



四川牧业科技手册

(一 分 册)

ICHUANMU YE KE JI SHOU CE

四川畜牧业科技手册

(一分册)

四川省气象局业务处

四川农学院牧医系 编写

中国科学院成都生物研究所



四川民族出版社

一九八三年·成都

责任编辑：简堂俊

封面设计：周继雄

四川牧业科技手册（一分册）

四川民族出版社出版（成都盐道街三号）

四川省新华书店发行 渡口新华印刷厂印刷

开本850×1168毫米 1/32 印张12.5 插页2 字数320千

1983年11月第一版 1983年11月第一次印刷

印数：1—1,700册

书号：16140·10

定价：1.53元

编者的话

畜牧业在农业生产中占有重要地位，是国民经济的一个重要组成部分。四川天然草地辽阔，资源丰富，畜牧业发展的历史悠久。著名的川西北草地（系指四川省甘孜藏族自治州和阿坝藏族自治州草地片），有天然草地面积1.9亿亩，其中可利用的就有1.6亿亩（超过全省耕地的总面积），大多是草甸草场。优良草地占可利用草地的51.3%，为全国第一，是全国主要牧区之一。

在四川西部（高原、山地区），居住着勤劳勇敢的五百余万藏、羌、彝、回、汉等十多个民族。他们长期在这儿生息繁衍，为畜牧业的发展付出了辛勤的劳动。

草地是畜牧业的生产基地，培养和建设好草地，直接关系到草地畜牧业的发展。同时，对活跃牧区经济，加速牧区的四化建设，促进各民族之间的团结，都有着重要的意义。

为了普及和提高牧区广大群众、干部的科学技术水平，适应畜牧业现代化发展的需要，在四川省民族事务委员会、四川省科学技术协会、四川省畜牧局的重视和支持下，我们会同有关科研、院校及业务单位组成了《四川牧业科技手册》（以下简称《手册》）编写组。

《手册》拟分四个分册出版。

一分册介绍川西北草地的自然条件，草地调查及规划，草地植物，牧地的合理利用，人工饲草饲料基础的建立和饲草饲料的调制加工技术等。参加这一分册撰写的有周寿荣、王天行、倪炳炽、魏泰昌、钟国长同志。

二分册介绍川西北草地畜牧业的现状，牲畜的繁殖和改良，牲畜的放牧和饲料管理，以及牲畜的疫病防治。参加这一分册撰写的有李明远、陆宏开、蔡立、蒋学良、杨廷佑、王清江、张家

盛、徐林同志。

三分册主要讲牧业机械化，其中介绍了用电的基本知识，几种主要牧业机械（犁、插、收、贮）的性能及使用；还简要介绍了国外一部分牧业机械。参加这一分册撰写的有李兴国、陈宝琳、吴忠厚、曾芝荣、吴迁、周让同志。

四分册主要介绍畜产品的加工和利用（包括羊毛、各类皮张、奶的生产和保管运输，以及收购标准等）。参加这一分册撰写的有贲正坤、王远光、叶式烈、陈圣偶、邵丽瑾、蒋家玉、屠林川、肖进思、赵岳生、汤声宏同志。

《手册》的编写，以四川省草地畜牧业的现状和生产实际为主要依据，并参考国内外有关技术资料。全《手册》约60余万字。

一九八一年十一月

目 录

第一章	四川西部(高原、山地)气候条件与牧业生产	1
第一节	概述	1
第二节	气候资源及其利用	3
第三节	四川西部(高原、山地)畜牧业灾害性天气	26
第四节	牧区小气候观测方法	35
第二章	草地调查(一)	47
第一节	草地调查的种类和基本内容	47
第二节	草地调查的准备工作	49
第三节	草地一般情况调查	51
第四节	草地自然环境的调查	52
第五节	草地土壤的调查	56
第六节	草地植被调查	66
第三章	草地调查(二)	84
第一节	草地类型的划分和确定	84
第二节	草地类型分布图的绘制	89
第三节	草地利用及改良的调查	105
第四节	草地调查资料的整理	108
第四章	草地区划与规划	121
第一节	草地区划	121
第二节	草地规划	124

第三节	草地规划有关的其他设计·····	137
第四节	草地规划图的编制与草地规划报告的编写·····	143
第五章	草地饲用植物及有毒有害植物·····	146
第一节	优良牧草与饲料作物·····	146
第二节	有毒有害植物·····	191
第三节	有毒、有害植物及杂草的防治·····	217
第六章	牧地合理利用与家畜放牧·····	220
第一节	牧地合理利用·····	220
第二节	分区轮牧的设计·····	227
第三节	家畜放牧的一般原则和技术·····	234
第七章	割草地利用与饲草调制技术·····	241
第一节	割草地合理利用的基本要求·····	241
第二节	干草调制·····	243
第三节	干草的贮藏·····	249
第四节	干草估产·····	254
第五节	干草品质鉴定·····	258
第六节	牧草的人工干燥·····	261
第七节	牧草的青贮·····	263
第八章	草地培育技术·····	267
第一节	改良天然草地培育半人工草地·····	267
第二节	建立人工草地的一般技术·····	276
第三节	牧草混播·····	285
第四节	人工草地的合理轮作·····	290
第五节	人工草地的管理·····	292
第九章	草地的定位研究·····	296
第一节	草地植物的物候观察·····	296
第二节	草地植物饲用评价·····	305
第三节	草地饲料贮藏量动态及不同利用方式的产量测定·····	314

第四节	放牧家畜采食量及牧草消化率的测定	319
第五节	放牧程度试验	326
第十章	牧草育种和良种繁育技术	329
第一节	牧草品种的形成与品种资源	329
第二节	牧草引种	332
第三节	选择育种	335
第四节	杂交育种	338
第五节	辐射育种	347
第六节	多倍体及单倍体育种	353
第七节	牧草育种繁育和推广	361
第十一章	牧草的田间试验法	371
第一节	田间试验的基本知识	371
第二节	田间试验设计方法	379
附录	饲料作物及牧草观察项目和记载标准(修改稿)	
	说明	389

第一章 四川西部（高原、山地）气候条件与牧业生产

第一节 概 述

四川西部(高原、山地),大体包括甘孜、阿坝、凉山三个自治州和渡口市,辖五十二个县(市),总土地面积约为三十万平方公里,东西跨七个经度(97° — 104° E),南北达八个纬距(26° — 34° N)。千里高原,十分辽阔。境内居住着藏、彝、汉、羌、回等十多个民族,总人口约五百余万,是我国多民族地区之一。

以高原和高中山为主的四川西部地区,其主体在地貌上属于青藏高原的一部分,海拔多超过3300米,地高天寒为其基本特征。甘孜、阿坝两州的西北部,主要由丘状高原、平坦高原及部分浅切割的高山原所构成。原面宽广,起伏不大,谷地开阔,土壤肥厚,适于牧草生长。因此,虽地处高寒,仍宜绵羊、牦牛、马等牲畜的放牧。高原东部和南部地表破碎。岷山、邛崃山、大雪山、沙鲁里山等自北而南延伸、山岭海拔多在4000—5000米。岷江、大渡河、雅砻江、金沙江等顺着山谷相间排列,强烈下切,形成了高山峡谷型的特有景观。谷底海拔仅1500—2400米,岭谷高差达1000—3000米,大雪山之巅贡嘎山海拔7556米,与其附近的大渡河谷地高差竟达6000米之巨,从而导致气候、生物、土壤等显著的垂直变化。峡谷两岸、谷缘以上多为成片宽阔的草场,为畜牧业的发展提供了广阔的天地。

川西南一带,地貌上属于云贵高原之一角,海拔一般为1000—2400米,较北面的高原为低。境内有大凉山、螺髻山、牦牛山等几条中山,呈南北向平行排列,峰峦起伏,山岭连绵,形成

2000 米以上的大片山原，宜林、宜牧地区广为分布。境内除东西两侧的金沙江、雅砻江河谷为深切峡谷外，其余山间谷地大都比较开阔，有不少平坝和盆地。

四川西部高原、高山地区，气候干燥、寒冷，日照强烈，热量条件较差。特别是地处海拔 3500—4000 米的 甘(孜)、阿(坝)高原面上，年平均气温不到 5℃，大于或等于 10℃的活动积温在 1000℃以下，全年几乎没有绝对的无霜期。东南部海拔 2000—2500 米的河谷地带，年平均气温在 10℃以上，最冷月平均气温在 1—5℃，大于或等于 10℃的活动积温为 3500—4500℃，无霜期 180—300 天，气温日较差一般在 20℃以上，最高可达 30℃，有利于植物生长和养分的积累。

高原、山地气候的垂直变化明显，热量的垂直差异尤其突出。随着海拔高度的增加，动物、植被亦形成规律性的差异（见表 1—1）。

表1—1 四川西部(高原、山地)热量垂直分带的一般规律

项 目	海 拔 (米)	年平均气温 (℃)	最冷月平均 气温 (℃)	最热月平均 气温 (℃)	≥10℃ 积温 (℃)
高山永冻带	>4700	<-5	<-15	<5	
高山寒带	4700—4200	-5—-1	-15—-11	5—8	0—100
高山亚寒带	4200—3500	-1—3	-11—-6	8—12	100—800
山地寒温带	3500—3000	3—7	-6—-3	12—15	800—2000
山地温带	3000—2500	7—10	-2—1	15—18	2000—3000
山地暖温带	2500—2000	10—13	2—5	18—21	3000—4200
河谷亚热带(上)	2000—1300	13—17	6—10	21—23	4200—6000
河谷亚热带(下)	<1300	18—21	11—14	24—26	6000—7700

四川西部高原、山地区，是我国著名的林区和牧区之一。今后在为发展四川林、牧业生产中，它将继续发挥其优势的作用。

第二节 气候资源及其利用

一、气候资源

气候是农牧业生产的重要资源之一。它包括太阳辐射、温度、降水和风力等，可用数量表示年、月、生长季或整个生长周期。其数量之多少，在很大程度上决定了农牧业生产的类型。

农牧业气候资源具有自然资源的共同特性，也有它本身的特点。光、热、水各因子之间既互相关联，又互相制约，一个因子的变化，将引起另外因子的反应。各因子的地理分布很不均匀，受地理纬度、地形、地势和下垫面特点等的影响。年复一年有明显的季节变化，各年间大体相似，但又不完全相同。总之，气候资源是取用不尽的，并可通过人们的生产活动局部改造，形成有利于农牧业生产的良好的小气候环境。

二、光能资源

（一）太阳辐射能

太阳辐射是地表最主要的能量源泉。它是大气中一切物理过程和现象的基本动力，也是绿色植物通过光合作用制造有机物质的唯一能量。太阳辐射包括直接辐射和散射辐射。直接辐射，即太阳以平行光形式直接投射到地面的辐射。它决定于太阳高度角、空气透明度、云状、云量、海拔高度以及地形等。散射辐射，即太阳辐射波长较短的部分受到大气的散射，或者云的反射，然后以散射光的形式从天空投射到地面的那部分辐射。太阳直接辐射和短波散射辐射的总量，即总辐射。阴天，太阳的直接光被云阻挡，则以散射光为主。

四川西部高原海拔高，空气较稀薄、干洁，尘埃少，透明度

大，晴天多，云雾少，日照时数多，太阳辐射强烈，年总辐射量达120—160千卡/平方厘米，5—9月辐射总量60—70千卡/平方厘米；头年10月—次年4月辐射总量70—80千卡/平方厘米。冬半年的七个月较夏半年雨季的五个月辐射总量多。

因为空气透明度好，晴天多，所以各月都基本上是直接辐射量大于散射辐射量，特别是晴朗干燥的冬季更是如此。只有在雨季极个别的月份散射辐射量才大于直接辐射量。

一年中，单位时间内投射在单位水平面积上所接收到的太阳辐射的能量(卡/平方厘米·分)，即辐射强度；其最大量，渡口出现在4、5月，阿坝在7月。辐射强度的最小值，两地都出现在11月(见表1—2)。

表1—2 阿坝、渡口各月辐射量(卡/平方厘米)

月份	阿 坝			渡 口		
	总 辐 射	直接辐射	散射辐射	总 辐 射	直接辐射	散射辐射
1	9321.1	5968.8	3352.3	10679.1	7983.5	2695.5
2	9886.3	5971.7	3914.6	11720.8	9033.7	2687.0
3	12006.6	6151.4	5855.2	14765.9	10506.7	4259.3
4	13775.2	7031.7	6743.5	15186.6	9959.6	5226.9
5	13527.1	6398.3	7128.8	15528.2	9854.7	5673.6
6	13720.0	7457.4	6262.6	13499.0	7237.1	6261.9
7	14368.5	8217.2	6151.3	13437.1	6927.9	6509.2
8	13794.2	8061.5	5732.8	14177.4	8044.8	6132.6
9	11507.2	6597.3	4910.0	11533.1	6426.3	5106.8
10	10386.3	6259.3	4127.0	10578.4	6369.1	4209.3
11	8785.6	5632.7	3152.9	8793.4	5735.9	3057.4
12	9257.1	6458.1	2799.0	9600.7	6974.1	2626.6
全 年	140335.1	79905.2	60429.9	149499.6	95053.4	54446.2

(二)日照及其地区分布

日照，是指太阳光对某地照射的时间，即太阳光实际照射的时间，也叫做实照时数。从日出到日落的时间，叫可照时数。各地每天白昼的长短是随季节变化的，在同纬度上，白昼的长短及

其季节变化是一样的，各年之间也无差异，不同纬度每天白昼的长短可从专用查算表中查得。由于地形、地势等环境条件的不同，以及云雾遮挡太阳光的时间不一致，所以实照时数总是少于白昼的长度(可照时数)。实照时数与可照时数之比，以百分数表示，称日照百分率。四川西部高原是同纬度日照持续时数最长的地区之一，全年达 1800—2600 小时，日照百分率在 40—60% 之间。甘孜州各地日照最丰富，其中以石渠、炉霍、理塘、稻城等地日照最多，年日照时数在 2500 小时以上，日照百分率大于 55%。凉山州东北部日照时数较少，年日照时数一般不足 2000 小时，日照百分率小于 45% (如表 1—3)。

日照的季节分配，各地大体相似，冬半年(干季)多于夏半年(湿季)，以进入雨季前的 3、4 月和雨季结束后的 11、12 月日照最为充足。进入雨季以后，雨日增多，日照时数相应减少，一般以 6 月的日照时数最少，日照百分率在 40% 以下，但仍较同纬度的四川盆地日照为多。

(三) 太阳光能的利用

人类对太阳光能的利用，就目前的资料来看，还是通过植物叶绿体，在光合作用过程中，将太阳光能转化为有机物贮存于植物体内。因此，单位面积上产量的高低则取决于固定太阳能的数量。所谓光能利用率，即一定土地面积上，在一定时间内投入的辐射量与纯生产量——生物学产量之比。我国耕地全年太阳光能利用率平均不过 0.4%，以最高年产量亩产 3000 斤计算，光能利用率也只达 5%。四川西部高原牧草，以亩产 1600 斤的生物学产量(包括根、茎、叶、籽粒全部产量——干重)计算，5—9 月牧草生长的季节，光能利用率也只有 1.54%。

据研究，植物在光合作用过程中，叶片对光谱的吸收，包括青、蓝、红、红外等波段的光，称为“光合有效辐射”或“生理辐射”。光合有效辐射量，大致相当于太阳总辐射量的一半，或者

表1—3 四川西部(高原、山地)各地日照时数及日照百分率

地区	月 份		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全 年
	项 目	项 目													
石	日照时数	206.5	182.2	218.5	227.7	224.2	193.1	203.9	207.5	191.1	210.0	228.0	223.9	2516.5	
渠	日照百分率	65	59	59	59	52	45	47	50	52	60	73	73	57	
色	日照时数	211.8	181.9	213.3	215.6	215.3	181.9	202.3	210.9	172.5	191.3	219.8	225.0	2441.7	
达	日照百分率	67	58	58	55	50	43	47	51	47	54	70	73	55	
理	日照时数	259.6	229.0	255.1	232.5	221.7	170.3	154.3	169.5	178.5	228.9	254.7	263.3	2617.6	
塘	日照百分率	81	73	69	60	53	41	36	42	49	65	80	83	59	
德	日照时数	171.9	145.5	167.0	173.3	180.6	160.7	175.9	174.1	159.6	167.5	180.0	186.5	2042.5	
格	日照百分率	54	47	45	45	42	38	41	42	43	48	57	60	46	
康定	日照时数	247.4	212.2	232.9	214.1	213.2	162.9	183.5	188.1	169.0	207.2	235.9	255.2	2521.6	
新都	日照百分率	77	68	63	56	50	39	43	46	46	59	74	81	57	
桥	日照时数	222.7	194.1	233.6	227.8	231.3	192.7	209.1	213.9	192.3	214.6	227.0	232.1	2591.3	
炉	日照百分率	70	62	63	59	54	45	48	52	52	61	72	74	59	
霍	日照时数	266.3	237.1	263.8	230.3	218.7	168.2	147.2	161.3	172.3	232.8	253.7	268.2	2619.8	
稻	日照百分率	82	75	71	60	52	40	35	40	47	66	79	84	59	
城	日照时数	182.9	167.5	189.6	183.2	172.7	132.2	133.2	140.0	121.9	153.5	173.1	183.1	1932.7	
九	日照百分率	56	53	51	48	41	32	31	34	33	43	54	57	44	
龙	日照时数														

续表

地区	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全 年
若尔盖	日照时数	202.6	182.4	203.4	211.8	196.2	179.1	214.1	210.4	165.5	179.0	203.6	215.2	2363.2
阿坝	日照百分率	64	59	55	54	46	42	49	51	45	51	65	71	53
松潘	日照时数	204.4	183.9	211.7	208.5	198.1	189.7	193.9	197.0	187.6	183.5	213.0	222.6	2353.8
马尔康	日照百分率	65	59	57	54	46	40	45	48	45	52	68	72	53
昭觉	日照时数	163.1	143.0	163.4	161.3	156.2	130.0	158.0	171.2	118.3	128.7	154.2	172.1	1819.3
木里	日照百分率	51	46	44	41	37	31	36	42	32	37	49	55	41
会理	日照时数	193.3	173.2	196.4	193.1	194.8	158.1	184.4	198.0	160.4	173.7	190.3	196.3	2212.0
理	日照百分率	60	55	53	50	46	37	43	48	43	49	60	63	50
	日照时数	143.6	142.0	216.0	213.8	175.5	110.7	172.1	182.0	126.8	107.9	125.9	143.6	1860.0
	日照百分率	44	44	58	56	42	27	41	45	34	31	39	44	42
	日照时数	232.6	217.3	246.1	231.9	206.0	137.2	127.4	136.6	126.9	192.2	207.8	227.0	2290.2
	日照百分率	71	69	66	60	49	33	30	34	35	54	65	71	52
	日照时数	234.3	219.5	262.8	261.0	227.7	144.4	150.9	175.7	147.2	149.6	191.7	220.4	2385.0
	日照百分率	71	69	71	68	55	35	36	44	40	42	59	68	54

用下面公式计算：

$$Q = 0.43S + 0.57D$$

式中Q——光合有效辐射（根据各地实测资料计算）

S——直接辐射（当地气象站实测资料）

D——散射辐射（当地气象站实测资料）

根据一个地区的太阳总辐射量，或者计算出的光合有效辐射量，即可根据下面的公式计算光能利用率。

$$\epsilon = \frac{\omega_Q}{\epsilon_Q} = \frac{500yH}{\epsilon_Q \times 666.7 \times 10^4}$$

式中 ϵ ——光能利用率（%）

ω_Q ——纯生产量

ϵ_Q ——总辐射量或光合有效辐射量

y——生物学产量（斤/亩）

H——燃烧一克干物质释放的能量，一般用4.25千卡/克

500——换算系数（1斤=500克）

666.7×10^4 ——亩换算为平方厘米的系数①

如果以一亩牧草收获1000斤产量（包括根、茎、叶、籽实——干重），用阿坝5—9月的总辐射66.917千卡/平方厘米代入上式，即得光能利用率为0.48%。为了简便起见，以光合有效辐射为总辐射的一半计算，则光合有效辐射利用率为0.96%。可见，与高产地区相比，光能增产潜力很大。

一个地区究竟光合生产潜力有多大呢？据研究，在考虑植物的呼吸作用、表面反射、植物群体内光的漏射以及农耗等能量的损失以后，得出一个系数0.124。其光合潜力的估算方法，即将太阳总辐射（卡/平方厘米）数值乘以系数0.124便是光合潜力——通过植物的光合作用能够达到的最高生物学产量（斤/亩）。据此，计算得出阿坝的光合生产潜力（如表1—4）。

①1亩=666.7平方米；1平方米=10000平方厘米，即 10^4 平方厘米。

表1—4

阿坝光合生产潜力 (单位:卡/平方厘米、斤/亩)

月 份	项 目	总 辐 射 量	平均每日辐射	平均每日产量	总 产 量
1		9321.1	300.7	37.3	1156.3
2		9886.3	353.1	43.8	1226.4
3		12006.6	387.3	48.0	1488.0
4		13775.2	459.2	56.9	1707.0
5		13527.1	436.4	54.1	1677.1
6		13720.0	457.3	56.7	1701.0
7		14368.5	463.5	57.5	1782.5
8		13794.2	445.0	55.2	1711.2
9		11507.2	383.6	47.6	1428.0
10		10386.3	335.0	41.5	1286.5
11		8785.6	292.9	36.3	1089.0
12		9257.1	298.6	37.0	1147.0
全年		140335.1	384.5	47.7	17400.0

事实上限制光能利用的因素很多。四川西部高原地势高,热量条件差,冬半年(头年10月至次年4月)一半以上的太阳辐射能投射在一片空地上,光能白白地浪费了。海拔2500米以下的地区,在3、4月和10、11月热量尚能满足植物的生长,但因水分条件差,也在一定程度上限制了光能的利用。在纬度较低的南部河谷地带,全年都能满足植物对热量条件的要求,只要保证水分的供应,光能利用率可以较目前大大提高。

鉴于植物对光能的利用受到各种限制,国内外都在寻求充分利用光能的新途径,如太阳能发电,太阳能电池,太阳灶等。

三、热 量 资 源

(一) 热量的表示方法

通常用空气温度的具体数值来表示大气的冷热程度。在气象上,一般用放置在1.5米高、通风良好的百叶箱内的温度表测得