



# 地震与构造

DIZHEN YU GOUZAO

张兆琪 著



# 地震与构造

DIZHEN YU GOUZAO

张兆琪 著



## 图书在版编目 (CIP) 数据

地震与构造/张兆琪著. —太原:山西科学技术出版社,2016.3

ISBN 978 - 7 - 5377 - 5255 - 8

I. ①地… II. ①张… III. ①地震构造—研究 IV. ①P315.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 032949 号

## 地震与构造

---

出 版 人: 张金柱

著 者: 张兆琪

责 任 编 辑: 谢一兵

助 理 责 编: 李 兆

责 任 发 行: 阎文凯

封 面 设 计: 岳晓甜

---

出 版 发 行: 山西出版传媒集团·山西科学技术出版社

地址: 太原市建设南路 21 号 邮编: 030012

编辑部电话: 0351 - 4922063

发 行 电 话: 0351 - 4922121

经 销: 各地新华书店

印 刷: 山西文博印业有限公司

网 址: [www.sxkxjsebs.com](http://www.sxkxjsebs.com)

微 信: sxkxjsebs

---

开 本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 9.25 彩页: 5 页

字 数: 181 千字

版 次: 2016 年 3 月第 1 版 2016 年 3 月山西第 1 次印刷

---

书 号: ISBN 978 - 7 - 5377 - 5255 - 8

定 价: 88.00 元

---

本社常年法律顾问: 王葆柯

如发现印、装质量问题,影响阅读,请与发行部联系调换。

## 内容提要

《地震与构造》一书，集中反映了笔者锲而不舍三十年来探索地球奥秘的成果总结。首次命名了地震力，将地震力引入到构造地质领域内来。地震时产生地震波，地震波又传导地震力；地震波分为纵波、横波、拉夫波和瑞雷波等，地震力对应为纵波力、横波力、拉夫力和瑞雷力等。本书把地震作为形成构造现象的主要动力来源，对形成褶皱、断层和韧性剪切带机制进行了分析和讨论。书中对中国及周边一千多万平方千米大陆构造体系进行了初步划分，提出了中国大陆构造理论体系的概念。结合山西的具体实际，对山西十五万平方千米范围内构造单元和构造期重新进行划分。可作为地质工作者学习借鉴的对象，也可作为炮轰批判的靶子。

## 目 录

第一章 绪言 .....	1
一、以往各种动力学假说回顾 .....	1
二、构造变形动力讨论 .....	3
三、新理论的提出 .....	4
四、地质构造新定义 .....	5
第二章 有关地震的问题 .....	7
一、什么是地震 .....	7
二、为什么会地震 .....	7
三、地震带来灾难 .....	9
四、地震的贡献 .....	11
五、地震预报 .....	13
六、防震小知识 .....	14
第三章 地质作用力概述 .....	17
一、地震力 .....	17
二、三种方式的力 .....	20
三、震力与重力 .....	24
四、力的方向 .....	25
五、力的发散与集中 .....	26
六、地震释力说 .....	27
第四章 变质岩中构造问题 .....	28
一、不同类型褶皱 .....	28
二、线理和杆状构造 .....	30
三、面理构造 .....	31
四、显微构造 .....	32
五、旋转碎斑系 .....	33

六、几种常见构造岩 .....	35
七、有限应变测量 .....	37
八、韧性剪切带分类 .....	39
九、吕梁山吕梁期造山带 .....	40
第五章 盖层中的构造问题 .....	68
一、褶皱构造 .....	68
二、断层 .....	72
三、穿刺构造 .....	75
四、太行山构造带和离石构造带 .....	76
五、断层的表达 .....	83
第六章 大陆构造体系 .....	84
一、中国大陆构造理论体系 .....	84
二、中国大陆构造体系划分 .....	85
三、山西构造单元划分 .....	87
第七章 大同盆地西缘构造带 .....	101
一、地层 .....	101
二、岩浆岩 .....	105
三、构造 .....	108
四、构造发展史 .....	128
结束语 .....	133
参考文献 .....	136
图标说明 .....	142

# 第一章 绪 言

教科书上讲构造地质学是地质学的基础学科之一，主要是研究组成地壳的岩石、岩层和岩体在岩石圈中力的作用下变形形成的各种现象（构造）。研究这些构造的几何形态、组合形式、形成机制和演化过程，探讨产生这些构造的作用的力和方向、方式和性质。构造地质学与岩石学、地层学构成地球科学的三大基础学科。

地质构造学是地质领域十分重要的学科，特别是大地构造学学术思想非常活跃。“小构造吵吵闹闹，大构造胡说八道”。话虽不雅，但从一个侧面道出构造地质的复杂性和多解性。

这些年构造地质学沉寂了，以至于有人发出“构造地质学怎么了”的感叹。

## 一、以往各种动力学假说回顾

自 19 世纪以来，科学家对地球的构造运动研究及其动力来源探讨从未停息，提出了许多地球动力学假说。这些都为发展大陆构造理论提供了许多有利条件。早期的假说，主要是从地球的整体运动出发提出的，如地球收缩说、地球膨胀说、地球脉动说和地球自转说等。随着对大洋底和地球深部探测研究的快速发展，伴随板块构造诞生的一些地球动力学假说则主要从地球内部去寻找动力来源，如地幔对流和地幔柱假说等。最近又诞生了一些反对板块构造的新地球动力学假说，如涌流构造说等。下面就一些主要的假说作简要论述：

(1) 地球收缩说：地球收缩说是最早的一种地球动力学假说，认为地球起初是由炽热气体组成，在其发展过程中逐渐变冷，最终在地球外表形成固体的地壳。就像苹果皱缩一样，地壳冷却就产生挤压，形成褶皱和山脉。它基本是一个固定论，无法解释地体大面积升降和地块运动等。

(2) 地球膨胀说：早期的地球比较小，被硅铝层覆盖，后因地球膨胀，硅铝层因受拉张而破裂成大陆，裂缝形成大洋。造山效应发源于膨胀层，所产生的应力又转而使地壳屈服。它的主要问题是无法解释地球膨胀所引起的巨大密度变化。

(3) 地球脉动说：把以上两种学说加起来，地球既有膨胀，又有收缩，膨胀与收缩交替发生。受此影响海平面做有节奏的升降运动。

(4) 地球自转说：李四光认为推动地壳运动的力量就是在重力控制下地球自转的离心力。从构造体系分布和排列的规律来看，地壳的区域性运动方向和地壳整体运动大方向是一致的、统一的，即不是经向的水平错动，就是纬向的水平错动。经向的水平错动有把地壳上层从高纬度向低纬度推动的趋势；纬向的水平运动有把大陆向东西两方向分裂的趋势（李四光，1973）。虽然中亚推土式构造带符合从高纬度向低纬度推动的趋势，但解释不了恰好相反的青藏推土式构造带。

(5) 地幔对流说：为解决板块运动驱动力提出的假说。1939年D. T. 格里格斯提出，由于岩石热传导不良，放射热的聚集使地幔下层升温、膨胀、变轻而产生升流，导致对流。60年代后期板块构造学建立以后，地幔对流运动被普遍认为是板块运动的驱动力。它认为在地幔中存在物质的对流环流。在地幔的加热中心，物质变轻，缓慢上升，到软流圈顶转为反向的平流，平流一定距离后与另一相向平流相遇而成为下降流，继而又在深处相背平流到上升流的底部，补充上升流，从而形成一个环形对流体。对流体的上部平流驮着岩石圈板块作大规模的缓慢的水平运动。在上升流处形成洋中脊，下降流处造成板块间的俯冲和大陆碰撞。

(6) 地幔柱构造假说：地幔柱构造假说是继大陆漂移和板块构造假说之后人类认识地球的第三次浪潮。板块构造主要涉及岩石圈的构造运动，而地幔柱构造假说则提供了一种解释固体地球不同圈层间相互作用的动力学框架；其次，地幔柱构造假说则主要讨论地幔内部的垂直运动；第三，地幔柱构造假说则能对大洋火山链和大陆溢流玄武岩之类的现象作出很好解释。地幔柱有热冷地幔柱之分，热地幔柱和冷地幔柱构成了现代地球的主要地幔对流形式。

(7) 涌流构造说：涌流构造是迈耶霍夫等提出的，认为大多数地表构造可用软流圈的涌动来解释。是以地内热流体受构造变动的导引与驱动为主要运动方式的热动力学模式。热作用和热涌运动的发源地是上地幔软流圈。软流圈中热物质的小对流、平流和涌动受上地幔层块构造变动的导引和驱动，软流圈物质的运动又驱动和控制着岩石圈块体的运动。在构造热涌模型中，软流圈物质的上涌，产生上地幔隆起或地幔底辟，乃至进入岩石圈甚至地壳，是软流圈影响和控制岩石圈运动的主要方式。这一过剩像巨型液压机一样，遵循帕斯卡定律，能将所受压力通过岩浆的涌动传递到各个方向。强的岩浆涌动对构造运动起决定作用（马宗晋等，2003）。其优点是将岩浆活动与构造作用的各个方面统一起来。

(8) 威尔逊旋回：威尔逊旋回虽不是什么动力学假说，但它很重要，需要重点介绍一下。威尔逊旋回是威尔逊（Wilson）1968年提出来的，是指大洋开合的发展



旋回。威尔逊旋回起始于一大陆内的裂谷，由它生长成为一大洋，然后大洋缩小，并最终关闭。并伴有一定火山活动、变形、变质作用和沉积作用。威尔逊旋回可分为六个阶段：胚胎期、幼年期、成年期、衰退期、终了期和遗痕（图 1-1）。

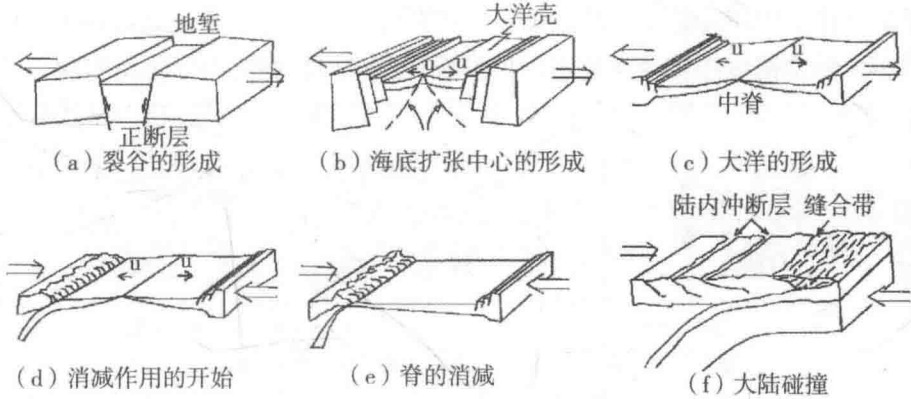


图 1-1 威尔逊旋回 (据科特科等, 1986)

当大陆在拉张应力作用下破裂时形成一个裂谷（图 1-1a）；裂谷形成之后在水平应力进一步拉张，裂谷边缘正断层构成大洋边缘。逐渐形成海底扩张中心和洋脊（图 1-1b）；海底扩张中心持续扩张发展成大洋，大洋脊把新生的大洋一分为二（图 1-1c）；随着大洋不断张开，大洋边缘离开中脊的距离越来越远。海底也逐渐变老，岩石圈变厚、密度变大，以致岩石圈向下沉没，海沟开始发育，消减作用也随之开始（图 1-1d）；至一定阶段，洋缘一侧的岩石圈俯冲沉没于大陆岩石圈之下，形成海沟和俯冲带。如果消减速度大于海底扩张速度，则大洋就会缩小。最终大洋脊本身也会消减下去（图 1-1e）；洋脊消减之后，剩余的大洋板块会继续消减。两大陆发生碰撞，洋盆完全闭合消失（图 1-1f）。陆陆碰撞时产生很大的挤压应力，岩层褶皱、断裂、逆掩和混杂。地面隆升，形成巍峨的褶皱山系。某种意义上说，大洋发展旋回是板块构造学说的一个总纲，体现了板块构造学说的精髓（马宗晋，2003）。

威氏旋回并不适应海陆交互和陆相沉积旋回。对山西地区来说不能用威氏旋回划分造山旋回。与其生搬硬套板块构造理论，还不如实事求是根据自身实际提出一个实用理论。提出一个板内造山的实用理论并不难，难的是我们如何对待。

## 二、构造变形动力讨论

以上所述的种种假说，都是从比较大的方面进行论述，很不具体。比如说在野外工作中遇到的逆冲推覆构造，它的驱动力如何？水平挤压作为逆冲推覆构造的成

因机制的经典观点, 虽然被多数人接受, 但是在讨论中也遇到了困难。如某些逆冲构造带的变形没有强烈褶皱伴生, 尤其是挤压作用力与推覆体所能承受的应力之间存在巨大矛盾。对于一个长、宽、厚以数十千米甚至数百千米计的大推覆体, 如使其长距离位移, 作用力是十分巨大的, 推覆体岩席早在运移前就已碎裂了。而且一些强烈变形的推覆体在变动中处于一种塑性状态, 很难将应力远距离传递。

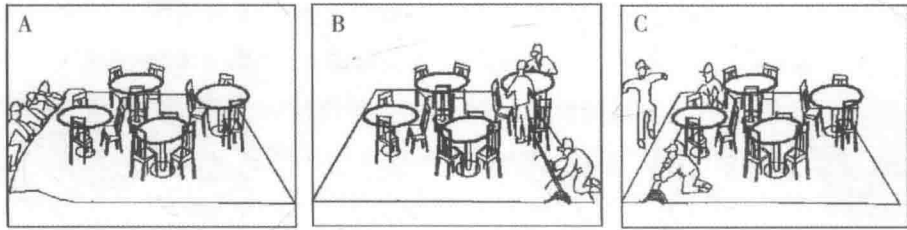


图 1-2 地毯的省力移动方式 (据 Davis, 1984 稍改)

这里是否可以借鉴移动地毯来说明一个问题。如果要直接拉动一张压着许多家具的地毯需要很大的力气 (图 1-2A), 如果先将地毯的一边折成一个背形褶皱, 然后使褶皱传递到相应的另一边, 必要时可将家具抬起一下 (图 1-2B)。这样一来, 便可使地毯在地板上整体移动一小段距离 (图 1-2C)。这一过程虽然费时但却省力。自然界只有地震才可以以这种方式出现。

### 三、新理论的提出

经过多年不懈探索, 一种新的实用构造地质学观点呼之欲出。新观点强调了地震对构造形成的决定性作用。过去常听一些老同志讲, 以往运用地质力学分析野外具体构造还是有依有据的, 后来套用板块理论讨论便是一头雾水。以往对构造应力的描述不甚具体, 进行构造应力分析时应力的方向很随意, 压张扭三力划分标准很难把握等。尤其是对于形如山西等板内地区来说, 现在需要理性回归, 重新认识一下板内造山运动。

新学说是在板块构造基础上建立的。任何新学说都不能抛弃板块构造, 应着重解决板块上不了陆的问题。到目前还没有哪个理论能够像板块构造学说那样很好地解释地球上海洋里的构造。所以板块构造理论仍占统治地位, 不过可以将一些理论衔接在板块构造的体系中。本书就是在板块构造陆陆碰撞之后进行研究, 也就是研究地震之后形成的各种地质构造现象。正如板块构造威尔逊旋回理论所述, 板块俯冲、洋盆完全闭合消失, 两大陆发生碰撞。但不会立即地面隆升、形成巍峨的褶皱山系。板块与板块碰撞造山是靠地震来实现的。因为板块运动速率很小, 每年1~5

cm。这样的速率不可能引起强烈的碰撞和大规模隆起。由于地幔柱或板块的不断运动，它可在某处产生巨大的能量储备。当地球某处的能量积聚到一定的极限就会产生地震释放能量。地震释放能量就是要把能量转化为地震力尽可能向外传递，很短的时间内产生巨大的构造力。地震时产生的地震波有纵波和横波，还有拉夫波和瑞雷波等（图 1-3）。地震波传播的方式不同，所传递的地震力也不同。应该清楚的是，地震的破坏不在乎地震波本身，而是在乎地震波所携带的地震力。地震力可相应分为纵波力、横波力、拉夫力和瑞雷力。

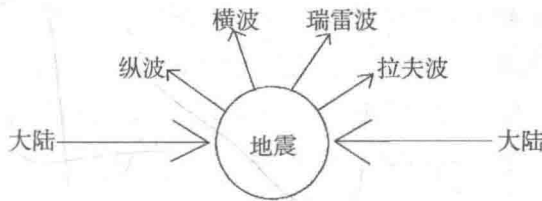


图 1-3 板块陆陆碰撞后产生地震

#### 四、地质构造新定义

如前所述，既然地质构造的形成与地震关系密切，所以地质构造的定义也应与地震有些关联。

地质构造是指构成地球的地质体的物态、形态和位态发生变化的记录，是能量释放后的遗痕。地质构造是（地）震力和重力双重作用的结果。把地震力形成的构造称为震力构造（主动构造），把重力形成的构造称为重力构造（被动构造）。在野外地质实践中，尤其在区域地质调查填图方面，地质构造被一直认为是纲，是灵魂。地质构造如果搞不懂，那其他工作均难以进行。

主动构造是指某种地质因素直接形成的构造；被动构造是指某种地质因素间接形成的构造。比如说地幔柱活动直接导致穹隆构造形成，这种穹隆构造是主动构造。而位于两个穹隆构造的向斜构造，就是被动构造。它是形成穹隆构造的附加产物。山西很多的向斜盆地都是被动构造。

板块碰撞造山说：板块与板块碰撞造山是靠地震来实现的。因为板块运动速率很小，每年 1~5 cm。换算成 km/h 速率很小，几乎为零，这样的速率不可能引起强烈的碰撞和大规模隆起。但可在某处产生巨大的能量储备，达到一定程度便引发地震，形成各种地质构造。比如青藏高原周遍发生多次比较大的地震。1996 年喀喇昆仑山 7.0 级地震，1997 年西藏玛尼 7.5 级地震，2001 年昆仑山口西 8.1 级地震，2008 年于田 7.3 级地震，2008 年 5 月 12 日汶川 8.0 级地震，2009 年 8 月 28 日青海

海西 6.4 级地震，2010 年 4 月 14 日玉树 7.1 级地震，2013 年 4 月 20 日四川雅安 7.0 级地震，2014 年 8 月云南鲁甸 6.5 级地震。说明青藏高原正在不断隆升扩张，地震是其惯常使用的手段。不是说青藏高原隆升是地震造成的，而是说地震是其隆升的“清道夫”。

当洋壳消亡，两大陆相遇，不会立即造山隆升。而是两大陆继续相向而行，储备了大量能量。尽管大陆板块运动速度慢，可质量大，总动量就非常大。一旦地震，释放出地震力就很大。根据动量定律： $MV = FT$ ，由于地震时所经历的时间为  $n$  分钟或  $n$  秒钟，因而得出地震力非常大。

解决构造问题要本着一原则，那就是最简单原则。能用一次构造运动解释的构造现象就不用二次构造运动来解释。尤其解释混杂带和变质构造的时候，易粗不易细。搞的太细，使人感到太烦琐，反而无规律可循。

## 第二章 有关地震的问题

这些年地震频发，带来的灾难触目惊心。地震无疑是一种灾害性事件，其破坏力骇人听闻。2008年5月12日四川汶川发生8.0级地震，地震所带来的灾害大家有目共睹。据互联网消息2011年3月11日8.8级强烈地震袭击日本，造成巨大的财产损失和人员伤亡。地震还在海底造成一条长300公里、宽150公里的裂缝。由于这次地震缘于板块间垂直运动而非水平运动，因此触发海啸，对日本一些海岸造成严重破坏，给整个太平洋沿岸带来威胁。依据美国国家航空航天局收集的资料，这次强震使日本本州岛向东移动大约2.4米。正因为如此，研究地震者众多。但对地震与地质构造形成的关系关注甚少。近年来笔者对此产生兴趣，现提出几点粗略的看法。

### 一、什么是地震？

地震的定义：地震是地球活动的脉冲。脉冲就是地球隔一段时间发出的波等机械形式以释放能量。学术上把脉冲定义为在短时间内突变，随后又迅速返回其初始状态的物理量。地球上因获得能量的地体，向外释放能量而产生的快速运动。比如岩层受力后弯曲断裂，在弹回过程中释放原来所积累的能量，并产生颤动，这个过程叫地震。山顶上一块巨石滚落到地面，引发地面震动。巨石由山顶落下到地面，该过程不算地震；砸到地面给地面能量，地面向外释放能量产生震动，这个过程叫地震。抡起铁锤砸向地面，地面颤动就是地震。如果把地球脉冲研究到位了，人类预报地震也就为期不远了。

### 二、为什么会地震？

为什么会发生地震呢？翻阅一下各种资料，前人对地震的认识概括来说有三种

主要原因引发地震：构造活动、火山活动、岩层陷落。但最近的研究表明，发生在地幔中的地震应对表层的地震有较大影响。

## 1. 构造活动

由构造活动引发的地震叫构造地震，是引发地震最主要的原因，占总地震数的九成以上。关于构造地震的成因也是众说纷纭，目前比较流行的说法是断层成因的弹性回跳说。该理论是美国人 H. F. Read 于 1911 年提出来的。该理论认为构造地震的发生是由于断层错动所引发的岩石的突然弹性反跳。以弹性钢片变形为例（图 2-1），当弹性钢片两端受力后发生弹性变形，积累弹性应变能量。当钢片弯曲变形到达极限时会突然断裂，而且两侧的钢片分别向弯曲变形的反方向迅速弹回。在弹回过程中释放原来所积累的能量并产生弹性波。与此类似，地壳或岩石圈也具有弹性的刚性物质（图 2-2），在构造活动所产生构造应力的作用下，也会产生弹性应变，积累大量应变能。当能量储存到一定程度，超过岩石的强度极限时，岩石就会突然发生断裂或使地壳中原有的断裂再次突然错动，断裂两侧的岩石以弹性反跳的形式恢复变形，同时释放大量的应变能产生地震。

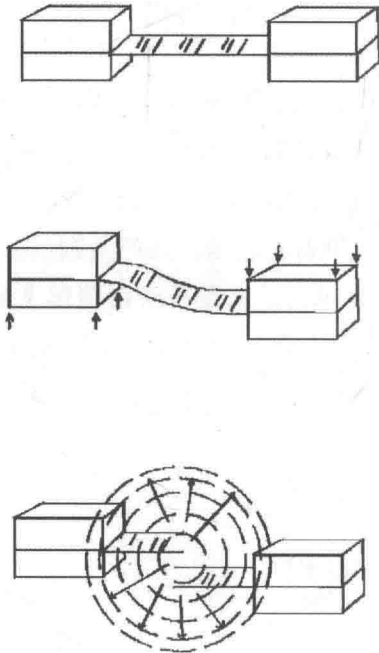


图 2-1 钢片弯曲到突然断裂引发震动

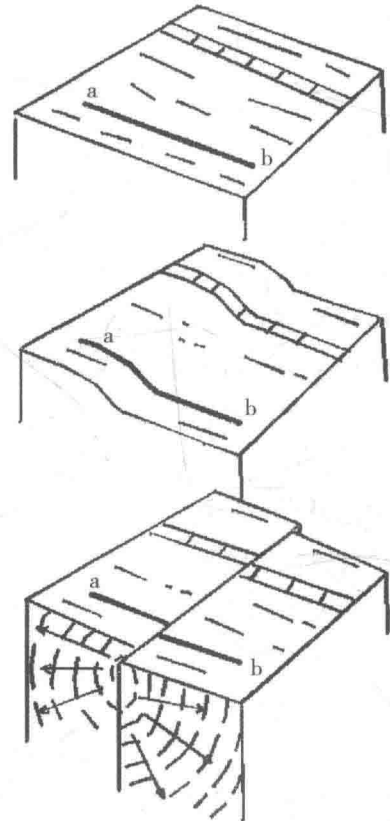


图 2-2 推测岩块错断所产生的地震

## 2. 火山活动

由火山活动引发的地震称为火山地震。火山活动时，由于岩浆向上运移，给围岩以巨大冲击力，冲破附近围岩而发生地震。这种地震能量由岩浆给予，围岩爆破以后释放能量而产生地震。

## 3. 岩层陷落

这一类地震是由于高处岩石失稳或地下出现空间，上部岩石突然陷落所引发的地震。这种地震能量由岩石受重力作用冲击地面给予。这类地震震源浅，影响范围小。大同矿区挖金湾矿青年矿井曾发生  $12.8 \text{ 万 m}^2$  大面积瞬时顶板冒落，引起了 3.4 级地震，致使上覆岩层产生断裂位移，直达地表，形成周边大致与采空区边界一致的地面塌陷。塌陷区内有地裂缝产生，其宽度为  $0.5 \sim 1.0 \text{ m}$ ，深不见底，地面建筑、耕地、水源等遭到严重破坏。1983 年 9 月 5 日 14 时 30 分，白洞矿面窑沟口发生了大面积塌陷，持续时间 160 秒，引发 2.7 级地震。造成  $9^\circ$  烈度区  $33\,580 \text{ m}^2$ ， $8^\circ$  烈度区  $24\,340 \text{ m}^2$ ， $7^\circ$  烈度区  $17\,540 \text{ m}^2$ ， $6^\circ$  烈度区  $36\,560 \text{ m}^2$ ，总计  $112\,020 \text{ m}^2$ 。造成人身、设备和工程的重大损失。地表出现环状裂隙 34 条，裂隙呈环状与采空区相吻合。另外，忻州窑矿 3 号煤层旧采空区塌陷引进的地震有资料记载的有八十多次，地动最强烈时相当于 2.9 级地震，烈度大，破坏性强。

现在只能笼统地说，当地球某处的能量积聚到一定的极限就会产生地震释放能量。也就是说地体获得能量在先，地震释放能量在后。地震释放能量就是要把能量转化为地震力，很短的时间内尽可能向外传递，产生剧烈的构造运动。它的形成可能与地球内部构造异常密切相关。地震不仅仅发生在地壳内，也频繁发生在地幔中，两者之间是否有关联尚不清楚，但可以检测到地幔发生地震的波长。所以就有人认为龙门山逆冲推覆构造重新活动和汶川大地震是以地幔潮的活动为动力源的。地震对形成地质构造和矿产，促进生物进化方面有贡献。就目前的研究水平而言，还无法准确把握和预防地震。

## 三、地震带来灾难

自然界灾害性事件很多，数得上来的较大的事件有地震、台风、沙尘暴、滑坡、崩塌、泥石流等。每每这些灾害性事件无不给人类造成巨大的灾难，有时其破坏力骇人听闻。尤其是地震，使人谈震色变。2008 年 5 月 12 日四川汶川发生 8.0

级地震，所带来的灾害大家有目共睹。2011年3月11日8.8级强烈地震袭击日本，造成巨大的财产损失和人员伤亡。地震还在海底造成一条长数百千米的大裂缝。由于这次地震缘于板块间垂直运动而非水平运动，因此触发海啸，对日本一些海岸造成严重破坏，给整个太平洋沿岸带来威胁。

地震对人类的伤害之一是对建筑物的破坏。之所以对人员造成伤亡也是因为建筑物破坏带来的恶果。地震波传播方式有体波，包括纵波和横波；由于地震在地球表面还要形成面波，主要有拉夫波和瑞雷波等。

地震发生时可看到建筑物上下颠簸、水平摇摆、左右扭转，破坏方式主要受地震波的传播方式影响。每一种破坏方式都和地震波类型相对应。

纵波使建筑物上下颠簸，力量非常大，建筑物来不及跟着运动，使底层柱子和墙突然增加很大的动荷载，叠加建筑物上部的自重压力。若超出底层柱、墙的承载能力，柱、墙就会垮掉。底层垮掉后，上面几层建筑的重量就像锤子砸下来一样，又使第二层压坏，发生连续倒塌。横波使地面发生前后、左右抖动，破坏性较强。

拉夫波和瑞雷波合称为面波，是由纵波与横波在地表相遇后激发产生的混合波。其波长长、振幅强，只能沿地表面传播，是造成建筑物强烈破坏的主要因素。瑞雷波引起建筑物扭转，其本身就是打着“旋儿”过来的，也有的情况是因为面波到达建筑物两端早晚的时间差引起的。这种情况引起建筑物扭曲。建筑物一般抗扭能力较差，很容易扭坏。震区有的房子角部坍塌，多属这种情况。

一旦碰到各种方式共同发生，破坏力就更加可怕。在离震中较近的范围，往往三种方式交织作用，所以破坏力很大。

地震还能使地下未固结的砂粒“液化”，形成流动的砂岩墙。见附图Ⅱ-1刘家沟组砂岩中砂岩脉。如果建筑物基底是粉细沙，地震时强大的地震力使砂粒“液化”向别处流动，建筑物因此失稳而倒塌。

地震力释放过程中应力集中到一个先存的弱面而形成新断层（活动断层）。有应力集中到弱面，那么其他地方就成了所谓的“安全岛”。比如汶川地震中某中学的两栋教学楼毫发未损，为此建楼者沾沾自喜。与其说楼建的质量好倒不如说运气好，楼房建在“安全岛”上，破坏性大的应力集中面（活动断层）是在两楼的中间，中间地带隆起几十厘米高土坝。如果楼房横跨其上，自然就会破坏、倒塌。见附图Ⅱ-2楼房横跨在活动断层上，稍有地震就被破坏。活动断层对建筑物安全意义非常重大。传统意义上的地质理论很多需要重建。

谈起地震都知道其破坏力巨大，但有谁人去研究地震力？建筑物受地震破坏不是因为波，而是因为力。



## 四、地震的贡献

然而，世上万事万物无不具有两重性。比如说台风。台风是严重的灾害性天气之一，但也给人类带来许多益处：是台风把海洋中巨大的能量运送至陆地，循环调节着地球大气，使人们从夏季闷热煎熬中解脱出来；台风带来的降水对增加水库蓄水，缓解旱情十分有利；台风能卷起海里深层的营养物质，使海中的浮游生物得到充足营养，从而促进生态平衡。再比如说沙尘暴，正因为地球上到处飘浮着极微细的尘埃颗粒，阳光在穿过大气层时，尘埃颗粒可吸收、反射和拦截，使其有规律地散射，才使得天空呈现蔚蓝色、橙色的旭日和灿烂的晚霞；云雾雨露霜雪的形成都必须以尘埃为核心，才能使水汽在其周围凝结。如果没有沙尘暴就不会有华北黄土高原，高山上就没有太多的土壤，没有土壤就没有植被，下雨就易发洪水。地球将变为不毛之地，芸芸众生将难以生存。沙尘落到江河湖海中也能给其中的浮游生物带去营养。

然而时至今日还没人站出来为地震“歌功颂德”，如果有也首先是位构造地质学者。笔者最近研究发现，地震与地质构造和成矿的关系实在是太紧密了。地震的“贡献”主要表现在以下几个方面：

### 1. 地震是形成地质构造的主要因素

板块与板块碰撞造山是靠地震来实现的。因为板块运动速率很小，每年1~2cm（马宗晋，2003）。换算成km/h速率几乎为零，这样的速率不可能引起强烈的碰撞和大规模隆起。但可在某处产生巨大的能量储备，达到一定程度便引发地震，形成各种地质构造。

一百多年来，有关地震发生的理论一直认为构造地震是由于断层活动引发的，这些断层被称作发震断层。也有认为褶皱也能引发地震（Stein等，1989）。近来研究认为是地震导致了褶皱和断层（张兆琪等，2011）。

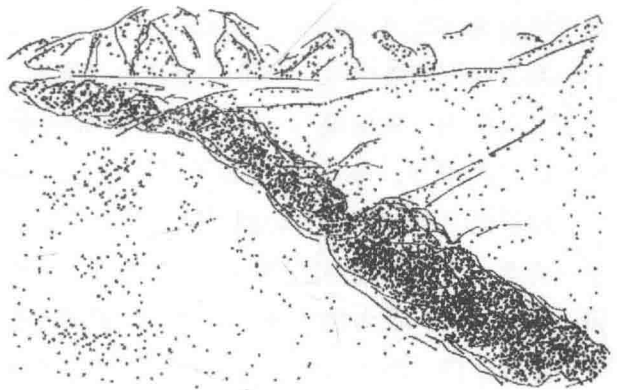


图2-3 1931年富蕴地震形成的断层  
(引自新疆地震局, 1985)