

有机质的土壤层 $^{10}\text{Be}$ 浓度低; Monaghan却认为土壤中一些不明有机组份引起 $^{10}\text{Be}$ 移动,即化学溶解造成 $^{10}\text{Be}$ 向下移动。沈承德、刘东生等研究了中国洛川和西峰黄土堆积物的 $^{10}\text{Be}$ 浓度分布特征及 $^{10}\text{Be}$ 地球化学行为,指出黄土(古土壤)不同粒级组份中 $^{10}\text{Be}$ 浓度分布规律随粒径增加而降低,黄土(古土壤)中 $^{10}\text{Be}$ 化学移动不明显, $^{10}\text{Be}$ 在黄土(古土壤)中保存性较好,在间冰期(古土壤层) $^{10}\text{Be}$ 沉降速率低,冰期(黄土层) $^{10}\text{Be}$ 沉降速率高。洛川黄土 $^{10}\text{Be}$ 和深海沉积物 $\delta^{18}\text{O}$ 之间存在极好的相关性,在 $\delta^{18}\text{O}$ 值最负时, $^{10}\text{Be}$ 浓度最高,这种相关性已用于建立黄土地层的 $^{10}\text{Be}$ 时标。

4.  $^{10}\text{Be}$ 与地表侵蚀速率 暴露的岩石受宇宙射线长期辐射,其所含的宇宙成因核

$^{10}\text{Be}$ (或 $^{26}\text{Al}$ )可用来研究大陆风化和侵蚀作用。岩石中石英是理想靶物质,只要用10—20g石英就能测定 $^{10}\text{Be}$ (或 $^{26}\text{Al}$ )。Klein(1983)利用 $^{10}\text{Be}$ 对密西西比河等流域的侵蚀速率进行了初步研究。结果表明密西西比河以及Choptank、Fraser等河流 $^{10}\text{Be}$ 输出量比输入量为多,存在严重侵蚀。巨大的中西部农业带是造成密西西比河流域高侵蚀速率的主要原因。他们也给出我国长江流域 $^{10}\text{Be}$ 测量结果,其 $^{10}\text{Be}$ 输出量是输入量的4倍,表现了强烈的侵蚀作用。如果黄河沉积物 $^{10}\text{Be}$ 浓度为 $1.7 \times 10^5$ 原子/克,则黄河流域侵蚀速率可高达15。以上结果虽系初步研究,但已充分表明了 $^{10}\text{Be}$ 在河流流域土地侵蚀研究中有着重要的用途。

## 洛川黄土磁性、时代和古气候记录

王俊达 李华梅

刘东生

(中国科学院地球化学研究所)

(中国科学院地质研究所)

F. Heller

(Institut für Geophysik, ETH Zurich, Switzerland)

洛川黄土的磁性地层学研究,自中国科学院地球化学研究所于1975年采样研究以来,不少单位相继进行了多次详细的研究工作,获得了基本一致的结果。但对黄土底界年龄和布容/松山极性界限的认识略存差异。因此,1984年作者再度采样,对其时代、磁性矿物、磁化率与古气候的关系又作进一步的研究。此外,对黄土地层以下清池剖面湖相地层第一次作了古地磁测量。这些研究都

在瑞士苏黎世理工学院地球物理研究所古地磁实验室完成。

本次采样主要在三个剖面进行。

秦家寨剖面:位于洛川县城东南方向约5km的黑木沟源头。从早更新世的午城黄土( $Q_1$ )、中更新世离石黄土( $Q_2$ )至晚更新世马兰黄土( $Q_3$ )地层出露完好。古地磁采样从第五层古土壤往下到上粉砂层为止,密集采样。尤其在第八层古土壤及其上下,是

布容/松山界限所在层位，加大了采样密度，以能更准确地测定出这一极性界限的位置。在13m厚的地层中，共采集了40多块样品。

坡头村剖面：位于秦家寨下游约4km的黑木沟中。整个黄土地层被切穿，出露午城黄土之下的上新世(N)红色粘土，在剖面的两个层段采集了古地磁样品。从第五层古土壤以下至下粉砂层的上部，地层厚约35m为第一段；从午城黄土底部到黑木沟水面为止，厚约12m为第二段。在第一中段共采样约100块，其中在第六层古土壤至第八层古土壤下部，以上述同样的目的进行了密集采样，采样间距5—20cm。在第二段中共采集了红色粘土和亚粘土样品17块，试图发现松山世底界的确切位置，从而准确确定洛川黄土的下界年龄。

清池剖面位于县城东南约60km的清池沟中，厚约12m，是一套以灰色、灰黑色粉砂、砂质粘土为主的湖相地层。它的上覆地层是午城黄土，整合过渡接触，下伏地层是上新世(N)红色粘土。研究的目的在于弄清它与午城黄土堆积在时间上的关系，有助于更好地确定洛川黄土的底界年龄。这一套地层中共采集了古地磁样品38块。

全部实验过程中，利用三轴低温超导磁力仪测量样品的天然剩磁(NRM)，用磁化率电桥测量磁化率。实验中还使用了交变退磁仪、热退磁仪，利用了强电磁铁进行了等温剩磁实验(IRm)。实验中样品始终被保存在0磁场中，以防止重磁化。

为了选择有效的退磁方法以恢复样品的原生剩磁，选取一些平行样品同时进行热退磁和交变退磁实验，结果表明热退磁方法比交变退磁更有效。因此对全部样品进行了热退磁，退磁温度从100—700℃，分成12—13个温度级递增。每一温度级以后都进行天然剩磁和磁化率的测量。为了分析黄土地层中

的磁性矿物，选择了黄土，古土壤和粉砂层样品作等温饱和剩磁试验，应用场从0.05 Tesla开始，以9个磁场等级：0.05，0.10，0.15，0.20，0.30，0.40，0.60，0.80和1.00 Tesla逐级递增，使样品获得饱和等温剩磁。然后，对这些样品作热退磁实验，进行“磁解固”温度分析(unblocking temperature)分析。

通过实验和测量得知黄土的天然剩磁大多在 $10^{-1}$ — $10^{-3}$  Am<sup>-1</sup>数量级，其中古土壤的天然剩磁最大，多在 $10^0$ — $10^{-1}$  Am<sup>-1</sup>数量级，古土壤越发育，天然剩磁也越大。其次是典型黄土的天然剩磁，一般在 $10^{-1}$ — $10^{-2}$  Am<sup>-1</sup>数量级。天然剩磁最小的是剖面中的两个粉砂层，一般小于 $10^{-2}$  Am<sup>-1</sup>数量级。磁化率的数值也有随之相应的变化规律，古土壤最大，粉砂层为最小，但它们都在 $10^{-2}$ — $10^{-4}$  SI单位数量级。上新世红色粘土的天然剩磁和磁化率与黄土剖面中的古土壤的相类似。清池剖面湖相地层的天然剩磁和磁化率比之黄土，都小一个数量级。天然剩磁的平均值是 $5 \times 10^{-3}$  Am<sup>-1</sup>，而它的磁化率平均值在 $3.5 \times 10^{-4}$  SI单位。

详细的古地磁研究，获得了大量的数据，结合以往的资料，对洛川黄土的古地磁研究获得如下认识：

(1) 洛川黄土的时代和B/M界限：该剖面厚130多米，从上往下划分成马兰黄土、离石黄土和午城黄土。马兰黄土厚约10m，从地表至第一层古土壤的顶部。从第一层古土壤往下至下粉层顶部是离石黄土，厚近70m。其中含有13层古土壤，呈红色条带清晰地分布在地层中，成为黄土剖面互相对比的重要标志。此外，离石黄土中还含一粉砂层，即上粉砂层，它位于第八层古土壤的下面与第九层古土壤之间。午城黄土始于下粉砂层顶部，下至上新世红色粘土之上，其中含有十多层埋藏风化层和一层粉砂层。

黄土样品都含有较多的次生剩磁成份，在200—700℃时基本上被清除干净而呈现特征剩磁(ChRM)方向。把每块样品用正交投影图进行磁性成份分析，至少有五个数据点可以被用来计算特征剩磁方向。用线性回归方法计算，获得了全部样品的特征方向。在洛川黄土剖面综合图上，以待征方向的视极纬度(VGP)绘制成极性序列，发现本剖面记录了布容正极性世和松山反极性世。黄土的底界已经涉及到松山世的底部，其年龄大致为2.4Ma。午城黄土以下的红色粘土是正向磁化，是松山倒转极性以前的产物。布容/松山界限位于剖面51.75—53.05m处，是一个极性过渡带，正位于第八层古土壤层界上下一个很窄的范围内。此外，剖面还记录到了松山世中的奥尔都维和哈拉米洛极性事件。根据古地磁极性界限年龄与它们相应深度，推算出黄土平均堆积速度为7.5cm/千年。

(2) 清池湖相层的时代：用同样的方法对清池剖面样品数据进行计算和处理，建立了湖相层的极性序列。剖面上部10m厚记录了倒转极性，下部2m厚记录了正向极性。从湖相层所在层位分析结合野外地质调查，在时代上比红色粘土层新，但与其上部午城黄土比较，为上下关系，或同期异相关系。古地磁结果为这两种可能性作了可靠的选择。剖面上部的反极性地层相当于松山世的底部，而下部正极性段则相当于高斯正极性世的末期。与黄土极性序列相比，这套湖相层主要部分与午城黄土的下部同期，而湖相层底部已进入高斯世，比黄土堆积稍早。由此可以推论，在黄土堆积之前，在上新世红色粘土层的基础上已经存在过一些孤立的湖盆，并且沉积了一定厚度的湖相地层。在大规模风成黄土堆积时，低洼的湖盆沉积了灰黑色的湖相层，在出露的红色粘土基底上同时堆积了黄土物质，形成同一时期的两种不

同堆积物。由于气候继续干冷，湖泊最后消亡，在湖相层之上又堆积了午城黄土。此时整个黄土高原中部已形成了均一的黄土地层。

(3) 磁化率与古气候：第四纪以来的古气候波动，也同样地被记录在黄土地层中。黄土是七对干冷气候下的堆积物，而地层中的古土壤层则是在相对温暖而又湿润的气候条件下，在黄土母质基础上逐渐发育起来的。经过风化淋滤作用和动、植物的活动，最后形成土壤。黄土物质中的铁磁性矿物发生了氧化作用，碳酸钙也在古土壤的底部形成钙结核成层排列。这些已被氧化了的铁磁性矿物具有较高的磁化率，已被大量的磁化率数据和热磁分析所证实。因此，黄土中的磁化率是古气候波动的重要指标。洛川黄土剖面磁化率数据用数学方法处理后，得到了一条磁化率曲线。十分有意义的是，它同深海钻孔V<sub>28</sub>-239的氧同位素曲线非常相似。氧同位素曲线中55个气候阶段基本上可以在黄土磁化率曲线中找到对应的峰值和峰谷，甚至有些气候阶段曲线的形状也十分相似，在陆相地层中如此完整的古气候历史记录尚属首次发现，这为大陆和海洋沉积物中气候记录的对比找到了可靠的依据。

(4) 黄土的磁行为和磁性矿物：从黄土、古土壤和粉砂层样品的等温饱和剩磁曲线看出，古土壤在0.3T磁场中剩磁达到了饱和，而黄土和粉砂层样品获得饱和磁化强度则要在0.8T磁场中才能实现。这种明显的差别是由于它们所含的不同的铁磁性矿物的组分所引起的。黄土中所含的磁性矿物的矫顽磁力要比古土壤中的大得多。对获得的饱和等温剩磁的样品进行热退磁，发现大多数样品的磁解固温度很低，为100—450℃其中古土壤的解固温度普遍为100—350℃，黄土样品大多在400—450℃，有时同时具有600℃以上的磁解固行为。粉砂层样品的磁行为与

# 华南沿海第四纪研究的新进展

李平日

(广州地理研究所)

华南沿海第四纪工作开展较迟,过去只分散零星地对局部地区作过一些研究。近十年有许多新的进展。1980年以来,闽、粤、桂三省(区)先后开展了海岸带和海涂资源综合调查,第四纪地质是其中一项重要内容。海岸带第四纪地质调查内容丰富,区域广阔(按全国规定为向陆10km和向海至10—15m等深线),基本成果包括1/20万第四纪地质图、第四纪地层、第四纪沉积物类型、古气候、海平面变化、新构造运动及第四纪矿产。调查过程中还发现了不少海滩岩、海岸沙丘岩、贝壳堤等沿海独有的第四纪地质现象。调查中普遍使用了 $^{14}\text{C}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、热释光、钾氩法、裂变径迹法、古地磁等手段,仅 $^{14}\text{C}$ 年龄数据就达700余个。在沉积相研究方面,广泛采用了化石硅藻、有孔虫和介形虫、孢粉、贝类、古脊椎动物、微量元素、粒度、重矿物、粘土矿物等分析手段,从而提高了研究水平。研究结果表明,除琼雷和广西沿海有下、中更新统外,闽、粤大部分地区只发育上更新统和全新统,已知琼雷地区至少有过4次海进(早更新世早期和晚期、晚更新世中期、全新世)。其余地

区至少有两次海进(晚更新世中期、全新世);明确了沿海各地的基底地形轮廓,获得第四纪沉积厚度的新资料。如已知第四纪最大厚度出现在雷州半岛(500m)其余广大沿海地区一般仅厚数十米。此外,对闽南和琼雷地区的火山堆积也有新的认识。由于这次海岸带调查还远伸至水深15m的海域,故还获得许多近海地带的第四纪新资料,例如珠江口岸段作了浅地层剖面仪的探测,北部湾水深20m以浅的水域作了23个沉积物柱状取样,获得不少年代学、微体古生物学、岩石学、沉积学的研究成果。

珠江三角洲是华南最大的三角洲。广州地理所从1979年起对其形成、发育、演变进行了较系统的研究,对珠江三角洲的形成年代、第四纪地层、孢粉气候期、海平面变化、沉积速率等有了新的认识。近年,李平日等又研究了华南第二个大三角洲——韩江三角洲,获知它为晚更新世中期开始形成,有两个沉积旋回,经历了晚更新世中期和全新世两次海进,画出和测定了各个时期的滨海位置和年代,划分了第四纪地层,分析了三角洲的形成、发育历史,提出了韩江三角

黄土样品没有明显差别。热磁分析表明,黄土中的铁磁性矿物主要是磁铁矿,含钛磁铁矿和一些赤铁矿的组分,而古土壤中则以赤铁矿和针铁矿为主。由于黄土和古土壤的矫

顽磁力比较低,因此它们比较容易被磁化而获得等温次生剩磁,这是黄土磁性不太稳定的主要因素。