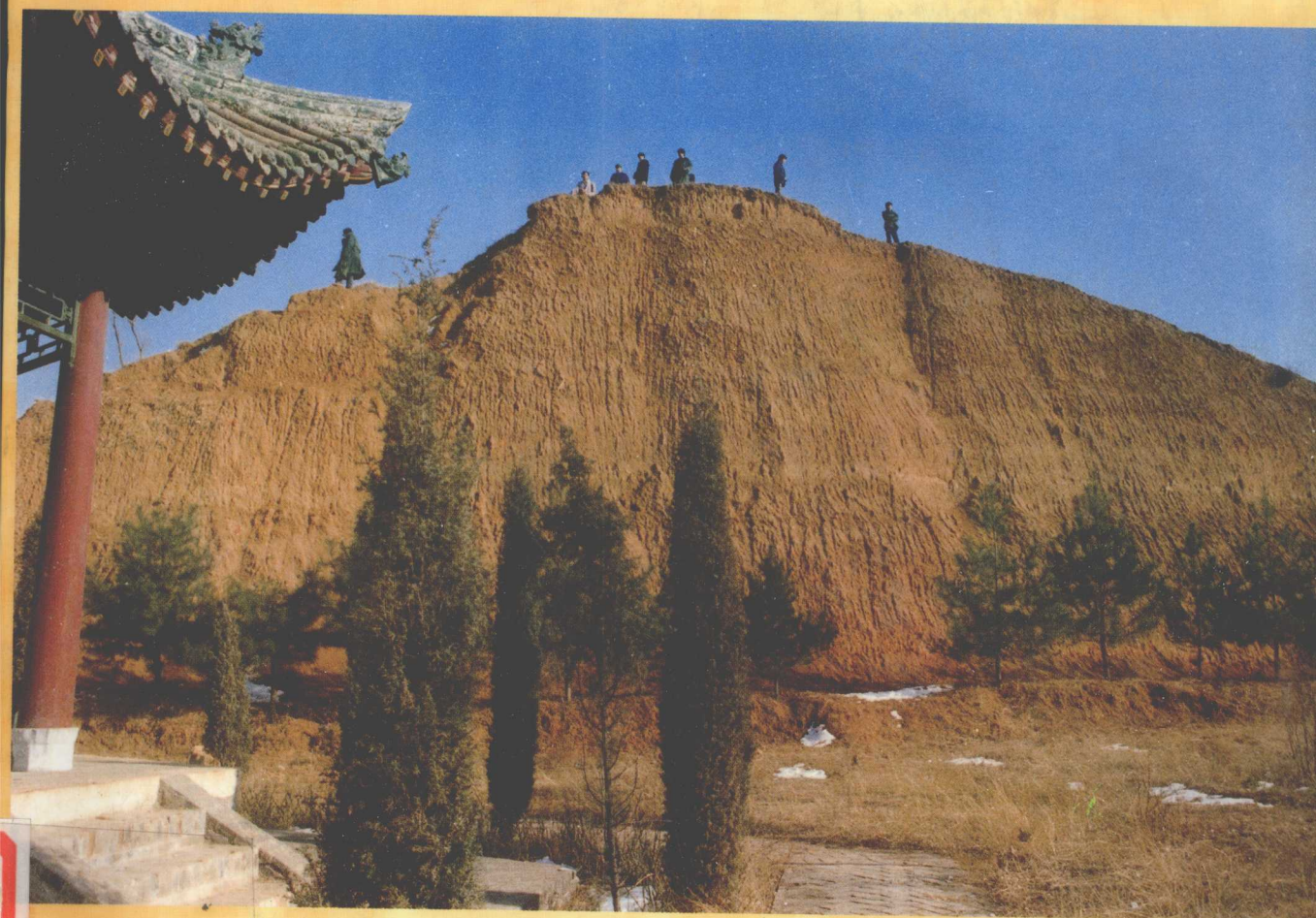


黃土學

(上篇)

孫建中 著



香港考古學會出版

黃土學

(上篇)

孙建中 著

资助单位:

中国科学院

地球环境研究所

黄土与第四纪地质国家重点实验室

香港考古学会出版

封面照片:蓝田猿人化石产地黄土地层剖面,左侧亭子中心为化石出土位置,剖面最顶部为上粉砂层(L₉),底部为下粉砂层(L₁₅)

LOESSOLOGY

(Vol. I)

Sun Jianzhong

Sponsor:

State Key Laboratory of Loess and Quaternary Geology,
Institute of Earth Environment,
Chinese Academy of Sciences

HONG KONG ARCHAEOLOGICAL SOCIETY

2005

内 容 简 介

黄土学是研究黄土的科学。57年前苏联学者奥布鲁切夫曾建议从地质学中分出一门独立的学科——黄土学，但一直未见出书。本书是这方面第一本专著。本书是黄土学的上篇，论述黄土的分布、厚度、产状、地貌、地层、结构构造、物质成分、黄土与成壤作用；黄土形成时的植被与气候环境；黄土的古气候记录；黄土的成因。本书以中国黄土高原的黄土为主要描述对象，但也对世界各地的黄土作了简要的介绍。最近25年来，中国黄土研究十分活跃，跃居世界领先地位。涌现了大量新成果。作者总结了这些成果，同时提出了许多本人的观点，如：给出一个定义，黄土就是风尘堆积；承认海成黄土的存在，编制了新的世界和中国黄土分布图；指出中国黄土是从2200万年前开始的；其厚度可达938m。提出了一个很详细和准确的黄土高原地文期划分体系；制定了一个全新的黄土高原新生代地层表；明确了冲积物，湖积物与黄土的关系；介绍了黄土和古土壤的土壤学分类和黄土气候环境变化的季风学说；论证了黄土以风成为主的多成因论；黄土学的下篇将论述黄土和黄土区的应用问题；黄土的岩土工程问题；黄土和黄土区环境问题；黄土材料问题；黄土资源问题。本书可供地理、地质、工程、环境等方面的研究人员、工程师、教师、大学生和硕士、博士研究生参考。

黄土学（上篇）/孙建中著

2005.6. 香港

ISBN 988-97436-4-7

I 黄… II 孙… III. 地质-陕西-著作

黄土学（上篇）

出 版：香港考古学会

（香港九龙尖沙嘴海防道九龙公园第五十八座一楼）

编 辑：中山大学岭南考古研究中心

（广州新港西路135号 邮编：510275）

印 刷：陕西地质印刷厂

版 次：2005年6月第一版

2005年6月第一次印刷

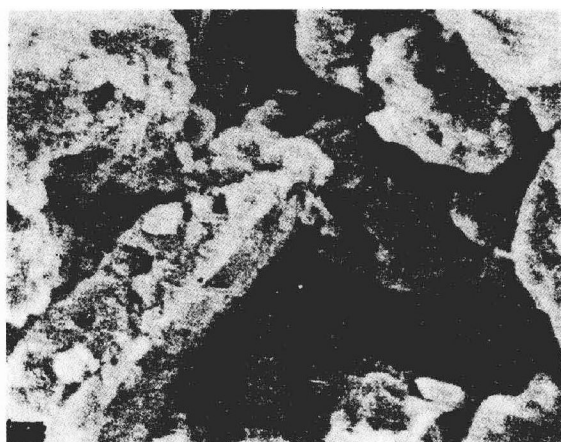
开 本：850×1168

印 张：33.625

印 数：1—1500册

ISBN 988-97436-4-7

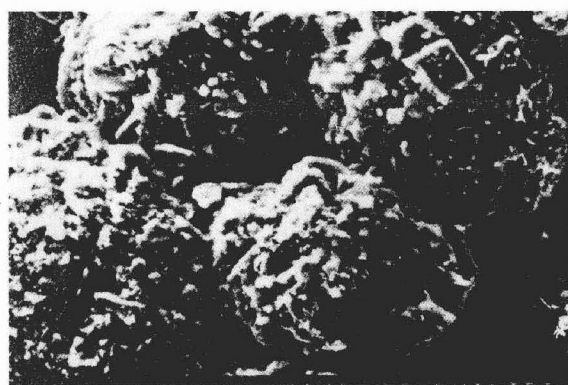
定价：65.00元



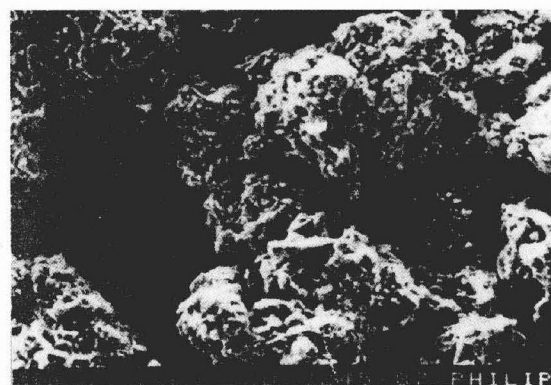
黄土中的单粒架空孔隙结构 $\times 470$



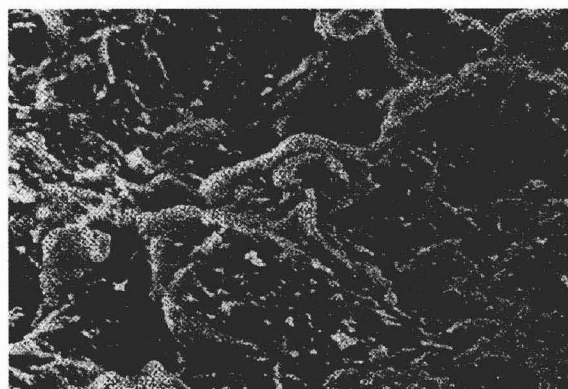
单粒微孔银嵌结构 (王永焱, 1990) $\times 470$



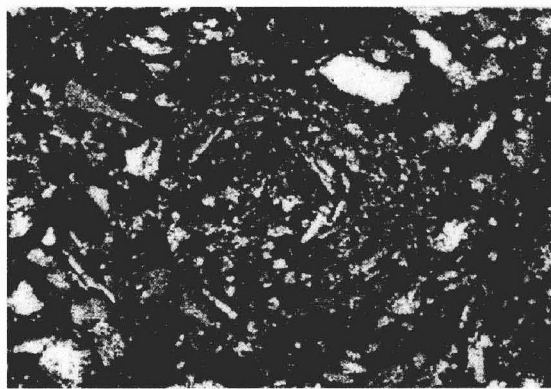
西安马兰黄土中的球粒架空孔隙结构 $\times 224$



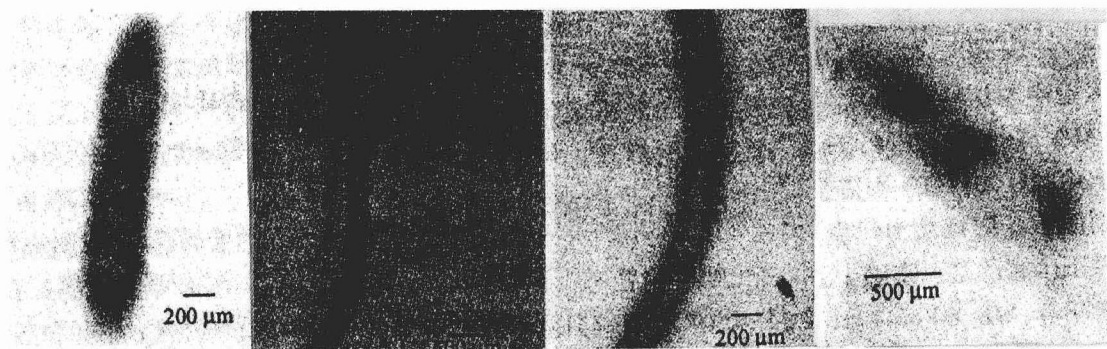
西安马兰黄土中的凝块架空孔隙结构 $\times 112$



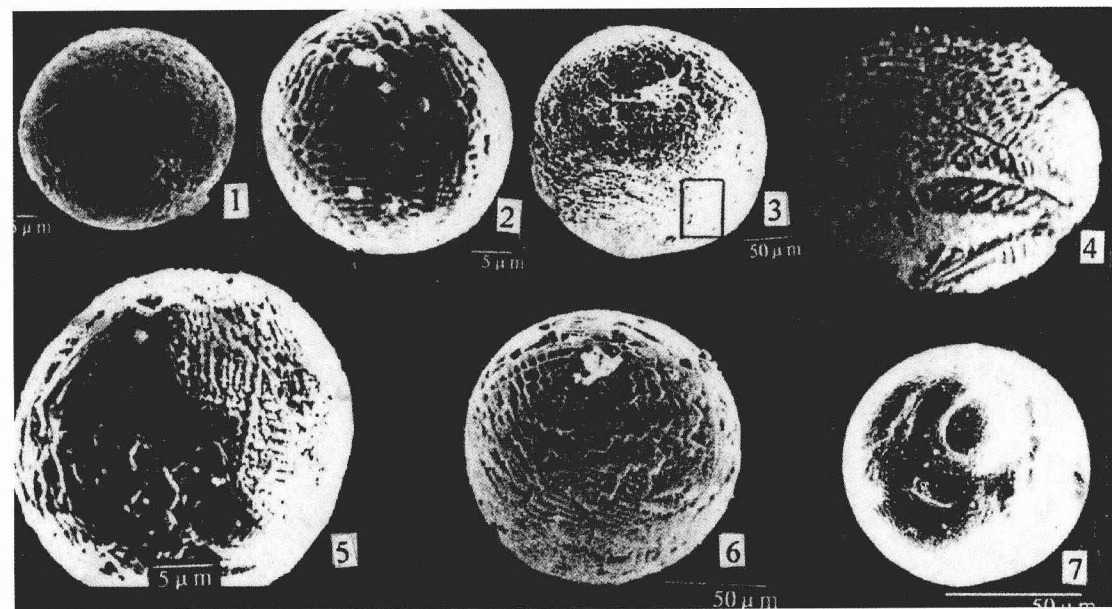
马兰黄土中的凝块胶结结构
(雷祥义, 1993) $\times 640$



兰州马兰黄土中的同心球粒构造
(王永焱等, 1990) $\times 160$



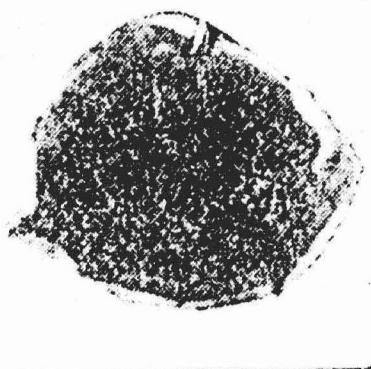
西峰及段家坡黄土中的趋磁细菌及其体内成串分布的磁小体 (彭先芝等, 2000)



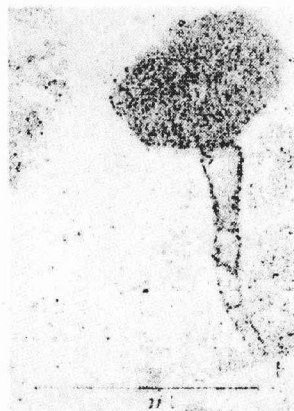
马兰黄土之中宇宙尘的扫描电镜图像: 1-4铁质球粒; 5, 6硅酸盐球粒; 7, 微玻璃球粒。地点1、5、6、7西安三爻; 2、4洛川; 3, 刘家坡 (赵济湘等, 1999)



洛川剖面午城黄土中的纤维状伊毛缟石



埃洛石



火山灰玻璃 (赵惠敏等, 1989)

ЛЁССОВЕДЕНИЕ

(Том. I)

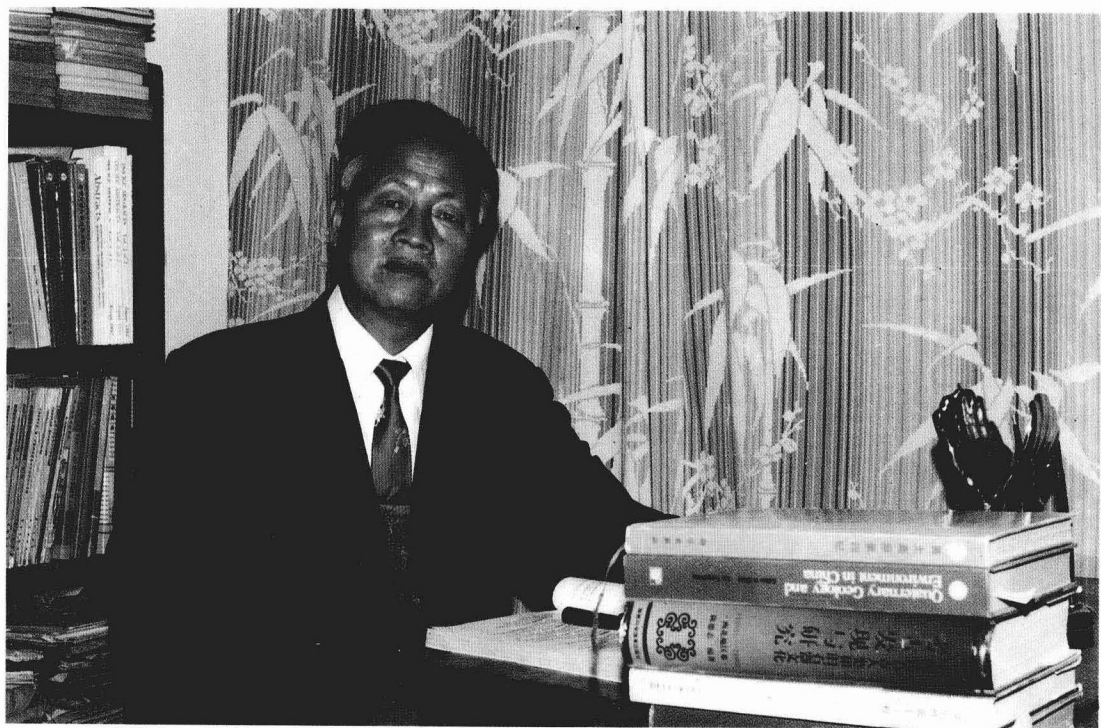
Сунь Дианджунь

Финансовый поддерживатель:

Государственная лаборатория для лёсса и четвертичной геологии,
Институт для окружающей среды земли,
Академии Наук Китая.

ГОНКОНГ АРХЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО

2005



孙建中，陕西潼关人，1931年4月生，中共党员，1953年毕业于东北地质学院矿产系，1956年毕业于同校苏联专家研究生班。历任西安地质学院教授，系主任，院学术、学位、职称评定委员会委员，兼任中国第四纪委员会委员，中国冰川冻土协会理事，中国地质学会第四纪冰川及第四纪地质专业委员会委员。有论著近百种，其中《黄土高原第四纪》一书获地矿部科技进步二等奖，另获三等奖4项。享受政府特殊贡献津贴。曾赴英国、挪威、澳大利亚、新西兰、日本等国进行学术交流和合作研究。被美国和英国剑桥名人传记和国内多部名人录所收录。

谨将此书献给 我的母亲 我的祖国

我四岁丧母，母亲留给我的永远抹不去的她那年轻美丽、慈祥、温和的笑容和永远无法报答的恩情。我的童年，既经历了丧母的悲痛，又经历了“七·七事变”，日本人轰炸西安，炮击潼关，侵占我半壁河山，残杀我千万无辜同胞的国难。在我成长的过程中，又深受爱国青年义愤填膺，高唱救亡歌曲，奔赴前线，抗击敌人的爱国主义精神激励，使我从小就立志报国。我没有奔赴前线的机会，但可以用我所学科学知识为国家社会作出贡献。也正是这种对母亲的爱，对祖国的爱使我克服了种种困难，坚持了十年，用退休后的余年完成此书。所以我将此书献给我的母亲，献给我的祖国，也算了却我一桩心愿。

序 一

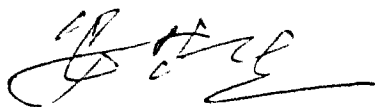
我国黄土沉积厚度之深，持续时间之久，冠盖全球。我国学者巧妙地利用了这一有利条件，将我国黄土研究推向了国际的前矛。在最近 15—20 年间涌现了大量的新成果。在这种情况下，如何将这些成果加以归纳使之系统化，向社会普及，为公众服务便成为一项刻不容缓的任务，它是 21 世纪自然科学走向社会的必然需要。本书作者即时顺应了这种潮流，用了近十年时间，完成了这项艰巨任务。

“黄土学”一词是前苏联学者奥布鲁切夫于 1948 年提出的，距今已超过半个世纪，但一直未能成书。本书在黄土研究新一轮高潮之后出现，具有一定的意义。本书除总结前人研究的成果，将之系统化并提出总的规律性之外，在很多方面都提出了作者自己的见解。例如：采用了“黄土就是风尘堆积”这个定义，给出了一个黄土名词定义系统，将黄土分为广义、中义、狭义三个层次，将黄土状土定义为有流水参加或静水中沉积的，有层理、成分复杂的风尘堆积；确定了深海黄土的存在并将之编入世界黄土分布图；对黄土高原的形成提出了新的见解，强调黄土高原之所以如此高耸，不光是新构造运动抬升的结果，而且还有风尘向上堆积的作用；对黄土高原地文期进行了新一轮更精确的划分；对黄河发育史进行了系统整理；对黄土地层的划分作出了一定的修订，从岩石地层、生物地层、年代地层三方面进行对比，分塬区、河谷区、湖盆区三种地区分别立柱，并考虑黄土地层界线的穿时性，构筑了一个准确而合理的黄土区地层表；此中再次强调了废弃“泥河湾层”，改称“阳原群”，把“泥河湾组”只限于下沙沟剖面含有泥河湾动物群的那一段地层。系统整理了黄土高原的孢粉研究成果，论证了黄土沉积时的植被在时间上和空间上的变化规律。提出因地制宜的恢复植被的建议，如在黄土高原东南部可恢复森林，在陇东可恢复森林—草原，而陕北、陇西和黄土高原西部可恢复草原；系统的总结了黄土古气候变化的季风学说，提出了局部地形对气候的影响，如凤州盆地和榆社盆地；总结了黄土成因的成果，论证了以风成为主的多成因观点。

总之，该书对一般和初学者有启蒙作用，对研究者有参考和索引作用，具有重要的使用价值和学术价值。

孙建中教授从事黄土与第四纪地质研究四十余年，本书是他多年的积累。随着中国社会的发展，虽经历辛酸和受人尊重的欢乐，始终如一，坚持科学研究和教学工作，为我国的黄土和第四纪地质研究做出了不可磨灭的贡献。借此机会我衷心的祝贺本书的出版，并预祝孙建中教授取得更大的成就。

中国科学院院士



西安中国科学院地球环境研究所

2002 年 9 月 22 日

序 二

当前国家已将经济发展重点向中西部转移,并要求重建一个山川秀美的大西北,黄土高原地区的持续开发与治理对策就显得更为举足轻重。以往由于对黄土的来源及沉积地区——尤其黄土高原形成的自然规律、地质历史及其特殊的成壤过程各有所见,一向缺乏一个为各家合力共识的治本对策,致使“三个恶性循环”愈演愈烈。而今由长安大学孙建中教授编写的《黄土学》一书:内容丰富,可说是集思广益,足够形成更能切合实际的共识。因此本书的出版,必将成为制定黄土地区恢复自然面貌,经济繁荣和水利事业兴旺发达等方针政策理论依据。

回顾过去黄土学一词系苏联学者奥布鲁切夫 1948 年提出的,认为应该从地质学中分出一个独立的学科。1960 年~1991 年王永焱教授曾在西北大学开设了《黄土学》本科生课程,并编有讲义。但是,半个多世纪过去了,始终没有一本正式的《黄土学》书出版,所以该书的出版具有一定的标志意义。近 20 年来我国黄土研究飞速发展,已跃居世界的前茅,本书为适应这大好的形势及时总结与归纳了这些成果,广纳博采百家之长由此成书。

本人不才,在阅读该书书稿之后得益良深,乐愿列陈下列所得,藉作序言,并向广大关心西北大开发的人士慎重推荐。

1. 本书采用了“黄土就是风尘堆积”这个简明而深刻的定义,只有这个定义能概括从前寒武纪高度石化的“黄土岩”,到新近纪和早更新世的“石质黄土”和第四纪中晚期的疏松黄土,既能概括北方黄土高原的黄土到长江下游的(网纹)红土—黄土序列,也能概括湖泊中和海洋中的黄土。

近年来认为新近纪的“三趾马红土”也属风尘堆积的呼声甚高,所以书中也将之归于黄土之列,叫作“红黄土”,正如安芷生院士和孙东怀博士在文章中所用的那样。其实李希霍芬早在 1877 年已将新近纪土状堆积与第四纪的统称叫作黄土。奥布鲁切夫在 1928 年就将上新世与早更新世的土状沉积叫作“红色黄土”,所以现在叫作“红黄土”只是历史的复归。同样榆社盆地的老 R 红土与新 R 红土,它们分别与午城黄土和下离石黄土相当,所以改称“老 R 红黄土”与“新 R 红黄土”更不会有问题了。顺此,书中将原来的蓝田组红粘土,保德红土,静乐红土也改称“蓝田红黄土”,“保德红黄土”,“静乐红黄土”。还有最近在甘肃秦安发现的 22—6.2Ma 的中新世的“秦安黄土”。

2. 根据书中的黄土定义,将菲律宾海盆底的风尘堆积和非洲东、西两侧的“风尘翼”都归于黄土而编制了新的世界黄土分布图。

3. 由于历史的原因,当时所建立的离石黄土定为中更新世,但后来由于年代学方法的广泛运用和 Q_2/Q_1 、 Q_3/Q_2 界线的界定,就使得离石黄土上跨晚更新世,下跨早更新世,使用不便。因此有人另定名称,有人不用名称。为使用方便,书中作了两点修改:①将 S_1 划入 Q_3 ,使马兰黄土包括 L_1 和 S_1 。②从 S_8 上界到 S_5 上界划分出一个“中离石黄土”,这样“中、上离石”就成为中更新统,午城黄土和下离石黄土就成为“下更新统”,这样作一是利用方便,二是利于这一套名词的推广。

4. 10 余年前该书作者曾提出废弃“泥河湾层”一词,而改之为“阳原群”但和者甚寡。最近闵隆瑞(2000)也提出同样的意见,看来该意见有被学术界接受的可能。至于“泥河湾

组”则只限于下沙沟剖面含“泥河湾动物群”的那一小段地层，作者用东谷坨组的下界 100 万年从上面堵，用辛窑子组上界在奥都维亚时之下从下面来截，又重新解释了下沙沟剖面的古地磁成果，于是泥河湾组的时限应为 1.2~1.95Ma。

然后，论证了黄土地层界线普遍存在穿时性，并将塬区、河谷区、盆地区三类地区分别建立地层柱进行对比，建立了黄土区合理的晚新生代地层表。

5. 收集了各种古气候指标的研究成果，加以评价以利未来的研究，除引证各家对黄土气候驱动机制的研究外，作者还提出一些自己的看法，如局部地形的影响，最典型的例子是凤州盆地的磁化率曲线，在 0.8Ma 之前磁化率低下，波动很小，0.8Ma 以后大幅度的波动，与广大黄土高原相似，说明 0.8Ma 前盆地封闭，南方来的夏季风不能进入所致。榆社盆地中的老 R 红黄土与新 R 红黄土也与盆地向东南开口收拢夏季风有关。而黄土高原也可以看作一个大盆地由于在 0.6~0.5Ma 时周围山区的上升，阻滞了东南季风，形成湿热气候，形成黄土高原最发达的一层古土壤 (S_5)。

6. 在 10 章中根据有限的文献，简略地介绍了世界各地黄土的情况。

7. 该书作者认为成因主要是指搬运营力和物质来源。据此，提出黄土以风尘为主的多成因论。

8. 黄土的最大特点就是：①以粉土成分为主；②无层理，所以群众将垂直节理发育而无层理的黄土叫“立茬土”而有层理的黄土状土叫“卧茬土”。黄土中的粘粒往往附着在矿物颗粒的表面，形成细粒团，甚至搭架成架空孔隙，其中细粒团（球粒结构）是风尘在空中遇云、雾、水滴后形成并反复升降变干落地形成的（凝聚降落），特别是一种同心球粒，是在地面滚动形成的，在雨水较多时可以形成泥滴、泥球、泥棒而湿着陆，有的成泥浆而注入黄土孔隙中（雨淋降落）。

9. 风尘沉积过程的特点是沉积作用与成壤作用同时进行，间冰期时夏季风盛行，温暖多雨，成壤作用强烈，将风尘堆积之特征消灭殆尽，形成红褐色的古土壤。冰期时冬季风盛行，但成壤作用也从未中断，形成草原或荒漠土壤，成壤作用很弱，所以广义来说，黄土也是古土壤，只是成壤作用较弱而已。所谓“黄土化作用，也就是这种很弱的成壤作用，与其说它是使风尘向黄土方面转化了多少的话，不如说它在保存风尘堆积的原貌方面作用更大（如球粒结构的保存）。

中国科学院院士

朱星谟

2002 年 5 月于西安植物园

前言

黄土高原是中华民族的发祥地之一，是中华民族摇篮之一。从 115 万年前的蓝田人或更早的时间开始，我们的祖先便休养生息于斯土斯地。他们吃黄土上种的粟米，穿黄土中生长的棉、麻、丝、葛，住黄土筑成的房屋和在黄土中挖的窑洞，行黄土筑成的道路，用黄土制成的陶瓷器，所以，黄河是我们的母亲河之一，黄土地是养育我们民族的母亲地之一。

及至现代，无论是民宅、厂房、高楼大厦也常要以黄土为地基，道路、桥梁、隧洞、水坝、渠道常要以黄土为介质和材料。而黄土有其特殊的不利特性（如湿陷性）和有利特性（如直立性），这就要求我们善加利用和改造以保证这些工程的正常安全运营。

黄土中含有不太丰富，但对旱塬区人民却十分珍贵的地下水，寻找和利用这些水源便成为一项迫切的任务。黄土地区有很多特殊的自然灾害，如克山病，大骨节病，氟骨症，地方性甲状腺肿大，克汀病等地方病，以及滑坡、泥石流等地质灾害。由于现代人类社会的发展，由人类引起了一系列的次生灾害，如西安市的地裂缝，渭北台塬灌区的沼泽化和盐碱化，以及地表水和地下水的污染等，所有这些都大大地恶化了人类的生存环境。此外，由于黄土的质地疏松，加之人类的滥垦、滥牧、滥樵、滥挖，更加剧了水土流失，而且形成恶性循环，愈演愈烈，使我们这块黄土宝地有荒漠化的危险。下游则河床不断淤高形成悬河，堤坝愈修愈高，使黄河成为悬在亿万人民头上的“一把利剑”。所以如何防治这些灾害，改善人类的生存环境，使山川更加秀美，使人类与自然和谐相处，达到永续发展的目的，便成为一项极其迫切的任务。由此可见，黄土的研究有其现实的重要意义。

我国黄土厚度之深、时代延续之长，冠盖全球，在甘肃靖远第四纪黄土厚度可达 505 米，加上新近纪的黄土总厚度达 938 米，在甘肃秦安黄土的年代可达 2200 万年，这样厚度大、分辨率高、时代长、连续不间断，而且多层黄土与古土壤交替呈旋回式出现的沉积地层，实在是大陆上少有的绝好的地层研究对象和古气候记录，可与深海沉积和极地冰芯（包括所谓“地球第三极”的青藏高原上的冰芯）相媲美，从而被誉为古气候研究的三大支柱之一，在当今全球气候由于人为的影响而不断变暖，造成全人类最大的环境危机甚至政治问题的时候，黄土古气候的研究成为国际上一大热点。因为只有了解过去，才能预测未来，黄土古气候记录的发掘能够给未来气候变化提供一个“相似型”，加上现代人为的影响，我们就能够对未来气候的变化作出预测，从而为全球气候控制提出切实可行的建议。

我国学者巧妙的利用了这一条件，把我国黄土古气候的研究推向了国际的前列，刘东生院士由于在这方面作出了巨大贡献而长期担任国际第四纪联合会（INQUA）副主席，并促成国际第 13 届第四纪大会在北京召开，由他任主席。也由于他在这方面的突出贡献而获得了 2003 年国家特别科学奖，最高科学技术奖。新一代的中国科学院院士安芷生也被选为国际第四纪联合会（INQUA）的副主席并兼任黄土分会主席。

“黄土学”一词早在 1948 年已由苏联学者奥布鲁切夫提出。1961 ~ 1992 年西北大学王永焱教授开设了《黄土学》本科生课程，并编有讲义。1982 年我回到故乡，到西安地质学院任教后，感到位于黄土高原中心的一个地质学府，培养的学生将来大部分要工作于黄土地区，而对黄土知之甚少，不能说不是个缺憾，深感向大学生传授黄土知识的重要性。因此，从那年起我为大学本科生开设了“黄土地质”一课，也编有讲义，并一直延续到 1997 年。

如果说当时感到“黄土学”尚不太成熟把它叫“黄土地质”的话,那么经过这二十几年(正是我国黄土研究蓬勃发展时期之后),“黄土学”可以说已经十分成熟了,它成为一门独立的学科当之无愧。

虽然每年讲课时,总要把当年最新的研究成果补充到教材中去,但始终没有更系统的文字。好在前些年我们结合国家自然科学基金课题,写了一本《黄土高原第四纪》(科学出版社,1991年),1992~1995年又写了一本《黄土、地层与古气候》,由在澳大利亚墨尔本大学的李舒博士译成英文,虽然现在还没有接到出版的消息,但这两本书的编写过程及十几年的教学经验都为我编写这本《黄土学》累积了经验,打下了基础。

本书分上、下两篇,上篇通论,下篇专论。上篇主要介绍黄土的基本地质特征,包括黄土的地理分布、厚度、黄土地貌、黄土地层、黄土的物质成分、黄土的结构与构造、黄土与成壤作用、黄土形成时的植被与环境、黄土的古气候记录、黄土成因等。

作为一个教育工作者,由于教学的需要要及时把新的研究成果总结出来交给学生。特别是退休以后,作为个人的兴趣和爱好,我便可以全力以赴完成这一任务,也还由于王永焱教授的不幸辞世,把本应由他完成的任务转移到我的肩上。半个多世纪以来,特别是近20年来我国黄土研究飞速发展,已跃居世界前列,本书为适应这大好的形势及时总结与归纳了这些成果,广纳百家之长。

本书主要是总结当前最新的研究成果,从众多零星的材料中总结出一些共同的规律,当然许多地方也都有作者的研究成果和学术观点。本书也是作者在东北约20年,在西北约25年的野外第四纪地质调查和长期教学工作的总结。

本书的写作始自1995年下半年,初稿1997年底已经完成,由于出版经费无着而迟迟未能付印,而这时正好赶上黄土研究的最高潮,新的研究成果潮水一般汹涌而来,我不得不多次补充修改原稿,历时近十年,数易其稿。由于篇幅所限参考文献只择其要者列出,本书除应用大量公开发表文献之外,还应用了不少尚未出版的博士论文和硕士论文。

本书之所以能够出版,首先要归功于中国科学院地球环境研究所,黄土与第四纪地质国家重点实验室和许多朋友们的慷慨资助,此处表示衷心的感谢!

还有许多朋友在出版工作中给予大力支持、鼓励与帮助,他们是:地球环境研究所的三位所长:郭正堂、周卫健、高玲瑜教授、《土工基础》编辑部朱长岐、郭见杨教授、甘肃建筑科学院高级工程师高宇广和李慧琴、中山大学张镇洪教授、深圳秦众有限责任公司总经理李曙鹏同志,长安大学郑书彦付教授、天津地质矿产研究所王淑芳、李凤林、王宏教授、国土资源部人事司孟宪来司长、桂林岩溶研究所韩行瑞教授、青海地质调查院王春男高级工程师、长安大学王文科教授、中交公路规划设计院陈晓东高级工程师,西南交通大学程谦恭教授,此处特向他们表示衷心的感谢!

朱显谟院士不顾年老体弱、安芷生院士不顾日理万机为本书作序,知名书法家盛思文教授为本书题写了书名和扉页,在此也向他们表示衷心的感谢。

还要感谢给我提供咨询、资料和鼓励等帮助的朋友们,他们是:

美国华盛顿大学教授 S.C.Porter, 亚里桑那大学教授 T.L.Péwé, 伊利诺州地质调查所 L.R.Follmer 教授和汪洪博士, 加拿大滑铁卢大学教授 P.F.Karrow, 英国劳夫保罗夫科技大学教授 I.Smally, 德国汉诺威下萨克森州沼泽湿地研究所的 K-E Behre 教授, 德国哥廷根大学 K.T.Rost 博士, 瑞士苏黎世高等工学院 F.Heller 博士, 澳大利亚阿德来德大学 L.A.Frakes

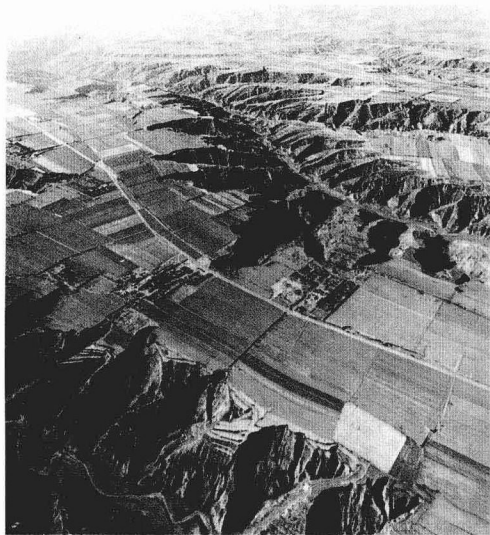
教授, 候宝宏、施志群博士、陈宇康先生、李前裕博士、刘克宁女士、西澳大学的 J.E.Glover 教授、李正祥博士, 墨尔本大学的 Ch.Wilson 教授, 新南威尔士大学的 P.C.Rickwood 教授。新西兰惠灵顿大学的 B.Pillans 教授, 科学与工业研究所的 B.K.G.Theng 教授, 土地保护研究所的 D.N.Eden 教授。东京都立大学贝冢爽平教授。

北京古脊椎动物与古人类研究所卫奇、徐钦琦、黄万波教授, 北京大学周力平教授, 中国科学院地质研究所肖举乐、黄昌乾博士, 国土资源部勘察院黎青宁高级工程师、中科院综考队杜国垣教授、河北理工学院王景明教授。上海同济大学王开发教授、南京师范大学李立文教授, 南京大学徐馨教授、南京湖泊研究所王苏民教授, 广州地球化学研究所文启忠教授、卢良才女士。甘肃地震局李玉龙教授, 兰州大学陈发虎教授。陕西省考古研究所石兴邦教授, 陕西社会科学院陈恩志教授, 西北大学薛祥煦、雷祥义、滕志宏教授, 陕西师范大学甘枝茂、黄春长、赵景波教授, 中国科学院地球环境研究所周明富、张小曳、高万一、台贻和、张景昭、鹿化煜诸位教授, 孙东怀、李正华、郑洪波、孙有斌、常宏、强小科、王旭龙、于学峰、孙千里诸位博士。中国科学院水土保持研究所唐克丽、余存祖、田均良教授, 西安科技大学闫嘉琪教授, 核工业部丁浩然教授, 西安冶金勘察院总工程师关文章、西安市文物保护考古所刘玉苓同志、宁夏水文地质队杜长青同志。陕西省第二水文地质队邢肇琪、朱钧、闫永定、徐庆洲、齐加林几位高级工程师, 长安大学王文颖教授、柯曼红高级工程师、李秉成付教授、卢玉东付教授。我的长子孙松和长媳张祖兰在我写书和出版过程中也作了不少工作。

当我完成此书的此时此刻, 不由想起曾给我谆谆教导和诸多帮助的贾兰坡院士, 我的好友吴锡浩教授, 还有长期为我提供生活保障, 协助我抄写书稿, 我的妻子赵洁琦女士, 可惜他们不久前相继离我而去, 未能看到本书的问世, 在此对他们表示深深的怀念!

作者

2005 年 5 月



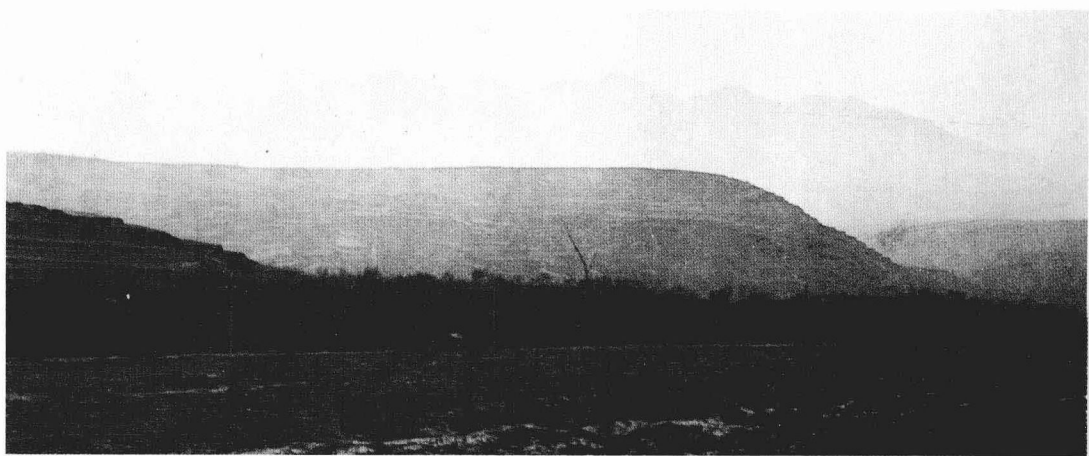
西峰塬(董志塬)鸟瞰



洛川源鸟瞰

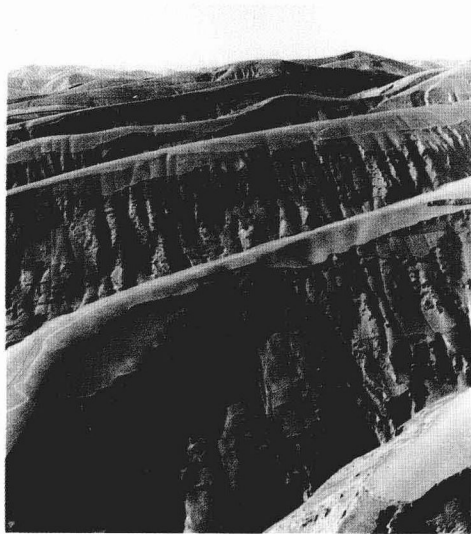


黄陵孟家塬侧影



潼关-灵宝间牛头塬之侧影,背景为中条山

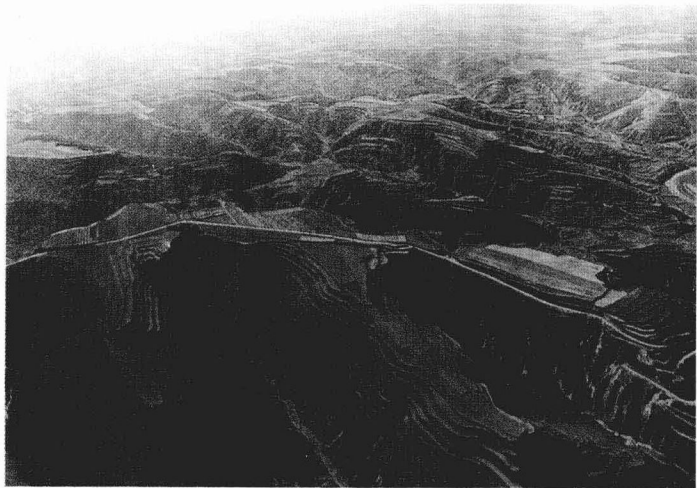
(王永焱等,1980)



安寨一带的黄土梁



富县一带的肋骨状梁（可能与构造有关）



合水一带的平顶梁



延安一带的之字型黄土梁



刃状黄土梁 （王永焱等，1980）