

北上气旋强雷雨数据化预报模式

王天奎 丁汉泽 李丹 (中国民航东北管理局空中交通管理局 沈阳 110043)

摘要 应用 1989~1994 年资料,以 76 个样本为分析研究对象,利用统计学方法,从可能影响雷雨的 11 个因子中找出效果较好的 5 个因子,建立数据化预报模式,实现人机对话。

关键词 气旋雷雨 预报因子 相关系数 预报模式 效果检验与实报

北上气旋是东北地区对江淮气旋、黄河气旋、渤海气旋和北上台风的总称,是东北产生大到暴雨的主要天气系统之一,受它的影响产生的雷雨称为北上气旋雷雨。根据有关规定,当雷雨伴有大风、冰雹,大到暴雨时,又称北上气旋强雷雨。有关资料研究表明:大雨造成的飞行性能损失大于风切变,因大雨造成的飞行事故接连不断。据不完全统计,1970~1976 年,仅美国因大雨造成机毁人亡事故 5 起。1993 年,世界民航因大雨造成的飞行事故占总事故的 14%。而北上气旋强雷雨对飞机安全影响更大。

桃仙机场由于属新迁机场,气象资料少,预报像雷雨特别是预报强雷雨这样的对飞行影响很大的天气,仍停留在“理论+实践”的模式上,重要天气预报的准确率低,而预报结论主观性大,缺乏客观定量的标准,严重影响对外服务质量。鉴于以上原因,本文试图找出一种客观、定量的预报雷雨的方法。

1 气候分析与预报思路

北上气旋雷雨占东北总雷雨次数的 24%,占北上气旋次数的 40%,其中强雷雨又占北上气旋雷雨的 19%。北上气旋雷雨每年都有出现,但次数相差悬殊,多年份为少年份的 5~6 倍。1 a 中,出现在 4~10 月,多集中于夏季的 6~7 月,这 2 个月占总次数的 76%。雷雨出现的时间多在 07~09 时和 21~24 时,而这 2 时段又是航班起降最多的时段(占总航班的 70% 以上),给气象保障带来很大困难。因为这 2 个

时段资料少,预报难度大,一旦预报不准,可造成航班的返航、备降和延误,既造成重大经济损失,又严重影响民航的国内外信誉,因此,提高北上气旋雷雨的预报准确率特别是强雷雨的预报准确率是提高经济效益、保障飞行安全、正点亟待解决的关键问题。

在实际预报中,雷雨预报主要考虑大气稳定度、冲击力和水汽三大要素。对北上气旋来讲,大气水汽丰富,因此,主要考虑大气稳定度和冲击力。在筛选的 11 个因子中,以上 2 个方面的因子占了 9 个。根据民航气象保障特点,本文将不漏报、少空报作为选取因子指标的原则,对 11 个因子进行逐一筛选,选取其中效果最佳的 4 个因子,按因子的重要性、包容性和灵敏性的大小进行合理调配,建立数据化预报模式,预报雷雨有无,在此基础上再加第 5 个因子预报强雷雨有无。

2 预报因子相关系数及预报模式

2.1 对流不稳定指数 X_1

$$X_1 = \theta_{se500} - (\theta_{se700} + \theta_{se850})/2$$

相关系数 $R_1 = -0.47743$ 。当 $X_1 < 12$ 时,表示 500 hPa 以下层结不稳定,具备了产生雷雨的能量,未来 12 h 本场可能出现雷雨天气。

2.2 中低空湿度值 X_2

$$X_2 = \sum_{i=1}^3 (t - t_d)_i$$

i 分别为 850、700、500 hPa。

$$R_2 = -0.18836$$

当 $X_2 > 30$ 时,表示 500 hPa 以下中低空空

气干燥,不易于对流发展。未来 12 h 本场不会出现雷雨。

2.3 中低空温度扰动值 X_3

$$X_3 = t_{0(850-500)} - 1/4 t_{i(850-500)}$$

$$\text{相关系数 } R_3 = -0.25682$$

t_0 为本场温度, t_i 分别为 54342, 54374, 54161, 54497 测站的温度。

冲击力是产生雷雨的重要条件,在不稳定能量和水汽都有利的条件下,如果冲击力太小,不能打破大气的平衡状态,不稳定能量释放不出来,也就不可能产生雷雨,所以,当 $X_3 < 1.3$ 时,说明本场中低空的温度扰动弱,冲击力小,不能打破大气的平衡状态,未来 12 h 本场不会出现雷雨。

2.4 本场 850 hPa 的 24 h 变温 X_4

$$X_4 = \Delta t_{850}$$

$$\text{相关系数 } R_4 = -0.19682$$

当 $X_4 > -3$ °C 时,表示本场低空 24 h 温度变化不大或升温,下暖上冷有利于对流的发展,未来 12 h 本场易出现雷雨。

2.5 本场高低空散度差 X_5

$$X_5 = D_{300} - D_{850}$$

其中, D_{300} 、 D_{850} 分别为 300、850 hPa 的散度值。

$$\text{相关系数 } R_5 = 0.20931$$

当 $X_5 > 0.0$ 时,说明本场高空辐散、低空辐合,有利于发展成强对流,预示未来 12 h 本场有强雷雨。

根据以上 5 个因子对预报的贡献大小, X_1 为预报因子, X_2 、 X_3 、 X_4 、 X_5 为过滤因子,依次输入预报模式(图 1)。

3 效果检验与实报

按照民航重要天气的评分规则:当预报航站有雷雨时,只要本场或周围 50 km 范围在预报有效时段内出现雷雨,为报对;本场或周围 50 km 范围都没有雷雨为空报;当预报无雷雨,而本场未出现雷雨时,为报对;而本场出现雷雨时为漏报。

应该指出的是:在对雷雨这种危险天气的实际预报中,本文强调的是重准率的提高,但由于在重准率的评分中没有把那些预报无雷雨准确的天数计算进报对天数,所以,它所体现的并不是模式的总准率。为了更好地对模式做出比较正确的评定和判断,同时计算出了模式的总准率。

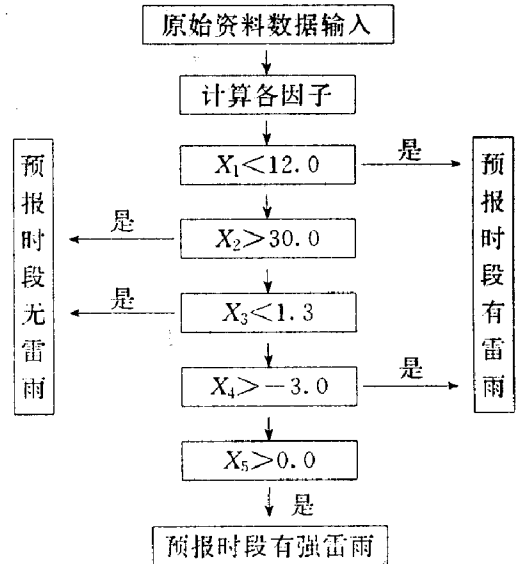


图 1 雷雨预报模式框图

根据 1989~1994 年 5 a 资料统计,本场受北上气旋的影响共 76 次,其中出现雷雨 28 次,加上周围区域内出现 2 次,总共出现雷雨 30 次。利用本模式进行预报,均在预报时段内出现,无一漏报,但出现 11 次空报,重准率为 73.2%,总准率为 85.5%。报有强雷雨 14 次,无强雷雨 2 次,结果出现强雷雨 10 次,空报 4 次,无漏报,重准率为 71%,总准率为 80%。用本模式对 1995、1996 年影响本场的 46 次北上气旋进行实报,报本场有雷雨 24 次,无雷雨 18 次,实况出现 17 次雷雨,全部报对,无漏报,但有 7 次空报,18 次无雷雨全部报对,重准率为 71%,总准率为 83%。报有强雷雨 3 次,无强雷雨 1 次,实际出现强雷雨 2 次,空报 1 次,无漏报,重准率为 67%,总准率 75%。

4 模式评价与讨论

4.1 在实际预报中,由于雷雨发生次数较少,属于小概率事件,其预报准确率往往波动很大,

(下转第 14 页)

(上接第 10 页)

加上人为原因,从安全角度出发,为了减少漏报而增加了空报次数,使其预报准确率就更低一些,一般在 55% 左右。而用该模式做雷雨预报,从效果检验和 2 年实报结果看,其重准率和预报准确率都大大超过了预报员的实际预报水平,并消除了漏报,特别是对强雷雨这样的预报难点问题,重准率达到 70%,不失为是预报雷雨的一种方法。它为提高服务质量、保障飞行安全创造了有利条件。该模式有推广价值。

4.2 此模式的不足之处,空报次数较多,其原因有以下 2 个方面。

在民航重要天气预报中,由于对飞行安全影响很大,预报员在客观上宁可空报多一些,也要尽量减少漏报次数。所以在建立模式时,将杜绝漏报作为一条原则(选取了一些相关系数较低的因子),从而提高了个别因子的包容性,降低了其灵敏度。造成空报多,使重准率降低;

空报次数还表现在雷雨出现在预报时限之前,雷雨天气刚刚过去,因子特征还处在表现明显阶段,预示未来将会出现雷雨天气,此类空报根据已出现的实况和预报经验极容易排除。

今后对模式要进一步的改进,优化因子组和,增加已经出现雷雨因子的筛选、研究,减少空报,提高准确率,使模式具有推广和使用价值。

