

碳卫星与全球碳测量

■ 王婷波

进入21世纪以来,中国、欧洲、日本、美国先后发射了碳卫星(见表1)。欧洲于2002年3月1日发射的极轨对地环境观测卫星Envisat (Environmental Satellite) -1 载有SCIAMACHY (SCanning Imaging Absorption spectroMeter for Atmospheric CHartography), 是第一个能精确测量二氧化碳和甲烷浓度的卫星传感器。

日本于2009年1月23日发射了全球首颗专用温室气体观测卫星GOSAT-1, 卫星只搭载了一个红外及近红外碳传感器, 还包括两个光学遥感单元: 傅里叶变换光谱仪(FTS)、云和气溶胶成像仪(CAI), 二者合称为热和近红外碳观测传感器(TANSO)。傅里叶变换光谱仪用于温室气体探测, 可以测量太阳短波辐射

和热红外辐射, 继而反演得到温室气体的信息。2018年10月29日日本又成功发射了“IBUKI-2”(GOSAT-2), 可获得更高精度的温室气体观测值。

美国于2009年2月24日尝试发射OCO-1轨道碳观测卫星, 发射升空数分钟后出现意外导致失败。2014年7月2日成功发射OCO-2卫星, 这是美国第一个用于监测地球大气二氧化碳水平的卫星, 主要任务是绘制完整的大气二氧化碳地理分布图。

2016年12月22日, 我国碳卫星(TANSAT)发射成功, TANSAT携带高光谱与高空间分辨率二氧化碳探测仪等探测设备, 2017年10月24日, 碳卫星数据正式对外开放共享。

表1 二氧化碳浓度观测卫星

卫星	所属国家/组织	发射时间	功能
1 Envisat -1 已退役	欧洲	2002年	包括合成孔径雷达、中度解析成像光谱仪、先进同轨扫描辐射计和成像光谱仪等卫星传感器。成像光谱仪是第一个能精确测量二氧化碳和甲烷浓度的传感器。
2 Gosat-1 在轨	日本	2009年1月	搭载一个红外及近红外碳传感器和两个光学遥感单元, 其中傅立叶变换光谱仪用于温室气体探测、云和气溶胶成像仪同步收集云和气溶胶信息。
3 OCO-1 发射失败	美国	2009年2月 发射失败	
4 OCO-2 在轨	美国	2014年7月	由三台高分辨率光栅光谱仪组成, 进入光谱仪的阳光将穿过大气两次, 一次是从太阳传播到地球, 另一次是从地球表面传播到光谱仪, 用来测量从地球表面反射出来的阳光, 从而对二氧化碳进行精确测量。
5 TANSAT 在轨	中国	2016年12月	携带高光谱与高空间分辨率二氧化碳探测仪、多谱段云与气溶胶探测仪等探测设备。大气二氧化碳反演精度优于4 ppm。
6 IBUKI-2 (Gosat-2) 在轨	日本	2018年10月	主要传感器与GOSAT-1一样, 但在观测精度有所提升。此外还具备监测一氧化碳浓度的能力。
7 OCO-3 在轨	美国	2019年5月	由三台高分辨率光栅光谱仪组成, 使用一种新的“快照”模式, 两对镜子在两个互补的方向上旋转(一个与地球表面平行, 另一个垂直), 使得OCO-3可以指向视野内的任何地方, 捕获详细的二氧化碳地图。还可采集大气二氧化碳的空间测量数据; 是第一个测量太阳诱导荧光(SIF)的仪器。

(作者单位: 中国气象局气象干部培训学院)