



黄土高原第四纪

孙建中 赵景波 等著

科学出版社

13届国际第四纪研究联合会大会系列书

黄土高原第四纪

孙建中 赵景波 等著

国家自然科学基金
和
中国科学院
西安黄土与第四纪地质开放研究室
资助课题

科学出版社

1991

内 容 简 介

本书运用古地磁、热释光、电子自旋共振等新方法对刘家坡剖面、武家堡三门组及阶地冲积物等进行年代学研究,为古气候研究提供可靠的时间坐标,建立了精确的黄土区第四纪地层表。完成了大荔人、许家窑、半坡等六个著名剖面的孢粉分析,从而对中更新世晚期末次冰期及全新世的古气候、环境进行了详细的论证,开展了黄土湿陷性研究,还对治理黄土区提出建设性见解。

本书可供地质、地理以及第四纪的科学工作者及有关院校师生参考。

13届国际第四纪研究联合会大会系列书

黄 土 高 原 第 四 纪

孙建中 赵景波 等 著

责任编辑 蒋发二 李祺方

封面设计 陈文彬

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100707

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1991年6月第一版 开本: 787×1092 1/16

1991年6月第一次印刷 印张: 16 插页: 2

印数: 0001-1 000 字数: 359 000

ISBN 7-03-002479-6/p·503

定价: 22.80元

序

国际第四纪研究联合会 (International Union for Quaternary Research, 简称 INQUA) 第 X III 届大会 (X III Congress) 将于 1991 年 8 月 2 日至 9 日在北京召开。这是中国第四纪学术界的一件大事。它标志着中国第四纪研究国际交流的日益活跃和科学水平的普遍提高。为了纪念在中国首次召开这样一个具有历史意义的国际大会, 中国科学院和有关部门的学者们把近年来研究的成果汇集出版“13 届国际第四纪研究联合会大会系列书”。

这套系列书的内容不仅包括第四纪地层、古生物、古人类、黄土、冰川、地球化学、海洋地质和海陆对比等方面的科学研究成果, 也有全国百余位专家为这次大会专门撰写的关于中国在第四纪各分支学科领域研究成果的综述。从某种意义上讲, 这些著作与其它为这次大会出版的书刊一起, 体现了中国第四纪研究 40 年来, 特别是近 10 年来的进展, 是对已有成就的概括和总结。它们不仅为会议增添了学术交流的内容, 而且也是我国第四纪研究今后迈上新台阶的很好的基础。

中国地处欧亚大陆东侧, 其第四纪时期环境演变历史有其区域性的特点和规律, 同时也受全球性的共同规律的制约。在全球变化受到广泛而日益重视的今天, 人们更加认识到区域研究在全球研究中的重要性。为解决全球第四纪研究的问题做出自己的贡献, 是中国地球科学工作者无可推卸的责任, 也是无尚的光荣。我们愿为国际第四纪研究事业的不断发展和合作而努力。预祝大会圆满成功!

中国科学院副院长

孙 鸿 烈

前 言

黄土高原是我中华民族发祥地之一。千百年来,黄土像母亲一样,甘甜乳汁哺育着我们,温暖胸襟庇护着我们。而今,进行社会主义现代化建设,黄土高原又成了重要的工农业建设基地。

由于气候变化,特别是由于几千年来过度的种植与放牧,黄土高原的土地正在遭受着水土流失的严重威胁。黄河每年从黄土高原带走的泥沙达16亿吨,黄土高原的生态环境已严重失衡。如不及时治理,我们祖祖辈辈赖以生存的黄土地将有化为荒漠不毛之地的危险,不但我们这代人不得安生,而且要殃及子孙万代。所以治理黄土高原是我们刻不容缓的历史责任。黄土高原的今日是千万年来自然环境发展演化的结果,要治理黄土高原,要展望黄土高原的未来,必须首先了解黄土高原的过去和现在。

经过三、四十年的研究,现在可以毫不夸张地说,黄土地层贮存着250万年以来最完整、最齐全的地质信息。无怪乎它吸引着众多的学者专心致志研究它。我国黄土的研究,已有近百年的历史,但主要的工作是建国后进行的。已经涌现了像刘东生教授、王永森教授和张宗祜教授这样几位著名专家,在他们的带动下,我国黄土研究正走向世界前列,创造了具有中国特色的黄土科学。

要恢复过去的历史,首先建立一个精确的时间坐标是必要的。为此,我们运用了古地磁、热释光(TL)、电子自旋共振(ESR)、 ^{14}C 等方法。进行年代学研究,首次提出了黄土地层下界进入高斯期时,黄土年龄达250~260万年的概念。黄土高原第四纪地层的划分对比问题,我们在广泛收集丰富资料的基础上,试图进行初步的概括。对第四纪下界,第四纪内部划分的几条界线进行了系统的论证,从岩石地层学、生物地层学和年代地层学三个方面对黄土地层的划分进行了论证,又从塬区、河谷区、盆地区三种类型来进行对比。从而得出了一个全新的精确的黄土高原第四纪地层表。对中国北方一些有名的考古遗址,如西安半坡、丁村人、大荔人、许家窑人、河套人、水洞沟等遗址及北庄村等著名剖面进行了孢粉分析。根据这些孢粉资料,对黄土高原末次冰期与全新世以及大荔人、丁村人生活时的古气候环境进行了分析。使本区末次冰期与全新世的划分更加详尽。分析了黄土高原水土流失的根本原因是人类对植被破坏的结果,认为种草植树、恢复植被是防治水土流失的根本措施。

我们还开创性地进行黄土湿陷性研究,取得新的认识。

向资助本课题的国家自然科学基金委员会和中国科学院西安与黄土第四纪地质开放

研究室表示衷心的感谢。

在我们工作中任振纪曾作了不少工作,李家英进行了硅藻鉴定,卢良才、裴静娴作了一些热释光年龄测定,周明富、周卫健和顾功树作了一些 ^{14}C 年龄测定,刘明健、王静敏完成了富平两个钻孔的孢粉分析,曹万友提供了一些资料,殷玉成协助完成了 $\delta^{13}\text{C}$ 与 $\delta^{18}\text{O}$ 的分析,王文颖教授亲自协助测量剖面,在此一并表示诚挚的谢意!向张伯声、刘国昌、刘东生、安芷生诸教授和吴锡浩副教授对研究提供的帮助,对中国有色金属工业总公司西安勘察院关文章总工程师给予本书出版资助,表示衷心感谢!

由于水平所限,本书中欠妥之处,敬请读者不吝指正。

孙建中

1990年7月29日

目 录

序.....	孙鸿烈 (i)
前言.....	孙建中 (iii)
第一章 黄土高原第四纪年代地层学研究	(1)
第一节 黄土的确还要更老些——刘家坡和肖官寨黄土剖面古地磁地层学 再研究 ... 孙建中 F. Heller. 赵景波 魏明健 常丕兴 李秉成 (1)	
第二节 关于三门组——武家堡剖面古地磁地层学补充研究	孙建中 魏明健 赵景波 常丕兴 李秉成 葛同明 文思郁 樊利民 (12)
第三节 论琼海亚时(事件)和安比拉亚时(事件)..... 葛同明 徐 行 樊利民 文思郁 孙建中 魏明健 (20)
第四节 刘家坡黄土剖面电子自旋共振测年研究
李德生 丁肇忠 赵兴田 高 红 杨比鸣 黎兴国 孙建中 魏明健 (27)	
第五节 黄土高原第四纪地层热释光测年研究	李虎候 魏明健 (39)
第二章 黄土高原第四纪地层之划分对比	孙建中 (46)
第一节 第四纪下界问题	(46)
第二节 第四纪内部的几条界线	(59)
第三节 黄土地层划分	(62)
第四节 黄土高原河谷区第四纪地层的划分	(77)
第五节 黄土高原区的盆地堆积	(85)
第六节 黄土高原第四纪地层表	(88)
第三章 黄土地层中的古土壤与风化壳	赵景波 (89)
第一节 刘家坡黄土地层中温湿气候条件下发育的古土壤	(89)
第二节 冷干气候条件下发育的古土壤	(96)
第三节 古土壤中的 CaCO_3 与形成条件	(103)
第四节 黄土中的风化壳	(110)
第四章 黄土地层的古气候纪录	(113)
第一节 黄土地层中的铁及其气候意义	孙建中 魏明健 (113)
第二节 黄土中碳酸盐的古气候意义	魏明健 孙建中 (124)
第三节 黄土地层粒度成分的古气候意义	孙秀英 孙建中 (128)
第五章 大荔人和丁村人生活时的自然环境
..... 柯曼红 孙建中 孙秀英 赵景波 魏明健 常丕兴 (144)	
第一节 大荔人生活时的自然环境	(144)
第二节 丁村人生活时的自然环境	(150)

第六章 黄土高原末次冰期的古气候环境	
孙建中 柯曼红 赵景波 魏明健 孙秀英 黎兴国 刘淑芳 常丕兴	(154)
第一节 几个问题的讨论	(154)
第二节 渭南北庄村剖面	(158)
第三节 萨拉乌苏剖面	(161)
第四节 许家窑遗址剖面	(168)
第五节 富平温泉河阶地钻孔剖面	(171)
第六节 末次冰期之划分	(175)
第七节 古温度曲线之重建	(181)
第八节 陆上气候变化与海进、海退和海平面变化的关系	(184)
第七章 黄土高原全新世的古气候环境	
..... 孙建中 柯曼红 孙秀英 赵景波 魏明健 李秉成	(186)
第一节 西安半坡遗址大围沟剖面	(186)
第二节 蓝田东城水库剖面	(190)
第三节 富平姚村剖面	(192)
第四节 宁夏水洞沟遗址第Ⅲ地点剖面	(195)
第五节 榆林孟家湾泥炭产地剖面	(201)
第六节 全新世古气候环境	(201)
第七节 结语	(205)
第八章 黄土的侵蚀与治理	赵景波 (206)
第一节 第四纪和现代侵蚀速度变化	(206)
第二节 气候变化对黄土侵蚀与堆积的影响	(208)
第三节 新构造运动与黄土侵蚀	(209)
第四节 黄土岩性、地形对黄土侵蚀的影响	(211)
第五节 人为因素	(212)
第六节 治理黄土侵蚀的可能性和措施	(213)
第九章 黄土湿陷性研究	孙建中 费蕴霞 邓媛华 肖荣久 庞秀荣 (215)
第一节 黄土湿陷性与湿度的关系	(215)
第二节 黄土湿陷性原因与机理之探讨	(221)
参考文献	(229)
跋	刘东生 (239)
图版 I—X	

CONTENTS

Preface	Sun Honglie (i)
Foreword	Sun Jianzhong (iii)
Chapter 1 Quaternary chrono-stratigraphical research of the Loess Plateau	(1)
1.1 Loess is really even older—palaeomagnetostatigraphical restudies of Liujiapo section near Xi'an and Xiao Guanzai section, Lantian County, Shaanxi Province	Sun Jianzhong F. Heller, Zhao Jingbo, Wei Mingjian, Chang Peixing, Li Bingcheng (1)
1.2 On Sanmen Formation—supplementary palaeomagnetostatigraphical studies of Wujiapu section, Huaxian County, Shaanxi Province	Sun Jianzhong, Wei Mingjian, Zhao Jingbo, Chang Peixing, Li Bingcheng, Ge Tongming, Wen Siyu, Fan Limin (12)
1.3 On Qionghai Subchron and Emperor subchron	Ge Tongming Xiu Hang, Fan Limin, Wen Siyu, Sun Jianzhong, Wei Mingjian (20)
1.4 Research of electron spin resonance dating method on Liujiapo loess section	Li Desheng, Ding ZhaoZhong, Zhao Xingtian, Gao Hong, Yang Biming, Li Xingguo, Sun Jianzhong, Wei Mingjian (27)
1.5 Research of thermoluminescence dating method in Loess Plateau	Li Huhou, Wei Mingjian (39)
Chapter 2 Classification and correlation of Quaternary strata in Loess Plateau	Sun Jianzhong (46)
2.1 On lower boundary of Quaternary	(46)
2.2 On several boundaries within Quaternary	(59)
2.3 Division of loess strata	(62)
2.4 Division of Quaternary strata in river valley areas of Loess Plateau	(77)
2.5 Division of basin deposits in Loess Plateau	(85)
2.6 Quaternary stratigraphical time scale of Loess Plateau	(88)
Chapter 3 Paleosols and weathering crusts in loess strata	Zhao Jingbo (89)
3.1 Paleosols developing in warm and humid climatic conditions in Liujiapo section	(89)
3.2 Paleosols developing in cold and arid climatic conditions	(96)
3.3 CaCO ₃ in paleosols and its developing condition	(103)
3.4 Weathering crusts in loess	(110)
Chapter 4 Palaeoclimatic records in loess strata	(113)

4.1	Iron oxide in loess and its climatic significances.....	Sun Jianzhong, Wei Mingjian (113)
4.2	CaCO ₃ in loess and its significances	Wei Mingjian, Sun Jianzhong (124)
4.3	Grain size composition of loess and its climatic significances	Sun Xiuying, Sun Jianzhong (128)
Chapter 5	Natural environment of Dali Man and Dingcun Man	Ke Manhong,
	Sun Jianzhong, Sun Xiuying Zhao Jingbo, Wei Mingjian, Chang Peixing	(145)
5.1	Natural environment of Dali Man	(144)
5.2	Natural environment of Dingcun Man	(150)
Chapter 6	Palaeoenvironment of the Last Glacial Stage in Loess Plateau.....	Sun Jianzhong, Ke Manhong, Zhao Jingbo,
	Wei Mingjian, Sun Xiuying, Li Xingguo Liu shufang, Chang Peixing	(154)
6.1	Discussion on several problems	(154)
6.2	Beizhuangcun section, Weinan County, Shaanxi Province	(158)
6.3	Salaisu section, Inner Mongolia.....	(161)
6.4	Xiujiyao section, Yanggao County, Shanxi province	(168)
6.5	Section of two bore holes on the terraces of Wenquan river, Fuping County, Shaanxi Province	(171)
6.6	Classification of the Last Glacial Stage in Loess Plateau	(175)
6.7	Reconstruction of the palaeo temperature curve	(181)
6.8	Relation between continental climatical change and the transgression, regression and sea level change	(184)
Chapter 7	Palaeoenvironment of Holocene in Loess Plateau	Sun Jianzhong,
	Ke Manhong, Sun Xiuying, Zhao Jingbo, Wei Mingjian, Li Bingcheng	(186)
7.1	Daweigou section, Banpo neolithic ruins, Xi'an	(186)
7.2	Dongcheng reservoir section, Lantian County, Shaanxi province	(190)
7.3	Yaocun section, Fuping County, Shaanxi Province	(192)
7.4	3rd section of Shuidonggou neo-palaeolithic ruins, Ningxia Hui Autonomous Region	(195)
7.5	Section of peat producing area, Mengjiawan village, Yulin County, Shaanxi Province.....	(201)
7.6	Holocene palaeoclimate and palaeoenvironment	(201)
7.7	Concluions.....	(205)
Chapter 8	Erosion of loess and its conservation	Zhao Jingbo (206)
8.1	Change of Quaternary and modern erosion rate	(206)
8.2	Influence of climatic change to loess erosion and deposition	(208)
8.3	Neotectonic movement and loess erosion	(209)
8.4	Influence of lithological charactor of loess and relief to loess erosion.....	(211)
8.5	Artificial factors	(212)

8.6	Posibility and treatment of conservation of loess erosion.....	(213)
Chapter 9	Research on collapsibility of loess	
	Sun Jianzhong Fei Yunxia Deng Yuanhua Xiao YongjiuPang Xiurong	(215)
9.1	Relation betwen collapsibility of loess and moisture.....	(215)
9.2	Discusion on the reason and mechanism of the collapsibility of loess	(221)
References	(229)
Postscript Lin Dongsheng	(239)
Illustration of the plates	(241)
Plates	I—X	

第一章 黄土高原第四纪年代地层学研究

地层好象一本书,它记载着地质历史时期所发生的一切事件,包括古气候环境的变迁。研究的目的是要把这些记录从地层中发掘出来,要阐明这些古代自然历史的演变,首先就要把这些事件的时序弄清,排列出前后的顺序,才不致于把这些事件的先后顺序弄颠倒,这就需要建立一个准确的时间坐标。这是一项最基本的工作。为此,我们应用了古地磁、热释光(TL)、电子自旋共振(ESR)等方法,力图更好地解决这一问题,为以后论述提供依据。

第一节 黄土的确还要更老些

——刘家坡和肖官寨黄土剖面古地磁地层学再研究

在1985年10月5—13日在西安召开的国际黄土研究学术讨论会上,我们曾经宣读了题为《黄土还要更老些》的论文(孙建中等,1987)。文章根据西安刘家坡、蓝田肖官寨和奈曼小北沟三个黄土剖面上黄土地层下界进入高斯正向时的事实,提出黄土地层的下界比当时人们所知的240万年还要早一些的论点。这个问题提出来以后,引起了一些学者的怀疑,认为刘家坡剖面下部有滑坡,影响了古地磁测定的可靠性。为此,我们在刘家坡剖面下部挖了探槽,证明剖面处没有滑坡。虽然剖面西侧确有滑坡,但它没有影响到实测采样剖面。同时我们将刘家坡剖面古地磁样品副样一套送瑞士苏黎世高等工学院地球物理研究所海勒(Friedrich Heller)博士利用该所的超导磁力仪及热退磁仪进行了测定。另外,在蓝田肖官寨剖面的崖壁上,出露十分清楚的黄土与第三纪三趾马红土的界线上,采集了一些样品。送广州南海地质调查局实验室进行测定。测定结果显示,黄土地层的下界仍然在高斯正极性时之内。确证了以前关于黄土还要更老些的结论。现将这次重新研究的成果,叙述如下。

一、刘家坡剖面地层概况

刘家坡剖面位于西安市东郊坝河西南岸,白鹿塬东北坡西端的山坡上。剖面顶部在白鹿塬顶面上的任家村,剖面底部在半山坡上的刘家坡村。地理坐标:北纬 $34^{\circ}14'20''$,东经 $109^{\circ}7'30''$ 。地貌上属于掀斜式不均匀上升的白鹿塬断块的西北端。这个断块一方面向西南倾侧形成地面与黄土地层的倾斜(从 S_5 以下向南倾,倾角约 5°)。另一方面其西北端则特别翘起达标高770余米。高出附近灞河河面350余米。形成高峻的崖坡,坡上发育着一整套新生代地层(图1-1)。黄土地层位于剖面的最上部。黄土地层下伏晚上新世蓝田组的红粘土(三趾马红土)砂砾岩和早上新世坝河组的绛紫色粉砂质泥岩等等。

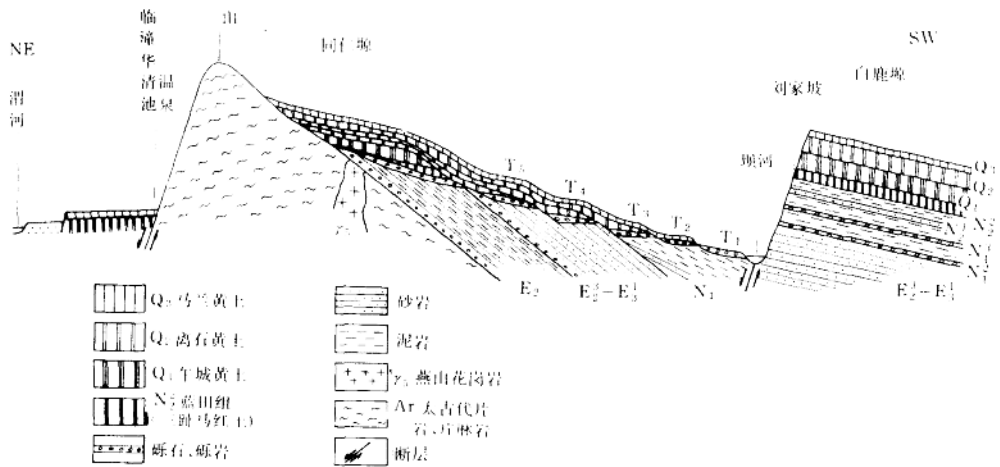


图 1-1 骊山—白鹿塬示意地质剖面

1. 马兰黄土(Q₁); 2. 离石黄土(Q₂); 3. 午城黄土(Q₃); 4. 上新统蓝田组红土(三趾马红土)(N₁);
5. 砾石和砾岩; 6. 砂和砂岩; 7. 粘土和泥岩; 8. 中生代花岗岩; 9. 太古代片岩与片麻岩;
10. 断层; N₁² 坝河组(下上新统); N₁¹ 冠家村组(上中新统); N₂² 冷水沟组(中中新统);
- E₂¹-E₂² 白鹿塬组(上始新统一下渐新统); E₂ 红河组(始新统); T₁-T₅ 河流第1至第5级阶地。

对于该剖面黄土地层此次经过重新测量并详细描述如下。

全新统(Q₄):

1. 现代黄土(L₀), 上部为耕作层, 灰黄色疏松多孔, 团粒及团块结构, 富含植物根和动物虫孔, 不具明显的 CaCO₃ 薄膜。厚 0.7m
2. 草甸褐土(S₀), 灰褐色, 疏松多孔, 团块结构, 偶见似棱柱状结构, 颗粒成分均一, 具 CaCO₃ 薄膜及斑点。底部少见 CaCO₃ 结核。过去该层被称为黑垆土。厚 0.5m

上更新统(Q₃):

3. 黄土(L₁), 马兰黄土, 上部灰黄—浅灰褐色, 富含大孔隙, 团块结构, 见 CaCO₃ 薄膜和斑点。成壤化明显, 略显红色。在距顶面 1m 处有零星分布 CaCO₃ 结核。(直径 10cm 左右), 下部浅灰黄色, 富含大孔隙, 团块结构, CaCO₃ 薄膜, 斑点很发育, 土壤化较弱。厚 2.3m
4. 占土壤(S₁), 上部暗褐色—黑褐色, 团块与棱柱状结构发育, 含丰富的 CaCO₃ 薄膜和斑点(复钙作用所致, 即由上覆黄土中淋滤而来), 及有机质, 不见铁锰胶膜。下部棕红色, 团块状和棱柱状结构, 结构体较上部粗大, 底部不见 CaCO₃ 结核淀积层。属草甸褐土或棕壤。该层已成为风化壳。含铁锰胶膜。厚 2.9m

中更新统上部(Q₂), 主要为离石黄土上部:

5. 黄土(L₂), 上部灰黄色, 略显红色, 含大孔隙, 裂隙很发育, 这是受上部占土壤发育时淋滤作用造成的。较坚硬, 在距顶面 1.6m 处有一层厚 20cm 的 CaCO₃ 结核层, 是 S₁ 的 CaCO₃ 淀积层。CaCO₃ 结核层以上到 S₁ 顶界为风化壳。结核以上的黄土不含或少含 CaCO₃, 是后期淋滤的结果。下部灰黄色, 疏松多孔, 团粒结构, 受风化作用弱, 垂直节理不发育, 含少量 CaCO₃ 斑点。厚 4.46m
6. 占土壤(S₂₋₁), 红褐色, 上部团块状结构, 中部棱柱状结构, 含少量铁锰胶膜, 由上向下, 由深红变为红褐色。厚 0.8m, 其下有 20cm 一层黄土, 本层占土壤为复合占土壤, 下部(S₂₋₂)浅红褐色, 似棱柱状结构, 铁锰胶膜不发育, 较 S₂₋₁ 发育略差。厚 2.5m

7. 黄土(L₁), 上部浅棕红, 褐黄色, 团块状及似棱柱状结构, 风化较强, 含大孔隙, 较坚硬。中部有15cm厚的CaCO₃结核层。
厚 2.3m

8. 占土壤(S₃), 上部棕红色, 团块结构, 不含铁锰胶膜。中下部红棕色, 棱柱状结构, 铁锰胶膜发育, 不具CaCO₃结核淀积层, CaCO₃被淋失。
厚 2.0m

9. 黄土(L₂), 褐黄色, 土壤结构清楚, 为团块状, 似棱柱状结构。松散, 富含大孔隙。
厚 2.50m

10. 占土壤(S₄), 上部棕红色, 团块结构, 不具黑褐色铁锰质胶膜。中下部为粗棱柱状结构, 具铁锰胶膜, 但较S₃少。含大孔隙, 较坚硬, 粘化强。底部不具CaCO₃结核, 淀积层出现在下伏黄土(L₂)的底部。棱柱状结构较其它各层均粗大。已成为风化壳。
厚 1.25m

11. 黄土(L₃), 棕黄色, 上部风化强, 似棱柱状结构, CaCO₃及大孔隙少, 较坚硬。下部风化弱, 松散, 富含大孔隙及CaCO₃粒状结构。为风化壳的组成部分。底部有厚0.34m的钙板层, 灰黄—灰白色, 致密坚硬。这是S₄的淀积层。
厚 2.55m

中更新统下部(Q₂¹), 离石黄土下部的上部:

12. 占土壤(S₅), 由三层占土壤复合而成, 顶部棕红色, 团块结构。其余部分为红褐色, 棱柱状结构, 结构体表面具大量黑褐色铁锰胶膜, 是本剖面铁锰胶膜最发育的占土壤。棱柱体较坚硬, 不见CaCO₃薄膜, 粘化强烈。三小层占土壤之间无黄土相隔。但每层中部以其更深、更红的颜色和显著的棱柱状结构而显示出分层。三层发育强度类似, 均较强烈。每层下部均不具CaCO₃结核淀积层, CaCO₃淀积层位于占土壤之下一定深处的黄土中。S₅之下的黄土风化强, 呈浅红褐色, 并具铁锰胶膜和红色铁质胶膜, 显示出该层占土壤中的铁质成分下移显著, 具北亚热带土壤的特征, 应属黄棕壤。占土壤呈倾斜状态, 倾向250°, 倾角7°。该层占土壤已成为典型的风化壳。
厚 5.1m

13. 黄土(L₆), 上部由上向下, 由浅红褐色变为褐黄色, 受风化强烈, 裂隙发育, 破碎成20—30cm的碎块, 裂隙表面可见棕红色铁质胶膜, 含大孔隙, 较坚硬, 不含CaCO₃薄膜。是风化壳的组成部分。L₆下部浅灰黄色, 疏松, 大孔隙发育, 粒度较粗, 团粒和粒状结构, 富含CaCO₃薄膜, 受风化弱。中含密集大型CaCO₃结核(直径30—40cm)成层分布厚2m, 为S₅在深处的淀积层。
厚 3.44m

14. 占土壤(S'₅), 棕红色, 团块状结构, 大孔隙少, 较坚硬, 不具铁锰胶膜, 含CaCO₃薄膜, 成壤作用弱, 下部有0.4m厚的板状CaCO₃淀积层。
厚 0.8m

15. 黄土(L'₆)
厚 0.76m

16. 占土壤(S₆), 红褐色—黄褐色, 棱柱状结构, 铁锰胶膜特别发育, 胶膜数量与S₅类似, 但颜色不太红。底部有15cm的CaCO₃结核淀积层, 该层倾向170°, 倾角7°。
厚 1.0m

17. 黄土(L₇), 棕黄色、粒状、团块状结构, 大孔隙发育, 具CaCO₃薄膜, 较疏松, 受风化弱
厚 0.08m

18. 占土壤(S'₆), 棕红色, 团块状结构, 含大孔隙及CaCO₃薄膜, 不具铁锰胶膜, 为发育弱的占土壤。其底部有厚0.36m的CaCO₃淀积层发育, 成钙板层。倾向270°, 倾角12°。
厚 0.66m

19. 黄土(L'₇), 棕黄色—褐黄色, 粒状、团块状结构, 富含大孔隙与CaCO₃薄膜, 较疏松, 受风化弱。
厚 1.00m

20. 占土壤(S₇), 浅红褐色, 团块状结构为主, 也有少量棱柱状结构(不典型), 铁锰胶膜发育差, 下部有很发育的CaCO₃结核淀积层, 结核分布在紧靠土壤之下的黄土中, 结核层厚90cm。
厚 1.20m

下更新统上部(Q₁¹), 离石黄土下部的下部:

21. 黄土(L₈), 棕黄—褐黄色, 粒状、团块状结构, 疏松, 富含大孔隙和CaCO₃薄膜, 受风化较弱。
厚 1.20m

22. 占土壤(S₈), 浅红褐色, 棱柱状结构, 含丰富的黑褐色铁锰质胶膜, 可见少量土粒, 全为黑褐色胶膜包裹。中下部比上部颜色更红一些。成壤作用较S₆、S₇强。
厚 2.80m

23. 黄土(L₈, 上粉砂层上部), 浅棕黄色, 粒状, 粉末状, 团粒状结构, 含大孔隙。大孔隙内部常见有机质黑褐色薄膜充填。富含CaCO₃薄膜及斑点。颗粒成分略粗。顶部为厚1.5m左右的, 大个体的CaCO₃结核层, 为S₈的淀积层。
厚 3.60m

24. 占土壤(S'₉), 棕红色, 团块状结构, 无铁锰胶膜, 含大量后期淋滤 CaCO₃ 薄膜, 斑点, 底部有厚约 20cm 的 CaCO₃ 结核。厚 1.20m
25. 黄土(L'₉, 上粉砂层下部) 浅棕黄色, 粒状, 团粒状结构, 较松散, 富大孔隙。孔道内含黑褐色薄膜, 与铁锰胶膜不同, 似为有机质碳化而成, 而且上部为多。也富含 CaCO₃ 薄膜与斑点。厚 1.71m
26. 占土壤(S₈), 深红褐色, 发育较强, 棱柱状结构, 黑褐色铁锰胶膜发育, 粘化较强烈, 比 S₈ 略弱。底部紧接有 CaCO₃ 结核层。厚 1.40m
27. 黄土(L₁₀), 棕黄—褐黄色, 较坚硬, 团块结构, 含少量 CaCO₃ 薄膜与斑点, 并有黑色有机质薄膜。厚 0.60m
28. 占土壤(S'₉), 浅红褐色, 团块状及似棱柱状结构, 较坚硬。不含铁锰胶膜, 但含大量次生白色 CaCO₃ 薄膜。底部有稀疏分布的 CaCO₃ 结核层。土壤化程度不太高, 略强于 S'₆。厚 0.70m
29. 黄土(L'₁₀), 褐黄, 略带棕红色, 团粒结构为主, 次为团块状, 含少量大孔隙及 CaCO₃ 斑点。厚 0.8m
30. 占土壤(S₁₀), 浅红褐色, 团块结构为主不见铁锰胶膜, 含大量次生 CaCO₃ 薄膜较坚硬。底部为稀疏分布的 CaCO₃ 结核淀积层。厚 0.50m
31. 黄土(L₁₁), 褐黄—浅棕红色, 团块状结构, 含少量大孔隙和许多 CaCO₃ 斑点结核。厚 0.40m
32. 占土壤(S₁₁), 浅棕红色, 团块状结构为主, 较坚硬, 不见铁锰胶膜, 含后期淋滤 CaCO₃ 薄膜。底部有 CaCO₃ 结核层, 有时呈板状(厚 26cm)。厚 1.20m
33. 黄土(L₁₂), 褐黄色, 团块状结构, 风化较强。厚 0.70m
34. 占土壤(S₁₂), 棕红色, 团块状结构, 不含铁锰胶膜, 含极丰富的后期淋滤 CaCO₃ 薄膜及少量大孔隙。底部有厚约 0.40m 的 CaCO₃ 小结核(3—4cm) 厚 1.0m
35. 黄土(L₁₃), 浅棕黄色, 较松散, 柱状结构为主, 大孔隙较多, 孔洞内有黑色薄膜充填, 切面呈黑褐色斑点。颗粒成分较粗, 与上粉砂层类似, 呈风化弱的典型黄土。表面风化呈片状剥落。厚 2.90m
36. 占土壤(S₁₃), 浅红褐色, 团块状结核(不典型), 不含铁锰胶膜及 CaCO₃ 薄膜。粘化弱。厚 1.2m
37. 黄土(L₁₄), 褐黄色, 均质粒状结构, 含少量大孔隙, 较松散, 不含或少见 CaCO₃ 薄膜。顶部为小钙结核(3~5cm)组成的结核层(厚 0.59m)是 S₁₃ 的淀积层。厚 1.20m
38. 占土壤(S₁₄), 红褐色, 团块结构, 不见铁锰胶膜, 含后期淋滤而积成的薄膜, 较坚硬, 底部为小结核(3~5cm)构成的淀积层。结核层厚(0.71m) 厚 1.29m
39. 下粉砂层(L₁₅), 上部米黄色(是该剖面颜色最浅的一层), 含大孔隙, 松散, 均质粒状结构, 孔道内有黑褐色胶膜(似为有机质碳化而成)。颗粒较粗, 含 CaCO₃ 结核, 下部为黄土(厚 1.4m)棕黄色, 均质粒状结构, 含少量大孔, 较坚硬, 含少量 CaCO₃ 薄膜, 较上粉砂层粒度细, 色略深。厚 3.35m
- 下更新统下部(Q₁¹), 午城黄土:
40. 占土壤(S₁₅), 棕红色, 团块状结构 CaCO₃ 薄膜, 斑点发育, 不见铁锰质胶膜, 含少量褐色斑点。CaCO₃ 结核淀积在下伏黄土中, 与占土壤底部有 1m 厚的黄土相隔。厚 1.85m
41. 黄土(L₁₆), 棕黄色, 较致密坚硬, 少见大孔隙, 不含 CaCO₃ 斑点、薄膜, 但孔道内有黑褐色薄膜, 孔道多被压实, 而黑色薄膜显示出孔道的延长大小与方向。中夹两层厚约 30cm 的 CaCO₃ 结核层。厚 3.9m
42. 占土壤(S₁₆), 浅红褐色, 由于上覆土层的压力, 土壤的棱柱状结构不典型, 含一定量的铁锰胶膜。与 S₉ 土壤化程度相近。底部有 0.3m 厚的钙板。厚 1.00m
43. 黄土(L₁₇), 棕黄色, 较致密, 大孔隙少见, CaCO₃ 薄膜发育, 见少量褐色斑点。风化较强, 团粒结构。厚 1.50m
44. 占土壤(S₁₇), 棕红色, 团粒结构, 无铁锰胶膜, 较坚硬。底部有 0.3m 厚的 CaCO₃ 结核层。厚 0.5m
45. 黄土(L₁₈), 棕黄色, 致密、坚硬, 少见大孔隙, 含大量 CaCO₃ 结核。厚 1.85m

46. 占土壤(S₁₈), 红褐色, 具不典型的棱柱状结构(受上覆土层压力之故)具少量铁锰胶膜。紧靠粘化层之下为 CaCO₃ 结核淀积层(厚 0.3m)成壤作用略强于 S₁₆。厚 1.15m
47. 黄土(L₁₉), 棕黄色, 较致密、坚硬, 大孔隙少见, 含黑褐色斑点, 不含 CaCO₃ 薄膜、斑点。粒状、团粒状结构。厚 1.00m
48. 占土壤(S₁₉), 浅棕红色, 较密实、坚硬, 略具团块状结构, 含褐色斑点及 CaCO₃ 薄膜, 无铁锰胶膜。下部有厚约 0.4m 的 CaCO₃ 结构层。厚 0.40m
49. 黄土(L₂₀), 褐黄色, 致密、坚硬、大孔隙少见, 含黑色薄膜条带及 CaCO₃ 斑点、假菌丝体。粒状—团粒状结构。厚 1.20m
50. 占土壤(S₂₀), 浅棕红色, 具不典型团块结构, 致密, 坚硬, 具黑褐色斑点, 无铁锰胶膜。粘化层之下, 紧接着有厚 0.3m 的 CaCO₃ 结核层。厚 0.80m
51. 黄土(L₂₁), 褐黄色, 略带浅红色, 致密坚硬, 含黑褐色薄膜条带, 几乎不见大孔隙。厚 0.8m
52. 占土壤(S₂₁), 红褐色, 含少量铁锰胶膜, 团块极不清楚的棱柱状结构, 致密坚硬, 含少量粗砂粒, 底部有 0.8m 厚的 CaCO₃ 结核, 结核个体小(3—5cm)。厚 1.40m
53. 黄土(L₂₂), 棕黄色, 致密坚硬, 无大孔隙, 含 CaCO₃ 小结核, 无 CaCO₃ 薄膜, 含黑褐色薄膜构成的条带。粒状—团粒状结构。厚 0.85m
54. 占土壤(S₂₂), 棕红色, 密实、坚硬, 无大孔, 含 CaCO₃ 斑点、假菌丝体以及黑褐色薄膜构成的条带。由于上覆地层压力作用, 土壤结构已不明显。底部有小结核。厚 0.35m
55. 黄土(L₂₃), 棕黄色, 致密, 坚硬, 无大孔和 CaCO₃ 薄膜。含黑褐色薄膜组成的条带, 团粒状结构。厚 0.8m
56. 占土壤(S₂₃), 红褐色, 较坚硬, 由于压力作用, 棱柱状结构不明显, 裂隙发育, 含少量铁锰胶膜。底部少量 CaCO₃ 结核。厚 0.8m
57. 黄土(L₂₄), 棕黄色, 略呈棕红色, 致密, 坚硬, 无大孔隙, 含黑褐色薄膜。组成的条带。粒状—团粒状结构。厚 0.4m
58. 占土壤(S₂₄), 棕红色, 具不典型团块结构, 无铁锰胶膜。致密, 坚硬, 含黑褐色薄膜组成的条带。因上覆地层压力而土壤结构不明显。厚 1.04m
59. 黄土(L₂₅), 浅棕黄色, 致密, 坚硬, 无大孔隙和 CaCO₃ 薄膜, 含许多 CaCO₃ 结核及黑褐色薄膜组成的条带。粒状—团粒状结构。厚 1.9m
60. 占土壤(S₂₅), 浅棕红色, 致密, 坚硬, 无大孔隙, 不具 CaCO₃ 结核淀积层, 土壤化程度不高。厚 0.36m
61. 黄土(L₂₆), 棕黄色, 致密, 坚硬, 无大孔隙, 含黑褐色条带状薄膜。无 CaCO₃ 薄膜及斑点。厚 2.30m
62. 占土壤(S₂₆), 棕红色, 具不明显的团块状结构, 坚硬, 不具铁锰胶膜, 具 CaCO₃ 薄膜。厚 0.48m
63. 黄土(L₂₇), 棕黄, 略显红, 致密, 坚硬无大孔, 具大量 CaCO₃ 薄膜。厚 0.3m
64. 占土壤(S₂₇), 棕红色, 由于上覆土层压力, 土壤结构已不明显, 坚硬, 含少量铁锰胶膜, 裂隙发育, 呈碎块状。厚 1.10m
65. 黄土(L₂₈), 棕黄色, 致密, 坚硬, 无大孔, 无 CaCO₃ 薄膜。具黑褐色条带状薄膜及许多 CaCO₃ 结核。厚 1.60m
66. 占土壤(S₂₈), 棕红色—浅红褐色, 略显柱状结构, 坚硬, 含少量铁锰胶膜, 底部有 CaCO₃ 小结核, 土壤结构受强烈破坏。厚 0.80m
67. 黄土(L₂₉), 棕黄色, 致密, 坚硬, 粒状—团粒状结构。厚 0.50m
68. 占土壤(S₂₉), 红褐色, 略显柱状结构, 裂隙发育, 铁锰胶膜少, 底部有 CaCO₃ 小结核。厚 0.40m
69. 黄土(L₃₀), 棕黄色, 致密, 坚硬, 含黑褐色条带状薄膜。厚 2.15m

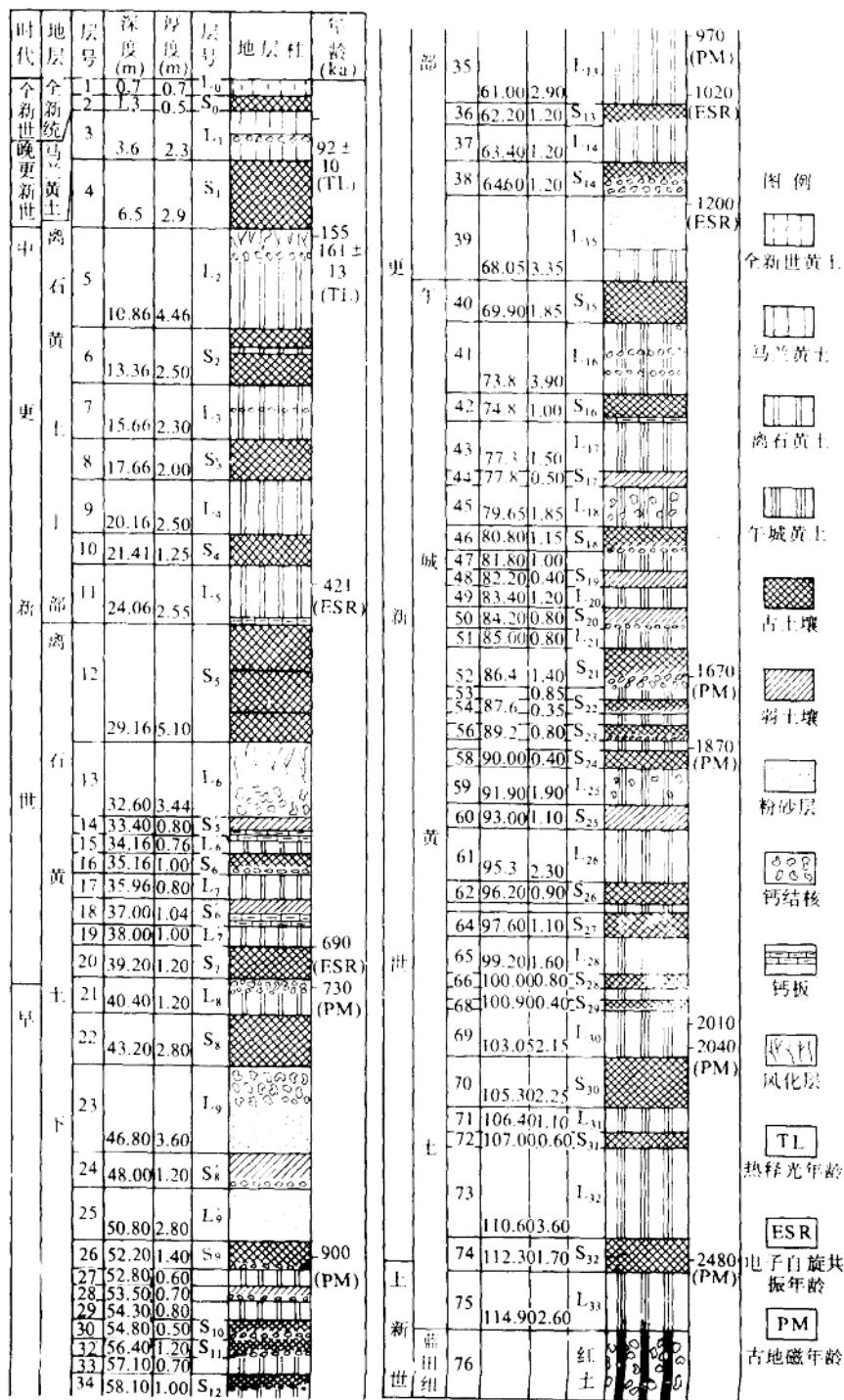


图 1-2 刘家坡剖面地质柱状图