地信网论坛
BBS.35001.COM

目　　录

第一章　概论 …… （ 1 ）
一、第四纪地质学及地貌学的研究内容 …… （ 1 ）
二、第四纪地质学及地貌学的实践和理论意义 …… （ 5 ）
三、第四纪地质历史的基本特点 …… （ 7 ）
四、第四纪与人类 …… （ 13 ）
五、地形的形态 …… （ 15 ）
六、地形的发展和成因 …… （ 16 ）
七、地形的命名 …… （ 22 ）
八、地形和第四纪堆积物的成因分类 …… （ 23 ）
第二章　风化作用对地貌的影响，残积物及古土壤 …… （ 26 ）
一、风化作用对地貌的影响 …… （ 26 ）
二、影响风化作用的因素 …… （ 27 ）
三、风化壳的类型 …… （ 29 ）
四、残积物的特点 …… （ 31 ）
五、古风化壳和古土壤 …… （ 32 ）
第三章　重力地貌及其堆积物 …… （ 34 ）
一、定义和分类 …… （ 34 ）
二、地形和堆积物 …… （ 34 ）
三、斜坡的发展演化 …… （ 40 ）
第四章　流水地貌及其堆积物 …… （ 42 ）
一、表流地貌及其坡积物 …… （ 42 ）
二、洪流地貌及其洪积物 …… （ 43 ）
三、河流地貌及其冲积物 …… （ 46 ）
四、河流阶地 …… （ 59 ）
五、水系与河流的类型 …… （ 63 ）
第五章　岩溶地貌及其堆积物 …… （ 65 ）
一、岩溶及其发育条件 …… （ 65 ）
二、岩溶地貌 …… （ 72 ）
三、岩溶堆积物 …… （ 78 ）
四、岩溶地形及堆积物的研究 …… （ 80 ）
第六章　海滨、湖沼地貌及其堆积物 …… （ 82 ）
一、海滨地貌及其堆积物 …… （ 82 ）
二、湖泊地形及其堆积物 …… （ 92 ）
第七章　冰川地貌及其堆积物 …… （ 95 ）

一、几个基本概念……（ 95 ）
二、山岳冰川地貌及其堆积物……（ 96 ）
三、大陆冰川地貌及其堆积物……（ 103 ）
四、冰缘、冻土地形及其堆积物 ……（ 105 ）
五、冰川地形和堆积物的研究……（ 109 ）
第八章　风力地貌及其堆积物 ……（ 111 ）
一、风砂作用……（ 111 ）
二、风积物……（ 113 ）
三、风砂地貌……（ 113 ）
四、沙丘的移动……（ 116 ）
五、荒漠类型……（ 117 ）
六、黄土……（ 118 ）
七、黄土地貌……（ 120 ）
第九章　构造地形、火山地形和堆积物……（ 123 ）
一、构造地形……（ 123 ）
二、火山地形及其堆积物……（ 131 ）
第十章　第四纪生物界及其地层意义 ……（ 139 ）
一、第四纪哺乳动物群……（ 139 ）
二、第四纪无脊椎动物群……（ 170 ）
三、第四纪植物群……（ 176 ）
四、古人类及古文化分期在第四系分层中的应用……（ 185 ）
第十一章　第四纪气候变化及其地层意义 ……（ 191 ）
一、第四纪气候变化的证据……（ 191 ）
二、全新世气候变化……（ 197 ）
三、气候变化的原因……（ 198 ）
四、第四纪气候变化的地层学意义……（ 199 ）
第十二章　第四纪年代学 ……（ 202 ）
一、相对年龄测定法……（ 202 ）
二、年代学及年龄的测定……（ 206 ）
三、第四纪年代学……（ 213 ）
第十三章　第四纪地层 ……（ 214 ）
一、第四纪地层划分与前第四纪地层划分……（ 214 ）
二、第四纪地层的划分方法……（ 215 ）
三、关于第四纪的下限问题……（ 217 ）
四、第四纪的划分……（ 226 ）
五、中国第四纪地层 ……（ 228 ）
（一）华北地区第四纪地层 ……（ 228 ）
（二）东北地区第四纪地层 ……（ 239 ）
（三）西北地区第四纪地层 ……（ 241 ）
（四）西南地区第四纪地层 ……（ 245 ）

(五)东南部地区第四纪地层 …… (247)
第十四章　第四纪地质及地貌学的研究方法和制图 …… (251)
一、研究方法 …… (251)
二、野外研究和制图 …… (254)
三、室内研究阶段 …… (256)
主要参考文献 …… (260)
实习指导书 …… (262)
实习一　学习使用立体镜进行立体观察，并对构造和火山地貌进行解译 …… (262)
实习二　流水、重力地貌及堆积物解释 …… (274)
实习三　详细解译流水地貌及堆积物，并勾绘流水地貌解译图 …… (280)
实习四　岩溶、海滨和湖沼地貌及堆积物解译 …… (281)
实习五　冰川、冻土地貌及堆积物解译 …… (284)
实习六　风成地貌及堆积物和黄土地貌解译 …… (287)
实习七　哺乳动物化石鉴定的一般原则 …… (289)
实习八　松散堆积物的粒度分析 …… (292)
实习九　砾石定量测量及统计资料的整理和表达方法 …… (310)
实习十　绘制河谷地貌及第四纪地质剖面图 …… (315)
实习十一　孢粉分析成果的图式 …… (318)
附一　各成因地貌形态图例 …… (322)
附二　第四纪地质图例 …… (324)

第一章　概　　论

本课程包括第四纪地质学及地貌学两个学科的内容。本章首先分别讲述第四纪地质学及地貌学的研究对象和内容，然后阐明这两门学科的联系和作为一门课程讲授的理由和根据，以及这门课程的基本概念和内容。

一、第四纪地质学及地貌学的研究内容

（一）第四纪地质学

1.科学术语　第四纪（Quaternary period）一词由法国地质学家 Desnoyers 于 1829 年引入地质学。他是作为对当时通用的地质时代划分——第一纪、第二纪、第三纪的附加提出来的。Desnoyers 研究巴黎盆地地层，将覆于第三纪地层之上的一套松散堆积物称为第四系（Quatornary System），将形成这套堆积物的时代名为第四纪。稍后，Rebonl 于 1833 年将第四系一语的含义引伸为包括含有现时仍在生活的动物群和植物群残骸的沉积物顺序。Rebonl 认为，这一特点可以与第三系加以区别。第三系所含有的化石种属现时很多都已灭绝，这样使第四系（纪）一语具有生物地层学的意义。

差不多在同一时期（1830— 1833），著名地质学家 Lyell 根据第三纪地层中所含腕足类化石中的现代种属所占的百分比，于 1839 年提出更新世（Pleistocene period）和更新统（Pleistocene Series）。Lyell 把含有腕足类化石的 70% 以上为现代种属的一套地层，命名为更新统；将形成这套地层的时代，相应地叫做更新世。更新世和更新统又分别叫做后上新世（post pliocene epoch）和后上新统（post pleistocone series）以及后第三纪（post tertiary period）和后第三系（post tertiary system）。更新世（后上新世、后第三纪）的时间，由地球上出现人类开始。Lyell 还提出全新世（Holocene）一词。认为全新世形成的沉积物中所含的生物残骸，全部为现代种属，全新世即更新世的晚期。Lyell 的定义，使第四纪具有人类考古学的意义。

1907— 1911 年间，Haug 对上述第四纪和更新世等术语的定义加以补充。Haug 以牛（*Bos*）、象（*Elephas*）和马（*Equas*）在欧洲的突然出现作为划分更新世下限的根据（等于第四纪下限的根据）。Haug 在 1921— 1922 年间的著作中，也认为人类是第四纪的一个特点。

这就是第四纪的岩石地层学、生物地层学和人类考古学方面的定义背景。

1837 年，Schimper 根据气候的变化，提出了冰川纪（Eiszeit）一语。1846 年，Forbes 将更新世与冰川世（Glacialepoch）相对比，即更新世是一个北半球的大部分经受过酷冷气候和冰川作用的时代。更新世是世界冰川作用地区的冰川反复地出现和消失、扩大和退缩的时期，概称为第四纪冰期。在第四纪以前的地质历史中，只有少数几次冰川达到这种规模。Forbes 并分出冰后期（Post glacial），并将其叫做现代（Recent）。这样，就出现了

更新世的气候定义。1856年，Marlot又将第四纪划分为两个世——更新世（Pleitocene epoch）和全新世（Holocon epoch），并将更新世和全新世分别与冰期和冰后期进行对比。

气候定义很快被广泛采用，但“现代”一语，却直到1885年才得到国际地质学会的承认。虽然，在这之前，全新世已被应用于地质文献中。

现已公认，更新世和冰川世，不像Forbes所引伸的那样是两个同义语。经证明，所说的第四纪冰川作用发生于第四纪开始之前，较精确地说，不应当叫做第四纪冰川，而应当叫做晚新生代冰川。此外，冰川环境尽管在地质上是第四纪气候变化的一种最明显的结果，但却是与同等重要的非冰川地区的环境和海洋环境的变化伴随的。所以，冰川世一语并不足以代表第四纪全面的自然环境，其中包括地质环境。

虽然十九世纪中叶划分的“第一纪”和“第二纪”，很久之前已经不再见于地质文献之中，然而，第三纪和第四纪却仍被保留下来，并合并成为新生代。所以，在时代意义上，“第四纪”是一个陈旧的术语。但由于这一术语已经广为流传，并被国际地质学会所接受，因此，虽然在逻辑上有矛盾，却仍然未被抛弃。

现时国际通用的新生代地质划分如表1－1所列。

表1－1　新生代标准世界地层年代表（主要划分单位）

代（界）	纪（系）		世（统）	同位素年龄（Ma）	
				单位年龄	单位开始年龄
新生代（界）	第四纪（系）		全新世（统）	0.01	0.01
			更新世（统）	1.68	1.64
	第三纪（系）	新第三纪（系）	上新世（统）	4.56	5.20
			中新世（统）	18.10	23.30
		老第三纪（系）	渐新世（统）	12.10	35.40
			始新世（统）	21.10	56.50
			古新世（统）	8.50	65.00

2. 研究内容　　第四纪是地质历史上最晚近的一个纪，也是时间最短暂的一个纪（大约160—200万年）。

第四纪的时间虽然短暂，但在地质和其它方面的变化，如气候的变冷和变暖以及冰川的形成和消失；构造运动、岩浆活动和海面震荡；以及地形、沉积物、生物界的演化等却非常显著。人类出现并发展于第四纪中。研究第四纪地质现象以恢复第四纪地质历史的学科，就是第四纪地质学（Quaternary geology）。第四纪地质学是地史学的一个部分，自五十年代以来，它已经逐渐发展成一门独立的学科。第四纪地质学之所以能成为一门独立学科，有以下原因。

（1）第四纪与以前其它时期地质纪相比较，具有明显的特点：其中最明显的特点是第四纪冰川的出现和消失；其次是第四纪堆积物覆盖于地表，并且大部分是松散的；第三点是第四纪生物群与现代生物群联系密切，最突出的特征是人类的出现等等。

（2）与第四纪地质现象的特点相适应，有一些不同于前第四纪地质历史的研究方法。例如，冰期和间冰期划分的方法、地貌学的方法以及考古学和古人类的研究方法

等等。

(3) 第四纪地质现象与人类的关系特别密切，因而具有特殊的实践意义。

(4) 第四纪地质现象保留完好，而且其地质过程仍在继续进行。研究这些现象和过程，有助于揭示和理解第四纪以前的地质历史，具有特殊的地质理论和方法学的意义。因为，研究现代以理解过去。是地质学的一个最基本的原理和方法。

(二) 地貌学

地球岩石圈的表面不是平坦的，具有一定的起伏的。这些起伏的规模是不同的。但作为一个整体，地球是一种近似椭球形的巨大星体。地球表面分为大陆和洋盆两种最大的地形。在大陆和洋盆中，还包括许多较小的和更小的地形。例如，在大陆上，可以分出高凸的山岳和低缓的平原。在山岳和平原中，又可细分出河谷和分水岭（或谷间地带）等地形。在河谷中，还可以分出谷坡和谷底等形态要素。所有这些大大小小的地形形态，构成了岩石圈表面的现状。

各种地形的形态、成因（或起源）和发展过程（历史）是不同的，但却并不是无秩序的、零乱的，而是在一定的空间和时间领域内，具有一定的联系。

例如，在图1－1中，河谷和山岭（分水岭）是两种地形。河谷是凹下的；分水岭是凸起的。这是它们在形态（包括空间分布）方面的特点。但是相邻的河谷和分水岭，是互相联系和依存的。河谷的一坡，也是分水岭的一坡，河谷的凹下的形态，是借助分水岭（山岭）的高凹才显示出来的；反之，分水岭的高凸也是依靠河谷的凹下才出现的。

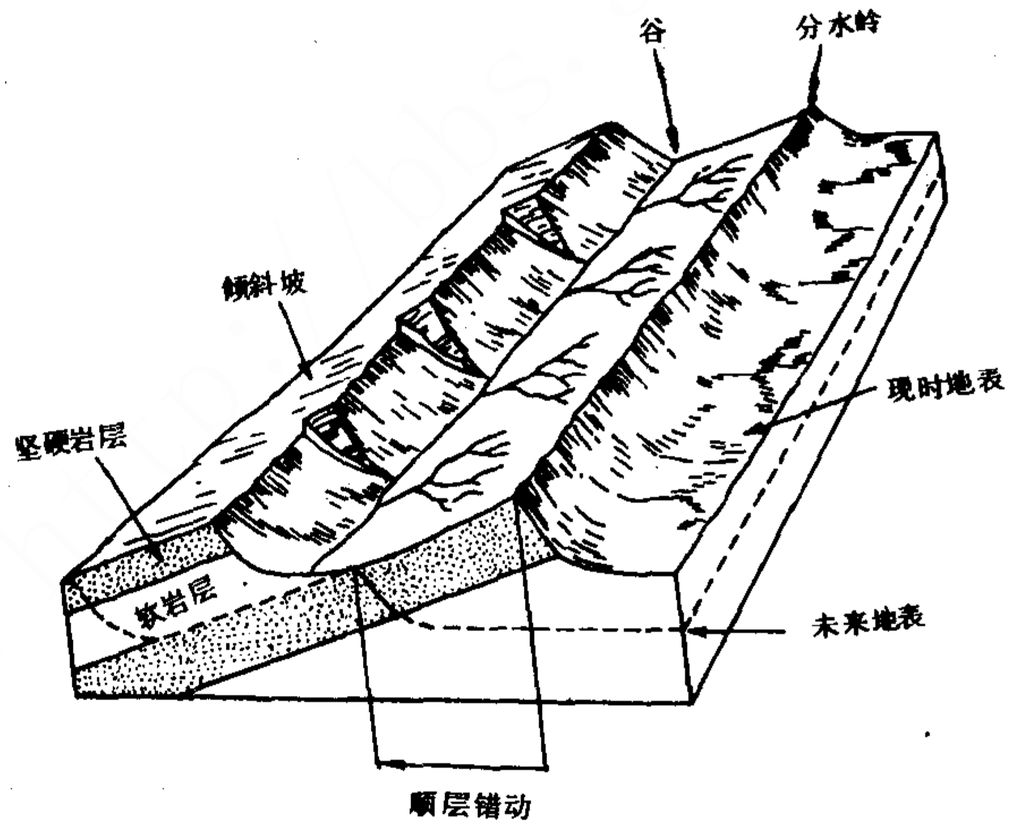


图 1－1　示明分水岭和河谷在形态、成因和发展方面关系的图块

分水岭是由斜坡和顶部所组成的。分水岭的斜坡的一部分是由河流侵蚀作用造成的，一部分与地质构造有关，它可以是岩层层面和节理面。河谷的谷坡和谷底是由河流的侵蚀和冲积作用形成的。这是分水岭与河谷地形在成因方面的特点。但分水岭斜坡与谷坡是联接在一起的。分水岭和河谷在形成过程中，都与河流的地质作用有关。河流的切割在形成分水岭斜坡的同时，既产生了高凸的分水岭，也出现了凹下的河谷。这就是河谷与分水岭在成因方面的联系。如图 1－1，分水岭是由单斜层在构造运动上升陆续被抬高的过程中，伴随着河流的陆续深切和河谷逐步加深而逐步变高的。在分水岭变高的过程中，其斜坡和顶部的形态都要发生变化；河谷在加深过程中，谷坡和谷底的形态也在发生变化。这是分水岭与河谷在发展方面的特点。同时，河谷加深必然伴随着分水岭的相对变高；河谷加宽必然伴随着分水岭变窄。这是河谷和分水岭在发展方面的联系。

研究地球表面各种地形形态、成因和发展的科学，叫做地貌学（Geomorphology）。

从字源上看，地貌学一词是由三个希腊文字根——地球、形态、科学组成的。

由于最初研究的主要是陆地地形形态，所以，长期以来，地貌学被看作是一门研究陆地形态的科学。但是，这个定义是不全面的。因为地球表面形态应是整个地球岩石圈表面（即地壳表面）的形态，既包括陆地的地形形态，也包括洋底的地形形态。所以，地貌学应当是一门研究整个地球表面形态的科学。

十九世纪前的地貌学文献，大部分是一些直观的和明显的地形形态的描述，诸如河谷、山脊等地形形态的描述，特别是一些交通要道附近的一些特殊地形形态的描述。因而有叙（描）述地貌学（Descriptive geomorphology）之称。目前叙（描）述地貌学仅是地貌学的一个分枝。我国是叙述地貌学发展很早的国家，《水经注》、《徐霞客游记》等古代名著，都记述了我国一些地区地形的形态特点。

十九世纪以后，构成地质学和岩石学的资料被引进描述地貌学中。这些资料被用来解释地形成因，从而产生了一种新的概念和研究方法——地形的解释性描述（explanatory description）。地形不再简单地被记述其高度、坡度、面积和表面特点，而且还要解释其形成过程，恢复其发展历史。于是，产生了地貌学的另一个分枝——成因地貌学（Genetic geomorphology）或解释地貌学（Explanatory geomorphology）。在成因地貌学中，再分为侧重研究岩石对地形形态的形成和发展作用的岩石地貌学（Lithologic geomorphology）；侧重研究地质构造（包括地质构造形态和构造运动）对地形形态的形成和发展作用的构造地貌学（Structural geomorphology）；以及侧重研究控制各种外力过程（流水、冰川等等）的气候环境对地形形态的形成和发展作用的气候地貌学（Climatic geomorphology）。气候地貌学按控制地形的各种外力地质作用再分为流水地貌学（Fluvial geomorphology）、冰川地貌学（Glacial geomorphology）……等等。

由于各种地形形成过程在空间分布、成因和发展方面具有一定的联系，所以，各种地形的组合，一般都具有一定的区域性特点。系统地综合研究一个地区的各种地形，则构成了地貌学的另一分枝——区域地貌学（Regional geomorphology）。例如，海滨地貌学（Coastal geomorphology）、沙漠地貌学（Desert geomorphology）等等。

（三）新构造运动学

近数十年来的研究证明，在新第三纪和第四纪过程中，地球各部分的构造运动，与老第三纪以前的构造运动相比较，在运动类型、空间分布、强度和发展过程方面，都具有明显的差异。

发生于新第三纪—第四纪的构造运动，称新构造运动。由新构造运动所形成的地质构造（形态），称新地质构造。新构造运动决定着当代地形和新第三纪—第四纪堆积物的基本特点，并且与火山、地震、流水、海洋、冰川以及其它一些地质和地球物理过程有着密切的联系。研究新地质构造以及伴生的其它各种自然现象（地质、地貌、地球物理、水文学等许多方面的自然现象），供以研究新构造运动类型及其空间分布、强度和发展规律的科学，称新构造运动学（Neotectonics）。新构造运动学是大地构造学的一个组成部分，现已成为一门独立的学科，其理由是：

（1）与新第三纪以前的构造运动比较，新构造运动在空间分布、类型、强度和活动规律方面，具有明显的特点。

(2) 新构造运动发生的时间短，而且其运动过程有的当前仍在进行，因此，其表现（地貌、新地质构造、新第三纪—第四纪堆积物等等地质现象以及其它各种伴生的自然现象）保留比较完整。

(3) 由于新构造运动的表现清晰完整，而且当前仍在进行，所以在新构造运动的研究中，不仅可以采用一般大地构造学的研究方法，而且还可以采用比较精密的仪器，进行定量研究。

(4) 新构造运动，特别是其中正在进行的现代构造运动，具有重大的理论的和现实的意义。

（四）第四纪地质学、地貌学以及新构造运动学之间的关系

第四纪地质学、地貌学和新构造运动学在研究对象、内容和方法以及研究成果的实践运用方面，都具有十分密切的联系。地貌学是研究地形形态形成和发展；第四纪地质学是通过研究第四纪气候变化和冰川现象、构造运动、地形、生物界，特别是通过第四纪沉积物的研究借以恢复第四纪地质史；新构造运动学，则是研究新构造运动的表现、类型、强度和发展规律。

现代地形形态主要形成于第四纪。它虽受前第四纪地形的一定影响在第四纪过程中前第四纪地形受到了很大程度的改造。因此，地貌学所研究的地形，大部分是第四纪地形。第四纪地形也是第四纪地质学的研究对象和内容。第四纪构造运动是新构造运动学的研究对象和内容，它也是第四纪地质学的研究对象和内容。第四纪的气候变化和冰川现象、生物界，特别是第四纪沉积物特征，以及地形形态特征都与新构造运动有关，也是研究新构造运动所必须同时研究的内容。

上述内容充分说明，地貌学、第四纪地质学和新构造运动学，在研究方法上，是相辅相成和相互为用的。即是说，可以根据地形、新构造运动、第四纪堆积物及其它第四纪地质现象之间在空间、时间和成因方面的联系，利用其中一种或数种研究成果和研究资料，去解决其它方面的研究问题。例如，可以利用地形成因类型的资料，来确定组成该地形的第四纪堆积物的成因类型；反之，也可以借助第四纪堆积物成因类型的资料，来确定由该堆积物所组成的地形的成因类型等等。

最后应当指出，在大多数场合下，对一个地区进行第四纪地质学、地貌学和新构造运动学等各方面的研究工作一般都是同时进行的。在教学上，把第四纪地质学及地貌学作为同一门课程讲授，并涉及部分新构造运动学的教学内容。

二、第四纪地质学及地貌学的实践和理论意义

近年来，在社会主义现代化建设蓬勃发展的我国，第四纪地质学及地貌学正日益广泛地被用来解决各种生产实践问题。

在进行水文及工程地质勘察时，不同类型的地形形态和第四纪堆积物在空间上分布的资料是非常重要的。例如，水库坝址和库区的选择，首先要考虑河谷形态和第四纪堆积物的分布。坝址宜选在峡谷和第四纪堆积物较少的地段，库区则宜座落在宽谷地段等等。

在进行地质测量和找矿时，地形形态和第四纪堆积物分布的资料，能够作为分析地质

构造和矿产分布的重要依据，其中对砂矿、石油和盐类矿产的找寻和勘测最为重要。

第四纪堆积物的成分和岩相资料，能够提供找寻和评价地下水、工程建筑原料和工程地基的依据。第四纪堆积物的含水性，是与其粒度密切相关的。砂砾石层是含水层，粘土和亚粘土则是隔水层；为细粒物质所充填的角砾或砾石堆积物是一种稳定的地基，而含有机质的淤泥层，则需要采取措施才能进行工程建筑等等。

在地质调查和找矿方面，也应考虑第四纪堆积物的分布资料。例如，对残积物的分析研究，可以用来推断被覆盖的基岩情况，结合其它方面的资料可以帮助确定地质情况和矿产分布情况。

新构造运动的特点可以表现在新地质构造、地形、第四纪堆积物和现代外力地质作用等方面，这些表现能够为矿产找寻和勘探，以及水文地质和工程地质勘察提供理论基础。

新构造运动，地形和第四纪堆积物的成因，在很大程度上决定着水文及工程地质条件。例如，冰积物基本上是不透水的；风成的黄土比其它成因类型的黄土具有更大的湿陷性；砂矿的成因类型，与其所赖以存在的第四纪堆积物的成因类型是一致的等等。

为正确地评价水文及工程地质环境，找寻矿产和确定矿产的成因类型，还需要研究地形形态、第四纪堆积物和新构造运动的发展历史。对一些长远的水文及工程地质措施而言，尤为重要的是研究地形，第四纪堆积物和新构造运动的进一步发展趋势。

地震，是断裂运动的一种伴生现象。断裂活动性的确定，需要地形和第四纪堆积物的资料。为预测地震，需要研究新断裂运动。研究新断裂运动，需要同时研究与新断裂运动伴生的其它各种新构造运动。研究新构造运动，就必需研究新构造运动在地形和第四纪地质现象上的各种表现。

研究地质学的一个非常重要的现实主义原理是“将今论古”，即用研究现代地质作用和现象的方法去了解地质历史时期的地质过程。为研究前第四纪的地质历史，第四纪地质学和地貌学的研究，乃是必须的。

土壤的形成与第四纪气候、地形、堆积物、水文和植物群落直接相关。所以，第四纪地质学和地貌学的研究，也可为土壤学提供理论依据。

人类的出现、演化和生活的环境，是第四纪地质历史的一部分。所以，古人类学的研究，不能脱离第四纪地质学和地貌学的研究。在研究人类现代生活环境方面，第四纪地质学和地貌学的研究，尤为重要。

现代动物和植物群，是第四纪动物群和植物群的直接延续。为了有效地从历史的观点去研究现代生物，第四纪地质学和地貌学的研究，是必不可少的。

现代气候的变化所带来的生态环境以及其它方面的变化，已经引起人们的巨大关注。例如，气候变化所引起的南极、格林兰、高山地区（包括我国天山和喜马拉雅高山地区）的冰川的融解，海面的变化，干旱和沙漠的发展等等，已经直接波及人类的环境。为理解气候变化的规律，不进行第四纪地质学和地貌学的研究，是不可设想的。

第四纪地质学、地貌学和新构造运动学的实践和理论意义，不限于上述，它是非常广泛的。为此，世界各国都非常重视作这方面的研究。

三、第四纪地质历史的基本特点

作为地球挽近发展阶段的第四纪的时间，虽然它的时间是最短的，但研究证明，其地质历史却是比较复杂的。第四纪地质历史，包括第四纪地形、第四纪堆积物以及其中所含的生物残骸的发育和形成历史，也包括第四纪构造运动、岩浆活动、变质作用等各种地质过程的发生和演化的历史。与前第四纪比较，第四纪各种地质过程的变化，具有比较明显的差异。也就是说，与前第四纪地质历史比较，第四纪的地质历史具有比较明显的特点。

第四纪地质历史是第四纪一般自然环境变化历史的一个组成部分，并且受着一般自然环境变化历史的控制。因此，第四纪地质历史的特点，也是第四纪总的自然环境的特点的一个方面，并且也是由第四纪总的自然环境的特点所决定的。第四纪地质历史的基本特点如下：

（一）地质历史记录保留得比较完整

由于第四纪的时间很短，所以，发生于第四纪的各种地质过程所产生的结果，即第四纪地形、堆积物及其中所含的生物残骸、地质构造、岩浆岩等等各种地质现象及其有关自然现象的保留，都比较好；并且，这些现象大部分分布在地表或近地表部分，易于进行观察研究，从而有利于恢复第四纪的地质历史。此外，现时正在进行着的各种地质过程，是第四纪地质历史的一种连续的过程，所以，可以直接对这些过程及其有关现象进行研究，并据以进行较确切地类比回溯第四纪地质历史。

（二）气候变化显著

第四纪地质历史的另一个基本特点是气候变化显著。始自新第三纪以来的气候变冷过程，在第四纪之初明显地加剧。第四纪的气候变化，在很大程度上控制着第四纪地形、海面变化、堆积物、土壤、生物群落以至人类的发生和发展。因此，自上一世纪中叶以来，地质工作者一直把气候的显著变冷并导致地球表面广大地区出现冰川，作为一个主要标志，以划分上新世与更新世之间的界限。而这一界限，也就是新第三纪与第四纪之间的界限。

图 1－2 中只画出了第四纪早期的气候变化。从图中可见，第三纪气候虽有变化，但却不如第四纪明显。

研究证明，第四纪的温度变化的幅度是比较大的，而且有反复的温度降低和升高的过程。第四纪温度变化是全球范围的，但在不同纬带和地区内存在着差异。温度变化最明显的是中纬度地带，两极和近赤道地区的变化幅度较小。第四纪的温度降低时期（冷期）与温度升高时期（暖期）之间的最大平均温度差计算为 16— 25 ℃ 。

在冷期中，在较为潮湿的地区内，降雪量超过融雪量，降雪长年累积、部分地消融、压实，并转变成为冰川。地球上大规模出现冰川的时期，叫做冰期 (glacial age)。冰川首先由两极地区和中纬乃至低纬带的高山顶部发生。伴随着气候的继续变冷，冰川的厚度不断增大，其分布范围也不断向周围扩大，这种过程叫做冰进。冰期中，冰川的最大规模达到覆盖地表面积的 1/3。冰川的出现，进一步加剧了气候的变冷。计算证明，冰期中冰川地区的平均温度，较现时低 8— 13 ℃ 。

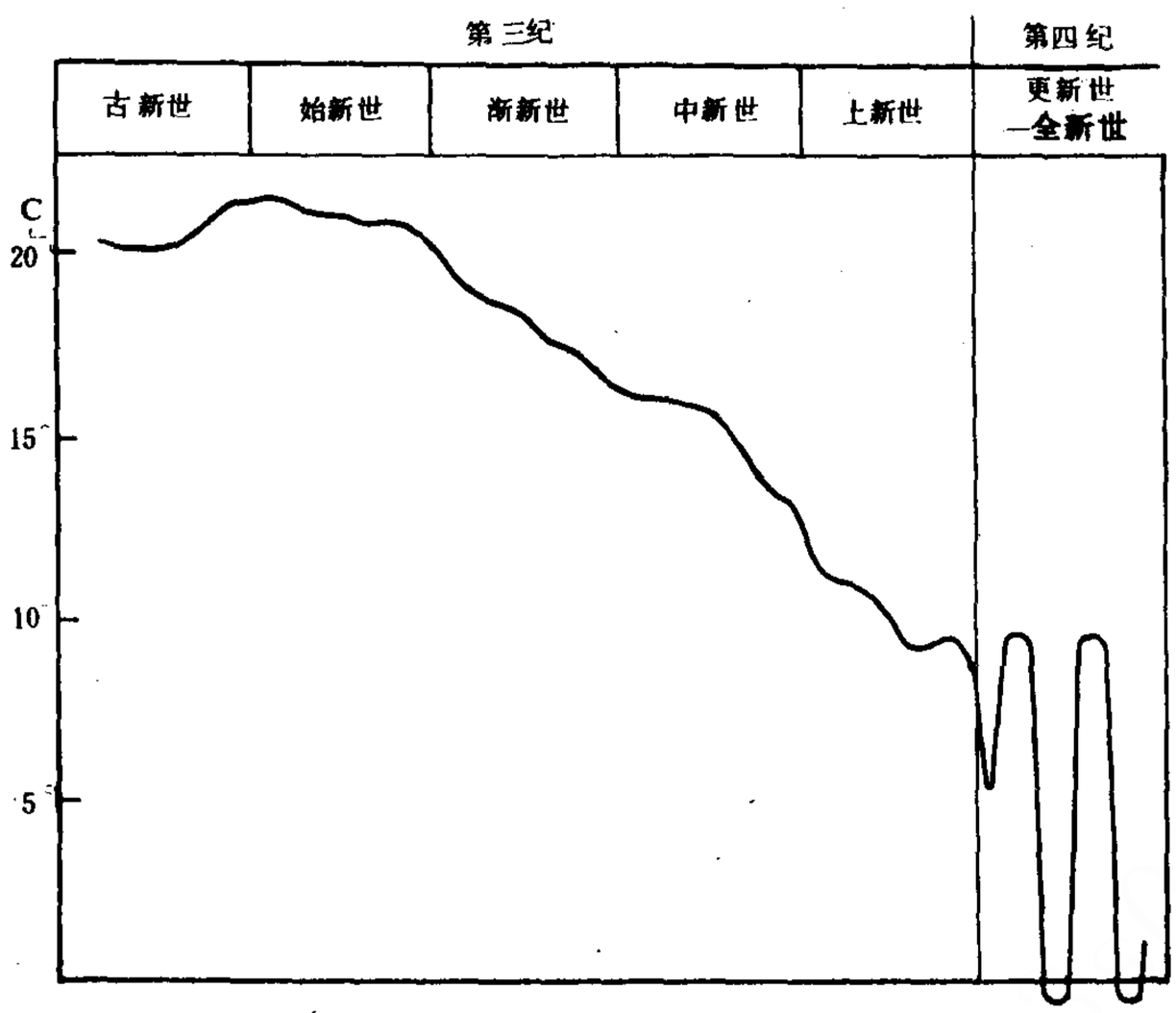


图 1－2　中纬带第三纪和第四纪平均温度变化图

(据Teichmuller)

在暖期中，气候较现时平均温度高 8— 13 ℃ 。冰期中所累积的冰川，在暖期中大量消融。在冰川的边缘和末端，消融量最大。消融使冰川的厚度变小，并由其边缘和末端向冰川中心和发源地收缩。冰川的厚度持续减小以及冰川边缘和末端的持续退缩。这种由于冰川消融所引起的冰川厚度变薄以及冰川边缘和末端向着中心及源头退缩的过程，叫做冰退．冰退使陆地表面冰川的总面积和总体积逐渐缩小。而冰退过程持续进行的结果，则是导致陆地表面冰川在大范围内消失。

两次冰川之间的温暖时期叫做间冰期 (Interglacial　Age)。

包括现时在内的全新世冰川，占陆地表面面积的大致 1/10。被认为，这是一种冰期与间冰期之间的过渡时期，叫做冰后期 (postglacial　Age)。冰后期的气候处于冰期与间冰期之间的过渡位置，比较地接近于间冰期。

第四纪是一个冰期与间冰期互相交替的时期。为表示这一特点，在一些地质文献中，把第四纪叫做冰川纪。

冰期和间冰期是第四纪气候的周期性大幅度变化的结果。在同一个冰期中，还可以分出一些较小的气候变化的周期，即分为几个气候变化幅度较小，时间较短的变冷和变暖的时期。这些时期引起小范围的较短时间的冰进和冰退，叫做冰阶 (glacial stage 或Interstadial)和间冰阶 (Interglacial　stage 或Interstadial)。详细的研究，还可以进一步分出由更小的气候变冷和变暖的周期性变化，形成规模更小的冰进和冰退。

地球大部地区的研究认为，第四纪出现过四个比较明显的冰期和介于这些冰期之间的三个间冰期，以及一个冰后期。但这个问题目前尚有不同意见。

(三) 第四纪生物界

根据在第四纪地层中所收集的第四纪生物残骸资料，已经得出了较为清晰的第四纪生

物界的分布、分类和发展的轮廓。这些资料包括陆地和海洋生物残骸。由于第四纪的时间短，生物的发展，不如其它各地质纪那样显著，但却具有自己的特点。

第四纪生物界的变化是由第四纪生态环境变化引起的。而生态环境变化，又主要取决于气候和构造运动两个因素。第四纪气候反复变冷和变暖所引起的冰期和间冰期的交替，引起了海面的反复下降和升高；而海面变化又使从而发生反复的一定范围的海陆变迁，其中包括一些陆桥的出现和消失。与此同时，剧烈的第四纪构造运动以及伴生的岩浆活动，也剧烈地改变着陆地和海洋地形。所有这些自然变化，都影响着第四纪生态环境的剧烈变化。

第四纪生态环境的变化，引起了第四纪生物界的迁徙、重新组合、形态变异，以及一些种属的灭绝和一些新种属的出现。

由于生态环境变化随地区而不同，而且第四纪生物界各个门类的适应能力也有差异，所以，第四纪生物界的变化，在各个地区和各个门类之间，都是不平衡的。

第四纪气候变化及其伴生的生态环境变化，是一种随纬度不同而具带性的现象。这种变化，在中纬度地带，较两极和赤道带更为明显；并且，陆地上的变化，较海洋中的变化更为明显。所以，第四纪生物界的变化，也是中纬度地带较高纬度地带和低纬度地带更为明显；陆地生物群的变化较海洋生物群的变化更为显著。

第四纪海洋生物群的变化，主要表现在地理分布和组合方面。除分布和组合的变化而外，还发生了较为显著的形态变异，一些种属灭绝，出现了一些新的种属。在第四纪开放海和大洋中，海生生物群的变化很小；在一些内陆海或封闭海盆中，例如黑海、波罗的海和地中海等，变化比较明显。

第四纪海洋生物群的研究，主要是无脊椎动物和微体生物的研究。第四纪海洋无脊椎动物群的历史，是一种定居和迁移，并伴有某些种的绝灭和新生的历史。这一结论主要是根据北海和地中海等内海地区的研究推定的。地中海第四纪动物群与现时动物群基本上是类似的，具有某些遥远的北方喜冷动物的外来种属，说明了第四纪海洋动物的迁徙。

第四纪陆地生物群受到气候变化的影响比较明显。第四纪陆地生物群虽然都在冰期和间冰期的交替过程中发生迁移、重新组合、灭绝、新生和变异，但在脊椎动物、无脊椎动物和植物等不同生物中的反映是有差异的。

在一个地区内，由较暖时期至较冷时期或由较冷时期至较暖时期的动物群变化，一般是由于当气候变得不适宜于动物群生存时，其分布缓慢地持续地向着更为有利的居住地区迁移引起的。由于混居而引起了动物群的不同的分布变化。当冰川收缩和消失时，一个生活于冰盖附近的冰种— 冰缘动物群的某些成员，向冰川的退却的方向迁移；而其它一些成员，却保留在原地，变成非冰川动物群的一部分。当冰川发生和扩大时，喜冷动物群发生并随着冰进而扩大其分布范围，从而使非冰川地区的动物群中，包含着冰川动物群遗留下来的外来种属。在第四纪冰期与间冰期交替过程中，动物群的这种混合过程，反复地进行了几次，以致一般顺序的冰期和间冷期的哺乳动物群中，都含有一些混合的成分。

第四纪陆地植物群特点的形成，更多是由于两极向赤道方向的反复往返地迁移，而不是由于植物本身的演化的原因。第四纪冰期中的冰川作用，中断了极地植物带的发展，而在间冰期中，植物带又再度恢复起来。

在中纬度地带，冰期中的冰川并不是连续的，而是分散、孤立和多中心的。中纬度地

带冰川地区的气候不利于植物的生长。所以，植物群在各个地区的变化颇大。冰期的一般趋势是中纬度地带的植物群向赤道方向迁移；间冰期的植物群重新由赤道向两极方向返回。

在赤道附近地带，第四纪气候变化对植物群的影响较小。

由于植物群的迁涉是缓慢和困难的，所以，在第四纪冰期和间冰期交替过程中，一些植物不能返回原地带，一部分为了适应新的气候环境，发生变异；另一部分不能适应新的环境，因而灭绝。

一般来说，植物和无脊椎动物群的适应能力较差，迁移缓慢，易于灭绝和变异，其化石对气候的反映比较灵敏；但哺乳动物，特别是陆地哺乳动物，大部分种属适应能力较强，迁移迅速，因而对于气候的反映不甚灵敏。所以，在某种场合下，虽然可以根据单一植物种属做出关于第四纪气候环境的推测，但对于哺乳动物却不能简单地这样做，必须研究整个哺乳动物群的特征，才能减少来自不同种属对气候反映的误差。在第四纪冰期和间冰期，大多数哺乳动物的区系，都是如同现时一样地互相超复的。例如，在同一地点的单一地层中，可以出现混合的草原和苔原动物群，并且还可以含有林原动物。

生物区系一般是连续的，但由于冰期的干扰，也可出现不连续。这也是第四纪生物界的一个特点。

（四）第四纪沉积环境的基本特点

1.大陆沉积环境　　第四纪冰川的出现和消失，在大陆地区内，形成了三种沉积环境，即冰川环境、冰缘环境和非冰川环境。在每一环境中，都出现一些特定的沉积过程和沉积物的共生组合。

(1) 冰川环境　　冰川环境是指第四纪冰期和冰后期的冰川地区的环境。在冰川环境内，出现一种以冰川作用为主的剥蚀和沉积作用系统，其中包括风力、机械风化、重力、冰川和冰水的剥蚀和堆积作用等等。在这种环境下的上述过程，形成了风积物、机械残积物、重力堆积物、冰川堆积物、以及冰水堆积物的共生组合。

(2) 冰缘环境　　冰缘环境指第四纪冰川外围或冰川地区以外的寒冷环境。这种环境的地质作用包括冻融、机械风化、生物、冰水、湖沼、风、泥（石）流的剥蚀和堆积作用等等。由这些作用所形成的堆积物有冻土、机械残积物、泥（石）流堆积物、生物堆积物、湖沼堆积物、风积物等等。

(3) 非冰川环境　　非冰川环境是指间冰期和冰后期内陆地区无冰川的广大地区的环境。在冰期，这种环境也可出现于冰期较温暖的低纬度地带。非冰川环境又可分为冷湿地区、干旱地区和湿热地区三种环境。

冷湿地区　　在这类地区内，在第四纪冰期曾发生过冰川作用；但在间冰期和冰后期内，伴随着气候转暖和冰川的消失以及冻土的融解过程，却再次恢复了类似于冰期以前的剥蚀和沉积环境。流水、湖沼、生物、化学风化等作用发育，它们在改造冰期形成堆积物的同时，形成了一种带有温暖潮湿气候特点的堆积物共生组合。其中包括冲积物、湖沼堆积物、生物堆积物（泥炭、腐植泥等）和化学残积物。此外，在这一时期，生物对第四纪松散堆积物的剧烈作用，还形成了土壤层。这种非冰川环境第四纪堆积物的共生组合和土壤层，也可出现于第四纪冰期中的低纬度地带。

在有第四纪冰川作用的地区，冰期和间冰期的交替，形成了冰期堆积物共生组合与间

150670

冰期堆积物（土壤）共生组合互相交替的顺序。

干旱地区　在这类地区内，即使气候寒冷，也由于干燥而不能形成第四纪冰川。这种地区多位于大陆内部。干旱地区的许多湖泊的湖岸与湖底沉积物之间的关系，以及这些湖泊地形和沉积物与冰川和冰水地形和沉积物之间的关系说明，湖泊涨缩时期，是与冰期和间冰期相对应的；这些地区湖涨的主要原因，是降水量增大和蒸发量减小。这正是冰期气候在这些地区的表现特点。在冰期，由于气温降低和气温梯度增大，邻接地区冰盖的产生和扩大，以及冷气团和暖气团强度和接触频度增大从而导致降水量增大；由于温度的降低和暂时的零散的雪层的覆盖又可使蒸发量减小。其结果是使冰雪融解的水量增多，河流排水量增大，因而在一些封闭的湖泊，出现水面上涨，和一些无水的干旱盆地内集水形成湖泊的现象。降水量增大时期，叫做（多）雨期。由于降水量的增大，可引起洪流的增大和大量洪积物的产生，所以，多雨期又叫做洪积期（Pluvial Age)。降水量减少时期为间雨（干旱）期，由于干旱和洪积物的减少，又被叫做间洪积期（Interpluvial Age)。这样以来，在干旱地区就出现了雨期（洪积期和湖涨期）与冰期相对应，间雨期（干旱期、间洪积期和湖缩期）与间冰期和冰后期相对应的现象。非冰川环境干旱的沙漠地区，特别是沿我国北部、中亚、北非和南北美的沙漠边缘以及赤道附近，上述现象表现得最清楚。

应当注意的是湖泊的变化，也可由其它一些原因引起，其中包括湖盆所在区地壳的上升和下降运动、断裂运动、火山活动以及侵蚀和堆积作用的变化等等。因而在研究湖泊的变化时，需要将这些原因所引起的变化与气候原因所引起的变化加以区分。

湿热地区　在赤道附近的湿热地区，第四纪气候变冷，只在局部的高山地区引起冰川的发生；在大部分地区，一般都是非冰川环境，自然环境的变化不甚显著。湿热地区冰期与间冰期的交替，表现为与冰期相当的多雨期和与间冰期相当的少雨期的交替。湿热地区的这种多雨期和少雨期的交替，除引起这里的流水和湖泊堆积物的变化外，在作为这类地区典型沉积物之一的残积红土剖面中，也清楚地反映出来。在多雨期内，发育着残积红土；在少雨期内，残积红土常常停止发展，或者发展的速度变得缓慢。

2. 海岸沉积环境　海岸地形、堆积物、生物残骸及其它方面的研究证明，第四纪的海面，曾经发生过反复的大幅度的上升和下降。

引起海面变化的原因很多，其中包括海水有冰川因素，也有非冰川因素。非冰川控制因素包括海岸和海底构造运动、岩浆活动、海底堆积物的累积、海水温度变化、均衡调节运动等等。这些因素并非第四纪专有的，而第四纪海面变化的特殊的控制因素，就是冰期和间冰期的交替。在冰期中大量水以固态形式被封闭在陆地，陆地流向海中的水量减小，因而引起海面下降。相反，在间冰期中，由于降雪量减少，陆地冰被大量融解，冰融水返回海中，因而导致海水面上升。经计算，现时陆地冰川融解后，可使海面上升 50m 左右。在第四纪间冰期中，陆地基本上没有冰川。所以间冰期海面应较现时海面高 50m 上下。第四纪冰期中的冰川体积和面积都较现时大得多。在第四纪冰期中，计算海面下降幅度可达为 80— 150m。

第四纪冰川控制的海面上升和下降的交替，在海滨地区产生了海滨及浅海堆积物和陆地堆积物互相交替的顺序。在冰期海面下降的过程中，海滨和浅海底部的一部分浮出海面，并沉积陆相堆积物，其中包括冰川及冰水堆积物、湖泊堆积物、冲积物、风积物、残

积物等。在间冰期海面上升的过程中，冰期中沉积下来的陆地沉积物被海水淹没，并为新的海滨堆积物和浅海堆积物所覆盖。所以，在海滨地区内，冰期堆积物和间冰期堆积物顺序，表现为海退堆积物和海进堆积物的交替。

3. 海洋沉积环境　　如果说大陆的第四纪地质事件记录，常常由于沉积间断和剥蚀作用而不完整或被破坏，那么，在深海和洋床中的一些地区内，这种记录却是连续的并且保留得相当完整。这些记录的研究证明，海洋沉积环境的变化，不像大陆环境那样剧烈，海水的沉积作用在颇大程度上是连续的。但是，在许多海洋地区，第四纪沉积作用受到大陆棚、大陆坡的浊流、崩塌、地滑、海底洋流、掘土动物的干扰和剥蚀，也会造成正常的海积物的沉积顺序不连续现象，沉积物的分布和类型也会变得较复杂。

海洋沉积物包括陆源碎屑沉积物、化学沉积物、有机沉积物和火山沉积物。

第四纪冰期和间冰期的交替，虽不能像大陆那样剧烈地改变海洋环境，但却影响着海洋的沉积环境。第四纪冰期和间冰期的交替，在一定程度上影响着海水的深度、温度和密度，并因而改变着海水的成分、咸度、海生生物的生活环境，从而也改变着沉积环境。在大陆的冰进期间一部分海水由海中抽出，以冰的形式封闭于大陆表面；冰退时，冰雪融化，水又可从大陆返回海中。在冰期，由于海水的温度降低、密度和咸度增大、化学沉积增多、喜冷生物沉积增多，在陆源沉积物中出现冰筏沉积物和冰棚沉积物的成分，一些浅海沉积物中含有大量冰水沉积物。在间冰期，由于海水增多、海面升高、深度增大、水温升高、海水密度和咸度减小、化学溶解度升高，其化学沉积会减少，一些冰期中的化学沉积甚至被溶解，喜暖生物沉积增多。冰期和间冰期的交替产生，在海洋沉积物中，则表现为冷期沉积物和暖期沉积物交替现象。

（五）第四纪堆积物的基本特点

第四纪堆积物的形成发展历史，是第四纪地质历史中的一个重要组成部分，并且受着整个第四纪地质历史的控制。第四纪堆积物的基本特点，是由上述第四纪地质历史的基本特点所决定的。

第四纪堆积物具有如下一些基本特点：

1. 第四纪堆积物普遍覆盖于大陆地表，在大多数场合下，都与下伏前第四纪地层呈不整合或假整合关系。在海洋与一些湖泊的底部，第四纪堆积物的沉积与前第四纪沉积物是连续的。

2. 第四纪堆积物的空间分布，与现代地形联系密切。在山岳、大陆坡等陡峭凹凸的地形中，第四纪堆积物的分布，在水平延展方向上，是零散的不连续的或斑块式的。在陆地平原、湖盆和海盆平原中，第四纪堆积物的延展是比较连续的。

3. 由于第四纪时间短暂，在大多数场合下，第四纪堆积物所经受的剥蚀破坏及构造变形比较轻微。第四纪堆积物的大部分，基本上没有构造变形，一般都保留着与地形密切联系的原始产状。第四纪堆积物的成因类型和年代，都与地形有着密切联系。

4. 第四纪堆积物的厚度，与第四纪构造运动和地形起伏有联系。在正向运动发展的高凸地形中，第四纪堆积物的厚度小而不均匀，甚至缺乏；在负向运动发展的低凹地形中，第四纪堆积物的厚度较大，并且较为均一，其厚度可达数百乃至数千公尺（我国华北平原有些地区第四纪堆积物的厚度就可达 2—3000m），但在大多数场合下，其厚度在数公尺至数十公尺之间。

期文化的叠置。每一种文化都有其特殊的造型，并且工艺都超过其前者。以后 Mortillet 等把欧洲许多国家的资料综合起来，建立了欧洲文化顺序。旧石器时代再分为上部和下部。下部旧石器时代再按石器制作的手段和精致程度，分为 Abbevillen(或 cheulean) 阶段、Acheulian 阶段和 Mousterian 阶段；上部旧石器时代再按照磨石器和骨器的进化程度，分为 Awignacian、Soluter 和 Magdalenian 阶段。

我国的古人类和旧石器时期分为西侯度人文化、元谋人文化、蓝田人文化、北京人文化、丁村人文化、河套人文化、山顶洞人文化和敖赛诺尔人文化。我国的新石器时代为仰韶文化。

但是，考古学所建立的却只是一种石器的顺序。这种顺序虽然可以用于各个地区，但是这一顺序的各个阶段，在各个地区内，却未必是同时的，而且常常是局部地同时的。所以，每一文化阶段，都具有一定的当地时间价值，但却未必是全球同时的。

第四纪人类是由于类人猿脑髓的进一步发展演化产生的。从人类本身或从广泛的意义上讲，它都是第四纪气候变化的一种主要产物。气候变化提供了人类出现的机会，人类科可能是在中新世和上新世时期，在某些地方，由类人猿群遗传下来。从古生物学上看，无疑在第三纪晚期已经存在着人类。老第三纪是否有人类存在，尚缺乏支持。然而在地层中，却没有发现骨骼以证明早于更新世人的存在。所以，第三纪有人类的远祖，但却没有人类本身。

第四纪人类本身形态和智能的发展分为猿人时期、尼人时期和真人时期。猿人是猿与现代人的一种过渡类型。已发现的猿人有中国南部巨人、爪哇猿人、北京猿人、海德堡人四种。尼人较接近于现代人，真人的形体已经接近现代人的形体。

如同考古学中的石器一样，人类的发展，也可以是随地区而不同的。第四纪的气候变化和冰川作用对古人类的影响，首先是在分布方面。旧石器人类已有直立行走的态势，他们的手可以自由地用来猎取和拿取并切割和剥取猎物，并采取某些为防止气候的侵袭的措施。根据已经发现的古人类残骸判断，他们的寿命是短暂的，很少是自然死亡的。它们的寿命主要取决于其食物和衣料（马、牛、驯鹿等的肉和皮）的补给。

第四纪冰川的出现和消失，不仅改变了陆地表面环境，而且也改变了陆地与海盆的分布和联系。冰期海面下降和间冰期海面上升，引起大陆的扩大和缩小；陆桥的浮出和沉没，改变了各大陆之间的联系，从而迫使、促进和有利于古人类的迁移。

冰期和间冰期的交替，也改变了人类的生活环境，从而促进了古人类的发展。在冰期，古人类居住于洞穴和适宜于生活的地下掩体内。与冰期有联系的黄土，广泛地被古人类利用。寒冷气候对于火的应用也有促进，用火使古人类可在夜间捕食动物，并可以进入较冷的地区。在间冰期，古人类居住于开放的平原和森林谷地中，酷热又促使人类利用防热的遮挡物。

由第四纪延继下来的冰川、冰缘和非冰川环境，现在仍然在非常大的程度上决定着人类的生活环境，并影响着人类的发展。冰川的消失和扩大与人类的关系是直接的。例如，陆地冰量的变化可以引起海面的明显改变。如陆地上所有的冰体被融解，可使海面升高 50m 以上，使陆地的一部分城市、乡村和平原耕地被淹没。除非人类的严重干涉，这种可能性似乎还是较长时期内才能发生的。但气候的一些短周期性韵律的小幅度变化也会引起海面的升降。例如，自 1920 年至 1950 年的变暖，引起世界冰川的后退和海面上升

(1mm/a)。一些小幅度的气候变冷和冰川的再生，对于人类同样是重要的。迄今为止，人类生活的基本原料，大部分还与第四纪现象直接相关。

第四纪地质现象，特别是当前正在形成的一些地质现象，保留得较之任何地质纪中的现象都要完整。这些现象非常有利于据以推定和理解第四纪以前第四纪地质的过程和历史。当前正在进行着的地质过程的测定，尤其是类比过去地质过程和历史的一种直接根据。

五、地形的形态

上面谈过，地形是地球岩石圈表面的起伏，但给地形这一术语的确切定义却是困难的。这是因为：第一，岩石圈表面是连续的、地形之间的界限常常是不易划分的；第二，岩石圈表面的形态和规模是多种多样的，在大规模的起伏中，叠置着较小的和更小的起伏，以致在一些场合下认为是一种地形的岩石圈表面起伏，在另一些场合下却认为只是一种地形的一个组成部分或一个要素。例如，常见的河谷斜坡与分水岭斜坡之间的界限常常不易划分。又如在谷坡上叠置着一些冲沟和洪和扇，在一些场合下，它们可以划分出来作为一些单独的地形；在另一些场合下，它们被认为是谷坡的一些从属要素而不当做一种单独的地形。所以，地形是一种人为地确定的分析单位。这种单位可以是一个单一形态的岩石圈表面，也可以是各种岩石圈表面形态或形态组合，从整体观察，具有某一形态的特性和有规律的连续性。所以说，地形是一种被当做整体观察的具有一定特性的连续的岩石圈表面。

地形的形态是多种多样的。按地形的形态特征对其进行描述和分类的学科，叫做形态描述学（Morphography)。按照形态特征，可以把地形分为如下一些常见的基本地形形态，如高原、平原、斜坡、悬崖、丘、冈、阜、山（巅）峰、脊、桌地、盆地、垭、谷、阶地、穹、洞等等。

研究地形形态的定量标志以及各种定量标志之间的关系，据以对地形进行描述和分类的学科，叫形态测量学（morphometry)。地形形态的定量标志包括高度、深度、长度、宽度、面积、体积、坡度等等；说明各种标志之间定量关系有平均切割密度、单位面积内的河谷长度等。可以按照地形的一项或几项定量标志对地形进行分类和描述。例如，可以按照地形的规模、高度、坡度进行分类和描述。地球最大规模的地形是地球整体的表面形态，称行星体地形。在行星体地形之下，再分为如下几级地形。

第一级地形是大陆和洋盆。它主要是由于岩圈结构和岩圈运动的差异所造成的地形。

第二级地形是在大陆和洋盆内，由于（新）构造运动类型和强度不同所形成的山岳、高原、平原等大规模的构造地形。

第三级地形是由于外力作用对构造地形的改造所形成的各种剥蚀地形和堆积地形；由各种地质构造形态（褶皱、断层等）所形成的地形。

虽然这种划分的根据是地形形态，但必须指出：地形的等级与成因是有一定联系的。所以，地形等级的划分，是地形成因分析的前奏和基础。

六、地形的发展和成因

（一）关于地形发展的概念

地形，即地球岩石圈表面的起伏，也像其他自然现象一样，处于经常不断的变化过程中。每一种地形都有一个在地球岩石圈表面开始出现的阶段，叫做地形的“发生”。在地形发生阶段之后，地形继续变化，使其作为一种特殊地形的特点日臻完善。然后是破坏阶段，最后以至消失，并为新生的其它地形所代替。地形的这种发生、形成和消亡的过程，叫做地形的“发展”过程。例如，河流地形中的滨河床浅滩不断向着河漫滩和河流阶地的转化，就可以说明这种发展过程。河床底部河床相冲积物的堆积，形成了雏形滨河床浅滩；但是由于进一步的发展，在滨河床浅滩的顶部沉积了河漫滩相冲积物，使滨河床浅滩死灭，并转化为河漫滩。这就是一种地形转化为另一种新生地形的发展过程。

（二）地形的发展因素

地形的发展过程是受地质作用和地质结构两个因素控制的。这些因素叫做造地形因素（地形形成因素或地形发展因素）。

地壳和地球内部的物质，首先是地壳物质的更新和转变过程，叫做地质作用。地质作用包括发生于地球物质内的物理、化学和生物作用过程。这些作用在改造地球物质的过程中，同时也改造了由这种地球物质所组成的地球的表面形态，使地球表面的地形发生、形成和消亡，即促使地形发展。因此，地形的改造和地球物质的更新和转变，是同一种地质作用的两个方面。因此，许多作者把地质作用和地貌作用当作同义语。实际上，地貌作用只是地质作用在地形上的表现。

按照动力的来源，地质作用或地貌作用分为两类。一类是由地球内部的力量所引起的，其中包括构造运动和岩浆活动，称内力地质作用；另一类是由地球外部的力量引发生的，其中包括风化、剥蚀和堆积作用，称外力地质作用。内力地质作用和外力地质作用是塑造地形的动力。

地质结构包括地质构造和岩石性质。地质结构是地形发生和发展的物质基础。

（三）在地形的发生和发展过程中各因素的相互关系

1. 地形的发生和发展，是内、外力地质作用对地质结构改造的结果　内力地质作用和外力地质作用，是能动的或自动的因素；而地质结构则是被动的或被改造的因素，是地质作用由以进行并表现地质作用的一种物质基础。内力地质作用对地质结构的改造，包括破坏已有的地质构造和改变岩石的性质和成分，并形成新的地质构造和新的岩石，或使岩石的分布改变。外力地质作用通过风化和剥削作用破坏已有的地质结构；并通过沉积作用形成新的堆积物。内力地质作用和外力地质作用在改造地质结构过程的同时，也使地形发生变化，老的地形消亡，新的地形产生。这种内力地质作用和外力地质作用对地质结构的改造过程，也就是地形的发生和发展过程。

一般地说，内力地质作用和外力地质作用是地形发生和发展的主导因素。地形的发生和发展，主要是由内力地质作用和外力地质作用的变化所引起的。如滨河床浅滩发生并转变为河漫滩，以及河漫滩进一步发展成为河流阶地等，都是内力地质作用——间歇性上升运动或河流水文状况的变化所引起的河流侵蚀和冲积作用的结果。如果没有这些地质作用

及其变化，这些地形将无由发生；或者，即使发生或形成了一种地形，也将不可能进一步转化为另一种地形。也就是说，将不可能产生新的地形。

内力地质作用和外力地质作用都处于不断的变化之中，地形的发生和发展也永远没有止境。因此，研究地形的发生和发展，首先是研究内力地质作用和外力地质作用的变化，以及它们在变化中的相互关系；进一步则应研究内力地质作用和外力地质作用对地质结构的改造过程。

2. 内力和外力地质作用的关系

(1) 内力地质作用和外力地质作用通常是伴生的。内力地质作用的正向运动，包括地壳上升、翘起、弯曲、地垒和背斜形成的运动以及火山喷发所引起的正向运动，它们与外力地质作用的剥削作用是伴生的。例如，上升运动形成的山岳和高原地区，则也是剥蚀作用盛行的地区。内力地质作用的地壳下降、断陷、坳陷、向斜形成的运动和火山喷发所引起的负向运动，则与外力地质作用的堆积作用是伴生的。例如，在下降的平原或湖沼地区，堆积作用通常都较发育。但应注意，在特殊场合下，也可以单独发生内力地质作用或单独发生外力地质作用，两者并不一定是伴生的。例如，风成的砂丘或冰川所产生的一些小地形，并不一定与内力作用伴生。

(2) 内力地质作用和外力地质作用对地形的改造方向，即它们的地貌作用是相反的。内力地质作用可使地壳发生上升和下降。使地势升高或降低。外力地质作用则对由内力地质作用所造成的地形进行改造。对高凸的地形进行剥蚀，使其降低；在低洼的地区产生堆积，使其加积填平。其总的趋势是削高填低，使地势变得平缓。地形的发展过程，就是这种内力地质作用和外力地质作用互相矛盾的演化过程。

(3) 内力地质作用和外力地质作用，一般是呈正比的。内力地质作用的强度和幅度越大，外力地质作用的强度和幅度也越大。例如，山岳和高原地区上升得越快，河流的下蚀和其它剥削作用的强度也越大；平原下降的速度和幅度，与堆积作用的强度和堆积物的厚度也是呈正比的。

但是，这只是一般意义上的成正比，并不是说内力地质作用的强度和幅度与所有外力地质作用完全是一致的。在某些外力地质作用中反映得较为灵敏，如在河流的作用中，一般地，能够反映内力地质作用的强度和幅度；但在另一些外力地质作用中反映得就不一定明显，如冰川作用就反映得不明显或甚至很难查觉这种与内力地质作用的比例关系。

(4) 内力地质作用与外力地质作用虽然是伴生的，但在时间上并非完全一致的。例如，在一个平原地区，当构造上升运动开始加速时，由于地形的高差还不很大，剥蚀作用的强度，通常小于上升运动的强度，只有地形上的高差较明显后，剥蚀作用才明显增强。通常是剥蚀作用的加速，落后于上升运动的加速。反之，当由于上升运动已使地形变得很高，例如形成了山岳或高原时，由于在上升运动的过程中，剥蚀作用并不能及时地将其削平，但当上升运动停滞下来之后，剥蚀作用还仍然可以急剧地进行。剥蚀作用的停滞一般晚于上升运动的停滞。在构造下降运动和堆积作用之间，也存在着类似的关系，即堆积作用的加速和停滞晚于下降运动。

(5) 一般地讲，在地形的发展中，内力地质作用居主导地位，外力地质作用居从属。内力地质作用的主导作用，首先表现在直接支配着大型地形的发生和发展方面。例如，陆地上的山岳和平原两类大地形，都是由内力地质作用直接造成的；它们的发展也主

要受着内力地质作用的控制。例如，我国东北地区的大、小兴安岭和东部长白山地，都是一些由断块上升运动形成的断块穹曲山岭，而东北平原则是一种由断块下降运动所形成的表面盖有一层松散堆积物的断陷平原。华北平原及其南缘、西缘和北缘的山岳和高原的基本轮廓，也是由断块下降和断块上升运动形成的。

内力地质作用在地形发展中的主导作用，还表现在它对外力地质作用的控制方面。内力地质作用所造成的地形起伏，是外力地质作用产生的基础。如前例，由于断块上升和断块下陷形成了东北的山岳以及被其所包围的华北平原，才使这个地区的河流及其它外力地质作用在这些大地形的基础上，形成中、小型地形，诸如河谷、洪积扇之类的地形。

(6) 内力地质作用和外力地质作用的地貌总和大致是相等的。虽然外力地质作用所形成的都是一些中、小型地形；但其对地形发展所起的作用的总和，却是大致与内力地质作用相当的。这就是说，内力地质作用所造成的地表起伏的总和，与外力地质作用的削高填平的总量，在地质历史上大致是相等的。如果内力地质作用所造成的地表起伏，始终大于外力地质作用的削平和填平的总量，则地势的高差将无限增大；反之，如果削平和填平的总量，始终大于内力地质作用所造成的起伏，则地表将日益平坦。但是，现代地表的起伏与古代地质历史上的地表起伏，虽有些差异，却大致是类似的。虽然在有些地质时期内，地表的起伏较大些，但在另一些地质时期内，地表又较为平坦些。这就说明，内力地质作用所形成的地表起伏，与外力地质作用所消灭的地表起伏，大致是平衡的。

(7) 在一定场合下，外力地质作用也可以影响内力地质作用。外力地质作用虽然是在内力地质作用造成地表起伏的基础上发生的，但在一定场合下，却也能反过来给予内力地质作用以一定的影响。例如：由于巨厚的冰块的存在，可以对于被其覆盖的地块造成巨大负荷，引起某种程度的下沉；平原或盆地中的巨厚堆积物所形成的负荷，也可以促进这些地区的下降运动；而在山岳及高原地区则相反，可由于剧烈的剥蚀作用减小其负荷，从而加速构造上升运动等等。

3. 各种内力地质作用在地形发生和发展中的作用　在内力地质作用中，构造运动对地形的作用最大，岩浆作用次之。

在构造运动中，升、降运动（广义地理解，包括前述各种正向和负向的构造运动），在地形的发展中所起的作用是明显的。水平运动的幅度，虽然比上升和下降运动的幅度还要大，但不易表现在地形的变化中，特别不易表现在地形的起伏变化中，因此，对地形的发展的作用，不易于检示。

从构造运动的时期上讲，新第三纪—第四纪的构造运动对现代地形的发生和发展起着决定性的作用。这一时期的构造运动，控制着现代地形的基本特点。较老时期的构造运动所造成的地形，或者已不存在，或者已在很大程度上被改造，对于现代地形的发展，只占从属地位。

岩浆的侵入活动，使其上覆盖层的地质构造被改造，从而导致外力地质作用的改变，因而影响着某些地形的发生和发展。岩浆的这种潜在作用，对于地形的发生和发展的影响是间接的，但其分布范围是较广的。在覆盖层较为松软时，侵入岩体被剥露出来，可形成次成剥露构造地形。后者在现代地形中也占一定的比重。例如，我国燕山期花岗岩，由于比较坚硬，抗剥蚀能力较强，时常被剥露出来成为岩株山、岩钟山等等。

岩浆喷发可形成火山锥、火山楯、火山穹窿、熔岩平原和高原等火山地形。火山地形

是地球上分布最广和规模最大的地形。面积较陆地大一倍的洋盆的大部分分布着火山地形；陆地的一些部分也分布着火山地形。火山活动产生新地壳，并且也是构造运动的一种基本原因，所以，也是地形发生和发展的一个基本因素。

4. 各种外力地质作用在地形发生和发展中的作用　在外力地质作用中，剥蚀作用和堆积作用是相互伴生的。剥蚀作用使高凸的地形降低和削平（或夷平），称减积作用或夷平作用；堆积作用使地形的高度增大，叫做填积作用、加积作用或填平作用。二者对地形改造的方向是相反的。

剥蚀作用和堆积作用在地形发展中所起的作用是相等的，即削平高凸地形的总量与填平凹陷的总量是相等的。因为，剥蚀作用在高凸地形中破坏的岩石，都在低洼地形中堆积下来，形成新的堆积物和新的堆积地形。被破坏的岩石与新形成的堆积物的总量是相等的。

风化作用将岩石破坏，便利于剥蚀作用的进行，从而促进了地形的改造。因此，风化作用本身虽不能直接造成独特的地形，但却能通过对剥蚀作用的影响，控制着地形的发生和发展。例如，在山岳高原地区，剧烈的物理风化作用，对崩塌地形的发生和发展是极为明显的。

5. 地质结构和岩石性质在地形发生和发展中的作用　地质结构在地形的发生和发展中的作用分为直接的和间接两个方面。未被破坏的或破坏轻微的地质构造形态，直接反映在地形上，则形成构造地形，如断块山、背斜山等等；被破坏的地质构造，通过对外力的地质作用的影响，来控制地形的发生和发展。岩石性质通过抗风化和抗剥蚀能力的不同，也影响着地形的发生和发展，如岩溶地形的发生和发展，就决定于可溶性岩石的地质构造及可溶岩石和非可溶岩石的分布。构造阶地产生于近乎水平的软硬互层的岩层中。上述内容说明了地质结构和岩石性质对地形发生和发展的控制作用。

在大多数场合下，地质结构对地形的发生和发展的控制作用是明显的。但却不应当认为，在这种关系不明显的地方，地质结构对地形发生和发展的影响就不存在。地质结构对地形的发生和发展的影响是遍在的，只是在有些地方由于地质结构均一或差别细微而不易看出这种影响而已。例如，在一些没有大型断裂的水平岩层和变质岩分布地区内，河流的方向常常是受到节理和片理等小型结构的控制的。但在这种场合下，却需要仔细地进行研究，才能够发现地质结构与外力地质作用（河流的侵蚀和堆积作用）的关系，并从而查明这些地区的地质结构在地形的发生和发展中的作用。

（四）地形发展的地带性

1. 关于地带性的概念　在一个地带内，地形的发展表现出一种与其它地带不同的特点，叫做地形发展的地带性。地带性是由于控制地形发展的地质结构、内力地质作用和外力地质作用诸因素的空间分布不平衡所造成的。而这些因素的空间分布，又是受到大地构造环境，其中主要是新大地构造环境，以及气候环境控制的。这就使地形的发展分为大地构造的地带性和气候地带性。

2. 地形的大地构造分带性　一定的大地构造环境，具有一种特定的地质构造和内力地质作用，从而造成一定的受地质结构控制的地形。这种地形控制着外力地质作用，也产生了一些特殊的伴生地形。这就构成了一种受大地构造环境控制的特殊（地区性的）地形综合体，即形成了地形发展的大地构造地带性。地形的大地构造分带性如下：

(1) 剧烈上升（正向）运动的山岳和高原地带，如我国西北部和西南部的高原和高山属这一地带；

(2) 剧烈下降（负向）运动的平原地带，如我国东部平原和两湖盆地等属于这一带；

(3) 中度或微弱上升的丘陵地带，如我国东南部和山东及东北部的丘陵和低山属于这一地带。

3. 地形的气候分带性　一定的气候环境，具有一定的降雨量、降雪量和温度变化的幅度和频率。这就在不同的气候带内，出现了不同的外力地质作用的组合，并从而也就出现了不同的外力地形组合，形成了地形的气候分带性。气候的分带有两种：一种是由两极向赤道方向的水平或地理分带，也叫做纬度分带，如两极地区的寒带，中纬度的温带和近赤道的热带（其中还穿插着干旱或荒漠带）；另一种是垂直分带，也叫高度分带，如从山麓向山顶或高原顶部就可以分出不同的气候带。由于山岳和高原的高度和所处的地理位置不一致，因此不是所有山岳和高原都能分出热带、温带和寒带。例如，在我国东北地区的山岳的垂直分带，只能分出温带和寒带两个气候带，而不可能具有热带。在我国南方有些高度不太大的山岳地区只能分出温带和热带，而没有寒带；只有在高度很大的山岳地区才能分出寒带。各气候带内的主要造地形因素的共生组合，在形成了地形（其中包括剥蚀地形和堆积地形）共生组合的同时，也形成了各种第四纪堆积物的共生组合。

（五）地形发展的周期性

类似的（不是完全一致的）地形发展过程的重复出现的时间或时距，叫做地形发展的周期。地形发展的速度在不同时间和不同地区是不同的，有快速和缓慢过程的变化，这就是地形发展的韵律或节奏。地形发展的周期分为许多等级，包括时间长的大周期和短暂的小周期。在大周期内包含着许多小周期。韵律也有明显的（大的）和不明显的（小的）区别。例如：一个河流阶地的形成，需要有一个地形缓慢发展的形成阶地面的时期和一个快速发展的形成阶地陡坎的时期。这种缓慢和快速发展的变化，就形成了地形发展的韵律性。如果一个河谷中分布着一个以上的河流阶地，那么，这些阶地的形成过程都是类似的。河流每个阶地形成的时间，就是河流阶地的发展周期。类似的地形发展过程类似地形重复出现的时间，就是地形发展的周期。

但是，河流阶地面是由河漫滩转化来的。前已述及，河漫滩的发展也是一个复杂过程。河漫滩堆积物的沉积不是连续的，而是每年洪水季节沉积下来的。这就是说，在河漫滩的形成和发展过程中，也可以分出许多周期和韵律。依此类推，在阶地陡坎的形成中，也可以分出许多周期和韵律。不过，这些周期和韵律，对于形成一个阶地的周期和韵律而言，是较小的。

地形发展的周期——韵律性（或是阶段性）是由内力地质作用和外力地质作用的周期——韵律性的变化产生出来的。它们是这些作用在时间上的分布不平衡的结果。内力地质作用（构造运动、岩浆活动）是有周期的，并且内力地质作用的周期与外力地质作用的周期，在大多数场合下是伴生的。这就使我们有可能按照构造上升运动（正向运动）和伴生的剥蚀作用，构造相对稳定或构造下降运动（负向运动）和伴生的堆积作用，来划分地形发展的周期。此外，在一些场合下，也存在着由气候变化单独引起的地形发展的周期，其中有大的周期，如冰期和间冰期的交替；也有小的周期，如季节性气候变化所引起的外力地质作用的改变等，都可以用来划分地形发展的阶段性。

（六）地形的年代和地形发展的继承性

地球表面现时存在的地形不是同时产生的，地形的形成和发展有个过程，这个过程对各种不同的地形是不同的。例如，一条冲沟往往可以在几次或甚至在一次暴雨中形成；但是一个河流阶地的形成则需要较长的过程，是一个从河漫滩向河流阶地过渡的过程。地形发生的地质时代，叫做地形的年代。地形的年代不是在地形发生之后进一步发展的年代，而是在地形开始具备其基本特点时的年代。例如，一个河漫滩的年代是只在洪水季节才能有河水漫流并且只沉积较细粒的河漫滩冲积物的开始时的地质年代。一个河流阶地的年代是河漫滩抬高到洪水不能漫流并开始出现阶地陡坎时的地质时代，而不是阶地进一步被抬高和被破坏的时代。

出现在现在地球表面的地形，绝大部分是中新世以后形成的，但也有较老地形的残留。地形的发展过程是一个老地形不断被破坏、改造和新地形不断形成的过程。新地形借助老地形的破坏或在老地形的基础上发生和发展起来。老地形的变化和新地形的发生，是一个连续的过程。因此，新地形的发生不可能不受到老地形的影响，在新地形中不可避免地具有老地形的某些特点。这种现象就是地形发展的继承性。例如，在一条流水和冰川交互作用的河谷中，在冰期中，冰川首先是利用了较老的河流造成的河谷，把河谷加宽并剖平其底部，并把一些地段截弯取直。但新产生的冰谷的位置和方向等等，却仍然具有原来的河谷的某些特点。这就是地形的继承性。同样，冰期以后，在冰谷内形成的河谷，也可以继承冰谷的某些特点。

地形的继承可以是多次的。如前例，河谷和冰谷可以多次交替，即可以多次继承。这就使地形的发展复杂化，现时出现于地球表面的地形，大多数都带有继承的特点。

（七）地形的成因

上面谈过，在自然界中，各种造地形因素通常不是孤立的，而是以一种地带性的组合形式出现的，并且各种造地形因素都是相互作用的。因此，地形通常不是由一种简单的孤立的因素形成的，而是由一组彼此联系和互相作用的因素形成的。但是，各种因素在地形形成中的作用却不是均等的，通常有一种或两种因素在一种地形形成中起主导作用，其它因素虽也参与了这种地形的形成，但却不是主要的。于是这种地形的特点主要受到起主导作用的因素的支配。这种主导的造地形因素，就是地形的成因，也就是说，一种地形的成因，就是形成该地形主要特点的造地形因素。

在自然界中，地形的规模是差别非常大的。对于一些小型和微型地形，因为参与形成的造地形因素较少，地形成因的确定是比较简单的。例如，一个溶洞虽然也可能有崩塌等作用参加，但主要是岩溶作用。其成因的确定是比较简单的。但是许多小型或微型地形，却叠置于大型地形之上。在这时，大型地形成因的确定，就变得复杂起来。这种复杂的原因是：（1）大地形发展的历史一般都较长，在不同的阶段内，经过不同的内力和外力地质作用的改造，继承性复杂；（2）大地形中叠置许多各种不同成因的小地形，其中一些小地形的成因与大地形的成因可能是一致的，但也可能有一些小地形的成因与大地形不是一致的。由于这个缘故，在确定一些大型地形的成因时，首先需要全面地研究在历史上出现过和现时出现在这种地形上的造地形因素。然后，在这些因素中选出其主导因素，即选出形成现代大型地形基本特点的一种或二种造地形因素，作为大型地形的成因。例如，我国东北部的长白山高原是一种大型地形。在这种地形上分布着许多较小的地形，其中包括松花

江、鸭绿江和图门江等许多河流地形、洪流和表流地形、重力地形、冰川地形和冻土地形等等。但这些地形都是叠加在长白山附近的大型熔岩高原和火山锥之上的。这些中、小型的地形虽然部分地改变了这一熔岩高原和火山锥的形态，但其基本形态却仍然保留了下来。就是说，火山喷发仍然是造成这一高原的主导造地形因素。因此，这一高原和锥状山的成因仍然是火山喷发的。在这里，火山高原和火山锥这种大型地形的成因与上述叠加在它们上面的河流、洪流等等中型和小型地形的成因不是一致的。

由于确定地形成因需要研究造地形因素在时间过程中的变化，因此，地形成因在一定程度上也是一种地形发展的概念。

综上所述，研究地形发展的内容包括：划分地形的形态；寻找各种地形形态的造地形因素；分析各种造地形因素在各种被研究的地形形态的发生和发展中的作用；确定主导的造地形因素，即确定地形的成因；研究地形的分带性、阶段性和继承性；然后，将每一个阶段内地形的形态和成因的变化联系起来，就是地形的发展历史。

地形成因和发展的研究，可以帮助说明各种地形的组合关系。从成因或发展的观点看，地形不再是一些孤立的形态，而是以一定成因和发展过程联系在一起的一些形态共生组合。所以地形成因和发展的概念，乃是地貌工作人员的一种思想基础，是地貌学中的基本理论。如已知存在着某些地形，就可以运用成因和发展的共生关系，去推定其它一些地形。因为地形在成因和发展方面是彼此关联的。例如，看到了尾碛地形，就可以预测到在它所在的冰谷上游存在着或曾经存在过其它冰碛地形和冰蚀地形，而在其下游则存在着或曾经存在过冰水地形等等。

研究地形的成因和发展历史，对于研究各种有用矿产和地下水的分布规律，对于评价工程或城市建筑地基以及其它国民经济建设措施的环境等，都有很大用处。因为只有了解了地形现时的和历史的发展过程之后，才能正确地推定其将来的发展趋势。而这种推定，对于上述各方面的实践都是必需的。例如：港口等长期使用的工程的建设，如事先未考虑到港口附近的海洋堆积和海岸线的上升和下降，就有可能造成大的浪费，甚至不得不放弃或改建；城镇的修建如不考虑以后地形有可能升高而造成水源匮乏的因素，则会给国民经济带来巨大损失等等。这些都说明了研究地形成因和发展的重要性。

七、地形的命名

地貌学中对于地形的命名包括形态和成因两方面的内容。例如，在河流阶地这一地形名称中，“阶地”一词是地形的形态；“河流”一语则是阶地这种地形形态的成因。在地貌学中，也有一些由地名或特殊地形形态转化来的习惯地既包括形态也包括成因含义的地形名称。例如，“方山”一语本是一个地名，但在地貌学中，现时被理解为一种由水平岩层构成的平顶的剥蚀－构造地形。单面山本来是一个形态术语，其含义是一坡较陡，是一种山的形态，而另一坡则较平缓，看上去不像山岳地形。但在地貌学中，却已经习惯地用来代表一种由软硬互层岩层构成的单斜构造经过剥蚀作用所形成的一种地形。

八、地形和第四纪堆积物的成因分类

（一）原理和现状

地形和第四纪堆积物的分类是地貌学和地质学中的尚待研究的问题之一，其中特别是地形和第四纪堆积物的成因分类问题。因为地形和第四纪堆积物是在自然界的多种过程交互作用下形成的，而这些过程，虽然人为地被按力能的来源分为内力过程和外力过程，但这种划分却是不严格的。例如，所有外力过程都有重力的影响；而在内力过程中，重力势能的影响也是存在的。所以，虽然地貌学及第四纪地质学中，把崩塌、地滑、泥石流等地形和堆积物叫做重力地形和堆积物，但却并不意味着其它地形和堆积物没有重力的影响。

另外，各种过程本身是过渡的，例如，崩塌和地滑过程，在一些场合下，严格地区分是困难的；而干旱地区的季节性河流形成的堆积物，在一些情况下，又很难断定是冲积过程还是洪积过程；如此等等。

（二）地形的成因分类

上面谈过，地形的成因就是形成地形的主要造地形因素。因此，地形的成因分类基础是造地形因素的分类。

主要由内力地质作用造成的或主要受地质结构控制的地形，叫做内力地形；主要由外力地质作用造成的地形叫做外力地形。内力和外力地形还可以根据其动力作用的方式、地质结构类型和地形形态的特点，进一步分为地形成因组、地形成因类型和地形成因形态（表 1－2）。

地形成因形态是由一种地质作用所形成的具有特定形态的地形。例如，洪流作用所造成的洪积扇，是一种地形成因形态。

地形成因类型是由一种地质作用所形成的具有特定地形形态的在成因上互相联系的一些地形。一个地形成因类型中包括一些地形成因形态，例如，洪流地形成因类型中包括冲沟、洪积扇等等。

具有某些共生的地质作用所造成的几个成因类型的地形，构成了一个地形成因类型组。例如，洪流地形类型、河流地形类型、表流地形类型构成流水地形成因类型组等。

按照这种概念，地形分为构造地形、火山地形、重力地形、流水地形、潮沼地形、冰川地形、风成地形、岩溶地形和生物地形等成因类型组（表 1－2）。

（三）第四纪堆积物成因分类

根据基本的沉积环境，第四纪堆积物分做陆相堆积物、海相堆积物以及介于二者之间的海滨堆积物；按照形成第四纪堆积物的动力或过程，分做内力地质作用所形成的内力堆积物和外力地质作用形成的外力堆积物。内力堆积物和外力堆积物可以根据其动力作用的方式，岩性及岩相特征，堆积物本身所造成的地形和沉积环境，再进一步分做成因类型和成因类型组。

第四纪堆积物的成因类型是指由一种地质作用所形成的；沉积于一定地形环境内并造成一定地形形态的，在岩性、岩相以及所含生物残骸等方面具有一定特点的一种堆积物。地质作用具某些共性的几个成因类型的堆积物构成一个成因类型组。

在第四纪堆积物的成因类型中，根据其形成的地形和岩相特点，再分为一些形态岩相

表 1--2　地形成因分类表

成因类	成因亚类	成因类型组	成因类型	成因形态（举例）
陆地地形	内力地形	构造	平层	构造高原
			单斜	单斜高原
			褶皱	褶皱高原
			断层	断块山
			浅成	岩株山
			深成	岩基穹隆
		火山	火山	楯形火山
			泥火山	泥火山丘
	外力地形	重力	崩塌	倒石堆
			滑坡	滑坡阶地
			泥流	泥流裾
		冰川	冰川	冰斗
			冰水	冰水扇
		流水	表流	坡积裾
			洪流	洪积扇
			河流	侵蚀阶地
		地面滞水	湖泊	湖积平原
			沼泽	沼泽凹地
		岩溶	岩溶	溶洞
			潜蚀	潜蚀凹地
		风力	风力	砂丘
		生物	植物	泥炭地
			动物	珊瑚礁
			人类	人工运河
		冻土	冻土	石环、冻土丘
			热岩溶	热岩溶盆地
海陆过渡地形		海滨	波浪	海成阶地
		河口	河口	三角洲
		沼泽	泻湖沼泽	盐沼凹地
海盆地形	内力地形	陆棚		
		大陆坡		
		海底平原		
		海洋中脊		
		海渊		
		海底丘陵及海山		
	外力地形	生物地形		
		重力地形		
		海流地形		

类型（表 1－3）。

表 1－3　第四纪堆积物成因划分表

成因类	成因亚类	成因类型组	成因类型及代号	形　态　岩　相
陆相堆积物	内力堆积物	火山堆积物	火山堆积物（β） 泥火山堆积物（$s\beta$）	形成火山锥、熔岩平原（高地、山原）等地形 形成泥火山丘等地形
		构造堆积物	断层角砾岩（F）	含于断层带内
			盐丘堆积物（s）	形成分布在平原或高原中的盐丘地形
	外力堆积物	残积物	残积物（el）	多分布在平原或高原的分水地带，阶地表面和缓的斜坡上
			土壤（pa）	
		重力堆积物	崩积物（col）	多分布在陡峭的山区，形成崩塌堆，倒石倒，堰塞湖等地形
			地滑堆积物（ap）	形成地滑斜坡，地滑阶梯等地形
			泥流堆积物（df）	形成泥流阶地等地形，分布在冻土缓坡上
		流水堆积物	坡积物（dl）	多分布在丘陵或低山的缓坡上，形成坡积裾等地形
			洪积物（pl）	多分布在陡坡麓、山麓地带，形成洪积锥（扇，平原）地形
			冲积物（al）	分布在河谷中，形成河漫滩、河流阶地、冲积平原等
		湖沼堆积物	湖积物（l）	形成湖成阶地及湖成平原等地形
			生物化学堆积物（ch）	形成湖成阶地及湖成平原等地形
			沼泽堆积物（h）	形成沼泽低地或平原
		冰积物	冰积物（gl） 冰水堆积物（tgl） 冰湖堆积物（lpt）	形成终积垅、冰碛阶地和冰碛平原等地形 形成冰水扇，冰水阶地，冰水平原等地形 同湖积物
		冻土堆积物	冻土堆积物（mf）	形成石砾、石带、热岩溶盆地冻土丘等地形
		风积物	风积物（eol）	形成砂丘、砂、风积平原等地形
		岩溶洞穴堆积物	岩溶堆积（k）	多形成于岩溶漏斗或凹地中
			外来充填堆积（ex）	
			古人类堆积（a）	
		常见混合堆积物	残积－坡积物（$elal$）	常见于缓坡下部和阶地后缘
			坡积－泥流堆积物（$aldf$）	分布在冻土斜坡上
			坡积－洪积物（$alpl$）	分布在较缓坡下部或山麓地带
			坡积－冲积物（$dlal$）	多分布在阶地及河漫滩的后缘
			冲积－洪积物（$alpl$）	多分布在山麓或山前平原地带
			冲积－湖积物（all）	常形成湖滨阶地或湖滨平原等
海相堆积物	内力堆积物	火山堆积物	火山堆积物（β）	
		构造堆积物	构造堆积物（T）	
	外力堆积物	生物堆积物	生物堆积物（B）	
		海流堆积物	海流堆积物（m）	
		重力堆积物	地滑堆积物（ls）	
			崩塌堆积物（col）	
海相陆过渡堆积物		海滨海积物	海滨海积物（m）	形成海成阶地等
		河口堆积物	河口堆积物（r）	形成三角洲地形
		海滨沼泽堆积物	泻湖沼泽堆积物（la）	沼　泽　凹　地

目录
正文