都影响地表逕流的

形成，决定着降落在为人类建筑物所占据的面积上的雨水的蒸发与下渗，并因此而影响这些区域潜水的形成过程。但是，如果与农业和林业对潜水平衡形成的影响相比较起来，则土壤改良建筑物，地区的建筑程度，山地工程等等是很有限的，而且具有局部的性质。

潜水平衡形成的因素——潜水分区的基礎

必須將上述平衡形成因素中的最重要因素，作为按潜水平衡形成条件的特征来区分潜水的基礎；完全明顯，分区的比例尺决定着这些因素的选择，也决定着对这些因素考虑的詳細程度。例如，在進行大比例尺的分区时（1:200,000或更大），必須考虑到上述所有的因素，其中包括地表水流的影响以及甚至僅具有局部性意义的人类生活活动。当進行小比例尺的分区并編制1:500,000，1:1,000,000和更小比例尺的概略圖和示意圖时，地表水流和人类生活活动的某些表现在潜水平衡形成中（具有比較狹小的局部影响）的作用是不可能加以考虑的。

在按潜水平衡形成条件的特征進行小比例尺的潜水分区时（1:500,000，1:1,000,000和更小），可以僅限于下列决定这些水的平衡的基本因素的綜合：

- （1）潛水產狀条件；
- （2）水文气候条件；
- （3）植物性質；
- （4）表面地形。

必須略談一談，这些自然条件究竟应表明到何种詳細程度，才可以使所獲得的資料作为分区的基礎。

在評價潛水產狀条件时，作为分区特征的下列各項具有最大的意义：

- （a）含水層的埋藏深度；
- （б）含水岩層的性質；
- （B）隔水層的性質。

从平衡形成的观点出發，前兩個指标（埋藏深度和含水岩石性

質)的意義很顯著,而此時隔水層的性質是最重要的。有無固定的,在空間方面穩定的隔水層存在這一點,決定着潛水平衡主要流出要素之一的形成條件:潛水排向旁側和流入深部。

潛水產狀條件的特征可用相應的圖來說明,圖上附有該區域各個地段上潛水埋藏的深度,含水層和隔水層的岩性及年代。

對於按潛水平衡形成條件的特征對潛水進行分區來說,水文氣候指標是從兩個目的來考慮的:根據它們得出已按某些特征划分出來的水文地質區域的水文和氣候條件的特征;另一方面,水文氣候條件本身也可以作為划分相應地區或亞區的基础。

在進行小比例尺的分區時,詳細地研究所有的气候因素是不必要的。在該情況下,必須闡明氣候條件中那些對潛水平衡形成過程的作用和影響的方向已確定的各項。屬於這些的有降水,蒸發和氣溫。

降水對於現代潛水的增補的意義不需要証實了。蒸發與地表逕流一起決定着降水有效部分的大小,亦即決定着能夠加入潛水補給的那部分的數量的大小;與氣溫有關的如下:(5)固態和液態降水的分配;(6)對於水的下滲具有決定性意義而因此對於潛水的補給條件也具有決定性意義的冰雪融化,(7)地表的蒸發及其他。

所划分的區域的气候條件可表示在闡明氣候條件各個要素的圖上(年平均等溫綫和月等溫綫;年等降水量綫,季等降水量綫,月等降水量綫;年等蒸發綫,季等蒸發綫等等),或表示在附有該區域氣候標準數值的气候條件綜合圖上。

區域水文特點的闡述必須使得能夠表達出該區各個地段上潛水被侵蝕系統所排除的數量。例如,在我們的中緯度,主要由於地下水補給河流而形成冬季地表逕流就可能是這種指標。地表逕流的資料用逕流系數等值綫和年平均逕流模數和季逕流模數等值綫以圖表的形式表示。

在無植物或為森林,農田,牧場所占據的地段上潛水平衡的形成都是在極其不同的滲水,地表蒸發,植物蒸騰及其他的條件下進行的。在進行大比例尺的分區時,具有不同種類植物的地段對潛水平衡的影響,必須尽可能詳細地加以考慮。在進行小比例尺的分區時,于

大多数的情况下，由于没有相应的资料，植物的蒸腾不得不与地表的蒸发一起考虑。

地表的地形是地表逕流形成的因素之一，也正是地形主要决定着各个地段潜水排除的条件与程度。这也就是为什么编制区域地形描述的原因，这种描述使得我们能划分出在潜水排除方面具有同样的或異

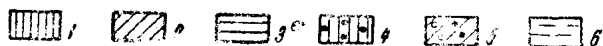
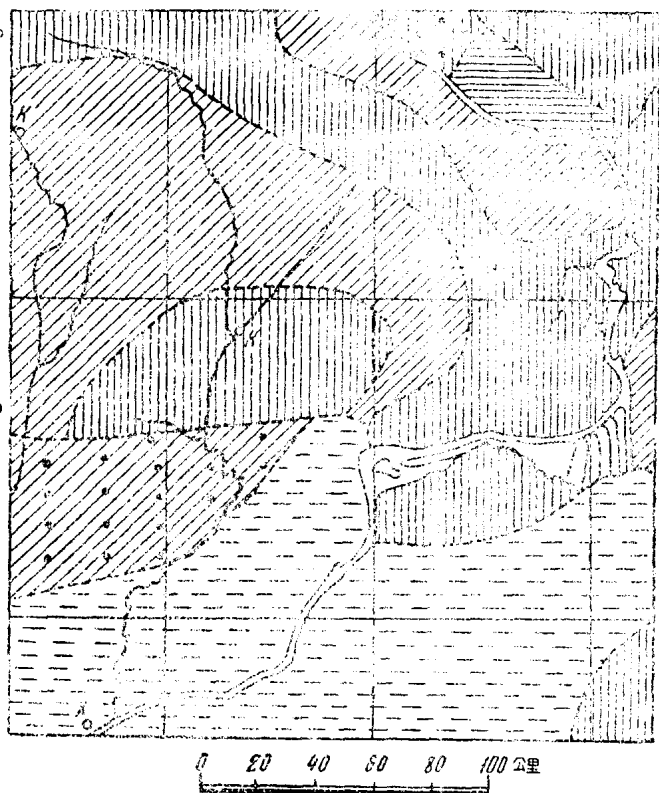


圖 1. 根据中等深度侵蚀的资料作出的潜水排水样圖
圖列：破裂模数大于0.4的排水地段：1. 侵蚀深度平均值由25至50公尺；
2. 侵蚀深度平均值由50至100公尺；破裂模数0.4至0.2的排水地段：3. 侵蚀深度平均值由10至20公尺；4. 侵蚀深度平均值由25至50公尺；侵蚀深度平均值由50—100公尺；6. 没有排水的地段（破裂模数小于0.1）

样条件的地区，因此也就能夠得出地形对这些地区的潜水平衡可能影响的評價。

按照这种任务，地形的描述應該主要是描述排除潛水的現有侵蝕網，而如果侵蝕網非常深时，則也必須描述下伏的含水層。为此，必須具有該区各地段上侵蝕網切入深度的資料和这些網的密度，亦即所謂破裂模数的資料。

各个侵蝕系統切入深度的数字指标可以用当地侵蝕深度的数值來表示，亦即以分水嶺超过河流系統底部的数值來表示（C.C. 索博列夫方法[10]）。如果此时取最大河流的分水嶺与河流底部的高差时，則可獲得出侵蝕網分布区各个地段上侵蝕網最大切入度的概念。

但是潛水的排除程度不可以根据侵蝕網最大切入度的数值來确定，因为任何地段上这些水的排除主要是取决于切过該地段的淺河谷和坳谷的深度。因此为了查明潛水排除的程度，必須利用各个分水嶺超过附近淺河谷底部的深度。这些数值可称为侵蝕深度平均值。

因此，作为潜水平衡形成因素的任何区域的地形的描述乃是用該区域各个地段的平均侵蝕深度值及其破裂模数的数值來表示。这些資料的圖示法示于根据平均侵蝕深度的資料編制的排水样圖上（圖1）。

作为潜水平衡形成条件的指标的潛水水位动态

上述关于任何区域潜水平衡形成的自然因素的資料的綜合可以使潛水的这种分区有所根据，在这种分区中能表示出該区域各个地段上这一过程形成的标准条件。在这种情况下，潜水平衡形成过程不僅可以用有关决定其天然因素的資料來說明，同时也可以任何一种能表现出这些因素总和作用的指标來說明。明顯反应出潜水平衡的一般形成条件每一个变化的这种指标就是潛水的水位动态。

如所周知，所謂潛水水位动态是指潛水表面的位置在時間和空間方面变化的总合，潛水水位动态的形成通常是在水的流入量的数值周期地超出流出量的条件下或在相反的情況下發生的。潜水平衡的流入和流出部分均衡的这种破坏决定着潛水水位曲綫相应的升高或降低，

这些升高或降低具有不同的高度和延續時間。

对于分水嶺地区，根据形成潛水平衡（潛水平衡也决定着潛水的动态）的自然环境的不同，可以划分出这样一些类型的水位升降：

（1）在非常有限的时间間隔里（几星期或甚至几日）重复的間或的升降；

（2）在一个水文年的过程中有一次或二次潛水水位上升的季節性升降；

（3）潛水水位一般的升高和降低几年才發生的年升降。

潛水水位动态的类型在很大的程度上說明着潛水平衡形成的自然环境。这也就是为什么在按照潛水平衡形成条件的特征对其進行分区时，最好要根据水文地質、地形、气候和其他的条件的綜合資料作出每一个所划分的地区的潛水水位可能动态的預測。如果具备有潛水水位动态的观测資料，則对于任何地区來說，这些資料都可用來檢查和确定为这些地区的潛水平衡形成条件所作出的結論。

按潛水平衡形成条件的特征对潛水 進行分区的方法前提

正如上面所述，按潛水平衡形成条件对潛水進行分区的目的是要对任何区域各个地段上該过程進行时的天然条件作一般的闡述。这种分区可用圖示法以相应的圖來表示。

决定潛水平衡形成的各个因素的資料用各种輔助圖來表示：

1. 潛水產狀条件圖
2. 根据平均侵蝕深度的資料編制的区域排水圖；
3. 水文气候圖；
4. 植物圖；

潛水分区圖是根据輔助圖上所示的全部資料最后編制出來的。在分区圖上划入最有代表性的和从分区观点出發为特殊重要的指标。

例如，在水文气候指标圖上必須划：

1. 年平均等溫綫，季平均等溫綫，月平均等溫綫；

2. 年平均等降水量綫和固态等降水量綫；
3. 等蒸發綫；
4. 年平均逕流等值綫，季平均逕流等值綫及其他。

但是对于最終的潛水分區圖來說可以僅限于这样一些指标，即这些指标对于該区域潛水平衡的形成具有最大的意义。尤其是对于我國中緯度的地区，在温和的大陸性气候条件下，固态（冬季）的降水和冬季逕流值可以是这种指标。其他关于水文气候指标的資料虽然在分区时也考慮，但它們对上述輔助圖才有直接的意义。

本論文僅附有兩個样圖：按平均侵蝕深度資料編制的区域排水圖（圖1）和根据潛水平衡形成主要因素的資料的最終潛水分區圖（圖2）。上述輔助圖中的其他圖可以用現代各种已知的方法來編制。

在分区时应以平衡水文地質区作为基本單位，这种平衡水文地質区是某个面積相当大的区域，在該区域的範圍內保留为一定的潛水平衡形成的一般条件。

研究苏联各个区域潛水平衡形成的上述基本因素的資料使我們确定，在这些因素中間起主導作用的是潛水的產狀条件。正如上面所指出，在这个特征中，顯現出了潛水平衡形成的所有地質先决条件的总和影响。此外，潛水的產狀条件，在很大的程度上也反映了其他因素的影响，如地表地形，它决定着潛水排水条件，又如气候特点，它决定着地表水流入潛水的数量等等。因此，必須將潛水的產狀条件作为划分潛水平衡区的基礎。

不僅从潛水平衡形成的观点出發，就是从較深下層現代增补的条件來看，岩性成分的固定和隔水層空間的穩定性都是非常重要的。这些决定着潛水僅可能流向旁側，流向排除潛水的侵蝕綫（当隔水層穩定时），或是可能向深处下滲，而补給下面的含水層（当沒有固定的隔水層，或是隔水層阻水的性質降低时）。这就是为什么將隔水岩層岩性成分不同的地段（例如，一种情况为粘土所垫或另一种情况为裂隙岩層所垫的第四紀沉積層中的潛水）划分为独立的平衡水文地質区。

含水層和充气帶岩層的岩性成分如此顯著地影响潛水平衡的形成

过程，以致于僅具有岩性成分不变的潛水圍岩（砂、黃土、裂隙岩石等）的区域可以划分为一个平衡区。在該平衡区面積上的含水層岩性成分的变化容許到这样的程度，即这种改变不会破坏这个区域所固有的潛水平衡形成条件。

在每一个平衡的水文地質区中，随着地形条件的不同，潛水的埋藏深度將在某种範圍內有所改变。这些範圍的确定与該平衡地区边界的确定一起都是最困难的，而只有在对潛水平衡形成的其他因素：水文气候环境和該地区的排水条件進行考慮后才可能确定出。

利用潛水水位动态作为潛水平衡形成条件的指标，并考慮这些水埋藏深度的可能变化，就可以这样認為，在每一个平衡区的範圍內，同一埋藏深度的潛水都必須具有一个类型的水位升降。

此外，在一个地区的範圍內，埋藏深度不同的潛水水位的变化类型應該是相近的，例如，具有很大升降幅度的偶然性和季節性的升降，是有很小升降幅度的和年类型升降的季節性升降等。

在划分平衡水文地質区域时，不僅必須考慮到潛水的產狀条件，同时也要考慮到潛水平衡形成的其他因素；如果气候条件和排水条件等有区别，則甚至在类似的潛水產狀下，上述过程的進行都会完全是另一样。

例如，埋藏在烏克蘭苏維埃社会主义共和國北部及其南部（在德聶伯寬广階地上）第四紀砂类沉積層中深度大致相同的潛水在其平衡形成条件方面有很大的区别。这可以从下列情况表現出來，即北部的潛水具有偶然性类型的水位升降，而在南部，这些水的水位則具有季節性类型的升降。

在第四紀以前的沉積層埋藏不深的地区中（这些第四紀前的含水層是產于其中的含水層的补給区），常常有这样的情况，即在一定的区域上可以看到面積比較小的而潛水產狀条件变化很大的地段交替的情况，这些潛水有时是埋藏在第四紀沉積中，有时埋藏在較古老的沉積中。这类的区域必須划分为一个总的平衡区，对此区上述潛水平衡形成条件的不連續性和在很接近的兩地段上这些条件的顯著区别可作為特征。