

代表性流域地下水和地表 水相互作用的研究

N.C.泽克策尔, C.M.谢苗诺娃

根据联合国科教文组织的委托, 1964年4月7日至17日在巴黎召开的各国专家会议, 通过了从1965年1月开始执行国际水文十年计划(IHD)的决议。该计划的主要任务是研究天然水资源及其形成规律, 以及工农业和生活需水对水资源合理利用的可能性。苏联在解决IHD的主要问题(包括地表水文学和地下水文学)中, 发挥了积极的作用。

为了完成在苏联范围内的IHD计划, 水文气象局在大中河流设立了水文站和水准点, 湖泊水文站、代表流域和试验流域水文站和雨量站, 以及水面蒸发站和土面蒸发站。这些位于不同自然条件下的测站, 进行各种水文观测和气象观测, 包括降雨量的观测、水面和土面蒸发量的观测, 河流流量、水位、水温的观测, 以及土壤水分、水混浊度和化学成份、悬移质流量等项的观测。

因此, 在IHD计划中, 水文地质学家们所面临的诸项主要问题是组织和完成地下径流对河流补给的研究(此补给量作为水量平衡组成部分之一), 以及地表水和地下水相互作用的研究。(包括河谷排水作用对自流含水层的影响)

如果是这样的话, 为了研究一个区域的潜水动态所确定的这个重要观测网的原漏仪测定值相比相当一致。

唐德富译自《Crp-Water Relations》中

则, 必须是有理论根据的, 应改进观测和预测地下水动态的方法。同时, 对地下水人工补给和调蓄原理这一特殊问题, 也必须加以解决。

因此, IHD计划的主要任务是研究总水量平衡的各个要素, 以及它们之间的相互关系。而主要研究对象必须是代表流域。这就是说为了评价区域总水量平衡中地下水的规律, 水文地质调查局的主要任务是组织进行代表性流域的地下水的研究。而在评价地下水在总水量平衡中的作用时, 对于水平衡各要素的研究、地下水动态对水平衡以及地下水对河流补给的研究还是很不够的。

除了代表性流域外, 还要在特殊地带的水文地质站上进行IHD计划中的地下水动态和水量平衡的研究, 地下水动态和地下水均衡以及地下水径流对河流补给等项的研究。这个特殊地带水文地质站是从现有的水文地质情况观测网中挑选的。苏联和外国科学家们对地下水动态和水量平衡中的许多问题, 做了很多的研究。为此, 作者在本文中简要介绍: (1) 研究地下径流对河流补给的基本原理; (2) 地表水和地下水的转换关系; 代表性流域中河谷排水对深层水动力的效应。这些研究都是新的研究动向, 科学的合理组织和管理具

“Atmospheric Demand for Water”,

1983年 24-37页 唐登银 校

有很大的价值。

近年来,对地下径流进行区域性评价的一个综合性水文和水文地质方法,已在苏联广为应用。这种方法实质上是计算河流排泄的那部分地下径流,它是通过分割水文过程线,把这一地下部分的水体从总河川径流中分割出来。它包括分析流域的水文地质和水文特征;建立地下水和地表水之间的水力联系;了解一年中不同时期内地下径流对河流动态的变化;分割全观测期河流水文过程线并确定地下径流主要参数。B.I.库德林发展了此方法的理论基础。因此,不必详述分割河川径流地下部分的方法,所要强调的是这种方法取决于所计算的流域水文地质条件,以及地下水与河床的水力联系特性。因为在年内不同时期内,地下水控制了地下径流对河流补给的动态。含水层地下径流向河流运动的水动力学特性,取决于补给流域或流域的部份的潜水和自流水的产状和补给条件,以及与河水边缘线有关的排泄层位。

由河流排泄(所谓开放性排水)的地表和地下水相互关系可用下列典型模式进行分类:(1)与河流有水力联系的含水层,这种水力联系形成了下降型地下径流。在洪水期,地下水通过这种水力联系增加了河流储存量。(2)与河流有完全水力联系的含水层,这种含水层的地下水径流动态的变化完全取决于河流水势。在洪水期,此类地下水径流减少或中断,称之为回水情势。(3)与河流有周期性水力联系的含水层。低水位时,含水层的地下径流动态同无水力联系的河流的情势相一致;高水位时,含水层地下水动态与完全有水力联系的河流相一致。

在一个流域中,可通过含水层对河流是否有水力联系,观测地下水对河流补给的混合型水力特征。这种类型的河流补给

形成了一个回水下降型地下水情势或下降回水型地下水情势。通过分析河边地区的含水层的水文地质剖面 and 河流水位变化资料,可建立该流域的地下水水力联系特性。

由于在代表性流域设立了许多测站,可先根据主要含水层地下水对河流的水力联系,对所有的测站分割水文过程线,然后再计算地下径流的主要参数:平均年模数和平均最小模数(升/秒·公里²),地下径流系数(地下径流与降雨量的百分比),地下水对河流的补给系数(地下水径流量与河流总水量之比)。根据地下水径流系数图和通过观测而求得的地下水对河流的补给系数,定量地计算一个流域不同地区的水量平衡中的地下水补给量。现有的河流水文站常常不能很好地反映复杂的、水文地质条件。因此,有必要在具有代表性的地方(两个水文地质区分界处、含水层岩性变化分界处等地)设立附加观测站。从这些附加观测站上所获得的资料可与属于水文气象局所有的长期观测的水文站上的资料进行相关,可使资料延长。

把通过复杂的水文与水文地质方法所计算的地下水径流量同根据现有的水文地质参数,用水动力学的方法计算的地下水排泄量以及通过地中渗透仪测得的地下水补给量的结果相比较,也是可行的。

通过河谷排水对自流含水层动态影响的估算,研究得相当少。这种排水影响的计算只限于区分地下径流中由承压水渗漏所产生的那一部分水量,此部分水量是通过半隔水层进入与河流直接发生水力联系的含水层。

如果地下水是直接通过河道排泄的话(即以上讨论的所谓裸露型排水),那么排入河道的地下水量,最后由渗漏速度的水平分量的大小所决定,并在很大程度上取决于含水层的导水性。如果自流水通过

半隔水层底板渗漏排进河谷，那么就使得此期间含水层中的垂直水头形成差异。这时，河谷下部的渗透速度的垂直分量占优势。因此，含水层渗透量的大小主要取决于半隔水层的渗透性。

因此，在进行隐蔽排水量的估算时，要特别强调进行隔水层渗透性的研究。

确定各含水层的相互关系，以及对自然条件下自由含水层渗透量的估算，是一个极为复杂的问题。需组织进行综合性的研究。隔水层的渗透问题需要通过诸方面的研究。它是建立在自由水、潜水、地表水化学成分的研究，以及半隔水层中孔隙水的研究，年内不同季节水化学成分变化的研究基础之上的。利用高精度的温度计（精确到 0.02°C ）测量与含水层有一定联系的柱状剖面的温度变化，认为是解决此类问题较有前途的研究方法。水化学和水温差异的研究，有可能在某些情况下，不仅发现渗漏，而且还能近似地估算渗透量。

但是，研究含水层相互关系的主要方法是分析此期间在含水层中的等静水头与河流水位之间的关系，以及它们随时发生的变化。而研究半隔水层中的水头的垂直分布和它们在自然周期过程中的变化，以及人为引起的水位变化依然是重要的。在这种情况下，重要的是不仅研究自流水的渗透性能，而且还要研究进入到河流中的洪积物的渗透性。因为在许多情况下，自由水主要是通过河谷排泄的，很少通过河道排泄。

对水头差异的研究使我们能近似地估计半隔水岩层的渗透性（对于这种估算方法，无论在室内还是在野外，都还没有什么进展）。目前，为了测定半隔水岩层的渗透性，模拟计算的方法是用于复杂水文地质条件的唯一可靠的方法。为了计算进

入河流的地下水量，对资料的收集和分析应选择河流关键位置。只有在此基础上，才能确定代表性条件下地表水和地下水之间的相互关系。

把观测井设在平面图上地下径流对河流有线性特征的地方，并与河流相垂直。把观测井分为若干组，每一组由若干井组成，设在河流的两岸，每一眼井打在所研究的每一个含水层上。井的数量和它们的位置取决于所选择地点的水文地质条件，含水层分布地区和水头梯度的变化情况。

在地下径流对河流有线性关系的地方，最起码要把一个井设在接近地下水与河水的分界处；一至两组井设在河岸上，以便能较好地得到等水压面层位的特征资料；安设一组观测井在流域分水岭处也是极为有用的。为了获得可靠的观测资料，必须合理地布设这些井，井位的布设要尽可能地选择在不受其他含水层影响的含水层上。因为获得可靠的水头特征资料是计算不同类型的含水层地下水相互作用的基础。对钻探试样进行分析，以便能获得含水层综合体以及半隔水层的水文物理特性方面的资料。

因此，在国际水文十年计划中，代表性流域地下水径流的研究，以及地表水和地下水相互关系的研究，可根据条件分为四个阶段进行：在第一阶段，收集和分析流域的自然地理、水文、水文地质条件等一切有用资料，根据这些资料，测定某个含水层对河流的补给量，寻找含水层对河流的水力联系特性，绘制主要含水层等水位图和等水压图，以及与地层岩性有关的水文地质剖局图。利用这些资料，以地下水形成条件进行流域区划，绘制河流地下补给图，划分自流水隐蔽型排水的地区，勾画潜水与自流水线，提出水文过程线分割略图。最后，把所研究的自流含水层补

海洋与陆地间的相互作用

A. B. 根别雷

世界洋与陆地的相互作用和它们之间的物质与能量交换有两种途径：大气圈的间接作用与水体和岩石圈物质的直接接触作用。

世界洋对大陆自然界的作用，是通过大气圈首先是通过大气环流实现的。海洋与大陆之间机械能交换藉助于大气，大气从海岸向陆地输送热量（尤其是以蒸发潜热的形式），将水分重新分配，准切地说海洋与大陆之间的水分交换是相互的。在现代水的循环中，整个大气圈中的水汽在9—10天内更新一次，陆地上的河水在12—13天内更新一次，土壤水在一年内更新一

次，湖泊的水在200—300年内更新一次，而整个水圈（包括海洋在3000年内更新一次。当气团从海洋移向大陆，或从大陆移向海洋时，它的物理性质就发生变化，尤其是改变了空气的污染程度。如果气团在海洋面上停留得时间比较长，它的含灰量要比陆地上空气中的含灰尘量低得多。城市居民点空气的灰尘含量特别大，在大城市里平均每立方厘米空气中含有100000个微尘，而海洋上同样体积的空气所含的微尘不到500个。此外，在大陆上空气中还含有很多细菌，每立方厘米中含500个以上的微生物。在海洋上同样体积的空气中

给的重要位置和测站，规划在通过河流直接排水的含水层上。

在第二阶段，设立流量站，并在流域中进行河流量的系统观测。流量站的数量取决于流域的水文地质条件的复杂性。将流量站分布在流域上，是为了通过河流直接排泄的每一个含水层，由于地下径流的作用而产生的水文特征。在一年的典型期内，可以有系统地或偶尔地进行水文测量。为了得到低水期地下径流资料，应该在有各种水文地质条件的一些流域上，进行水文测量。对一些研究不够的流域，进行水文地质调查。调查的规模视流域范围的大小和流域上地质情况的复杂程度而定。在此期间，安装观测井，并且进行测定主要水文地质参数的试验，以及揭示地下水与地表水相互关系的试验。为了在代表性地段上测定渗透补给总量，在一些流域上（特

别在第一种流域上），应该安装地中渗透仪。

第三阶段包括处理试验成果，确定地表和地下水力联系的类型，绘制并分割河流水文过程线，分析野外观测资料。计算和模拟也有利于确定半隔水层和自流含水层的渗透性。

第四阶段汇总处理长期观测的地下水动态资料，计算地下径流主要参数。根据长期观测资料，绘制地下径流图，计算天然地下水资源量。在进行了上述工作并处理了已获得的资料的基础上，揭示地下径流形成规律，估算代表性流域总水量平衡中的地下水所占的比例。

孙仁华译自《Bulletin of the International Association of Scientific Hydrology》 1968, No1.

魏忠义 校