

甘肃河西走廊实际水资源及其对林木适生程度的影响^{*}

陈 昌 毓

(甘肃省气象局气候资料室, 兰州)

提要 根据河西走廊近年来水资源研究中比较一致的结果, 计算了各县市绿洲年、日平均气温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 期间的实际水资源。采用张宝堃和 H. L. 彭曼的气候学方法, 对各县市林木生长长期的蒸散耗水量进行了估算, 与实测和调查资料对照表明, 两种估算值大致可分别反映林木基本正常生长和良好生长对水分的需求。提出了“实际干燥度”和“实际湿润度”的概念, 并根据后者确定了各县市绿洲不同气候植被区林木的适生程度, 以及应当选择的乔、灌木树种。

关键词 河西走廊 实际水资源 林木蒸散量 实际干燥度 实际湿润度 林木适生程度

一、前 言

水资源是河西走廊内陆干旱区最宝贵的自然资源。为了不同时期经济建设的需要, 不少研究者曾先后对河西走廊的水资源进行过多次的计算分析^{[1,2],[1,2]}。但这些工作直至目前都是以整个河西走廊或石羊河、黑河和疏勒河三大内陆流域为研究范围而进行的。以往人们对河西走廊水资源的构成和地表水与地下水相互转化的规律研究中, 往往过高地估算了实有水资源的数量, 使一些地区的水资源开发利用过度, 造成了生态失调。

林木的地区分布主要受气候条件的影响, 其中热量和水分条件是林木生长最为重要的因素。将河西走廊年、1月和7月的平均气温以及年极端最低气温, 与省内外主要天然林区的相比, 气温相近或偏高; 实地考察表明, 河西走廊凡是水分条件较好的地区, 林木成活率较高, 生长较繁茂。说明, 河西走廊温度条件对林木生长是适宜的, 而水分条件对植树造林起着制约的作用。长期以来, 河西走廊植树造林成活率很低, 有的成活不成林, 或成林不成材, 其根本原因是所选择的造林地段水分不足造成的。

本文详细地计算了河西走廊各县市绿洲的实际水资源, 并从水分平衡角度探讨了各气候植被区林木的适生程度。

^{*} 本文承蒙甘肃省气象局总工程师白肇烨高级工程师、西北师范大学地理系主任陈仲全教授、甘肃省干旱造林研究中心郭普研究员审阅, 谨致谢忱。

来稿日期: 1989年1月。

1) 刘荣等, 甘肃河西地区水资源合理利用的探讨, 甘肃省农业现代化学术讨论会论文选编, 297—332, 1980, 铅印本。

2) 中国科学院兰州沙漠研究所, 甘肃省河西地区水、土地资源及其合理开发利用, 42—46、73—74, 1985, 铅印本。

二、各县市实际水资源

河西走廊年降水量仅约 40—200mm,在自然降水条件下,这里不能生长农作物和林木,呈现出半荒漠和荒漠景观。但由于石羊河、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其河西走廊平原流域平均年降水量的 2.2、3.2 和 3.6 倍,而且气温低,蒸发量小,每年通过源于山区的 57 条大小河流,可为平原区提供大量的出山径流量,使其中形成数十块大小不同的绿洲。这些绿洲现已成为甘肃省著名的商品粮基地和重要的糖、油、肉和瓜果集中产区,每年为该省提供 70% 以上的商品粮。

河西走廊有测站河流、无测站小河(沟)和浅山区三项出山年平均总径流量为 $69.96 \times 10^8 \text{m}^3$,其中石羊河、黑河和疏勒河三个水系出山年总径流量分别为 15.67、37.95、 $16.34 \times 10^8 \text{m}^3$ ¹⁾。为了使河西走廊地表水资源更好地为农林牧业布局和生产发展服务,我们根据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、日平均气温(\bar{T}_d) $\geq 10^\circ\text{C}$ 期间河流出山实有径流量²⁾。

河西走廊存在着大气降水和地表水、地下水等形式的水资源,地下水的补给来源绝大部分是地表水的渗漏,它不当看成完全独立的水资源³⁾。为了与大气降水相区别,我们把出山实有径流量加上与地表水没有任何重复的地下水天然资源——侧向地下径流和降雨入渗量,称为实有地水资源²⁾。计算表明,河西走廊不与地表水重复的年侧向地下径流和降雨年入渗量³⁾的总和,与这个地区工业、交通、人畜等现状和远景的年用水量³⁾的平均值几乎相等。为了计算方便,我们以河西走廊各县市境内年、 $\bar{T}_d \geq 10^\circ\text{C}$ 期间的实有径流量,近似地表示其同期毛用于农林牧业(牲畜用水除外)的实有地水资源。

河西走廊是一个有 2—3 排相对封闭的地质构造盆地分布区,地表水与地下水可大量重复转化 2—3 次,水资源具有可重复引用的特点⁴⁾。根据近年来的引水率、渠系利用率和地下水天然补给资源,计算出石羊河流域出山实有年径流量净利率为 65.5%,黑河流域 59.0%,疏勒河流域 40.8%。再参考各地水利区划的有关资料,大致可确定出各县市年、 $\bar{T}_d \geq 10^\circ\text{C}$ 期间实有径流量的净利用率。据此,可计算出各县市上述两个时段净用于农林牧业的实有地水资源(即实际灌溉水量)。再将其在各县市现有绿洲上进行平均分配,可得到两个时段的实际灌溉水层厚度。

河西走廊地势较平坦,大气降水很少形成地表径流流失,绝大部分可就地入渗。但由于降水稀少,雨水入渗至地下深层的数量甚少,石羊河流域年入渗量约为 13—25mm,黑河流域 4—17mm,疏勒河流域仅 2mm 左右⁴⁾,大部分降水只能浸润到土壤耕作层和林草根系主要分布层。因此,河西走廊各县市绿洲对农林牧业生产实际起作用的总水资源(在此称之为实际水资源),可认为是年、 $\bar{T}_d \geq 10^\circ\text{C}$ 期间的实际灌溉水层厚度加上同期降水量(不考虑直接蒸发量)。

1) 中国科学院兰州沙漠研究所,甘肃省河西地区水、土地资源及其合理开发利用,46,1985。

2) 陈昌毓,甘肃河西地区植树造林水分条件研究(鉴定科研报告),1988,油印稿。

3) 中国科学院兰州沙漠研究所,甘肃省河西地区水、土地资源及其合理开发利用,73、275、295,1985。

4) 甘肃省地矿局地质科学研究所,甘肃河西走廊地下水资源及其在农业上的开发利用,1983,铅印本。

表 1 河西走廊各县市绿洲年、 $\bar{T} \geq 10^{\circ}\text{C}$ 期间实有出山径流量和实际水资源Tab. 1 Actual runoffs and total rainfalls from different locations during mean daily temperature $\geq 10^{\circ}\text{C}$ in the Hexi Corridor

项目 地名	境内实有出山径流量* ($\times 10^8 \text{ m}^3$)		径流量 净利用 率(%)	实际灌溉水量 ($\times 10^8 \text{ m}^3$)		绿洲面积** (10^4 亩)	平均灌溉水量 ($\text{m}^3/\text{亩}$)		平均灌溉水层厚度 (mm)		降水量 (mm)		实际水资源*** (mm)	
	年平均	$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 期间		年平均	$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 期间		年平均	$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 期间	年平均	$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 期间	年平均	$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 期间	年平均	$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 期间
古浪	1.1220	0.7854	66	0.7405	0.5184	105.5950	70.1	49.1	105.2	73.7	360.7	232.2	465.9	305.9
武威	5.9376	4.8655	70	4.1563	3.4059	259.9275	159.9	131.0	239.9	196.5	158.4	129.6	398.3	326.1
金昌	4.9272	3.2027	65	3.2027	2.0818	208.4730	153.6	99.9	230.4	149.8	185.1	137.8	415.5	287.6
民勤	3.4200	2.8028	65	2.2230	1.8218	196.1640	113.3	92.9	170.0	139.3	115.0	99.7	285.0	239.0
山丹	1.3199	1.1278	60	0.7919	0.6767	87.7920	90.2	77.1	135.3	115.6	196.2	161.9	331.5	277.5
民乐	4.0630	2.7887	60	2.4378	1.6732	121.9245	199.9	137.2	299.9	205.8	328.2	216.6	628.1	422.4
张掖	5.8676	4.5273	60	3.5206	2.7164	149.3310	235.8	181.9	353.7	272.9	129.0	110.6	482.7	383.5
临泽	1.4019	1.2337	65	0.9112	0.8019	52.9380	172.1	151.5	258.2	227.2	113.4	97.3	371.6	324.5
高台	1.4542	1.1373	66	0.9598	0.7506	64.3665	149.1	116.6	223.7	174.9	104.4	87.8	328.1	262.7
酒泉(包括嘉峪关)	8.8219	6.1753	50	4.4110	3.0877	161.0055	274.0	191.8	411.0	287.7	85.3	68.9	496.3	356.6
金塔	7.6800	5.4513	43	3.3024	2.3441	69.6720	474.0	336.4	710.9	504.7	59.9	51.3	770.8	556.0
玉门	6.4400	4.9527	42	2.7048	2.0801	93.6915	288.7	222.0	433.1	333.0	61.8	44.4	494.9	377.4
安西	5.5830	4.4835	42	2.3449	1.8831	53.5920	437.5	351.4	656.3	527.1	45.7	35.7	702.0	562.8
敦煌	3.5950	2.2258	42	1.5099	0.9348	35.1150	430.0	266.2	645.0	399.3	36.8	29.8	681.8	429.1

* 由有测站河流出山径流量和无测站小河(沟)出山径流调查值计算而得,资料取自中国科学院兰州沙漠研究所,甘肃省河西地区水、土地资源及其合理开发利用, 42, 45 页。

** 取自上述文献 161 页和表 3-2-2。

*** 金昌按永昌站、玉门按玉门镇的降水资料计算。

表 1 是对河西走廊水资源进行上述计算后得到的结果。由该表看出,河西走廊各县市绿洲的实际水资源,比其降水量有了大幅度增加,地区分布的总趋势大体是自西向东减少。金塔和安西两县绿洲年实际水资源分别达 770mm 和 700mm,敦煌和民乐两县市绿洲 680mm 和 630mm,玉门、酒泉、张掖、古浪和金昌等县市绿洲 420—500mm,高台、临泽、山丹和武威等县市绿洲 330—400mm,民勤县绿洲接近 300mm; $\bar{T}_a \geq 10^\circ\text{C}$ 期间的实际水资源,金塔和安西两县绿洲为 560mm 左右,敦煌和民乐两县市绿洲约为 420mm,玉门、酒泉、临泽、张掖、武威和古浪等县市绿洲 310—380mm,高台、民勤和金昌等县市绿洲 240—290mm。

三、林木蒸散耗水量的气候估算

(一) 林木主要蒸散耗水时段

河西走廊冬季水体和土壤冻结期长达 4 个多月,林木一般约有 5 个多月处于落叶休眠期,此期间其蒸散耗水量甚少。据各地主要乔木树种二白杨、小叶杨、旱柳、白榆以及苹果、梨和杏等¹⁾的自然物候观测资料,其芽开放至展叶期和秋叶变色至落叶始期,大致分别与 $\bar{T}_a \geq 10^\circ\text{C}$ 的初日和终日相接近。这期间是林木活跃生长显著耗水期。因此,河西走廊林木生长年耗水量可近似用 $\bar{T}_a \geq 10^\circ\text{C}$ 期间的蒸散量来表示。

(二) 林木蒸散耗水量气候估算方法

据 Г. Т. 谢良尼诺夫在本世纪 30 年代研究,对于旱缺水地区来说, $\bar{T}_a \geq 10^\circ\text{C}$ 期间的活动积温 ($\Sigma t \geq 10$) 的 0.1 倍等于或接近于乔木林生长期的实际蒸散量。张宝堃等 (1959) 根据这种积温法,结合我国的自然景观,提出采用经验式

$$E = 0.16 \Sigma t \geq 10 \quad (1)$$

计算可能蒸发量来表征乔木林生长期的蒸散量,较符合实况^[3]。

H. L. 彭曼 (1948) 以水分传输方法和能量平衡方法相结合,提出半经验的可能蒸散量 (E_0 , mm/d) 计算式。其普遍形式为:

$$E_0 = f \cdot \frac{\Delta R + \gamma E_a}{\Delta + \gamma} \quad (2)$$

式中 f ——随季节而改变的水面到土壤蒸散的经验转换系数; Δ ——气温为 T_k (绝对温度) 时饱和水汽压曲线的斜率 (mm/°C); R ——表面净辐射 (mm/d); E_a ——表面温度为 $T_s = T_k$ 时,用水汽传输方法计算的蒸发量 (mm/d); γ ——干湿表常数。

为了使彭曼公式符合我国的条件,利用我国辐射观测和长江三峡水面蒸发试验资料,对 R 和 E_a 的计算式进行修改^[4],得到 E_0 的计算式为

$$E_0 = \left[\frac{e_{(a+4)} - e_a}{1.84} \cdot 10 \frac{Z}{18400(1+aT_a)} \right] \left\{ (Q + q)(1 + 0.098 \lg Z - 0.196) \right. \\ \left. \cdot \left(0.202 + 0.643 \frac{n}{N'} \right) (1-A) - S \delta T_k^4 (0.39 - 0.058 \sqrt{e_a}) \right\}$$

1) 这些乔木及此后提及的乔、灌木树种的拉丁文学名,限于篇幅,略去。

$$\cdot \left(0.1 + 0.9 \frac{n}{N} \right) \left\{ + 0.16(1 + 0.41V)(e_s - e_d) \right\} \left/ \left\{ \frac{e_{(a+4)} - e_d}{1.84} \right. \right. \\ \left. \left. \cdot 10^{\frac{Z}{18400 \cdot 1 + \alpha T_a}} + 1 \right\} \right\} \quad (3)$$

式中 e_s 和 e_d ——气温为 T_K 时气象台站测定的空气饱和水汽压和实际水汽压 (mm); $e_{(a+4)}$ ——温度比气温高 4℃ 时的饱和水汽压 (mm); Z ——台站海拔高度 (m); α ——气体膨胀系数, 等于 $1/273$; T_a ——百叶箱高度气温 (°C); $(Q + q)$ ——晴天碧空条件下的太阳总辐射可能值 (mm/d); n ——日照时数 (h/d); N' ——实际可能日照时数 (h/d); N ——最大可能日照时数 (h/d); A ——土壤、植被的反射率 (取 0.20); S ——灰体系数 (取 0.9); δ ——斯蒂芬-波尔兹曼常数; V ——台站观测的风速 (m/s)。由于下垫面反射率采用土壤和植被的 0.20, 所以计算 E_0 不必再乘转换系数 f 。

利用(1)、(3)式分别计算河西走廊各县市 $\bar{T}_d \geq 10^\circ\text{C}$ 期间的蒸散量¹⁾列于表 2。据在民勤县薛百灌区护田林带测定²⁾, 沙枣和小叶杨混交林带 (属于薪炭林) 5 月至 10 月前半月 (约为 $\bar{T}_d \geq 10^\circ\text{C}$ 期间) 的蒸散量平均为 553mm, 与按(1)式的计算值 (504mm) 接近。在民勤和临泽两个治沙站附近地区调查表明, 杨树要在干燥沙漠气候条件下生长成用材林, 而不致于长成“小老头树”, 其生长期约需灌溉 4 次, 总灌水量至少要达 400m³/亩, 即约

表 2 河西走廊各县市乔木生长期的蒸散耗水量 (mm)

Tab. 2 Evapotranspirations of arbor from different locations during its growing season in the Hexi Corridor

地区	项目 地名	张宝堃方法		彭曼方法	海拔高度 (m)	气象资料年代
		$\geq 10^\circ\text{C}$ 期间积温 (°C)	E			
走 廊	武威	2985	478	688	1531	1951—1980
	民勤	3149	504	731	1367	1953—1980
	山丹	2582	413	641	1765	1952—1980
	张掖	2897	464	693	1483	1951—1980
	临泽	3078	493	737	1454	1957—1962, 1967—1980
平 原	高台	3064	490	729	1332	1952—1980
	酒泉	2954	473	694	1477	1951—1980
	金塔	3249	520	775	1270	1957—1980
	鼎新	3272	524	785	1177	1955—1980
	玉门镇	2891	463	759	1526	1952—1980
走 沿 廊 山 区	安西	3583	573	847	1171	1951—1980
	敦煌	3611	578	811	1139	1951—1980
	古浪	1941	311	495	2072	1959—1980
走 沿 廊 山 区	永昌	2011	322	532	1976	1958—1980
	民乐	1611	258	453	2271	1958—1980

1) (3)式的月计算值是由林日暖帮助完成的。

2) 施及人等, 河西走廊沙区防护林体系建设与水的平衡, 西北地区农业现代化学术讨论会论文选集 (5), 149, 1980, 铅印本。

600mm,加上同期降水量 100mm,共约需 700mm,其耗水量与按(3)式的计算值(731 和 737mm)很接近。因此,在目前林木蒸散耗水量实测资料不易获得的情况下,河西走廊大致可用(1)式计算值作为乔木林基本正常生长并形成薪炭林的耗水量指标,以(3)式计算值作为乔木林良好生长并形成用材林的耗水量指标。

(三) 林木生长期耗水量

河西走廊大部分地区夏半年气温较高,气候干燥,林木蒸散量较多。根据表 2 和各地水文站气象资料计算,河西走廊乔木林基本正常生长耗水量,安西-敦煌盆地达 530—580 mm;位于沙漠中的金塔和鼎新等地为 500—530mm;民勤县 490—520mm;武威和金昌两市的北部及中部、古浪县北部为 360—490mm,嘉峪关市和山丹、张掖、酒泉、玉门等县市的北部及中部 380—480mm;地处沙漠边缘并被流沙所分割的临泽和高台两县 480—500 mm;古浪、武威和金昌等县市南部沿山地区 320—360mm,山丹、张掖、酒泉和玉门等县市南部沿山地区 350—380mm,民乐县北部和沿山地区 260—350mm。

河西走廊乔木林良好生长的耗水量指标,安敦盆地达 810—850mm,民勤、金塔、鼎新、高台、临泽和玉门镇等地 730—790mm,其余地区 450—730mm(见表 2)。

国内外许多研究材料都把植物束缚水与自由水之比值^[5,6],以及蒸腾器官的面积和重量^[7]列为植物抗旱性指标。在干旱环境下,不同树种蒸腾量的多寡,在颇大程度上取决于树体内束缚水与自由水之比值,以及叶片面积及其重量的大小。据研究资料^{[3],1)},河西走廊生长的沙枣、榆树、侧柏等,其树体内束缚水与自由水之比值较大,叶片面积及其重量较小,抗旱力较强,其耗水量较少;杨树、柳树、刺槐和果树等体内两种水的比值较小,叶片及其重量较大,耗水量较多。白茨、梭梭、毛条、柠条、花棒、霸王、红柳、酸刺等沙生和旱生灌木的蒸散量大约只有沙枣的 1/3—2/3。

四、各地林木的适生程度

(一) 确定林木适生程度的方法

在气候实际工作中,常采用可能蒸发量 E (乔木林基本正常生长期间的蒸散量),与同期降水量($\Sigma\gamma$)的比值,即张宝堃等提出的干燥度(K),来划分一个地区的气候植被类型。干燥度的计算式:

$$K = \frac{E}{\Sigma\gamma} = \frac{0.16\Sigma t \geq 10}{\Sigma\gamma} \quad (4)$$

式中系数 0.16 是在假定秦岭、淮河一带的乔木林生长期蒸散量与同期降水量接近平衡的基础上,参照我国各地自然景观而确定的。因此,可用 K 值作为乔木树水分收支平衡的指标。 $K < 1.0$,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。

K 值直接利用大气降水量计算而得,我们称之为自然干燥度^[7]。根据 K 值划分,河西走廊的气候植被类型属于特干旱荒漠和干旱荒漠草原。这里无山水灌溉的地区,乔、灌木

1) 施及人等,河西走廊沙区防护林体系建设与水的平衡,西北地区农业现代化学术讨论会论文集(5),148—149,1980。

只能在有集流的小面积低洼地上零星生长,而且乔木都长成“小老头树”。但在有较丰富地表水和地下水可供灌溉的绿洲区,生长着许多护田林带和片林,甚至在其北部沙漠边缘还分布着数条灌、乔木混交防风固沙林带。很显然,利用河西走廊各县市绿洲 $\bar{T}_{\text{日}} \geq 10^{\circ}\text{C}$ 期间的实际水资源计算干燥度(在此称之为实际干燥度^[7])来划分其气候植被类型,较符合实际自然景观。实际干燥度(K')的计算式:

$$K' = \frac{0.16\Sigma t \geq 10}{\Sigma\gamma + H} \quad (5)$$

式中 H ——各县市绿洲 $\bar{T}_{\text{日}} \geq 10^{\circ}\text{C}$ 期间的实际灌溉水层厚度(mm)。

干燥度的倒数定义为湿润度。河西走廊自然湿润度和实际湿润度的计算式:

$$\frac{1}{K} = \frac{\Sigma\gamma}{0.16\Sigma t \geq 10} \quad (6)$$

$$\frac{1}{K'} = \frac{\Sigma\gamma + H}{0.16\Sigma t \geq 10} \quad (7)$$

假设河西走廊无灌溉条件,在其 $S(\text{km}^2)$ 面积上,具有满足稀疏乔木林基本正常生长所需的降水量(乔木林耗水量) $0.16\Sigma t \geq 10(\text{mm})$,则这块面积上的总水量为 $160\Sigma t \geq 10 \cdot S(\text{m}^3)$, 1km^2 有水量 $160\Sigma t \geq 10 \cdot S/S(\text{m}^3)$ 。如果 $S(\text{km}^2)$ 面积上实际能提供的降水量并不能满足稀疏乔木林基本正常生长的需求,水量仅为 $\Sigma\gamma(\text{mm})$,则其总水量为 $1000\Sigma\gamma \cdot S(\text{m}^3)$,设这些水量仅能在 $S'(\text{km}^2)$ 面积上满足需求,那么 1km^2 有水量 $1000\Sigma\gamma \cdot S/S'(\text{m}^3)$ 。于是有关系式

$$\frac{160\Sigma t \geq 10 \cdot S}{S} = \frac{1000\Sigma\gamma \cdot S}{S'}$$

从而得

$$\frac{1}{K} = \frac{S'}{S} \quad (8)$$

这里 $S > S'$, $\frac{1}{K} < 1$ 。

但是,河西走廊存在着许多有灌溉条件的绿洲,假设 S 为某一绿洲面积,把 $\Sigma\gamma$ 换成绿洲 $\bar{T}_{\text{日}} \geq 10^{\circ}\text{C}$ 期间的实际水资源 $(\Sigma\gamma + H)$,则得

$$\frac{1}{K'} = \frac{S''}{S} \quad (9)$$

式中 S'' —— $(\Sigma\gamma + H)$ 满足稀疏乔木林水分需求的面积。在这种情况下,可能 $\frac{1}{K'} < 1$,

也可能 $\frac{1}{K'} = 1$ 或 $\frac{1}{K'} > 1$ 。后两者的含义是绿洲 S 面积上的土壤和近地层空气较湿润或湿润,其气候植被类型属于特殊的“绿洲半湿润森林草原”或“绿洲湿润森林”。它们与大气降水量很多的地区的半湿润森林草原或湿润森林不同,空气湿度较低,森林树种单一、密度较小。

(8)、(9)两式说明,在不考虑种植业用水的情况下,河西走廊干旱区(特别是绿洲)的

湿润度等于在这个地区上乔木林种植面积的比例。如果将乔木林耗水量 $0.16\Sigma t \geq 10$ 以灌木林耗水量(按乔木林耗水量的 $2/3$ 计)代替,则可求出河西走廊干旱区灌木林种植面积的比例。因此,在干旱区可以应用湿润度指标作为植树造林、配置木本植物面积比例的依据^[3]。我们根据(6)、(7)两式的计算值(表3),确定河西走廊林木的适生程度。

表 3 河西走廊各县市自然和实际的干燥度及湿润度计算值*

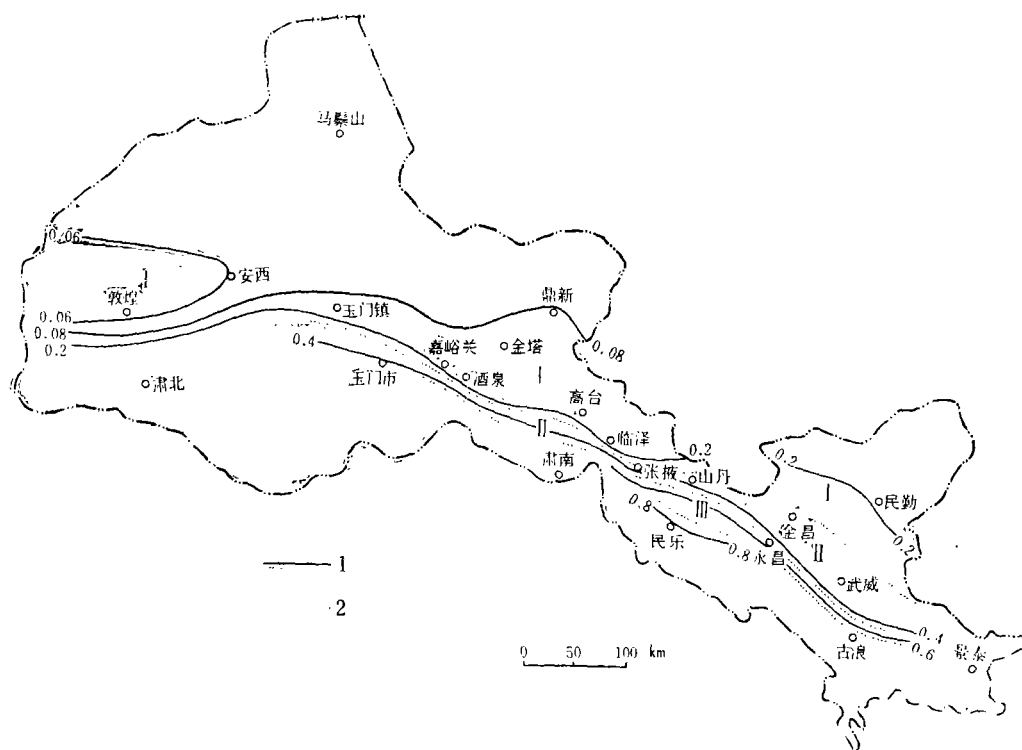
Tab. 3 Calculated values for natural aridities and wettabilities and actual aridities and wettabilities from different locations in the Hexi Corridor

<div>地区</div> <div>地名</div>		项目	K	$\frac{1}{K}$	K'	$\frac{1}{K'}$
走廊平原	武威	3.69	0.27	1.46	0.68	
	民勤	5.05	0.20	2.11	0.47	
	山丹	2.55	0.39	1.49	0.67	
	张掖	4.19	0.24	1.21	0.83	
	临泽	5.06	0.20	1.52	0.66	
	高台	5.58	0.18	1.87	0.54	
	酒泉	6.86	0.15	1.33	0.75	
	金塔	10.13	0.10	0.93	1.07	
	鼎新	11.23	0.09	0.94	1.06	
	玉门镇	10.42	0.10	1.23	0.82	
走廊山区	安西	16.06	0.06	1.02	0.98	
	敦煌	19.39	0.05	1.35	0.74	
	古浪	1.34	0.75	1.02	0.98	
	永昌	2.33	0.43	1.12	0.89	
	民乐	1.19	0.84	0.61	1.64	

* 气象资料年代同表 2。

(二) 根据自然湿润度确定林木适生程度

利用表 3 和各地水文站气象资料计算的 K 和 $\frac{1}{K}$ 值,绘成图 1。从该图看出,用 K 值确定的自然气候植被区,民勤、敦煌、安西、金塔和嘉峪关等县市,张掖、临泽、高台、酒泉和玉门等县市的北部,属于特干旱荒漠区(I),其 $\frac{1}{K}$ 为 $0.05 - < 0.25$,安敦盆地仅为 $0.05 - 0.06$ 左右,金塔县北部和玉门镇以北地区约为 $0.07 - 0.1$ 。如无山水和地下水灌溉, I 区呈现荒漠和沙漠景观, 仅在有关集流的小面积低洼地或地下水位不低于 $1 - 1.5\text{m}$ 的地段,可营造极稀疏的乔、灌木林,其栽种面积应分别控制在这个区面积的 $5 - 25\%$ 和 $8 - 38\%$ 以内。 I 区南界($\frac{1}{K}$ 为 0.25 的等值线)至 $\frac{1}{K}$ 为 0.5 的等值线,其间包括武威和金昌两市的北部和中部,古浪和山丹两县北部,张掖、临泽、高台、酒泉和玉门等县市的南部平原,属于干旱荒漠草原区(II),其 $\frac{1}{K}$ 为 $0.25 - < 0.5$,可分别利用不超过这个区面积的 $25 - 50\%$ 和 $38 - 75\%$ 营造稀疏的乔、灌木林。在 II 区南界与 $\frac{1}{K}$ 为 0.67 等值线之间,包括古



I. 特干旱荒漠区, II. 干旱荒漠草原区, III. 半干旱草原区;
实线: 自然湿润度等值线 点线: 自然气候植物区界线

图1 河西走廊自然气候植被区和自然湿润度

Fig. 1 Natural wettabilities and natural climate and vegetation regions in the Hexi Corridor

浪和山丹两县中部、武威和金昌两市南部平原、民乐县北部,属于半干旱草原区(III),其 $\frac{1}{K}$ 为 $0.5 < \frac{1}{K} \leq 0.67$,大部分地区可营造稀疏的灌木林,而营造稀疏的乔木林则不应超过本区面积的50—67%

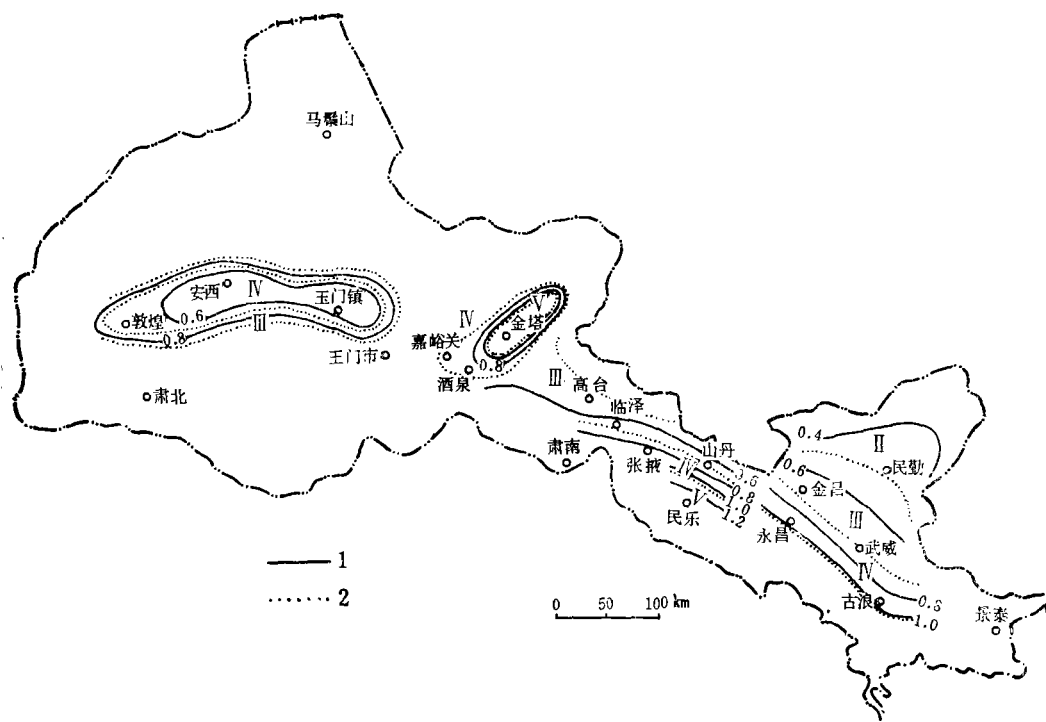
必须指出,根据 $\frac{1}{K}$ 值确定的三个自然气候植被区的乔、灌木林种植面积比例,是以大范围而论的,具体到某一地形部位,则需根据其水分的实际分配状况进行适当的调整。

(三) 根据实际湿润度确定林木适生程度

河西走廊平原地区广水少,水土资源极不平衡,依山水而存在的绿洲,在辽阔的干旱荒漠和半荒漠背景上呈大大小小的斑块状分布,彼此之间被大片戈壁和流沙所分割。在各块绿洲上,山水可能灌溉量差异很大,欲绘制河西走廊统一的实际湿润度分布图,显然是欠妥当的。因此,我们根据表3和各地水文站气象资料计算的 K' 和 $\frac{1}{K'}$ 值,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)绘成图2。

比较图1和图2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



II. 干旱荒漠草原区, III. 半干旱草原区, IV. 半湿润森林草原区, V. 湿润森林区;
实线: 实际湿润度等值线, 点线: 实际气候植被区界线

图 2 河西走廊实际气候植被区和实际湿润度

Fig. 2 Actual wettabilities and actual climate and vegetation regions in the Hexi Corridor

情况要湿润得多, 其 $\frac{1}{K'}$ 确定的气候植被类型比 $\frac{1}{K}$ 确定的大为变好; 而且, 灌溉绿洲与其外围无灌溉条件的地区之间, 气候植被类型的变化明显是不衔接的。这些变化特点在金塔、嘉峪关、酒泉、安敦盆地、玉门镇、张掖和民乐等灌溉绿洲表现得特别显著。

民勤县北部灌区, 按 K' 值定为干旱荒漠草原区(II), 其 $\frac{1}{K'}$ 为 0.4—0.5, 比 $\frac{1}{K}$ 增大 0.2—0.3。如不考虑种植业用水, 这里 40—50% 和 60—75% 的面积可营造稀疏的乔、灌木林, 并适宜栽种沙枣、二白杨、小叶杨、白榆、旱柳、刺槐和苹果、梨、杏等乔木, 以及红柳、梭梭、白茨、花棒、霸王、毛条、酸刺、柠条等灌木。由于本区灌溉条件较差, 多风沙, 大多数乔木长成“小老头树”, 因此应主要营造灌、乔木混交防风固沙林。

民勤县南部, 武威、金昌、山丹、张掖、临泽等县市北部, 高台县和酒泉市东部, 以及安敦盆地和玉门镇两个绿洲的边缘, 这些灌区按 K' 值定为半干旱草原区(III), 其 $\frac{1}{K'}$ 为 0.5—0.67, 与 $\frac{1}{K}$ 相比, 安敦盆地和玉门镇两个绿洲边缘灌区增大 0.4—0.6, 其余灌区增大 0.3—0.4。本区绝大部分能生长稀疏的灌木林, 50—67% 的面积可营造稀疏的乔木林; 主要应发展乔木护田林和果树片林, 较适宜栽种的乔、灌木树种除与 II 区相同外, 还可栽

种钻天杨、新疆杨、银白杨、臭椿、国槐、侧柏和油松等乔木树种。

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,安敦盆地和玉门镇两个绿洲的中心部分,这些灌区按 K' 值定为“绿洲半湿润森林草原”区(IV),其 $\frac{1}{K'}$ 为 0.67—1.0,与 $\frac{1}{K}$ 相比,安敦盆地和玉门镇两个灌区增大 0.7—0.9,其余灌区增大 0.3—0.4。这里均可栽种灌木林,大部分地区可营造稀疏的乔木林,适宜栽种的乔、灌木树种同 III 区,应主要发展乔、灌木护田林和薪炭林。

金塔、民乐两个灌区,按 K' 值定为“绿洲湿润森林”区(V),其 $\frac{1}{K'} > 1.0$,与 $\frac{1}{K}$ 相比,金塔灌区增大 0.9 左右,民乐灌区增大 0.4—0.8。这里均可营造稀疏的乔、灌木林,金塔灌区较适宜发展乔、灌木混交防风固沙林和护田林,民乐灌区应发展乔、灌木护田林和薪炭林,适宜栽种的乔、灌木树种同前。

五、结 论

1. 河西走廊各县市绿洲实际年水资源为 285—771mm,是其年降水量的 1.3—18.5 倍; $\bar{T}_a \geq 10^\circ\text{C}$ 期间的实际水资源为 239—563mm,是同期降水量的 1.3—15.8 倍。

2. (1)式计算值可作为河西走廊乔木林基本正常生长的耗水量指标,(3)式计算值可作为乔木林良好生长的耗水量指标。灌木林蒸散量约为乔木林基本正常生长耗水量的 $1/3—2/3$ 。

3. 采用自然干燥度和实际干燥度分别划分河西走廊非灌溉区和灌溉绿洲区的气候植被类型,与各自的自然景观较吻合。

4. 干旱区的湿润度等于该地区上乔(灌)木林种植面积的比例。自然湿润度和实际湿润度可分别作为河西走廊非灌溉区和灌溉绿洲区配置林木面积比例的依据。

参 考 文 献

- [1] 陈荷生等,我国西北干旱区水资源的合理开发利用,干旱区地理,8(4),1985,26—27。
- [2] 曲耀光,河西地区地表水与地下水资源的转化及总水资源的计算,自然资源,(2),1987,7—15。
- [3] 陈昌毓,从水分平衡看河西走廊东部植树造林适生程度,气象,11(12),1985,20—23。
- [4] 裴步祥等,三种计算可能蒸发方法的比较,气象,12(7),1986,26—27。
- [5] 黄子琛,干旱对固沙植物水分平衡和氮素代谢的影响,植物学报,21(4),1979,318。
- [6] H. A. 马克西莫夫著(周小民译),马克西莫夫院士选集(上卷),北京:科学出版社,1959,19—21。
- [7] 陈昌毓,甘肃黄土高原气候植被类型初探,自然资源学报,2(4),1987,353—355。

ACTUAL WATER RESOURCE AND ITS INFLUENCE ON ADAPTIVE FACULTY OF TREE IN THE HEXI CORRIDOR, GANSU PROVINCE

Chen Changyu

(*Meteorological Bureau of Gansu Province, Lanzhou*)

Key words The Hexi Corridor; Actual water resource; Evapotranspiration of tree; Actual aridity; Actual wettability; Adaptive faculty of tree.

Abstract

According to the recent research on water resources in the Hexi Corridor, Gansu Province, the author calculated in detail the actual runoffs of rivers in every district and municipality, and the irrigation requirements and the actual water resources of oases during annual and daily mean temperature $\geq 10^{\circ}\text{C}$.

Using Zhang Baokun and H. L. Penman's climatological method respectively, the author estimated the evapotranspirations of trees during their growing season everywhere. Compared with the observed and investigated data, the value estimated by the former could be considered as the consumption index of arbor that grows fine and forms fuel forest, the value estimated by the latter could be considered as the consumption index of arbor that grows fine and forms timber forest. The evapotranspiration of bush is $1/3$ — $2/3$ as many as that of arbor.

Based on the fact that there exit both nonirrigated desert area and irrigable oasis area, the author suggests the concepts of "natural aridity", "natural wettability", "actual aridity" and "actual wettability", and divides both nonirrigated desert area and irrigable oasis area into various types of climate and vegetation by virtue of these concepts. The results are relatively coincided with their physical landscapes.

From the analysis, in the Hexi Corridor the wettability in the arid area is equal to the ratio of plantable arbor or bush area to the total area. According to the natural wettability and the actual wettability, the adaptive faculties of trees and what kinds of trees are suitable to plant in both the nonirrigated area and the irrigable oasis area in the Hexi Corridor are determined respectively.