

季节性冻土区的地下水状况及其研究方法*

赵洪书

(黑龙江省水利勘测设计院)

STUDIES ON THE GROUND WATER IN THE SEASONAL FROZEN SOIL REGION

Zhao Hong-shu

(Designing Institute of Water Conservancy and Survey, Helongjiang Province)

研究地下水(指潜水,下同)状况及其动态变化,对土壤发生与演变和改良利用有重要意义。

本文根据东北典型的季节性冻土区实测资料,提出适合于本区的地下水研究方法、地下水分类和地下水动态模式图。

一、季节性冻土分布状况

极地及高山雪线附近存在有永久冻土,由此而延伸到温带的广阔地区,分布着大面积季节性冻土。

世界上不少国家都有季节性冻土。北欧和苏联的大部分地区,加拿大的南部,美国的北部,南美的南部以及其他一些国家的高山区均有广泛分布。

我国季节性冻土面积远远大于永久冻土。从东北到西北地区的北部,都有很厚的季节性冻层;由天津至西安到昌都一线的稍北附近,可见到0.5米冻层等厚线^[1]。

东北地区的季节性冻层,从南到北随纬度增加逐渐加厚^[2]。

黑龙江省是我国季节性冻土典型地区,冻结期长,冻层深厚,解冻迟缓,以致有些地方和永久冻土相并存^[3]。

二、季节性冻土区的地下水研究方法

过去,季节性冻土区的地下水状况及其研究方法,长期被人们所忽略。无论农业土壤、水利土壤改良,还是农田水文地质等方面研究地下水状况时,一般都采用阿利托夫斯基 M. E. 和康诺波梁采夫 A. A. 编的《地下水动态研究方法指南》^[2],以及罗杰 A. A. 编的《土壤水分状况研究方法》^[4]等书中所推荐的打固定观测管和固定观测井群的方法。

* 参加1966—1967年观测试验工作的还有关中祥、李国军、张蕴华同志。

上述方法,没有考虑季节性冻层在融冻期的特性,致使所获得的地下水动态资料都缺少冻层以上水的动态。

用这样的资料去分析季节性冻层地区与地下水有关的问题,反映不了真实情况,这必然对有关的生产和科研产生影响。

为了说明现有的地下水研究方法 and 用这种方法所获得的地下水资料并不完善,我们根据许多研究者^[2,5,6]的实际资料,归纳成模式图(图 1)加以研究。

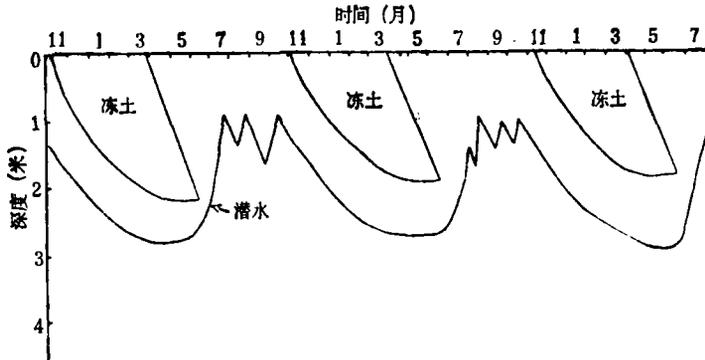


图 1 不完整地下水动态模式图

当把季节性冻层移到地下水动态模式图上,再进行仔细分析,即可得到这样的概念:季节性冻土区每年冻层化通之际,地下水均有一个明显上升过程,其升高原因与冻层上存在着有一部分重力水有关。

这种认识,已为许多研究者所证实,并用所谓上层滞水、冻层上临时滞水、土壤融冻水、土壤—地下水等不同的名称加以命名^[1,2,7-10]。

在季节性冻土地区,为了获得融冻期冻层之上液态水的动态变化,我们曾试用过在冻土层内打短的固定观测管的办法,结果证明是不理想的。因为当季节性冻层融化很浅时,或者冻层上水量有限时,少量的水流到观测管底部造成一个假水位,观测结果反映不了真实状态。后来,根据季节性冻层逐渐融化的特点,我们对地下水观测方法作了如下改变:

1. 将观测点选择在具有代表性的地段,设立二个观测孔。一个观测冻层下水位和冻层化通后的水位动态;另一个观测季节性冻层之上的水位动态。

2. 冻层下水位和冻层化通以后的水位观测,仍然用打固定观测管的办法,只是观测孔的滤水管设在冻层以下。且打观测孔时,需把冻层之上的管壁和土孔壁之间的空隙,用沥青或其他粘合物胶结好,以免冻层之上的水在冻层未化通之前顺管壁流下,造成冻层下水位提前升高。雨季五天观测一次;雨后一天一次,连续观测三天以上。

3. 对冻层之上的重力水,设立土孔进行观测。用土钻或取土铲(如洛阳铲)从冻层化冻开始,随着冻层融化,将化冻的土从孔中取出,逐日加深土孔,直至冻层全部化通为止。取土前先测量孔中水位。每天观测二次水位,分别在 6 点和 18 点钟进行,雨后要增加观测次数,有条件单位最好用仪器自记,以准确的获得水位最高峰。每次观测后把土孔盖好,防止蒸发损失或外水流入孔内。土孔要设在固定观测管附近,距离 3—5 米。每个土孔只使用一年,下年度另打土孔时,孔位可绕固定观测管作圆周形移动,但土孔之间至少

要有 0.5 米的距离, 并把头一年的土孔填好。设在土壤质地轻或易塌地区的土孔, 可用短的滤水管随着冻层化冻取土后, 即将管移至冻层的办法进行观测。

用以上的方法在季节性冻土地区进行观测, 获得了如图 2 和图 3 所示的地下水动态变化。

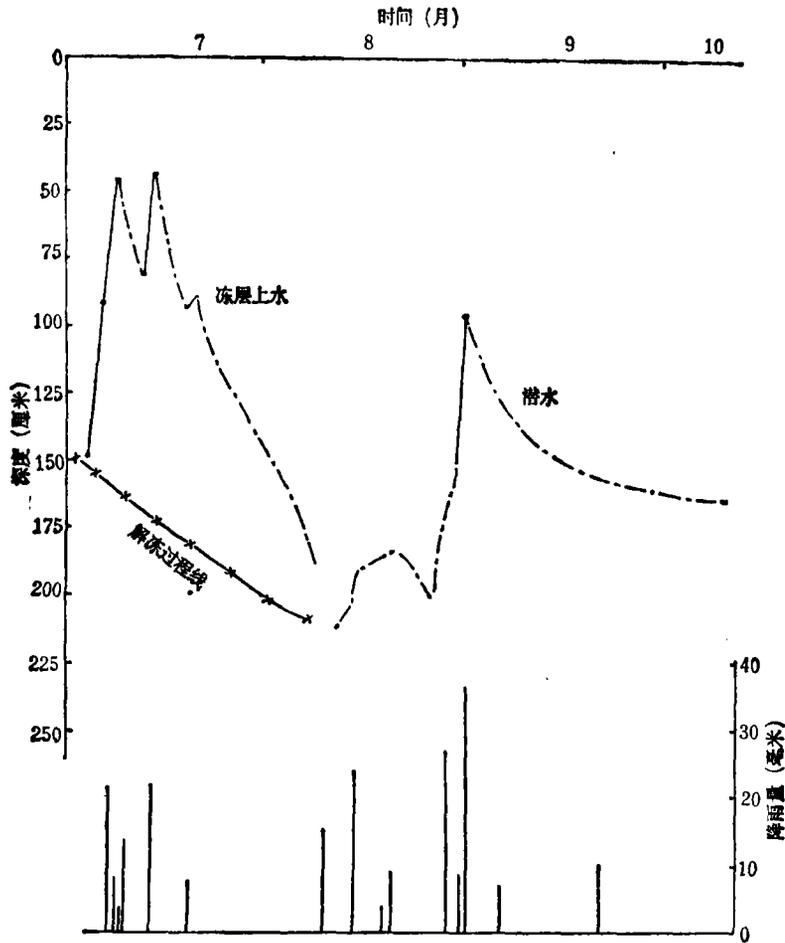


图 2 地下水动态变化过程线(1966 年观测)

地点: 黑龙江省依安县庆丰公社富强大队。

土壤: 碳酸盐草甸黑钙土。

图 2 所示: 1966 年 7 月 5 日晚至 8 日连续降雨 60 毫米, 不但使位于 150 厘米处的冻层上有了水位, 并直升至距地表 39 厘米处; 7 月 9—11 日无雨, 冻层上水位下降至 76 厘米; 7 月 12—13 日又降雨 26 毫米, 水位又由 76 厘米升至距地表 34 厘米处; 以后很少降雨, 水位逐渐消退, 直到 8 月 9 日冻层化通之时, 冻层之上的水全部下移, 使 8 月 10—11 日连续 2 天在 210 厘米都观测不到水位, 直到 12 日才测到水位; 8 月 26—30 日降雨 87.6 毫米, 使冻层化通后的水位由 179 厘米升至距地表 89 厘米; 以后很少降雨, 水位逐渐消退。

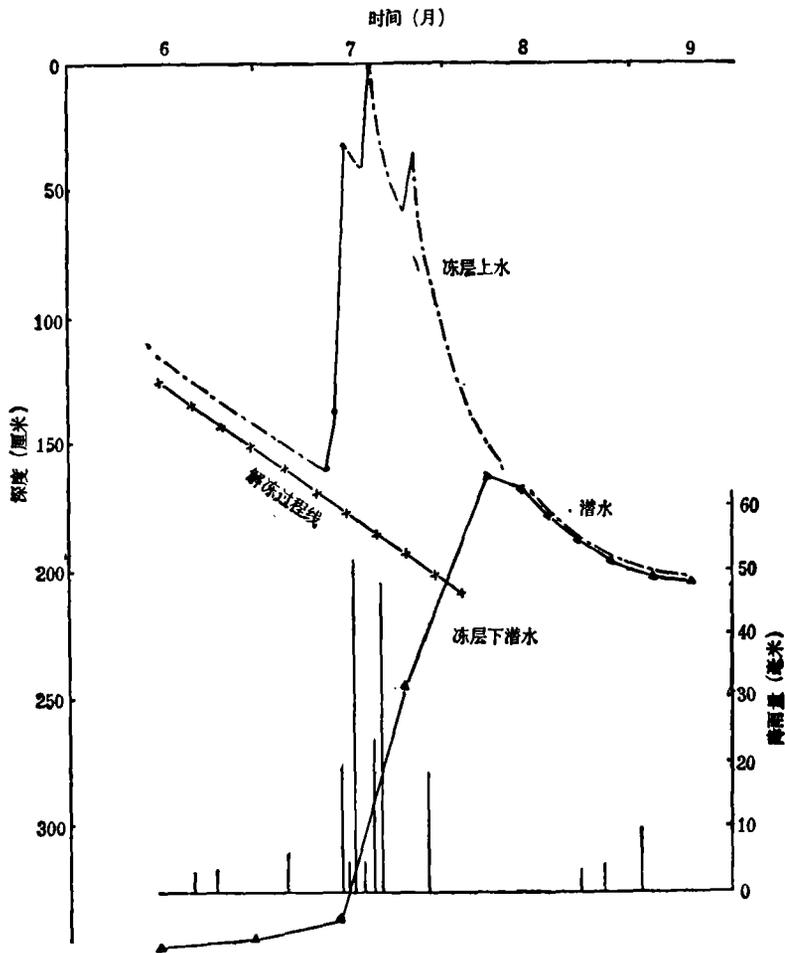


图3 潜水动态变化过程线(1967年观测)

地点: 黑龙江省依安县庆丰公社富强大队。

土壤: 碳酸盐草甸黑钙土。

冻层之上的水在冻层化通之后,与冻层之下的固定观测管的水,究竟有什么关系,于1977年作了补充观测。图3是固定观测管和土孔结合观测的结果:1967年7月13日以前很少降雨,冻层之上只有很少一部分水;7月13—16日连续降雨100毫米,使冻层之上的水位由155厘米处升至距地表23厘米;17日无雨,水位降至43厘米;18—19日又连续降雨76毫米,使冻层上的水很快升至地表成涝,后水位逐渐下降;7月25日又降雨19.2毫米,冻层上的水位又上升;以后很少降雨,水位逐日消退;到8月10日冻层化通之时,深达150厘米的土孔,竟有二天观测不到水位,直到8月12日才在150厘米深的土孔中见到水位;但就在这时,固定观测管的潜水位已经和土孔中的水位是同一个水位值了,以后也都是同一值。

对图2和图3进行分析后可得到以下的概念:

1. 季节性冻土区的冻层之上,确实存在着有一部分重力水,而且它具有动态变化的性质;

2. 冻层以上的水量及其动态变化的程度, 主要决定大气降水入渗的多少, 降水多时, 可以急骤升高;

3. 冻层化通的短时间内, 冻层上的重力水全部下移补给了冻层下的潜水, 致使地下水位出现明显升高过程。

根据以上的分析, 可以得出这样的结论: 季节性冻土区的地下水, 应该由冻层以上的水和冻层以下的水所组成冻层融通后两者混合起来的水则称地下水组成。

1. 冻层上水: 每年春季自冻层开始融化, 直至冻层全部化通的整个融冻期内, 一直存在于冻层以上的重力水, 叫冻层上水。它由土壤融冻水和冻层上承受的大气降水及灌溉水等所构成。大气降水是冻层上水的主要水源; 秋雨多的年份, 次年春土壤融冻水在冻层融冻前期占有一定分量, 但它的水量不足以造成冻层上水急骤地升高, 对冻层深厚、解冻迟缓的地区来说, 它仅仅是冻层上水的一部分, 而且不是十分主要的一部分。

2. 冻层下潜水: 每年冬初开始直到第二年冻层全部化通前的整个冻结期间, 一直存在于冻层以下的潜水, 叫冻层下潜水。

3. 地下水: 从季节性冻层全部化通之时起, 直至地表又冻结止的非冻结期间的水, 称它为潜水。它是冻层化通之际, 冻层上水全部下移补给冻层下潜水, 使两者混合起来的水。冻层化通之际的地下水位明显升高, 除了当时的降雨影响外, 很多情况都是冻层上水下移所致。

上述三种类型水, 不但其存在条件不同, 而且在理化性质上, 如水温、矿化度、离子组成、盐分类型、pH 值, 甚至色、味都各不相同, 这些性状在盐渍土地区尤为明显^[10]。因此, 将它们单独区分出来, 将有助于对近地表地下水性质的认识。

三、季节性冻土区地下水动态模式图

根据图2、图3的实测资料, 我们认为, 对季节性冻土区的地下水动态, 可以确立如图4所示的模式图。

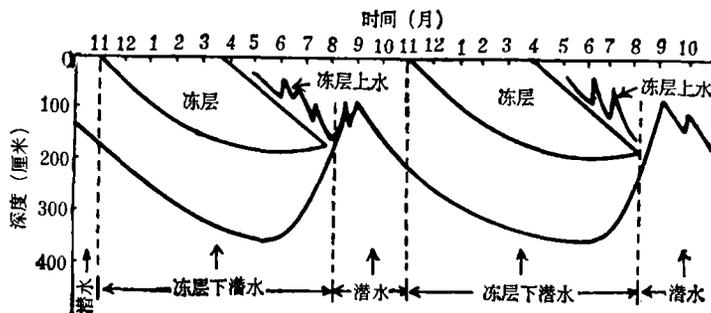


图4 季节性冻土区地下水动态模式图

图4是以黑龙江省中部地区冻层冻融情况为依据作出的。其他地区因当地冻层厚度和冻融速度不同虽将有所不同, 但不论怎样都应该是这样的模式。就是冻层很薄地区, 即使水量少到仅仅是一点点融冻水, 理论上也应存在有冻层上水。虽然如此, 实际上在干旱

年和干旱季节却见不到冻层上水;而在高阶地和潜水位低、水分少的土壤上也会有这种情况。但必须看到,只要有冻层存在,一遇有外来或灌溉水,就会出现冻层上水。而在降雨多、秋雨大、潜水位高的地区,高低河漫滩地带和平缓的阶地上以及下坡地,常有冻层上水存在。

因此,用季节性冻层和冻层上水的观点,而不仅仅是融冻水或滞水的观点,来研究分析季节性冻土区的土壤形成过程、土壤盐渍化的发生与防治、沼泽化成因、灌溉制度、成涝原因、水文产流分析,以及道路返浆与防治等许多问题时,将会有新的认识。显然,对这一问题的深入研究不仅具有理论意义,而且有明显的实际意义。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院兰州冰川冻土沙漠研究所著, 1975: 冻土。20 页、45 页, 科学出版社。
- [2] 中国科学院南京土壤研究所主编, 1978: 中国土壤。266 页、279 页, 科学出版社。
- [3] 阿利托夫斯基 M. E., 康诺波梁采夫 A. A. 总编(檀宝山等译, 1956): 地下水动态研究方法指南。地质出版社。
- [4] 罗杰 A. A., 1960 (傅作钧等译, 1965): 土壤水分状况研究方法。中国工业出版社。
- [5] 罗杰 A. A., 1964 (巴逢辰等译, 1964): 土壤水。227 页。科学出版社。
- [6] 黄荣翰等编著, 1962: 盐碱地改良。241 页, 中国工业出版社。
- [7] 乔楹、沈善敏、周绍权, 1963: 东北北部黑土水分状况之研究 I. 黑土水分状况的基本特征及其与成土过程的关系。土壤学报, 11 卷 2 期, 143—159 页。
- [8] 柯夫达 B. A., 1959 (陈恩健等译, 1960): 中国之土壤与自然条件概论。214 页, 科学出版社。
- [9] 任奇申, 1965: 东北地区多年冻土分析。地质知识, 10 期。
- [10] 中国科学院内蒙古宁夏综合考察队, 中国科学院南京土壤研究所, 1978: 内蒙古自治区与东北西部地区土壤地理。46 页, 科学出版社。
- [11] 周有才、赵洪书, 1979: 松嫩平原土壤水动态的研究。土壤学报, 16 卷 3 期, 302—305 页。

勘 误 表

本刊 1980 年第四期 325 页图 2

正

误

——N0.77%

——N1.05%

——N1.05%

——N0.77%