

杭州城市交通事故与气象条件

丛黎强 杜立群 钮学新
(浙江省气象台, 杭州 310002)

易鸣 凌欣 阎浩
(杭州市公安局交警支队)

提 要

该文统计分析了1978—1987年10年逐日杭州市区道路交通事故与同期杭州市各种气象要素的关系, 得出了导致事故发生和高发的气象条件; 普查了事故高发日的地面天气形势, 归纳出5种形势; 制作了两套分月的回归方程, 并结合有关形势预报等资料, 建立了事故等级预报流程, 以利于有关方面采取措施, 把事故发生率降下来。

关键词: 交通事故 气象条件

预报流程

以及它们的各种气候平均、距平及24小时变量, 各种天气现象也参加统计。

2 统计结果

2.1 日平均事故次数(D_A)的月、季变化

表1给出了逐月 D_A 值, 其中月 D_A 值大于总体样本 D_A 值(1.67)的有4、5、7、10、11、12月, 4、10两月最多。日事故次数(D) >4 次的日数以3、4和10月最多。从表1中可以看出, 在季节转换期发生事故较多, 如 $D>4$ 次的日数, 3月比2月多近2倍, 7月比6月多0.5倍, 10月比9月多1倍有余。

2.2 降水与事故的关系

降水往往引起环境条件变差, 为避雨开快车、骑快车等交通违章事故会增加; 降水易使路面摩擦系数下降, 影响车辆制动; 雨大时能见度变坏, 影响视线, 易发生事故。但同时, 降水会引起人们警觉, 且减少出车量, 行人也会相对减少。因此, 降水和降水的大小与事故的关系较复杂。

表1中还绘出了逐月降水日数、 $D>4$ 次的降水日数、各类降水条件下日平均事故数等。由表1中可见, 夏半年(6月份除外), 有降水日 D_A 比无降水时大, 冬半年则相反。这说明, 夏半年降水增加事故的发

引 言

随着城市经济建设的发展和机动车辆的增多, 道路交通事故有所增长。1990年, 杭州市区交通事故死亡人数为137人, 直接经济损失达97万元, 分别是10年前的2.4倍和1.8倍。交通事故已成为全社会普遍关注的问题。事故发生的原因是错综复杂的, 它包括环境、人员、车辆、道路等多方面因素, 而这些都直接、间接地受到当时天气条件的影响, 这是显而易见的。但是天气条件究竟如何影响事故? 究竟哪些气象要素在起作用? 起多大作用? 这些问题至今在国内尚未开展比较系统的研究。本文试图利用比较完整的资料作一系统的统计分析, 并作初步的预报尝试。

1 资料及其处理

事故资料取杭州城区1978—1987年10年有死、伤和财产损失在300元以上的交通事故, 共6100次, 平均每天约1.67次。考虑到10年中道路状况的改善、管理的加强等因素, 故在统计中不考虑事故的年增长率。我们也统计了一周内逐日平均事故数, 结果最大差异为0.08次, 差异不明显, 因此这一因素讨论中也不考虑。

气象资料取同期杭州站各要素观测值,

*系国家气象局1989年“短、平、快”项目。

生，冬半年则减少。这与夏半年降水多来自直展云族，突发性强，强度较大有关。

表 1 逐月日平均事故数与降水

月份	日平均事故次数 D_A							$D \geq 4$ 次		降水 日数
	总平均	无降水	有降水	小雨	中-大雨	暴雨	降雪	日数	雨日数	
1	1.59	1.69	1.43	1.39	1.67	1.00	1.33	25	8	95
2	1.43	1.44	1.42	1.38	1.59		1.67	12	4	103
3	1.62	1.76	1.51	1.30	1.73	2.00	1.15	33	17	142
4	1.93	1.91	1.96	2.00	1.84	3.00		32	14	120
5	1.77	1.59	2.01	1.96	2.08	2.50		27	16	106
6	1.58	1.59	1.57	1.53	1.65	1.40		19	11	116
7	1.68	1.58	1.79	1.70	1.88	2.50		28	14	117
8	1.44	1.35	1.53	1.53	1.53	2.00		13	6	117
9	1.49	1.34	1.71	1.67	1.74	2.00		16	6	95
10	1.92	1.80	2.07	2.09	2.04	1.50		34	18	107
11	1.85	1.96	1.60	1.67	1.37	2.00		28	3	75
12	1.72	1.81	1.33	1.25	1.83		1.64	29	3	46

小雨 (0–10mm) 时情况与有降水的情况相近；随着雨量的加大，事故次数增加（个别月除外）；出现暴雨 ($>50\text{mm}$) 以上降水时，事故增加极为明显，其中 4、5、7 月 D_A 值增加 0.7–1.0。

连阴雨是杭州经常出现的一种天气现象，我们对 10 年中连续 5 天以上有降水的时段进行了 D_A 值的逐日统计，考虑到连续 7 天以上的样本不多，易受小概率影响，我们统计到第 6 天。图 1 给出了各季的统计结果。从图 1 可见，在冬、春、秋三季中 6 天以内 D_A 值基本是随雨日的持续而减小。这可能与人们对降雨逐渐适应有关。但在夏季没有这种逐日下降的现象。究其原因有：6–7 月是梅汛期，杭州多较大强度的降水，易出现事故，而其后进入盛夏，午后到上半夜的局部雷阵雨，不是连续阴雨。

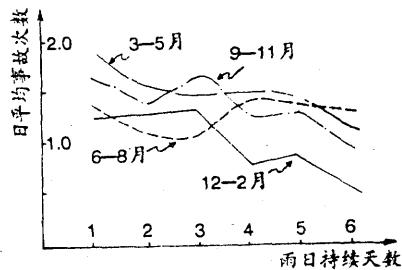


图 1 连续雨日过程中事故次数季节分布
有降雪时 D_A 值一般是降低的，特别在

1 月份，降低 0.26。其原因可能是，地处江南的杭州，降雪较少，人们对其有新奇感故能唤起警惕；同时，下雪时车辆会减少，管理部门也会临时加强管理，从而事故减少。

月降水日数与 D_A 值的相关系数仅为 0.134，而与 $D \geq 4$ 次的日数相关系数为 0.595。这说明，降水与事故多发有关系。

2.3 温度和气压与事故的关系

我们统计了日最高、日最低和日平均（分别以下标 H、L、A 表示）温度 ($T, ^\circ\text{C}$) 和气压 (P, hPa) 与事故的关系，统计时将它们的日距平和 24 小时变量分为 3 级： >2 , $-2-2$, <-2 。事故样本取 $D=0$ 和 $D \geq 4$ 次两种极端情况，为便于统计，统计量取 $n \cdot L / m$ 。其中 n 为满足某级条件的事故次数， m 为同一条件在该月出现的次数， L 为总样本。此统计量为一无量纲值，其大小与事故日数成正比。

表 2 给出了冬季的统计情况。从表 2 可以看出，温度和气压的距平及 24 小时变量对事故有一定影响，特别是平均气温 (T_A)，当 $\Delta T_{A24} > 2$ 时， $D=0$ 的日数最多， <-2 时最低； $D \geq 4$ 次的情况刚好相反。换言之，冬季温度下降有利于事故多发，回暖则不易高发。气压与事故的关系不如温度明显。

表 2 冬季温度、气压与事故 D 的关系 ($n \cdot L / m$ 值)

项目	$D=0$						$D>4$					
	距平			24 小时变量			距平			24 小时变量		
	<-2	-2—2	>2	<-2	-2—2	>2	<-2	-2—2	>2	<-2	-2—2	>2
T_H	175	205	143	178	162	192	61	53	85	66	70	56
T_L	169	171	182	161	178	177	62	70	66	75	57	83
T_A	162	177	182	159	176	185	57	54	95	71	69	49
P_H	170	187	164	171	180	173	72	65	66	58	83	48
P_L	167	171	176	174	177	170	70	80	52	58	82	54
P_A	162	186	175	158	207	167	65	85	54	57	79	58

对其他三季我们做了类似的工作，考虑到篇幅，将关系较明显的综合列入表 3。

春季， T_A 距平为 2—2 时，事故为零次的值最大，而 >4 次的值最小， ΔT_{H24} 也存在这种现象。这说明春季温度异常高或低，和冷暖变化剧烈时会增加事故高发。同时，春季气压的波动较明显，对事故的作用增大。如 ΔP_{H24} 和 ΔP_{A24} 在 -2—2 时，事故

为零的值最大，而变化大时， $D>4$ 次的值明显增大，特别是 P 下降较多时，事故最易多发。

夏季最低气温 (T_L) 的高低变化可以反映人们在夜间休息好坏，从表 3 中可以看出，当 $\Delta T_{L24}>2$ 时， $D>4$ 次的值明显增加，比变化不大时多 1 倍以上，而相应 $D=0$ 的值明显减小。

表 3 春、夏、秋季温度、气压与事故 D 的关系 ($n \cdot L / m$ 值)

项目	$D=0$						$D>4$					
	距平			24 小时变量			距平			24 小时变量		
	<-2	-2—2	>2	<-2	-2—2	>2	<-2	-2—2	>2	<-2	-2—2	>2
$T_{A\text{春}}$	113	135	132				92	89	94			
$T_{H\text{春}}$				110	147	123				105	66	107
$P_{A\text{春}}$				123	130	127				116	69	95
$T_{L\text{夏}}$				143	181	43				80	55	113
$T_{L\text{秋}}$				138	161	144				84	78	69

杭州夏季多高温天气，因而，我们特别研究了高温与事故的关系（见表 4），表明表 4 夏季气温 / °C 与日平均事故数 D_A 的关系

月份	日平均		最高气温		平均气温		最低气温	
	D_A	T_H	D_A	T_A	D_A	T_L	D_A	
6	1.58	>35	1.60	>30	2.00	>26	1.71	
7	1.68	>35	1.61	>31	1.45	>27	2.00	
8	1.44	>37	1.75	>31	1.58	>27	1.55	

在高温条件下事故易多发。我们还统计了持续数天的高温 ($T_H > 35^\circ\text{C}$) 对事故的影响（考虑到持续 7 天以上的样本不多，仅统计到 7 天），图 2 给出了 7 天的 D_A 值变化曲线。由图 2 可见，其间有 2 个明显的峰值和一个谷值，即第 2、5、6 天高，3、4、7 天低。可以这样解释：在高温开始时，人们还不适应，第二峰值是人们对持续高温不适应，而

谷值则可能是对高温比较适应了。

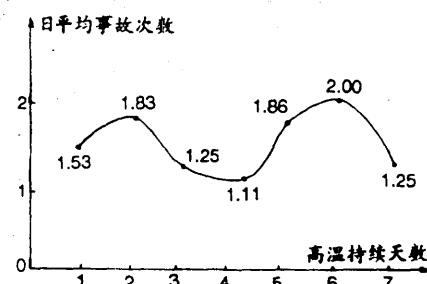


图 2 夏季高温持续过程中日平均事故次数分布曲线

秋季是一年之中 T 、 P 都比较适中的季节，统计发现，它们与事故的关系也最不明显。

2.4 影响能见度的各种天气现象与事故的关系

表 5 给出了逐月 D_A 值及各种影响能见度的天气现象出现时的 D_A 值。从表 5 可

见，大雾一般会增加事故多发，特别是 1、12 月；而秋季，事故次数有所下降。

表 5 影响能见度各因子出现时及不同相对湿度条件下的 D_A 值

月份	大雾	轻雾	烟幕	霾	浮尘	平均相对湿度 (%)		最低相对湿度 (%)		总样本
						> 70	< 70	> 70	< 70	
1	1.67	1.56	1.67	1.47	2.00	1.55	1.65	1.47	1.63	1.59
2	0.70	1.39	1.63	1.71	1.50	1.37	1.55	1.23	1.52	1.42
3	2.15	1.56	1.86	1.60	1.29	1.63	1.55	1.61	1.62	1.62
4	1.95	1.92	2.35	2.33	1.30	1.88	2.07	1.88	1.95	1.93
5	1.80	1.72	1.52	2.00	1.25	1.79	1.73	2.11	1.70	1.77
6	1.60	1.55	1.43	1.00	—	1.58	1.56	1.61	1.56	1.58
7	2.46	1.60	1.50	2.50	—	1.62	1.97	1.71	1.67	1.68
8	1.00	1.48	2.44	1.86	—	1.46	1.23	1.72	1.38	1.44
9	1.33	1.52	1.63	2.00	0.00	1.50	1.36	1.75	1.40	1.49
10	1.76	1.99	2.24	1.64	0.00	1.97	1.61	2.04	1.86	1.92
11	1.61	1.97	2.31	1.96	0.00	1.77	2.04	1.48	1.95	1.85
12	2.37	1.63	1.67	1.84	2.00	1.81	1.64	1.75	1.71	1.72

轻雾对事故的影响不明显。

浮尘在冬季会使事故增加，春秋季则相反，尤其在秋季，有浮尘现象时，事故均为零。

烟幕和霾出现的次数较少，代表性较差，不再多述。

2.5 相对湿度与事故的关系

表 5 还给出了不同湿度条件下 D_A 值。由表 5 可见，在夏半年，人体受高温高湿影响较明显。特别是最低相对湿度较高时（整天湿度都较高）影响尤其大，事故比较低时多。而在 11 月到 4 月，由于气温较低，湿度高也不会对人体有较大影响。在冬季 1—2 月，太干燥反而易使事故增加。

3 夏季不适指数、冬季寒冷指数与事故的关系

夏季不适指数即温湿指数，是 Thom 提出，并由 Bosen 进一步发展的 *，目的是评价人们在夏季对温湿度的适应性。

$$I = 32 + 1.8T - (0.55 - 0.55U)(1.8T - 26)$$

式中 I 为不适指数， T 为气温， U 为相对湿度，本文统计用日平均气温和日最低相对湿度。根据美国的统计， I 达 70 时，10% 的人感到不适， I 达 75，50% 的人感到不适， I 达 79 时，每个人都感到不适， I 达 86 时，工作有困难。根据杭州的特点，我们对指标值略作调整

（见表 6）。从表 6 中可见，随 I 的升高，日平均事故次数增大，特别是 I 值增大到 80 以上，即每个人都感到不适时，事故增加更显著。由表 6 还可见，8 月份事故数与 I 值对应不太好，这可能与进入盛夏后人体已逐渐适应炎热有关。

表 6 夏季不适指数 (I) 与 D_A 的关系

月份	< 75	75—77	77—80	80—86
6 月	1.57	1.58	1.75	—
7 月	1.56	1.66	1.69	2.20
8 月	1.53	1.35	1.43	1.67

表 7 冬季寒冷指数 (K) 与 D_A 的关系

月份	11	12	1	2
$K < 60$	1.90	1.89	1.67	1.44
$K > 60$	1.55	1.56	1.47	1.40

冬季寒冷指数 (K) 由格瑞菲斯提出的，是衡量人体对寒冷环境是否适应的一个指数。

$$K = (10\sqrt{V} + 10.5 - V)(33 - T)$$

式中 V 为实测风速， T 为气温 (°C)。统计中我们均用日平均资料。表 7 给出了 K 值与事故的关系。由表 7 可见，当 $K > 60$ 时， D_A 值明显小于 $K < 60$ 时，这与公认的低温能引起人们的警觉是一致的；同时也与

* 医疗与气象，贵州省气象科学研究所编。

K 值大时户外活动减少，出车量减少有关。另外，两种情况的 D_A 值之差有逐月减小的现象，这可能与人们逐渐适应寒冷有关。

4 地面天气形势和事故高发的关系

从 1981—1987 年中挑取了 $D_A > 4$ 次的 296 个个例。普查了这 296 例当日 08、14 时地面天气图，发现控制杭州的天气形势主要有 7 类（见表 8）：西南倒槽、高压脊、高压脊后部、冷锋过境、静止锋、高压底部、台风影响。考虑到后两类出现的较少，我们只给其他 5 类的简要形势（见图 3）。

5 初步的预报方案及试报

5.1 应用前述统计结果，挑取相关较好的因子，建立了两套可以逐日使用的分月的预报方程。第一套为 3 级预报，第二套在此基

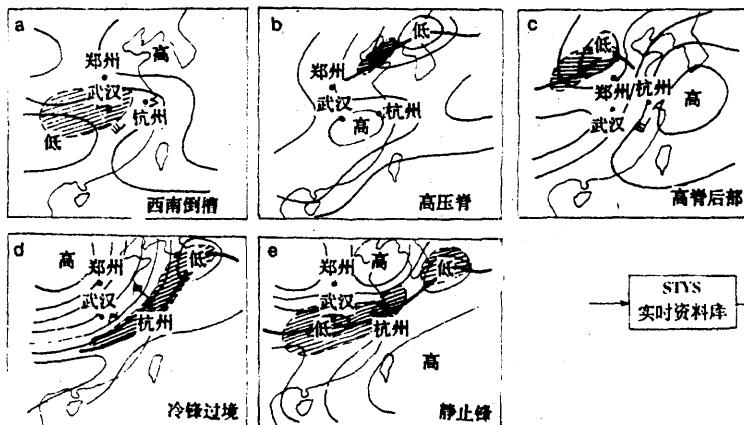


图 3 事故高发日控制杭州的主要 5 种地面天气形势
图 4 给出了预报流程框图。

表 9 给出了我们对 1991 年的 5 次事故多发日的试报情况。从表可见，效果还是令人鼓舞的。

表 9 初步试报情况

日期 (月·日)	事故 次数	气候 背景	3 级 方程	2 级 方程	天气 形势	特别 指数	综合 结论
2.3	7	正常	正常	多发	冷锋过境	无	正常
3.11	6	多发	正常	正常	冷锋过境	无	多发
3.15	5	正常	多发	多发	西南倒槽	无	多发
3.21	5	多发	正常	多发	西南倒槽	无	多发
7.2	8	多发	正常	正常	静止锋	正常	略多

础上进一步分两级判别（方程略）。

表 8 事故高发时各种地面天气系统出现次数及频率

天气系统	春	夏	秋	冬	年	
	次 数	频 率	次 数	频 率	次 数	
高压脊	13	0.14	0	0	26	0.33
冷锋过境	12	0.13	5	0.08	7	0.09
静止锋	9	0.09	17	0.29	6	0.08
高压底部	4	0.04	1	0.02	4	0.08
西南倒槽	32	0.35	24	0.40	18	0.23
高压后部	22	0.24	7	0.12	10	0.13
台风影响	0	0	6	0.10	5	0.06
合计	92		60		78	
					66	
					296	

5.2 进行气候背景和预报要素、形势的加权处理和订正。

5.3 再结合数值天气预报的 24 小时地面形势预报和各种前述统计规律做出 24 小时事故等级综合预报。

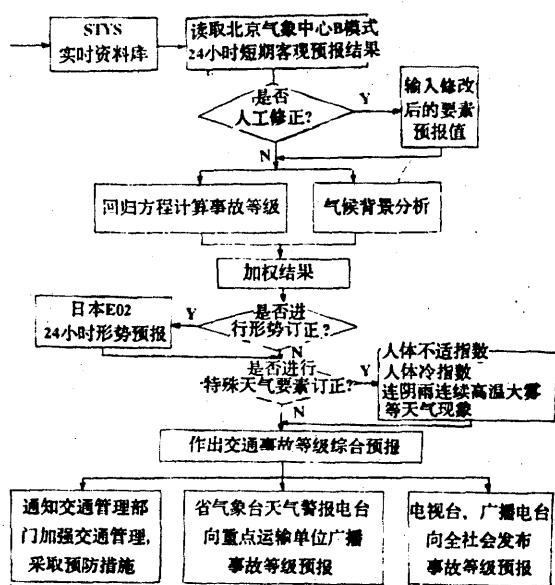


图 4 交通事故等级预报框图