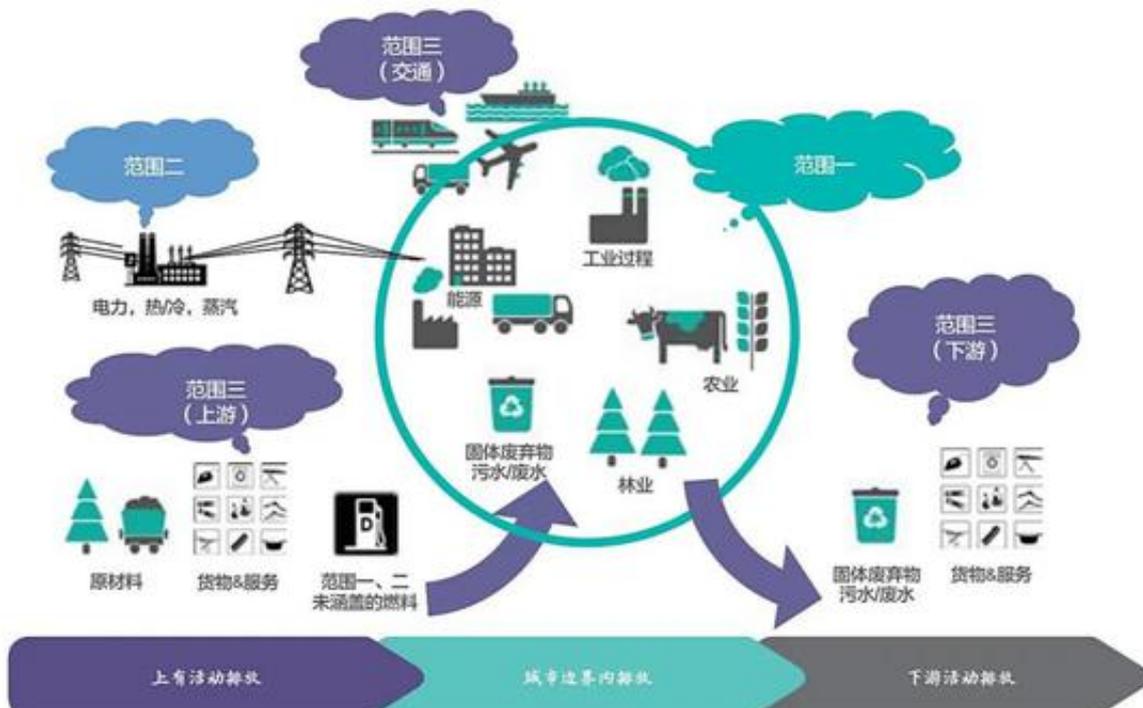


城市二氧化碳排放从哪儿来？

20世纪以来，随着工业化进程的快速发展，人类社会正经受剧烈的气候变化，其最明显的标志之一就是温室气体（CO₂是最主要的温室气体之一）浓度的快速升高，这主要是人类大量燃烧化石燃料产生CO₂（化石源CO₂）造成，而其中约有70%的化石源CO₂排放发生在城市。

另一方面，我国城市化正以前所未有的速度和规模发展着，对未来气候变化及政府碳减排政策的制定必然会产生重要影响。早在2014年，美国国家标准计量局和航空航天局就已经部署了“大城市群碳排放”研发计划，城市层面的温室气体减排行动逐渐成为各国应对气候变化的主要手段之一。因此，建立我国的CO₂城区监测体系是非常有必要且迫切的。

但要想监测城区CO₂的来源，就得站得高，看得远。

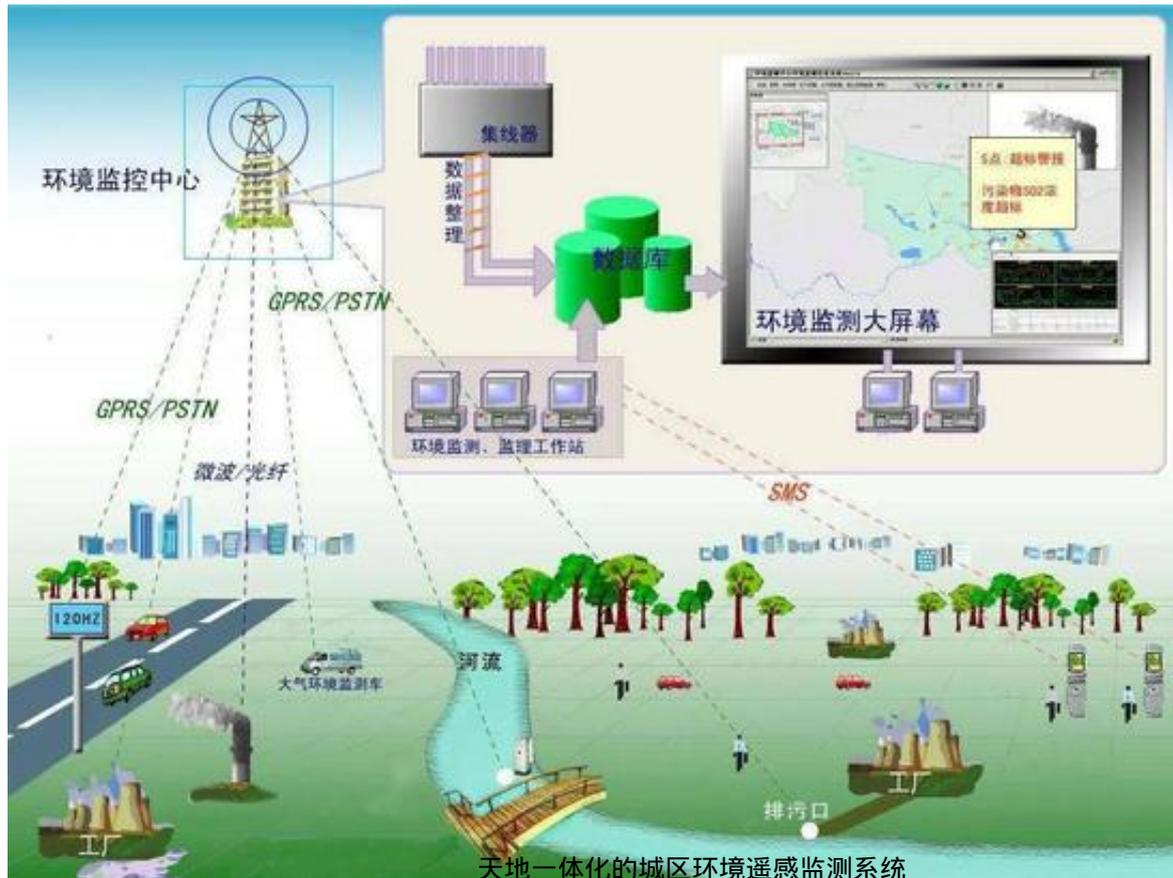


城市温室气体排放源及“范围”示意图（图片来源：《城市温室气体核算工具指南》）

CO₂城区监测的第一种方法是建立起地面观测系统，如高塔站（如325m高的北京气象观测铁塔）、地面站等，利用数据反演算法、数据质量控制和检验方法等，获取高精度城区CO₂浓度数据。

CO₂城区监测的另一种方法是通过卫星遥感反演。与传统的地基观测方法相比，它具有连续、稳定、大尺度观测等优点。

在以上两种方式的基础上，可建立天地一体化的城区大气碳浓度定量遥感监测系统，基于国内和国际卫星观测数据，结合地基验证资料，运用综合的反演和资料同化方法实现城市区域高精度碳浓度测定。



我们知道，引起CO₂浓度波动的因素既有自然的（如植物光合作用、呼吸作用），也有人为的（如使用化石源CO₂排放）。但目前，无论是卫星遥感技术还是地面的温室气体观测，都只能获得大气CO₂浓度，无法直接获取化石源CO₂相关信息。

谁能来解决这个难题？

你可能没想到，功臣不是万里之外的高空卫星与地面站精密的测量仪器这样的“专家”，却恰恰是路边最不起眼的狗尾巴草！

其实，平凡的狗尾巴草也曾不凡——在古代就曾发挥过巨大的作用。《左传》上记载过这么一个故事：春秋时，晋国的魏武子在生病时，曾嘱咐他的儿子，在他死后，把一个没有生过儿子的妾嫁出去。后来魏武子病重，又告诉儿子在自己死后让妾陪葬。魏武子死后，儿子觉得父亲病危时的嘱咐可能是神志不清时的胡言乱语，便依照他以前的吩咐把妾嫁了出去。后来，儿子领兵和秦国打仗，看见战场上有个老人把遍地的狗尾巴草都打成了结子，缠住秦军的战马，儿子也因此获胜并俘虏了秦将。当夜，儿子做了个梦，梦见在战场上给狗尾巴草打结的老人自称是那位出嫁妾的父亲，是以此来报恩的。这也是成语“结草衔环”的典故之一。

言归正传，狗尾巴草又怎么担当起监测二氧化碳的重任？

这就要说到它

除了打结外的“本能”——光合

作用。狗尾巴草在进行光合作用过程中，会将大气CO₂转化成碳水化合物存储在体内。在这个过程中，CO₂的¹⁴C“信号”

（碳的一种

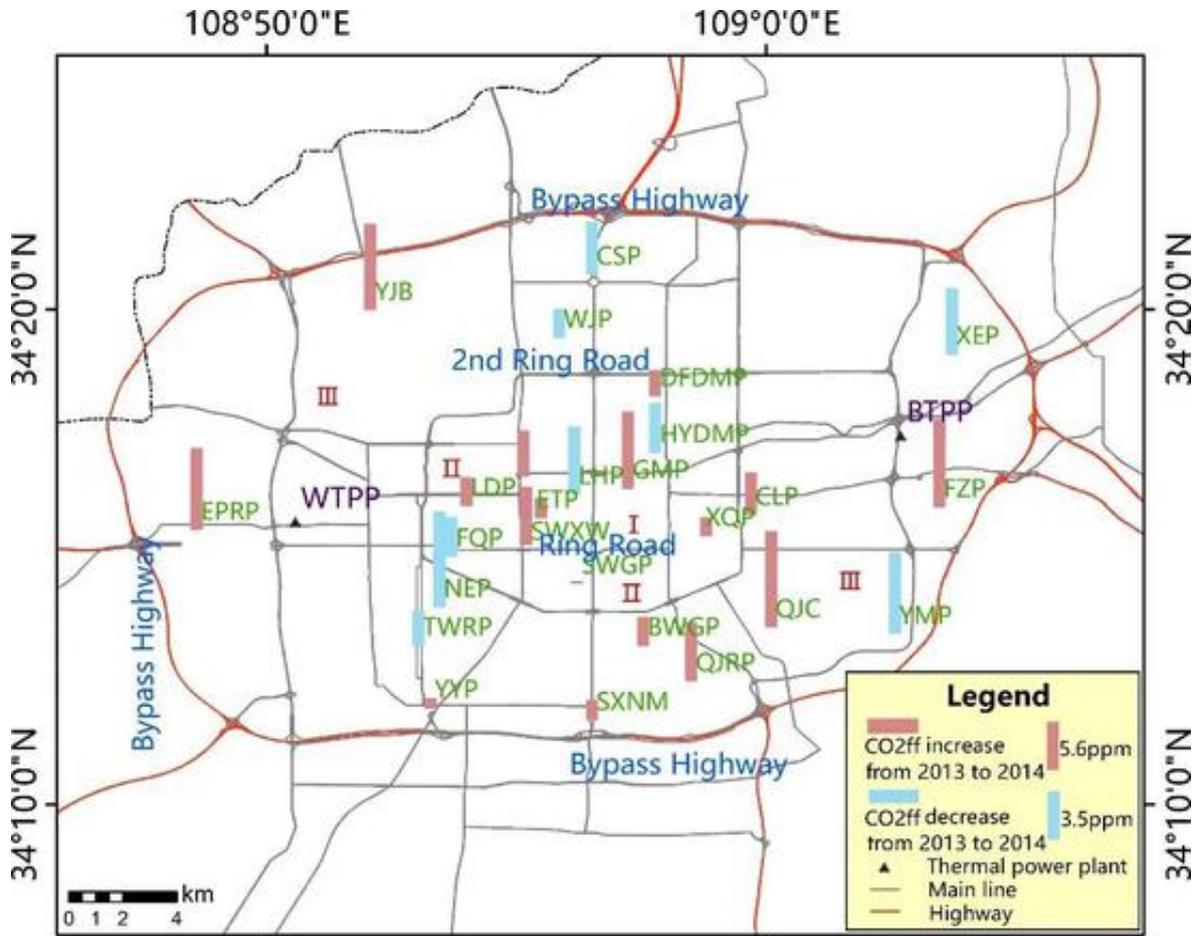
具放射性的同位素）也会被“同步记录”在狗尾巴草中。因此，狗尾巴草就掌握了其生长期内大气¹⁴CO₂变化的秘密。

研究人员将城市不同区域狗尾草采集回来后，利用加速器质谱仪（AMS）分析其叶片（光合作用的主要场所） ^{14}C 水平，然后根据相关方程就能计算出化石源 CO_2 的量了，从而“轻易”获取到了城区化石源 CO_2 时空变化特征，免去了带着仪器四处奔波的辛劳。

如今，狗尾巴草已经在监测城区碳排放中起到了关键作用。

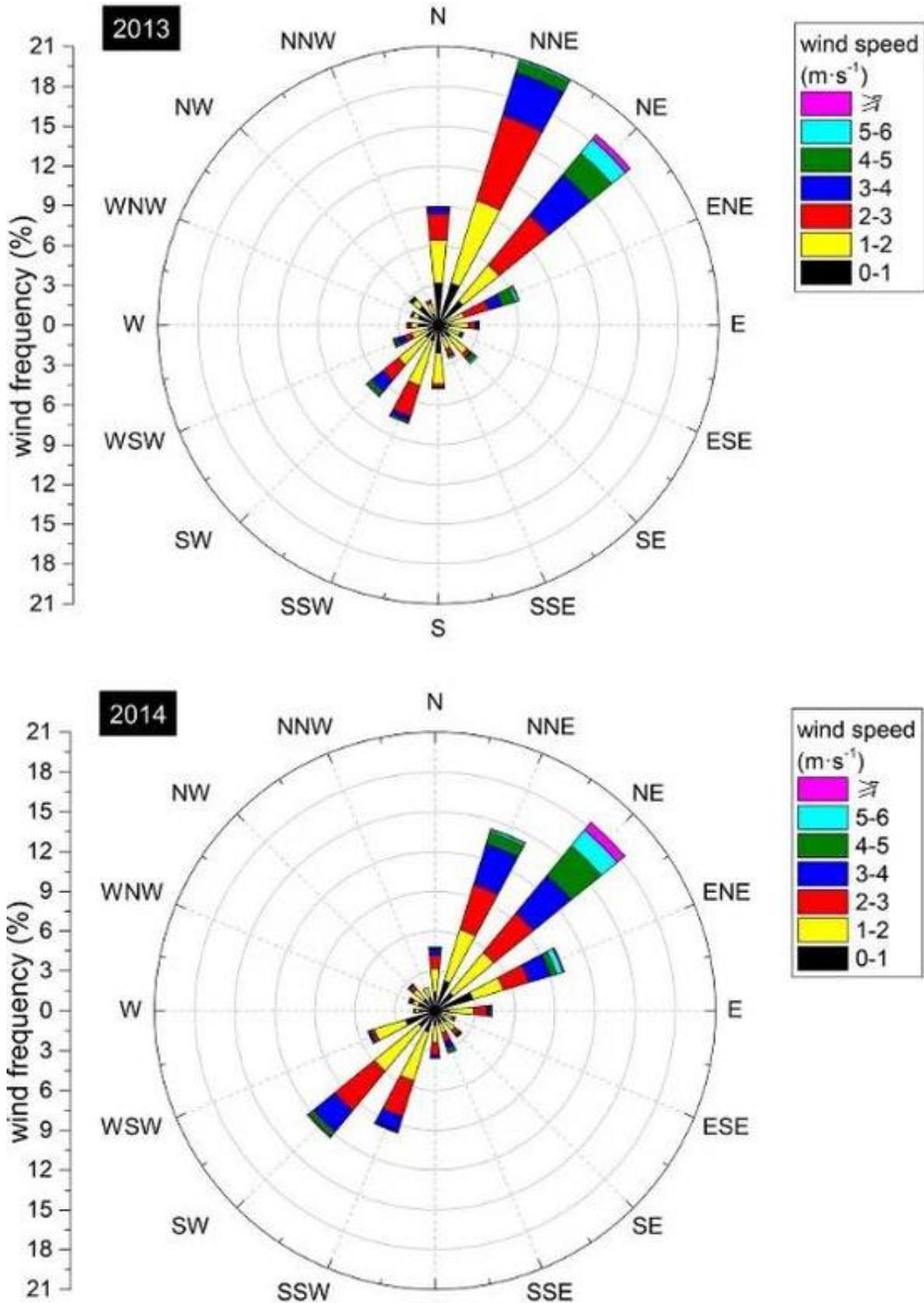
中科院地球环境研究所周卫健院士团队就以陕西省西安市为研究地点，利用2013年和2014年在西安中心城区采集的26个地点的狗尾草样品，利用3MV加速器质谱仪（AMS）测定其 ^{14}C ，再根据质量平衡方程获得了西安市化石源 CO_2 浓度连续两年的时空分布。

该研究发现，2013年西安中心城区化石源 CO_2 浓度变化范围为15.9-25.0 ppm；2014年，化石源 CO_2 波动浓度有所增大，为13.9-33.1ppm；环城路以内、环城路-二环及二环-绕城高速三个区域内化石源 CO_2 平均浓度没有显著差异；化石源 CO_2 的年际变化差异显著，但市区东北角化石源 CO_2 浓度始终处于较低水平。



2013到2014年化石源 CO_2 浓度变化，浓度增加（减少）用红（蓝）色表示，引自Xiong et al. , 2020

他们进一步分析，发现机动车尾气和居民生活排放对西安中心城区大气化石源 CO_2 浓度空间分布影响较市区的两座热电厂大，而化石源 CO_2 来源的变化很可能受控于西南风。



2013、2014年4-9月风玫瑰图，引自Xiong et al. , 2020

相关成果发表在 *Advances in Atmospheric Sciences* 最新一期的“温室气体监测专刊”上。

在碳监测方面，狗尾巴草算得上是“平凡中的英雄”。在它的帮助下，我们的研究能为碳减排政策的制定、减排效

果的评估以及服务低碳经济发展等提供关键的科学依据，而这一切，都将为一个更好的中国，甚至更好的地球服务。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/news/159182.html>