

西北地区农业现代化学术讨论会 论文选集

(内部资料)

第二卷

中国农学会 中国林学会 中国水利学会

一九八〇年

目 录

我国西部和北部地区的气候特点与发展农林牧业生产的关系·····	张谊光 (1)
从甘肃的农业气候特点谈农业布局问题·····	缪培俊等 (11)
内蒙古自治区气候资源特点与农牧业生产·····	湖 春等 (20)
从气象角度谈山西省农业的几个问题·····	周一鹤等 (30)
从柴达木盆地的气候资源探讨农牧业的合理布局·····	李彭龄等 (34)
关于西藏农业气候热量资源特点的探讨·····	王先明 (39)
西藏农事季节的划分及其利用·····	郝文俊 (46)
西北地区水资源与农业现代化·····	陈家琦等 (51)
试论西北农业现代化中的水源问题·····	李佩成 (54)
中国西北干旱区地下水及其利用前景·····	张天曾 (63)
我国西北山区的冰川资源及其合理利用问题·····	施雅风等 (71)
论合理开发利用我省土地资源·····	顾方乔 (77)
关于柴达木盆地农业开发利用问题的探讨·····	李钦榜等 (85)
我国西北植物资源橡胶草的利用和在农业现代化建设中的作用·····	王剑涛 (90)
两千三百年来鄂尔多斯高原和河套平原农林牧地区的分布及其变迁·····	史念海 (100)
关于西藏不同类型农业区发展方向的初步探讨·····	安新固 (111)
我国荒漠生态系统的开发利用和保护问题·····	陈昌笃 (127)
新疆的生态系统与生态平衡	
——论新疆的农业现代化问题·····	张学祖等 (133)
论甘肃省的农业生态系统建设·····	贺祿新 (140)
“同心园”结构的设想	
——对晋西北建设农业生态系统的探讨·····	魏俊生等 (145)
试以运筹方法探讨晋西农业现代化途径·····	张沁文 (152)
从乌盟的自然条件看干旱丘陵区农牧林业现代化的起步问题·····	厚 和 (159)
从渭北高原的变化看陕西农业现代化的起步问题·····	田兴禾 (164)
从小峡公社的实践,试论青海省东部灌区农业现代化的路子·····	李思恭 (168)
我国农业现代化必须走技术集约的道路·····	廖少云 (172)
关于山西农业经济结构的初步探索·····	潘乃樵 (176)
繁荣农场经济的必由之路	
——连湖农场发展工副业的调查·····	吴素华 (183)

石河子农工商联合企业的发展过程和基本特点.....	张 维(184)
四川省若尔盖县牧工商联合企业试点情况简介.....	杨三全等(193)
必须重视解决社队费用开支大、增产不增收的问题.....	何效钟(194)
关于新疆农牧业机械化若干问题的探讨.....	徐伟钊等(198)
我省山区农业机械化发展途径的探讨.....	柳增发(205)
关于我国畜牧业机械化问题的探讨.....	门鸿宾等(221)
努力抓好科学技术,加速实现农牧林业现代化.....	博力克(220)

我国西部和北部地区的气候特点 与发展农林牧业生产的关系

中国科学院自然资源综合考察委员会

张 谊 光

我国西部和北部地区（以下简称本区），系指内蒙古高原、黄土高原、青藏高原以及天山南北的塔里木、准噶尔盆地等广大地区。

地形以高原为主。地势西南高东北低，西南部平均海拔4000米以上，东北部一般仅800—1000米。

由于地理位置和地形的影响，本区东南缘为东南和西南季风的迎风坡，降水较多，向西北深入，季风不易到达，缺乏水汽来源，降水稀少，形成大面积沙漠。自东南至西北，有湿润、半湿润、半干旱、干旱等气候类型，相应的自然地带则为森林、草甸、草原和荒漠。

本区大面积森林仅见于东北和东南边缘地区，境内山地森林呈孤岛状分布。草原辽阔。总面积达53亿亩，占全国天然草原的96%以上，是放牧畜牧业最集中的地区。

本区几乎集中了全国所有的沙漠，总面积达16亿亩以上，草原与沙漠面积之和占全国总面积的48%。耕地极少。这说明本区基本上是一个干旱草原地区，发展畜牧业物质基础较好。

一、基本气候特点

本区深居内陆，东缘有东北—西南走向的大兴安岭和太行山、西南部为青藏高原。在高山和高原的层层阻挡下，东南和西南季风到达本区西部已成强弩之末；而来自北方的寒潮、冷空气，却很容易经内蒙、新疆沿河西走廊以东向南倾泄。故本区气候海洋性弱，大陆性强，特点如下：

（一）光照充足：空气干燥，少云多晴天，光照丰富。东南部、东北部、北部、西北部各地光照较少，年总辐射量亦有130—150千卡/厘米²，日照2300—3200小时，实照时数为可照时数的50—70%。西南部光照最充足，年总辐射量达190—200千卡/厘米²，日照3400小时左右，实照时数为可照时数的78%（表1）。本区西南部狮泉河、珠峰绒布寺等地为一直接辐射高值区，全年达150千卡/厘米²以上，主要是纬度较低，海拔高，空气透明度高所致。东南部三江（金沙江、澜沧江、怒江）河谷和西北部塔里木盆地是两个低值区，全年分别为65—85千卡/厘米²和63—73千卡/厘米²。前者系空气湿度大，阴雨天气多的影响，后者乃沙漠地区风沙大，空气浑浊造成的。

散射辐射的分布与直接辐射相反，南疆沙漠最多，全年达70—80千卡/厘米²。西南部狮

泉河等地最少，只有42千卡/厘米²左右。

本区以东的北京、南京等地，年总辐射量110—140千卡/厘米²，直接辐射略大于散射辐射，以西的西亚、北非等地，年总辐射量180—200千卡/厘米²，直接辐射远大于散射辐射。可见本区，特别是西南部，光照较同纬度的我国东部地区充足，和西亚、北非等地近似。

表1 本区的光照条件

地 点	北 纬 (度)	海 拔 (米)	太阳辐射(千卡/厘米 ²)			日 照	
			年总量	直 接	散 射	全年(小时)	百分率(%)
阿 勒 泰	47.7	735	132.5	86.3	46.2	2937	65
二 连 浩 特	43.7	965	147.2	98.9	48.3	3169	71
大 同	40.1	1068	140.7	88.7	52.0	2857	64
敦 煌	40.1	1139	154.0	92.3	61.7	3267	74
银 川	38.5	1112	143.5	84.4	59.1	3032	68
和 田	37.1	1375	143.8	63.0	80.8	2695	61
格 尔 木	36.2	2808	160.6	98.8	61.8	3100	70
兰 州	36.1	1517	131.3	65.6	65.7	2648	60
狮 泉 河	32.5	4278	192.7	150.3	42.4	3445	78
昌 都	31.2	3241	145.5	85.9	59.6	2277	51
珠峰绒布寺	28.2	5000	199.9	151.9	48.0	—	—

(二) 冷热差异悬殊：本区年平均气温以青藏高原东南缘和新疆塔里木、吐鲁番盆地等处较高，一般 $\geq 12^{\circ}\text{C}$ ；内蒙东北角、青藏高原海拔4500米以上低于 0°C ，格尔木伍道梁一带达 -6°C （表2）。

本区最热为吐鲁番盆地，7月平均气温 33°C ，极端最高气温达 47.6°C ，是我国著名的“火洲”；最冷为“地球第三极”——珠穆朗玛峰，1月平均气温低于 -35°C 。藏北那曲以北的曲纳孜，海拔4877米，1927年11月26日测得最低气温为 -55°C 。平均气温年较差在海拉尔、根河一带为 $47-48^{\circ}\text{C}$ ，为我国最大值；极端气温日较差吐鲁番、海拉尔等地 $75-85^{\circ}\text{C}$ ，冷热变化剧烈。

本区日平均气温 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 持续期以藏东南一隅最长，察隅等地365天，植物全年可以生长。格尔木伍道梁一带最短，全年不足110天（始于6月上旬，终于9月中旬，其间积温 450°C 左右）。新疆西南部喀喇昆仑山口一带，生长季约100天，积温 $150-400^{\circ}\text{C}$ 。

青藏高原冬夏都是热源。由于地面对大气的加热作用，高原上的气温比东部同高度的孤山高得多（表3）。

青海的尖扎比陕西的华山偏北1.4个纬度，海拔相近，各项平均气温高 $0.6-1.8^{\circ}\text{C}$ ，极端气温高 $5.5-6.6^{\circ}\text{C}$ ， 0°C 以上生长期将近一个月，积温高 800°C 以上。高原南部的林芝和峨眉山比较，纬度和海拔高度相当，平均和极端气温高 $4-7^{\circ}\text{C}$ ，生长期长90天以上，积温高 1500°C 左右。由于上述原因，青藏高原主体——西藏地区农、林、牧业生产的海拔上限都达到了罕见的高度（表4）。

表2 本区的温度状况

地 点	北 纬 (度)	海 拔 (米)	平均气温 (°C)			极端气温 (°C)		日均温 $\geq 0^{\circ}\text{C}$	
			年	最热月	最冷月	最 高	最 低	日 数	积温 (°C)
海 拉 尔	49.2	613	-2.2	19.4	-27.3	36.7	-48.5	177	2331
锡林浩特	44.0	990	1.4	20.6	-20.6	38.3	-42.4	194	2677
吐 鲁 番	42.9	35	14.0	33.0	-9.5	47.6	-28.0	271	5810
大 同	40.1	1068	6.4	21.8	-11.8	37.7	-29.1	227	3293
酒 泉	39.8	1477	7.3	22.2	-10.0	38.4	-31.6	240	3458
银 川	38.5	1112	8.5	22.7	-9.2	39.3	-30.6	253	3773
和 田	37.1	1375	12.1	25.5	-5.7	40.5	-21.6	281	4662
格 尔 木	35.3	4645	-5.9	5.4	-17.3	23.2	-33.2	109	449
伍 道 梁	32.7	3275	3.3	12.6	-8.0	27.8	-33.9	225	1892
阿 坝	32.5	4278	0.1	13.6	-12.4	25.7	-33.9	179	1556
狮 泉 河	29.7	3658	7.5	15.5	-2.2	29.4	-16.5	277	2890
拉 萨	28.7	2328	11.8	18.6	4.0	31.9	-4.5	365	4330

表3 青藏高原与东部孤立高山温度比较

地 点	北 纬 (度)	海 拔 (米)	平均气温 (°C)			极端气温 (°C)		日均温 $\geq 0^{\circ}\text{C}$	
			年	7 月	1 月	最 高	最 低	日 数	积温 (°C)
尖 扎	35.9	2085	7.7	19.2	-6.4	34.3	-19.8	254	3313
林 芝	29.6	3000	8.6	15.6	0.2	30.2	-15.3	316	3128
华 山	34.5	2065	5.9	17.7	-7.0	27.7	-25.3	226	2504
峨 眉 山	29.5	3047	3.1	11.9	-6.1	23.4	-20.9	223	1625

(三) 东南湿润, 西北干旱: 本区年降水量400毫米等值线大体自大兴安岭西麓, 沿长城向西南, 穿黄土高原中部, 绕祁连山, 到兰州附近再向西南, 经同德、那曲、日喀则以西抵雅鲁藏布江北岸, 向东绕雨影区, 越喜马拉雅山东段分水岭到达南坡。此线以西仅天山地区年降水量大于400毫米, 冷湖至若羌一带只有15毫米左右, 是全国降水量最少的地区。此线以东——西藏东南缘年降水量3000—5000毫米, 雅鲁藏布江下游巴昔卡1954年曾达7590毫米, 是我国陆上降水量最多的地区。

本区降水量不仅地区分布不均, 季节分配亦不匀。由于受东南、西南和高原季风的影响, 5—10月降水量除喜马拉雅南坡、新疆西部和北部外, 其余地区均占全年的80—95%。察隅、喀什、乌鲁木齐等地雨水年内分配比较均匀, 但5—10月也占全年的60—80% (表5)。

表4 西藏地区农林牧业生产的海拔上限

类 别	名 称	海拔上限(米)	地 点
农 业	青 稞	4750	萨噶县加加公社
	春 小 麦	4460	浪卡子县打隆公社
	冬 小 麦	4320	林周农场
	油 菜	4700	申扎县文部公社
	马 铃 薯	4650	萨噶县加加公社
林 业	天然森林	4400	比 如 县
	核 桃	4200	拉 孜 县
	苹 果	4040	江 孜 县
	茶 树	2500	林芝县东久
牧 业	放牧草地	5500	羌塘高原
	牦牛活动	6000	喜马拉雅山区
	藏 羊	5800	喜马拉雅山区

表5 本区的降水与湿润系数

地 点	降 水 量		一日最大 降水量 (毫米)	降 水 日 数			年湿润 系 数
	全 年 (毫米)	5-10月占 全年比例 %		≥0.1毫米	≥25.0毫米	≥50.0毫米	
锡 林 浩 特	293.6	90	57.8	87.1	1.2	0.1	0.41
榆 林	438.4	80	141.7	74.8	3.4	0.7	0.53
哈日奥日布格	64.0	88	29.2	30.2	0.1	0	0.05
阿 坝	725.2	90	67.8	161.9	1.7	0.1	1.31
乌 鞘 岭	416.1	87	41.4	135.8	1.0	0	0.67
察 隅	798.1	62	90.8	175.4	3.6	1.0	0.97
格 尔 木	38.3	87	14.3	26.5	0	0	0.04
拉 萨	443.6	98	41.6	88.4	1.2	0	0.56
若 羌	15.0	82	21.4	12.8	0	0	—
乌 鲁 木 齐	572.7	79	54.6	125.4	2.2	0.1	0.36
狮 泉 河	85.9	96	24.6	39.6	0	0	0.09
喀 什	61.3	67	32.7	25.4	0.3	0	0.05

由表5可见, 本区西北部除天山外, 没有暴雨, 大雨亦很少见。东南部降水强度较大, 察隅、榆林等地, 每年大雨3—4天, 暴雨1天左右。雅鲁藏布江下游巴昔卡一带, 6—8月月降水量都在1000毫米以上, 1954年7月达2137毫米, 是我国陆上连续降水强度最大的地

区。

本区湿润状况的分布趋势，与降水量大体一致。多雨和比较多雨的东南部为湿润半湿润地区，少雨的西北部为半干旱干旱地区，塔里木盆地为我国最干旱的地区。

(四) 气象灾害多：本区地貌条件复杂，冷热、干湿对比强烈，气象灾害种类多、出现频繁，旱涝、霜冻、雪灾、雹灾、风灾等常有发生。

本区西北部严重缺水，全年干旱，形成了塔克拉玛干、巴丹吉林、腾格里、毛乌素等著名沙漠。东北部干草原、荒漠草原地区，春旱普遍严重。黄土高原土质结构松散，植被复盖度差，年降水量虽不多，分布集中强度大，常出现洪涝灾害，水土流失亦很严重。青藏高原气候寒冷，海拔4000米以上河谷一年中没有真正的无霜期，农作物易受霜冻危害。呼伦贝尔、锡林廓勒、巩乃斯等三大草原，冬春降雪多，积雪厚，常造成“白灾”。藏北那曲等地，全年雹日达35天，是我国冰雹最多的地区；安多、改则一带，全年大风达150—200天，最大风速常超过30米/秒，是我国大面积的大风区。

综上所述，本区地域辽阔，海拔高度相差悬殊，既有最高的山峰，又有最低的洼地。气候类型多样，变化极端。如青藏高原，既是我国太阳辐射年总量最多的地区，又是辐射强度最大的地区；吐鲁番盆地既是我国最热的地区，“地球第三极”又是我国最冷的地区；藏东南既是我国陆地降水最多的地区，塔克拉玛干沙漠又是我国降水量最少、干旱最重的地区。这些特点，都对农、林、牧业生产有极大的影响。

二、气候条件评价

认识气候特点的目的在于扬长避短，趋利避害，充分合理地利用气候资源。

(一) 有利条件：可概括为以下几点：

1. 气候类型复杂，为农林牧多种经营奠定了基础。本区南北跨20多个纬度，有热带、亚热带、温带等气候带。从藏东南海拔100余米的西巴霞曲下游到8848米的珠穆朗玛峰顶，高低相差8700余米。若高度上升100米气温降低相当于纬度北移1度，从藏东南河谷到珠穆朗玛峰顶的气温变化，约相当于从赤道到北极，依次有热带、亚热带、高原温带、高原寒带等气候带，干湿状况亦有湿润、半湿润、半干旱、干旱等演化。因此，不同的水热组合，就形成了多种样的气候类型。在“十里不同天”、“一山有四季”的横断山区，适应气候垂直变化的立体农业结构显著。一般河谷底部干热少雨，以旱作农业为主，山腰温凉湿润，是天然林区，山上寒冷湿润，是优良的牧区。从本区东部的森林草原到西部的半荒漠、荒漠，从东南缘的热带雨林季雨林到北部的瀚海戈壁，从低陷的吐鲁番洼地到高耸的珠穆朗玛雪峰，湿热多雨、温暖湿润、寒冷湿润、寒冷干旱、温凉干旱、炎热干燥等气候类型错综分布，而同一气候类型自然资源相对集中，这就为发展农、林、牧多种经营奠定了良好基础。

2. 光能资源丰富，为农业生产提供了充足的自然能源。无论是第一性生产或第二性生产，都是植物将太阳能直接或间接转换为碳水化合物、蛋白质、淀粉和脂肪等。其转换方式，就是通过绿色植物的光合作用。因此，对以喜凉作物和牧草为主的高原和广大温带地区来说，只有日平均气温 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 生长季的太阳辐射，对生物生产才起作用。然而，生长季植物进行光合作用，也并非利用太阳全光谱，而是只利用可见光（波长约0.4—0.7微米），一般称之为光合有效辐射。

据在呼伦贝尔草原观测,生长季光合有效辐射约占直接辐射的41%,占散射辐射的50%。用这些百分率分别去乘生长季各地的直接辐射和散射辐射,便得光合有效辐射(如表6)。

本区生长季的光合有效辐射分布趋势与总辐射一致。二连浩特、阿勒泰等地最少43—45千卡/厘米²,拉萨一带最多达67千卡/厘米²,其余地区介于二者之间。

表6 生长季总辐射与光合有效辐射

地 点	生长季总辐射 (千卡/厘米 ²)			光合有效辐射 (千卡/厘米 ²)		
	直 接	散 射	总 量	直 接	散 射	总 量
阿 勒 泰	67.0	31.3	98.3	27.5	15.7	43.2
二 连 浩 特	67.8	34.2	102.0	27.8	17.1	44.9
大 同	65.6	38.3	103.9	26.9	19.2	46.1
敦 煌	75.8	49.4	125.2	31.1	24.7	55.8
银 川	66.2	47.4	113.6	27.2	23.7	50.9
和 田	52.9	70.4	123.3	21.7	35.2	56.9
格 尔 木	68.2	45.8	114.0	28.0	22.6	50.6
兰 州	55.9	52.6	108.5	22.9	26.3	49.2
狮 泉 河	84.8	24.6	109.4	34.8	12.3	47.1
昌 都	67.2	50.7	117.9	27.6	25.4	53.0
拉 萨	104.0	50.2	154.2	42.6	25.1	67.7

本区生长季的辐射与长江中下游比较,东北部二连浩特纬度、海拔均比长江下游的南京高,生长季约短130天,但总辐射和光合有效辐射只少7.1和4.5千卡/厘米²。拉萨和重庆纬度相当,海拔高3000米以上,生长季短88天,总辐射和光合有效辐射却多70.5和28.9千卡/厘米²(表7)。不难看出,本区拉萨等地生长季获得的太阳辐射比长江中下游都丰富得多,这就为创高产提供了雄厚的物质基础。

表7 本区与长江中下游生长季的辐射比较

地 点	北 纬 (度)	海 拔 (米)	生 长 季		
			天 数	总 幅 射 (千卡/厘米 ²)	光合有效辐射 (千卡/厘米 ²)
二 连 浩 特	43.7	965	204	102.0	44.9
拉 萨	29.7	3658	277	154.2	67.7
重 庆	29.6	261	365	83.7	38.8
南 京	32.0	9	333	109.1	40.4

光能亦可转换成热能,用于生产和生活。近年来,本区兴建了许多日光温室,在蔬菜栽培等方面起了重要作用。如海拔3600多米的拉萨河谷,日光温室早春、晚秋以种植绿叶蔬菜为主,夏秋以生产瓜果等细菜为主。一座占地约12亩的日光温室,一年提供新鲜蔬菜10万斤以上。海拔4500米左右已接近作物种植上限,但日光温室尚能栽培某些喜温蔬菜,并获得较

高产量。

3. 冷热干湿具备, 适宜发展不同生态型家畜和作物。家畜和作物的生态类型是在气候类型的基础下形成的, 只有根据气候生态类型配置农、林、牧业生产, 才能充分发挥其生产潜力。

青藏高原气候寒冷, 东部为湿润半湿润地区, 适宜发展牦牛、藏羊等大小牲畜; 西部干旱半干旱地区, 以藏羊等小牲畜为主。著名的“西藏江南”、湿热多雨, 适宜发展水稻、玉米、茶树、柑桔、香蕉、芭蕉等热带亚热带作物, 牲畜亦以较喜温的黄牛为主。

内蒙和黄土高原, 地处温带, 冬季寒潮冷空气南下首当其冲, 气候较寒冷; 夏季温暖, 降水集中。东北部等半湿润半干旱草原, 以披碱草、大针茅等大型禾草为主, 适宜发展牛、马和绵羊等大小牲畜; 西北部的荒漠草原和草原化荒漠, 牧草以小型针茅为主, 牲畜主要为耐旱而又比较耐热的骆驼和山羊等; 中部河套和宁夏平原, 属半干旱气候, 但沟渠纵横, 灌溉便利, 适宜发展小麦、玉米、水稻和杂粮。驰名中外的滩羊, 皮裘轻柔, 毛弯曲而美观, 保暖性能良好, 是中卫等地的特产。

新疆、青海等地的内陆盆地, 气候炎热干燥, 大部分为沙漠。但其中的河谷与绿洲, 有地下水与冰雪融水可供灌溉, 南疆和北疆的长绒棉、吐鲁番的葡萄、鄯善的哈密瓜、库车的羔皮羊等, 品质优良, 名扬中外, 无不是当地气候条件下的产物。

多种气候类型, 是发展不同生态型家畜和作物的基础。由于本区有干、湿、冷、暖等各种气候类型, 家畜和作物亦有喜温、喜凉、耐旱、喜湿等生态类型。因此, 正确配置农、林、牧业生产, 对于获取高产和维持生态系统平衡具有重要作用。

4. 光、温、水配合好, 有利于发挥生产潜力。本区光照最强, 温度最高, 降水量最集中的季节, 正是植物的旺盛生长季节, 不像地中海气候那样, 冬春多雨, 夏季高温干旱, 光、温、水极不协调, 气候资源难于充分发挥生产潜力。

本区光、温、水同季, 幅射强度大, 大部份地区生长季日总辐射量4000—500卡/厘米², 西南部最高达550—600卡/厘米²。在强光下, 只要温度适宜, 光合作用便能充分进行。不同作物光合作用要求的适宜温度不同, 麦类等喜凉作物为10—25℃, 水稻、玉米等喜温作物为20—33℃和30—40℃。本区各地温度高低不同, 作物配置各异。青藏高原的河谷地区, 种植小麦、油菜等喜凉作物, 新疆、宁夏、内蒙的内陆盆地和河谷盆地(平原), 种植棉花、水稻、玉米等喜温作物, 生长期內都能达到或接近光合作用的适宜温度。

光合作用强弱还受水分因子的影响。本区是灌溉农业, 灌水多少据根作物的需水要求, 不像湿润地区那样, 大量的热量消耗于水蒸发上。也就是说, 灌溉农业水能保证与光、温配合良好。在CO₂供应正常, 空气湿度较小, 不利病虫害发生等前提下, 能较充分发挥光、温、水等气候资源的生产潜力, 故作物的单产甚高(表8)。

在表8中、小麦、青稞、油菜等作物单产为全国最高纪录。玉米和水稻仅次于黑龙江(2032斤/亩)和福建的早、晚稻(分别为1508.8斤/亩、1606.7斤/亩)居全国二、三位。本区单产如此之高生长期(冬小麦、水稻为返青——成熟, 其余为出苗——成熟)的光能利用率: 春小麦、玉米和水稻仅5—6% (据内蒙呼和浩特地区实测, 玉米垅上最大光能利用率可接近10%), 油菜还不足2%。如能从培育高光效品种、改进栽培技术措施方面入手, 将光能利用率提高2%, 青稞、水稻单产可达1800—2000斤/亩, 玉米2400—2500斤/亩, 小

麦2700—2800斤/亩，产量增加相当可观。

表8 本区各种作物的高产纪录和光能利用率

作物种类	单产 (斤/亩)	种植面积 (亩)	地点	年份	生长期光能 利用率(%)
春小麦	2026.1	3.97	青海省香日德	1978	5.9
冬小麦	1742.8	1.66	西藏日喀则	1979	3.3
青稞	1225.8	1.23	西藏日喀则	1979	3.3
玉米	1800.0	—	内蒙呼和浩特	1973	5.3
水稻	1512.3	1.21	宁夏灵武		5.2
油菜	822.0	1.27	西藏拉萨	1979	1.6

5.风能资源可供利用，为“四化”提供辅助能源。本区利用风能资源有良好基础。据调查，仅内蒙古自治区风能资源就占全国的30%，相当于 747×10^6 马力，约等于 549×10^6 瓩^①。在内蒙古锡盟、甘肃平凉、西藏安多等地，不仅研制了不同型号的风力发电机，解决了部份蒙古包的照明用电问题，而且安装了不同功率的风力提水机和磨面机，部份解放了人畜饮水、草场灌溉、粮料加工等问题。海拔4800米的西藏安多县，受高空西风急流的影响，冷季风大（平均风速6米/秒左右）；受高原季风的控制，暖季降水多（约占全年的97%）。牧民们便把利用风能和利用水能结合起来，基本上实现了磨糌粑、打酥油半机械化。如盖尔马冬季牧场，利用直径1.5米左右的简易风车被动石磨磨糌粑，只需一人照料，一天一夜可磨青稞250斤左右，工效比单纯用人力提高10倍。多玛区布曲公社，6—9月用水力带动搅拌机打酥油，半小时可处理鲜奶120斤，产酥油16—26斤。第一生产队原来每天挤奶打酥油需劳力16人，劳动强度大，改用水力后，4个人半天就够了，劳动强度减小，工效提高8倍。不足之处是水力搅拌加温快，产酥油率较低，需进一步试验改进。由此可见，充分利用风能资源，对于实现畜牧业生产半机械化具有现实意义。

总之，从本区气候有利条件来看，复杂多样的气候类型，丰富的自然能源，光温水的良好配合，等等，都可以充分加以利用。

（二）不利条件：

1.干旱少雨风沙大，缺水草场产量低。本区西北部广大地区，除山地外，年降水量在100毫米以下，是我国最干旱的地区。年平均风速3—5米/秒，且多大风，羌塘高原一带是我国大面积的大风区。据研究，南疆地区平均风速4.8—6.2米/秒，就能吹起地面尘沙和干土粒，形成风沙天气。塔里木盆地、柴达木盆地、阿拉善高原等广大沙漠地区，年中风沙天气甚多，如和田、民勤、老东庙等地，平均每年沙暴日数34—38天，最多年份达45—84天（表9），大量流沙复盖草场，危害农作物。

据观察，近几十年青海的沙漠不断扩大，如共和县头塔拉和贵南县木格滩两地的活动沙丘，每年向东南推进6—20米，使草场面积缩小，并且沙化。香日德和诺木洪两个国营农场，1970年遭风沙灾害面积达1.4万亩，其中0.6万亩被风沙吞没，浪费种籽20余万斤。

①揭开风能之谜，中国青年报，1980年6月21日1版。

表9 本区的大风和沙暴天气

地 点	全 年 大 风 (天)	沙 暴 日 数	
		年 平 均 (天)	最多年份 (天)
榆 林	10	13.9	33
民 勤	24	37.2	59
曲 麻 莱	101	16.2	41
改 则	200	30.2	38
和 田	8	33.6	52
阿 合 奇	22	19.1	25
哈 密	88	16.0	45
老 东 庙	52	34.0	84

在干旱、风沙的影响下，加之鼠害和过度放牧，各地草原产草量差异很大。如内蒙东部的干草原和草甸草原，亩产干草150—200斤，宁夏、甘肃、新疆的荒漠草原和干草原，亩产干草仅50—100公斤，而西藏的高山草甸和高山草原，亩产干草只有40—90公斤，相差2—3倍。

2.降水集中强度大，水土流失重。本区绝大部份地区年降水量的80—90%以上集中于5—10月。西北部除局部山地外，无大雨和暴雨，水土流失相对较轻。东南部察隅、榆林等地，每年大雨2—4天，暴雨1天左右。以察隅为代表的藏东南地区，植被复盖度大，水土流失不太严重。以榆林为代表的黄土高原地区，植被覆盖度极小，坡地占70%以上，黄土成份中60%以上为粉沙粒，胶结力弱，疏松多孔，易溶于水，水土流失极重。在迳流集中的地方，形成沟蚀、陷穴和悬沟。在重力作用下，出现崩塌和滑坡。在风力作用下，表土易受风蚀。在三者共同作用下，造成严重水土流失。整个黄土高原水土流失面积占总面积的90%以上，三分之一以上的面积变成了沟壑，土壤侵蚀模数一般为5000—10000吨/方公里·年。水土流失使生态系统失去平衡。

3.冬春“黑”、“白”灾，牲畜死亡多。“黑”、“白”灾都是发生在冬半年的畜牧气象灾害。在内蒙西部，宁夏、甘肃北部，青海西南部等冬春以积雪为牲畜饮水的地区，由于降雪少，无积雪，牲畜缺饮水，不得不推迟（提前）进入（撤出）冬营地。放牧的牲畜为寻找饮水，每天跑很远的路程，极度疲乏，体质衰弱，逐渐枯竭或染病而死，造成“黑”灾。内蒙和西藏东北部，青海南部，新疆北部等地，冬春降雪多，积雪厚，草场被积雪复盖，牲畜吃不上草、冻饿而死，造成“白”灾。据有关部门统计，自1949—1978年的29年间，我国牲畜遭受“黑”、“白”灾害和染病而死等总共达6024万头（只），相当于同期卖给国家总数的1.36倍。

综上所述，本区是一个以高原为主体的干旱草原地区，地貌条件复杂，气候类型多样，提供了非常丰富的自然能源。但西北部降水少、风沙大，黄土高原水土流失严重，牧区牲畜“黑”、“白”灾普遍。只有充分认识这些有利、不利条件，趋利避害，才能使气候资源在农业现代化中更好地发挥作用。

三、从气候特点看本区的发展方向

本区自然地理环境独特,气候类型复杂多样,若保护、利用不当,极易导致水、土、生物资源等的不平衡,引起生态系统的恶性循环,发展农、林、牧业生产必须严格遵循因地制宜的原则。

(一)本区东北和东南边缘地区的大兴安岭和川西——藏东南林区,是我国最大的两个天然林基地,是防止风沙向东。向南侵袭的天然屏障,对维持脆弱的生态平衡具有重要作用。境内的贺兰山、六盘山、祁连山、天山、阿尔泰山等山地森林,呈孤岛状分布,它们既是人工营造防护林的种源基地,又是建设“三北”防护林体系的基础。这些地区外围,最热月平均气温 $>10^{\circ}\text{C}$,年降水量400毫米上下,林木可以生长。因此,保护好这些森林,以此为基础营造防护林,实行乔、灌、草和带、网、片结合,按流域、沿山系综合规划治理,使森林面积逐步向四周扩展,不仅可以以林护林,以林护牧,而且可以改善农业基地的生态环境条件,收到较好的效果。故发展林业是本区的首要任务。

(二)本区畜牧业生产历史悠久,是我国主要牧区。根据各地的生产基础和气候、草场条件,高寒的青藏高原,应大力发展藏羊和牦牛。内蒙东部、新疆北部等地,气候寒冷,水分条件较好,适宜发展牛、马和绵羊。黄土高原温凉半干旱,适宜发展驴、骡和羊。以阿拉善高原为中心的荒漠草原,向东至内蒙西部,向西至南疆沙漠,应以发展骆驼为主。绵羊不耐湿热,干草原最适宜发展。山羊适应性强,各地均可放养。裘皮羊、羔皮羊要求夏季干热,冬季温和的气候条件,内蒙西部、宁夏大部,甘肃北部、新疆南部等地均可作为发展基地。

本区草原总面积虽大,但气候干旱,荒漠和高寒草原占60%以上,应大力改良,种植优良牧草,为进一步发展畜牧业提供充足的草料。

(三)本区耕地很少,农业只在有限范围内发展。西辽河、河套、宁夏等平原,河西走廊及新疆的沙漠绿洲,热量条件较好,地表和地下水较丰富,基本有灌溉保证,适宜种植小麦、玉米、水稻、棉花、油菜、甜菜等粮食和经济作物,并可建成商品粮、棉基地。青藏高原的河谷盆地,气候温凉,大部亦有灌溉保证,以种植一季喜凉作物为主,累创全国单产最高纪录。这些地区不宜追求扩大耕地面积,应以提高单产为主。通过培养高产典型,摸索高产条件,探讨高产措施,总结高产经验,逐步普及推广。黄土高原水土流失严重,作物单产很低,在按流域、山系设置“绿色走廊”的基础上,有条件的地方,亦可发展农业。

(四)水是干旱地区发展农、林、牧业生产的关键。就灌溉水源而言,本区地表水和地下水还是比较丰富的。以干旱的宁夏和新疆为例,前者地表水306亿立米,地下水动储量30亿立米;后者地表水900亿立米,地下水达300—400亿立米。但是,地表水主要集中在小江大河和湖泊中,除引黄灌区外,一般利用率较低。地下水汇集于冲积平原、山前地带和盆地底部,新疆古有“坎儿井”,内蒙、宁夏亦打了大量机井开采地下水,用以灌溉农田、草场和供人畜饮用。被称为“固体水库”的高山冰川和积雪,遍布于本区阿尔泰山、天山、昆仑山、喀喇昆仑山、祁连山、唐古拉山、冈底斯山、念青唐古拉山、喜马拉雅山等高山上部,总面积44000平方公里,蓄水总量23000亿立米。高温干旱季节,冰雪融水可供灌溉山下的农

田和牧场。目前除天山、祁连山地区利用较充分外，其余地区还有较大的潜力。

(五) 我们强调按不同气候类型因地因条件制宜布局农、林、牧业生产的同时，也强调人类调节、改造气候的作用。早在唐朝时，王之涣写过一首诗：“黄河远上白云间，一片孤城万仞山。羌笛何须怨杨柳，春风不度玉门关。”这里的春风，指的就是东南和西南季风。玉门关以西、以北季风吹不到，缺乏水汽来源，降水稀少，一片孤城，万仞荒山。但是，到了清朝，文人杨昌浚发现，春风度玉门关了。怎样度的呢？他写道：“大将筹边未肯还，湖湘子弟满天山。新栽杨柳三千里，引得春风度玉关。”一句话，就是植树造林起的作用。解放后，植树造林改造气候的例子也很多。内蒙赤峰县，过去无林，风沙严重。经过30年来的努力，基本上实现了林网化，粮食比解放初期增长2.8倍，大小牲畜增长3.3倍，木材蓄积量接近百万立方米。防护林网保证了农、林、牧业生产的稳定发展。可以预料，随着“绿色万里长城”——“三北”防护林体系的建成，本区的生态平衡将由恶性循环逐渐向良性循环演变，生产将获得稳步发展，人民生活将不断改善。

我国西北地区的群众，过去把“山青生富贵，水秀享荣华”的对联刻在祖坟的石碑上，作为一种美好的愿望。现在，党中央作出了建设“三北”防护林体系的英明决策，是人心党心所向，大家共同努力，美好的愿望一定能够实现！

从甘肃的农业气候特点 谈农业布局问题

甘肃省气象局气象科学研究所

缪培俊 余优森 葛秉钧 黄关寿

甘肃省位于我国中部，南北相距约10个纬度，东西相距约16个经度，是一条东南—西北向的锚形地带，总面积约43万平方公里，地处青藏、黄土和蒙古三大高原的交汇衔接地带，高低悬殊，植被稀少。由于独特的地理位置和地形，使得我省气候复杂多样，农业耕作制度和作物种类繁多，自然资源丰富，同时，灾害较多。

一、我省的农业气候特点

1. 太阳辐射强，光照充足。光能是绿色植物进行光合作用的能量源泉。由于我省大部分地区少雨干旱，晴天多，海拔较高，因而，太阳辐射强度和总量都很大，日照时数也多。

我省年太阳总辐射量为110—160大卡/厘米²·年之间，由东南向西北递增。最大值在河西敦煌、安西、民勤等地，达155大卡/厘米²·年左右，仅次于全国年总辐射最大的西藏和柴达木盆地；最低值在陇南的文县、康县、武都一带，仅110大卡/厘米²·年，是全国年总辐射值低中心（四川盆地）的边缘。与我国东部同纬度比较，除陇南外大都比东部为高（表1）。

表1 我省主要地区与同纬度东部各地年总辐射值比较 (大卡/厘米²·年)

	敦煌	大同	酒泉	北京	民勤	石家庄	兰州	青岛	天水	郑州	西峰	济南	武都	盐城	拉萨
北纬(度)	40°08′	40°06′	39°46′	39°48′	38°43′	38°04′	36°03′	36°04′	34°33′	34°43′	35°42′	35°27′	33°25′	33°23′	29°42′
年总辐射	154.6	141.1	150.7	130.1	139.2	131.6	130.5	126.7	113.4	125.7	129.9	112.4	116.7	120.3	195.0

注：除敦煌、北京、民勤、兰州、郑州、济南、拉萨为实测值外，其余引自王炳忠、李立贤计算值资料。

我省全年日照总时数为1600—3400小时，由东南向西北递增。河西是我省最多的地区，达3000—3400小时，在我国北方全国日照最多区（鄯善、哈密盆地）的边缘。陇南是全省最少的地区，大部分不足2100小时，处于全国年日照总时数低中心（四川盆地）的边缘，与我国同纬度东部各地比较，除陇南外大都比东部要多（表2）。

表2 我省主要地区与同纬度东部各地年日照总时数比较(单位：小时)

站名 日照	煌敦	大同	酒泉	北京	民勤	石家庄	兰州	青岛	天水	郑州	西峰	济南	武都	盐城	哈密
北 纬	40°08′	40°06′	39°46′	39°48′	38°43′	38°04′	36°03′	36°04′	34°33′	34°42′	35°42′	35°27′	33°23′	33°23′	42°49′
年日照 总时数	3266	2855	2906	2778	3031	2756	2648	2559	1981	2438	2415	2668	1919	2311	3400

我省不仅太阳辐射能丰富，日照充足，且光质好，这对提高产量和产品品质有很大潜力，表现为籽粒千粒重高，小麦的蛋白质含量、瓜果和甜菜含糖量、油料作物含油量、洋芋的淀粉含量均比较高。据甘肃省农科院1964年测定阿勃小麦蛋白质含量的资料，同一品种原产地为12.6%，天水14%左右，兰州15%，河西高于15%以上，这是因为太阳辐射中多蓝紫光的缘故。

可见，光能是我省得天独厚的农业气候资源，然而，目前农业生产的光能利用率却很低。据计算全国 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 时期生理辐射利用系数为2%的光合生产潜力（如表3），看出我省光

表3 全国 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 时期生理辐射利用系数为2%的生产潜力 (公斤/亩)

地 区	延吉、哈尔滨、齐齐哈尔一线以北	青岛、宣化、呼和浩特、河套一线以北和北疆	华北平原、长江中下游（赣江除外）、甘肃、宁夏、山西、陕北	关中、汉江上游、嘉陵江、乌江流域	南疆、华南、云南高原	海南岛、西昌、澜沧江	柴达木盆地、藏南谷地
生产潜力 (公斤/亩)	400	400—500	500—600	500以上	600以上	700以上	500—600

合生产潜力仅次于海南岛、华南、云南、南疆等地区，与华北平原、长江中下游和柴达木盆地、藏南谷地相当。目前，全国涌现出的高产先进社队，已远远超过2%的生理辐射利用水平，如位于邻近的柴达木盆地香日德和诺木洪农场，春小麦亩产普遍超千斤，最高亩产达

1500斤，光能利用率超过了2%。我省只有个别亩产超千斤的队，光能利用率不过2%，而一般灌溉小麦亩产不过250斤，旱地不到百斤，光能利用率就更低，说明我省的光合生产潜力很大。当前限制光能充分利用的因素，主要是干旱缺水，农业技术水平低劣，耕作粗放，只要能解决水的问题，提高科学种田的水平，改革耕作制度，农业单产就可获得大幅度提高。

2. 热量分布复杂多样，垂直气候显著。我省热量分布除具有温带季风气候共有的特征，如水热同季，冬季较冷，夏季温热外，最大的特点是地区和垂直分布差异性大，大陆性气候显著，日较差大。

由于我省地处三大高原的交汇处，山地高原约占总面积四分之三以上，地形复杂，因而热量的纬向分布不甚明显，主要是受地形、地势影响，形成随地形分割的条块相间的不规则热量分布区（图1）。图中看出我省的热量资源不如同纬度的东部地区丰富，但就本省而言，热量相对比较富裕的地区有两个：一是武都白龙江河谷和徽成盆地， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温3500—4500 $^{\circ}\text{C}$ ；二是敦煌、安西盆地为3500 $^{\circ}\text{C}$ ，其次是陇东和黄河、渭河河谷和河西走廊，积温2500—3000 $^{\circ}\text{C}$ 。热量不足的低值区也有两个，一是甘南草原，二是祁连山区，积温小于1500 $^{\circ}\text{C}$ 。高低之间相差3000 $^{\circ}\text{C}$ ，构成了我省的农业气候型，既有陇南河谷亚热带湿润区，又有陇南北部暖温带湿润区、陇中南部温带半湿润区、陇中北部温带半干旱区、河西走廊温带干旱区、敦煌安西暖温带干旱区，还有甘南高寒半湿润区和祁连山高寒半干旱区。

复杂多样的气候类型和自然条件，形成了混杂的农、林、牧、副各业，以及种类繁多的农作物、经济作物、药材、果树、森林、畜牧和耕作制度（表4）。

表4 甘肃省热量条件与作物及耕作制度分布

熟制	北亚热带 经济林木 一年二熟制	一年二熟制	两年三熟制	一年一熟制	牧区
$> 0^{\circ}\text{C}$ 积温	4500—5000 $^{\circ}\text{C}$	3800—4000 $^{\circ}\text{C}$	3000—3500 $^{\circ}\text{C}$	2500—3000 $^{\circ}\text{C}$	$< 2500^{\circ}\text{C}$
$> 10^{\circ}\text{C}$ 积温	4000—4500 $^{\circ}\text{C}$	3000—3500 $^{\circ}\text{C}$	2500—3000 $^{\circ}\text{C}$	1500—2500 $^{\circ}\text{C}$	$< 1500^{\circ}\text{C}$
年平均气温	13—15 $^{\circ}\text{C}$	9—12 $^{\circ}\text{C}$	6—9 $^{\circ}\text{C}$	2—6 $^{\circ}\text{C}$	< 2
一月平均气温	2—3.5 $^{\circ}\text{C}$	-1—-9 $^{\circ}\text{C}$	-5—-12 $^{\circ}\text{C}$	-8—-12 $^{\circ}\text{C}$	< -8 —-12 $^{\circ}\text{C}$
年极端最低气温	-5—-10 $^{\circ}\text{C}$	-14—-29 $^{\circ}\text{C}$	-20—-33 $^{\circ}\text{C}$	-25—-30 $^{\circ}\text{C}$	-25—-30 $^{\circ}\text{C}$
分布地区	文县、武都、康南、舟曲、徽县的白龙江、嘉陵江河谷	敦煌、安西盆地、陇南大部、黄河、渭河、泾河河谷	平凉、庆阳河西走廊农业区中部干旱地区的部分地区	河西沿山农业区、中部干旱山区、陇南高寒山区	甘南草原、祁连山区、岷山区、华家岭等
作物和耕作制组合	柑桔、茶叶、油茶、小麦、水稻、甘薯、玉米、花生 小麦+水稻 小麦+大豆 油茶+水稻	棉花、小麦、玉米、高粱、油菜、小麦+糜、谷或+洋芋、荞、绿肥	小麦、玉米、糜谷、洋芋、胡麻、油菜 小麦+复种+秋作物，复种、间套包括荞、糜、谷、洋芋、绿肥	春小麦、油菜、禾田、青稞、蚕豆、豌豆	多年生牧草、青稞、燕麦、油菜、豌豆

我省地势高低悬殊，山区垂直气候显著，尤其是陇南山区更加明显。我们分析天水、钟梁山两站的气象资料得出的温度递减率如表5。两地的纬度和地表状况相同，高度相差500多米，平均海拔每上升100米，温度递减0.44℃，≥10℃积温减少144.5℃，间隔日数减少5.6天。

山区的垂直气候分布，形成了多样化的立体农业和植被。表6是陇南康县南部山区垂直剖面的植被、作物分布与垂直气候变化。表明在同一地区不同海拔高度，由河谷到山顶包括了由北亚热带、暖温带、中温带到冷温带各种气候和农业类型。群众说：“十里不同天”，“旱收山，涝收川”就是对我省山区垂直气候和立体农业的形象描述。

表5 天水空旷山地的垂直温度递减率（资料年代：1660—65年）

地理位置	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	年平均	≥10℃			
	月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	初日 (日/月)	终日 (日/月)	间日 (天)	活动积温(℃)
钟梁山 34°36' N 105°38' E 1650米	-4.1	-1.5	3.8	9.3	14.0	18.2	19.6	18.0	13.9	8.4	2.4	-3.2	8.3	2/5	29/9	150.0	2542.0
天水市 34°35' E 105°45' N 1131米	-2.8	0.6	6.3	12.0	16.6	20.8	22.3	21.5	16.4	10.9	4.4	-1.7	10.6	16/4	11/10	179.8	3305.5
差 值	1.3	2.1	2.5	2.7	2.6	2.6	2.7	2.6	2.5	2.5	2.0	1.5	2.3	推 迟 17 天	提 前 13 天	减 少 29.8天	减 少 763.3℃
递减率 ℃/100米	0.25	0.40	0.47	0.51	0.49	0.49	0.51	0.49	0.47	0.47	0.38	0.28	0.44	3.2	2.5	5.6	144.5

表6 康县南部山区垂直剖面的植被、作物分布与气候差异

垂直海拔 高度(米)	600—850	850—1200	1200—1500	1500—1800	1800—2200
指示植物	柑桔、茶叶、棕榈、水杉、慈竹、枇杷、油茶、油桐、巴焦、乌柏	茶叶、棕榈、毛竹、枳壳、樟、杜仲、红青岗、枫香、柿、核桃、板栗	红青岗、华山松、麻栎、枫香、小箭竹、核桃、柿、漆树、板栗	水青岗、桦、核桃、漆树、华山松、五角枫	灌木丛、冷杉、华山松、漆树、桦、贝母、羌活
植 被					
耕作制度	一年两熟 小麦+玉米 油菜+水稻 花生、甘薯	一年两熟或两年三熟 麦子+黄豆或荞玉米、水稻(上界)	两年三熟或一年一熟 玉米、小麦、荞	一年一熟 小麦、玉米、荞	不种作物
≥10℃ 积 温	4000—4500	3500—4200	3000左右	2500—3000	1500—2500

注：引自康南农业气候资源考察资料。

根据复杂多样和山区垂直气候显著的特点，我省的农业布局、作物品种搭配和耕作制度等，都必须因地制宜，从实际出发，要多样化，有农业立体观念，不能单打一，一刀切。注意扬长避短，既要根据当地气候特点，利用最佳的农业气候生态型，适当集中某些最宜的作