

中国

王伯民 刘小宁 等 编著



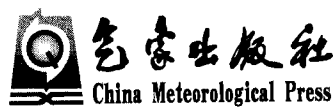
云

的分布



中国云的分布

王伯民 刘小宁 等 编著



内容简介

本书通过对丰富历史资料的统计分析研究,比较系统的揭示了我国云分布、变化特点的基本规律。本书从云历史资料的处理和统计出发,分析了云资料的代表性,在此基础上比较全面和系统地分析了我国总、低云量和积云等代表性云状分布和季节变化的基本特点;继而进一步按云气候分区分析了云季节变化的基本特点;分析了我国云的年际变化趋势和日变化的基本特点;分析了卫星观测与地面观测云量的差异。

本书可供从事大气科学、海洋学、环境科学、地理学以及农林、航空航天科学的科研、业务人员、大学有关专业师生阅读、参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国云的分布/王伯民编著. —北京:气象出版社,
2009. 8

ISBN 978-7-5029-4772-9

I. 中… II. 王… III. 云-分布-中国 IV. P426.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 137295 号

出版发行:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

总 编 室:010-68407112

网 址:<http://www.cmp.cma.gov.cn>

责任编辑:陈 红

封面设计:博雅思企划

责任校对:石 仁

印 刷:北京中新伟业印刷有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

字 数:205 千字

版 次:2009 年 8 月第 1 版

定 价:28.00 元

邮政编码:100081

发 行 部:010-68409198

E-mail: qxchs@263.net

终 审:纪乃晋

责任技编:吴庭芳

印 张:8

印 次:2009 年 8 月第 1 次印刷

前 言

云,是表征天气气候特点的重要要素之一,也是大气动力、大气热力、水分输送过程综合作用的外在表征,对于天气及其变化有先兆作用;对于气候变化研究有内在联系。由于云对地球辐射与热状况有重大影响,特别是云会严重地影响总辐射、反照率和有效辐射,也就会影响大气和下垫面的辐射平衡,因而也就会影响到大气热状况和大气环流性质。因此,中国云分布的深入研究对于进一步掌握中国气候特点、提高我国天气预报的能力,对于气候变化的深入研究,具有重要的作用和意义。

至 2000 年,我国已经积累了 40~50 年系统、完整的地面气象观测资料。利用这些资料,进行了 30 年标准气候值、40 年气候值的统计,并在统计基础上,进行了气候分析。利用这些资料,进行了近期 50 年我国气候变化的研究和一些专项研究(如沙尘暴)。但是,有关云的统计还只是平均云量和阴、晴日数的统计,缺乏对云分布特征的深入分析研究。

在原国家气象中心章国材主任的提议和支持下,开展了对我国云分布特征的系统研究。

该项研究的重点,是通过对丰富历史资料的统计分析,系统地揭示我国云分布、变化特点的基本事实,以利于天气预报、气候变化研究的进一步发展和深入。

研究组通过互联网查询了国内外有关云的研究成果,听取了中央气象台、国家气候中心、中国气象科学研究院人工影响天气研究中心、总参气象局、民航局气象中心等业务科研单位有关专家的意见,在对我国云资料的现状和资料特点进一步分析的基础上,制定了我国云资料的统计方案。并使用我国 1961—2001 年的地面气象站(733 个)和 1987—2001 年的地面气候基准站(136 个)的云量、云状资料进行了全面的统计。云的基本统计资料是该项研究的主要成果之一。

利用云的基本统计资料制作了云的全国分布等值线图,并利用云全国分布等值线图的分析结果对单站云资料的区域代表性做了分析研究,去除了一些孤立的高山站的资料,根据对云的分布进行分析研究的需要,进一步进行全国和气候分区的统计,制作了《中国云气候图》。《中国云气候图》是该项研究的又一项主要成果。

在完成上述云统计资料和气候图的基础上,研究组对我国云分布的特点进行了初步分析,撰写了《中国云的分布》。

《中国云的分布》分为 6 章。

第 1 章云资料的处理和统计,比较全面地介绍了云观测资料的基本情况和观测代表性,介绍了云资料的统计方法,并对统计资料的代表性进行了分析。

第2章中国云分布的基本特点,比较全面和系统地分析了我国总、低云量和积云等代表性云状分布和季节变化的基本特点。

第3章中国云气候分区,介绍了进行云气候分区的方法和云的气候分区,并进一步分析了各分区的云及其季节变化的基本特点。

第4章中国云的年际变化和趋势,对我国总、低云量和积云等代表性云状的年际变化特征和变化趋势进行了初步分析。

第5章中国云的日变化,分析了我国年(月)总、低云量和积云等代表性云状日变化的基本特点,并分区做了分析。

第6章卫星观测云资料分析,侧重介绍了由卫星观测云资料的特点和卫星观测与地面观测云量的差异。

《中国云的分布》的前言、第1章、第五章由王伯民撰写,第2章、第3章第2,3,4节由刘小宁撰写,第4章由王颖撰写,第3章第1节、第6章第3节由张洪政撰写,第6章第1,2节由王旻燕撰写。云量资料的收集、整理由邹凤玲、孙化南、柏兰、王孝芬、杨燕如、赵慧敏、李萌等人完成;云量资料的基础统计由许松和王颖等完成,刘小宁和王伯民等进行校验;云的年际变化统计由王颖完成;云的日变化统计由王伯民完成;利用卫星资料获得云量特征的计算和分析由王旻燕、张洪政完成。插图由张洪政、王颖、王伯民、刘小宁、王旻燕制作。李集明、熊安元对全文进行了审阅。

希望《中国云的分布》能够对读者的工作有所帮助。鉴于作者的水平和时间的限制,书中难免有一些缺点错误,敬请读者批评指正。

目 录

前言

第 1 章 云资料的处理和统计	(1)
1.1 云资料概况	(1)
1.2 云资料的处理和统计	(3)
第 2 章 中国云分布的基本特点	(10)
2.1 总云量的空间分布	(10)
2.2 低云量的空间分布	(21)
2.3 云状的空间分布	(25)
第 3 章 中国云气候分区	(40)
3.1 云的气候分区	(40)
3.2 平均总云量的区域分布特征	(42)
3.3 平均低云量的区域分布特征	(48)
3.4 各云状的区域分布特征	(54)
第 4 章 中国云分布的变化趋势	(62)
4.1 总云量变化趋势	(62)
4.2 低云量变化趋势	(65)
4.3 云状变化趋势	(71)
第 5 章 中国云的日变化	(82)
5.1 云日变化资料的统计	(82)
5.2 云量日变化基本特征	(83)
5.3 云气候分区云量日变化	(88)
5.4 各云状日变化特征	(99)
第 6 章 卫星观测云资料的分析	(107)
6.1 卫星观测云检测算法概述	(107)
6.2 地面观测/ISCCP 产品总云量观测比对	(109)
6.3 地面观测/风云卫星总云量观测比对	(115)
参考文献	(120)

第 1 章

云资料的处理和统计

1.1 云资料概况

1.1.1 云观测资料及其来源

有关云的观测资料主要有地面观测资料和卫星观测资料两种,本章涉及的是云的地面观测资料。云的地面观测资料,除了实测云高是器测以外,均是目测资料。云的目测资料包括总云量、低云量和高、中、低云状及其云高的资料。

将全部天空分为十成,云量是指云遮蔽天空视野的成数。总云量是指观测时天空被所有的云遮蔽的总成数,低云量是指天空被低云遮蔽的成数。

云状是按云的外形特征、结构特点和云底高度进行分类的。云状分为 3 族、10 属、29 类。云高是指云底距离测站地面的垂直距离。

云的观测资料是定时观测资料,按北京时间一日 4 次(02,08,14,20)或一日 24 次观测。

本书所使用的云资料取自我国 1961—2000 年的地面气象基本站(733 个)和 1987—2001 年的地面气候基准站(136 个)。地面气象基本站和地面气候基准站在全国的分布见图 1.1 和图 1.2。

1.1.2 云观测资料的气候代表性

云观测资料的气候代表性是指云观测资料表现云的实际状况及其变化的程度和误差。影响云观测资料代表性的主要有两个因素,一是目测因素,二是观测时制的代表性。

云的地面观测资料是目测资料,目测实际上是一种人为的判断和估测,影响目测正确性的有两个原因,一是人的主观原因——与观测员的水平能力和责任心有很大关系,二是目测的客观原因——视觉误差。就云量来说,造成视觉误差有四个因素:

(1)由于天空与眼睛的距离不同,将天空十等分的视觉效果有很大误差。实际上,人眼将

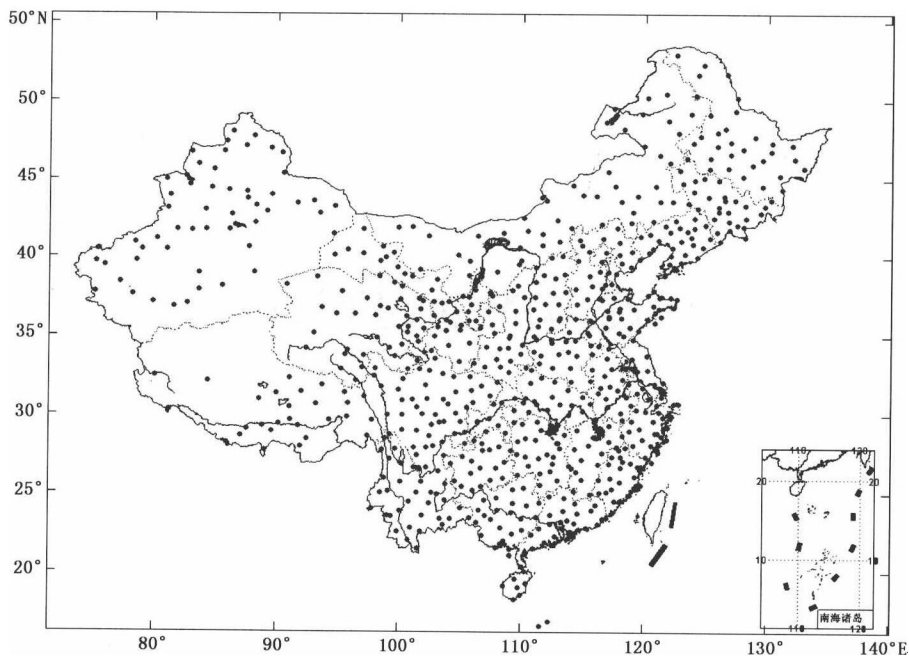


图 1.1 地面气象基本站全国分布图

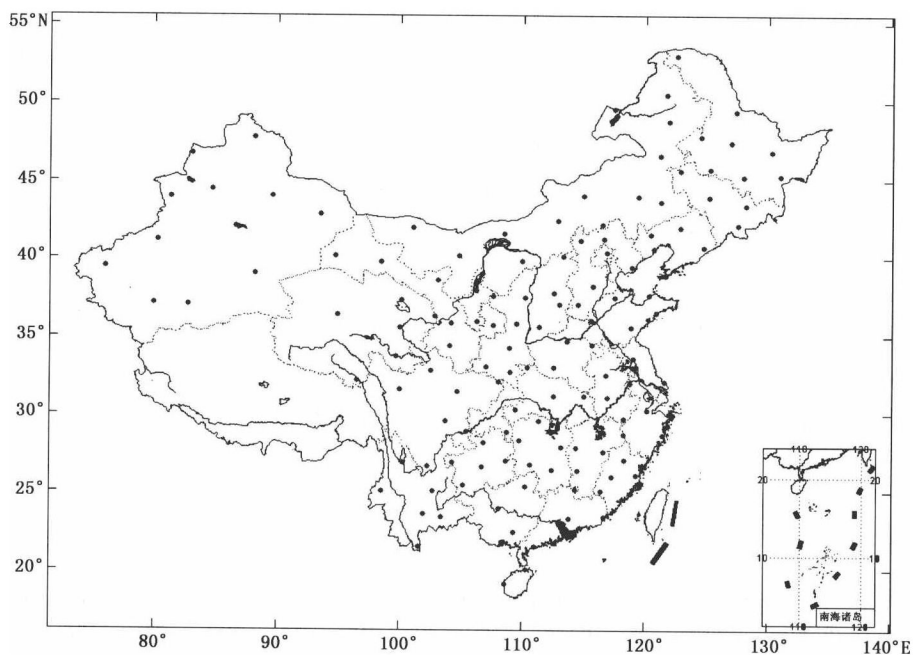


图 1.2 地面气候基准站全国分布图

天空的十等分,是参照天空进入眼睛的角度等分的。以观测者所在点为中心,角度等分对应的水平距离之比可以表示为:

$$\operatorname{tg} \alpha: \operatorname{tg} 2 \alpha-\operatorname{tg} \alpha: \operatorname{tg} 3 \alpha-\operatorname{tg} 2 \alpha: \operatorname{tg} 4 \alpha-\operatorname{tg} 3 \alpha$$

若取 $\alpha=18^{\circ}$, 则距离之比约为 $1:1.24:2.00:5.23$, 其面积之比的差距更大。因此, 依照人眼对天空的等分, 是有系统误差的。

(2) 由于地球是球形的, 在云底高度不同时, 人眼观测的天空范围是不同的, 低云条件下的天空观测范围小得多。在水平视线无任何遮挡物时, 若云底高度为 50 m, 水平观测距离可以达到 26 km; 若云底高度为 100 m, 水平观测距离可以达到 36 km; 若云底高度为 200 m, 水平观测距离可以达到 51 km; 若云底高度为 300 m, 水平观测距离可以达到 62 km; 若云底高度为 2500 m, 水平观测距离可以达到 72 km; 云底高度越低, 水平视线遮挡物的影响越大。

(3) 由于云的厚度(垂直高度)的影响, 斜视的时候, 会填补云之间的空隙。

(4) 夜间对云的观测, 由于可视程度(看不清)的关系, 可能会有大的偏差。

云的观测时制, 有一日 4 次和 24 次。无论是 4 次还是 24 次, 都是特定时刻的状态, 用以代表云的变化状态, 必然具有一定的偏差。尤其对于 4 次观测, 由于一些云如对流云系发生发展消散的生命史往往只有几个小时甚至几十分钟, 这种观测时制难以全面体现云的变化状态。

对于云状来说, 除了距离和夜间光亮度的影响外, 更由于对云状的观测往往因低云的存在遮蔽了中高云而影响了中高云观测的客观性, 因此, 中高云状尤其是高云状的观测有其局限性。

1.2 云资料的处理和统计

1.2.1 云资料的处理

云的原始资料取自我国地面气象基本站和气候基准站的地面气象资料信息化 A0、A1 文件。从 A0、A1 文件读取单站定时观测云量和云状数据, 形成云量和云状代码基础数据文件, 并在此基础上进行统计, 形成统计数据文件。

鉴于高山站云资料的特殊性, 其测站位置往往在低云的云底高度以上, 与周围测站的云资料不相吻合, 因此, 高山站只进行单站的资料统计。

1.2.2 云资料的统计方法

云资料的统计, 有平均值和频率。云量平均值的统计精度为 0.1 成, 频率的统计精度为 1%。

统计方法按 30 年气候标准值统计的有关规定执行。累年统计值由历年统计值累计平均求取。历年统计值由该年各月统计值累计平均求取。历年各月平均值由该月各日平均值求取; 历年各月频率由该月所有观测数据求取。

云量的分级是: 0~1, 2~5, 6~8, 9~10 成。

云状类别主要依据云属(10 个云属)分为 11 类: 淡积云、浓积云、积雨云、层积云、层云、雨层云、高层云、高积云、卷云、卷层云、卷积云。

鉴于淡积云、浓积云、积雨云属于对流性云发展的不同阶段, 在观测中常常同时出现, 对淡积云的统计并不能单纯表现对流弱的状况。因此, 统计中的分类采用淡积云+浓积云+积雨云、浓积云+积雨云、积雨云三种方式。

1.2.3 云资料的统计代表性分析

一日 4 次和 24 次的云观测资料统计值, 用以表示云的气候值, 必然具有一定的偏差。显

然,一般说来,4次观测统计值的偏差要比24次观测统计值的偏差大,4次观测统计值与24次观测统计值的差值要比24次观测统计值的偏差大。因此,进行4次和24次的云观测资料统计值的比较分析,对于了解云资料的统计代表性具有重要作用。

对136个气候基准站月统计值,进行4次和24次两种方式单站累年统计值(X_4 和 X_{24})差值 $A=X_4-X_{24}$ 、相对差值 A/X_{24} 的统计,在此基础上挑选最大正差值(Max)、最大负差值(-Max)、最大正相对差值(max)、最大负相对差值(-max),并统计各级差值的频率。

表 1.1 平均总云量 4 次定时和 24 次定时两种方式统计值差

月份	差值		各级差值(单位 0.1 成)的站数									相对差值(%)	
	(0.1 成)		(总站数 136)										
	Max	-Max	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	max	-max
1	3	-2			1	7	50	59	14	5		13	-6
2	3	-1			1	16	61	50	8			10	-2
3	4	-2		2	6	23	41	54	9	1		9	-4
4	5	-2	1	3	11	27	45	33	15	1		12	-4
5	3	-1			3	35	64	32	2			5	-2
6	3	0			6	31	73	26				6	0
7	3	-1			6	50	59	20	1			5	-2
8	4	-2		1	9	50	50	18	7	1		7	-3
9	3	-2			5	24	67	24	15	1		10	-4
10	3	-1			1	9	53	66	7			7	-6
11	2	-2				10	58	59	8	1		8	-1
12	3	-3			1	13	50	56	12	3	1	11	-8
合计			1	6	50	295	671	497	98	13	1		
年	2	0				10	88	38				5	0

对于总云量的统计比较结果见表 1.1。从表中可见,累年年平均总云量 4 次定时和 24 次定时两种方式统计值差最大正差值是 0.2 成(占 7%),没有负差值的情况。在一年 12 个月中,最大正差值是 0.5 成,出现在 4 月,只有一个站;最大负差值是 -0.3 成,出现在 12 月,只有一个站;出现 0.3 成以上正差值最多的是 4 月,有 15 站,占 4 月的 11%;出现 0.3 成以上负差值最多的是 12 月,有 1 站,占 12 月的 1%。12 个月合计,出现 0.5, 0.4, 0.3 和 -0.3 成差值的分别有 1, 6, 50 和 1 站,分别占总数的 1%, 4%, 31% 和 1%。云量的观测精度是 1 成,累年各月总云量平均值的最大偏差 0.5 成,在总云量的观测范围误差内。因此可以说,累年平均总云量一日 4 次和 24 次定时观测的月和年统计值都可以代表总云量月和年的气候平均值。

对于低云量的统计比较结果见表 1.2。从表中可见,累年年平均低云量 4 次定时和 24 次定时两种方式统计值差最大正差值是 0.2 成(占 5%),最大负差值是 -0.1 成(占 1%)。在一年 12 个月中,最大正差值是 0.4 成,出现在 3 月、4 月和 10 月,各有一个站;最大负差值是 -0.2 成,出现在 5 月、6 月、7 月、9 月和 10 月,共有 6 个站;出现 0.3 成以上正差值最多的是 8 月,有 5 站,占 8 月的 4%;出现 0.2 成以上负差值最多的是 6 月,有 2 站,占 6 月的 1%。12 个月合计,出现 0.4, 0.3, 0.2 和 -0.2 成差值的分别有 3, 12, 133 和 6 站,各占总数的 2%, 8%,

81‰和 4‰。累年年平均低云量 4 次定时和 24 次定时两种方式统计差值均比总云量的差值小,可是,由于累年平均低云量比平均总云量小,甚至小得多,因此,低云量的相对差值比总云量的相对差值大得多。尽管如此,从统计意义看,依然可以说,累年平均低云量一日 4 次和 24 次定时观测的月和年统计值都可以代表低云量月和年的气候平均值。

表 1.2 平均低云量 4 次定时和 24 次定时两种方式统计值差

月份	差值		各级差值(单位 0.1 成)的站数									相对差值(%)	
	(0.1 成)		(总站数 136)										
	Max	-Max	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	max	-max
1	2	-1				2	47	79	8				-33
2	3	-1			1	5	51	75	4				-10
3	4	-1		1		10	44	74	7			100	-33
4	4	-1		1	1	10	54	62	8			100	-50
5	3	-2			1	9	55	59	11	1		33	-33
6	2	-2				14	55	53	12	2		25	-10
7	2	-2				18	62	41	14	1		20	-14
8	3	-1			5	22	58	39	12			33	-9
9	3	-2			1	28	44	54	8	1		100	-6
10	4	-2		1	1	7	52	67	7	1			-14
11	3	-1			2	6	45	77	6			100	-8
12	2	-1				2	42	83	9				-50
合计				3	12	133	609	763	106	6			
年	2	-1				7	61	66	2			100	-5

表 1.3 淡积云+浓积云+积雨云频率 4 次定时和 24 次定时两种方式统计值差

月份	差值(%)		各级差值(单位 1%)的频数(总站数)												相对差值(%)	
	Max	—Max	≥5	4	3	2	1	0	—1	—2	—3	—4	≤—5	max	—max	
1	5	—2	1	2		8	29	85	10	1					—100	
2	7	—3	2	3	4	4	36	78	8		1				—100	
3	9	—3	5	4	1	4	26	66	28	1	1			100	—100	
4	6	—3	4		4	3	31	47	29	14	4			33	—50	
5	6	—4	2		3	8	26	39	34	15	8	1		25	—25	
6	5	—4	1	4	3	8	18	35	32	25	8	2		25	—14	
7	5	—5	3	1	3	13	14	24	24	26	18	8	2	10	—19	
8	5	—5	3	2	4	8	8	25	17	26	24	15	4	14	—17	
9	6	—5	1		1	5	25	37	34	22	8	1	2	40	—19	
10	5	—6	1		1	4	36	68	14	9	2		1	700	—27	
11	2	—3				9	39	73	10	4	1				—100	
12	3	—2			1	6	33	84	9	3					—100	
合计			23	16	25	80	321	661	249	146	75	27	9			
年	5	—3	2			3	21	64	42	3		1		25	—20	

有关云状的统计是各类云状的出现频率。

对于淡积云+浓积云+积雨云频率的统计比较结果见表 1.3。从表中可见,累年平均淡积云+浓积云+积雨云频率 4 次定时和 24 次定时两种方式统计值差最大正差值是 5%(占 1%),最大负差值是-3%(占 2%);差值在 $\pm 1\%$ 以内的站数是 127,(占 93%)。在一年 12 个月中,最大正差值是 9%,出现在 3 月,有 1 个站;最大负差值是-6%,出现在 10 月,有 1 个站;出现 $\pm 3\%$ 以外最多的是 8 月,有 52 站,占 8 月的 38%。12 个月合计,出现 5%以上,4%,3%,2%差值的分别有 32,43,100 和 226 站,各占总数的 19‰、26‰、61‰和 138‰;差值在 $\pm 1\%$ 以内的有 1231 站,占总数的 754‰。显然,从全年的状况看,淡积云+浓积云+积雨云频率 4 次定时和 24 次定时两种方式统计值差绝大多数在 $\pm 1\%$ 以内,但是,其差值随季节的变化较大,盛夏季节,尤其是 8 月和 7 月,由于对流强烈,对流云的频率很高,差值比较大,差值在 $\pm 1\%$ 以内的仅占 37%和 46%。尽管如此,从统计意义看,依然可以说,累年淡积云+浓积云+积雨云频率一日 4 次定时观测的月和年统计值可以基本反映淡积云+浓积云+积雨云的气候状况。

表 1.4 浓积云+积雨云频率 4 次定时和 24 次定时两种方式统计值差

月份	差值(%)		各级差值(单位 1%)的频数(总站数)											相对差值(%)	
	Max	-Max	≥ 5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	≤ -5	max	-max
1	1	-2					6	123	6	1					-100
2	4	-1		1		3	6	123	3						-25
3	5	-1	1	1	1	2	18	104	9						-100
4	4	-1		1	2	2	25	93	13						-100
5	4	-2		1	3	4	36	72	18	2				100	-50
6	3	-1			5	12	40	56	23					50	-33
7	4	-3		1	4	9	45	50	19	7	1			33	-22
8	3	-3			5	11	41	49	20	9	1			100	-25
9	3	-2			3	6	32	82	10	3				100	-50
10	2	-3				4	20	100	10	1	1				-100
11	1	-2					11	121	3	1					-50
12	1	-1					5	124	7						-100
合计			1	5	23	53	285	1097	141	24	3				
年	2	-1				2	22	102	10					100	-33

对于浓积云+积雨云频率的统计比较结果见表 1.4。从表中可见,累年平均浓积云+积雨云频率 4 次定时和 24 次定时两种方式统计值差最大正差值是 2%(占 1%),最大负差值是-1%(占 7%);差值在 $\pm 1\%$ 以内的站数是 134,(占 99%)。在一年 12 个月中,最大正差值是 5%,出现在 3 月,有 1 个站;最大负差值是-3%,出现在 7 月、8 月和 10 月,各有 1 个站;出现 $\pm 2\%$ 以外最多的是 8 月,有 26 站,占 8 月的 20%。12 个月合计,出现 5%,4%,3%,2%差值的分别有 1,5,26 和 77 站,各占总数的 1‰、3‰、16‰和 47‰;差值在 $\pm 1\%$ 以内的有 1523 站,占总数的 933‰。由于浓积云+积雨云频率比淡积云+浓积云+积雨云频率小得多,其 4 次定时和 24 次定时两种方式统计值差值也小得多。显然,从全年和各月的状况看,浓积云+积雨云频率 4 次定时和 24 次定时两种方式统计值差绝大多数在 $\pm 1\%$ 以内,从统计意义看,累年

浓积云+积雨云频率一日 4 次定时观测的月和年统计值可以基本反映浓积云+积雨云的气候状况。

表 1.5 积雨云频率 4 次定时和 24 次定时两种方式统计值差

月份	差值(%)		各级差值(单位 1%)的频数(总站数)											相对差值(%)	
	Max	-Max	≥5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	≤-5	max	-max
1	1	-2					3	129	3	1					-100
2	3	0			1	1	6	128						100	
3	6	-1	1		2	2	14	113	4						-100
4	4	-1		2	2	3	25	95	9						-100
5	3	-1			3	6	38	81	8					100	-50
6	3	-1			2	14	41	71	8					100	-33
7	4	-2		1	4	17	40	62	11	1				50	-25
8	3	-2			2	12	41	70	10	1				100	-50
9	3	-2			2	7	21	95	10	1					-100
10	1	-1					18	112	6						-100
11	1	-2					6	125	4	1					-100
12	7	-2					1	129	5	1					-100
合计			1	3	18	62	254	1210	78	6	3				
年	1	-1					26	106	4					100	-100

对于积雨云频率的统计比较结果见表 1.5。从表中可见,累年平均积雨云频率 4 次定时和 24 次定时两种方式统计值差值均在±1%以内。在一年 12 个月中,最大正差值是 6%,出现在 3 月,有 1 个站;最大负差值是-2%,出现在 1 月、7 月、8 月、9 月、11 月和 12 月,各有 1 个站;出现±2%以外最多的是 7 月,有 23 站,占 7 月的 17%。12 个月合计,出现 5%以上,4%,3%,2%差值的分别有 1,3,21 和 68 站,各占总数的 1‰,2‰,13‰和 42‰;差值在±1%以内的有 1542 站,占总数的 945‰。由于积雨云频率比浓积云+积雨云频率小,其 4 次定时和 24 次定时两种方式统计值差值也小一些。显然,从全年和各月的状况看,积雨云频率 4 次定时和 24 次定时两种方式统计值差绝大多数在±1%以内,从统计意义看,累年积雨云频率一日 4 次定时观测的月和年统计值可以基本反映积雨云的气候状况。

对于层云频率的统计比较结果见表 1.6。从表中可见,累年平均层云频率 4 次定时和 24 次定时两种方式统计值差值均在±1%以内。在一年 12 个月中,最大正差值是 4%,出现在 6 月、7 月、8 月和 9 月,共有 7 个站;最大负差值是-4%,出现在 1 月和 12 月,各有 1 个站;出现±2%以外最多的是 8 月,有 11 站,占 8 月的 8%。12 个月合计,出现 4%,3%,2%差值的分别有 7,7 和 29 站,各占总数的 4‰,4‰和 18‰;差值在±1%以内的有 1587 站,占总数的 972‰。显然,从全年和各月的状况看,层云频率 4 次定时和 24 次定时两种方式统计值差绝大多数在±1%以内,从统计意义看,累年层云频率一日 4 次定时观测的月和年统计值可以基本反映层云的气候状况。

表 1.6 层云频率 4 次定时和 24 次定时两种方式统计值差

月份	差值(%)		各级差值(单位 1%)的频数(总站数)											相对差值(%)	
	Max	-Max	≥5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	≤-5	max	-max
1	2	-4				2	5	126	2			1			-100
2	1	-2					8	125	2	1				100	-100
3	2	-1				4	5	126	1						-100
4	3	-1			1	1	13	118	3						-100
5	2	-1				2	23	110	1						-100
6	4			1	2	3	16	114							
7	4	-1		2	2	4	30	96	2						-14
8	4	-1		3	1	7	31	92	2						-100
9	4	-1		1	1	1	25	106	2						-33
10	2	-1				3	12	114	7						-100
11	1	-2					13	118	4	1					-100
12	1	-4					6	126	3			1			-100
合计				7	7	27	187	1371	29	2		2			
年	1	0					14	122							

表 1.7 雨层云频率 4 次定时和 24 次定时两种方式统计值差

月份	差值(%)		各级差值(单位 1%)的频数(总站数)											相对差值(%)	
	Max	-Max	≥5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	≤-5	max	-max
1	1	-1					16	118	2						-8
2	2	-1				1	21	110	4						-33
3	2	-2				3	24	99	9	1					-100
4	1	-2					23	102	10	1					-100
5	2	-1				2	25	103	6						-50
6	3	-1				3	36	93	4						-20
7	3				1		29	97	9					50	-100
8	1	-1					26	103	7					100	-100
9	2	-1				1	24	103	8						-100
10	1	-1					29	103	4						-50
11	2	-1				1	15	114	6						-100
12	1	-1					14	119	3						-100
合计					1	11	282	1264	72	2					
年	1	-1					18	117	1						-100

对于雨层云频率的统计比较结果见表 1.7。从表中可见,累年平均雨层云频率 4 次定时和 24 次定时两种方式统计值差值均在 ±1% 以内。在一年 12 个月中,最大正差值是 3%,出

现在7月,有1个站;最大负差值是-2%,出现在3月和4月,各有1个站;出现±2%以外最多的是3月,有4站,占8月的3%。12个月合计,出现3%和2%差值的分别有1和13站,各占总数的1%和8%;差值在±1%以内的有1618站,占总数的991%。显然,从全年和各月的状况看,雨层云频率4次定时和24次定时两种方式统计值差绝大多数在±1%以内,从统计意义看,累年雨层云频率一日4次定时观测的月和年统计值可以基本反映雨层云的气候状况。

表 1.8 高层云频率4次定时和24次定时两种方式统计值差

月份	差值(%)		各级差值(单位1%)的频数(总站数)											相对差值(%)	
	Max	-Max	≥5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	≤-5	max	-max
1	1	-1					7	110	19					50	-100
2	1	-1					15	106	15					100	-100
3	1	-1					10	111	15					20	-100
4	1	-1					15	103	18						-100
5	1	-1					15	100	21						-100
6	1	-1					13	103	20						-33
7	1	-1					10	99	26	1					-100
8	1	-1					8	110	18					100	-100
9	1	-1					11	113	12						-50
10	1	-1					5	116	15					50	-25
11	1	-1					13	107	16						-33
12	1	-1					8	114	14						-100
合计							130	1292	209	1					
年	1	-1					7	121	8						-20

对于高层云频率的统计比较结果见表1.8。从表中可见,累年平均高层云频率4次定时和24次定时两种方式统计值差值均在±1%以内。在一年12个月中,除了7月的1个站差值是-2%外,其余差值均在±1%以内,也就是说,12个月合计差值在±1%以内的有1631站,占总数的999%。显然,从统计意义看,累年高层云频率一日4次定时观测的月和年统计值可以基本反映高层云的气候状况。

第 2 章

中国云分布的基本特点

云是决定气候形成的重要物理因子之一。云的分布和变化对地球辐射及热状况产生重大影响。云的分布直接影响总辐射、反照率和有效辐射,从而影响到大气和地球下垫面的辐射平衡。而辐射平衡的变化又会影响到下垫面与大气之间的热交换。因此,云的分布和变化及其对气候的影响成为近年来国内外众多气候研究人员的研究热点之一。

本章依据详细、全面的云统计资料,分析云分布的主要特点。

2.1 总云量的空间分布

2.1.1 年总云量的分布

从中国年平均总云量分布图中(图 2.1),可以看到,我国年平均总云量的分布有三个明显

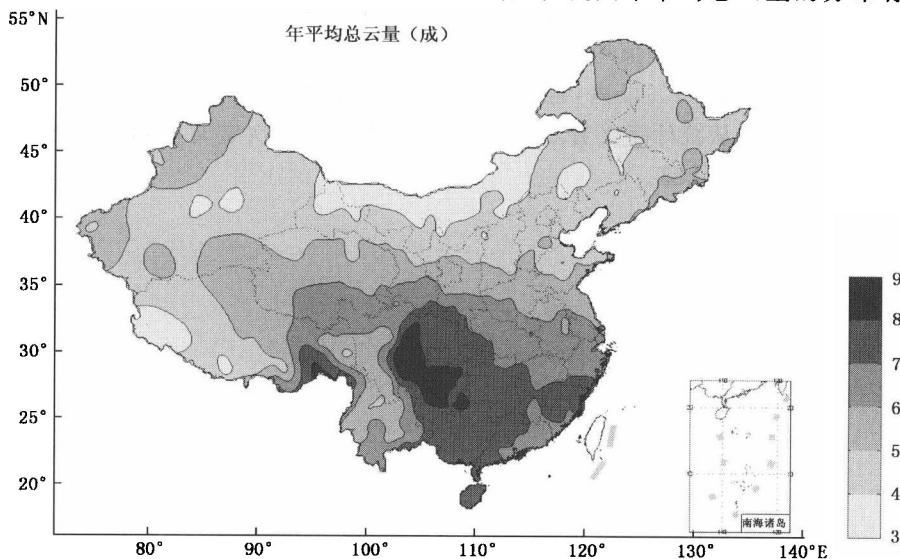


图 2.1 年平均总云量分布图

的特点:

(1)年平均总云量的分布基本呈南多北少的特点。

在我国东部 35°N 以南、青藏高原以东的大部分地区年平均总云量在 6 成以上,而北纬 35° 以北,年平均总云量大多减少到 5 成以下。年平均总云量南多北少特点是我国南湿北干气候的表征之一。

(2)年平均总云量的分布存在两个多云中心区和两个少云中心区。

年平均总云量的两个多云中心区都位于我国南方地区。贵州中西部、四川东部是我国年平均总云量最多的中心地区,年平均总云量在 8 成以上。如四川的成都年平均总云量达 8.4 成,贵州的遵义年平均总云量达 8.3 成。“天无三日晴”正是对这一地区云特点的生动写照。这一地区位于青藏高原东面,云贵高原东北部,有四川盆地、乌蒙山、大娄山等高原、山地、丘陵、盆地多种地形,是我国地形最复杂的区域之一。特殊的地理位置,使其既受东亚季风和印度季风的影响,又受青藏高原环流系统的影响,是西南暖湿气流和西北气流的交汇区,容易形成西南低涡,多云雨。在复杂地形和大气环流的作用下,该地一年四季多阴沉天气,成为全国年平均总云量最多的中心地区。另一个多云中心区位于西藏东南部的雅鲁藏布江拐弯处。这是由于该地处于迎风面,西南暖湿气流在此爬坡上升而多云。

在两个多云中心区之间的云南北部到四川西部有一片年平均总云量在 6 成以下的相对少云地区。

年平均总云量的两个少云中心区分别位于内蒙古中部地区和青藏高原西部地区,中心区的年平均总云量不足 4 成。

多云中心区和少云中心区的分布特点表明,在青藏高原上云量分布的差异很大,其东南部存在一个多云区,而在其西部,则是年平均总云量最少的地区。这反映出青藏高原气候的复杂性。

(3)北方少云地区存在相对局部多云区。

虽然北方是我国的少云地区,但在东北最北部的大兴安岭北部、小兴安岭北部和吉林东部的长白山区,新疆西、北部的部分地区,是北方地区的相对局部多云区,年平均总云量大于 5 成。大兴安岭北部、小兴安岭北部海拔高,水汽充沛,终年云雾缭绕,也是东北地区降水最多的地区之一。吉林东部的长白山区是东南季风的挡道屏障,使云和降水增加。来自西方的潮湿气流到达新疆西部或西北部时,因地形的抬升而容易形成云,因此,新疆西北部的天山北部也是多云区,带来了较多的水汽和云量。

从年 02 时总云量和年 14 时总云量的分布图(图 2.2)中可以看到,尽管总云量在一日中存在着明显的日变化,但是,年 02 时总云量和年 14 时总云量与年平均总云量的分布特点是相似的。

2.1.2 总云量的季节分布

为了分析年总云量的季节分布,我们首先分析四季有代表性的 1 月、4 月、7 月和 10 月,然后再分析由冬到夏的云量演变和由夏到冬的云量演变。

2.1.2.1 1 月平均总云量

从 1 月平均总云量的分布图(图 2.3)中,可以看到,在冬季的 1 月,全国有一个明显多云区和三个少云区。其他地区 1 月平均总云量在 3~7 成之间。呈现由南向北逐步减少的特点。