

# 辽宁飞机人工增雨天气系统及云系研究

王永亮 李英伟 (辽宁省气象科学研究所 沈阳 110015)

**摘要** 对飞机人工增雨天气系统和作业云系进行了统计分析,按照辽宁的天气特征,高空环流分为4种类型,其中西风槽和冷涡为多见;地面以冷锋和蒙古气旋多见。飞机人工增雨作业的主要云系是层状云系。

**关键词** 飞机人工增雨作业 天气系统分型 人工增雨作业云系

飞机人工增雨作业只有在适宜的天气条件下开展科学作业,才能收到好的效果,因此分析归纳出适合辽宁飞机人工增雨作业的降水天气特征是十分重要的。本文对1992~1999年共计106架次的飞机人工增雨作业进行筛选(例如同一天内不论飞行几架次则定为1架次),对筛选出的69架次人工增雨作业的天气系统进行统计,得出各类型天气飞机人工增雨作业期间所出现的频率及对应的云系。

## 1 天气系统分类

### 1.1 统计标准

在高空环流形势的选取中以500,700 hPa为主,850 hPa为辅,术语采用辽宁惯用的天气系统名称。通过对辽宁1983~1992年有降水(24 h降水量大于5 mm)的天气形势进行普查,统计得出高空系统可以归结为:高空冷涡型、西风槽型、切变线型、副高后部型。以上4种类型中高空冷涡型与西风槽型出现较多,而切变线型与副高后部型出现较少。

### 1.2 高空冷涡型

高空冷涡定义为有一条闭合的等高线和闭合的等温线。高空冷涡型大多数产生于环流的经向度发展强烈,一般在乌拉尔山和西伯利亚一带有较强的高压脊发展,使得极地冷空气沿着脊前下滑,经过前苏联的贝加尔湖地区或蒙古国东部地区进入我国的内蒙古和东北地区,对辽宁产生直接或间接的影响。通过统计分析得出在高空500 hPa图上,冷涡中心(几何中心),一般进入 $50\sim 37^{\circ}\text{N}$ , $110\sim 130^{\circ}\text{E}$ (图1)。

地面天气图上有东北低压、蒙古气旋、冷锋等配合影响辽宁产生降水。冷涡降水大多数为积状云和层状云及层积混合云降水。

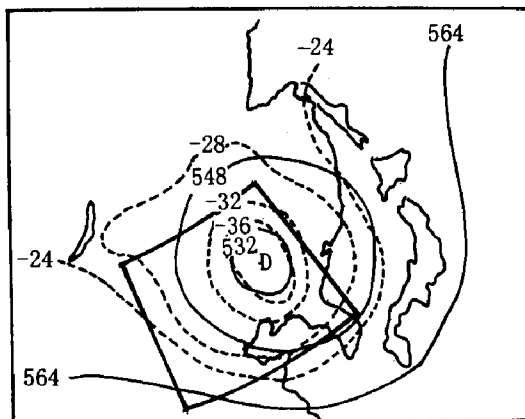


图1 1982年4月16日08时500 hPa环流形势

### 1.3 西风槽型

西风槽型的特点大多数属于纬向环流型,亦称W型。环流的经向发展比较少,前苏联东部一带多为—较完整的大范围低槽区,中纬度环流比较平直,冷空气大多数由巴尔喀什湖或贝加尔湖、蒙古国东部一带移来。在中纬度一般有锋区配合(2条以上等温线),槽线进入 $50\sim 35^{\circ}\text{N}$ , $110\sim 130^{\circ}\text{E}$ (图2)。而地面天气图上多数为东北低压、蒙古气旋,河套气旋。另外还有南来的系统与之配合。这种环流形势下,辽宁多产生降水天气。云系以层状云为主,降水一般是稳定性的。

### 1.4 高空切变线型

高空切变线型一般多在700或850 hPa层较

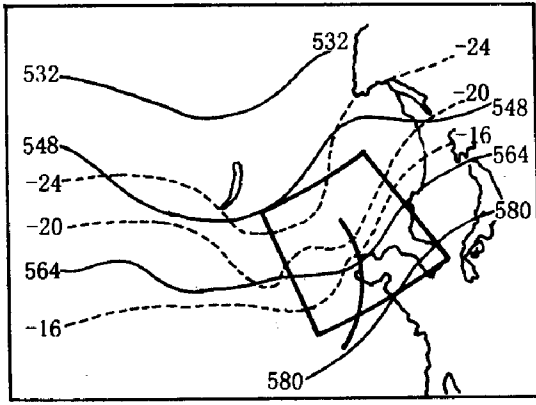


图2 1985年5月6日20时500 hPa环流形势为明显,而500 hPa层上不太明显。这种类型有3种情况。第1种是高空环流较为平直(图3),西北路径的冷空气移动较快,与东南沿海的西南风暖湿气流产生切变。第2种是东南沿海一带的高压与西风带的小尺度高压脊合并,形成“高压鼻”,这时一般有西南风与东南风的切变线。而温度锋区一般在切变线南侧,西南风偏强。第3种是风速切变线,是沿着海上高压后部,当东南方向海上高压加强时,随着暖湿气团北上的同时南风或西南风加强产生偏南风风速上的切变线。切变线上的降水一般都是围绕着切变线的周围而产生。与之配合的地面系统有江淮气旋、河套倒槽、日本海高压后部等。路径偏南较多。

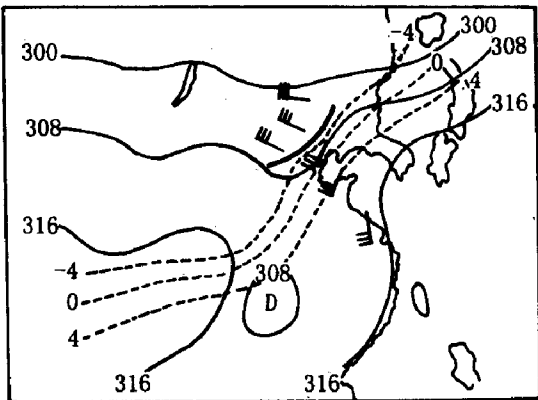


图3 1982年5月12日08时700 hPa环流形势

### 1.5 副高后部型

副高类对辽宁降水的影响一般多在夏季的

8~9月,高压主体一般位于海洋上,有时西端伸达我国沿海和陆地,范围大而稳定;有时切断成块状的闭合高压单体,副高北侧与西风带锋区相邻,有气旋和锋面活动,上升运动较强,多阴雨天气。副高脊线一般北上超过30°N以北,588 hPa图上588十位势米线在我国东部沿海时,辽宁多产生降水。

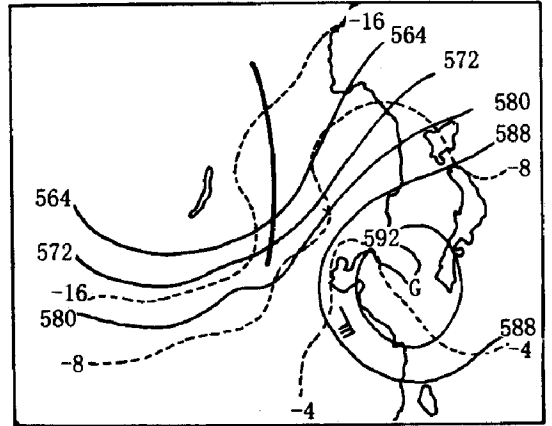


图4 1984年8月9日20时500 hPa环流形势

辽宁飞机人工增雨作业的4种天气类型中以冷涡和西风槽型出现最多,而切变线和副高型出现较少。

## 2 各型天气系统作业分析

飞机人工增雨作业大多以层状云和层积混合云为对象。不同的天气系统所对应的云系不同,作业条件也不同。因此需要统计各系统出现的频率,以便知道选择哪些天气系统作业更为有利。对1992~1999年辽宁飞机人工增雨作业106架次进行普查,经过筛选以后确定为69架次,然后分别进行分类确定出天气类型(图1)。

表1 飞机人工增雨作业天气系统统计

项目	4月	5月	6月	7月	百分率/ (%)	合计/ 次
西风槽	9	13	9	9	58	40
冷涡	3	10	8	3	35	24
切变线	0	3	1	1	7	5
合计	12	26	18	13		69

由表1看出,在各类天气系统中高空西风

槽类型作业架次最多,为40架次,占总架次58%。其次是高空冷涡型,24架次,占总架次35%。切变线型最少,只有5架次,占总架次7%。而副高后部型则为0次,其原因是这一类型多出现在7月下旬至8月,因为这一时段是辽宁的主汛期,没有飞机人工增雨作业任务。从以上分析,可以看出西风槽和冷涡天气是飞机增雨作业的主要天气类型。

### 3 作业区的选取

作业区的正确选择对增加降水极为关键。本文对106架次飞机人工增雨作业区域,按不同天气类型进行分析,得出:(1)西风槽类型飞机人工增雨作业区域最佳部位应选择在槽线的前部(500 hPa);其次少数选择在中部,这一区域多为高层云或雨层云及层状云存在的部位,是飞机人工增雨作业的最佳区域。(2)冷涡类型出现的次数少于西风槽类型,当选择冷涡类型时,应多选择在冷涡的几何图形的第4象限,少数的选择在第1,3象限,而第2象限很少具备飞机人工增雨作业的条件。从冷涡类型的22次的飞机人工增雨作业飞行中有11次是在第4象限。因此在把握天气系统时要抓住这一时机。(3)切变线类型一般都表现在底层(700 hPa),出现的次数不是很多,统计中只有5次,占总类型的7%。当这类型天气系统出现

时,一般都是在切变线周围作业,对应的云系为蔽光高层云、雨层云。

### 4 作业云系

在1992~1999年的飞机人工增雨作业中,普查了77架次,统计得出飞机人工增雨作业的云系有5种:蔽光高层云、雨层云、层积云、层云(碎层云)、碎层云(碎积云)。在以上的5种云中以蔽光高层云和雨层云为多见,在飞机人工增雨催化作业中占各类型云出现总数量的69%,是飞机人工增雨作业的主要云系。这类云对应的降水多为连续性和稳定性,影响面积大。层积云、碎积云、碎层云这3种云在飞机人工增雨作业中占30%,影响面积多是局地性的。在飞机人工增雨作业中,高层云和雨层云是主要的催化云系,而后3种云系在抗旱需要时也不要放过催化的时机。在统计中得出,辽宁对层状云的催化作业高度一般是3000~6000 m,具体高度应视飞行时测得云中的温度、湿度而定。

### 5 结语

通过统计分析得出:(1)有利于辽宁飞机人工增雨作业的天气类型是西风槽型和冷涡型。(2)有利于催化作业的云系为蔽光高层云和雨层云。(3)飞机人工增雨作业高度一般在3000~6000 m。