

【Café 速递】潘增新：基于主被动卫星观测的气溶胶-云三维交互及其气候效应研究

核心提示：PM_{2.5}对于我们来说已不再陌生，但你知道它如何影响气候变化吗？我们每天都可以看到云，但你知道云和 PM_{2.5} 如何相互影响吗？它们的交互作用已成为我们全球气候变化评估的最大误差来源。在 GeoScience Café 第 234 期交流活动中，潘增新博士为我们讲解如何利用多源卫星观测研究气溶胶-云三维交互过程，并介绍它们对气候变化的影响。

主持：张艺群 摄影：王雪琴 录像：舒梦 文字：张艺群

>>>人物名片

潘增新，武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室 2019 届博士毕业生，师从龚威教授、毛飞跃副教授。主要从事联合多源遥感卫星观测三维气溶胶-云交互及其气候效应等研究工作。目前发表 SCI 论文 18 篇，其中第一/通讯作者 9 篇，包括 RSE、JGR 以及 JQSRT 等国际顶级期刊，获得国家奖学金、优秀毕业生等奖励和荣誉称号。

>>>报告现场

气溶胶 (PM_{2.5}) 不仅能影响大气环境和人类健康，更能作为云凝结核，显著改变区域降水过程和辐射平衡。先前相关的研究主要基于被动卫星和地面站点观测，而对于气溶胶-云变化及其交互的垂直信息考虑不足，难以精细量化气溶胶-云三维特性及其交互机制。目前气溶胶-云交互已成为全球气候变化评估最大的误差来源。

2019 年 10 月 18 日晚上 7 点，潘增新博士做客 GeoScience Café 第 234 期学术交流活动。他结合自己博士期间的研究成果，为我们讲解如何利用主被动遥感观测和辐射传输模式，分析气溶胶三维传输过程，量化不同气象条件对气溶胶-云垂直交互过程影响，进而评估气溶胶-云垂直交互对辐射平衡和区域季风环流的影响，探讨三维信息对气溶胶-云-辐射-季风交互研究的贡献。同时他还分享了自己读博期间的科研感悟——“一万小时”理论、“刻意练习”理论、“兵贵神速”，让听众受益匪浅。



图 1 潘博士作精彩报告

研究背景

气溶胶 (PM_{2.5}) 是悬浮在大气中的固体和液态 (云) 颗粒的统称。随着人为气溶胶的增加, 气溶胶、云及其交互已经成为全球大气环境污染和气候变化研究中最不确定的因素。气溶胶粒子直径在 0.001-100 μm 之间, 有两种来源, 一种是自然源的气溶胶粒子, 包括海盐、沙尘、火山喷发、森林火灾、生物排放这些自然过程产生的气溶胶粒子; 另一种是人为来源的气溶胶, 包括汽车尾气的排放、工业过程、生物质燃烧等通过生产生活而产生的气溶胶。

气溶胶作为云凝结核, 可以影响云的微物理特性、辐射特性, 同时也可以吸收太阳辐射, 从而蒸发云层。气溶胶-云交互是目前气候变化的最不确定影响因素, 而对三维特征考虑的不充分, 又是气溶胶-云交互影响不确定性的主要来源。

研究数据及原理方法

地面站点观测只能获得近地面一维时间序列数组信息, 被动卫星观测只能获得整层大气积分二维影像信息, 主动卫星观测是获取全球气溶胶-云三维特性信息的最佳手段。CALIPSO、CloudSat 联合观测能提供系统的三维云宏观、微观 (含水量、粒子大小及其数密度) 以及辐射特性。

云辐射强迫是评估云特性及其变化对辐射平衡扰动的最综合的指标，即全天空场景（实际观测）和晴空（无云）场景之间的辐射量的差异，包括短波和长波两部分。云短波反射，导致地表冷却（负辐射强迫），如云遮住太阳；云长波吸收，导致地表加热（正辐射强迫），如多云天晚上比较热。云辐射强迫，是云微物理特性、云的垂直分布以及云相态的综合影响的结果。气溶胶即通过改变上述云特性，从而影响云的辐射效应。水云、混合相态云以及冰云，由于其粒子相态和比例的差异，造成各自的辐射效应，对于气溶胶的影响也各有不同。

气溶胶垂直分布及辐射影响

气溶胶的垂直分布对于整个大气的研究具有重要意义。首先，大气中气溶胶的垂直分布能够影响地球的辐射平衡。气溶胶引起的辐射强迫取决于气溶胶垂直密度廓线、气溶胶光学性质、云分布以及地表反照率和地表高度。通过气溶胶的光学厚度能够推导出颗粒物质量浓度，其中的主要问题和不确定性来源是气溶胶的垂直分布。星载和地基激光雷达观测为我们提供气溶胶的退偏比、色比、光学厚度以及消光系数等光学特征，能够更全面地研究气溶胶的传输问题。

潘增新以我国中东部地区冬季异常抬升气溶胶为例，结合后向轨迹和贡献概率模型分析了该地区气溶胶垂直分布、来源以及辐射影响。

气溶胶-云垂直交互及辐射影响

南亚是全球最大的人为污染区之一，同时具有相对独立的气候系统，气溶胶和人类排放的区域和季节变化显著，是气溶胶-云交互研究的天然试验场。潘增新以南亚地区观测为例，分析了气溶胶-云的垂直交互作用。

气溶胶-水云交互在不同季节有不同的反应。在季风季，气溶胶促进云的形成和发展，增加云垂直发生频率、含水量以及粒子浓度，进一步导致云反照率增加，形成负辐射强迫。非季风季气溶胶对云则为抑制作用，造成正辐射响应。气溶胶-冰云的垂直交互导致冰云光学厚度和含水量减少，同时冰云粒子可能更小更规则。冰云对气溶胶的负响应，与冰云成核机制有关，并受到大气含水量、大气稳定度以及气溶胶类型的影响。在南亚地区，随着气溶胶浓度增加，冰云垂直辐射扰动减弱，并表现在长波辐射加热逐渐减弱，辐射强迫减少。

云三维变化辐射影响及季风反馈

青藏高原是全球变暖最敏感区域之一，水汽、气溶胶以及二氧化碳变化等因

素都可能对青藏高原快速变暖造成影响，目前仍然难以解释当前快速变暖的量级。潘增新以青藏高原变暖为例，分析其中云三维变化造成的辐射影响，发现青藏高原低云覆盖和几何厚度的逐年减少，引起了云垂直辐射扰动的减弱，导致瞬时观测地表入射短波增加，极大促进地表加热。

云垂直结构对季风反馈机制尚不明确，联合 CALIPSO 和 CloudSat 三维观测东亚地区，发现云从南到北沿纬向方向逐渐变少、变低以及变薄，这与季风环流密切相关。云在夏季和冬季造成大气加热，其辐射加热垂直结构促进了东亚季风环流。夏季主要由高云、中层云控制云垂直辐射加热导致的季风环流变化，而冬季主要有低层云控制这一过程。

科研感悟分享

“一万小时”理论。即做任何事情都需要大量的时间投入，科研更是如此。

“刻意练习”理论。仅有时间投入还不够，还需有目的的练习，定义明确的具体目标，制定计划，及时反馈。

“一万小时”是前提条件，“刻意练习”是实现手段。

极简主义原则。减少冗余的，增加有意义的。抛弃低级重复的科研工作，深入思考，抓住事物的本质，大道至简。

博大精深。追求思想上的“博大”，多积累基础和有明显应用前景的知识，只掌握思想，不追求具体技术细节。一旦目标确立，则开始追求细节处的“精深”。

兵贵神速。兵贵速，不贵久。速战速决，容易获胜，久则生变，处处为难。科研需最快推进，逐步优化。



图2 报告现场



图3 会后观众与嘉宾交流

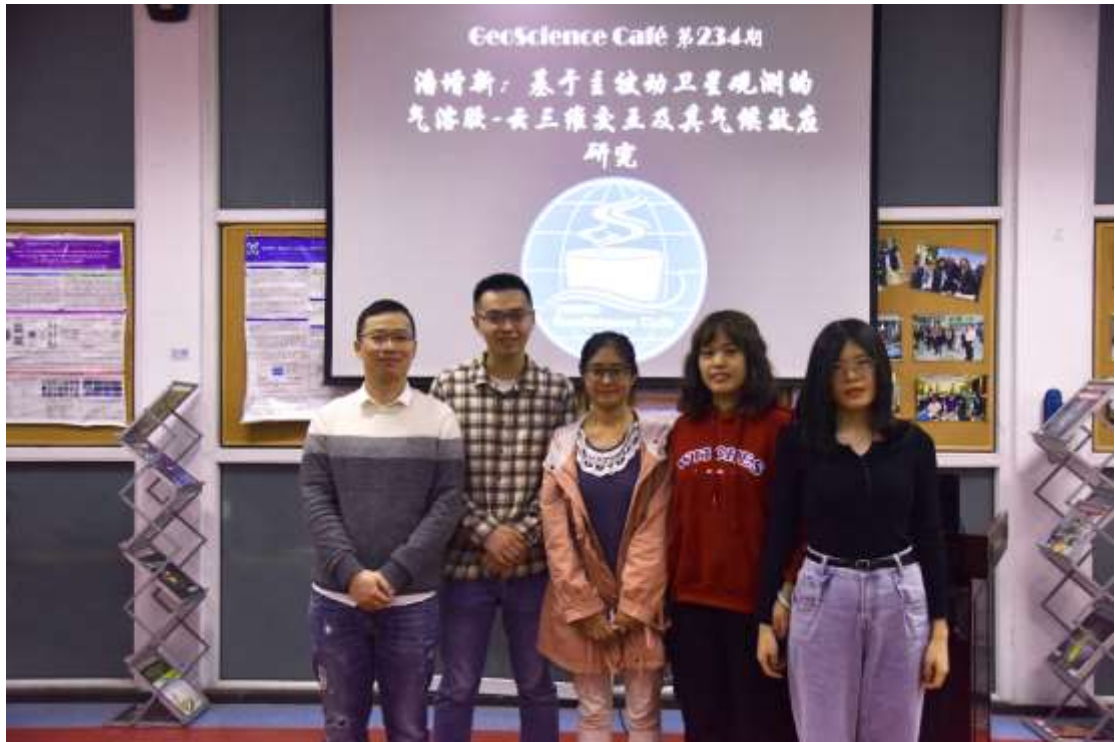


图 4 潘增新（左二）与部分听众、GeoScience Café 团队成员合影留念

GeoScience Café 以“谈笑间成就梦想”为目标，于每周五晚 7:00 在实验室四楼休闲厅，邀请 1-4 位嘉宾，为大家带来学术报告或经验分享。报告内容包括摄影测量与遥感、地理信息系统、导航与定位服务等研究方向，听众可在报告结束后向嘉宾提问、与嘉宾交流探讨，同时每学期还会举办 2 期人文类讲座和 2 场导师信息分享会。每期报告会根据嘉宾意愿在 B 站开设直播，使不能来到现场的听众同步参与。报告 PPT 和视频会在征得嘉宾同意的情况下在 qq 群和 B 站上发布。

更多精彩内容（讲座预告、讲座回顾、报告 PPT、报告视频）敬请通过以下方式获取：



微信公众号



QQ群



B站直播