中国黄土高原及邻区水系沉积物-古土壤系列*

朱 照 宇

（中国科学院地质研究所，北京）

关键词 黄土高原、古土壤断代、水系沉积物-古土壤系列

全球气候变化必然影响水文循环的变化，水文循环变化可通过水系沉积物旋回和地貌演化反映出来。同时，地貌演化还受构造运动控制。因此，查明不同地貌阶段的不同水系沉积物旋回及其年代，就可阐明第四纪环境演化中气候与构造运动的演化规律。中国黄土高原保存了巨厚的黄土层，为这一研究提供了有利的条件。

刘东生等建立了黄土-古土壤系列[1]，并将其与深海氧同位素变化阶段相对比，建立了中国北方大陆第四纪气候变化模式及时间序列。笔者考察了黄土高原及邻区约 $40 \times 10^4 km^2$ 范围内的 60 多条河流（包括黄河、渭河、泾河、洛河等），发现水系沉积物剖面中同样发育了数十层古土壤层或风化层，与黄土剖面中的古土壤层具有良好对照性。据 400 多个实测剖面，首次建立了 250 万年以来“水系沉积物-古土壤系列”，作为第四纪环境演化新的时间标尺。

一、基本方法与基本事实

1. 标准剖面法 根据前人已建立的洛川、西峰标准黄土-古土壤系列剖面[1,2]，在不同的气候-地貌区（包括陇西、陇东、陕北、晋西、晋中、关中等地）建立了十余个黄土参考剖面。各剖面的古土壤层数、剖面结构、标志层特征极为相似，仅土壤类型和发育程度不同。这说明气候变化具有地带统一性，黄土地层基本不存在大的穿时性。前人对午城黄土未细分，本文将其暂划分为 17 个组合，其中古土壤层顺延编号为 S_{15}—S_{31}；黄土层编号为 L_{16}—L_{32}。

2. 土壤剖面对比法 首先在洛河地区建立了河湖相沉积标准剖面，然后在各不同地区依据上述黄土参考剖面的古土壤发育特征与标志层特征（如 S_2、S_5、L_9、L_{15} 等），从当地分水地带（黄土塬、梁、峁及分水岭）向下游及河谷方向穿越，并向两侧追索，直至河床。认准标志层，即可避免层位上的混乱，将黄土剖面中的古土壤与阶地剖面中的古土壤和风化层一一对应起来。事实表明，在黄土塬、梁、峁中，发育了较完整的黄土与古土壤剖面，不存在水系沉积物；在其斜坡地带，可见黄土与水系沉积物呈过渡或交互沉积、古土壤倾斜并可见若干侵蚀面；而在河谷地带，多见水系沉积物与古土壤发育的剖面，不见或少见黄土，在近河床处往往仅见一大套砂砾层及其顶部一层古土壤（见图 1）。多数发育较好的砂砾石上，都有一层以冲积粘土、粉砂为母质发育起来的古土壤或风化层。同一级阶地所含古土壤层位及层数基本相同，据此

本文 1988 年 8 月 9 日收到。

* 本文为刘东生教授指导下博士论文的一部分，并得到中国科学院西安黄土与第四纪地质实验室的部分资助。

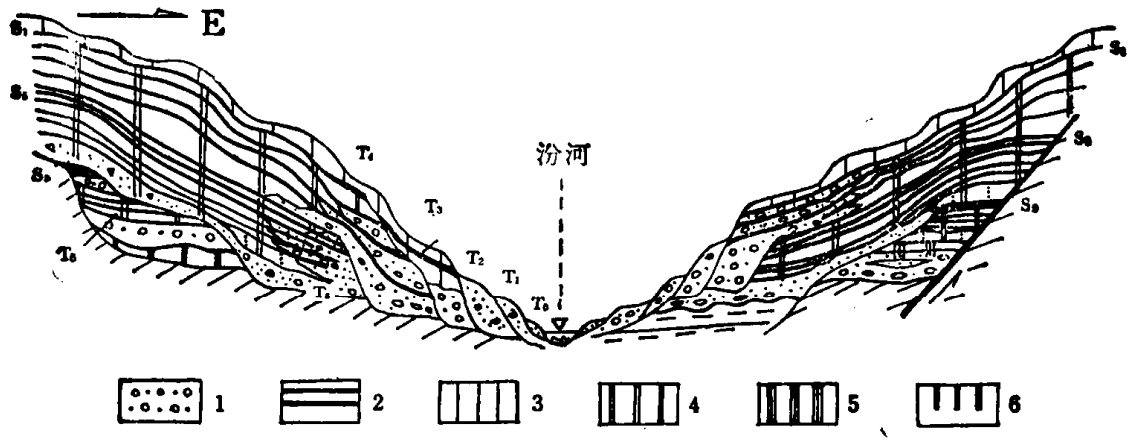

图 1　山西临汾地区汾河河谷区黄土与阶地沉积关系图
1.冲积砂砾石；　2.古土壤；　3.马兰黄土；　4.离石黄土；　5.午城黄土；　6.红粘土

即可鉴定各阶地的年代．例如，第四级阶地最老砾石层位于 S_4 之下，上复 3 套黄土与古土壤或砂砾层，最新砾石层位于 S_1 之下，上复马兰黄土．该阶地砾石层与 S_3 为侵蚀不整合接触．因此，可以判定第四级阶地时代相当于 L_3 至 S_1 发育时代，余此类推．

3. 沟谷系统相关分析法　在主流与支流交汇处，两者河道相连，阶地面也相连．在交汇处两侧追索，即可将已知年龄的阶地与未知年龄的阶地相对比，建立沟谷系统，继而建立综合的标准剖面．

二、年代的确定

运用 ^{14}C、TL、$^{40}K/^{40}Ar$、^{230}Th 以及氨基酸、考古学、古地磁学等定年法测定了阶地中水系沉积物及第四纪火山岩的年代(其中火山岩层位经笔者实地考察拟定)，其结果见表 1．

表 1　水系沉积物与火山岩年代表

层　位	年龄(千年)	测年方法	资料来源
高河漫滩	0.142—0.150	^{14}C、考古	笔者，袁宝印
一级阶地	0.290±—0.7	^{14}C、考古	笔者，袁宝印
二级阶地	0.8±—6.5±	^{14}C、考古	笔者，陈铁梅
三级阶地	9.5±—20.0—43.9±—50.0	^{14}C、^{230}Th、TL、铀系	笔者，周特先、周昆叔、谢军
火山岩	98±	TL	李虎侯
四级阶地	110.9—200	TL、铀系	谢军、陈铁梅
火山岩	210±—465±	K/Ar	刘椿、杨学昌
五级阶地	520±	氨基酸	周特先、朱海之
火山岩	508±—857±	K/Ar	杨学昌、刘嘉麒
六级阶地	900±—1670±	古地磁	刘东生
火山岩	1330±—1570±	K/Ar	刘嘉麒
湖相层	>1670	古地磁	刘东生
火山岩	2290±	K/Ar	刘嘉麒

三、水系沉积物-古土壤系列定义与模式

实际资料表明，黄土高原及邻区的河流，不论是支流还是主流，不论是河源还是河口，不论流经何种地貌单元，都具有相似的发育阶段、古土壤特征，及年代特征，据此我们可以建立一个

统一的模式．并称其为“水系沉积物-古土壤系列”，其定义为：水系沉积物-古土壤系列是约250万年以来在水动力作用下形成的沉积物(包括湖积、冲积、洪积物等)与古土壤或风化层交互迭置的有年代标尺的综合性准连续沉积剖面，也是上新世末期至第四纪水系演化阶段和年代的标准模式．本系列以古土壤为标志，以综合方法确定年代，与黄土-古土壤系列相结合，能够定量-半定量地阐明一系列第四纪地质事件的规律性．

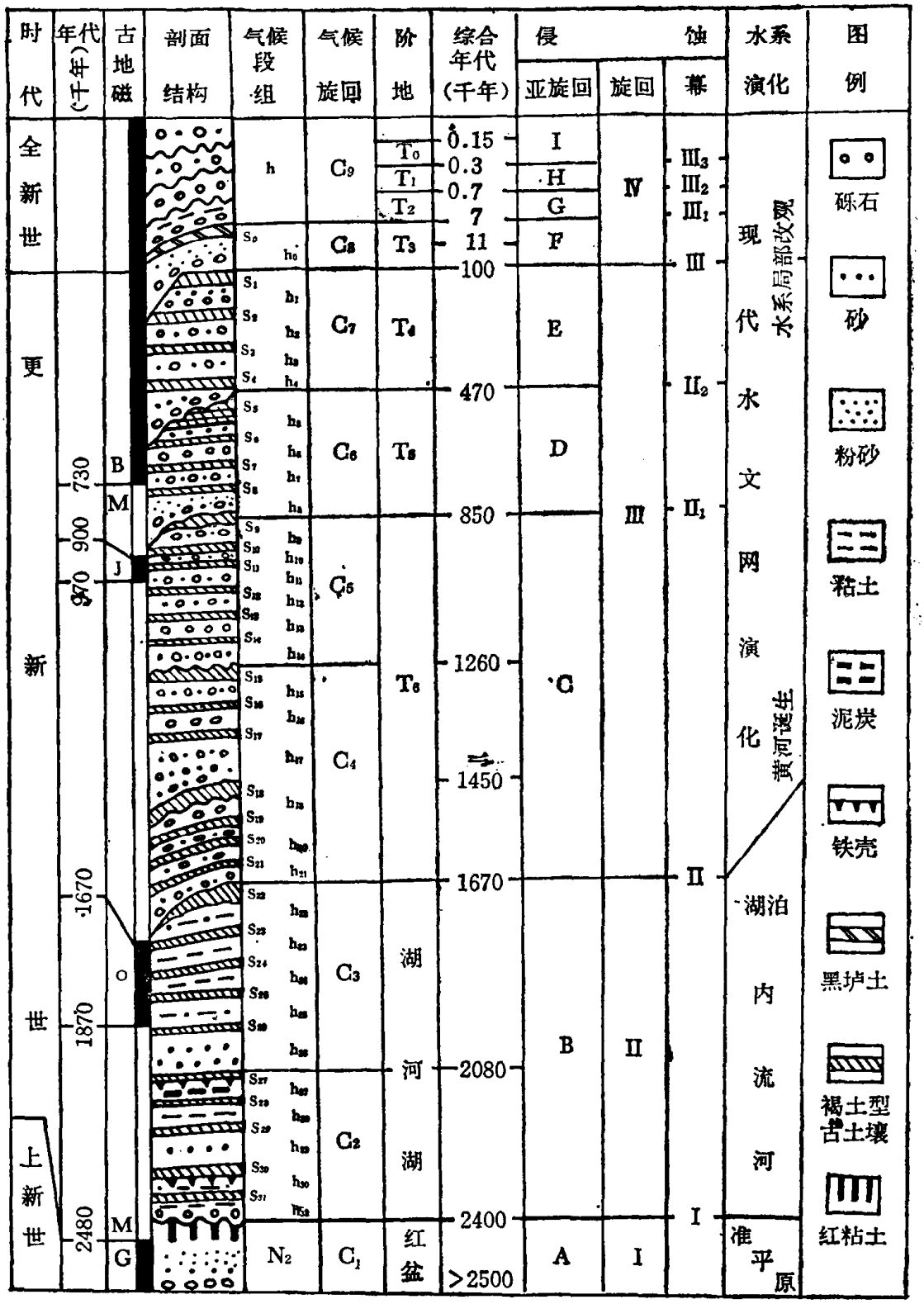

图2　水系沉积物-古土壤系列标准模式图

系列的标准模式见图2. 水系沉积物代号为 h(hydrogenic sediments),古土壤代号为 S. 各砂砾石层与各土壤层分别为一气候段，古土壤层顶面与下伏砂砾层底面之间地层为一气候组,二者号码一致. 两大气候极冷期之间（参考黄土剖面,以砂质黄土为主标志）为一气候旋回. 各阶段定年采用实际数据与古地磁数据相结合的方法,并参考黄土、火山岩和深海沉积年代数据. 本系列指出,黄河中游现代水系(包括黄河)形成于167—145万年前，之后发育了六级阶地,其水系演化阶段为:

A. 准平原阶段(上新世,> 250—240万年),辐聚状水系.

B. 湖泊沼泽阶段(更新世早期,240—167万年,相当于 h_{31}—S_{22})，星点状水系，山间盆地与断陷盆地发育(如三门湖等).

C. 现代水系奠定阶段(更新世早—中期，167—145万年,相当于 h_{21}—S_{18}),树枝状水系，黄河主流及其第一至三级支流诞生.

D—I. 现代水系演化阶段(更新世中期—全新世,145万年至今,相当于 h_{17}—h),黄河第四至八级支流诞生,并形成六级河流阶地和两级河漫滩，它们各含古土壤层数为: T_6 含 13 层 (S_{21}—S_9)，T_5 含4层 (S_8—S_5)，T_4 含4层 (S_4—S_1)，T_3 含2层 (S_0 与 S_0')。在更新世晚期发生过一系列河流袭夺、河道变迁和深切曲流现象.

以上九个阶段称为侵蚀-堆积亚旋回,它们组成了四个巨旋回,其中包括三个侵蚀幕.

四、国际对比意义

以本系列模式为基础,可以提出"古土壤断代学"的概念,用以定量解释第四纪气候与构造事件. 已有资料表明,本系列与中国南方水系演化阶段可以对比，并且与欧洲水系演化特点[3]也有惊人的相似之处(另文论述). 因此,水系沉积物-古土壤系列在全球变化研究中以及内外地质动力系统分析方面具有国际对比意义.

参 考 文 献

[1] Liu Tungsheng et al., *Loess and the Environment*, China Ocean Press, 1985.

[2] Liu Tungsheng et al., *Aspects of Loess Research*, China Ocean Press, 1987.

[3] Kukla, G. J., Pleistocene land-sea correlations, *Earth Science Reviews*, **13**(1977), 307—374.