



为什么控制硫酸盐气溶胶如此重要？ —— 一个在气候变暖问题发挥复杂作用的角色

简报

给中国决策者的气候科学支持服务伙伴关系（CSSP）计划中国项目
研究汇报 01

人造气溶胶（例如由于工业化程度提高而产生的硫酸盐气溶胶）可对人体健康产生有害影响，并且对当今气候的影响越来越大。这会影响，例如降雨模式，进而影响我们的粮食和供水。如果我们能更好地了解硫酸盐气溶胶对气候和健康的影响，今后就能更妥善地制定决策以及处理好气候和空气质量缓解措施的平衡。

气溶胶本是矿物燃料燃烧的排放物，仅可持续数周的时间。对流层中的硫酸盐气溶胶会充当凝结核，导致云量增加。它们也是酸雨的主要来源。当硫酸盐气溶胶到达平流层时，它们会在平流层中停留数月，并对全球气温产生长达一年之久的影响。平流层中的硫酸盐气溶胶会散射来自太阳的辐射并吸收来自地球的辐射，从而产生冷却效果。

硫酸盐气溶胶对中国的影响

健康 – 由于工业化进程的加快，中国已成为人造气溶胶负载量最大的地区之一（Lu 等人，2011 年）。据世界卫生组织（WHO）估计，2016 年的大气污染曾导致全球 420 万人过早死亡，其中 40% 发生在中国（世界银行，2020 年）。

粮食 – 考虑到中国有 40% 的人口直接依赖于农业（世界银行，2019），硫酸盐气溶胶可能会影响亚洲的夏季风和区域性降雨，并对粮食供应产生深远影响（Bartlett 等人，2018 年）。

水 – 在空气污染严重的城市（例如北京），包括硫酸盐气溶胶在内的空气污染物也可能通过被污染的降雨进一步污染水资源，从而加剧水资源短缺问题（Kokkonen 等人，2019 年）。

气候 – 硫酸盐气溶胶可以在局部乃至全球范围内与气候相互作用，引起全球平均气温、极端天气和昼夜温度范围等的变化。（Wilcox 等人，2018 年）。

更好地了解硫酸盐气溶胶带来的影响

- 气候缓解措施可改善空气质量 – 它可减少温室气体（GHG），从而进一步降低人们每天与高浓度空气污染物的接触（Turnock 等人，2019 年）。
- 中国北方地区的干旱与亚洲地区的硫酸盐气溶胶有关 – 亚洲地区的硫酸盐气溶胶导致东亚夏季风减弱，从而导致 20 世纪下半叶中国北方的降水减少（Tian 等人，2018 年；Dong 等人，2019 年）。
- 未来硫酸盐排放途径对气候的短期影响 – 预计在整个 21 世纪，硫酸盐气溶胶的排放量将迅速减少，并导致东亚的夏季风增强。其变化的幅度将取决于未来的排放途径（Wilcox 等人，2020 年）。
- 硫酸盐气溶胶对气候变暖的抵消作用十分有限 – 由于其冷却效果，硫酸盐气溶胶部分抵消了 GHG 导致的变暖。相对于 GHG 导致的变暖，这种冷却效果可能很微弱，并且只能起到局部且暂时的缓解作用（Luo 等人，2020 年；Wilcox 等人，2020 年）。



北京，（图片来源：Brady Bellini 发表于 Unsplash）



对决策者的影响

中国正在采取重要的措施应对空气污染问题，从而在实现社会经济快速发展的同时
大大改善空气质量，具体措施如下：

- 升级工业和住宅能源 (Crane 和 Mao, 2015 年)
- 采用先进技术 (新华网, 2019 年)
- 开展全球合作 (世界银行, 2020 年)

但是因为中国一些大城市的污染物浓度超出了 WHO 的指导值，我们还需要做更多事情。如果硫酸盐气溶胶广泛而复杂的影响没有被充分考虑 (例如，硫酸盐气溶胶与 GHG 之间的竞争，中国排放量减少与印度排放量增加之间的相关性)，那么它不仅可能加剧雾霾事件以及粮食和水的短缺问题，也可能削弱在健康方面通过控制空气污染实现的成就。



上海的空气污染 (图片来源: Photoholic 发表于 Unsplash)

中国已经在实现社会经济快速发展的同时大大改善了空气质量。自 2013 年实施《大气污染防治行动计划》以来，气溶胶排放量大大降低：与 2013 年相比，2017 年二氧化硫 (SO₂) 减少了 59% (Zheng et al., 2018)。

一个妥善的硫酸盐气溶胶的处理策略必须足够全面，并且应考虑以下建议：

- 继续实施**空气污染控制策略**。如果气溶胶排放量持续下降，，即便未来可导致形成雾霾事件的天气出现得更频繁，雾霾事件 (例如北京) 的严重程度也一定会有所降低 (Zhang 等人, 2020 年)。
- 继续投资于**排放监测系统**，例如，建立和维护排放监测系统和气候影响的国家级网络。
- 为**全球合作**提供进一步的支持和资助，例如，世界银行计划。
- 在促进经济增长、改善空气质量和稳定未来气候等**竞争性挑战**之间寻求平衡，尤其是对于像中国这样贫困人口总数较多的发展中国家而言。
- **与缓解措施**互相结合 – 空气质量控制和气候缓解措施需要同步进行。
- 考虑硫酸盐气溶胶对气温的**有限抵消性** – 这种抵消作用只会在短期内对区域性气候产生影响，因此不能被视为气候缓解措施。
- 测试并采用**新的尖端技术**来提高能源使用效率、监测气候变化并控制降雨污染。
- 参与**气候服务的开发**，例如，英国国家气象局研发的十年原型气候服务不仅可用于控制空气质量并预测霾天气指数，还可为下游用户提供定制化服务。
- **提高公众**对硫酸盐气溶胶危害的认识：着重向他们强调减少生活中气溶胶排放所能带来的益处来赋能民众的认识。

延伸阅读：

Crane K, and Mao Z. (2015). https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR861.html

Bartlett et al. (2018). <https://doi.org/10.1007/s00382-017-3726-6>

Dong et al. (2019). <https://doi.org/10.1007/s00382-019-04698-0>

Kokkonen et al. (2019). <https://doi.org/10.5194/acp-19-7001-2019>

Lu et al. (2011). doi:10.5194/acp-11-9839-2011

Luo et al. (2020). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab6b34>

Tian et al. (2018). <https://doi.org/10.1007/s00382-018-4105-7>

Turnock et al. (2019). Doi: 10.1088/1748-9326/ab4222

Wilcox et al. (2020). <https://doi.org/10.5194/acp-2019-1188> (In Press)

World Bank, (2019). <https://data.worldbank.org/indicator/SP.RUR.TOTL.ZS>

Xinhua Net, (2019). http://www.xinhuanet.com/fortune/2019-06/05/c_1124588176.htm (in Chinese). Wilcox et al. (2018). <https://doi.org/10.5194/acp-2018-980>

World Bank, (2020). <https://www.worldbank.org/en/results/2020/05/07/breathing-easier-supporting-chinas-ambitious-air-pollution-control-targets>

Zhang et al. (2020). <https://doi.org/10.5194/acp-2020-957>, in review

Zheng et al. (2018). <https://doi.org/10.5194/acp-18-14095-2018>



www.viewpoint-cssp.org