

自然干燥度和实际干燥度及其应用

陈昌毓

(甘肃省气象局气候资料室,兰州 730020)

提 要

提出了“自然干燥度”和“实际干燥度”的概念,并将两者应用于甘肃黄土高原和河西走廊绿洲的气候植被类型划分,结果表明,实际干燥度确定的上述两类地区的气候植被带,与自然景观大致相符合。

关键词:自然干燥度 实际干燥度 黄土高原

引言

人们常采用蒸发力与同期大气降水量之比即干燥度(或称干燥指数),来表征一个地区大气水分供应状况和气候的干湿程度。对于地势平坦、降水不会形成地表径流、且无其它水源补给水分的地区而言,采用这种方法反映其气候干湿程度,与实况大体相符。但在地表丘陵起伏、沟壑纵横、水土流失严重的我国黄土高原,以及西北内陆荒漠和半荒漠区的灌溉绿洲和其它有灌溉条件的地区,干燥度所反映的干湿程度,却与实况有较大的出入。干燥度在黄土高原所反映的干湿程度比实况偏湿,而在灌溉地区所反映的干湿程度比实况偏干。说明采用目前通常意义下的干燥度不能较准确地反映各种自然地理区气候的干湿类型。

本文以甘肃黄土高原和河西走廊灌溉绿洲为例,较详细地论述了利用自然降水量和实际水资源,将干燥度区分为自然干燥度和实际干燥度的必要性和合理性,以及两种干燥度在气候植被类型划分中的不同应用效果。

1 自然降水量与实际水资源

1.1 自然降水量

从云层中降至地表面的大气液态水和固态水,在不渗透又不流失的情况下所形成的水层厚度,我们称之为自然降水量。这就是目

前气象台站所观测的降水量。自然降水量是一个地区水分平衡的主要收入项,是地下水位很深且无灌溉条件的地区农田唯一的水分来源。在有灌溉条件的地区,自然降水和灌溉水是农田水分的主要来源。甘肃黄土高原各地年平均自然降水量约为180—630mm,河西走廊各县市绿洲约为35—200mm。

1.2 实际水资源

1.2.1 甘肃黄土高原实际水资源

甘肃黄土高原面积约11万 km^2 ,占甘肃省面积的24%左右,这里除了董志、屯志、平原、早胜和高平等塬区以及一些狭窄的河谷川区地势较平坦外,绝大部分地表为径流切割得支离破碎的梁峁沟壑区,沟壑密度平均为4—5 $\text{km} \cdot \text{km}^{-2}$,梁峁坡度多为15°—35°,坡耕地占总耕地面积的73.9%;加上植被稀少,雨水大多以中、大雨的形式降落(如兰州5—9月日降雨量 $>10\text{mm}$ 的占64%以上),所以这里自然降水量的地表再分配作用十分强烈,绝大部分地区水土流失很严重,年和农作物、林草生长期的自然降水量不可能全部被土壤所接纳。据定西安家坡和兰州水土保持站的观测资料,自然降水地表径流系数(降水地表流失量与其同期总量之比)坡度10°—18°的坡耕地为0.19—0.47。我们根据甘肃省水文总站(1980)绘制的《甘肃省多年平均径流深等值线图》,同时参考各地水土保持站的观测

资料,并结合各地的地形、土壤和植被类型,大致确定甘肃黄土高原各地年和日平均气温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 期间的自然降水地表径流系数为 $0.12-0.28^{[1]}$ 。

某一时段土壤水分贮存量(B)可用下式计算^[2]:

$$B = (R + G + P) - (H + E + F) \quad (1)$$

式中, R 为自然降水量, G 为地下水补给量, P 为灌溉水层厚度; H 为作物蒸腾量, E 为地面蒸发量, F 为地面径流量。

甘肃黄土高原仅在河谷川区约有占耕地面积15%的水浇地,绝大部分地区全靠自然降水获得水分;而且其地下水位很深,对农作物和林草生育需水几乎无补给作用,因此式(1)中 G 和 P 可视为0。如果计算降水过程结束后不久土壤实得降水量,就可不必考虑蒸散量($H+E$),则式(1)简化为 $B=R-F$ 。根据自然降水地表径流系数(α)的定义, $F=\alpha R$,所以甘肃黄土高原各地土壤实得降水量(即实际水资源)的计算式为:

$$B = R(1 - \alpha) \quad (2)$$

根据式(2)计算,甘肃黄土高原各地年实际水资源为150—500mm,日平均气温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 期间为100—400mm,与相应时期的自然降水量比较,实际水资源减少12—28%。减少的这部分降水从梁峁地区流走,一部分渗至河谷川区和水平梯田、水平沟、鱼鳞坑的土壤中,另一部分则注入河沟中流失。虽然大大改善了局地的水分条件,但却加重了广大梁峁地区的土壤干旱和近地层空气的干燥程度。

1.2.2 河西走廊绿洲实际水资源^[3]

河西走廊面积约20万 km^2 ,在自然降水条件下,农作物和林木都不能生长,呈现出半荒漠和荒漠景观。但横亘在河西走廊南侧高大的祁连山脉降水较丰沛,石羊河、黑河和疏勒河三大内陆水系的祁连山区流域,平均年降水量分别为河西走廊平原流域平均年降水量的2.2、3.2和3.6倍,每年通过源于山区的57条大小河流,可为三大内陆水系的走廊平

原地区分别提供出山径流量15.67、37.95、16.34亿 m^3 ,总计达69.96亿 m^3 。这些山水在荒漠背景上形成数十块(较大的有18块)总面积约为1.49万 km^2 的绿洲,在祁连山北麓成长约1200km断续分布的巨型绿洲带。

根据河西走廊各县(市)河流入境水和自产水的总量,减去出境下泄水量,计算出其境内年和日平均气温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 期间河流出山实有径流量。再考虑地表水与地下水的重复转化、地下水天然补给资源,以及近年来各地的引水率和渠系利用率,可计算出各县(市)上述两个时段净用于农林牧业(牲畜用水除外)的实际灌溉水量,以及各县(市)绿洲相应的实际灌溉水层厚度。

河西走廊绿洲地势平坦,自然降水量少,极少形成地表径流流失,绝大部分可就地入渗到土壤耕作层和林草根系主要分布层。据甘肃省地矿局地质研究所资料,河西走廊灌溉水渗漏至土壤深层的数量,与土壤上层获得的地下水补给量很接近。因此,根据式(1),在不考虑蒸散量情况下,河西走廊各县(市)绿洲用于农林牧业生产的实际水资源(B')应为:

$$B' = R + P \quad (3)$$

根据式(3)计算,河西走廊各县(市)绿洲年和日平均气温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 期间实际水资源分别为285—771mm和240—563mm,为相应时期自然降水量的1.3—15.8倍,地区分布的总趋势大体是自西向东减少。

2 自然干燥度与实际干燥度

本世纪初以来,为了评价气候,描述土壤形成和植物生存的条件,国内外先后提出了许多种表征地区气候干湿类型的经验指标,它们多数采用干燥度或其倒数湿润度(或称湿润指数)来表示,统称为水热系数。这些经验指标的蒸发力是由一个气候因素或多个气候因素不同组合来表示,而同期水分收入项都是采用自然降水量。

在我国气候工作中,经常采用张宝莹

(1959)干燥度作为气候和农业气候分析与区划的水分指标,其计算式

$$K = 0.16 \sum t_{\geq 10} / R \quad (4)$$

式中, $\sum t_{\geq 10}$ 为日平均气温 $\geq 10^\circ\text{C}$ 期间的活动积温, R 为同期自然降水量, 0.16 是在假设秦岭、淮河一带的蒸发力与同期自然降水量接近平衡 ($K=1$) 的基础上, 参照我国各地自然景观而确定的系数。 $K < 1.0$, 气候植被类型为湿润森林; $K = 1.0 - 1.5$ 为半湿润森林草原; $K > 1.5 - 2.0$ 为半干旱草原; $K > 2.0 - 4.0$ 为干旱荒漠草原; $K > 4.0$ 为特干旱荒漠。1959年的《中国气候区划(初稿)》和1985年的《全国农业气候资源区划》等就是根据这种方法完成的。

此外, 1959年的《中国综合自然区划》采用 Г. Т. 谢良尼诺夫(1930)的水热系数作为区划水分指标; 在我国黄土高原气候分析和干旱区农业气候研究中, 有的学者使用 H. H. 伊万诺夫(1948)的湿润指数^[4,5]; 1966年中央气象局根据 H. L. 彭曼公式计算蒸发力来确定干燥度, 完成了《中国气候区划》工作。

我们把直接利用自然降水量计算得到的干燥度, 称之为自然干燥度(其倒数称之为自然湿润度); 把利用实际水资源(或实得降水量)计算的干燥度, 称之为实际干燥度(其倒数称之为实际湿润度)。

鉴于张宝璋干燥度在我国气候和农业气候分析与区划中应用较广泛, 因此我们这里把式(4)作为自然干燥度计算式; 将式(4)中的 R 分别以 B 和 B' 代替, 作为甘肃黄土高原实际干燥度(K')和河西走廊绿洲实际干燥度(K'')计算式:

$$K' = \frac{0.16 \sum t_{\geq 10}}{R(1 - a)} \quad (5)$$

$$K'' = \frac{0.16 \sum t_{\geq 10}}{R + P} \quad (6)$$

3 两种干燥度不同应用效果

3.1 自然干燥度的应用

3.1.1 在甘肃黄土高原

由图1看出, 甘肃黄土高原的自然干燥度等值线大致呈自北向南突出的分布形势, 与位于这个地区自北向南伸展的相对少雨带(干舌)基本相重合。景泰、白银、靖远和皋兰等县(市)的全部或大部分, 以及环县的西北部, $K > 2.0 - 3.0$, 属于干旱荒漠草原区。永登、兰州、永靖等县(市)的全部或大部分, 榆中和会宁两县的北部以及皋兰县南部, $K > 1.5 - 2.0$, 为半干旱草原。 K 为 1.0 的等值线以南和以东的地区, 包括临夏州(永靖县除外)、定西地区西南部(临洮和渭源两县)和华家岭山区、天水市西秦岭北坡和陇山西南侧(庄浪、张家川、清水等县)、平凉地区偏南山区、庆阳地区子午岭山区等, 属于湿润森林区。甘肃黄土高原其余地区 $K = 1.0 - 1.5$, 为半湿润森林草原区。

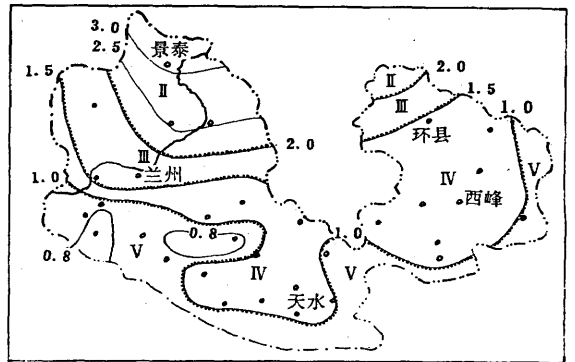


图1 甘肃黄土高原自然干燥度和自然气候植被区的分布

I、II、IV、V 分别为干旱荒漠草原区、半干旱草原区、半湿润森林草原区、湿润森林区

实线: 自然干燥度等值线 点线: 自然气候植被区界线

按照地质年代, 我们现在正处于第四纪全新世, 这个最新近的地质时期是第四纪大冰期中的间冰期。根据甘肃黄土高原各地在第四纪亚冰期与间冰期的气候旋回中气候植被类型的演变特征, 现代应当是这个地区自

然生态环境较好的一个时期^[6],大致与 K 值确定的气候植被地带分布相似。但是,由于人类长期以来对甘肃黄土高原植被的破坏,造

成严重的水土流失,绝大部分地区呈现光山秃岭,各地现存的植被状况已完全不能反映 K 值确定的那种自然植被面貌了。

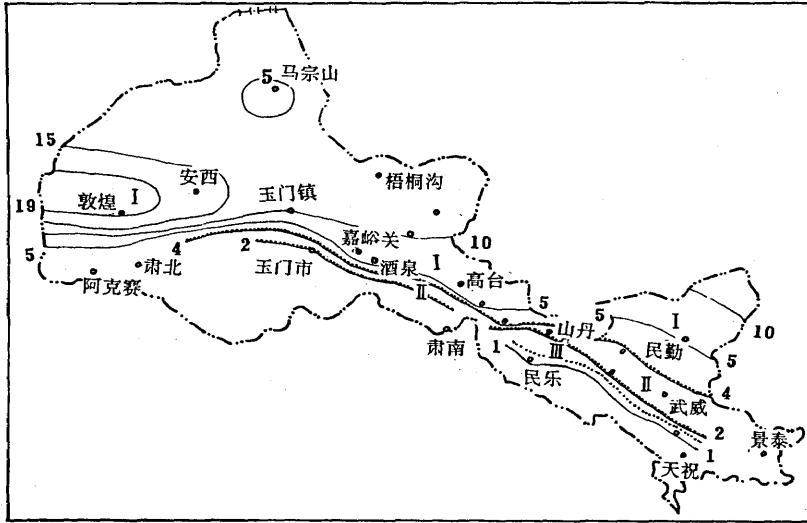


图2 河西走廊自然干燥度和自然气候植被区的分布

1、I、II 分别为特干旱荒漠区、干旱荒漠草原区和半干旱草原区
实线为自然干燥度等值线,点线为自然气候植被区界

3.1.2 在河西走廊

假定河西走廊无灌溉条件,由各地的 K 值绘成的图2看出,民勤、敦煌、安西、金塔和嘉峪关等县(市),以及张掖、临泽、高台、酒泉和玉门等县(市)的北部, $K > 4-20$, 属于特干旱荒漠区。在 K 为4和2两条等值线之间,包括武威和金昌两市的北部和中部,古浪和山丹两县的北部,张掖、临泽、高台、酒泉和玉门等县(市)的南部平原,为干旱荒漠草原区。古浪和山丹两县的中部、武威和金昌两市的南部平原、民乐县北部, $K > 1.5-2.0$ 属于半干旱草原区。

3.2 实际干燥度的应用

3.2.1 在甘肃黄土高原

根据甘肃黄土高原各地的 K' 值绘成图3,与图1比较看出,各地 K' 值比 K 值相应增

大0.1—0.5。 K' 为2.0的等值线以北地区为干旱荒漠草原和特干旱荒漠区,相当于由 K 确定的半干旱草原和干旱荒漠草原的范围。 K' 为1.5和2.0两条等值线之间的半干旱草原区,与陇西黄土高原(甘肃黄土高原陇山以西的部分) K 值确定的半湿润森林草原区以及陇东黄土高原 K 值确定的半湿润森林草原区的西北部相重合。 K' 为1.0和1.5两条等值线之间的半湿润森林草原区,包括了 K 确定的湿润森林区的一部分。

K' 值确定的甘肃黄土高原上述气候植被类型的地区分布,经过与各地现实的自然景观相对照,两者基本相符合。

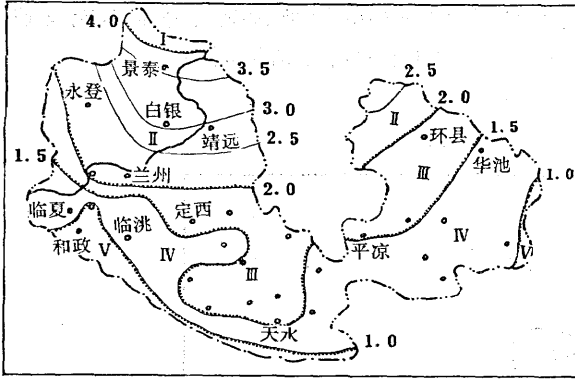


图3 甘肃黄土高原实际干燥度和实际气候植被区的分布

I、II、III、IV、V 分别为特干旱荒漠区、干旱荒漠区、半干旱草原区、半湿润森林草原区、湿润森林区
 实线为实际干燥度等值线,点线为实际气候植被区界线

3.2.2 在河西走廊绿洲

河西走廊平原地广水少,水土资源极不平衡,依山水而存在的大小绿洲,彼此之间被大片戈壁和流沙所分割。各块绿洲上山水可能灌溉量差异很大,欲绘制河西走廊统一的实际干燥度分布图,显然是欠妥当的。因此,我们根据式(6)按石羊河、黑河和疏勒河三大内陆水系所形成的绿洲(假定它们各自连片成为整体)计算的 K' 值绘成图4。比较图2和图4看出:河西走廊灌溉绿洲的土壤和近地层空气,比没有灌溉条件的情况湿润得多,其 K' 值确定的气候植被类型比 K 值确定的大为变好;而且灌溉绿洲与其外围无灌溉条件的荒漠和半荒漠区之间,气候植被类型有明显不衔接和跳跃式的变化。这些变化特点,在河西走廊中、西部灌溉水源较丰富的绿洲表现得特别显著。

民勤和高台两县的北部平原灌区,由 K' 确定为干旱荒漠草原区,其 $K'(>2-3)$ 比 K 约减小3—7,与其北部毗邻的无灌溉区为特干旱荒漠区。民勤和高台两县南部,武威、金

昌、山丹、张掖、临泽等县(市)的北部以及酒泉市东部,这些灌区由 K' 值确定为半干旱草原区,其 $K'(>1.5-2.0)$ 与 K 相比,民勤南部和武威北部约减小2—3,其余灌区减小1.5—7。古浪县北部,武威、金昌、山丹、张掖和临泽等县市的南部平原,嘉峪关市和酒泉市西部以及金塔绿洲的边缘地区,安敦盆地和玉门镇两个绿洲,按 K' 值定为“绿洲半湿润森林草原区”其 $K'(1.0-1.5)$ 与 K 相比,安敦盆地和玉门镇两个灌区减小9—18,其余灌区约减小1—7,其中安敦盆地、玉门镇和酒泉—嘉峪关等绿洲外围无灌溉区为特干旱荒漠区。金塔和民乐两个灌区,按 K' 值定为“绿洲湿润森林区”,其 $K'(<1.0)$ 与 K 相比,金塔灌区减小9—10,民乐灌区减小0.6—1。

实地考察表明, K' 值确定的河西走廊各县(市)绿洲的气候植被类型,与实况基本吻合。需要特别指出的是,上述“绿洲半湿润森林草原”和“绿洲湿润森林”,是内陆荒漠和半荒漠区的灌溉绿洲所特有的自然生态系统,它们与自然降水量很多的地区的半湿润森林草原和湿润森林不同,其空气湿度较低,森林群落层次少,树种单一,密度较小。

4 结语

在自然降水是唯一水分来源且不会产生地表径流的地区,自然降水量就是其实际水资源;有水土流失现象的地区,实际水资源约为自然降水量与同期地表径流量之差;有灌溉条件的地区,其实际水资源约为自然降水量加上同期灌溉水层厚度。

实际水资源较接近各种自然地理区的水分实际收入状况。甘肃黄土高原实际水资源比自然降水量减少12%—28%,河西走廊绿洲实际水资源为其自然降水量的1.3—15.8倍。

自然干燥度在自然降水量等于实际水资源的地区,能较好地反映其气候干湿类型;实际干燥度则在水土流失严重或有灌溉条件的地区,能较好地反映其气候干湿类型。

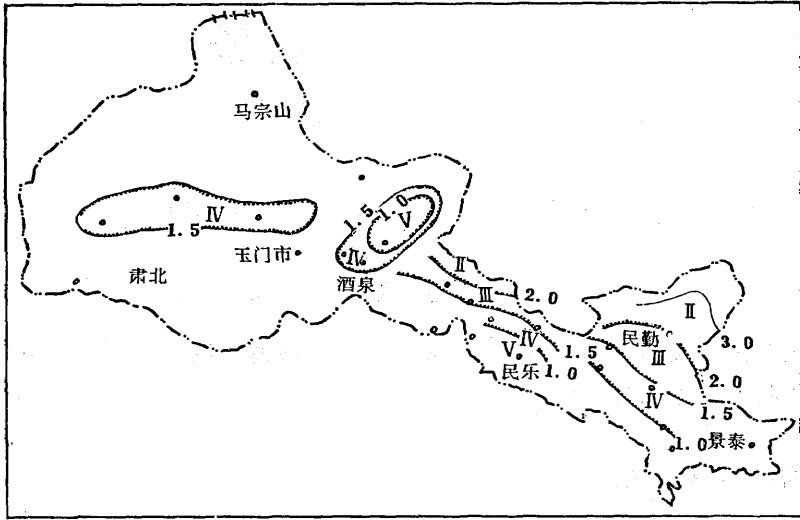


图4 河西走廊实际干燥度和实际气候植被区的分布

I、II、IV、V 分别为干旱荒漠草原区、半干旱草原区、半湿润森林草原区、湿润森林区
 虚线为实际干燥度等值线,点线为实际气候植被区界线

参考文献

1 陈昌毓. 甘肃黄土高原植树造林水分条件分析. 农业气象, 1987, 8(4): 13.
 2 于沪宁等. 农业气候资源分析和利用. 北京: 气象出版社, 1985, 66.
 3 陈昌毓. 甘肃河西走廊实际水资源及其对林木适生程度的影响. 地理学报, 1991, 46(1): 36—38.

4 陈仲全. 甘肃省中东部地区的干旱规律. 干旱区地理学术会议论文集, 北京: 科学出版社, 1966, 130.
 5 李世奎等. 呼伦贝尔盟主要农作物产量的农业气候分析. 干旱区地理学术会议论文集, 北京: 科学出版社, 1966, 138.
 6 李吉均. 从地质纪录来看黄土高原的种草种树. 科学·经济·社会, 1983, 2: 27—28.

Natural Aridity and Actual Aridity and Their Applications in Climatic Service

Chen Changyu

(Meteorological Bureau of Gansu Province, Lanzhou 730020)

Abstract

According to the natural precipitation and actual water resource, the concepts of "natural aridity" and "actual aridity" have been suggested, which has made the contribution to arranging the Gansu Loessial Plateau and the oasis in the Hexi Corridor under categories of climate and vegetation patterns. The results show that the patterns of climate and vegetation zones are comparatively coincided with those of their physical landscapes.

Key words: natural aridity actual aridity Loessial Plateau