科学通报 2014 年 第 59 卷 第 2 期：216
简 报 www.scichina.com csb.scichina.com
《中国科学》杂志社 SCIENCE CHINA PRESS

东亚地区沙尘长波辐射对其辐射效应贡献的个例研究

王宏[①*], 石广玉[②], 朱晶[③], 陈彬[④], 车慧正[①], 赵天良[⑤]

① 中国气象科学研究院大气成分研究所, 北京 100081;
② 中国科学院大气物理研究所, 大气科学和地球流体力学数值模拟国家重点实验室, 北京 100029;
③ 大连市气象局, 大连 116001;
④ 中国科学院大气物理研究所, 中国科学院云降水物理与强风暴重点实验室, 北京 100029;
⑤ 南京信息工程大学大气物理和大气环境实验室, 南京 210044
* 联系人, E-mail: wangh@cma.gov.cn

国家自然科学基金(41130104, 20110304)、科技部重大国际合作项目(2008BAC40B02)、中国气象科学研究院基本科研业务费重点项目(2009z001)、中国气象科学研究院创新团队项目(2010Z002)和兰州大学半干旱气候变化教育部重点试验室开放课题资助

为了评估沙尘气溶胶长波辐射对沙尘总辐射效应的贡献, 本文将一个沙尘长波辐射参数化方案嵌套于中尺度沙尘预报系统 GRAPES_CUACE/dust 中, 并将其辐射效应在线反馈到模式的动力过程. 采用包括参照实验即不包括沙尘的辐射效应(CTL), 只包含沙尘短波辐射反馈(SW)和同时包含沙尘短波和长波辐射反馈(SW+LW)的3个实验的模拟结果, 针对东亚地区一次典型沙尘暴过程进行了研究.

研究结果表明: 沙尘长波辐射对其总体辐射强迫的贡献非常重要, 就区域平均状况来看, 无论在大气顶还是地面, 大约有超过四分之一的负短波辐射强迫被沙尘正长波辐射效应抵消; 长波辐射对地面总辐射的贡献比其对大气顶更大. 通过对比包含和不包含沙尘长波辐射效应沙尘的质量消光系数(D_{ext})、辐射加热率(*Htr*)和相对于参照实验的温度变化(*DT*)(图 1)表明: 在沙尘层之内, 沙尘由于释放长波辐射而使大气变冷, 这使得白天沙尘因吸收短波辐射而对大气的加热作用减弱大约 17%, 在夜晚则直接导致沙尘层所在的大气层降温. 同时, 沙尘层之外的大气由于吸收了沙尘释放的长波辐射而被加热增温. 模拟研究结果还表明: 沙尘长波辐射对低层和地面的影响比对高层大气更为显著. 在白天, 短波辐射效应所造成的地面降温大约有 40%被其长波增温效应所抵消; 夜晚, 由于沙尘对长波辐射的吸收效应, 沙尘对近陆地和海洋表面的大气都具有增温效应. 本文还计算了沙尘长波辐射反馈过程对模式气溶胶光学厚度预报的影响, 结果表明: 与仅仅包含沙尘短波辐射效应(SW)的模拟结果相比, 沙尘长波辐射效应的在线计算(SW+LW)能够使得模式对沙尘光学厚度的预报误差降低 15%左右.

本文研究结果表明了沙尘长波辐射过程在沙尘总体辐射强迫和辐射效应中的重要影响, 特别是对于低层和近地面大气的显著影响, 因而在双向反馈沙尘暴预报模式中包含沙尘长波辐射效应的在线计算对提高模式的预报精度也具有一定贡献.

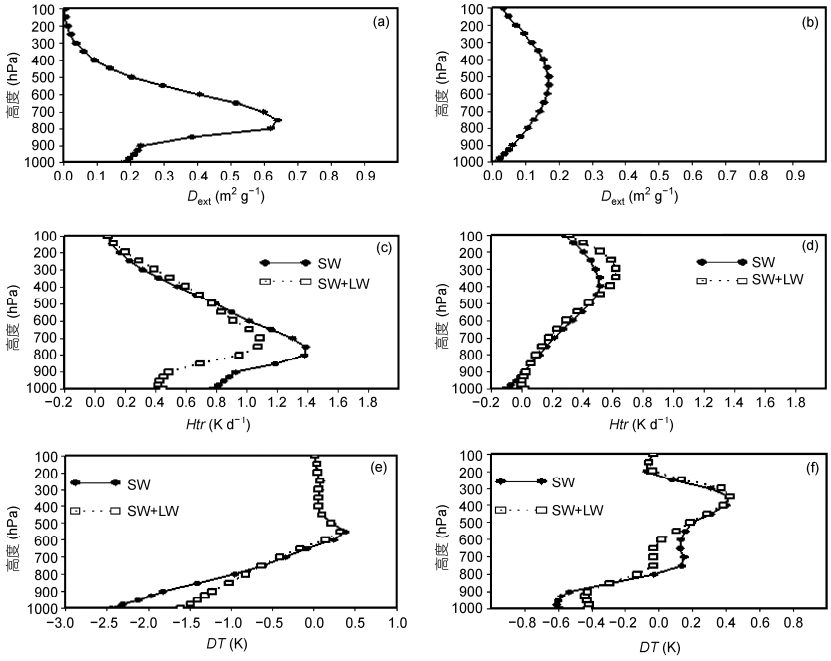


图 1 白天陆地(a), (c), (e)和海洋上空(b), (d), (f)区域平均的沙尘质量消光系数 D_{ext}, 辐射加热率 *Htr* 和温度变化 *DT*

全文见: Wang H, Shi G Y, Zhu J, et al. Case study of longwave contribution to dust radiative effects over East Asia. Chin Sci Bull, 2013, 58: 3673–3681, doi: 10.1007/s11434-013-5752-z