

焦郑高速公路雾天气预报与监测

刘跃红, 罗楠, 司福意, 黄克磊, 李艳红, 闫小利

(焦作市气象局, 河南 焦作 454003)

摘要: 分析了焦郑高速公路沿线雾天气气候特征及能见度与最大车流量的关系。利用欧洲中心数值预报产品和单站要素资料, 选择预报因子, 建立了雾天气预报方程。利用天气雷达进行临近监测预报服务。

关键词: 雾; 气候特征; 预报因子; 预报方程

中图分类号: P457.7

文献标识码: A

文章编号: 1004-6372(2003)01-0011-02

雾是冬半年常见的灾害性天气。近年来随着我国高速公路建设的迅猛发展, 浓雾对高速公路运营的影响愈加严重。做好雾的预报, 可确保在恶劣天气出现前能及时为高速公路管理机构决策提供服务, 有效控制最大车流量, 避免“追尾”等恶性交通事故发生。

1 能见度与高速公路最大车流量的关系

雾对高速公路交通运输业的影响与车辆种类(车辆制动后滑行的距离、车速、车重)、车流量有关。根据交通管理部门对高速公路行驶车距、限速的规定及调查测算, 建立起最大车流量与能见度间的关系。

能见度 > 1 km 时, 最大车流量

$L_m = \text{车道数} \times \text{机动车平均最大限速} / \text{最小限制车距}$

能见度 W 在 $0.1 \sim 1$ km 时, 最大车流量

$$L = L_m (1 - b/W)$$

式中, b 为系数(与路面情况、风冷指数有关), 在正常路面(无结冰)、气温 > -3 °C、风速 < 4 级取值为 1。焦郑高速 $L_m = 16.7$ 辆/分。

综合分析结果为: 出现大雾(能见度 ≤ 1 km)天气时, 应开始控制最大车流量, 并提醒司机打开雾灯, 谨慎驾驶, 并注意保持车距; 能见度减小到 0.5 km 时, 所控最大车流量应减少 $1/5$; 能见度减小到 0.2 km 时, 所控最大车流量应减少 $1/2$; 能见度 ≤ 0.1 km 时, 高速公路应予关闭。

2 焦郑高速公路沿线雾天气气候特征

焦郑高速公路从太行山南麓的坡地伸向黄河北岸的滩区, 南段沿黄、沁河北堤呈西西北~东东南走向, 其间还有共产主义渠等南北向引黄灌溉水利渠道, 沿线的武陟、原阳地势低洼, 为传统的水稻种植区, 并多养殖池塘, 复杂的下垫面条件, 造成雾害多发。

统计结果显示: 12 月份雾日最多, 1 月、11 月份次之, 秋季雾日多于春季。郑州市 11、12、1、2 月份年均雾日分别为 2.15、2.91、2.77、1.55 天^[1], 武陟、焦作的月分布情况与郑州基本一致, 只是武陟的总雾日数比郑州和焦作的多。

雾多起于后半夜, 10 时后减弱并逐渐消散, 也有在傍晚形成的。1980~2000 年武陟、焦作 14 时因雾能见度 ≤ 0.5 km

的日数分别为 16、13 日, 分别占总雾日的 4%、8.5%。

把连续 ≥ 3 天出现雾定为一个连续性雾。武陟站 21 年的 417 个雾日中, 连续性雾 45 段, 累计雾日 184 个, 达到雾日总数的 44%。焦作站 21 年的 188 个雾日中, 连续性雾 17 段, 累计雾日 59 个, 达到雾日总数的 31%。郑州站连续性雾日也超过雾日总数的 $1/3$ ^[1]。尤为典型的是武陟站 1994 年 11 月 16~30 日, 大雾持续半月之久。

3 形成雾的气象要素和形势特征

焦作市的雾绝大部分为辐射雾和平流雾。

3.1 气象要素特征

辐射雾均出现在阴雨天气转晴的当天后半夜到次日早晨, 持续时间不长, 在 14 时前基本消散。它要求近地面空气湿度 $> 80\%$; 近地面风速 ≤ 4 m/s; 层结稳定, 等温层或逆温层在 900 hPa 以下。

平流雾的出现与中低空暖湿气流的输送有关, 对起报日空气湿度(有少数个例雾日前一天 14 时空气湿度 $< 45\%$)、风速要求条件相对宽松一些, 但逆温层厚, 一般地面气温与 850 hPa 气温差值 < 5 °C。

连续性雾多以低层暖湿平流作用为主, 是平流、辐射混合或交替出现的雾。

3.2 形势特征

产生雾特别是连续性雾的 500 hPa 环流形势是亚欧为平直西风环流, 中高纬度亚欧为一槽一脊, 亚洲为宽广的低压区, $105 \sim 125^\circ\text{E}$ 、 $30 \sim 42^\circ\text{N}$ 等高线、等温线稀疏, 有弱短波槽、脊交替出现, 高空锋区明显偏北, 低纬度副高呈东西向带状且较活跃。

700 和 850 hPa 高原东侧西南暖湿气流不断向预报区输送, 或附近上空有明显的正变温、正变高, 使高脊迅速挺起, 有利于西南暖湿气流的输送, 且脊后无明显冷槽配合(这是与降水形势的明显区别)。

地面气压场比较均匀, 预报区处于东南移的弱高压后部, 河套附近(延安、太原间, 或西宁、兰州附近)有一弱的小高压形成。 $105 \sim 125^\circ\text{E}$ 、 $30 \sim 40^\circ\text{N}$ 范围内无与郑州站的气压差 > 6 hPa 的测站。

在河套西部或北部有较强冷高压东移或南压(酒泉、呼和浩特或北京与郑州站气压差 ≥ 8 hPa)时, 连续性雾将消散, 第二天为无雾天气。当地面气压场中有冷高压从东北经华北南压, 预报站点为东北风时, 对雾的产生最为不利。

收稿日期: 2002-11-08

作者简介: 刘跃红(1962-), 河南鄢城人, 工程师, 从事管理工作。

河南气象 2003 年第 1 期

• 11 •

4 预报因子的选取

4.1 500 hPa 形势场 h

ΔH 为欧洲中心前一日 20 时 500 hPa 24 h 高度预报场 40°N 线上 90°~120°E 范围内最大和最小高度值之差, ΔH 越小, 表示环流越平直。 $\Delta H \leq 10$ 位势什米时 h 为 1, 否则为 0。

用同样方法, 根据 48、72 h 预报资料选取 48、72 h 预报因子 h_1, h_2 。

4.2 地面气压场 s

Δp 为欧洲中心前一日 20 时地面 24 h 气压预报场 105°~125°E、30°~40°N 区间内海平面气压最大值与 35°N 线上郑州站临近的东西两个站点海平面气压平均值之差, Δp 越小, 表示气压场越弱。 $\Delta p \leq 6.0$ hPa 时 s 为 1, 否则 s 为 0。

用同样方法选取 48、72 h 预报因子 s_1, s_2 。

4.3 温度平流 t

Δt 为欧洲中心前一日 20 时 850 hPa 24 h 温度预报场上 112.5°~117.5°E、32.5°~35°N 范围内 6 个格点之均值与实况均值之差, 正值为暖平流。 $\Delta t \geq 1$ °C 时 t 为 1, 否则为 0。

4.4 稳定度 X_1, X_2

对于辐射雾, Δt (郑州站 08 时 925 hPa 和地面温度之差, 单位°C, 下同) ≥ 0 时 X_1 为 2, $-1 \leq \Delta t < 0$ 时 X_1 为 1; < -1 时 X_1 为 0。

对于平流雾, Δt (郑州站 08 时 850 hPa 和地面温度之差) ≥ -3 时 X_2 为 2; $-3 > \Delta t \geq -5$ 时 X_2 为 1; $\Delta t < -5$ 时 X_2 为 0。

4.5 水汽输送 X_3

起报日 08 时 500、700、850 hPa 三层等压面上兰州、郑州、徐州、南阳和汉中有 3 站风向为偏南风 ($90^\circ < \text{风向} \leq 270^\circ$) 的层数累加值 $m \geq 2$ 时, X_3 为 2; $m < 2$ 时, X_3 为 $m + t$ (t 为温度平流项取值)。

4.6 单站湿度 X_4

14 时预报站点地面温度露点差 ≤ 2 °C 时, X_4 为 2; 地面温度露点差 > 2 °C 且 ≤ 4 °C, 或 850 hPa 温度露点差 ≤ 4 °C 时, X_4 为 1; 地面温度露点差 > 4 °C 时, X_4 为 0。

4.7 单站风 X_5

14 时预报站点风向 $0 \sim 90^\circ$ 、风速 > 4 m/s 时, X_5 为 -2; 风向 $0 \sim 90^\circ$ 、风速 > 2 m/s 且 ≤ 4 m/s 时, X_5 为 -1; 风向 $90 \sim 360^\circ$ 、风速 ≥ 2 m/s 时, X_5 为 0; 风速 ≤ 2 m/s 时, X_5 为 1。

5 预报方程和判据

5.1 方程的设计和规定

$$Y = n(h \wedge s \wedge X_5) \times \sum a_i X_i$$

式中, $i = 1 \sim 5$; $n = 0$ 或 1, 当 $h = 0$ 或 $s = 0$ 或 $X_5 = -2$ 时, $n = 0$, 否则 $n = 1$ 。

当 $X_3 = 0$ 时, 进入辐射雾预报方程判别, 方程中 $a_1 = 2, a_2 = 0$, 其它系数项均为 1; 当 $X_3 > 0$ 时, 进入平流雾预报方程进行判别, 方程中各系数项 a_i 均为 1。

5.2 预报判据

根据历史个例回代情况聚类分析得出以下判定:

$Y \geq 8$ 时, 预报有特浓雾 (能见度 ≤ 0.1 km); $7 \leq Y < 8$ 时, 预报有浓雾 ($0.1 \text{ km} < \text{能见度} \leq 0.5$ km); 当 $5 \leq Y < 7$ 时, 预报有大雾 (能见度为 $0.5 \sim 1.0$ km); $Y \leq 4$ 时, 预报无雾。

当有一个站 $Y \geq 5$ 时, 利用 EC 资料的 48、72 h 预报场特征量进行大雾连续 (h_1, s_1 或 h_2, s_2 同时等于 1) 生消判断, 并进入临近监测预报服务状态。

6 临近监测预报服务

从 17 时到次日 11 时, 预报服务软件自动提取每个时次周边及上游站郑州、徐州、西安、阳城和公路沿线的武陟、焦作站天气实况, 进行窗口提示。当预报本站有雾或上游站有雾向本区平流时, 开启雷达进行间断性观测。当雷达观测到 PPI 图上有均匀弥散状、RHI 图上高度仅有 1 km 左右的雾回波笼罩在高速公路某个路段上时, 根据回波强度判断雾的能见度范围, 并与测站值班员 (气象观测站、乡镇值班室) 联络, 确定雾出现后立即向营运中的两端高速公路收费站报告, 并建议采取适当措施。

由于焦郑高速无自动气象探测站, 暂采用附近的武陟、焦作站观测值替代。

7 试验情况

业务软件安装在 micaps 工作平台上, 资料为 micaps 实时资料。将软件运行时间添加在 micaps 数据时间表中, 15:15 自动启动运行。

该方法对大雾天气的历史概括率为 86.4%, 雾的级别判断误差为 23%。

2001 春季到 2002 年 10 月进行预报试验, 较准确地预报出 2001 年 10 月 23 日、12 月 3 日以及 2002 年 3 月 4 日的大雾天气。在 2002 年 9 月 10 日~10 月份 50 天的业务应用中, 仅有一次空报 (其间无大雾天气)。

参考文献:

- [1] 李保生, 布亚林. 郑州市冬季雾的气候特征和预报着眼点[J]. 河南气象, 1998, (4): 9-10.

The Forecast of Fog along the Highway from Jiaozuo to Zhengzhou

LIU Yue-hong, LUO Nan, SI Fu-yi, HUANG Ke-Lei, LI Yan-hong, YAN Xiao-li

(Jiaozuo Meteorological Bureau, Jiaozuo 454003, China)

Abstract: The relation between weather condition and the max vehicle volume of flow has been analyzed. With the Ecwmf data and the single station data, the forecast index was selected and the equation of fog forecast was presented. What's more, the approaching service can be done with radar.

Key Words: Fog; Weather condition; Forecast index; Forecast equation