

宁夏适宜人工增雨作业天气条件分析

陈楠

(宁夏气象防灾减灾重点实验室, 银川 750002)

提 要

利用宁夏 24 个测站 1971~2000 年常规地面观测中总云量、低云量、云状、降水量等资料, 结合 NCEP/NCAR(1971~2000 年)逐日全球再分析资料, 对宁夏 30 年层状云、对流云及混合云降水的时空分布及环流特征进行综合分析。结果表明: 30 年中, 宁夏层状云降水次数明显多于对流云和混合云降水次数, 是宁夏降水的主要类型; 而大雨以上降水主要为混合云降水; 宁夏南部地区以层状云降水为主, 北部地区对流云和混合云降水次数相对较多。

关键词: 人工增雨 天气条件 分析

引 言

宁夏地处西北地区东部, 属于旱半干旱气候。受地理地形影响, 降水时空分布不均, 其中, 南部六盘山区年均降水量达 500~700mm, 中北部地区一般在 200~450mm 左右, 北部石嘴山地区年降水量仅为 150~200mm; 同时, 全区降水季节差异明显, 7~9 月降水量约占全年总降水量的 60%~70%; 春、秋两季降水分别占全年总降水的 10%~20%; 冬季降水稀少, 仅占全年降水的 1%~2% 左右。由于宁夏降水偏少, 水资源十分匮乏, 土地常年干旱, 因此, 自 20 世纪 70 年代中期, 开展了飞机人工增雨和高炮人工防雹业务, 近几年, 又在春、夏和秋季在宁夏全境实施了飞机增雨和火箭增雨业务。为做好人工影响天气工作, 牛生杰、樊曙先等对宁夏层状云降水的微结构进行了研究^[1,2], 许多气象工作者也对降水的微观物理过程及人工增雨的天气气候背景等进行了深入研究, 取得了许多成果^[3~7], 但对如何利用有利天气形势, 针对不同类型降水云系采取相应的增雨措施, 研究相对较少。本文对宁夏层状云、对流云和混合云降水的时空分布及环流特征进行了综合分析, 探讨并提出了在不同环流背景和天气形势下适宜的人工增雨作业方式,

这为更好地开展人工影响天气业务提供了科学的依据。

1 资料与方法

利用宁夏 24 个气象站 1971~2000 年逐日常规地面观测资料, 选取微量($\geq 0.1\text{mm}$)以上降水天气 70645 站次, 通过对观测资料中天气现象、降水性质、降水时段、总云量、低云量及云状等的综合分析, 将宁夏降水分为层状云降水、对流云降水和混合云降水 3 种类型。进一步利用 NCEP/NCAR(1971~2000 年)逐日全球再分析资料, 对宁夏 3 类降水的环流特征进行诊断分析, 并探讨在不同天气条件下适宜的人工影响天气作业方式。

2 三类降水的时空分布特征

近 30 年宁夏总计出现微量以上降水 70645 站次, 其中, 层状云降水次数最多, 为 49066 站次, 达 69.5%, 是宁夏降水的主要类型; 其次为对流云降水, 占 23.0%; 混合云降水次数最少, 仅为 5329 次, 占总降水站次的 7.5%。

图 1 给出了三种降水类型下出现不同量级降水的百分率, 从中可以看到: 层状云降水中小雨、中雨、大雨和暴雨的百分率呈减少趋势, 尤其是大雨和暴雨出现百分率下降明显;

对流云降水中中雨、大雨和暴雨的百分率基本相同,小雨百分率明显高于其它3种量级降水;混合云降水中随量级增加,出现百分率呈显著增加趋势,其中小雨百分率仅为6.6%,而暴雨达38.6%。同时,从不同量级降水对应的降水类型可知,小雨量级中,层状云降水百分率最大,其次为对流云降水;中雨降水中,对流云降水和混合云降水百分率基本相同,但均小于层状云降水;大雨以上降水中,混合云降水百分率显著增加,远大于对流云降水百分率,尤其是层状云暴雨和混合在暴雨的百分率十分接近。

2.1 三类降水的空间分布特征

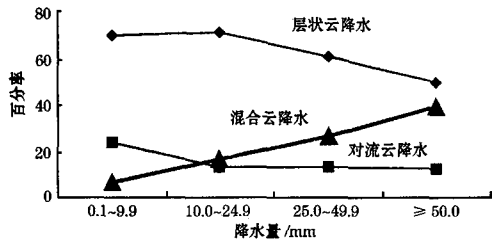


图1 3种降水云下不同量级降水的百分率

从三类降水空间分布图可以看到(图2),随着海拔高度自北向南增加,层状云降水次数逐渐增多,宁夏北部石炭井站出现层状云降水次数最少,仅为1029次,年均34.3次,最大中心位于宁夏南部六盘山站,共出现3965次,年均达132.2次,南北相差近百次;对流云降水分布不均,全区3个多发中心分别位于六盘山区、贺兰山区及宁夏中部地区。其中,最大中心位于六盘山区的泾源站,达1007次,其次是贺兰山下风方惠农站的863次;混合云降水次数基本呈南北多、中部少的分布,出现次数最多的是贺兰山东部的惠农、陶乐、银川一带,其次是固原市的隆德、西吉一带。进一步分析表明:层状云降水对应的大雨和暴雨中心与总降水次数分布相同,也位于多发区的泾源站,分别为82次和16次,并且泾源站也是对流云降水的大雨和暴雨中心,30年分别出现了18次和2次;而混合云降水中的大雨和暴雨中心与总降水次数的分布有所差异,最大中心位于宁夏中部的麻黄山站,30年中共出现17次大雨和6次暴雨。

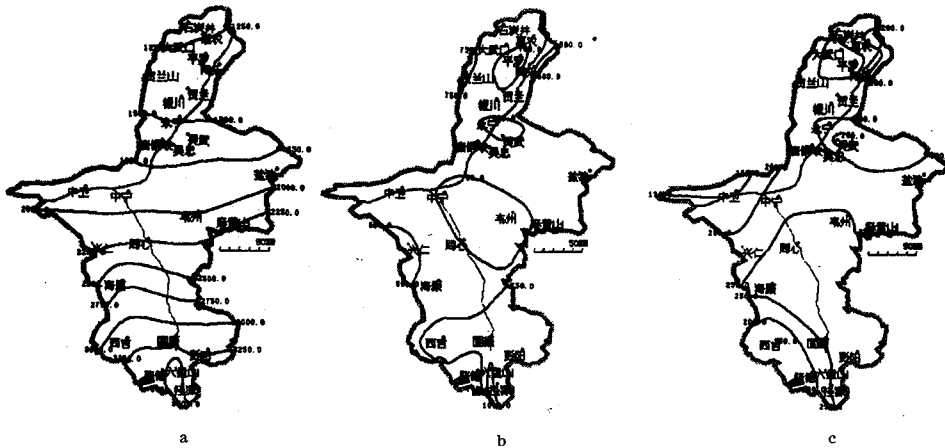


图2 宁夏三种降水出现次数分布

a. 层状云降水; b. 对流云降水; c. 混合云降水

分析结果表明,宁夏各站50%以上降水为层状云降水,尤其是中部干旱带以南地区,层状云降水百分率达70%以上,这种稳定的降水形势对飞机人工增雨作业十分有利;宁夏中部干旱带以北地区对流云降水和混合云

降水次数相对较多,与南部六盘山区相比,出现大雨和暴雨的百分率也相对较大,为实施火箭防雹增雨提供了有利的气象条件。

2.2 三类降水的月分布特征

宁夏三类降水月平均出现次数均呈冬季

少、其它季节多的分布,降水主要发生时段在4~10月。一年中,层状云降水次数在4~10月与对流云降水次数相差不大,其它时段均明显高于对流云降水和混合云降水。层状云降水每年从1月开始逐渐增多,9月达到全年最高值后迅速减少,到12月出现最低值,其中每年11月至次年2月发生次数低于全年平均值;对流云和混合云降水的月分布基本呈正态分布,4月开始逐渐增多,到7月均达到全年的最高值,之后逐渐减少,其中5~9月,对流云降水和混合云降水的发生次数高于全年平均值。

进一步分析表明,层状云降水和对流云降水出现大雨次数最多的时段为4~9月,其中,层状云大雨8月次数最多,对流云大雨7月次数最多,层状云暴雨一般出现于7~9月,8月次数最多,达39次,对流云暴雨出现在7~8月,7月最多,为10次;混合云大雨出现于每年的3~10月,暴雨出现在5~9月,7月大雨和暴雨出现次数最多,分别为82次和29次。从三类降水的月分布及对应不同量级降水的分布特征可以得出:在宁夏降水较多的4~10月间都可以开展人工影响天气业务,但最适宜人工增雨作业的天气时段为三类降水出现次数均相对较多的5~9月。

3 三类降水的环流特征

选取三类降水典型天气过程各3例,利用NCEP/NCAR(1971~2000年)逐日全球再分析资料,分别计算三类降水500hPa、850hPa平均高度场及850hPa平均温度场,对其环流特征进行分析。

3.1 层状云降水的环流特征

500hPa平均场上,位于乌拉尔山东侧的高压脊势力较强,脊线为东北西南走向,贝加尔湖到我国东部地区也受高压脊控制,冷低压位于新疆到河西附近,宁夏处于青藏高原东部到河套地区的西南气流里,为典型的东高西低环流形势(图3a);近地层850hPa上,里海到新疆为西北东南走向的高压控制,冷锋位于河套西部,锋后高压强度较强,河套地区受低压控制,宁夏处于其前部的西南气流里(图3b);850hPa温度场上,锋区位于新疆到河西一带。由于东北西南向的高压脊强度较强,使冷空气在东移过程中明显南压,并与高原偏南暖湿气流在河套附近交汇,加上地面高压后部回流系统的配合,有利于出现明显的全区性稳定降水过程。此型下,影响宁夏的主要为冷锋系统及地面回流系统中的蔽光层积云、雨层云等中低云系,因此,最适宜进行飞机增雨作业。

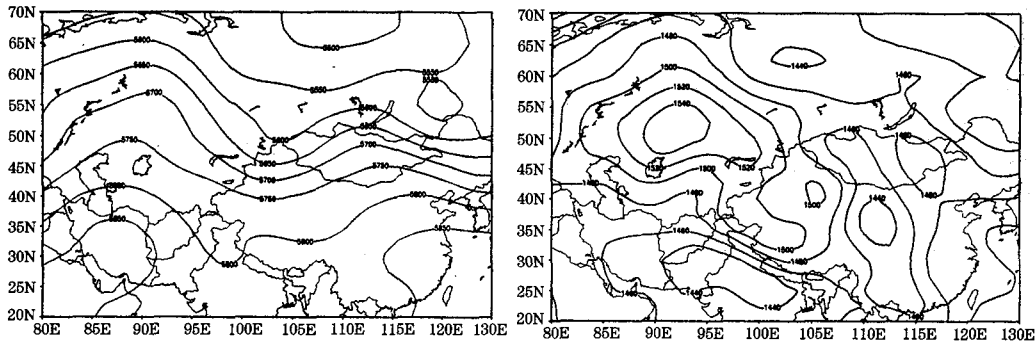


图3 层状云降水的环流特征场
a. 500hPa平均高度场; b. 850hPa平均高度场

3.2 对流云降水的环流特征

500hPa高度场上,中亚附近的高压脊强度较弱,蒙古西部到贝加尔湖为宽广的低压槽区,宁夏处于贝加尔湖西部到河套北部冷低压底部的弱西北气流里,从低压底部不断

有冷空气东移南下影响宁夏地区;850hPa上,冷空气分为两股,一股位于河套北部地区,另一股位于青藏高原东部地区;850hPa温度场上,河套地区受闭合冷气团控制。由于低层没有明显偏南暖湿气流配合,并且巴

尔喀什湖附近高压脊强度偏弱,当河套北部及高原西侧的冷空气东移时,与低层温度槽配合,触发宁夏地区上空的不稳定能量释放,造成宁夏的对流性降水天气。由于影响宁夏的主要是北部南下冷空气与冷槽配合时形成的积云性层积云、鬃积雨云等不稳定降水云系,因此,适宜的人工影响天气方式是火箭增雨。

3.3 混合云降水的环流特征

混合云降水的主要环流特征是:里海到巴尔喀什湖附近为低压槽区,新疆到河西受高压脊控制,脊线呈东北西南向,贝加尔湖以南到河套地区也为低压槽区,宁夏处于河套北部地区槽前的西南气流里;对应850hPa,冷低压位于新疆西部,沿青藏高原有冷空气东移至河套西部,在高原东部到宁夏南部地区有明显的切变线,同时,贝加尔湖到河套北部地区有弱冷空气扩散南压;850hPa温度场上,温度密集区位于河西,锋区强度较强,河套受一闭合冷气团控制。由于冷空气主体滞后,从巴尔喀什湖冷低压中扩散东移的冷空气与高原低值系统及温度槽配合,激发不稳定能量,先造成宁夏的阵性降水天气,之后,在东移冷锋与偏南暖湿气流的影响下,形成明显的降水过程。由于影响宁夏的主要是高原低涡和地面切变中的秃积雨云、鬃积雨云等不稳定云系以及锋面系统和暖湿气流中的蔽光高层云、雨层云等稳定性中低云系,因此,针对前期的不稳定天气适宜火箭增雨,而冷锋过境后的降水适宜飞机增雨。

4 小结与讨论

上述分析表明,三类降水的时空分布及环流背景有明显差异,在实施人工影响天气时,应根据三类降水不同的气候和环流特征,采取相应作业方式。

(1)层状云降水占全区总降水次数的近70%,对流云降水占23.0%,混合云降水占7%左右。因多数降水为稳定性的层状云降水,宁夏全区较适宜飞机人工增雨作业;同时,宁夏南部地区层状云降水占75%左右;宁夏北部对流云降水和混合云降水次数相对较高。根据三类降水的空间分布特征,宁夏南部地区应以飞机增雨为主,并在相对较少

的对流云和混合云降水天气形势下,实施火箭增雨,而中北部地区由于层状云降水相对较少,应大力开展火箭增雨业务;

(2)层状云降水各月均会发生,对流云和混合云降水基本出现在每年的3~11月,3类降水对应的中雨以上降水主要出现在3~11月,大雨以上降水出现在4~10月。从增雨时间上看,每年4~10月满足人工增雨的天气条件,但最适宜人工增雨作业的天气时段是5~9月。

(3)当宁夏处于东高西低的环流背景下,地面冷锋位于贺兰山西侧,高原偏南暖湿气流发展强盛,中低层东南气流控制宁夏。由于冷空气与偏南气流在宁夏交汇,一般会出现明显的稳定性降水天气过程,对飞机增雨十分有利。

(4)当宁夏受弱西北气流控制,河套北部冷低压底部不断有冷空气南下,低层配合有温度槽。由于没有明显暖湿气流配合,冷空气南下过程中,触发宁夏上空的不稳定能量,形成对流性降水天气,对火箭增雨较为有利。

(5)在东高西低的环流背景下,当主体冷空气位置滞后,分股冷空气扩散东移影响宁夏,对应中低层有高原低值系统和切变线,同时配合有温度槽时,在对流性降水后,会出现比较明显的稳定性降水过程。应先采取火箭增雨,并在地面冷锋过境时,开展飞机增雨作业。

参考文献

- 1 牛生杰,马铁汉,管月娥等.宁夏夏季降水性层状云微结构观测研究.宁夏气象科技文选,宁夏人民出版社,1998:13~18.
- 2 樊曙光.层状云微物理结构演变特征的个例研究.宁夏大学学报,21(2):179~182.
- 3 曾光平,冯宏芳,朱鼎华.福建省人工增雨天气气候背景分析.气象,1998,24(3):28~32.
- 4 宜树华,刘洪利,李维亮等.中国西北地区云时空分布特征的初步分析.气象,2003,29(1):7~11.
- 5 周德平,耿素江,杨旭.辽宁夏季积云降水发生频率及人工影响潜力分析.气象科技,2003,21(4):243~247.
- 6 陈宝君,李子华,刘吉成.三类降水云雨滴谱分布模式.气象学报,1998,56(4):506~512.
- 7 叶建元,徐永和,丁建武等.对流云人工增雨作业等级预报.气象,2003,29(4):40~43.

Analysis of Suitable Conditions for Artificial Rainfall Enhancing Operation

Chen Nan

(Key Laboratory of Meteorological Disaster Preventing and Reducing in Ningxia, Yinchuan 750002)

Abstract

Based on the total and low cloud cover, cloud form, precipitation data of 24 weather stations in Ningxia from 1971 to 2000, reanalyzed data of NCEP/NCAR in the same period, the spatial and temporal distribution of precipitation of stratiform cloud, convective cloud and mixed cloud and the circulation correspondingly are investigated. The results show that the number of precipitation times of stratiform cloud is much higher than that of the others and stratiform cloud precipitation is the main type of rainfall in 30 years. The heavy and torrential rainfalls are caused by mixed clouds. In the southern part of Ningxia, the stratiform cloud precipitation plays an important role, and in the northern part, convective and mixed cloud precipitations are crucial. Based on the results above, the suitable precipitation enhancing operation modes are discussed under different circulation and weather conditions.

Key Words: artificial precipitation enhancing weather condition analysis