

高等学校交流讲义

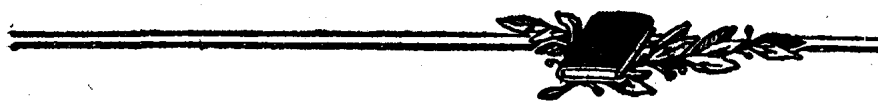
第四纪地质学

DISHIJI DIZHIXUE

南京大学地理系地貌教研组编著

人民教育出版社

高等学校交流讲义



第 四 紀 地 质 学

DISHIJI DIZHIXUE

南京大学地理系地貌教研組編著

人民教育出版社

本书系南京大学地理系地貌教研组历年来在讲授第四纪地质学课程的基础上,于1960年由全组教师和地质系古生物地史教研组部分教师集体编写而成。全书共分九章,详细地讨论了第四纪地质学的性质和任务,第四纪时期地壳的基本特征,古气候的变迁,生物界和人类的发生与发展,新构造运动的特性,以及第四纪沉积物的成因类型,其中对古气候有专章讨论。本书对黄土、世界及中国第四纪地层、第四纪地层的研究方法及地质制图也有较详细的介绍。

本书可供综合大学和高等师范学校地理系、地质系以及高等工业学校水文地质工程地质专业的教材,也可供有关农林水利工作者参考之用。

第 四 纪 地 质 学

南京大学地理系地貌教研组编著

人民教育出版社出版(北京景山东街)

北京市书刊出版业营业许可证出字第2号

上海洪兴印刷厂印装

新华书店上海发行所发行

各地新华书店经售

统一书号 13010·1008 开本 787×1092 1/16 印张 25 4/8 插页 1
字数 592,000 印数 1—3,000 定价 (5) 2.60

1961年10月第1版 1961年10月上海第1次印刷

目 录

第一章 緒論 1

- 一、第四紀地质学的性质和任务 1
- 二、第四紀地质学和地貌学之間及其与其他科学之間的关系 5
- 三、研究第四紀地质学的实际意义 7
- 四、第四紀地质学发展历史 9
 - (一) 第四紀地质学萌芽期 9
 - (二) 第四紀地质学发展初期 10
 - (三) 第四紀地质学发展現况 12

第二章 新生代地壳发展历史与古地

理概要 17

- 一、第三紀地壳发展历史与古地理概要 18
 - (一) 阿尔卑斯运动 19
 - (二) 第三紀生物界 19
 - (三) 老第三紀地壳发展历史与古地理的基本特征 22
 - (四) 新第三紀地壳发展历史与古地理的基本特征 23
- 二、第四紀地壳发展历史与古地理的基本特征 30
 - (一) 北欧的第四紀 30
 - (二) 亚洲的第四紀 37
 - (三) 北美洲的第四紀 38
 - (四) 地中海、黑海和里海的第四紀 38
 - (五) 北半球的大陆冰川区以外的山区和平原的第四紀 43
 - (六) 北极的第四紀 45
 - (七) 南半球大陆上第四紀的一般特征 45

第三章 第四紀的古气候 46

- 一、第四紀及第四紀以前的古气候概况 46
 - (一) 第四紀以前地质时代的古气候 46
 - (二) 第四紀古气候概况 48
- 二、冰期与洪积期 49
 - (一) 冰期与間冰期 49
 - (二) 洪积期与間洪积期 55
- 三、第四紀冰期时期的气候变迁 58
 - (一) 世界各地第四紀冰期时期的气候变迁 58
 - (二) 中国第四紀冰期时期的气候变迁 71
- 四、冰后期的气候变迁 74
 - (一) 冰后期的气候 74
 - (二) 近百年米气候的变化及其趋势 79

五、第四紀冰期气候变迁的影响 82

- (一) 温度和雪綫 82
- (二) 冰川的扩张与消退 83
- (三) 海面的升降 83
- (四) 动植物群落的迁移 85
- 六、第四紀古气候变迁的原因 86
 - (一) 天文学假說 86
 - (二) 大气物理学假說 89
 - (三) 地理地质学假說 95

第四章 第四紀生物界及人类的发

生与发展 99

- 一、第四紀生物界的发展史及其特征 99
 - (一) 第四紀生物界的基本面貌 99
 - (二) 第四紀海洋动物群的基本特点及其演变 100
 - (三) 我国第四紀海洋动物群 102
 - (四) 第四紀陆上哺乳动物的特点及其演变 104
 - (五) 中国第四紀陆上哺乳动物的特征及其演变 112
 - (六) 除哺乳动物以外的其他陆上第四紀动物 125
 - (七) 第四紀植物界的演变及其特征 131
- 二、人类的发生与发展 144
 - (一) 劳动創造人 144
 - (二) 人类发展的各主要阶段 146
- 三、第四紀考古期之划分 155
 - (一) 旧石器时代的一般划分 155
 - (二) 各考古文化期的主要特征 156
 - (三) 旧石器时代各期的年代对比問題 161
 - (四) 我国考古期之划分 162

第五章 新构造运动 169

- 一、新构造运动的涵义 169
- 二、研究新构造运动的意义 171
- 三、新构造运动的类型 173
 - (一) 大规模的升降运动 174
 - (二) 断块运动 176
 - (三) 褶皱运动 178
- 四、新构造运动的表现方式与性质 180
 - (一) 新构造运动的表现方式 180

(二) 新构造运动的特性	181
五、新构造运动的研究方法	185
(一) 研究新构造的定性法(历史-地 貌-地质法)	187
(二) 研究新构造运动的定量法(仪器法)	194
(三) 综合法	198
六、欧亚大陆的新构造运动	199
七、海陆变迁及其影响	206
八、现代地槽问题	211
第六章 第四纪沉积物的成因类型	213
一、第四纪沉积物的特征	213
二、第四纪沉积物成因类型的划分	215
三、第四纪沉积物的成因类型	219
(一) 残积物	219
(二) 斜坡堆积物	221
(三) 洪积物	225
(四) 冲积物	227
(五) 湖泊沉积物	235
(六) 冰川沉积物	237
(七) 冻土沉积物	245
(八) 风成沉积物	250
(九) 生物沉积物	250
(十) 海洋沉积物	253
(十一) 火山堆积物	257
(十二) 其他堆积物	259
第七章 黄土及黄土状岩石	263
一、黄土及黄土状岩石的特征	263
(一) 黄土及黄土状岩石的定义和分布	263
(二) 黄土及黄土状岩石的物质组成	271
(三) 黄土及黄土状岩石的特征	275
二、世界黄土的成因	277
(一) 黄土的风成学说	278
(二) 黄土残积学说	281
(三) 黄土水成学说	282
三、黄土及黄土状岩石的水文和工程地质 特征	283
(一) 黄土及黄土状岩石的水文地质特征	283
(二) 黄土及黄土状岩石的工程地质特征	284
四、中国黄土	285
(一) 中国黄土及黄土状岩石研究简史 及地理分布	285
(二) 中国黄土及黄土状岩石的成因 及成因类型	287

(三) 中国黄土及黄土状岩石地层的划分	292
第八章 第四纪地层	298
一、第四纪地层的划分原则	298
二、世界第四纪地层	304
(一) 欧洲第四纪地层	304
(二) 苏联第四纪地层	313
(三) 印度和缅甸的第四纪地层	318
(四) 北美第四纪地层	321
(五) 澳洲、非洲、南美洲、南极洲的 第四纪地层	322
三、中国第四纪地层	323
(一) 华北区的第四纪地层	323
(二) 西北区的第四纪地层	336
(三) 东北区的第四纪地层	340
(四) 长江中下游的第四纪地层	344
(五) 淮河流域的第四纪地层	352
(六) 华南区的第四纪地层	357
(七) 西南区的第四纪地层	362
(八) 青藏区的第四纪地层	366
(九) 第四纪矿产	367
四、第四纪地层综合研究与地层对比	368
五、第四纪下部界限问题	373
第九章 第四纪地层研究的方法及 地质制图	377
一、第四纪地层研究工作的特点及野外调查 工作的步骤	377
(一) 室内准备工作阶段	378
(二) 野外调查研究收集资料阶段	378
(三) 野外资料的室内整理研究和报告的 编写阶段	379
二、第四纪地层的主要研究方法	379
(一) 古生物学的方法(包括孢粉分析法)	379
(二) 考古学的方法	382
(三) 沉积岩石学的方法	384
(四) 研究第四纪地层的土壤方法	388
(五) 地貌学的方法	389
(六) 第四纪地层绝对年代的测定方法	393
三、第四纪地质制图	397
(一) 第四纪地质图的内容及其表示方法	397
(二) 第四纪地质图的类型	398
(三) 第四纪地质图的野外编制	399
(四) 第四纪地质制图的室内工作	402

第一章 緒論

一、第四紀地质学的性质和任务

第四紀地质学是一門有着自己独立体系的科学。和其他地质科学一样，第四紀地质学是为了适应生产实践的需要，并随着地质知識的日益发展而从地质学中分支出来的。

地质学的本身，包括动力地质学和历史地质学两大科学体系。动力地质学研究各种地质作用及其結果，而历史地质学則进而严格地按照時間的順序来研究各种地质作用及其結果，以闡明地壳的发展历史和地球上生命的发展历史，同时也闡明它們的发展規律。第四紀地质学即是以地质发展历史的最后一紀——第四紀作为其研究对象的；严格地說，它是历史地质学的一个分支。

第四紀的名称是沿用人們把地壳发展历史分为原始紀、第二紀、第三紀及第四紀四大阶段中的“第四紀”而来的。这个名字是 1829 年法国学者德努埃所提出的。原始紀即前寒武紀，第二紀即中生代，至于整个的古生代，在当时被划为原始紀与第二紀之間的过渡紀。現在原始紀、第二紀及过渡紀等三个旧名称都已弃廢不用，仅保留了第三紀及第四紀的名称。这二个时代合称为新生代。第四紀又分为更新世与全新世。更新世一名是由莱伊尔在 1839 年提出的；全新世为人类的历史时代。但是作为地壳发展历史的最后一章——第四紀的下限还未确定，而上限則迄今仍在繼續发展中。

人們在研究第四紀的初期，曾給第四紀提出过各式各样的名字，比較流行的有第三紀后期、冰川期、最新世代、洪积統等。显然，这些名字都沒有能反映第四紀的真实情况。“第三紀后期”的說法既沒有明确的界綫，也沒有反映出所应說明的特点来。由于第四紀的冰川沉积物分布比較广泛，因而将第四紀称为“冰川期”。这种命名虽然反映了第四紀的某些特点，但仍是不全面的。实际上第四紀地层的成因类型是极为多样的，它們有着各种不同的生成条件及发育过程，而冰川沉积物只是其中的一种而已。而且“冰川期”这个名字不能肯定第四紀時間的长短，例如有人认为冰川期有一百万年，有人认为只有几十万年，甚至有人根本否认第四紀有冰期的存在。关于第四紀冰川活动的研究，現在也还有許多悬而未决的問題存在（如冰期的原因、世界冰期的对比等）。“最新世代”的含义也是模糊的，顧名思义，新生代即是新的生命的时代，以生物的标志来看，这时代早在第三紀就开始了。显然，最新世代和新生代的含义是重复的。“洪积統”是德国研究者中常采用的，在十九世紀的前半期，学术界中还有濃厚的宗教观念，认为第四紀沉积物是全世界大洪水泛濫而沉积下来的。因此，洪积統这个名字显然是不科学的。

由于第四紀中发生了特別重大的条件——人类和人类社会的出現和发展，而且人类在

現代正一天天加大着改變自然界面貌的力量，因而 A. II. 巴甫洛夫院士和 A. M. 日爾姆斯基提議將第四紀改名為靈生代 (Антропоген)。這個名字比較合適的，但因為國際地質會議還沒有開會通過，所以現在所沿用的地質紀和系的名稱，仍然是 1881 年第二屆國際地質會議所規定的。

對於第四紀的研究，並不是第四紀地質學所能全盤解決的。第四紀時期的歷史，就地質眼光看來雖然極為短暫，但這一時期的地殼經歷了很大的事變，有着和以往各紀不大相同的特点（如冰期的發生、人類和人類社會出現和發展、地殼運動變為升降性的振蕩運動等）。因此許多重大的科學理論問題應當從動力地質學的各個分支（如構造地質學、地球物理學、水文地質學和工程地質學等）及歷史地質學的各個分支（如古生物學、區域地質學等）的角度來進行探討，也應當從地理學、生物學、考古學、人類學等的角度來研究。可見第四紀研究的內容是極為廣泛的，第四紀地質學不可能把各門學科的所有任務都承擔下來，它只不過是綜合研究第四紀的許多學科中的一支，所以如果將第四紀地質學就看成是第四紀的歷史，希望從第四紀地質學中獲得所有第四紀歷史問題的解答，這是一種不切合實際的想法。

即使如此，第四紀地質學仍然不失為一門系統而又完整的科學，而且是研究第四紀的主要學科，它有着廣泛而又特殊的科學領域及複雜的研究內容，有着專門的研究方法，而且也能够以自己的科學論據來解決國民經濟建設事業中的有關問題。

歷來都有各方面的科學工作者關心着第四紀地質學的成长和發展，很多研究者更把第四紀地質學的研究作為自己的終身職責，這決不是偶然的，因為第四紀地質學的任務是十分艱巨的。按照 E. B. 桑采爾的見解，如果把第四紀地質學作為歷史地質學的一章來研究的話，它包括了二個方面的內容：

第一，確定第四紀標準層和擬定第四紀的地質年代表。第四紀地層有着分布廣泛、厚薄變化大、松散、相變劇烈、成分複雜、化石證據又少等特点，這說明第四紀沉積物的形成環境是多變的，所以必須確定第四紀的標準層和擬定第四紀的地質年代表。

擬定第四紀地質年代表的方法和以往各紀地質年代表的方法是不同的。第四紀年代表的確定，目前主要還是依據陸生生物化石，對於海生生物化石的研究還顯得不够，所以第四紀陸相地層與海相地層的對比工作還未開展。由於不同地區第四紀地層的形成時代差別很大，而且又互相隔離，各地第四紀地層本身又非常複雜，往往不容易找出標準層來，所以到目前為止沒有一個國際上公認的第四紀地質年代表。

第四紀地質年代表的擬定既然這樣困難，所以第四紀地層研究方法的探索就顯得十分重要了。第四紀地層的厚度和老地層相比是很薄的，形成的時代也短，要使用劃分老地層那樣的方法——古生物地層法是有相當困難的，因為在這樣短的時間內，生物的演變是很小的，何況第四紀地層中所保存的化石又少，即使發現了化石也往往不能肯定地層的時代。因為生物種屬的演變常有快有慢，有些大的哺乳動物（如大象）在第四紀上、中、下三層中均有發現，有的情況下，不同時代的生物群又會在同一地點內發現（如周口店）。當然，這樣的說法，決不是否認古生物法對劃分第四紀地層的作用，但這個方法也並不是萬能的。其他的方

法如考古法、比較岩石學法、地貌分析法、古土壤法等也是同样的道理。總之要單凭某一種方法来擬訂第四紀地質年代表,都是極易發生錯誤的。所以第四紀地層分層表的擬訂,必須用綜合的方法,才能得出比較可靠的結論來。在綜合研究的基礎上,才能進行第四紀地層之對比和編制第四紀地質圖,才能研究各種成因類型的陸相地層的結構和形成的規律性,並將特殊的組合(建造、岩系)進行分類。

第二,恢復第四紀的古地理並進而闡明地殼運動的歷史,闡明地形與氣候的演化及生物界的發展歷史。

1. 冰期問題:在第四紀整個歷史上,一直有冰川作用發生,由於大陸冰蓋的存在,促使了沉積物、氣候帶及海陸輪廓的變遷(圖 I-1)。但是對冰期的成因問題及第四紀冰川發生的歷史和條件的研究,都還不夠清楚。目前在國際上對於冰期次數還沒有一致的見解,有多冰期說,有單冰期說,甚至也有人認為第四紀時期沒有冰川活動,更有人主張將第四紀各冰期合成為一個獨立的紀——冰川紀。

由於漂礫假說最近有所復活,全世界經歷大洪水的假說也跟着抬頭了,因此有人就以這種假說來否認冰期的存在。有人認為冰期是地殼上自然演化的現象,而有人卻認為是災難性之變化。許多互相矛盾的假說,展開了激烈的爭論。冰期派認為第四紀有大規模的冰川活動,冰退後留下它們的遺迹——地形形態和堆積物;冰川活動也影響到海陸分布和生物的演化。他們根據對動物群及漂礫的研究,認為在第四紀

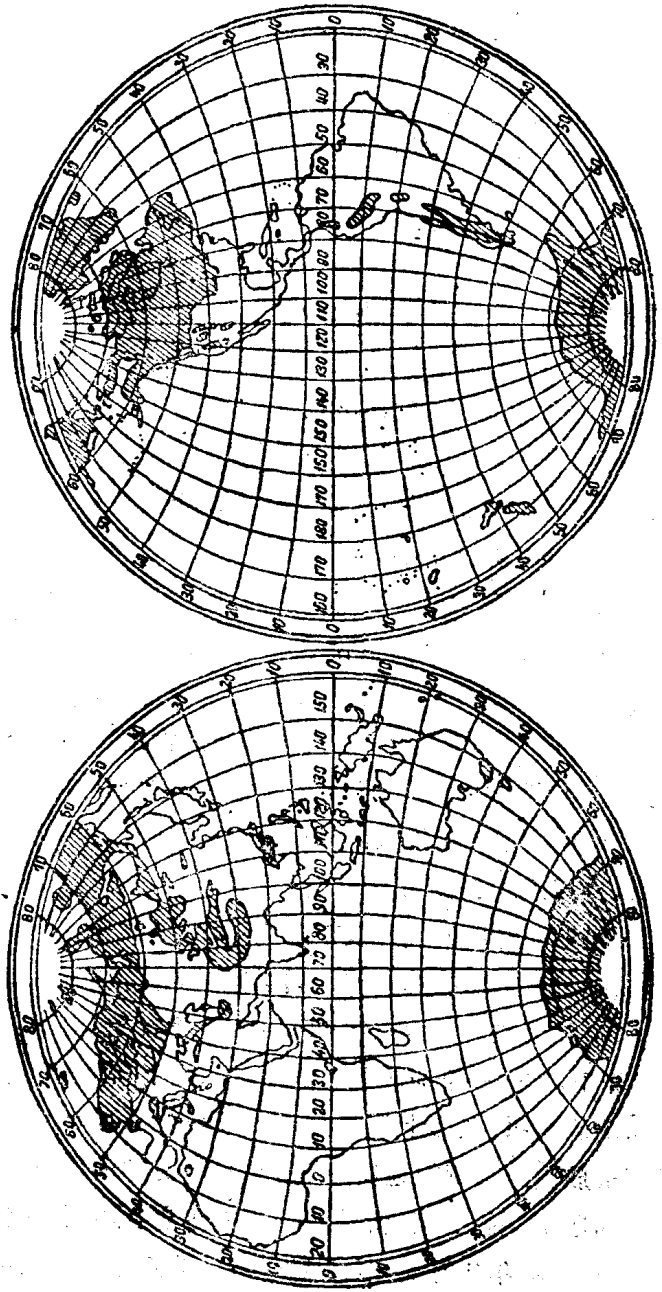


圖 I-1. 北半球和東半球冰期作用地區圖。

时欧洲大陆有多次冰期。苏联欧洲部分的第四紀多次的冰川是由于斯堪的納維亞、新地島及烏拉爾三大冰川作用中心汇集一起而成的，它們此來彼去，都到达了欧洲。在美洲也发现第四紀有多次冰川的遺迹，所以冰川学派在詳細的研究了冰川遺迹以后，肯定了有多次冰期的看法。反冰川学派则认为現时冰川的規模是最大的了，他們认为地壳上从来也沒有大的差异。他們強烈的批評了冰川学派，认为第四紀气候寒冷的原因，只是由于更新世末—全新世初在波罗的海—白海区域有寒流盆地，象海峡一样，有寒流經過。这种爭論，已經是方法論上的問題了。

2. 新构造运动：地壳运动有着各种不同的表現，地壳也有着各种不同的变形，因而海陆的分布和輪廓、地势的高低、以至整个地球之外貌也跟着变化。新构造运动就是第四紀內的构造运动，由于新构造运动在時間上和空間上的不断变化，引起了各种地质作用的重新調配，改变了自然地理的面貌。但是，人們对于新构造学的涵义还有种种不同的理解。尤其是出現的時間問題上，意見最为分歧，某些学者以第四紀为范围（B. B. 別洛烏索夫、M. B. 莫拉托夫、H. H. 尼古拉耶夫及中国地质学家的早期著作等）；另一些研究者把新构造运动出現的時間限制在新第三紀到第四紀初（B. A. 奧勃魯契夫）或认为是第三紀到現代这段時間（H. H. 尼古拉耶夫）；还有一些科学家把新构造运动出現的時間完全不給于时代的限制，他們认为新构造运动是造成現代地势基本特征的构造作用，而这种作用有的地方可以早些，而有的地方又可以晚些。因此，不同的地区，其下限也就不同，甚至上溯到中生代或古生代了（H. H. 格拉西莫夫、C. C. 舒立茨）。对新构造所下之術語亦各有不同，如形态构造、形状构造、形状构造单元、地貌构造、地形大形态等。显然，这些術語都是同義詞，不过不是不同研究者对同一个研究問題——新构造的不同命名而已。但是，新构造运动的研究方法是独特的，一般的构造分析法是很少应用的，我們需要全面的研究沉积物的性质及地表現代的地形，并以区域地质发展史为背景，才能判断新构造运动的方向和类型。新构造的研究，無論在科学意义或实用意义上都是非常巨大的。正如 H. H. 尼古拉耶夫所指出的根据新构造可以正确地了解岩相的分布，了解各种綜合性的堆积物的类型及把这許多类型和有关的地形形态联系起来。如此，对帮助解决第四紀地层的分层及年代表的拟定是极有用的。对其他方面的意义，这里不再贅述，待以后詳加說明。

3. 第四紀時間的長短及下限問題：第四紀的時間虽然都一致認為比以往各紀要短，但究竟有多長的時間，在第四紀地质学家中間還沒有公認的意見。比較多數的學者認為是100萬年的，有認為是80萬年的、65萬年的、甚至有認為是23萬年的、16萬6千年的；各抒所說。實際上，這是一個應該如何確定第四紀下限的問題。第四紀下限的位置是一個國際範圍廣泛爭論的問題，在第十八屆（倫敦，1948）和第十九屆（阿爾及爾，1952）國際地質會議上以及第五屆國際第四紀地質會議上（馬德里，1957）有關這一問題的報告和討論，就足以說明這一問題了。第二屆國際第四紀研究協會會議（莫斯科，1932）曾確定第四紀下限（歐洲），從二十世紀40年代開始，大多數學者認為這條界綫還應該再往下一些，這就是第十八屆國際地質會議上地質學家們所贊同的新觀點，因而將意大利的維拉弗朗層和卡拉布里亞層划

为更新統,在西欧,上新統和更新統的界綫就在这些地层下面。我国第四紀研究委员会也在1959年4月和三門峽地质勘探总队联合召开了三門峽第四紀地质會議,对四十年来悬而未决的三門系地层問題进行了系統的討論,根据近年来的工作,在可靠的化石的基础上,把三門系一名应用于相当于泥河灣期,以三門組为第四紀的下限,将它和維拉弗朗层对比,并經1959年第一届全国地层會議決議通过(图I-2)。当然,第四紀的下限問題,还有进一步进行研究的必要,这方面还存在着分歧意見。E. B. 桑采尔指出,划分第四紀地层的下限,应该以研究陆相地层作为根据,因为陆相地层不仅在上新統上部且也在第四紀都是大陆上所常見的。在划分第四系时,应该以第四紀的二个特点——特殊的气候和生物界作为根据。第四紀的气候变冷,因此产生冰川,也影响到陆相地层的岩性特征及动植物化石的成分,所以,根据陆相地层的岩性特点及动植物化石的成分反过来可以确定第四紀的下限;当然,划分第四紀下限的主要基础,正如以后所闡述的,应该是生物地层学。第四紀时期最重大的事件是人类和人类社会的出現和发展,关于人类出現時間的問題,对于确定第四紀的下限,同样是非常重要的。所以,对于第三系与第四系之間的交界地层,应该加以专门的研究,以便为两者之間的分界提供必要而又充分的根据。

二、第四紀地质学和地貌学之間及其与其他科学之間的关系

第四紀地质学和地貌学之間及其与其

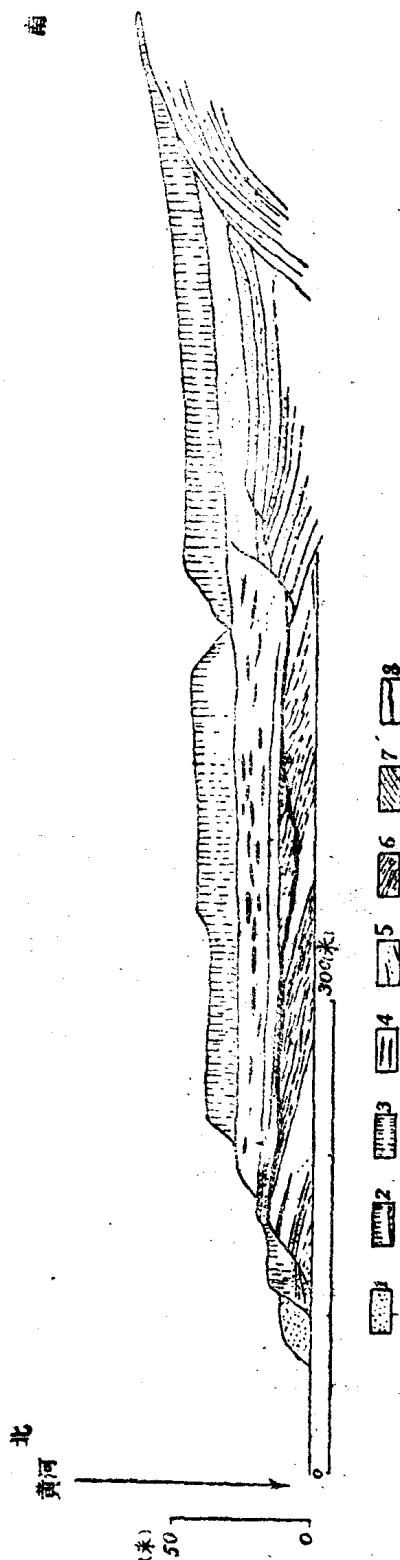


图 I-2. 陕县三門峽附近管头沟三門系地层发育层位关系示意图

1—al-Q III-IV 冲积的阶地堆积砂层; 2—al-Q III-IV 冲积的阶地堆积物, 砂及黄土状岩石(类黄土)底部具砾石层; 3—del+el-Q III (2) 黄土状岩石; 4—pl+al-Q II (2) 洪积及冲积微红色黄土状岩石, 砂, 砾石的复杂沉积物; 5—al-Q I 冲积的古代河道堆积, 上部为砂层, 下部是砾石层, 中含厚壳贝(Lamprotula)及骨化石(相当于以前的上三門系)陕县系; 6—N₂ 湖泊河流相的, 由砾石层, 砂层, 粘土及泥灰岩层組成的堆积, 含厚壳贝及骨化石(三門系第三紀末期相当于以前的下三門系); 7—P₂ 始新統紫红色砂岩系, 中含石膏层; 8—三門系和陕县系不整合面。

他科学之間有着密切的关系。特别是与地貌学之間,常常有許多共同性的問題。实践証明,研究第四紀地质学时把它和地貌学結合在一起就能取得很好的效果。在研究第四紀堆积物的成因类型时,脱离了对当时相关的地貌条件的考查,那么有些成因类型将是不可思議的;同时期的地层分布是与地貌条件分不开的,它的出露往往在地形的一定部位,如果一个地区标准层已經确定了的話,那么,地貌方法也可以帮助进行第四紀地层的对比。根据第四紀地层恢复古地理时,如果缺乏地貌学的观点也是很难建立的,对于冰期中冰川范围之恢复更是如此,冰期的划分运用地貌学方法(当然,不能只单纯的应用地貌方法)也是能取得很好效果的。新构造运动的幅度和速度的确定也大都从地貌方面的侵蚀与第四紀堆积相結合起来进行研究的。至于第四紀地质制图时,就更需应用地貌方法了。这里必須指出,单纯的使用地貌学方法而不与其他方法結合起来,也还是不能全面的解决第四紀地质問題的。

第四紀地质学除了极其密切地与地貌学相联系而外,还与新构造运动学、动力地质学、岩石学、气候学、冰川学、冻土学与土壤学、自然地理学、古生物学、古人类学、考古学等有着密切的联系。

第四紀时期,有着强烈的构造运动;不同地区的新构造运动具有不同的性质和不同的幅度。

关于新构造运动, H. H. 尼古拉耶夫指出,这是帮助解决第四紀地层、第四紀年代表等問題的重要因素。

处于不同性质和不同幅度的新构造运动地区,在不同的外营力的条件之下,形成不同的地形形态和相应类型的沉积物。这些沉积物都是动力地质作用的结果,因此,研究沉积物的成因类型,也可以反过来推論当时所发生的动力地质作用的特点。研究第四紀地层的结构、构造产状,从而查明它的成因、年代及形成的环境,就需要利用岩石学的知識来帮助。

第四紀时期的大规模大陆冰川活动的时期,由于大陆冰盖的存在,促成大陆的气候带及堆积物的不同分布及其他现象,即使在现在的两极及其附近地区和高山地区仍有冰川的存在,根据冰川学的理論和冰蚀冰积地形的痕迹,可以推断过去的冰川分布规律及其与第四紀气候的关系。在冰川边缘地带分布有冻土层,在冻土层內往往含有古动物的化石。而且对于冻土层的研究,对于工业和民用建筑和道路工程上都具有巨大的实际意义。此外在間冰期时,冰碛物往往有古土壤、古风化壳发育;研究古土壤不仅可帮助鉴定地层年代,还可以恢复古地理环境和划分地层。第四紀地层中往往含有哺乳动物、海相软体动物的遗体,植物和孢子花粉。应用哺乳动物的骨骼和海相软体动物的遺骸,利用脊椎动物和无脊椎动物的研究資料,有时可以作为划分第四紀地层的依据,同时也可以闡明当时的古地理环境;用花粉分析、孢子分析、硅藻分析,不仅可以帮助地层的划分,甚至可以了解古地理环境的微小变动。

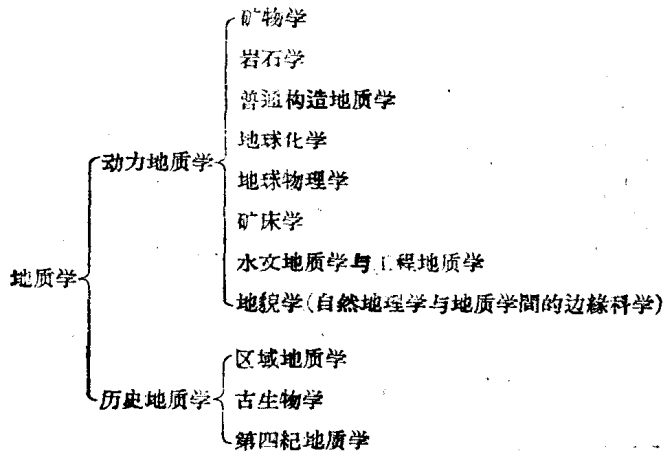
第四紀时代的重要标志是人类的出現,所以第四紀地层中存在着不少的人类遗体及其文化遺迹,因此,可以借助考古学的成果,来恢复当时的古地理环境,甚至划分地层的时代。

第四紀冰期曾影响到整个地球自然地理带的变迁,根据第四紀沉积物和古生物的资料可以綜合起来推論当时古地理环境的改变。

第四紀是地质历史最后一章,所以又可以把第四紀地质学看作是地史学的一部分。

从以上的叙述中,可以明显地看出,在解决第四紀地质本身問題时,在利用以上各門科学的理論进行綜合的研究;而第四紀地质研究成果又帮助这些科学解决第四紀历史中有關問題,可見第四紀地质学与这些科学是相互联系相互补充的(見表 I-1)。

表 I-1. 第四紀地质学在其他地质学科及課程中的地位



三、研究第四紀地质学的实际意义

任何一門科学都是随着国民經济建設事业的发展与其密切相关联的他种学科的发展而发展起来的。所以,我們研究任何一門科学,都是有它的实践上的与理論上的作用,当然第四紀地质学也是一样的。

1. 利用第四紀堆积物的特点,帮助解决被第四紀堆积物所复盖的基岩地区的地质制图。因为第四紀地层与基岩有着密切的关系,我們研究了第四紀地层以后,就可以闡明古老地层的分布情况。如两处河岸上出露两种不同的基岩,但其他地区都被第四紀淤积物、坡积物或洪积物所复盖着,基岩界綫不明,我們研究了第四紀堆积物的成分、結構及其分布以后,就可以估計古老地层的分界了(图 I-3)。再如在一山坡上于基岩被第四紀坡积物所复盖,利用坡积物的成分和結構等特性,也可以估計基岩的分界。

2. 勘探砂矿床。第四紀沉积物中蘊藏着各种自然金属(金、白金),各种金属矿(錫石、鎢矿、独居石)以及宝石(金剛石、藍宝石、紅宝石、絕緣宝石)等丰富的砂矿矿产。从事砂矿的找矿与勘探,必須考虑所在地区的第四紀复盖层的成分、构

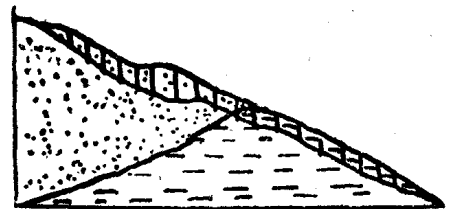


图 I-3. 根据山坡上的第四紀堆积物的特点划分基岩界綫。

造、成因和地质发展史。这样,不仅能調查出現代水文网范围内的砂矿藏,而且分布在古河床、古阶地及分水岭地区的砂矿藏也可找寻出来(图1-4、1-5、1-6)。此外,第四紀沉积物中蕴藏着其他类型的矿藏,如湖成鉄矿、盐矿及燃料(泥炭和腐泥)等。

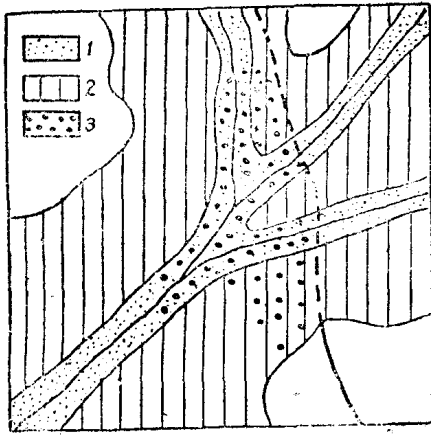


图1-4. 由重砂的分布确定矿产分布的界綫:
1—淤积物(al); 2—坡积物(del);
3—重砂分布区域。

在研究含有砂矿的第四紀沉积物的发育規律以后,可以进而追索含有矿脉的基岩,了解矿产的分布。但一般来讲,和砂矿比較起来,基岩矿床中的富集程度常不及砂矿床,并且开采比較困难。

3. 第四紀沉积物是各种工程建筑的基础,我們在修建交通路綫和水利工程(如修建公路、鉄路、大运河、水庫、灌溉网等)时,在进行工业建設(如选择厂址、修建发电站)时都需要了解它們基础的坚固程度,稳定性等工程地质特性,因而也就需要进行詳尽的第四紀生成物的研究工作,并繪出第四紀地质图,以便为工程的设计提供可靠的科学根据。

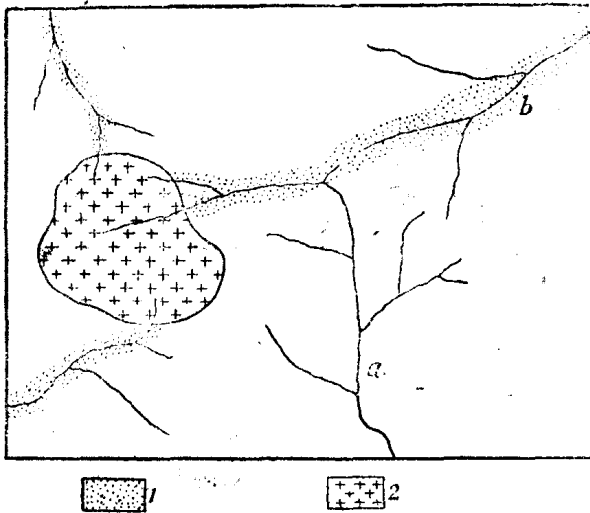


图1-5. 含金侵入岩显露地区中砂矿的分布:
1—砂矿; 2—花崗斑岩; a—襲夺河; b—被夺河。

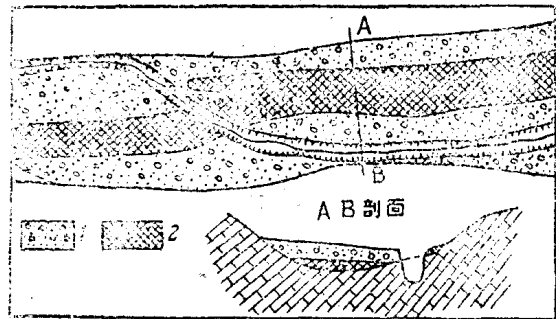


图1-6. 生于古河床最深部的阶地砂矿:
1—阶地含矿沉积; 2—砂矿。

4. 第四紀沉积物是良好的建筑材料(如巨砾、碎石、砂粘土、泥灰岩及黄土等)。随着我国基本建設的发展,对于各种建筑材料的調查和編制标注着最常用的建筑材料的岩性成分及分布的第四紀沉积图的需要,就显得十分迫切了。

5. 第四紀地层和农业有着密切的关系。它們的物理性质和化学性质在很大的程度上决定了土壤的肥力,所以土壤学界是把第四紀沉积物作为成土母质来研究的。

6. 第四紀地层往往是很好的含水层,随着社会主义建設事业的发展,工业用水和人民

日常生活用水的需要量必然大为增加,在缺乏地表水或者水质不好的地区,供水问题就只好以地下水来解决。

7. 从事第四紀地质学的研究,可以从已知的来推断未知的地质现象,从新的地质现象来推断古老的地质现象,以帮助解决地质学的基础理论问题,阐明古代的各种地质作用与沉积物发育的规律,这是研究地质学的重要途径之一。正如对于古代冰碛物的认识,正是研究了第四紀冰碛物以后才得到的。当然,我们必须具备辩证的发展的观点。现代的地质作用,决不是古代地质作用的简单重复,这是不必赘述的道理。

8. 从事第四紀地质学的研究,可以旁证其他科学的论据。正如我们根据地貌学、地球物理学及天文学的研究,如果证明在第四紀时期出现过冰期,而从第四紀地质的研究也能得到相同的结论,那么这个学说的论据就更完备了。如果适得其反,否定了冰期的存在,那么根据地貌学、地球物理学和天文学所提供的论据,也值得重新考虑。

9. 人类和人类社会的出现,是第四紀中发生的重大事件,第四紀地层中保存有丰富的类化石,第四紀地层形成的时代也就是人类的出现和发展的时代。所以,从事第四紀地层的成分与特点的研究,可以了解原始人类的文化,充实人类学、考古学、古生物学等科学的内容。

第四紀地质学是如此重要,但遗憾的是在地质学发展的初期,除了对冰川的及河流的沉积物有所研究以外,对这門科学一直未加注意,地质学家或矿山工作者反而把第四紀沉积物叫浮土、土基或无用的盖层,以为它们遮盖了基岩,妨碍他们编制基岩地质图的工作,以查明地壳的构造和进行矿产的开采,这就大大影响了地壳发展历史的最后阶段的研究,历史地质学最后一章的材料也就残缺不全了。由此可见,如果以第四紀地质是“表面浮土的地质”,那是极为错误的。

四、第四紀地质学发展历史

对于本門科学发展历史的追述,其目的在于帮助我们了解本門科学产生、发展的时代背景和社会基础以及前人所经历的道路,从而明确今后努力的方向和任务。

第四紀地质科学发展历史是随着人类社会的前进而发展的可以分为三大阶段:

(一)第四紀地质学萌芽期

古代由于人们从事各项生产(如凿井取水、灌溉农田、兴筑房屋等)时,都与第四紀地层发生关系;也就是说,对于第四紀地层的利用,在史前时代就开始了(尤其是几个古老的國家——中国、印度、巴比倫、埃及)。

我国古代有关第四紀地质学方面朴素思想,远较其他国家为早。

中国最古老的“禹貢”是公元前四至三世紀的产物。在书中就将中国划为九洲,描述了山地、河流、土壤、沉积物等类型,值得注意的是对黄河、长江的三角洲及其三角洲的沉积物

作了較詳細的描述。

公元前二至一世紀，在司馬迁的“史記”和班固的“前汉书”中除了記述了我国南部、东部、西南、西北及西部的地理情况而外，还特別描述了中国北部及西北部的沙漠及著名的河流等情况。在“礼記”的“考工記”中提到了如何精作陶器的事情，可見当时已注意到第四紀沉积物的特性，并使之作为生产实践服务。

公元六世紀时，酈道元撰“水經注”，这可說是公元一至三世紀的資料总结。书中詳細的記述了黄河、长江和西江等各流域水文网的情况、地形特点、气候特点以及对于不同的工程建筑（如运河堤坝等）的条件，并且提出了不少有关第四紀地质的資料，指出河流冲积物对于河床的影响及大河下游淤积的原因。指出在三角洲上由于淤积作用而形成的大平原。

宋朝沈括的“梦溪笔談”（1092—1093）中就具有了海陆变迁的見解，他写道“……山崖之間往往含螺蚌壳及石子如鳥卵者，横亘石壁如帶，此乃昔日之海濱，今东距海已近千里”。并且也指出了黄土高原的河流侵蚀，夹帶大量的泥沙而造成下游的冲积平原。

明代宋应星的“天工开物”曾經指出河流弯曲的近岸可以提取金沙，河床中可以寻玉石等第四紀沉积与矿产的关系。当时还有一位举世聞名的旅行家徐霞客（1586—1641），他曾企圖闡明山脉水系之間的联系及其規律性，他指出了金沙江是长江的上游和金沙江云南石鼓附近的河流襲夺現象，糾正了自“禹貢”以来的“江出于岷”的見解。也对我国西南地区的喀斯特分布及其形态有过詳細的描述，对云南西部騰冲的火山也有詳細的記載。

在古代的西方，也有許多有关第四紀地质学朴素的見解。

公元前一世紀，希腊学者斯特拉彭发现地中海海濱有含貝壳的堆积物，他认为这是海岸綫升降变化而形成的。这是具有新构造运动思想的萌芽。

公元前 500 年基罗多特在其名著“历史”中就已有尼罗河口沙、泥等分布的制图工作，可說是第四紀地质制图的萌芽。

公元十世紀，中亚学者比魯尼根据沉积物中的貝壳，断定原来海岸綫是比較高的。他指出恒河三角洲不断增大是由于海流沉积物的堆积，他还提到第四紀沉积与有关的砂矿的关系。

意大利的达·芬奇在他的著作中提到第四紀沉积的产状和所处位置的变化，并在其中发现有海生的动物化石，他正确的指出地中海海岸綫的变化是由于地壳的升降运动——新构造运动的結果。

从古代到中世紀虽是收集了許多第四紀地质的資料，并提出了一些正确的論断，但仅是个别的，零星的，还没有統一的思想来加以概括和綜合。

（二）第四紀地质学发展初期

十八世紀时，随着資本主义的兴起和生产的发展，西欧各国对于第四紀地质的注意比較广泛了。最先对第四紀地层进行較詳細研究的是英国考古学家 J. 阿希利在 1683 年編制

的地质图中将第四紀堆积物与古老岩层第一次区别开,这显然是要对年青的沉积物加以詳尽的研究后才能做到的。丹麦人 H. 斯坦諾提出了层及层的形成和产状的明确概念。1708 年俄国的列米肖夫編制出俄国第一幅地质图,图中将松散物质与岩层区别开,并注明了矿物的分布。早在 1695 年魏加林就已对冰島的冰川作了研究。在 1702—1717 年沙霍采文注意了阿尔卑斯山山麓冰川的活动及其有关的第四紀堆积物,他們是冰川的拓荒者。自此以后,第四紀沉积物的研究分两方面,一些人是从事冰川地形及冰川堆积物的研究,另一些人則全面对于第四紀地层加以研究。

俄国第四紀沉积物的研究基础是由 M. B. 罗蒙諾索夫 1743 年在他所著的“論地层”一书中奠定下来的。他指出:要了解和恢复地球过去的发展历史,必須要研究現代的地质作用和过程。他描述了“上层或地球外表的物质性质”。在这本书中,罗蒙諾索夫提出了完全正确的关于粘土、砂、砾石、黑土、泥炭的成因观念。这些观念远胜于和他同时代的外国学者的观点。

稍后,在 1768 年,俄国著名的旅行家 И. С. 巴拉斯已看出俄国山脉的分布及岩石产状的規律性。他对黑海北部第四紀地质历史的研究,得出了相当正确的結論,认为过去黑海和亚速海是互相沟通的。

1780 年索修尔描述了阿尔卑斯古代冰川的遗迹,正确地划分了冰川堆积物,为研究冰川堆积物及冰川地形打下了基础。

十八世紀末和十九世紀的大部分时间里,欧洲許多学者們对于广布在北欧、中欧、东欧各地的漂砾的形成进行了热烈的爭論。

1812 年法国学者居維叶首先提出“冰碛說”和“大冰期”的看法。他根据西伯利亚冻土帶中發現长毛象,而认为大批动物的死亡是由于古代突然发生气候灾变的結果,成为灾变論冰川学說的奠基者。很多西欧学者进一步发展了他的思想,认为阿尔卑斯的山麓堆积物及北欧的漂砾是由于冰川堆积的。瑞士的亚息茲认为不仅是在山区有冰川堆积,而在平原地区也有。这种学說以后就形成了阿尔卑斯学派。稍后,Ch. 莱伊尔、O. 达尔文、R. 莫奇逊等反对前者的学說,創立了“漂运說”。莱伊尔认为斯堪的納維亚北部有厚的冰川存在过,俄罗斯平原和中欧当时有过海洋,而大的漂砾是冰川借助于寒流而散布在当时的海岸和海洋地带,当时的情况就和現在漂砾被冰山搬运的一样。莱伊尔的搬运說,早在 1787 年俄国学者 B. Ф. 祖耶夫就已提出,他对于芬兰海灣和瓦尔戴之間的阶地陡坎的成因問題的見解,和現代的观点相似。

“冰碛說”和“漂运說”长期爭論的結果,“冰碛說”胜利了。爭論繼續了三十年,終於被瑞典托列尔解决了。他根据格陵兰、冰島及斯匹次卑尔根的現代复盖冰的研究得出了关于瑞典和挪威某个时期曾分布大片冰川的結論,然后他又在北欧和中欧繼續进行研究,在那里也发现了冰川遗迹。他的观点在 1875 年德国地质学会會議上得到大多数学者的同意,自此以后,打下了冰期的現代学說基础。

(三) 第四紀地质学发展现状

1. 資本主义国家第四紀地质学发展现状: 自十八世紀末以来, 由于冰川問題的爭論, 逐漸地使第四紀地质的研究領域內出現了不同的学派; 随着科学研究繼續发展, 各国学派也就形成了他們所具有的特色, 現將資本主义各国第四紀地质的主要学派闡述如下:

(1) 阿尔卑斯学派: 第四紀地质学中最古老的学派, 主要为奥地利、瑞士等地质地理学家。自“漂运說”失敗以后, 阿尔卑斯就成为研究第四紀冰川的最典型地区, 第四紀堆积物的分层和年代的划分, 都和阿尔卑斯冰川研究分不开的; 著名学者有 A. 彭克和布留克涅尔, 他們說明了冰川所形成的地层及冰川活动的多次性; 他們对第四紀地层的分层和时代表上用的群智、民德、里斯、玉木四期, 是在研究冰碛物分层上被广泛地使用着的。

这一学派的研究虽很詳細, 但对冰川堆积物和地形的研究上还是片面的, 他們所作的分层工作, 沒有經過古生物学、考古学(或人类学)等各方面資料的論証。現在这一派的研究已停滯不前了。他們無論在恢复第四紀的古地理、第四紀的历史、第四紀地层及新构造运动等方面都沒有提出更多的新的見解。因为, 仅限于阿尔卑斯地区的研究, 故有局限性, 并且在研究第四紀历史上也沒有采用綜合性的研究方法。

(2) 斯堪的納維亞学派: 主要是瑞典和芬兰的学者, 研究大陆冰川堆积物、冰川地形及冰后期的堆积。自从托列尔的冰川作用理論成立后, 研究斯堪的納維亞冰川遺迹的工作得到飞速的进展。目前在研究第四紀地质时几种常用的方法, 都是这一学派創立的, 例如以冰川擦痕决定冰川运动的方向, 用紋泥来确定冰期、間冰期的絕對年代, 广泛利用孢子花粉和硅藻分析来对比第四紀地层等。他們还根据了波罗的海古海岸綫位置的变化, 恢复第四紀时期的地壳运动性质及升降幅度。布利特和謝尔南德尔对古气候方面的研究有很大的貢獻。

由于半島上第四紀堆积类型局限性(主要的是研究冰川堆积物), 現在这一派除了在旧有的基础上工作得更为細致以外, 提不出其他更新的方法了。

(3) 德国学派: 这一学派研究地区广泛而非常分散。他們恢复了不同时代的冰川分布范围, 划分出冰期与間冰期, 特別注意了冰川地形的成因及其分类的研究。并且从岩石学方面对冰川堆积进行研究, 以恢复冰川运动方向。根据冰期中水系改变的情况, 确定冰川前进的方向和分布的范围。根据海岸綫的研究, 提出地壳在第四紀时升降的周期性和分带性(如格里普、万沙非、伍尔斯德特等)。霍尔盖利等还很詳細地补充了均衡假說。德国学派的另一貢獻是将第四紀地质与地貌合起来进行研究, 对各地的第四紀堆积物作了系統的制图。德国学者还对荒漠地区的堆积物进行了研究, 观察了侵蝕地形和堆积地形(如 F. 李希霍芬、伍尔斯德、W. 彭克等)。現在德国学者虽然詳細地进行了第四紀时期的古气候、古植物带、古土壤和泥炭层、間冰期堆积物、湖泊、冰川遺迹和第四紀地壳运动的研究, 但是, 沒有把古生物的研究和第四紀地层联系起来, 因而常常引起地层上的混乱。