

营口市一氧化碳中毒事件发生日气象条件分析

李明香¹ 何晓东¹ 郭兆丽² 谭昕¹ 林永茂³

(1. 营口市气象局, 营口 115001; 2. 营口市中心医院, 营口 115000;

3. 营口市环境监测中心站, 营口 115000)

摘要:利用近10 a营口市一氧化碳浓度监测资料和气象监测资料,分析了一氧化碳中毒事件发生与一氧化碳浓度的关系,探讨了一氧化碳中毒事件发生日的地面天气形势和局地气象条件特征。结果表明:一氧化碳中毒事件发生日空气中一氧化碳浓度值偏高;弱高压类、低压类和均压类天气形势均可能发生一氧化碳中毒事件;气压梯度小,风速小,气温变化小,不利于污染物扩散是造成一氧化碳中毒的主要原因。

关键词:一氧化碳中毒;一氧化碳浓度;地面天气形势;气象条件

1 引言

近几年来,各地非职业一氧化碳中毒事件频繁发生。一氧化碳是大气主要污染物之一,对一个地区而言,在污染物相对稳定的情况下,污染物浓度的高低主要取决于大气的扩散能力。大气的扩散能力与气象条件关系十分密切。高书然等^[1]对冬季影响二氧化硫(SO₂)的地面天气形势进行研究;孟燕军等^[2]对影响北京大气污染物变化的地面天气形势进行分类研究;谢静芳等^[3]对延吉市CO中毒事件与气象条件关系进行个例分析。本文利用2005年1月—2006年8月营口市地面气象资料和CO浓度监测资料,对CO中毒事件发生日地面天气形势和局地气象条件进行综合分析,以探讨CO中毒事件发生日地面天气形势和局地气象条件特征,为开展CO中毒气象条件预报提供依据。

2 资料来源

本文选取的CO中毒事件发生日和人数资料取自于1996—2005年营口市中心医院住院病志记录。CO浓度值监测资料取自于1996年1月—2006年8月营口市环境监测中心站,CO日浓度值为前1 d 12时至当日11时CO监测数据平均值。气象资料取自于营口市地面气象观测站(现为营口市城市自动气象站)。由于营口市2004年底才建立CO自动监测系统,因此气象资料时段为2005年1月—2006年8月。

3 结果分析

3.1 CO浓度与CO中毒人数变化

收稿日期:2006-11-24;修订日期:2007-4-11。

作者简介:李明香,女,1967年生,高级工程师,主要从事决策气象服务及业务管理工作。

图1给出了2005年1—12月CO浓度和中毒人数

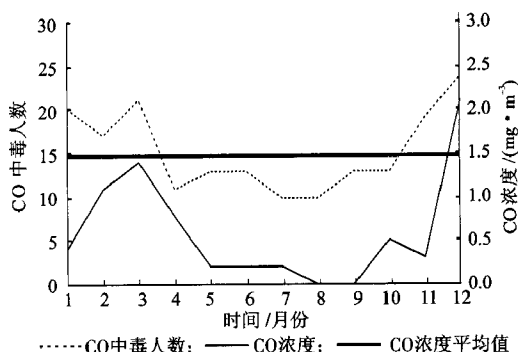


图1 2005年各月CO浓度和CO中毒人数

数曲线。从图1可以看出,1—3月和11—12月CO浓度值较高,均高于年平均值;4—6月和9—10月次之,均低于年平均值;7—8月最低。说明CO浓度冬季最大,春、秋季次之,夏季最小,可见CO对冬季环境影响大于其他季节。CO中毒人数统计结果表明,1—3月和12月中毒人数较多,特别是12月中毒人数最多;其次为4月和10—11月。5—7月CO中毒人数明显减少,8—9月没有CO中毒事件发生。

表1给出了1996—2005年各月CO中毒人数。从表1可知,近10 a中以1月和11—12月中毒人数最多,分别为91,94人和96人;其次为2—4月和10月,中毒人数分别为46—64人。5—6月明显减少,分别为19人和13人。7—9月CO中毒人数很少,近10 a中只有7人。从近10 a CO中毒发生日数看,1—3月和11—12月每月平均发生日数为5—7 d,4月和10月每月平均发生日数为2—3 d,7—9月合计平均发生日数仅为1 d。

由此可见,1—4月和10—12月CO中毒事件发

生频率高,其发生日数和人数与季节关系十分密切。 入冬前期 10 月、冬季 1—2 月和春季 3—4 月北方地

表 1 1996—2005 年各月 CO 中毒人数

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计
CO 中毒人数	91	64	61	46	19	13	4	1	2	46	94	96	537

区正处于燃煤采暖季节,CO 中毒人数较多与燃煤采暖造成空气中 CO 浓度偏高有直接关系。

3.2 CO 中毒事件发生日浓度值变化

2005 年 1 月—2006 年 8 月共有 90 d 发生了 CO 中毒事件。分析 90 个 CO 中毒事件发生日 CO 平均浓度发现,高于当月平均值的共有 69 d,占 77%。其中 1 月和 12 月发生日 CO 日平均浓度值普遍偏高,为 2.1 mg/m^3 以上,最大达到 4.9 mg/m^3 。2—3 月和 11 月发生日 CO 日平均浓度值为 2.1 mg/m^3 以上的占 70%。其余月份发生日 CO 日平均浓度值为 $1.1—1.8 \text{ mg/m}^3$ 。以上分析说明,CO 中毒事件发生日 CO 浓度值较高,特别是冬季 CO 浓度值明显偏高,反映了冬季空气污染较重,易导致 CO 中毒事件的发生。

3.3 CO 中毒事件发生日地面天气形势特征

对一个地区而言,在污染源变化相对稳定的情况下,污染物浓度的高低主要取决于大气的扩散能力,特别是与地面天气形势密切相关。地面天气形势是高低空大气扩散能力和稳定程度的综合反映,对 CO 中毒事件发生日地面天气形势进行分析,有利于了解大气污染形成的外部条件。

3.3.1 地面天气形势分类

营口地处辽东半岛西北部,西临渤海辽东湾,东倚长白山余脉,西北与辽西丘陵地带相邻。在没有大尺度天气系统过境的情况下,营口特有的地形条件直接影响地面天气形势。由于 CO 中毒事件多发生在夜间,为此普查了 2005 年 1 月—2006 年 8 月 CO 中毒事件发生日前 1 d 20 时和当日 08 时地面天气形势。在 $35—45^\circ\text{N}$, $115—125^\circ\text{E}$ 范围内,将 CO 中毒事件发生日地面天气形势分为 3 类即弱高压类、均压类和低压类。

普查结果表明,CO 中毒事件发生日地面天气形势为高压控制时,营口与研究区域内上游各站的气压差大都小于 7.5 hPa ,说明高压系统较弱,因此将此类地面天气形势称为弱高压类。根据营口处于高压的不同位置,弱高压类又包括弱高压前部和弱高压内部。

均压类地面天气形势包括均压场和鞍型场,均压场即以营口为中心 300 km 半径内,气压场分布较均匀,气压梯度 $\Delta p \leq 0.5 \text{ hPa}/100 \text{ km}$ 。当控制营口的高压主体分裂,营口处于对称的 2 个高压、2 个低

压间的均压场内,即为鞍型场。

低压类包括低压前部、低压带、低压底部、两高间、倒槽以及地形槽。其中地形槽是指气流从高原到平原气柱垂直伸展产生正涡度,从而在中空和地面产生的低压系统,地形槽是受地形直接影响的具有局地性特点的地面天气形势。

3.3.2 3 类地面天气形势出现频率分析

CO 中毒事件发生日各类地面天气形势出现频率见表 2。从表 2 可看出,CO 中毒事件发生日地面

表 2 前 1 d 20 时和当日 08 时各类地面天气形势出现频率

时间	天气形势出现频率		
	高压类	低压类(地形槽)	均压类
前日 20 时	51	41(11)	8
当日 08 时	50	41(11)	9

天气形势以弱高压类居多,前 1 d 20 时和当日 08 时出现频率分别为 51% 和 50%;其次是低压类,出现频率均为 41%,其中地形槽占 11%;均压类所占比例最少,出现频率分别为 8% 和 9%。分析各月 CO 中毒事件发生日地面天气形势,1—2 月和 12 月 CO 中毒事件发生日前 1 d 20 时弱高压类地面天气形势出现频率分别为 70% 和 63%;3—4 月和 10—11 月低压类略多于弱高压类,出现频率分别为 54% 和 51%;5—7 月 CO 中毒事件发生日地面天气形势均为低压内部或均压场。

CO 中毒事件发生日地面天气形势以弱高压类居多,其主要原因是冬季营口主要受地面高压类系统影响,约占天气系统的 70%,并且营口大多处于东亚冷高压的边缘,距冷高压中心较远。当冷锋过境时,高压形势场强,地面北风较大,水平辐散能力强,污染物扩散能力也强,不易造成空气污染;当冷锋过境后,影响营口的冷气团变性,高压减弱,地面既可是北风也可转为南风,但风力较小,水平辐散能力差,污染物扩散能力不强,易造成空气污染。冬季此类形势最多,所以冬季 CO 中毒事件发生日地面天气形势以弱高压类居多。另外,出现频率较高的地形槽虽然被划入低压类,但它形成于大的高压场环境的边缘,也是与弱高压类有紧密联系的。低压类和均压类在冬季营口天气系统中所占的比例较少,但若受低压类和均压场影响时,风力较小,且地面往往有水平辐合,则污染物扩散能力更弱,所造成的空气污染更严重。夏季营口虽然燃煤量明显减少,但

天气系统大多处于低压内部或均压场内,污染物易堆积也会造成CO中毒。

综上所述,能够造成CO中毒事件发生的地面天气形势种类较多,冬季1—2月和12月以弱高压类地面天气形势居多,5—7月均发生在低压内部或均压场形势下。3类地面天气形势的共同特点:气压形势场弱,大气稳定,空气的垂直运动和水平运动均较小,污染物扩散能力差。

3.4 CO中毒事件发生日局地气象条件

3.4.1 风向风速

风对污染物起到输送和稀释的作用。风的输送和稀释可将污染物由一处扩散到高空或其他地方,同时使污染物浓度降低^[4]。风速越大,污染物扩散和稀释越快;风速越小,越不利于污染物扩散和稀释,容易造成严重污染。从大气环流分析,冬季营口盛行西北风,夏季盛行西南风,大气受污染的程度也与风向有关^[5]。

2005年1月—2006年8月90个CO中毒事件发生日前1 d 20时、当日08时风向频率统计见表3。

表3 90个CO中毒事件发生日前1 d 20时和当日08时风向频率 %

时间	SE-SW	NE-NW	ESE-ENE	WNW(C)
前日20时	49	30	12	9
当日08时	38	46	10	6

由表3可知,CO中毒事件发生日以SE—SW和NE—NW风向出现的频率较高,ESE—ENE和WNW和C风向频率仅占6%—12%。前1 d 20时为南风08时转为北风天气的频率为16%,无北风转南风的天气出现。从季节分析,冬半年SE—SW和NE—NW出现的频率大体相当,春夏季SE—SW略多于NE—NW。

2005年1月—2006年8月90个CO中毒事件发生日前1 d 20时和当日08时风速统计见表4。

表4 CO中毒事件发生日前1 d 20时和当日08时风速出现日数 d

时间	小于1.5m/s	1.6—3.3m/s	大于3.4m/s
前日20时	42	36	12
当日08时	37	45	8

由表4可知,CO中毒事件发生日前1 d 20时风速小于3.3 m/s(2级)为78 d,占87%;风速大于3.4 m/s(3级)为12 d,占13%。当日08时风速小于3.3 m/s为82 d,占91%;风速大于3.4 m/s为8 d,占9%。从季节分析,冬季CO中毒事件发生日风速均在3.3 m/s以下。由此可见,南风和北风天气均可造成CO中毒事件的发生,但CO中毒事件绝大多

数发生在风速较小的天气。风速小,使空气水平运动能力弱,污染物不易扩散,容易造成CO中毒事件发生。

3.4.2 最大相对湿度

大气中的湿度也能影响污染物的扩散。大气湿度越高,灰尘等颗粒物作为水汽的凝结核凝结后沉于大气底层,空气污染就越严重。90个CO中毒事件发生日前1 d 20时至当日08时最大相对湿度为76%—99%的有63 d,占70%,其中大于90%的有12 d;最大相对湿度为75%以下的有27d,占30%。分析各月相对湿度,CO中毒事件发生日最大相对湿度差异很大,没有明显的季节变化。上述分析表明,相对湿度大容易造成CO中毒事件的发生。

3.4.3 24 h变温

地面24 h变温可以反映天气回暖趋势和气团的稳定程度。在90个CO中毒事件发生日当日08时地面24 h为正变温的有47 d,占52%;为负变温的有43 d,占48%。24 h变温幅度在±3.0℃以内的有78 d,占87%;幅度超过±3.0℃以上的有12 d,占13%。说明CO中毒事件多发生在气团较为均一、气温变化幅度较小的天气。

3.5 CO中毒事件发生日典型天气分析

近地层空气水汽含量大,风速小,低空有逆温层时,有利于雾的形成。雾天污染物不易扩散,更易发生CO中毒事件。进一步统计表明,2005年1月—2006年8月CO中毒事件发生日有雾出现的天气共有25 d,占CO中毒事件的28%,其中23 d发生在冬半年。选取2005年12月30日有雾出现的CO中毒事件发生日作为典型天气进行分析。2005年12月29—30日,受地面低压系统影响,营口位于低压暖区内,由于暖空气势力较强,冷空气偏后,低压系统移动缓慢,低压区气压梯度较小,辽宁区域内气压差均小于2.5 hPa,且气压稳定少变,见图2。

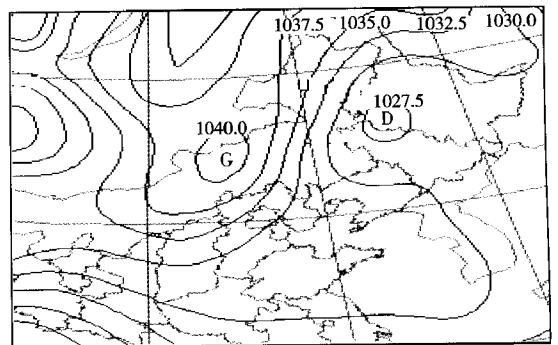


图2 2005年12月29日20时地面气压场示意

图2表明,在这种气压场形势下,地面风速持续偏小,12月29—30日营口市为偏北风或静风,29日20时至30日08时最大风速仅为2.6 m/s,特别是

29日14时至30日02时,多为静风或风速很小。30日08时气温为 -9.2°C ,24h变温为 0.1°C 。29日15时至30日7时相对湿度始终在85%以上,最大相对湿度达94%,并有雾出现。同时空气中的CO浓度明显升高,30日CO浓度值达到 3.2 mg/m^3 ,比前1d高 0.6 mg/m^3 。

4 结论

通过对营口市CO中毒事件发生日CO浓度值及CO中毒事件发生日地面天气形势和局地气象条件分析,得出以下结论。

(1)CO中毒事件发生日空气中的CO浓度值较高,特别是冬季CO浓度值明显偏高,CO中毒发生时间和CO中毒人数与季节关系十分密切。入冬前期10月、冬季11—2月、初春3—4月为北方冬季燃煤采暖期,CO中毒人数明显增多。

(2)CO中毒事件发生日地面天气形势主要有3类,即弱高压类、低压类和均压类,其中冬季弱高压类出现频率最高。3类地面天气形势的共同特点为

气压梯度小,风速小,大气稳定,空气的垂直运动和水平运动均较小,污染物扩散能力差。

(3)易造成CO中毒的典型气象条件为气压梯度小,风速小,为 $0.0\text{—}3.3\text{ m/s}$;空气湿度较大,最大相对湿度至少在76%或以上;温度变化小,24h变温在 $\pm 3.0^{\circ}\text{C}$ 以内。其中,风速小是造成CO中毒的主要条件,南风 and 北风天气均可造成CO中毒事件的发生。

参考文献

- [1] 高书然,李郁竹. 空气污染的天气形势和预报[J]. 气象, 1982,8(1):33-35.
- [2] 孟燕军,程丛兰. 影响北京大气污染物变化的地面天气形势分析[J]. 气象,2002,28(4):42-46.
- [3] 谢静芳,李磊,刘海峰,等. 延吉市CO中毒事件成因及气象条件分析[J]. 气象,2006,32(12):107-112.
- [4] 张书余. 城市环境气象预报技术[M]. 北京:气象出版社,2002:164-165.
- [5] 刘宁微,马雁军. 辽宁中部城市群污染物输送特征的数值模拟研究[J]. 气象与环境学报,2006,22(2):45-47.

Meteorological conditions during carbon monoxide poisoning event in Yingkou

LI Mingxiang¹ HE Xiaodong¹ GUO Zhaoli² TAN Xin¹ LIN Yongmao³

(1. Yingkou Meteorological Bureau, Yingkou 115001; 2. Yingkou Central Hospital, Yingkou 115000;
3. Yingkou Environmental Monitoring Central Station, Yingkou 115000)

Abstract: According to the monitoring data of carbon monoxide concentration and the meteorological data, the relationships between carbon monoxide poisoning event and carbon monoxide concentration were analyzed. And the characteristics of the ground synoptic situations and local meteorological conditions were discussed when the carbon monoxide poisoning event occurred. The results showed that the carbon monoxide concentration in the air was higher when the carbon monoxide poisoning event occurred. Under the ground synoptic situations such as weak high pressure, low pressure and equal pressure, the poisoning event often occurred. The weak air pressure field, small wind velocity and small temperature change were disadvantageous to the pollutant diffusion, which caused the carbon monoxide poisoning.

Key words: Carbon monoxide poisoning; Carbon monoxide concentration; Ground synoptic situation; Meteorological conditions