

# 模拟东亚夏季风对中国东部地区大气中 $\alpha$ -六六六 ( $\alpha$ -HCH) 时空分布的影响<sup>\*</sup>

田崇国<sup>1</sup> 马万里<sup>1</sup> 徐殿斗<sup>2</sup> 马建民<sup>3</sup> 李一凡<sup>1, 3\*, \*</sup>

(1 哈尔滨工业大学市政环境工程学院, 城市水资源与水环境国家重点实验室国际持久性有毒物质联合研究中心, 哈尔滨, 150090)

2 中国科学院高能物理研究所核分析技术重点实验室国际持久性有毒物质联合研究中心, 北京, 100049

3 加拿大环境部科学技术局, 多伦多, M3H 5T4)

**摘 要** 以中国为研究区域, 利用 CanMETOP 模型模拟了 2005 年大气中  $\alpha$ -六六六 ( $\alpha$ -HCH) 浓度的变化, 并分析了东亚夏季风对我国东部地区大气中  $\alpha$ -HCH 浓度时空分布的影响. 模拟结果表明, 6 月 15 日—8 月 15 日期间, 东北、华北和东南地区的  $\alpha$ -HCH 平均大气浓度分别为  $260 \text{ pg} \cdot \text{m}^{-3}$ ,  $74 \text{ pg} \cdot \text{m}^{-3}$  和  $41 \text{ pg} \cdot \text{m}^{-3}$ . 大气浓度具有明显的时空分布特征, 从 6 月 15 日在我国东南地区开始出现了较高的大气浓度堆集, 6 月 24 日达到最大值 ( $259 \text{ pg} \cdot \text{m}^{-3}$ ). 在向我国北部传输过程中, 7 月 1 日在东北形成的气旋区域出现最大值 ( $1947 \text{ pg} \cdot \text{m}^{-3}$ ). 此后, 东南地区的大气浓度均处于较低的水平 ( $< 50 \text{ pg} \cdot \text{m}^{-3}$ ), 而东北地区的大气浓度一直处于  $100\text{--}350 \text{ pg} \cdot \text{m}^{-3}$  之间的较高水平. 分析结果表明, 东亚夏季风可以将东南地区大气中的  $\alpha$ -HCH 传输至东北地区, 并在东北区域堆集.

**关键词**  $\alpha$ -HCH, 东亚夏季风, 大气传输, 气旋.

在春季向夏季的过渡时期, 随着气温的回升, 环境中残留的有机氯农药 (OCPs) 的挥发通量快速增大, 从而使大气中的 OCPs 浓度显著增加<sup>[1]</sup>, 此时冬季风也逐步转换为夏季风. 由于 OCPs 具有较强的大气长距离输送能力, 东亚夏季风又为其从源地向东北地区大气长距离传输提供了气象条件. 目前, 国内在研究大气中的 OCPs 浓度随时间变化, 一般是从追踪采样期间污染气团来源的角度进行讨论<sup>[1-3]</sup>. 关于较大尺度的气象要素的时空变化与大气中 OCPs 浓度时空分布之间的关系至今未见报道.

CanMETOP 模型是国际上使用较多的一种大气传输模型, 曾经成功地被应用于北美地区的林丹和毒杀芬的模拟研究<sup>[4-5]</sup>. 该模型包含建立在地形追随坐标上的三维区域尺度的大气平流-扩散模块, 基于 IV 级逸度方法的土-气交换模块和双膜理论的水-气交换模块 3 个部分. 在大气模块中除农药在水平、垂直方向的平流扩散以外, 还考虑了干、湿沉降以及降解. 土壤从地表向下垂直方向被分为 3 层, 分别为 0.1 m, 1 m 和 10 m, 模拟过程包括农药在相邻土壤层间的扩散, 向下层的渗滤以及降解<sup>[4]</sup>.

本文以  $\alpha$ -HCH 为例, 利用 CanMETOP 模型模拟 2005 年我国夏季大气中  $\alpha$ -六六六 ( $\alpha$ -HCH) 的时空分布, 并利用风场、气压场的变化以及反向轨迹等方法分析夏季风与我国东部地区大气中  $\alpha$ -HCH 时空分布之间的响应关系.

## 1 研究方法

将 CanMETOP 模型的研究区域从北美移植到中国时, 环境参数仍以相同的常数处理<sup>[6]</sup>. 模拟使用的气象输入资料 (风、气温和降水率) 也是采用相同的方法, 利用美国环境预报中心 (NCEP) 的  $2.5^\circ \times 2.5^\circ$  经纬度的每 6 h (00, 06, 12, 18 UTC) 的客观分析资料<sup>[7]</sup>, 通过内插到相应的模拟网格和时间步长得到的, 所以模拟区域的改变只是由于研究区域尺度的不同所带来的模拟网格数的不同, 在模型过程中, 不存在模型稳定性及模拟结果失真的问题.

本次模拟时间步长 (12 min)、水平方向网格距 (24 km)、大气垂直方向层数 (12 层) 以及层距与在北美地区相同<sup>[5]</sup>. 模拟区域共计  $270 \times 210$  个正方形网格, 覆盖了整个中国、日本、朝鲜、韩国、蒙古以及俄罗斯和印度等国家的部分地区.

2008 年 12 月 24 日收稿.

\* 国家重点实验室自主课题项目 (No. 2008DX01). \*\* 通讯联系人, Tel: 0451-86262099, E-mail: jrc\_pts\_pape@yahoo.com

按照 HCHs 中  $\alpha$ -HCH 为 67.5% 计算<sup>[8]</sup>, 1952—1983 年我国累计使用  $\alpha$ -HCH 299 万吨. 根据逐年  $\alpha$ -HCH 的使用量, 利用 PERM 模型计算出 2005 年我国土壤中  $\alpha$ -HCH 的总残留量为 1507 吨, 残留量较高的地区在我国的东部. 以 2005 年的土壤残留为初始条件, 模型运行时段是从 2004 年 12 月 1 日到 2005 年 12 月 31 日, 第 1 个月作为模拟初始化时段.

2 模拟结果验证

选取 2005 年北京和青岛地区实测的大气浓度与模拟结果进行比较, 与之对比的模拟数据是利用采样点对应网格的大气浓度相应时段的算术平均值. 对比结果见图 1. 北京的监测数据采自北京石景山区某科研所楼顶, 模拟结果低估了该采样点的大气中  $\alpha$ -HCH 浓度. 这可能是由于 2002 年至 2005 年位于采样点西北方向的一个大型建筑工程项目所导致的工地土壤 (原为菜地) 中的  $\alpha$ -HCH 强排放所造成的<sup>[9]</sup>. 模拟浓度和观测浓度的相关性分析结果显示  $r = 0.84 (p < 0.0001)$ , 表明模拟结果较好地反应了大气中  $\alpha$ -HCH 浓度随时间的变化趋势. 青岛市大气观测数据是采自中国海洋大学八关山<sup>[3]</sup>, 模拟与观测结果对比总体上偏低, 但两者的变化趋势基本一致, 相关系数  $r = 0.68 (p < 0.01)$ , 虽相关系数略低于北京点的对比结果, 但仍处于较高的显著性水平.

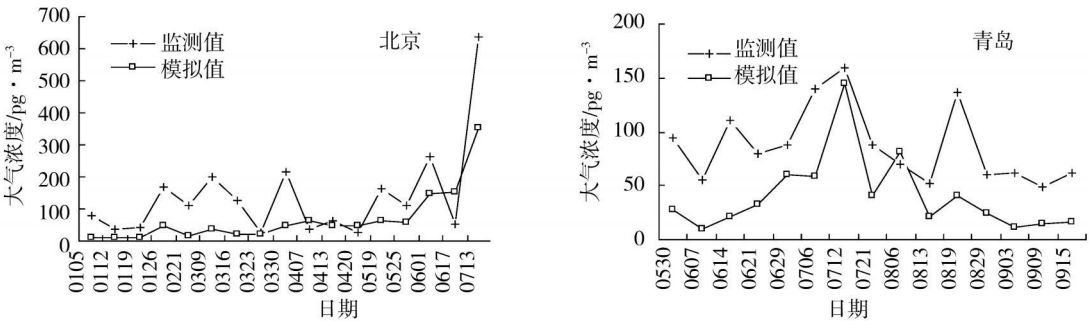


图 1 北京近郊和青岛市模拟与观测  $\alpha$ -HCH 浓度对比

Fig. 1 Comparison of modeled and measured  $\alpha$ -HCH air concentration at suburb of Beijing and Qingdao

3 2005 年夏季大气中  $\alpha$ -HCH 浓度的时空分布

我国的 HCHs 历史使用主要在东中、南部地区, 东亚夏季风主要影响的也是我国东部地区. 故在东部地区选取东北地区 (R1)、华北地区 (R2) 和东南地区 (R3) 三个区域, 计算其相应的平均大气浓度, 以确定夏季我国东部地区大气中  $\alpha$ -HCH 浓度的分布及随时间的变化规律 (图 2).

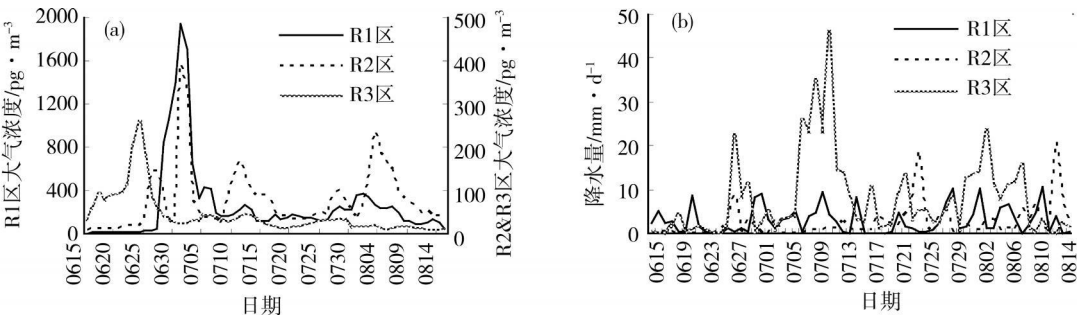


图 2 2005 年 6 月 15 日至 8 月 15 日 R1—R3 区距地面 1.5 m 的  $\alpha$ -HCH 大气平均浓度 (a) 和日均降水量 (b)

Fig. 2 Modeled daily air concentrations of  $\alpha$ -HCH at 1.5 m height above ground surface (a) and daily mean precipitation rate (b) in R1, R2 and R3 regions for the period of June 15—August 15, 2005

在 6 月 15 日至 8 月 15 日, R1、R2 和 R3 区的近地面 (1.5 m) 日均  $\alpha$ -HCH 大气浓度分别为  $260 \text{ pg} \cdot \text{m}^{-3}$ ,  $74 \text{ pg} \cdot \text{m}^{-3}$  和  $41 \text{ pg} \cdot \text{m}^{-3}$ , 这与历史使用量的空间分布存在显著差异. 图 2(a) 表明从 6 月 15 日开始, R3 区的  $\alpha$ -HCH 大气浓度分为 2 个阶段快速增长, 24 日达到最大值 ( $259 \text{ pg} \cdot \text{m}^{-3}$ ). 在东

亚夏季风的北推过程中, 26日较高的大气浓度传输至 R2区 ( $144 \text{ pg} \cdot \text{m}^{-3}$ ), 从 6月 27日到 7月 1日 R1区的大气浓度快速升高, R2区的浓度开始下降. 7月 1日 R1区的平均大气浓度达到了最大值 ( $1947 \text{ pg} \cdot \text{m}^{-3}$ ), 这个高浓度的 α-HCH 气团再次影响到 R2区, 使 R2区的大气浓度从 6月 30日的  $33 \text{ pg} \cdot \text{m}^{-3}$ 急速上升到 7月 1日的  $392 \text{ pg} \cdot \text{m}^{-3}$ , 随后 R1和 R2区的大气浓度开始快速下降. 在此之后, R3区的大气浓度一直处于较低的水平 ( $< 50 \text{ pg} \cdot \text{m}^{-3}$ ), R2区虽又出现过 2次较高的上升, 但其量值保持在  $20\text{--}240 \text{ pg} \cdot \text{m}^{-3}$ 之间, 而 R1区则处于  $100\text{--}350 \text{ pg} \cdot \text{m}^{-3}$ 之间的较高水平.

4 夏季东北地区大气中 α-HCH 出现模拟高值的原因分析

α-HCH 具有相对较高的水溶解度, 在  $20^{\circ}\text{C}$ 时的气-水分配系数约为  $2800^{[10]}$ , 可见降雨能有效地降低大气中 α-HCH 的浓度. 图 2(b)是从 NCEP 的  $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 经纬度的客观分析日均降水资料中提取出的 R1—R3区域的从 6月 15日到 8月 15日的日均降水量变化<sup>[11]</sup>. 与图 2(a)对比可见, 在 R3区 α-HCH 大气浓度快速上升和保持较高浓度时 (6月 15日—25日), 该区的降水量处于很低的水平 (日均降雨量为  $0.92 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ ), 在此之后 R3区的降水量显著增大<sup>[12]</sup> (在 6月 26日至 8月 15日期间日均降雨量达到  $9.0 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ ), 使得 R3区的 α-HCH 大气浓度由于较强的湿沉降而一直处于较低的水平. 较高 α-HCH 浓度的气团从 R3区向北传输过程中, 6月 27日在 R2区遇到  $9.3 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ 强度的降水, 大气中 α-HCH 浓度出现了明显的下降. 在 R1区浓度快速升高的过程中 (6月 29日—7月 1日), 也遇到了较强的降水 (约  $8\text{--}9 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ ), 使其升高至峰值后快速下降.

从 NCEP中提取出 6月 22日至 30日 2天 1次的 1000 hPa(近地面) 的东经  $110^{\circ}\text{--}130^{\circ}$ 平均的日均经向风<sup>[11]</sup>, 北纬选取  $25^{\circ}\text{--}55^{\circ}$ , 绘制图 3 ( $> 0$ 代表南风,  $< 0$ 代表北风). 可见, 在 6月 22日—24日, 我国东南部地区的经向风速较低 (约  $2\text{--}3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ), 加之降水量处于较低水平 (见图 2(b)), 从土壤中挥发出来的 α-HCH 因无强的大气传输扩散和湿沉降而使大气浓度快速升高. 6月 26日东南地区的南风风速明显升高, 加强了携带 α-HCH 的气团向北传输的能力, 此时较高 α-HCH 浓度的气团到达 R2区 (华北地区), 因北部的低压系统南伸至该地区 (见下文), 使风速明显降低, 从而导致从南部地区传输至此的 α-HCH 浓度显著堆集升高 (见图 2(a)). 6月 28日 R2区 (华北地区) 的南风风速增大, 使含较高 α-HCH 浓度的气团进入 R1区 (东北地区) 南部. 6月 29日来自东南地区携带 α-HCH 的暖湿气团在东北地区形成了暖锋气旋区, 水平风速进一步减小, 大气中的 α-HCH 浓度持续堆集升高, 并初步呈现出气旋的“逗点”形状<sup>[13]</sup>. 6月 30日在 R1区 (东北地区) 气旋进一步发展, 成为了南、北风的交汇处, 使从南部传输至此的 α-HCH 快速堆集, 从而形成浓度高值. 7月 1日“逗点”形状的气旋发育成熟, 较高 α-HCH 大气浓度的范围进一步扩大, 使 R2区 (华北地区) 浓度升高. 随后气旋进入了消亡阶段, 大气中“逗点”形的 α-HCH 气团逐渐变形, 其浓度值也开始下降.

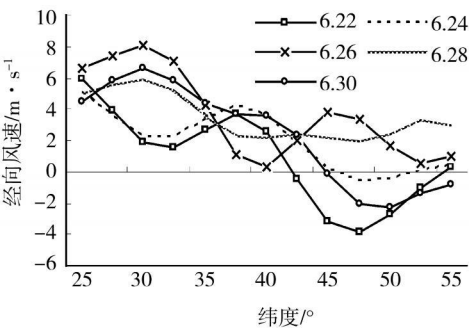


图 3 2005年 6月 22日至 30日东经  $110^{\circ}\text{--}130^{\circ}$ 平均的北纬  $25^{\circ}\text{--}55^{\circ}$ 之间 1000 hPa (近地面) 的日均经向风

Fig 3 Daily mean meridional wind component during June 22 and 30 at 1000 hPa extending from latitude  $25^{\circ}$  to  $55^{\circ}$ , zonal averaged over  $110^{\circ}\text{E}$  to  $130^{\circ}\text{E}$

大气中 α-HCH 通过大气运动从我国东南地区传输到东北地区, 这势必与对应时段的大气动力源密切相关. 夏季, 由于海陆热力不均在西太平洋上形成一个副热带高压, 此高压系统呈东西带状分

布, 南北跨距 10—15 个纬距, 脊线维持在北纬 25°附近, 基本处于 120°E 以东, 未伸展到我国东部地区, 这是东亚夏季风主要动力源<sup>[12]</sup>. 从 NCEP 提供的全球日均海平面气压图可见<sup>[11]</sup>, 6 月 24 日在我国东北和西北方向各有一个低压中心, 在与西太平洋副热带高压的共同影响下, 在我国东部地区形成了一个低压槽, 处于东北方向的低压中心自我国东北地区南伸至华北, 使我国东部低压槽中的气压呈现南高北低的趋势, 增强了携带较高  $\alpha$ -HCH 浓度的暖湿气团随风由南向北传输的能力. 6 月 26 日东北和西北的低压系统持续加强且开始合并, 从黑龙江西部, 经由蒙古进入我国东部地区, 向南伸至我国东南地区, 向东延伸至华北地区, 此时较高  $\alpha$ -HCH 浓度的气团正北移至华北地区. 6 月 28 日南伸的低压系统变性, 强度减弱, 但此时处于东部低压槽中的较高  $\alpha$ -HCH 浓度的气团北移至东北的南部地区, 东北地区西部的低压系统又促进了这个气团北移. 6 月 29 日在我国东北地区及蒙古的东侧初步形成封闭的低压中心, 随后低压中心东移至我国东北地区, 且进一步加强 (6 月 30 日), 7 月 1 日低压中心强度开始减弱, 并南伸至华北地区. 这正是在东北地区的气团中  $\alpha$ -HCH 浓度堆积升高的过程 (6 月 29 日—7 月 1 日). 7 月 2 日低压中心分裂为 2 个中心, 1 个驻留在东北地区, 另 1 个南移至东南部地区, 但影响范围明显缩小. 7 月 3 日东北地区新的低压系统形成, 影响范围波及到东北和华北地区, 此时东北地区的  $\alpha$ -HCH 浓度的浓度急速降低.

为进一步阐明东南地区携带  $\alpha$ -HCH 的气团进入东北地区, 利用 HYSPLIT4 反向轨迹模式<sup>[14]</sup>在东南地区任意选择一点, 计算其上空 10 m, 500 m 和 1000 m 的气团代表边界层内大气的运动方向. 自 6 月 22 日, 东南地区大气浓度快速增长开始, 向前演算 192 h, 至 6 月 30 日. 计算结果可以清楚地表明东南地区的气团在边界层内径直进入东北地区, 并在 6 月 29 日—30 日气团轨迹方向开始发生与气旋相同的逆时针旋转. 这与我们模拟的  $\alpha$ -HCH 大气浓度运动方向相一致.

我国东北部地区夏季出现高的  $\alpha$ -HCH 大气堆集浓度需要具备, 东南地区土壤中的  $\alpha$ -HCH 可以通过挥发、大气传输到达东北地区和在东北地区必须存在阻塞其继续向北传输气象场的两个条件.

7 月份是东亚夏季风的代表月, 利用 NCEP 的全球 2.5°×2.5°经纬度的 2000 年至 2007 年 7 月份的月平均海平面气压和 1000 hPa 风场的客观分析资料可见<sup>[15]</sup>, 多年的 7 月份风向均是由我国东南地区指向东北地区. 夏季风在北进过程中, 可将暖湿水汽传输至东北地区形成降水, 同时也可以将东南地区大气中的具有很强长距离传输潜力的  $\alpha$ -HCH 传输至东北地区. 孙力等利用 35 年 (1956 年至 1990 年) 的天气图资料统计分析得出, 夏季的 6 月至 8 月东北冷涡 (即出现在东北地区的中低层锋面气旋) 共出现了 1364 天, 占该期间总天数的 42%, 并根据冷涡活动密集区南北移动的时间变化证明其与东亚夏季风的北进南退有密切的关系<sup>[16]</sup>. Chen 等利用 1958 年至 1987 年的资料也证实夏季东北地区受气旋影响较大<sup>[17]</sup>. 可见, 夏季在东北地区形成气旋是一个普遍现象, 也就是说  $\alpha$ -HCH 的大气浓度于 2005 年在东北地区堆集不是一个偶然事件, 在其它年份也会发生. 此外, 虽未见到 2005 年夏季东北地区  $\alpha$ -HCH 大气实测浓度的报道, 但其它年份的研究结果表明在 7 月至 8 月来自东北地区的气团使采样点的  $\alpha$ -HCH 大气浓度明显升高<sup>[12]</sup>, 但在其它月份却没有这样的现象发生<sup>[1, 18]</sup>.

综上所述, 通过模型模拟 2005 年中国夏季大气中  $\alpha$ -HCH 浓度的时空分布, 可见我国东北地区 7 月至 8 月大气中会出现较高浓度的  $\alpha$ -HCH, 甚至高于历史使用量最大的东南地区. 通过气象资料 (风向、气压等) 的分析可以证明东亚夏季风可以将东南地区的  $\alpha$ -HCH 传输到东北地区, 并在此地出现堆集现象, 即东亚夏季风对我国东部地区夏季大气中的  $\alpha$ -HCH 浓度的时空分布具有显著影响. 反向轨迹模式计算结果与模拟结果匹配的很好, 进一步证实了东亚夏季风与大气中的  $\alpha$ -HCH 浓度的时空分布的这种响应关系. 多年气象数据和其它年份的大气中  $\alpha$ -HCH 观测结果仍表明夏季东北地区的高浓度和堆集现象是普遍现象, 并不是偶然事件.

## 参 考 文 献

- [1] Lammel G, Ghin Y S, Grades A et al, Levels of Persistent Organic Pollutants in Air in China and Over the Yellow Sea [J]. *Atmos Environ.*, 2007, **41**: 452—464
- [2] Qiu X, Zu T, Li J et al, Organochlorine Pesticides in the Air around the Taihu Lake, China [J]. *Environ. Sci. Technol.*, 2004, **38** (5): 1368—1374
- [3] Cheng H, Zhang G, Jiang X et al, Organochlorine Pesticides, Polybrominated Biphenyl Ethers and Lead Isotopes during the Spring Time

at the Walguan Baseline Observatory, Northwest China: Implication for Long-Range Atmospheric Transport [J]. *Atmos. Environ.*, 2007, **41**: 4734–4747

[4] Majumdar S, Hamer T et al., Impacts of Lindane Usage in the Canadian Prairies on the Great Lakes Ecosystem. 1. Coupled Atmospheric Transport Model and Modeled Concentrations in Air and Soil [J]. *Environ. Sci. Technol.*, 2003, **37**: 3774–3781

[5] Majumdar S, Li Y et al., Tracking Toxaphene in the North American Great Lakes Basin. 1. Impact of Toxaphene Residues in the U. S. Soils [J]. *Environ. Sci. Technol.*, 2005, **39**: 8123–8131

[6] Hamer T, Bidleman T F, Jantunen L M M et al., Soil Air Exchange Model of Persistent Pesticides in the United States Cotton Belt [J]. *Environ. Toxicol. Chem.*, 2001, **20** (7): 1612–1621

[7] Kalnay E, Kanamitsu M, Kistler R et al., The NCEP/NCAR Reanalysis Project Bull [J]. *Am. Meteorol. Soc.*, 1996, **77**: 8437–471

[8] Li Y F, Cai D J, Singh A, Technical Hexachlorocyclohexane Use Trends in China and Their Impact on the Environment [J]. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 1998, **35**: 688–697

[9] Zhu Y, Liu H, Xi Z et al., Organochlorine Pesticides (DDTs and HCHs) in Soils from the Outskirts of Beijing, China [J]. *Chemosphere*, 2005, **60**: 770–778

[10] Pereira R C, Camps-Arbestain M, Garrido A B R et al., Behaviour of  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -, and  $\delta$ -Hexachlorocyclohexane in the Soil-Plant System of a Contaminated site [J]. *Environ. Pollut.*, 2006, **144** (1): 210–217

[11] <http://www.cdc.noaa.gov/Composites/Day/> [OL]

[12] 梁琳琳, 2005年梅雨锋暴雨的数值模拟及诊断分析 [D]. 南京信息工程大学硕士论文, 2007, 4–14

[13] 钱维宏, 天气学 [M]. 北京: 北京大学出版社, 2004, 115–247

[14] Draxler R R, Hess G D, An Overview of the Hysplit\_4 Modeling System for Trajectories Dispersion and Deposition [J]. *Aust. Meteorol. Mag.*, 1998, **47**: 295–308

[15] <http://www.cdc.noaa.gov/cgi-bin/Composites/printpage.pl> [OL]

[16] 孙力, 郑秀雅, 王琪, 东北冷涡的时空分布特征及其与东亚大型环流系统之间的关系 [J]. *应用气象学报*, 1994, **5** (3): 297–303

[17] Chen S J, Kuo Y H, Zhang P Z et al., Synoptic Climatology of Cyclogenesis over East Asia [J]. *Monthly Weather Review*, 1991, **119**: 1407–1418

[18] Primbs T, Simonich S, Schmiedding D et al., Atmospheric Outflow of Anthropogenic Semivolatile Organic Compounds from East Asia in Spring 2004 [J]. *Environ. Sci. Technol.*, 2007, **41**: 3551–3558

# MODELED IMPACT OF EAST ASIAN SUMMER MONSOON ON TEMPORAL AND SPATIAL PATTERNS OF $\alpha$ -HCH IN EAST OF CHINA

TIAN Chong-guo<sup>1</sup> MA Wan-li<sup>1</sup> XUDian-dou<sup>2</sup> MA Jian-zhi<sup>3</sup> LI Yi-zan<sup>1,3</sup>

(1 International Joint Research Center for Persistent Toxic Substances (IJC2PTS), State Key Laboratory of Urban Water Resource and Environment, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, China; 2 Laboratory of Nuclear Analytical Techniques, Multidiscipline Initiative Centre, Institute of High Energy Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3 Science and Technology Branch, Environment Canada, Ontario, M3H 5T4, Canada)

## ABSTRACT

Air concentration of  $\alpha$ -HCH was simulated by using CanMETOP model in regional scale in 2005. The temporal and spatial patterns of  $\alpha$ -HCH atmospheric concentrations in eastern region of China caused by East Asian Summer Monsoon was analyzed. The simulated results showed that the mean air concentrations of the pesticide in northeast, mid-east and southeast were  $260 \text{ pg} \cdot \text{m}^{-3}$ ,  $74 \text{ pg} \cdot \text{m}^{-3}$  and  $41 \text{ pg} \cdot \text{m}^{-3}$  from June 15 to August 15, respectively. The concentration appeared to accumulate in southeastern region since June 15 and reached the largest value in the region on June 24 ( $259 \text{ pg} \cdot \text{m}^{-3}$ ). When  $\alpha$ -HCH was transported from southeastern to northeastern region, the highest air concentration in northeastern region occurred on July 1 ( $147 \text{ pg} \cdot \text{m}^{-3}$ ). Hereafter, while air concentrations of  $\alpha$ -HCH in southeastern region were lower than  $50 \text{ pg} \cdot \text{m}^{-3}$ , those in northeastern region were still at a higher level, ranged from 100 to  $350 \text{ pg} \cdot \text{m}^{-3}$ . It was suggested that East Asian summer monsoon can carry  $\alpha$ -HCH from the southeast of China to the northeast of China by atmospheric transport and accumulate the insecticide in the air of the latter.

**Keywords**  $\alpha$ -HCH, east Asian summer monsoon, air transport, cyclone