

关于进行地下水状况观测工作的意见

A. A. 索科洛夫

(水土保持训练班讲义)

关于进行地下水状况观测工作的意见

A.A. 索科洛夫

在开始探讨关于地下水状况研究的问题时，首先，必须谈到这种研究的目的和任务。在这方面，至少应该区别三种基本的研究观点：

1. 主要是由于给水和引水的需要而研究地下水状况（将地下水视为一种储量随时间而变化的矿产）；

2. 在灌溉和排水地区，由于土壤改良的需要而研究地下水状况；以及在水工建筑物和其他建筑物地点，由于其工作上受地下水状况的影响而需要进行研究；

3. 由于水利建设中水文计算、水文预报和水量平衡方面的需要，从水文观点上将地下水看作地区和河流（或湖泊）流域水量平衡的一个要素来研究地下水状况。

当然，上述的三种研究观点，在某种程度上是彼此相结合的，但是，仍然可以大致看作是几个独立的问题来进行研究。

这里，不谈前两种研究观点，它们已属于水文地质工作者的范围，我们只谈谈关于根据水文方面的要求（由于需要进一步改进水文预报和计算方法而提出）而进行地下水状况研究的问题。

首先，简略地叙述一下苏联地下水状况研究工作方面的经验。最初，苏联地下水状况的研究工作，除了地质部门以外，也由水文气象部门负责进行。在1936年以前，国立水文研究所曾专门设有“地下水组”。到1936年，有关地下水状况的研究工作，就完全交由地质部担任，而水文气象总局从这时起就停止了地下水研究工作。国立水文研究所的地下水组也就撤销。

在地下水研究工作交由地质部负责时，原想它能全面地进行研究，特别是也能充分保证水文服务的需要的。但是，实际生活证明，并不是完全如此。地质部曾进行了大量的地下水研究工作，但是，它的注意力主要是集中在深层承压水（自流水）的研究，从给水和引水的观点来看，它是符合于较

长远的需要的，但是，对于水文方面来说，它却只有很小的价值，因为，深层地下水在河流和水体补给上所起的作用通常是不大的。

地质部曾设立了许多的水文地质站，在这些站上主要是进行深层地下水状况和水量平衡的研究工作。就上述的水文地质分区观点看来，深层地下水是最主要的（例如在列宁格勒附近的西卢尔高原地区设有专门的西卢尔水文地质站，研究西鲁尔的深层自流水和喀斯特水的状况）。

至于普遍地研究浅层地下水状况（即河水渗入的上部地层，在水文学上通常称为潜水）的站网，地质部却并未设立。但是，在水文方面最关心的正是潜水，因为，潜水和地表水的相互作用最为显著，并且在河流补给和流域水量平衡上起有主要的作用。

现在，苏联的水文工作者在这项工作的组织方面日益得出一个结论：地质部和水文气象总局不能单独保证全面和充分地进行地下水状况的研究工作。地质部在安排这项研究工作时，由于没有地方机关分设的站网（像水文气象总局所属的站网一样），就会遇到很大的困难。此外，在地质部门没有水文专家，因此也难于结合水文方面的需要，广泛地布设研究地下水状况的站网。

同样，在水文气象系统中，开展地下水状况的研究工作也存在许多困难：水文地质专业干部不足，水文地质资料缺乏，以及设立和装备水文地质站点所需的物质技术设备（钻孔机、套管、滤水设备）缺乏等。

只有地质和水文气象两个部门联合解决这个问题，才能保证按完成上述三种观点提出的任务所需的工作范围来开展水文地质研究工作。

但是，问题就在于要制定出地质部和水文气象总局之间能相互取得协议的地下水站网布设原则、建站程序、观测方法和资料整理方法等。近几年来，苏联在这方面也曾进行了许多工作，并以1957

年出版的經過兩個部門取得協議的“關於流域內地下水狀況觀測工作的方法指示”結束了這項工作。

地質部在研究地下水狀況的方法方面的經驗，已總結在 M.E. 阿里托夫斯基和 A.A. 柯諾普梁柴夫主編的“地下水狀況研究方法須知”（國立地質書籍出版社，1954 年版），以及 Г.Н. 卡門斯基所著的“研究潛水狀況的流體動力學原則”（水文地質和工程地質問題集，國立地質書籍出版社，1953 年版）和其他許多著作中。在這裡我們不再贅述。

至於結合水文服務的需要而研究地下水狀況的原則，則是以 B.Л. 里契科夫早在 1931 年所發表的論文：“根據水文氣象服務的任务而進行的地下水研究”（國立水文研究所彙集，№34，1931 年）中的思想為基礎的。以後，這種思想在 B.И. 庫捷林、Ф.А. 馬卡林科、А.И. 蘇波金、М.И. 拉斯波波夫及其他許多水文學家（他們的研究工作更密切結合水文服務的需要和利益）的著作中又獲得了發展。

如果根據水文服務的需要，則水文地質站網的主要任務是：

1) 研究流域水量平衡中的一個不可缺少的要素——地下水；

2) 研究各河（湖）段地表水和地下水的相互關係，以確定地下補給（或損失）量；

3) 研究因人類經濟活動所引起的地表徑流和地下徑流比例關係的變化。

I. 由於研究河流流域水量平衡而進行地下水狀況的研究

蘇聯水文學家日益得出如下的結論：要更深入地研究河流、湖泊和沼澤狀況，必須依據天然水統一性的原則，這個原則就是：各種陸地水——地表水和地下水——相互之間具有密切的關係，並且經常相互地作用着。這就是說：如果從水文研究範圍內剔除地下水這樣一個極重要的水量平衡要素，我們就不能正確和全面地認識水文狀況形成的規律性。

因此，水量平衡原則就成為進行水文研究的最正確的一個原則。根據這個原則，在河流、湖泊或沼澤流域內，不僅應研究降水和徑流，而且也應研究流域內水量的變化，其中，首先就是潛水量的變化。在實際水文服務工作中採用水量平衡原則的合理性，已為 1957 年 10 月召開的第三屆全蘇水文代表會議的決議所承認。大家知道，在一般情況下，河

流流域水量平衡方程式具有下列的形式：

$$x + Y_1 + Y_2 - Y_3 - z \pm \Delta u \pm \Delta N \pm \Delta K = 0 \quad (1)$$

式中 x ——流域降水量，

Y_1 ——地表來水量，

Y_2 和 Y_3 ——流入和流出流域界綫的地下水量，

z ——流域地面蒸發量，

Δu ——地下水量的變化，

ΔN ——所研究的流域內土壤和岩層中含水量的變化，

ΔK ——地表河流和水體中的水量變化

對於湖泊、水庫或沼澤，以及對於任一個地段，都可考慮當地的自然地理條件及水利對象的單獨特點，作出自己的水量平衡方程式。在一切場合下，水量平衡方程式將在一定程度上反映出所研究的範圍內某一時段壤中水和潛水水量的變化。

為了應用水量平衡原則來研究水利對象的狀況，就要求將水文研究提高到更高的水平。採用這種方法的首要條件之一，是普遍地設立觀測地下水狀況的站網。為了使這種站網能應用水量平衡原則來研究水利對象狀況，它的布設就應和基本水文站和氣象站網密切地結合，並與其組成一個統一的整體。因此，水文地質站網應該保證能較精確地計量所研究的流域內潛水和壤中水水量的變化。

在進行流域水量平衡研究時，通常都是研究第一層固定含水層的地下水狀況，只有在個別場合下，才限於研究臨時含水層和較深層的地下水狀況。

在流域內布設測點是一件非常重要的工作，它需要很好地了解流域的自然條件和地表水與地下水相互關係的規律性。布設測點應根據流域內各部分的水文地質特點和自然特點來進行。如果沒有水文地質資料，就可考慮地形、土壤和植被方面的差異。

在流域內選定的典型段上布設測點時，必須盡量使各點能順沿地下水流的基本方向共同構成若干固定的剖面，同時，在自然條件顯著不同的地段上，估計地下水補給和損失的條件可能發生變化的地點，還應使各點在和地下水流正交的方向構成若干固定的剖面。

除了在人工建築物地點專門研究地表水和地下水的相互關係的特殊情況以外，測點一般必須布設在地下水狀況不受當地引水或其他人為因素影響的含水層地段上。

布設流域地段上的觀測剖面 and 測點時，應盡最

大可能使其与水文气象测站相结合或相鄰近(气象站、水文站、雨量站、土壤湿度观测站等)。特别是应该注意和为農業气象服务的土壤湿度观测站網相结合,因为,將这些观测工作合理地結合一起,可以大大地降低設立和装备水文地质站所需的經費。

对于徑流站控制的小流域,在布設地下水測站时,必須力求能根据測站观测資料繪出流域的地下水等高綫圖。但是,对于面積甚大的流域,这种要求顯然就很难实现。在这种情况下,地下水測站的布設密度,就只須保証能用各典型段地下水位資料平均化的方法算出流域蓄水量的变化。为了避免布設的站網过密,最好起初布設較稀,以后,再随着所研究流域的水量平衡計算經驗逐步地積累而增加站網的密度。当然,也可以采取相反的途徑。

II. 河谷、湖泊或沼澤盆地各地段的地表水和地下水相互关系的研究

除了研究水量平衡外,另一个需要借助地下水狀況观测来解决的重要任务是:研究河谷、湖泊或沼澤盆地及庫盤範圍內各段地表水和地下水的相互关系。这里所指的是:1)河流和水体的地下补給,2)河流和水体的地下損失(补給地下水)。

研究地表水和地下水的相互关系的迫切现实任务之一,就是实地直接測定水庫水量平衡的組成要素(庫岸調節——地下入流量和出流量、滲漏量)。

在中國的条件下,研究黄河河套、官廳水庫地区等的地表水和地下水的相互关系,就是上述任务的一些实例。

研究喀斯特地区地表水和地下水的相互关系具有重大的意义,因为,在这种地区,如果我們不同时進行地表水和地下水的研究,一般說來,就不可能真正地研究河流狀況。在中國西江流域的西部就属于这类地区,这里河流消失的現象极为普遍,徑流减小(由于地表水流入喀斯特裂隙和洞穴而减小,如根据气候条件,則应較大)和徑流顯著增大(由于大量的喀斯特水从相鄰的河流流域流入)的河流也都非常普遍。喀斯特地区的水文地质站網尤其应该和水文站網密切地結合,以便能查明和繪出补給区和損失区的范围,并作出补給和損失量的估計。

在研究地表水和地下水的相互关系时,通常可分为下列几种基本情况:

1) 河流、湖泊或沼澤的地下补給来源,为与河流和水体無水力关系的無压含水層(下降的地下

补給);

2) 河流或水体的水滲入受压含水層,或深層地下水經裂隙向河床逸出(受压的地下补給);

3) 地下补給来源为具有經常的或間断的水力关系的含水層(随河流或水体中的水位而異);

4) 地下水沿河流方向流动(槽下伏流);

5) 潛水位經常低于河流或水体的水位,經常有一部分地表水損失,补給地下水。

地表河流、湖泊和沼澤的地下补給或損失,可利用沿地下水流动方向布設的許多剖面上的測点,按段進行研究。如果没有地下水流动方向的資料,測点可布設的垂直于地表河流流向的剖面上或垂直于湖泊或沼澤沿岸的剖面上。地下水狀況的观测剖面位置,根据水文地质条件与地表水和地下水的交替条件來确定。通常,每对剖面应能控制地表水和地下水交替条件大致相同的一个地段,因为,如果条件(补給和損失)不同,就將不能达到观测的目的。

河流和水体观测剖面在水工建筑物地点的布置方式,决定于建筑物的位置。水庫上游剖面上的測点,应能提供水庫和庫区含水層之間的水的交替特征資料。水庫下游的測点,应能估計出壩基和繞壩滲漏引起的庫水損失。

水文地质观测剖面位置通常都和河流水文測驗断面及湖泊和水庫的水位站相一致。在个别情况下,如果断面位置不相一致,則可在現有的基本水文站網中增設一处專用水文站(点)。

布設剖面上的測点,应根据預測的降落曲綫(由河流或水体的水边綫到地下水位不受地表水影响的地点)進行。

最好將測点一直布設到地下分水綫,这对于确定地面流域和地下流域是否一致具有重大的意义。

測点的間距根据河谷、湖泊或沼澤盆地寬度的大小而定。在降落曲綫的陡峻部分,其間距应較短(25~100公尺),而在平緩部分則可較長(100~200公尺或200公尺以上)。

为了研究个别地段冲積層中的河槽伏流和潛水,可在沿河兩岸增設剖面。

为了估計地下水向河谷或湖泊盆地逸出地段上的地下补給量而布設測点时,必須保証能根据測点的地下水位观测資料求得逸出河床或湖底的全部地下水流量。对于有地下損失的地段,地下水位观测資料应能保証求得补給含水層的地表水流量。

Ⅲ. 由于研究人类经济活动对径流的影响而进行的地下水状况观测

现在,人类经济活动的规模日益扩大,伐林和造林、开垦荒地(包括生荒地和熟荒地)、坡地梯田化(为了防止土壤流失)、以及其他许多的农业土壤改良措施,都正在大规模地进行。

中国在党和政府的领导下,正在日益广泛地开展防治水旱灾害和水土流失及保证提高作物产量的运动,目前,广大地区的地面情况已经完全改变。滦河流域广大人民群众的卓越创举就是一个实例,近几年来,在这个流域采取了广泛的综合性措施:筑坡地梯田、造林、打旱井、修梯级水库、沿地排水等。人类改造自然的活动愈剧烈,径流条件的改变也愈大。年径流和径流的年内分配都将发生变化,特别是洪水径流的变化更甚。当然,不仅是径流情况有所改变,而且河流流域的整个水量平衡也将改变。

现在,在中国提出了一个很有价值的向洪水和侵蚀作斗争的想法:即首先在产生洪水和侵蚀的地点——在河流流域表面和坡地上防止洪水和侵蚀。

在水文方面,有不少关于分析和估价各种因素(其中包括人类经济活动,特别是伐林和造林、农业改良土壤措施等因素)对河流径流的影响的研究和著作。关于这些问题的文献资料是很多的,但是其中许多的问题,直到现在还是在争论中的问题。例如,森林对径流的影响问题(伐林的影响也是一个相应的问题)就是争论中的问题之一;而这场争论已经延续了约有百年之久。在1957年召开的第三届全苏水文代表会议上,曾就西西伯利亚和卡查赫斯坦地区开垦荒地对径流的影响问题进行了认真的讨论,因为,近年以来所得的结论都是矛盾的。一方面是由于这类问题极其复杂,另一方面则仍是水文实验研究的规模不够(包括定性和定量方面)所致。这也正是为什么在第三届全苏水文代表会议的决议中提出了大力开展这方面工作的任务的原因。

我们应该说:这个任务不只是在任何措施实现以后消极地估价它们的影响。实际上,任务还要更复杂些,也就是要预先估计在流域内实行任何措施的可能效果。这就是说,我们应该积极地控制流域的水文状况,完全有意识地按我们所希望的方向来改变它。采取这种解决问题的方法,我们就能对水文计算的成果进行修正,因为,直到现在,水文计算都是以改造自然的许多措施实现以前的观测资料为依据的。我们在这一方面的建议,必须根据每种

措施(垦荒、修梯田、造林等)的单独影响和各种措施的綜合影响的具体分析结果提出。

人类经济活动的影响问题,是一个特别重大的水文问题。我所以简略地谈到这个问题,就因为要解决这个问题在很大程度上取决于地下水状况观测工作的安排是否合理。

过去,在这方面的许多研究,其重大的缺点就是:通常在谈到某种措施的影响时,主要是或几乎唯一是对河流径流的影响,而水量平衡的其他要素的变化则未进行研究。这样,在很大程度上就使所得的结论不能得到证实。我们认为,为了研究人类经济活动影响而进行的研究工作,遵循水量平衡原则是比较正确的,这种原则的内容已在上面谈过。利用平衡原则来处理这个问题,在试验流域内同时布置水文、气象和水文地质观测,就能使我们更深入地真正了解人类经济活动给河流流域内水量平衡和径流带来的变化。

这种研究工作适于在水利电力部水文局准备设立的许多径流站上进行。滦河流域由于采取农业和林业改良土壤措施的结果,径流状况已有特别重大的变化,因此,研究滦河流域的水文状况,具有极其重大的科学价值和实际意义。

Ⅳ. 关于水文地质站网发展规划工作进行步骤的几点意见

为了制定水文地质站网发展规划,最好采取下列的几项措施:

1)考虑中国的具体条件和根据水利方面及国民经济其他方面的需要,与地质部水文地质工作者共同确定水文地质站的任务及其布设原则;

2)制定水文地质站网发展的具体计划,首先,针对地下水研究特别重要的河流流域,湖泊和水库地区制定这项计划。这项工作最好委托水利电力部和地质部所属各省机构进行;

3)利用中国和苏联的经验,制定统一的水文地质站点观测规范;

4)制定专用径流站的布站计划,在径流站上同时进行水文地质观测,以便研究人类经济活动所引起的河流流域的径流状况和水量平衡的变化。

5)水文地质站网规划工作最好先在1~2个区或流域试行,以便最后根据中国的条件确定布站的一般原则。

至于地下水状况观测和资料整理的方法和技術,则苏联在这方面的经验可供研究。这些问题已在相应的指南中述及。