

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

根据古地磁资料探讨陕西渭北高原黄土分层问题

王永焱 岳乐平 吴在宝 陈锡玲

(西北大学地质系)

(陕西水文地质一队)

段 文

(陕西水文地质二队)

一九七七年西北大学地质系、陕西水文地质一队及陕西水文地质二队合作,进行了陕西渭北高原的第四纪地层研究。在白水南河镇南坡沟,长武县丁家沟及宝鸡县贾村等三个天然剖面 and 合阳县平政公社安阳村及洛川县后子头公社腰子村两个钻孔(图1),采

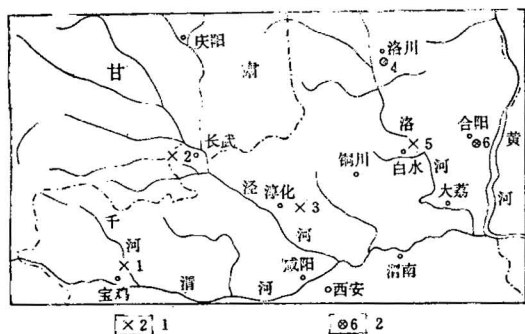


图1 渭北黄土地区古地磁标本采集位置示意图

1—剖面取样点及编号; 2—钻孔取样点及编号

集了古地磁标本计126个共504块(每个标本取4块),进行了古地磁极性测定¹⁾。本文系根据这些极性测定结果,讨论渭北高原黄土地层的划分。

一、渭北高原黄土地层的基本轮廓

渭北高原及其南北邻区第四纪地层的划分,前人作了不少工作,发现过丰富的化石²⁾,地层轮廓基本清楚。这一带的黄土层不论在层序、岩性、厚度及分布上,都有明显的规律性,特别是更新世、晚更新世及全新世地层,规律性表现得更为清楚。

1. 地层层序

全区第四纪沉积可分为四个层组:

第一组沉积:在渭河盆地东部及南部凹陷地段,第四系厚度大,成因与岩性复杂。河湖相沉积主要为黄、褐、灰绿色砂、砾、粘土互层,下部以灰绿色较细沉积为主;在秦岭北麓较大的河流出口处均有冰碛层分布;盆地西部及北部为冲洪积相的砂、砾、重亚粘土互层。所有上述沉积之上,均覆有淡肉红色石质黄土。黄土塬区的第一组沉积全为石质黄土,可分为上下两部:上部含多层密集钙质结核层;下部为颗粒较粗的淡肉红色石质黄土,在石质黄土之底部,有砂层及小砾石层,是黄土区的第二出水层。

本组沉积中,发现大量包括长鼻三趾马、三门马等化石的泥河湾动物群化石。这些化石有的在石质黄土中,有的在石质黄土之下的粗粒沉积中。第一组沉积的时代当为早更新世。

第二组沉积:本组沉积不受地貌限制,全区有共同特点。全部地层由夹红褐色古土壤的淡灰褐色黄土组成。下部胶结较硬,上部较疏松,北部及西部者颗粒较粗,胶结较松。本组底部有两层粉砂岩,是黄土区的第一出水层。本组黄土可分上下两部。上部淡灰褐色,夹四层古土壤,黄土厚度大,古土壤间距疏,色鲜艳。黄土中的古土壤层在塬边及大的河谷两岸常呈倾斜状与下部黄土中的古土壤斜交,在塬上两者平行。下部黄土色略深,胶结较硬,夹色较淡、间距较密的红褐色古土壤4—8层。顶部由三层红褐色古土壤组成的厚层古土壤与上部黄土相接。在河谷高阶地上,本组沉积底部为砂砾石层,上部为夹红褐色古土壤的黄土及淡灰黄色黄土。

本组沉积中发现的化石均在黄土中(主要在下部黄土中),有肿骨鹿等周口店动物群的典型属种,时代

1) 测定工作在中国地质科学院地质力学研究所古地磁实验室马烈华同志指导下进行。

属中更新世。

第三组沉积：淡灰黄色典型黄土，疏松，中部常夹1—2层薄层灰棕色古土壤。这套沉积在西部和北部颗粒粗、厚度大、更为疏松。在河谷低阶地上本组沉积底部为砂、砾石层。其上为典型黄土。在底部的砂砾石层中，发现大量萨拉乌苏动物群化石，时代属晚更新世。

第四组沉积：包括塬面及各级阶地顶面的黄土沉积及其下伏的黑垆土、河谷一级阶地底部的砂砾石层及其上的黄土状沉积。在黑垆土中含彩陶及新石器，时代属全新世。

2. 黄土色调

渭北高原黄土层的颜色，从下到上由淡红色逐渐过渡为淡灰黄。全区在基岩之上，普遍分布有上新世三趾马红粘土层。红粘土层之上为淡肉红色石质黄土，其上为灰褐色胶结较硬的黄土，继之为淡灰褐色黄土，最上为淡灰黄色黄土。全部地层由红变黄的规律表现清楚。

3. 古土壤特征

全区黄土中古土壤发育。由老到新，古土壤可分为五个类型。早更新世黄土中夹有15—18层密集钙质结核层，其间距较小(2—3米)。这种密集钙质结核层，系红褐色古土壤层经长期雨水淋滤下来的碳酸钙富集钙化的产物。钙质富集使红褐色变淡，使原来的钙质结核加大并互相粘结形成钙板。早期中更新世黄土中的古土壤色红褐，经较轻的钙化，色略淡，共4—8层。晚期中更新世黄土中的古土壤色鲜红褐，共5层，由上到下第五层为三层红褐色古土壤合成。晚更新世黄土中的古土壤色灰棕，厚约0.3米，只1—2层。全新世古土壤为黑垆土。

除不同时期的黄土中夹有不同类型的古土壤外，有些古土壤层厚度较大，是长期沉积间断的结果，可作为分层的标志。如由上到下第一层红褐色古土壤，厚3.0—4.0米，是晚更新世黄土与晚期中更新世黄土的界限；第五层红褐色古土壤由三层组成，厚达5.0米左右，是上部中更新世与下部中更新世黄土的界限。

4. 厚度变化

早更新世石质黄土之下的粗粒沉积厚度变化很大，由几米到千米以下。而石质黄土的厚度较稳定，变化于25—90米；中更新世黄土厚度变化于40—80米；晚更新世黄土厚10—15米，西部地区厚度增大；全新世黄土厚2—3米。

二、各剖面古地磁极性介绍

1. 合阳平政公社安阳村 钻孔剖面古地磁

这个剖面测量了剩余磁化强度的大小变化及磁倾角。剩余磁化强度变化于 $0.53 \times 10^{-5} - 14.00 \times 10^{-5} \text{CGSM}$ 之间，根据所得数据，作出其剩余磁化强度大小变化曲线及磁倾角变化如图2。

由图2可以看出：标本合A-20起向上，除合A-5、A-10、A-13外，其余标本金属正磁性，磁倾角在 $11^{\circ}44' - 70^{\circ}21'$ 之间，这段地层属正磁化带。合A-5、A-10及A-13为负磁性标本，应为极性事件。由

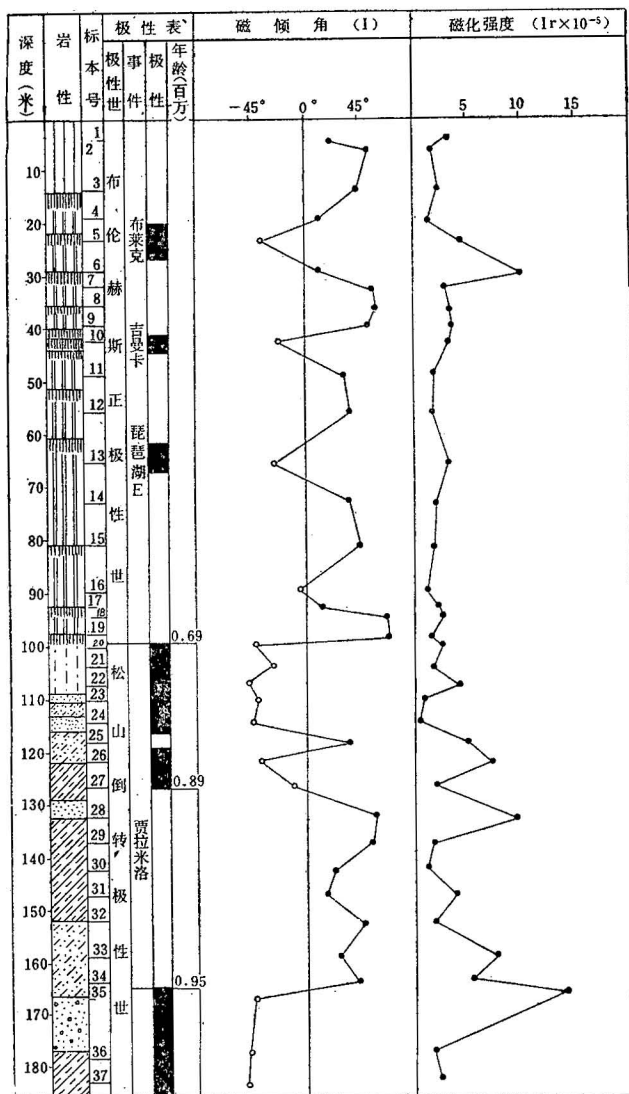


图2 合阳平政公社安阳村H-28钻孔剩余磁化强度变化曲线图

标本合 A-21 起向下,除合 A-25、A-28 到 A-34 为正磁性标本外,其余全为负磁性标本,磁倾角在 $-45^{\circ}52'$ — $-10^{\circ}26'$ 之间。这段地层应属负磁化带,其间的正磁化标本当系极性事件。

这个剖面极性变化与 A. 考克斯及日本琵琶湖剖面对比:从合 A-20 起向上,厚约 100 米地层,属布伦赫斯正极性世,相当于中更新世及晚更新世地层。其中合 A-5 所处的层位相当于布莱克事件,合 A-10 相当于琵琶湖 C (吉曼卡) 事件,合 A-13 可能相当于琵琶湖 E 事件¹⁾。从标本合 A-21 起向下厚约 86 米的地层应为松山倒转极性世,为早更新世地层。其中合 A-28 至合 A-34 之间的正极性标本,相当于贾拉米洛事件。A-16 层位较低,且倾角较小,是否属极

性事件,有待讨论。

根据古地磁测量结果,我们认为:合阳县安阳村钻孔 109 米以上为黄土沉积,晚更新世沉积了厚约 15 米的黄土,底界年龄约 10 万年;中更新世黄土的沉积厚度约 85 米、底界为 69 万年,早更新世黄土厚 9 米,底界相当于 75 万年左右。

2. 白水南河镇南坡沟剖面古地磁

这是一个天然剖面,着重测量了剩余磁化强度的大小和方向(磁偏角和磁倾角)。剩余磁化强度变化于 0.79×10^{-5} — 9.77×10^{-5} CGSM 之间。根据所得数据,作出剩余磁化强度变化曲线与磁偏角及磁倾角变化曲线(图 3)。

由图 3 可以看出:标本白 A-17 起向上,全为正

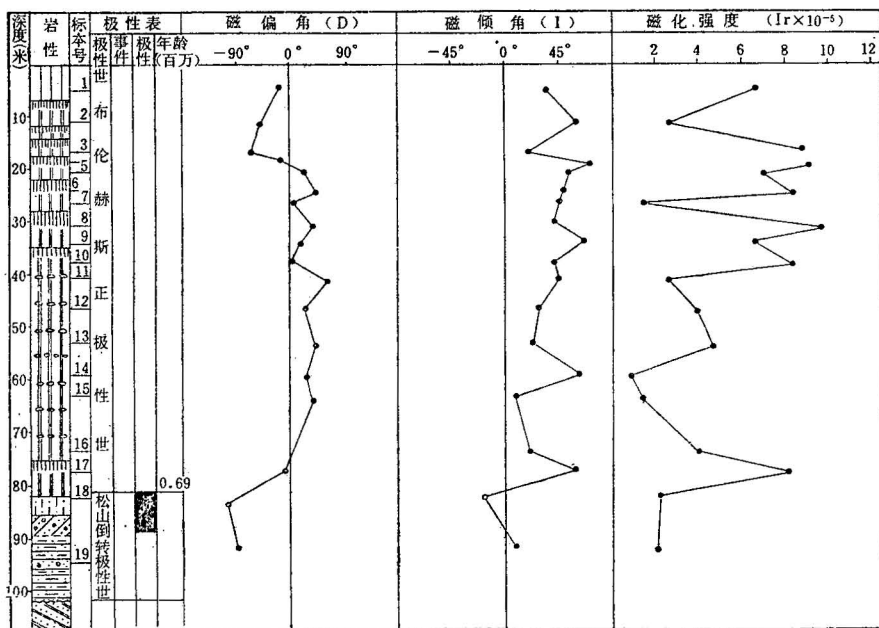


图 3 白水南河镇南坡沟剖面剩余磁化强度变化曲线图

磁性标本;磁偏角为 $-68^{\circ}28'$ — $-60^{\circ}33'$ 之间,磁倾角 $6^{\circ}57'$ — $67^{\circ}30'$ 。这一段为正磁化带。标本白 A-18 为负磁化标本;磁偏角为 $-107^{\circ}16'$,磁倾角为 -18° 。白 A-19 为正磁性标本。

与考克斯年代表对比:白 A-18 起向上,81.3 米厚的黄土应为布伦赫斯正极性世,为中更新世及晚更新世地层。从白 A-18 向下厚 7.6 米的地层应为松山倒转极性世。根据岩性,白 A-18 到 A-19 之间的地层应属早更新世。白 A-19 所处的层位是什么事件尚不能定,因在此层之上有一剥蚀面,其沉积间断时间有多长,无法断定。可能白 A-19 及其以下的地层为晚第三纪岩层。

根据古地磁测定结果,我们认为南坡沟剖面中,晚更新世黄土厚 6.5 米,底界年龄为 10 万年。中更新世沉积了 74.5 米厚的黄土,底界年龄为 69 万年。早更新世沉积了 7.6 米厚黄土状土,其底界年代相当于 75 万年左右。

白水南坡沟剖面位处山麓地带,早更新世地层不全,与铜川盆地中者相似。

3. 洛川后子头公社腰子村钻孔剖面古地磁

1) 张宏才, 1978, 中国北方沿海两个沉积岩心的古地磁研究。海洋与湖泊; 9 卷第 2 期。

这个剖面着重测量了剩余磁化强度的大小和磁倾角。

剩余磁化强度变化于 $1.47 \times 10^{-5} - 14.27 \times 10^{-5}$ CGSM 之间。剩余磁化强度及磁倾角曲线如图 4。

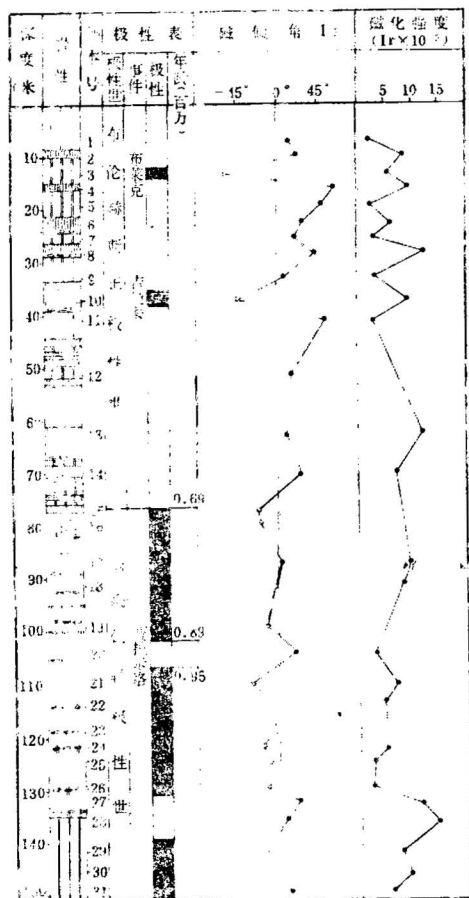


图 4 洛川后子头公社腰子村 11-1 孔剩余磁化强度变化曲线图

从图 4 中可以看出：由标本洛 A-15 起向上，除洛 A-3、洛 A-10 为负磁性外，其余全为正磁性标本，磁倾角变化于 $5^{\circ}46' - 63^{\circ}40'$ 之间，这段地层属正磁化带。洛 A-3、洛 A-10 的负磁性应属极性事件。

由标本洛 A-15 起向下，除洛 A-20、A-27、A-28 是正磁性外，余全为负磁化带，磁倾角在 $-28^{\circ}19' - -2^{\circ}49'$ 之间。这段地层属负磁化带，其间的正磁性标本洛 A-20 当为极性事件。洛 A-28 及其以下标本位于第四系与第三系接触线上及第三系中，其磁性变化暂不讨论。

与考克斯年表对比：从标本洛 A-15 向上厚约 77 米地层，相当于布伦赫斯正极性世，属中更新世及晚更

新世。其中洛 A-3 相当于布莱克事件，洛 A-10 相当于吉曼卡事件，从洛 A-15 起向下厚约 58 米的地层，为松山倒转极性世，属早更新世。洛 A-20 相当于贾拉米洛事件。

根据上述古地磁资料，洛川腰子村钻孔剖面中，晚更新世沉积了厚约 8 米的黄土，底界约 10 万年；中更新世沉积了厚约 67 米的黄土，底界为 69 万年；早更新世沉积了厚约 58 米的地层，底界距今约 120 万年左右。

4. 长武县丁家沟剖面古地磁

这个剖面中所采取的标本，主要测量了剩余磁化强度的大小及方向（磁倾角、磁偏角）。剩余磁化强度变化于 $0.5 \times 10^{-5} - 7.2 \times 10^{-5}$ CGSM 之间，其变化曲线如图 5。

从图 5 可以看出：由标本长 A-13 起向上，除长 A-1 及长 A-4 外，全为正磁化标本，磁偏角在 $59^{\circ}44' - -63^{\circ}08'$ 之间，磁倾角变化于 $30^{\circ}05' - 83^{\circ}49'$ 。这段地层属正磁化带，长 A-1、长 A-4 的反向，应属极性事件。由标本长 A-13 起向下，除 A-15、A-16、A-19 为正磁性标本外，余全为负磁性标本，应属负磁化带。长 A-15、A-16、A-19 应属极性事件。

与考克斯年表对比：标本长 A-13 以上厚 112 米的地层属布伦赫斯正极性世，为中更新世及晚更新世的黄土。其中长 A-1 相当于哥德堡事件，长 A-4 所处的层位相当于拉尚事件¹⁾。从标本长 A-13 向下厚 51 米的黄土，属松山倒转极性世，时代为早更新世，其中正极性标本所处层位，相当于贾拉米洛事件。根据所测古地磁结果，我们认为丁家沟剖面中，晚更新世黄土厚 9 米，底界 10 万年，中更新世黄土共厚 103 米，底界年代为 69 万年，早更新世黄土厚 51 米，底界年代相当于 100 万年。

5. 宝鸡贾村剖面古地磁

主要测量了剩余磁化强度的大小和方向（磁偏角、磁倾角）。这个剖面的剩余磁化强度变化于 $0.5 \times 10^{-5} - 7.1 \times 10^{-5}$ CGSM 之间，磁倾角及磁偏角的变化如图 6。

如图 6 所示，由标本宝 A-11 起向上，全为正磁性标本，磁偏角变化于 $60^{\circ}50' - -29^{\circ}07'$ 之间，磁倾角变化于 $34^{\circ}20' - 72^{\circ}$ 之间，这段地层属正磁化带。由标本宝 A-12 至 A-16 全为负磁性标本，磁偏角为 $135^{\circ}5' - -176^{\circ}30'$ ，磁倾角为 $-19^{\circ}58' - -59^{\circ}3'$ （宝 A-12 例外）。这段地层属负磁化带。标本宝 A-17、

1) 王俊达，1979，浅谈拉斯曼事件的年龄。地质地球化学，第 5 期。

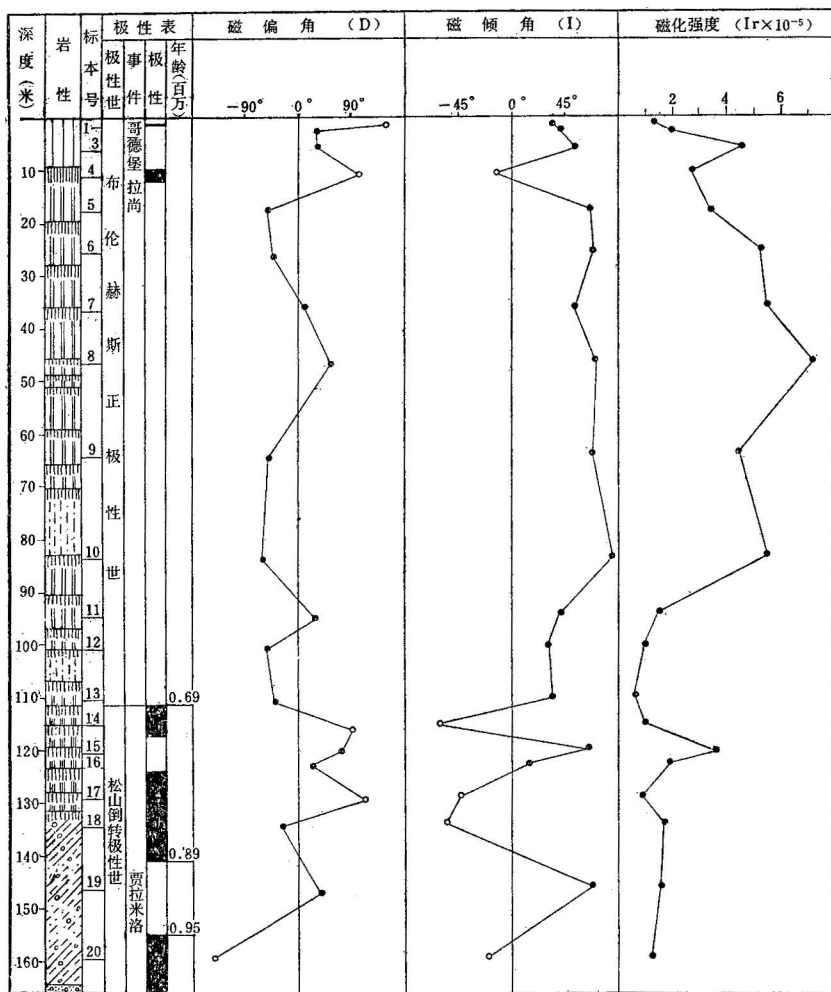


图 5 长武丁家沟剖面剩余磁化强度变化曲线图

A-18、A-19为正磁性标本。属极性事件。

与考克斯年代表对比：由标本宝 A-11 起向上一段，属布伦赫斯正极性世，时代为中更新世及晚更新世；宝 A-12 起向下一段相当于松山倒转极性世，属早更新世，其中宝 A-17、A-18、A-19 一段，相当于贾拉米洛事件。

晚更新世黄土厚 7.5 米，中更新世黄土厚 86.5 米，底界年代为 69 万年；早更新世黄土厚 42 米，底界年代约为 100 万年左右。

三、结论与讨论

1. 上述五个剖面的古地磁资料表明：渭北高原黄土的总厚度为 89—166 米。晚更新世黄土厚 6.5—15 米，中更新世黄土厚 85—106 米，早更新世黄土厚 7.6—86 米。早更新世黄土随所处的地貌单元不同，厚度变化大，在铜川盆地及其东延的白水一带沉积很

薄。中更新世及晚更新世黄土厚度变化较早更新世者稳定。过去我们认为中更新统底界在第二粉砂层之底，古地磁测定结果，中更新统与早更新统的界线应在第二粉砂层之顶，这与安芷生^[2]等对洛川黑木沟剖面古地磁研究的结果一致。

2. 就岩性上说，夹密集钙质结核层的石质黄土属早更新世；夹红褐色古土壤的淡灰褐色黄土属中更新世；晚更新世黄土色淡灰黄。这些地面观察的结果，与古地磁测定的界限基本一致。

3. 渭北高原黄土开始沉积的年代，在 100—120 万年前左右。这与我们根据古地磁研究结果，推算兰州九峰台和五泉山两个剖面的黄土开始形成年代基本一致^[1]。黄河中游黄土约在 110 万年前同时开始沉积，

1) 王永焱等，1978，兰州黄土的生成时代及结构特征。西北大学学报（自然科学版），第 2 期。

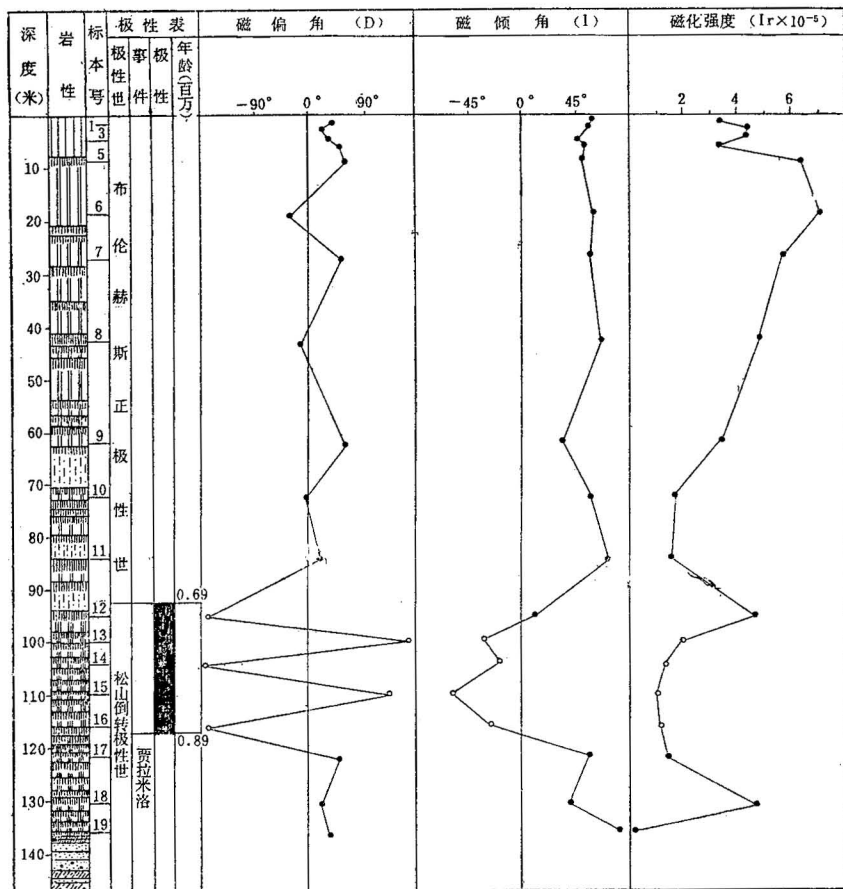


图 6 宝鸡贾村剖面剩余磁化强度变化曲线图

并非如前人认为陇中盆地黄土形成时间较晚, 陕北陇东者较早, 而是同时开始的, 兰州黄土开始沉积有可能略早一点¹⁾。

4. 古地磁年代测定结果与古生物地层学研究的結果基本一致。含泥河湾动物群化石的地层属松山倒转极性世, 含周口店动物群及萨拉乌苏动物群化石的黄土属布伦赫斯正极性世。

5. 我们在采取古地磁标本时, 为了寻找拉尚事件, 在晚更新世黄土上部, 每隔 1 米采一个标本; 在相当于布伦赫斯正极性世与松山倒转极性世交接的层段, 标本采集也较密; 其他层段标本采取较疏, 一般 10 米一个或更稀些。因之在天然剖面上古地磁测定结果, 布伦赫斯正极性世层段中, 除长武丁家沟剖面外, 无极性事件。丁家沟剖面的 A-1 相当于哥德堡事件, 距今 12,000 年; A-4 (即第一层红褐色古土壤) 相当于拉尚事件, 距今 30,000—60,000 年。合阳钻孔剖面中布伦赫斯正极性世中的三个反极性事件和洛川

钻井剖面的两个事件, 最上一个反极性事件 (即在第二层红褐色古土壤及其上黄土中的反极性事件), 相当于布莱克事件, 距今 100,000—117,000 年; 第五层古土壤 (红三条) 中的第二个反极性事件, 相当于吉曼卡事件, 距今约 200,000 年; 合阳安阳村钻井剖面第三个反极性事件, 可能相当于日本琵琶湖 E, 距今约 400,000 年。

6. 长武丁家沟剖面中, 在松山倒转极性世层段的上部出现了两个正向事件 (标本长 A-15 和 A-16, 标本 A-19) 按层位来看, 长 A-15 和 A-16 所属层位要比贾拉米洛事件应处的层位要高, 长 A-15 及 A-16 与长 A-19 是否合起来与贾拉米洛相比, 还是分开处理, 尚待进一步讨论。

1) 王永焱等, 1978, 由兰州两个剖面古地磁的研究谈兰州黄土生成的时代。地质科技, 第 4 期。

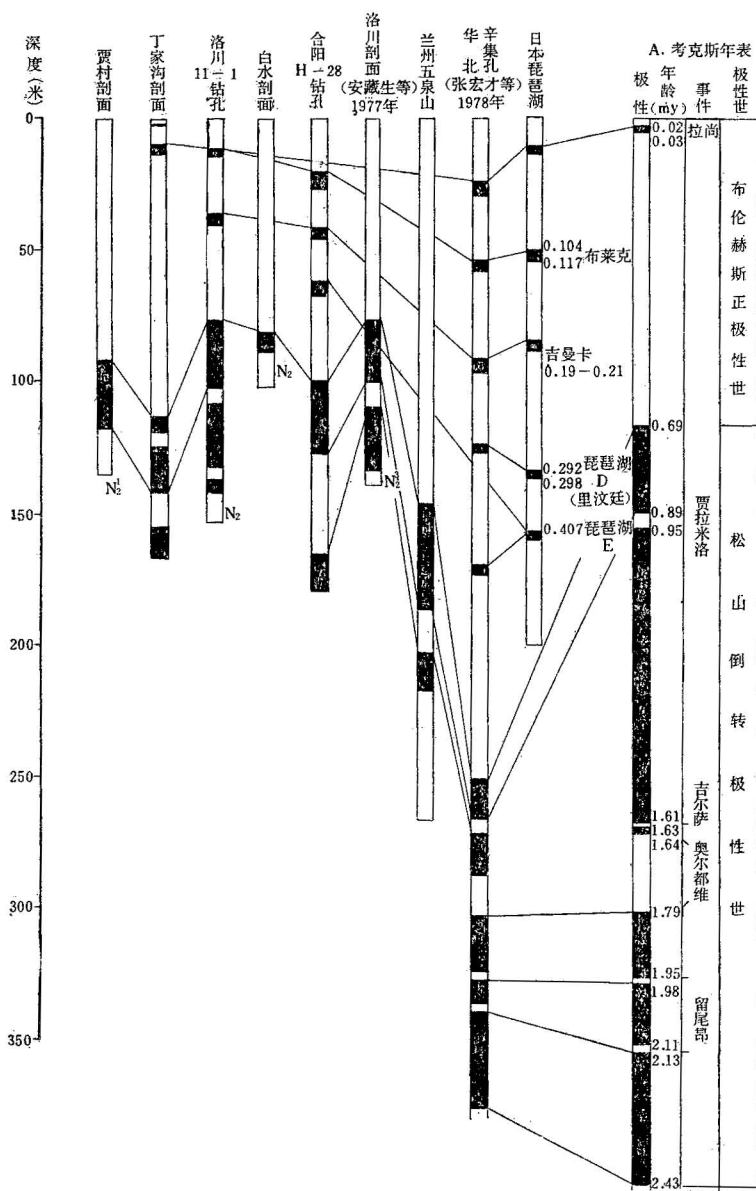


图 7 渭北高原黄土地层古地磁对比图

参 考 文 献

〔1〕 王永焱等, 1966, 陕北陇东黄土区 第四纪地层划分, 地质学报, 46卷第 1 期。

〔2〕 安芷生等, 1977, 洛川黄土剖面的古地磁研究, 地球化学, 第 4 期。