

云 南 省

农业气候资源及区划

王 宇 等编著

气象出版社



云南省农业气候资源及区划

王 宇 等编著

气象出版社

1990年10月

内 容 简 介

本书以最新资料,全面系统详细地分析了云南光能、水分、热量、风能等农业气候资源和农业气象灾害的时空分布规律以及山地气候要素垂直分布特点。对云南省水稻、小麦、玉米、蚕豆、油菜、甘蔗、烤烟、茶叶、柑桔、橡胶树等10种主要作物进行了农业气候分析,并作出气候适宜性区划。以科学定量方法进行云南综合农业气候区划和分区评述,最后对云南农业气候资源开发利用提出若干意见。

本书资料丰富、数据翔实、图表齐全、针对性强,紧密联系云南生产实际,有较大的科学价值和实用价值。可供农业、林业、牧业、水利、水文、气象、农垦、环保等部门科技工作者、管理干部以及大专院校师生、科学研究部门使用参考。

云南省农业气候资源及区划

王 宇 等编著

责任编辑 潘根娣

气象出版社 出版

北京西便门大街26号

云南国防印刷厂印刷

气象出版社发行

开本: 787×1092 1/16 印张: 16 字数: 384千字

1990年10月第一版

1990年10月第一次印刷

印数: 1—1400

定价: 12.00元

ISBN 7-5029-0479-4/F·0269

前 言

农业生产与气候条件关系极为密切。农、林、牧业的发展,农业生产的结构、布局,农作物的品种、耕作制度和栽培措施等都必须考虑气候条件,才能最大限度地利用有利的气候资源,克服和防止不利的气候因素,从而达到因地制宜、稳产高产的目的。

农业气候资源调查和区划工作是《1978—1985年全国科学技术发展规划纲要》(草案)重点项目“农业自然资源调查和农业区划研究”的重要组成部分。根据国家气象局和云南省农业区划委员会的统一部署,云南省从1980年开始,进行县级农业气候资源调查和区划工作,1984年出版了《云南省农业气候资料集》,1986年编绘了《云南农业气候图集》。在上述工作的基础上,于1987年下半年开始进行《云南省农业气候资源及区划》的编写工作。

本书所用气象资料大部分为全省各气象站建站至1987年的气象资料、近年来气象考察资料及部分气象哨资料。在分析过程中还参考了农业统计资料、水文资料和其它有关资料。

本书由王宇统稿和绘图。参加资料统计、抄、写等工作主要有金凤、李淑碧等同志。

本书在编写定稿过程中得到云南省农业区划办公室、国家气象局农业气候区划办公室等大力支持。

中国科学院学部委员陶诗言研究员、国家气象局张家诚研究员、云南省科学技术委员会张敖罗研究员、云南省农业区划办公室晁维明、杨焕宗同志、云南省气象局樊平、冯国柱等同志对本书提出了许多宝贵意见。云南省气象局资料室许多同志对此项工作予以大力支持和帮助,在此一并致谢。

限于水平和资料,错误和不妥之处在所难免,恳望指正,以便今后进一步修改补充和完善。

本书编著人员名单如下:主编王宇。第一章王宇;第二章王宇;第三章王宇;第四章吴秋荣;第五章第一、四、七、八、十节卞福久;第二、三节黄中艳;第五节熊宏斌;第六、九节王宇;第六章王宇;第七章王宇。

1990年4月

目 录

前 言

第一章 自然地理环境、气候特点及其形成因素	(1)
第一节 自然地理环境概况	(1)
第二节 气候特点	(4)
第三节 云南气候形成的主要因素	(6)
第二章 农业气候资源	(10)
第一节 光能资源	(10)
第二节 热量资源	(28)
第三节 水分资源	(54)
第四节 风能资源	(77)
第三章 云南山地气候	(87)
第一节 山区日照时数的垂直分布	(87)
第二节 山区气温的垂直分布	(96)
第三节 山区降水的垂直分布	(115)
第四节 山区光、热、水资源的合理利用	(121)
第四章 农业气象灾害	(123)
第一节 干旱灾害	(124)
第二节 洪涝灾害	(129)
第三节 低温冷害	(131)
第四节 倒春寒与霜冻灾害	(137)
第五节 冰雹灾害	(139)
第五章 作物气候分析及区划	(142)
第一节 水稻	(142)
第二节 小麦	(147)
第三节 玉米	(152)

第四节 蚕豆	(158)
第五节 油菜	(164)
第六节 甘蔗	(170)
第七节 烤烟	(177)
第八节 茶叶	(183)
第九节 柑桔	(189)
第十节 橡胶树	(195)
第六章 综合农业气候区划	(201)
第一节 区划的目的和原则	(201)
第二节 区划的方法和指标	(202)
第三节 区划系统的结果	(205)
第四节 分区评述	(209)
第七章 云南农业气候资源的开发利用	(234)
第一节 云南农业气候资源的综合评价	(234)
第二节 云南主要农业气候问题及对策	(238)
第三节 云南农业气候资源的开发利用	(240)
主要参考文献	(250)

第一章 自然地理环境、气候特点及其形成因素

第一节 自然地理环境概况

一、地理位置

云南地处我们伟大祖国的西南边陲,东与广西和贵州为邻,北与四川、西藏相连,西部与缅甸毗邻,南部与越南、老挝接壤。地理座标介于北纬 $21^{\circ}09'$ — $29^{\circ}15'$ 、东经 $97^{\circ}31'$ — $106^{\circ}21'$ 之间。东西横跨865公里,南北纵跨990公里,全省总面积约38.34万平方公里,居全国第8位。

云南北依广袤的亚洲大陆,南濒热带海洋,西南距孟加拉湾600公里,东南距北部湾400公里,正处在东亚季风和南亚季风的过渡区域,又受青藏高原的影响,从而形成了复杂多样的自然地理环境。

二、地形地貌

云南位于世界上面积最大、高度最高的青藏高原的东南部,总的地势特征是北高南低,大致由西北向东南呈阶梯状递降。省内西北部和东北部高,西北最高;西南部和东南部低,东南最低。全省地势高差十分悬殊,省境内最高点在滇藏交界的德钦县怒山脉梅里雪山的主峰卡格博峰,海拔高度6740米。最低点在滇东南河口县红河与南溪河的交汇处,海拔高度仅76米。两地直线距离约840公里,海拔高度相差6664米,坡降达8‰,即平均距离每公里高度下降8米左右,斜面之陡为全国之罕见。

全省地势可大致划分为3个梯层。滇西北德钦、中甸一带是地势最高的一级梯层,海拔一般在3000—4000米,有许多山峰海拔在5000米以上,山上终年白雪皑皑,有些还发育着现代冰川,如玉龙雪山、梅里雪山、哈巴雪山等。第二级梯层是以滇中高原为主体的残存的古夷平面,海拔约在2300—2600米之间,山间盆地底部海拔在1700—2000米左右,这一梯层山峰海拔一般在3000—3500米上下。省内南部、东南部、西南部边缘地区,主要由海拔1200—1400米的中山、低山、丘陵和海拔不到1000米的盆地、河谷组成,这是最低的一级梯层。

全省地貌形态组合区域性特点是东部高原绵延,西部山川纵横,东西地貌形态差异很大。全省以元江谷地和云岭东侧宽谷盆地为界,大致可分成两大地貌类型区。东侧为滇东高原区,东与贵州的高原相连,北与四川盆地相接,中部高原面保存较好,为缓丘起伏的丘状高原,地貌主要呈中低山丘陵形态,古夷平面痕迹明显,发育着各种类型的岩溶(喀斯特)地貌。少数山峰最高海拔亦可达4000米以上。偏南部分高原面地势降低,边缘受河流强烈切割,显得破碎崎岖。本区又可分为3块:一块为滇东湖盆高原;第二块为滇东南岩溶高原;第三块为昆明以西的红色丘状高原。

西侧为横断山脉纵谷区,为青藏高原向南延伸部分。北部以近南北走向的高大山脉为主体。自西而东有高黎贡山、怒山、云岭3大山系,怒江、澜沧江、金沙江穿插其间,形成高耸的山体和深切的河谷相间排列的地貌格局。山高谷深,峰谷相对高差多在1000—2500米以上。玉龙雪山和哈巴雪山之间的金沙江“虎跳峡”大峡谷,由海拔5596米玉龙雪山顶峰到海拔1800米的谷底,相对高差达3700多米。往南山势逐渐降低,山体起伏程度和坡度逐渐和

缓,山峰河谷之间的距离也渐加大,已由高山、中山峡谷类型变为中山宽谷或中山盆地类型。中山、低山、丘陵、谷地、盆地交错分布,山脉河流似帚状,因此被称为帚形山地中山山原区。再往南到边缘地区,便是海拔1000米以下的山间盆地了。

省内主要山脉西部有高黎贡山、怒山、云岭,海拔高度在3000—6000米以上。东部有乌蒙山、五莲峰、拱王山、梁王山等,海拔高度在2500—4000米以上。北部有白草岭,南部和西南部有六韶山、哀牢山、无量山、邦马山、老别山等,海拔高度多在2000—3500米之间。全省山地面积占总面积的94%,为全国山地最多的省份之一。

三、河流与湖泊

在高大山脉之间,沟谷交错,河川纵横。省境内6大水系有大小河流600多条,其中重要河流有180多条。发源于青藏高原流经本省北部和西部的有金沙江、怒江、澜沧江3大水系,源于云南的有东部和南部的红河(元江)、珠江(南盘江)水系和西南部的龙江(属于伊洛瓦底江水系)3大水系。除金沙江、珠江外,均为国际河流。云南河流大多具有落差大、水流急、水量变化大的特点。全省6大水系干流长度、流域面积、主要支流如下表所示。

表1.1 云南6大水系基本情况

水 系	干 流 长 度 (公里)	流 域 面 积 (平方公里)	占全省总面积 (%)	主 要 支 流
伊洛瓦底江	332	18792	4.9	独龙江、大盈江、龙江
怒 江	547	33484	8.7	勐波罗河、南汀河
澜 沧 江	1170	38655	23.2	黑惠江、威远江、补远江、流沙河、小黑江
金 沙 江	1560	109026	28.5	龙川江、普渡河、牛栏江、横江
红 河	元 江	692	74822	19.5
	李仙江	488		
	盘龙河	282		
	普梅江	154		
珠 江	南盘江	677	58303	15.2
	北盘江			
	郁 江			
		9671		

全省境内多年平均产水量约2222亿立方米,占全国河川径流总量(26000亿立方米)的1/13,仅次于西藏、四川两省区,居全国第3位。过境流入的水量约为1943亿立方米,全省地表水资源总量合计为4165亿立方米。目前全省工农业用水量不超过150亿立方米,仅占年地表水径流总量的3.6%。

云南有大小湖泊40多个,是西南诸省、区中湖泊较多的省份。湖泊总面积约1100平方公里,占全省总面积的0.28%。集水面积约9000多平方公里,占全省总面积的2.34%。总蓄水量290亿立方米。分布在海拔1200—3200米之间。按其地理位置可分为滇东湖群、滇中湖群、滇西北湖群。其中面积在30平方公里以上的有滇池(306.3平方公里)、洱海(250.0平方公

里)、抚仙湖(212.0平方公里)、程海、泸沽湖、杞麓湖、异龙湖、星云湖、阳宗海等9个。云南高原湖泊对其周围的气候产生了一定的影响。

四、土壤

全省土壤类型多种多样,垂直分带明显。全省土类大致可划分为18个,约占全国土类的1/4。

按海拔高低将云南各个土类自高而低排列如下:

高山寒漠石质土 分布在滇西北海拔4200米以上高山地带。

高山草甸土 分布在滇东北、滇西北海拔3500—4200米高山地带。

棕色针叶林土 分布在滇西北海拔3300—3900米阴坡和平缓地方。

暗棕壤 分布在滇西北、滇东北海拔2900—3800米的高山和滇中山顶部分。

棕壤 分布很广,海拔一般在2500—3200米之间。

黄棕壤 一般分布在海拔2000—2400米之间。

黄壤 分布很广,海拔一般在2500米以下湿度较大的地区。

红壤 一般分布在海拔1500—2600米之间。

砖红壤性红壤 一般分布在海拔800—1400米的丘陵和中低山区。

砖红壤 分布在北纬23°以南的低山丘陵及河谷阶地,海拔600—800米以下。

燥红土 分布在北纬23°以北的燥热河谷地带。

紫色土 滇中分布在海拔1500—2000米,滇南多在海拔1000—1600米处。

火山灰土 主要分布在腾冲一带海拔1600—2000米的地区。

石灰岩土 主要分布在滇东南地区。

水稻土 经人们长期进行水耕熟化逐步发育形成,遍于全省。

沼泽土 多分布在长期积水低矮潮湿的地方。

冲积土 多见于大江大河的河谷地带。

褐土 分布在滇西北滇藏交界处干燥河谷地带,海拔1900—2500米。

红壤系列的土壤占全省面积的一半以上,是省内分布最广、最为重要的土壤资源。

五、森林植被

云南地形复杂,生物气候条件多种多样,植被类型复杂多样,植物种类十分丰富。

全省主要植被类型可分为热带雨林、季雨林、亚热带常绿阔叶林、高山寒温带针叶林4大类。各大类内又由于水湿条件和土壤基质的影响分为若干亚类。

热带雨林大致分布在本省北回归线以南的边缘地区。其分布的纬度和海拔高度东部偏南偏低,西部略偏北偏高。热带雨林可分为湿润雨林、季节雨林、山地雨林3个亚类。

热带季雨林广泛分布在滇南海拔1000米以下的宽谷和石灰岩山地。依其生态外貌和树种可分为3个亚类:常绿季雨林、落叶季雨林、石灰山季雨林。

亚热带常绿阔叶林遍及云南全省各地,尤以滇中高原山地和南部山原地区最为成片集中,大致从海拔1100—2800米范围内都有分布。可分为3个亚类:半湿性常绿阔叶林、季风常绿阔叶林、山地常绿阔叶林。此外,思茅松林、云南松林在省内也有广泛的分布。

高山寒温带针叶林主要分布在滇西北高山地区,在北回归线以北海拔3000米以上山地也有零星分布。主要有铁杉林、云杉林、冷杉林等类型。

高山森林植被分布极限以上原生植被类型有高山灌丛草甸，多分布在海拔4000米以上的高寒山区。

全省高等植物达15000多种，占全国种子植物一半以上，各类资源植物几乎应有尽有。

全省森林资源丰富，树种繁多，乔木树种有89科2700多种。全省森林覆盖率约为24.9%，居全国第2位。林木总蓄积量9.88亿立方米，占全国林木总蓄积量10.4%，仅次于黑龙江、西藏、四川，居全国第4位。近若干年来，由于重采轻造，乱砍滥伐，森林资源蓄积量急剧下降。

六、农业经济

全省共有土地5.75亿亩，占全国土地面积的4%，人均占有土地17.6亩，比全国平均多3亩。其中森林面积1.43亿亩，占全省面积24.9%，疏林地、灌木林地0.99亿亩，荒山草地1.6亿亩，二者合计占全省面积45%。有耕地4186万亩，占全省面积的7.3%，人均有耕地1.2亩，比全国平均少0.2亩。有水面420万亩，占全省面积0.7%，其余的22.1%为城镇、村寨、石山、道路等，人均耕地占全国第18位。

全省总人口1987年底为3534.0万人，占全国人口总数的3.25%。其中农业人口为3113.5万人，非农业人口420.5万人。除汉族外，共有少数民族24个，少数民族人口1141.5万人，占全省人口总数的32.3%。

云南是以农业为主的省份，1987年农业总产值为82.13亿元。粮食作物以水稻为主，其次是玉米、小麦、薯类，主要经济作物为烤烟、甘蔗、茶叶、油菜、橡胶等。1987年粮食总产量934.84万吨。历史最高年（1984年）全省粮食总产量达1005万吨。

全省除少数高寒山区为一年一熟的耕作制度外，绝大多数地方为一年两熟，滇南不少地区一年可三熟。但由于经济、社会、文化等因素制约，目前复种指数尚低，农业生产潜力极大。

第二节 气候特点

在低纬度、高海拔地理条件综合影响下，受季风气候制约，形成了云南四季温差小、干湿季分明、垂直变异显著的低纬山原季风气候。

云南气候兼具低纬气候、季风气候、山原气候的特点。

一、四季温差小的低纬气候

云南地处低纬度地带，北回归线从南部穿过，形成了年温差小、四季不明显的低纬气候。全省除河谷地带和南部少数地区外，大部分地区夏无酷暑，最热月平均气温一般均在20—28℃以下，35℃以上高温日数一般不出现或出现甚少。极端最高气温云南大多数地区也比我国东部各省低5—10℃。另一方面，省内除少数高寒山区外，多数地区冬无严寒，最冷月平均气温多在8—10℃以上，比东部各省高5—10℃以上，极端最低气温也比我国东部各省高。终年温暖，作物可全年生长，到处郁郁葱葱，生气盎然，充分显示出云南低纬高原的气候特色。形成了以滇中地区为代表的闻名中外的冬无严寒、夏无酷暑、“四季如春”的气候。这样的气候对旅游、居住、生活、工作是十分适宜的。

按照焦金斯基气候大陆度计算公式：

$$K = \frac{1.7A}{\sin\varphi} - 20.4$$

式中:K为大陆度, A为气温年较差, φ 为地理纬度。凡一地大陆度在50以上者为大陆性气候, 50以下者为海洋性气候。计算结果表明全省134个气象站中, 除昭通地区的镇雄、威信为51外, 其余各站均在50以下。昭通地区一般多在40—50之间, 滇中以东其它地区在30—40之间, 滇西北迪庆州在35—42之间, 省内其它地区一般在30以下, 大陆度最小的地方为绿春、永德、西盟3地, 均在20以下。云南是国内气候大陆度最小的地区, 气候具有海洋性的特点。但云南气温年、月平均日较差多数地方在10℃以上, 又具有大陆性气候的特点, 其原因在于云南纬度较低、海拔较高的缘故。

表1.2 云南与国内其它省大陆度对比表

云南	地 名	昆明	昭通	河口	文山	景洪	临沧	蒙自	潞西	大理	丽江	中甸	镇雄	西盟
	大陆度	29	45	35	31	25	24	26	28	25	25	42	51	13
国内	地 名	桂林	广州	长沙	贵阳	成都	南京	北京	长春	哈尔滨	台北	拉萨	海口	吐鲁番
	大陆度	61	45	68	52	47	63	60	76	80	35	39	35	85

综合考虑气候大陆度和气温年、月平均日较差两个指标, 本省滇东南文山州部分地区及河口为海洋性气候区, 德钦、中甸等地为大陆性气候区, 其余大多数地区为海洋性过渡气候区。

云南多数地区气温年内变化特点是: 春季升温迅速、夏季温暖而不炎热、秋季降温剧烈、冬季温和而不寒冷。

二、干湿季分明的季风气候

由于云南北近海洋, 北倚青藏高原, 冬、夏半年控制本省的气团性质截然不同, 形成了冬干夏雨、干湿分明的季风气候。云南干季(11月至次年4月)受热带大陆气团控制, 除怒江州北部外, 省内大多数地区降水稀少。整个干季雨量仅占全年雨量的5—15%, 这与我国东部地区形成鲜明的对照。如昆明干季雨量仅116.2毫米, 占全年雨量(1004.8毫米)的12%, 其中3—4月两个月合计仅39.1毫米, 占全年的3.6%。而东部地区的桂林11—4月合计雨量为671.2毫米, 占全年35.3%, 3—4月两个月合计为410.2毫米, 占全年21.6%。

全省雨季(5—10月)受热带海洋气团控制, 在西南、东南两支暖湿气流影响下, 雨量集中, 雨季降水量占全年85—95%, 其中以6—8月3个月最多, 一般占全年的55—65%。雨季中降水日数也多, 一般占全年雨日数的80—90%。如昆明雨季降水量合计为888.6毫米, 占全年总雨量的88%。其中6—8月3个月合计为590.8毫米, 占全年的59%。

三、垂直变异显著的山原气候

云南由于地形地貌复杂, 海拔高差悬殊, 气候垂直差异十分显著。

我国从西沙群岛到东北, 共划分9个气候带和1个高原气候区。云南除南热带和中热带外, 其余各个气候带和高原气候区都有。也就是说, 云南有从海南岛到东北的各种气候带类型。不仅如此, 并且在很小范围的地区内, 随海拔高度的变化, 亦有几个气候带的差异。这样丰富多采的气候类型, 使云南生物种类繁多, 种质资源丰富, 素有“植物王国”、“动物王国”之称。

“一山分四季，十里不同天”在云南是常见的现象。由于海拔高度和坡向坡度的不同，气温和降水随海拔高度的分布差异很大。山麓或河谷地带气候炎热，雨量较少；山腰气候温和，降水增多；山顶气候寒冷，雨量最多。从山麓到山顶往往出现几种不同的气候类型，有不同的植被和自然景观。如东川市的新村、汤丹、落雪三地，直线距离仅20余公里，而气候差别很大。新村海拔高度1254米，年平均气温20.1℃，年降水量703.7毫米，属南亚热带气候；“草经冬不枯，花非春亦放”，水稻可一年两熟。汤丹海拔高度2252.4米，年平均气温13.1℃，年降水量844.4毫米，属南温带气候。“人间四月芳菲尽，山里桃花今始开”，水稻已不能种植。而落雪海拔高度3227.7米，年平均气温仅7.0℃，年降水量1138.8毫米，属北温带气候。“六月暑天犹着棉，终年多半是寒天”，一般农作物很难种植。

暖湿气流的迎风坡和背风坡，降水量和气温也有较大的差异。如龙陵海拔高度1527.1米，年降水量2110.4毫米，年平均气温14.9℃；而与龙陵相距不远，海拔高度与之相近的施甸，年降水量958.2毫米，年平均气温17.1℃，两地差别如此之大。滇东南、滇西南的迎风坡雨量特别多，如西盟年降水量2780.9毫米，罗平1751.6毫米。而滇中一带以及金沙江河谷地区，由于南、东、西三面皆有山脉阻挡，雨量少。如富民年降水量853.1毫米。宾川年降水量仅565.7毫米。

省内不同地区、不同的山系，其气温和降水等气象要素随海拔高度的变化情况大不相同。

第三节 云南气候形成的主要因素

太阳辐射、大气环流和地理环境是气候形成的3个基本要素。气候形成的3大因素是互相影响互相制约的。近若干年来人类活动对气候环境的影响越来越令人注目，已引起人们高度重视。

一、太阳辐射因素

太阳辐射是大气、陆地和海洋增温的主要能源，是大气中一切物理过程和物理现象形成的基本动力。各地气候的差异和季节的交替主要是太阳辐射在地球表面分布不均以及时间变化的结果。云南地处低纬高原，北回归线从省内南部穿过，海拔较高，在这样的地理位置上全年可接受的太阳辐射能是比较充裕的。同时由于云南纬度较低，一年之中四季太阳投射角度变化幅度不大，冬夏之间可照时数差别较小，因而一年之中太阳辐射能收入差别较小，季节分配比较均匀，四季温暖，气温年较差小。

太阳辐射是气候形成的最基本因子，云南各地气温的地区分布和季节变化与太阳辐射有着紧密的联系。

从地区分布看，一般纬度低的地方太阳高度角高，直射的时间长，太阳辐射能收入较纬度高的地方多。本省太阳辐射能总的分布趋势是南多北少，与气温南高北低的趋势大体一致。但省内太阳辐射能分布并不完全符合南多北少这一规律，北部河谷地区干旱少雨，日照充足，为全省太阳总辐射量最多的地区，因而气温较高。本省气温有“北高南低”的特殊现象，如元谋、景东、江城3地，海拔高度均在1100米左右，年太阳总辐射量分别为6397兆焦耳/米²、5522兆焦耳/米²、5039兆焦耳/米²，3地年平均气温依次为21.8℃、18.4℃、18.2℃。当然省内各地气温的高低与海拔的高低也有很大的关系。

从季节分布看，夏季太阳直射北半球，太阳高度角高，日照时间长，太阳总辐射量多，

因而气温高,冬季则相反。加上冬夏季风的影响,形成冬冷夏热的气候,我国东部各省皆是如此。如桂林太阳总辐射量1月为313.36兆焦耳/米²,7月为545.34兆焦耳/米²,气温1月为7.9℃,7月为28.3℃。本省同样有夏季气温高于冬季气温这一规律,但夏季因受云雨影响,太阳总辐射量并非全年最多,冬、夏太阳总辐射量季节差别不大,因而夏季气温不致升得很高,冬夏气温差值不太大,气温年较差远远低于其它省区。如昆明太阳总辐射量1月为418.30兆焦耳/米²,7月为445.52兆焦耳/米²,气温1月为7.5℃,7月为19.7℃。我国其它省区太阳总辐射量夏季最大,极端最高气温一般出现在盛夏的7、8月份,而云南多数地方春季太阳总辐射量最大,极端最高气温常常出现在春末夏初时节。云南一般是春季太阳总辐射量多于秋季太阳总辐射量,春温高于秋温,而我国东部省区与此相反。如昆明太阳总辐射量4月为628.65兆焦耳/米²,10月为373.34兆焦耳/米²,气温4月为16.1℃,10月份为14.8℃;桂林太阳总辐射量4月为271.41兆焦耳/米²,10月为403.11兆焦耳/米²,气温4月为18.4℃,10月为20.7℃。

二、大气环流因素

大气环流是决定一地天气气候类型和气候特征的主要因素。影响云南的天气系统有如下4大类:①赤道低压带天气系统,包括台风、热带低压、东风波、辐合线等低压系统;②副热带高压天气系统,包括西太平洋副高、南海高压、青藏高压等;③西风带天气系统,包括低压槽类(闭合低压、低涡、气旋、切变线等)、高压脊类(闭合高压、反气旋等);④冷空气天气系统。上述赤道低压带天气系统和副热带高压带天气系统主要在夏半年影响云南,西风带天气系统和冷空气天气系统为冬半年影响云南的主要天气系统。

影响本省的气流,干季为:①西方干暖气团;②西方扰动气流;③北方干冷气团。雨季为:①西南暖湿气流;②东南暖湿气流;③大陆东风气流。干季和雨季影响本省的气团其热力性质、水汽含量等差别很大,是形成本省干、雨季分明的主要原因。

冬半年(干季)控制本省高空主要为西风带天气系统,地面为西方干暖气团,这支气流经伊朗、巴基斯坦、印度北部到达本省,气团性质是干暖的,本省冬半年在这个气团控制下天气晴朗、云量少、日照充足、气温高、降水少、湿度小、风速大,形成本省干季的气候特点。

在干季有时西方扰动气流会影响本省,主要是为地形扰动而产生的南支槽,是干季中造成本省降水的主要天气系统,但影响次数少,一般降水量小。如与北方冷空气共同影响本省,有时也会造成较大的雨雪天气,如1983年12月27日全省60余县普降大雪,为百年所罕见。

冬季我国经常受到极地冷气团的影响,我国东部地区易受冷空气影响,同纬度地区气温比本省明显偏低。北方冷空气一般从四川盆地经昭通地区影响本省,这股冷空气常常受到地形阻挡在会泽、兴仁或会泽、沾益、广南之间停滞,这就是通常所称的昆明准静止锋,形成阴有小雨的天气。只有强度较强的冷空气才能侵入到滇中至哀牢山一带及以西地区,但强度和势力已经减弱。本省哀牢山以西地区受冷空气影响程度较轻,因而本省同高度同纬度地区东部地区比西部地区气温明显偏低。也有少数冷空气沿青藏高原东部边缘从本省西北部顺河谷南下影响滇西地区的情况。另外从北方入侵我国的冷空气到达贵州、广西后,常常在本省东南部以回流方式影响滇东南地区,称为东南回归气流,造成本省东南部地区阴冷和小雨天气。

夏半年(雨季)本省受热带海洋气团影响,主要为来自孟加拉湾的西南暖湿气流控制,

这支气流与冬季的西方干暖气团源地不同,气流性质差异很大,这支气流十分潮湿,水汽含量极为丰富,因而降水量大,形成云南的雨季。在雨季期间天空云层密布,太阳辐射量到达地面少,同时由于水分充足,蒸发量大,耗热量多,使温度不致升得很高,这也是本省夏无酷热的原因之一。

云南经度偏西,夏季经常处于西太平洋副热带高压西缘,在本省东部盛行东南气流,这支气流与冬季东南回归气流性质不同,这支气流来自南海,将潮湿的空气带到本省,在本省形成降水天气。夏半年赤道低压带天气系统,如台风、辐合线等对本省南部地区有影响,一般出现阴有大雨天气。青藏高压和西太平洋副热带高压之间常常形成辐合区,是夏半年本省产生中大雨过程的主要天气系统。有时副热带高压西伸北移,当它发展极盛时期,我国大陆大部分地区为副热带高压控制,本省处于它的西部,地面至高空均盛行深厚的东风气流,这支气流由大陆东部吹来,因此气温高,湿度小,形成本省雨季中少雨高温的时段,也称为“插花性干旱”。

三、地理环境因素

太阳辐射、大气环流是形成一地气候的基本因素,但地理环境因素诸如纬度高低、海陆分布、地形地势特征、海拔高度、植被等往往对气候起重要的影响。本省地处低纬高原,地形复杂,在形成本省独特的气候中起着十分重要的作用。

1. 云南地处低纬高原,南濒海洋,形成低纬高原季风气候。

云南位于亚洲大陆的南端,北倚青藏高原,南缘距海洋不远,纬度较低,这样的地理位置使本省处于亚洲季风气候区域内,并且使年内各个时期太阳辐射能收入相差不是很悬殊,形成了年温差小的低纬气候特点。由于处在云贵高原上,平均海拔高度在1000米以上,形成日温差大的高原气候特点。同时本省南近海洋,受东亚季风和南亚季风影响,夏季水汽丰沛,湿润多雨,冬季受西方干暖气团影响,温暖少雨,形成冬干夏雨的季风气候特点。

2. 地势北高南低,寒、温、热各种气候带皆有,气温北低南高,雨量南多北少。

本省地势特征为北高南低,由北向南呈阶梯状递降,南部地区不仅海拔高度低,而且纬度亦低;北部地区纬度高,海拔高度亦高。这样的地势特征加剧南北之间气候差异和农业生产类型差异,形成本省气温南高北低的特点。本省南部地区低热河谷和坝子,为长夏无冬的北热带、亚热带气候;中部广大地区为四季如春的中亚热带、北亚热带气候;而滇东北、滇西北高山地区却为长冬无夏的温带、寒带气候。从低纬度低海拔的元江,到高纬度高海拔的德钦,年平均气温从23.7℃下降到4.7℃,南北温差19.1℃,相当于我国海南岛到东北的气候差异。在一省的范围出现这样大的水平地带性差异,在全国是罕见的。

本省南部地区距海洋近,北部地区距海洋远,暖湿气流在北上爬坡翻山越岭过程中不断凝云致雨,水汽沿途不断消耗,及至到达本省北部水汽含量已大为减少,使云南降水分布呈北少南多的趋势。

3. 哀牢山导致本省东西部气候差异明显。

高大山脉对低层气流运行方向和速度起阻滞作用。本省东北部乌蒙山、梁王山等对北方入侵的冷空气有阻挡作用,在会泽、沾益之间形成昆明准静止锋,锋面两侧天气截然不同,锋面西南天气晴朗,风和日丽;锋面东北阴雨连绵,寒气袭人。

云南中部哀牢山呈东南——西北走向,与西南暖湿气流来向几成正交,不少山峰高变在

3000米以上。冬半年强度不大的冷空气一般不能翻越哀牢山影响西部地区，只有强度很大的冷空气才能越过哀牢山影响滇西、滇西南地区。且因长途跋涉，势力大减，加之变性增温，所以在同纬度同高度条件下，东部气温比西部气温显著偏低（表1.3）。

表1.3 哀牢山东部西部气温差异（℃）

位置	站名	纬度	高度 (米)	年平均 气温	最冷月 气温	极端最低 气温	年 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温
西部	普洱	23°02'	1320.0	18.2	12.1	-2.3	6130.0
	镇沅	23°53'	1247.5	18.5	11.7	-2.1	6651.0
	临沧	23°57'	1463.5	17.2	10.8	-1.3	6074.2
东部	马关	23°02'	1332.9	16.8	9.6	-4.0	5334.2
	广南	24°02'	1250.5	16.7	8.3	-5.5	5151.5
	丘北	24°02'	1451.5	16.3	8.3	-7.6	4970.3

由上表可见，年平均气温广南比镇沅低1.8℃，马关比普洱低1.4℃，丘北比临沧低0.9℃；年 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温广南比镇沅少1499.5℃，马关比普洱少795.8℃，丘北比临沧少1103.9℃；最冷月气温东部比西部低2.5℃；极端最低气温东部比西部低2—6℃。

哀牢山对降水影响也很显著，哀牢山西部由于处于西南暖湿气流的迎风坡，降水一般较多，哀牢山以东因气流越山增温变性，降水减少许多。如东部的建水（海拔高度1309米，纬度23°37'N）年降水量800.7毫米，西部的思茅（海拔高度1302米，纬度22°40'N）年降水量1531.5毫米，思茅比建水的降水量几乎多1倍。

4. 海拔高度相差悬殊，导致垂直气候差异显著。

本省地形复杂，山高谷深，海拔高度相差悬殊。从河谷至山顶气温降低，降水增多，具有热带、亚热带、温带、寒带等数个气候带的差异，以及半干旱、半湿润、湿润等气候类型的差异。元江、元谋等河谷地区地形闭塞，加上焚风效应，使气温更高，降水更少。随海拔高度的变化，气温、降水、日照等气象要素均发生显著的垂直变化，这样本省在气候水平地带性差异的基础上，又迭加上气候的垂直地带性差异，使得云南气候的地区分布更为错综复杂，各气候带和气候型交错分布。如北热带沿河谷呈树枝状向北延伸，在盆地呈块状分布，金沙江河谷还出现了北热带的“飞地”（元谋等地）。其它各带也有类似的情况。

第二章 农业气候资源

农业气候资源是农业自然资源的重要组成部分,是农业生产必要的、基本的外界环境条件,是农作物生存不可缺少的基本因子。农业气候资源主要包括光能资源、热量资源、水资源、风能资源等。一个地区农业生产类型的构成、农作物的种类和品种、种植制度和栽培耕作措施、农作物产量的高低、品质的优劣与农业气候资源有相当密切的关系。在很大程度上取决于光、热、水资源的数量、分布以及它们之间的配合状况,取决于农业气候资源对农业生产的供需关系。

第一节 光能资源

太阳辐射能是地球上一切能量的源泉,是一切生物生命活动中必不可少的因素之一。太阳辐射能是农作物进行光合作用制造有机物质的能量来源。农作物的干物质中有90—95%是光合作用的产物。太阳辐射也是一地气候形成的基本因子,是形成大气环流的能量来源。

与作物生长有密切关系的光能资源一般指光质、光量和光时。光质指太阳辐射的光谱成分,光量指太阳辐射能量的多少,光时指太阳可照时间的长短。表征一地光能资源的指标有太阳总辐射量、直射辐射量、散射辐射量、生理辐射量、日照时数等气象要素以及光合生产潜力等。

各地光能的时空分布取决于地理位置、地形环境、大气透明度、云量以及局部地形遮蔽程度等因素。

一、日照时数和日照百分率

日照时数是表征一地太阳光照时间长短的特征量,它表示某地太阳能可被利用时间的多少。分为可能日照时数和实际日照时数。可能日照时数指一地在不受天气、地形、地物等影响条件下可被太阳照射的最长时间,它仅仅取决于当地的纬度和季节,其数值在天文年历上可查到。实际日照时数指某地实际受太阳照射的时间,它受当地地形、坡度及天气等因素影响,因此实际日照时数总是少于可能日照时数。实际日照时数占可能日照时数的百分比即气象上的日照百分率。一地日照时间的长短可影响植物光合作用时间的长短,与作物的光周期也有密切的关系。

本省南北相差近9个纬度,南北各地年可照时数相差甚小,全年仅差6.2小时,冬季(以1月为代表)南北相差15.1小时,夏季(以7月为代表)南北相差16.0小时。可照时数差异不大主要因为本省地处低纬,因而相差甚小。本省为高原季风气候,各地由于天气的影响,加之地形复杂,各地实际日照时数相差十分悬殊,各个季节实际日照时数差异也十分显著。下文所提日照时数均指实际日照时数。

1. 日照时数的地区分布特征

据云南省各气象台站资料分析,全省各地多年平均日照时数在960—2840小时之间。金沙江河谷地区的永仁站为全省之冠,年日照时数高达2836.4小时,宾川站年日照时数2736.9小

时，为全省次高值。滇东北盐津为全省日照时数最少的站，其值仅961.8小时，绥江年日照时数1012.5小时，为全省次低值。全省年日照时数高低之间相差达3倍。

全省各地年日照时数的地区分布有西高东低的特点（图2.1）。昆明以东年日照时数一般在2200小时以下，滇西北、滇西多数地区一般在2300小时以上，其中大理、丽江、楚雄等地州多数地区在2400小时以上。



图2.1 云南省年日照时数分布图

全省年日照时数高值区在：

- ①楚雄州北部、大理州东部、丽江地区东部 包括永仁、大姚、元谋、姚安、牟定、宾川、祥云、弥渡、华坪等地。年日照时数在2500小时以上。上述3地州其它地区多在2400小时以上，亦为全省高值区。
- ②德宏州大部 包括潞西、梁河、陇川等地。年日照时数在2300—2400小时以上。
- ③玉溪地区南部、红河州中部 包括元江、通海、建水、石屏等地 年日照时数在2300小时以上。
- ④滇中一带 包括路南、晋宁等地。年日照时数亦在2300小时以上。

全省年日照时数低值区在：