

# 构造地震、气候变迁、生物大灭绝等原因分析

兰进胜<sup>1</sup> 齐乃娟<sup>2</sup>

1. 济南市人防建筑设计研究院有限责任公司 山东省济南市 250000

2. 山东建科建筑设计有限责任公司 山东省济南市 250000

**摘要:** 目前学术界认可度较高的板块构造学说、海底扩张说, 仍有诸多不足。本文与之不同的观点简述: A、地壳运动主要由陆壳运动引发。超大陆或次超大陆裂解, 是由巨大内力(温度应力)引发的“陆壳膨裂”。陆壳的漂移速度, 在膨裂后和融合时持续减小, 在聚集时持续增大。据力学推断, 冈瓦纳古陆包含北美洲, 但不含格陵兰岛; B、现阶段的陆壳, 没有“正在作用的驱动力”, 它们漂移是因为惯性(白垩纪末期“陆壳膨裂”), 与地幔对流无关。现如今绝大多数的构造地震为白垩纪末期“陆壳膨裂”地震的余震(冈瓦纳古陆膨裂), 因此均可用“七个结论”来宏观分析和解释; 恐龙灭绝主要是因地震; C、海岭(海丘、洋脊)是因拉力、压力或扭力, 洋壳中部区域出现破裂, 地幔物质涌出、凝固后形成新的洋壳。海沟均是由剪切破坏形成; D、俯冲是洋壳在压力或扭力作用下, 形成的“斜向下的剪切”破坏(“洋壳拱”参与的受压逆断)。深源地震均与俯冲有关; E、即使是陆壳, 在巨大作用力下也会变形, 例如南美洲的弯曲; F、构造地震震源关联材料力学“第一、二、三、四强度理论”的概念。岩石圈的“危险截面”、“危险点”、应力集中等部位, 是现如今构造地震的多发地带; G、陆壳会因力矩或力偶矩产生转动。陆壳转动可产生扭力, 扭力可产生拉力、压力、弯力、“受拉剪力”、“斜向下的剪力”和水平剪力。华北岩石圈减薄、东亚大地幔楔等现象是因南美洲顺时针扭转; H、地壳摩擦或变形会产生热量。地壳运动、海陆变迁、构造地震、火山和熔岩喷发、地壳形成、冰川消长、气候变迁、生物大灭绝等, 实际是由“陆壳分合”(陆壳运动)引发的一系列连锁反应。

**关键词:** “陆壳膨裂”; 融合(熔合); 温度应力; 转动(扭转); 扭力; 剪力; 剪切破坏; 大灭绝; 地震成因; 深源地震; 全球变暖; 岩石圈减薄; 地幔楔

## Analysis on the causes of tectonic earthquake, climate change and mass extinction

Lan Jinsheng<sup>1</sup>, Qi Naijuan<sup>2</sup>

1. Jinan Civil Air Defense Architectural Design and Research Institute Co., Ltd. Jinan City, Shandong Province 250000

2. Shandong Jianke Architectural Design Co., Ltd. Jinan City, Shandong Province 250000

**Abstract:** At present, although the theory of plate tectonics and seafloor spreading has been highly recognized by the academic community, there are still many deficiencies. Some different viewpoints in this paper are summarized as follows: A. Global crustal movement is mainly caused by continental crusts movement. The breakup of supercontinent or sub supercontinent(“continental crust expansion and cracking”)is due to the huge thermal stress; The drift velocity of continental crusts continue to decrease after expansion and fusion, and continue to increase during aggregation. According to mechanical

**作者简介:**

1. 兰进胜, 籍贯: 山东省烟台市, 单位: 济南市人防建筑设计研究院有限责任公司, 1985年出生, 男, 高级工程师, 建筑学。

2. 齐乃娟, 籍贯: 山东省日照市, 单位: 山东建科建筑设计有限责任公司, 1987年出生, 女, 高级工程师, 建筑学。

inference, Gondwana includes North America, but does not include Greenland; B. At this stage, continental crusts have no “active driving force”, and their drifts are due to inertia (the “continental crust expansion and cracking” at the end of Cretaceous), independent of mantle convection; At present, the vast majority of tectonic earthquakes are aftershocks of the “continental crust expansion and cracking” earthquake at the end of Cretaceous (Gondwana expansion and cracking), therefore, “seven conclusions” can be used for macro analysis and interpretation of tectonic earthquakes at this stage; The extinction of dinosaurs is mainly due to earthquakes; C. Oceanic ridges are caused by tension, pressure or torsion, the central area of the oceanic crust breaks, and the mantle material gushes out and solidifies to form a new oceanic crust. Trenches are all formed by shear failure; D. Subduction is the “oblique downward shear” failure of the oceanic crust under the action of pressure or torsion (the compression reverse fault participated in by the oceanic crust arch). Deep source earthquakes are all related to subduction; E. Even the continental crust will deform under great forces, such as the bending of South America; F. The concept of “first, second, third and fourth strength theory” in material mechanics associated with tectonic earthquake sources. The “dangerous section”, “dangerous point”, stress concentration and other parts of the lithosphere are the frequent occurrence zones of tectonic earthquakes; G. The continental crust will rotate due to moment or couple moment. The rotation of the continental crust can produce twisting force, which can produce tension, pressure, bending force, “tensile shear force”, “oblique downward shear force” and horizontal shear force. The phenomena of lithospheric thinning in North China and mantle wedge in East Asia are caused by clockwise rotation in South America; H. Crustal friction or deformation will generate heat. Crustal movement, sea-land changes, tectonic earthquake, volcanic and lava eruption, crustal formation, glacier growth and decline, climate change, global mass extinction, etc. are actually a series of chain reactions triggered by the “separation and integration of continental crust” (continental crust movement).

**Keywords:** “Continental crust expansion and cracking”; Fusion; Thermal stress; Rotation; Twisting force; Shear force; Shear failure; Mass extinction; Seismogenesis; Deep focus earthquake; Global warming; Lithospheric thinning; Mantle wedge

### 引言:

纵观浩瀚地史, 全球陆壳分合不断: 聚合(聚集和融合)和裂解。其间出现过三个超大陆: 哥伦比亚超大陆、罗迪尼亚超大陆、潘基亚超大陆<sup>[1]194</sup>。潘基亚超大陆形成于约2.5亿年前的二叠纪末期<sup>[1]194</sup>, 是时间上距离我们最近的超大陆。

超大陆均形成于赤道附近<sup>[1]145-146, 193, 238</sup>; 超大陆或次超大陆裂解均伴随着生物大灭绝, 尤其是大型爬行类动物的重创<sup>[1]251, 252, 269, 297</sup>; 超大陆形成过程中, 全球的干旱气候带不断扩展, 且干旱不断加剧, 并伴有更严重的生物大灭绝<sup>[1]202-208</sup>。

### 1 地球构造与火山成因

地球从外向内由地壳、地幔和地核三部分构成, 地壳又分陆壳和洋壳, 陆壳厚, 洋壳薄, 均由固态岩石构成, 地幔上部有一圈软流层, 地壳浮于其上。地壳一旦破裂, 高温地幔物质就可能涌出, 形成熔岩或火山。洋壳俯冲可明显增大岩浆的压力, 是最容易造成熔岩火山喷发的情形。

### 2 陆壳、宇宙与冰壶(地壳运动的动力机制)

宇宙中的天体、漂移的陆壳、冰面上的冰壶, 它们运动的动力来自哪里?

根据古地磁分析, 印度强力北漂开始于6000-7000万年前的白垩纪末期。印度逆时针旋转, 漂移速度越来越慢, 像一只“逆旋的冰壶”。<sup>[1]111</sup>

“逆旋的冰壶”并没有“正在作用的驱动力”。

白垩纪末期, 全球生物大灭绝, 大型动物遭重创, 非鸟类恐龙全部灭绝, 但一些蛇类、鳄类和蜥蜴类侥幸逃过了大灭绝<sup>[1]252</sup>; 新阿尔卑斯运动开始<sup>[1]194</sup>, 大西洋自南向北开启<sup>[1]297</sup>, 喜马拉雅山系和阿尔卑斯山系开始形成。

上述事件推测是由“陆壳膨胀”引发, 恐龙灭绝可能是因体重大、身高高、身体刚度大, 抗震能力太弱。

陆壳分裂是瞬间的膨胀, 推测是因温度应力; “陆壳聚合”是缓慢的、持续的, 推测与地球自转以及万有引力有关。

地球自转产生指向赤道的离极力, 万有引力引发潮汐力, 二力(“聚合力”)对全球陆壳产生聚合(聚集和融合)作用, 使全球陆壳在“赤道附近”聚合成超大陆(“陆壳聚合”, “陆壳聚集”和“陆壳融合”的统称); 温度应力会引发超大陆或次超大陆膨胀(“陆壳膨胀”); 造成“陆壳膨胀”的温度应力(“膨胀力”)是瞬间作用于陆壳的内力, “聚合力”是持续作用于陆壳的外力,

“膨裂力”远大于“聚合力”。

“聚合力”很小，是一直存在的；“膨裂力”极大，是瞬间的。“膨裂力”可引发撕裂作用（例如大西洋的北段、戴维斯海峡、巴芬湾等<sup>[2]</sup>）。

“陆壳膨裂”，不含洋壳，不可以理解为地壳或地球的膨裂。

### 2.1 “现阶段的陆壳”没有驱动力

“现阶段的陆壳”仍处于膨裂期（后面解释：本文第5部分）；“现阶段的陆壳”、宇宙中的天体、冰面上的冰壶，并没有“正在作用的驱动力”，动力都是在运动前就早已施加，它们在运动都是因为惯性，质量越大，惯性越大。陆壳的“膨裂力”、宇宙的“爆炸力”<sup>[3]</sup>、冰壶的“投掷力”均远大于它们运动的阻力。力不是维持物体运动的原因。

## 3 陆壳的膨裂、聚集和融合

“陆壳聚合”引发海西运动，贯穿晚古生代的泥盆纪、石炭纪和二叠纪。“泥盆纪末期，海平面大规模升降，发生泥盆纪生物大灭绝事件；早石炭世，全球巨大海侵，晚石炭世，海洋的波动依旧频繁”；晚石炭世至早二叠世，全球气温显著降低，冰川形成；二叠纪末期，全球性持续海退，干旱气候带扩展，发生了地质史上最严重、规模最大、影响最深远的二叠纪生物大灭绝事件，潘基亚超大陆形成<sup>[1]202-208, 237</sup>。

泥盆纪末期究竟发生了什么？结合“海西阶段全球古大陆的形成与演化图示”<sup>[1]238</sup>，可推测：泥盆纪末期正是全球陆壳“大规模融合”的开始。大多数陆壳遇到了较大的阻力，力（阻力）改变了物体（陆壳）的运动状态。

### 3.1 “陆壳膨裂”

“陆壳膨裂”，陆壳巨大内能转化为巨大动能，动能迅速达到峰值又快速减小，之后逐渐变小。

“膨裂力”远大于“聚合力”，也远大于其它的漂移阻力，因此在巨大惯性和漂移阻力（惯性力<sup>[4]258</sup>）的作用下，“陆壳膨裂”后的“数千万年甚至上亿年”，陆壳将做减速运动（ $F_{\text{膨阻}}=ma$ ，即惯性力），例如印度<sup>[1]111</sup>。膨裂后的陆壳上并没有“正在作用的”驱动力，力不是维持物体运动的原因。

根据动量定理，冲量等于物体动量的增量，即 $Ft=\Delta mv$ ，“巨大作用力”在“极短作用时间”引发“巨大的动量增量”。

“陆壳膨裂”将依次引发大灭绝、海侵、海退，全球气候以温暖潮湿为主。例如侏罗纪和新生代早期<sup>[1]244, [5]175</sup>。

“陆壳膨裂”的瞬间，陆壳所受膨裂力垂直于膨裂裂缝，膨裂裂缝的形状决定膨裂力的方向，膨裂力的方向决定陆壳的运动方向、运动方式、以及数千万年甚至上亿年陆壳的走向。

### 3.2 “陆壳聚集”

陆壳聚集阶段<sup>[3]</sup>，“聚合力”成为陆壳运动的动力源，陆壳大致保持缓慢的加速运动（ $F_{\text{聚}}=ma$ ）。陆壳动能逐渐变大，例如泥盆纪。

根据动量定理 $Ft=\Delta mv$ ，“微小作用力”持续“数亿年”引发“巨大的动量增量”。

### 3.3 “陆壳融合”

陆壳融合阶段<sup>[3]</sup>，陆壳产生挤压（惯性力<sup>[4]258</sup>），运动速度开始逐渐减小（ $F_{\text{融阻}}=ma$ ，即惯性力），陆壳巨大动能转化为巨大内能和热能。力改变物体的运动状态，力可使物体发生形变。“陆壳融合”如多艘航母碰撞挤压，伴有熔岩喷溢，高温胶结使其熔合。

根据动量定理 $Ft=\Delta mv$ ，“较短时间内”“动量大量减小”产生“巨大挤压力”；陆壳因“巨大挤压力”产生变形和摩擦，内能和内热增加，高温高压使陆壳融合。（“较短时间内”：“陆壳融合”时，速度先是快速减小，之后缓慢减小）

陆壳“大规模融合”将依次引发大灭绝和海侵（泥盆纪末期）、海退、气温骤降（晚石炭世至早二叠世冰期）、干旱气候带扩展、全球性的炎热干旱、严重的大灭绝、持久的大规模降雨、海侵、海退。例如泥盆纪末期至中三叠世<sup>[1]201-203, 244; [5]167, 175</sup>。

### 3.4 陆壳分合的“转折点”与大灭绝

陆壳运动遵循如下时序步骤：超大陆或次超大陆 $\rightarrow A \rightarrow$ 陆壳离散 $\rightarrow B \rightarrow$ “陆壳聚集” $\rightarrow C \rightarrow$ “陆壳融合” $\rightarrow D \rightarrow$ 超大陆或次超大陆 $\rightarrow A \rightarrow$ 陆壳离散 $\rightarrow \dots$ <sup>[1]193, 238, 268, 297</sup>

A、B、C、D为“大多数陆壳”的运动状态出现转变的“转折点”。“转折点”总是伴随着超大陆事件的发生，如地壳剧烈运动、海陆变迁、大规模地震、火山熔岩喷发、气候变迁、生物大灭绝等。

节点A，即是陆壳因温度应力出现的“陆壳膨裂”现象，如三叠纪末期、白垩纪末期；

节点B，“大多数陆壳”开始聚集，并有“陆壳融合”现象出现，如奥陶纪末期；

节点C，是“大多数陆壳”运动出现减速的“转折点”，是陆壳“大规模融合”的开始，海洋开始出现大规模的波动，如泥盆纪末期；

节点D,是陆壳“大规模融合”的结束,预示着超大陆的形成和更大灭绝事件的发生,如二叠纪末期。

即,奥陶纪生物大灭绝(发生于约4.4亿年前,“陆壳聚集”、“陆壳融合”,节点B);

泥盆纪生物大灭绝(发生于约3.6亿年前,陆壳“大规模融合”的开始,节点C);

二叠纪生物大灭绝(发生于约2.5亿年前,陆壳“大规模融合”的末期,节点D);

三叠纪生物大灭绝(发生于约2.08亿年前,超大陆突发“陆壳膨胀”,节点A);

白垩纪生物大灭绝(发生于约6600万年前,次超大陆突发“陆壳膨胀”,节点A)。

#### 4 建筑工程技术在固体地球物理学中的应用

建筑工程技术中涉及到的温度应力、伸缩缝原理,可用于分析和研究陆壳裂解的原因;建筑抗震原理可分析和研究恐龙等物种灭绝的原因;陆壳运动可产生拉、压、弯、剪、扭等各种受力形式,可以用建筑工程技术中的结构力学、材料力学、理论力学来分析和研究地壳的受力状态、运动状态、应力分布、热量变化及形变等。

##### 4.1 超大陆与露天建筑(“陆壳膨胀”)

温度应力,亦称“热应力”,由于温度变化,结构或构件产生伸或缩,当伸缩受到限制时,结构或构件内部便会产生应力。结构或构件的体量(长、宽、厚)越大、刚度越大,伸缩越受限制,越容易产生较大的温度应力。

伸缩缝又称温度缝。建筑温度变化(热胀冷缩)会产生温度应力,可导致建筑结构产生裂缝或破坏,为防止这一现象发生在适当部位设置的构造缝。因建筑埋在地下的部分受温度的变化较小、温度应力较小,故伸缩缝通常仅在建筑的地上部分设置即可。无伸缩缝的露天建筑的体量(长、宽、厚)越大、刚度越大,越容易在温度应力作用下开裂。

洋壳如同地下的建筑,温度变化相对较小,且厚度较薄(体量小),不易因温度应力开裂。超大陆或次超大陆如同巨大的、未设置伸缩缝的露天建筑,易因温度应力膨胀;超大陆或次超大陆膨胀解体,相当于建筑设置了伸缩缝。

陆壳相比洋壳,体量更大(更厚)、刚度更大(更不易形变)、温度变化更明显(暴露在空气中)、温度的分层现象更明显(更厚)、伸缩受限制更明显(更厚),更容易产生较大温度应力。

三叠纪末期的“陆壳膨胀”,即三叠系/侏罗系事件<sup>[114]</sup>:古地中海开启<sup>[11268]</sup>,老阿尔卑斯运动,大型爬行类遭重

创<sup>[11251]</sup>;白垩纪末期的“陆壳膨胀”,即白垩系/古近系事件<sup>[114]</sup>:大西洋开启<sup>[11297]</sup>,新阿尔卑斯运动,大型爬行类再遭重创,恐龙灭绝<sup>[11252]</sup>。

约2.08亿年-0.7亿年期间,古地中海、拉布拉多海、戴维斯海峡、巴芬湾等“自东向西”相继开启;6600万年前,大西洋“自南向北”开启。<sup>[11297, 12]</sup>

中生代的两次“陆壳膨胀”的裂缝均出现于陆壳的中部<sup>[2]</sup>(中部伸缩受限制更明显,易产生较大温度应力),这与温度应力引发“陆壳膨胀”的猜测非常吻合。

陆壳所受膨胀力垂直于膨胀裂缝:北美洲所受膨胀力指向西北,南美洲所受膨胀力指向西偏南,南极洲所受膨胀力指向西南,非洲、澳大利亚和印度所受膨胀力均指向东北。膨胀力的方向,决定“数千万年甚至上亿年”陆壳的走向。

##### 4.2 陆壳与刚片(陆壳的“转动”)

陆壳主要为“水平运动”,故可将陆壳可看作一个个的刚片(平面刚体)。

一个刚片在平面内有3个自由度:上下移动、左右移动和“转动”。<sup>[6]18, 19</sup>

刚片所受的合力和合力矩均为零,刚片将静止或做匀速直线运动;刚片所受的合力不为零,合力矩为零,刚片将做变速直线运动;刚片所受的合力与合力矩均不为零,刚片将做带旋转的移动;刚片所受的合力为零,合力矩不为零,刚片将原地转动。即,一旦陆壳所受合力矩不为零,陆壳就会发生转动。

在力矩或力偶矩的作用下,陆壳会发生“转动”。南美洲、印度<sup>[1111]</sup>、澳大利亚均因“膨胀力”发生转动,且至今仍在转动<sup>[2]</sup>。

##### 4.3 约束与定轴转动(南美洲的定轴转动)

大体量陆壳的约束<sup>[6]19</sup>很强,约束部位可看作“铰支座”<sup>[6]5</sup>,陆壳可围绕“铰支座”转动;岛屿陆壳或洋壳的约束很弱。

例如,在“膨胀力”作用下,南美洲(平面刚体)大致以其西北角(“铰支座”,受北美洲陆壳强力约束)为转轴,定轴转动<sup>[4]131</sup>;而北冰洋洋壳对北美洲的约束很弱,不形成“铰支座”。<sup>[2]</sup>

##### 4.4 转动与扭转(陆壳的“扭力”)

作用于地壳的载荷分为拉、压、弯、剪、扭等。弯,可产生拉力和压力<sup>[7]95</sup>;扭,可产生水平剪力<sup>[7]267</sup>。实际上,挤压作用形成逆冲断裂的造山带(“斜向下的剪力”),拉伸形成的地垒地堑(“受拉剪力”),也均属于剪切作用(如图1所示)。即,挤压、拉伸和扭动均可形成剪切。

水平转动可产生水平扭力，转动阻力越大扭力越大。水平扭力又可产生拉力、压力和三类剪力（“斜向下的剪力”、“受拉剪力”和水平剪力）。南美洲、印度<sup>[11]</sup>、澳大利亚的漂移均带扭转属性（扭力，南美洲>印度>澳大利亚；扭力越强，则剪切作用越强）。

因此扭力更易引发地震。现如今全球的大地震和火山多数与南美洲、印度、澳大利亚的扭转有关。在“膨胀力”作用下，南美洲北端受北美洲的拉力（“铰支座”，转动的转轴），南端受南极洲向西南的拉力，产生大幅转动；西海岸承受洋壳的巨大阻力，产生极强的扭力。扭力又产生极强的复合剪力。秘鲁海沟和智利海沟位于“剪切刀”的中部，剪切力度极大，与之受力相对应的洋壳在剪切作用下形成马里亚纳海沟，在马里亚纳海沟的形成过程中，伴有巨大的撕裂力（水平拉力和水平剪力），引发日本海、靛靛海峡、黄海、渤海和鄂霍次克海开启。<sup>[2]</sup>

#### 4.5 剪切破坏

水平拉力和水平压力均可产生斜截面剪切应力<sup>[7]16</sup>，形成正断层或逆断层；水平剪力可形成走滑断层（图1）；洋壳在压力或扭力作用下会形成拱结构和俯冲（“斜向下剪切应力”）；水平扭力可产生三种剪切应力。

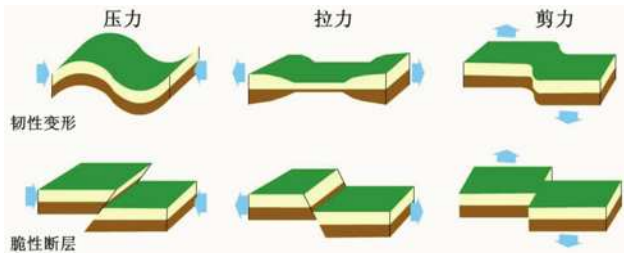


图1 地壳在水平压力、拉力、剪力下的形变  
(网络图片来源: 桔灯勘探)

运用上述变形原理，通过地壳的形态来反推其受力，对构造地质领域的研究意义重大。

##### 4.5.1 深地震、洋脊、海沟与洋壳拱

陆壳运动，洋壳可在压力或扭力作用下弯曲，形成洋壳拱，类似结构力学中的“拱”。

拱的侧推力 $F=M/f$ ，拱高越高，侧推力越小；拱高越矮，侧推力越大<sup>[6]11</sup>。

应变能只适用于弹性形变<sup>[7]23</sup>，不适用于塑性形变。即，严重挤压形成的拱，侧推力较小甚至没有侧推力，例如，在印度挤压下形成的洋壳拱。

拱的拱顶区域有弯矩<sup>[7]95</sup>的最大值，这是洋脊（海岭、海丘）的成因之一，例如东太平洋海丘。受弯洋壳的中性层<sup>[7]15</sup>上部受拉，下部受压<sup>[7]95</sup>。此外，洋壳持续

产生受拉破坏也可形成洋脊，例如大西洋洋脊、智利海岭。洋脊是因拉力、压力或扭力，洋壳中部区域出现破裂，地幔物质涌出新的洋壳。

侧推力为压力，压力可引发斜截面剪切应力破坏（逆断层），洋壳斜向下俯冲（“斜向下的剪切”），这是除罗曼什海沟外所有海沟的成因，也是深地震的成因。罗曼什海沟主要是由水平剪切形成<sup>[2]</sup>。即，现今的深源地震均与俯冲有关；海沟均是由剪切破坏形成（俯冲或水平剪切）。

印度是向东北漂移，且为逆时针扭转，因此其对欧亚大陆的挤压程度东侧（横断山一侧）高于西侧（帕米尔高原一侧），故受挤压程度相对较轻的西侧“斜向下的剪力”力度相对较大，发生深源地震的概率相对较高<sup>[2]</sup>。（严重挤压的东侧形成的拱，侧推力较小甚至没有侧推力；因东侧受挤压程度更高，产生了更多的塑性形变，应变能只适用于弹性形变<sup>[7]23</sup>。）

##### 4.5.2 剪切破坏的形状<sup>[2]</sup>

剪切破坏的形状通常与施加剪切的物体形状相似（建筑工程经验）。

洋壳如同巨大的结构板，因此“斜向下的剪切”或“斜向下的剪切”主导的复合剪切形成的海沟通常相对平滑，与施加剪切的洋壳板的横截面形状相似。如阿留申海沟、千岛海沟、琉球海沟；

因水平剪切或水平剪切主导的复合剪切形成的海沟的形状，通常与施加剪力的陆壳外形相似。例如与非洲西海岸线相似的罗曼什海沟（水平剪切），与南美洲西海岸线相似的日本海沟、马里亚纳海沟、汤加海沟、克马克海沟等（水平剪切主导的复合剪切）；印度扭转的复合剪切，形成了与印度东海岸线形状相似的安达曼群岛和尼科巴群岛（水平剪切主导的复合剪切）。

##### 4.6 地壳受力产生形变、摩擦与全球变暖

地球热量变化影响全球气候变化。地球热量主要来自地热和太阳辐射热。水对气候有调节作用。水吸收热量使气温不至过高、释放热量使气温不至过低。

地壳碰撞、摩擦或变形会产生热量。陆壳碰撞、摩擦和形变的程度越严重、作用部位体量越大、作用力越大、作用时间越久，产生的热量越多。非极地冰川通常是因“陆壳膨胀”或“陆壳融合”引发的水汽调节形成（海退、降水蒸发）。

地壳应力集中的区域，通常也是热量集中的区域，易引发地震、地热和极端天气。现今的非极地冰川，均位于地壳应力集中的部位（因冈瓦纳“陆壳膨胀”产

生的应力)。南美洲西海岸多火山和地震频发、气候复杂多样，以及厄尔尼诺与拉尼娜现象的发生（厄尔尼诺+水汽调节=拉尼娜），均与南美洲顺时针定轴转动有关。冰川消融，通常伴随着干旱气候带的扩展，全球气候趋向炎热干旱（如晚二叠世和早、中三叠世）。

任何时期的非极地冰川，均形成于地壳产生巨大应力和应变的部位。冰川消融，通常伴随着干旱气候带的扩展，如晚二叠世<sup>[1]203</sup>；待冰川完全消融，全球气候通常以炎热干旱为主。例如早、中三叠世<sup>[1]203, 244; [5]175</sup>。“陆壳膨裂”或“陆壳融合”，均会伴有海侵，例如早侏罗世<sup>[1]244</sup>、古新世<sup>[1]272</sup>、早石炭世<sup>[1]203</sup>。

地壳碰撞、摩擦或变形会产生热量；冰川消融，通常伴随着干旱气候带的扩展，全球气候趋向炎热干旱。现如今全球变暖或与之有关。

#### 4.7 生物大灭绝原因简析

五次全球生物大灭绝均伴有大地震，三叠纪末和白垩纪末的“陆壳膨裂”地震更恐怖。抗震能力的强弱直接决定物种的命运。地震作用与自重和刚度成正比。自重和刚度越大，吸收的地震能量越大，地震作用越大<sup>[8]</sup>。在水中相当于减小了刚度，从而可有效地减弱地震作用。即：体重越小，抗震越有利，体重越大，抗震越不利；在水中要比在陆地抗震有利。

高度越高、顶部刚度越小，地震作用时“鞭梢效应”越明显<sup>[8]</sup>。即：身高越高、颈部距地越高、颈部越长，抗震越不利；身高越矮、颈部距地越矮、颈部越短，抗震越有利。

恐龙通常都具有体重大（质量大），身高高、颈部距地高、颈部长（“鞭梢效应”明显），陆地上活动（刚度不减弱）的特点，因此抗震能力非常弱，是其物种灭绝的主要原因。

三叠纪生物大灭绝中，许多海洋生物灭绝，许多兽孔目、大型两栖动物、大型鳄类、大型镶嵌踝类主龙灭绝<sup>[1]251</sup>。

白垩纪生物大灭绝中，许多海洋生物灭绝，许多大型鳄类灭绝，非鸟类恐龙全部灭绝。但有一些蛇类、鳄类和蜥蜴类侥幸逃过了大灭绝<sup>[1]252</sup>。（质量较小、“整个身体紧贴地面”身高矮、颈部距地矮、颈部短、刚度小或刚度减弱）

“陆壳膨裂”或“陆壳聚合”引发火山和熔岩喷发，释放大量热量和二氧化碳，造成全球暖化和水体酸化<sup>[1]252</sup>。水体的高温和酸化造成许多水生生物灭绝；“陆壳膨裂”或“陆壳聚合”引发大规模降水、海侵和极端气候，也

是生物大灭绝的重要原因之一。

#### 4.7.1 “陆壳膨裂”与“融合末期”大灭绝的不同

构成地壳的岩石圈，低温下呈脆性，高温下呈韧性（参考图1）。因此，“陆壳膨裂”时陆壳主要为脆性破坏；“融合末期”时陆壳主要为韧性形变。因此陆壳“融合末期”地震远没有“陆壳膨裂”地震剧烈。

陆壳“融合末期”与“陆壳膨裂”均伴有火山和熔岩喷发，产生巨大热量，深度影响全球气候。不同的是：1、“陆壳膨裂”后陆壳快速漂移，海侵来的快，去的慢，且规模大（“冷却水”及时且充沛），形成以温暖潮湿为主的气候；“融合末期”产生的热量更多，海侵来的慢，去的快，形成以炎热干旱为主的气候。2、融合期较长，“陆壳膨裂”是瞬间完成的。“陆壳膨裂”的影响相对分散，膨裂裂缝周边影响最大；“融合末期”的影响很集中。（二叠纪生物大灭绝最严重、规模最大、影响最深远的主要原因）

导致三叠纪与白垩纪生物大灭绝的最大因素是地震（“陆壳膨裂”），虽气候发生巨变，但不是最大因素；导致二叠纪生物大灭绝的最大因素是地壳挤压热熔和气候环境的变化（“融合末期”，极度炎热干旱），虽然也引发了全球性的地震，但不是最大因素。

“融合末期”预示着严重的、大规模的、有深远影响的大灭绝事件的发生；“陆壳膨裂”虽也会引发大灭绝，但“陆壳膨裂”后将迎来生物的繁荣，如寒武纪、侏罗纪和新生代。

时间上距离我们最近的“融合末期”大约是二叠纪末期，基本不包含三叠纪。因为三叠纪是超大陆逐渐降温的过程，也是超大陆由统一逐渐走向膨裂的过程。倘若三叠纪时期陆壳仍在不断融合，也就不会出现三叠纪末期的“陆壳膨裂”和老阿尔卑斯运动。（高温陆壳呈韧性，只有脆性才可能膨裂）

#### 4.7.2 灭绝与演化

物种的某种特性或某种变异，如果具备适应环境急剧变化的生存优势，就有可能在大灭绝中幸存（例如恐龙与蛇、蜥蜴、鳄抗震能力的差异）。

环境缓慢变化，物种为与之相适应不断做出改变，量变引发质变，遂成演化（例如南极企鹅适应寒冷的演化）；若物种无法适应环境的改变，则会灭绝。

### 5 现如今陆壳仍处于膨裂期的证据

#### 5.1 潘基亚超大陆的裂解时序

潘基亚超大陆的形状可参考图形<sup>[1]268</sup>和论文<sup>[2]</sup>；约2.08亿年前，潘基亚超大陆膨裂，大型动物遭重

创、海侵出现、老阿尔卑斯运动开始，约2.08亿年-0.7亿年期间，古地中海、拉布拉多海、戴维斯海峡、巴芬湾等“自东向西”相继开启；（图2）

约6600万年前，冈瓦纳次超大陆膨裂，大型动物再遭重创，恐龙灭绝。澳大利亚与南极洲、非洲与南北美洲、欧亚大陆与格陵兰岛快速分裂，先后形成南大西洋、北大西洋和北冰洋<sup>[1]297</sup>，喜马拉雅山系和阿尔卑斯山系从海洋迅速崛起。（图2）

中生代两次膨裂的裂缝都恰好处于陆壳的中部（参考图2、图形<sup>[1]268</sup>和论文<sup>[2]</sup>），与温度应力产生膨裂的假设非常吻合。

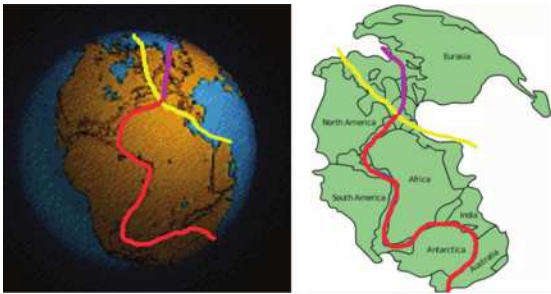


图2 潘基亚超大陆膨裂与冈瓦纳古陆膨裂示意图（维基百科截图）

注：北美洲（不含格陵兰岛）、非洲和阿拉伯半岛及其以南为冈瓦纳古陆。即图2横线以南为冈瓦纳古陆。

图2横线以北的裂缝为“陆壳膨裂”引发的撕裂裂缝。

### 5.2 预测陆壳的运动（“七个结论”）

冈瓦纳“陆壳膨裂”瞬间，陆壳所受“膨裂力”垂直于“膨裂裂缝”。将陆壳看作刚片，依据“膨裂力”垂直于“膨裂裂缝”<sup>[2]</sup>的原则，对各陆壳受力分析，可推导出“七个结论”：①南美洲向西偏南漂移，且顺时针转动；②印度向北东漂移，且逆时针转动；③澳大利亚向东漂移，且逆时针转动；④南极洲向西南漂移；⑤非洲向北东漂移；⑥北美洲向西北漂移；⑦格陵兰岛与欧亚大陆分离。

南美洲、印度、澳大利亚转动原因简述：

（1）南美洲北端受北美洲约束，南端受南极洲向西南的拉力，使南美洲产生顺时针的“定轴转动”（本文4.3和4.4，南美洲及其西海岸均产生弯曲，南美洲西海岸因弯矩“凹陷”）；

（2）如图3所示，印度逆时针转动是因受到来自澳大利亚的偏心力<sup>[2]</sup>（与F1大小相等、方向相反），可用“力的平移定理”<sup>[4]38-39</sup>来解释：澳大利亚作用在印度上的偏心力可以从原作用位置平行移至印度的质点，欲不

改变该力对于印度的作用效应，则必须在该水平面内附加一力偶，其力偶矩等于原力对印度的质点之矩。

（3）如图3所示，澳大利亚同时受印度向西南的作用力F1（与印度所受偏心力大小相等、方向相反）和南极洲向东北的作用力F2（膨裂力），F2更大，依据“力的平行四边形法则”<sup>[4]5</sup>，将F2沿着与F1平行的反方向分解，可得出，澳大利亚等同于受一个向东的力和一个逆时针的力偶。

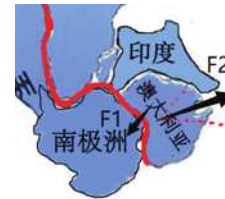


图3 澳大利亚、印度因“膨裂力”产生转动原理示意图<sup>[2]</sup>

### 5.3 陆壳运动与“七个结论”吻合

南美洲发生了顺时针扭转，且至今仍在发生顺时针扭转的证据：环太平洋地震频发、弧形形的小安的列斯群岛、东太平洋海丘的形状、渤海湾的形成和华北岩石圈减薄（水平拉力和水平剪力，地壳受拉减薄参考图1）、东亚大地幔楔（“斜向下剪力”）、马里亚纳海沟（水平剪力和“斜向下剪力”）等等；

澳大利亚发生了逆时针扭转，且至今仍在发生逆时针扭转的证据：爪哇海沟、克马德克海沟和汤加海沟的形成，豪勋爵海丘的形状，其周边大地震频发等等；

印度发生了逆时针扭转，且至今仍在发生逆时针扭转的证据：印度的漂移轨迹<sup>[1]11</sup>，卡尔斯伯格海岭和东非大裂谷的形状，其东部海域大地震频发，其周边如海原、巴基斯坦、汶川等大地震的发生等等；

此外，南极洲至今仍有向西南的膨裂动能：大西洋-印度洋海岭、太平洋-南极海岭、智利海岭是因南极洲向西南漂移形成的（主要为受拉破坏）；非洲至今仍有向东北的膨裂动能：大西洋中脊及其中脊裂隙、罗曼什海沟（洋脊及裂隙是因持续受拉破坏形成，罗曼什海沟为水平剪切破坏<sup>[2]</sup>）；北美洲仍有向西北的膨裂动能：阿留申群岛地震频发（冈瓦纳应该包括北美洲的依据）。上述区域均属地震活跃带（陆壳仍保持膨裂的运动状态）。

由此可见，“七个结论”与现实情况吻合。“现阶段的陆壳”仍处于膨裂期，现如今绝大多数的构造地震为白垩纪末期“陆壳膨裂”地震的余震。

这“七个结论”可用于分析全球岩石圈的受力情况。

现如今几乎全球所有构造地震的成因，宏观上都可用这“七个结论”解释。例如，①南美洲向西偏南漂移，且顺时针转动；②印度向北东漂移，且逆时针转动；③北美洲向西北漂移；是我国构造地震发生的主要原因。

## 6 构造地震的震源与材料力学

### 6.1 地壳破坏与强度理论

地壳（岩石）在载荷作用下产生形变，形变随时间而增大，当应变达到极限，地壳（岩石）出现破坏，形成构造地震（另参见第一、二、三、四强度理论<sup>[7]229-238</sup>）。强震缺失时间越长（应力蓄积期），发生强震的可能性越大。通常岩石的抗压强度 $>$ 抗剪强度 $>$ 抗拉强度，所以拉应力或剪切应力引发的地震最为常见。

### 6.2 地震震源即“危险截面”、“危险点”

因南美洲顺时针扭转产生拉力和剪力，拉力和剪力在郯庐断裂带以东的陆壳的最窄处（郯城、临沭、莒县一带）应力集中<sup>[2]</sup>，最窄处陆壳的横截面为“危险截面”<sup>[7]13</sup>，即7.25郯城大地震的成因。此震的震源是“线”形，而非常见的“点”形。

最大扭矩所在横截面（“危险截面”）周边的任一点处，存在最大剪切应力，即“危险点”<sup>[7]65</sup>。12.16海原地震、9.24巴基斯坦地震、5.12汶川地震等，主要是因印度逆时针扭转产生的拉应力破坏与水平剪切应力破坏。

水平扭力可产生线性分布的水平剪力<sup>[7]267</sup>，因此最大扭矩所在截面（“危险截面”）和最大剪切应力的分布（“危险点”<sup>[7]65</sup>）通常出现于“远离转轴的周边”。例如，主要因南美洲顺时针扭转和澳大利亚逆时针扭转，环太平洋地震和火山频发。

构造地震的震源（地壳出现破坏的部位）均位于：

拉伸、挤压、剪切或扭转作用下的“危险截面”、“危险点”（拉、压、剪切应力集中的部位）。

分布在岩石圈内的应力，通常岩石圈截面越大，则应力越小。即应力分布通常，洋壳、小体量陆壳、大体量陆壳边缘 $>$ 大体量陆壳。因此洋壳、岛屿或大体量陆壳的边缘更易发生地震。（青藏高原、阿尔卑斯山系等实际为洋壳）

## 7 结语

本文是运用物理学和建筑工程技术对地理、地质和地史进行解读，从而形成的观点。“陆壳膨裂”猜想，可较完美解释地震、火山、洋脊、海沟等的形成原因。倘若对冈瓦纳古陆进行膨裂模拟，将有助于对本文更直观的理解。望本文能在海陆变迁、地震成因、冰川消长、气候变迁、生物大灭绝等固体地球物理学领域的研究上起到抛砖引玉的作用。

### 参考文献：

- [1]陈建强,王训练等.地史学简明教程[M],2018.
- [2]兰进胜,齐乃娟.引发海陆变迁与构造地震的原因分析[J].地质研究,2022,4(2):28-36.
- [3]兰进胜,齐乃娟.生物大灭绝与宇宙大爆炸原因分析[J].地质研究,2022,4(3):80-85.
- [4]张俊彦,黄宁宁等.理论力学[M],2006.
- [5]杜远生,童金南.古生物地史学概论[M],2009.
- [6]龙驭球,包世华,匡文起,袁驷.结构力学教程(I)[M],2000.
- [7]孙训方,方孝淑,关来泰.材料力学(I)[M].2009.
- [8]黄十敏,王亚勇,戴国莹等.建筑抗震设计规范GB50011-2010[S].2016:35-41.