

中国东部低海拔型 古冰川遗迹

赵松龄 著



海洋出版社

中国科学院海洋研究所出版基金
国家“908”重大专项

资助

中国东部低海拔型 古冰川遗迹

赵松龄 著

海洋出版社

2010年·北京

图书在版编目(CIP)数据

中国东部低海拔型古冰川遗迹/赵松龄著. —北京:
海洋出版社, 2010. 3

ISBN 978 -7-5027-7667-1

I. ①中… II. ①赵… III. ①冰川地质学—研究—中国—古代
IV. P512.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第007402号

Zhongguo Dongbu 中国东部低海拔型古冰川遗迹
Dihaibaxina Gubinachuan Yiji

责任编辑: 白 燕

责任印制: 刘志恒

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

北京市海淀区大慧寺路 8 号 邮编: 100081

北京画中画印刷有限公司印刷 新华书店经销

2010 年 1 月第 1 版 2010 年 1 月北京第 1 次印刷

开本: 889mm × 1194mm 1 / 16 印张: 25.5

字数: 698 千字 定价: 128.00 元

发行部: 010-62147016 邮购部: 010-68038093 总编室: 010-62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

关于中国东部低山丘陵区是否存在古冰川问题,在地学界一直争论不休。争论的焦点是冰期时期的雪线问题。

不同意东部低山丘陵区存在古冰川遗迹者,系根据来自中国西部高山冰川区的研究资料,那里的雪线多在海拔4 000米以上,有的地区在6 000米以上。以此作为理论依据,向中国东部延伸,中国东部低山丘陵区的海拔高度多在千米左右。由此得出结论:中国东部低山丘陵区根本就不可能、不具备古冰川形成的条件,因而也就不相信有更新世期间的古冰川活动遗迹。当然,在这一认识的基础上,也不用再去重新调查,去开发新区查找新的地质现象。黄山、庐山是个例外,那里是李四光先生在年轻时发现的古冰川遗迹。推翻了黄山、庐山的古冰川遗迹,也就等于肯定了中国东部在更新世期间不存在古冰川活动。把过去被李四光先生确定的古冰川遗迹,重新用“泥石流”活动来解释,似乎也可以说得过去。

另一方则认为:由于中国国土辽阔,地理环境复杂多样,影响雪线高度的因素又非常之多,不可能用一种模式套用到全国各地。何况个人的精力和时间都非常有限,不可能走遍每一个地方,肯定还有许多未被发现的未知区域,于是不断地调查,发现新的证据、开拓新的研究领域,是他们永恒的动力。

本书作者认为:以今天的气候条件,能否正确地演绎出更新世期间的气候环境,这是需要讨论的问题。中国东部低山丘陵区,那时的气候条件如何?能不能形成冰川?要从事实出发,要以事实为依据,所以要调查研究。并以所发现的事实为依据,探索中国东部低山丘陵区古冰川形成的原因。

近年来,随着调查资料的积累,越来越多的事实证明,中国东部低山丘陵区确实存在大量古冰川活动遗迹,特别是大青山、北京西山、山东诸山、江苏云台山、浙江和福建的低山丘陵区,蕴藏着大量古冰川遗迹尚未能得到开发和利用。根据目前国内对古冰川遗迹研究的现状,本书着重讨论以下三个问题。

一、中国东部低山丘陵区古冰川发育的动力机制

在冰期盛行时期，北美洲北部，大约相当于 37°N 以北地区为厚层劳伦泰德大冰盖，格陵兰和冰岛也为大陆冰川所覆盖；与此同时，欧洲北部被斯堪的纳维亚冰盖所覆盖。来自墨西哥湾的强大暖流对上述古冰川的形成，提供了大量的水汽源。值得注意的是，墨西哥湾的强大暖流可以沿北美洲东海岸北上，到了 45°N 左右才发生转向。

亚洲的东海岸与北美洲的东海岸，其地质基础与地理环境非常不同。西北太平洋存在一系列岛弧，在冰期时代，亚洲东部的古黑潮，只能沿岛弧的外侧运行，并很快与南下的亲潮（沿日本海岸南下的寒流）相遇而发生转向。冰期时代影响中国大陆气候变化的寒潮路径与现今的路径有所不同：从现在的寒潮路径来看，来自西路、西北路和北路是寒潮入侵的主要通道；而在冰期时代，新地岛一带、乌拉尔山两侧全部被厚层冰川所覆盖，只有贝加尔湖以北勒拿河谷地的两侧地区，不论是现在还是过去，都是源自极圈的低温气流南下的通道。由此可见，西路和西北路的寒潮路径减弱或者说变性，而只有北路寒潮（也就是东路寒潮）得到加强，带来了极地的低温与来自西北太平洋的水汽相结合，就有可能形成低海拔型古冰川。由于黑潮的提前转向不能给亚洲大陆带来更多的水汽，所以在亚洲大陆只能形成局部的冰帽冰川或山地冰川，而未能出现像北美洲和欧洲那样的巨型大陆冰川。

本书作者认为：不论冰期还是间冰期，东部低山丘陵区的雪线高度，主要受北路（也是东路）寒潮的控制，寒潮支配着温度的变幅、降水量的配制。特别是冰期时代，一年四季的冷气流不断南下，是我国东部低山丘陵区能出现大面积冰川发育区的基本原因。由此可见，东部的雪线高度与青藏高原关系不大。据初步估计，我国东部低山丘陵区古冰川面积大约有300万 km^2 。中华大地上的古冰川活动，曾对世界洋面的变动，有过重要的贡献。而这种“贡献”被不正确地用青藏高原的雪线取代东部自身所固有的低雪线所埋没。

二、中国东部低山丘陵区古冰川遗迹的最新发现

泰山、鲁山、蒙山、崂山、昆崙山有我国海拔最低的、保存最为完整的终碛、侧碛和古冰舌堆积；鲁山南侧的沂源有非常典型的冰斗冰川遗迹；鲁山、蒙山、崂山、昆崙山等许多山地都有大量的漂砾；若干丘顶和山巅有飞来石；山东丘陵还有许多保存于宽谷中的石海；崂山、槎山在我国拥有18 000多千米的大陆海岸线上，是唯一的一段具有10多千米长的冰碛海岸、岸外有若干个由古冰川漂砾形成的冰碛群岛、岸内还有崂山山麓冰川所遗留下来的“漂砾海”；海岸上有延伸到黄海中的古冰舌堆积，并形成崂山海岸特有的、由冰碛物组成的海蚀陡崖。崂山、槎山有我国海拔最低的冰臼；在峰山有国内罕见的、最为典型的拖痕地貌；非常规则的圆形冰臼；保存完好的、成群出现的羊背石；延伸到山麓一带的古冰舌堆积、漫山遍野的漂砾、巨型劈石、广为分布的冰溜面等等；在浙江的普陀山、天目山、黄岩山、福建的白云山等地都存在大量古冰川遗迹；在崂山还发现有保存非常好的季候泥沉积。季候泥的形成与保存再次证明崂山地区有低海拔型古冰川活动遗迹，从而也验证了李四光等老一辈古冰川学家，关于中国东部低山丘陵区存在古冰川活动的认识是正确的。

三、中国东部低山丘陵区冰消期地貌的研究

冰消期融水地貌是对山东丘陵古冰川遗迹考查过程中的新发现。冰臼、冰水流痕槽、冰帘条纹沟、冰水夷平面、冰水喀斯特（雪蚀地貌）、冰椅石、冰融水冲击变形石（桃形石、扁平石等）、冰融水流痕沟等多种地貌是冰消期的主要研究内容。如果说冰臼是在非常特殊的、带有自上而下的旋转流所形成，那么更为普遍存在的、不具备旋转流的地区还应当形成更多的其他一些地貌类型。如果冰川前进速度与消融速度一致，就会形成稳定融水流，也容易形成流痕槽。冰水流痕槽不仅在大陆冰川区存在，山东丘陵一带的许多山脊上也都有保存。冰水流痕槽也是崂山山地最为常见的冰融水地貌。

从上述讨论可知，中国东部低山丘陵区未能形成巨型大陆冰川的原因，不在于温度条件，亚洲东部岛弧的存在，使暖流比北美洲大陆提前转向，导致亚洲大陆失去大量的水汽源和热源，是其最为重要的原因。由于国内关于古冰川的研究还处于争论阶段，也就是说，关于中国东部低山丘陵区是否存在古冰川活动的基本事实还未查清，所以本书主要以图片形式，向读者介绍我国东部低山丘陵区的古冰川遗迹。

本书共分十章：第一章为国内外关于古冰川遗迹的研究；第二章为低海拔地区典型的古冰川遗迹；第三章为阴山、北京西山古冰川遗迹；第四章为崂山古冰川遗迹；第五章为鲁中山地丘陵的古冰川遗迹；第六章为胶东半岛一带古冰川遗迹；第七章为崂山的古冰川遗迹；第八章为苏浙沿海的古冰川遗迹；第九章为福建省的古冰川遗迹；第十章为雪蚀地貌与冰消期对渤海、黄海、东海陆架环境的影响，全书图片共有611幅。

本书在写作过程中，既继承老一辈古冰川学家关于中国东部存在古冰川活动的研究成果，又竭尽全力吸收最近的研究进展，并从网上参考若干新资料，在此一并致谢。先后参加我国东部低山丘陵区古冰川遗迹调查的有：于洪军、徐兴永、李萍、易亮、苏乔、姚菁、郭良、相石宝、李丽云等，许多资料的获得与他们的密切配合、辛勤劳动有关，在此也向他们致谢。限于本书著作者的工作条件，许多地方尚未到达，可能还有许多更为典型的古冰川还未找到，出版本书的目的在于：让更多的研究者能从自家出发，运用正确的观点、创新的思路，把李四光开创的事业，继承下去，也期盼广大读者，大家共同努力，去查找残存在中华大地上的古冰川遗迹，把我国的古冰川研究推向前进。

赵松龄

2009年10月于青岛

第一章 国内外关于古冰川遗迹的研究 (1)

第一节 国外古冰川研究史 (1)

一、国外古冰川研究简要回顾 (1)

二、国外古冰川研究成果及其应用 (3)

第二节 中国古冰川研究史 (4)

一、李四光先生对中国古冰川的研究及贡献 (4)

二、中国古冰川研究的回顾 (5)

三、中国东部低山丘陵区的新近调查 (8)

第三节 冰川的形成 (10)

一、粒雪盆是冰川的摇篮 (10)

二、冰川冰的物理性质 (11)

三、冰川冰的形成 (12)

四、冰川运动 (12)

五、冰川运动与冰碛物形成 (13)

六、雪线 (13)

第四节 寒潮对中国东部古环境的影响 (14)

一、寒潮的划分 (14)

二、寒潮的形成 (14)

三、寒潮的源地 (14)

四、现代寒潮对中国气候环境的影响 (15)

五、寒潮路径 (16)

六、冰期时期的寒潮 (17)

第五节 关于中国东部冰期时期低海拔雪线问题 (18)

一、雪线高度的确定 (18)

二、雪线对气温的影响 (18)

第二章 低海拔地区典型的古冰川遗迹 (20)

第一节 典型的古冰川侵蚀地貌与堆积地貌 (20)

- 一、山东沂源县芝芳沟的古冰斗冰川终碛堤 (20)
- 二、浙江黄岩上郑乡下苗村山谷冰川遗迹 (21)
- 三、山东半岛伟德山山前的终碛垄群 (21)
- 四、山东圣经山终碛堤 (25)
- 五、崂山东侧的中碛堆积 (26)
- 六、典型的古冰川形成的“U”型谷 (26)
- 七、冰碛剖面 (28)
- 八、古冰川拖动地貌 (28)
- 九、漂砾与漂砾间的石擦石现象 (30)
- 十、成群的新月形刻槽 (32)
- 十一、磨光面上静静的小河床 (34)
- 十二、峰山东、西侧碛间的古冰川舌 (34)
- 十三、典型的羊背石 (34)
- 十四、磨光面上的漂砾 (34)
- 十五、刻槽与擦痕 (37)
- 十六、角峰与刃脊 (37)
- 十七、悬谷 (40)
- 十八、劈石 (40)
- 十九、季候泥 (43)
- 二十、冰椅石形地貌 (50)

第二节 冰消期地貌 (50)

- 一、冰帘地貌 (50)
- 二、山顶上的冰臼 (50)

三、融水侵蚀槽·····	(58)
四、冰消期框架地貌·····	(58)
第三节 古冰川漂砾·····	(62)
第四节 石灰岩谷地中的花岗岩组成的终碛·····	(65)
第三章 阴山、北京西山古冰川遗迹·····	(66)
第一节 内蒙古大青山古冰川遗迹·····	(66)
一、大青山古冰川侵蚀地貌·····	(66)
二、大青山古冰川堆积地貌·····	(68)
三、大青山冰消期地貌·····	(68)
第二节 北京西山古冰川遗迹·····	(79)
第三节 鹤壁市和宽城县古冰川遗迹·····	(85)
一、鹤壁市石灰岩地区的冰臼·····	(85)
二、承德市宽城县境内的冰臼遗迹·····	(85)
第四章 山东峰山古冰川遗迹·····	(87)
第一节 峰山古冰川堆积地貌·····	(87)
一、侧碛·····	(87)
二、终碛·····	(88)
三、石漂石型堆积·····	(90)
四、夹石型·····	(90)
第二节 峰山古冰川侵蚀地貌·····	(96)
一、磨蚀地貌·····	(96)
二、峰山羊背石·····	(96)
第三节 峰山古冰川的侵蚀作用·····	(99)
一、拖蚀(拔蚀)作用·····	(100)

二、冰川的磨蚀作用	(107)
三、峰山的粒雪盆	(107)
第四节 峰山的劈石	(110)
第五节 峰山冰消期主要地貌类型	(113)
一、峰山的冰臼	(113)
二、峰山冰川融水侵蚀槽	(113)
三、峰山古瀑布遗迹	(119)
第六节 峰山漂砾	(120)
一、峰山重心在上型漂砾	(120)
二、峰山重心在下型漂砾	(120)
三、峰山磨光面上的漂砾	(120)
四、峰山磨光面上的漂砾群	(125)

第五章 鲁中山地丘陵的古冰川遗迹

第一节 泰山古冰川遗迹	(127)
第二节 鲁山古冰川遗迹	(131)
第三节 沂山古冰川遗迹	(138)
第四节 蒙山古冰川遗迹	(143)
第五节 石门山古冰川遗迹	(153)
一、石门山冰川融水侵蚀槽	(153)
二、石门山冰臼	(153)
三、石门山冰椅石	(155)
四、石门山漂砾堆积	(157)
五、石门山古冰川舌堆积	(158)
第六节 九仙山古冰川遗迹	(159)
第七节 莲花山古冰川遗迹	(161)

第八节 青云山古冰川遗迹.....	(163)
-------------------	---------

第六章 胶东半岛一带的古冰川遗迹..... (165)

第一节 招虎山古冰川遗迹	(165)
第二节 大泽山古冰川遗迹	(165)
第三节 圣经山古冰川遗迹	(178)
第四节 山东昆嵛山的古冰川遗迹	(184)
第五节 青岛灵山岛上的古冰川遗迹.....	(185)
第六节 山东乳山的古冰川遗迹.....	(188)
第七节 海阳云顶古冰川遗迹	(189)
第八节 牙山古冰川遗迹.....	(192)

第七章 崂山的古冰川遗迹

第一节 世界各地的冰碛海岸	(197)
一、新西兰冰碛海岸	(197)
二、美国东北部的冰碛海岸	(199)
第二节 崂山的冰碛海岸遥感图像分析.....	(204)
第三节 崂山东侧冰碛海岸调查.....	(210)
一、崂山东侧冰碛扇.....	(210)
二、延伸到黄海岸边的古冰舌.....	(210)
三、海岸古冰舌的沉积结构.....	(210)
四、海滩漂砾.....	(210)
五、冰碛海岸.....	(217)
六、冰碛海岸的海蚀崖.....	(217)
七、海蚀崖顶面的漂砾.....	(217)
第四节 冰碛海岛	(223)

第五节 崂山冰消期遗迹	(225)
-------------------	---------

一、冰臼类	(225)
-------------	---------

第八章 苏浙皖赣古冰川遗迹

第一节 云台山一带的古冰川遗迹	(245)
-----------------------	---------

一、东磊石海	(245)
--------------	---------

二、石棚山的漂砾	(251)
----------------	---------

三、孔望山的古冰川遗迹	(251)
-------------------	---------

第二节 浙江省的古冰川遗迹	(257)
---------------------	---------

一、临安古冰川遗迹	(257)
-----------------	---------

二、杭州山沟沟冰碛石河与巨型漂砾	(265)
------------------------	---------

三、万马渡冰碛石河	(270)
-----------------	---------

四、黄岩古山谷冰川遗迹	(270)
-------------------	---------

五、庆元古冰川遗迹	(270)
-----------------	---------

六、舟山群岛上的古冰川遗迹	(270)
---------------------	---------

第三节 安徽省绩溪县伏岭镇冰臼	(294)
-----------------------	---------

第四节 庐山古冰川遗迹	(296)
-------------------	---------

一、非常典型的冰碛剖面	(297)
-------------------	---------

二、漂砾类	(298)
-------------	---------

第九章 福建省的古冰川遗迹

第一节 福建省福安蟾溪古冰臼景区	(299)
------------------------	---------

一、蟾溪石海景观	(299)
----------------	---------

二、蟾溪融水冲蚀槽	(300)
-----------------	---------

三、蟾溪冰川谷	(304)
---------------	---------

四、蟾溪充填型冰臼	(304)
-----------------	---------

五、蟾溪双白叠加型·····	(304)
六、蟾溪白中白型冰白·····	(304)
七、蟾溪圆形冰白·····	(310)
八、蟾溪带有出水口的圆形冰白·····	(310)
九、蟾溪冰白雏形阶段·····	(310)
十、蟾溪近圆形冰白·····	(310)
十一、蟾溪水下圆形冰白·····	(310)
十二、蟾溪椭圆形冰白·····	(319)
十三、蟾溪带“花边”的圆形冰白·····	(319)
十四、蟾溪不规则型冰白·····	(319)
十五、蟾溪双白临近型·····	(319)
十六、蟾溪三白临近型·····	(324)
十七、蟾溪长轴伸长型·····	(324)
十八、蟾溪冰洞破裂型·····	(324)
第二节 福建雁溪冰白群·····	(327)
一、多冰期形成的蜂窝状冰白群·····	(327)
二、分水岭附近的特大冰白·····	(328)
三、残存的多冰期形成的冰白·····	(328)
四、干涸着的冰白·····	(328)
五、山坡上的“成层性”冰白群·····	(328)
六、特大型冰白·····	(328)
七、圆形冰白·····	(334)
八、星罗棋布的水面下的冰白群·····	(334)
九、星罗棋布的水面上冰白群·····	(334)
十、冰白的变形·····	(334)

第十章 雪蚀地貌与冰消期对渤、黄、东海陆架环境的影响… (343)

第一节 沿海地带的雪蚀地貌 …… (343)

一、三元结构型 …… (344)

二、二元结构型 …… (344)

三、单元型 …… (353)

第二节 江苏省湖泊的分布 …… (360)

第三节 苏北古湖内钻孔岩芯的研究 …… (362)

一、各孔岩性岩相特征 …… (363)

二、沉积相的确定 …… (365)

三、第四纪沉积岩相的横向对比问题 …… (365)

四、第四纪沉积岩芯中 $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ 比值的垂直变化 …… (366)

五、关于苏南湾的讨论 …… (368)

第四节 残留岸堤(苏北浅滩)成因的研究 …… (370)

一、20世纪90年代以前的研究 …… (370)

二、20世纪90年代以来的研究 …… (372)

第五节 苏北古湖的变动 …… (377)

一、苏北古湖的位置与形成 …… (377)

二、决堤事件的发生 …… (377)

三、决堤后新地貌的出现 …… (378)

四、长江三角洲一带环境演变过程 …… (384)

五、结论 …… (384)

参考文献 …… (386)

后 记 …… (390)

第一章 国内外关于古冰川遗迹的研究

第一节 国外古冰川研究史

一、国外古冰川研究简要回顾

17 世纪末至 20 世纪初,研究古冰川遗迹证明,地球有史以来,曾发生过三次大冰期,分别发生在震旦纪、石炭—二叠纪和第四纪。随着对第四纪冰川遗迹与冰的物理性质认识的提高和调查资料的积累,终于导致冰川地质学的产生与发展。

值得一提的是,1750 年 A. C. 博尔迪埃描述了冰的塑性;1779 年法国的苏萨里沿袭当时流行的水成说,首次使用“漂砾”一词,解释侏罗山石灰岩上的花岗岩漂砾的成因(山东沂源的石灰岩山谷中,出现了由花岗岩组成的高起了的终碛堆积,时至今日,仍未能引起科学界的注意)。这一特殊的沉积类型,直到现在还被广泛地应用于地质学界;1795 年,英国的赫顿提出这些漂砾是由比现代大得多的冰川搬运而来的;1832 年德国的伯恩哈德提出北欧大陆曾发生过大规模冰川作用。

值得回顾的是,19 世纪 30 年代,瑞士自然科学协会会长阿伽西. J. L. R(古鱼类学家),他先是相信这些巨大的怪石是诺阿洪水造成的,反对有人提出的是由冰川带来的观点,不久以后他接受了冰川成因论者的邀请,到瑞士维和冰川区去度夏,在那里他亲眼见到那里遍布的“怪石”和由泥沙石块组成的石垄,他相信了这是由古代冰川从山上搬运下来的。因此,他迅速转变为冰川学说的热情支持者。从此,他以其全部精力从事冰川研究,到处宣传他的观点。阿伽西还在冰川旁用冰川“怪石”堆砌了一间小屋,组织各国学者们来考察、登山,收集冰川作用的证据。他把这些“怪石”叫冰川漂砾。把世界上最早的冰川研究站称做“汉霞台宾馆”。阿伽西. J. L. R 还指明山谷冰川的最大流速出现在冰川中部,并向源头和末端递减。他发现在 60 米深的钻孔内冰温接近 0℃。阿伽西不但组织了对现代冰川运动的研究,打钻穿透冰川,自己还钻进冰井中研究冰层构造。他著书立说,宣称:“已经看到一个严寒时期,冰川从北极南下,覆盖了北半球的大部分地区,在欧洲南部一直达到地中海边。”1837 年的阿伽西提出“大冰期”概念和冰期术语,从而充实了自维涅茨、沙尔庞捷和施琴帕尔等一代人开创的大陆冰川作用的理论。阿伽西的冰期学说曾受到强烈反对,他的朋友、德国著名科学家洪堡给他写信说:“你的冰川论使我震惊,你搞了太大的题目,你还是坚持化石鱼类的研究为好。”阿伽西不为所动,坚持冰川研究。在实际观察中不断完善、修正自己的观点,后来又將冰期理论带到了北美洲,越来越多的人相信了阿伽西的冰川学说,把他称为“冰川之父”(引自中国科学院寒区旱区环境与工程研究所,备案序号:陇 ICP 备 05000491 号)。

1842 年玛克拉仁认为这些冰体的融化,必然要引起海面的升起。1852 年,英国的兰姆赛论证了苏格兰和威尔士古冰川作用的地层中有两次冰期的遗迹;1858 年,瑞典的希尔发现在两次冰期之间的沉积层中确有温暖气候带的植物化石群遗迹,称“间冰期”。许多地质学家还发现冰川所搬运和堆

积的沉积物,具有未经分选的特征。1875年克洛尔认为:地球在夏至时期通过其轨道的近日点时,北半球将具有短而热的夏季,长而冷的冬季,因为在近日点公转的速度最快,与太阳的距离也最近。这时,地球从春分点向秋分点移动的速度较秋分向春分点移动的速度快,偏心率大,则这种效应愈显著。当地球在冬至时期通过其轨道的远日点时,则情况相反。根据他的理论,当偏心率值大且冬季当远日点时,那么冬季就较今日增长,并且寒冷;在温带地方降雪量充沛,因为气温低,雪较难融化;在接近春季与夏季的时候,洋面蒸发旺盛,更使降雪增多;夏季时雪开始融化,只在低地的雪才能被融化;至秋季又再度降雪。这种过程重复多次以后,有利于大面积冰川的形成。

1899年奥地利地质学家休斯(E. Suess)建立了海面变化理论。1902年费希认为在火山活动期二氧化碳增多,气候变暖,冰期内火山活动减弱。阿累尼阿斯在1903年指出:大气中二氧化碳的含量达到现在的2~3倍,极地的平均气温要增加8~9℃;反之比现在减少55%~60%,则中纬度地区的温度要降低4~5℃,这是因为二氧化碳能吸收长波辐射。1901~1909年,德国A. 彭克和瑞士E. 布吕克纳在阿尔卑斯山前和山麓地带划分出了由四次冰川作用的“冰碛物”所组成的沉积系列,并以慕尼黑以西多瑙河的四条小支流的名称命名,即恭兹、民德、里斯和玉木(最后)冰期。第四纪的四次冰期说,被广泛接受,北美洲相应应有内布拉斯加、堪萨斯、伊利诺、威斯康星等4个冰期;苏联欧洲部分也划分了敖德萨、白俄罗斯、中俄罗斯、瓦尔代等4个冰期。中国第四纪冰川研究由著名地质学家李四光开创,并以庐山冰川研究为基础,于1934年划分了鄱阳、大姑、庐山、大理等4个冰期。

冰期时,冰体大多以分散的山谷冰川的形式出现,而没有形成整个冰盖(大陆冰川与山地冰川连成一片时,冰川可分布到山体以外),有些冰川向下延伸到阿尔卑斯山南北两侧的平原地区,形成了巨大的冰舌。地质学家把冰期与冰期之间的冰退时期称为间冰期,也就是暖期。1913年, J. P. 科赫和 A. L. 韦格纳横贯格陵兰大冰盖,研究雪层,测量冰温,应用地震法探测冰盖厚度是极地冰盖初期研究的代表。这一时期冰川的水文气象方向占主导地位。H. U 斯韦艾德鲁普,对冰川热量平衡各要素的测量和分析、H. J. K. W. 阿尔曼关于冰川的地球物理分类和 R. 芬斯特瓦尔德对于冰川运动中块体滑动的论述,反映出这时期冰川研究的深化。冰川物理研究和新技术应用迅速发展。1920年南斯拉夫数学家米兰科维奇(M. Milankovich)提出气候变化的天文学说,地球轨道周期成为探讨第四纪气候变化及冰期形成的重要理论依据。他综合了地球轨道偏心率,黄道倾斜和岁差等而形成的季节长短的许多天文因素,计算出在45°~75°之间的地方,在60万年以来的夏季辐射量的变化曲线,该曲线上的三个最大照射量之间明显地出现四个低照射量区,照射量低的时期引起地球上同纬度地区出现较低的温度,这就出现了冰期,照射的最大量,给地球上带来较高的温度这就出现了间冰期。而这一解释与彭克在阿尔卑斯所创立的第四纪冰期温度曲线相对比,两者之间非常接近。值得提出的是,彭克在阿尔卑斯所创立的第四纪冰期,为四大冰期,即所谓经典的四大冰期划分法。亨丁顿与威什尔(1922)认为:当太阳黑子多的时候,则风暴路径移向赤道一方,地球上的气候较在黑子少的年份多风暴,多雨,并且较凉爽。到了20世纪30年代戴里从冰动型的海面变化,进而提出“冰川控制论”。他认为海面变化是由于气候变化引起的,温度的升高破坏了大洋水、大气水和陆地降水之间的平衡。当温暖的间冰期气候变为寒冷冰期气候时,大面积的降水由雨变为雪,由雪转化为粒雪,再从粒雪变为粒冰,从粒冰集成冰川冰,停留在陆上积累成冰盖而不返回海洋,从而使海洋失去平衡,海洋水体体积的不断缩小,导致海面下降。1936年赫斯主张:由于地球自转速度的增大而引起低纬度地区的海面上升,而在高纬度地区海面发生下降。我国著名地质学家李四光在其《地质概论》一书的最后写道:“假如地球的角速度加大,在低纬度方面应该立即发生普遍的海侵现象,而在高纬度方面发生普遍的海退现象,在地球角速