

# 张夏黄土组成特征及其成因分析

辛良杰

(山东师范大学人口资源与环境学院, 山东 济南 250014)

**提要:**大沙河沿岸阶地、山麓地带广泛发育厚度不一的黄土层堆积, 笔者对张夏黄土剖面研究后认为, 张夏黄土物质来源复杂, 既有西风漂流、西北气流、莱州湾气流搬运来的物质, 又有近地生成的颗粒, 堆积期间又经过明显的水流作用。张夏黄土、古土壤的堆积、发育与晚更新世气候变化相吻合, 同时又受到当地微地貌的影响, 缺失黑垆土和全新世堆积。张夏、淄博均在山东省中部, 其黄土成分较细, 使山东黄土在宏观上没有规律可循, 更加显示出黄土的复杂多样。

**关 键 词:**张夏黄土; 成因类型; 马兰黄土

**中图分类号:** P534.63    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1000-3657(2005)01-0055-07

许多学者对山东各地黄土进行过比较深入的研究, 如蒋忠信、林志介等对胶济铁路沿线的黄土<sup>①</sup>, 曹家欣等<sup>[1]</sup>对庙岛黄土, 张祖陆<sup>[2]</sup>对莱州湾黄土, 郑洪汉<sup>[3]</sup>、李培英等<sup>[4]</sup>对青州黄土等, 但尚未见对张夏黄土进行的研究。张夏处于山东省中南部中低山丘陵区西北角, 以张夏组地层及方山闻名。对张夏黄土进行研究将有助于了解整个山东黄土的成因机制和沉积环境。

## 1 张夏黄土位置分布

山东地区黄土处于中国黄土分布区的东部边缘, 按其地理区位大致可分为两大部分: 滨渤海区和鲁中山地区。滨渤海区黄土主要包括庙岛群岛黄土和莱州湾沿岸黄土, 其分布大致与岸线平行; 鲁中山地区黄土集中分布于鲁中山地的北麓坡地、山地边缘的山间盆地和河流阶地上, 张夏黄土分布于鲁中山地的西部边缘(图 1)。

崮山水库东南方向大沙河两侧的阶地、山麓地带, 普遍发育厚度不等的黄土, 土层厚度一般在 5~10 m, 向山顶方向黄土堆积逐渐消失。局部地区出现小的黄土台地, 但大都被农民开垦耕种。笔者经过几次野外考察, 选取大沙河西岸阶地面上(徐庄、毛庄西侧)当地黄土剖面(图 2), 于 2002 年 9 月从上而下采取 16 组样品, 逐一装入容量为 500 g 的塑料样品袋中, 备作测定分析。此黄土剖面位于山前的沟谷中, 为一小型黄土台地, 剖面出露约 10 m, 据当地农民打井经验, 尚有 2~3 m 的黄土埋藏, 底部为含砾石层(图 3)。



图 1 张夏黄土在山东黄土分布区的位置

Fig.1 Location of the Zhangxia loess in Shandong

## 2 张夏黄土剖面地层岩性特征

所采样品自上而下为:

HT1.表土耕作层, 棕黄色粘土质粉砂, 受人为扰动明显, 底部见破碎贝壳

收稿日期: 2004-01-18; 改回日期: 2004-08-26

基金项目: 山东省自然科学基金重点项目(Z2000E01)资助。

作者简介: 辛良杰, 男, 1978 年生, 硕士, 主要从事环境变化和第四纪地质方面的研究; E-mail: liangjie\_xin@163.com。

① 蒋忠信, 林志介, 等. 胶济铁路沿线的黄土堆积及其工程性质, 1975.

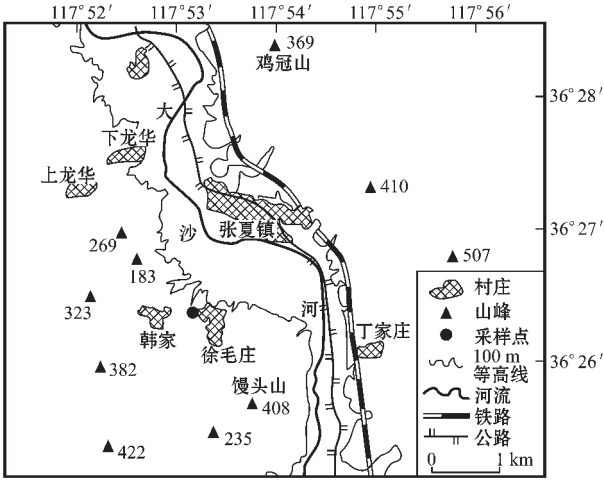


图2 张夏镇黄土采样点位置图

Fig.2 Loess sampling sites at Zhangxia Town

HT2.灰黄色粘土质粉砂,结构松散,有孔隙、见植物根系  
HT3.棕色粘土质粉砂,结构致密,含较多成形块状结核和菌丝体

HT4.棕黄色粘土质粉砂,结构松散,多孔隙和植物根系,见白色菌丝体

HT5.黄褐色粉砂质粘土,含少量磨圆度较差的下伏花岗片麻岩砾石,并夹杂轻微土壤化条带

HT6.灰黄色粘土质粉砂,含有少量孔隙和根系,见较大的石英颗粒

HT7.灰黄色粉砂,结构致密,含大量菌丝体,有碳酸钙结核出现,结核硬度较低,指甲可刻动

HT8.灰黄色粘土质粉砂

HT9.灰黄色粘土质粉砂,植物根系和孔隙度增加,含有大量白色菌丝体

HT10.褐色粘土质粉砂,含根系和虫孔,底部有 2~3 cm 结核出现,结核呈层状

HT11.呈磐状的结核为主,结核内有少量孔隙,暗灰黄色

HT12.结核发育,呈姜形的致密块状,4~6 cm,结核表面有较多根系遗痕

HT13.棕黄色粉砂,具孔隙,有少量成形结核

HT14.棕黄色粉砂,含有少量孔隙和根系

HT15.棕褐色古土壤,粘土质粉砂,较致密,块状或棱柱状结构

HT16.棕褐色粗粒粉砂质水平纹理层,较致密,土粒成团状、片状剥落,有白色菌丝体,含有大小不等、磨圆度较差的花岗片麻岩角砾

剖面中底部明显有一不整合接触面,HT16层有明显水流冲刷的痕迹,为一古剥蚀面;其中,剖面中 HT11~HT12 沉积黄土之间的颜色有明显差别:由灰黄到棕黄色,且两者之

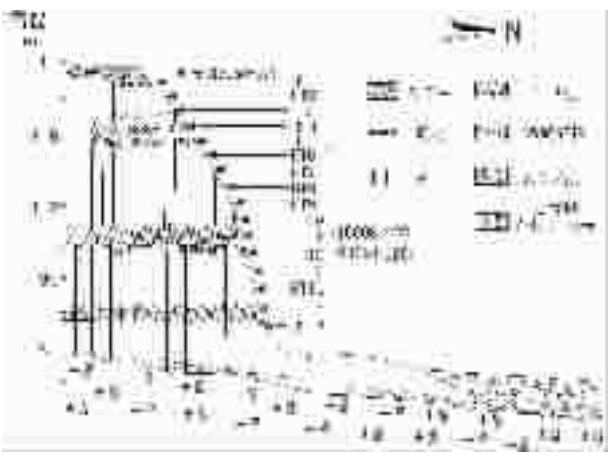


图3 张夏大沙河黄土剖面及样品采集图

Fig.3 Sample collection along the Dasha River loess section at Zhangxia

间存在一波状起伏的不整合面,不整合界面之上发育了碳酸钙沉积的岩磐。

3 样品分析测定

粒度的测定是在中国科学院南京地理与湖泊研究所沉积与环境开放实验室内完成的,所用仪器为英国 Malven 公司生产的 MASTERSIZER 2000 型激光粒度仪,该仪器的测量范围为 0.02~2 000.0μm,相对误差小于 2%;磁化率是用南京师范大学自己研制的磁化率仪器,所用的频率为 0.47kHz,计算方法为:样品磁化率值/样品净重量;样品中的 CaCO<sub>3</sub> 百分含量用酸碱滴定法测得;矿物成分的测定首先是加入 10%的过氧化氢(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)去除样品中的有机质,加入 10%的盐酸(HCl)去除碳酸盐,洗去过量的 H<sup>+</sup>,磁搅拌后,取其上部悬液的沉淀物,进行 X 射线衍射试验。

4 黄土和古土壤粒度特征

张夏大沙河阶地上普遍沉积了相当厚的黄土,个别地区厚度较小。为了便于分析研究,将所采张夏黄土样品划分为 4 个粒级:砂粒(>0.05 mm)、粗粉砂(0.05~0.01 mm)、细粉砂(0.01~0.005 mm)、粘粒(<0.005 mm)各粒级组成特征见表 1。

砂粒:所测样品中仅 HT5 和 HT16 含有粒度>0.25 mm 的颗粒成分,含量较低,HT5 中含量为 1.72%,样品所测得的粒径最粗为 0.65 mm,HT16 样品粒度>0.25 mm 的颗粒的含量为 0.43%,所测得的粒径最粗为 0.5 mm。所有分析样品中>0.05 mm 颗粒的含量就全国范围来看普遍较低,基本在 5%~15%之间,HT16 样品高达 27.77%,平均含量为 11.6%。

粗粉砂:剖面各样品中 0.05~0.01 mm 粒级的含量非常高,基本在 46%~55%之间,平均含量为 50.03%,是张夏黄土的众数粒级。

表 1 张夏黄土样品粒度含量 (%)  
Table 1 Grain-size distribution (%) of loess samples from Zhangxia

|         | HT1  | HT2  | HT3  | HT4  | HT5  | HT6  | HT7  | HT8  | HT9  | HT10 | HT13 | HT14 | HT15 | HT16 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 粘 粒     | 23.9 | 21   | 25.2 | 21.8 | 23.5 | 25.7 | 29.3 | 26.6 | 22.8 | 27.1 | 22.0 | 19.8 | 30.0 | 11.5 |
| 细粉砂     | 11.9 | 16.7 | 16.9 | 14.1 | 15.5 | 15.5 | 17.9 | 18.6 | 13.1 | 14.0 | 14.3 | 11.6 | 18.7 | 8.0  |
| 粗粉砂     | 50.4 | 54.1 | 48.2 | 55.1 | 48.2 | 46.5 | 46.0 | 46.9 | 51.7 | 50.2 | 50.7 | 53.4 | 46.3 | 52.7 |
| 细 砂     | 13.9 | 8.3  | 9.8  | 9.0  | 12.8 | 12.3 | 6.8  | 8.0  | 12.5 | 8.6  | 13.0 | 15.2 | 5.0  | 27.8 |
| Me (mm) | 17.8 | 14.1 | 10.0 | 15.9 | 15.9 | 12.6 | 11.3 | 11.3 | 14.1 | 14.1 | 15.9 | 20   | 10.0 | 30.0 |
| Md (mm) | 24.4 | 20.5 | 16.3 | 21.4 | 29.3 | 20.1 | 17.8 | 18.9 | 18.8 | 20.2 | 23.7 | 26.1 | 16.1 | 39.7 |
| Kd      | 2.1  | 2.6  | 1.9  | 2.5  | 2.1  | 1.8  | 1.8  | 1.8  | 2.3  | 1.9  | 2.3  | 2.7  | 1.5  | 4.6  |

注:由中国科学院南京地理与湖泊研究所沉积与环境开放实验室测定;Me-中位数,Md-平均粒径;样品中 HT11、HT12 处为钙磐,无法测定粒度。粉砂粘粒比值  $Kd$ =粗粉砂组含量/粘粒组含量。

表 2 各地马兰黄土砂粒  $\leq 0.05\text{ mm}$  含量对比 (%)  
Table 2 Relative percentages of sand-sized grains ( $\leq 0.05\text{ mm}$ ) in the Malan loess in various areas

| 地点   | 淄博   | 本区黄土  | 平阴   | 胶济铁路西段 | 胶济铁路全线 | 莱州湾  | 青海柴达木 | 山西   | 陕西    | 甘肃    |
|------|------|-------|------|--------|--------|------|-------|------|-------|-------|
| 砂粒含量 | 8.95 | 10.38 | 55.5 | 24.48  | 44.4   | 68.4 | 41.93 | 27.2 | 30.29 | 24.02 |

细粉砂:该粒组含量一般在 12%~19%之间,HT16 样品仅 8.02%,所有样品的平均含量为 17.77%。

粘粒:粘粒成分在剖面中含量较高,一般含量在 21%~30%,HT16 样品例外,为 11.48 %,其平均含量为 23.58 %,仅次于粗粉砂粒组,为张夏黄土的次众数级。

从总体上来看,HT1~HT16 样品大致有相似的粒度组成,样品粒度范围均在 0.0003~0.2 mm。粒度组成均以粉砂(0.05~0.005 mm)为主,平均含量为 64.8%,其次为粘粒颗粒含量,平均为 23.58 %,砂粒含量最低,平均为 11.62 %。本区黄土的粉砂含量与刘东生<sup>[9]</sup>所列的山东黄土、青州黄土<sup>[3-4]</sup>、镇江大港剖面下蜀黄土相似(粉砂平均含量约为 65 %)<sup>[9]</sup>,但与莱州湾黄土相比,粉砂含量明显要大的多<sup>[3]</sup>。张宗祜<sup>[10]</sup>认为,黄土岩性的粗细主要反映在 $>0.05\text{ mm}$ 的粒级含量变化上。照此观点,全国黄土的粒度差异很大,粒度自西向东逐渐变细的说法是不准确的。就山东地区来讲,山东淄博、张夏地区的黄土粒度较细,而莱州湾、平阴的粒度较粗,胶济铁路沿线黄土居中。这种地域性差异可能是黄土成因的多样性的反映。

孙东怀等<sup>[10]</sup>的研究表明,前者代表了冬季风盛行季节近

距离低空搬运的粉尘物质,其粒度指示了东亚冬季风所主导的近地面气流的强度,在全样中的含量可能反映了冬季风粉尘的沉积通量;细粒组分可能主要为常态存在的、由高空气流搬运的远源粉尘,代表了黄土原始粉尘的本底,它的粒度特征与北太平洋西风带粉尘基本一致,可能指示了主要由西风带控制的高空气流的强度。

□□从正态概率曲线上看(图 5),所有样品均表现为两段型,截点处于 31.25~62.5  $\mu\text{m}$  之间。反映沉积物经过较好的分选,众数值落在 31.25  $\mu\text{m}$  附近,据刘东生<sup>[9]</sup>的研究表明,0.05~0.01 mm 粒径的颗粒是易浮动的,易分散的,最易被吹扬和在大气中搬运,为风尘的“基本粒组”。此外,张夏黄土的概

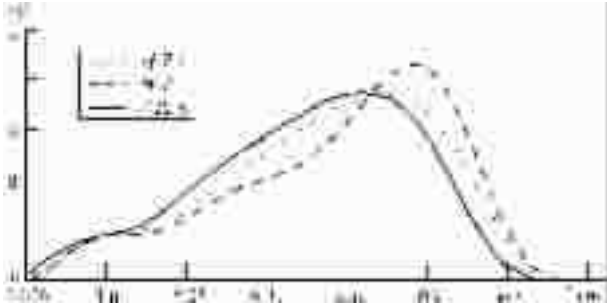


图 4 张夏黄土样品的频数分布曲线  
Fig.4 Frequency distribution curves of the Zhangxia loess

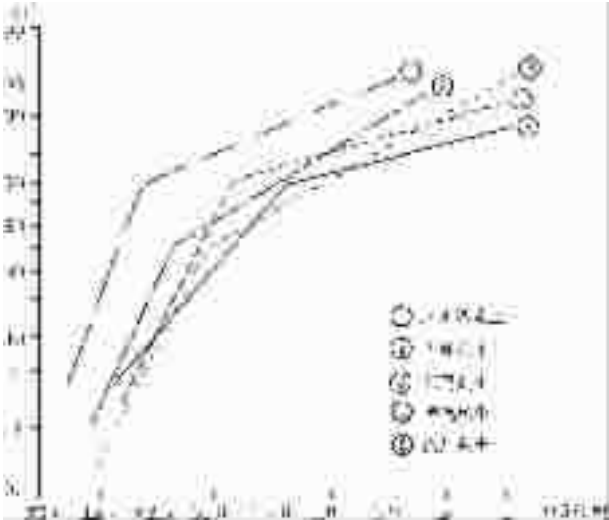


图 5 中国各地黄土及现代风尘粒度概率累计曲线  
Fig.5 Grain-size probability accumulative frequency curves of loess and modern eolian dust in various areas of China

表 3 张夏黄土样品中低频磁化率和 CaCO<sub>3</sub> 含量

| Table 3               | Low-frequency magnetic susceptibility and content of CaCO <sub>3</sub> in loess samples of Zhangxia |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |     |     |       |      |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|-----|-----|-------|------|
|                       | 1                                                                                                   | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8     | 9     | 10   | 11   | 12   | 13  | 14  | 15    | 16   |
| CaCO <sub>3</sub> (%) | 13.5                                                                                                | 12.8 | 9.4  | 6.3  | 1.6  | 3.4  | 6.1  | 4.9   | 3.1   | 2.1  | 15.3 | 12.1 | 2.8 | 1.7 | 1.1   | 0.1  |
| 低频磁化率                 | 54.9                                                                                                | 62.6 | 82.8 | 88.8 | 96.0 | 85.9 | 87.6 | 103.2 | 104.4 | 79.4 | 32.4 | 37.9 | 118 | 207 | 100.8 | 65.4 |

率曲线与青州黄土表现出良好的相近性,表明两者在成因和沉积环境的总体一致性。

5 年龄分析

张夏黄土的 CaCO<sub>3</sub> 淋溶淀积作用较强,样品中常见白色菌丝体,CaCO<sub>3</sub> 结核成形较好,笔者分别对样品 HT3、HT11、HT12 处的钙核进行 <sup>14</sup>C 年龄测定,其中 HT3 样品内核、外核分别进行。内核为早期淀积,可代表形成初始年代,外核代表后期年龄,但变化较大,内核、外核的年龄间距可以代表钙核形成期的时间<sup>[4]</sup>。HT3 样品内核年龄为 13 580±116 a B.P.,外核为 12 893±116 a B.P.,HT11、HT12 处钙核 <sup>14</sup>C 年龄测定分别为 15 003±422 a B.P.、21 321±125 a B.P.,从测年结果来看,张夏马兰黄土形成年代较新,主要堆积期定为 25 ka B.P.至 10 ka B.P.为宜。这与莱州湾黄土<sup>[4]</sup>、庙岛群岛黄土<sup>[4]</sup>、淄河店子黄土<sup>[9]</sup>的成土年龄相近,反映了形成年代环境的一致性。值得注意的是,张夏马兰黄土厚度在 7 m 以上,而典型风成黄土发育过程缓慢,每 10 ka 发育的黄土厚度一般只有 0.5~1.0 m<sup>[10]</sup>,据此计算,张夏马兰黄土堆积厚度应不超过 3 m,表明张夏黄土不可能是单纯的风成物。另外,据表土层底部破碎贝壳的 <sup>14</sup>C 年龄测定结果显示为 13 158±173 a B.P.,这表明张夏黄土缺失黑垆土和全新世(Q<sub>4</sub>)黄土堆积,这与淄博周村北河东盆地、八里洼盆地、王家庄盆地和阎家庄盆地特征相同。

6 其他沉积指标分析

6.1 低频磁化率和 CaCO<sub>3</sub> 含量

张夏马兰黄土的 CaCO<sub>3</sub> 含量波动变化于 1.61%~15.3%,平均含量为 6.302%,与山东境内平阳、淄河店、青州、蓬莱和南长山岛 5 个地点的 CaCO<sub>3</sub> 平均含量 6.65%相差不大。离石黄土上部的 CaCO<sub>3</sub> 含量变化于 0.12%~2.75%,值得注意的是,样品 HT16 的 CaCO<sub>3</sub> 含量最低,仅为 0.12%,HT14、HT15 的 CaCO<sub>3</sub> 含量也较少,分别为 1.7%和 1.12%。HT14、HT15、HT16 处 CaCO<sub>3</sub> 含量可显示离石黄土上部古土壤发育时气候的湿润特征。HT11、HT12 处为 CaCO<sub>3</sub> 淀积的中心部位,去除结核后的颗粒中 CaCO<sub>3</sub> 含量为 15.34%和 12.1%。剖面上部,马兰黄土时代越新,CaCO<sub>3</sub> 含量增加明显,至表层样品 HT1、HT2 处,CaCO<sub>3</sub> 含量为 13.47%和 12.75%,反映淋溶作用较弱和气候干旱,当然,其中必然存在人类开垦、生物作用和蒸发强烈使得 CaCO<sub>3</sub> 向表层聚集的因素<sup>[11]</sup>。HT3、HT4 样品处 CaCO<sub>3</sub> 含量也反映出其上一定高度土层形成时的冷干气候。从图 6 可以看出,低频磁化率与 CaCO<sub>3</sub> 含量呈

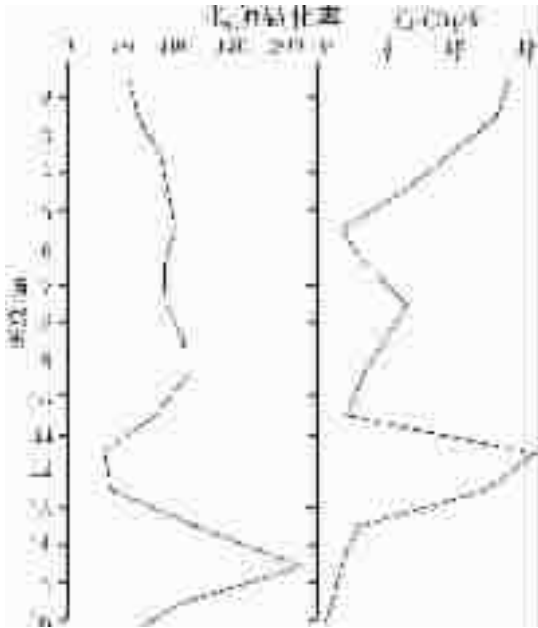


图 6 张夏黄土样品的低频磁化率和 CaCO<sub>3</sub> 含量

Fig.6 Low-frequency magnetic susceptibility and content of CaCO<sub>3</sub> in loess samples of Zhangxia

明显的负相关关系,古土壤(HT14 样品)磁化率最大(207),为黄土层磁化率的 2~4 倍,低频磁化率高是较温湿气候条件下发育的含铁成分较高的土壤特征,磁化率变化与土壤变化反映的气候是基本一致的<sup>[12]</sup>,因此,低频磁化率一般被认为可以反映出沉积物中广义的强磁性矿物的含量。通常情况下,初始磁化率越大,强磁性矿物的含量越多,表示淋溶性愈强。随着深度的增加,低频磁化率也在增加(图 6),表明从上而下,土壤化进行的程度有所增加<sup>[13~15]</sup>。

6.2 粘土矿物

从 3 个典型样品 HT16、HT7、HT2 的 X 射线衍射图谱的比较可以看出,自上而下黄土中粘粒矿物成分是一致的。本区黄土堆积的化学组成以 SiO<sub>2</sub> 为主要成分,倍半氧化物及二价氧化物也占相当比例,这与其他地区黄土的化学组成类似。粘土矿物主要为伊利石和蒙脱石,粘粒中主要非粘土矿物以石英、长石为主。另外,粘粒成分中还含有高岭石、斜绿泥石(图 7)。

7 成因及沉积环境分析

7.1 物质来源及成因

张夏黄土剖面位于长清县的山间谷地、大沙河河谷西侧



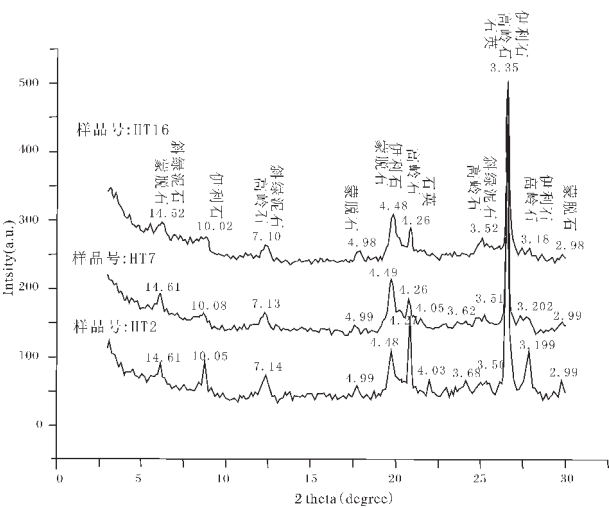


图 7 黄土样品中粘土矿物 X 射线衍射图谱  
Fig.7 X-ray diffraction spectra of clay minerals in loess samples

山地的一个沟谷内，东西两侧的山地海拔一般在 300~400 m (图 2)。主要呈面状掩覆于起伏不平的基底之上，底部近基岩处含有当地的风化岩屑，剖面土状堆积与下伏岩层的界面与古地形一致。由此可推断张夏黄土下部形成过程中经历了水流片状侵蚀，洪积和冲积作用参与了张夏黄土的形成过程<sup>[16]</sup>。

采样剖面向西仍然可见黄土堆积，但颗粒逐渐变粗，其间夹杂大小不一、磨圆度较差的砾石，甚至成层或夹杂几层出现，这是间歇性洪水作用再搬运的结果。笔者在整理样品土样时也曾发现与西部山地质地相同、尚未被胶结的角砾。这也可以说明张夏黄土的洪积、冲积性。因此，应将张夏黄土归结为黄土状岩石<sup>[17]</sup>。

张夏位于山东省的中部，西南有东阿、平阴黄土，东有胶济铁路沿线、莱州湾黄土(图 1)，其粒度均比张夏黄土要粗的多，证明了山东黄土的复杂性。另外，张夏黄土含有大量的风尘粒组，表明沉积物中也含有相当数量的风成成分。已有研究表明西北沙漠地区的风尘物质完全可以通过高空气流携至中国东部乃至太平洋海域<sup>[5,18]</sup>。另外，晚更新世末期最后冰期(玉木冰期)进入最盛的时候，渤海陆架形成荒漠在强大的西北风、北风和东北风的吹扬下，海相沉积被掀起，较细物质被卷扬、搬运至较远距离堆积<sup>[2]</sup>，张夏黄土位于一个向北开口的喇叭形谷地内，有利于渤海湾粉尘的堆积。这是张夏黄土两个主要的风尘物质来源。而西风漂流所携带的细粒粉尘，可能构成了张夏黄土粉尘的本底。风尘物质主要以“雨土”和“尘暴”形式堆积，自 1620 年至现代，关于“雨土”的历史记录就有 7 次。其中 1620 年“雨土”波及地区为山东济南及其附近地区、泰安、肥城。而“尘暴”时到今天依然延续，典型的有 1980 年和 2000 年范围广泛的沙尘暴事件。现代研究也证明了尘暴物质与黄土物质的同一性<sup>[5,19]</sup>。当这些风尘物质落在河、洪流影响范围之外的地势较高的平坦处，即可形成以风积为主的黄土；落在斜坡上的风尘颗粒，坡面水流可将风源

物质向下部再迁移，并在出沟谷处形成类似冲、洪积扇结构，形成以冲、洪积—坡积为主的张夏黄土。黄土样品中粘粒物质比重较大，可能与冲洪积扇边缘部含水丰富有关。

7.2 沉积环境

底层 HT16、HT15 样品明显经过流水侵蚀，而且笔者在进行实地考察时发现，在剖面的南部山地，与之等高的岩石面上，明显有洪水侵蚀的痕迹残留，说明当时大沙河位置较高，在更新世晚期才开始下切形成阶地。

HT10、HT11、HT12 样品处为古土壤及其钙核主要淀积层，所示温暖湿润环境。从钙核年龄来推测，其堆积时间应在 25~4 ka B.P. 之间，据吴忱等<sup>[20]</sup>对华北平原古河道沉积研究，发现第 5 期古河道发育时间为 40~25 ka B.P.，其间的植被恢复、化石分析表明当时气候温暖湿润，森林覆盖度大，湖泊广泛分布。在黄土剖面上的反映为淋溶作用和化学风化作用都较强，CaCO<sub>3</sub> 含量低；粗颗粒平均含量较低，粘粒含量较高。

距今 25~11 ka B.P. 为玉木冰期的主冰期，气候寒冷干燥，是张夏马兰期黄土的主要堆积期。粗粉砂含量高，平均为 49.7%，指示较强的冬季风作用，气候干冷。冬季风将风尘物质携带至此区后经流水再改造或直接在山前地带堆积。在马兰黄土堆积期粒度曲线、CaCO<sub>3</sub> 含量呈现明显的高—低—高的变化规律，反映在气候总体干冷的趋势下有短期温暖期<sup>[4]</sup>。张夏黄土缺失黑垆土和全新世堆积，表明 10 kaB.P. 以来黄土在此地很少堆积，其原因在于晚更新世末期，剖面已经堆积到一定的高度，坡积、洪积作用基本停止，剥蚀作用加强，加上黄土本身的边缘崩塌、流水沟蚀，使得本黄土丘整体范围缩小，风尘在此堆积后与剥蚀达到一定程度上的动态平衡。

8 结 语

(1)张夏黄土物质来源复杂，既有西北气流、莱州湾气流、西风漂流搬运来的物质，又有近地生成的颗粒，堆积期间经过明显的水流作用，不属于典型的风成黄土，应归属于黄土状岩石或黄土状土中的风成—冲积、洪积成因。

(2)张夏黄土、古土壤的堆积和发育与晚更新世气候变化相吻合，同时又受到当地微地貌的影响，缺失黑垆土和全新世堆积。

(3)张夏、淄博均在山东省中部，其黄土成分较细，使山东黄土在宏观上没有规律可循，更加显示出黄土的复杂多样。

参考文献(References):

[1] 曹家欣,李培英,石宁.山东庙岛群岛的黄土[J].中国科学( B 辑), 1987,17(10):1116~1123.  
Cao Jiaxin, Li Peiying, Shi Ning. The loess of Miaodao Isles of Shandong[J]. Science in China(Series B),1987,17(10):1116~1123 (in Chinese with English abstract).  
[2] 张祖陆.渤海莱州湾南岸平原黄土阜地貌及其古地理意义[J].地理学报,1995,50(5):465~470.  
Zhang Zulu. Loess Mounds on the Laizhou Bay plain south of Bo-

- hai Sea and their paleogeographic implication [J]. *Acta Geographica Sinica*, 1995, 50(5): 465~470 (in Chinese with English abstract).
- [3] 郑洪汉, 朱照宇, 黄宝林, 等. 山东半岛及苏皖北部黄土地层年代学研究[J]. *海洋地质与第四纪地质*, 1994, 14(1): 64~68.
- Zheng Honghan, Zhu Zhaoyu, Huang Baolin, et al. A study on loess geochronology of Shandong Peninsula and northern part of Jiangsu and Anhui Provinces [J]. *Marine Geology & Quaternary Geology*, 1994, 14(1): 64~68 (in Chinese with English abstract).
- [4] 刘乐军, 李培英, 王永吉. 鲁中黄土粒度特征及其成因探讨[J]. *海洋地质与第四纪地质*, 2000, 2(20): 81~86.
- Liu Lejun, Li Peiying, Wang Yongji. The grain-size properties and genesis of the loess in central Shanong Province[J]. *Marine Geology & Quaternary Geology*, 2000, 2(20): 81~86 (in Chinese with English abstract).
- [5] 刘东生. 黄土与环境[M]. 北京: 科学出版社, 1985. 190~210.
- Liu Dongsheng. *Loess and Environment* [M]. Beijing: Science Press, 1985. 190~210 (in Chinese with English abstract).
- [6] 李徐生, 杨达源, 鹿化煜. 镇江下蜀黄土粒度特征及其成因初探[J]. *海洋地质与第四纪地质*, 2001, 21(1): 25~32.
- Li Xusheng, Yang Dayuan, Lu Huayu. Grain-size features and genesis of the Xiashu Loess in Zhenjiang[J]. *Marine Geology & Quaternary Geology*, 2001, 21(1): 25~32 (in Chinese with English abstract).
- [7] 张宗祜, 张之一, 王芸生. 中国黄土[M]. 北京: 地质出版社, 1989. 117~124.
- Zhang Zonggu, Zhang Zhiyi, Wang Yunsheng. *Loess in China* [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1989. 117~124 (in Chinese with English abstract).
- [8] 孙东怀, 鹿化煜, David Rea, 等. 中国黄土粒度的双峰分布及其古气候意义[J]. *沉积学报*, 2000, 18(3): 327~335.
- Sun Donghuai, Lu Huayu, David Rea, et al. Bimodal grain-size distribution of Chinese loess and its paleoclimate implication[J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2000, 18(3): 327~335 (in Chinese with English abstract).
- [9] 胡政, 崔昭文. 山东朱崖黄土裂隙的成因及其地震地质意义[J]. *地震地质*, 1991, 13(3): 244~248.
- Hu Zheng, Cui Zhaowen. The origin of fissures in the loess at Zhuya, Shandong Province and their seismogeological significance [J]. *Seismology and Geology*, 1991, 13(3): 244~248 (in Chinese with English abstract).
- [10] 赵景波. 西北地区第四纪土壤与环境[M]. 西安: 陕西科学出版社, 1994. 70~82.
- Zhao Jingbo. *Quaternary Soil and Environment of the Northwest Region*[M]. Xi'an: Shaanxi Science Press, 1994. 70~82 (in Chinese with English abstract).
- [11] 李秉成. 黄土中的  $\text{CaCO}_3$  与环境[J]. *西安工程学院学报*, 2002, 24(4): 74~75.
- Li Bingcheng. The  $\text{CaCO}_3$  in loess and its relation to environment [J]. *Journal of Xi'an Engineering University*, 2002, 24(4): 74~75 (in Chinese with English abstract).
- [12] 赵景波, 岳应利, 杜鹃. 黄土的形成与气候旋回的划分[J]. *中国沙漠*, 2002, 22(1): 12~15.
- Zhao Jingbo, Yue Yingli, Du Juan. Formation of loess and division of climate cycles[J]. *Journal of Desert Research*, 2002, 22(1): 12~15 (in Chinese with English abstract).
- [13] 鸟居雅之, 福间浩司, 苏黎, 等. 黄土—古土壤磁化率述评[J]. *海洋地质与第四纪地质*, 1999, 19(3): 84~96.
- M Torii, K Fukuma, Su Li, et al. Initial magnetic susceptibility of the Chinese loess-paleosols: a review[J]. *Marine Geology & Quaternary Geology*, 1999, 19(3): 84~96 (in Chinese with English abstract).
- [14] Hunt C P, Banerjee S K, HAN J M, et al. Rock—magnetic proxies of climate change in the loess—paleosol sequences of the western loess Plateau of China[J]. *Geophys. J. Int.*, 1995, 123: 232~244.
- [15] 李福春, 谢昌仁, 金章东, 等. 南京老虎山黄土剖面中铷锶地球化学和磁化率与古气候变化的关系[J]. *中国地质*, 2003, 30(1): 93~98.
- Li Fuchun, Xie Changren, Jin Zhangdong, et al. Rubidium and strontium geochemistry in the Laohushan loess section, Nanjing, and relation between magnetic susceptibility and paleoclimatic change[J]. *Geology in China*, 2003, 30(1): 93~98 (in Chinese with English abstract).
- [16] 郑乐平, 胡雪峰, 方小敏. 长江中下游地区下蜀黄土成因研究的回顾[J]. *矿物岩石地球化学通报*, 2002, 21(1): 54~57.
- Zheng Leping, Hu Xuefeng, Fang Xiaomin. A review of the study on the origin of Xiashu loess in the middle and lower reaches of Yangtze River[J]. *Bulletin of Mineralogy, Petrology and Geochemistry*. 2002, 21(1): 54~57 (in Chinese with English abstract).
- [17] 杜恒俭, 陈华慧, 曹伯勋. 地貌学及第四纪地质学[M]. 北京: 地质出版社, 1987. 203~220.
- Du Hengjian, Chen Huahui, Cao Boxun. *Geomorphology and Quaternary Geology* [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1987. 203~220. (in Chinese with English abstract).
- [18] Han Jingtai. Study on the loess in Penglai district[A]. In: *Aspects of Loess Research*[C]. Beijing: China Ocean Press, 1987. 77~84.
- [19] 王赞红. 现代尘暴降尘与非尘暴降尘的粒度分析[J]. *地理学报*, 2003, 58(4): 606~610.
- Wang Zanhong. Particle size analysis of aeolian dust derived from duststorm and non-duststorm [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2003, 58(4): 606~610 (in Chinese with English abstract).
- [20] 吴忱, 朱宣清. 晚更新世晚期以来华北平原古河道的分类与古环境特征[A]. 见: 吴忱主编. 华北平原古河道研究论文集[C]. 北京: 中国科学技术出版社, 1991. 94~114.
- Wu Chen, Zhu Xuanqing. Stages of palaeochannels and characteristics of ancient environment in the North China Plain since the end of Late Pleistocene[A]. In: Wu Chen(ed.). *Collected Works on Palaeochannel in the North China Plain* [C]. Beijing: China Science and Technology Press, 1991. 94~114 (in Chinese with English abstract).

Characteristics of the composition of the Zhangxia loess and its origin

XIN Liang-jie

(College of Population, Resources and Environment, Shandong Normal University, Jinan 250014, Shandong, China)

**Abstract:** Loess layers with different thicknesses are piled up widely on terraces of the Dasha River and piedmont zones. According to a study of the Zhangxia loess section, the author thinks that the materials of the loess have complex sources, comprising not only materials transported by west wind drifts and northwest and Laizhou Bay air currents but also local materials. During their accumulation, they were subjected to the action of water. The accumulation and development of the Zhangxia loess and paleosol accorded with the late Pleistocene climatic change and were also influenced by local microrelief, with black loam and Holocene deposits being absent. Zhangxia and Zibo are located in the central part of Shandong, where loess is finer in grain size, so loess in Shandong has no regularity to follow on the whole, which more evidently shows that the loess is complex and variable.

**Key words:** Zhangxia loess;genetic type;Malan loess

**About the author:** XIN Liang-jie, male, born in 1978, master of Science, majors in environmental change and Quaternary geology; E-mail: liangjie\_xin@163.com.

2003年度地质科学类期刊影响因子排序

| 序次 | 期刊名称       | 影响因子  | 他引总引比 | 基金论文比 |
|----|------------|-------|-------|-------|
| 1  | 岩石学报       | 2.629 | 0.76  | 0.97  |
| 2  | 中国科学(D 辑)  | 2.398 | 0.84  | 0.90  |
| 3  | 矿床地质       | 2.176 | 0.74  | 0.83  |
| 4  | 冰川冻土       | 1.805 | 0.38  | 0.93  |
| 5  | 地质学报       | 1.767 | 0.90  | 0.95  |
| 6  | 地质论评       | 1.431 | 0.83  | 0.83  |
| 7  | 岩石矿物学杂志    | 1.270 | 0.62  | 0.80  |
| 8  | 地质科学       | 1.254 | 0.93  | 0.79  |
| 9  | 岩矿测试       | 0.918 | 0.86  | 0.49  |
| 10 | 高校地质学报     | 0.841 | 0.90  | 0.83  |
| 11 | 沉积学报       | 0.804 | 0.82  | 0.66  |
| 12 | 中国地质       | 0.756 | 0.92  | 0.88  |
| 13 | 地质通报       | 0.755 | 0.86  | 0.52  |
| 14 | 石油实验地质     | 0.741 | 0.43  | 0.53  |
| 15 | 海洋地质与第四纪地质 | 0.732 | 0.88  | 0.89  |
| 16 | 地层学杂志      | 0.675 | 0.82  | 0.91  |
| 17 | 中国岩溶       | 0.610 | 0.62  | 0.61  |
| 18 | 现代地质       | 0.523 | 0.81  | 0.92  |
| 19 | 地质与勘探      | 0.512 | 0.61  | 0.51  |
| 20 | 水文地质工程地质   | 0.417 | 0.64  | 0.35  |
| 21 | 地质科技情报     | 0.394 | 0.96  | 0.73  |
| 22 | 地质力学学报     | 0.344 | 0.93  | 0.63  |
| 23 | 工程地质学报     | 0.333 | 0.59  | 0.25  |
| 24 | 地质与资源      | 0.309 | 0.72  | 0.56  |
| 25 | 矿物岩石       | 0.303 | 0.86  | 0.47  |
| 26 | 新疆地质       | 0.302 | 0.67  | 0.25  |
| 27 | 西北地质       | 0.252 | 0.83  | 0.51  |
| 28 | 地质找矿论丛     | 0.206 | 0.80  | 0.42  |
| 29 | 铀矿地质       | 0.177 | 0.67  | 0.17  |
| 30 | 沉积与特提斯地质   | 0.093 | 0.82  | 0.38  |

注:表中数据引自中国科学技术信息研究所编《中国科技期刊引证报告(2004 年版)》.北京:科学技术文献出版社。