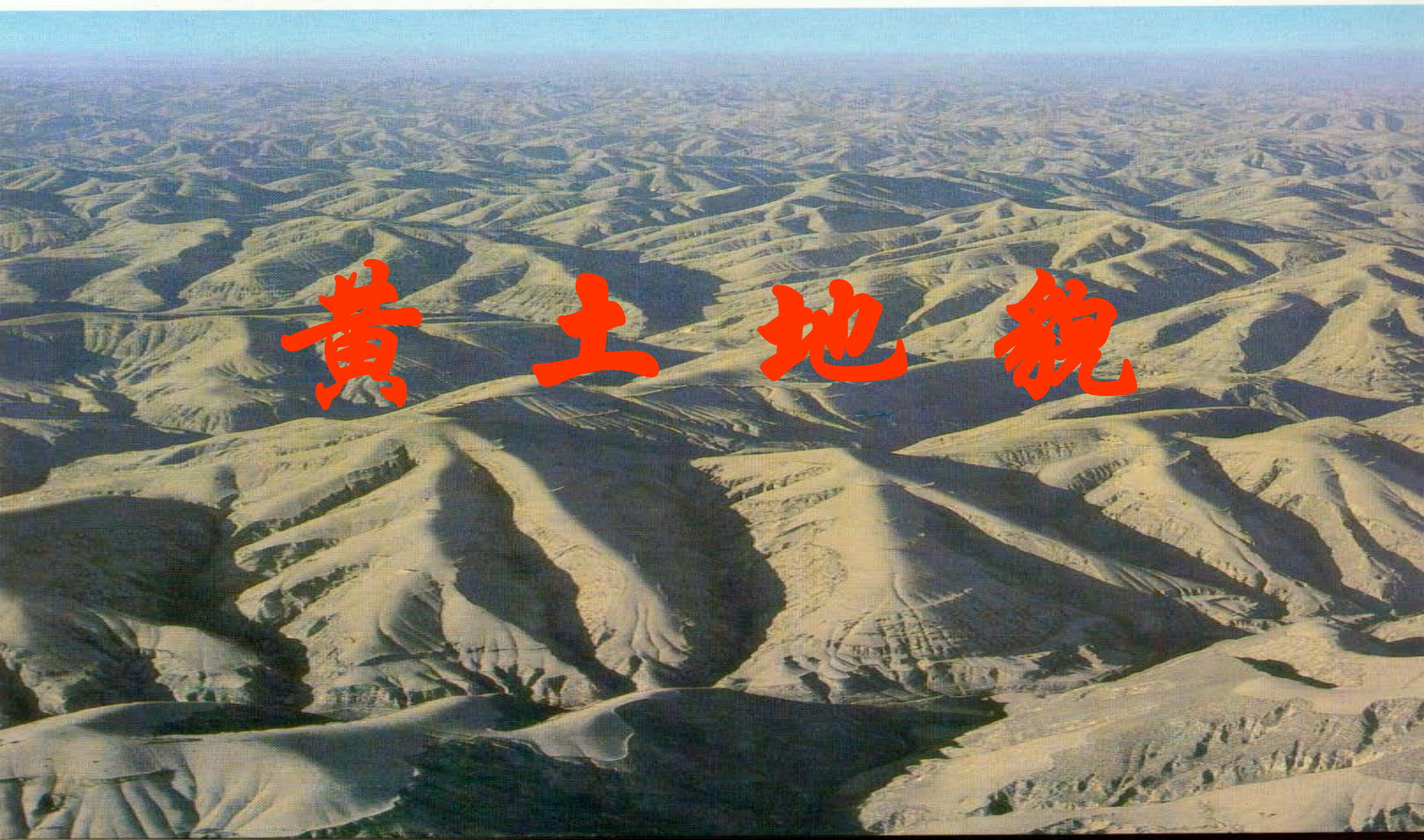


黄土梁峁
陕西白于山
Liang and Mao.
Baiyushan, Shaanxi.

黃土地貌



- 黄土是第四纪时期形成的广泛分布的松散土状堆积物，其主要特征是：呈浅灰色或棕黄色，主要由粉沙组成，富含钙质，疏松多孔，不显宏观层理，垂直节理发育，具有很强的湿陷性。

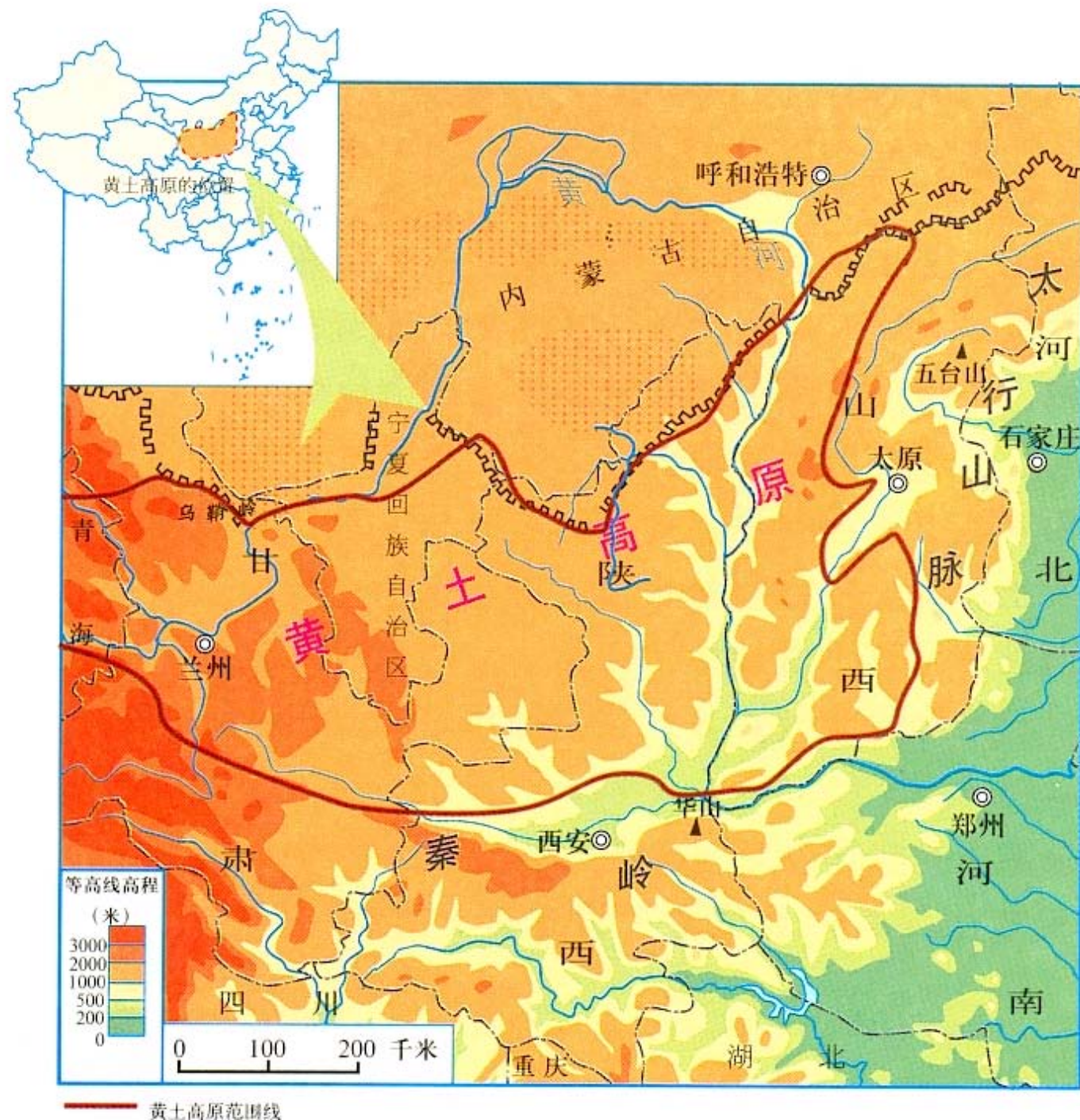
第一节 黄土分布及其特性

一、黄土分布

- 从全球看，黄土主要分布在中纬度干旱或半干旱的大陆性气候地区，即现代的温带森林草原、草原及荒漠草原地区。另外，中欧和北美的一些地区也有黄土分布，这些黄土位于冰缘地区。面积约**1300万 km²**，占全球陆地面积的**10%**。因此，人们把荒漠黄土称为暖黄土，冰缘黄土称为冷黄土。

- 我国黄土主要分布在北方干旱区和半干旱区，位于北纬 34° - 45° 之间，呈东西向带状分布。黄土区的西面和北面与沙漠相连，从西北向东南依次为戈壁、沙漠、黄土，逐渐过渡，西北部靠近沙漠的，粒度较粗，愈往东南距离沙漠愈远，黄土粒度逐渐变细。
- 我国黄土总面积约 $63.5 \times 10^4 \text{km}^2$ ，其中黄河中下游的陕西北部，甘肃中部和东部、宁夏南部和山西西部，是我国黄土分布最集中的地区，不仅分布面积广，而且厚度达（最大可达200m）。由于这个地区地势高，形成有名的黄土高原。

在中国北方，黄土高原东起太行山，西至乌鞘岭，南连秦岭，北抵长城，包括山西、陕西、甘肃、青海、宁夏、河南等省、自治区，面积44万平方公里，为世界最大的黄土堆积区。



二、黄土的特性

- 1. 黄土的粒度成分
- 2. 黄土的矿物成分
- 3. 黄土的化学成分
- 4. 结构、构造
- 5. 埋藏土

1. 黄土的粒度成分

- 黄土主要由0.05~0.005mm粒径颗粒组成，其中以0.05~0.1mm的粗→中粒粉砂为主，其平均含量可达46%~60%。此外，还含少量细砂和粘土，是一种第四纪特有的松散砂岩。刘东生等根据黄土中粉砂、细砂和粘粒的含量，分为砂黄土、黄土和粘黄土。中国黄土在水平方向和垂直方向上粒度组成有明显变化。以晚更新世马兰黄土为例，水平方向上，从山峡黄土高原西北部至东南部，黄土的粒度呈现区域性递变，围绕沙漠可分为沙荒土带、黄土带与黏土带。在垂直方向上，黄土从老→新，粘粒含量呈降低趋势，细砂含量呈增高趋势（有时也出现风沙夹层），马兰黄土普遍比离石和午城黄土粒度要粗。黄土中古土壤层粘粒含量普遍高于黄土母质层。

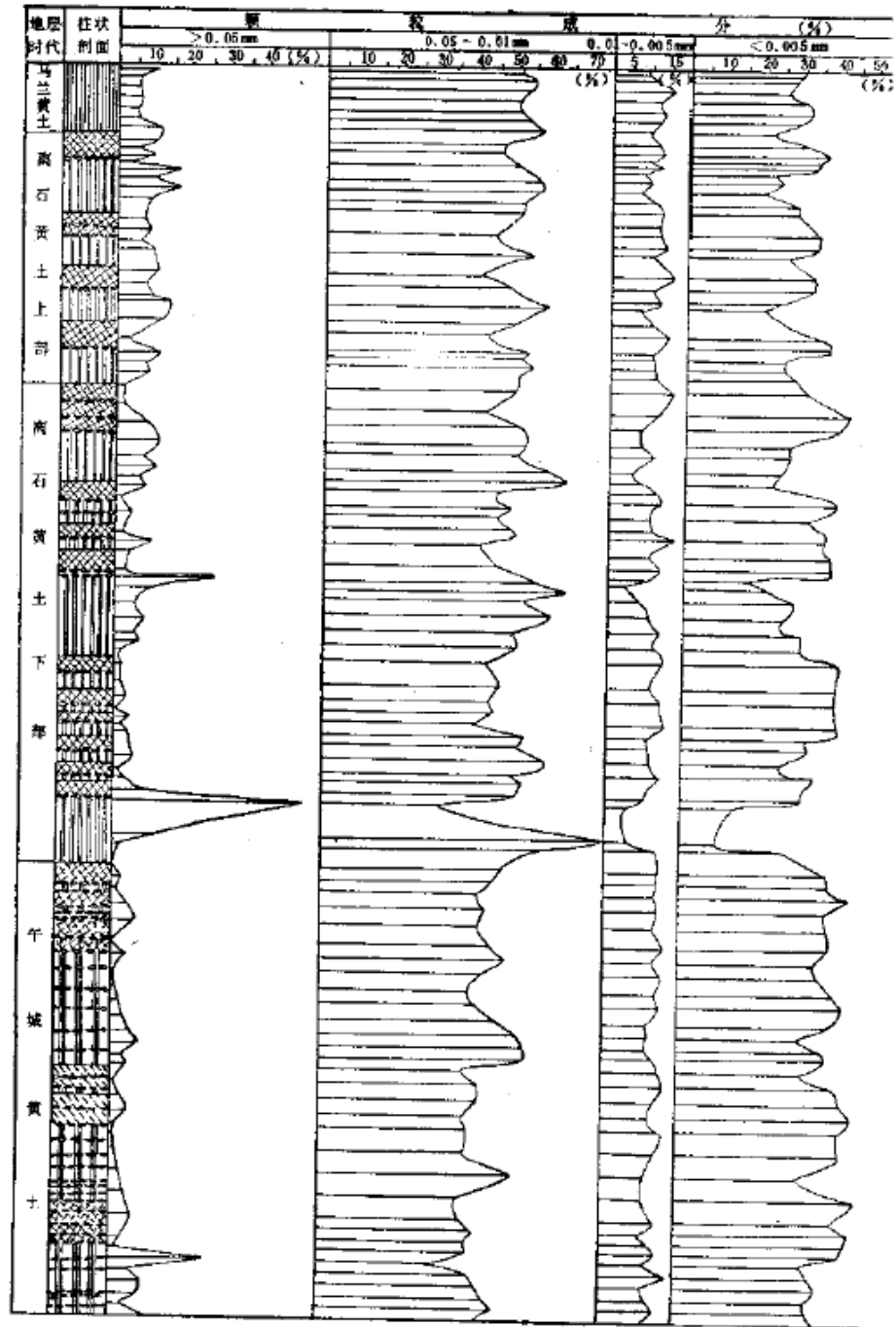


图 70 陕西洛川剖面粒度组成及

2. 黄土的矿物成分

- 中国黄土的矿物组成见表7-2。碎屑矿物中以轻矿物（比重 <2.9 ）为主，主要是石英（50%以上），其次是长石（29%-43%）、碳酸盐矿物（10%-15%）和云母（2.5%）。重矿物（相对密度 >2.9 ）仅占4%-7%，主要有不透明金属矿物（如磁铁矿、赤铁矿等）、绿帘石类、角闪石类、辉石类和其他硅酸盐矿物。重矿物主要集中在0.05-0.01mm级的颗粒中。在不同时代的黄土中重矿物含量变化比较明显。如不稳定矿物（角闪石、辉石类）含量依次为离石黄土上部 $>$ 离石黄土下部 $>$ 马兰黄土和午城黄土。离石-午城黄土比马兰黄土含有更多的稳定矿物。
-
-

3. 黄土的化学成分

- 黄土的化学成分以 SiO_2 占优势，其次为 Al_2O_3 、 CaO ，再次为 FeO_3 ， MgO 、 K_2O 、 Na_2O 、 FeO 、 TiO_2 和 MnO 。由于黄土中易溶的化学成分含量很高，对黄土地貌发育有很重要的影响。

4. 结构、构造

- 外观均一
- 无明显层理
- 空隙度大
- 垂直节理发育

5. 埋藏土

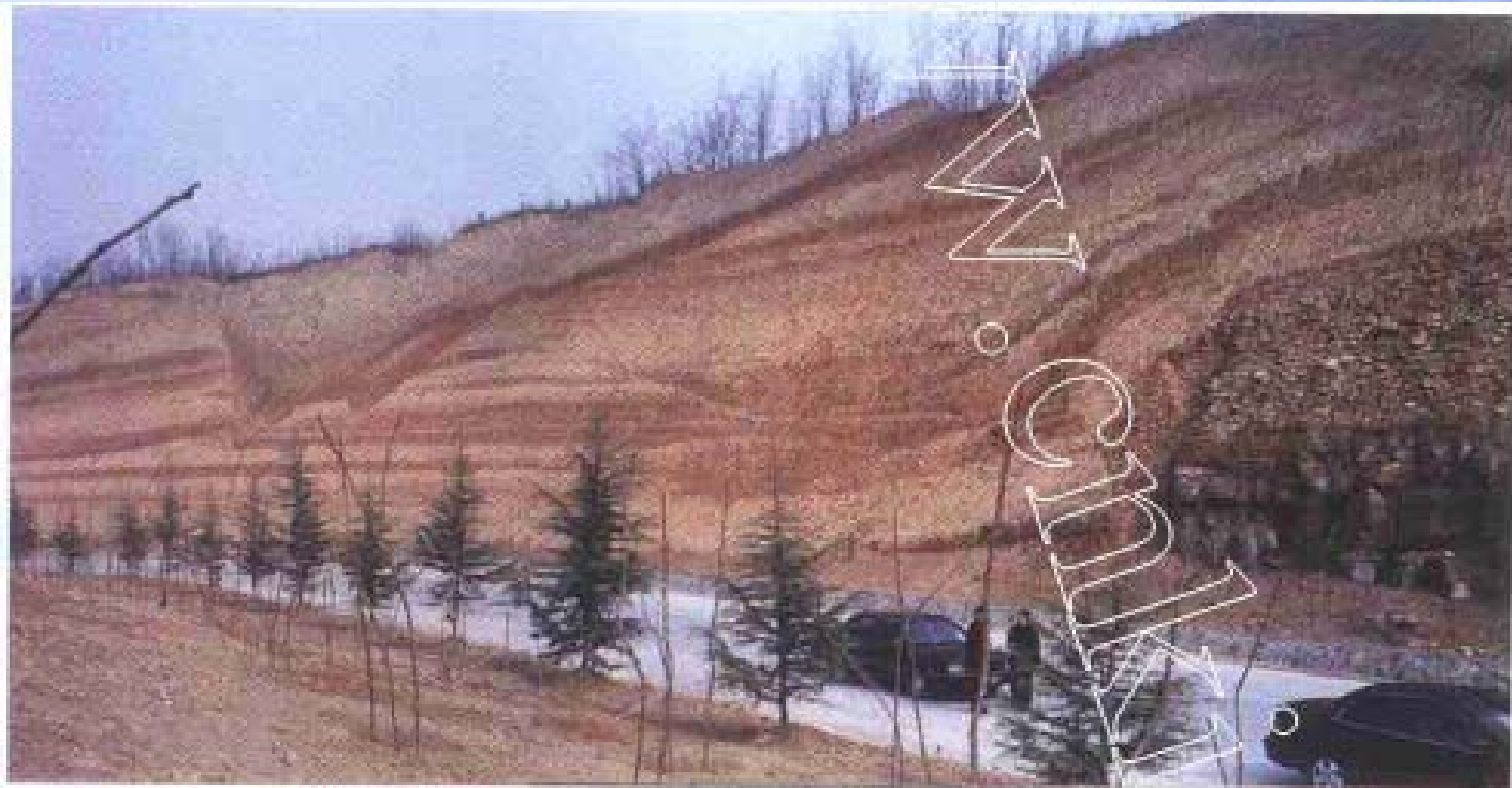


图 1 黄河小浪底北坡头黄河高阶地剖面

典型黄土的主要特征

- 1.多呈灰黄色和棕黄色，有些呈棕红色。
- 2.以粉沙为主（粒径为0.05-0.005mm），占总重量的50%以上，而且比较均一。
- 3.疏松多孔，抗蚀性弱。
- 黄土的孔隙较多而且较大，用肉眼即可看出。孔隙度约50%，用手极易揉碎，在地表缺乏植物覆盖时，可造成严重的水土流失。
- 4.富含 CaCO_3 ，大约10%左右，有时 CaCO_3 呈块状砂姜成层出现，用HCl（稀）滴在黄土上有大量的 CO_2 放出，可听到泡沫放出的声音。

-
- 5.无原理，但垂直节理比较发育。

- 其他的沉积物都有比较明显的沉积层理，但黄土见不到层理，但垂直方向上裂隙较多，黄土沿裂隙劈开后常陡崖，角度大于 70° 。

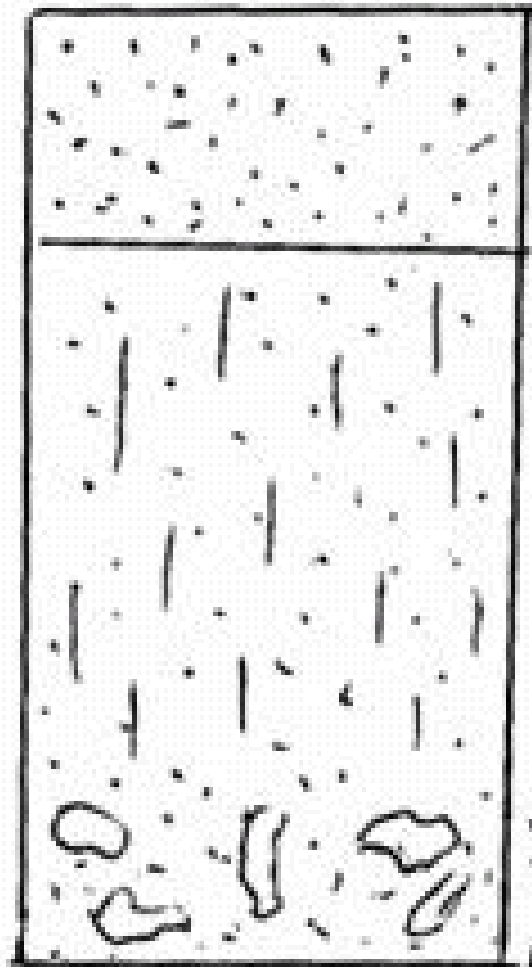
- 6.湿陷性明显

- 黄土遇水后，强度显著降低，体积缩小，裂隙加大，出现空间，在土体自重或上部承压的作用下，会造成地面坍塌或沉陷，黄土的这种性状叫湿陷性。

- 湿陷性对于工程建设都是不利的，它们可以使房屋倒塌，道路中断等。

- 7.常有古土壤发育

第二节 黄土的成因及其地层



古腐殖质层 (褐色不太明)

古淋溶层

(棕红色、土质粘重、
 CaCO_3 含量少)

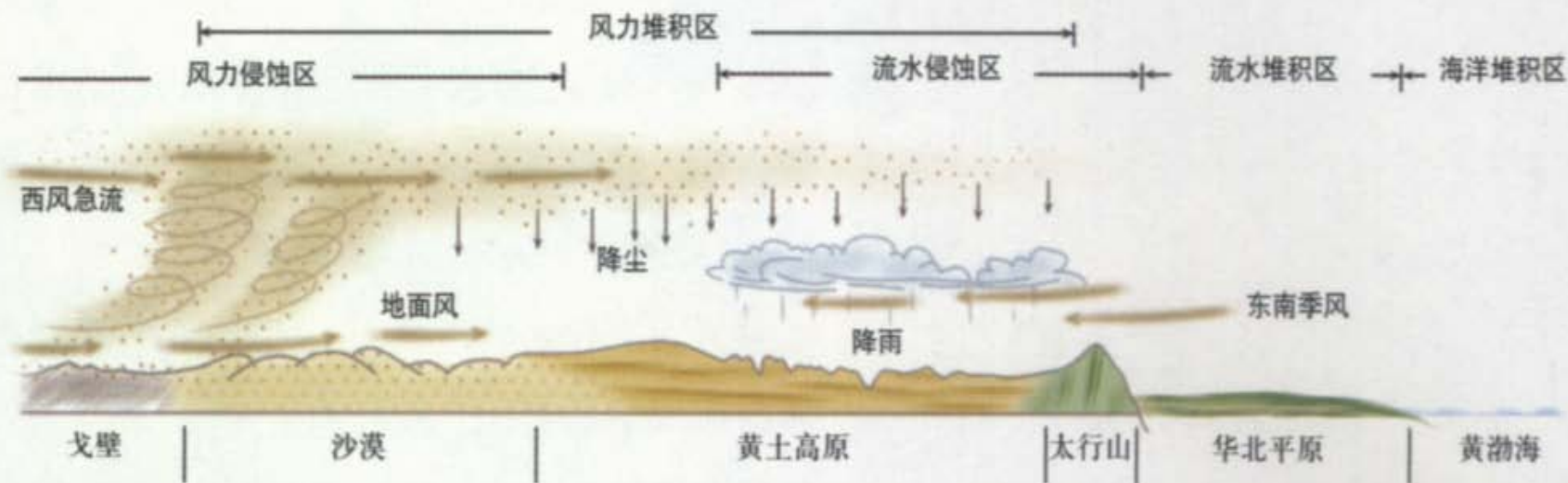
古淀积层

(灰黄色、砂姜大量出现、
 CaCO_3 含量高)

一、黄土的成因

- 黄土的成因，有残积说、水成说和风成说等多种学说，但以风成说为主。以我国西北黄土为例，证据
- (1)黄土颗粒由西北向东南变细，厚度逐渐减薄
- (2)黄土的矿物成分具有高度的一致性，与当地的下伏基岩成分无
- (3)黄土披覆在高度不一的各种地貌之上
- (4)黄土中含陆生草原动物和植物化石，并埋藏着古土壤层，表示非水成产物。

黄土粉尘搬运、堆积示意图



二、黄土地层

总的来说黄土地层不太厚，就我国黄土高原来看，一般厚度为**50-150**米，最大厚度达**300**米。从下到上属于不同年代的黄土沉积物，下部较老，上部较新。根据黄土的物理化学性质可对黄土地层进行划分，通常分为三种黄土——午城黄土、离石黄土和马兰黄土，现简述之。

中国第四纪黄土地层表

地质时代	地 层
晚更新世 (Q_3)	马 兰 黄 土
中更新世 (Q_2)	离石黄土上部
	离石黄土下部
早更新世 (Q_1)	午 城 黄 土
上新世 (N_2)	三趾马红粘土

表 2 黄土地层划分方案的比较

时 代	著 者 方 案	李 希 霍 芬	安特生 (1923)	德日进、 杨钟健 (1930)	刘东生 (1956— 1957)	刘东生、 张宗祐 (1962)	刘东生、王克鲁 (1964)	本 书			
		(1877)	(1923)	(1930)	(1957)	(1962)	(1964)	阶	古气 候组	古气候段	年 龄 (万年)
现代(全新世)	Q ₀		次生 黄土		新黄土 2		黄土状 石 灰	全新世 黄土	A ₀	S ₀	1
晚更新世	Q ₁		马兰土 (原生 黄土)	马兰黄土	新黄土 1	马兰黄土	马兰黄土 -切割- 乾 暴 组 清水期 侵 蚀	马 兰 黄 土	A ₁	L ₁	
晚中更新世	Q ₂	黄					离石黄土 上 部	离石黄 土上部	A ₂	S ₁	14
									A ₃	L ₁	
									A ₄	S ₂	25
									A ₅	L ₂	
									A ₆	S ₃	33
									A ₇	L ₃	
早中更新世	Q ₃	色		B	老黄土 2	离石黄土 上 部	离石黄土 下 部	离石黄 土下部	A ₈	S ₄	41
									A ₉	L ₄	
									A ₁₀	S ₅	56
									A ₁₁	L ₅	
早更新世	Q ₄	土		A	老黄土 1	午城黄土	午城黄土	午城黄 土	A ₁₂	S ₆ —S ₇	77
									A ₁₃	I ₆	
									A ₁₄	S ₈ —S ₁₄	109
									A ₁₅	L ₆	
早更新世	Q ₅	土		A	老黄土 1	午城黄土	午城黄土	午城黄 土	A ₁₆	W ₅₋₁	148
									A ₁₇	W ₆₋₁	
									A ₁₈	W ₇₋₁	187
									A ₁₉	W ₈₋₁	222
早更新世	Q ₆	土		A	老黄土 1	午城黄土	午城黄土	午城黄 土	A ₂₀	W ₉₋₁	
									A ₂₁	W ₁₀₋₁	

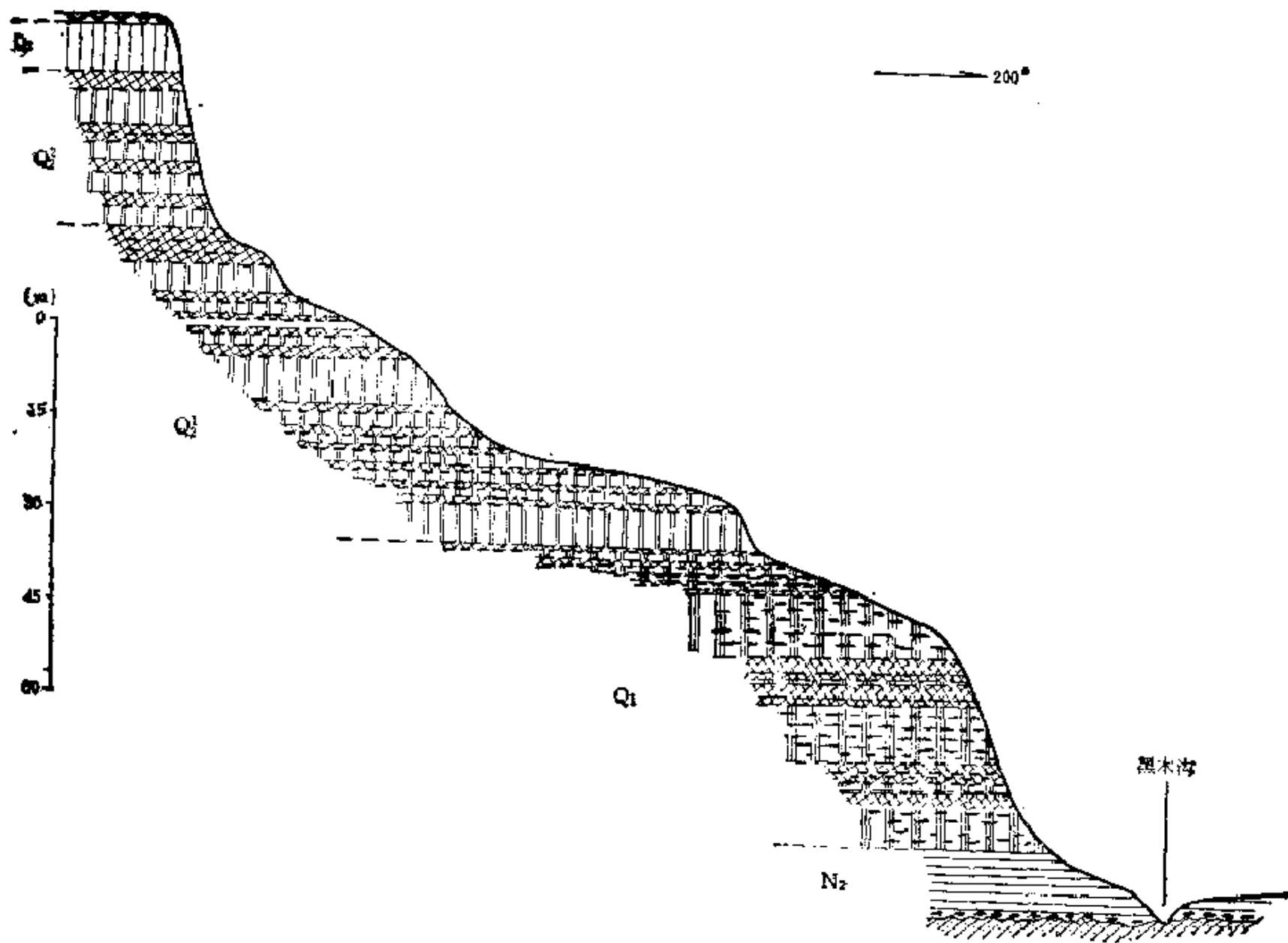


图 23 洛川黑木沟黄土剖面

1.午城黄土

- 生成于早更新世（Q1），在山西隰县午城镇附近发育较好，故将其称为午城黄土。
- 特点：颜色呈暗红色，质地粘重，含有古土壤层，但较少，厚度较小，一般不超过100米，地层中发现了大型哺乳类动物化石（如三趾马化石），一般称之为红土。

2.离石黄土

- 生成于中更新世（Q2），在山西省离石县陈家崖附近发育较好，故定名为离石黄土。
- 特点：颜色呈红黄色，质地较粘重，含有大量古土壤层，可达十几层，钙结核多而大，厚度较大，最大达150米，一般在100米左右，是黄土中最厚的层次，地层中出现小型动物化石，如啮齿类中的鼠类、兔子等等。一般称之为老黄土。

3. 马兰黄土

- 形成于晚更新世（**Q3**），在北京西山斋堂的马兰阶地处发育较好，故名马兰黄土。
- 特点：颜色呈灰黄色，质地疏松，厚度较小，一般小于**40**米，古土壤层和砂姜层较少见，内含大型动物化石，如象、犀牛等。因它处于黄土的最上部，故名新黄土。一般我们所说的黄土即马兰黄土，所以马兰黄土叫典型黄土。

第三节 黄土地貌

黄土地貌可分为
黄土沟谷地貌、
黄土沟（谷）间地貌
黄土潜蚀地貌等类型。



一、黄土沟谷地貌

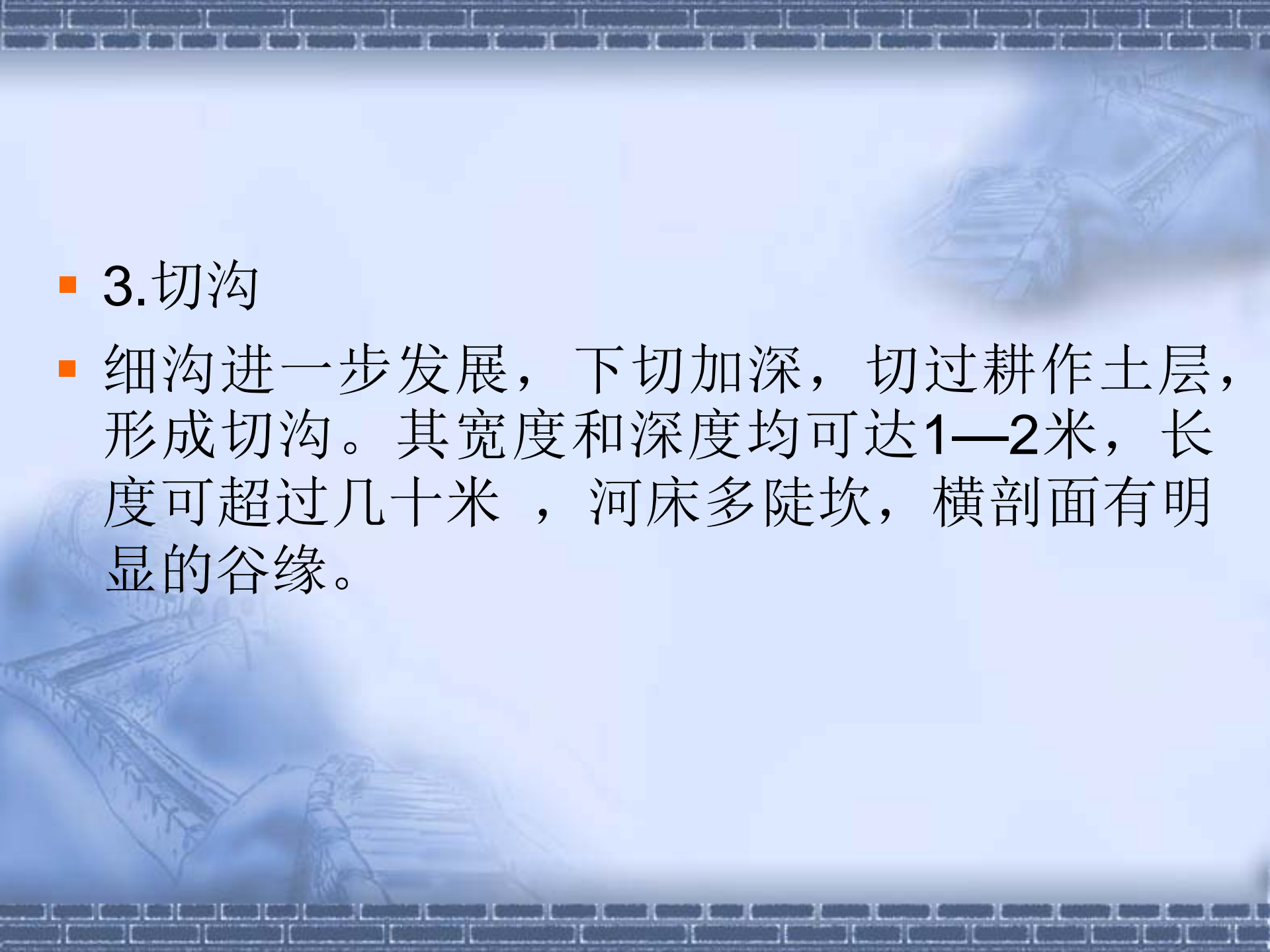
■ 1.纹沟

- 在黄土剖面上，降雨时常形成片状水流。由于受到地面微小起伏、石块和植物根系等的阻挡，水流逐渐分异，汇成许多细小的股流，侵蚀土层，从而形成纵横交错的很细的小沟，即为纹沟。纹沟的重要标志是没有边缘线，经耕犁，可立即消失。



■ 2.细沟

- 当黄土坡面上片流逐渐增大，可形成较大的集成股流，侵蚀成大致平行的细沟。细沟的宽度不超过0.5米，深度约0.1~0.4米，长数米到数十米。细沟的谷底纵剖面呈上凸形，下游开始出现跌水，横剖面呈宽浅的“V”字形，沟坡有明显的转折。



■ 3.切沟

- 细沟进一步发展，下切加深，切过耕作土层，形成切沟。其宽度和深度均可达1—2米，长度可超过几十米，河床多陡坎，横剖面有明显的谷缘。

■ 4.冲沟

- 切沟进一步下切，其纵剖面呈一下凹的曲线，与斜坡凸形纵剖面完全不同，形成冲沟。冲沟长度可达数公里或数十公里，深度达数十米至百米。并出现串珠状陷穴。分为早期、中期和晚期三种情况。早期平面图形大致成等宽的长条形，沟床纵剖面与其所在的剖面大致平行，横剖面呈V字形；中期冲沟的平面图形，上游窄而下游宽，上游保持早期冲沟的特点，而下游段沟谷展宽，而河床纵降比要比其所在的坡面缓；晚期由于下蚀和旁蚀引起沟谷陡崖发生滑坡，使沟壁两侧向后退，横剖面上可以划分出沟坡和平坦的沟床，呈梯形，纵剖面呈凹弧曲线。

二、 黄土沟（谷）间地貌

- 黄土沟（谷）间地貌可分为塬、梁、峁三种类型。它们是黄土高原上的黄土堆积的原始地貌经流水切割侵蚀后的残留部分。它们的形成和黄土堆积前的地形起伏及黄土堆积后的流水侵蚀都有关。黄土堆积过程中可继承古地貌形态而发育各种黄土地貌。如古地貌是平缓的盆地或微倾斜的平原，在此基础上堆积的黄土就有可能成为黄土塬；在波状起伏的丘陵上堆积的黄土，由于受基底古地形的影响，形成长条形的梁或峁。

1.黄土塬

黄土堆积的高原面，四周为沟谷的沟头向塬侵蚀，从平面上看，呈花瓣状；塬的顶面部分地势极平坦，坡度不到 1° 。塬的边缘地带可增至 5° 。有些黄土塬的面积可达2000-3000km²，在泾河支流蒲河和马莲河之间的董志源，长达80km，宽为40km。

黄土塬



黄土塬





■ 2.黄土梁

- 黄土区长条形的黄土高地。梁主要是黄土覆盖在梁状古地貌上，又受到近代流水等作用的侵蚀而形成的。依据黄土梁的形态，可分为平梁和斜梁两种类型。前者顶部平坦，宽度有限，长可达几公里。

黄土梁





■ 3.黄土峁

- 黄土地区一种孤立的丘陵。在平面图上呈圆形或椭圆形，其顶部浑圆；面积不大，坡度约 $3—10^{\circ}$ 。四周坡均为凸斜形坡，坡度变化于 $10—35^{\circ}$ ，整个峁的外形极似馒头状。两峁之间有地势显著凹下的分水鞍，称为塬。如有数个峁相互连接时称为峁梁，有时峁还可成为黄土梁顶的局部组成体，称为梁峁。峁的成因要做具体分析，有的是继承古地貌而成，有的则是由于近代沟谷切割黄土梁而成。中国陕北、晋西一带，峁发育典型







梁峯

三、黄土潜蚀地貌

- 地表水沿黄土中的裂隙或孔隙下渗，对黄土进行溶蚀和侵蚀，称为潜蚀。潜蚀后，黄土中形成大的孔隙和空洞引起黄土的陷落而形成的各种地貌，主要有黄土碟、陷穴、黄土桥和黄土柱等。

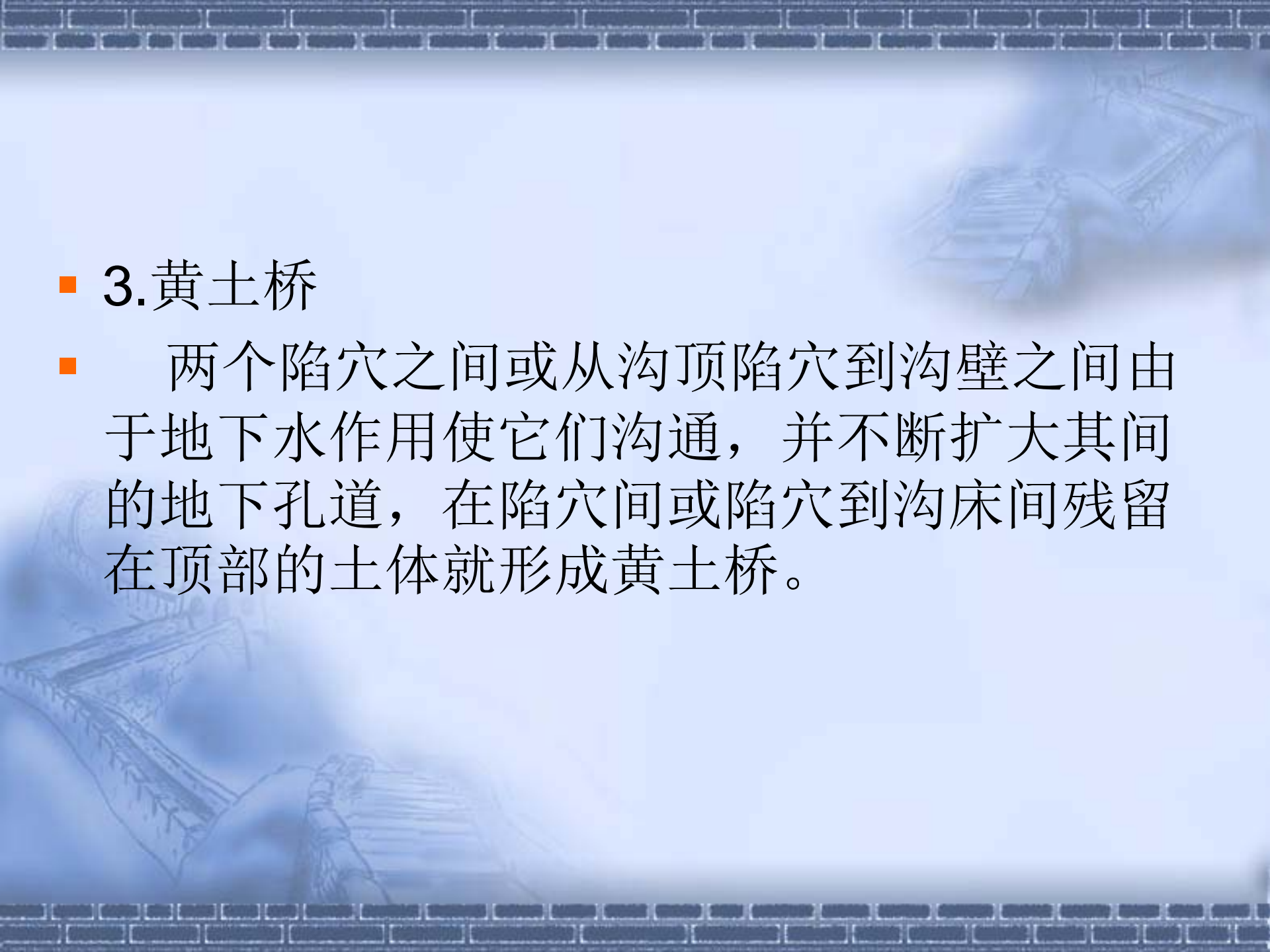


■ 1.黄土碟

- 黄土碟是指直径数米到数十米的碟形凹地。它是由于地表水下渗浸湿黄土后，在重力作用下，黄土逐渐压密，使地面沉陷而成，即由湿陷作用造成的。黄土碟多出现在平缓的地面上。

■ 2.陷穴

- 在地表水容易汇集的沟间地或谷坡上部，由于地表水下渗进行潜蚀而形成的。可分为竖井状陷穴和漏斗状陷穴，它们深达10~20米，常分布在谷坡上部和梁峁的边缘地带。有些陷穴成串珠状分布，下部有通道相连，它们多分布在坡面长或坡度大的梁峁斜坡上。串珠状陷穴的穴间孔道，孔径增大，可使陷穴最后遭到破坏，使沟床深切而伸长。
- 黄土碟和黄土陷穴可造成建筑物地基失稳而遭破坏或使道路、桥梁。地下水管线等被毁坏。造成严重的安全隐患和经济损失

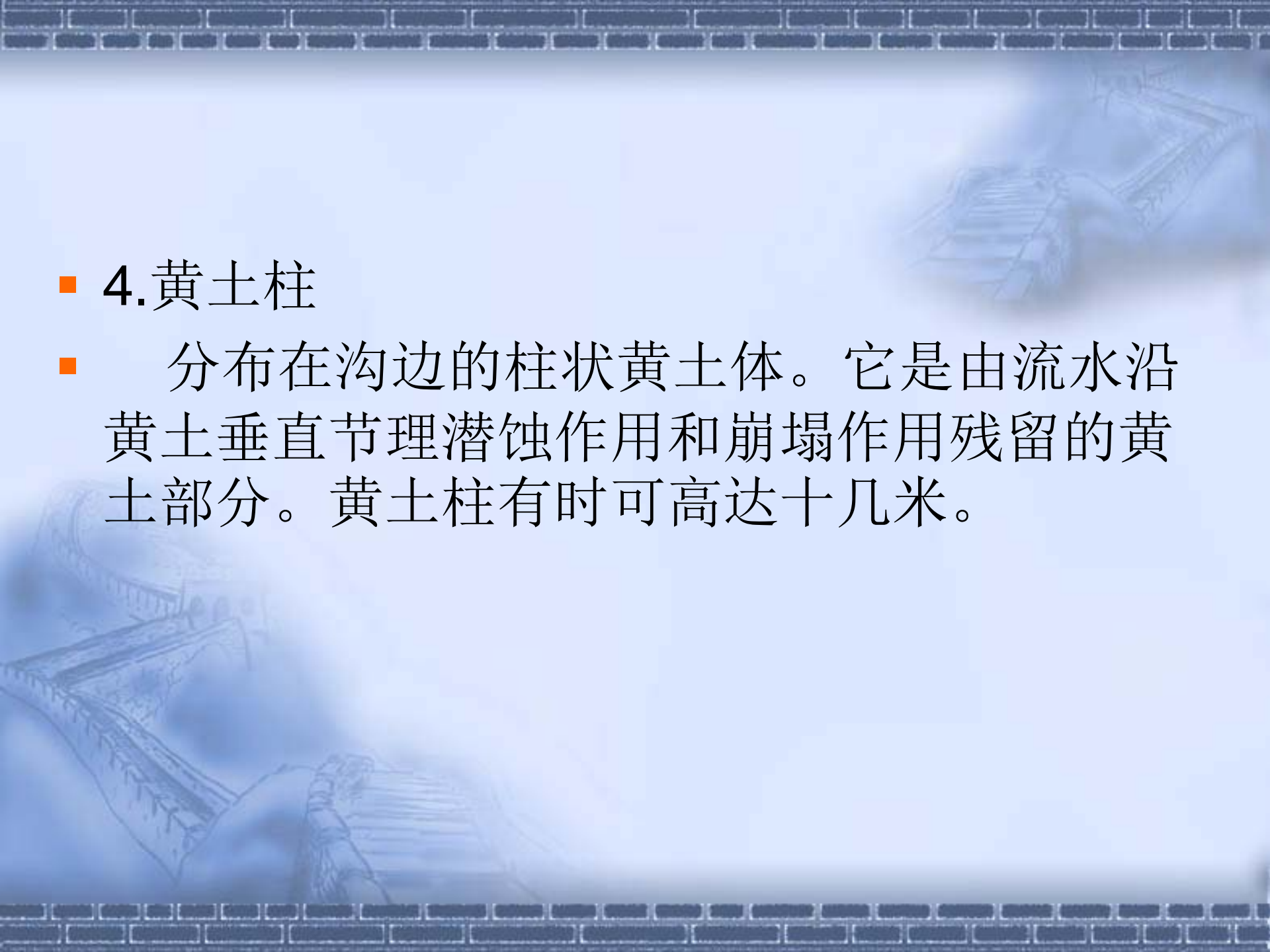


■ 3.黄土桥

- 两个陷穴之间或从沟顶陷穴到沟壁之间由于地下水作用使它们沟通，并不断扩大其间的地下孔道，在陷穴间或陷穴到沟床间残留在顶部的土体就形成黄土桥。

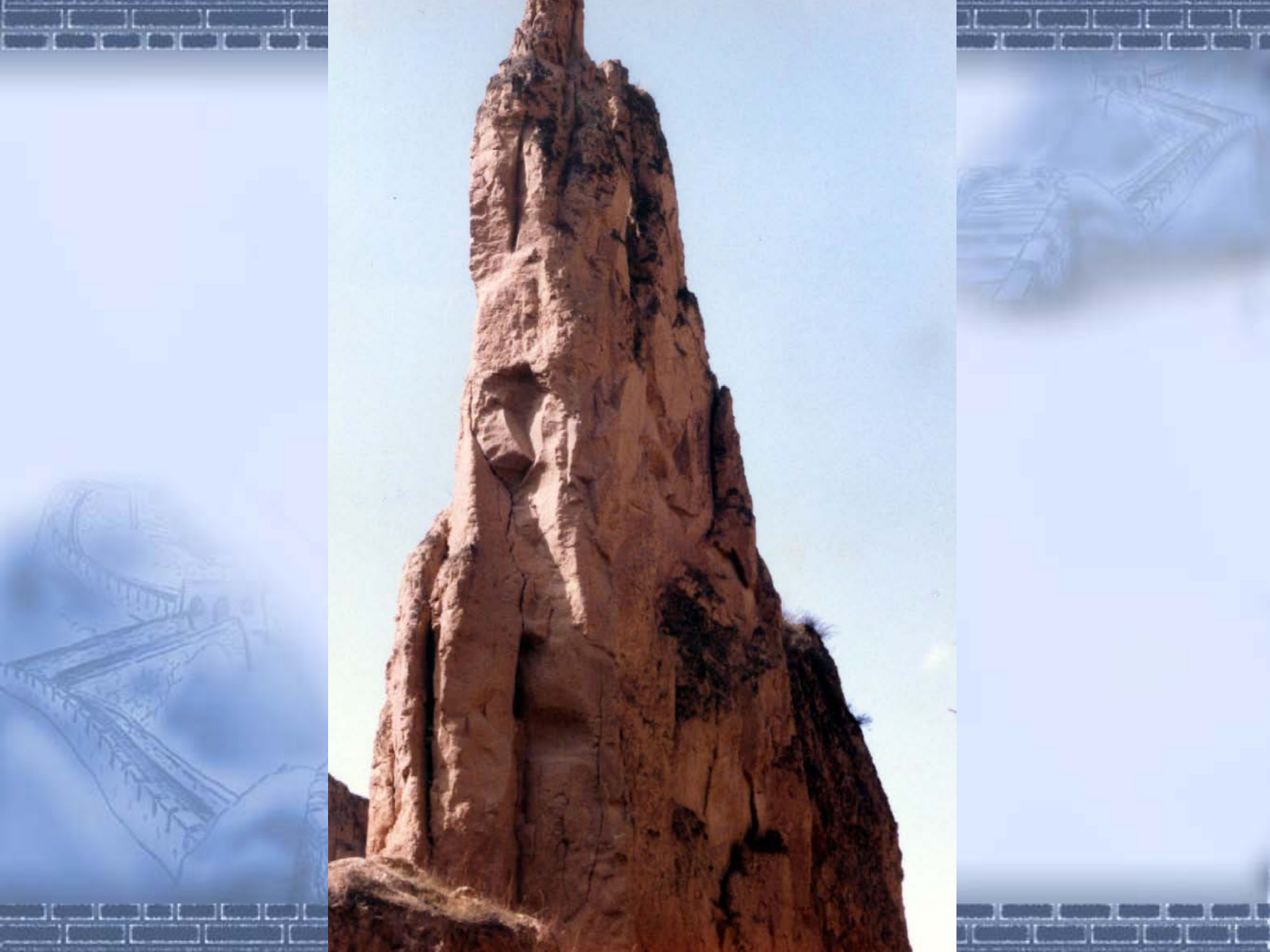






■ 4.黄土柱

- 分布在沟边的柱状黄土体。它是由流水沿黄土垂直节理潜蚀作用和崩塌作用残留的黄土部分。黄土柱有时可高达十几米。





黄土林

