

中国地质科学院

天津地质矿产研究所所刊

第14号



地质出版社

丁
251.11
362

中国地质科学院

天津地质矿产研究所所刊

第 14 号

秦岭地区第四纪冰川地质研究

刘有民

(天津地质矿产研究所)

王桂增

(陕西省地质矿产局)

地质出版社

摘 要

秦岭是北半球中纬度地区的中高山脉,第四纪时期的自然环境演变,在这里从许多方面都表现出来,其中冰川作用是最积极、最敏感的因素之一。本文在确认秦岭第四纪冰川作用后,探讨了该区第四纪冰川的性质、类型和空间分布,结合新构造活动与古气候演变特征,概括了秦岭地区第四纪古环境演变模式,并初步建立了该区第四纪气候地层层序。

通过宏观的冰川遗迹调查,以及由孢粉、重砂矿物、石英颗粒表面形态的扫描电镜观察等微观分析证明,秦岭地区第四纪期间经历了四次冰川作用,即早更新世晚期的洛南冰期,中更新世的咀头冰期,晚更新世的玉皇冰期和太白冰期。早、中更新世为海洋性的半覆盖盆地冰川和树枝状冰川,晚更新世属大陆性冰斗冰川或小型冰帽。冰川规模由大变小,分布位置越来越高,联系中国北方早、中更新世之河湖相沉积与红色土的广泛分布,晚更新世是第四纪自然环境演变最剧烈的时期。

中国地质科学院

天津地质矿产研究所所刊

第14号

•

责任编辑:张恩鹏

地质出版社出版

(北京西四)

香河县印刷厂印刷

河北省香河县印刷厂

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

•

开本: 787×1092 1/16·印张: 6 6/8·字数: 158000

1987年2月北京第一版·1987年2月北京第一次印刷

印数: 1—2410册·定价: 1.80元

统一书号: 13038·新281

目 录

前言.....	(1)
一、自然地理概述.....	(2)
二、秦岭第四纪冰川遗迹及冰缘现象.....	(4)
(一)洛南地区第四纪冰川遗迹及冰缘现象	
(二)蓝田盆地第四纪冰川遗迹	
(三)秦岭主分水岭一带第四纪冰川遗迹与冰缘现象	
(四)陇山地区第四纪冰川遗迹及冰缘现象	
三、第四纪冰期划分与对比.....	(26)
(一)第四纪冰期划分	
(二)秦岭第四纪冰期对比	
(三)关于黄土与冰期	
四、冰川沉积微观特征.....	(34)
(一)概述	
(二)资料处理	
(三)微观特征及其地质意义	
五、第四纪孢粉探讨.....	(42)
(一)主要成果与确定气候的依据	
(二)孢粉成分	
(三)孢粉组合特征	
(四)孢粉组合与气候旋回	
六、第四纪冰川性质与古气候演变.....	(57)
(一)冰川性质	
(二)古气候演变	
七、第四系划分.....	(63)
(一)秦岭山区第四系划分	
(二)秦岭与关中的第四系对比	
(三)几个问题的讨论	
结语.....	(76)
参考文献.....	(77)
图版说明及图版.....	(79)
英文摘要.....	(88)

**BULLETIN OF THE TIANJIN INSTITUTE OF
GEOLOGY AND MINERAL RESOURCES, THE CHINESE
ACADEMY OF GEOLOGICAL SCIENCES**

No.14

**RESEARCH ON QUATERNARY GLACIAL GEOLOGY
IN QINLING MOUNTAIN**

CONTENTS

Preface	(1)
I Geographic settings	(2)
II The Quaternary glacier remains and periglacial features in Qinling Renge.....	(4)
III The subdivision and correlation of Quaternary glaciations.....	(26)
IV The microscopic characteristics of glacial deposits.....	(34)
V A discussion on Quaternary pollen spore.....	(42)
VI The Quaternary glacier character and the palaeoclimate change.....	(57)
VII The subdivision of Quaternary sequence.....	(63)
Conclusion.....	(76)
References.....	(77)
The plate and its explanation.....	(79)
Abstract.....	(88)

Editorial Department
Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources
(No.4, 8th Road, Dazhigu, Tianjin, China)

前 言

秦岭山脉横亘中原,构成地质学和地理学等研究领域的一条十分重要的分界。近年来,随着对中国东部第四纪冰川、古气候及自然环境演变方面研究的逐步深入,常有许多问题涉及到秦岭,一些生产、科研和教学部门,越来越重视对它的研究。

半个世纪以来,秦岭地区第四纪冰川地质及第四系的研究工作,虽取得一定的进展,但有关涉及中国东部长期存在的第四纪冰川的争论问题,以及第四纪古气候演变模式、第四纪地层层序、冰期划分对比等重大问题,则因其研究程度不足,而未能妥善解决。对这样一些薄弱环节,若能及早进行深入研究,不仅可以提高区域地质研究水平,更有益于水文地质、工程地质、生态环境等生产实践方面的应用和发展。

秦岭地区第四纪冰川与第四系的研究,始于本世纪初期。德人林普利兹特(W. Limpicht, 1922)对太白山冰川地貌曾有记述^[30],李四光^[14]、赵亚曾、黄汲清(1937)、H. 威斯曼(1937)^[31]、芬茨尔G. Fenzl、李毓尧、许杰^[18](1937)等学者的著作中,对太白山的冰川遗迹也曾论及。待至解放后,自1958年起陆续有人^{[23][20][16][7][13]}对太白山及其外围地区的第四纪冰川作用及冰期划分等作了进一步探讨,先后提出过太白、首阳、外方^[20]、斗母宫、大殿^[13]、公王岭、郭家岭^[7]等冰期概念。这些冰期划分意见,多是源于教学实习或区域地质测量的观察所得,但均未进行过专题性研究,故其所持之冰期概念各异和系统性不强等情况是很正常的。在这些初步观察基础上,很难得出一个统一的冰期划分方案,更不足以解决秦岭地区的第四纪冰川作用的性质、类型、特点,冰川作用的次数、规模、分布及其分期诸问题。

李四光教授曾对秦岭地区的冰川作用及其研究至为关注,许多地质工作者亦对秦岭寄以期望,尤其是第四纪冰川研究者,把这里视之为解决中国东部地区有关第四纪冰川问题的关键环节之一。

鉴于上述原因,1980—1981年地质部科技发展计划第48号和中国地质科学院科研计划第1号所列项目,确定有“秦岭地区第四纪冰川遗迹与第四系划分研究”课题,其目的是考察冰川作用,以期确立秦岭地区的冰期,并应用第四纪冰期和间冰期气候地层学方面的研究,探讨和拟定其第四纪地层。天津地质矿产研究所第四纪研究室及陕西省地质矿产局第一水文地质队协同协作,自1980年至1982年,历时三年的野外调查及室内研究,最终完成了任务。

本课题研究范围,界于北纬 $33^{\circ}40'$ — $35^{\circ}50'$,东经 $106^{\circ}30'$ — $110^{\circ}20'$ 之间,包括了陕西境内的秦岭部分,面积约 $4 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。作者们曾多次穿越秦岭山脉的不同地段,并涉足渭河以北的陇山和秦岭以南的汉中地区,最后选定太白山、太白盆地、洛南盆地及蓝田地区进行重点研究,体现了点面结合重点突破的研究方法,除进行宏观调查外,还配合以航片解释,同时对近500个不同成因的第四系样品分别进行孢粉、重砂矿物组合、化学元素多项分析、粘土矿物分析、微量元素光谱半定量测定、石英颗粒表面形态扫描电镜等多种微

观实验研究,并辅以少量的同位素 ^{14}C 、铀系等测年手段,从而为秦岭地区的冰期划分提供了资料和依据。由老而新建立了洛南(L)冰期、咀头(Z)冰期、玉皇(Y)冰期及太白(T)冰期,并为本区第四纪冰川性质和古气候演变的探讨,以及秦岭地区第四纪地层层序的建立提供了前提。证实了研究地区第四纪冰川的存在;查明了冰川的类型;提出了第四纪冰期和间冰期的划分方案,以及历次冰期的冰川分布范围;建立了研究地区的冰期和间冰期气候地层学层序;将研究地区与其邻区第四纪地层进行了对比的尝试。虽然在这几方面取得了一定进展,但受研究手段的局限,在冰期年代学方面尚有待深入研究。由于研究者的水平所限,谬误和错漏在所难免,望予批评指正。

本文由课题组成员分工执笔:前言,陈建国;自然地理概述,王佳华;秦岭第四纪冰川遗迹与冰缘现象,吕英豪;第四纪冰期划分与对比,王桂增;冰川沉积微观特征,刘有民、李学谦;第四纪孢粉探讨,王毓钊、罗宝信;第四纪冰川性质与古气候演变,刘有民;第四系划分,王桂增、冯焕佩;结语,王桂增。按验收评审意见,最后由刘有民、王桂增进行补充修整,经天津地质矿产研究所第四纪研究室主任周慕林副研究员,陕西省地质矿产局张治平工程师及陕西省地质矿产局第一水文地质队佟永贺主任工程师共同审查定稿。

一、自然地理概述

横亘陕西省中部的秦岭山脉,南起汉江以北,北止渭河谷地“八百里秦川”的南缘,构成长江、黄河两大水系的分水岭,是我国南北方现代气候、植被和土壤的天然分界线。秦岭主峰太白山海拔3767m,除盛夏外,降雪难融。其顶部八仙台和西跑马梁一带,自古有“太白积雪六月天”的说法,为关中八景之一。东部之西岳华山,断崖千尺,雄伟异常,为我国五大名山之一。

远在中生代以前,秦岭就已经成为南北两大地质构造单元的分界,在其两侧各自具有截然不同的古地理、古气候、古生物群、岩石组合和特定的矿产。因此,这一地区的研究工作在中国地质学上具有极其重要的意义。

在地质构造上,秦岭山脉是一个经历长期多次构造活动的地区,主要由一系列东西向复式褶皱带和大断裂带组成,挤压现象十分明显,其间的低序次挤压带,压性劈理及张性、扭性断裂等经常可见。此外,还有一些早期东西向构造带受后期发生的祁吕贺山字型构造及新华夏构造的复合叠加、破坏和改造,形成一些向北偏转的构造线。与主要褶皱带平行的大断裂带,延伸长度可达数百km,甚至近1000km,切穿地层较深,倾角陡,一般呈带状平行展布。伴随这些主要褶皱断裂带的发育,区域变质和动力变质作用都很强烈,并有多期次、多世代的岩浆活动和热变质作用^①。

在构造分区上,以唐戴一靖口—沙沟街—商县断裂为界,其北为北秦岭,其南称南秦岭。本区前第四纪地层北部老,南部新,岩相变化明显,厚度大而不稳定,岩石变质程度

①陕西省地质局综合研究队,1978,1/50万陕西省构造体系图。

北深南浅。北秦岭地区主要为前震旦系、震旦系及下古生代地层组成, 石炭系、二叠系、侏罗系、白垩系、第三系仅零星地分布在断裂带、构造盆地中。南秦岭北侧主要为泥盆系及石炭系。按时代从老至新简述如下:

太古界为一套混合岩、片麻岩、云母石英片岩。下元古界主要为变质的碎屑岩和大理岩。震旦系、寒武系有火山岩及火山碎屑岩和碳酸盐岩。奥陶系为变质碎屑岩及碳酸盐岩。志留系以碎屑岩为主。晚古生界主要是碳酸盐岩与变质岩、碎屑岩互层。中生界主要为陆相碎屑岩和面积酸性岩浆岩。第三系是一套红色陆相碎屑沉积^①。

莽莽秦岭山脉, 东西延展千里, 山势西高东低, 新构造运动的差异造成坡地发育极不对称。北坡十分陡峻, 源近流短, 谷深壁陡, 水流湍急, 短而深的峡谷地形十分发育, 素有秦岭72峪之称, 南坡稍缓, 沟谷较长。在新构造的抬升与河流下切等内外营力作用下, 共同塑造了秦岭山地千姿百态的低山丘陵、中山和高山地貌, 在峰峦起伏的群山之中, 一种岭梁地形常在不同高度出现。

秦岭山脉处于现代气候的暖温带南部, 由于山体规模大、海拔高、垂直地带性十分明显, 自山麓至山顶, 气候、土壤、植物等自然地理现象垂直分带清楚。

海拔 800m 以下为暖温带气候。年平均气温约 12℃, 年平均降水量 620—700mm, 多集中在 7—9 月, 四季分明。植被主要以栓皮栎为代表的落叶阔叶林, 以及由侧柏、油松等构成的常绿杂木林。在此植被和气候条件下发育了褐土。

海拔 800—1300m 为温带气候。年平均温度 11.5—9℃, 夏季气温在 20—23℃, 年平均降水量 680—800mm, 7—9 月降水量约占全年的 60—65%。夏季不太炎热, 春秋时间较短, 冬季冷期较长, 在此温和湿润气候条件下长锐齿栎、油松以及板栗、山杨、柞柳、鹅尔栎、水榆等杂木林, 林下土壤为褐土和棕壤。

海拔 1300—2600m 属寒温带气候。年平均气温 9—2℃, 年平均降水量 750—1000mm, 该带春秋季节短促, 冬季漫长, 气候冷湿, 多雨多雾。在此寒湿气候条件下, 生长有锐齿栎、油松、辽东栎、华山松、红桦、牛皮桦等针阔叶混交林, 林下土壤为棕壤和灰化土。

海拔 2600—3350m 为高山亚寒带气候。年平均气温 -1—-2℃, 年降水量约 800—900mm, 10 月至翌年 4 月平均气温在 0℃ 以下, 土壤冻结期约 7—8 个月, 冬季长达 9 个月。亚寒带上界大体是森林上限, 该带气候冬季较长而寒冷, 夏季短而温凉, 植被以云杉、冷杉和落叶松林为特征, 土壤为灰化土和森林草甸土。

海拔 3350—3767m 属高山寒冻荒漠气候。严冬可持续 9—10 个月, 极端气温可到 -30℃ 以下, 降雪期一般从 9 月至翌年 5 月, 年降水量 700—800mm, 7—8 月气候温凉, 日平均气温在 5—10℃ 之间的日数约 50 天。这里气候寒冷半湿润, 无秋季, 冬季长, 天气多变, 风大, 日照强。在此气候条件下发育了高山荒漠灌丛草甸, 主要植被有密枝杜鹃、高山柳、高山锈线菊、禾叶蒿草以及苔藓、地衣等。土壤为高山草甸土、原始草甸土等。

经历第四纪时期的沧桑巨变, 群山之中不仅有常见的河流阶地、冲沟、洪积扇地形, 暴雨之后的泥石流及滑坡等现象更是常见, 与新构造活动有关的河流袭夺、温泉和大规模崩塌现象也屡见不鲜。断陷盆地内的河湖相沉积与保存在不同高度的岩溶现象, 说明秦岭山脉经历过高温多雨的历史, 那些山顶和谷源地区被掘蚀而成的冰斗地形和出现在不同高

①陕西省地质局区测队 1:200 000 地质图(佛坪、西安、凤县、香泉、东江口、宝鸡幅)

度具不同特征的冰碛物,揭示了秦岭山脉曾不止一次地渡过了冰天雪地时期,太白山顶部数个高山湖泊和石环等冰缘现象的清晰保存,表明秦岭山脉之顶部从冰雪笼罩下解脱出来的年代并不久远。

二、秦岭第四纪冰川遗迹及冰缘现象

秦岭在中国第四纪冰川史上,以太白山顶存在的末次古冰川而著称。自从林普利兹特对其所发育的冰斗及其造成的湖泊描述后,又有许多中外地质学者在自己的著述中提及,虽然简略,却不失为真知灼见,一致肯定那里出现的高山湖泊系冰蚀成因。至此,“太白冰期”之说随即形成。对于太白冰期以前的冰川作用,尽管已有“外方”、“首阳”、“斗母宫”、“公王岭”……等冰期的流传,并被一些人引用,然而怀疑或否定者不少,不置可否的则为数更多。之所以如此,一种是对某些高山区(包括秦岭)明显存在的末次冰期的冰川遗迹不否认,但怀疑第四纪这一时代全球性的气温有极为显著的变化,造成几次有冰流广泛泛滥的时期在我国表现了作用,进而对属于早冰期的一般是残破不堪的冰川遗留物,不作研究,也不予理睬;一种是态度持重,认为至今包括泥砾混杂堆积和砾石堆积,尚缺乏足以分辨其属冰碛或非冰碛,属冰水沉积或河流沉积的鉴别标志,同时又把对冰蚀地形和冰碛地形的研究割裂开来,把现代冰川和古冰川的研究等同起来,往往把冰碛和冰前沉积误认为泥石流堆积或河流沉积。这种观点上的分歧,常导致研究方法、手段以及选区的局限性,从而妨碍了冰川地质研究工作的进展。

具体到秦岭地区,上述两种情况兼而有之,加之流传的太白冰期以前的那几个冰期,多来自局部地段的一些零散报道,故依此是难以看清秦岭地区较完整的冰期面目的。尽管如此,它们还是客观地反映了秦岭地区在太白冰期之前,存在着数次冰期的基本事实。

“在第四纪时代,我国的气候同世界其他地区一样,有过寒热交错的时期。而寒冷的时期并不是全国为冰层或冰盖所掩盖,而是冰川的分布范围,一般局限于高山地区或某些山麓平原”。李四光教授这里所说的高山地区,自然是包括秦岭山脉的。因为太白山顶的几个天池(冰斗湖)只是停留在秦岭最高峰上部的第四纪最后一期发生的冰流,在气候变暖时,冰流发源场所围积的冰层完全融化后,形成其中的高山湖泊。所以,秦岭山脉的太白冰期之前的早冰期不是有无的问题,而是分布在哪里,以何为标志的问题。

秦岭山地范围内,有一系列高于2000m的山峰。静峪脑至鳌山一段为3000m以上的高中山,其中的太白山是第一高峰。由此向外递降为2000—3000m的中山及1000—2000m的低中山。这里当为蕴育第四纪冰川的有利地区。在这一地区,首先作路线调查,尔后选定太白山、玉皇山、草链岭及太白盆地、洛南盆地、蓝田盆地等进行重点研究,基本掌握了秦岭的古冰川遗迹的全貌,以及现代仍在持续发展的一些冰缘现象。今日秦岭山脉的不同高度和地段所见的昔日冰川遗迹,证明秦岭山脉在第四纪时代,不止一次地经受了冰川作

用。

总起来看,太白山顶的冰川,包括有从角峰至终碛的众多遗迹,清晰完整,现象集中,现代的冰缘作用尤为醒目。太白山顶以外的冰川遗迹,与之相比虽然逊色,却也不难判别冰源、冰流、遗留物和冰缘沉积的各个组成部分。尤其是太白盆地、洛南盆地、玉皇山、鳌山、草链岭等地的冰川遗迹,从冰蚀地貌到冰前沉积,首尾相顾,界线分明,往往构成一次冰期流行的完整遗迹。把这些大面积存在的冰蚀证据,容纳冰流的通道及冰碛、冰前沉积三项基本要素,加上寒冷气候条件下的沉积环境及生物依据,作为发现和确定冰川流行的主要研究环节,无疑就可能把握冰期时冰流的进退,从而防止把冰碛、冰水沉积当成洪积或河流沉积的不同解释。

关于秦岭地区的第四纪冰川遗迹及冰缘现象,在包括宏观及微观特征深入研究的基础上,虽然不是包罗一切的,却是择其主要的,尤其是具代表性的予以确定下来(图1),它们较广泛地散布于秦岭主脊及其外围地带,明显地表现出多层性、差异性。越是向高山顶部,冰川遗迹越少,其规模越小,它们之间的差异越显著。因为它们几个冰期的产物,而又各具特点。即从早冰期的雪线高度为1300-1400m的海洋性多枝型山谷冰川,逐渐演化为末次冰川的雪线高度为3300m的大陆性冰帽——冰斗冰川。可以说,秦岭冰期演进的连续性、变化性,当今所保存的冰川遗迹的丰富性、多样性,在中国东部地区是十分典型的。正因为这样,本文将把观察所及并能鉴别的冰川遗迹,尽可能详细地加以论证,以飨读者。

(一) 洛南地区第四纪冰川遗迹及冰缘现象

秦岭东段,其主脊为海拔2600-2000m的中山,自西向东包括有终南山、凤凰山、草链岭、笔尖山、华山等山峰。蟒岭、流岭、鹫岭为其南坡的三条支脉,山势缓降为1500—2000m的低山,它们近乎平行排列,东西延伸,有洛南、商丹、山阳等狭长型山间盆地挟持其间。

该区以洛南盆地为中心,有两个期次的第四纪古冰川遗迹。即分布于洛南盆地的半覆盖盆地冰川、草链岭和石坡河的冰斗冰川及秦王山的冰斗—山谷冰川。

1. 洛南半覆盖盆地冰川遗迹

洛南盆地为东西狭长的新生代小型山间断陷。其南界为包括有拍米山、阳洼山在内的蟒岭山脉,两者以兰桥—古城深断裂接触,界线分明;其北缘的华山山脉、老牛山和草链岭,向盆地倾降,大致以洛河为界与盆地交接,并由葡萄岭、鞍沟坡、书堂山、凤子山所环绕。在此以北,虽有与兰桥—古城深断裂相平行的洛源—石门大断裂纵切石门大复向斜核部,而地形上未有任何屏障显示。洛南盆地系于石门大复向斜南翼,沿低序次的断裂梯级陷落而成,具有北仰南俯的不对称性。这种不对称性,亦可由纵贯盆地的洛河南北支流水系的不对称得到反映。在下古生界基底上,盆地中沉积有第三系红层及第四系泥砾、砾石等盖层。

洛南盆地的地貌由两种作用所形成,即早期的冰川作用和其后的流水侵蚀—堆积作用。后者对前者表现了不同程度的破坏和再造,却因其不能彻底而有所遗留,并引起人们

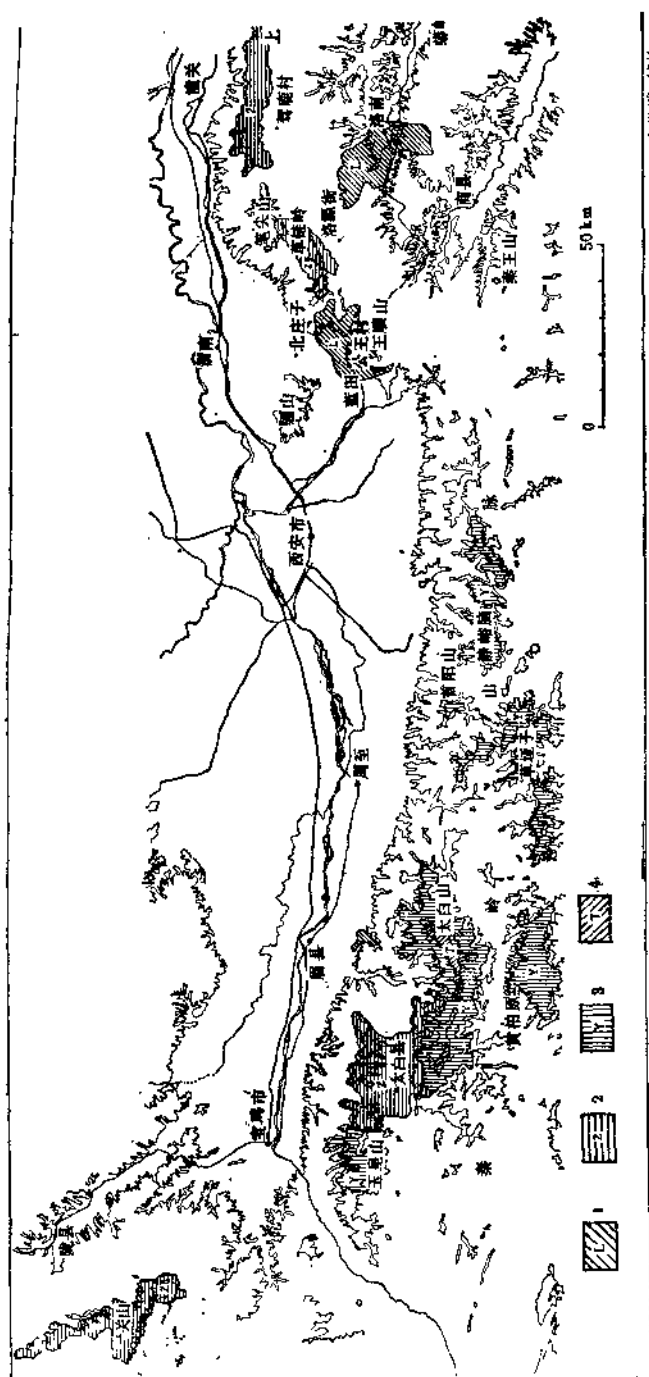


图 1 东秦岭第四纪冰川遗迹分布示意图
Fig. 1 The map showing distribution of Quaternary glacial vestiges
East Qinling Mountains

- 1—洛南冰期冰川遗迹分布范围, 2—头水冰期冰川遗迹分布范围,
3—玉皇冰期冰川遗迹分布范围, 4—太白冰期冰川遗迹分布范围

的注意。①

这次调查,发现洛南盆地内的第四纪冰川遗迹,不仅具有相当规模,而且其完整程度亦是少见的。当古冰川发育时期,冰流从南北山地向盆地汇集,形成半覆盖盆地冰川。现今冰川侵蚀地貌的残迹,主要保存在盆地北部的鞍沟坡、书堂山和盆地南缘的拍米山、阳洼山、成排分布的冰斗下方连接若干冰川槽谷。冰流溢出槽谷后呈宽尾散开,酿成冰泛,形成今日盆地底部百余米冰碛物组成的冰碛台地(图2)

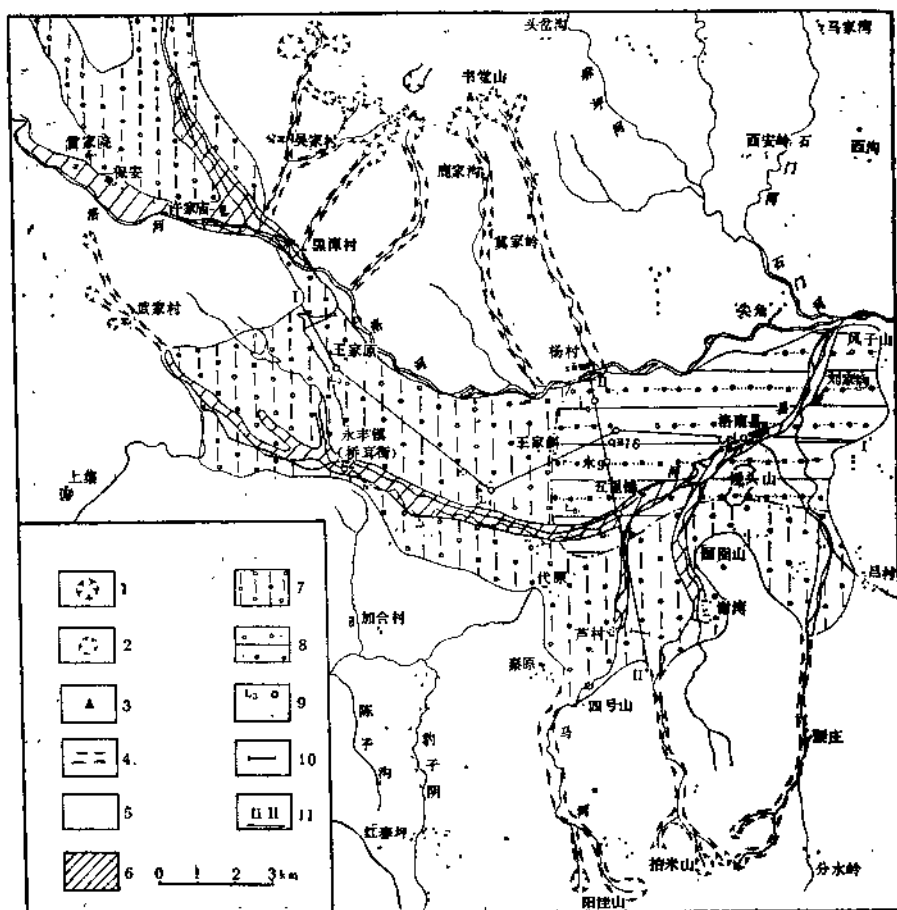


图 2 洛南盆地冰川地质图

Fig. 2 The glacio-geological map of Luonan Basin

- 1—冰斗, 2—槽谷, 3—角峰, 4—槽谷, 5—前第四系, 6—冰后期, 7—冰碛泥砾;
8—冰水砂卵石间夹冰碛泥砾, 9—钻孔编号, 深度, 10—实侧剖面, 11—剖面线

盆地北侧的鞍沟坡及书堂山构成麻坪河与大文峪间的局部分水岭,以海拔1765m的书堂山保存的冰蚀地形最为醒目。异常狭窄的山脊上有几座残峰,唯其北坡的冰蚀作用微弱,使刃脊及角峰略具雏形。书堂山南坡密集的十数个冰斗发育良好,虽经流水侵蚀,遭受一

定的破坏,其圈椅状斗壁,平坦的斗底及部分残留的冰坎,形态依旧。如从西至东分布的小文峪冰斗、东沟冰斗、石撞沟冰斗、杜排沟冰斗、鹿家沟冰斗、师家沟冰斗皆是。位于书堂山庙宇西侧的杜排沟冰斗,形态呈漏斗状(图版 I, 1)斗壁陡峭,冰坎被流水切割成峡谷状,左侧残留的冰坎呈梁状凸起。冰斗后壁下部稍平缓。冰斗高程1400m,面积约 0.8km^2 。在杜排沟冰斗的斗壁上方,尚有次一级的小冰斗,这种大冰斗里嵌套有小冰斗的现象,系冰退时,雪线逐渐上移形成的产物。小文峪沟两侧有保存更好的东沟冰斗、西沟冰斗及沟右侧的吴家村悬冰斗。东沟冰斗个体最大,面积约 1.2km^2 ,斗底高程1420m,平坦而开阔,布满块砾、碎石等冰碛物,并为薄层黄土所覆盖,冰斗前方为高逾100m的冰坎。东沟冰斗中,亦有小冰斗嵌套现象。在书堂山以西至大文峪河之间的岭梁之上,多有类似吴家村的悬冰斗存在。如大文峪河口东侧的冰斗(图版 I, 2)就很典型,它们成排分布于海拔为1300m左右的岭梁上部。在同样高度上。于书堂山北坡亦有个别冰斗出现。

与小文峪冰斗至师家沟冰斗下方连接的是小文峪、师家沟等五条冰川槽谷,其谷形笔直,少有分支,顺坡直下,通达盆地。槽谷长5—8km,宽300—400m。槽谷间距1—2.5km,谷间仍保持梁地形态,而未成刃脊。槽谷底为后期流水侵蚀成“V”型谷,连接“V”型谷之上的平直谷肩,即为昔日之冰川槽谷底,它们已高出现代河床60—80m。这些谷肩上断续保存有棕红色的以石英砂岩为主要成分的冰碛物。据鹿家沟的冀家岭、杜排沟的西沟、石撞沟及小文峪东沟等处出露的冰碛层所见,致密而坚韧,含泥甚多,砾石棱角发育,具“泥包砾”特征,厚度3—5m。

这种开阔平直的槽型谷及与上方连接的陡坎、豁然张开的斗状地形,与流水切割的树枝状冲沟,“V”型谷区别明显,是冰流刨蚀以外之营力所不能及的。溢出槽谷的冰泛,造成大片的棕红色泥砾及砾石,覆盖了西起保安镇,东至凤子山的盆地底部,与在它之后发育的洛河、县河所冲积并局限于阶地上的砂卵石层毫无混淆,与在山区边坡、沟道或山麓所常见的泥石流堆积亦不相同。

据沿洛河、县河的露头,黑十沟(图3)、祖师沟(图4)实测剖面及呈十字形勘探线的地质钻孔剖面(图5—6)资料,这套冰碛物覆盖于盆地基底的震旦系片岩、寒武奥陶系灰岩、二叠系砂岩及第三系砂砾岩层之上,将基底断裂洼陷填平后,构成面积约 60km^2 的冰碛台地。台面高程1100—1000m,洼梁相间,似波浪起伏,沿洼地多形成后期之冲沟。保安镇以北冰碛层厚约30—40m,黑十沟剖面厚66m,至五里铺以北的老虎渠,为断裂洼陷中心,下部的冰水砾石层连同上部的冰碛层共厚138.54m,向东至洛南县城减薄至71m,至凤子山西侧,仅厚3—5m。冰碛层表面为3—20m厚的棕黄色黄土状亚粘土不均匀覆盖。冰碛层呈棕红色,为粘泥、砂粒及无层理无分选的砾石混杂堆积。砾石成分主要为石英岩、石英砂岩,次为杂色片岩、粗粒花岗岩及灰岩。多呈次圆或次棱角状,砾石的异常形态,如压坑石、凹面石、猴面石、熨斗石等较多。砾径以10—25cm为主,30—50cm次之,大于1m者少见。除石英岩、灰岩砾石外,均严重风化。个别砾石表面有铁锰浸染,或局部富集呈黑色薄层条带夹于剖面中。底部紫红色粘土具白色、蓝绿色斑点,中部紫红色粘土含量高,形成“泥包砾”(图版 I, 4)。冰碛层之上,普遍有一层5m左右的冰水砾石层(图版 I, 5),具粗层理,含泥量减少,砾径变细。

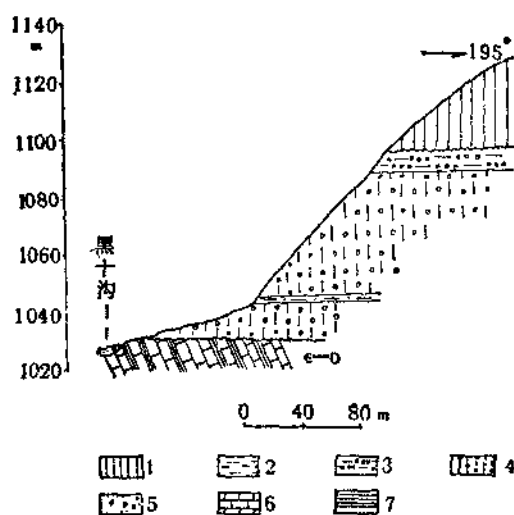


图3 洛南县黑十沟剖面

Fig. 3 The geological section in Heshigou, Luonan County

1—黄土; 2—砂质粘土; 3—冰水砂卵石夹粘土; 4—冰川泥砾; 5—砂卵石; 6—灰岩; 7—页岩

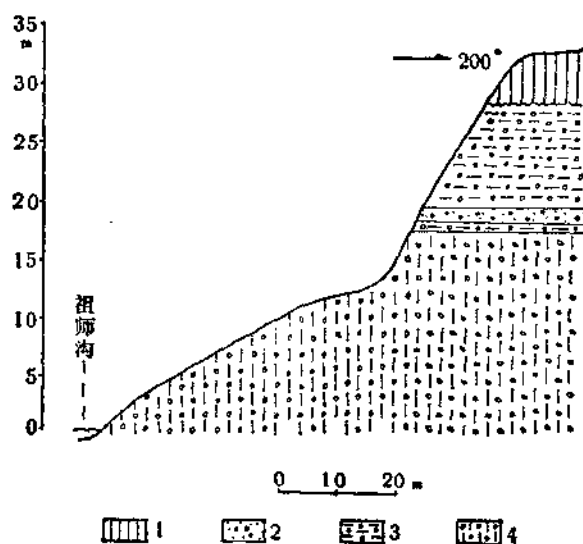


图4 洛南县祖师沟剖面

Fig. 4 The geological section in Zushigou, Luonan County

1—黄土; 2—砂卵石; 3—冰水砾石夹粘土; 4—冰川泥砾

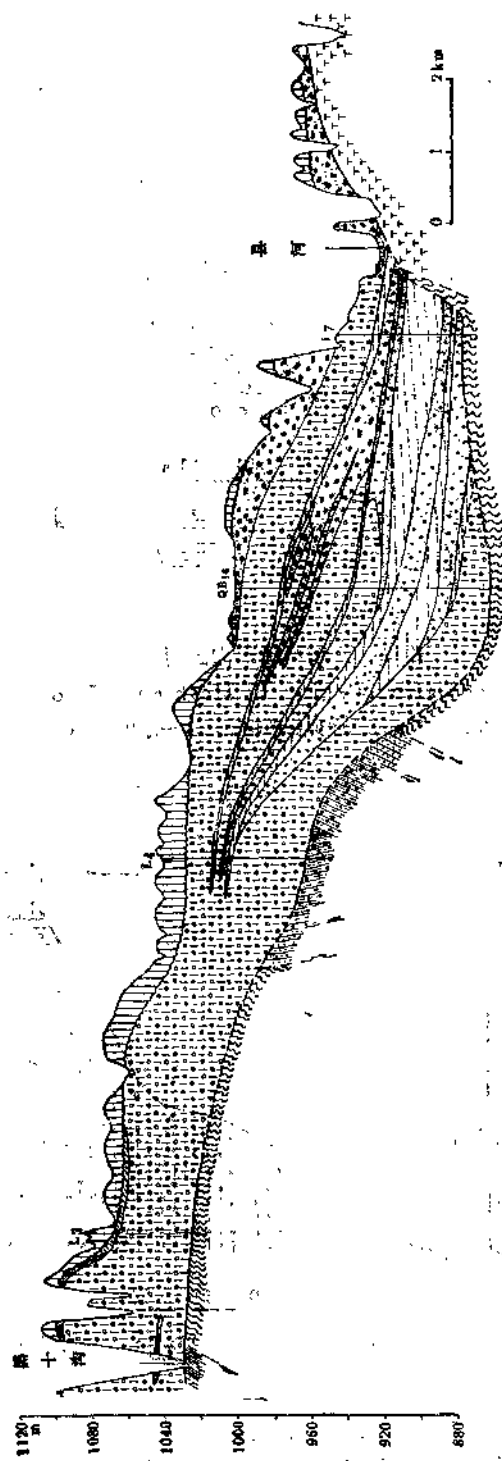


图5 洛南盆地 I—I' 剖面图 (图例同图6)
Fig. 5 The I—I' section of Luonan Basin

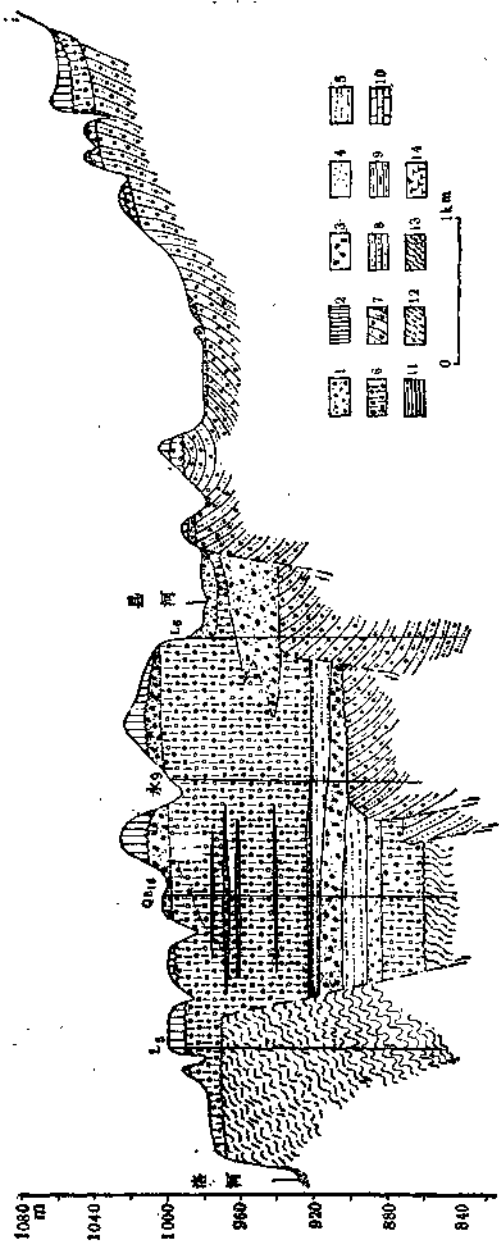


图 6 洛南盆地 I—I' 剖面图

Fig. 6 The I—I' section of Luonan Basin

1—冲积卵砂石, 2—黄土, 3—冰水砂卵石, 4—冰水砂, 5—冰水亚粘土, 6—冰碛砾砾, 7—砂砾岩, 8—砂岩, 9—泥岩, 10—灰岩, 11—页岩, 12—千枚岩, 13—片岩, 14—正长斑岩

根据地表和钻孔剖面,五里铺、老虎渠以东为盆地中心的洼陷带,适逢冰前的冰融水因其前方受阻而汇集,形成40余米厚的冰水相砂、砾石及亚粘土堆积,埋藏位置约界于高程910—860m。具体埋深,在QB16孔、L6孔及L7孔(见图5—6)分别为81—120m, 25—48m及21—71m。砾石呈灰白、微红色;砾径2—7cm,大者10—20cm,以石英岩为主,次为石英砂岩及少量火成岩、灰岩,且风化易碎。砾石之分选及磨圆均差,棱角状及次圆、扁圆状,有中粗砂及部分泥质充填。亚粘土呈砖红、微红黄色,有滑感,具铁锰质浸染黑色条带及黄白色高岭土薄层,局部见微层理,夹薄层粉细砂及少量砾石,偶见淤泥凸镜体。

冰水相沉积之上,为冰碛泥砾与冰水砾石的互层堆积,越向东,冰水砾石有增厚之势。这些冰水砾石,因其在冰水下,冰溶水冲刷下有一定分选,砾径均匀,泥质降低,又位于构造洼陷部位,而形成富水岩层。于五里铺、老虎渠附近,当降深16m时涌水量3—6 L/s,洛南县城周,当降深1m左右时涌水量达8—14 L/s。县自来水公司的供水井均建于此。

与冰水砾石富含水相对照的是冰碛层的非含水性。分布于五里铺以西冰碛台地上的三个水文地质钻孔,个个无水,降深6—30m涌水量仅为0.001—0.026 L/s。所以,这种冰碛层是隔水而不含水的。可见,洛南盆地中的这套砾石建造,从西部的阻水到东部的富水,非常直观地反映了以冰碛到冰水沉积的过渡,这正是对其用泥石流堆积或河流之冲积所无法解释的。无论是冰碛或是冰水沉积,其所含粘土物质,经X-射线、红外光谱及差热试验,均以伊利石为主,有少量高岭石、蒙脱石、蛭石,孢粉组合以寒冷的蒿、藜草本为主,不含阔叶木本。

至此,在洛南盆地北侧,包括有冰源、输送冰流的通道及冰碛、冰前的冰水沉积的整套遗迹,足以证明这里的确曾发生过冰川作用。

盆地南缘的另一支冰川,源于蟒岭山脉的阳洼山、拍米山,由于构造抬升较弱,古老的片岩、片麻岩和白垩纪肉红色粗粒花岗岩,经长期风化剥蚀,其山势较低,高程仅1580m,低于书堂山150—200m。这里所保存下来的冰蚀遗迹,远不如书堂山那里的清晰。从四号山起进入马河槽谷,待至赶狼沟之东北侧有两个悬冰斗,个体较小,至拍米山之间,是一个破坏严重的冰斗,已为流水切割,只剩有陡峻的后壁。于拍米山脊线上眺望南北,其两侧均有上述类似的残破冰斗。刃脊与角峰已为后期重新刻塑而面貌不清。在麻沟见一冰斗,其后壁形成鞍部,另一侧亦有冰斗。冰斗底开偏扁平,其前方有残留的冰坎,高约120m,冰坎下出现许多巨砾、块砾,并见有一巨砾“漂浮”于泥砾之上(图版I, 3)。在此巨砾之下所见之泥砾为暗紫红色,极致密,砾径3—15cm,全棱角,主要成分为脉石英及绿色片岩、云母片岩等,后者风化严重。

源于阳洼山、拍米山的冰川槽谷有三条,自东向西为腰庄槽谷、庙沟槽谷及马河槽谷,下段宽而平直,上段窄且多有分支。槽谷最宽处400—600m,谷壁较陡,谷肩清晰,有冰碛物堆积,一般厚2—3m。冰川溢出槽谷于四号山,囫圇山以北汇成冰泛,抵县河附近与北侧的冰泛汇合,西起冀寨东至吕村,只有囫圇山、馒头山未被其掩覆。冰碛层的岩性结构与北侧的冰泛大体一致,只是厚度大为减薄,一般为5—12m。据柴峪、董沟、石桥、菜子沟及芦村剖面(图7)等所见,该泥砾层不整合于中新统囫圇山组紫红色砾岩之上。