

# 太行山中段的焚风

赵世林 王荣科 郭彦波 谭建龙 石志增

(河北石家庄地区气象局 050081)

## 提要

统计分析1956—1990年资料,得出了太行山中段焚风的月、日变化,给出了焚风的天气学模型。讨论了该地焚风与西风及太行山地形的关系,分析了该地焚风形成机制,指出了与前人所给出的焚风机制的差异。

**关键词:** 太行山中段 焚风 天气学模型 形成机制

## 引言

太行山中段东麓的焚风,是本地气候的一个显著特征,对工农业生产和人民生活都有一定影响。冬末早春的焚风,给人们带来温暖,可使积雪融化,土壤解冻,物候期提前;夏初的焚风,可使干旱加剧,使冬小麦灌浆和腊熟过程加快,造成逼熟减产;干旱季节的焚风,如遇火源,极易蔓延,酿成火灾。据统计,石家庄春季城市和森林重大火灾43%与焚风有关。

通过对石家庄1956—1990年焚风的气候和典型个例分析,初步得到以下结果。

## 1 焚风的一些统计事实

### 1.1 焚风标准

太行山中段为南北走向,当气流与太行山垂直时即风向在WSW—WNW范围内,风速 $\geq 2.0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,10分钟升温 $3^\circ\text{C}$ ,或半小时升温 $\geq 5^\circ\text{C}$ 为一次焚风过程。

### 1.2 焚风的年、季变化

统计近35年资料表明,石家庄年平均焚风为18.2天,最多的1966年为49天,1990年最少仅出现9天,年际间起伏波动较大,60年代后有逐年减少的趋势(图略)。

焚风的季节变化和冷空气活动路径有关。夏季,太平洋为高压,大陆为低压,东高西低的气压场,盛行偏南风,因而焚风出现几率最小;冬季,晚秋和早春,大陆常受冷高压控制,盛行西北风,故焚风出现几率最大(见表1)。

表1 各季焚风出现次数(1956—1990)

	春	夏	秋	冬
出现次数	189	35	167	246

### 1.3 焚风的月际变化

10月份副高退出大陆,北方冷高压开始不断南下,西北路冷空气前锋可以到达 $35^\circ\text{N}$ 以南,冬季风完全控制华北,焚风次数明显增多,到1月份焚风次数最多达2.7次(图1)。2—4月虽盛行西北气流,但偏东路径的冷空气增多,西和西北路径冷空气减少,地面上北高南

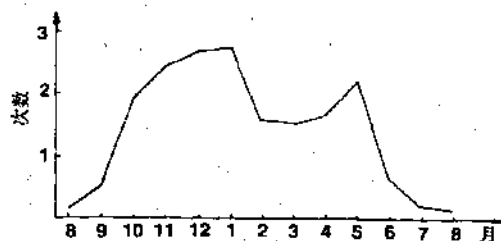


图1 石家庄焚风月际变化(1956—1990)

低的气压场不利于焚风出现。

进入4月下旬至5月份,蒙古低压发展,华北出现南高北低的气压场,盛行偏西气流,是产生焚风的另一种天气形势。故5月份焚风又呈上升趋势。焚风的月际变化,总体上与季风有关,而各月之间的差异又与冷空气路径、地面气压场有关。

#### 1.4 焚风的日变化

表2给出了各时段焚风出现几率,由表2可见,焚风的日变化非常明显,90%出现在夜间,显然与太行山东侧局地热力环流和地形的动力作用有关。夜间,太行山东侧受山风影响,多为下山风(西北风)与焚风风向基本一致,因而焚风出现次数最多。白天受热力环流影响,气流沿山坡上升,低层吹东南风,而且越接近中午,风力越大,风向与焚风风向相反,故在低层焚风现象被抵消和抑制,焚风次数明显减少。当地流传着“西风怕晒”的谚语,科学而生动地解释了这一现象。但是当偏西风强度大于低空东南风时,焚风仍然可以出现,1979年1月6日14时出现焚风即是一例。

表2 各时段焚风出现几率(1956—1990)

时间/时	20-08	08-20	24-07	08-23	11-19
出现次数	1210	133	962	381	36
几率	90%	10%	72%	28%	3%

#### 1.5 焚风的垂直和水平分布

根据对10次焚风个例统计得出,如以增温 $>4^{\circ}\text{C}$ 为显著界限,则焚风增温的垂直高度平均为1500m,这与太行山中段的海拔高度相近(图略)。

焚风增温的水平范围与焚风风速和持续时间有关。如1984年11月30日,焚风平均风速为 $6.8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,持续14小时,增温范围到达盐山县(距太行山254km);1980年1月23日,焚风平均速度 $2.1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,持续4.5小时,增温范围35km。根据焚风平均风速乘以持续时间得到的距离,与焚风增温实际波及范围(按温度变量确定增温最不明显处的界限,计算其到

太行山的距离),从图2可以看出,两者有较显著的相关,其相关系数为0.84。

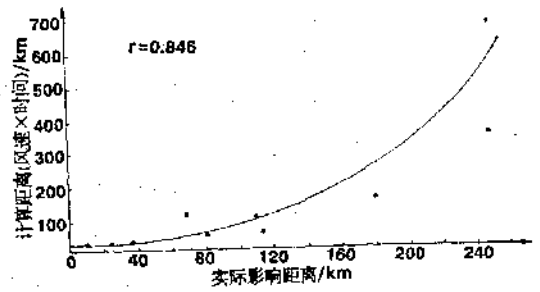


图2 焚风风速持续时间与焚风增温范围

为了揭示焚风增温的效应,将 $110^{\circ}$ — $118^{\circ}\text{E}$ 之间沿 $38^{\circ}\text{N}$ 地形剖面上,各站1月、12月平均气温,寿阳至各站气温直减率与订正到海平面气温(图3、4)相比较可以看出,阳泉、井陘、获鹿、石家庄是同纬度温度最高处,显然也是焚风作用最强区,阳泉处于东西向

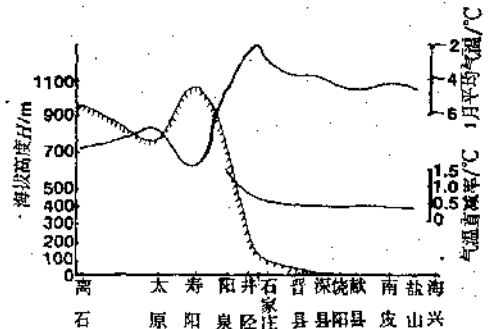


图3 沿 $38^{\circ}\text{N}$ 1月平均气温及寿阳至各站温度直减率分布图

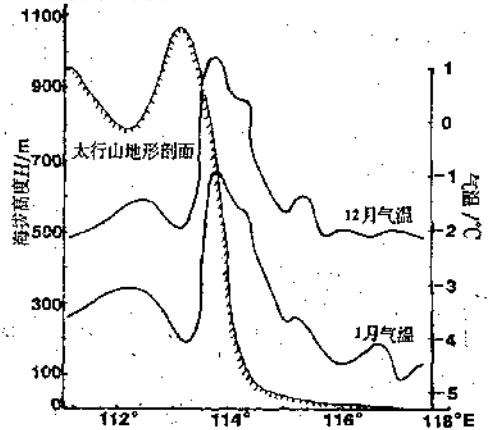


图4 沿 $38^{\circ}\text{N}$ 各站海平面气温分布图

河谷之中,加之小地形作用,使其冬季气温最高。饶阳以东气温曲线趋向平直。

气温直减率,以寿阳至阳泉最大,达 $1.47^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ,到饶阳附近降至 $0.42^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ,接近平直。

将1月、12月各站温度订正至海平面(直减率按 $0.45^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 计算)后,可以看出太行山的寿阳至石家庄坡度最大,而这一段增温值尤为明显,至饶阳到献县段坡度趋于平缓,温度线亦趋向平直。

综合上述分析,可以认为太行山中段,焚风效应是明显的,焚风增温波及的范围大致达 $116^{\circ}\text{E}$ 附近,距太行山约1.5—2个经度(约130—170km)。

### 1.6 有关太行山中段焚风的一些平均值和极值

统计近35年焚风资料得出:焚风时温度、湿度、风的平均值、极值如下:

温度:

10分钟平均增温值 $4.0^{\circ}\text{C}$ ;10分钟最大增温值 $13.1^{\circ}\text{C}$ (1990年12月21日);30分钟最大增温值 $13.5^{\circ}\text{C}$ ;过程最大增温值 $17.0^{\circ}\text{C}$ 。

湿度:

10分钟平均相对湿度下降值34%;10分钟相对湿度下降最大值52%;30分钟相对湿度下降最大值61%。

风:

10分钟平均风速 $3.8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ;10分钟平均最大风速 $23.0\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

## 2 太行山中段焚风天气形势模型

根据焚风天气分析事实,归纳总结出太行山中段焚风天气形势模型(如图5)。

太行山焚风出现时,石家庄西部高空为一深厚的冷槽;700—500hPa冷平流明显,850hPa以上多为较强的西北气流。风速皆在 $8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上,500hPa风速 $>12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,地面图上太行山东麓(背风坡)有地形槽(几率为83%),太行山西侧(迎风坡)为高压脊,高压脊与地形槽之间东西向气压梯度在焚风出现

时多为逐渐增大趋势,据统计,延安至石家庄气压差多在6—18hPa之间。

焚风时探空曲线表现为:近地面有一浅薄的逆温层,显然这是地面冷却和下沉增温共同作用的结果。300m以上 $\gamma$ 与 $\gamma_d$ 接近平行, $T-T_d$ 值增大,一般在1.5km处有一明显转折,反映了焚风增温的高度变化。

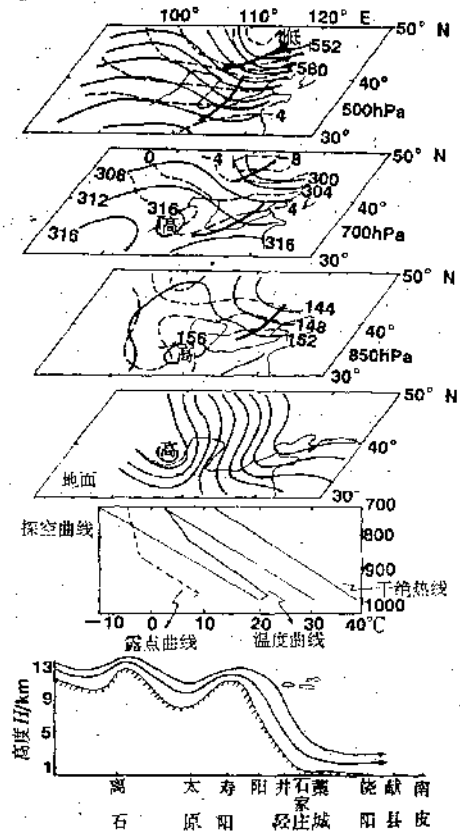


图5 太行山焚风模型

分析 $38^{\circ}\text{N}$ 地面各站风和温度变化可以看出焚风的变化过程:当西来锋面移过阳泉时,阳泉首先开始增温,之后“干暖锋”逐渐向东传。到达石家庄时,先从500m处增温,而后下传。据统计,石家庄出现焚风前,风速多有一“静稳”阶段(几率为89%),静风之后转西风,随着风速增大同时出现气温突升,湿度骤降过程。尔后,又趋于平缓,这可以解释为:太行山顶部( $Z_H$ 处)气温为 $T_H(t)$ ,是随形势而变化的,设焚风前 $Z_H-Z_0$ 之间递减

率为  $\gamma (\gamma < \gamma_d)$ , 当吹西风时  $Z_H$  处气块沿干绝热线下降到  $Z_0$  处的温度为  $T'_0 = T_H(t) + \gamma_d \cdot H$ , 西风到达  $Z_0$  点时温度变化为:  $\Delta T_1 = T'_0 - T_0 = (T_H(0) + \gamma_d \cdot H) - (T_H(0) + \gamma_H) = H(\gamma_d - \gamma)$ , 则  $Z_0$  点出现焚风现象, 在温度计上表现为温度骤升。  $Z_H - Z_0$  之间层结曲线  $\gamma$  也逐渐趋于  $\gamma_d$ , 当继续吹西风时,  $Z_0$  处温度变化  $\Delta T_2 = T'_0 - T_0 = \Delta T_H(t) + H(\gamma_d - \gamma)$ 。由于  $\gamma \approx \gamma_d$ , 则  $\Delta T_2 \approx \Delta T_H(t)$ 。就焚风天气形势而言,  $T_H(t)$  是少变化的,  $\Delta T \approx \Delta T_H(t) \approx 0$ 。因此温度自记在焚风开始时表现为突增, 而后趋于平稳少变。

当风向与山脊不正交时(即风向超出 WSW—WNW), 焚风过程结束。

表3是焚风出现前与焚风时气象要素变化比较, 从中可以看出两者的显著差异。

表3 焚风前后气象要素变化(1987年2月6日 4—14时出现焚风天气)

	焚风前(时间)	焚风日(时间)
日平均气温/°C	1.4 (5日)	8.3 (6日)
最高气温/°C	9.7 (5日)	17.8 (6日)
日照/小时	7.7 (5日)	9.2 (6日)
蒸发量/mm	2.0 (5日)	7.3 (6日)
冻土深度/cm	24.0 (5日)	21.0 (6日)
风向 风速/m·s <sup>-1</sup>	NE 1(6日02时)	WNW 5(6日05时)
相对湿度/%	61%(6日02时)	5%(6日14时)
能见度/km	6.0(6日02时)	35.0(6日20时)
气压/hPa	1011.8(5日05时)	1006.4(6日05时)

根据多年的观测事实, 当焚风出现时, 远望太行山景物清晰异常, 能见度可达30km以上, 在距山麓5km以内由于气流下沉(自由大气在背风坡产生的波动)而出现荚状云, 这种云处于不断形成和不断消失的过程, 看上去静止不动, 很少变化。

许多文献对焚风的热力学解释为“湿空气在迎风坡抬升, 冷却、成云、降水、凝结过程释放潜热, 使山顶空气变暖, 气流过山沿背风坡下降时, 绝热增温, 从而空气就比同一层迎风坡上暖”。我们统计了18次焚风个例中发现16次焚风过程在太行山西侧并无降水, 可见

太行山焚风在迎风坡凝结加热过程并不是必要的。因为造成焚风的高压是来自干燥的蒙古高原, 本身所携带的水汽极少, 与阿尔卑斯山北麓的焚风不能相比。也可以从太行山并非孤立的山脉来解释: 即太行山西侧与吕梁山、山西高原相连, 高度皆在1000m以上, 中间虽有汾河、黄河河谷贯穿南北, 但气流经过起伏的山地落差不大, 只有过太行山后落差才明显加大, 可见下沉增温是重要的。

### 3 太行山中段焚风在专业气象服务中的应用

石家庄地区处于太行山脉东麓, 太行山的焚风现象对石家庄的气候有举足轻重的作用, 并对工农业生产和日常生活带来一定影响。由于焚风是突发性能量, 它的出现往往打破一般的天气和气候状态。其影响利弊参半。随着工农业的发展, 科技的进步以及城市采暖的增多, 焚风这一天然资源开始引人关注。农业方面可利用焚风造成的自然暖带, 发展保护地蔬菜栽培。制砖业, 仓库和集中供热等部门利用其高温、低湿的特点提高经济效益。据统计石家庄市在冬季采暖期平均有9个焚风日, 如果焚风日停供或减供暖气, 每年可节煤3万多吨。而正是这种高温低湿和风大的特点又利于火灾的发生, 并给火灾的扑救增加了难度。5月下旬至6月上旬的焚风又是造成小麦减产的重要原因。此外焚风与人体健康也有一定关系, 在调查访问中亦证实当焚风来临时, 人们有烦躁不安和口鼻干燥难受的感觉。

总之, 探讨焚风的形成机制, 提高预报准确率, 并探讨焚风对各行各业的影响, 进而达到趋利避害, 亦属势在必行。

#### 参考文献

- 1 林之光, 地形对我国冬季气温的影响, 气象科技集刊(气象科学研究院), 1981.
- 2 BW 阿特金森, 大气中尺度环流, 北京: 气象出版社.
- 3 (英) Roger Gbarrly, 山地气候和天气, 北京: 气象出版社.

(下转第29页)

(上接第 6 页)

# The Foehn in the Middle Range of Taihang Mountain

Zhao Shilin Wang Rongke Guo Yanbo Tan Jianlong Shi Zhizeng

(Shi Jiazhuang Prefecture Meteorological Bureau, Hebei Province)

## abstract

Based on the meteorological data of 35 years, a foehn model in the middle range of Taihang Mountain is given. The relationship between the foehn and west wind and the terrain is discussed.

**Key words:** the middle range of Taihang Mountain foehn synoptic model formation mechanism