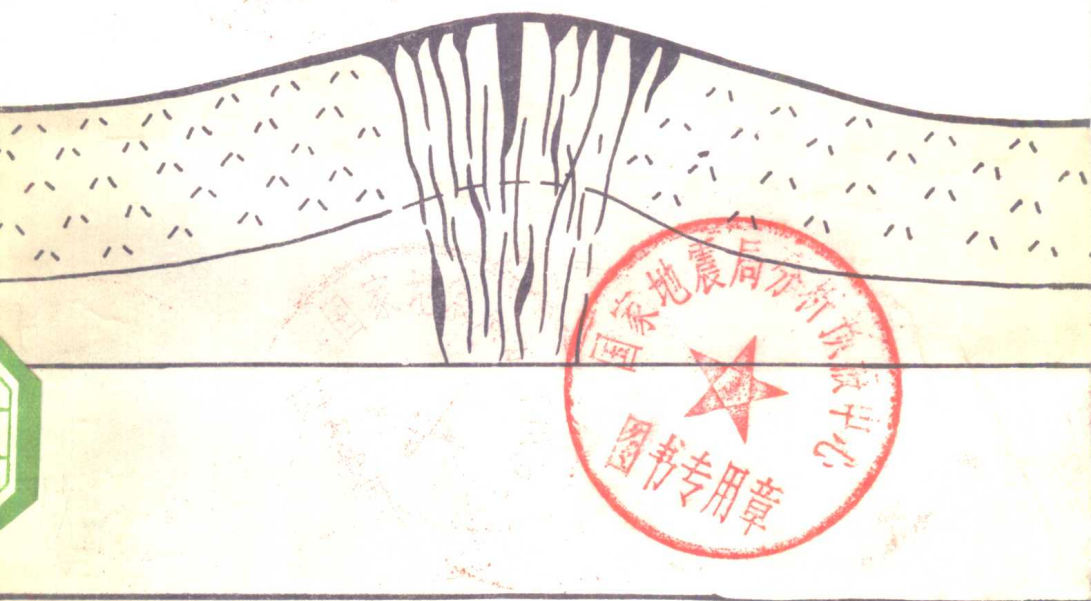


56.5463

5369

地球历史 上的裂谷作用

E. E. 米兰诺夫斯基 著



地球历史上的裂谷作用

〔苏〕 E.E.米兰诺夫斯基 著

林 彻 等译

地质出版社

内 容 简 介

本书介绍了古老地台区太古代至新生代的裂谷作用及类似拉张作用的意义。阐述了裂谷的演化、出现的周期性、裂谷作用与地槽作用及海洋盆地形成过程中的相互关系；以及裂谷作用对矿床形成的控制。作者以大量实际资料为依据，从地球脉动和膨胀的观点解释裂谷带和类裂谷带的形成和发展。基本上代表了目前苏联在裂谷研究方面的水平，本书适用于广大地质人员参考。

РИФТОГЕНЕЗ В ИСТОРИИ ЗЕМЛИ (РИФТОГЕНЕЗ НА ДРЕВНИХ ПЛАТФОРМАХ)

Е. Е. Милановский

МОСКВА

«НЕДРА»

1983

地球历史上的裂谷作用

〔苏〕 Е.Е.米兰诺夫斯基 著

林彻 等译

*

地质矿产部书刊编辑室编辑

责任编辑：张义勋

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·各地新华书店经售

*

开本：850×1168¹/₃₂ 印张：9 字数：236,000

1985年12月北京第一版·1985年12月北京第一次印刷

印数：1—1,825册 定价：2.55 元

统一书号：13038·新184

前 言

近来，大地构造学也和地质学中的许多其它学科一样，处于新资料迅速积累、理论概念迅速发展的时期。对地球前寒武纪历史的研究、海底地质研究、地球深部及地幔研究，以及对太阳系其它行星表面的研究，取得了重大成果。因而在时间上和空间上均扩大了大地构造学研究的范畴。

近数十年来，大地构造学研究的重大成果是：1. 发现了大洋内的全球性裂谷山脉。2. 确定了它们与大陆裂谷带的构造关系和成因关系。有些大陆裂谷带是人们早就知道的，但是过去却把它们看作次要的“奇异”构造单元。3. 认识到裂谷作用不但在地球地质发育现代阶段起着重大作用，而且在古远的地质历史时期也起过重要作用。有关裂谷作用及其最显著表现——海底扩展或张开（“扩张”）的概念，是一些现代大地构造学说，例如岩石圈板块漂移或地球膨胀假说的基本原始组成部分。

我们认为裂谷带是在平面上呈带状延伸数百甚至数千公里的构造带，其中普遍（或主要）发生大致垂直于其走向的地壳水平扩张，并伴有灼热深部地幔物质的上升。这种所谓的裂谷作用表现为地壳和岩石圈的减薄。裂谷在地壳中产生后，进一步扩展并加深，也就是说裂谷是切割整个地壳，至少切割地壳上部，以相互平行的正断层为界的线性深地堑，或者是被自下而上的深部物质充填的张开空隙。最后，裂谷作用甚至可以完全破坏原先存在于裂谷带范围内的地壳的连续性，并且形成大洋型新地壳的“张开”带。

由于把裂谷作用看成全球性的构造作用，所以在详细而全面地研究大洋裂谷带的同时，必须研究陆地范围内的现代裂谷，分析其结构和发育的规律性。有关地球上大陆裂谷带的地质研究

成果，作者在《大陆裂谷带》一书^[55]中已经作了介绍。该书除了介绍大量文献资料外，也应用了作者本人对非洲、冰岛及其它地区许多裂谷带多年调查和观察的资料，并扼要地阐述了地球历史上出现的裂谷作用。在该书写完后的这几年间，无论在苏联还是在其它国家，对裂谷作用的研究进展很快。人们越来越重视裂谷形成的情况，重视地球历史上的类裂谷作用，以及古生代、晚元古代、早元古代甚至太古代的裂谷构造和类裂谷构造。1975年在伊尔库次克和1977年在奥斯陆召开的国际会议上，广泛讨论了研究地球各大陆古老裂谷作用的成果。

自然，在研究地球发育历史时，所研究的时代越早，划分裂谷或类裂谷构造形态的推断性越高，争议也越大（因为对术语“裂谷”、“裂谷带”的看法仍然模糊不清）。对太古代“绿岩带”构造来说，尤其如此。近年来，绿岩带引起了许多研究者的注意，并且往往被当作最古老的裂谷型构造。

在太阳系的一些行星及其卫星上，近年来发现的类裂谷构造，特别是在火星表面上广泛发育的独特的裂谷带，引起了人们的极大兴趣。越来越明显，裂谷作用不仅仅是地球上的现象，而且是“固体”天体所固有的现象。

在某些著作中，毫无根据地这样推测：各种类型的构造（其中包括裂谷带），以及凡是现代在地球上对其机制已经有所了解的各种构造作用（其中包括裂谷作用），在地质历史上（包括太古代）都是存在的，只是随着时间的推移而发生了一些变化。

为了查明裂谷、类裂谷构造和作用在地质历史上的发展情况，首先必须尽可能详细地、多方面地、实事求是地分析现有的一切有关资料，即有关古老拉伸线性带的地质结构及其发育情况的资料及有关这些地带与其它构造，首先是与大陆主要构造带内其它构造之间的关系的资料。因为在这些地方，也就是说在古老地台区内，以及在晚元古代—显生宙的活动带、大陆边缘和大洋区内，可以作最长时期的追溯。我们觉得，只有对古老的类裂谷和裂谷构造进行这种系统的研究，才能提供比较可靠的基础，

以便综合并查明地球地质历史主要阶段中裂谷作用和其它有关作用的一般演化规律。

作者深知自己的著作是极不完善的，只是对大量有关古老裂谷和类裂谷带的地质资料，作了初步综述。本书只应用了有关资料中的极小一部分；不可避免地反映了不同地台区裂谷带的极不相同的研究程度。本书主要探讨裂谷带的构造及其发育情况，而对地层、沉积物的岩性—建造性质、岩浆活动、深部构造及地球物理场等特点，只作了简略的阐述。重点是研究新生代前的裂谷作用，因为大部分新生代的裂谷带，特别是非洲—阿拉伯、贝加尔等裂谷带在《大陆的裂谷带》一书中已作详细探讨^[55]，只有某些新生代裂谷带（格兰德带、坎贝带）属于例外。促使作者完成此项任务的是作者个人在许多裂谷带进行调查和观察的结果，其中包括最新的裂谷带（如东非、冰岛、来因、格兰德、贝加尔等裂谷带）和古老的裂谷带（如奥斯陆地堑、后贝加尔地堑、西伯利亚地台的某些拗拉谷等），以及包含裂谷型构造（地中海带、安第斯、维尔霍扬斯克—科累马区、堪察加半岛等）的其它活动区（地槽—造山作用区）。

提请读者注意，本书简要地介绍了裂谷作用在地球的最古老历史时期——太古代和早元古代的历史《根源》，对劳亚组和冈瓦纳组所有古老地台（即具有晚元古代前基底的地台）上裂谷作用的表现及其共轭现象分别作了介绍。最后，分析了古老地台上裂谷构造的特点以及它们与地台、地台周缘活动带（地槽—造山作用带）和大洋盆地中其它构造之间的相互关系；阐明了它们在地质历史进程中的某些演化规律。作者今后将研究裂谷作用在活动带和大洋盆地构造及地质历史上的表现和意义。

（“前言”略有删节，编者注）

目 录

前 言

一、裂谷作用的历史《根源》——古老地台基底中的线性类裂谷构造	1
(一) 远太古代及太古代	1
(二) 早元古代原始裂谷构造	10
二、古老地台的晚元古代和显生宙裂谷构造	29
(一) 东欧地台	30
(二) 西伯利亚地台	70
(三) 中国地台	90
(四) 北美地台和格陵兰地台	99
(五) 南美地台	144
(六) 非洲—阿拉伯地台	160
(七) 印度地台	188
(八) 澳大利亚地台	203
(九) 南极地台	230
三、古老地台上裂谷作用的演化及裂谷带结构的一般特征	237
(一) 裂谷带结构及发育的某些规律性	237
(二) 裂谷作用演化的主要时期和方向	261
参考文献	273

一、裂谷作用的历史《根源》—— 古老地台基底中的 线性类裂谷构造^①

(一) 远太古代及太古代

虽然近来在研究早前寒武纪方面取得了很大成绩，但是对地质历史最早阶段地球构造发育和构造划分的特点，仍然没有完全弄清，因此存在着尖锐的争议。争论最多的问题是有关太古代初期产生的，特别是目前位于古老地台区内的“原始”地壳的性质和地球发育最早阶段发生的水平运动的规模和“样式”问题。不久前，许多研究者曾经认为，有些研究者（А. Гликсон, 1980）至今仍然持这种看法，即地壳中最古老的岩层是以太古代基性变质火山岩为主的杂岩体，它们构成了大陆的“绿岩核”（Е. В. Павловский, М. С. Марков, 1963）。根据广泛流传的概念，在地球的整个历史过程中，地壳演化的主要趋势是把大洋型地壳逐步地改造成巨厚的结构复杂的大陆地壳。然而，近年来在不同的地台上发现了无疑比“绿岩带”太古代岩层更为古老的远太古代花岗闪长岩（英闪岩、奥长花岗岩）成分的所谓“灰色片麻岩”组合，其变质作用的时代为36—39亿年。有人认为，这些“灰色片麻岩”相当于原始大陆型地壳的上部（或者更正确地说相当于这种地壳的中部，因为考虑到它的最上部已被侵蚀作用破坏了），它们早已存在于古老地台区的范围内，局部位于现在已被新地阶段即太古代开始前的褶皱带所占据的地区内。由于这一时期的热流值可能比现代热流值高得多，所以被原始大气圈所笼罩的地球

① 本章由林彻译

表面的温度也较高,可能高达 300°C (В.И.Шульдинер,1980);显然,软流圈的表现比较明显,其顶面位于不深的部位,而被“加热的”地壳对深部流体和岩浆熔融体来说到处都有较高的渗透性和较高的塑性变形能力(原始活动性)。不言而喻,这些特性会随着深部热能逸出强度的周期性和局部性变化而在时间上和空间上有所改变。

裂谷型的典型构造也和地槽型构造一样,在远太古代和太古代的情况人们是不了解的;但是这个时代的某些类型的地质构造却与裂谷作用有一定的关系。例如,上文已经提到的太古代的“绿岩带”和紫苏花岗岩-粒变岩带。

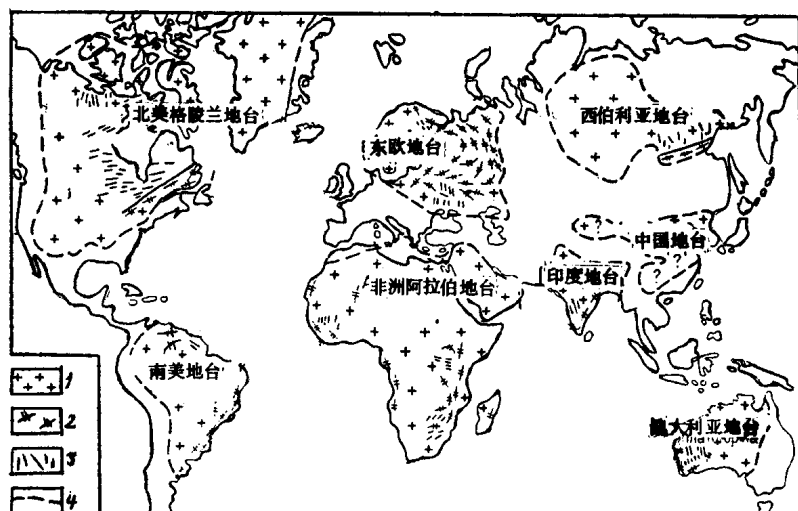


图 1 古老地台区的远太古代—早太古代(?)紫苏花岗岩-粒变岩带和早太古代、晚太古代绿岩带

Е.Е.米兰诺夫斯基编

1—古老地台区的未划分的太古代片麻岩基底,在早、晚元古代局部受到改造;2—紫苏花岗岩-粒变岩带;3—绿岩“带”;4—晚元古代确定的古老地台的边界

首先在地盾范围内,近来又在许多古老地台的台坪基底中划分了两种主要的巨型太古代构造(图1)。第一,在平面上大致呈等轴形、椭圆形或棱角形的片麻岩地块,直径约数百公里(褶皱

长垣、“卵状体”、“克拉通”、“坪”等等)。它们的内部构造特点是平面上呈浑圆形和椭圆形的穹状构造广泛发育。通常以片麻岩、角闪岩相为主,有时由粒变岩相的变质岩组成。后者与充满基性变质火山岩和变质沉积岩(即所谓的“绿岩带”)的地槽结构带交替出现。第二,这种环绕或分割片麻岩地块的宽阔而延伸颇远的线性褶皱粒变岩带(“界带” Межа)^[69],包含大量各种各样变质程度特别深的(粒变岩相)岩石,例如由基性岩浆岩变质而成的紫苏辉石(紫苏花岗岩)粒变岩、高度泥岩化和石墨化的片麻岩、含铁石英岩以及超基性岩、斜长岩、紫苏辉石花岗岩(紫苏花岗岩)。然而,除了深变质的岩石之外,这些地带的特点是具有变质程度较低的(最高至绿片岩相)岩石,经多次退化变质作用叠加而成。在类似地带进行的放射性地质研究表明,它们的时代很不一致,由早太古代到元古代,甚至显生宙。紫苏花岗岩-粒变岩带的长度约好几百公里,甚至1000—2000公里,宽度约数十至100—200公里。

在冈瓦纳大陆范围内,紫苏花岗岩-粒变岩带分布极其广泛^[28,29],主要产于古老地台的边缘带,与印度洋和大西洋盆地毗邻。例如,南美地台上的伊马塔卡(Иматака)和东巴西紫苏花岗岩带^[77];非洲地台上的西非、莫桑比克、东马达加斯加粒变岩带;印度地台上的南印、东高止、斯里兰卡的达尔瓦尔期前的(додарварский)紫苏花岗岩带^[62];澳大利亚地台上的西澳、沃耳巴尼-弗雷塞岛(Олбани-Фрезер)粒变岩带^[10,132];南极带东部的紫苏花岗闪长岩带(Г. З. Грикуров等, 1980)都是这样的。然而,有些通常较窄的带可以深入这些地台的内部,把太古代片麻岩地块分隔开来(如南美地台上的跨圭亚那带和果亚斯带;非洲地台上的阿哈加尔带、鲁夸-坦噶尼喀带、乌干达带、赞比西带、林波波带等等;澳大利亚地台上的马斯列夫-阿兰塔带)。最大的紫苏花岗岩-粒变岩带处于边缘部位,在北方地台上即北美地台和西伯利亚地台上,也是如此(如格林维尔带、斯塔诺夫带);但是较窄的粒变岩带也能延伸到劳亚组地

台的内部。据K. O. 克腊特次 (Кратц) 等^[69]确定, 在俄罗斯台坪和波罗的地盾的基底中, 紫苏花岗岩粒-变岩带 (“界带”) 广泛发育 (如拉普兰粒变岩带), 它们在这些地方, 把许多太古代片麻岩地块 (“坪”) 分隔开了, 并且构成了相当复杂的网络。按K. O. 克腊特次等人的意见, “界带” 内部构造的最大特点是具有挤压状态和拉张状态多次交替造成的明显的线性特点。

在紫苏花岗岩-粒变岩带中, 最古老的暗色岩层很可能与古老地台区原始大陆壳剖面中最深的 “层位” 相当, 它们在片麻岩地块范围内出露有限; 该带分布的主要是上部较浅色副片麻岩组合。例如E. A. 多尔吉诺夫 (Долгинов) 等^[29]、K. O. 克腊特次等^[69]认为, 紫苏花岗岩-粒变岩带可能早在远太古代或早太古代初期已从两侧的地块 (片麻岩地块) 中分出来了, 从而显示了大陆地壳最古老的侧向非均匀性, 并造成了最古老的构造图型。可以推测, 这些带最初是渗透性高的地带, 基性和超基性成分的岩浆衍生物沿着这些带渗入, 因而在这些带中主要集中了拉张变形。拉张作用一般与古老地台区原始大陆壳表面的普遍膨胀有关, 甚至可能与整个地球表面的膨胀 (?) 有关。后来, 紫苏花岗岩-粒变岩带又受到了强烈挤压, 形成了强烈的线性褶皱、逆掩断层甚至使推覆体变形^[28], 并且把最深部的、最深变质的岩石 “挤出” 并带到地表之上^①。

有些研究者^[29, 93]注意到, 紫苏花岗岩-粒变岩带, 后来于晚太古代, 早、晚元古代, 有时于显生宙, 往往多次成为构造-岩浆活化作用、“变质再生作用”^[93]、“二分作用 диасхизис”^[11, 80]、“构造-热力改造”^[8]等作用进行的地带。例如莫桑比克带、东高止带、西澳大利亚带、东巴西带、格林维尔带、斯塔诺夫带等等就是这样的。这些地带还发育了许多晚元古代及显生宙裂谷带, 后者基本上继承了基底中最古老 (远太古代及早太古代) 的构造走

① 同时还有另一种观点^[158], 认为粒变岩带的岩石也是最古老的 (例如林波波带粒变岩变质作用的时代为38亿年) 地台基底最深部的岩石, 但是据推测, 包含这类岩石组合的地表露头构造带却是太古代末期甚至元古代产生的

向。因此，东欧地台上的大多数里菲纪—古生代拗拉谷基本上继承了下伏层中紫苏花岗岩—粒变岩“界带”的位置^[69]；东非裂谷系中的中生代和新生代大陆内部地堑则与莫桑比克带伴生；而基本上控制印度洋和大西洋南部海盆轮廓的冈瓦纳大陆的中生代大陆边缘裂谷带，则与一系列紫苏花岗岩—粒变岩带伴生，后者后来发生了构造岩浆活化作用。

新地阶段的地槽带最初是在晚元古代期间形成的，在古生代和中生代发生了局部性改造。看来，各种作用基本上仍然沿着上述古老线性带发生。虽然新地阶段的地槽带较宽较长，但可能包括并略微吸收了邻近的“界带”和介于“界带”之间的“坪”，这反映了显生宙褶皱带内部结构的非均匀性。除了紫苏花岗岩—粒变岩带的规模宏大之外，异常的“活力Живучесть”和适应多次改造的能力（在各种改造过程中经历了拉伸、挤压变形、反复加热和变质作用），明显证明初步形成这些构造的深度很大，其根部肯定伸进了地幔。

与紫苏花岗岩—粒变岩带不同，古老片麻岩地块（“卵状体”、“克拉通”、“地盾”）基本上于太古代末期丧失了构造—岩浆活动性，而获得了比原先大得多的“刚性”，后来它们成了比较均一的，渗透性低的“固结”地块，只是在偶然的情况下，被直线形深断裂或狭窄地堑所切割。然而，在太古代期间，许多这样的地块（虽然不是全部地块，也不完全同时）受到了强烈加热、破碎、水平拉伸，引起了剧烈的以基性岩为主含部分超基性岩（拉斑玄武岩和科马提岩）的喷发作用，后来还有中性和酸性岩浆的喷发作用（安山岩、英安岩和流纹岩）。这些作用的结果造成了许多所谓的“绿岩地带（пояс）”。考虑到这些岩带的规模比紫苏花岗岩—粒变岩带小得多，所以最好把它们叫做“绿岩带（зона）”。这种绿岩带比较短（一、二百公里，甚至数十公里），也比较窄（数十公里甚至数公里），在平面上通常呈略微弯曲的带，具有向斜结构，其中充填了变质程度较低的通常为绿岩相的熔岩地层（以次火山岩为主）和火山碎屑岩层，以及少量硅质沉积（包括含铁

石英岩)和陆源沉积岩,其中包括底砾岩和建造内的砾岩,往往含有来自邻近地带的古老片麻岩碎屑。有些绿岩带属早太古代(例如,南非和东非的卡普瓦尔和坦噶尼喀地块),有些绿岩带甚至可能属远太古代末期(西格陵兰),但是,大部分绿岩带属晚太古代(26—30 亿年)。例如加拿大地盾上苏必利尔省的启洼丁带(киватиний);印度半岛的达尔瓦尔杂岩(дар-варский комплекс)带;西澳大利亚地盾上伊尔加恩-皮尔巴腊(Йилгарн Пилбара)地块的绿岩带;南非地盾上的罗得西亚地块。近来人们把波罗的地盾上卡累利阿带的乐彼(лопий)火山-沉积地层发育带^[81]、乌克兰地盾上的变基性岩系、东欧地台上沃罗涅日台背斜中的米哈伊洛夫岩系以及阿尔丹地盾上的“特洛冈杂岩(троговый комплекс)”^[23]等,看作晚太古代的“绿岩带”,但是这些岩石受到了比较强烈的变质作用。

绿岩带在平面上通常多次与片麻岩带交替出现。花岗-片麻岩穹窿和花岗闪长岩底辟,在侵入绿岩带时往往发生变形或冲破其边缘部分,从而使片麻岩带重新活化并发生交代。这种花岗岩类的一些岩体有时完全侵入到绿岩带中。根据这种情况,有时认为绿岩带的“原生”火山沉积建造是类似地区的最古老岩层(A. Гликсон, 1980)。可是,从底层开始的绿岩带剖面中,却存在片麻岩碎屑,而且在与绿岩带互层的花岗-片麻岩带的范围内发现了灰色英闪片麻岩的残余,变质作用的时代达36—39亿年^①——因此,人们越来越相信,构成绿岩带基底的片麻岩组合是更为古老的^[1,91,132等]。

在每个太古代地块中,绿岩带的定位方向虽然不太稳定(因为许多绿岩带的轮廓是弧形、波形或分叉的),但都比较接近。然而,在不同的地盾上,甚至在同一个地盾范围内的不同地块上,绿岩带的走向可能极不相同。许多研究者有根据地吧绿岩带的初

① 例如,在加拿大地盾上的苏必利尔省,最古老的片麻岩组合的时代为38—37.5亿年和30亿年左右,而这一地区绿岩带中的火山岩的年龄为28—27亿年^[52]

步形成同片麻岩地块区当时较薄的岩石圈的破碎作用和拉伸作用联系起来了。由于这些作用，在片麻岩地块范围内形成了许多线性类裂谷构造^[23,81,195等]。显然，这种作用发生的环境首先是地幔上部不断加热，然后地壳加热，软流圈的顶面上升，并引起大量喷溢；最初喷溢的是基性和超基性（地幔）熔融体，然后也喷溢较酸性的原始大陆壳的融化产物，最后下伏片麻岩层发生花岗岩化作用，主要位于绿岩带之间的花岗岩类底辟上升，因此绿岩带具有向斜或复向斜构造。

显然，可以把这一过程的早期阶段看作独特的零散的裂谷作用，从某种程度上说，与科迪勒拉新生代盆岭区的平行的线性地堑和地垒系的形成作用类似。不过，不同的作者对太古代绿岩带中进一步拉伸作用的规模有极不相同的看法。根据某些人的观点，拉张作用可以完全切断并推开原始陆壳断块，在断块之间形成具有洋壳的盆地，这些盆地可能很象岛弧尾部的现代深水边缘海盆地^[2]。据另一些人推测，断块分开的幅度不超过80—100公里，也就是说，相当于大陆之间的红海型裂谷的规模^[81]。最后，有些作者推测，绿岩带是显生宙裂谷的古老的类似岩带，整个发育过程均处于拉张作用条件下，而绿岩带的向斜和复向斜构造并不是后来的普遍性横向挤压造成的，而是邻近片麻岩带体积扩大（好象“膨胀”一样）所引起的揉褶作用造成的。因为较晚的花岗岩化作用、花岗片麻岩穹窿的上升以及花岗岩类的底辟作用对片麻岩带的影响比对绿岩“裂谷”的影响更大^[23]。

因此，可以断定，太古代的绿岩带是由于水平方向的拉张作用而形成的独特的线性构造。拉张作用后来被挤压作用所代替（挤压作用的性质仍有争议）。绿岩带的线性特点以及它们形成时可能处于的力学状态，使得绿岩带在一定程度上接近紫苏花岗岩-粒变岩带。但是，这种类型的太古代构造，彼此之间有很大的差别。如果说紫苏花岗岩-粒变岩带是明显隆起并被强烈侵蚀的构造，那么绿岩带则相反，通常是很深的（10公里以上）坳陷。粒变岩带就规模来说比绿岩带大一个数量级，岩石的变质程度也明显地高

得多，而且使人容易产生多次顺序发生构造-岩浆活化作用的“偏见”。相反，整个太古代旋回后，绿岩带往往和邻近的花岗片麻岩带牢固地结合在一起，共同构成了“刚性”地块。如果“刚性”地块后来也发生破裂，那么往往是沿着新的方向，即切割绿岩带的方向破裂（例如罗得西亚地块上的大岩墙）。

有关大陆区这两组最古老的线性构造的时代关系问题是很复杂的，目前尚无一致的解决办法。在紫苏花岗岩-粒变岩带中，岩石的变质程度较深，因此可以推断，它们是比较古老的。但是，这些特点有时可以用后来的隆起作用 and 类似地带的较深截面图来解释。绿岩带岩石的绝对年龄测定数据准确地证明它们属于早太古代或晚太古代。然而，紫苏花岗岩-粒变岩的年龄测定结果很不一致，通常只有个别数据说明它们属于太古代（在特殊情况下，说明它们属于远太古代）。然而，也可以用紫苏花岗岩-粒变岩带不止一次的“年轻化”的测定结果来解释，但不排除紫苏花岗岩-粒变岩带是更为古老的岩带的可能性。

初看起来，构造关系似乎提供了某种认为绿岩带比紫苏花岗岩-粒变岩带更为古老的依据。第一，绿岩带的断裂网密度较大，规模较小，说明当绿岩带形成时，岩石圈最薄并且被强烈加热（特别是在绿岩带形成的后期），根据地球热演化的一般趋势，可以说明绿岩带是比较古老的。第二，根据绿岩带位于地块内部，并且被紫苏花岗岩-粒变岩带所环绕、所切割的事实，似乎可以说明，紫苏花岗岩-粒变岩带对片麻岩地块的内部构造来说，是叠加性质的。然而必须指出，地球的热演化过程可能是比较复杂的，迂回前进的。在不同的地块上，甚至在同一地台内（例如非洲的卡普瓦尔地块和罗得西亚地块），太古代绿岩带的时代不同，分布也极不均匀。这种情况说明：异常高的地下热状态（这是绿岩带明显发育时期的特点）在古老地台区并非处处同时存在，而是“游移”式地逐渐向一些地区扩展，并“漏过”另一些地区。在许多地块的内部，绿岩带的走向或者与周缘粒变岩带平行，或者呈雁行状由其边缘成锐角分开。由此可以推断：绿

岩带是在剪切变形作用下沿着周缘带“张开”的。绿岩带完全可能原先不仅存在于地块区,而且也存在于某些粒变岩带内,但是,粒变岩带内的绿岩带由于后来受到了强烈的剥蚀作用和叠加变质作用而变得不易识别。

考虑到上述情况,我们认为可能紫苏花岗岩-粒变岩带的萌生时代早于太古代的绿岩带,它们是远太古代,至少是太古代初期开始形成的。紫苏花岗岩-粒变岩带的初步形成过程与原始大陆片麻岩(英闪岩)壳被一系列缝合线(缝合带)的分割有关;这些缝合线是在原始大陆壳发生某种冷凝、固结后,因古老地台面积的扩大而形成的。古老地台面积扩大的原因,很可能是地球体积普遍增大的早期脉动作用。当地球的“原始”岩石圈还比较厚的时候,形成较大而稀疏的类缝合线或缝合带网,于是基性和超基性岩浆由此侵入或溢出地表。后来,由于地球外圈的热状态至少在早、晚太古代两度升高,所以在现代大陆的某些地区,软流圈的顶面明显上升了。这些时期的拉张作用不仅发生于地块之间的缝合带,而且也影响到个别的片麻岩地块,因此它们开始破裂、滑动并分解成较小的地垒和地堑状断块。这些断块被首先来自上地幔,然后来自地壳的熔岩流所覆盖;最后由于片麻岩基底的加热而使花岗岩化作用和花岗岩侵入作用广泛发育。

其后,当地壳内的热状态重新开始下降时,片麻岩地块上的地壳冷凝并再次固结,而被花岗岩类贯入体所“胶结”的较小的绿岩带也逐渐联在一起。拉张作用与普遍的挤压作用交替出现。挤压作用最初在所有的地方,包括片麻岩地块内部均有表现,但是后来却主要集中于地块之间的缝合带(粒变岩带),于是缝合带受到挤压、压碎,并且向邻近地块之上逆冲和向上挤出,从而引起深度侵蚀作用。在地球内部新的加热作用下,缝合带重新张开并发生退化变质等作用。由于地球外圈屡次反复加热、冷凝和拉伸、挤压,结果形成了很深的“活动的”缝合带(“界带”)网,它们把具有对称构造轮廓的片麻岩断块(“坪”)分隔开了。片麻岩断块只在地壳强烈加热的个别短暂时期内(而且不是

在所有的地方)，发生破碎和“蠕动”，成为分散的裂谷作用、以及最初为地幔岩浆活动，后来为地壳岩浆活动的场所，并很快地重新冷凝和固结。

因此，可以把拉张作用和加热作用最强烈时期产生的太古代片麻岩地块中的绿岩带，看作独特而分散的裂谷作用的一种非永久性现象。紫苏花岗岩-粒变岩带虽然在其古老的变质基底中带有太古代类裂谷构造的明显标志，但是，它们显然是热能和岩浆渗透的更深更老的线性带，在这里拉伸变形和挤压变形多次交替出现。它们后来一直保持了这些特点，并决定了元古代、显生宙裂谷和地槽构造以及构造-热力活动带的位置。

(二) 早元古代原始裂谷构造

在晚太古代绿岩带消亡，太古代末期花岗岩化作用特别广泛发育期后，至早元古代（26 亿年前），在现今的古老地台范围内形成了广阔的相对固结的地区——原始地台（或 Ч. Б. 博鲁卡耶夫所谓的“地盾地块”）^[11]。它们就是后来古老地台的核心，基本上于晚元古代已初具现在这样的轮廓，其规模往往也不小，甚至有些地方还超出了现代地台的界线。在早元古代期间，原始地台基本上隆起，只有个别地段发生沉降（有时沉降幅度很大），并且形成了最古老的沉积-火山岩地台盖层，有时是很厚的通常已变质的地层^[63]。在早元古代的原始地台之间，产生了原始地槽区，它们比太古代的绿岩带要宽得多，也长得多，然而却比里菲纪和显生宙的地槽带，如乌拉尔-蒙古带和地中海带窄得多，也短得多。例如，瑞芬带、贝利姆带、哈得孙带以及一些其他的原始地槽带就是这样的。它们（至少在可以观察到的地段）几乎完全位于太古代原始大陆基底上，其证据是剖面中（除个别例外情况，如贝加尔-帕托姆带）不含典型的蛇绿岩套、内部存在太古代基底突起，而且它们位于具有太古代基底的辽阔原始地台之间，有时甚至完全被环绕（例如瑞芬区）。据古地磁研究资料确定，