

# 用 Thornthwaite 与 Holdridge 植被的 PE 指标对柴达木地区植被 ——气候关系的初步分析

周筠珺

(中国科学院兰州高原大气物理所, 兰州, 730000)

周立华

(中国科学院西北高原生物研究所, 西宁, 810001)

[摘要]我们以张新时用 Thornthwaite 植被的 PE(可能蒸散)指标所作出的可能蒸散的多元回归模型和他对 Holdridge 的修正系统对柴达木地区的植被—气候关系初步分析,二者在柴达木地区植被—气候相关性规律较好,这两种方法基本上适用于柴达木地区的自然条件。二者相比较,只是用 Thornthwaite 的方法所估算的可能蒸散(PE)要比实际中的较小一些, Holdridge 的方法相对比较精细一些。

关键词 Thornthwaite, Holdridge, 柴达木, 植被—气候关系, 可能蒸散。

## 1 引言

C. W. Thornthwaite 估算可能蒸散<sup>(8)</sup>的方法在美国最著名且得到最广泛的应用,它已被气候学家、植物生态学家在气候分类与联系植被—气候的定量相互关系时大量应用,已具有国际性意义。在我国对 Thornthwaite 方法应用最早者应首推陶诗言在其中国气候分区中的应用<sup>(1)</sup>,并得到国内学者的承认。但因其计算繁杂和国内缺乏供其应用的专门计算表而未能广泛应用。近年来张新时所研究的 Thornthwaite 方法的计算机程序<sup>(2)</sup>,使其在我国普遍使用成为可能。

在可能蒸散计算方法与植被—气候分类系统中, L. R. Holdridge 的生命地带(Life Zone)分类<sup>(6)</sup>及其拟定的生物温度(BT)和可能蒸散率(PER),因其与植被类型联系密切而被广泛应用,但未被我国有关学者普遍了解而尚得不到推广。张新时等近年来根据我国的实际情况,对该系统的指标界限作了正确的修正<sup>(3)</sup>,为我国在这项工作的研究方面奠定了基础。

我们根据多年来对柴达木地区植被的实际调查工作,并应用当地已有的气象站资料对青海省柴达木地区植被—气候关系进行对比分析,以便为今后深入研究该地区植被—气候分类工作提供资料。

收稿日期:1995-08-13

## 2 Thornthwaite 的方法与 Holdridge 的修正分类系统在柴达木地区植被—气候关系分析中的应用

柴达木是青藏高原东北部的高海拔内陆山间盆地,位于青海省的西北部。东部同青海省境内的青海湖盆地、共和盆地相连,西部同新疆的南疆相邻,南部为东昆仑山,北部为阿尔金山与西祁连山,隔山与甘肃河西走廊相连接。盆地内海拔 2500—3100m,一般约 2900m,四周的山地 4500m 以上,终年积雪,形成冰川,最高峰可达 5200m 以上。盆地东西长约 800km,南北宽约 350km,面积 25 万 km<sup>2</sup>,是我国第三大内陆盆地,是一个典型的封闭高原盆地。是青藏高原内特殊的沉陷地块,在地质构造上是青藏高原整体的一部分。在盆地内自晚中生代到新生代,出现了深厚的沉积层,仅新生界厚达 6000m(可能包括白垩纪在内)。

根据柴达木地区 19 个气候观测站的地面气候资料,并应用张新时以 C. W. Thornthwaite 计算 PE 与气候分类方法对我国 671 个气候台站资料计算分析结果得出的可能蒸散地理回归模型<sup>(2)</sup>和他对 Holdridge 的修正系统<sup>(3)</sup>,计算统计柴达木地区主要植被类型(包括植被型、群系及群系结合体或复合体)分布地区的可能蒸散值(APE)、湿度指数(Im)、生物温度(BT)、可能蒸散率(PER)和生命地带(Life Zone)。

地理回归模型:

$$APE = 2037.98 - 18.8308LAT - 4.5801LONG - 0.157861ALT$$

式中:APE 为可能蒸散值,LAT 为纬度,LONG 为经度,ALT 为海拔高度。

根据全年各月的湿润与干旱指标计算当年的湿度指标( $Im = 100(S - 0.6D/APE)$ )

式中: $S = P - APE$

S 为降水量 P 大于可能蒸散时的水分盈余(mm);D 为降水量 P 小于可能蒸散时的水分亏缺(mm)

$$D = APE - P$$

Holdridge 的可能蒸散率公式:

$$PER = BT \times 58.93/P$$

式中:BT 为生物湿度(限定于植物营养生长范围内,一般为 0℃—30℃)

根据周立华等(1991)1:250 万青海省植被图<sup>(4)</sup>主要植被类型通过上述计算分析结果如下:

### 2.1 落叶阔叶林

(1)胡杨(*Populus diversifolia*)林分布地区的 APE 为 480,Im 为 -130;BT 为 7.1℃,PER 为 10.3,年降水量 45mm。属于低温干旱型气候,为亚高山荒漠生命地带。

### 2.2 常绿针叶林

(1)青海云杉(*Picea crassifolia*)林分布地区的 APE 为 580,Im 为 22;BT 为 9.6℃,PER 为 2.2,年降水 500mm。属中温中湿型气候,为山地草原生命地带。

(2)祁连圆柏(*Sabina przewalskii*)林分布地区的 APE 为 420,Im 为 33;BT 为 4.7℃,PER 为 0.7,年降水 560mm。属低温湿润型气候,为山地森林生命地带。

### 2.3 草原

(1)沙生针茅(*Stipa glareosa*)草原分布区的 APE 为 426—440,Im 为 -41—30;BT 为 5.8℃,PER 为 1.47,年降水 290mm。属低温中(低)湿气候,为山地草原生命带。

(2)冰草(*Agropyron cristatum*)、紫花针茅(*Stipa purpurea*)草原分布地区的 APE 为 440, Im 为 -140; BT 为 6.3℃, PER 为 20, 年降水 17.8mm。属低温干旱型气候, 为冷温带荒漠生命地带。

(3)芨芨草(*Achnatherum splendens*)草原分布地区的 APE 为 440-535, Im 为 -60 —— -20; BT 为 7.5℃, PER 为 2.16, 年降水 208.6mm。属低温干旱型气候, 为冷温带荒漠灌丛生命地带

#### 2.4 灌木及小乔木荒漠

(1)膜果麻黄(*Ephedra przewalskii*)砾漠分布地区的 APE 为 390-470, Im 为 -144 —— -96; BT 为 5.8℃, PER 为 8.66, 年降水 54.9mm。属低温干旱型气候, 为山地荒漠生命地带。

(2)唐古特白刺(*Nitraria tangutorum*)、毛叶白刺(*N. roborowskii*)荒漠分布地区的 APE 为 40, Im 为 -115; BT 为 5.0℃, PER 为 6.34, 年降水 46mm。属低温干旱型气候, 为北方荒漠生命地带。

(3)短穗柽柳(*Tamarix laxa*)、多枝柽柳(*T. ramosissima*)荒漠分布地区的 APE 为 470-480, Im 为 -144 —— -134; BT 为 6.4℃, PER 为 12, 年降水 33mm。属低温干旱型气候, 为冷温带荒漠生命地带。

(4)翠枝柽柳(*Tamarix gracilis*)荒漠分布地区的 APE 为 440-470, Im 为 -144 —— -41; BT 为 6.2℃, PER 为 7.87, 年降水 101mm, 属低温干旱型气候。为北方荒漠生命地带。

(5)梭梭(*Haloxylon ammodendron*)荒漠分布地区的 APE 为 470, Im 为 -134; BT 为 7.0℃, PER 为 10.43, 年降水 40mm。属低温干旱型气候, 为冷温带荒漠灌丛生命地带。

#### 2.5 小半灌木荒漠

(1)圆头沙蒿(*Artemisia sphaerocephalo*)沙漠分布地区的 APE 为 400-535, Im 为 -40 —— -20; BT 为 7.1℃, PER 为 1.92, 年降水 217mm。属低温低湿型气候, 为山地草原生命地带。

(2)蒿叶猪毛菜(*Salsola abrotanoides*)砾漠分布地区的 APE 为 400-480, Im 为 -135 —— -40; BT 为 6.3℃, PER 为 6.08, 年降水 109mm。属低温干旱型气候, 为山地荒漠生命地带。

(3)合头草(*Sympegma regelii*)砾漠分布地区的 APE 为 480, Im 为 -135; BT 为 7.1℃, PER 为 10.3, 年降水 41mm。属低温干旱型气候, 为山地荒漠生命地带。

(4)驼绒藜(*Ceratoides latens*)砾漠分布地区的 APE 为 390-410, Im 为 -134 —— -41; BT 为 6.5℃, PER 为 5.45, 年降水 100mm。属低温干旱型气候, 为山地荒漠生命地带。

(5)细枝盐爪爪(*Kalidium gracilis*)、盐爪爪(*K. foliatum*)盐漠分布地区的 APE 为 400-470, Im 为 -144 —— -41; BT 为 6.4℃, PER 为 8.7, 年降水 126mm。属低温干旱型气候, 为山地荒漠生命地带。

(6)黄毛头(*Kalidium cuspidatum* var. *se.anicus*)、红砂(*Reaumuria soongorica*)荒漠分布地区的 APE 为 437-536, Im 为 -41 —— -20; BT 为 7.5℃, PER 为 2.08, 年降水 216mm。属低温低湿型气候, 为山地荒漠灌丛生命地带。

(7)蒿叶猪毛菜、驼绒藜、红砂、中麻黄(*Ephedra intermedia*)低山岩漠地区的 APE 为 400-680, Im 为 -135 —— -41; BT 为 6.3℃, PER 为 6.08, 年降水 109mm。属低温干旱型气候, 为山地荒漠生命地带

## 2.6 高寒灌丛

(1)金露梅(*Potentilla fruticosa*)分布地区的 APE 为 300—570, Im 为 15—100; BT 为 5.6℃, PER 为 0.84, 年降水 409mm, 属中(低)温湿润型气候, 为亚高山森林生命地带。

(2)小叶金露梅(*Potentilla parvifolia*)灌丛分布地区的 APE 为 400—440, Im 为 -60—-40; BT 为 6.2℃, PER 为 2.13, 年降水 172mm。属低温干旱型气候, 为山地荒漠灌丛生命地带。

(3)毛枝山居柳(*Salix oritrepha*)灌丛分布地区的 APE 为 390—420, Im 为 33—68; BT 为 4.4℃, PER 为 0.65, 年降水 380mm。属低温湿润型气候, 为亚高山森林生命地带。

## 2.7 高寒草甸

(1)矮嵩草(*Kobresia humilis*)分布地区的 APE 为 260—510, Im 为 60—100; BT 为 3.0℃, PER 为 0.41, 年降水 476mm。属低温(寒冷)湿润型气候, 为高山高寒草甸生命地带。

(2)线叶嵩草(*Kobresia capillifolia*)草甸分布区的 APE 为 300—370, Im 为 10—100; BT 为 3.0℃, PER 为 0.36, 年降水 557mm。属低温湿润型气候, 为高山高寒草甸生命地带。

(3)嵩草(*Kobresia bellardii*)草甸分布区的 APE 为 340—420, Im 为 30—70, BT 为 4.0℃, PER 为 0.66, 年降水 360mm。属低温湿润型气候, 为亚高山森林生命地带。

(4)沙生风毛菊(*Saussurea arenaria*)、矮风毛菊(*S. eopygmaea*)草甸分布地区的 APE 为 265—340, Im 为 60—70; BT 为 2.7℃, PER 为 0.51, 年降水 312mm。属低温湿润型气候, 为高山高寒草甸生命地带。

## 2.8 高寒草原

(1)大紫花针茅(*Stipa purpurea* var. *arerosa*)分布地区的 APE 为 220—260, Im 为 30—60; BT 为 1.6℃, PER 为 0.34, 年降水 280mm。属寒冷湿润型气候, 为高山高寒草原生命地带。

## 2.9 高寒荒漠

(1)垫状驼绒藜(*Ceratoides compacta*)高寒荒漠分布地区的 APE 为 310, Im 为 96, BT 为 2.9℃, PER 为 3.75, 年降水 85mm。属低温干旱型气候, 为高山高寒荒漠生命地带。

(2)唐古特红景天(*Rhodiola algida* var. *tangutica*)高寒荒漠分布地区的 APE 为 200—260, Im 为 -100—-60; BT 为 2.1℃, PER 为 2.11, 年降水 110mm。属寒冷干旱气候, 为高山高寒荒漠生命地带。

## 2.10 高山垫状植被

该植被类型主要为甘肃雪灵芝(*Arenaria ransuensis*)、垫状点地梅(*Androsav tapete*)、簇生柔子草(*Thylacospermum caespitosum*)垫状植被, 分布区的 APE 为 260, Im 为 60; BT 为 2.0℃, PER 为 0.40, 年降水 300mm。属寒冷湿润型气候, 为高山高寒草甸生命地带。

## 2.11 高山流石坡稀疏植被

该植被类型主要为水母雪莲(*Saussurea medusa*)、雪灵芝、唐古特红景天高山流石坡稀疏植被。分布地区的 APE 为 260—340, Im 为 80—100; BT 为 2.8℃, PER 为 0.42, 年降水 400mm, 属低温湿润型气候, 为高山高寒草甸生命地带。

## 2.12 草甸

(1)马蔺(*Iris laeteva* var. *chinensis*)草甸分布地区 APE 为 400, Im 为 -17; BT 为 5.2℃, PER 为 1.6, 年降水 198mm。属低温湿润型气候, 为北方荒漠生命地带。

(2)赖草(*Leymus secalinus*)草甸分布地区的 APE 为 400, Im 为 110, BT 为 4.9℃, PER 为 6.34, 年降水 46mm。属低温干旱型气候, 为北方荒漠生命地带。

(3) 芦苇(*Phragmites australis*)草甸分布区的 APE 为 400—480, Im 为 -40——-100; BT 为 5.3℃, PER 为 4.01, 年降水 112mm。属低温干旱型气候, 为北方荒漠生命地带。

### 3 分析讨论

经过对比分析, 就方法本身而言, 虽然在 Thornthwaite 与 Holdridge 计算可能蒸散的方法上有所差异, 但就可能蒸散指标来说, 都涉及到了热量与水分两个重要的生态因子, 因此根据两种计算方法得到的可能蒸散进行植被—气候分类则具有一定的相似性。Thornthwaite 与 Holdridge 方法在柴达木地区植被—气候分类的应用中, 其相关规律性都较好, 这两种方法基本上适用于柴达木地区的自然条件。通过实际应用正如 Savadel(1992)<sup>[7]</sup>所说的那样, Thornthwaite 方法估算的可能蒸散要比实际的小一些。比较而言, Holdridge 的方法较精细些。Holdridge 的修正分类系统在柴达木地区的应用中, 与本地区的植被分区相比较, 柴达木地区的生命地带与植被分区具有高度的相似性, 各相应的生命地带与植被的分布具有很明显的对应性。

柴达木地区盆地内的海拔高出塔里木盆地和河西走廊约 1500m, 而低于青藏高原面将近 2000m, 似为温带荒漠平原向青藏高原的一个过渡阶梯。从 Thornthwaite 与 Holdridge 植被的 PE(可能蒸散)指标对柴达木盆地内的植被—气候关系分析来看, 盆地内部的植被为塔里木盆地和河西走廊荒漠的连续分布。但因海拔高, 温度低而又稍不同, 在东部由于多少受东南季风和西南季风的影响, 而比相邻的塔里木盆地和河西走廊要湿润一些, 具有草原向荒漠草原过渡的性质。在盆地内具有特有成分如: 柴达木沙拐枣(*Calligonum zaidamese*)和柴达木猪毛菜(*Salsola zaidamica*)<sup>[5]</sup>等。除四周的中高山植被—气候类型大部分属于青藏高原的植被类型外, 盆地内则属于荒漠植被—气候类型, 这一点除了用 Thornthwaite 和 Holdridge 的方法得到证实外, 也可从盆地内植物群落的主要建群种和优势种的区系成分进一步核实。如: 盆地内属于地中海—中亚区系成分的有驼绒藜, 中亚荒漠广泛分布成分有胡杨、白刺、柽柳。亚洲中部荒漠成分有膜果麻黄、唐古特白刺、蒿叶猪毛菜、合头草、盐爪爪等。中亚成分有梭梭、红砂。温带亚洲成分有赖草。北温带成分有冰草等。荒漠草原种的芨芨草也分布较广。由上述各种情况来看, 柴达木盆地内的植被划为荒漠区当无疑问。

### 参 考 文 献

- [1] 陶诗言. 中国各地水分需要量之分析与中国气候区域之新分类. 气象学报, 1949. 20.
- [2] 张新时. 植被的 PE(可能蒸散)指标与植被—气候分类(二)——几种主要方法与 PEP 程序介绍. 植物生态学与地植物学学报, 1989. 13(1): 197—207.
- [3] 张新时. 植被的 PE(可能蒸散)指标与植被—气候分类(三)——几种主要方法与 PEP 程序介绍. 植物生态学与地植物学学报, 1993. 17(2): 97—109.
- [4] 周立华, 等. 1: 250 万青海省植被图. 北京: 中国科学技术出版社, 1991.
- [5] 中国植被编辑委员会. 中国植被. 北京: 科学出版社, 1980.
- [6] Holdridge, L. R. 1957; Determination of world plant formation from simple climatic data. Science, 105: 367—368.
- [7] Savadel, J. .1992; A comparison of methods of estimating potential evapotranspiration in Missouri, M. S. Thesis. University of Missuoi—Columbia, Columbia, MO. 48pp.
- [8] Thornthwaite, C. W. .1948; An approach toward a rational classification of climate. Geographical Review, 38: 57—94.

## Preliminary Analysis for Vegetation—Climate Relation in Caidam District by the Potential Evapotranspiration (PE) Indexes of Thornthwaite's And Holdridge's

Zhou Yunjun

(Lanzhou Institute of Plateau Atmospheric Physics, Academia Sinica, Lanzhou, Gansu 730000)

Zhou Lihua

(Institute of Northwest Plateau Biology, Academia Sinica, Xining, Qinghai 810001)

**Abstract** In the paper, Chang Hsinshi's multivariate regression model resulted from the potential evapotranspiration index of Thornthwaite's and the modified Holdridge's life zone classification system are applied to the vegetation—climate relation in Caidam district. The results show that they correspondent with the vegetation types in Caidam district, In these two methods, the value of Thornthwaite's PE is lower than the actual ones and Holdridge's method is relatively more accurate.

**Key words** Thornthwaite, Holdridge, Vegetation—climate relation, Potential evapotranspiration.