

塬堡黄土剖面记录的末次冰期气候不稳定性^{*}

陈一萌

广东省惠州市惠州学院经济管理系, 惠州 516007

摘要 选用西部黄土高原高分辨率的临夏塬堡黄土剖面, 将剖面平均粒径和 $>40\mu\text{m}$ 粒级含量气候代用指标作为气候要素, 运用统计分析应用中移动平均的方法提取剖面记录的突发事件, 发现末次冰期黄土不仅记录了能与高纬北大西洋和格陵兰地区遥相呼应的突发事件, 而且还记录了除 Heinrich 和 YD 事件以外的突发事件达 15 次之多. 表明气候突变是黄土高原末次冰期气候变化的主旋律, 抑或还说明普遍被国内外学者认同的气候突变机制北大西洋热量传输、大气环流理论和低纬海洋与大气作用理论有待商榷, 从未次冰期东亚冬季风气候演变特征及与外围区域气候的联系入手或许能有所突破. 同时, 通过对 Heinrich 和 YD 事件特征的详细研究, 尝试性地定义了黄土记录的突发事件: 即若平均粒径存在一个高粒度、高碳酸盐、高亮度值, 而低磁化率、低红度值和黄度值的事件, 且该事件在平均粒径和 $>40\mu\text{m}$ 的粒级含量曲线上, 相邻峰谷间的变化幅度大于 $3.4\mu\text{m}$, 且 $>40\mu\text{m}$ 的粒级含量大于 $2.0\mu\text{m}$, 而其变化时间小于 500 a, 就可视为一个突发事件.

关键词 气候不稳定性 移动平均 突发事件提取和特征与定义 突发事件 末次冰期

末次冰期高纬地区发现了一系列周期性的气候快速变化事件^[1-9], 其后, 这种快速变化事件在中纬度中国的黄土记录^[7-11]、湖泊记录^[12]、低纬热带深海沉积记录中均有发现^[13]. 但这种首先在北大西洋及格陵兰冰芯发现的快速而大幅的气候不稳定性事件, 在中国中纬度的黄土高原和湖泊及低纬度热带海洋地区的发现均是在一定的时间段内据曲线的形似对比所得, 与事实存在出入. 因与此同时还发现, 并不是所有的 Heinrich 事件 (简称 H 事件) 在中纬度黄土记录和低纬度热带海洋记录中均能一一对应, 且还存在除 H 事件之外的若干冬季风强度加强的事件^[8, 10, 13] (用 H? 表示), 在北大西洋浮冰碎屑沉积中并没有明显的反映. 这些事实的存在无疑让学者们对事件的起因机制“北大西洋中心”理论^[14] 和低纬度热带海洋的能量传输理论^[15] 产生怀疑. 因此, 寻求一种科学的方法提取黄土记录的突

发事件, 将提取的突发事件与高纬北大西洋及格陵兰冰芯记录的突发事件进行对比, 才会真正确定黄土是否记录与高纬北大西洋地区遥相呼应的突发事件, 黄土中记录的不能与 H 事件相对比的事件是否同样是突发事件? 抑或 H 事件只是众多突发事件中的其中之一? 同时, 通过对提取的 H 事件的详细特征的认识, 尝试定义何为黄土记录的突发事件? 而这些问题的解决无疑是 21 世纪地理学综合研究的迫切需求^[16, 17]. 除此之外, 抑或能对末次冰期气候不稳定性事件及其成因机制有一点新的认识, 本文就上述问题作一些尝试性研究.

1 剖面概况与研究方法

1.1 剖面概况

中国甘肃临夏塬堡黄土剖面位于兰州市西南约

2007-08-01 收稿, 2007-12-06 收修改稿

* 科学技术部重大国际合作项目 (批准号: 2002CB714004) 和国家杰出青年科学基金 (批准号: NSPC 40125001) 资助项目

** E-mail: ymchen@hzu.edu.cn

©1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

140 km, 是临夏市塬堡村旁一天然剖面 (103°09′06″E, 35°38′38″N). 剖面厚 25.7 m, 其中全新世(S₀)古土壤层厚 2.3 m, 末次冰期中晚期黄土沉积厚约 23.4 m. 该剖面位于黄土高原西部(陇西黄土高原), 沉积速率高对气候变化的响应敏感, 能够更详细记录末次冰期气候快速变化事件, 是黄土高原西部区典型的、具有一定代表性的剖面. 如图 1.

以通过气候环境变化代用指标量值上的异常得以反映. 那么对突发事件的认识或许就可以理解为气候环境变化代用指标量值上的异常变化. 为此, 在这里选用平均粒径和 > 40 μm 粒级含量的粒度指标仿气候要素, 通过其量质上的异常变化来研究突发事件. 因平均粒径和 > 40 μm 粒级含量的指标作为东亚冬季风变化的代用指标, 反映的气候变化趋势基本一致, 本文以 > 40 μm 粒级含量的指标作为范例, 和平均粒径共同来探讨黄土记录的突发事件. 通过鹿化煜等^[20]的研究证明, > 40 μm 粒级含量的指标不仅反映了黄土高原自身的气候变化状况, 还敏感地记录了全球古气候变化对该区域气候变化的影响. 换句话说, 该指标的选取不仅有利于探讨黄土高原自身古气候的演变规律, 且有利于分析发生于高纬北大西洋及格陵兰地区的突发事件是否在黄土高原区留有印记? 对该区的影响深度如何?

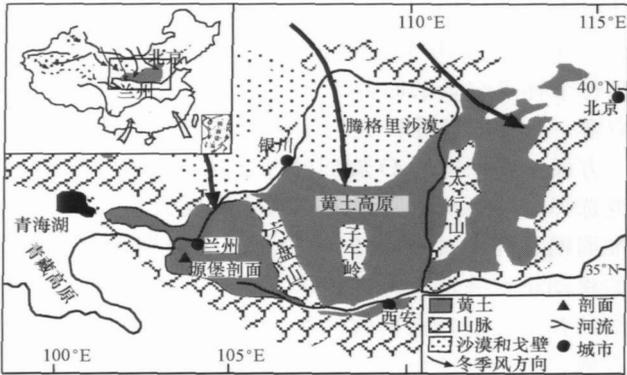


图 1 塬堡黄土剖面位置图

1.2 研究方法

1.2.1 代用指标的分析测试方法

研究剖面自上而下以 2 cm 间隔采取磁化率、粒度、CaCO₃ 和色度指标的分析测试样品. 磁化率由英国 Bartington 公司生产的 MS2 型磁化率仪测量; 粒度也是使用英国 Malvern Instrument 公司生产的 Mastersize2000 激光粒度仪完成, 测试范围为 0.02—2000 μm, 实验误差小于 5%; CaCO₃ 由 Bascomb 国际标准碳酸盐计测量, 此 3 个指标的测试方法见文献[18]; 而色度指标由日本美能达公司生产的 SPAD-503 土色仪测量, 测量方法见文献[19], 上述 4 个指标均是在兰州大学资源环境学院西部环境教育部重点实验室完成.

1.2.2 代用指标的选取

气候异常主要表现在气候要素如降水、气温等围绕着多年平均值作振动的异常, 当振动偏离平均值不大时, 可称为气候正常, 当振动偏离平均值显著时, 如降水过多过少造成涝旱, 气温过高过低, 产生奇暖、奇冷, 则称为气候异常. 气候异常的直接结果将会导致不同区域不同沉积物沉积环境的异常, 而这种沉积异常又可

1.2.3 剖面沉积特征及年代序列的建立

选用研究剖面的土壤地层界线即: MIS1/2、MIS3/4 的年龄作为节点控制年龄, 运用粒度年龄模型^[7] 高分辨率确定剖面的年代序列, 而 MIS1/2、MIS3/4 界线年龄确定的依据是目前国际上分辨率高, 测年最为精确且离研究剖面很近的南京葫芦洞石笋剖面^[21] 记录的气候事件年龄对比所得.

在采取分析测试样品的同时, 自上而下采取 5 个碳屑样做 AMS¹⁴C 测年, 4 个 6 cm × 6 cm 的黄土样做 OSL 测年, AMS¹⁴C 测年在美国亚利桑那大学 AMS¹⁴C 实验室测试完成 (误差 < 5%), 其处理及测试方法见文献[22], 采用其相应的校正年龄与模型年龄进行比较; 4 个 OSL 测年在英国牛津大学光释光实验室测试完成 (误差 < 5%), 其处理及测试方法见文献[23], 上述测试和校正结果如表 1、图 3. 同时, 将测试结果与用粒度年龄模型计算的相应层位的计算年龄进行对比, 对地层沉积状况进行分析.

除去取样、测试造成的误差外, 从表 1 看到, 相邻层位的测年和实测年龄与计算年龄的比较, 结果均显示塬堡剖面的地层沉积是基本连续的, 并无明显的间断. 这与最近鹿化煜等^[24]对黄土剖面高密度测年后得出的结论认为黄土剖面可能存在约 4—5 ka 的间断存在出入.

表 1 AMS¹⁴C 和 OSL 测年与相应层位计算年龄的对比

深度/m	AMS ¹⁴ C 和 OSL 测年/aBP ^{a)}	AMS ¹⁴ C 校正年龄/aBP ^{a)}	模型计算年龄/aBP
6 22	21250±1770 *	21250±1770 *	20490
10 22	27150±1580 *	27150±1580 *	29580
12 36	25660±60	30564±301	34640
12 84	25940±230	30733±237	35900
13 20	27580±280	32115±616	36850
13 22	31410±1670 *	31410±1670 *	36900
17 40	36190±880	41262±927	47860
17 44	36340±610	41881±327	47990
20 22	51640±3520 *	51640±3520 *	56180

a) * 为 OSL 测年, 其余为 AMS¹⁴C 测年

1.2.4 突变信息的提取 利用统计学统计分析应用中时间序列数据挖掘和趋势分析来进行突变信息的提取. 时序数据库是指由随时间变化的序列值或事件组成的数据库, 其值通常是在等时间间隔测得的数据. 时间序列数据库也是一种序列数据库, 序列数据库是指由有序时间序列组成的数据库, 它可以有时间标记, 也可以没有^[25].

那么, 根据 $> 40 \mu\text{m}$ 粒径含量的一组随时间变化的粒度数据如何确定这组数据的趋势呢? 本文采用确定趋势最常见的方法算术平均式序列, 移动平均可以降低数据集中的变化总量, 因此用移动平均替代时序, 可减少不希望出现的波动, 故它也称为时序的平滑(smoothing of time series). 在应用该方法提取突变信息时, 需做两个方面的工作: (i) 如何消除由于在野外采样和室内样品的分析测试过程中造成测试数据的误差; (ii) 如何利用时序平滑的方法消除由于气候突变所产生的气候突变信息. 具体的做法: (i) 采用 3 点移动平均的方法亦即时序平滑的方法消除由于在野外采样或室内样品的分析测试中造成的数据异常点, 我们把这样所得的趋势线称为修正趋势线, 它真实地代表或反映了该区域气候变迁的信息. 之所以选择 3 点滑动来消除由于野外取样和室内分析测试所造成的误差, 主要是根据多次的实验所确定; (ii) 由于气候的波动并不是平稳的, 一些气候因子和气候系统内某些因素的急剧改变会产生气候的剧烈波动, 进而造成某些气候因子的显著变化, 产生气候异常, 消除这些气候异

常点的方法是采用 35 点滑动平均的方法, 这样所产生的趋势线可称为气候正常波动趋势线. 35 点滑动的选择是因为在众多的学者对北大西洋地区所记录的突发事件的研究中发现, 末次冰期所记录的突发事件具有约 1500 a 的准周期, 而 D-O 旋回具有 2—3 ka 的准周期, 据各阶段平均沉积速率(据全新世开始年龄亦即 MIS1/2 界限年龄, 即 2.3 m 处的日历年龄 11.5 kaBP, MIS3/4 处的界限年龄, 即 21.4 m 处的日历年龄为 59.8 kaBP 计算所得), 平均每个样点记录的时间约为 51 a. 为此选择的移动点数一方面要消除研究剖面所记录的突发事件, 另一方面又要保留 D-O 旋回的气候演变信息, 也就是说选择的移动点数所记录的时间既要大于 1500 a 的准周期, 同时又要小于 2000 a 的准周期, 而 35 点的移动正好满足这样的要求, 之后用构成修正趋势线的各个点值减去构成气候正常波动趋势线的各个点值, 由此而产生的新的气候波动的曲线就是所需提取的气候突变的信息曲线, 如图 2.

2 分析讨论

2.1 塬堡黄土剖面记录的突发事件特征

从图 2 中提取的末次冰期中晚期突变信息曲线上看: 该时期除记录了 6 次 Heinrich 事件和 YD 事件外, 还记录了多于 15 次的气候快速变化事件. 在突变信息提取时由于滑动平均方法自身的缺陷可能会造成一些原始数据中不会出现的突变信息, 为此在判读快速变化事件时还需结合原始数据曲线进行判读. 本文仅对 6 次 Heinrich 事件和 YD 事件按事件发生的先后顺序, 结合磁化率、CaCO₃ 含量、亮度、红度、黄度等指标分别进行详细讨论, 如图 3.

第 1 次突发事件亦即 H6 事件发生在约 21.5 m 处, 时间为 60.18 kaBP. 气候从寒冷过渡到温暖所需的时间为 420 a, 变化幅度 $1.59 \mu\text{m}/\text{ka}$, 此时 $> 40 \mu\text{m}$ 的粒径含量、CaCO₃ 含量值、亮度值均较上下层位明显增高, 而频率磁化率值、红度值和黄度值却较上下层位低, 表明气候干冷, 冬季风强盛, 携带尘土的能力增强. 红度和黄度值的减小意味着水热组合程度降低, 成壤强度较弱贫有机质, 从而使 CaCO₃ 的淋溶强度下降 CaCO₃ 含量增大, 频率磁化率降低亮度值增大; 第 2 次突发事件亦即

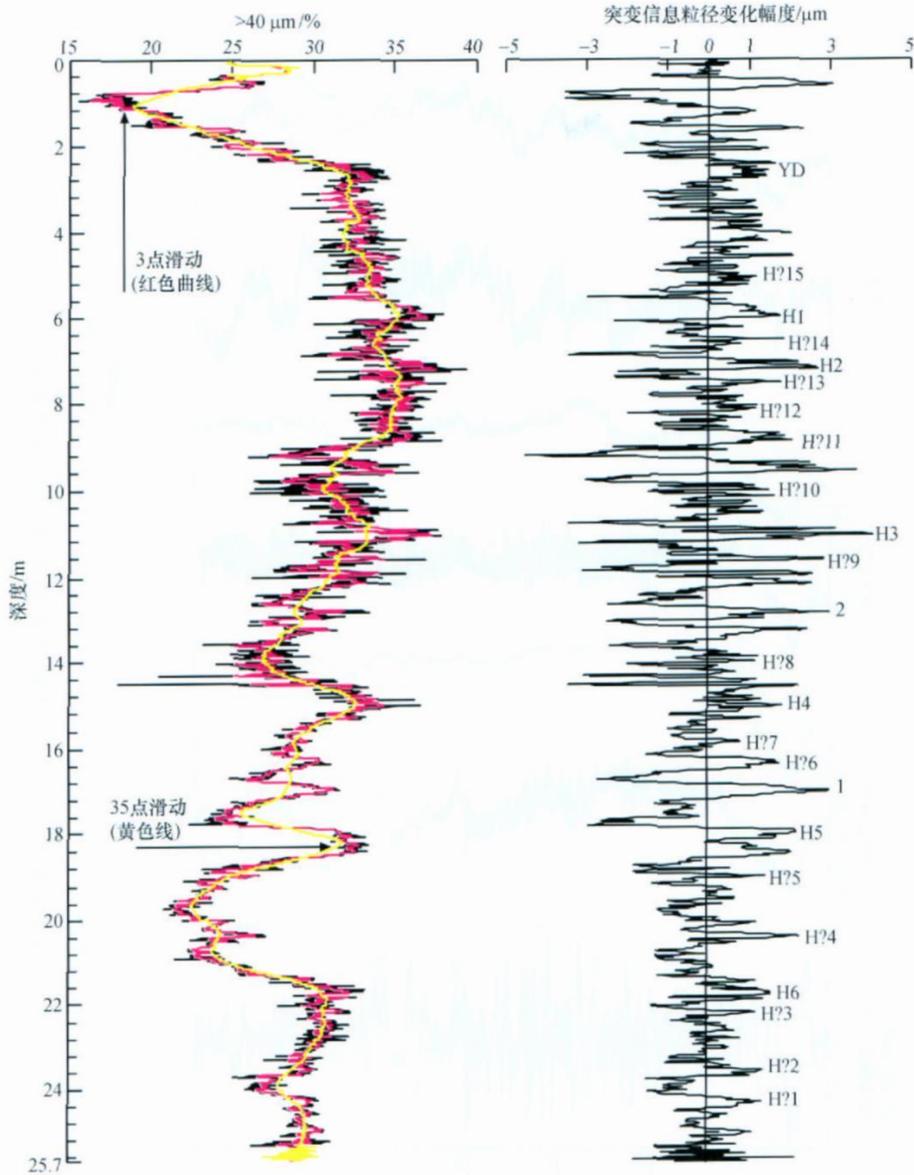


图 2 > 40 μm 粒级含量的 3 点、35 点滑动趋势、突变信息曲线

H5 事件发生在约 18.42 m 处，时间为 48 kaBP。气候从寒冷过渡到温暖所需时间为 460 a，变化幅度 $5.06 \mu\text{m}/\text{ka}$ ，此时 $> 40 \mu\text{m}$ 的粒级含量、 CaCO_3 含量值、亮度值均较上下层位增高，而频率磁化率值、红度值和黄度值却较上下层位减小，表明气候干冷冬季风加强，从而使冬季风携带粉尘的能力加强粗颗粒含量增加，红度和黄度值减低证明水热组合程度同样较低，成壤强度减弱贫有机质，使频率

磁化率减低亮度值增大，干冷的气候较少的降水使 CaCO_3 不易淋溶而增大；第 3 次突发事件亦即 H4 事件发生在约 14.8 m 处，时间为 39.00 kaBP。气候从寒冷过渡到温暖所需的时间为 150 a，变化幅度为 $1.21 \mu\text{m}/\text{ka}$ ，此时 $> 40 \mu\text{m}$ 粒级含量值、 CaCO_3 含量值、亮度值均较上下层位显著增加，而频率磁化率值、红度值、黄度值却较上下层位明显减小，表明气候的干冷程度加剧冬季风强度明显加强，冬季

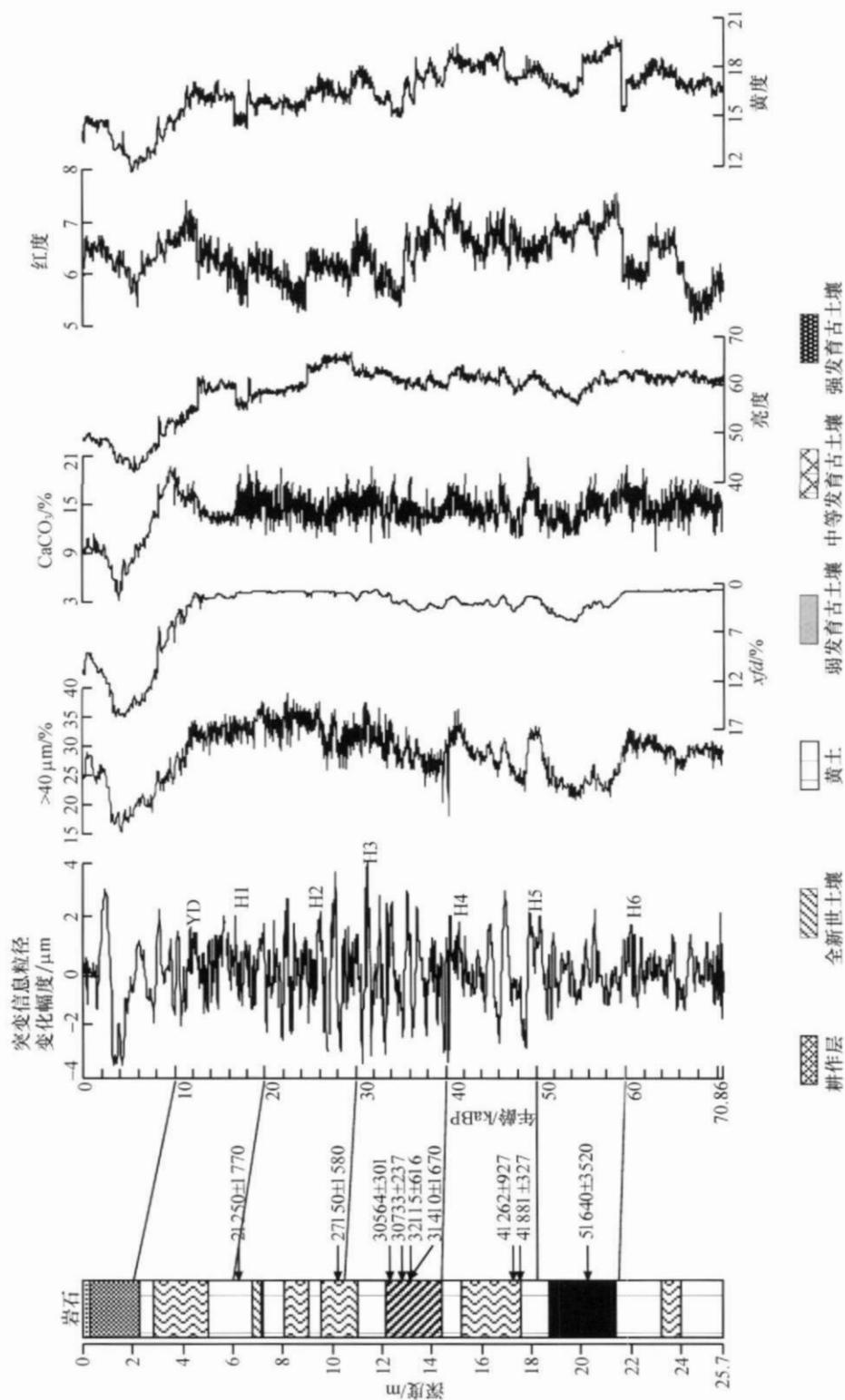


图3 >40 μm 粒级含量、x/d/%、CaCO₃ 含量、亮度、黄度和突变信息曲线

风携带尘土的能力增大粗颗粒含量巨增,从而使 $>40\mu\text{m}$ 粒级含量值增大,由于红度和黄度值的降低,表明水热组合程度明显下降,土壤的发育强度减弱,频率磁化率减小,同时水热程度的降低证明降水稀少,从而使 CaCO_3 的淋溶强度降低 CaCO_3 含量值增大;第4次突发事件亦即H3事件发生在约11.02m处,时间为30.50kaBP.气候从寒冷过渡到温暖所需的时间为130a,变化幅度 $2.64\mu\text{m}/\text{ka}$,此时 $>40\mu\text{m}$ 的粒级含量值、 CaCO_3 含量值、亮度值较上下层位显著增大,而频率磁化率值、红度值、黄度值却较上下层位明显减小,表明气候的干冷程度明显较上下层位加剧增大形成峰值,冬季风强度加强携带粉尘的能力增强使粗颗粒含量增大 $>40\mu\text{m}$ 的粒级含量值增大,红度、黄度值的减小意味着水热组合程度降低意味着水热组合程度降低,降水量减小使 CaCO_3 的淋溶程度降低 CaCO_3 含量值增大,成壤强度降低贫有机质,使频率磁化率值减小亮度值增大;第5次突发事件亦即H2事件发生在约7.10m处的黄土层中,时间为21.77kaBP(因该事件界线与H1事件界线比较模糊,没有采用其作为节点控制年龄,故其计算年龄与沉积时间间存在差异).气候从寒冷过渡到温暖所需时间为380a,变化幅度 $5.69\mu\text{m}/\text{ka}$,此时 $>40\mu\text{m}$ 的粒级含量值、 CaCO_3 含量值、亮度值均较上下层位明显增大,而频率磁化率值、红度值、黄度值却较上下层位明显减小,表明该时段气候干冷风力强盛,冬季风携带粉尘的能力加强使粗颗粒含量增加,从而使 $>40\mu\text{m}$ 的粒级含量值增大,红度、黄度值、频率磁化率值的减小意味着水热组合程度降低,成壤强度较弱贫有机质,从而使亮度值、 CaCO_3 含量值增大、频率磁化率值减小;第6次突发事件亦即H1事件发生在约5.96m处的黄土层中,时间为19.92kaBP.气候从寒冷过渡到温暖所需时间为490a,变化幅度为 $1.5\mu\text{m}/\text{ka}$,此时 $>40\mu\text{m}$ 的粒级含量值、 CaCO_3 含量值、亮度值均较上下层位明显增大,而频率磁化率值、红度值、黄度值、却较上下层位明显较小,表明该时段气候干冷风力强盛,冬季风携带粉尘的能力加强使粗颗粒含量增加,从而使 $>40\mu\text{m}$ 的粒级含量值增大,红度值、频率磁化率值的减小意味着水热组合程度降低,成壤强度较弱贫有机质,从而使亮度值、 CaCO_3 含量

值增大、频率磁化率值减小;YD突发事件发生在约2.7m处的黄土层中,时间为12.5kaBP.气候从寒冷过渡到温暖所需时间为400a,变化幅度为 $0.86\mu\text{m}/\text{ka}$,此时 $>40\mu\text{m}$ 的粒级含量值、 CaCO_3 含量值、亮度值均较上下层位明显增大,而频率磁化率值、红度值、黄度值、却较上下层位明显较小,表明该时段气候干冷风力强盛,冬季风携带粉尘的能力加强使粗颗粒含量增加,从而使 $>40\mu\text{m}$ 的粒级含量值增大,红度值、频率磁化率值的减小意味着水热组合程度降低,成壤强度较弱贫有机质,从而使亮度值、 CaCO_3 含量值增大、频率磁化率值减小.

再仔细观察一下H和YD突发事件,不难发现这些突发事件均出现在黄土层中,且均是高粒度值、高碳酸盐值、高亮度值,而低磁化率值、红度值、黄度值产生的时段,均表现为气候干冷风力强盛,由于冬季风的加强携带粉尘的能力增强致使粗颗粒含量增加的时段.冬季风加强,气候寒冷,携带水气的能力降低,水热组合程度下降,成壤强度下降,红度黄度值、频率磁化率值自然下降,而 CaCO_3 含量值、亮度值均较上下层位明显增大.另外一个非常明显的特征是这些可与北大西洋对比的H事件在整个剖面中表现除H3, H4, H5, H6和YD比较突出外, H1, H2的表现并不突出.末次冰期向全新世转变过程中的气候回返事件YD,只是末次冰期中众多极端寒冷事件中的一个,其寒冷的程度甚至远不及H事件(从其变化幅度可看出),当然H事件的寒冷程度也并不完全一致.这到底是此时东亚冬季风异常强盛的缘故,还是来自北大西洋地区气候突变信息的叠加使其加强的缘故,抑或是高纬北大西洋气候变化对黄土高原的影响幅度不会太大,尚需获更多的资料对其研究后方可下结论.不仅如此,除H和YD事件外,其余的突发事件也无一例外地出现在较其上下层位而言,高粒度值、高碳酸盐值、高亮度值,而低磁化率值、红度值和黄度值的时段.

2.2 黄土记录的末次冰期突发事件的定义

无论是讨论代用指标的选取,还是突变信息的提取,均需明确何谓黄土记录的突变事件.本文黄土定义的突发事件只针对末次冰期气候中Heinrich

事件。末次冰期记录的气候突变事件有三大特征：变化幅度大、持续时间短、变化速率快。Heinrich事件在黄土地层中可通过冬季风的强弱变化反映出来，具体讲就是可通过 $> 40 \mu\text{m}$ 粒级含量指标来指示。这样据上面的分析讨论突发事件就可定义为：在末次冰期黄土沉积的气候记录中，若平均粒径存在一个高粒度、高碳酸盐、高亮度值，而低磁化率、低红度值的事件，且该事件在平均粒径和 $> 40 \mu\text{m}$ 的粒级含量曲线上，相邻峰谷间的变化幅度大于 $3.4 \mu\text{m}$ ，且 $> 40 \mu\text{m}$ 的粒级含量的变幅 $> 2.0 \mu\text{m}$ ，而其变化时间 $< 500 \text{a}$ ，就可视为一个突发事件。

3 结论

(1) 末次冰期黄土记录的突发事件均发生在高粒度值、高碳酸盐值、高亮度值，而低磁化率值、低红度值和黄度值的时段，亦即更易发生在东亚季风加强的时段。

(2) 气候突变是全球末次冰期气候演变的主旋律，至少黄土高原西部区记录了同北大西洋地区同样的H事件和YD事件，且黄土还记录了除H和YD事件外更多的突发事件达15次之多，而这一点在高纬北大西洋地区的气候记录中并未见报道。

(3) H和YD事件均发生在某一时段内气候最为寒冷的时期，且无论是发生在间冰段内的H事件，还是发生在冰段内的H事件和YD事件均发生在黄土与古土壤的交界处的黄土层中，说明H和YD事件易发生在气候转型的时期。

(4) 并不突出的突发事件如H1, H2和多于15次的H?事件的存在是否说明，北大西洋气候变化对黄土高原的影响幅度不大，抑或还说明被国内外学者普遍认同的末次冰期气候突变的北大西洋热量传输、大气环流理论和低纬海洋与大气作用机制理论均有待商榷，从末次冰期东亚冬季风气候演变的特性与外围区域气候变化的联系入手或许能有所突破。

(5) 突发事件的定义：在末次冰期黄土沉积的气候记录中，若平均粒径存在一个高粒度、高碳酸盐、高亮度值，而低磁化率、低红度值的事件，且该事件在平均粒径和 $> 40 \mu\text{m}$ 的粒级含量曲线上，相邻峰谷间的变化幅度大于 $3.4 \mu\text{m}$ ，且 $> 40 \mu\text{m}$ 的

粒级含量的变幅 $> 2.0 \mu\text{m}$ ，而其变化时间 $< 500 \text{a}$ ，就可视为一个突发事件。

参 考 文 献

- Bond G, Broecker W, Johnsen S, et al. Correlation between climate records from North Atlantic sediments and Greenland Ice. *Nature*, 1993, 365: 143-147
- Bond GC, Lotti R. Iceberg discharges into the North Atlantic on Millennial time scales during the last glaciation. *Science*, 1995, 267(5200): 1005-1010
- Dansgaard W, Johnsen ST, Clausen HB, et al. Evidence for general instability of past climate from a 250kyr ice-core record. *Nature*, 1993, 364: 218-220
- GRIP members. Climate instability during the last interglacial period in the GRIP ice core. *Nature*, 1993, 364: 203-207
- Groote PM, Stuiver M, White JWC, et al. Comparison of oxygen isotope records from the GISP2 and GRIP Greenland ice cores. *Nature*, 1993, 366: 552-554
- Heinrich H. Origin and consequences of cyclic rafting into the North Atlantic ocean during the glacial period. *Nature*, 1992, 360: 245-249
- Porter SC, An ZS. Correlation between climate events in the North Atlantic and China during the last glaciation. *Nature*, 1995, 375: 305-308
- 丁仲礼, 任剑璋, 刘东生, 等. 晚更新世季风-沙漠系统千年尺度的不规则变化及其机制问题. *中国科学, D辑*, 1995, 26(5): 386-391
- 郭正堂, 刘东生, 吴乃琴. 最后两个冰期黄土中记录的 Heinrich 型气候节拍. *第四纪研究*, 1996, 16(1): 21-30
- Chen FH, Bloemendal J, Wang JM, et al. High-resolution multiproxy climate records from Chinese Loess: Evidence for rapid climatic changes over the last 75kyr. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 1997, 130(1-4): 325-335
- 李春海, 唐领余, 冯兆东, 等. 甘肃静宁地区晚更新世晚期高分辨率的孢粉纪录及其反映的气候变化. *中国科学, D辑*, 2006, 36(5): 453-460
- 沈吉, 刘兴起, Matsumoto R, 等. 晚冰期以来青海湖沉积物多指标高分辨率的古气候演化. *中国科学, D辑*, 2004, 34(6): 582-589
- Schulz H, Uirichi VR, helm ut E. Correlation between Arabian Sea and Greenland climate oscillations of the past 100000 years. *Nature*, 1998, 393(7): 54-57
- Stocker T. The seesaw effect. *Science*, 1998, 282(5386): 61-62
- 冯兆东, 汪海斌. 末次盛冰期北美风成环境变化及其在全球气候突变事件中的意义. *第四纪研究*, 2001, 21(5): 436-442
- 宋长青, 冷疏影. 21世纪中国地理学综合研究的主要领域. *地理学报*, 2005, 60(4): 546-552

- 17 刘昌明, 郑 度, 陆大道, 等. 地理学研究的发展方向. 地理学报, 2005, 60(4): 531—545
- 18 Chen FH, Bloemendaal J, Zhang PZ, et al. An 800ky proxy record of climate from lake sediments of the Zoige Basin, eastern Tibetan Plateau. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 1999, 151 (4): 307—320
- 19 杨胜利. 土壤颜色的气候意义. 兰州大学硕士论文, 兰州, 2001
- 20 鹿化煜, 安芷生. 黄土高原黄土粒度组成的古气候意义. 中国科学, D 辑, 1998, 28(3): 278—283
- 21 Wang YJ, Cheng H, Edwards RL, et al. A high-resolution absolute dated late Pleistocene monsoon record from Hulu Cave, China. *Science*, 2001, 294(14): 2345—2348
- 22 孟 飞. AM S¹⁴C 测年方法及应用. 兰州大学硕士论文, 兰州, 2002
- 23 Bailey RM, Bray H, Stokes H. Guidelines for inductively-coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) for dose rate determination: Some sample preparation and analysis. *Ancient TL*, 2003, 21(1): 11—14
- 24 鹿化煜, Thomas S, 戈双文, 等. 高密度光释光测年揭示的距今约 15—10ka 黄土高原侵蚀事件. 科学通报, 2006, 23(51): 2767—2772
- 25 韩家威著. 范 明, 孟小峰, 编译. 数据挖掘. 北京: 机械工业出版社, 2000, 278—280

国家自然科学基金重大研究计划“理论物理学及其交叉科学若干前沿问题” 2007 年度学术交流会在京召开

2008 年 1 月 25—26 日“理论物理学及其交叉科学若干前沿问题”重大研究计划 2007 年度学术交流会在北京召开. 该重大研究计划是在“十五”期间第一批启动的, 2001—2005 年期间共资助 134 个项目, 2008 年底所有项目将全部结题. 参加该年度交流会的共有一百多人, 包括学术指导专家组成员、协调组成员、学科联合工作组成员、各研究方向的学术交流组召集人、2003—2005 资助项目的研究人员以及一些自由听会人员.

会议开幕式由指导专家组组长欧阳钟灿院士主持. 基金委副主任沈文庆院士在开幕式上讲话, 他首先感谢专家组这些年来为该重大研究计划所付出的努力, 肯定了专家组所做的许多细致的工作, 以及在理论物理及其交叉科学取得的诸多成绩. 他指出, 希望在该研究计划即将结束的时候, 专家组能够认真总结经验, 归纳出若干研究方向, 争取在国家层面获得更好的支持. 然后数理科学部汲培文常务副主任代表学科联合工作组讲话, 介绍了基金委关于重大研究计划结束与验收结题的基本要求, 该重大研究计划结题总结的考虑安排和组织准备, 以及就本次学术交流会的目的、方式、侧重点等做了说明. 最后黄涛研究员代表指导专家组做重大研究计划 2007 年度执行报告, 报告指出在基金委领导、计划局和各科学部直接关心和指导下, 过去一年研究计划工作取得了显著的成绩: 2007 年发表论文 420 篇, 其中发表在影响因子 4 以上的论文 76 篇, 约占总数 18%. 凝炼形成的三大板块九个研究方向都取得了很好的进展, 还组织了多种形式的学术交流, 促进了不同学科间的交叉和渗透. 报告还介绍了理论物理学及其交叉科学的调研和思考以及 2008 年工作的安排和部署.

交流会邀请沈文庆院士做题为“核科学和学科交叉”、中国科学院高能物理研究所金山研究员做题为“机遇与挑战—北京谱仪及其物理”、中国科学院北京基因组研究所于军研究员做题为“生命科学前沿: 紧密合作中的基因组学与生物信息学”和中国科学院物理所方忠研究员做题为“自旋和轨道相关量子现象研究”的 4 个大会报告. 这些邀请报告对相关领域在国内外发展的综述及前沿进展做了精彩的阐述, 有些对理论物理的研究提出了问题与需求, 受到了与会人员的极大关注. 分组报告按照三个板块同时进行, 共安排了 40 个报告, 大家在一起进行了充分的交流和热烈的讨论.

(供稿: 李会红 蒲 钊)