文章编号:1674-7070(2013)03-0236-08

结合气象模式与 GloBEIS 模式研究气象条件对 BVOCs 排放的影响

运方华[1,2]　王连喜[1,2]　安兴琴[3]　程艳丽[3]

摘要

BVOCs 对全球碳收支、对流层化学反应及臭氧的形成和气候变化都有很大的影响. 选取森林覆盖率高且 BVOCs 排放尚未有研究报道的中国东北地区作为研究区域,利用美国 NCAR 中心提供的 1° × 1°的 6 h NCEP 再分析资料,运行 MM5 模式,得到模拟结果,从中提取 GloBEIS 模型所需要的近地面层的温度、湿度、风速和云量的格点气象数据,实现了将 MM5 模式与 GloBEIS 相结合对 BVOCs 进行研究. 研究中需要的植被种类及分布数据来自于最新的"植被信息系统"数据库,选取温度较高,太阳辐射较强,植被生长茂盛的 2006 年 7 月和 2010 年 7 月作为模拟时段,运行 GloBEIS 模型,对研究区域内的 BVOCs 的排放情况进行了估算. 模拟结果与温度和云量等气象要素的分析结果表明,异戊二烯的排放速率受温度和 PAR(光合有效辐射通量)的共同影响,日变化趋势显著,随着温度升高,PAR 增强,异戊二烯的排放速率增大,在午后 14:00 左右达到最大值,之后降低. 由于云量与 PAR 成反比,因此云量越少,异戊二烯的排放量就越高,反之,则越低;与异戊二烯不同,温度是单萜烯和其他 VOC 的排放的主导因素,受 PAR 和云量的影响较小,温度越高,排放量越大,反之,则越小.

关键词

生物代谢;MM5 模式;全球生物圈排放和交互系统(GloBEIS);温度;光合有效辐射通量;云量

中图分类号 X511

文献标志码 A

收稿日期 2011-12-26

资助项目 国家重点基础研究发展计划(2011CB403404);气科院基本科研业务重点项目(2010Z002);国家自然科学基金(41205081)

作者简介

运方华,女,硕士生,主要从事大气污染物源汇方面的研究. luckygirl1212@126.com

程艳丽(通信作者),女,博士,研究方向为大气数值模拟. chengyl@cams.cma.gov.cn

1 南京信息工程大学 江苏省大气环境监测与污染控制高技术研究重点实验室,南京,210044

2 南京信息工程大学 环境科学与工程学院,南京,210044

3 中国气象科学研究院,北京,100081

0 引言

挥发性有机物(VOCs)是各种人类活动(AVOCs)和生物代谢(BVOCs)排放到大气中的挥发性有机化合物的总称. 尽管在某些地区特别是城市,AVOCs 是大气中主要的 VOCs 的源,但在全球尺度上,BVOCs 的排放量要远远大于 AVOCs 的排放量[1]. BVOCs 的种类很多,目前研究比较多的主要为异戊二烯(ISOP)、单萜烯(TMT)和其他 VOCs(OVOC)3 种. BVOCs 的影响是多方面的,一方面其排放速率增大会导致对流层氢氧基(OH)浓度升高,从而影响大气中甲烷的增长速率,而 BVOCs 又能够与氢氧基(OH)反应生成甲烷,甲烷浓度升高会改变全球辐射平衡从而导致全球温度和降水格局的改变,大多数 BVOCs 还是大气 CO_2 的前体物,它们会影响大气与陆地生态系统中的碳收支平衡. 另一方面,地表植物释放的 BVOCs 能够与大气中的氮氧化物(NO_x)反应生成臭氧(O_3),从而导致光化学烟雾发生的频率升高,影响人类的呼吸健康. 除此之外,异戊二烯和非异戊二烯的氧化产物是二次有机气溶胶,这类气溶胶会增加大气中凝结核的浓度,同时也会改变地球系统的辐射平衡. 由此可见,BVOCs 对全球碳收支、对流层化学反应及臭氧的形成和气候变化具有很大的贡献[2-3]. 因此,对 BVOCs 排放的研究具有重要的意义,可以为政府及相关部门制定相应措施提供依据.

BVOCs 的排放受到很多因素的影响,包括植被类型和分布状况、区域气候和气象条件等[2-6]. 目前被大家公认的估算 BVOCs 排放的方法是由 Guenther 等[7]提出的,美国大气科学研究中心(NCAR)推出的全球生物圈排放和交互系统(Global Biosphere Emissions and Interactions System, GloBEIS)模型就是基于该方法研发的,在国内外的 BVOCs 排放估算中该模型均有应用[7-10].

我国对于 BVOCs 排放的研究大多是全国范围的或是集中在珠江三角洲地区[6,9-11]. 需要的气象数据均以实测气象资料差值获得,尚未见到利用气象模式提供气象场的研究,而使用实测资料只能是对已经发生的情况进行估算,利用气象模式的模拟结果,既可以得到高分辨率的网格输出气象数据,又可以对未来情景进行预估.

东北地区植被覆盖较好,西部的大兴安岭为寒温带落叶针叶林分布区,而东部的长白山地为温带针阔叶混交林分布区,中部的东北

平原为温带森林草原、草甸草原和干草原分布区. 因此,该地区为植被排放 BVOCs 的典型区域,而且目前尚未有研究报道东北地区的 BVOCs 的排放情况. 因此,选取东北地区作为本文的研究区域,以广泛应用于业务和科研领域的 MM5 模式模拟结果为气象输入资料[12-16],利用 GloBEIS 的最新版本,以温度较高,太阳辐射较强,植被生长茂盛的 7 月为模拟时段,进行了 2006 年和 2010 年的 BVOCs 排放估算,以期探究气象模式输出结果在 GloBEIS 模式中的应用以及不同气象条件对 BVOCs 排放的影响.

1 数据来源及方法

1.1 研究方法

1.1.1 GloBEIS 模型

GloBEIS 模型中包括目前研究中常用的几种机理,包括 CB4,CB05,SAPRC99 和 Native,按照所选择机理不同,可以输出很多物种. 本研究选择了最基本的 Native 输出,输出 3 类物种,即异戊二烯(ISOP)、单萜烯(TMT)和其他 VOCs(OVOC),估算公式为

$$E_{\mathrm{ISOP}} = \varepsilon \cdot D \cdot \gamma_{\mathrm{p}} \cdot \gamma_{\mathrm{t}} \cdot \rho,$$

$$E_{\mathrm{TMT}}, E_{\mathrm{OVOC}} = \varepsilon \cdot D \cdot \gamma_{\mathrm{t}} \cdot \rho,$$

式中 E_{ISOP},E_{TMT},E_{OVOC} 分别为异戊二烯、单萜烯和其他 VOCs 排放通量,ε 为基本排放速率,D 为叶生物量密度,γ_{p}、γ_{t} 分别是光合有效辐射影响因子和温度影响因子,ρ 为逸出效率. 模型中的具体计算方法参照 Guenther 等[1,7,17]提出的方法.

1.1.2 MM5

本研究中 GloBEIS 模型中的气象数据来自于 MM5 气象模式的模拟结果. MM5 主要包括 TERRAIN 模块、REGRID 模块、RAWINS/little_r 模块、INTERP 模块和 MM5 主模块,其中,MM5 主模块是系统的核心部分.

获取本研究需要气象数据的主要流程如下:首先,在 MM5 模式的 TERRAIN 模块中按照 GloBEIS 模型研究区域和空间分辨率设置模拟区域的中心点经纬度、网格间距和网格数,利用该模块将地形和地面植被资料引入,将其由经纬度格点插值到设置好的模式的网格点上;初始场和边界条件采用美国 NCAR 中心提供的 1°×1°的 6 h NCEP 再分析资料,通过 REGRID 模块将其插值到模式设置好的网格点上;运行 MM5 主模块,得到模式模拟结果;最后,提取 GloBEIS 模型所需要的近地面层的温度、湿度、风速和云量的格点数据.

1.2 数据来源

运行模型需要用到的资料主要包括植被种类及分布数据、叶面积指数(LAI)、排放因子、叶生物量密度和气象数据.

1.2.1 植被种类及分布数据

模型中植被种类及分布数据来自中国科学院植物研究所的"植被信息系统"3.0 版(2009 年 4 月).

1.2.2 叶面积指数(LAI)

叶面积指数是植物叶片总面积与地表面积之比,是反映植物群体生长状况的一个重要指标.

本研究使用的叶面积指数(LAI)数据采用的是从美国地质勘探局地球资源观察系统数据中心全球 MODIS 资料获得的叶面积指数(LAI)8 d 变化的数据.

1.2.3 叶生物量密度

生物量密度(biomass density)指单位面积上所有生物有机体的干质量,叶生物量密度(leaf biomass density)为单位叶面积上的叶生物量(g/m^2).

本研究中使用的叶生物量密度数据是参照闫雁等[9]在冯宗炜等[18]和方精云等[19]研究的基础上总结出的我国主要植被类型的叶生物量密度因子.

1.2.4 标准排放因子

在标准状态下,即在叶子温度为 30 ℃和光合有效辐射通量为 1 000 μmol/(m^2·s)时 BVOCs 的排放速率(排放因子)为标准排放因子[5],单位为 μg/(g·h). 不同种类的植物的标准排放因子是不同的且变化范围较大.

本文中异戊二烯和单萜烯的排放因子计算方法参照的是闫雁等[9]所用的方法,分档处理,以植被类型中每种植物所占的比例进行加权平均,将 BVOCs 标准排放因子的分档值与加权平均值对比,数值最接近的分档值则认为是该植被类型的 VOCs 标准排放因子,其他 VOC 的排放因子则采用的是 Guenther 等[20]推荐的 1.5 μg/(g·h).

1.2.5 气象数据

模型中需要的气象数据包括风速、温度、湿度和云量,来源于 MM5 模式的模拟结果. 模型中的光合有效辐射通量(PAR)是通过云量信息计算得到的.

2 研究结果与分析

2.1 气象条件对 BVOCs 排放日变化的影响

从生理生态的角度而言,通常异戊二烯的排放受光照和温度共同的影响,光照越强,在一定范围内

温度越高,异戊二烯排放量越大;而单萜烯的释放则主要受温度的影响,温度越高,单萜烯的排放速率越大[21].

为了更好地研究气象条件对 BVOCs 排放的日变化的影响,本文在研究区域中随机选取 3 个网格点 *A*、*B*、*C*,分别位于辽宁、吉林和黑龙江. 选取 7 月 2 日为研究日,图 1、2 和 3 分别为 7 月 2 日格点 *A*、*B*、*C* 内气象条件(包括云量、PAR 和温度)以及 3 种 BVOCs 排放量的日变化趋势.

2.1.1 气象条件对异戊二烯排放的日变化影响

从 3 个格点的日变化趋势图中可以看出,异戊二烯呈现出先上升后下降的日变化趋势,早上 8 时左右的温度和 PAR 值都很低,异戊二烯的值也很低,随着时间的推移,温度和 PAR 值逐渐升高,在午后 14 时左右达到最大值,异戊二烯的排放量随之迅速升高,在此时排放量最高,随后温度和 PAR 值逐渐减小,异戊二烯的排放量也随之减小,当夜间 PAR 值为 0 时,其排放量也迅速降为 0.

比较 2006 年和 2010 年同一天相同格点内的日变化趋势可以看出,异戊二烯的日变化趋势与对应的 PAR 值日变化趋势基本一致,在格点 *A* 内,2010 年 7 月 2 日温度高于 2006 年当天温度,而 PAR 则是 2006 年的值比较高,但异戊二烯的排放量是 2010 年 7 月 2 日较高,表明异戊二烯的排放受到温度和 PAR 值的双重影响. *B* 点和 *C* 点的温度差异不大,但 PAR 值的差异较大,因此这 2 点的异戊二烯的排放情况与 PAR 的变化情况吻合.

叶片温度直接影响异戊二烯合成酶的活性,因此,温度是影响异戊二烯排放速率的重要原因. 随着环境温度的升高,植物排放异戊二烯的速率增大,但当温度超过 40 ℃时,排放速率降低. 温度过高使影响植物叶片的光合作用受到抑制,从而导致碳供应

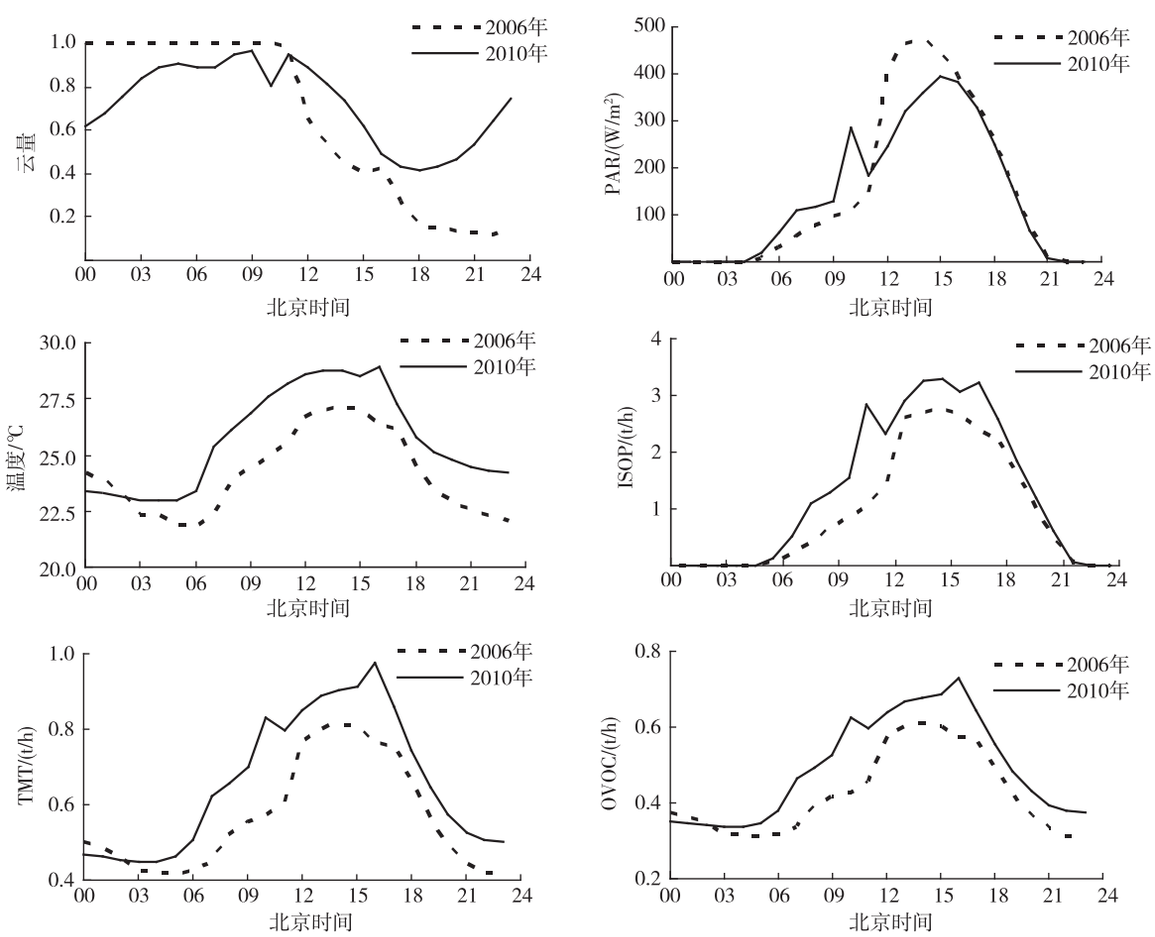


图 1 7 月 2 日网格点 *A* 内的云量、光合有效辐射通量(PAR)、温度、异戊二烯(ISOP)、单萜烯(TMT)和其他 VOCs(OVOC)的日变化

Fig. 1 Diurnal variation of cloud cover fraction, photosynthetically active radiation (PAR), temperature, ISOP, TMT and other VOCs in grid *A* on July 2

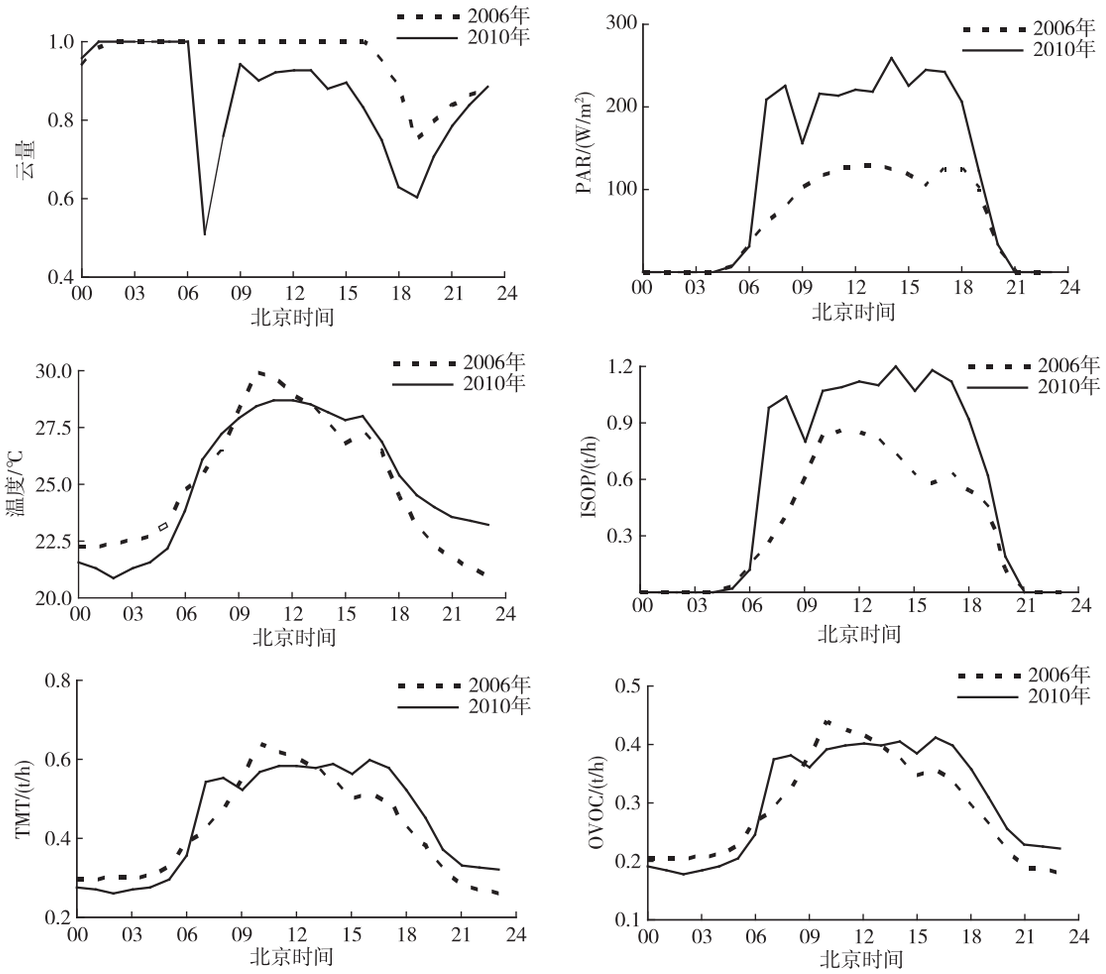


图2　7月2日网格点 *B* 内的云量、光合有效辐射通量(PAR)、温度、异戊二烯(ISOP)、单萜烯(TMT)和其他 VOCs(OVOC)的日变化

Fig. 2　Diurnal variation of cloud cover fraction, photosynthetically active radiation(PAR), temperature, ISOP, TMT and other VOCs in grid *B* on July 2

不足,也会导致异戊二烯的排放速率降低. 在短期或月际尺度上,植物的异戊二烯排放速率都明显地受到温度的影响,虽然影响程度在种间上存在差异,但关系是一致的.

异戊二烯在植物体内的贮存库很小,即时合成即时排放,排放速率与植物的代谢有关. 由于异戊二烯属于叶绿体排放型,它的合成酶的活性会受到叶绿体内 ATP 或 DMAPP(dimethylallyl pyrophosphate)浓度的影响,而光合电子转移又影响 ATP 或 DMAPP 的合成,所以光合电子转移从物质和能量两个方面影响植物异戊二烯的合成及排放速率. 因此,光合有效辐射通量(PAR)与异戊二烯的排放速率密切相关,在无光或低光照的条件下,异戊二烯的排放速率极低,随着 PAR 增大,异戊二烯的释放迅速增加,当 PAR 到达或超过一定的阈值时,异戊二烯的排放会达到相对稳定的状态.

文献[22]研究表明,云量对 PAR 日总量影响显著,成反比关系. 从图 1—3 的云量和 PAR 值的变化中可以看出,云量值较高时,PAR 的值较低,反之,则 PAR 值较高. 因此,天空中的云量也是影响异戊二烯排放的重要气象要素,云量多,异戊二烯的排放速率会降低. 反之,则排放速率增加.

2.1.2　气象条件对单萜烯和其他 VOCs 排放的日变化的影响

单萜烯和其他 VOCs 的日变化趋势没有异戊二烯那么显著,从图 1—3 中可以明显看出,这 2 种 VOCs 的日变化趋势与温度的变化趋势非常一致,在 *A*、*B*、*C* 3 个格点内,2 个物种的排放量随着温度的升高而升高,在温度达到最大值时,它们的排放量也达到最大值.

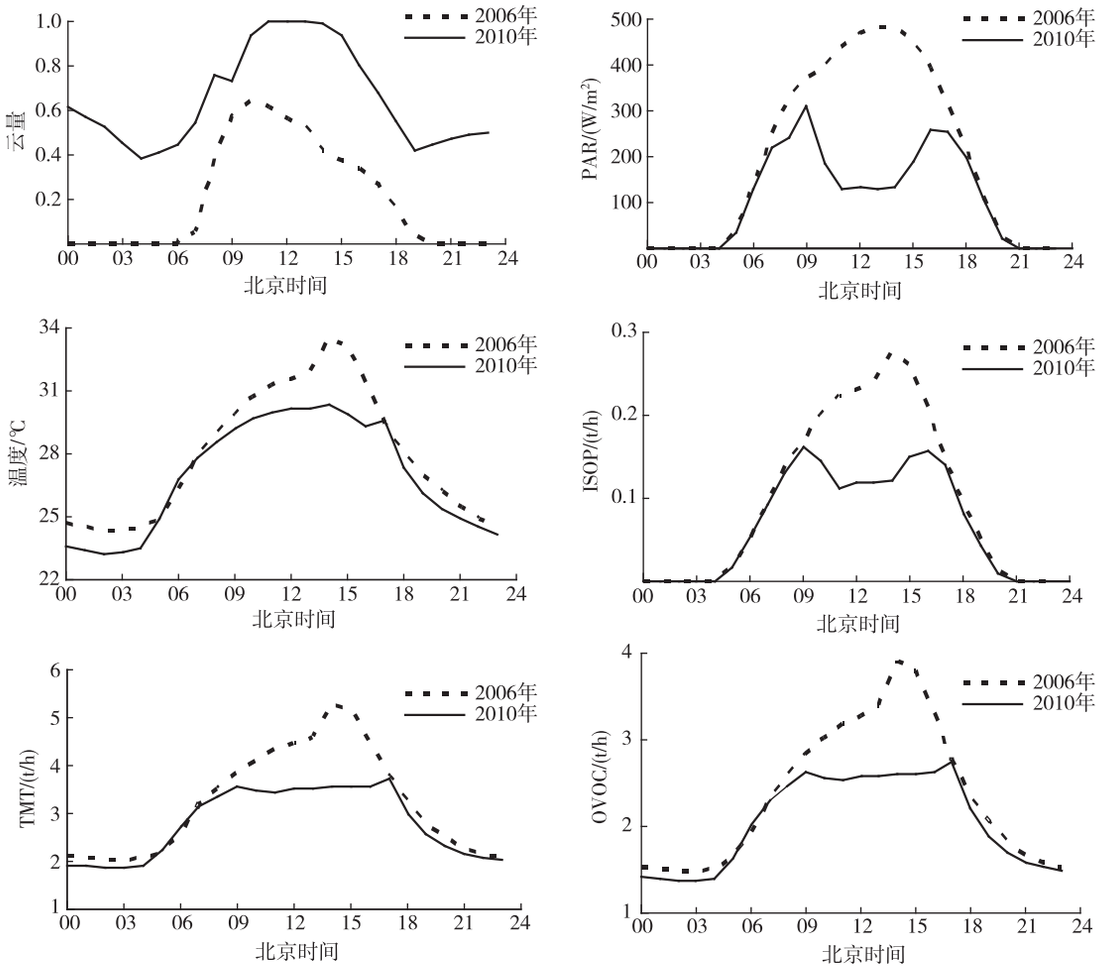


图 3　7 月 2 日网格点 *C* 内的云量、光合有效辐射通量(PAR)、温度、异戊二烯(ISOP)、单萜烯(TMT)和其他 VOCs(OVOC)的日变化

Fig. 3　Diurnal variation of cloud cover fraction, photosynthetically active radiation(PAR), temperature, ISOP, TMT and other VOCs in grid *C* on July 2

与异戊二烯不同,大部分植物叶片内单萜烯和其他 VOCs 的合成酶的活性受 PAR 的影响不大,从而导致单萜烯和其他 VOCs 的排放速率受 PAR 的影响较小,受云量的影响也不显著. 而温度对单萜烯和其他 VOCs 合成酶的影响与异戊二烯相同,温度升高,排放速率增大. 另外,由于单萜烯在植物体内有储存库,其排放量还取决于它的挥发性以及树叶的破坏程度,而温度会影响单萜烯的挥发性及排放阻力. 由此可见,温度是单萜烯和其他 VOCs 合成和释放的支配性因素.

对比 2006 年和 2010 年这同一天的变化趋势,点 *A* 在 2010 年的温度较高,所以 2010 年这一天单萜烯和其他 VOCs 的排放量高于 2006 年,*B* 点和 *C* 点这 2 年同一天的排放差异也同温度变化趋势相符,反映出这 2 个物种排放主要受温度影响这一特征.

不同植物种类主要排放的 BVOCs 的种类也是不同的,有研究结果[3]表明,阔叶树主要排放异戊二烯,而针叶树主要排放单萜烯. 从图 1—3 中还可以看出,点 *A* 和 *B* 异戊二烯的排放量都高于单萜烯和其他 VOCs,而点 *C* 却刚好相反,异戊二烯的排放量较低,这可能是因为网格点内的各植被类型的植物量比例不同,导致不同网格内各种 BOVCs 的排放量比例也不同.

2.2　气象条件对 BVOCs 排放月变化的影响

图 4 为网格点 *A* 在 2006 年和 2010 年 7 月日平均气温和日平均云量的月变化趋势,图 5 为 2006 年和 2010 年 7 月 *A* 点 3 种 BVOCs 日排放总量的月变化趋势. 结合这 2 幅图可以看出,一般在温度较高且云量较少的日期异戊二烯的排放量较大,以 2006 年

为例,7 月 11—17 日的温度较高,云量较少,异戊二烯在这几天内的排放量都比较高. 2006 年 7 月异戊二烯排放量的最高值出现在 12 日,为 110.94 t,而当天的平均云量值为当月的最小值,平均温度也接近当月的最高值;2010 年 7 月 19 日异戊二烯的排放量最大,为 98.06 t,当天也是平均云量最小、平均温度较高. 对比出现最大值的这 2 天的温度和云量发现,2006 年的云量高于 2010 年,但最大排放量反而是 2006 年的较高,这可能是 2006 年的温度较高所致,这又可以说明异戊二烯的排放受温度和云量的双重影响.

单萜烯和其他 VOCs 的月变化情况,同日变化相同,这 2 个物种日排放量的月变化趋势与平均温度的月变化趋势基本一致. 2006 年 7 月单萜烯和其他 VOCs 的排放量最大值都出现在 15 日,当天是平均温度最高的一天;2010 年这 2 个物种的排放量最大值没有同时出现在平均温度最高的一天,但是温度也是很接近最高值. 对比 2006 年和 2010 年的平均温度和日排放量的变化,对应的同一天的平均温度较高的,排放量就高. 这也体现出单萜烯和其他 VOCs 的排放主要是受温度的影响.

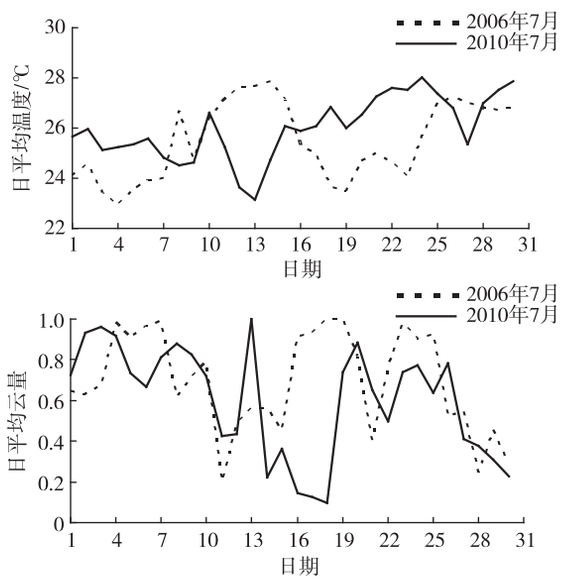


图 4　网格点 *A* 内的日平均温度及云量月变化

Fig. 4　Monthly variation of daily average temperature and cloud cover in grid *A*

3　结论

本研究针对森林覆盖率高而 BVOCs 排放尚未有研究报道的中国东北地区进行 BVOCs 排放的模拟研究,运用 MM5 的气象场模拟结果作为 GloBEIS 模式的输入,实现了将 MM5 模式与 GloBEIS 相结合对 BVOCs 进行研究. 通过对模拟结果与气象要素(温度和云量)的对比分析,得出以下结论:

1) 异戊二烯的排放速率受温度和 PAR 的共同影响,呈现明显的日变化趋势,随着温度升高,PAR 增强,异戊二烯的排放速率增大,在午后 14:00 左右达到最大值,之后降低.

2) 天空中的云量与 PAR 成反比关系,因此,云量也是影响异戊二烯的排放的气象要素,云量越少,异戊二烯的排放量越大,反之则越小. 月变化趋势同样符合此规律.

3) 与异戊二烯不同,无论是日变化还是月变化,单萜烯和其他 VOC 的变化趋势与温度的变化趋势都很一致,受 PAR 和云量的影响不大,主要是由于其合成和释放的过程与异戊二烯不同. 温度是单

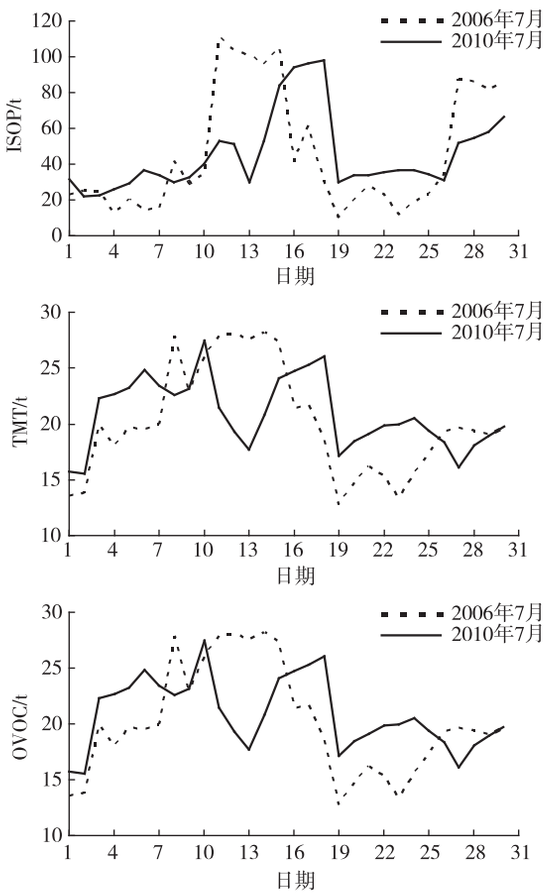


图 5　网格点 *A* 内的异戊二烯(ISOP)、单萜烯(TMT)和其他 VOCs(OVOC)日排放量月变化

Fig. 5　Monthly variation of daily ISOP, TMT and other VOCs emission in grid *A*

萜烯和其他 VOC 的排放的主导因素,温度越高,排放量越大,反之,则越小.

上述影响因素的分析结论与前人的研究结果基本一致,说明本研究采用的方法是可行的,得到的结果是可靠的,为今后进行不同情境下 BVOCs 的预测提供了有效而可靠的手段.

参考文献

References

[1] Guenther A, Hewitt C N, Erickson D, et al. A global model of natural volatile organic compound emissions[J]. Journal of Geophysical Research, 1995, 100(D5): 8873-8892

[2] 蔡志全,秦秀英. 植物释放挥发性有机物(VOCs)的研究进展[J]. 生态科学,2002,21(1):86-90
CAI Zhiquan, QIN Xiuying. Advances in the studies on plant production and emission of volatile organic compounds[J]. Ecologic Science, 2002, 21(1): 86-90

[3] 王永峰,李庆军. 陆地生态系统植物挥发性有机化合物的排放及其生态学功能研究进展[J]. 植物生态学报,2005,29(3):487-496
WANG Yongfeng, LI Qingjun. BVOCs emitted from plants of terrestrial ecosystems and their ecological functions[J]. Acta Phytoecologica Sinica, 2005, 29(3): 487-496

[4] 杨小琴. 植物挥发性有机物(VOCs)释放及其环境净化效应概述[J]. 湖南城市学院学报:自然科学版,2006,15(4):57-59
YANG Xiaoqin. An review on volatile organic compounds semitted from vegetation and their contribution to the environment[J]. Journal of Hunan City University: Natural Science Edition, 2006, 15(4): 57-59

[5] 谢扬飚,邵敏,陆思华,等. 北京市园林绿地植被挥发性有机物排放的估算[J]. 中国环境科学,2007,27(4):498-502
XIE Yangyang, SHAO Min, LU Sihua, et al. The estimation of volatile organic compounds emission from landscape plants in Beijing[J]. China Environmental Science, 2007, 27(4): 498-502

[6] 司徒淑娉,王雪梅,Alex Guenther,等. 典型夏季珠江三角洲地区植被的异戊二烯排放[J]. 环境科学学报,2009,29(4):822-829
SITU Shuping, WANG Xuemei, Alex Guenther, et al. Typical summertime isoprene emission from vegetation in the Pearl River Delta region, China[J]. Acta Scientiae Circumstantiae, 2009, 29(4): 822-829

[7] Guenther A, Baugh B, Brasseur G, et al. Isoprene emission estimates and uncertainties for the Central African EXPRESSO study domain[J]. Journal of Geophysical Research, 1999, 104(D23): 30625-30639

[8] Greenberg J P, Guenther A, Harley P, et al. Eddy flux and leaf-level measurements of biogenic VOC emissions from mopane woodland of Botswana[J]. Journal of Geophysical Research, 2003, 108(D13): 8466-8474

[9] 闫雁,王志辉,白郁华,等. 中国植被 VOC 排放清单的建立[J]. 中国环境科学,2005,25(1):110-114
YAN Yan, WANG Zhihui, BAI Yuhua, et al. Establishment of vegetation VOC emission inventory in China[J]. China Environmental Science, 2005, 25(1): 110-114

[10] 郑君瑜,郑卓云,王兆礼,等. 珠江三角洲天然源 VOCs 排放量估算及时空分布特征[J]. 中国环境科学,2009,29(4):345-350
ZHENG Junyu, ZHENG Zhuoyun, WANG Zhaoli, et al. Biogenic VOCs emission inventory and its temporal and spatial characteristics in the Pearl River Delta area[J]. China Environmental Science, 2009, 29(4): 345-350

[11] 胡泳涛,张远航,谢绍东,等. 区域高时空分辨率 VOC 天然源排放清单的建立[J]. 环境科学,2001,22(6):1-6
HU Yongtao, ZHANG Yuanhang, XIE Shaodong, et al. Development of biogenic VOC emissions inventory with high temporal and spatial resolution[J]. Environmental Science, 2001, 22(6): 1-6

[12] 张铁军,王遂缠,王锡稳,等. 兰州有限区域中尺度数值模式业务系统及应用[J]. 干旱气象,2005,23(3):79-84
ZHANG Tiejun, WANG Suichan, WANG Xiwen, et al. The operational system of Lanzhou limited area mesoscale numerical prediction model and its applicatuin[J]. Arid Meteorology, 2005, 23(3): 79-84

[13] 曾雪兰,余志,邓院昌. 基于 MM5 的轮毂高度风场数据获取方法[J]. 中山大学学报:自然科学版,2008,47(5):130-132
ZENG Xuelan, YU Zhi, DENG Yuanchang. Wind field data-acquisition method at Hub-Height based on MM5[J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni, 2008, 47(5): 130-132

[14] 刘煜,李维亮,何金海,等. 末次冰期冰盛期中国地区水循环因子变化的模拟研究[J]. 气象学报,2008,66(6):1005-1019
LIU Yu, LI Weiliang, HE Jinhai, et al. Simulation of hydrological cycle changes over China during LGM[J]. Acta Meteorologica Sinica, 2008, 66(6): 1005-1019

[15] 刘煜,何金海,李维亮,等. MM5 对中全新世时期中国地区气候的模拟研究[J]. 气象学报,2009,67(1):35-49.
LIU Yu, HE Jinhai, LI Weiliang, et al. MM5 simulations of China regional climate during the mid-Holocene[J]. Acta Meteorologica Sinica, 2009, 67(1): 35-49

[16] 王亮,王春明,何宏让,等. 一次特大暴雨(雪)天气过程的微物理模拟[J]. 气象科学,2011,31(2):170-178
WANG Liang, WANG Chunming, HE Hongrang, et al. Numerical study on microphysical processes of an extraordinarily severe rain(snow) storm case[J]. Scientia Meteorologica Sinica, 2011, 31(2): 170-178

[17] Guenther A, Geron C, Pierce T, et al. Natural emissions of non-methane volatile organic compounds, carbon monoxide, and oxides of nitrogen from North America[J]. Atmospheric Environment, 2000, 34(12-14): 2205-2230

[18] 冯宗炜,王效科,吴刚. 中国森林生态系统的生物量和生产力[M]. 北京:科学出版社,1999:34-311
FENG Zongwei, WANG Xiaoke, WU Gang. Biomass and productivity of forest ecosystems in China[M]. Beijing:

Science Press,1999:34-311
[19] 方精云,刘国华,徐嵩龄. 中国陆地生态系统的碳库[M]. 北京:中国环境科学出版社,1996:109-128
FANG Jingyun,LIU Guohua,XU Songling. Carbon stock of terrestrial ecosystem in China[M]. Beijing:China Environmental Science Press,1996:109-128
[20] Guenther A,Zimmerman P,Wildermuth M. Natural volatile organic compound emission rate estimates for U. S woodland and landscapes[J]. Atmospheric Environment,1994,28(6):1197-1210
[21] 赵静,白郁华,王志辉,等. 我国植物 VOCs 排放速率的研究[J]. 中国环境科学,2004,24(6):654-657
ZHAO Jing,BAI Yuhua,WANG Zhihui,et al. Studies on the emission rates of plants VOCs in China[J]. China Environmental Science,2004,24(6):654-657
[22] 张运林,秦伯强. 太湖地区光合有效辐射(PAR)的基本特征及其气候学计算[J]. 太阳能学报,2002,23(1):118-123
ZHANG Yunlin,QIN Boqiang. The basic characteristic and climatological calculation of the photosynthetically available radiation in Taihu region[J]. Acta Energiae Solaris Sinica,2002,23(1):118-123

Combining meteorological model and GloBEIS to study the impact of weather conditions on emissions of BVOCs

YUN Fanghua[1,2] WANG Lianxi[1,2] AN Xingqin[3] CHENG Yanli[3]
1 Jiangsu Key Laboratory of Atmospheric Environmental Monitoring and Pollution Control, Nangjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044
2 School of Environmental Science and Engineering, Nangjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044
3 Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081

Abstract BVOCs has great impact on the global carbon budget, chemical reactions in troposphere, formation of ozone, and climate change. The northeast of China is selected as study region, where the forest coverage is high and no research on the emissions of BVOCs has been done yet. The reanalysis data from the National Centers for Environmental Prediction in U. S run in MM5 are used for simulation, with the spatial and temporal resolution of the reanalysis data being 1° × 1° and 6 hours. From the simulation results of MM5, the meteorological data in grid are extracted including the temperature, humidity, wind speed and cloud cover fraction, which are necessary for GloBEIS model. Thus the MM5 is integrated with GloBEIS for research of the BVOCs. The vegetation species and distribution data are derived from the latest "Vegetation Information System" database. The simulation period are chosen in July of 2006 and July of 2010, when the high temperature and strong solar radiation brings the flourish of vegetation in the northeast of China. The GloBEIS is run to estimate the emission of BVOCs. The results show that the isoprene emission changes with significant diurnal variation, and is correlated with temperature, PAR and cloud cover fraction. The isoprene emission rises with the increase of temperature and PAR, and reaches maximum value at about 14:00 pm, but it is negatively correlated with cloud cover fraction. While other VOCs are mainly influenced by temperature. This conclusion is consistent with previous studies, so the method of combined MM5 and GloBEIS is feasible and the results are reliable. This research provides effective and reliable means for the forecasting of BVOCs under different scenarios.

Key words biogenic volatile organic compounds(BVOCs); MM5 model; GloBEIS; temperature; PAR; cloud cover fraction