

王永焱 编
笹嶋贞雄

THE NEW
DEVELOPMENT
OF LOESS
STUDIES
IN CHINA

EDITED BY
WANG YONG-YAN
AND SADA O SASAJIMA

中国黄土研究的新进展

中国黄土研究的新进展

王永焱 笹嶋贞雄 著

THE NEW DEVELOPMENT OF
LOESS STUDIES IN CHINA

EDITED BY
WANG YONG-YAN AND SADAÔ SASAJIMA

陕西人民出版社

责任编辑：张卫东

中国黄土研究的新进展

王永焱 崔鹏贞雄 编

陕西人民出版社出版

（西安北大街131号）

陕西省新华书店发行 陕西省印刷厂印刷

787×1092毫米 1/16开本 14印张 4插页 280千字

1985年8月第1版 1985年8月第1次印刷

印数：1—2,000

统一书号：12094·50 定价：3.65元

序 言

根据西北大学和日本京都大学学术交流协议书的精神,西北大学地质系黄土研究室和日本京都大学地质矿物学系议定了“中国黄土层与日本大阪群的古气候对比研究”这一合作研究课题,并选择了陕西省洛川县黑木沟为研究的重点地区。1981年终拟定了研究计划,1982年到1983年开展研究工作。1983年出版了中间报告《关于黄土及第四纪编年诸问题》(日文版),1984年2月,在中日双方参加研究者的共同努力下,圆满地完成了研究工作,并进行了总结。同年4月出版了最终报告《中国黄土的最近研究》(英文版)。上述的两本报告均系外文版,国内难得看到。为了满足中国广大地学工作者的需要,我们编辑了这本中文版书。书内采用了中间报告中的3篇文章,最终报告中的13篇文章,加上黄土研究室最近完成的两篇文章,共计18篇论文。在编辑过程中,对其中少数文章中的个别段落略有删改。

本书的内容包括:中国黄土及其层序、古地磁地层学、年代地层学、古土壤学、古哺乳动物学及古气候学等六个方面,并以古地磁地层学和古气候学为重点。书中所介绍的资料,多系最新成果,它会使中国地学工作者及关心黄土研究的人士,对中国黄土研究现状,得到进一步了解。

中国黄土的研究工作,有关单位也在深入进行中,黄土研究内容,也不仅限于本书所介绍者,本书只是把目前为止我们所取得的一些新成果公诸于众,供工作中参考。错误之处尚希纠正。

王永焱 笹嶋贞雄

1985年1月

参加研究工作的人员

中国方面：

西北大学地质系黄土研究室

王永焱教授（第四纪地质学、黄土学）

薛祥煦副教授（古脊椎动物学）

滕志宏讲师（第四纪地层学）

雷祥义硕士（黄土学）

岳乐平助教（古地磁学）

苗建宇助教（热释光年代学）

孙卫助教（第四纪地质学）

赵景波硕士（古气候学）

日本方面：

京都大学理学部地质矿物学系

笹嶋贞雄教授（物理地质学）

龟井节夫教授（古脊椎动物学）

石田志郎助教授（第四纪学、古植物学）

西村进助教授（热释光年代学）

鸟居雅之博士（古地磁学）

京都大学农学部农业化学系

久马一刚教授（土壤学）

Thepparit TULAPHITAK先生（土壤学）

荒木茂先生（土壤学）

同志社大学工学部地学研究室

横山卓雄教授（第四纪学、地层学）

花园大学文学部

前中一晃助教授（古地磁学）

大谷大学文学部

西田润一助教授（岩石磁学）

爱知教育大学地学系

河村善也助手（古脊椎动物学）

目 录

黄土及地层

中国黄土及其地层层序.....	(1)
-----------------	-------

王永焱 笹嶋贞雄 滕志宏 雷祥义 孙 卫

黄土孔隙结构的压汞法研究.....	(20)
-------------------	--------

雷祥义

中国黄土和古土壤中的微量元素变化 (初步报导)	(28)
-------------------------------	--------

西村 进 池田 隆 苗建宇 王永焱 笹嶋贞雄

古 地 磁 学

洛川黄土—古土壤系列古地磁层序的初步报告 (1983)	(31)
-----------------------------------	--------

鸟居雅之 岳乐平 林田 明 前中一晃 横山卓雄 王永焱 笹嶋贞雄

洛川地区黄土—古土壤系列的天然剩余磁化问题.....	(44)
----------------------------	--------

鸟居雅之 岳乐平 林田 明 前中一晃 横山卓雄 王永焱 笹嶋贞雄

洛川秦家寨黄土剖面B/M界限之确定.....	(49)
------------------------	--------

西田润一 岳乐平 河村善也 苗建宇

陕县和西峰黄土剖面的古地磁研究.....	(54)
----------------------	--------

岳乐平 西田润一 滕志宏 孙 卫 王永焱 笹嶋贞雄

洛川黄土剖面后期哈拉米洛事件存在的确定.....	(65)
--------------------------	--------

前中一晃 岳乐平 横山卓雄 笹嶋贞雄

黄土古地磁测量的退磁问题.....	(71)
-------------------	--------

岳乐平

年代学及古土壤

洛川黄土层序中古土壤的热释光年代测定.....	(75)
-------------------------	--------

西村 进 苗建宇 笹嶋贞雄

洛川黄土剖面中的古土壤.....	(82)
------------------	--------

久马一刚 王永焱 Thepparit TULAPHITAK 岳乐平 荒木 茂

苗建宇

古生物

- 由哺乳动物化石谈大阪群与黄土层..... (109)
 龟井节夫
 中国黄土分布区第四纪哺乳动物化石..... (115)
 薛祥煦
 陕西洛川地区黄土中古生物野外调查成果..... (147)
 河村善也 薛祥煦

古气候及其他

- 中国黄土—古土壤系列中的孢粉所反映的第四纪古气候变化..... (153)
 王永焱 石田志郎 赵景波
 亚洲部分地区上新—更新世沉积的磁性地层学和年代地层学对比
 及对第四纪地质事件的一些意见..... (161)
 横山卓雄
 由中国黄土层看到的第四纪气候变化—东亚古气候的一个范例..... (172)
 笹嶋贞雄 王永焱 鸟居雅之 岳乐平
 洛川黄土层序所显示的磁性地层学和年代地层学及其与第四纪
 气候变化的关系..... (182)
 笹嶋贞雄 王永焱 鸟居雅之 西田润一 前中一晃
 参考文献..... (198)

中国黄土及其地层层序

王永焱 笹嶋贞雄 滕志宏 雷祥义 孙 卫

中国黄土分布广、厚度大、地层全、古土壤清楚、哺乳类化石多,是研究我国第四纪陆相沉积的主要地区。它的研究,对亚洲甚至世界第四纪研究具有重要意义。本文将介绍中国黄土的一般情况、地层区的划分及地层层序。

一、中国黄土的一般情况

中国黄土分布面积约为631,000平方公里,约占全国领土面积的6.6%。主要分布在北纬 $33^{\circ}\sim 47^{\circ}$ 、东经 $75^{\circ}\sim 127^{\circ}$ 之间。其分布受到山系走向的控制,南以秦岭、伏牛山及大别山等大的山系为界。中国黄土的分布也与气候带有关,主要分布在最低月温小于 0°C 、干燥度 $2\sim 4$ 之间的北方干旱及半干旱地区。中国黄土一般分布高度为海拔200~2,400米之间,个别地方如昆仑山,黄土状沉积的分布高程,可达海拔3,500米以上。海拔超过2,000米的黄土,分布在黄河中游的六盘山以西。六盘山以东的黄土多分布在海拔1,000~1,800米之间。海拔1,000米以下的黄土,分布在东部地区的一些盆地和平原以及西部地区的一些山麓地带。黄河中游的黄土高原,是中国黄土分布最广、厚度最大的地区,其面积达275,600平方公里,约占中国黄土总面积的43.7%。黄土高原西部的兰州一带,黄土厚度达200~300米,六盘山以东及吕梁山以西,黄土厚度在100~200米之间。天山、昆仑山、阿尔泰山及祁连山北麓,黄土厚度在50米以下。华北平原的黄土多与其它冲积层间互沉积,厚度不大。

中国黄土的研究,由来已久。从2300年前开始,中国历代地理、历史书籍如《禹贡》、《前汉书》、《水经注》、《梦溪笔谈》等著作中,对中国黄土的分布、地貌、土质等都作了较详细的叙述。从近代科学的角度研究中国黄土,也有一百来年的历史了。其中前70年,主要由中外地质、地理学家进行了地貌、地层、物质成分及成因等方面的研究。

1949年中华人民共和国成立以来,随着黄土区工农业建设的发展,黄土的研究得到了广泛深入的开展,对黄土地貌、地层划分、物质成分及结构特征、工程地质及成因等进行了大量的研究,出版发表了许多专著和论文,积累了不少基础理论和解决生产实际问题的资料。现在进行的研究的工作,主要是磁性地层学、年代地层学、古气候古环境、黄土地球化学、工程地质性质及黄土区的水土保持等问题。

1. 中国黄土地区的地貌特征

中国黄土地区的地貌特征,按分布区域,可分为:黄土高原、山麓黄土缓倾斜带状平原、黄土覆盖山间盆地、黄土覆盖河流谷地及有黄土沉积的平原。其中黄土高原是黄土主要分布地区。

黄土高原北界毛乌素及腾格里沙漠,西界为祁连山东端,南部以秦岭为界,东部以吕梁山为界。黄土高原总的地势西北高东南低。黄河及其支流穿流其中,形成一系列侵蚀地貌。

黄土高原大的地貌形态可分为下列五种(图1—1):塬(照片1)、梁(照片2)、峁(照片3)、黄土覆盖河谷阶地及黄土覆盖山间盆地。这些地貌形态与其下伏基岩的古地貌有密切的关系,基岩古地貌为丘陵的地区,上覆黄土呈梁、峁地貌;在基岩古地貌为广大平面时,黄土呈平整的塬;在基岩呈块状断裂的地段,呈台塬地貌。河谷阶地上覆盖着黄土者,称黄土覆盖阶地(照片4)。

根据上述地貌形态及分布区域,可将黄土高原的地貌,划分为如下几个地貌区(图1—1):1、六盘山以西的梁峁区,2、六盘山以东的梁峁区,3、黄土高原中部及南部的塬区,4、山间盆地区,5、河谷区。

六盘山以西梁峁区,可分两部分:华家岭——马啣山一线以南,黄土厚度很少超过20米,在基岩丘陵山地顶部覆盖的黄土,其厚度不超过10米,平缓山顶上及大的河谷中,黄土厚度较大。华家岭——马啣山一线以北黄土厚度大,最厚者可达300米,东部为黄土塬梁分布地区,西部的兰州附近及其以北为黄土峁分布地区。六盘山以东吕梁山以西的广大地区,甘肃省的庆阳——陕西甘泉——黄龙山——山西省吉县一线之北,是黄土高原面积最大的梁峁地区,延安以北的绥德、吴堡、安塞一带是峁的发育地段。甘肃庆阳——陕西甘泉以南为黄土塬区,汾渭谷地为黄土台塬发育地区。

2. 中国黄土的物质成分

中国黄土的物质成分和世界各地的黄土物质成分基本相似。

粗矿物($>0.005\text{mm}$)之中,轻矿物(比重 <2.90)含量占粗矿物总量的90%以上,主要成分为石英、长石及白云母,石英最多,其含量占轻矿物的80%左右。次要的轻矿物还有方解石、白云石、石膏及玉髓等。重矿物在黄土中含量很少(4~10%),但种类很多。常见者有紫苏辉石、顽火辉石、普通辉石、普通角闪石、兰闪石、钠角闪石、钙钠闪石、透辉石、玄武闪石、阳起石、透闪石、绿帘石、黝帘石、绿泥石、黑云母、磁铁矿、褐铁矿、钛铁矿、赤铁矿、白钛矿、尖晶石、兰晶石、红柱石、石榴石、硅灰石、锐钛铁矿、板钛矿、锆英石、电气石、金红石、楣石、磷灰石、黄玉及重晶石等,有时可见橄榄石、钛辉石、铁锂云母、蛇纹石、十字石等。上述矿物的种类和含量在各地黄土中基本一致,只是时代较老的黄土中,由于风化时间长,不稳定矿物含量略有减少。这种黄土的多矿物性和矿物成分的相似性,说明黄土矿物的生成、搬运和堆积的一致性。

黄土的粘土矿物成分中,以伊利石、蒙脱石、高岭石为常见,另外还有埃洛石、拜

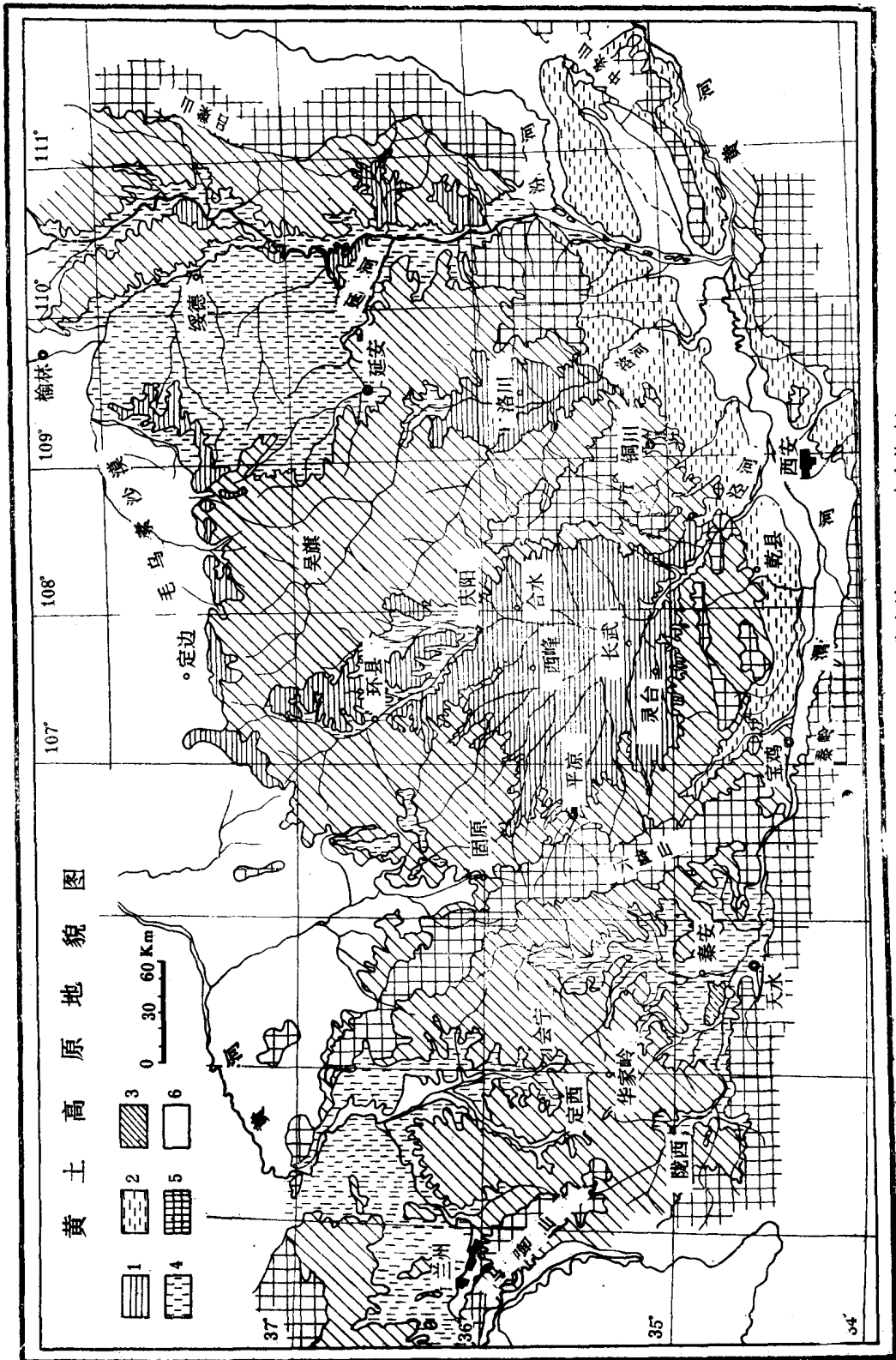


图 1—1 黄土高原地貌图 (张宗祜, 1982。略有修改)

来石、针铁矿、石英、绿泥石等。粘土矿物除黄土原始物质中含有外，有些是在成土作用过程中形成的次生矿物。

由于矿物成分基本相似，中国黄土的化学成分也基本相似，如表 1—1：

中国黄土的化学成份

表 1—1

SiO ₂	39.34~63.54%	CaO	4.83~20.55%
Al ₂ O ₃	7.83~14.79%	Na ₂ O	1.28~2.32%
Fe ₂ O ₃	2.39~7.32%	K ₂ O	1.24~2.60%
FeO	0.46~2.46%	MnO	<0.35%
TiO ₂	0.25~0.90%	MgO	<9.26%

从表中可以看出，SiO₂含量最高，主要与石英含量高有关，Al₂O₃含量仅次于SiO₂，与长石含量高有关。黄土中碱土金属与碱金属氧化物含量也高，与黄土富含碳酸盐及主要造岩矿物的钾、钠长石有关。中国黄土的化学成分在水平分布和垂直方向上略有差异。SiO₂含量自北而南略有减少，但自西而东略有增加；Al₂O₃及Fe₂O₃自北而南和自西而东均略有增加；MgO及CaO含量由北向南及自西向东逐渐减少；K₂O及Na₂O含量变化不明显。垂直方向的变化（以洛川剖面为例），SiO₂及Al₂O₃除古土壤中有所增加外，黄土中自上而下无显著差别，Fe₂O₃沿剖面向下递增，在古土壤中显著增高；CaO向下渐低，在古土壤层中更低。K₂O的含量自上而下逐渐增多，古土壤中增量更大；FeO、MgO及Na₂O含量在剖面中，无显著变化。

黄土中的可溶盐类的种类和含量，与黄土的成土作用有关。它也影响着黄土的工程地质性质。黄土中最主要的可溶盐类为碳酸钙，其含量一般在10~16%之间，有时可达20%，碳酸镁含量较少，一般在3%以下。碳酸盐往往集中在一定层位或古土壤底部形成结核层。硫酸盐类往往以石膏晶体的形式出现，含量较少，一般在1%以下，但在黄土高原的西北部，其含量较高。黄土中氯化物（NaCl）含量低，一般为0.02~0.86%，越向西部干旱地区，其含量逐渐增高。

黄土中的pH值指示着黄土层形成时的古环境。中国黄土的pH值变化范围为7.0~8.8，由东到西逐渐增加。山西黄土的pH值一般接近7，向西至六盘山以东的陕西、甘肃境内数值增大，多在7.5以上，六盘山以西多在8以上。由南到北也有逐渐增高的趋势。黄土区北部，pH值多在8以上，南部多在8以下。pH值和碳酸盐含量有密切关系，由东南到西北，碳酸盐含量和pH值，都逐渐增高，说明中国黄土形成的古气候，由东南到西北逐渐变为干燥。

3. 中国黄土的结构特征与物理力学性质

黄土结构是在黄土原始物质堆积及成土作用过程中形成者，是一种空间概念，对它的研究有助于了解黄土形成过程和工程地质性质，这方面过去作过很多工作。

黄土的结构主要表现在粒度组成、粗颗粒之间的相互关系、胶结程度及胶结物种类

和赋存状态等。

中国黄土的粒度组分，总的情况是自西北向东南逐渐变细（图 1—2）。陕西省榆林、靖边以北无黄土，为毛乌素沙漠分布地区。晚更新世黄土粒度区域变化如下：榆林

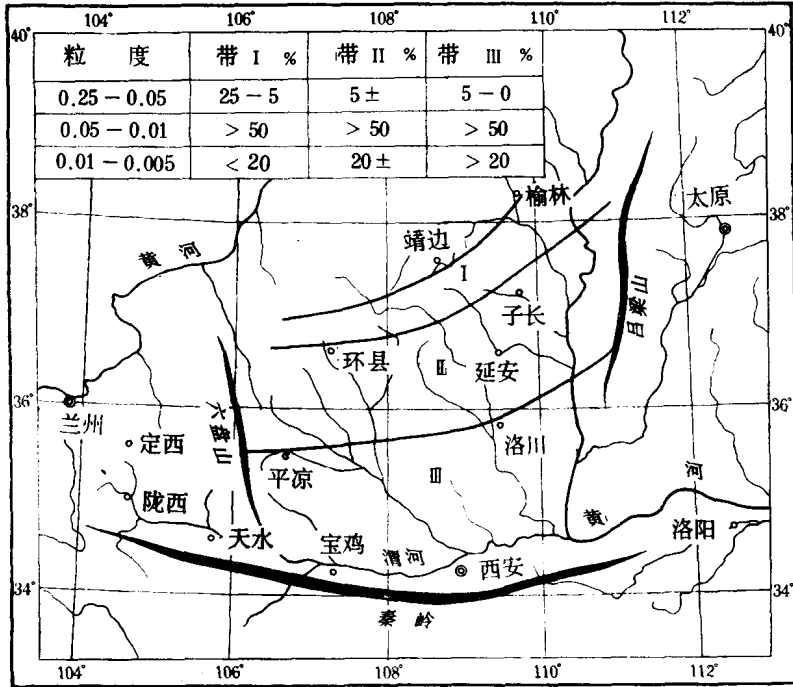


图 1—2 黄土高原晚更新世的黄土粒度变化图

——靖边一线向东南至陕西子长——甘肃环县一线之间，黄土颗粒粗，0.25~0.05mm 颗粒占25~5%，0.05~0.01mm 颗粒占50%以上，0.01~0.005mm 颗粒在20%以下。这一带之东南到洛川——平凉一线西北，黄土粒度显著变小，0.25~0.05mm 者占5%左右，0.05~0.01mm 者占50%以上，0.01~0.005mm 者占20%左右。由洛川——平凉一线之东南到秦岭山麓，黄土粒度再度变细，0.25~0.05mm 颗粒含量为0~5%，0.05~0.01mm 颗粒含量在50%以上，0.01~0.005mm 颗粒在20%以上。在剖面上，黄土的颗粒组分，由上到下逐渐变细。洛川剖面上下层位的粒度平均变化如表 1—2。

扫描电镜下观察到的黄土中粗矿物之间的接触关系，可分为支架接触、镶嵌接触及分散分布三种。支架接触中粗矿物颗粒接触面积小，往往是点接触，有时呈棱边接触，骨架颗粒互相支架形成较大粒间孔隙。镶嵌接触的骨架颗粒接触面积大，矿物颗粒呈镶嵌排列。有时矿物颗粒互不接触，分散分布在细颗粒或胶结物之中，形成分散分布。电子扫描镜下的黄土孔隙，一般为0.02mm左右的孔隙，小于0.02mm的孔隙为大于0.02mm者的近5倍，时代越老大于0.02mm的孔隙越少。黄土的主要胶结物为碳酸盐和粘土矿物。碳酸钙有两种：原生碳酸盐矿物与其他粗矿物混杂在一起，成为黄土中骨架矿物之一。次生碳酸盐是原生碳酸盐矿物与风化形成的碳酸盐相混形成者，往往被淋移

洛川剖面黄土粒度上下变化表

表1—2

时代	粒 度 组 分 (%) mm						
	0.25~0.1	0.1~0.05	0.05~0.01	0.01~0.005	0.005~0.002	0.002~0.001	<0.001
O ₃	1.9	4.9	53.3	12.5	8.2	4.7	14.5
Q ₂ ²	1.0	9.0	52.7	11.0	8.6	4.8	12.9
Q ₂ ¹	0.8	4.5	50.3	12.3	10.5	6.5	14.2
Q ₁	0.7	5.1	46.7	12.1	11.3	6.8	17.0

到黄土粗矿物之间形成胶结物,或在黄土层中及古土壤底部形成钙质结核及钙质结核层。扫描电镜下所观察到的黄土中主要粘土矿物为伊利石、高岭石及蒙脱石。六盘山以西以伊利石为主,六盘山以东由于与碳酸钙相混,粘土矿物不清,但埃洛石显著增加。伊利石及高岭石常呈鳞片状粘复在粗矿物颗粒表面,伊利石也常呈带状夹在粗矿物之间,蒙脱石常呈蜂窝状与碳酸钙相混,填充在孔隙中。黄土的胶结程度与古气候和地质时代有密切关系,地处干燥地区及时代较新的黄土,胶结较差,反之,胶结较好。

根据上述接触关系、孔隙及胶结程度以及结构共生关系,可把中国黄土微结构分为3个结构组合和6个结构类型如表1—3,照片9~17。

中国黄土微结构类型

表1—3

微结构类型	岩 性	地质时代	分布区域	图象特征
支架—镶嵌结构组合	淡灰黄色黄土，疏松。	Q ₃	分布于全部黄土区	全部粗颗粒矿物及孔隙清楚可见。
1. 支架—大孔结构				
2. 镶嵌—微孔结构				
半胶结结构组合	疏松灰黄色黄土。	Q ₂	六盘山以西	颗粒和孔隙均清楚可见，颗粒及孔隙表面有许多胶结物小块。
3. 支架—大孔半胶结结构	上部：淡灰褐色黄土。		六盘山以东	
4. 镶嵌—微孔半胶结结构	下部：灰褐色较硬黄土，			
胶结结构组合	灰褐色石质黄土。	Q ₁	六盘山以西	颗粒及孔隙模糊，大部为胶结物。
5. 絮凝胶结结构	淡红褐色石质黄土。		六盘山以东	
6. 凝块胶结结构				

中国黄土的物理力学性质的研究资料很多,其研究工作主要是工程建设部门进行的。他们的工作主要是在城市建设地区及河谷阶地进行的,即主要研究了L₁、L₂及L₃的黄土的物理力学性质,特别是对L₁的研究。

中国黄土的物理力学性质主要指标如表1—4。

中国黄土的主要物理力学性质指标

表1—4

地 区	干容重 γ_d (g/cm ³)	含水量 ω (%)	孔隙比 e	液限 ω_L	塑限 ω_P	塑性指数 I_p	压缩系数 a (cm ² /Kg)	抗 剪 强 度	
								C (Kg/cm)	φ (°)
西部黄土高原	1.3~1.43	9.0~18.0	0.9~1.15	23.9~28.0	15.9~17.0	8.0~11.0	0.010~0.059	0.2~0.25	20~26
北部黄土高原	1.28~1.33	12.0~20.0	0.90~1.09	25.0~28.0	14.6~17.5	7.1~9.7	0.017~0.061	0.25	25
中部黄土高原	1.46	16.7	1.16	30.0	22.5	7.7	0.032~0.124	0.22	26.3
南部黄土高原	1.45	17.0	1.21	30.4	21.5	9.0	0.080~0.120	0.23	20
黄土高原以太原	1.6	17.0	1.01	28~30		10~11	0.036	0.22	22.5
黄土高原以洛阳以东	1.75	20.0	0.87	33		14	0.010	0.38	18

如表1—4所示,中国黄土的天然含水量,由于各地气候条件有差异而差别较大,总的变化是自北至南及自西至东,逐渐增高。干容重自西北向东南逐渐增高,这和土体结构、粘粒含量有关。孔隙比及压缩系数,也呈西北高东南低。流限、塑限、塑性指数等水理性质指标,呈西北低东南高。抗剪强度也有呈东南高西北低的趋势。黄土的湿陷性是黄土区工程建筑中的大问题,湿陷性的研究,也是黄土工程地质研究的主要内容。我国黄土的湿陷系数总的轮廓是西北部高,兰州附近黄土湿陷系数为0.05~0.12;东南部者低,如洛阳附近为0.02~0.03,西安黄土的湿陷系数为0.04~0.08,居于前述二者之间。

根据湿陷黄土的厚度、黄土浸水自重湿陷的敏感度、湿陷程度及工程建筑方面的经验,林在贯(1982)提出了中国黄土工程地质分带,如图1—3。

图中把中国黄土分成七个工程地质带: I带——包括六盘山以西的甘肃和青海, II带——包括陇东和陕北, III带——包括黄土高原南部的陕西关中地区, IV带——山西, V带——河南, VI带——河北——山东, VII带——北部邻区。

4. 中国黄土的物质来源问题

组成黄土的原始物质,可有各种来源,风化产物、河流冲积物、洪积物、甚至高山冰积物都含有大量粉土粒级的碎屑物,问题的关键在于这些物质如何搬运到沉积地区。

中国西北部,气候干燥,风力强盛,是中国黄土原始物质的来源地区。这一带有大量来自山地的碎屑物质经流水搬运沉积到盆地和山麓地带,由于气候干燥及温差很大,机械风化强烈。北疆西部、北部和东部以及河西走廊的西北部是中国主要风蚀地区,也是风力最强的地区。这一带大风多在3~5月间,最大风速在23~40米/秒之间,一次

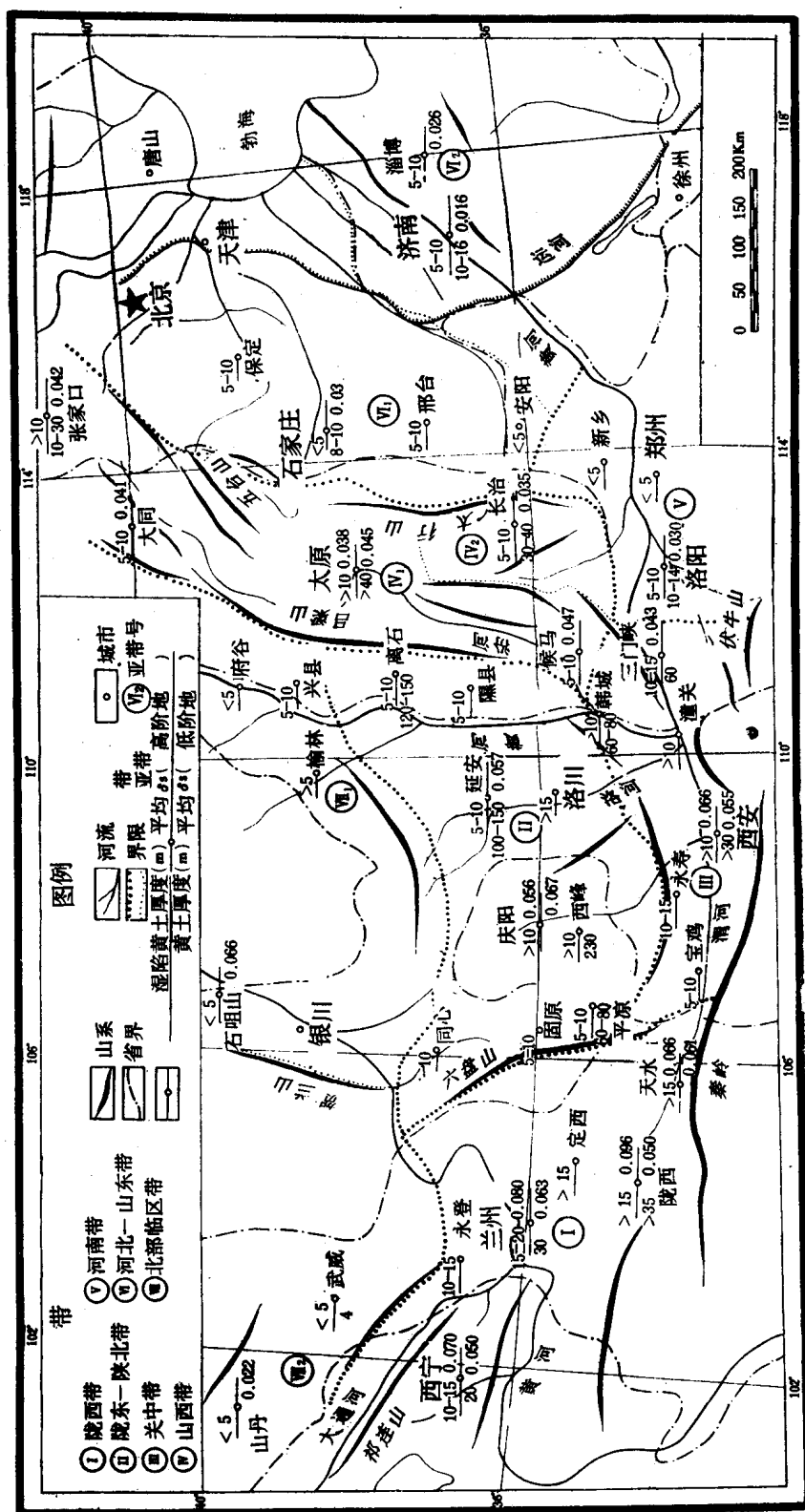


图 1—3 中国黄土工程地质分带略图 (林在贲, 1982, 略有修改)

大风可持续13~24天。风速最大的5月份的平均风速,克拉玛依为5.7米/秒,阿拉山口为9.2米/秒,达板城为7.8米/秒,哈密为4.8米/秒。这里的风向除受蒙古高压的影响在东经96°附近形成的NNE—SSW的一股风向外,其他地区大风季节风向皆为NW—SE。在内蒙伊克昭盟西北部,3~5月间的NW—SE向8级以上大风日数不少于40天。强风对地面的吹蚀使大量地面尘土物质卷入气流形成尘暴,随风向飘移到风力减弱的地区。1980年4月17~21日在中国北方出现的尘暴,是解释风力作用的风蚀、搬运和沉积的例证。根据气象卫星图及气象资料分析,形成这次尘暴的气旋于4月17日在贝加尔湖南部开始形成后,向东南方向移动,进入我国哈密一带的风蚀区形成尘暴,继续向东南移动,于18日到达黄河中下游。此时风速逐渐减弱,尘暴高度逐渐降低,在这一带沉降了大量尘土物质。

由风蚀区吹来的强风到了大的山系北麓和黄土区,风力显著减弱。根据1955~1970年的气象记录,黄土高原3~5月份平均年最大风速为2.3米/秒。风速的减弱使其携带的尘土逐渐降落形成粉土堆积,每次尘暴所携带的尘土物质,往往形成2mm或更厚的沉积物。我国历史上的“雨土”,在2,000多年前就有记载。雨土是从高空降落的尘土,也有混同雨水而成“雨泥”者。在1,156次雨土记载中,仅有一例是发生在风蚀区。雨土现象主要发生在黄河中下游,即风速减弱尘土降落的地区。根据历史记载,雨土出现频率最高者在2~6月间。历史上雨土出现季节和中国强风及尘暴出现的季节一致。

上述风力强度的变化,大风季节的风向和风力吹蚀、搬运及沉积的区域变化以及由此所形成的岩漠、砾漠、沙漠和黄土的定向分布,说明它们之间的成因关系,说明着黄土原始物质的生成、搬运和沉积过程中风力作用的重要性。将今论古,可以设想在地质历史中,黄土原始物质的搬运沉积过程,和现在基本相似。

二、中国黄土地层区的划分及地层层序

中国黄土地层研究是从1877年开始的,共有一百多年的历史,分三个阶段:1877~1949年为初步阶段,主要根据岩性把黄土与三趾马红土分开,并把黄土粗略地作统一级的划分。1949~1966年为发展阶段,这一阶段的研究,主要根据地层结构、岩性特征、哺乳类化石、古土壤、古气候、考古资料等,进行黄土地层划分。工作多资料丰富,奠定了黄土地层划分的基础。1976年以后是地层划分提高精度的阶段。这一时期,黄土区古生物、古人类及古气候研究得到了发展,磁性地层学、热释光年代学与 C^{14} 年代学互相结合,初步取得了一些地层年代数据。但当前中国黄土地层划分中还有如下一些问题,尚待继续深入工作。

1. 早更新世与中更新世的界限问题。1976~1982年间根据岩性特征、古脊椎动物化石及交变退磁后的古地磁测定,把这个界限划在第14层古土壤之下的下粉砂层顶部。根据1982年以来对洛川剖面热退磁的样品古地磁测定的新资料,刘东生等(1982)及安芷生(1982)提出松山和布容的界限在第8层古土壤之顶部。我们1984年对洛川剖面热退磁后的古地磁测定的结果,认为B/M在第7层古土壤之底部,二者相差3.5米。这方面还得作更多的工作。

2. 中更新世与晚更新世黄土的界限问题,刘东生等(1964, 1965)和王永焱(1966)提出 $Q_2 \sim Q_3$ 界限划在第一层红褐色古土壤之上的第一层黄土底部。张宗祜(1959)认为划

在第五层古土壤（三层合成）之上的第五层黄土底部合适。王永焱（1980, 1981）根据古地磁及热释光年代资料又认为其界限当在第二层黄土底部。根据我们最近对第一层古土壤热释光年代学的测定，第一层古土壤的年代为 $10\sim 11\times 10^4\text{yr}$ ， Q_2/Q_3 的界限应放在第一层古土壤底部。

3. 晚更新世与全新世黄土的界限问题。王永焱（1966）根据岩性特征，把黄土系列顶部黑垆土及其以上黄土状沉积划为全新世。黑垆土的考古年代为5000~6000年。郑洪汉最近提出洛川剖面顶部黑垆土 C^{14} 年代为 8000 ± 200 年。二者的年代均不足10,000年。

总之，当前中国黄土的地层划分的主要问题是准确的年代问题。由于黄土的特殊组成，目前只能应用热释光年代学和 C^{14} 年代学的方法，其它年代学方法使用的不多。但目前热释光年代学和 C^{14} 年代学所得数据各有差异，相差较大，黄土热释光年代及 C^{14} 工作，还有待提高。

中国黄土的地层层序，与地貌位置有很大关系，地层所处的地貌位置不同，层序也不同。根据前述地貌分区及地层层序特点，可将中国黄土地层分为以下5个地层区：1. 梁峁地层区；2. 塬地层区；3. 山间盆地地层区；4. 河谷地层区；5. 山麓缓倾斜带状平原区。

1. 梁峁地层区

以六盘山为界，可将梁峁地层区分为东西两大区。（1）六盘山以西梁峁地层区，分为两个亚区：a. 以梁为主的梁峁地层亚区及b. 地形高低波动不大的塬梁地层亚区。前者如兰州一带，后者如甘肃靖远、会宁一带；（2）六盘山以东的梁峁地层区，分布在黄土高原北部，可分为三个亚区：a. 西部地形波动较大的塬梁地层亚区，分布在甘肃环县及其以西的黄土区；b. 中部以梁为主的梁峁地层亚区，分布在白于山一带；c. 东部以梁为主的梁峁地层区，包括榆林及其以东地区。

（1）六盘山以西梁峁地层区

a. 兰州附近以梁为主的梁峁地层亚区：特点是时代较新的黄土覆盖着时代较老的黄土，一般在地表上只能看到晚更新世黄土，只有在大的滑坡面或新的冲沟中，才能看到较老的黄土。

九洲台剖面（图1—4）位于兰州黄河以北，共厚338米，黄土沉积在甘肃期夷平面上。夷平面上沉积有5~7米厚的砂砾石层，砂砾石层之上为厚层黄土。剖面下部黄土胶结较硬，色灰黄微显褐色。中部黄土胶结较差，淡灰黄色。上部黄土疏松，淡灰黄色。古土壤色调很淡，不易识别，略可辨识者有6层。九洲台剖面中无碳酸钙结核，在剖面的下部和中部含小于1cm的硫酸钙结核或石膏晶体。交变退磁后古地磁测定结果B/M界限在从底部向上105米的位置上。

b. 地形高低波动不大的塬梁地层亚区：面积

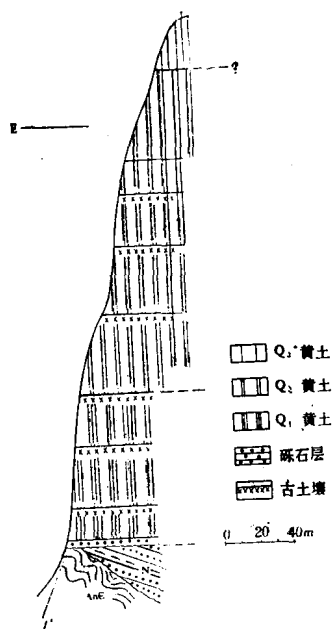


图1—4 兰州九洲台剖面