

国外大地构造与成矿学

第 四 号

大陆大地构造学 (原名“大陆内生体制”)

B. B. 别洛乌索夫著

陈礼御、谭克仁译

中国科学院长沙大地构造研究所

1985. 12

国外大地构造与成矿学
长沙大地构造研究所编印
湘潭市霞城印刷厂印刷
787×1092毫米 1/16开本
图82 字数24万
印数0001—1200本
1986年3月印刷出版。

2.02

目 录

前 言	1
绪 论	2
第一章 地槽内生体制	9
概 述	9
正地槽（优地槽和拗地槽）体制	10
准地槽体制	53
中间地块体制	63
地槽体制总述	66
第二章 地台体制	69
地台的时代	69
原地台体制	70
老地台体制	72
老地台基底的年龄	72
老地台盖层形成初期	73
老地台盖层的结构	75
老地台发展的规律性	78
老地台上构造运动的若干定量数据	87
年青地台体制	88
年青地台的时代	88
年青地台沉积盖层的历史	89
年青地台构造对地槽阶段构造的继承性问题	95
地台发展规律的若干结论	96
第三章 造山体制、裂谷体制、地台岩浆活化体制	98
造山体制	98
基本特征	98
造山体制独立性问题	100

目 录

1	欧亚若干地区造山体制的表现.....	101
2	裂谷体制.....	106
3	地台岩浆活化体制.....	112
第四章 内生体制的时空关系..... 114		
01	内生体制发育的基本阶段.....	114
02	大陆内生体制向稳定的地槽—地台阶段的演化.....	115
03	激发体制和平静体制展布面积的变化.....	115
04	构造走向的规则性.....	117
05	内生过程的韵律.....	120
06	内生体制空间上的相互关系.....	124
07	垂直构造运动的保守性.....	126
08	同时期各体制的空间关系.....	129
第五章 内生体制的深部源..... 137		
01	上地幔的热条件与内生体制.....	137
02	地壳中的热条件与内生过程.....	143
03	空压褶皱机制的若干问题.....	148
结 论..... 154		
01	.....	154
02	.....	154
03	.....	154
04	.....	154
05	.....	154
06	.....	154
07	.....	154
08	.....	154
09	.....	154
10	.....	154
11	.....	154
12	.....	154
13	.....	154
14	.....	154
15	.....	154
16	.....	154
17	.....	154
18	.....	154
19	.....	154
20	.....	154
21	.....	154
22	.....	154
23	.....	154
24	.....	154
25	.....	154
26	.....	154
27	.....	154
28	.....	154
29	.....	154
30	.....	154
31	.....	154
32	.....	154
33	.....	154
34	.....	154
35	.....	154
36	.....	154
37	.....	154
38	.....	154
39	.....	154
40	.....	154
41	.....	154
42	.....	154
43	.....	154
44	.....	154
45	.....	154
46	.....	154
47	.....	154
48	.....	154
49	.....	154
50	.....	154
51	.....	154
52	.....	154
53	.....	154
54	.....	154
55	.....	154
56	.....	154
57	.....	154
58	.....	154
59	.....	154
60	.....	154
61	.....	154
62	.....	154
63	.....	154
64	.....	154
65	.....	154
66	.....	154
67	.....	154
68	.....	154
69	.....	154
70	.....	154
71	.....	154
72	.....	154
73	.....	154
74	.....	154
75	.....	154
76	.....	154
77	.....	154
78	.....	154
79	.....	154
80	.....	154
81	.....	154
82	.....	154
83	.....	154
84	.....	154
85	.....	154
86	.....	154
87	.....	154
88	.....	154
89	.....	154
90	.....	154
91	.....	154
92	.....	154
93	.....	154
94	.....	154
95	.....	154
96	.....	154
97	.....	154
98	.....	154
99	.....	154
100	.....	154

前 言

本书首要的和基本的任务是详尽地阐述各种大陆内生体制的特征。为此目的，作者以内生体制的下列一些标志作为分析的基础，这些标志要能反映内生体制的共性和个性。内生体制的种类与作者以前提出的大陆内生体制的分类是一致的，但不包括大陆边缘体制，这种体制宜与洋底体制合并讨论。据作者所知，这可能是完整地阐述内生体制的初次尝试。地质文献中可以找到许多定义，比如什么是“地槽”？什么是“地台”？但对别的体制，尤其是具有过渡性质的体制，至今描述极为笼统，并且常有矛盾。优地槽和渺地槽，正地槽和准地槽，年轻地台与老地台之间有何差别，不同作者往往有不同的看法。他们往往不是把这些名称看作精确的概念，而是看作某种可以“自由使用的术语”。然而，尽可能精确地描述已知内生体制是很必要的。特别是在今天，当地质学日益与其他地球科学紧密结合的时候，这种描述尤为必要。

作者知道，他提出的大陆内生体制的特征并不是无所不包的。但是在他看来，这第一次的尝试表明，所提出的任务是可以圆满解决的，并且存在一组标志，利用这组标志可以鉴别体制之间的异同点，虽然它们之间存在起纽带作用的过渡体制。

本书的第二个任务是要阐述，各个体制是互相连成一条“链”的，在此链中，当一个体制向另一个体制过渡时，一些性质消失或再现，而另一些性质还保存着，只是其相对意义改变了。由此产生一个问题：在该链范围内，这种过渡是作为所有体制的基础的一个统一的因素有规律的演化的结果？还是不同体制的深部根源是不同的呢？作者试图证明，各体制之间有深刻的共性存在，它们之所以有区别，主要是同一个原因作用的强度不同。

内生体制的共性以及它们相互过渡的性能，从体制的时空组合中看得更为清楚。本书的相应部分要讨论内生体制的顺序及其空间组合的规律性。

在最后一章里，作者提出内生过程的深部根源是相同的，并且得出结论认为，地球的内热就是这样的根源：内生体制在时间上的转化和空间上的组合基本上是地球热场在时间和空间上不均一性的结果。

毫无疑问，作者为内生体制的起源所提出的深成机制的某些方面还是假设性的。但是作者希望，这种机制的另外一些方面是真实的，而且假设性的要素可以作为进一步研究的线索。在最后一章里，我们还把大陆上的各种内生过程及其组合与今天如此流行的“板块构造”理论所提出的运动学模式相对照。

本书在编写过程中，承蒙许多同志给予帮助，特别是中国科学院地质研究所的同志，以及中国科学院地质研究所的同志，他们提供了许多珍贵的资料，使本书得以顺利完成。本书的出版，得到中国科学院地质研究所领导的支持，在此表示衷心的感谢。

地质研究所 侯德封 侯增谦 侯增庆 侯增华 侯增光 侯增耀 侯增辉 侯增明 侯增亮 侯增耀 侯增辉 侯增明 侯增亮 侯增耀 侯增辉 侯增明 侯增亮

绪 论

作者在他最近写的几部著作中，发展了各类构造体制的传统概念，使其更精确，更有代表性。作者根据构造作用、岩浆作用和变质作用的不同组合，提出了大陆内生体制的分类方案。共划分出六大体制类型：地槽、地台、造山带、裂谷、地台岩浆活化和大陆边缘体制。进一步可划分十四种体制（见表）

在追索内生体制类型和深部作用的对应关系时发现，内生体制的性质与地热流间有着密切的相关关系，即较活动的体制具有较高的热流，较平静的体制只有正常的或较低的热流。

内生过程的顺序表明，地壳历史中存在两个序次的现象。首先是地壳发展的总的方向性，即活动体制的作用逐渐减小，平静体制的作用相应增大。其结果是：最古老的高活动阶段过渡为不稳定的原地槽阶段，后来又过渡为稳定的地槽—地台阶段。这种方向性证明，深部过程的能量随着地质时间的推移而变化。同时，激发体制越来越集中在越来越窄的地槽带范围内。在大陆上活动体制的展布和集中的过程都有一定的空间规律性。其次，在这个总的发展方向上叠加有交替出现的单个体制。从中可以发现相似体制顺序的多次重复所构成的周期性的标志。这种现象最好称为准周期性，因为《旋回》的持续时间不一，对不同旋回和不同地区来说，顺序本身也不尽相同，虽然旋回的共同的重要特征始终还保存着。

在以前的著作中，我们把具有幔源岩浆析出的体制称为“激发体制”，现在看来叫地幔激发体制为好。与之相反，把没有幔源岩浆析出的体制叫“平静”体制，现在看来叫地幔平静体制为好*。如果采纳内生体制的这种分类，那么在最活动的地带里（该处优地槽体制和造山体制不止一次交替出现）所观察到的内生体制的一般顺序中可以看到地幔激发状态和地幔平静状态的准周期性的更替：优地槽体制回返前（蛇绿岩）阶段相当于地幔的热激发状态，它的回返阶段相当于地幔的平静状态，而在造山体制中，地幔又被激发了。

不能不认为，内生体制类型的这种划分方法太狭隘了，因为它没有考虑到地壳中所发生的过程。在优地槽的回返阶段，虽然地幔因无幔源岩浆而处于平静状态，但地壳却有在高温下才能发生的区域变质作用和花岗岩化。这就是地壳中的热激发阶段，因此，如果把地壳中的地质事件考虑进去，内生条件的周期性就是地幔和地壳的交替激发。

还要指出，有些内生体制既无地幔热激发，也无地壳热激发，例如地台体制。但它可与后地台造山体制相交替。在这种情况下，体制变换的周期性就是两种条件的交替，一种是整个构造圈都处于平静状态，另一种是地幔被激发，而地壳是平静的。

显而易见，把既与地幔的热激发又与地壳的热激发在同等程度上相联系的体制叫做“激发体制”较正确。更加正确的是，地壳的热激发不是一个孤立的现象：它或者与地幔的热激发同时发生，或者（这种情况更多）紧接地幔熔融作用之后发生。地幔总是起深部热向地壳

* 本书中凡提到地幔的地方都是指上地幔，而且通常指上地幔中有部分熔融发生的部分，即软流圈。

传递的作用。作了这样的解释后，优地槽体制的两个阶段都属于激发体制，只有地幔和地壳都无热激发标志的体制才算平静体制。

然而，由于激发作用既触及地幔，又触及地壳，那么为了区分这些状态，最好采用术语《热》和《冷》。但这两个术语需要有条件地来理解：我们把有岩浆熔出的地幔叫《热》地幔；把有高温区域变质作用、重熔作用和花岗岩化发育的地壳叫《热》地壳。把无上述作用发生的地壳和地幔分别叫做《冷》地壳和《冷》地幔。显而易见，如作这样的理解，《冷》地幔可以有比《热》地壳高的温度，因为地幔顶部玄武岩熔出所需的温度不低于 1400°C ，而区域变质作用和花岗岩化所需的地壳温度不高于 700°C 。因此，《冷》地幔的温度可以高达 1200°C ，而《热》地壳的温度不会超过 700°C 。由此可见，《热》地壳下面地幔由《热》状态向《冷》状态的转化，并不意味着在构造圈中发生了温度反向。

地壳和地幔中可能存在下列热条件的组合：

《热》地幔和《冷》地壳；

《冷》地幔和《热》地壳；

《冷》地幔和《冷》地壳；

《热》地幔和《热》地壳；

第一种组合见于优地槽体制的回返前（蛇绿岩）阶段、造山体制、裂谷体制和地台岩浆活化体制。在上述体制中，岩浆从地幔熔出，地壳未达到高温而处于《冷》的状态，因为地壳的变形主要具有块断性质，塑性变形一般是没的。

第二种组合相当于优地槽和拗地槽体制的回返阶段。这里地壳高温标志是明显的。地壳的《热》状态不仅表现在区域变质作用和花岗岩化上，而且还表现在它能发生巨大塑性变形上（以褶皱和构造推覆体的形式出现）。幔源岩浆的不存在可以证明地幔是《冷》的。地幔的这种《冷》状态可分若干等级，由此分出拗地槽体制、准地槽体制和地台体制。我们已经指出，《热》地壳与《冷》地幔的组合具有派生的性质，它一定发生在《热》地幔状态之后。

第三种组合是优地槽体制和拗地槽体制的回返后阶段、准地槽体制和地台体制、大西洋型大陆边缘体制和中间地块体制。整个构造圈的《冷》状态对于前三种体制是明显的。中间地块体制的特殊地位以后将进一步论述。

最后，第四种组合可能只见于太平洋型大陆边缘——岛弧以及形成这种边缘的年轻山脉。在这种情况下，可能来源于地壳下层的安山岩和安山玄武岩的大量熔出是地幔和地壳《热》状态的标志。

本书探讨大陆内生体制。我们不准备讨论大陆边缘体制，因为它应密切结合大洋中的内生过程来谈。所以，大西洋型大陆边缘体制所具有的《冷》地幔—《冷》地壳状态，以及《热》地幔—《热》地壳组合，本书不予探讨。

下面将举出各种内生体制的具体例子。在叙述它们的各种表现和历史时，将尽量找出能说明体制间异同点的那些方面。这些方面包括：地壳的块状一波状振荡运动的反差强度；地壳垂直运动的反差强度与幔源岩浆的成份和体积的关系；地壳透过性的程度和性质；地壳《热》状态引起的过程（区域变质作用、重熔作用、花岗岩化作用）表现的程度；地壳《热》状态引起的局部回返；中央隆起的分布及历史；褶皱和构造推覆体的性质和分布。

我们还要探讨地壳总体振荡运动的韵律对单个体制的影响。

在结论中将指出，从活动体制开始，以最平静的体制告终的所有内生体制，组成一个统一的“链”，在这个“链”里，比较活动、比较复杂的体制向比较平静、比较简单的体制过渡，在过渡的每一阶段上，一些过程《消失》，其他一些过程还保存着，虽然强度有所减弱。首先是一些形式的岩浆活动《消失》，接着是另一些形式的岩浆活动《消失》，大的分散的地壳透过性《消失》，代之以局部的集中的透过性，最后演变成无透过性；变质作用《消失》，首先《消失》高级变质相，后来整个变质作用消失殆尽；全压褶皱在活动体制里均匀地盖在整个面积上，在平静体制里则变得不均匀了，只集中在狭窄的孤立的地带内，逐步让位于挤入褶皱和块状褶皱。

地槽体制以及它所具有的一套过程在空间上变得越来越局部化，地槽内部越来越多的地方被中间地块占据，地槽体制成了中间地块体制上的点缀，然后正地槽体制转化为准地槽体制和地台体制。地壳的垂直运动要算最稳定的过程了，它在所有的体制中，甚至在最平静的体制中都有，例如在最平静的老地台体制里就有，只是强度大为减弱罢了。最平静的环境里的内生周期性就是地壳总体振荡运动的周期性，也就是时而下降占优势，时而上升占优势。

作者的主要任务是：指出具有不同的《被激发度》的内生体制之间的内部联系，揭示它们有同一基础的事实。

大陆内生体制特征

体制类型	体制	发展阶段	振荡运动的反差强度和强度(速度和幅度)	下降和上升的相互关系	主要沉积建造	地壳透过的性质和程度
		回返前阶段(蛇绿岩阶段)	大	下降占绝对优势; 非补偿性拗陷	下部陆源建造和深水硅质建造(碧玉建造)	分散、大
	优地槽	回返阶段	中等	下降和上升达到平衡	上部陆源建造(复理石和可燃性生物岩建造)	集中、小
		回返后阶段	小	上升稍占优势	下部磨拉石建造	集中
		回返前阶段(补偿性沉降阶段)	中等	下降占优势	下部陆源建造(黑色页岩建造), 晚期为浅水灰岩建造	分散、小
地槽	拗地槽	回返阶段	小和中等	上升和下降达到平衡	上部陆源建造(复理石建造、可燃性生物岩建造)	集中、小
		回返后阶段		上升稍占优势	下部磨拉石建造	集中
	准地槽		小和中等	下降占优势; 旋回末期上升稍占优势	砂泥岩建造(下部陆源建造), 往上过渡为常常占优势的灰岩建造, 最上部为上部陆源建造(包括复理石建造和可燃性生物岩建造)	集中、小
	中间地块		小	微弱上升和下降均衡发展	砂岩-泥岩建造和灰岩建造	集中、大
	后地槽造山		大	上升占绝对优势	磨拉石建造和泻湖相建造(包括可燃性生物岩建造)	集中、大
	后地槽造山(地台的构造活化)		大中等	上升占绝对优势	磨拉石建造、泻湖建造、(包括可燃性生物岩建造)	集中、大和中等

大陆内生体制特征

体制类型	体制特征性的岩浆活动	区域变质和花岗岩化	褶皱类型	断裂的特征类型
	基性水下喷发和层状侵入(岩盖);超基性岩(蛇纹岩,阶段末——中性和酸性岩,阶段末——中性和酸性岩侵入)	青盘岩化、片岩相	褶皱不具特征性,内发育里背斜褶皱	深断裂
优地槽	花岗岩岩基	区域变质作用(花岗岩化)	全压褶皱和深部褶皱	逆掩断层、Helvetic型和Pennine型构造推覆体
中地槽	脉状侵入体	缺乏	全压褶皱;在坳陷区—挤入褶皱和块状褶皱	Helvetic型构造推覆体、深断裂
小地槽	缺乏或微弱的基性岩喷发和层状侵入	缺乏	缺乏或具微弱的块状褶皱	深断裂
地槽	花岗岩、正常成份和碱性小侵入体	中等程度绿片岩相和花岗岩化	全压褶皱和深部褶皱	逆掩断层、逆断层、Helvetic型构造推覆体
中地槽	脉状侵入体	缺乏	挤入褶皱和块状褶皱	Helvetic型构造推覆体、深断裂
地准槽	通常是微弱的岩浆活动,表现为基性岩墙、岩床、碱性岩岩和岩浆岩底辟。在火山岩型地槽体制中有中性和硷性岩浆的强烈喷发	缺乏	挤入褶皱和块状褶皱	逆断层、深断裂
中间地块	基性的、酸性的以及碱性的各种喷发岩;基性的、酸性的以及碱性的裂隙侵入岩	缺乏或微弱	块状褶皱	深断裂、逆断层
后地槽	中性和酸性组份的熔岩喷发占优势;基性、中性和酸性裂隙侵入体	缺乏	块状褶皱、挤入褶皱;局部表现为全压褶皱	深断裂;正断层、逆断层、逆掩断层
造山	基性和碱性岩喷发;基性和碱性岩成份的裂隙侵入	缺乏	块状褶皱和挤入褶皱;为局部全压褶皱	深断裂;正断层、逆掩断层
后地槽	基性和碱性岩喷发;基性和碱性岩成份的裂隙侵入	缺乏	块状褶皱和挤入褶皱;为局部全压褶皱	深断裂;正断层、逆掩断层

大陆内生体制特征

体制类型	体制	发展阶段	振荡运动的反差强度和强度(速度和幅度)	下降和上升的相互关系	主要沉积建造	地壳透过性的性质和程度
裂谷	裂谷	—	中 等 大	在平缓的宽 阔隆起中地 堑下降	磨拉石建造和泻湖建造	集中、 大
	原地台	—	小	旋回初期下 降稍占优势， 旋回末期上升 稍占优势	主要为巨厚的陆源建造	中 等 集 中
地台	老地台	—	很 小	处于均衡 状态，旋回初 期下降稍占优 势，旋回末期 上升稍占优势	从下向上建造的总的顺序是：a) 下部陆源建造(其中有沥青相建造)；b) 灰岩建造；c) 上部陆源建造(其中有可燃性生物岩建造)；d) 磨拉石建造和泻湖相建造	没 有 透 过 性
	新地台 (年青地台)	—	小	处于均衡状 态，旋回初期 下降占优势， 旋回末期上升 占优势	沉积岩建造的总的 顺序与老地台相同	集中、 很 弱
岩浆	高原玄武岩	—	很 小	下 降 稍占优势	—	集中、 或 大
活化	中心式和 侵入岩 爆发筒	—	很 小	不 明	—	集中、 大
大陆	大西洋 大型大陆 边缘	—	小	下降占优势	砂岩—泥岩建造、泻湖建造、可燃性生物岩建造	没有透 过 性
边缘	太平洋 型大陆 边 缘	—	很 大	下降占优势	砂岩—泥岩建造	集中、 大

大陆内生体制特征

体制类型	体制	特征性的岩浆活动	区域变质和花岗岩化	褶皱类型	断裂的特征类型
裂谷	裂谷	基性岩和碱性岩喷发	缺乏	块状褶皱	深断裂、正断层、逆断层；主要构造型式—地堑
原地台		酸性和基性的熔岩喷发。 大型层状侵入体—岩盆	绿片岩变质作用、花岗岩化	特大的穹隆、挠曲	深断裂
老地台		缺乏或者很微弱的基性和碱性岩喷发和小侵入体	缺乏	块状褶皱和挤入褶皱	深断裂、正断层、逆断层
新地台 (年青地台)		微弱的基性岩喷发， 裂隙侵入或碱性岩盘	缺乏	块状褶皱和挤入褶皱	深断裂、正断层、逆断层
岩浆玄武岩	高原玄武岩	高原玄武岩	缺乏	缺乏	正断层、深断裂
活化	中心式和侵入爆发岩筒	各种成份（主要为碱性成份）。侵入体为裂隙式、岩盖、岩浆岩底辟；金伯利岩爆发岩筒	缺乏	块状褶皱	正断层、深断裂
大陆边缘	大西洋型大陆边缘	缺乏	缺乏	块状褶皱和挤入褶皱	稍微发育有正断层和深断裂
太平洋边缘	太平洋型大陆边缘	安山岩、安山—玄武岩强烈喷发；花岗闪长岩和花岗岩侵入	微弱	块状褶皱和全压褶皱	正断层和深断裂大量发育；深的逆掩断层

第一章 地槽内生体制

概 述

地槽是内生地质作用——构造作用、岩浆作用和变质作用进行得最强烈的地带，因而也是地壳的结构和组成改造得最强烈的地带。B·E·哈因对地槽下了一个最完整同时又是最精确的定义，他写道：地槽是“地壳和上地幔破碎性最大、活动性（包括运动的速度、幅度、梯度和反差强度）最大、透过性最大、分异性最大的地带，它在发展的初期阶段发生强烈下降，在结束阶段发生同样强烈的普遍隆起”。

经过许多人的研究，已经确定地槽发展和结构的一般规律。因为这些规律在许多著作中不止一次地进行过论述，所以本书仅作简要的介绍。我们从总的方面对地槽作描述，这样，后面在讨论具体的例子时可以避免重复，只要指出每个地槽的特殊点即可。

地槽可以划分为局部拗陷和局部隆起（内地向斜和内地背斜）。块断一波状振荡运动的梯度从 $n \cdot 10^{-9}$ /年到 $n \cdot 10^{-8}$ /年，高于构造活动最平静的地区（老地台）垂直运动的标准梯度2—3个数量级。隆起和拗陷之间存在着深断裂系，使得垂直运动的反差强度更大。

地槽发展服从于内生过程的总体节奏，其各发展阶段可归属于一个或几个内生旋回。地壳的一次大的振荡——它属于总体振荡运动类型，席卷整个地槽——是地槽发展的基础：初始阶段下降，最后阶段上升。在基本振荡上叠加了同一总体类型的次级振荡。基本振荡受到波状类型的局部拗陷和隆起的干扰，致使地槽的发展划分成三个阶段：起初，地槽内部以下降占优势，最后正好相反，以上升占优势，中间处于过渡状态，即下降和上升达到平衡。

下降向上升的转化是大地构造体制的总体回返。因此地槽发展的第一阶段叫做回返前阶段，第二阶段（这时下降已失去主导地位，但是上升还未起主要作用）叫做回返阶段，第三阶段叫做回返后阶段。

在许多情形下还应划分出一个地槽前阶段，在该时间里，整个未来的地槽只发生缓慢的、差异很弱的下降，这个阶段的体制具有地台或准地槽性质。一旦下降的整体性受到破坏，该阶段就宣告结束，而产生了明显的局部隆起和拗陷，从而进入了真正的地槽体制。

所有这些阶段，包括地槽阶段和地槽前阶段，都具有相应的沉积建造和沉积建造系列。实际上地槽阶段和地槽前阶段就是根据沉积建造的特点来划分的。地槽前阶段具有地台型沉积建造：陆相、泻湖相和滨海相。回返前阶段的沉积建造反映了海浸和沉积盆地加深的特征。由于地槽的类型不同，沉积建造或者是硅质岩建造（优地槽），或者是下部陆源建造（或黑色页岩）和灰岩建造序列（拗地槽和准地槽）。回返阶段的典型建造是复理石建造；在整个厚的地层剖面里，复理石的成分单一，以陆源岩为主，说明沉积区的下降和剥蚀区的上升之间处于平衡。最后，回反后阶段以下部磨拉石建造为特色。

应当指出，与长期存在的一种论点相反，我们不是把造山作用当作地槽发展的晚期，而是把造山阶段当作一个独立的造山体制。所以，当上升占绝对优势时，在被强烈切割的山岳地貌中形成的上部磨拉石建造（陆相）应该从地槽体制中划分出来。地槽体制以海相比较细粒

物质组成的下部磨拉石建造为结束。在下部磨拉石建造形成时期，上升已占优势，但只稍占优势，地槽内的陆地不是山岳，而是丘陵。只有当地槽体制转变为造山体制时，丘陵才转化为山岳。

在回返前阶段，地壳中没有热激发标志。这时既没有高温变质作用，也没有花岗岩化作用，更没有岩石在塑性状态可下发生的大规模变形作用。只在某些带中发现有高压低温变质作用。

与此同时，在非常活动的地槽体制（优地槽体制）里，回返前阶段有上地幔热激发的标志，其中首要的是幔源基性和超基性岩浆的上升。

在拗地槽体制内，上地幔受热比较微弱，在准地槽体制中，上地幔受热的外部标志完全没有。

在优地槽体制和拗地槽体制的回返阶段，激发的全部标志向着地壳迁移。其中发育有高温变质作用和岩石重熔作用。在该阶段产生所谓局部回返——在内地向斜中产生新的隆起。全压褶皱的形成在时间上和空间上与局部回返紧密相关。在该阶段没有上地幔激发状态的任何标志。

在准地槽中，没有正地槽所具有的局部回返或地壳被激发的其他标志。但是可以推测，在准地槽中地壳被加热了，因而形成了块状褶皱。

回返后阶段下部磨拉石建造沉积时期，地壳中塑性变形减弱。相邻两带垂直差异运动占优势，它们之间形成断裂构造。这时运动的强度是不大的，变质现象和重熔现象也没有了。

总之，回返阶段是内生活活动衰减时期。与此同时，又出现了下地幔新的激发标志，出现了岩浆活动，它或者是直接从下地幔上升的，或者是地壳底部早已冷凝的老岩浆源重新被加热的结果。

地槽过程在空间下按一定的方向发展，Aubouin把此现象称做《极性》。

地槽的回返前阶段，局部拗陷不断生长和扩大，而在回返阶段和回返后阶段，隆起不断生长和扩大。这些过程从地槽内部的一个或几个轴开始，然后扩展到地槽的边缘，有时超出了地槽的范围，这就是过程的《极性》。拗陷从轴部向两侧扩大，《侵袭》到相邻地台的边缘，把它卷入下降，而在回返阶段和回返后阶段，沿着地槽中央同一轴部形成中央隆起，然后逐步扩大并延伸到相邻的地带，最终上升比下降占优势。隆起向着地槽边缘方向蔓延到越来越新的地带，可能延伸到相邻地台的边缘。当拗陷还在继续扩展的时候，中央隆起就已开始生长，后来这两种过程肩并肩地发展：隆起波在扩展着的拗陷内生长。结果，在隆起波的前面形成边缘拗陷，边缘拗陷中先堆积复理石建造，后堆积下部磨拉石建造。

地槽发展的共同规律只有在讨论了具体实例后才能说得详细和完整。我们首先探讨优地槽和拗地槽，即所谓正地槽，然后探讨准地槽和中间地块。

需要强调的是，优地槽和拗地槽不应该理解为地槽内部的单个拗陷。每一个这样的地槽带可能包含一对共轭的拗陷和隆起，甚至更复杂的拗陷和隆起的组合。

正地槽（优地槽和拗地槽）体制

“优地槽”（真正的地槽）这一术语是Stille提出来的。他把先头岩浆作用当作地槽划分的标准，并认为，在地槽发展的初始阶段（我们称为回返前阶段）的各种岩浆活动都属于

先头岩浆作用。虽然这个阶段的岩浆以基性为主，但先头岩浆作用也包括中性和酸性岩浆。Stille强调，超基性岩浆作用只是先头岩浆的局部现象。

我们正是采纳了这一观点，认为优地槽划分标准中不仅应有超基性岩，还应包括先头岩浆作用的其他岩石。但是，岩浆的地幔成因是必不可少的标准。因此，优地槽的岩石也包括了基性熔岩，主要为细碧岩以及伴生的辉长岩、辉绿岩和粗玄岩。与基性岩共生的还有它分异出来的中性岩甚至酸性岩。先头岩浆作用的规模可以作为地槽划分的辅助标准。如果先头岩浆作用规模很小，这样的地区完全可划为拗地槽，虽然理论上讲，典型的拗地槽完全没有先头岩浆作用。优地槽的这种划分方法是与近年来出现的《板块构造》概念不同的。

《优地槽》这一术语目前只表示以超基性岩占主导地位的蛇绿岩出露地带。辉长岩、玄武岩、辉绿岩只被认为是共生的岩石，并与蛇绿岩一起有规律地组成蛇绿岩套。蛇绿岩套是Shteinmann提出来的。现在人们赋予蛇绿岩套的岩石层理以特殊的意义，因为他们认为这是一个证据，证明蛇绿岩套与洋壳的剖面相似。因此，从《板块构造》的观点看来，优地槽是在洋壳上形成的一个带，而蛇绿岩套则是洋壳的残片。如果蛇绿岩套的正常层理受到破坏（这是很常见的），则被认为是蛇绿岩上侵到地表引起的变形结果，或者是在洋盆《封闭》时挤压破碎的变形结果。总之，蛇绿岩上侵到地壳里不是被看作一种岩浆作用，而是被看作一种构造作用。他们认为下列事实是这种机制的证据：当蛇绿岩侵入到其他岩石中时，它的温度较低，根据接触现象判断，它往往不超过 500°C 。

不难看出，根据最新观点，蛇绿岩与地槽的其他岩石是完全隔离的。从蛇绿岩的成因和时代看，它与《先头岩浆作用》的许多表现形式格格不入，而先头岩浆作用的岩浆性质以及它与周围沉积岩形成的同时性是不容置疑的。《先头岩浆》中分布最广的岩石组合是细碧——角斑岩（或者细碧——辉绿岩）建造，此外还发育有辉长岩——闪长岩——辉绿岩、辉长岩——橄辉岩和辉长岩——斜长花岗岩建造。蛇绿岩套的岩石总是与上述建造紧密共生，共同发育在地槽回返前的地层中，其产状表明，与先头岩浆组合的其他岩石一样，蛇绿岩也分布于围岩之中，并与围岩一起受到变形。众所周知，先头岩浆的喷发岩呈岩流状产于回返前沉积建造（黑色页岩和硅质岩建造）中，而侵入岩则呈层状侵入体、岩脉和岩株产出，并与围岩一起遭受褶皱和断裂变形。超基性岩常形成大型透镜体，沿地槽呈带状延伸达数百米或数千米。它们也和围岩一起遭受变形。Shteinmann认为，蛇绿岩呈大的岩盖侵入到周围地槽沉积岩中。

有人说过，超基性岩与围岩之间没有热接触（这被当作蛇绿岩处于冷状态的标志），这种说法不能认为是很有根据的，起码在有些地方，还是发现了热接触。

此外必须考虑到，蛇绿岩的最终分布的确取决于底辟式的构造作用，但是这个作用发生在最初以岩浆方式侵入的超基性岩冷凝和蛇纹岩化之后。

所有这一切都证明，没有足够的理由能把具有超基性岩成份的蛇绿岩与优地槽回返前阶段的其他岩浆分开，并认为它具有完全另一种成因和时代。

在具体实例中，我们将探讨一个地槽旋回的历史。如果某一地带地槽发展出现重复，则我们只论述最后一个旋回。

首先我们探讨发育最全、研究最详的地槽，它们可从邻侧的一个地台追索到另一个地台。这种地槽比较少见。完全满足这些条件的只有地中的几个阿尔卑斯地槽。我们考察两条

地质剖面，一条穿过西阿尔卑斯，第二条从狄那里克阿尔卑斯到巴尔干。第二条剖面有中间地块，第一条剖面没有中间地块。这两个例子的共同特点是，无论那一个地槽中，大部分拗地槽不是独立的回返中心：一般说来，在回返阶段，拗地槽受到从优地槽中扩散开来的构造过程的影响。

再研究南天山的海西地槽，它是地槽有多个回返中心的例子。然后再回过头来研究阿尔卑斯地槽，研究穿过阿尔卑斯地槽的剖面，即从阿拉伯老地台到赛西亚年轻地台的剖面，研究前亚和中亚的其他一些地区。该处地槽的发展都是从多个中心（既有优地槽中心，也有拗地槽中心）向外扩展的，但是这些地槽彼此相距遥远，走向不同，星星点点地分布在宽阔的与地台直接相连的中间地块上。

基米里期维尔霍扬——科累马拗地槽作为最简单的拗地槽发育的例子来讨论。在现代大陆上，不同时代的地槽多半残缺不全，它们大部分或者被年轻地台的沉积物覆盖，或者被海水所淹没。但在地表总有它们的分枝出露。这些不能完全观察到的地槽对确定地槽发展的共同规律是有意义的。为此我们将要研究乌拉尔和阿巴拉契亚海西期地槽和科迪勒拉基米里期地槽的发展历史。

西阿尔卑斯

西阿尔卑斯的阿尔卑斯期地槽位于法国和意大利的边境地区（图1）。我们将考察大致位于格勒诺布尔和都灵的纬线上横跨阿尔卑斯山的纬向构造带。但是这个地槽只有西枝出露完全，而东枝大部分被淹埋在上叠的伦巴狄亚盆地年轻的沉积物之下。为了获得一个比较完整的概念，剖面是合成的：经过东枝的剖面仅部分地穿过上述纬向带的范围，不足部分由中央阿尔卑斯南坡偏东侧的剖面来补充。从南北向的西阿尔卑斯（法国——意大利）和东西向的

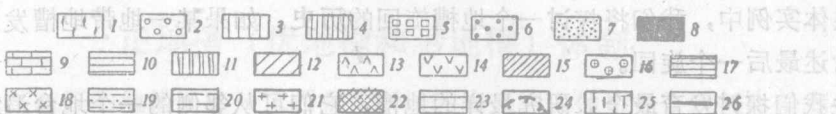
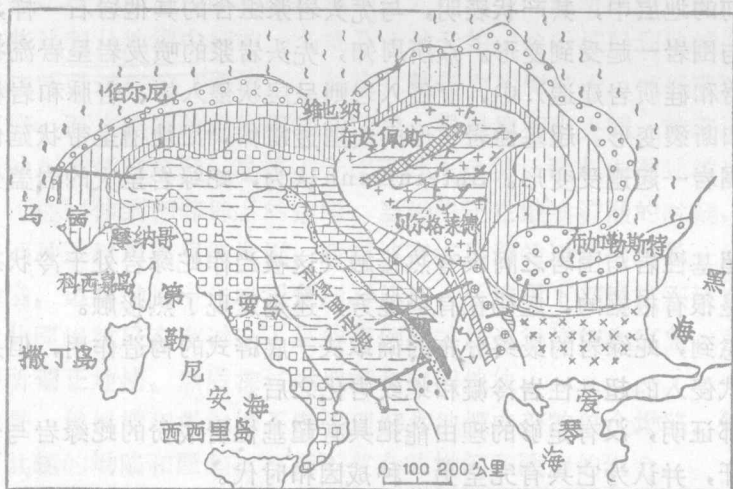


图1 阿尔卑斯、狄那里克阿尔卑斯和巴尔干构造图

1-地台；2-北支的前缘拗陷；3-地槽系北支外带（Helvetic、Briancon、Stara-Plania、喀尔巴阡等）；4-地槽系北支内带（Pennine、奥地利-阿尔卑斯、Dacian等）；5-阿尔卑斯和亚平宁地槽系南支。狄那里克阿尔卑斯和巴尔干的构造带：6-Ionian带；7-Dalmatian带；8-Budva带；9-High Karst带；10-Prekarst带；11-Bosnia带；12-塞尔维亚带；13-Golia带；14-Pelagonia地块；15-Vardar带；16-塞尔维亚-马其顿地块；17-Kraistides地块；18-罗多彼地块；19-Srednegorie；20-南支的前缘拗陷。庞诺中间地块的构造带（上第三系底板之下），21-古生界变质岩带；22-上古生界一下三叠统；23-下白垩统；24-上白垩统一中下老第三系复理石分布范围；25-特兰西瓦上叠盆地；26-书中描述的剖面的大概位置（西阿尔卑斯、狄那里克阿尔卑斯-巴尔干）

中央阿尔卑斯（瑞士）对比可以看出，西阿尔卑斯的东翼和中央阿尔卑斯的南翼不谋而合，因此上述补充办法是可行的。中央阿尔卑斯的南翼又叫南阿尔卑斯。为此，西阿尔卑斯的东翼将用南阿尔卑斯的观察来解释。

西阿尔卑斯地槽分为东西两个分支。西支与西欧后海西地台相邻，东支与地台凸起相接，推断地台凸起被伦巴狄亚盆地所覆盖，它是非洲地台亚德里亚凸起的终端。

东西两支之间被一条深断裂带所分割。该深断裂带沿着西阿尔卑斯和中央阿尔卑斯延伸，毫无疑问，它对阿尔卑斯的构造和演化有着头等重要的意义。该深断裂带的不同地段有不同的名称，例如Canavese断裂带、Tonalite构造线等等。收缩说认为，这条深断裂带是“造山带”两个对立的翼的主要分界线，这里岩石在两个地台（北面的欧亚地台和南面的非洲地台）的压力下发生最强烈的挤压。板块构造学说认为，这条深断裂带是两个板块（非洲板块和欧亚板块）的缝合线，这两个板块原先被宽阔的特提斯洋隔开，后来沿该深断裂带靠拢。

但是，F. Carraro最近在Elvo河谷沿Canavese断裂带发现了陆相未变质的上石炭统沉积物，它与断层两盘的岩石呈不整合接触，并含有两盘岩石的砾石。这些发现表明，该断层是老断层（前阿尔卑斯断层），而在阿尔卑斯期可能只有一些复活，没有任何张开活动（图2），从而表明前面所作的解释是不确切的。

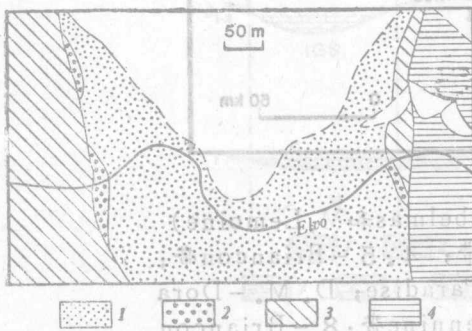


图2 Sordevallo地区(Elvo河谷) Canavese断裂带切割地(西)阿尔卑斯和南(东)阿尔卑斯(据F. Carraro)

1-石炭-二叠系火山角砾岩，超复于Canavese断裂带之上；2石炭-二叠系底部的粗砾岩；3-阿尔卑斯北(西)支前上石炭统赛锡亚-兰查带片麻岩；4-阿尔卑斯南(东)支Ivrea-Verbanco带的闪长岩；白色部分为第四系沉积。