

[气候变化的故事]

云的气候变化故事

文_叶 谦

叶谦，博士，曾任中国气象科学研究院兼职研究员、中国气象局华风影视集团高级顾问、世界气象组织北京 2008 年奥运会预报演示项目社会经济影响评价课题首席科学家。现任国际全球环境变化人文影响中国委员会（CNC-IHDP）副秘书长、国际全球环境变化人文影响计划（IHDP）主任特别顾问，IHDP 核心计划综合风险防范计划执行主任。研究领域包括：卫星气候学、气候变化的社会经济影响及全球变化等。



图 1 暴风雨来临前的积雨云

云是最常见的天气现象。云多变的形状、颜色，与不同地区、不同季节、一日中不同时间的自然环境相配合，给文学艺术家们提供了丰富的意蕴和抒发情怀的创作素材。著名作家老舍在《骆驼祥子》中有这样一段描述：

“灰天上透出些红色，地与远树显着更黑了；红色渐渐的与灰色融调起来，有的地方成为灰紫的，有的地方特别的红，而大部分的天色是葡萄灰的。又待了



图2 放飞气象气球测定云层

一会儿，红中透出明亮的金黄来，各种颜色都露出些光；忽然，一切东西都非常清楚了。跟着，东方的早霞变成一片深红，头上的天显出蓝色。红霞碎开，金光一道一道的射出，横的是霞，直的是光，在天的东南角织成一部极伟大光华的蛛网：绿的田、树、野草，都由暗绿变为发光的翡翠。老松的干枝上染上了金红，飞鸟的翅儿闪起金光，一切的东西都带出笑意。”

在这段文字中，虽然读者没有看到一个“云”字，但老舍所描绘的美丽多变朝霞却是只有在有云时才会出现！如果说老舍是借多变的霞光来赞美云，那么，唐代诗人李贺的《雁门太守行》中最为著名的一句“黑云压城城欲摧”则形象地描述云与风之间的关系。而唐代杜甫深叹人情世态反复无常所写下的“翻手作云覆手雨”（——杜甫《贫交行》），更是一个伟大艺术家在对自然世界深刻认知的基础上，从文学角度对云与降水之间演变关系的揭示。这真是：千变万化非我意，五颜六色是它情，此生唯愿漫天舞，化雪化雨是缘根。

文学家笔下所描述的丰富多彩、变化多端的云，对今天拥有现代化观测手段的科学家而言，却是目前气候变化研究中最大的挑战之一。

经过过去数十年的观测研究，气候学家们发现，以往不被大气科学界所重视，在天气预报模式中往往被忽略的云，对局地 and 全球气候变化起着重要作用。地球作为太阳系乃至银河系中唯一适合人类居住的星球，稳定适宜的地面温度是最基本的保障之一。而这正是大气和大气中的云通过改变输入（太阳短波辐射）和输出（地球向太空的长波辐射）两个方向上的能量流动来实现的。

一般而言，由于低空云能反射相当多的太阳辐射而冷却效果最佳。高空云则具有相反的效应，它允许入射的阳光透过，但能有效地捕获试图逃逸的地球热量。从理论上讲，大气中的水气量会随着温度上升而增加。但科学家发现，水气凝结后所形成的云，一方面在风和热力作用下在不同高度上发生令人眼花缭乱的复杂变化，而另一方面，云自身的组成、地理位置和海拔高度对其所在地区

的天气、气候可以造成不同影响。遗憾的是，目前最先进的计算机模式也还难以预测云层的位置和类型。

在联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）最新的评估报告中，云的气候效应也再次被列为气候变化所面临的最大的不确定因素之一。虽然多数科学家认为，从总体看，云层可能具有中性效应，或者会放大气候变暖效应，但在今后相当一段时间，云层的作用尚不清楚，对云的观测和模拟研究是现代大气科学的一个重要领域（图2）。

为了更好地了解全球气候变化，为政府决策者提供科学支撑，科学家不但要更好地理解云层在微观尺度上是如何形成的，云层在不同大气条件下如何变化，以及云层对温度升高以后的敏感性如何等问题，更要加强对人类活动所造成的影响的研究。例如，人们大量燃烧煤、石油、秸秆，以及各种车辆运行排放的废气，都会在大中形成大小不一的颗粒，并进而影响云在不同地区和不同高度的形成。这些粒子，科学家称之为气溶胶，与云之间的相互作用可能会放大或抑制气候变化。



图3 人类排放产生的气溶胶与云的相互作用

需要指出的是，尽管对云的研究还有待于通过更多观测数据的累积来降低不确定性，这也可能还需要数十年时间，但通过人类行为改变，减缓气候变暖，避免可能发生的巨灾风险却是刻不容缓的。因为即使我们今天停止一切向大气中排放二氧化碳的活动，要想使其恢复到过去的正常水平也至少需要数百年。■