

古人类活动对土壤理化性质的影响^①

——以河南仰韶村文化遗址为例

何翔宇^{1,2}, 吴克宁^{1,2*}, 查理思³, 于潇^{1,2}

(1 中国地质大学(北京)土地科学技术学院, 北京 100083; 2 国土资源部土地整治重点实验室, 北京 100035;

3 广东财经大学公共管理学院, 广州 510320)

摘要:在河南仰韶村文化遗址内,分别选取一个受到古人类活动干扰的土壤剖面(简称文化剖面)和没有受到古人类活动干扰的土壤剖面(简称自然剖面),通过分析土壤的粒度、磁化率、色度、矿质全量、全磷含量和容重特征,比较两剖面差异,从而获取古人类活动对土壤理化性质的影响。研究结果显示:文化剖面土壤各理化性质变异系数均较自然剖面大。文化剖面通体粒度组成偏砂,在灰烬层砂粒含量达到最大,但在文化层黏粒含量达到峰值,平均粒径和分选系数变化明显,均在灰烬层和文化层出现峰值和极大值;低频磁化率(χ_{lf})高于自然剖面,在灰烬层和文化层出现峰值,频率磁化率(χ_{fd})略低于自然剖面;红度(a^*)、黄度(b^*)、亮度(L^*)低于自然剖面,在灰烬层均出现最小值;各矿质元素变异系数大于自然剖面,但含量几乎相近,脱硅富铝化程度较弱于自然剖面,在灰烬层中CaO、MnO含量达到最大值,在文化层中除SiO₂几乎无变化外,其余氧化物或出现最大值或波峰;容重平均值小于自然剖面,并且在文化层出现最小值;全磷含量高于自然剖面,在灰烬层和文化层出现峰值和最大值。

关键词:文化遗址; 遗物遗迹; 土壤理化性质; 差别

中图分类号: S155 **文献标识码:** A

土壤记录了考古沉积物形成后以及在被改造过程中大量的古人类活动信息,为研究古人类的生活环境和行为方式提供了基础^[1]。例如曹志洪^[2]通过对绰墩山遗址中古水稻土的研究,证明该遗址稻田群是迄今发现最早的灌溉稻田群,获得新石器时期“火耕水耨”——原始灌溉稻作技术的证据。周华等^[3]分析连云港滕花落遗址的土壤粒度,发现遗址文明存在期间曾发生过大规模或长时间水患事件,破坏农业生产条件,最终导致整个文明走向衰落。李中轩等^[4]测试湖北辽瓦店遗址土壤中对人类活动有指示意义的元素含量,恢复了夏代以来人类活动特征。

虽然考古学与土壤学有密切关系,但长期以来,考古学在实践中对土壤学定量研究方法的应用却非常有限,而土壤却记录保存了大量古人类活动信息,所以利用定量分析手段研究古人类活动对土壤性质的影响,对中国史前考古工作的顺利开展有积极意义,对土壤学和考古学交叉领域的研究也会起到促进作用^[5]。尤其是在缺乏建筑遗迹、手工器物或文献记

录的考古遗址中,土壤理化性质特征已被证明是记录古人类活动特征的可靠证据。根据已有的研究,即便经过千年的时间跨度,古人类对土壤理化性质的影响,如粒度^[6]、磁化率^[7-13]、色度^[14-19]、元素^[20-21]等信息,仍会保留在遗址所在地的自然沉积或人工扰动过程形成的土壤中。

本研究选择在河南仰韶村文化遗址内,分别选取一个受到古人类活动干扰的土壤剖面(简称文化剖面)和没有受到古人类活动干扰的土壤剖面(简称自然剖面),通过分析土壤的粒度、磁化率、色度、矿质全量、全磷含量和容重,比较两个剖面的土壤理化性质差异,从而获取古人类活动对土壤理化性质的影响,可为其他类似遗址考古研究提供土壤学依据。

1 材料与方法

1.1 研究区及其土壤剖面分层概况

仰韶村遗址位于河南省浞池县城北 7.5 km 仰韶

基金项目: 国家自然科学基金项目(41371226)资助。

* 通讯作者(wukening@cubg.edu.cn)

作者简介: 何翔宇(1991—), 女, 河南信阳人, 博士研究生, 主要从事土壤地理研究。E-mail: hexiangyu@cubg.edu.cn

村南的台地上。遗址长约 900 m，宽约 300 m，面积近 30 万 m²。仰韶村是仰韶文化的命名地，仰韶文化作为重要的新石器时代文化，于 1921 年被瑞典科学家安特生等发现得名。研究剖面位于仰韶村遗址内，具体位置如图 1 所示。本研究所采集分层样品的年代测定在北京大学考古文博学院完成，采用 AMS14C 法测定，测试结果经过树轮法校正，并假定各层之间沉积速率一致。



图 1 剖面采样位置示意图

Fig. 1 Schematic diagram and sampling sites in study area

文化剖面位于仰韶村进村路西面的缓坡上 (111°46'36" E, 34°48'53" N)，海拔 633 m，坡度 5°~8°。根据颜色、结构、紧实度和层间接触关系等，将剖面分为 6 层(图 2)。各层具体描述见表 1：表土层(0~20 cm)、过渡层 1(20~70 cm)、灰烬层(70~100 cm)、文化层(100~140 cm)、过渡层 2(140~220 cm)和古土壤(220~400 cm)。其中，灰烬层为古人类用火遗迹，文化层为古人类居住遗迹，两者水平分布，边界

形状平整规则，其炭屑含量明显高于自然剖面，并在两者中均发现仰韶时期红陶片和中原龙山文化时期灰陶片，其旁锥型灰坑为古人类生活垃圾或粮食储备所挖的土坑，可证明灰烬层、文化层为古人类活动遗迹。

自然剖面位于仰韶村安特生路东面缓坡上 (111°46'36" E, 34°48'51" N)，海拔 621 m，坡度 5°~8°。根据颜色、结构、紧实度和层间接触关系等，将剖面分为 4 层(图 3)，各层具体描述见表 2：表土层(0~20 cm)、黄土层(20~170 cm)、过渡层(170~250 cm)和古土壤(250~400 cm)。

1.2 样品采集与分析

采样方法分为两种：第一种为按发生层分层取样，共采集分层样品 10 个，主要进行环刀法的容重分析；第二种为密集采样，在观察厚度 4 m 的范围内，间隔 10 cm 从上至下连续采样，共采集密集样品 80 个，主要用于粒度、磁化率、色度、矿质全量、全磷、孢粉和炭屑分析。粒度分析采用英国 Mastersizer2000 型激光粒度仪测定，磁化率分析采用英国 BartingtonMS-2 型双频磁化率仪测定，色度分析采用日本柯尼卡美能达公司 CM-700d 分光测色仪测定，矿质全量采用碳酸锂-硼酸熔融、X 射线荧光光谱分析(XRF)法测定，全磷分析采用 ICP 发射光谱法测定。

2 结果与分析

2.1 粒度

采用 50、10 和 5 μm 分别作为砂粒/粗粉砂、粗粉砂/细粉砂以及细粉砂/黏粒分界线，进行粒度组成分析。如图 4 所示，文化剖面的粒度组成结果：黏粒含量变化范围为 122.7~297.6 g/kg，变异系数为 143%，

表 1 文化剖面分层描述

Table 1 Pedological and stratigraphic description of culture profile

深度(cm)	地层	描述
0~20	表土层	浊橙(7.5YR 6/4, 干), 粉壤土, 弱发育块状结构, 稍硬, 含多量根系, 清晰平滑过渡
20~70	过渡层 1	橙(5YR 6/6, 干), 粉壤土, 弱发育块状结构, 稍硬, 含多量根系, 块状结构, 稍硬, 清晰平滑过渡
70~100	灰烬层	灰棕(7.5YR 4/2, 干), 粉壤土, 粒状结构, 松散, 发现少量陶片和一件疑似圆形石器, 清晰平滑过渡
100~140	文化层	浊橙(7.5YR 7/3, 干), 粉壤土, 弱发育块状结构, 硬, 发现少量陶片, 清晰平滑过渡
140~220	过渡层 2	淡棕色(7.5YR 7/2, 干), 粉壤土, 中发育块状结构, 硬, 清晰平滑过渡
220~400	古土壤	浊橙(7.5YR 6/4, 干), 黏土, 强发育块状结构, 很硬

表 2 自然剖面分层描述

Table 2 Pedological and stratigraphic description of nature profile

深度(cm)	地层	描述
0~20	表土层	橙(5YR 6/6, 干), 粉壤土, 粒状结构, 松软, 含少量根系, 模糊平滑过渡
20~170	黄土层	亮红棕(5YR 5/6, 干), 粉壤土, 弱发育块状结构, 稍硬, 含中量根系, 少量砾石和砂姜侵入体, 清晰平滑过渡
170~250	过渡层	亮棕色(7.5YR 5/6, 干), 黏土, 强发育角块状结构, 稍硬, 很多钙质粉霜和假菌丝体
250~400	古土壤	橙(7.5YR 6/6), 黏土, 强发育棱块状结构, 很硬, 少量钙质结核

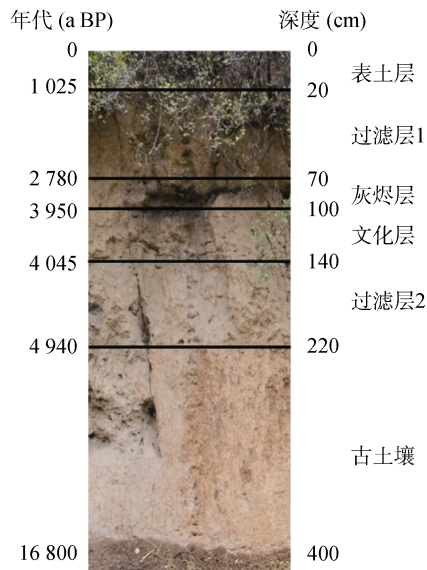


图 2 文化剖面层次划分及年代
Fig. 2 Layers and ages of cultural profile

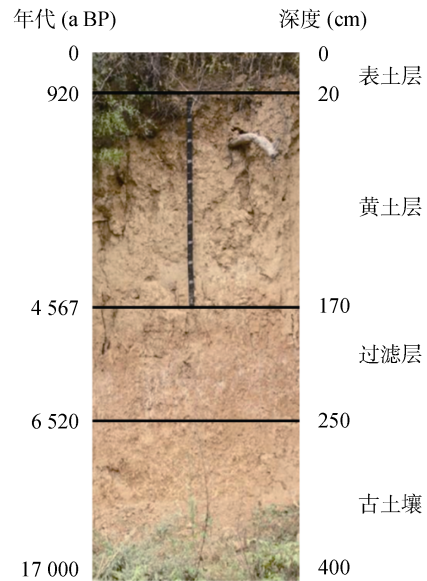


图 3 自然剖面层次划分及年代
Fig. 3 Layers and ages of natural profile

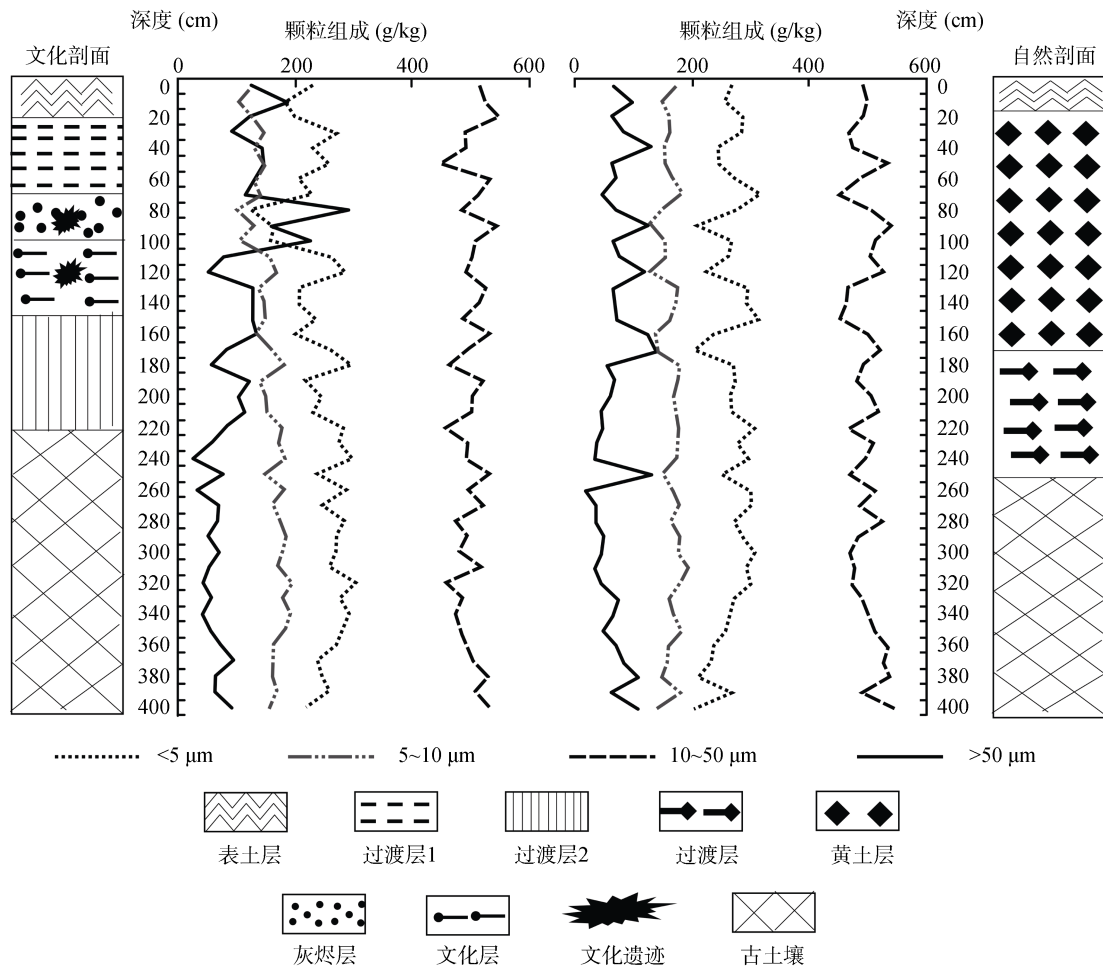


图 4 文化剖面和自然剖面粒度组成特征图
Fig. 4 Characteristics of particle size composition in cultural and natural profiles

平均含量为 244.1 g/kg；细粉砂含量变化范围为 99.7 ~ 194.1 g/kg，变异系数为 95%，平均含量为 155.2 g/kg；粗粉砂含量变化范围为 447.6 ~ 534.6 g/kg，变异系数为 19%，平均含量为 501.4 g/kg；砂粒含量变化范围为

25.4 ~ 294.0 g/kg, 变异系数为 1 057%, 平均含量为 99.1 g/kg。黏粒和砂粒含量变化明显, 相比之下, 粗粉砂和细粉砂含量较稳定, 变化波动小。在 60 ~ 140、160 ~ 200 cm 土层间变化特征尤为显著。

自然剖面的粒度分析结果: 黏粒含量变化范围为 204.4 ~ 316.9 g/kg, 变异系数为 55%, 平均含量为 267.3 g/kg; 细粉砂含量变化范围为 126.5 ~ 193.8 g/kg, 变异系数为 53%, 平均含量为 163.6 g/kg; 粗粉砂含量变化范围为 467.2 ~ 547.3 g/kg, 变异系数为 17%, 平均含量为 497.3 g/kg; 砂粒含量变化范围为 18.6 ~ 139.4 g/kg, 变异系数为 649%, 平均含量为 71.7 g/kg。黏粒、砂粒和粗粉砂含量变化明显, 相比之下, 细粉砂含量较稳定, 变化波动小。细颗粒含量与粗颗粒含量变化趋势相反, 在 50 ~ 80、120 ~ 180、220 ~ 280、

360 ~ 400 cm 间变化特征尤为明显。

在灰土层, 砂粒含量达到最高值, 远高于自然剖面的最大值, 同时黏粒含量达到最低值, 低于自然剖面的最低值。在文化层, 黏粒含量达到峰值。

粒度参数实际上是对沉积物粒度分析后的基本数据进行统计学分析, 是综合反映沉积物粒度特征及沉积环境的量化指标。经常使用的粒度参数有平均粒径(Mz)、分选系数(Sd)、偏度(Sk)、峰度(Ku)等。如图 5 所示, 文化剖面的粒度参数结果: 平均粒径变化范围为 12.99 ~ 38.65 μm, 变异系数为 1 989%, 平均值为 18.96 μm; 偏度变化范围为 0.39 ~ 0.63, 变异系数为 62%, 平均值为 0.49; 峰度变化范围为 0.99 ~ 3.56, 变异系数为 260%, 平均值为 1.20; 分选系数变化范围为 1.22 ~ 6.48, 变异系数为 431%, 平均值为 2.05。

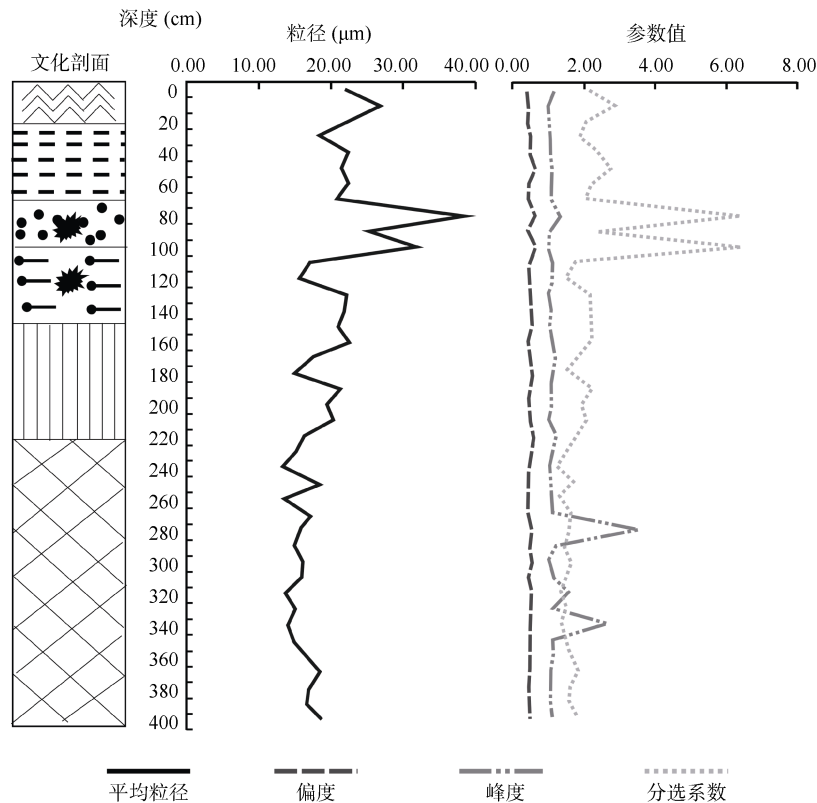


图 5 文化剖面粒度参数特征

Fig. 5 Characteristics of particle size parameters in cultural profile

如图 6 所示, 自然剖面的粒度参数结果: 平均粒径变化范围为 13.04 ~ 22.68 μm, 变异系数为 74%, 平均值为 16.66 μm; 偏度变化范围为 0.40 ~ 0.71, 变异系数为 78%, 平均值为 0.48; 峰度变化范围为 0.92 ~ 3.48, 变异系数为 278%, 平均值为 1.16; 分选系数变化范围为 1.21 ~ 4.33, 变异系数为 258%, 平均值为 1.68。

2.2 磁化率

分别对土壤样品进行低频(0.47 KHz)和低频(4.7

KHz)磁化率测定, 得出低频磁化率(χ_{lf})、高频磁化率(χ_{hf}), 将所得值换算成质量磁化率(SI 单位: $10^{-8}m^3/kg$), 由于低频质量磁化率和高频质量磁化率变化趋势基本一致, 因此通常用 χ_{lf} 表示磁化率, 同时计算样品的频率磁化率, 公式为: ($\chi_{fd}=(\chi_{lf}-\chi_{hf})/\chi_{lf}\times 100\%$)。如图 7 所示, 文化剖面的磁化率结果: χ_{lf} 变化范围为 $(57.96 \sim 705.51) \times 10^{-8}m^3/kg$, 变异系数为 1 117%, 平均值为 $156.41 \times 10^{-8}m^3/kg$; χ_{fd} 变化范围为

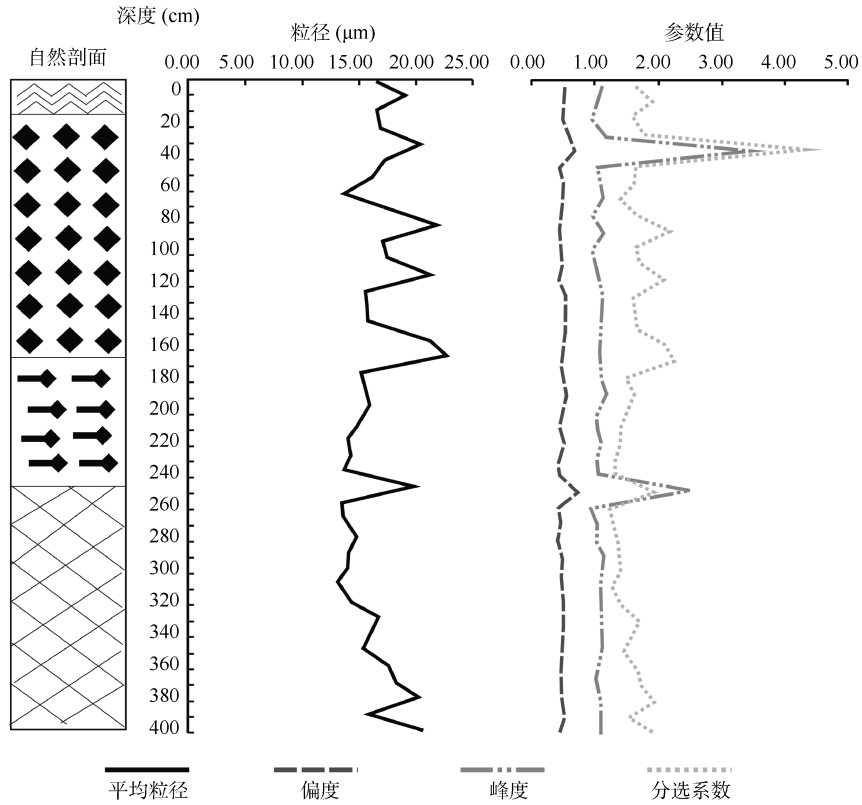


图 6 自然剖面粒度参数特征
Fig. 6 Characteristics of particle size parameters in natural profile

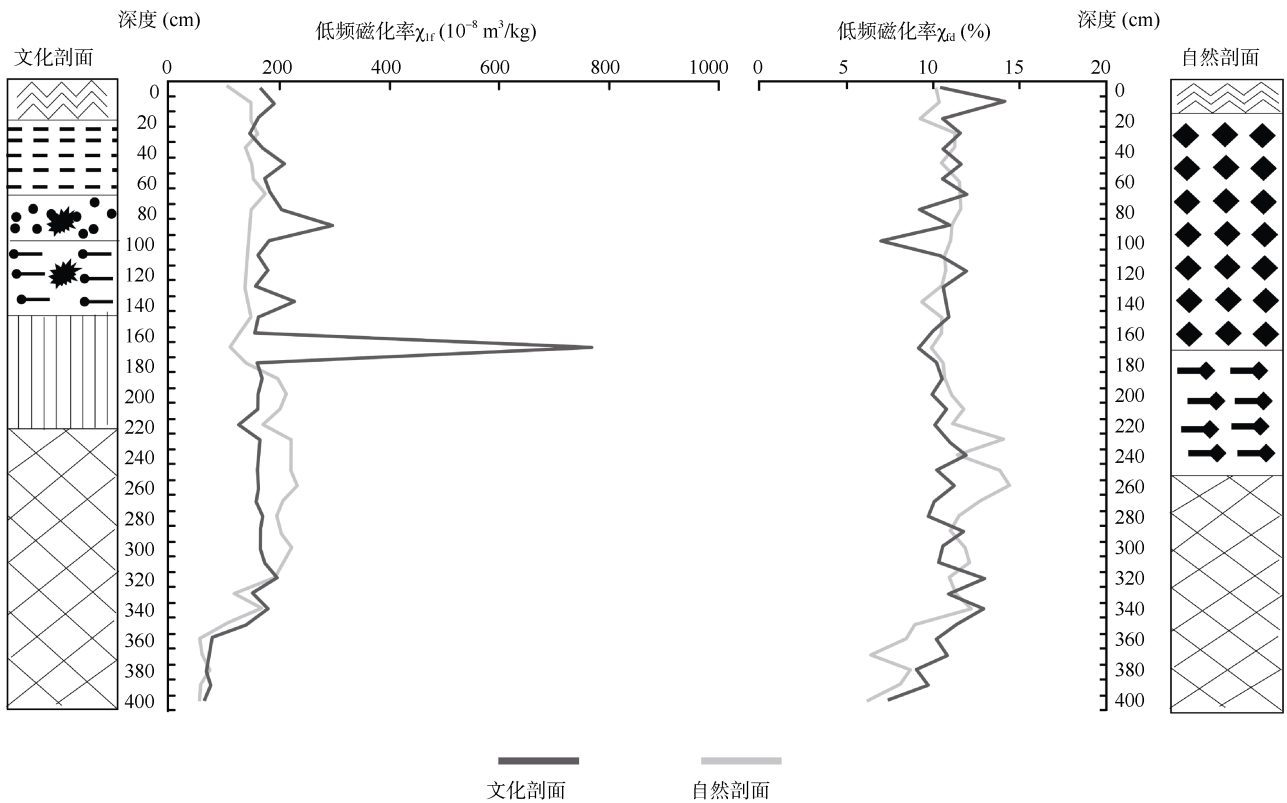


图 7 文化剖面 and 自然剖面磁化率特征图
Fig. 7 Magnetic susceptibilities of cultural and natural profiles

6.43% ~ 12.92%，变异系数为 100%，平均值为 10.61%；自然剖面的磁化率结果： χ_{if} 变化范围为 $(51.38 \sim 199.65) \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$ ，变异系数为 288%，平均值为 $136.48 \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$ ； χ_{fd} 变化范围为 6.33% ~ 12.71%，变异系数为 101%，平均值为 10.74%。

χ_{if} 在灰烬层和文化层中均出现峰值，并在 170 cm 处出现最大值，远超自然剖面最大值。 χ_{fd} 在灰烬层出现最小值，在文化层出现峰值。

2.3 色度

使用 a^* 、 b^* 、 L^* 3 个色度参数来描述土壤色度特征，其中 a^* 代表红度，变化于红和绿之间； b^* 代表黄度，变化于黄与蓝之间； L^* 代表亮度，变化于黑与白之间，

三者参数值介于 0~100。如图 8 所示，文化剖面色度结果： a^* 变化范围为 2.45~10.42，变异系数为 325%，平均值为 6.52； b^* 变化范围为 5.82~23.24，变异系数为 299%，平均值为 15.05； L^* 变化范围为 22.68~46.48，变异系数为 104%，平均值为 36.21。自然剖面的色度结果： a^* 变化范围为 6.29~9.76，变异系数为 55%，平均值为 7.81； b^* 值变化范围为 14.03~19.84，变异系数为 41%，平均值为 16.74； L^* 变化范围为 25.84~42.31，变异系数为 63%，平均值为 33.34。

a^* 、 b^* 、 L^* 均在灰烬层出现最小值，远低于自然剖面的最小值，而在文化层均出现峰值，接近或超过自然剖面的最大值。

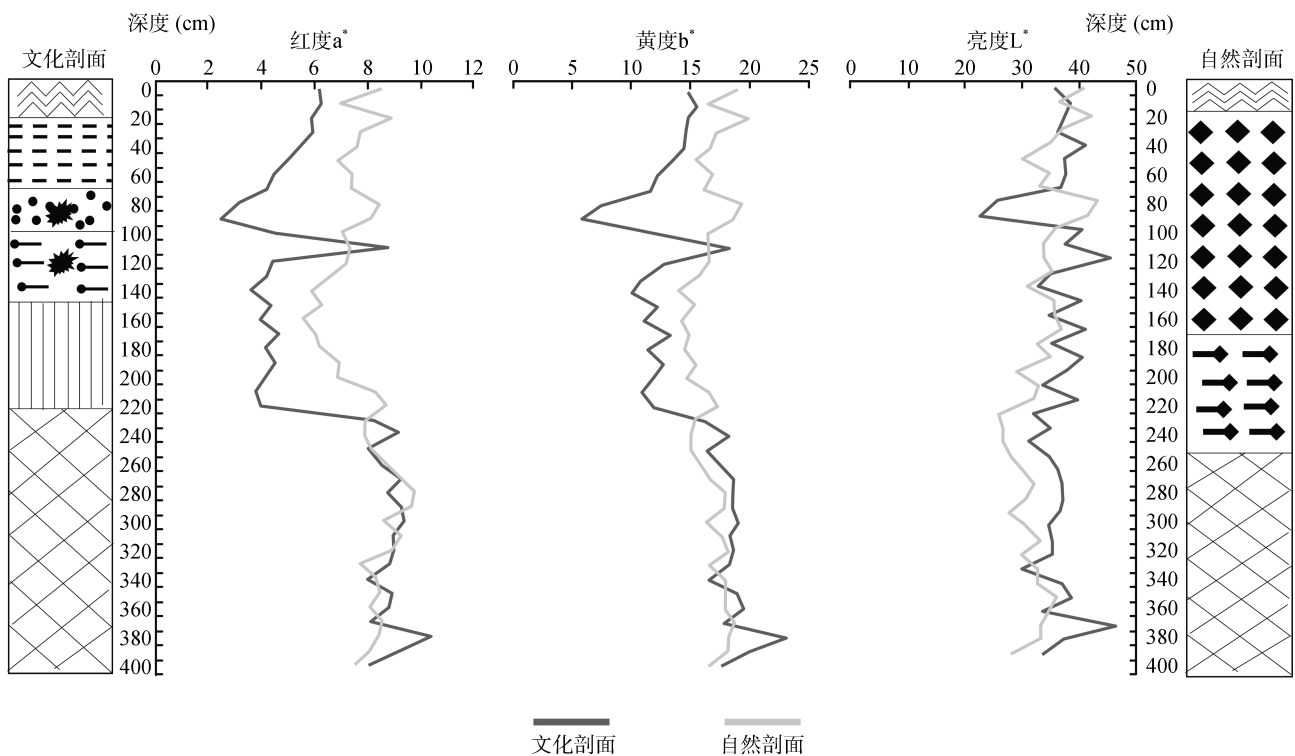


图 8 文化剖面 and 自然剖面色度特征图
Fig. 8 Characteristics of chroma in cultural and natural profiles

2.4 矿质全量

如图 9 所示，文化剖面矿质全量结果： SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 CaO 、 K_2O 、 MgO 、 Na_2O 、 MnO 、 TiO_2 的含量变化范围分别为 656.1~719.3、104.4~148.0、39.8~56.4、6.3~23.8、23.3~28.1、14.8~20.2、11.6~17.8、7.6~12.0、58.1~80.6 g/kg，变异系数分别为 10%、42%、42%、277%、21%、36%、53%、58%、39%，平均值分别为 673.1、134.9、50.6、12.6、26、18.1、14.4、9.4、73.4 g/kg。

如图 10 所示，自然剖面中矿质全量结果： SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 CaO 、 K_2O 、 MgO 、 Na_2O 、 MnO 、 TiO_2

的含量变化范围分别为 645.0~689.8、134.0~157.7、49.6~60.6、5.7~13.8、23.5~27.7、17.3~22.2、9.9~18.2、7.9~9.5、72.1~82.0；变异系数分别为 7%、18%、22%、142%、18%、28%、84%、20%、14%，平均值分别为 670.0、143.8、54.0、9.0、25.8、19.0、14.0、8.6、77.7 g/kg。

在灰烬层中， SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 K_2O 、 MgO 和 Na_2O 含量相对达到最小值，而 CaO 、 MnO 含量达到最大值，大于自然剖面的最大值。在文化层中，除 SiO_2 几乎无变化外，其余氧化物或出现最大值或波峰。

反映土壤风化发育的指标有多种，本研究对其中

的硅铝率(Sa)、硅铝铁率(Saf)、土壤风化淋溶系数(ba)进行分析。如图 11 所示,文化剖面的 Sa、Saf 和 ba 值变化范围分别为 7.63 ~ 10.94、14.19 ~ 20.35、0.18 ~ 0.29,变异系数分别为 43%、43%、61%,平均值分别

为 8.53、15.94、0.22。自然剖面的 Sa、Saf 和 ba 值变化范围分别为 6.98 ~ 8.64、12.96 ~ 16.25、0.15 ~ 0.23,变异系数分别为 24%、25%、53%,平均值分别为 7.94、14.82、0.19。

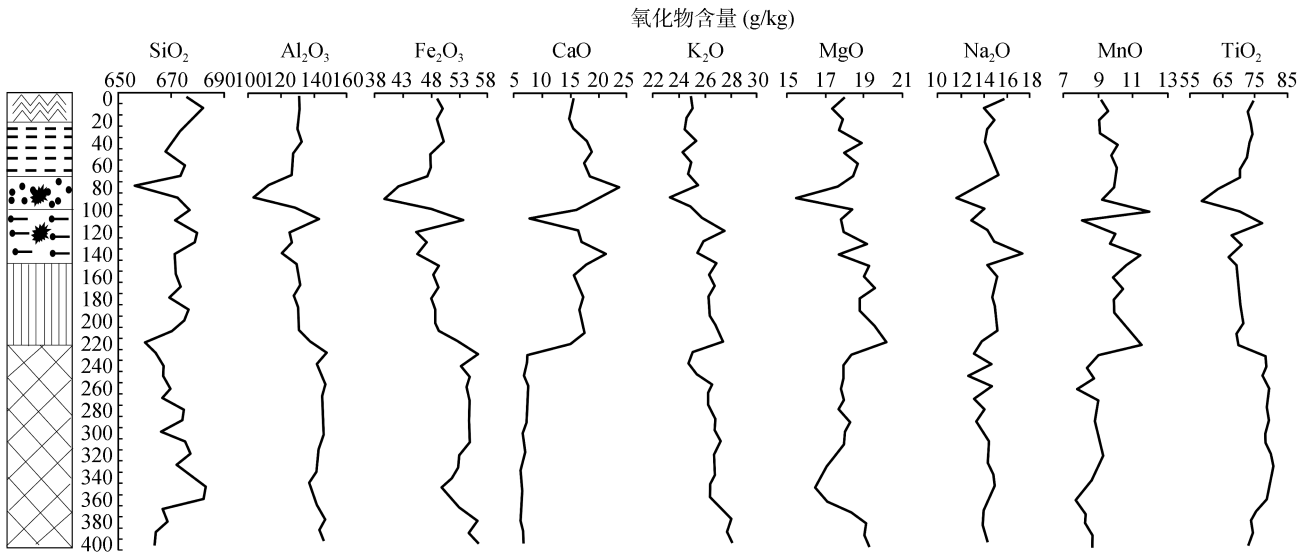


图 9 文化剖面氧化物特征图
Fig. 9 Characteristics of oxides in cultural profile

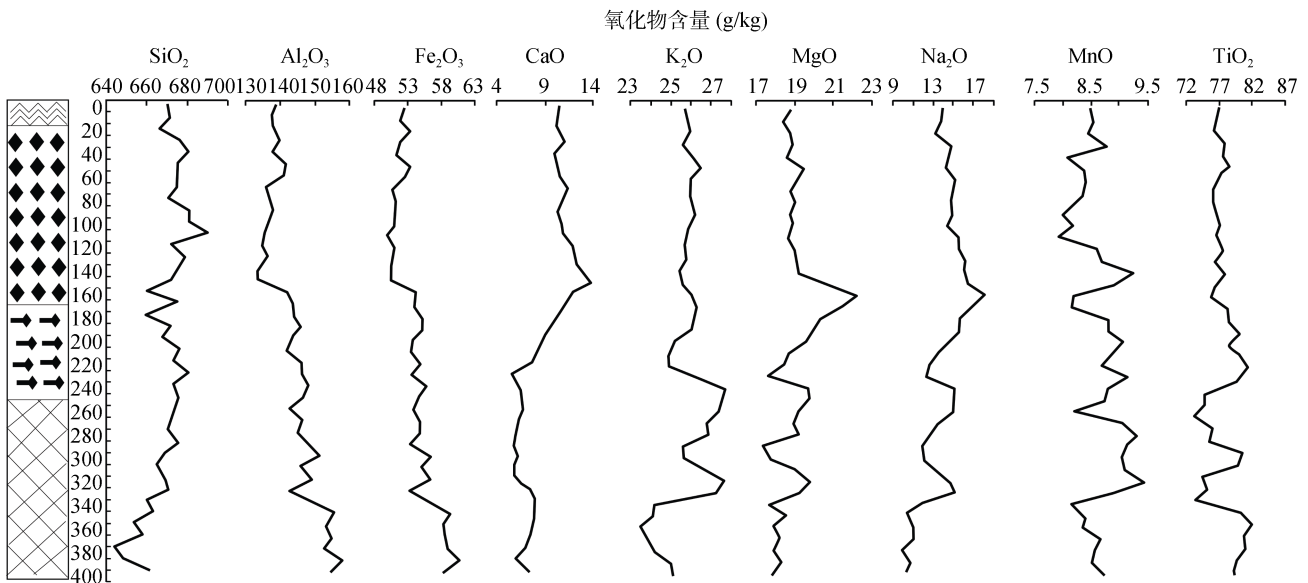


图 10 自然剖面氧化物特征图
Fig. 10 Characteristics of oxides in natural profile

2.5 全磷

如图 12 所示,文化剖面全磷含量变化范围为 0.15 ~ 9.88 g/kg,变异系数为 6 653%,平均值为 3.37 g/kg;自然剖面全磷含量变化范围为 0.11 ~ 1.85 g/kg,变异系数为 1 595%,平均值为 0.68 g/kg。全磷在灰烬层和文化层出现峰值和最大值,大于自然剖面的最大值。

2.6 容重

如图 12 所示,文化剖面土壤容重变化范围为 0.79 ~ 1.27g/cm³,变异系数为 61%,平均值 1.15 g/cm³;自然剖面土壤容重变化范围为 1.23 ~ 1.36 g/cm³,变异系数为 11%,平均值为 1.3 g/cm³。土壤容重在灰烬层和文化层出现谷值和最小值,小于自然剖面的最小值。

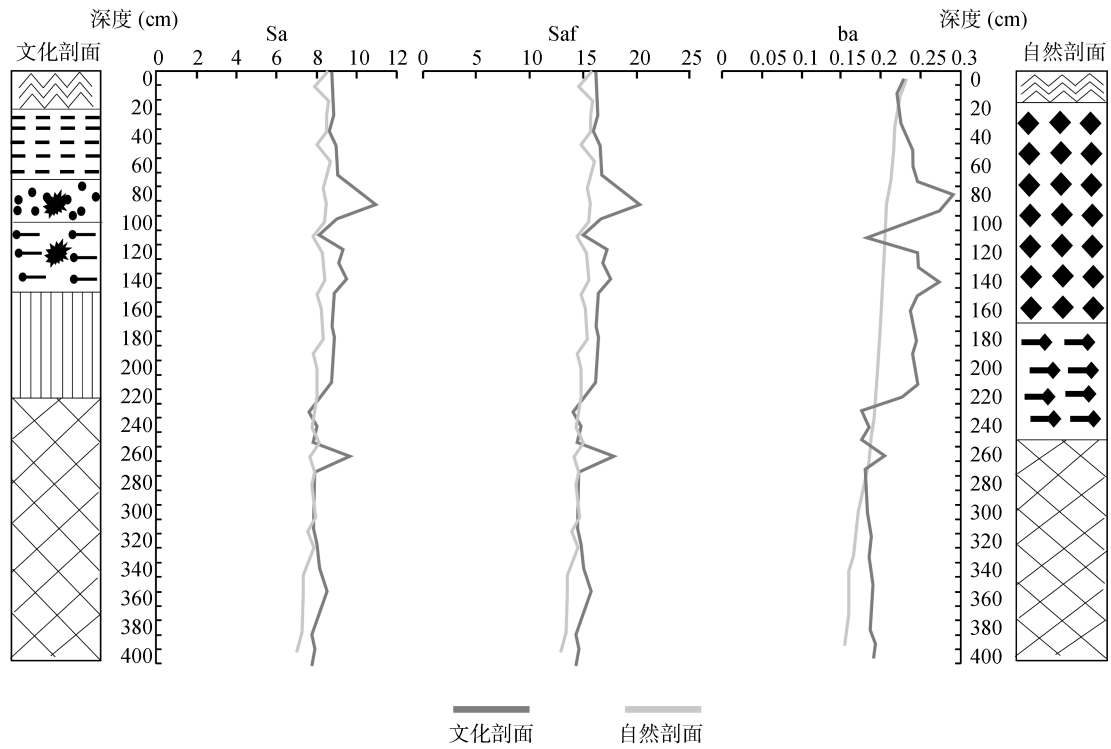


图 11 文化和自然剖面风化发育指标分布图

Fig. 11 Distribution of Sa, Saf and ba in cultural and natural profiles

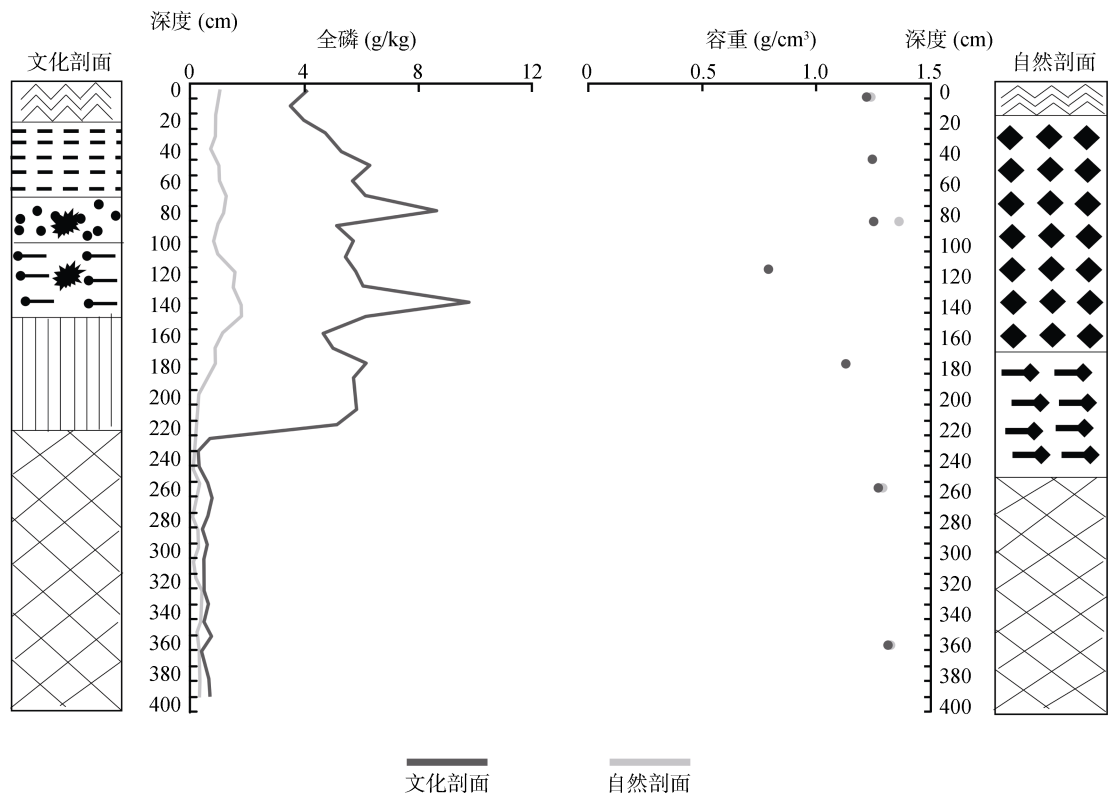


图 12 文化和自然剖面全磷、容重特征图

Fig. 12 Characteristics of total phosphorus, bulk density in cultural and natural profiles

3 讨论

文化剖面与自然剖面的黏粒、细粉砂、粗粉砂、砂粒含量变异系数比值分别为 2.6、1.8、0.4、1.6，平均含量比值分别为 0.91、0.95、1.01、1.38。可以看出，文化剖面的粒度变异系数大于自然剖面，以黏粒变化尤为明显。此外，粒度组成较自然剖面偏粗，特别是在灰烬层表现明显，由于古人类用火，产生大量砂粒物质，其含量达到最高值 294 g/kg，远高于自然剖面的最大值。但在文化层，黏粒含量达到峰值，推测古人类居住活动增加了黏粒含量。

文化剖面与自然剖面的平均粒径、偏度、峰度和分选系数变异系数比值分别为 2.7、0.8、0.9、1.7，平均值比值分别为 1.14、1.02、1.03、1.22。可以看出，文化剖面的平均粒径和分选系数较自然剖面变化明显，特别是在灰烬层和文化层表现明显，分别出现峰值和极大值，超过自然剖面的最大值，分别为 38.65 μm 、32.03 μm 和 6.41、6.48。

文化剖面与自然剖面的 χ_{Ir} 和 χ_{fd} 变异系数比值分别为 2.88、1.00，平均值比值分别为 1.15、0.99。可以看出，文化剖面的 χ_{Ir} 变异系数大于自然剖面，且数值大于自然剖面，特别是在灰烬层和文化层表现明显，分别达到 $300.72 \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$ 和 $231.06 \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$ ，并且在过渡层 2 中出现异常值 $705.51 \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$ 。推测由于古人类用火、居住等活动，造成土壤磁性物质含量增多。文化剖面的 χ_{fd} 变异系数与自然剖面相近，但数值总体略低，反映土壤风化程度弱于自然剖面，推测为古人类活动干扰所致，这与该地区古人类活动对土壤发育影响研究一致^[22]。

文化剖面与自然剖面的 a^* 、 b^* 、 L^* 变异系数比值分别为 5.90、7.23、1.65，平均值比值分别为 0.83、0.90、1.09。可以看出，文化剖面的色度变异系数大于自然剖面，但数值总体小于自然剖面，特别是在灰烬层表现明显，分别为 2.45、5.82、22.68。推测由于古人类用火，产生大量灰黑色物质，各色度特征值均出现最小值，远低于自然剖面的最小值，但在文化层均出现峰值，接近或略超过自然剖面的最大值。

文化剖面与自然剖面的 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 CaO 、 K_2O 、 MgO 、 Na_2O 、 MnO 、 TiO_2 的变异系数比值分别为 1.38、2.36、1.88、1.95、1.15、1.29、0.64、2.86、2.82，平均值比值分别为 1.00、0.94、0.94、1.40、1.01、0.95、1.03、1.09、0.94。可以看出，文化剖面各矿质元素变异系数大于自然剖面，但含量几乎相近。但在灰烬层中，由于古人类燃烧产生大量的炭屑，这使得 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 K_2O 、 MgO 和 Na_2O 含

量相对达到最小值，但 CaO 、 MnO 含量达到最大值。在文化层中，除 SiO_2 几乎无变化外，其余氧化物或出现最大值或波峰。

文化剖面与自然剖面的 S_a 、 S_{af} 和 b_a 值的变异系数比值分别为 1.82、1.71、1.15，平均值比值分别为 1.07、1.08、1.16。可以看出，文化剖面发育程度弱于自然剖面，而且发育波动较大，推测受古人类活动干扰所致。

文化剖面与自然剖面的全磷含量变异系数比值为 1.18，平均值比值为 4.95。可以看出，文化剖面的全磷含量变异系数大于自然剖面，且数值大于自然剖面，特别是在灰烬层和文化层表现明显，出现峰值和最大值，分别为 8.73 g/kg 和 9.88 g/kg，反映古人类活动具有富磷作用，推测主要为古人类饮食起居所致，这与国内外相关研究相符合^[23-24]。

文化剖面与自然剖面的土壤体积质量变异系数比值为 5.76，平均值比值为 0.88。可以看出，文化剖面的体积质量变异系数大于自然剖面，但数值总体小于自然剖面，特别是在文化层表现明显，出现最小值 $0.79 \text{g}/\text{cm}^3$ ，而其他层均大于 $1 \text{g}/\text{cm}^3$ ，反映古人类活动能降低土壤体积质量。

4 结论

在仰韶村文化遗址内，与自然剖面相比，文化剖面土壤在古人类活动干扰下，各理化性质变异系数大，反映古人类活动干扰明显。此外，各理化性质数值差异明显，总体而言，土壤通体砂粒含量高，色度值低， χ_{Ir} 高、 χ_{fd} 较低， S_a 、 S_{af} 和 b_a 值较高，全磷含量高，体积质量较低。其中， χ_{fd} 较低， S_a 、 S_{af} 和 b_a 值较高反映古人类活动一定程度阻碍了土壤的发育。

通过对古人类用火和居住形成的灰烬层和文化层的土壤理化性质分析和比较，发现古人类用火造成土壤色度数值将至最小、砂粒含量达到最大、 CaO 、 MnO 相对含量达到最大，而其他氧化物相对含量达到最小。古人类居住活动则导致色度数值和黏粒含量达到峰值，有利于所有氧化物富集。但无论是用火还是居住， χ_{Ir} 均出现峰值，全磷含量达到峰值和最大值，反映这两种活动均有利于产生磁性物质和磷的富集。

致谢：感谢中国科学院地质与地球物理研究所郭正堂老师及其团队对本文实验的支持。

参考文献：

- [1] 吴克宁, 王文静, 查理思, 等. 文化遗址区古土壤特性及古环境研究进展[J]. 土壤学报, 2014, 51(6): 1169-1182

- [2] 曹志洪. 中国史前灌溉稻田和古水稻土研究进展[J]. 土壤学报, 2008, 45(5): 784-791
- [3] 周华, 廖富强, 徐明星, 等. 连云港藤花落遗址土壤粒度及重金属累积特征[J]. 地理科学, 2013, 33(3): 349-355
- [4] 李中轩, 朱诚, 王然, 等. 湖北辽瓦店遗址地层中多元素指标对古人类活动的记录[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2008, 28(6): 113-118
- [5] 董广辉, 夏正楷, 刘德成, 等. 文明起源时期河南孟津地区人类活动对土壤化学性质的影响[J]. 兰州大学学报: 自然科学版, 2007, 43(1): 6-10
- [6] 张俊娜, 夏正楷. 洛阳二里头遗址南沉积剖面的粒度和磁化率分析[J]. 北京大学学报: 自然科学版, 2012, 48(5): 737-743
- [7] 霍俊杰, Reidar L, 李斌, 等. 大荔人遗址黄土-古土壤剖面岩石磁学性质研究[J]. 地球物理学报, 2010, 53(6): 1463-1474
- [8] 马春梅, 朱诚, 朱光耀, 等. 安徽蒙城尉迟寺遗址地层的磁化率与元素地球化学记录研究[J]. 地层学杂志, 2006, 30(2): 124-130
- [9] 张振卿, 许清海, 贾红娟. 殷墟地区土壤剖面磁化率变化特征[J]. 地理与地理信息科学, 2006, 22(6): 94-97
- [10] 史威, 朱诚, 徐伟峰, 等. 重庆中坝遗址剖面磁化率异常与人类活动的关系[J]. 地理学报, 2007, 62(3): 257-267
- [11] 张振卿, 许清海, 贾红娟. 殷墟地区土壤剖面磁化率变化特征[J]. 地理与地理信息科学, 2006, 22(6): 94-97
- [12] 张强, 朱诚, 姜逢清, 等. 重庆巫山张家湾遗址 2000 年来的环境考古[J]. 地理学报, 2001, 56(3): 353-360
- [13] 张岩, 郭正堂, 邓成龙, 等. 周口店第 1 地点用火的磁化率和色度证据[J]. 科学通报, 2014, 59(8): 679-686
- [14] Gunal H, Ersahin S, Yetgin B, et al. Use of chromameter measured color parameters in estimating color-related soil variables[J]. Communications in Soil Science & Plant Analysis, 2008, 9(5/6): 726-740
- [15] 丁敏, 庞奖励, 黄春长, 等. 全新世黄土-古土壤序列色度特征及气候意义——以关中平原西部梁村剖面为例[J]. 陕西师范大学学报: 自然科学版, 2010, 38(5): 92-97
- [16] 何柳, 孙有斌, 安芷生. 中国黄土颜色变化的控制因素和古气候意义[J]. 地球化学, 2010, 39 (5): 447-455
- [17] 石培宏, 杨太保, 田庆春, 等. 靖远黄土-古土壤色度变化特征分析及古气候意义[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 2012, 48(2): 15-23
- [18] 冯力威, 吴克宁, 查理思, 等. 仰韶文化遗址区古土壤色度特征及其气候意义[J]. 生态环境学报, 2015, 24(5): 892-897
- [19] 刘武, 武仙竹, 李宜垠, 等. 湖北郧西黄龙洞古人类用火证据[J]. 科学通报, 2008, 53(24): 3096-3103
- [20] 查理思, 吴克宁, 鞠兵, 等. 二里头文化遗址区土壤化学成分含量及变化研究[J]. 土壤通报, 2013, 44(6): 1414-1417
- [21] Wilson C A, Davidson D A, Cresser M S. Multi-element soil analysis: An assessment of its potential as an aid to archaeological interpretation[J]. Journal of Archaeological Science, 2008, 35: 412-424
- [22] 查理思, 吴克宁, 冯力威, 等. 古人类活动对土壤发育的影响[J]. 土壤学报, 2016, 53(4): 850-858
- [23] 吴艳宏, 邴海健, 刘恩峰, 等. 龙感湖近百年来沉积物磷的时空分布特征及其人类活动影响[J]. 第四纪研究, 2010, 30(6): 1151-1155
- [24] Matloka A, Karlinski K J, Pilaczynski L, et al. An examination of the level of phosphorus in the soil as an indicator of human activity in prehistory at archaeological site No.15a in Biskupin[J]. Ekologia i Technika. 2015, 23(2): 71-79

Indicative Characteristics of Soil in Ancient Human Cultural Sites: A Case Study of Yangshao Village Cultural Relic Site, Henan Province

HE Xiangyu^{1,2}, WU Kening^{1,2*}, ZHA Lisi³, YU Xiao^{1,2}

(1 School of Land Science and Technology, China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2 Key Laboratory of Land Consolidation and Rehabilitation Ministry of Land and Resources, Beijing 100035, China; 3 School of Public Administration, Guangdong University of Finance & Economics, Guangzhou 510320, China)

Abstract: In this paper, a soil profile with obvious evidence of ancient human activities (cultural profile in short) was compared with a profile without ancient human disturbance (natural profile in short). The features of the particle size, magnetic susceptibility, color, total content of mineral elements and the bulk density of soils were comparatively analyzed to discover the effects of ancient human activities. The results showed that the variation ranges of physical and chemical properties of soil in cultural profile were larger than natural profile. The cultural profile was sandy, and the content of sand particle reached the highest in the ash layer. The changes of average and characteristic parameters of particle size were obvious, and reached the highest in the ash and cultural layers. χ_{lf} of cultural profile was higher than natural profile, and reached the highest in the ash and cultural layers. χ_{fd} , a^* , b^* , L^* of cultural profile were minimum in the ash layer, and were more or less lower than natural profile. The contents of mineral elements in two profiles were close, but their variation ranges in cultural profile were larger than natural profile. The degree of allitization in cultural profile was lower than natural profile. Within cultural profile, the contents of CaO and MnO reached the highest in the ash layer. Oxides, except SiO₂, reached the highest in the cultural layer. The average bulk density of cultural profile was smaller than natural profile, and reached the lowest in cultural profile. The total phosphorus content of cultural profile was higher than natural profile, and reached the highest in the ash and cultural layers.

Key words: Cultural relic site; Relics; Soil properties; Difference