

新疆土壤系统分类土壤 温度、水分状况图的编制

潘静娴 常 松 钟骏平

(新疆农业大学 乌鲁木齐 830052)

摘 要

根据新疆 104 个气象站的历年气象资料, 建立土壤温度和水分状况的数据库, 利用修改后的纽荷模型, 计算新疆地区土壤温度和水分状况等级, 根据温度与海拔高度的回归, 确定山地土温类别的分布上下限, 并参考新疆植被图和草地图编绘新疆土温和水分状况分布图, 以提供土壤系统分类检索中使用。

关键词 土壤系统分类; 土壤温度状况; 土壤水分状况

1 前言

土壤水分和温度状况是美国和中国土壤系统分类中很重要的“诊断特征”, 在土壤系统分类检索中多处用到^[1,2], 但这些数据不可能在土壤调查中获得, 需要长期定位观测。但即使是作了长期定位观测, 也只是在一些“点”上的数据, 要推广应用到“面”上, 也还是需要用某种相关模型进行计算, 并最好作成图件, 以备野外调查时使用。鉴于气温、降水等与土壤水分、温度状况有密切关系, 所以, 通过气温与降水来推算土壤水、温状况是合理的^[3]。目前, 国外随美国土壤系统分类的推广, 计算土壤水分、温度状况的方法多是利用康奈尔大学 Wambeke 教授 1986 年提出的基于纽荷模型的方法^[4]。国内此项研究开展较晚, 且意见不一, 主要是在土壤水分方面, 多数研究者倾向采用 Pemman 干燥度去推算土壤水分状况, 土温状况的估算与国外的相似。

纽荷模型是一种仿真模型, 它仿真模拟土壤水分获得与损失及土壤温度变化的过程, 最后给出土壤分类对各种土壤水分、温度状况定义所要求的数据。例如, 对于干旱土壤水分状况定义是“在 50cm 处土温 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 期间, 土壤水分控制层段全部是干的时间超过一半以上”, 纽荷模型计算结果可以直接给出该数值。其它方法, 例如用 Pemman 公式计算出的是干燥度, 只是我们规定年干燥度 ≥ 3.5 的土壤水分状况就是“干旱”, 它并不能回答土壤系统分类中关于干旱水分状况定义的要求。纽荷模型(特别是它的许多设定)中给出的参数是可以根据经验或资料加以改变。因此, 我们可以将其作为一个基础, 根据各地的经验与资料, 通过改变参数, 修正、补充和完善该模型。

我们利用修改后的纽荷模型计算新疆各台站的土壤温度和水分状况, 但由于气候台站主要分布于盆地边缘的绿洲内, 山区很少, 所以我们又根据山地海拔高度与温度的相关性, 及参考了新疆植被及草地类型分布图编绘新疆土温和水分状况分布图。

2 纽荷模型原理

2.1 若干设定

2.1.1 土壤水分剖面

纽荷模型定义的土壤水分剖面是指从土壤表面到 200mm 水所能湿润的深度，并将该深度分为 8 层，每层代表 25mm 水所能湿润的深度，其中第二和第三层即土壤水分控制层段。每层又分为 8 个区，因此土壤湿润深度与土壤含水量形成 8×8 的方阵，共有 64 个小区。每个小区含水量占总量的 $1/64$ ，相当于 3.125mm 水。

2.1.2 土壤水分获得与转移

土壤水分剖面获得与失水顺序见表 1、表 2。

表 1 湿润顺序

1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31	32
33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54	55	56
57	58	59	60	61	62	63	64

表 2 失水顺序

29	22	16	11	7	4	2	1
37	30	23	17	12	8	5	3
44	38	31	24	18	13	9	6
50	45	39	32	25	19	14	10
55	51	46	40	33	26	20	15
59	56	52	47	41	34	27	21
62	60	57	53	48	42	35	28
64	63	61	58	54	49	43	36

2.1.3 气候因素及其它

(1) 降水分布

设定月降水量 MP 在月内的分布如下：1/2 月降水量以大雨形式 HP 在月中直接进入土壤而无损失；1/2 月降水量假定以小雨形式 LP 分若干次降落，其中一部分在未进入土壤前由于蒸发损失，只有 LP 超过潜在蒸散时才进入土壤。

(2) 潜在蒸散假定在月内是均匀分布的，即根据月气温平均值等由桑斯威特公式计算的月潜在蒸散值假定它在月内是均匀分布。

(3) 模型中未考虑由地面径流而进入剖面的水分。

(4) 一个月假定为 30 天，全年为 360 天。

2.2 模型的时间进程

模型将全月分为三个阶段，第一阶段 15 天，为小雨 LP；第二阶段为大雨 HP，它在每月的 15 日到 16 日的半夜降落；第三阶段又是小雨，为后 15 天。

2.2.1 模型处理过程

以半月为时间间隔，输入月降水量 MP，其计算步骤如下：

(1) 计算小雨量 LP 采用公式 $LP = MP/2$

(2) 利用 Thornthwaite 公式计算月潜在蒸散 $PE^{[5]}$

$$PE = ct^a$$

式中：a、c 为因而异的不同常数；t 为月平均气温

$$a = 0.6751 \times 10^{-6} I^3 - 0.7710 \times 10^{-3} I^2 + 0.1792 \times 10^{-1} I + 0.49239$$

$$c = 1.6 (10/I)^a$$

$$I = \sum (T_j/5)^{1.514} \quad j = 1 \cdots 12 \quad I \text{ 为年热指数}$$

由于纬度和季节不同，日照时数也不同，采用该式求得的 PE 必须进行纬度上的订正。

(3) 计算净潜在蒸散 $NPE = (LP - PE) / 2$

若 $NPE > 0$, 在此期间剖面内土壤水分将增加; 若 $NPE < 0$, 剖面内土壤水分移出。

(4) 所有月中的全部大雨以下列方式输入

大雨量 $HP = MP / 2$, 将此数值作为增加的水分而进入剖面。

2.2.2 土壤水分状况的确定

土壤系统分类提出的 3 种水分状况在模型中则是:

(1) 水分控制层段全部是干的, 亦称为“全干”。即当表 1 所示 09 至 24 小区全是干的, 纽荷模型就认为是“全干”。

(2) 水分控制层段全部是湿的, 亦称为“全湿”。即当表 1 所示 09 至 24 小区全是湿的, 纽荷模型就认为是“全湿”。

(3) 水分控制层段某些部分是干的, 某些部分是湿的, 这种情况称为“半干半湿”, 即当水分控制层段既不满足 (1) 的情况, 又不符合 (2) 的情况时, 纽荷模型认为水分控制层段属于“半干半湿”状况。

2.2.3 每个阶段各种水分状况天数

若在小雨期间水分状况发生变化, 相应的每种水分状况持续天数用下列公式计算:

$$DX = 15 \times RPX / NPE$$

DX 为 X 水分状况的持续天数, NPE 为半月的净潜在蒸散

RPX 为一种水分状况改变到另一种水分状况所需的潜在蒸散 (如全湿到半湿)。在半月末的水分状况持续时间采用下列差值法计算

$$DE = 15 - DX_1 - DX_2$$

DE 为半月末的水分状况的持续时间; DX_1, DX_2 为以前状况的持续时间。相同公式可用于水分状况由干变湿的状况, 此时应以降水量代替蒸散量。

2.2.4 土壤温度的变化

土壤温度高于或低于某一给定值 (如 5°C 或 8°C) 的起始日期是通过月平均温度序列来计算; 土壤温度高于某一给定值的起始时间是通过线性内插法获得, 再加 21 天以补偿气温和土温间日期的滞后现象; 土壤温度低于某一给定值的起始时间采用相同方法获得, 不过最后结果只加 10 天以补偿气温和土温间日期的滞后现象。

3 研究方法

3.1 本项研究根据分布于新疆各地的 104 个气象台站的历年地面气候资料 (1950—1980, 包括大气温度、大气降水量及该台站的站名、经度、纬度、海拔高度等数据), 建立以站为对象的土壤温度和土壤水分的数据库, 利用修改后的纽荷模型, 计算新疆土壤水分和温度状况。

3.2 计算新疆各台站土壤温度和水分状况的纽荷模型已根据新疆的情况进行了补充和修改, 主要有以下几点:

(1) 原模型计算 50cm 深处土壤温度一律是年平均气温加 2.5°C , 即年均土温 (50cm) = 年均气温 + 2.5°C , 据新疆已有的实测资料, 南疆地区大致只差 1.5°C , 而北疆北部差到 3.5°C , 这可能与冬季有无积雪有关。鉴于许多地区气象站均有土温实测资料, 因而增加一个输入项, 即输入实测值。无实测值时则默认差值 2.5°C 。

(2) 原模型仅要求月平均气温和降水的多年平均资料,但在分类检索中则要求一定的出现概率,例如要求10年中要出现 ≥ 6 年。为与检索要求相吻合,我们改为分别计算历年资料,例如有30年数据,则将它全部输入,在得出历年计算结果后,求算各种状况出现概率,并加以显示。这比原软件有了较大改进。

(3) 原模型运行程序用Basic语言编写,运行于Dos V 2.0以上操作平台,我们改用Visual Basic V 3.0及Foxpro for windows V 2.5编写,运行于Windows平台,可利用Windows的许多优点,并将原英文软件进行汉化。

(4) 原模型与数据同在一个模块中,我们将其分置于相互独立的模块,以便于数据的录入与修改。

(5) 由于山区气象站很少,而新疆山地面积达到43%,且山体高大,因而为了正确地编制全疆土壤温度状况分布图,根据年均气温与海拔高度存在的相关性,进行一元线性回归,得到年均气温与海拔高度的回归方程,再将年均气温转化为50cm处地温,划分出山地土壤的土温类别分布上下限。新疆境内天山、阿尔泰山、昆仑山,由于所处地理位置和气候条件不同,每一山系应有特定的回归方程,但由于阿尔泰山、昆仑山垂直地带气象站很少,如昆仑山仅一个,无法进行上述回归,只求得天山山系的回归方程 $T = 9.1780 - 0.0039 \times \text{ELEV}$, $r = -0.98840$, $F_n = 296.4070$ (利用数据信息处理软件DIPS完成),用该回归方程,找到天山海拔高度与土温状况的关系。绘制其它山系土温状况分布图时,我们参考了各山系自然地理特征特别是植被图,将阿尔泰山的土温类别下限适当下移(永冻、寒性、冷性下移1000m),昆仑山的土温类别相对上移(永冻、寒性、冷性上移1000m),待今后有实测数据时再进行修改。

鉴于大气降水与海拔高度并非简单的直线关系,大气降水与海拔高度的回归意义不大,但地表植被状况能较好地反映土壤水分状况,为此土壤水分状况分布图的编制则主要参考了新疆植被和草地类型分布图。将山地森林带土壤的水分状况定为湿润状况,山地草原植被带土壤的水分状况定为半干旱状况。

4 结果与分析

根据计算结果及有关资料编绘的新疆土壤温度和水分状况分布图见图1、图2(由1:350万底图缩制)。

4.1 新疆土壤温度状况分布图

图1表明新疆土壤温度状况分为五个区域:

(1) 永冻土温状况区(Pergelic regime region):包括阿尔泰山及准葛尔西部山地海拔2000m以上地区,天山北坡海拔3000m以上地区及南天山、昆仑山海拔4000m以上地区。

(2) 寒性土温状况区(Cryic regime region):该区包括阿尔泰山海拔2000—1500m地区,天山北坡海拔3000—2000m地区,昆仑山、南天山海拔4000—2000m地区。

(3) 冷性土温状况区(Frigid regime region):包括3个亚区,分别为准葛尔盆地北部、准葛尔西部山地地区,伊犁河谷部分地区及巴里坤山地大部分地区。

(4) 温性土温状况区(Mesic regime region):包括3个亚区,分别为准葛尔盆地南部、哈密盆地、塔里木盆地大部分地区、塔城盆地及伊犁河谷部分地区。

(5) 热性土温状况区(Thermic regime region):该区包括吐鲁番盆地、塔里木盆地西南

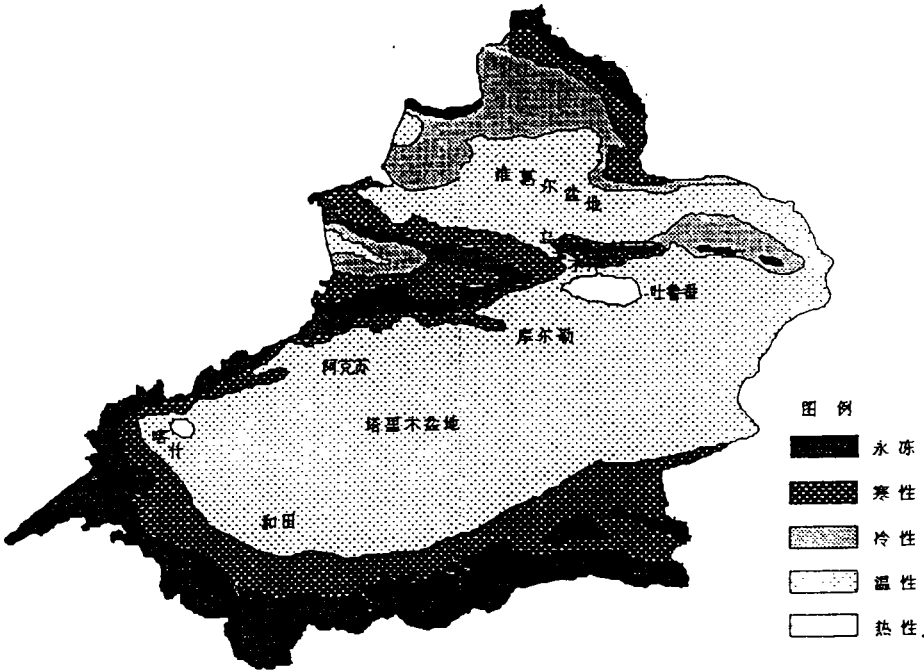


图1 新疆土壤温度等级分布图

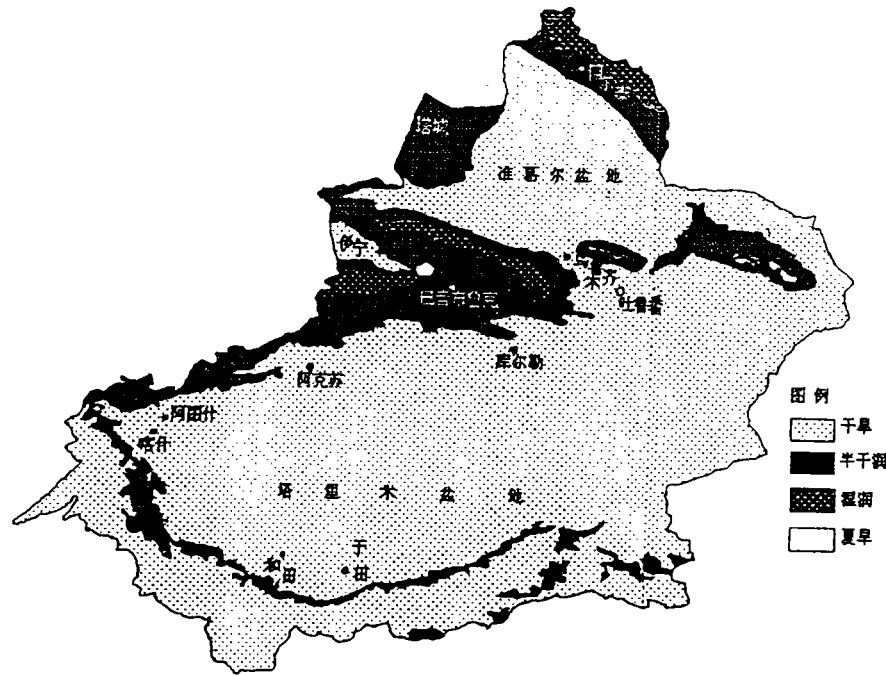


图2 新疆土壤水分等级分布图

的阿图什县两个亚区。

4.2 新疆土壤水分状况分布图

图 2 表明新疆土壤水分状况划分为 4 个区域:

- (1) 湿润水分状况区 (Udic regime region): 包括阿尔泰山区, 天山北坡部分地区。
- (2) 半湿润水分状况区 (Ustic regime region): 包括阿尔泰山区, 准葛尔西部山地, 天山北坡部分地区, 伊犁河谷部分地区, 巴里坤盆地部分地区, 昆仑山部分地区。
- (3) 夏旱水分状况区 (Xeric regime region): 仅有新源县一个地区。
- (4) 干旱水分状况区 (Aridic regime region): 新疆其他地区均为干旱水分状况区。

5 讨论

(1) Newhall 模型的方法考虑的因素较少, 只需输入气温及降水的月平均值, 它是用桑斯威特公式计算土壤蒸散, 因而肯定有其不足之处, 会产生较大误差, 但对大范围的研究 (即小比例尺制图), 还是可用的。国外的经验证明了这一点, 我们在新疆的应用也证明了这一点。本研究提供的有关计算公式及绘制的土壤水分、温度状况分布图, 可以在新疆土壤系统分类实际工作中使用。也可以作为一种方法的借鉴, 各地州可根据自己的资料与情况, 作出更加精确的计算, 编绘更大比例尺的图幅, 以供实际应用。

(2) 鉴于伊犁谷地新源县土壤水分状况等级计算结果为“夏旱”, 伊犁谷地是一个向西敞开的谷地, 其气候受西来气流控制, 与我国东部季风气候显然不同, 因而建议全国土壤系统分类的土壤水分状况增加这个等级。

(3) 一个模型的完善是需要通过使用, 并在使用中不断校核的。对于纽荷模型的校核, 除了我们逐步设立一些定位观测点之外, 应再能找到更为强有力的校核方法。NOVA 卫星所提供的数据是可以考虑利用的一个校核资料来源, 但由于时间限制, 未能在这方面作些工作。这将是本研究进一步努力的方向。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院南京土壤研究所土壤系统分类课题组, 中国土壤系统分类 (修订方案), 中国农业科技出版社, 北京, 1995。
- [2] Soil survey staff, Keys to Soil Taxonomy, Sixth Edition, USDA, 1994.
- [3] 张甘霖, 龚子同, 土壤水分和温度状况类型分区最新进展, 土壤学进展, 1993, 第 21 卷第 6 期。
- [4] A. Van. Wambeke, P. Hastings, M. tolotheo, Newhall Simulation Model, Department of Agronomy Cornell University Ithaca, NY. 1986.
- [5] 坪井八十二等, 农业气象手册, 农业出版社, 1985。