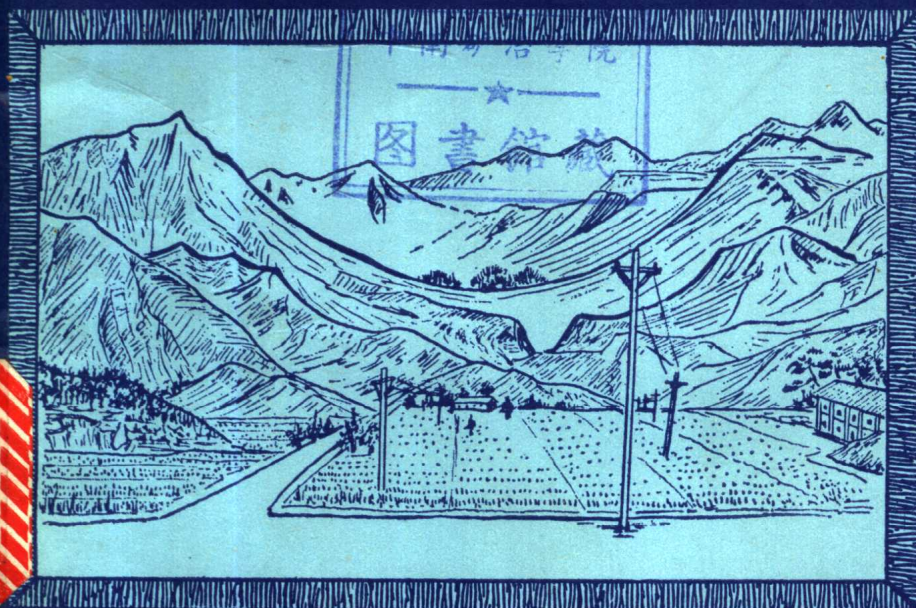


481377

第四纪冰川 地质调查方法

河南省地质矿产局 白明晖 编著

地质出版社



第四纪冰川地质调查方法

河南省地质矿产局 白明晖 编著

地质出版社

内 容 简 介

本书共分八章,系统地介绍了进行第四纪冰川调查的一般知识和调查方法,其中以冰蚀地形、冰碛地形、冰缘地形的各种形态辨认,冰川沉积物和冰溜遗迹的辨认,以及第四纪冰期的划分做为重点。在这些章节中,较详细地叙述了各种冰川地形及其沉积物的形态特征,形成原因和调查要点,还简单地介绍了划分第四纪冰期一般常用的手段和进行第四纪冰川野外调查和制图的基本方法等。

本书主要服务对象是广大从事野外地质、地理、水文地质普查的同志,并对教学和科研部门也有参考价值。

第四纪冰川地质调查方法

河南省地质矿产局 白明晖 编著

地质矿产部书刊编辑室编辑

责任编辑:李鄂荣

地质出版社出版

(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店北京发行所发行·全国新华书店经售

开本: $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ 印张: $8 \frac{3}{4}$ 字数: 227,000

1983年5月北京第一版·1983年5月北京第一次印刷

印数: 1—3,103册 定价: 1.60元

统一书号: 15038·新 919

前 言

在野外进行区域地质调查、水文地质调查、工程地质调查、地貌调查和第四纪地质调查的工作中，经常会遇到第四纪地层划分问题，特有的一些地貌景观的鉴别问题，以及和第四纪冰川有关的其它问题。这些问题常因为依据不同或因为某些现象具有“多解性”，因而往往在同一地点，同一地层，不同人有不同的解释，直接影响了野外地质工作的顺利进展。如何才能正确地划分第四纪地层和正确鉴别一些地貌景观，把第四纪地质工作提高一步，在这些方面，许多地质工作者和地理工作者都做出了贡献，特别是我国地质科学家李四光教授，在解决第四纪冰川调查方面，为我们从事野外第四纪地质调查的同志，奠定了野外工作的基本方法和理论依据，这就是“配套”的原则。使我们从事野外调查的同志深深体会到，解决第四纪地质问题的根本出路在于进行第四纪冰川调查，也就是在第四纪地质调查中，要以第四纪冰川调查为纲，才是解决第四纪地质问题的正确方法。

目前我国许多地质、地理工作者，在第四纪冰川研究方面，都有许多重大突破和新的认识。为了便于从事野外地质人员工作的需要，原河南省地质局水文地质队责成编者编写了此书的第一稿，并请钱惠华同志和王纯茹同志协助绘制了部分插图。

此稿于1978年，在江西庐山召开的中国地质学会第四纪冰川及第四纪地质学术会议上，受到代表的欢迎和重视。会后经过地质力学所曹照垣、浦庆余同志的精心审阅，提出了许多宝贵意见，特别是在河南省地质局各级领导的大力关怀和鼓励下，又进一步经过加工修饰，并请王纯茹同志，清绘了部分图件，力求达到能为野外地质工作者，在加快实现我国四个现代化的工作中，提供一些方便。

由于编者水平有限，从事第四纪冰川调查的经验不多，领会李四光教授的中国第四纪冰川工作方法的精神实质不透，书中可能有许多缺点和错误，敬请指正。

在编写、修改此书的过程中，曾得到地质力学所、天津地矿所、兰州冰川冻土所、南大、长春地院、江西省区测队、河南省水文队等单位的大力支持，提供和支援了一些最新资料，并得到孙殿卿、杨怀仁、段万侗、周慕林、谢宇平、景才瑞、曹照垣、何培元、于清河、郑本兴、浦庆余、王富葆、刘泽纯、徐学明等同志的指导和关怀，谨在此致谢。本书编选的一些图件，除部份为实地素描外，多取于已出版的地质、地貌、地理图书及各高等院校的教科书，或根据地质力学研究所所编的《学灯》照片改绘复制而成，图片来源在每张图片下面均有注明，不再一一列举，特对有关单位一并致谢。

目 录

前言

第一章 第四纪冰川概述 1

一、冰川和第四纪冰川 1

二、我国现代冰川和第四纪冰川发育情况 4

三、我国第四纪冰川的发现及研究经过 4

四、研究第四纪冰川的意义 8

五、研究第四纪冰川的工作方法 9

第二章 冰蚀地形的辨认和调查要点 11

一、冰川的创蚀作用（冰蚀作用） 11

1. 锉磨作用 11

2. 挖掘作用 11

二、冰斗地形 12

三、冰窖地形（围谷、冰蚀凹地）积雪盆地、积雪浅凹 23

四、冰川谷地形和积雪谷地 27

五、套谷 38

六、悬谷 39

七、盘谷 42

八、葫芦谷 43

九、角峰与刃脊 45

十、冰坡 48

十一、冰笕 50

十二、冰坎、水口、风口 51

十三、冰溢口 55

十四、冰阶 56

十五、冰坠与冰崩	57
十六、羊背石、卷毛岩、鲸背岩	58
十七、冰蚀丘陵	61
十八、鼻山尾	62
十九、表面构造	62
二十、冰臼	64
第三章 冰碛地形的辨认和调查要点	66
一、冰川与冰水的搬运堆积作用	66
1. 冰川的搬运堆积作用	66
2. 冰水的搬运堆积作用	68
二、侧碛垅地形（边碛、岸碛）	70
三、中碛垅地形	73
四、底碛丘陵地形	76
五、前碛垅地形（尾碛垅、终碛垅）	79
六、鼓丘地形	83
七、冰川扇地形	86
1. 冰碛扇（漂砾扇）	86
2. 冰水扇	87
八、冰水平原（外冲平原）	89
九、黄土平原	90
十、冰阜阶地	91
十一、蛇形丘	93
十二、冰砾阜（冰阜）	100
十三、锅穴	102
十四、冰川阶地	103
1. 冰蚀阶地	104
2. 冰碛阶地	104
3. 冰蚀冰碛阶地	105
4. 冰水阶地	105
十五、冰川湖	107
1. 冰蚀湖	107

2. 冰碛湖·····	109
3. 冰水湖·····	109
十六、冰川地形的分带性·····	112
第四章 冰缘地形的辨认和调查要点·····	115
一、冰冻作用和融冻作用·····	115
1. 冰冻作用(冻土作用)·····	115
2. 融冻作用·····	118
二、冰裂楔和裂隙多边形土·····	119
1. 冰裂楔·····	119
2. 裂隙多边形土·····	121
① 小型多边形土·····	121
② 巨型多边形土·····	121
三、冰冻丘·····	123
1. 河冰丘·····	123
2. 土冰丘·····	124
3. 冰水岩盘·····	126
4. 泥炭丘·····	126
5. 小草丘(小丘)·····	128
6. 冰冻丘陵·····	128
四、斑状土·····	129
五、石环、石质多边形和石带·····	130
六、融冻泥石流地形·····	136
1. 泥石流断裂·····	137
2. 泥石流褶曲·····	137
3. 泥石流坡(泥土流)·····	137
4. 泥流河·····	137
5. 泥流阶地·····	140
6. 泥流堤·····	141
7. 泥流垅岗·····	141
七、寒冻石流·····	142
1. 石海·····	142
2. 石坡(石川)·····	143

3. 石河(石流)	144
4. 流动石块	145
八、冰冻残留体	146
1. 夷平阶地和截顶山	146
2. 冰冻剥蚀岩柱	149
九、热岩溶(热喀斯特)	150
1. 热岩溶裂隙	150
2. 热岩溶低地	151
3. 热岩溶湖和热岩溶凹地	151
4. 热岩溶洞穴	152
十、冰缘河谷	152
1. 摇篮状谷	153
2. 平底谷	154
3. 不对称谷	154
十一、融冻变形	155
1. 袋状构造	155
2. 揉皱变形	156
3. 穹形褶皱	157
第五章 冰川沉积物和冰溜遗迹	158
一、冰川沉积物	158
1. 巨砾和漂砾	160
① 巨砾	160
② 冰桌、冰蘑菇和冰台	161
③ 大漂砾	162
④ 中小漂砾	163
A 熨斗石	163
B 棱面石和圆形、椭圆形的漂砾	164
C 保持有棱角的漂砾	164
D 风蚀漂砾	164
E 变形漂砾	167
a. 灯盏石	167
b. 马鞍石	167
c. 压坑石	171

F 压裂漂砾·····	172
2. 块砾磧·····	178
3. 消融磧·····	179
4. 泥砾(泥包砾、冰磧泥砾、冰砾土)·····	179
5. 融冻泥流·····	183
6. 冰水泥砾·····	184
7. 冰水砂·····	184
8. 纹泥·····	184
二、冰溜遗痕·····	186
1. 条痕石·····	186
2. 基岩冰溜面·····	190
三、其它冰冻遗迹·····	194
1. 石花·····	194
2. 锰树·····	194
第六章 中国第四纪冰期的划分和对比 ·····	195
一、龙川冰期及其间冰期·····	196
二、狮子山冰缘期及其间冰期·····	198
三、鄱阳冰期及其间冰期·····	199
四、大姑冰期及其间冰期·····	201
1. 谷山段·····	201
2. 高垅段·····	203
五、庐山冰期及其间冰期·····	204
六、大理冰期·····	206
七、冰后期和现代冰川·····	207
八、中国第四纪冰期对比·····	210
第七章 划分第四纪冰期的方法 ·····	214
一、沉积物岩性结构法·····	214
二、地质地貌法·····	215
三、古生物法·····	216
四、孢子花粉法·····	223
五、古人类和古文化法·····	228

六、古地磁法	237
七、第四纪年代法	240
1. C^{14} 同位素年代测定法	240
2. 钾—氩法	240
3. 不平衡铀系法	241
4. 裂变径迹法	241
5. 热释光法	241
6. 氨基酸外消旋法	242
7. 树木年轮法	242
第八章 第四纪冰川的调查与制图	243
一、准备工作阶段	243
1. 思想准备	243
2. 业务准备	244
3. 物资准备	245
二、野外踏勘阶段	245
三、野外填图阶段	246
四、室内整理阶段	255
1. 第四纪冰川地质图的编制	255
2. 第四纪冰川剖面图的编制	259
3. 第四纪冰川地质调查报告的编写	260
4. 适合于1:20万—1:50万有关第四纪冰川方面 的参考图例	262
(一) 成因类型符号	262
(二) 地层时代符号	263
(三) 松散沉积物岩性符号	264
(4) 冰川地形符号	265
① 冰蚀地形	265
② 冰碛地形	266
③ 冰缘地形	266
④ 冰川沉积物和冰溜痕迹	267
⑤ 其他图例	267
主要参考书目	269

第一章 第四纪冰川概述

一、冰川和第四纪冰川

冰川又称冰河，是由积雪形成的一种能运动或有时运动的冰体。它具有运动速度缓慢（一般每昼夜运动速度在十公分至数米之间）、铲刮和携带碎屑物能力强的特点；冰川本身又具有可塑性、脆性、独立的内部结构等特征，致使冰川产生了一系列独特的刨蚀、搬运、沉积规律。现将冰川的一些基本特征简介如下：

1. 冰川的形成和分类

在南极、北极或严寒的冰雪区，常年温度处于摄氏零度以下，当降雪量超过了蒸发量和融化量时，雪层就不断加厚，雪花在热力或压力作用下，经过融解再冻结而形成团粒状的粒雪。粒雪不断地增大、彼此相互结合，就形成粒雪冰。这种粒雪冰颗粒之间的孔隙中常有气泡。但当粒雪层不断加厚，上部粒雪层对下部粒雪层产生压力，就会逐渐排挤出粒雪之间的空气，最后形成透明的整块的致密的浅蓝色的冰川冰。冰川冰在重力的影响下，顺着地面斜坡向低处流动，就形成了冰川。

这些冰川根据其所在地区、规模和形态的不同又可分为大陆冰川、山岳冰川和山麓冰川三种。大陆冰川又称冰盖或大陆冰流，是一种面积巨大，冰层很厚，不受地形限制，覆盖了大片陆地的冰川。其特点是不分海、陆、满山遍野分布着，如地球的北极和南极就属于大陆冰川；山岳冰川出现在山岳地区，是由冰川上源和两岸山坡上的冰雪补给的，多沿山岳地区的沟谷流动和消亡，这种在山区范围内形成、运动和消亡的冰川，就是山岳冰川，如我国珠峰、天山一带的冰川都属于山岳冰川。山麓冰川是介于

大陆冰川和山岳冰川之间的一种类型。它形成于山区,因冰量大,经山谷到达山麓后继续向外漫流,有的可伸展到很远的地方,并覆盖了大片山前平原和洼地。若气温渐渐升高,山麓冰川因损耗增大会退缩为山谷冰川;相反,若气温继续降低,雪量增加,山麓冰川也可扩展、掩埋周围整个山地,进而发展成大陆冰川。

如果根据气候条件影响的不同,还可将冰川分为大陆性冰川和海洋性冰川两种。

大陆性冰川是在大陆性气候条件影响下发育形成的冰川。例如我国西部和中亚的冰川,大多数属于这种类型。大陆性冰川具有气候干燥、降雪量少、气温低、雪线高、冰川活动性弱、冰舌短等特点。由于冰温较低,这种冰川又称“冷性”冰川。

海洋性冰川是在海洋性气候条件影响下发育形成的冰川。如我国西藏东南部的一些地方和欧洲阿尔卑斯的现代冰川属于这种类型。中国东部地区的第四纪山岳冰川和山麓冰川,许多人认为也应属于海洋性冰川。海洋性冰川具有气候潮湿、降雪量大、气温较高、雪线较低、冰川活动性强、冰舌常能延伸到较低的森林带内等特点。由于冰温较高,这种冰川又称“暖性”冰川。

此外按其地理位置的不同,又可分为极地冰川、亚极地冰川、温带冰川和热带冰川等类型。

2. 现代冰川、古冰川和第四纪冰川

研究冰川实质包括两个内容,一个是现代冰川,指目前局限于冰雪区的冰川;另一个是古冰川,即现代冰川以前的古代冰川。

现代冰川主要是研究冰川的物理性质,它的发生、发展、消亡的规律,以及它对地球表面的地质、地理作用等。研究现代冰川除其本身具有的实用价值外,对于自然景观和论今推古来研究地形的发展,也是具有极大的现实意义的。

古冰川以鉴定古代冰川遗迹为基础,研究古冰川的发育规律和特征,进而了解它的作用和影响。

若从已有的地质资料来看,地史上至少有过三次大冰期,即震旦纪大冰期、上古生代大冰期和第四纪大冰期。

震旦纪大冰期的遗迹，在北半球和南半球的许多地方都有保存，我国湖北宜昌峡的南沱冰碛层，河南临汝县蟒川的罗圈冰碛层，都是很标准的震旦纪古冰碛，此外在黔东、湘西、云南以及华北等地也都有震旦纪古冰川遗迹发现。

上古生代大冰期最主要的一次，发生在石炭二叠纪时期，多分布在南半球各地，北半球只在印度有发现，其他地区尚无可靠资料佐证。

第四纪大冰期的规模很大，在欧洲、冰盖南缘可达北纬 50° 附近。在北美，冰盖前缘一直伸到北纬 40° 以南，南极洲的冰盖也远比现在大得多，包括赤道附近在内的其它地区的山岳冰川，都曾下达到较低的位置。

这三次大冰期的冰川活动，都属于古冰川，其中对第四纪大冰期冰川遗迹和活动规律的研究，是本书主要研究的重点。

第四纪时期，气候也曾有几次大的变化，发生过若干次冷暖交替，其中某些年全球气温普遍降低，降雪量增加并超过了它的消融量以后，雪就不断累积，进而发生了大规模的冰川活动，使冰川覆盖了大面积的地面。这种全球性的冰川增大与扩张的时期称为冰期；相反，在全球发生冰川退缩的温暖时期称为间冰期。

第四纪时期中，几次冰川前进和后退的规模都不相同，其冰川分布的范围都远较现代冰川分布范围宽广，最大面积可占陆地总面积的32%。第四纪的这种冰川的发生和消亡，即冰期和间冰期的交替，引起了自然地理环境的巨大变化，在冰期中冰川对原来的地形进行破坏，形成冰川地形和堆积物。间冰期中，流水和其他地质作用又破坏冰川地形和堆积物，形成流水及其他地形和堆积物。因此，有几次冰期和间冰期的交替，便有几次冰川地形和堆积物与非冰川地形和堆积物的交替。

通过对古冰川地形和堆积物的研究，在目前没有冰川存在的情况下，去恢复冰期和间冰期的交替，并与其他自然地理现象联系起来，就可以确定第四纪地质历史和划分第四纪地层，这些也就是我们研究第四纪冰川的主要内容。

二、我国现代冰川和第四纪冰川发育情况

我国是现代冰川和第四纪冰川比较发育的国家之一。现代冰川主要分布于西部地区，包括青藏高原、祁连山、天山和阿尔泰山的部份地区。第四纪冰川作用的范围就更广了，不仅包括东北、西北、西藏和西南等地的山区和高原，而且波及到东部山区和山麓平原。从已发现第四纪冰川遗迹的地点来看，南起广西南宁的驮芦、北至黑龙江的大兴安岭、西由慕士塔格山、东到台湾岛，已有 130 多处进行了研究，并有资料报导。

在第四纪冰期中最近的一次冰期——大理冰期，主要分布在我国西南部和西北部的祁连山东段、秦岭、龙门山、贡嘎山、峨嵋山、玉龙山、点苍山等地。最近也有人提出新的看法认为在湘西、黔东、江西、浙江、西安渭南、北京附近、晋北、东北等地也存在有大理冰期。

此外有关冰缘现象的研究，在江西、湖北、福建、江苏、浙江、山东、北京、河北、黑龙江等地都有专门的描述，近期也有人提出冰缘期的划分问题。

综合目前我国已发现的，经过报导的第四纪冰川遗迹的分布地点，以及现代冰川和冰缘现象的分布地点，可以看出我国第四纪冰川遗迹星罗棋布，现代冰川则以西部地区保存情况较好，愈向东部，较新的冰川遗迹报导较少，较老的冰川遗迹报导较多，且保存情况不好。

三、我国第四纪冰川的发现及研究经过

早在一九二一年，李四光同志首先在河北省沙河县沙源岭及山西省大同盆地、口泉等处，就发现了第四纪冰川遗迹，第一次揭开了我国研究第四纪地质的新篇章，也是我国第四纪冰川地质工作的开始。一九二二年，他把这次发现的材料，写成《华北挽

近冰川作用的遗迹》一文，发表在美国地质杂志上，公诸于世，从而引起了国内外地质、地理界的重视。

一九三一年李四光带着一批学生到江西庐山实习，发现了大量的第四纪冰川遗迹。一九三二年，他又亲临长江流域，作了一次考察。于一九三二年召开的中国地质学会第十一届年会上，他做了《扬子江流域之第四纪冰期》的报告，并建议把庐山地区的冰期，分成鄱阳期、金井期和土楼期。这是我国第一次第四纪冰期的划分和命名。

一九三六年李四光发表了《安徽黄山更新世冰川现象之确据》，一九三七年完成了《冰期之庐山》一书的原稿，由于受抗日战争的影响，迟迟到一九四七年才正式刊印发行，这一部科学巨著，全面系统地论述了庐山地区第四纪冰川遗迹，划分了冰期与间冰期，并与阿尔卑斯地区作了对比，为我国第四纪冰川地质奠定了坚实的基础，可以说是我国第四纪地质研究史上具有划时代意义的著作。

抗日战争期间，李四光等又发表了《鄂西川东湘西桂北第四纪冰川现象述要》、《中国冰期之探讨》、《贵州高原冰川之残迹》等。其他如张文佑、马振图、孙殿卿、徐煜坚、黄汲清、李承三、周廷儒、郭令智、郭文魁、杨怀仁等，也都发表过有关冰川地形和冰川遗迹的专题文章。

一九四九年，中华人民共和国成立以后，我国地质工作有了迅速发展，随之第四纪冰川遗迹的发现，日益增多。在整个五十年代中，报导第四纪冰川地质方面的文献与资料，异常丰富多采。一九五七年孙殿卿同志的《中国第四纪冰川遗迹纪要》一书，正式出版。基本上记载了我国三十多年来进行第四纪冰川遗迹的调查结果，编制了第一张中国第四纪冰川遗迹分布图，是我国第四纪冰川遗迹工作的一次总结。五十年代的最后两年，还对“三门系”、北京西山地区、周口店地区的第四纪冰川遗迹进行了讨论和调查。

一九六〇年三月，在李四光同志亲自倡导和主持下，召开了

第一次中国第四纪冰川遗迹研究工作座谈会。李四光同志在会上作了两次重要的学术发言。最后决议成立《中国第四纪冰川研究中心联络组》，纳入了有计划有步骤地开展第四纪冰川调查研究工作的轨道。

同年孙殿卿、杨怀仁合写了《大冰期时期中国的冰川遗迹》一文，由孙殿卿和刘东生携此文和其他文章出席了波兰国际第四纪学术会议，与各国学者进行了交流。

一九六二年底，李四光同志在中国地质学会第三次代表大会及第三十二届学术年会上作了题为《华北平原西北边缘地区的冰碛和冰水沉积》的学术报告。此文被收集在《中国第四纪冰川遗迹研究文集》中，于一九六三年出版。

为了加强第四纪冰川的科研工作，一九六三年，李四光同志多次对华北地质研究所第四纪研究室的同志作过重要谈话，指出“为什么提出第四纪以冰川为纲呢？因为在第四纪时期是一个重要现象，它穿插到第四纪的许多方面，使之都受到影响。”这就是李四光同志对第四纪研究工作提出的战略性意见。

一九六四年十一月于西安召开第二届全国第四纪学术会议，相继举行了“陕西蓝田新生界现场会议”，会上检阅了广大第四纪地质工作者的研究成果，交流了工作经验。一九六四年至一九六八年期间，中国科学院组织了对希夏邦马峰和珠穆朗玛峰的科学考察。地质部组织了对我国西南地区西昌、渡口一带的第四纪冰川地质的专业考察。兰州冰川冻土所还对祁连山和天山进行了科学考察，这些考察都为我国提供了一大批宝贵的现代冰川和第四纪冰川资料。

七十年代初，李四光同志为毛主席摘编了《天文、地质、古生物》一书，书中的《三大冰期》一文，对我国第四纪冰期的研究成果和论点，作了概括性的总结，并对冰期起源的一些论点，作了通俗的介绍。

一九七四年南京大学撰写的《中国第四纪冰川与冰期问题》，一九七六年中国科学院西藏科学考察队编写的《珠穆朗玛峰科学