

云南山区日照时数的垂直分布*

王宇

(云南省气象局, 昆明, 650034)

提 要 根据云南省内若干山区气象资料, 研究云南山区日照时数的垂直分布规律, 得出一些有意义的结论: 日照时数垂直分布有抛物线型、线性型、缓变型等; 日照时数年内变化有冬大夏小型、春大夏小型、夏大冬小型3种; 山区日照时数坡向差异明显, 各山区不尽相同。

关键词 云南省 山区 日照时数 垂直分布

云南是我国山地面积最多的省份之一, 山地面积占全省总面积的94%。由于地形复杂, 海拔差异悬殊, 加上坡向、坡度等影响, 使得山区日照时数分布情况十分复杂。

一、山区日照时数随海拔的变化

日照时数是重要的气候要素。山区日照时数的分布主要受地理纬度、地形特征以及云雾等天气条件的影响。

山区日照时数随海拔的变化可用如下二次方程表示

$$S = B_0 + B_1H + B_2H^2, \quad (1)$$

式中 S 为日照时数; H 为海拔; B_0, B_1, B_2 为系数。

日照时数随海拔的垂直变化率可用上述方程的一阶偏导数表示

$$r = \partial S / \partial H = B_1 + 2B_2H. \quad (2)$$

日照时数随海拔垂直分布曲线型式可由方程(1)的二阶偏导数确定

$$\partial^2 S / \partial H^2 = 2B_2. \quad (3)$$

当 $B_2 > 0, \partial^2 S / \partial H^2 > 0$, 垂直分布曲线为抛物线型(I型), 有极小值。

当 $B_2 = 0, \partial^2 S / \partial H^2 = 0$, 垂直分布曲线为线性变化型。

当 $B_2 < 0, \partial^2 S / \partial H^2 < 0$, 垂直分布曲线为抛物线型(II型), 有极大值。

有些山区日照时数垂直分布曲线为抛物线型中的一段, 没有出现极大值或极小值(III型), 在线性变化型中也有渐增型和渐减型的区别, 有些山区日照时数垂直分布上下变化和缓, 称为垂直缓变型。

二、年日照时数的垂直分布

云南山区年日照时数的垂直分布有如下几种型式。

* 本文引用了高黎贡山、白马雪山、哀牢山等山地气候剖面考察资料, 仅向有关单位和许多同志表示感谢。
本文改回日期: 1992-6-16。

(一)抛物线型(I型)

此型特征是日照时数随海拔增加先是减少,到某一高度出现极小值,此高度以上又复增多.云南西双版纳山区和哀牢山东坡属于此型(其抛物线方程有关参数如表1).

表1 云南山区年日照时数垂直分布参数

Table 1 Vertical distribution parameters of annual sunshine hours in mountainous region of Yunnan Province

地 点	B_0	B_1	B_2	R	F	V	N	资料年份
西双版纳山区	4176.63	-4.9822	0.002662	0.9699	55.49	37	10	1960—1979
哀牢山东坡	4052.68	-3.4666	0.001097	0.9843	31.06	30	5	1988
白马雪山西坡	-1359.56	2.2535	-0.000340	0.9254	2.98	62	4	} 1982—1984
白马雪山东坡	802.38	0.8865	-0.000140	0.9701	7.99	18.	4	
高黎贡山西坡	812.38	1.0930	-0.000317	0.9429	12.03	67	6	} 1981
高黎贡山东坡	1439.84	0.5985	-0.000225	0.9791	37.77	51	6	
东川山区	2577.85	-0.2102		-0.9999		1	3	} 1961—1980
昭通山区	621.89	0.5659		0.9703		175	8	

注: B_0, B_1, B_2 为方程系数; R 为复相关系数; F 为 F 检验计算值; V 为平均绝对误差(小时); N 为站点数;海拔单位为米;日照时数单位为小时.

西双版纳山区年日照时数垂直分布规律(图1-A).海拔500—600米处大多为河谷地带,降水量和云雾相对少些,且日出后雾先从近地面开始消散,白天雾持续时间相对少些.海拔800—900米为云雾层,故而日照时数最少,其上云雾减少,日照时数增多.

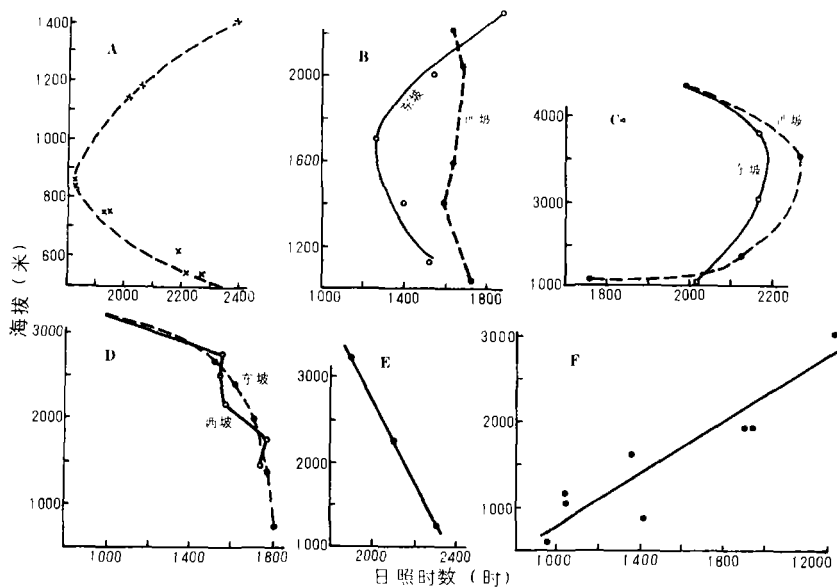


图1 云南山区年日照时数垂直分布

Fig. 1 Vertical distribution of annual sunshine hours in the mountainous region of Yunnan Province

哀牢山东坡年日照时数垂直分布规律(图1-B)海拔1100米左右地带,接近元江河谷,降水较少,云雾日数也少,因而日照较多.海拔1700米左右地带,常年多云雾,加之西部山体遮蔽,使得日照时数大为减少.海拔2200米以上地带,测站云雾较少,且处于山体

上部,四周开阔,日照时数因而增多。

(二)抛物线型(I型)

此型分布特点是日照时数随海拔增加先是递增,至某一高度出现极大值,此高度以上日照时数又复减少。云南白马雪山东坡、西坡年日照时数垂直分布均属于此型(抛物线方程有关参数见表1),垂直分布规律(图1-C)。海拔3500米以下,递增率西坡大于东坡;海拔3500米以上,递减率西坡大于东坡。

(三)抛物线型(Ⅱ型)

此型分布特征是日照时数随海拔增加而递减,垂直分布曲线为抛物线中一段,在现有的观测资料中,未出现极值。高黎贡山东、西坡年日照时数垂直分布属于此型(抛物线方程有关参数见表1),垂直分布规律(图1-D)。递减率西坡大于东坡。

(四)线性递减型

东川山区年日照时数垂直分布呈线性递减型(图1-E)。线性方程有关参数见表1。东川山区年日照时数随海拔的递减率为21小时/100米,上部与下部递减率接近。

(五)线性递增型

昭通山区(金沙江河谷地带除外)年日照时数垂直分布呈线性递增型(图1-F,线性方程有关参数见表1)。其垂直递增率为57小时/100米。

昭通山区之所以出现日照时数随海拔增加而递增的特殊规律,原因在于该地冬半年多准静止锋天气,致使在海拔较低处,云、雾、降水等天气现象增多,使得日照时数大为减少。而在海拔较高处,已渐位于锋面之上,云雾减少,天气较为晴朗,日照时数增多。

(六)缓变型

此型特征是年日照时数随海拔的变化较缓,各高度上的差异不大。哀牢山西坡年日照时数垂直分布属于此型(见图1-B)。各海拔上年日照时数差值一般不超过100小时。

三、干季、雨季日照时数的垂直分布

云南属低纬山原季风气候,干季(11—4月)和雨季(5—10月)气候特征迥然各异,因而干季和雨季合计日照时数垂直分布有较大的差异。

1. 高黎贡山 高黎贡山东、西坡干季和雨季日照时数垂直分布(图2-A)。干季东、西坡垂直分布均为抛物线型(I型),雨季东、西坡均为抛物线型(Ⅱ型),方程有关参数(表2)高黎贡山干季日照时数东、西坡均出现极大值。东坡极大值出现在海拔1400米附近,其值为1100小时左右。西坡极大值出现在海拔1800米附近,其值为1000小时左右。雨季日照时数东西坡均随海拔增加而递减,山坡上未出现极值,山顶日照时数最少。

2. 白马雪山 白马雪山东、西坡干季和雨季日照时数垂直分布(图2-B)。雨季白马雪山东、西坡均为抛物线型(I型),有极大值。干季东坡为线性递增型,西坡为抛物线型(Ⅱ型),日照时数随高度增加而增多,未出现极值。方程有关参数(见表2),其垂直变化规律是,雨季日照时数东坡在海拔3000米附近出现极大值,其值为1020小时左右,西坡在海拔3500米附近出现极大值,其值为1120小时左右。

3. 哀牢山 哀牢山东、西坡干季和雨季日照时数垂直分布(图 2-C). 东坡干季、雨季均为抛物线型(1 型), 有极小值. 西坡雨季为线性递减型, 干季为抛物线型, 有极小值(各有关参数见表 2). 雨季日照时数东坡在海拔 2000 米处出现极小值, 其值为 530 小时.

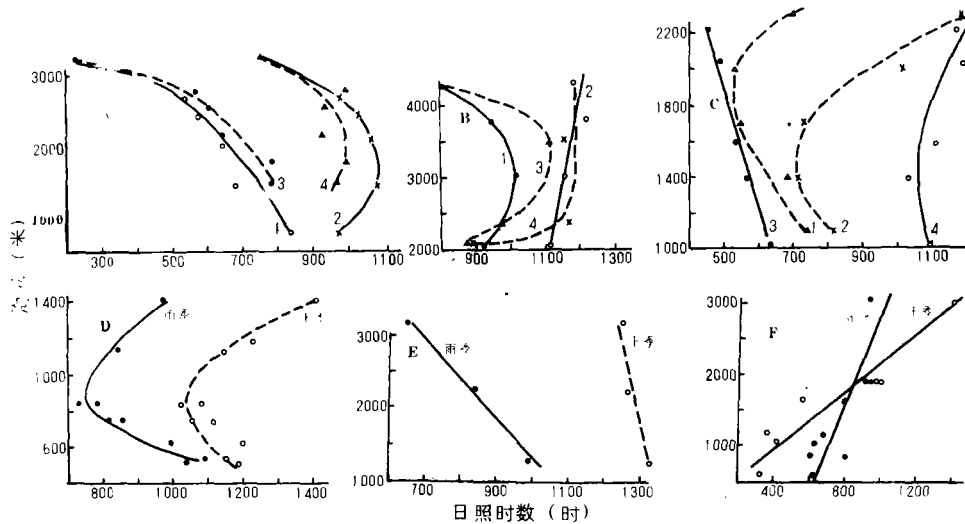


图 2 云南山区干季和雨季日照时数垂直分布

Fig. 2 Vertical distribution of sunshine hours for dry and rainy seasons in the mountainous region of Yunnan Province

西坡未出现极值, 山顶日照时数最少. 干季日照时数东、西坡均在海拔 1400 米处出现极小值, 其值东坡为 710 小时, 西坡为 1030 小时.

表 2 云南山区干季、雨季日照时数垂直分布参数

Table 2 Vertical distribution parameters of sunshine for dry and rainy seasons in mountainous region of Yunnan Province

地 点		B_0	B_1	B_2	R	F	V	N	资料年份
高黎贡山	东坡干季	666.854	0.5032	-0.000147	0.9920	92.44	11	6	1981
	东坡雨季	772.984	0.0954	-0.000078	0.9659	20.88	41	6	
	西坡干季	465.455	0.5326	-0.000134	0.8292	3.30	36	6	
	西坡雨季	346.929	0.5603	-0.000183	0.9744	28.22	32	6	
白马雪山	东坡干季	808.037	0.1905	-0.000023	0.9361	3.54	14	4	1982—1984
	东坡雨季	-0.336	0.6931	-0.000118	0.9986	172.75	4	4	
	西坡干季	-28.639	0.6770	-0.000093	0.7634	0.70	69	4	
	西坡雨季	-1333.940	1.5795	-0.000253	0.9981	133.77	7	4	
哀牢山	东坡干季	2049.800	-1.8454	0.000644	0.9701	16.00	37	5	1988
	东坡雨季	2002.700	-1.6211	0.000453	0.8990	4.21	33	5	
	西坡干季	1289.180	-0.3417	0.000135	0.8277	2.18	30	5	
	西坡雨季	897.800	-0.3103	0.000251	0.9983	294.50	3	5	
西双版纳山区干季		1948.460	-2.0270	0.001180	0.9418	27.46	30	10	1960—1979
西双版纳山区雨季		2262.710	-3.0160	0.001510	0.9497	32.22	31	10	
东川山区干季		1363.040	-0.0370		-0.9353		11	3	1961—1980
东川山区雨季		1217.080	-0.1750		-0.9975		9	3	
昭通山区干季		30.370	0.4353		0.9283		113	8	
昭通山区雨季		591.280	0.1306		0.7657		76	8	

注: 表中有关符号说明同表 1.

4. 西双版纳山区 西双版纳山区干季、雨季日照时数垂直分布(图 2-D). 均呈抛物

线型(I型),有极小值(有关参数见表2).在海拔850米处出现极小值,干季其值为1030小时,雨季其值为730小时.

5. 东川山区 东川山区干季、雨季日照时数垂直分布均呈线性递减型(图2-E,有关参数见表2),干季垂直递减率为3.7小时/100米,雨季为17.5小时/100米.

6. 昭通山区 昭通山区干季、雨季日照时数垂直分布均为线性递增型(图2-F,有关参数见表2).干季垂直递增率为43小时/100米,雨季垂直递增率为13小时/100米.

由上,云南山区干季、雨季日照时数垂直分布与年日照时数相似,有抛物线型、线性型等型式.由于雨季期间阴雨日数多,云量多,山区日照时数因之减少.干季期晴朗天气多,云量少,虽值冬半年,但云南地处低纬,山区日照时数仍较多.省内绝大多数山区在各个海拔上干季日照时数一般多于雨季日照时数.

四、日照时数的年内变化

云南不同山区日照时数年内变化明显不同,其变化有如下几种类型.

(一) 冬大夏小型

此型特征是冬季月份日照时数多于夏季月份的日照时数,充分反映出西部型季风气候的特征.高黎贡山和白马雪山日照时数年内变化属于此型,其成因后文述及.

高黎贡山东、西坡及山顶不同高度各站日照时数变化曲线(图3-A)均呈“V”型.各站均以6—8月3个月日照数为全年最少月,一般在100小时以下,山顶站最少不到20小时.各站均在2月、10月、11月出现峰值,月日照时数一般在150小时以上.

白马雪山日照时数年内变化曲线基本呈“V”型(图3-B),但起伏程度比高黎贡山要小.这主要因为白马雪山位置偏北,海拔又较高,干季各月受冷空气影响比高黎贡山要多一些,阴雨天气也多些,故日照时数受到一些影响.白马雪山6—9月为低谷,各月日照时数一般在150小时以下,山顶7—9月各月不到100小时.2—4月又出现第二个低谷,各月日照时数在150—200小时以下.峰值出现在1月、5月和11月,月日照时数在160—230小时之间,峰谷之差明显小于高黎贡山.

高黎贡山和白马雪山日照时数年内变化曲线有些月份出现相反的趋势:高黎贡山雨季结束较迟,故11月为次低谷,而白马雪山9—10月雨季即已结束,11月出现峰值;高黎贡山2—4月处于相对高值时段,而白马雪山受南支槽的影响,这段时间云雨较多,为相对低值阶段.此外,白马雪山5月出现第三峰值,这是高黎贡山所没有的,这正和该地3、4月前汛期和6月后的大雨季之间的间断期相吻合.

(二) 夏大冬小型

此型特征是夏季月份日照时数多于冬季月份,反映出东部型季风气候的特点.昭通山区低海拔处(大关)日照时数年内变化属于此型(图3-C).大关7、8月出现峰值,月日照时数在150小时以上,10—2月为低谷,月日照时数一般在50小时以下.4月为第二峰值,月日照时数在120小时以上,5、6月为第二低谷,月日照时数在100小时以下.

昭通山区随海拔增加日照时数年内变化逐渐演变成“春大夏小”型.在海拔2000米左

右处的昭通站处于上述两种型式之间,春、夏皆出现峰值,3,4月为第一峰值,月日照时数在200小时以上,7,8月为第二峰值,其值为180小时左右;而6,10,11月为低谷时段,月日照时数不到90小时,及至海拔3000米以上(大山包),已完全演变成“春大夏小”型了。

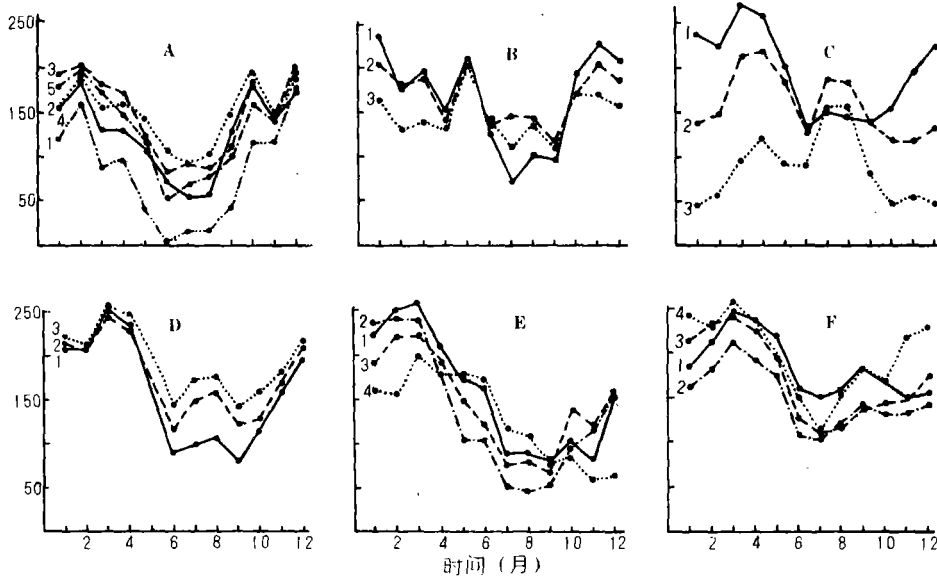


图3 云南山区各月日照时数曲线图

Fig. 3 The curves of sunshine hours for each month in the mountainous region of Yunnan Province

(三) 春大夏小型

此型特征是春季日照时数为全年最多,夏季日照时数为全年最少,为上述两种型式的过渡型,但更接近于西部型季风气候区日照时数年内变化特点.云南东川山区、西双版纳山区、哀牢山区及昭通高海拔山区均属此型。

昭通高海拔山区(图3-C)3,4月为日照时数最多月份,各月值在250小时以上;12—1月为次高值时段,其值在225小时以上,6—9月为低谷段,各月值在150小时以下。

东川山区日照时数年内变化(图3-D),6—10月为低谷时段,各月值在175小时以下,12—4月为高值时段,各月值一般在200小时以上。

哀牢山区日照时数年内变化(图3-E),7—9月3个月为年内最少的月份,各月值一般在100小时以下,1—4月为高值时段,各月值一般在200小时以上,尤以2,3月最多,其值在220小时以上.日照时数峰谷之间差值大,可达150小时。

西双版纳山区日照时数年内变化(图3-F),6—10月为低值时段,各月值一般在150小时以下,3,4月为峰值时段,各月值在200小时以上,日照时数年内峰谷之差值一般在100小时上下,小于哀牢山区。

由上,云南山区日照时数年内变化除滇东北昭通山区低海拔处因受冬季静止锋影响较多为“夏大冬小”型外,全省多数山区为“春大夏小”型或“冬大夏小”型.这主要因为冬春

季节正值云南的干季,受西方干暖气团控制,云雨少,晴天多,加之云南地处低纬,因而日照时数多。而夏秋季节正值雨季,受海洋潮湿气流影响,云雨天气多,使日照时数大为减少。

五、日照时数的坡向差异

云南山区日照时数坡向差异明显,下面以高黎贡山、白马雪山、哀牢山为例说明之。

(一)高 黎 贡 山

高黎贡山在海拔较低处(1400 米)东西坡全年日照时数接近,但各月日照时数差别较大,东坡干季各月(11—4 月)均多于西坡,西坡雨季各月(5—10 月)均多于东坡。在中海拔处(2000—2100 米)一年中除 5、6 月外,各月日照时数东坡多于西坡,年日照时数亦如此。在高海拔处(2600—2700 米)9—2 月西坡多于东坡,3—5 月、7—8 月东坡多于西坡,全年西坡多于东坡。以整个坡面而论,东西坡差异不大。

(二)白 马 雪 山

白马雪山在海拔较低处(2000—2100 米)除 6 月外,其余各月东坡均多于西坡,6 月西坡略多于东坡。在海拔较高处(2300 米以上)西坡多于东坡。以整个坡面而论,年日照时数西坡多于东坡。

(三)哀 牢 山

哀牢山海拔较低处(1000—1100 米),10—4 月各月日照时数西坡多于东坡,5—9 月各月日照时数东坡多于西坡,全年日照时数西坡多于东坡。中海拔处(1600—1700 米)6、7、9 月东坡略多于西坡,其余各月西坡多于东坡,全年东坡多于西坡。以整个坡面而论,从图 2 可见,全年日照时数在海拔 2100 米以下,西坡多于东坡,海拔 2100 米以上东坡多于西坡。

六、结 论

综上所述,云南山区日照时数垂直分布有如下规律。

1. 年日照时数垂直分布呈抛物线型(I, II, III 型)、线性型(递增型、递减型)和缓变型几种,以抛物线型和线性递减型为主。省内多数山区随海拔增加年日照时数一般是减少的,昭通部分山区年日照时数随海拔高度增加而递增。

2. 干季、雨季合计日照时数垂直分布与年日照时数垂直分布相拟,亦有抛物线型、线性型等型式。省内多数山区在各个海拔上干季日照时数一般均多于雨季日照时数,仅昭通山区海拔较低处为雨季日照时数多于干季日照时数。

3. 日照时数年内变化有冬大夏小型、春大夏小型、夏大冬小型 3 种。省内多数山区以前两种为主,反映出云南多数山区属西部型季风气候的特征。昭通山区海拔较低处为夏大冬小型,呈现出东部型季风气候的特征。各山区月日照时数峰谷出现月份不尽相同。

4. 云南山区日照时数坡向差异明显。年日照时数哀牢山海拔 2100 米以下西坡多于东坡,2100 米以上东坡多于西坡。高黎贡山东、西坡差异不大。白马雪山西坡多于东坡。各月日照时数亦有明显差异。

VERTICAL DISTRIBUTION OF SUNSHINE DURATION PROVINCE IN THE MOUNTAINOUS AREA OF YUNNAN

Wang Yu

(*Meteorological Bureau of Yunnan Province, Kunming, 650034*)

Abstract

Based on the analyses of mountainous meteorological information of some areas in Yunnan, the following rules of the vertical distribution for sunshine duration in the mountainous areas of Yunnan have been arrived;

The vertical distribution of annual sunshine duration in Yunnan takes parabolic type, linear type and slow changing type. In general, the annual sunshine duration in most Yunnan mountainous areas decreases as a result of height increasing with height except for some places in Zhao-tong Prefecture.

As for the vertical distribution of the sunshine duration in dry season and in rainy season, there are also parabolic type, linear type etc. In most case, the sunshine duration during the former is more than that during the later in most mountainous areas of Yunnan.

The interannual change of sunshine duration mainly falls into three types, that is much in winter and little in summer, much in spring and little in summer, much in summer and little in winter. Most mountainous areas of Yunnan belong to the preceding two types. This means that most mountainous areas of Yunnan belong to the Chinese western monsoon climate.

There are obvious distinction of sunshine duration between different slopes. In Ailao Mountain area, more sunshine duration on the western slope and relative less on the eastern slope under an altitude of 2,100 meters above sea level, and the inversed situation above the elevation have been observed. In Baimaxue Mountain area, similaily, the sunshine duration on western slope is more than that on eastern slope. But in Gaoligong Mountain area, little difference of sunshine duration between the eastern slope and the western slope was observed. The distinction of each month sunshine also is obvious in its distribution to slopes.

Key words Yunnan Province, mountainous areas, sunshine duration, vertical distribution