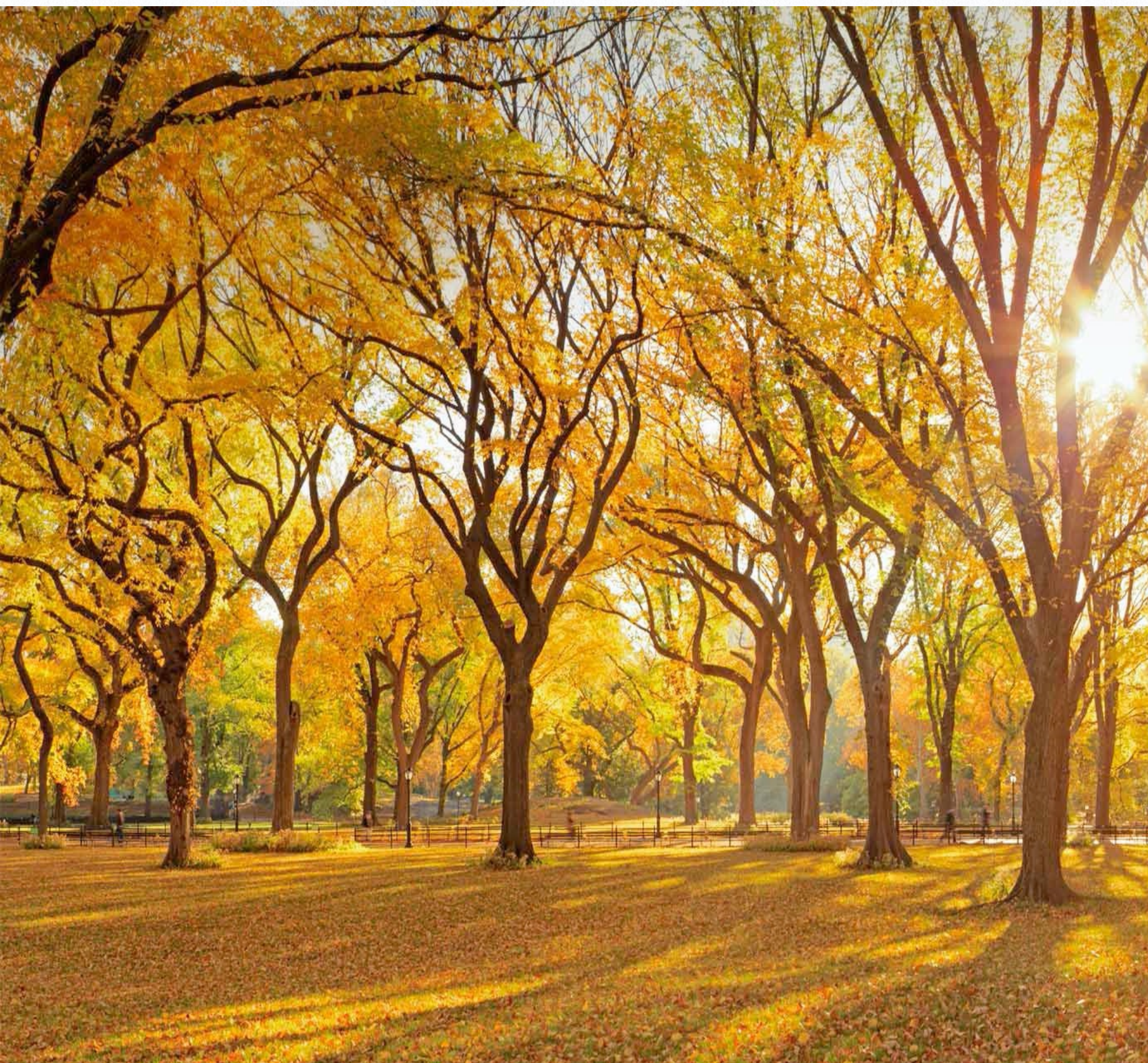


2020.11

跬步集

不积跬步，
无以至千里。
-荀子



2020.11

跬步集

不积跬步，
无以至千里。
-荀子



才华有尽



作为马伯庸的铁杆书迷，亲王最近的新作《两京十五日》上市，自是要支持一波。买来花了两天的时间迅速读完，却没有了当初的惊艳和手不释卷：这根本就是“长安十二时辰”的姊妹篇嘛！一样的皇权动荡，一样的小人物拯救天下苍生，旁边还是一样的有位美女作伴。非但如此，最后的结尾甚至有些矫揉造作不合逻辑，给人狗尾续貂之感。

从长安变成了两京，由一男主一女主演作二男一女，时长也从十二时辰加到了半个月，我看保不齐下一部作品就叫“四大天王环游

中国三十日”了。这自是玩笑话，但结合亲王最近的身体状况和出席各类签售访谈之流活动的频率，让人难免心生疑惑：他还在认真写吗？他真的江郎才尽了吗？

才华有尽么，我想这是一个复杂而相对的问题。我曾将才华比成一个水池：有输入和输出的两个龙头，水池的水自然是有限的，在一段时间内如果进水的龙头开的总是比出水龙头小，那水池自然很快见底；可当进水龙头被拧大一些后，这水位也还是会涨回来的。

才华有尽，而学无涯。

村上春树在《我的职业是小说家》中写道他每天四五点钟起床，而后伏案写作四个小时，之后便出门长跑，晚上九点上床睡觉。他特别提到每天只写4000字，不多不少，如此规律生活四十年。将才华变成职业，合理的规划与规律的使用，这是一种态度和解答。“乐队的夏天”里我最欣赏的乐队—重塑雕像的权利主唱华东也曾这样表达：我不相信灵感这东西，我只信任日积月累的积累。将天赋和才华压抑成日复一日的枯燥累积，这亦是种解决方案。

在一段有限的时间内，我想才华必然有尽，可从长远来看，我信奉即便才华有尽，而学无涯。

人常常是好吃懒做的，因贪恋一晌的欢愉而忘记了去拧开那进水的龙头，久而久之便锈死不开了，便只能感叹江郎才尽时不我予，便只会抱怨周遭环境，抱怨生不逢时，成了个只会羡慕嫉妒的loser。

与其总是感慨生活欺骗了你，不如想想生活为啥没骗别人；与其一直哀叹岁月不饶人，不如喊上一句我亦未曾饶过岁月。

很多时候，我们差的只是狠下心来的一拧。

用力拧，别松手。

主编伯龙

REVIEW

两年来发表的苯多羧酸法相关文章摘要速览

孙悦



本期跬步集，我将为大家介绍一下近两年所发表的苯多羧酸（Benzen Polycarboxylic Acid, BPCA）相关的文章。在2018-2020这两年，关于BPCA的文章一共有20篇。我将这20篇文献分为五部分，第一部分的文章是应用于土壤样品方向的（后附表1，共6篇）、第二部分的文章是应用于生物质样品方向的（后附表2，共5篇）、第三部分的文章是应用于水样方向的（后附表3，共4篇）、第四部分为描述方法的文章（后附表

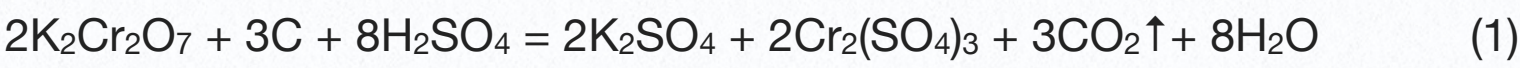
4，共2篇），第五部分为关于BPCA的综述（后附表5，共3篇）。

BPCA方法最初用来表征土壤样品中的黑碳含量。表征黑碳的方法有很多种，不同的样品可以使用不同的表征方法。我们可以将这些方法划分为五类，分别是物理方法（Physical Techniques, PT）、化学氧化法（Chemical Oxidation Technique, CTO）、热解法（Thermal Techniques）、光谱法

根据被测样品的性质、所需要的成本、仪器获取的便捷程度、所需结果的精确程度选择不同的方法。

(Spectroscopic Techniques) 和分子标志物法 (Molecular Marker Techniques)。根据被测样品的性质、所需要的成本、仪器获取的便捷程度、所需结果的精确程度选择不同的方法。没有一种方法是绝对理想的，但是这些方法的精确度和重复性都是可靠的。物理分析法不会破坏样品的结构，依赖简单的密度或分子大小的差异作为测量稠合芳环有机物质 (POM) 的基础。化学氧化法包括重铬酸钾氧化法 (Dichromate Oxidation)、高锰酸钾氧化法 (Permanganate Oxidation)、过氧化氢氧化法 (Peroxide Oxidation)、亚氯酸钠氧化法 (Sodium Chlorite Oxidation)、四氧化二钌氧化法 (Ruthenium Tetroxide Oxidation, RTO)、紫外氧化法 (UV Oxidation)、硝酸氧化法 (Nitric Acid Oxidation) 等等。化学氧化法利用氧化剂除去不稳定的碳元素 (例如有机碳)，留下稳定的碳元素 (例如黑碳)。重铬酸钾氧化法是量化土壤和沉积物中黑碳的最常用的方法，以这种方法为例，通过公式 (1) 可以算出被氧化的黑碳的含量。需要注意的是，有时一些有机碳会在氧化中保存下来，导致黑碳含量的高估。热解法包括烧矢量法 (Loss on Ignition, OLI)、热化学氧化法 (Chemo-thermal Oxidation, CTO)、热重法-差示扫描量热法 (Thermogravimetry-differential Scanning Calorimetry, TG-DSC)、热光透射/反射法 (Thermal-optical Transmittance / Reflectance, TOT/R)、催化加氢法 (Hydrogen pyrolysis, HyPy)、多元素扫描热分析 (Multi-element Scanning Thermal Analysis) 和热梯度法 (Thermal Gradient Method, ThG)。这些方法利用 POM 相对于其他组分的较好的热稳定性，加热过程中被保留下来，从而得到 POM 的含量。光谱法包括核磁共振光谱法 (Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy, NMR)、中红

外光谱法（Mid-Infrared Spectroscopy, MIR）、芘荧光损失法（Pyrene Fluorescence Loss, PFL）和近缘X射线吸收光谱法（Near Edge X-ray Absorption Fine Edge Structure Spectroscopy, NEXAFSS）。光谱法的优点是不用破坏样品结构就可以表征POM的芳香结构，但要与其他方法连用才可以测定POM的含量。分子标志物法包括苯多羧酸法（Benzene Polycarboxylic Acid, BPCA）和裂解气象色谱-质谱分析法（Pyrolysis Gas Chromatography-mass Spectrometry, Py-GC-MS）。分子物标志法是在一定的条件下，将大的分子转换为小分子，通过计算小分子的含量推断母体分子的含量，但这种方法会破坏样品结构。



每种方法都有其优点及缺点（表6），在测定样品时，需要根据实际样品情况来选择不同的方法。

表6 测量黑碳含量的方法优缺点总结		
	优点	缺点
NMR	不破坏样品结构，定量评价芳香性和芳香度	贵，对芳香性的评价有可能有误差。
热光法	所测定的BC连续体范围最广，可以用于同位素分析	无法用于土壤，水体等环境样品的测定。
CTO-375	适用于高稠合度的BC分子	BC含量可能因为不同程度的催化氧化而被低估，或者OC的碳化而被高估。
催化加氢	适用于苯环个数高于7的，稠合度较高的BC连续体。可以同时实现BC和OC的分离，收集，定量及同位素分析，实现OC碳化的最小化	在空气样品上的应用非常有限。
重铬酸钾	方便，便宜	需要进一步验证这个方法的可行性。
BPCA	直接定量稠合分子，直接针对稠环结构，提供稠合分子的芳香度和芳香性,可用于单分子同位素分析	不适用于高稠合度芳香碳；换算系数不统一；不同实验室分析差异性较大。

接下来，我将为大家介绍一下BPCA方法在土壤样品中的应用。Benjamin等人将BPCA方法与PAHs测量相结合，对不同来源的土壤样品（主要是热解来源和成岩来源，共62种样品）进行解析。作者在其研究中提出了PAH烷基化指数的概念，将其定义为 $\sum C_0 / (\sum C_0 + \sum C_2)$ ，

其中C0指所有的母体PAHs，C2指的是两个烷基取代的PAHs。结合稠合芳环度（B6CA/BPCA）的定义，对所测样品进行了源解析。作者将所测样品进行来源解析，最终将样品分为热解来源、成岩原因来源及两者混合来源（图1）。表7为本人对图1进行归纳总结。最终，作者结合PAH烷基化指数和稠合芳环

度，建立了鉴定土壤及沉积物样品中PAH源解析（热解来源、成岩来源、混合来源）的分析方法。但是在未来的研究中，需要更多的样品来对这个方法进行验证，尤其是需要热解来源样品中的燃烧灰烬和黑碳的纯样品。

下面为大家介绍BPCA方法在生物炭中的应用。潘波老师课题组将BPCA方法应用于生物炭，目的是为了表征其含量及特性。其中生物炭是由秸秆、花生壳、木材等生物质在缺氧的情况下经过高温裂解产生的芳香化的固态物质。这些物质具有很高的孔隙率、较大的比表面积以及大量的酚基、羧基和羟基等含氧官能团。这些含氧官能团可以改善土壤的理化性质。生物炭在土壤改良、温室气体排放及污染控制领域有巨大应用潜力。通过开发多种生物炭改性技术，利用物理、化学、生物等方法来提升生物炭的功能。虽然生物炭比较稳定，但是在生物和微生物的长期作用下会老化，物理和化学性质会发生改变。同时，生物炭与有机质相互作用极其复杂，不仅包括各种吸附机制，还包括生物炭对有机物的降解。潘波老师课题组将BPCA方法用于生物炭性质的描述。例如，B6CA/BPCA的比值不仅可以指示母体分子的稠合程度，还可以推演其热解温度。我们可以根据BPCA单体的比值描述生物炭的来源及老化后

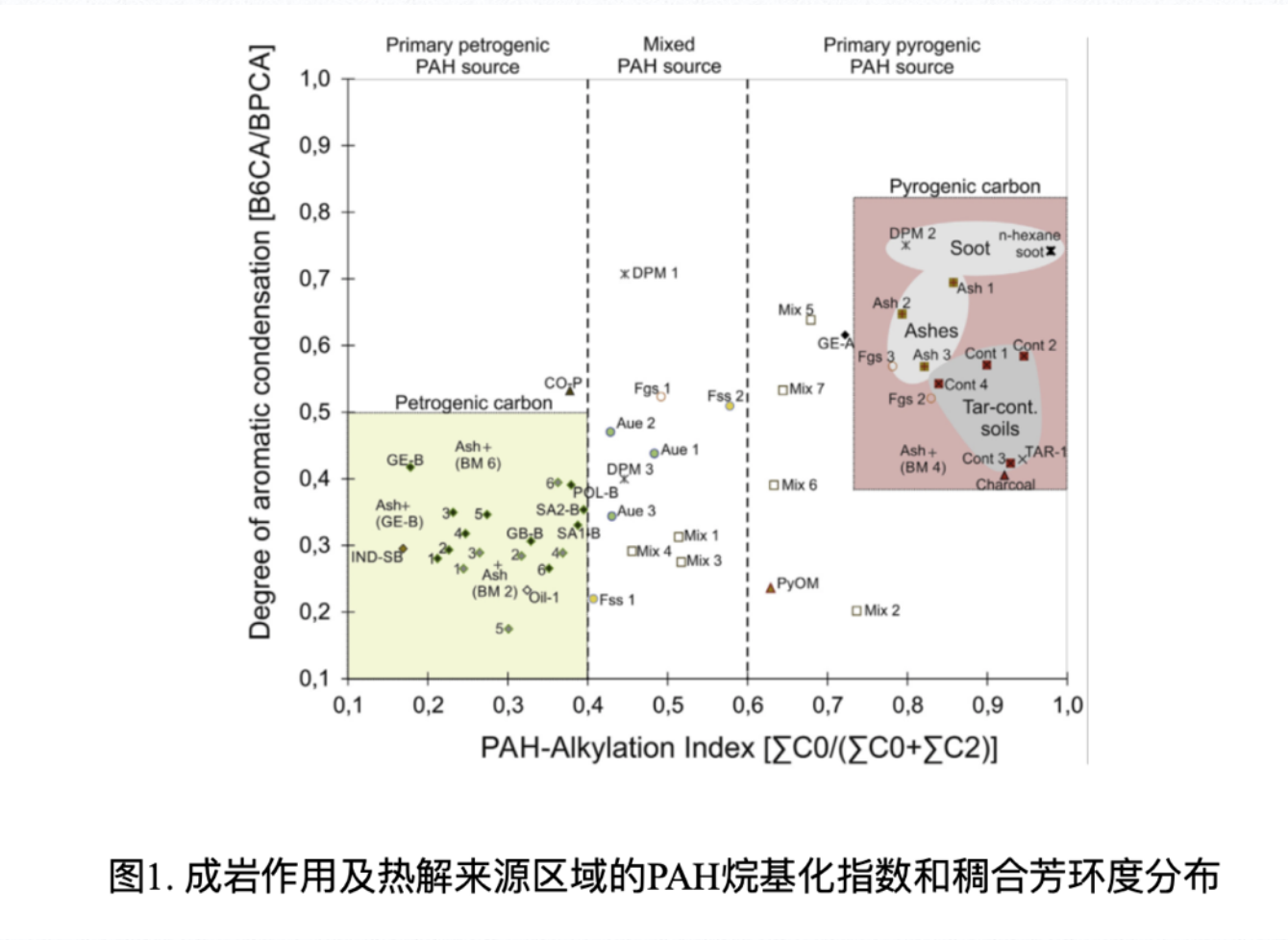


图1. 成岩作用及热解来源区域的PAH烷基化指数和稠合芳环度分布

可以根据BPCA单体的比值描述生物炭的来源及老化后的性质。

表7. 对图1进行归纳

样品	PAH烷基化指数	稠合芳环度
烟煤，原油，包括矿渣的土壤样品以及煤灰（含煤）	<0.4	< 0.5
焦油的土壤，以及焦油，黑碳以及燃烧灰烬	0.75-1	0.4 < 焦油 < 0.6
		0.7 < 黑碳、n-hexane soot < 0.8
		0.6 < ash1-3 < 0.7
城市河流沉积物，有人为来源的城市土壤，河流平原土壤	0.4-0.6	0.2-0.6
城市混合土壤样品	0.6-0.75	0.2-0.7

的性质，一般认为B5CA与B6CA的比值（B5CA/B6CA）可以用来区别家庭燃烧（<0.8）、草与灌木燃烧（0.8-1.4）、森林地表燃烧（1.4-1.9）；B6CA与B4CAs（B6CA/B4CAs）的比值可以指示草燃烧（< 2）、城市土壤（>2）及化石燃料来源（>7）。通过拟合B5CA与B6CA的比值（B5CA/B6CA）与Freundlich吸附模型，我们可以表征环境中生物炭对有机物的吸附行为。Chang等人在双酚A的吸附研究中，拟合了B5CA/B6CA比值与Freundlich吸附模型，发现二者显著相关（P<0.01）。B5CA/B6CA比值可以很好地描述氧化前后生物炭对双酚A的吸附特征，包括非线性吸附行为(N值)和吸附能力(Kd)。可见，对于环境中的生物炭，如果获得足够多的数据来建立B5CA /B6CA 比值与非线性系数N值和单点吸附系数Kd之间的定量关系，就可以通过BPCA方法直接预测环境中生物炭对有机污染物的吸附特性。

潘波课题组同时将BPCA法应用到重庆和昆明的污水泥中，通过与拉曼光谱的结合，来表征生物炭的芳香结构。发现200-300℃是芳香化的关键温度段，300℃是热解物质芳香化的关键温度。

B6CA/BPCAs的比例从300°C开始明显增加，表明母体结构稠合度增大，这也表明300°C是分离烘焙和热解的一个临界温度。同时结合拉曼分析，发现随着热解温度增加，样品石墨化合芳香性也增加。BPCA单体比值可以对老化后生物炭性质进行描述。生物炭一旦被施用到环境中，必然会在生物

和非生物作用下发生不同程度的氧化，使其物理化学性质发生改变，形成表面含氧官能团、改变颗粒尺寸和孔隙结构等。理化性质的变化会导致其对污染物吸附解析行为的改变，因此如何在环境系统中动态描述和监控生物炭性质的变化，成为理解生物炭环境功效的关键。Chang等人观察到老化后的生物炭BPCA总量降低，但单体分布特征不会发生变化，且高温热解制备的生物炭老化后的BPCA总量损失较低温制备的更少。除此之外，老化后生物炭的转换因子与B5CA相对含量仍然显著相关（ $P<0.01$ ）。B5CA/B6CA和B6CA/B4CA作为辨析环境中黑炭来源的特征值，氧化前后均指示相同的生物炭来源，表明BPCA方法对识别环境中生物炭来源和特征具有高可靠性。

本部分将向大家讲述BPCA方法在水体中的应用，BPCA方法在水体中主要应用优势体现在可以分析BPCA单体的同位素特征，对BPCAs单体的碳同位素分析可以大大降低环境噪声，从分子水平上溯源，说明碳循环的地球化学行为。2018年，Coppola等人采集了干季时期亚马逊流域干流和4个支流的河水样品，发现溶解性有机黑碳（Dissolve Black Carbon, DBC）的 ^{14}C 年龄具有空间异质性，并且大多数DBC的 $\Delta^{14}\text{C}$ 值都符合现代河流来源（ $-46\pm 15\text{‰}$ ， $n=7$ ），推断河流中 $\Delta^{14}\text{C}$ 值DBC的可能来源有可能是城市区域的大气沉降，或者是颗粒态物质解析到溶解相中，最终得出结论河流向海洋输入的主要是年轻的DBC（图2）。同时发

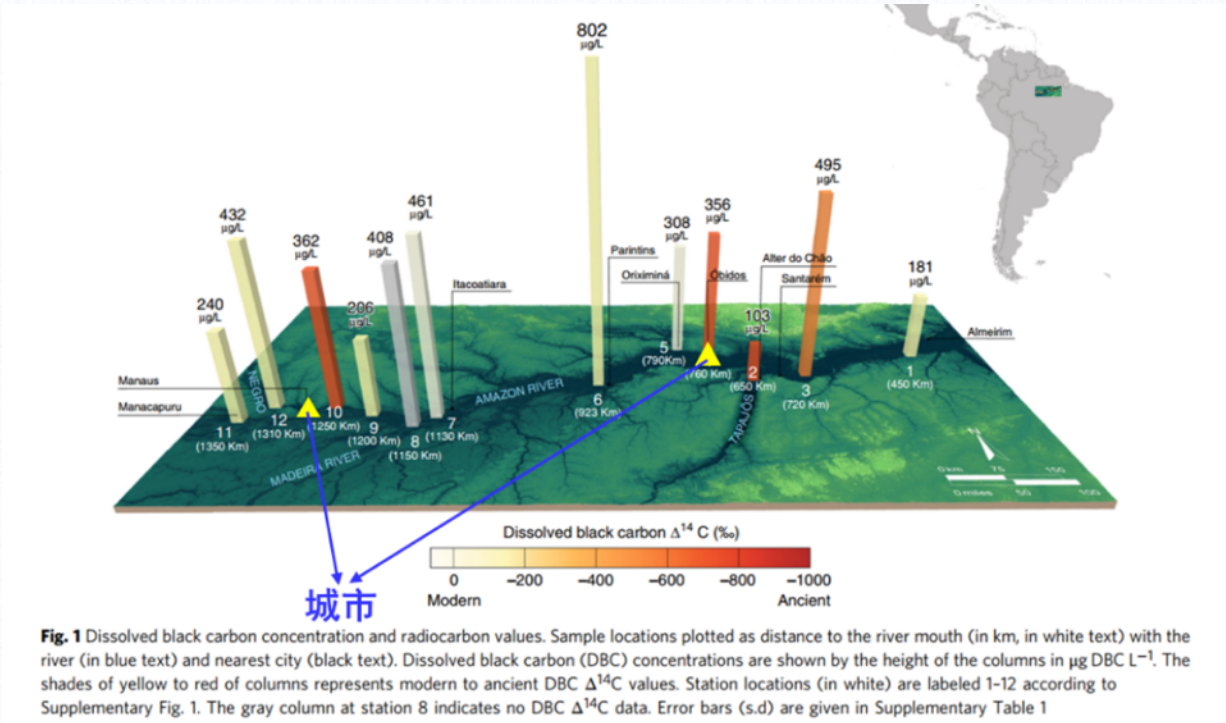


图2. 溶解性黑碳的碳浓度及 $\Delta^{14}\text{C}$ 值

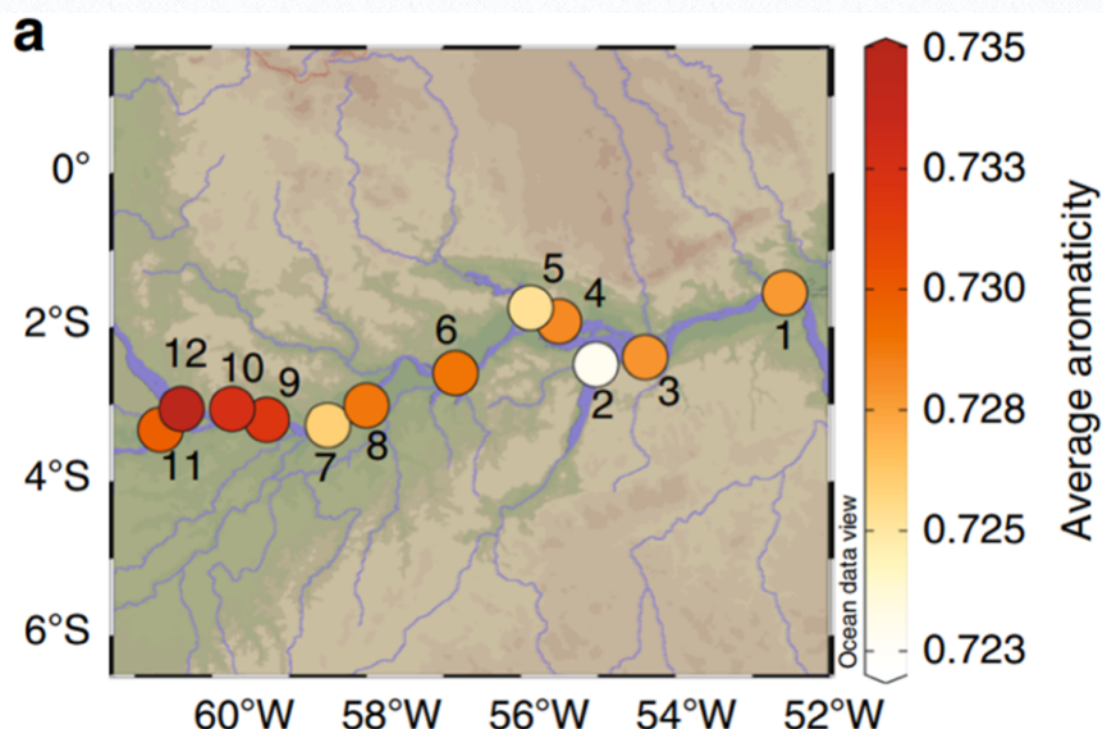


图3. 稠合芳环程度

现，从河流上游至下游，稠合苯环结构物质的稠合度降低（图3），B6CA和B6CA/B5CA比例也降低，推测可能是河流运输过程中的光降解作用及河流流动过程中的吸附作用导致。那么，亚马逊河流中的DBC主要是现代来源（年轻的DBC），河流输入是否为海洋的主要来源？为了解决这一问题，2019年Wagner等人采集了世界五大主要河流

($n=12$) 以及两大海洋的样品包括太平洋 ($n=5$) 及大西洋 ($n=6$)，通过分析DBC的 ^{13}C 值，发现河流和海洋中DBC的 ^{13}C 同位素组成有显著差异，河流中BPCAs的 $\delta^{13}\text{C}$ 显著偏轻（图3）。并且发现全球海洋和河流中DBC的 ^{13}C 同位素组成相对稳定，据此说明DBC与SPE-DOC可能具有相同的来源。Wagner等人分析 $\delta^{13}\text{C}_{\text{BPCA}}$ 值，发现在海洋中， $\delta^{13}\text{C}_{\text{BPCA}}$ 值随海洋深度的增加而无明显变化，光化学等过程对DBC的 $\delta^{13}\text{C}$ 值几乎没有影响，尽管 $\Delta^{14}\text{C}$ 值不同，海洋表层和深层的DBC具有相似的来源。河流的水文条件、土地利用类型、气候条件、地理位置等，对 $\delta^{13}\text{C}_{\text{BPCA}}$ 值的影响不超过 $\sim 2\%$ 。图5显示，在河流中， $\delta^{13}\text{C}_{\text{B5CA}}$ 和 $\delta^{13}\text{C}_{\text{B6CA}}$ 的值显著相关，并且B5CA总是比B6CA更富集 ^{13}C ，B5CA和B6CA可能来源于同一个DBC储库。图中显示，海洋中 $\delta^{13}\text{C}_{\text{B5CA}}$ 和 $\delta^{13}\text{C}_{\text{B6CA}}$ 的值并没有显著的相关关系，进一步证实海洋中存在非河流来源的DBC。因此作者推测海洋DBC其他的可能来源：来源于海洋的

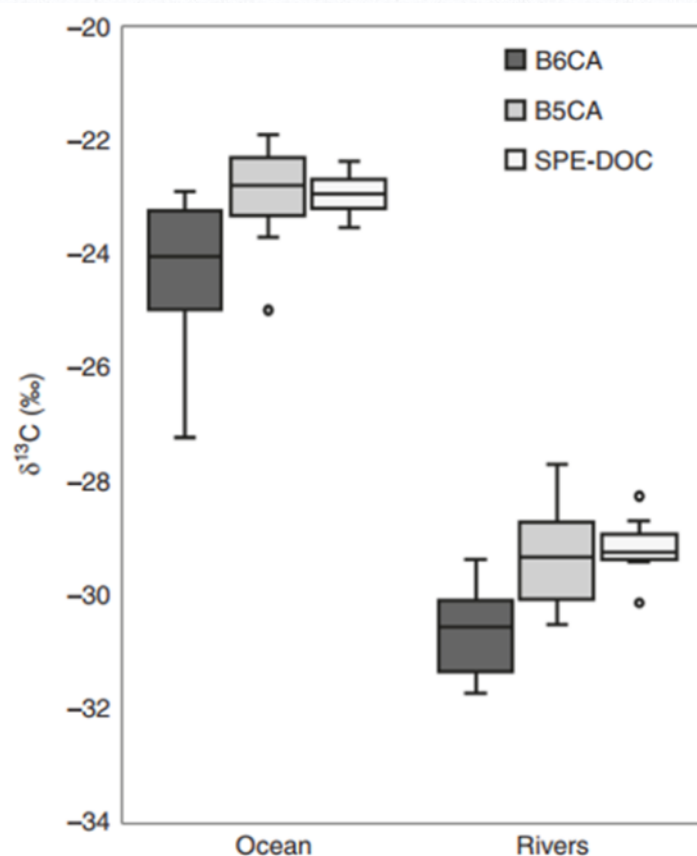


图4. 河流和海洋的稳定碳同位素值

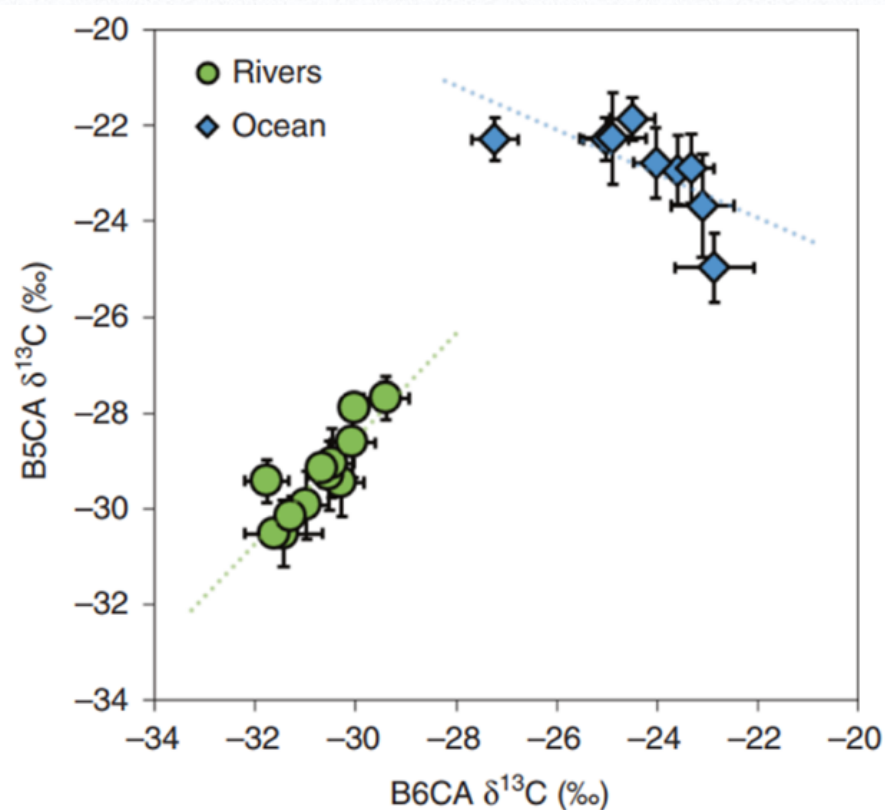


图5. 特定化合物之间的稳定同位素之间的关系

内源性产物（海洋生物及非生物过程等）、成岩有机碳的溶解及沉积物的再悬浮、大气气溶胶沉降DBC与河流DBC的二端元混合。

最后一部分，我想表达一下我自己对于BPCA未来发展趋势的看法。我个人认为，未来我们可以继续利用BPCA方法对所研究的对象从分子水平上解析一些性质，例如芳香性及稠合度等。同时，BPCA的单体双碳同位素分析的发展，有利于理解DBC的来源和大气化学过程，计算DBC循环的尺度，解析海洋中DBC在深层海水和表层海水的年龄差异，以及DBC和DOC年龄差异问题。

后附表：

表1. BPCA方法在土壤样品中的应用

序号	题目	课题组	学校	方向	刊物	时间
1	Preparative field flow fractionation for complex environmental samples: online detection by inductively coupled plasma mass spectrometry and offline detection by gas chromatography with flame ionization	V.Nischwitz	University of Bonn	样品：土壤样品和黑碳（烧玉米）。用GC-FID定量样品中的BC。	Journal of Chromatography, A	2020年10月
2	Organo-mineral complexes protect condensed organic matter as revealed by benzene-polycarboxylic acids	潘波	昆明理工大学	样品：土壤样品（耕作25年、55年）。用GC-MS定量样品中的稠合有机质。	Environmental Pollution	2020年5月
3	Novel and specific source identification of PAH in urban soils: Alk-PAH-BPCA index and "V"-shape distribution pattern	Achten, Christine	University of Munster Univ Munster, Inst Geol & Palaeontol Appl Geol	样品：土壤。用HPLC-MS定量BPCA	Environmental Pollution	2020年2月
4	Black carbon as a significant component of aromatic carbon in surface soils and its importance is enhanced in volcanic ash soil profiles	Watanabe, Akira	Nagoya University Nagoya Univ, Grad Sch Bioagr Sci	样品：土壤样品。用GC-MS定量土壤中的BC。	Organic Geochemistry	2020年2月
5	Effects of season and interval of prescribed burns on pyrogenic carbon in ponderosa pine stands in the southern Blue Mountains, Oregon, USA	Hatten, Jeff A	Oregon State University Oregon State Univ, Dept Forest Engrg Resources & Management	样品：含矿物土壤样品。用HPLC-PDA定量土壤样品中的BC。	Geoderma	2019年8月
6	Humus-rich topsoils in SW Norway - Molecular and isotopic signatures of soil organic matter as indicators for anthropo-pedogenesis	Acksel, Andre	Justus Liebig University of Rostock Univ Rostock	样品：土壤样品。用GC-FID定量BPCA含量。	CATENA	2019年1月

表2. BPCA方法在生物质样品中的应用

序号	题目	课题组	学校	方向	刊物	时间
7	Molecular heterogeneity in pyrogenic dissolved organic matter from a thermal series of oak and grass chars	Wozniak, Andrew S.	Univ Delaware, Sch Marine Sci & Policy	样品：生物碳（烧橡树和草） 用HPLC-DAD定量样品中的溶解性稠合芳环化合物	Organic Geochemistry	2020年10月
8	An added boost in pyrogenic carbon when wildfire burns forest with high pre-fire mortality	Anna C. Talucci	Colgate University Colgate Univ, Dept Geography	样品：树木（甲壳虫吃后大火烧、大火直接烧） 用HPLC-PDA定量样品中的PyC	Fire Ecology	2020年9月
9	Using sewage sludge with high ash content for biochar production and Cu (II) sorption	潘波	昆明理工大学	样品：生物碳（昆明污泥、重庆污泥） 用GC-MS定量样品中的BC	Science of The Total Environment	2020年4月
10	Combining bulk characterization and benzene polycarboxylic acid molecular markers to describe biochar properties	潘波	昆明理工大学	样品：生物碳（烧花生壳） GC-MS定量生物碳含量，并借助BPCA来分析一些现象	Chemosphere	2019年7月
11	Fire condensates and charcoals: Chemical composition and fuel source identification	Kappenberg, Arne	University of Bonn Univ Bonn, Inst Crop Sci & Resource Conservation Soil Sci & Soil	样品：Fire condensates和charcoal GC-FID分析BPCA含量，辅助说明两种样品的化学组成并鉴定其来源	Organic Geochemistry	2019年4月

表3. BPCA方法在水体样品中的应用

序号	题目	课题组	学校	方向	刊物	时间
12	Fires prime terrestrial organic carbon for riverine export to the global oceans	Jones, Matthew W	University of East Anglia Univ East Anglia, Sch Environm Sci, Tyndall Ctr Climate Change Res	样品：河流样品， 用HPLC-PDA方法定量DBC	Nature Communications	2020年6月
13	Isotopic composition of oceanic dissolved black carbon reveals non-riverine source	Wagner, Sasha	Rensselaer Polytechnic Institute Rensselaer Polytech Inst, Dept Earth & Environm Sci	样品：太平洋海水样品 用HPLC-DAD定量并测定了B5CA和B6CA的 ¹³ C值	Nature Communications	2019年11月
14	Marked isotopic variability within and between the Amazon River and marine dissolved black carbon pools	Coppola, Alysha I.	University of Zurich Univ Zurich, Dept Geog	样品：亚马逊河流 用HPLC-PDA定量BPCA定量海水中的DBC	Nature Communications	2019年9月
15	水体溶解态黑碳的分子标志物苯多羧酸的气相色谱-质谱分析	张干	中国科学院广州地球化学研究所	样品：河流样品 建立并完善GC-MS方法并应用于水样	地球化学	2019年

表4. BPCA方法文章

序号	题目	课题组	学校	方向	刊物	时间
16	Benzene polycarboxylic acid characterisation of polyaromatics in ambient aerosol: Method development	张干	中国科学院广州地球化学研究所	方法文章，建立BPCA的GC-MS分析方法，并应用与标准样品中	Atmospheric Environment	2019年8月
17	苯多酸分子标志物法对NaClO 氧化前后生物炭的性质描述	潘波	昆明理工大学	方法文章进一步完善BPCAs方法在描述黑碳或者高缩合有机质性质方面的应用	材料导报	2019年

表5. BPCA综述

序号	题目	课题组	学校	方向（综述）	刊物	时间
18	Black (pyrogenic) carbon in soils and waters: a fragile data basis extensively interpreted	Gerke, Joerg		综述：BPCA方法会高估土壤BC或水中的DBC含量	Chemical and Biological Technologies in Agriculture	2019年7月
19	Biochar stability assessment methods: A review	周文广	南昌大学资源环境与化工学院	综述：提供全面的生物炭的稳定性评估方法，对每种方法的细节，优缺点以及不同方法之间的相关性进行了回顾和讨论	Science of The Total Environment	2019年1月
20	BPCA分子标志物法对土壤体系中生物炭性质的描述	潘波	昆明理工大学	综述：叙述BPCA分子标志物法对土壤体系中生物炭性质的描述	材料导报	2019年

参考文献：

1.A, V. N.; B, N. G.; B, M. B. J. J. o. C. A., Preparative field flow fractionation for complex environmental samples: on-line detection by inductively coupled plasma mass spectrometry and offline detection by gas chromatography with flame ionization - ScienceDirect. 2020, 1632.

2.Chang, Z.; Tian, L.; Li, F.; Wu, M.; Steinberg, C. E. W.; Pan, B.; Xing, B., Organo-mineral complexes protect condensed organic matter as revealed by benzene-polycarboxylic acids. Environmental pollution 2020, 260.

3.Hindersmann, B.; Frster, A.; Achten, C. J. E. P., Novel and specific source identification of PAH in urban soils: Alk-PAH-BPCA index and "V"-shape distribution pattern. 2019, 257, 113594.

4.Lu, G. Y.; Imai, H.; Ikeya, K.; Sumida, H.; Watanabe, A. J. O. G., Black carbon as a significant component of aromatic carbon in surface soils and its importance is enhanced in volcanic ash soil profiles. 2019, 140, 103957.

5. Matosziuk, L. M.; Alleau, Y.; Kerns, B. K.; Bailey, J.; Johnson, M. G.; Hatten, J. A., Effects of season and interval of prescribed burns on pyrogenic carbon in ponderosa pine stands in the southern Blue Mountains, Oregon, USA. *Geoderma* 2019, 348, 1-11.
6. Acksel, A.; Giani, L.; Stasch, C.; Kuehn, P.; Eiter, S.; Potthoff, K.; Regier, T.; Leinweber, P., Humus-rich topsoils in SW Norway - Molecular and isotopic signatures of soil organic matter as indicators for anthropo-pedogenesis. *Catena* 2019, 172, 831-845.
7. Wozniak, A. S.; Goranov, A. I.; Mitra, S.; Bostick, K. W.; Zimmerman, A. R.; Schlesinger, D. R.; Myneni, S.; Hatcher, P. G., Molecular heterogeneity in pyrogenic dissolved organic matter from a thermal series of oak and grass chars. *Organic Geochemistry* 2020, 148.
8. Talucci, A. C.; Matosziuk, L. M.; Hatten, J. A.; Krawchuk, M. A., An added boost in pyrogenic carbon when wildfire burns forest with high pre-fire mortality. *Fire Ecology* 2020, 16 (1).
9. Fan, J.; Li, Y.; Yu, H.; Li, Y.; Yuan, Q.; Xiao, H.; Li, F.; Pan, B., Using sewage sludge with high ash content for biochar production and Cu (II) sorption. *Science of the Total Environment* 2020, 713.
10. Chang, Z.; Tian, L.; Zhang, J.; Zhao, Q.; Li, F.; Wu, M.; Pan, B., Combining bulk characterization and benzene polycarboxylic acid molecular markers to describe biochar properties. *Chemosphere* 2019, 227, 381-388.
11. Kappenberg, A.; Braun, M.; Amelung, W.; Lehndorff, E., Fire condensates and charcoals: Chemical composition and fuel source identification. *Organic Geochemistry* 2019, 130, 43-50.
12. Jones, M. W.; Coppola, A. I.; Santin, C.; Dittmar, T.; Jaffe, R.; Doerr, S. H.; Quine, T. A., Fires prime terrestrial organic carbon for riverine export to the global oceans. *Nature communications* 2020, 11 (1).
13. Wagner, S.; Brandes, J.; Spencer, R. G. M.; Ma, K.; Rosengard, S. Z.; Moura, J. M. S.; Stubbins, A., Isotopic composition of oceanic dissolved black carbon reveals non-riverine source. *Nature communications* 2019, 10.
14. Coppola, A. I.; Seidel, M.; Ward, N. D.; Viviroli, D.; Nascimento, G. S.; Haghipour, N.; Revels, B. N.; Abiven, S.; Jones, M. W.; Richey, J. E.; Eglinton, T. I.; Dittmar, T.; Schmidt, M. W. I., Marked isotopic variability within and between the Amazon River and marine dissolved black carbon pools. *Nature communications* 2019, 10.
15. Yi, X.; Zhong, G.; Sun, Y.; Geng, X.; Mo, Y.; Li, K.; Zhang, G., Analysis of benzene polycarboxylic acids as molecular markers of dissolved black carbon in water using gas chromatography-mass spectrometry. *Geochimica* 2019, 48 (3), 276-283.
16. Zhong, G.; Sun, Y.; Geng, X.; Yi, X.; Zhang, G., Benzene polycarboxylic acid characterisation of polyaromatics in ambient aerosol: Method development. *Atmospheric Environment* 2019, 211, 55-62.
17. Chang, Z.; Tian, L.; Liang, N.; Zhang, P.; Zhou, D.; Zhang, J.; Wu, M., Characterization of Biochar Properties Before and After NaClO Oxidation by Molecular Markers of Benzene Polycarboxylic Acids. *Materials Review* 2019, 33 (6B), 2089-2094.
18. Gerke, J., Black (pyrogenic) carbon in soils and waters: a fragile data basis extensively interpreted. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture* 2019, 6.
19. Amoah-Antwi, C.; Kwiatkowska-Malina, J.; Thornton, S. F.; Fenton, O.; Malina, G.; Szara, E., Restoration of soil quality using biochar and brown coal waste: A review. *Science of the Total Environment* 2020, 722, 21.
20. Wu, M.; Wu, D.; Chang, Z.; Xu, Y.; Pan, B., Characterization of Biochars Properties in Soil System by BPCA Molecular Biomarkers. *Materials Review* 2019, 33 (2A), 536-540.

JOURNEY

疫情归国记

李平阳



时间如白驹过隙，不知不觉间已留德六年。想起季老（季羨林先生）的《留德十年》，这其中似乎又有某种神奇的相似。当然我们不能与季老相提并论，然而命运仿佛开了一个玩笑。季老当年因二战延迟归国，而有了后来的留德十年，如今在这场全球抗击疫情的努力中，我们又何尝不是经历了一场没有硝烟的战争。在这场战争中大家依然挣扎着，奋斗着，我这个新鲜的博士学位也是在

这样的时期顺利拿到了，由此博士答辩也被戏称为“Corona Defense”。

这一路走来经历了很多，遇到了很多。六年时间说长不长，说短不短。长到很多人可以完成不少人生大事，短到也就是人生长河里的小段时间。在另一个文化体系里生活了六年，是一种不一样的经历。于我而言，在看过了更大的世界之后，更明白自己的内心想要什么。人终究要在人生的旅程中，因为经

于我而言，在看过了更大的世界之后，更明白自己的内心想要什么。

历而不断成长。归国的旅程也是感受颇多，一路的惊心动魄和最终的顺利，跟大家分享出来也算是对自己回归的一个小小交代。

疫情期间，回国之路不易。提前看了不少攻略，但因为政策一直变动，所以也只能摸着石头过河。在六月完成了博士答辩之后，在七月找到了同行

回国的人，于是一起约定购买回国机票。但因当时在北京从切割进口三文鱼的案板中检测到了新冠病毒，飞往北京的航班都取消了。而飞往上海的航班也在观望中，担心也会被取消。大使馆这边说，如果不着急，等一段时间再购买机票。八月份时，我们再一次联系了大使馆，当时只有每周六从法兰克福飞往上海的航班，于是我们确定并购买了十月回国的机票。

八月回国的时候是不需要在航班起飞前做核酸检测的，但到了九月份，如果没有核酸检测证明，是无法上飞机的。于是我们在网站完成了核酸检测的缴费，并提前一天去往法兰克福做核酸检测，在当天晚上拿到了阴性的结果，第二天登上了飞往上海的飞机。德国的疫情在国内看来是严重的，在母亲的催促下，我提前购买了防护服和防护镜，并于飞机起飞前穿戴上了





我是穿着加厚版的冲锋衣，外面再套上防护服上的飞机。

这些。飞机上的机组人员和工作人员比平常多了很多，预计有60-100人，他们全身都做了防护。也正是因为他们全身都做了防护，所以他们无法感知飞机机舱里的温度。根据以往的经验，飞机上会非常冷，所以我是穿着加厚版的冲锋衣，外面再套上防护服上的飞机，但进入机舱后觉得好热。经济舱前面三排坐的都是工作人员，我坐在经济舱第四排的第一个座位，是一个靠窗的位置，空调的出风口就是我腿的左边。工作人员对我们进行第一次测温时，发现我们这排和后面那排的测温枪都显示了红色的指示灯，认为是不是这个测温枪有问题，于是去找新的测温枪。此时我们这两排的人给自己做了些降温措施，比如，我脱掉了防护服上衣和冲锋衣外套，我旁边的人也解开了外套的扣子或者取下围巾。当工作人员再回来给我们测温时，这两排的人的体温都显示正常。大家反馈说，机舱里的温度太高了，于是工作人员把机舱里的温度调低了。飞机的飞行

时间大概是11-12个小时，到了航行的后半程，机舱里非常冷，于是我穿上了冲锋衣外套。工作人员对大家进行第二次测温时，大家温度都是正常的。到了临下飞机的时候，可能是因为之前冷热交替，而我又在空调出风口，加上中间还脱了衣服，所以有点流鼻涕。有点类似于北方寒冷的冬天在外面走了一段路，回到室内后的那种冻的流鼻涕。下飞机前，我们登记了自己过去14天都去了哪里，有没有什么症状，或者有没有接触过（疑似）新冠患者，然后获得了一个二维码。

下了飞机后，工作人员认为流鼻涕是疑似新冠症状，于是我在机场做了咽拭子、鼻拭子和抗体检测。跟其他3个疑似有症状的人一起被救护车送到了

了上海浦东医院，做了咽拭子、CT和抗体检测，并在医院住院两天等待结果。在告知机场和医院的核酸检测结果都是阴性，并且其他检查也未显示有新冠症状后，我们又被救护车送往了酒店进行为期十二天的隔离，加上医院的两天隔离，一共是十四天。



在酒店的隔离是自己一个人待在房间里，每天都会有人将早中晚餐放在门口，每天汇报二次体温。在隔离结束前两天，我们又做了一次咽拭子核酸检测。得知结果是阴性后，我们获得了上海的绿色健康码，然后我坐火车回到了湖南的家。我在湖南的健康码是橙色的，上面标注着要凭核酸检测证明出行。一周后，健康



中国对于入境人员的严格隔离是对生活在国内的人安全的负责。

码由橙色变成了绿色。我终于可以和生活在国内的人一样，正常出行了。中国对于入境人员的严格隔离是对生活在国内的人安全的负责。相比于其他国家，中国的抗疫和防疫都做得很好。但相同的措施是无法应用在德国的，因为反对戴口罩这件事情，柏林都出现了不少游行。如果进行更严格的措施，不知道德国民众会如何反应。

Anyway，终于回来了！回到国内感觉很好、很踏实、很接地气。相比于德国的悠闲，回国之后真的很忙，忙入站的手续，忙家里的事。但此时心是满的，可以为家人做些实实在在的事，被她们需要真的很开心。如今自己已经踏上新的征程，希望自己可以用一种归零的心态面对接下来科研工作，在未来的人生中持续突破自己的潜能，探索有趣和未知。纵使前路艰

难，但会抱有一颗解决问题的心持续向前。我们终归是活在浩瀚宇宙里的小小星辰，希望在星尘大海里微微发光。

李平阳

我们终归是活在浩瀚宇宙里的小小星辰，希望在星尘大海里微微发光。

2020年11月29日