

龙凤山区域大气本底站一氧化碳浓度的变化特征*

对大气中一氧化碳浓度进行长期、定点和规范化监测，了解其浓度变化趋势和区域分布，有助于深入了解其源、汇的分布和大气氧化过程的变化情况。
本文对位于东北平原的龙凤山区域大气本底站 2006 年观测的 CO 浓度进行分析，研究其变化特征及其影响因素。

1 样品的采集和分析

龙凤山区域大气本底站位于黑龙江省五常市境内 (44° 44' N, 127° 36' E, 海拔 330.5 m)。附近没有乡镇工业。夏季主要风向为南风或西南风，冬季主要为偏北风。年平均气温 4.9℃，年降水量 653.8mm。龙凤山区域大气本底站建成于 1991 年，是世界气象组织全球大气观测网 (WMO/GAW) 的成员站，2005 年成为大气成分本底国家野外站。
澳大利亚 Ecotech 公司生产的 EC/ML9830B 型一氧化碳分析仪为不分光 (非色散) 红外光度计，采用气体过滤相关技术和光电技术，可准确测量低浓度的 CO。含 CO 的样气以 1L·min⁻¹ 的流速进入分析仪器，通过测量其在约 5m 光程长的封闭通道内对红外的吸收来获得其浓度。2006 年共获得 8300 个有效的小时数据，数据获取率为 94.7%。

2 日变化特征

地面 CO 浓度随源排放强度、大气扩散条件、边界层高度和大气氧化能力的变化而变化。龙凤山站 2006 年全年一氧化碳平均日变化呈现双峰型，7:00 和 15:00 左右各有一个低谷，其值分别为 308μg·m⁻³ 和 307μg·m⁻³；11:00 和 23:00 左右出现高值，其值分别为 357μg·m⁻³ 和 363μg·m⁻³。全年平均日变化幅度为 56μg·m⁻³。
北京市和兰州市等城市 CO 浓度的平均日变化也表现出双峰型结构，但是高值与低值出现的时间不尽相同。城市高值通常出现在 8:00 和 23:00 左右，低值一般出现在 6:00 和 15:00 左右。造成这种差异的主要原因可能是，龙凤山站附近没有强的污染源，其污染主要受周边城市的混合气团远距离输送的影响，峰值与谷值出现的时间要滞后于具有汽车等直接 CO 排放源的城市地区。此外，龙凤山地区 CO 的平均日变化幅度远小于城市地区。

3 季节变化特征

2006 年龙凤山本底站 CO 的年平均值是 332μg·m⁻³。春、夏、秋、冬四季的平均值分别是 264μg·m⁻³，255μg·m⁻³，334μg·m⁻³ 和 477μg·m⁻³。表 1 是 2006 年的月平均值。CO 浓度的季节变化特征是冬、秋季的平均值高于夏、春季节，最高值出现在 1 月份，其平均值为 591μg·m⁻³，最低值出现在 7 月份，为 241μg·m⁻³。与瓦里关 (36°17'N, 100°54'E, 海拔 3816m) CO 浓度的观测结果相比，后者在 1992—2004 年期间的年平均值为 134.6μg·m⁻³，其中 2 月和 3 月 CO 浓度最高，10 月和 11 月最低。瓦里关位于人烟稀少的青藏高原，受人为排放的影响少，其平均浓度比龙凤山地区小。

表 1 一氧化碳月平均浓度

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
浓度 /μg·m ⁻³	591	388	285	250	256	256	241	268	245	331	426	451
标准偏差	279	146	109	95	91	80	98	124	111	196	320	221

东北地区冬季的采暖期在 10 月中旬至 4 月中旬，采暖期所用燃煤和其它生物质燃料消耗量的大量增加，造成冬季 CO 的排放明显高于其它季节。冬季平均值比较高的另一个原因是冬季气温比较低，对流相对较弱不利于污染物的扩散，同时，冬季辐射量的减少也不利于 CO 参与光化学反应。夏季平均值较低除了燃煤量大量减少以外，还可从 CO 的自然源来考虑，CH₄ 的氧化是 CO 的一个比较重要的自然源，而 CH₄ 的浓度在夏季最低，从而减少了 CO 的转化；夏季温度高、湿度大、辐射强，促进了 CO 的光化学反应，在一定程度上消耗了 CO。

4 日平均浓度分布特征

龙凤山本底站 CO 日平均浓度分布比较集中，浓度在 150—550μg·m⁻³ 的频率占总频率的 90.6%，550—850μg·m⁻³ 占 8.6%，而大于 850μg·m⁻³ 的频率仅占 0.8%。从分布情况可以看出，龙凤山本底站 CO 的浓度总体还是比较低的，远远低于我国空气质量 CO 日均值 I 级标准 (3480μg·m⁻³)，能够代表东北地区的本底污染情况。全年出现几次比较异常的高值，1 月 10 日，1 月 21 日及 11 月 3 日的日平均浓度分别为 1353μg·m⁻³，936μg·m⁻³ 和 1424

2008 年 4 月 9 日收稿。

* 国家科技基础条件平台建设项目 (2005DKA10602) 和浙江省气象科技开放研究专项 (KF2007002) 资助。

* * 联系人，E-mail: wu_yanling@163.com

$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ，这几个数值并非仪器或其它原因造成的非真实值，而是由于冬季逆温比较严重和龙凤山当地烧荒产生的高浓度的 CO 的影响所致.

5 CO与风向、风速的关系及其污染来源分析

大气低层风速和风向影响污染物的传输及扩散过程，风的主要作用是对污染物的平流输送，通常风速愈大愈有利于空气中污染物的稀释扩散和远距离输送. 观测点的 W-SW-S 扇区平均风速为 $3.4\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ，大于其它扇区的平均风速，这个扇区风向的频率占全年的 57.7%，但此扇区 CO 的平均浓度为 $372\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ，高于其它扇区；WNW-NW-N 扇区的平均风速为 $2.9\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ，风向频率占全年的 21.2%，CO 的平均浓度为 $318\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ；NNE-E-SSE 扇区的平均风速为 $2.1\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ，频率占全年的 21.0%，CO 的平均浓度为 $269\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. 由此可见，龙凤山当地所监测到的相对较高的 CO 浓度主要是以输送带来的影响为主. 这也另从一个角度反映出尽管龙凤山本底站 CO 浓度的日变化呈双峰型变化特征与城市地区相似，但峰值和低值出现的时间滞后于城市地区.

龙凤山的 W-SW-S 方向主要有吉林市和长春市，还有距离较远的沈阳市等，它们是东北的重污染城市. 虽然这个扇区也有一些森林覆盖，但是该扇区的风向频率最高，常出现持续的偏南风，而且风速通常高于其它方向，所以此扇区的气团对龙凤山本底站的影响最大. WNW-NW-N 扇区主要的城市有哈尔滨市、大庆市以及距离较近的五常市，此方向的气团对龙凤山的污染有一定影响，但是由于其风向频率及风速相对于 W-SW-S 扇区较小，所以对龙凤山的影响也相对弱一些. NNE-E-SSE 方向主要是农业区和林业区，空气比较清洁，加上风向频率与风速也是最小的，所以对龙凤山污染的影响最小.

综上所述，龙凤山本底站 2006 年 CO 浓度的日变化呈双峰型变化趋势，与城市地区相似，但峰值和低值出现的时间滞后于城市地区. 龙凤山本底站的 CO 浓度有明显的季节变化特征，季节变化主要受人为排放和 CO 的光化学反应等因素的影响. 龙凤山本底站主要受 W-SW-S 方向的长春、沈阳等城市的气团和 WNW-NW-N 方向的哈尔滨市、五常市等城市的气团影响，在一定程度上能够反映东北地区 CO 浓度的变化趋势.

吴艳玲^{1* 1} 徐宏辉^{2 2} 于大江^{1 1} 供稿

(1 黑龙江省龙凤山区域大气本底站, 五常, 150200 2 浙江省气象科学研究所, 杭州, 310017)