

中国热带、亚热带西部 丘陵山区农业气候资源研究

热带、亚热带西部丘陵山区农业气候资源
及其合理利用研究课题协作组

气象出版社

中国热带、亚热带西部 丘陵山区农业气候资源研究

热带、亚热带西部丘陵山区农业气候资源
及其合理利用研究课题协作组

气象出版社

1994 年

(京)新登字 046 号

内 容 简 介

本书系中国气象局“七五”重点科研项目《中国热带、亚热带西部丘陵山区农业气候资源及合理利用研究》课题系列专题研究成果总结。内容包括热带、亚热带西部丘陵山区光、热、水资源,山区逆温,农业气象灾害、农林作物物候、粮食低产气象原因,农业布局、开发战略,山区农业气候资源数据库及总体综合研究等共 11 篇论文。

本书的各项成果,在大量丰富的山区剖面考察、生产调查及气象台站网最新资料基础上,系统分析论证了中国热带、亚热带西部丘陵山区农业气候资源的基本特征,优势、潜力、问题及合理开发的科学途径。为我国山地气候资源研究及开发,西部山区资源多样性、综合性的整体优势的发挥,及经济发展与生态保护的同步建设提供了科学依据。本书可供从事农业、气候、环境和区域资源开发规划等方面的生产、科研、教学及管理部门的人员参考。

中国热带、亚热带西部丘陵山区农业气候资源研究

热带、亚热带西部丘陵山区农业气候资源及其合理利用研究课题协作组

* * *

气象出版社出版

(北京西郊白石桥路 46 号)

北京市海淀永盛印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 全国各地新华书店经销

* * *

开本: 787×1092 1/16 印张: 13 字数: 300 千字

印数: 1000

1994 年 3 月第一版 1994 年 3 月第一次印刷

ISBN7-5029-1666-0/P·0675

定价: 18.00 元

前 言

中国热带、亚热带西部丘陵山区，地处秦岭以南、青藏高原东侧至 112°E 之间，是我国大地形的二、三阶地。受复杂地形和东亚季风及高原环流影响，形成了从热带到北亚热带，从湿润到半湿润、半干旱等多种气候类型和区系繁多的生物资源，盛产粮、油、糖、烟、果、茶、名贵中草药及林特产品，农产品的多样性指数位居全国各大农区之首，具有农、林、牧、副、渔多种经营综合发展的整体优势，是我国最具特色的农区之一。该区地处祖国大西南，战略地位重要，既是现今向西南周边国家开放的前沿，又是我国经济发展潜力最大和效益最好的地区之一。开发和建设大西南及海南特区，对我国现代化建设具有重要意义。实地考察和深入研究其丰富多彩的农业气候资源，揭示其优势、潜力和问题，是一项极其重要的先期基础工作。

继我国亚热带东部丘陵山区农业气候资源考察之后，于 1987 年在全国农业区划委员会的支持下，国家气象局组织了《中国热带、亚热带西部丘陵山区农业气候资源及其合理利用研究》课题协作组，参加单位有云南、四川、广西、贵州、海南、陕西、甘肃等省气象局，及中国气象科学研究院、南京气象学院、成都气象学院等单位。1987 年 12 月至 1990 年 2 月，在具有代表性的主要山系秦岭、巴山、横断山（牦牛山）、哀牢山、大娄山、岑王老山及五指山等七大山系的不同坡向，按相对于基带海拔的 300、500、1000、1500 米高度，统一布设 14 个山区剖面、65 个山区气候站点，进行了三冬二夏为期 27 个月的定位气候观测及主要农林作物的物候观测、剖面物候地带谱考察。根据山区剖面考察资料及在区内气象台站网近 30 年（1961—1990 年）资料基础上的光、热、水细网络（ $10' \times 10'$ ）推算，对其农业气候资源的时空分布特征及合理利用，进行了全面系统的研究。本书编汇了热带、亚热带西部丘陵山区光、热、水资源，山区逆温，农业气象灾害、农林作物物候、粮食低产气象分析，农业布局、开发战略、山区农业气候资源数据库及总体综合研究等共 11 篇论文。这些论文及研究报告综合反映了本课题的协作研究成果，揭示了区内农业气候资源垂直与水平分布的基本规律，优势、潜力、问题，及合理开发利用的正确途径，为亚热带西部山区和海南热区的资源优势开发及规划建设，提供了科学依据。本书可供从事农业、气候、环境等方面的生产、教学、科研和管理干部等人员参考。

本书各项成果报告系由课题技术小组集体研究分析，分工执笔，吕从中主编，编委（按姓氏笔划顺序）：吕从中、张养才、张统钦、余优森、肖修炎、庞庭颐、胡毅、黄玉生、熊志强、缪启龙，后增补卞福久同志。协作组各成员单位的课题组全体同志，在课题的外业考察、台站网基础资料统计，以及分析研究工作中付出了辛勤劳动和积极努力。整个课题的考察研究工作，受到所在地区省（区）、地、县气象部门及各级地方政府的大力协助和支持。课题研究工作还受到全国农业区划委员会张巧玲、向涛、李思荣，国家气象局刘余滨、沈国权等国志的指导，以及程受华、王远忠、刘长友、钟志武、周曙光、汤绪等同志的帮助。此外，本书是经宁荣莲、林言等同志的编辑、整理才得以出版，特此一并致谢。

目 次

热带、亚热带西部丘陵山区农业气候资源及其合理利用研究·····	(1)
热带、亚热带西部丘陵山区热量资源及其合理利用研究·····	(12)
热带、亚热带西部丘陵山区水分资源及其利用评价·····	(39)
热带、亚热带西部丘陵山区光能资源特征分析·····	(62)
热带、亚热带西部丘陵山区逆温特征及其利用的研究·····	(81)
热带、亚热带西部丘陵山区作物、林木物候分析及其利用研究·····	(93)
热带、亚热带西部丘陵山区农业气象灾害分布特征的研究·····	(116)
热带、亚热带西部丘陵山区粮食增产的气象问题与途径研究·····	(142)
热带、亚热带西部丘陵山区农业气候特征与农业合理布局·····	(162)
热带、亚热带西部丘陵山区气候资源开发利用的优化规划和战略决策·····	(183)
热带、亚热带西部丘陵山区农业气候资源数据库及应用软件系统·····	(198)

热带、亚热带西部丘陵山区 农业气候资源及其合理利用研究*

中国热带、亚热带西部丘陵山区（以下简称西部山区），包括琼、桂、滇、黔、川五省区及陕南、陇南地区，地处青藏高原东侧的二三阶地，位于 34°N 以南、 $97^{\circ}-112^{\circ}\text{E}$ 之间。区内从东南海域诸岛到大陆川西极高山地，海拔高差达 4—5 千米，且区内丘陵山地占 80%—90%，地形地貌极为复杂。本区受东亚季风及高原环流的双重影响，农业气候类型多样，生物区系复杂，大多地区为亚热带气候，全国 80% 以上的热带地区分布在本区南部。西部山区盛产粮、油、糖、烟、果、茶、木材、药材及林土特产，各类名优产品享誉国内外，具有农、林、牧、副多种经营综合发展的整体优势，是我国最具特色的农区之一。本区地处祖国大西南，战略地位重要，是历史上抵御外患、治理内乱、安度荒年的大后方，尔今又是向西南周边国家开放的前沿地带，具有不可替代的区位优势，是全国经济效益最高和发展潜力最大的地区之一。

随着改革开放的深入，开发和建设大西南已势在必行。因此，实地考察和深入研究西部山区极其丰富和多样的农业气候资源，分析其垂直与水平的地带性变化规律，揭示其内在的优势、潜力和问题，是开发建设西部山区的一项意义重大的先期基础工作，对区内农业的合理布局、结构调整、开发规划及其发展战略等，具有重要的理论与实践意义。

继我国东部亚热带丘陵山地考察之后，于 1987 年在全国农业区划委员会的支持下，国家气象局组织了《中国热带、亚热带西部丘陵山区农业气候资源及其合理利用研究》课题协作组，在秦岭、巴山、牦牛山、哀牢山、大娄山、岑王老山及五指山等 7 大山系设 14 个剖面 65 个山区气候站点（见表 1），自 1987 年 12 月—1990 年 2 月，进行了为期 27 个月的定位气候观测和主要农林作物（水稻、玉米、小麦、柑桔、油桐、杉木、漆树、油茶等）的物候观测。其间还进行了剖面的生产及物候地带谱考察；根据剖面考察及区内气象站网近 30 年（1961—1990 年）统计资料，分光、热、水、逆温、灾害、物候、粮食、名特、星遥感日照场解译、农业布局和发展战略等 11 个专题，对西部山区的农业气候资源及合理利用，进行了全面系统深入的分析研究。本文是对本课题上述有关研究成果的综述

一、农业气候资源特征

1. 农业气候资源丰富多彩，立体气候特征明显，干湿冷暖及强光寡照等不同组合的生态条件均具备，且环境容量大，发展大农业的自然条件极为优越。

西部山区是以亚热带和热带为主的气候区，区内地形复杂、气候多变，绝大部分地区

* 本文由吕从中执笔。

年日照时数变化在 1000—2800 小时之间, 总辐射量 3300—6000 兆焦耳/平方米·年, 年平均气温 14—25°C, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 日数为 200—365 天, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 3100—9800°C, 年降水量 800—2000 毫米, 农业气候资源丰富多样。

表 1 西部山区农业气候资源考察剖面测点布设位置一览表

(1987 年 12 月—1990 年 2 月)

山系		坡向	测点	海拔高度 m	经度 E	纬度 N	山系	坡向	测点	海拔高度 m	经度 E	纬度 N
西秦岭	东段	S	阳贾康 坝安县	831	105° 46'	33° 00'	大娄山	S	遵高凉 炉子堽 义子堽 凤关山 黄家山	844	106° 53'	27° 42'
				1004	105° 44'	33° 16'				1010	106° 56'	27° 49'
				1221	105° 36'	33° 20'				1150	106° 53'	27° 53'
	西段	S	临立武 江亭都 安化	800	104° 55'	33° 03'				1285	106° 52'	28° 02'
				1000	105° 00'	33° 09'				1470	106° 51'	28° 01'
				1079	104° 55'	33° 24'						
秦岭	S	汉姜留 窝子坝 大沟石	508	107° 02'	33° 04'	岑王老山	S	田凡伟 田珊后 田珊后 田珊后 田珊后 田珊后	278	106° 14'	24° 17'	
			800	106° 39'	33° 33'				520	106° 22'	24° 22'	
			1032	106° 56'	33° 38'				830	106° 24'	24° 22'	
			1400	106° 48'	33° 39'				1020	106° 25'	24° 23'	
			1880	106° 44'	33° 40'				1220	106° 25'	24° 24'	
									1490	106° 24'	24° 24'	
米仓山	N	汉南白 回水微 波家站 波家站 波家站 波家站	508	106° 56'	33° 04'	哀牢山	E	四大南 三家村 三樟木 三笋者 扎小	1100	101° 30'	24° 08'	
			537	107° 02'	33° 00'				1400	101° 29'	24° 08'	
			820	106° 58'	32° 49'				1700	101° 28'	24° 08'	
			1040	107° 03'	32° 48'				2000	101° 28'	24° 08'	
			1450	107° 04'	32° 46'				2300	101° 28'	24° 07'	
			2360	106° 59'	32° 42'				1030	101° 13'	24° 04'	
	S	微陈寨 鹿角台 三南	2360	106° 59'	32° 42'	W	田村铁 卡潭 章头 龙	1400	101° 14'	24° 06'		
			1724	106° 49'	32° 37'			1590	101° 16'	24° 06'		
			1250	106° 50'	32° 36'			2040	101° 17'	24° 06'		
			950	106° 53'	32° 25'			2220	101° 17'	24° 07'		
			805	106° 50'	32° 22'							
			579	106° 50'	32° 21'							
大巴山	N	安康梨 树家坪 袁家坪 袁家坪 袁家坪 袁家坪	291	109° 02'	32° 43'	五指山	N	儋兰加 黎母山 陵新白 水岭	169	109° 35'	19° 31'	
			550	108° 54'	32° 19'				290	109° 39'	19° 29'	
			800	108° 54'	32° 18'				345	109° 50'	19° 00'	
			1280	108° 54'	32° 11'				620	109° 41'	19° 08'	
			1900	108° 52'	32° 06'				14	110° 02'	18° 31'	
									360	110° 03'	18° 53'	
横断山	SE	米草横 鹿场山 58 道班 花 班坪	1104	102° 07'	26° 54'	S	三立毛 阿陀岭	570	109° 49'	18° 42'		
			1320	102° 04'	26° 56'			6	109° 31'	18° 14'		
			1620	102° 02'	26° 58'			187	109° 18'	18° 29'		
			1820	101° 58'	27° 03'			700	109° 31'	18° 36'		
			2180	102° 00'	27° 04'			970	109° 31'	18° 46'		
			2600	102° 01'	27° 04'							

我国热带气候的主体就集中分布在本地区的南部。海南省、滇南、桂南及川西南金沙江等低热河谷川坝区 (包括北热带和南亚热带) 的光热资源十分丰富, 年日照时数多达 2000—2800 小时, 年平均气温 18—25°C, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 6000—9000°C, 1 月平均气温高达 12—20°C, 终年少霜或无霜, 喜温作物可周年生长, 可实行“热三熟”种植。除干热河谷局部少雨外, 绝大部分地区降水充沛, 年降水量在 1200—2400 毫米之间, 多雨中心可达 2700—3000 毫米以上, 为我国最多雨区之一。是发展热作、特种经济林果及南药的最适地区。

具有中亚热带气候特征的四川盆地、云贵高原东部及桂北地区，是西部山区的主要组成部分。夏季炎热，冬季温暖，全年阴湿、寡照、多散射光是本区突出的气候特点。年日照时数 <1400 小时，为全国日照最少的地区之一。年平均气温 16—20℃， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 5000—6500℃，1 月平均气温 5—12℃，年降水量 1000—1800 毫米。区内四川盆地素称天府之国，是我国重要的粮油生产基地及柑桔、茶叶的主产区；而贵州以名酒名茶称著，中草药也极负盛名。

云南高原及川西南山地的西昌地区属中亚热带典型的山原气候，低纬高海拔，冬暖夏凉，四季如春，遇雨成冬，日照较充足，干湿季分明。区内既有高原山地，也有深切的低热河谷，非地带性影响具有支配作用。年日照时数 2200—2400 小时，为相对高值区。雨季前 3—5 月光照充足而干旱少雨，6—9 月则云雨多日照少。高原上，年平均气温 13—17℃，1 月平均气温 4—8℃，7 月平均气温 <22℃， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 天数 240—280 天， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 4000—5000℃，年降水量一般在 1000 毫米以下；中北部的干热河谷，温度偏高，降水则更少，年平均气温高达 20—22℃，1 月平均气温 8—12℃， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温达 7300—8000℃，与西双版纳不相上下，但年雨量仅 600—800 毫米，呈现典型的干热河谷特征。高原面上稻麦一年两熟或两年五熟，而在干热河谷则多为双三熟制，适宜香蕉、芒果、番木瓜及甘蔗生长，并种植有小粒咖啡、剑麻等部分热作。

北缘的秦巴山区，沿秦岭南坡海拔 800 米以下的浅山丘陵，及陇南海拔 1400 米以下的低山川坝区属北亚热带气候。年日照时数 1600—1800 小时，年平均气温 13—15℃， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 4000—5000℃，1 月平均气温 0—3℃，年降水量 700—1000 毫米以上。由于受秦岭的庇护，冬季温和，极端最低气温多在 -7—-10℃之间，是我国亚热带最北缘，越冬温度明显高于东部同纬地区。此区川坝区稻麦两熟，是当地重要的粮油基地，柑桔、茶树及油橄榄、油桐等也适宜在此生长，而且也是木耳、漆树、天麻等主要产区。

西部山区地貌复杂，立体气候千差万别。低谷长夏无冬，高原四季如春，山上冬长无夏，“一山有四季，十里不同天”是其气候垂直变化的真实写照。如地处云贵高原北部东川市的新村、汤丹、落雪三地，几乎在同一纬度上，水平距离仅 30 公里，由于相对高差均达 1000 米左右，气候有天壤之别，年平均气温分别为 20.2℃、13.1℃、7.0℃， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温为 6704℃、3519℃、747℃，年降水量则为 701 毫米、838 毫米、1136 毫米，分属南亚热带半干旱、南温带半湿润、北温带湿润气候，农作为一年三熟、两熟和一熟区。此情景在各地均不乏其例。

2. 热量资源丰富、类型多样，垂直差异显著，山原气候特点明显，冬暖突出，多山区逆温及暖区、暖带（层）。

区内自北到南、从内陆高山到滨海平原及海岛，绝大部分地区 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温在 3100—9700℃之间，具有山地温带到中热带等各类热量带。在高山峡谷地区，局地高差达 2000 米以上，可纵跨几个垂直热量带。热带、亚热带占本区 80% 以上面积，全国热带约有三分之二集中于本区海南及滇南地区。本区亚热带山区的基带海拔较高，总热量水平不及东部同纬度地区，但同类热量带的分布高度，要比东部偏高 1000—2000 米，农林作物及相应熟制的分布高度，越往西越高。因此，西部山区是全国农业分布海拔最高的地区之一。

本区地处青藏高原的东侧斜坡上，自基层的亚热带到川西山地的温带和高原亚寒带之间，存在一气候过渡带层。在热量细网格计算和气象台站资料基础上，用北、中、南亚热带的热量指标，分段划分出亚热带西界。对中亚热带地区，因地形高耸或深切而形成的非地带性变化，以 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 日数 < 241 天（或7月平均气温 $\leq 20^{\circ}\text{C}$ ），及 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 $\geq 6500^{\circ}\text{C}$ 为指标，分别划出云贵高原夏凉区和金沙江河谷干热区两个2级热量区。为处理气候的地带性与非地带性关系及农业合理利用，打下了基础。

山区热量随海拔高度的增加而递减，线性关系显著。不同山系及坡向之间的垂直递减率值存在一定差异，据西部山区14个剖面27个月的实测，各热量要素每百米直减率：年平均气温为 $0.45\text{—}0.78^{\circ}\text{C}$ ， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温为 $136.9\text{—}332.8^{\circ}\text{C}$ ， $\geq 20^{\circ}\text{C}$ 积温为 $99.0\text{—}472.3^{\circ}\text{C}$ ， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 日数 $0\text{—}12.8$ 天， $\geq 20^{\circ}\text{C}$ 日数 $3.4\text{—}26.7$ 天。随着界限温度的升高，相应积温直减率也随之增大。各热量直减率的地区分布趋势是：南部大于北部，西部大于东部，干热区大于湿热区，各直减率随季节的变化复杂，平均状况是春大夏小，这同东部山区冬小夏大的分布有所差异。

以 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温、最热月平均气温、4—10月干燥度为主导指标，以作物气候生产力为辅助指标，对西部山区各剖面进行农业气候资源层划分，在相对海拔700—1000米以下，一般会出现3—4层，每层厚度平均250—350米，其层次、结构明显依赖基带气候特征。在热带、南亚热带山区，一年三熟和二熟农作制的过渡层，一般在相对海拔400—700米高度；而在中、北亚热带山区，一年二熟和二年三熟农作制的过渡层，在相对海拔100—300米高度。西部山区相对海拔300—700米以上，除河谷平坝为农区外，主要经营林、牧、副业及特种经济作物。

西部山区地处低纬高海拔，山原气候特点明显。除低热河谷、盆地外，气候一般都具有冬暖夏凉，气温日较差大，年较差小的特点。最热月平均气温多在 $20\text{—}26^{\circ}\text{C}$ 之间，云南高原（尤其是滇中地区）基本上没有夏季或夏季很短，没有高温危害，但夏温不足又限制了双季稻等喜温作物的种植。气温日较差普遍偏大，川西南山地及云南为 $10\text{—}12^{\circ}\text{C}$ ，其中滇西南缘及西北缘达 13°C 以上，有利于作物干物质积累和其优质高产。

本区冬暖突出、逆温明显，越冬条件十分优越。冬季受秦岭和高原的屏障庇护，又有东部的平原丘陵为冷空气通道，冷空气势力大为减弱，除桂东缘外，大部地区很少受寒潮侵袭，严重寒害极少。加之西部受高原南支西风带的热带、副热带大陆暖气团的影响，冬干少雨，气温偏高。1月平均气温和极端最低气温，比东部同纬度地区偏高 $3\text{—}8^{\circ}\text{C}$ 以上，低温冻害明显减轻。西部山区冬季辐射降温强烈，在山麓地带普遍存在地形逆温和暖层，为热带、亚热带经济林木的安全越冬提供了有利的条件。

据剖面考察资料分析，西部山区各山系，均有可能出现逆温暖带（层），但出现高度、频率、强度及时空规律，各山系剖面间有较大差异。多数是低层逆温，相对高度在500米以下，五指山北坡的低层逆温在120米以下。多数山系有两层以上的逆温，如哀牢山东坡低层逆温在海拔500—1100米，年均逆温频率为12.3%，厚度600米，强度 $1.0^{\circ}\text{C}/100$ 米；高层逆温在1700—2000米，逆温频率为8.2%，厚度300米，强度 $0.5^{\circ}\text{C}/100$ 米。逆温厚度在北部山区较大，在南部山区较小。一般冬季逆温频率大、强度较强，夏季逆温少，且强

度很弱。哀牢山西坡、大娄山南坡逆温的年变化较小，特别是大娄山南坡，夏季逆温频率较大，而冬季相对较小。逆温在剖面月平均气温的分析中也有明显的反映，主要出现在冬季，相对高度多在 220—400 米以下，逆温强度为 $0.20—0.54^{\circ}\text{C}/100$ 米，以大巴山北坡和哀牢山西坡最为明显。

3. 降水丰沛、干湿季分明，区间雨量多寡悬殊，云、雾、雨日多，秋雨、夜雨突出。

全区年降水量多在 800—2000 毫米之间。其中亚热带西部丘陵山区 800—1200 毫米，虽不及东部同纬度地区，但仍属湿润型气候范畴；海南、滇南热带地区 1200—2400 毫米，多雨中心可达 2700—3000 毫米以上，是我国最多雨区之一。生长季的农田水分盈亏量（降水蒸发差），除滇北、川西南金沙江及陇南白龙江干热河谷等局地亏缺 500—600 毫米外，其余大都为盈余区，盈余量一般为 300—500 毫米，海南、滇南及桂南沿海多达 800—1000 毫米以上。自北向南增加，在宏观上热水同步互补，有利农业的发展。

以反映一地水资源总量及收支水平的年降水量及降水蒸发差为主导指标，以反映一地降水月际分配好坏的生长季里农田水分亏缺时段为辅助指标，可将西部山区划分为 4 个水分区：滇中北及陇南等少雨区，四川盆地及滇中高原、陕南汉水流域中等雨量区，桂中、黔南、滇西南及四川盆东山地多雨区，桂东北、桂南、滇南及琼东丰雨区。年内降水分布，在冬干夏湿总格局下，自北向南和自东向西，雨季降水相对越集中，分布的峰度亦越大，冬春旱愈严重。年雨型大致可分为如下 4 种情形：约 105°E 以西（除滇西北怒江州外）为夏秋雨单峰型；以东为降水主峰在春末夏初有明显伏旱的春夏雨双峰型；桂南及海南为由秋季台风雨而形成的夏秋雨双峰型；滇西北怒江州局地，在正常夏雨季前有一早春桃花汛，形成独特的春夏雨双峰型。

干湿季分明是本区有别于东部同纬度地区的一大特点，年降水量的 80%—90% 集中在 4—10 月的生长季里。在地区间又有较大差异，东部是春雨夏旱，而西部是春旱夏雨，越向西干湿季越分明。生长季降水占全年降水量之比，自东而西可由 75% 增至 95% 以上。夏雨集中、热水同季，有利于农业生产，在同样年降水量条件下，其有效性高于四季均匀分布或夏干冬湿的西岸型气候。但不利的一面是，冬夏降水过于悬殊，对冬温普遍偏高的西部山区，冬干则限制了冬季光热资源的利用。

由于复杂地形及特殊环流的影响，西部山区降水量的地区分布也极不均匀。如四川盆地平原年降水量仅 900 毫米，而盆西缘迎风坡前的雅安则高达 1700 毫米。地处滇西南迎风坡的西盟地区，年降水量高达 2700 多毫米，而滇北、川西南地形较封闭的金沙江河，仅 500—700 毫米。再如桂西南十万大山东南坡，年降水量多达 3000 多毫米，而背风地带的左、右河谷则不足 1300 毫米。海南五指山的东坡之间年降水量也相差 1000 多毫米。

西部山区除局地干热河谷外，大部地区云、雾、雨日较多，年均总云量在 7—8 成以上，雨日 120—200 天，雾日 10—30 天，相对湿度在 70%—80% 以上。其中川黔地区受昆明准静止锋影响，终年云雨日较多，年均总云量多达 8—9 成，日照时数不足 1400 小时，是我国云量最多和日照最少的地方。因此对喜湿耐阴的叶用植物生长极为有利，品质上乘的名茶、名烟、名酒、名贵中草药，及柑桔类亚热带水果，也多集中产于此区。

本区多地形夜雨，为东部同纬度地区所少见。这与地处青藏高原东侧的特殊地形有关。

高原及边缘的高大山体，夜间辐射产生的冷平流，不断向邻近的河谷平坝暖湿空气的底部楔入，加之该区云雾多，夜间云层顶部的辐射强烈，致使大气层结极不稳定，常常出现夜雨天气。西南各地夜雨量一般可占全年降水总量的一半以上，以四川盆地最为典型，其夜雨量在 60% 以上。尤以川西和盆周山地为甚，高达 70%—80%，素有“巴山夜雨”之称。昼晴夜雨是农业最理想的降水形式，有利改善光合条件，提高水分利用率。

由于特殊的地形和环流影响，每年秋季我国西南地区形成阴雨连绵天气，覆盖着北自秦巴山区南至云贵高原的广大地区。云贵高原西部、川西、陕南等地秋雨量（9—11 月）约占全年的 20%—25%。海南因秋季常有台风侵袭，秋雨量占全年降水量的 30% 以上。连绵秋雨对晚秋作物的成熟收获、小春作物的播种不利，但对秋作物水分供应和经济林果的果实膨大却很有利。

山区年降水量随海拔高度的增高呈现 3 种变化：a. 大巴山北坡、牦牛山东南坡、哀牢山东坡等随高度降水量线性递增；b. 米仓山南北坡、五指山及岑王老山南坡等，降水量随高度呈抛物线变化，其最大降水高度自北向南出现在海拔 700—1700 米，或相对高度 700—1100 米之间，其分布趋势是多雨的地区和季节偏低，迎风坡低于背风坡；c. 西秦岭南坡降水量随高度呈线性递减，这是自东南向西北降水的地带性递减掩盖了垂直递增变化的结果。除西秦岭外，降水随高度变化的总趋势是递增的。每抬升百米，年降水量的平均递增率：以海南五指山最大为 97.5—372.2 毫米，西秦岭最小为 -2.8—-115.7 毫米，其余秦巴山区、牦牛山、大娄山、岑王老山及哀牢山为 12.2—53.8 毫米。随剖面基带降水量的增多而增大，随纬度的增高而变小。

年雨日随高度一般呈增加趋势，其中以线性及曲线单调增加为多，少数有抛物线或反抛物线型，会出现最多或最少雨日高度。平均每抬升百米约增加雨日 2—5 天，最多的 20.1 天（五指山东南坡），最少的仅 0.8 天（哀牢山西坡）。年平均相对湿度随高度的变化比较复杂，有线性递增（如五指山南坡、东南坡）、抛物线（五指山北坡、哀牢山东坡等）、反抛物线（西秦岭、哀牢山西坡等）及多拐点的不规则变化（秦岭、巴山、牦牛山等）。平均每升高百米相对湿度增加 -0.85%—1.85%，最大值出现在五指山及大娄山的南坡或东南坡，为 1.70%—1.85%；而哀牢山东西坡及秦岭南坡则呈负变化，每抬升百米减少 0.10%—0.85%。年雾日随高度的升高一般是递增的，具体山系之间也有所不同。较多的一类是先在剖面中下部出现一相对小值，而后再随高度的升高而增加，其所在山系及少雾层出现的海拔高度为：大巴山及米仓山北坡、岑王老山南坡 500—600 米，牦牛山东南坡及哀牢山西坡为 1500 米上下。与前例相反，哀牢山东坡及五指山东南坡，随海拔升高，则分别于海拔 2000 米及 3000 米左右出现一多雾层。而大娄山及五指山南坡，则一直呈线性增加。年雾日的剖面平均变化率，除西秦岭南坡西段终年基本无雾日，以及秦岭南坡为负值且每升百米雾日减少 2.4 天外，其余一般每升百米约增加雾日 5—13 天，最多的增加 131.2 天（大娄山南坡），较少的增加 2.4—3.8 天（哀牢山西坡及五指山东南坡）。上述雾日的垂直变化，对茶树等喜阴耐湿作物的高度配置，具有重要意义。

4. 日照及太阳辐射西强东弱，多寡悬殊，川黔地区云多雾重，阴湿寡照，散射光多于直射光，有利喜湿耐阴的珍稀名特作物生长。

太阳光能资源分布西强东弱。以西昌—曲靖—开远东一线为界，此线以西的川西南高原、金沙江河谷及云南、海南大部，为我国日照较多、辐射较强的地区，全年日照时数和总辐射量，均分别在 2000 小时和 5000 兆焦耳/平方米以上。其中川西南、滇西北的金沙江河谷及其周围，分别高达 2400—2600 小时和 6000 兆焦耳/平方米以上，仅次于西藏，为全国第二高值区，在有灌溉条件下，农作物光合作用旺盛，优质而高产。此线以东则是有名的川黔日照低值区，年日照时数小于 1400 小时，年总辐射量仅 3300—4000 兆焦耳/平方米，由于云多雾重，散射光常多于直射光，占总辐射量的 50%—60% 以上。这为喜湿耐阴的叶用植物烟草、茶树、苎麻、药材等，提供了适宜的生长条件。

山区年日照时数的垂直分布，主要呈反抛物线型变化，占各山系剖面变化类型的 85% 以上，日照时数随海拔高度增加先是递减，至某一高度出现最小值，而后则随高度增加而递增。此类型分布的主要剖面相应的少日照层海拔高度为：哀牢山西坡及东坡分别为 1400 米及 1700 米上下，秦岭南坡约 1400 米上下，大巴山北坡及大娄山南坡在 1300 米上下，米仓山北坡，牦牛山东南坡分别在 1000 米及以上；其次，五指山和米仓山南坡，年日照时数随高度呈线性递减型变化；而西秦岭南坡东段年日照时数，则随高度呈递增变化，这与大气候由湿润向干旱的地带性过渡有关。山区日照时数的垂直变化，与云量及降水量的变化呈显著的负相关关系。如大娄山南坡娄山关以下，各高度上的年日照时数与年降水量相关系数为 -0.99 ，随高度每增加 1 毫米降水量，日照时数减少 1.79 小时。

山区不同坡向上的日照差异明显。五指山南坡的日照时数，在 1 月大于北坡，而在 7 月则少于北坡，这与冬夏盛行风向改变有关。就全年而论海拔 250 米以下大于北坡，而上部则少于北坡。这种差异均随海拔高度的增加而减少；在米仓山无论冬夏或全年，南坡的日照时数均大于北坡，差异也是随高度增加而减小。剖面的上部与下部相比，一般山顶比山麓的日照百分率高，日照时数也多。

据剖面日照及水汽压实测资料的理论推算，西部山区太阳总辐射随高度的变化，因地区、坡向及季节而异。由于云雾及散射辐射的影响，总辐射随高度的变化远不如日照那么明显。在川、陕、黔、滇等境内，总辐射随高度呈反抛物型变化，在某一高度有一极小值出现，此高度及幅度各地不一。在海南及桂中南部则是随高度的增加而总辐射减少，其变化幅度更小一些。

5. 旱、涝、风、雹、冻等农业气象灾害比较频繁。偏西地区多冬春旱及秋霖，偏东地区多夏（伏）旱及春雨多。北部多冷冻、霜害，南部热区多台风、暴雨及洪涝危害。

干旱是本区影响面最宽、危害最重的一类灾害。本区地形及环境系统复杂，在任何季节都会有发生干旱的地区，对农业危害最大的是春旱、夏旱和秋旱。春季降水仅占年降水量的 11%—15%，平均早期为 50—60 天。春旱范围最大，其中重春旱区主要分布在川西、滇中北、西北及海南省。中旱以上频率达 60%—80%，重春旱频率达 40%—50%，10 年中有 7、8 年出现冬春连旱，严重影响小春作物的高产稳产和大春作物的适时播种。其中位于川滇交界的金沙江河谷两岸为严重春旱区，年年冬春连旱，春旱频率达 100%，重旱频率达 80% 以上，是我国南方春旱最严重的地区。夏旱主要分布于四川盆东、黔东、桂东北及陕南、陇南的浅山丘陵区。其中桂东北、四川盆东及陇南为重夏旱区，夏旱频率 50%—70%，频率

最高的嘉陵江与长江交汇地带高达75%以上。秋旱主要分布在桂东北部及海南西部，平均早期35—50天，秋旱频率为40%—60%，主要影响晚稻、柑桔、甘蔗等作物的后期生长，降低产量及品质。在山区一般随高度增加，雨涝增多而旱情减轻。

西部山区的暴雨较多，全国著名的暴雨中心就出现在桂南沿海的东兴一带。²其地域分布特点是：南部沿海多，北部内陆少；迎风坡多，背风坡少。海南及桂南沿海、水汽充足，受台风影响，暴雨特多，琼中、东兴为两个暴雨中心，年暴雨日分别10.7和14.8天。滇西南热带山区受低纬天气系统影响，也多暴雨，年平均暴雨日数达7.1—7.4天。随纬度北移，暴雨日数逐渐减少，年均暴雨日在贵州高原为2—5天，四川盆地2—3天。翻越大巴山到汉江河谷只有1—2天。桂北苗儿山，桂东大瑶山的东南迎风坡，是局地多暴雨中心，年均暴雨日7—8天。滇西南的西盟位于大王山西侧，为西南季风迎风雨坡，年暴雨日多达9.7天。其他山系迎风坡的暴雨日也都明显增多。一场暴雨可缓解旱情，但也常冲刷土壤，引起泥石流和山洪暴发，危害农田及人畜生命。

洪涝是与暴雨相伴发生的，其出现的地区和季节都与暴雨基本一致。在西部山区大部地区都会产生局部洪涝。多发区在沿海及岛屿，年发生洪涝次数为：海南岛1.5—3.5次，桂南沿海东兴6.5次，桂东北部1.5—3.0次。其次为滇南、四川盆西、川北及黔南地区。

另外，还有水稻的低温冷害，即琼、桂、川三省区双季稻区的早稻烂秧和晚稻寒露风天气，以及川、滇、黔、陕南地区中稻抽穗扬花期的低温冷害；霜冻主要危害地区为秦岭南坡、云贵高原及滇西北部，是西部山区农区初霜最早、终霜最晚的地区，初霜始于10月下旬，终霜多在4月，最晚为滇西北，到5月下旬，对小春作物后期生长和大春作物播种均有一定影响；热作寒害，在海南及滇南的橡胶寒害机率为20%—23%。

二、农业气候资源的开发利用途径

纵上所述，西部山区农业气候等自然资源丰富多彩，具有发展农、林、牧、副、渔大农业的综合整体优势，并有联系东西部经济，向西南周边国家开放的区位优势，是我国经济发展潜力最大、效益最高和最具特色的地区之一，开发前景广阔。其开发利用途径讨论如下：

1. 从气候生态条件的立体性、多样性实际出发，发挥自然资源的综合整体优势，促进农、林、牧、副业多种经营的全面发展。

区内受东亚季风、高原环流及特殊地形的复杂影响，形成了多种多样的自然生态环境。在水平地带性上，形成了自北、中、南亚热带到热带，由半干旱、半湿润到湿润的多种气候类型，自北向南适宜水稻、小麦、玉米、油菜等一年一熟至多熟种植，盛产茶树、柑桔、甘蔗、香蕉、菠萝、芒果、龙眼、荔枝、胡椒、可可、咖啡、橡胶等亚热带及热带经济林果。在垂直地带性上，由三级大阶梯地形的控制，从西北内陆的高原、横断山，经云贵高原、四川及广西盆地、直至西南沿海滩涂，既有高海拔的林区牧场，又有低海拔的农区渔场，中间的浅山丘陵又为多种经营的开发带，宏观上形成了农林牧互补的立体分布大格局。具体到某一地区或地貌单元，也都具有农林牧分层利用和一业为主多种经营的条件。西北

部高原及横断山脉分布有大片茂密的原始森林，川、滇、黔、桂四省是我国最大林区之一；川西北及黔滇西北有广阔的天然牧场，是我国五大牧区之一；川东盆地、滇中高原及桂东南西江流域，是我国重要的商品粮油生产基地；海南及滇南、桂南热区是我国发展热作的宝地。在全国农林牧副各业中，本区均居有一定地位。据《西南农业发展与战略研究》对全国六大区农产品统计，本区大陆部分的西南四省区的重要性和多样性指数，分别达 22.7% 和 0.92，均居各大区之首。因此，多样性是西部山区农业自然资源的最大特点和优势，从而决定着本区农业的发展方向，应该是农林牧副渔多种经营、全面发展的综合农业。

2. 遵循气候的水平地带性和垂直层带性规律，合理布局农业，调整种植制度和作物比例，以种植的多样性适应气候的多变性，走干旱型农业的发展道路。

全区大范围基带农业区的发展，首先应根据气候的水平地带性差异，合理布局农作物和种植制度。在北亚热带地区发展稻、麦（油）两熟种植，中亚热带实行双季稻加小麦（油菜）三熟种植，南亚热带及热带适宜粮经结合的“热三熟”及多熟种植。边沿过渡区的热量种一季稻有余而双季稻不足，可发展单季稻加再生稻；双季稻热量满足但春旱严重的地区，可改种早玉米加晚稻，实行水旱轮作；在双季晚稻常遭受寒露风危害的地区，可优化品种组合以减免低温影响。地处中亚热带的四川盆地，在热量不足的部分地区压缩双季稻而扩种中稻，避免或减轻了秋季低温阴雨的危害。将麦区西移，既躲过了盆东小麦花期的阴雨寡照和病虫危害，又可充分利用盆西春温回升快、日照好的条件，高产稳产；地处南亚热带的桂东南地区，把双季稻的栽培期尽量向中间靠拢，以防止早稻烂秧、躲过花期“龙舟水”及晚稻寒露风，并使抽穗扬花期处于光合潜力最大的时期；热区海南省应适应当地的气候规律，发挥早稻优势，实行“早稻、中稻十秋冬薯（或绿肥）”种植，达到全年均衡增产。

在山区地形复杂高差悬殊，更应遵循多层次多类型的立体气候特点，因地制宜发展农、林、牧业。本区北、中、南亚热带及热带的山区都可以划分为多个层次，气候条件各异，适宜的作物、品种及熟制也各不相同。如哀牢山 1400 米以下为南亚热带，1400—2000 米为山地中亚热带，2000—2600 米为山地北亚热带，2600 米以上为山地温带。即使垂直分层的海拔高度接近，而由于基带高度及邻近地形的差异，其农业利用也不尽相同。如同为南亚热带山区，在广西，香蕉、菠萝、芒果只能种到海拔 200 米以下的左、右江河谷和南部沿海，若种在其他高度层地区则不能安全越冬。而在川西南的干热河谷，芒果种到海拔 800—1000 米，也能安全越冬；杉木主要产于中亚热带山区，既怕高温又怕冰冻，其适生区在桂东北为海拔 400—800 米，而到桂西南由于有云贵高原作屏障，冬暖夏凉，杉木可种到海拔 700—1300 米，考察中发现在岑王老山南坡，海拔 1250 米处的杉木仍然生长良好。

本区气候复杂，灾害频繁。在农业发展中，应树立防灾抗灾的指导思想。一地作物的布局除要有最适宜的主栽作物和主栽品种外，还应主次搭配，实行多茬口种植，不要搞单一化，以种植的“多样性”适应气候的“多变性”，增强抗灾减灾能力。在区内旱、涝、雹、冻、风诸多灾害中，要数干旱的危害最大。西部山区水资源总量应该说是十分丰富的，但实际上农田灌溉用水很难得到保证。首先是大气降水的季节分配不均，干湿季分明，冬春干旱严重；其次是水资源与农田的地域分布不匹配，西部的富水区与东部的农区错位，而

在农区内的河谷水低田高，从而限制了水资源的充分利用。尤其滇、黔、桂、川是我国石灰岩分布最集中的地区，溶岩面积达 41 万平方公里，基岩裸露，石多土少，漏跑水严重，土壤贮蓄水性能极差，干旱问题十分突出。因此，应把干旱视为西部山区的一种自然规律，把适应和抗御干旱作为农业自然资源开发利用的主要战略方向。坚决走干旱型农业发展道路：建立适应当地气候干旱特点的种植制度，确立耐旱作物和抗旱耕作法的优势地位，加强耐旱作物品种的选育和引种，深耕改土、培肥地力、增强土壤蓄保水能力，大力推广抗旱栽培技术。

3. 充分利用热区资源发展热作生产，利用冬暖优势开辟冬菜基地。

25° N 以南的南亚热带及热带地区，光热资源十分丰富。我国热带的大部分地区，就集中分布在本区海南省及滇南低热河谷。年日照 2000—2400 小时， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 7500—9200 $^{\circ}\text{C}$ ，年降水量 1600—2400 毫米，年平均气温 21—25 $^{\circ}\text{C}$ ，最冷月平均气温达 14—19 $^{\circ}\text{C}$ ，终年无霜或极少霜日，喜温作物可全年生长，是我国光热资源最丰富、气候生产潜力最大和最适发展热作的一块宝地。因此，应十分珍惜和大力发展热作生产。实行粮经作物的多熟种植，发展橡胶、椰子、油棕、剑麻、可可、咖啡、腰果、龙眼、荔枝、芒果、砂仁、胡椒、香美兰、依兰香等工业原料、饮料、香料、水果和南药生产，发展全年旺盛生长、树体高大的阔叶及针叶用材林。在季节的连续性和立体多层次上，对热区资源加以充分利用。热区高温、强光、暴雨多、物质转化快、土壤风化剧烈，植被一旦破坏就很难恢复。因此在开发利用的同时，应十分重视生态保护，在植胶区推行胶茶间作和胶园多层林人工生态工程建设，以橡胶为主多样种植，以形成较稳定、协调和具有自我调节能力的热作经济生态体系。

能源危机是当今世界三大危机之一，为减少能耗、污染和降低成本，人们把注意力转向太阳能和气候资源的利用上，利用热区冬暖资源种植蔬菜、瓜果、花卉，已为许多国家所重视。海南、滇南、桂南及川西南热区，是我国冬季最暖的地区，1 月平均气温高达 12—20 $^{\circ}\text{C}$ 以上，平均极端最低气温也在 0 $^{\circ}\text{C}$ 以上。发展冬菜生产的条件优越，前景广阔。在上述地区的交通沿线，建设冬菜及花卉生产基地，以供应北方各大城市及出口港澳地区，既可利用冬闲土地增加收入，又可缓解市场供求矛盾。同时，在最具冬暖优势的热带地区，重视发展冬季农业科学试验和南繁育种的基地建设。

4. 植树造林、保持水土，建设山区大农业生态屏障，开辟自然保护区，发展观光旅游业，使开发与生态建设同步发展。

西部山区自然气候条件优越，境内的西南地区是我国最大的林区之一，林业用地面积约 10 亿亩，占全国同类面积的 25.5%。是长江、珠江等主要江河的上游和源地。其海拔高、地质条件复杂，气候变化剧烈，具有高环境梯度，水土流失潜势很大，是关系我国整体大环境，特别是我国两大经济心脏地区——长江和珠江三角洲的生态平衡与安危及防止出现第二条黄河的关键地区。海南是我国热带资源最具优势的地方，现仍留存有国内面积最大的成片热带雨林，对涵养水源，抗御自然灾害发挥着重要作用。

但长期以来，人们在开发利用的同时，对保护自然资源、维护生态平衡的重要性缺乏应有的认识。随着改革开放，发展多种经营，出现了片面强调经济效益，而忽视生态效益

的现象，陡坡种植，毁林开荒，森林覆盖率迅速下降，云南省由解放初期的 50% 以上，急剧降到 24.9%；海南省由 1956 年的 25.5% 降至 1980 年的 21.5%，桂、黔、川的森林覆盖率还要低，分别为 22%、14.5% 和 12.0%。由于失去森林的保护，加剧了水土流失和水旱灾害的发生。例如贵州省水土流失面积在 1964 年为 3.5 平方公里，到 1990 年已达 5 万多平方公里，增加了 42.9%。四川省水土流失面积更大，由 50 年代的 1.42 亿亩，扩大到目前的 3.71 亿亩，水土流失量超过 10.3 亿吨，每年通过长江外泄的泥沙达 6 亿吨。生态环境不断恶化。因此，要将流域治理与农田水利工程建设相结合，大力植树造林，绿化荒山，逐步恢复森林植被，建立山区大农业的生态屏障，提高社会、经济及生态综合效益，这才是开发本区资源和永续利用的根本途径，也是维护我国南方半壁河山生态平衡的战略决策。

同时，对一些动植物种群比较集中，环境区位比较敏感，和景观奇特、风光秀丽的地区，应规划开辟为各种类型的自然保护区，开展生态观察、珍禽异兽饲养，稀有植物种植等试验研究和科学考察活动。区内地形复杂，气候多样，动植物种类繁多，自然景观秀丽奇特，多民族聚居，文化丰富多彩，发展观光旅游业的条件也得天独厚。北有巴山蜀水大小三峡、峨眉山、九寨沟，南有桂林山水、黄果树瀑布、路南石林、大理风光，还有西双版纳热带密林，真可谓山水人情天下奇。特别是滇西纵谷区，高山峡谷深切，高差几千米，从山脚至山顶，便有由北热带到山地温带，跨越多种气候类型和景观带层的变化。具有开展跨气候带的景观旅游业前景。

5. 发挥河流多、落差大水能资源丰富的优势，积极发展水利水电事业，合理布局和解决工农业用水用电问题，促西南经济腾飞。

本区水源非常丰富。境内所辖西南四省，河流众多，含长江、珠江等 8 大水系，是我国水系最发育地区之一，有“江河之源”的美称。西南水资源总量 8264.74 亿方，占全国总量的 29.4%；水能理论蕴藏量 2.9 亿 KW，占全国总量的 42.9%，可开发量达 1.9 亿度，占全国可开发量的 51%。其中四川、云南在上述各项指标中分居全国各省的第一位和第二位。主要分布在川西南、滇西北、黔西北和桂西地区，有相当数量的水能资源集中于六盘水—攀西—宜宾金三角及其相关地带。江河上游谷深流急，流量及落差大，多优良平坝，淹没损失小，是建设大型水电站和进行梯级开发的理想地区。海南省的水及水能资源也相当丰富，全岛水资源总量达 580 亿方。因此，积极开发利用本区的水能资源，对开发西南和海南特区建设，解决全国能源短缺，具有重要战略意义；同时，开发和建设水电站、修库建坝、蓄水拦洪，对保护和治理环境，合理布局和解决工农业用水，以及维护我国整体的生态平衡，均有积极作用。

热带、亚热带西部丘陵山区 热量资源及其合理利用研究*

中国热带、亚热带西部丘陵山区具有丰富多样的农业气候资源，具有综合发展农林牧业及热作、土特名优产品的突出气候优势。深入研究西部山区复杂多样的热量资源类型，对区内大农业的布局、结构调整、区域开发规划、发展战略以及农业新技术的推广等方面有重要作用，也是开发和建设西部山区大农业的一项重要基础工作。

一、西部山区热量资源的垂直分布特征

区内地形复杂，热量资源的垂直差异十分显著。我们采用 14 个剖面的实测气温资料（见表 1），分析各山系考察剖面上，各热量资源要素随海拔高度的分布状况，直减率及其时空变化。

（一）年、月平均气温及年较差的垂直分布

据各剖面年平均气温（ T ）及 1、7 月平均气温（ T_1 、 T_7 ）随高度分布图（见图 1），及对随高度变化的一元线性回归方程（ $T = a + bH$ ）系数（表 2）的分析，可见，西部山区各剖面的年、月平均气温随海拔高度的增高而递减，并且有显著的线性关系。同一山体四季各坡向气温的比较，一般是南坡高于北坡，西坡高于东坡，仅在盛夏情况相反；不同地理位置的剖面气温，自北向南和自东向西递增。各剖面的气温纬向及经向差异，冬季（1 月）最大，夏季（7 月）最小；春季（4 月）稍大于秋季（10 月），与年平均气温差异相近。

1. 各高度上的年、月平均气温及年较差

（1）年平均气温

各剖面同海拔高度上的年平均气温，由北向南和由东向西增加，以横断山和哀牢山的最高，秦岭南坡最低，最大差异 10°C 。在 300 米高度上，大巴山北坡约 15°C ，五指山南坡约 $23\text{—}24^{\circ}\text{C}$ ，南北相差 8°C 以上；在 1000 米高度上，秦巴山区及大娄山 $11\text{—}14^{\circ}\text{C}$ ，岑王老山 17°C ，五指山南坡、哀牢山、横断山东南坡为 $19\text{—}21^{\circ}\text{C}$ 。横断山和哀牢山由于基带较高并受焚风及干季晴暖的影响，比偏东的岑王老山高 $3\text{—}4^{\circ}\text{C}$ ，比偏南的五指山高 $1\text{—}2^{\circ}\text{C}$ ；在 1500 米高度上，秦巴山区及大娄山 $9\text{—}11^{\circ}\text{C}$ ，岑王老山 14°C ，哀牢山和横断山 18°C 。同一山体不同坡向的剖面，各高度上的年平均气温差异较小（如哀牢山东西坡 $<0.5^{\circ}\text{C}$ ，五指山南北坡 $<1.5^{\circ}\text{C}$ ，米仓南北坡 $<2.0^{\circ}\text{C}$ ）；但需指出，一些地理位置差异明显的不同山系

* 本文由曹修炎、庞庭颐执笔，王鹏云、李春秀、刘益兰、廖勇、王双环、葛秉钧、于俊伟参加统计分析。