

湖南省夏秋季积云可播度探讨*

韩嗣英 熊华南

(湖南省气象科学研究所,长沙 410007)

提要

该文用积云一维定常模式计算湖南夏秋季旱年、特大旱年、平年积云以及历年积云人工降雨试验观测的作业云、自然云的可播度。结果表明:动力催化积云的可播率为75%,平均增雨率为55%,增雨潜力较大。说明高炮人工降雨是可行的,该文方法可为作业积云的选择提供一种依据。

关键词: 人工降雨 积云 可播度

引言

旱灾是湖南省位于首位的自然灾害,据省农业厅统计,旱灾占整个自然灾害成灾面积的75%;占整个自然灾害减产粮食的71%。而我省夏旱、秋旱及夏秋连旱又占干旱总次数的70%以上^[1]。因此,有必要研究我省夏秋季节旱年、特大旱年、平年积云的降水潜力。本文用著名的 Simpson 一维定常模式^[2]计算积云的“可播度”——模式计算的催化云顶高度减去计算的自然云顶高度的差值,以 K 表示,单位为 km——研究积云降水的潜力。可播度 $K > 0\text{km}$,表明引晶催化的动力作业可增强云的发展,相应增加积云降水, $K \leq 0\text{km}$,则无作业的价值。据湖北省人工降雨办公室谢德寿等人报导,他们在作业之前先用该模式计算可播度,指导炮点的作业,减少盲目性,大大提高了作业效果,为高炮人工降雨作业中积云的选择提供了定量的指标。Simpson 模式的输入仅为当天08时探空资料,即使在 PC-1500 机上20分钟之内就能得到结果,这表明了该方法既简单,又有时效,但我省探空站仅3个,指挥具体炮点的作业则需要气象员把模式结果与当地气象要素相结合。

1 思路与方法

应用积云一维定常数值模式^[3],计算我省夏秋季节积云的可播度,重点研究我省典型的旱年、特大旱年和平年的各种尺度积云催化降水的可播度。取长沙、芷江(代表湘中以北)及郴州(代表湖南)3个探空站多年7—8月逐日08时的资料,计算其可播度,研究我省夏秋季采用动力催化的“可播率”,公式为:可播率 = $\frac{\text{计算的 } K > 0 \text{ 天数}}{\text{计算的总天数}} \%$,和积云催化的“增雨率”,计算式为:增雨率 = $\frac{\text{计算的催化云降水} - \text{计算的自然云降水}}{\text{计算的自然云降水}} \%$,

同时用我省历年人工降雨试验期间观测的作业云、自然云计算其可播度,探讨其规律及有意义的结果,为人工降雨提供一种可行的、量化的参考依据。

2 计算结果分析

2.1 旱年、平年选择及模式处理

本文以大旱的1978年(旱期在76—105天,成灾面积801—1400万亩)^[1]为例,从7、8月份降水距平图1、图2可见:湘中、湘西北均为负距平,最大值在长沙、浏阳、湘乡一线及湘西的吉首、石门一带,其值达负100mm以上,而湘南的衡阳、郴州为弱正距平,故取该年代表湘北旱年。1989年零陵和郴州地区夏秋连旱持续150多天,是历史上罕见的特大旱年,许多地方田地龟裂、水库干涸、山塘开坝、

* 本课题由国家气象局云物理基金(1989)资助。

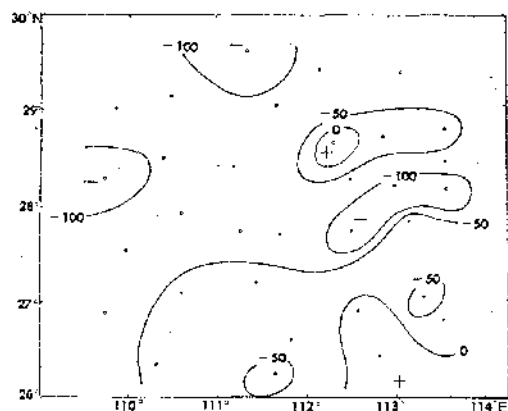


图1 1978年7月降水距平/mm图

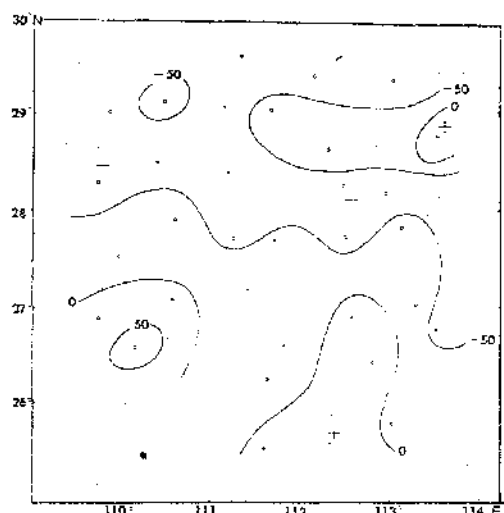


图2 1978年8月降水距平/mm图

泉水断流,人畜饮水困难。因此取郴州1989年代表特大干旱年份。旱年与特大干旱年又统称干旱年。选择基本无旱的1967年^[4]代表平年。

在计算中假定自然云在 -20°C 左右冰晶化,而催化云在 -6°C 左右冰晶化。用旱年、特大旱年、平年7—8月以及观测的作业云、自然云每日08时的探空资料进行计算,云半径从1500m、2000m、2500m……至10000m等,分别计算一天中不同半径尺度积云的可播度,进行分级统计和对比分析。

2.2 结果分析

将干旱年与平年计算的可播度一起统计,总结果详见表1。共计算了246天,可播度 $K > 0\text{km}$ 的(即可催化的)有186天,可播率为75%。由此看来可播率是较高的,但这里是以探空站为中心,100km为半径范围或更大些范围对于旱面积而言的(以下均相同)。平均增加降水率为55%,也就是说,就一般年份而论,我省夏秋季积云有3/4利于催化增雨,能增加降水一半多。详细情况如下:

2.2.1 旱年

1978年湘中、湘西北大旱,计算了该年长沙、芷江7—8月逐日的可播度。

长沙:7月可播度 K 为 0km 的有3天;大于 0km 的有28天(见表1),占总天数的90%;增加降水率为65.4%。8月可播度 $K > 0\text{km}$ 的有27天,可播率为90%;增加降水率为57.2%。两月合计可播天数为55天,占总天数的90;增加降水率为61.4%。

芷江:两月合计可播天数是48天,可播率为77%;增加降水率为58.3%(见表1)。

表1 可播度计算总表

项 目		可播度天数		可播率	增雨率
		$K \leq 0$	$K > 0$	%	%
1978年 (旱年)	长沙	7月 3	28	90	65.4
		8月 3	27	90	57.2
	合计	6	55	90	61.4
1989年 (特旱年)	芷江	7月 5	26	83	50.2
		8月 9	22	70	67.9
	合计	14	48	77	58.3
1989年 (特旱年)	郴州	7月 13	18	58	43.0
		8月 19	12	38	67.6
	合计	32	30	48	53.0
干旱年合计		52	133	71	58.0
1967年 (平年)	长沙	7月 5	25	83	50.1
		8月 3	28	90	43.7
	合计	8	53	86	46.7
旱、平年总计		60	186	75	55.0

旱年4个月合计可播天数103天,可播率为83%;增加降水率为59%。从计算还看出:可播日的可播度 K 绝大多数在 2km 以上,详见表2;利于催化的积云半径集中在 2.5--

表2 可播度、增雨率分级统计表

年	月	站名	0<K≤0.5	增雨率 /%	0.5<K≤1	增雨率 /%	1<K≤2	增雨率 /%	2<K≤3	增雨率 /%	K>3	增雨率 /%
1978 (旱年)	7	长	0	/	2	15.5	5	75.2	7	32.2	14	65.5
	8	沙	1	1	2	71.0	3	57.6	8	70.6	13	55.6
	7	芷	2	7.5	0	/	5	52.0	7	60.5	12	58.4
	8	江	1	20.0	4	44.0	2	79.5	0	/	15	66.3
1989 (特旱年)	7	郴	1	3.0	0	/	2	60.5	3	57.0	12	40.3
	8	州	0	/	0	/	1	21.0	4	79.2	7	67.7
1967 (平年)	7	长	0	/	3	24.6	13	50.3	2	71.0	7	48.4
	8	沙	1	16.0	2	24.0	5	48.2	9	44.2	11	47.5
合 计			6		13		36		40		91	

3.5km;云顶温度为-7—-20℃;云顶高度7—9km之间。

2.2.2 特大旱年

计算了湘南特大干旱的1989年郴州7—8月份的可播度(见表1),两月合计可播天数仅30天,占总天数的48%;增加降水率为53%。特大旱年的特点是:可播度K为0km的天数多,且多为连续性的,最长连续8天之久。但8月增雨率为67.6%,大于旱年的增雨率,有利催化的云半径、云顶高、顶温均与旱年相同。

将长沙、芷江、郴州3站干旱年的7—8月份共6个月计算的可播度统计如下:共计算了185天,可播度K>0km的有133天,占总天数的71%(见表1)。也就是说,在干旱炎热的夏秋季,10天中有7天的积云可以催化增雨。平均增加降水率为58%,即催化降水是自然降水的1.58倍,计算结果还表明增雨极大值可达2—3倍甚至更高。

计算中发现有7例可播度虽不为0(有的值还较大),但催化使降水减少(在-10%之内),其特点是云体较大(云半径5—10km)或太小(半径2km以下),云顶过高(10km以上)。这表明在催化的动力效果为正时,降雨的效果不一定都为正。另外催化云在某一很小尺度范围,云顶有突然快速增长的特征。

从上述旱年、特大旱年可播度的计算结

果看出,我省即使在特大干旱年的夏秋季节,积云催化增雨也还是可行的。

2.2.3 平年

计算了基本无旱又无大洪涝的1967年长沙7—8月逐日的可播度(见表1)。两月合计可播天数为53天,占总天数86%;平均增加降水率为46.7%。可见在无大旱涝的平年,可播天数比干旱年明显增加,平均增加15%;但降水增加率反而降低了些。最有利于催化的云半径集中在2—3.5km,云顶高度是7—9km,云顶温度-7—-20℃。这些特点与干旱年完全一样,与大平原云模式^[4]的结论相近似,又和1969年以色列试验的结论^[5]相一致。

2.3 试验期云的模式计算与分析

我省1979—1981年在新化、安化,1983—1985年在浏阳7—8月间进行了积云催化增雨试验。取其观测的作业云、自然云计算可播度,结果如下:

作业云计算了24例,其中16例计算的可播度K均在1.4—4.3km之间,由此说明作业云有67%可播度明显,利于催化增雨。

自然云计算了64例,有11例可播度K为0km,而这11例的实测云顶高度均在6.8km以下,不利催化增雨。其余53例均有不同程度的可播度,可播率为83%,即夏秋季自然积云有83%可以催化增加降水,这比干旱年高

12%,并且可播度K大多数在2km以上,有利催化增雨的云顶温度低于 -8°C ,最大升速在 $7.2\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上(仅一例升速为 $6.05\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,其云顶较低为7.4km)。有利催化的云半径集中在2—3.5km。计算也发现催化后云在某一小尺度范围,云顶飞速增长,有个突变过程,这有待今后进一步探讨。

3 小 结

由上述334例计算与对比分析得出以下几点看法:

3.1 从动力增长的角度看,干旱年7—8月份可催化天数占71%,即10天中有7天的积云可催化增雨,增加降水率为58%。即使特大干旱年,可播率也有48%,有近一半天数可催化,增加降水率达53%,是很可观的。

3.2 平年7—8月可播天数明显增加占86%,但增雨率反而低于旱年和特大旱年,仅46.7%,而总效果相近。

3.3 特大旱年、旱年、平年总平均,可播率为75%,平均增加降水率为55%。当然上述3点的可播率是对大范围而言的,具体到一个站、点,无疑会有不同程度的降低。

3.4 我省7—8月份观测的自然积云,可播率为83%,说明我省夏秋季有利的动力催化增雨的积云是较多的,增雨潜力也是较大的。

3.5 我省最有利动力催化增雨的积云半径为2.5—3.5km、云顶高度7—9km、云顶温度

-8°C — -20°C 、可播度K大多在2km及以上,这可供高炮人工降雨选择作业云时参考。

总之,从动力催化的角度看,我省夏秋干旱季节高炮人工降雨是有潜力的。本文模式比较简单,不能全面细致地反映积云的宏观、微观演变过程。所得出的动力催化效果和增雨效果也是简化了的。引晶催化的作用除了动力过程以外,微物理过程也有相应变化。所以可播度不是唯一的决定人工降水潜力的指标。由于动力催化作用的重要性,本文方法可为高炮人工降雨有关领导的宏观决策提供理论依据。同时有助于定量化、有目标地选择合适的积云催化作业,从而提高增雨效果。

致谢:陈万舒研究员指导该项研究,刘耀宗、王治平等同志也给予很多帮助,特此致谢。

参考文献

- 1 程贻韶、曾中江. 湖南天气及其预报. 北京:气象出版社, 1987.
- 2 Simpson J., and V. Wiggert. Models of Precipitating Cumulus fowers. Mon. Wea. Rev. Vol. , 1969, 97(2): 471—489.
- 3 韩嗣实. 应用积云—维定常模式预报长沙地区六月暴雨可能性的初探. 全国云物理和人工影响天气会议文集. 北京:气象出版社, 1989, 4.
- 4 D. R. HUDAK AND R. LIST. Precipitation Development in Natural and Seeded Cumulus in Southern Africa. J. Appl. Meteor. 1988, 27(6): 734—756.
- 5 乔治·布罗伊. 人工影响天气的现状与前景. 北京:气象出版社, 1987.

Primary Study of Cumulus Seedable Degree during Summer-Autumn in Hunan Province

Han Siying Xiong Huanan

(Meteorological Institute of Hunan)

Cumulus seedable degree during summer-autumn in Hunan Province is simulated by a constant one-dimension model of cumulus cloud. The results show that the average rates of cumulus seedability and rain enhancement are 75% and 55% respectively, which indicates the potentien of weather modification and provides a reference for practical seeding clouds in Hunan.

Key Words: weather modification Cumulus Seedable degree