

56.54/12
LSG

地质力学技术讲座 资料汇编

(水文地质工程地质专业)

机械工业系统勘测单位

一九七四年三月

毛主席语录

无产阶级认识世界的目的，只是为了改造世界，此外再无别的目的。一个正确的认识，往往需要经过由物质到精神，由精神到物质，即由实践到认识，由认识到实践这样多次的反复，才能够完成。这就是马克思主义的认识论，就是辩证唯物论的认识论。

我们要从国内外、省内外、县内外、区外外的实际情况出发，从其中引出其固有的而不是臆造的规律性，即找出周围事变的内部联系，作为我们行动的向导。

事物发展的根本原因，不是在事物的外部而是在事物的内部，在于事物内部的矛盾性。

你对于那个问题不能解决么？那末，你就去调查那个问题的现状和它的历史吧！你完完全全调查明白了，你对那个问题就有解决的办法了。

自然科学是人们争取自由的一种武装。人们为着要在社会上得到自由，就要用社会科学来了解社会，改造社会进行社会革命。人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。

我们不能走世界各国技术发展的老路，跟在别人后面一步一步地爬行。

目 录

地质力学发展的过程和当前的任务·····	李四光 (1)
关于改进构造地质工作的几点意见·····	李四光 (13)
鉴定构造形迹的力学性质·····	崔鸣铎 (25)
辨别构造形迹的序次、鉴定构造体系和构造型式·····	高庆华 (35)
分析复合和联合的构造体系·····	沈淑敏 (59)
地质力学有关的力学方面·····	沈淑敏 (66)
模拟实验·····	沈淑敏 (75)
构造应力场的分析·····	黄庆华 (84)
地质力学方法在生产实践中的应用·····	吴磊伯 (92)
关于“小构造和区域构造的关系”和野外构造研究的一点体会·····	李述靖 (100)
地质力学在寻找基岩构造裂隙水方面的应用·····	刘国昌 (107)
地质力学在寻找岩溶水方面的应用·····	刘国昌 (126)
地质力学在评价区域稳定性方面的应用·····	刘国昌 (139)
地质力学在岩体稳定性分析方面的应用·····	刘国昌 (153)
岩体工程地质力学基础与方法·····	谷德振 (165)
地质构造的若干问题及其在水文、工程地质中的某些考虑·····	张文佑 (182)
附① 中国大地构造基本特征及其发展的初步探讨·····	(201)
附② 张文佑有关文章节录·····	(217)
边坡岩体稳定问题·····	孙玉科 (226)
地下工程岩体稳定问题·····	王思敬 (259)
有关地下水储量的一些问题·····	王大纯 (301)
电解模型试验方法介绍·····	陈明征 (312)
工程勘探中的地震问题·····	徐煜坚 (323)
环境保护与水文地质工作·····	陈梦熊 (345)
有限单元法在地质力学中的应用·····	罗焕炎 (353)
双层介质中潜水井稳定渗流的有限单元分析·····	罗焕炎、胡尊国 (373)
非承压和非稳定抽水试验资料的有限单元分析·····	罗焕炎、胡尊国 (380)
目前我国地下水资源评价现状·····	赴法考察组 (389)

地质力学发展的过程和当前的任务

在第三期地质力学进修班上的讲话

李四光

一九六五年十月二十六日

地质科学研究院地质力学研究所 孙殿卿传达

今天我想同第三期地质力学进修班的同志们漫谈两个问题：第一个问题是地质力学发展的过程，第二个问题是地质力学当前的任务和它面临的问题。

一、地质力学发展的过程

为什么要讲地质力学发展的过程呢？因为一切事物，都有它自己的发展过程。我们不能割断历史来看问题。毛主席常常教导我们，要不断总结经验。我们讲地质力学发展的过程，就是为了总结正面的和反面的经验，找出今后工作的方向。

我们所说的地质力学，大致可以说是经过两个阶段发展起来的：

第一个阶段是从1921年研究中国北部石炭二迭纪沉积物开始的。中国北部是一个丰富的产煤地区，那些主要的煤层与石炭二迭纪的地层有密切的联系。这些石炭二迭纪的地层，当时统称为太原系。紧接着它上面的山西系，其中一部分，后来称为石盒子系，是与主要的含煤地层有关。太原系，主要是由陆相地层构成的，其中夹有若干薄煤层，还夹有若干海相地层。

关于太原系时代问题，有过长期争论。最初，有些人，例如李希脱芬那个为了他自己的目的，在中国前后搞了三十多年地质工作的德国人，把太原系以下相当厚的石灰岩建造，用西北欧典型地区例如英国的标准来硬套，称为煤炭石灰岩，意味着这些石灰岩和英国的下石炭纪石灰岩相当的。现在大家都知道，实际上这些石灰岩是属于奥陶纪的。所以，这些石灰岩以上的太原系，就被认为是石炭纪的沉积物。葛利普起初也认为太原系是下石炭纪的建造。

在太原系中，当时发现的化石并不多。后来，在许多地点出露的太原系海相地层中，找到了丰富的微体古生物群，特别是瓣鳃科；在其中的陆相地层中，例如在唐山煤系中，也找到一些植物化石。因此，关于太原系时代问题的争论，就更加纷乱。有的人认为是属于上石炭纪的，有的甚至认为是属于下二迭纪的。诸如此类。

到1924年，从莫斯科盆地中典型的中石炭纪地区，取得了大量的瓣鳃科标本和若干腕足类标本。经过详细的比较和鉴定，证明了莫斯科系中的海相生物群和太原系下部海相地层

中所含的生物群，有密切的联系。根据这一发现，我们就把太原系分为上下两段：下一段称为本溪系，划归中石炭纪；上一段仍然称为太原系。这个发现，对北美石炭纪地层的划分，产生了相当重大的影响。因为在那里也和在西欧一样，很久以来，石炭纪地层的划分，仅仅分为上下两部分建造。从此以后，在全世界范围内，至少可以说在北半球范围内，关于中石炭纪海相地层的存在，逐步发现了更多的证据，也逐步被人们接受了。

在中国南部，上古生代地层发育的情况，和北部很不相同。在南部，石炭纪和二迭纪的地层，海相占优势。这些海相地层的划分和年代的鉴定，也曾发生过相当激烈的争论。在那些石灰岩中所含的蠕科化石，对解决上述争论，起了很重要的作用。因为我们在中国南部的所谓黄龙灰岩、壶天灰岩等厚度颇大、岩质颇纯的海相地层中，发现了大量的蠕科化石，经过鉴定和比较，确定了这些海相地层，和中国北部的本溪系海相陆相交错的地层相当。同时，又在中国南部的所谓船山灰岩、栖霞灰岩、马平灰岩等厚度相当大、分布相当广泛的海相地层中，也发现了大量的蠕科化石，这些化石的某些种属，与中国北部狭义的太原系中所含的蠕科化石相同。这就证明了，中国南部这些占主要地位的上石炭纪和一部分石炭——二迭纪过渡的海相地层，与中国北部以陆相为主夹有若干海相地层的太原系，是同时代的产物。

那么，就发生了这样一个问题：当时海侵海退的现象，为什么有这样南北的差异？这个问题，牵涉到大陆局部升降运动和海面全面的升降运动，以及在低纬度和高纬度地区存在着海面差异运动等等可能性。问题是复杂的，很难一举得到解决。不过，经过对地球上其它地区，当时海侵海退现象，作了初步的比较，特别是对古生代以后大陆上海水进退规程的初步探索，就得到了一种假说。这就是：大陆上海水的进退，不完全象有名的奥国地质学家苏士所提的那样，即海面的运动，或升或降，是具有全球性的，而是可能还有由赤道向两极又反过来由两极向赤道的方向性的运动。这个假说，又引起了一个问题，为什么海洋会发生这样具有方向性的运动？当时初步设想，这可能是由于地球自转速度在漫长的地质时代中反复发生了时快时慢的变化。这种设想，有没有点正确性，当然还存在着很多问题，不过，它对地质力学工作的开端，起了相当重要的启发作用。它的作用，在于提出了这样一个问题：即大陆运动，包括区域性的构造运动，是不是也会受到这种地球自转速度变化的影响呢？如果是的，如果构成大陆的岩石，受到了长期地应力活动的作用，它具有一定刚性和塑性的话，那么，当大陆和海洋发生南北向的方向性运动以后，在大陆上，也应该留下相应的痕迹。人们有时说，地质力学不管沉积，这是不符合事实的。

在二十年代，关于大陆运动起源的问题，各个学派，甚至每个放眼世界的地质工作者，都提出了自己的看法。在这里不可能一一介绍，下面只能扼要地谈一下具有代表性的两大派意见：

传统学派，主张地球在她长期存在的过程中，由于逐渐失热或其他原因而收缩，以致海洋部分，特别是太平洋部分，显著地发生了沉降；而在大陆部分，总的趋向，也是朝着地心下降，但在局部地区，也可能发生相对的上升下降运动，因之发生了褶皱现象和各种断裂现象。这一派的看法，是以垂直运动为主的，局部的水平运动，是由于垂直运动而引起的次生运动。

另一学派，是以主张以水平运动为主的。他们在认识了均衡现象的基础上，认为主要由硅铝层构成的大陆，是浮在由硅镁层构成的基底上面，并且认为大陆能够在它的基底上

面和由硅镁层构成的海底上面，发生水平的滑动；还认为大陆的各部分，也能够发生大规模的相对水平位移。

大陆在地球表层中，究竟能不能象冰山在海洋中那样，自由地漂来漂去，是个问题。即使主张大陆是可以漂流的人们，要说到大陆究竟怎样漂流，各家各派，都有自己的看法。归纳起来，主要可以分为三派：

人们最注意的一派，是以魏格纳大陆起源说为代表。实际上，在魏格纳以前，早已有人提出大陆漂流说。不过，魏格纳的提法，比较全面，也比较系统，并且提出了比较多的证据来支持他的说法。其中显得比较突出的证据是：（1）在某些地质时代，地球表面上古气候带的巨大变化；（2）大西洋东西海岸线形状的相符性；（3）南北美大陆和欧非大陆上，特别是南美大陆和非洲大陆上，某些古生物群的密切联系；（4）南美洲和南非洲某些建造特点的相似性；（5）上古生代南半球大陆，包括印度半岛在内的“贡瓦纳大陆”上冰川流动的方向，等等，都广泛地引起了人们的注意。

另一派，也和魏格纳大陆漂流说近似，其不同点在于：约里提出了关于硅铝层岩石放射性作用和大陆表面形状的关系问题。约里摘取了构成硅铝层若干类型的岩石，来代表构成硅铝层的岩层，再根据那些有代表性的岩石的放射性矿物的含量，推算了硅铝层中，由于放射物质的自然爆裂，每年所产生的热量。据约里的意见，这个热量，有一部分在地球的表层以下存积起来。经过这样的考虑，他估计每2500——3000万年内，大陆下部的岩层，例如玄武岩之类，就会被熔解。在大陆下部熔解了的状态下，由于月球的影响而产生的潮汐，就起了拖移大陆的作用。于是，大陆就搬家了，向海洋方向搬走；原来大陆的基底，就出露了，并且逐渐冷却了。这样，就形成一次大规模的地壳运动。至此，地壳大运动的一次轮回也就告终，新轮回就从此开始。

还有一派，认为地球内部不断发生对流，轻的物质向上，较重的物质向下，其结果，在某些地带把大陆拖开，使它们分裂，海洋从而侵入。在分裂的那一方面，大陆的海岸留下张裂的痕迹，例如北美海岸以至内陆和西欧海岸以至内陆，就遗留着由于这种拖动而被拉断了的古生代山脉。在另一方面，大陆碰到了海底较重和较硬的硅镁层的抵抗，而发生了大规模的挤压现象。由于这种挤压，就形成了大型的地槽，以及由地槽转变过来的雄巍山脉。南北美洲大陆西岸的可底纳拉地槽和安第斯、可底纳拉等巨大山脉，就是这样形成的。这种看法的后一部分——即南北美大陆的东部和欧非大陆分裂，南北美大陆的西部向太平洋方面推挤，和上述两派的看法，基本是相同的。

各式各样的大陆漂流说曾轰动一时，但在所谓正统学派的顽强抗拒下，逐渐搁浅了。近年来，由于古地磁工作的发展，又有活跃的趋势。

在各个学派纷争的影响下，1926年，《地球表面形象变迁的主因》一文就被提出来了。这篇文章，在批判了一些传统学派的同时，根据大陆上大规模运动的方向，推论了那些运动起源于地球自转速度的变化，提出了“大陆车闸”自动控制地球自转速度的作用。这一套理论，不是没有一点实践的基础，但是，这样立论，大体上说，也和其他各派的学说一样，在方法论上存在着很大的缺点。主要的缺点在于：用的资料不够广泛、不够细致、不够落实，而是片面地抓住一些事实，或者若干现象，参考一些第二手资料，就急急忙忙地提出大的理论来。实际上，这些所谓理论，是很低级的，也是很粗糙的。它们所依靠的证据，往往可以这样解释，也可以那样解释，不够严格，也不够严密。这是一个很深刻的教

训，同时也积累了一些粗略而不是没有益的经验，特别是让我们对大块大陆运动的方向性有所认识。这是地质力学发展过程中的第一个阶段。

地质力学发展过程的第二阶段，不是从结束了第一阶段才开始的，而是在第一阶段的后半期，已经开始了一些零星的工作。那些工作，主要是针对着区域性构造现象之间的相互关系。必须说明，这里所说的构造现象，是指大型、小型、单式、复式的褶皱和各种断裂而言。这些形变现象，是当地地壳运动的陈迹，是实实在在的东西。所以，要了解当地所经过的地壳运动的程式，就必须对它们各自的本质、形成的过程和它们彼此之间可能存在的联系有所认识。这样来看问题，就和在第一阶段中，只注重大块大陆的运动，根本有所不同了。

对构造现象本质的探索，是从认识一些个别的和特殊的现象开始的。起初，见到乌拉尔那样褶皱强烈的山脉，在东西两面的广大平原之间突起，好象一条长蛇，南北蜿蜒，这不能不说是欧亚大陆中一个突出的奇异现象。为什么有这样一个山脉？光说它是由一个南北地槽在回返阶段中转变而成的，这只是把问题向后推了一步，并不能满意地回答，为什么在欧亚大陆之间，曾经存在着那样一个地槽。大家都知道，乌拉尔主要是在上古生代经过一次巨大的构造运动而形成的一条山脉，很难设想，它是孤立的。实际上，在它的东西两面的广大平原——所谓俄罗斯地台和西伯利亚地台以南，还存在着相当复杂的一套弧形山脉；西边从高加索以西，东边到阿尔泰山系，都是属于被这套弧形山脉所穿插的地带。当时知道，这些弧形山脉之中，有些是大致和乌拉尔同时产生的。虽然它们之间的距离相隔很远，走向也不同，但它们之间是不是有成生的联系呢？这个具体问题的提出，实际上，是认识山字型构造的开端，也是认识构造体系的萌芽。光靠当时所掌握的事实，当然，还不能作出任何结论。这里谈这些经过，主要的目的，不在于这个设想正确不正确，而是想揭露当时如何冒着很大的危险，打开一条思路，到实践中去，认真的检验，这种构造型式或构造体系的概念，究竟行不行得通。

1928年前后，在南京、镇江一带，初次发现了宁镇山脉这个大致东西向的弧形构造。它的弧顶位于镇江一带，向北凸出。在它的南面相当辽阔的平原中，出现一条茅山山脉。这条山脉的伸展方向，是大致南北的，它和宁镇山脉一起形成了一个构造体系。这个构造体系的特点，基本上和乌拉尔山脉及其以南的复杂的弧形山系所形成的构造体系相符合，不过具体而微，方位相反罢了。到这时候，对山字型构造体系的认识，就进了一步，但还不够落实，还需要扩大范围，在野外进行大量的观测工作，看看是否在我国境内，还存在这种类型的构造体系。当时为了方便工作，暂把这个构造体系的南北向的组成部分，称为山字型构造的脊柱，它前面的弧形构造带，称为前弧。

宁镇山脉——茅山这个山字型构造和横跨欧亚大陆的那个山字型构造，不仅是规模相差很大，前弧凸出的方向相反，而且还有许多不同之点。这里就引起了一个问题：宁镇山脉——茅山山字型构造究竟是自成一个独特体系，还是另一个构造体系的组成部分？只有通过更广泛的实践，才能解决这个问题。

同年，在广西台地（那时不叫地台）东南西三面也发现了由复式褶皱构成的弧形山脉体系。它的弧顶位于宾阳县城东南，东翼以镇龙山——瑶山大背斜为主体，经贵县、武宣、象县与修仁等县，再走荔浦、灌阳，抵达零陵与道县之间的紫荆山地块；西翼以大明山背斜为主体，经上林、隆山、都安等县，继之循都阳山背斜，往西北进入贵州境内。当时设

想，这可能是一个山字型构造的前弧。当年参加工作的同事们，满以为在柳州附近应该见到它的南北向脊柱，但是，事实不是这样。经过半年以后，这些同事们，在广西北部工作，才发现了古老变质岩层构成南北延长的强烈褶皱带，确定了构成广西山字型体系的脊柱。

此外，还发现了淮阳山脉也是一个弧形构造。它的弧顶位于湖北黄梅、广济之间。它的北面就是一般称为淮阳地盾的地区。地盾的概念，阻挡了淮阳弧可能是一个山字型构造前弧的设想，也阻挡了我们认识宁镇山脉和淮阳弧的联系。在此，从地盾、地台等等观点来分析地质构造，和从构造体系观点来分析地质构造，就发生了严重的分歧。淮阳山字型构造问题，直到解放以后，才算得到了解决。

在二十年代的末期，除肯定了几个山字型构造的存在以外，还发现了其它一些不同类型的构造体系。对这些不同类型构造体系的认识，模拟实验，起了一定的作用。就当时所认识的构造类型和它们分布的范围、规律以及它们在地壳运动问题上的含义，在1929年作了一次总结。这个总结，概括了不同类型构造的特殊本质，明确了构造体系的概念，测定了和每一类型构造体系有关地区的构造运动的方向和方式，推断了大陆和海洋运动的主因。这样，就为地质力学初步打下了基础。

三十年代到四十年代初期，是地质力学在上述基础上有所进展的时期。也是以构造体系这个概念为指导，继续地向着尚未研究过的或者尚未深入地研究过的各种具体的构造类型进行研究，找出它们各自独特的本质，修改、补充和丰富构造体系这个概念的时期。在这个时期，地质力学才开始走上了自己的道路。在地质学的领域中，逐步扩大了自己活动的范围，在越来越多的地区，发现了许多构造体系的定型性、定位性、定时性和在同一地区它们之间互相交错、部分重迭的关系，亦即复合的关系。

在企图进一步摸清那些构造体系特点的过程中，发现了东西构造带明显地与其它构造体系有所不同。因为它们的规模是宏伟的、结构是复杂的，并且看来它们都反复经过强烈的构造运动，影响地壳的深部。关于其它一些构造体系，在我国境内，当时显得最突出的，有华夏系和新华夏系构造。前者走向东北——西南，后者走向北北东——南南西，包括大幅度的挠曲和小型雁行排列的多字型褶皱或断裂。此外，还有规模不等的山字型构造，它们的特点在于：前弧一般向南凸出。这些不同类型的构造体系，往往显示它们对矿产分布的控制作用。例如在东西带中，有时出现某些重型矿体，在新华夏系的拗褶地带，具有沉积某种矿产资源的条件；某些煤田分布的范围也往往受山字型构造的控制，等等。

到了这个阶段，地质力学已经不能停留在光是描述构造体系的特点上了，上述的那些构造类型都要求它对它们的起源，提出合理的解释。例如多字型构造显然反映力偶的作用；山字型构造通过模拟实验和初步理论的分析，它的特征可以和平板梁在水平面上受到弯曲而发生的形变相比拟，诸如此类。其它类型的构造型式也都要求说明，在有关的地块中，地应力活动的方式。这就提出了一系列有关岩石力学性质的问题，根据野外的观测，岩层和岩块在受到地应力的作用下，有时表现弹性的反应，也有时表现程度不等的塑性反应。究竟是什么条件决定了同样的岩体显示这种不同的反应呢？在这里，地质力学就不得不进入弹性和非弹力学领域。这样，又进一步引起了一系列复杂的理论问题。要解决这些问题，很清楚，需要从事实验工作，也需要从实验中所获得的资料和实际的构造现象结合起来，从事岩石在自然界的力学性质和应力场的分析。

明确了上述地质力学工作的方向以后，在四十年代的初期，地质力学这个名称才被正式提出来了。

解放以前，在帝国主义、封建主义和官僚资本主义这三座大山的长期压迫下，地质力学的发展和其他科学一样，是很难进展的。

解放以后，在党和毛主席的英明领导下，在优越的社会主义制度下，在党的“百花齐放、百家争鸣”的方针指导下，地质力学也和其它科学一样，获得了新的生命力。1956年在地质部成立了地质力学研究室，1960年又改为地质力学研究所。从此，地质力学的工作，引起了广大地质工作者的注意，并且获得了迅速的发展。特别是近几年来，遵照党的教导，地质力学研究工作在同生产实践相结合、为生产服务的过程中，不但解决了不少生产实际问题，为社会主义建设作出了一些贡献。同时，在实践的过程中，又获得了大量的资料，证明了初步建立起来的构造体系这个地质力学的基本概念，是完全正确的。并且进一步把构造体系这个概念，落实到三大构造类型——即东西向构造带、南北向构造带和各种扭动构造型式，以及每一类型共同的构造形态特征和它们独特的构造型式。现在看来，地质力学的领域是辽阔的，土地是肥沃的，大有开发的远景。

二、地质力学当前的任务和它面临的问题

从上面所谈的经过来看，地质力学可以说是在我国土地上生长起来的一门科学。在国外也有一些和它近似的学科名称：例如构造物理学、土力学、岩石力学、地力学（也可以译为地质力学）等等，可是我们的地质力学和它们的根本有所不同。在党的自力更生、奋发图强的伟大号召下，我们应该树立革命的雄心壮志，鼓足干劲，刻苦钻研，在我们的地质事业中，在地质科学中，让它不断地作出自己的贡献。

地质力学当前的任务是很艰巨的，牵涉的问题是复杂的。这些问题，有的在它现今的水平上，只要我们推广运用，就可以解决；有的还需要经过长期的钻研探索，才能希望得到解决。总起来，可以归纳为三条：

（一）加强构造体系的调查研究，为指导找矿和

解决某些水文工程地质问题提供依据

构造体系这个概念是怎样得来的呢？从上面所谈的经过看来，它不是由凭空设想得来的，而是总结各种构造类型，特别是扭动构造型式的规律性和普遍性而产生的。构造体系是个抽象的概念，这一种或那一种类型的构造体系和一个一个具有独特形态的构造型式，才是具体的东西。没有那些客观存在的东西，构造体系的概念是无根据的，是主观臆造的，是不能成立的。

对一个构造类型的认识，总要有一段实践的过程，就是说，要依靠不断总结广泛而又细致的野外工作。认识总是有个程度问题，正确的认识往往不是一举成功的。不但一个新型构造类型的发现，往往免不掉要走些弯路，连确定了属于一个既知型式的构造类型，有时也要通过反复实践，才能确实实地认清它的主要特点，即使认清了它的主要特点，那也不等于说彻底地认识了它，完完全全掌握了它的一切特点。

各种类型构造体系的规律性，往往为我们野外工作，提供很大的方便。最大的方便，

是你如若见到了一个属于某一类型构造体系的某一部分的特点，你就可以预见在某些地区或地带会有一定形式的构造现象——有时称为构造形迹出现。这种预见性，不但对我们野外工作起指导作用，同时对验证那种构造类型的存在也具有重要的意义。预见不是百发百中的。经验告诉我们，有时我们根据一个构造体系某一部分的构造特征，就预言在某些地区会有某些构造现象出现，等到到了那些指定的地区去寻找那些预见的构造现象，它们却不见了，或者根本就不存在。在这种情况下，我们不用怪预见不灵，规律不对，而要怪我们过早地根据某些局部构造现象，对全部构造体系作了结论。这是失败的教训。通过这样的教训，我们更能够了解为什么要通过实践、认识、再实践的过程，才能达到比较正确的认识，才能最后鉴定某一个构造体系的类型。

是不是根据局部构造现象所作出的关于构造体系的错误判断，全是徒劳无益的呢？不是的。它是第一阶段认识过程的初步总结，它不一定正确，但它可能指引我们朝着认识一个新型构造体系的方向前进。只有通过实践，我们的眼界扩大了，我们的经验也丰富了，我们无需为此而感到悲观失望。

一个构造体系的建立，不能草率行事。根据几群构造单元组合体的共同特点和它们的排列方位等等，可以试图建立一个独特的构造体系，但这只能作为认识一个独特的构造体系的第一阶段。在这第一阶段认识的基础上，还需要通过更广泛的实践，才能把一个构造体系确定下来。举个例子：在西北地区存在一些多字型构造，它们曾经被总称为河西系，多少与中国东部普遍发育的新华夏系成对称的形势。这个河西系，究竟能不能成立，还需要作大量的工作。

鉴定一个新型的构造类型，要求就更加严格了。几十年来，特别是建国以来，由于党的支持和地质工作者的共同努力，我们累积了一些经验，基本上肯定了若干重要类型构造体系的普遍存在。但是对它们的认识，并非处处达到了严格的要求。还需要对各个类型的组成成份和组成形式等等特点，作更详情的调查研究。如扭性断裂和张性断裂，在野外怎样有把握地区别开来，还需要找出可靠的标准；还需要解决在同一地区发育的每一对扭断裂的配套和转弯问题；还需要在全国范围内，乃至全球范围内，明确那些既知类型的构造体系，在不同地区和不同地质时代的分布情况以及它们之间的复合关系；还需要注意寻找新的、独特的构造类型，诸如此类问题还多，即使在现在的水平上，还需要作大量的工作。

为什么要这样严格、这样广泛、这样深入地追求构造类型的特点、发生和发育的时代以及它们之间的复合关系呢？有两条主要的理由：（1）它们最确实可靠地反映地壳运动的规程；（2）它们在许多场合指明找矿和解决某些重大水文工程地质问题的方向。例如在一个构造体系中，断裂系统的分布规律和它们各个组成成份的封闭性或张裂性，对解决矿体勘探设计、煤矿坑道设计、储油构造的详查和开发以及其它与水文工程有关的地质问题，往往具有决定性的意义。第一条在另外一些地方谈过一些，以后如有机会再谈。第二条是联系生产实践的问题。人们不禁要问，地质力学对解决生产问题，究竟有什么用处？我想，最好是让实际工作来回答这个问题。江西908队在这一方面的工作做得很出色。近两年来，它们运用了构造体系分析的方法，结合实际情况，终于发现了一条比较合适的道路，找到了许多矿点，并且在某些点找到盲矿体，探明了可观的储量。贵州某处，在新华夏系构造带中，S型和帚状断裂转弯处，发现了十多条富集的汞矿带。吉林某地分黄金公

司，经大力搜查，结果仍然缺少五公斤，不能完成本年任务，后来据说“运用了地质力学方法”，仅在一处，就找到了纯黄金十余吨。青海共和县东南龙羊峡地区的构造型式分析，对建设一个大型水库，提供了基建设计必需的资料。广东新丰江地震问题，几年来，把摸清当地断裂系统的工作和微量位移以及地应力测量和地震仪观测工作结合起来，对当地地震的起因和规律，发现了一些苗头。现在我们在这点经验的基础上，向内地又投入了大批力量，开展了地震地质工作，为内地基建工作开辟道路。所有这些艰难的工作，都有我们进修班的同志参加，他们和其他同志一道，为完成国家给予的生产任务，贡献出自己的力量，并且还在继续作出贡献，这是使我们感到十分兴奋的。

（二）结合有关专业，多方面进行探索，扩大和巩固地质力学的基础

上面提出的任务，主要涉及野外工作。我们要从实际出发，这是对的。野外是个汪洋大海，野外层出不穷的现象，归根到底，是我们向大自然作斗争的对象，那里是我们从事劳动的乐园，那里充满着我们认识自然的泉源。可是，从我们的工作方法来看，野外观测毕竟只是工作方法的一个重要方面，我们还需要使用各种手段，运用近代科学技术中可以使用得上的各种方法，来解决实际问题 and 理论问题。

“应力矿物”的研究，是一种与地质力学有关的专业。这一方面的研究，与变质岩带的研究很接近，但研究的方法和目的不完全相同。如何把应力矿物的研究和结构面性质的鉴定工作联系起来，是不是有些变质岩带或构造岩带也形成定型的构造型式，值得作进一步的探索。

绝对年龄鉴定，作为一个专业，已经广泛地被承认了。在地质力学工作中，为什么也要搞绝对年龄鉴定，却不是尽人皆知的。我们搞绝对年龄鉴定的主要目的，在于确定一个构造体系组成部分之间的成生联系。在某些地区，一个构造体系的许多组成部分，往往穿插到时代大不相同的岩层、岩体中。在那种情况下，你怎么知道它们属于同一体系？例如对于一个山字型构造的前弧和脊柱的认识，经常遭遇着这种困难，如若用来作鉴定年龄的矿物标本，选择得当，问题是不难解决的。

岩组分析，对于岩块内部某些矿物组合条理的辨识，是长久以来行之有效的方法。那种条理，除了由沉积和热影响所产生的以外，都是过去应力活动的岩石中留下来的陈述。这正是地质力学所追求的东西。如何在适当的地点，适当的选择标本，来帮助构造体系的分析，还需要下一番功夫。

模拟实验，虽然不能称为一种专业，但从事这种实验，需要一定的经验，在技术和艺术方面，也有一定的要求。有些人过于轻视它，甚至菲薄它，也有些人过于倚重它，这两种看待都不切合实际。当然，很容易理解，从模拟实验所得到的东西，例如一种构造型式，和自然界的東西不是等同的。可是，经验告诉我们，从一块泥巴、一块柏油或者甚至浓度很大的乳胶等物质，经受了一定的应力作用而产生的形变，或者从一块塑料在应力作用下，它的光弹性所反映的变化，在我们认识许多构造型式或构造运动的过程中，确实起了相当重要的启发和辅助作用。在这里需要强调一下，我们从来不把构造型式的鉴定，落实在模型上，而是要求落实在岩块或地块中出现的构造体系上。如若把模拟实验和应力场的分析工作结合起来，就更有意义了。

岩石试验，是了解岩石的力学性质，并且取得数据的手段。目前，我们还无法对广大

的地区，用各种方式加力，象模拟实验那样，来进行综合性的实验。但是，我们可以用人为的方法，模拟岩石在自然界中存在的条件，对岩石试件加力，来检验它在结构上发生的变化。这种选择适当的岩石试件，在不同温度、不同围压的条件下，从事实验的工作，已经行之已久，而且就若干类型的岩石试件，取得了一些数据，例如有关它们屈服强度、破坏强度、弹性形变的限度、非弹性形变的程度、应力作用对它的电阻和传波速率的变化、浸透在岩石试件中的各种液质（如水或原油）对它的强度的影响、传热率和温差梯度在应力作用下的改变等等，在不同程度上，反映了岩石的力学性质。但是，必须指出，试件毕竟是试件，试件对应力的反应，与自然界存在的岩石对应力的反应，不一定是等同的。怎样把实验室中从试件得到的数据，搬到自然界中去应用，是个相当复杂的问题。这个问题，直到现在，还没有完全解决。

岩层中的流变现象，很明显，是岩石在地应力场中非弹性的表现。一般地质工作者，对这种现象的认识，没有问题，或者很少问题。问题在于在什么条件下，自然界的岩石，发生了流变。很容易理解，高温和高压，是促使岩石发生流变的重要因素。但在某种情况下，如在小型冰川的底下，温度肯定不高，压力也很可能不超过某些砾石的屈服强度，可是那里的岩石，也往往呈现流变的现象。这就迫使我们考虑到，应力，那怕微弱的应力，在它対岩石长期作用的过程中，时间可能是导致流变发生的主要因素。这是一种揣测，也有人作了一些蠕变的实验，证明了在一定的范围以内，各种材料，包括岩石，蠕变是千真万确的事实，不过各种物质的蠕变限度不等，就岩石来说，初期的蠕变——有人称为一时的蠕变——是比较显著的，它有一定的限度，至于长期的蠕变，无限度的蠕变，究竟怎样？我们现在还没有掌握实验的资料，这一方面的实验工作，还有待发展，困难有待克服。

古地磁的工作，在国外，绝大部分是利用某一地层时代的岩层或岩体的磁性南北向与现今当地地理上南北向的差异，来推断大陆作为一个整块转移的方向；也有时利用岩层中古地磁方向的转变，来验证有关岩层的对比。这些方法是可以使用的。但是，既然认定整块大陆的转动和移动，可以由岩石磁性反映出来，那么，又怎么可以忽视，在一个地区，在扭动构造体系发生以前，各个岩带的地磁方位，在扭动以后，会发生转变的可能呢？正是这种可能性，是地质力学需要寻找的标志。地磁的变化，是极为复杂的现象，片面地利用某种关系，就对大陆块或其中一部分的运动作出结论，是不保险的。

大陆运动和海洋运动，是应该在地壳运动问题中相提并论的两个方面，也是不可分割的两个方面。但是，这两个方面的问题，从现象论来说，是各不相同的。因此，首先需要采取不同的方法来分别处理，然后再把分别处理的结果联系起来，找出这两种运动在实质上的统一性。

对处理海洋运动问题来说，我们可以采取两种不同的方法：一种方法是对海底的地貌进行考察。如在广大的太平洋中，已经发现了许多被割切而形成的平顶火山锥，名叫盖约特，它们的平顶今天沉没在海面以下700——2000多米不等，在太平洋的沿岸，尤其是在太平洋西岸一带，也就是亚洲大陆东部边缘的海中，曾经发现了许多古河床，它们今天沉没在海面以下540——720、1300——1500、2000米以上的不同深度。另一种方法是对大陆上各个地质时代海侵海退的范围和规程进行调查研究。这种调查研究工作，主要要依靠古生物学方面提供化石分带的资料。化石分带的问题，也就是地层分带的问题。根据过去的

经验，这方面的问题是比较容易引起争论而不容易得到大家一致的结论的。

但是，在我们的国家里，有条件进行这方面的工作，并很有可能得出不可动摇的结论。例如在华南地区，上古生代时期，有过相当广泛的海水进退运动，同时也有过强烈的构造运动。我们需要特别注意一场强烈地壳运动前后所产生的海相地层，并进行详尽的分带工作，才能证实当时的海侵海退现象究竟是否和地球上其它低纬度地区海侵海退的现象相符合，是否显示一定的规律性。华南石炭纪和二迭纪地层，对开展这一方面的工作，看来是可以考虑的对象。

关于大陆运动是否具有相应的规律性的问题，我们可以从构造体系排列的方位出发，再根据岩石力学性质、构造应力场的分析以及构造位移的测定，我们就能够比较正确地得出关于大陆上区域性运动乃至大陆整块运动的主要规律。根据已经获得的事实，这条规律是：大陆整块的运动和区域性或局部性的构造运动，一般都具有向西和向赤道方面推动的方向性，各种型式的扭动构造体系，也可以归纳到这两个方向的运动，它们是在不同的地区、不同的环境下所产生的变种。

如果通过更广泛的实践，进一步加深了我们对于东西向（纬向）构造带、南北向（经向）构造带和各种扭动构造型式等三大类型构造体系的方向性的认识，你就很难否定，大陆运动和区域性的构造运动与地球自转轴在方位上的联系。这种联系，不是偶然的，而是必然的。推动这些运动的主力是从哪里来的？对这个问题，还存在着意见的分歧。地质力学认为，巨大的而又集中的和一些分散的纬向、经向构造带以及大批山字型构造，都明确地显示，产生这些构造体系的动力，起源于地球自转速度的变化。关于这一点，以前已经反复有所论述，在此无需多谈。

海洋运动，对地球自转速度的变化，无疑，更为敏感。在地球自转速度加快时，全球的海面，应该相应变得更扁，就是说，两极方面，海面下降，低纬度方面，海面上升。这种海面分异运动，可能持续到大陆运动和区域性构造运动将要达到高峰的阶段。到大陆运动和区域性构造运动达到了高峰的时候和在此以后，由于大陆整块滑动而发生了“煞车”的作用，以致一部分能量消失，她的角速度就不能不变小，因此，全球海面的扁度，也就不能不相应地变小。就是说，这时候两极方面的海面相对上升，低纬度方面，海面相应下降。当然，由于大陆上区域性的升降运动而产生的局部海侵海退现象，不在此列。这种海洋运动与大陆运动和构造运动的关系，应该对上述构造运动起源论，提出有效的验证。

为什么地球自转速度会发生变化？在这个问题上，人们的意见分歧，就更多也更大了。但是，地球自转速度可能发生变化这一点，各学派都很难否认。

大家知道，地球是个尚待开发的巨大热库，它的表层地温梯度平均每百米 3°C 上下，实际上，有些地方比这个数字大得多，有些地方比较小。是什么原因使局部地温发生异常呢？在此简单地谈一下。局部岩体的传热系数、局部构造的特征、局部地应力的活动、局部岩层中所含的可燃性物质的影响、深部温度较高的水和气局部上升，对周围岩石的影响，等等，都值得根据实际情况，进行探索，有可能在生产实践方面加以利用。因此，我们地质力学工作者，不应该忽视局部地热异常的问题。

不管局部地热异常的原因是什么，总起来看，谁都不能否认，越到地球深部温度就越高。存在于太空中的这样一个热体，就不可避免地要失掉她的热能。但是，我们知道，地球表层岩石中含有大量放射性元素，在硅铝层中，钾、钍、铀之类，尤其普遍。因此，有些

人认为，地球的体温，不是在下降，而是在上升；她的体积，不是在缩小，而是在胀大。这种看法，对地球自转速度变化的推论有很重要的关系。由于我们对地球中所含放射性物质的总量，甚至连对它们在地壳表层分布规律的无知，所以光从放射性物质发热的论点，我们很难断定地球究竟是在长期收缩的过程中，一次又一次经过膨胀的阶段，还是一直不断地在收缩呢？或者相反。

如若你根据上述传统的看法，主张地球冷缩说，那么，她的体积缩小，质量必然更集中，惯性动量必然减少，自转速度就必然加快；如若你主张海洋部分陷落，会发生同样的后果；如若你主张地球内部物质不断发生分异运动，也会发生同样的后果；如若你相信地球内部发生对流，那么，当轻重不等的物质自下而上和自上而下对流的时候，她的惯性动量也不可避免地要发生变化，因而她的自转速度，也不能不发生变化；即使你主张地球膨胀说，那么，胀大了的地球惯性动量不能不加大，她的自转速度就不能不变小。这是考虑地球内部可能发生的变动，对她自转速度的影响。

还有作为一个行星的地球，她的运动，也显然不能脱离外界的影响。对她影响最显著的是离她最近的月球。大家知道，通过潮汐作用，月球只能使地球的自转速度变慢，而不能使她变快。虽然这种使她自转变慢的影响不大，但如若在地球长期存在的过程中，她继续不断地变慢，没有其它因素使她变快，她是不是会接近于停止自转？至少，在地质时代，从她的表面构造形态的变化规律、动植物群的生活状态以及冰期反复发现等等事实，还找不着她的自转速度一直变慢的征象。

斯托瓦斯所搜集的大量资料表明，第四纪以来，除了个别地区以外，极圈的海面下降，近赤道地区海面上升。这样广泛的海洋分异运动，不象是由于局部地区升降而产生的结果，而是反映了我们现在正处在地球自转速度变快的时期。月球现在正在缓慢地离开地球，这也显示地球自转速度在加快。有人认为月球是从太平洋方面飞出去的，甚至说是白垩纪时代飞出去的。这种说法，未免走到极端，看来是不符合事实的。有史以来，地球各处陆续发生了极为强烈的地震，也说明许多构造体系，还继续处在活动的状态，因此，地应力测量、地震地质的工作，特别具有重要意义。

（三）争取广大的野外地质工作者就地检验地质力学的某些概念和工作方法，并加以改进

地质力学是一门边缘科学，它的一条腿站在地质学方面，另一条腿站在力学方面。反映地壳运动的一切现象，是它考察和研究对象。由于地壳运动而产生的一切现象，包括构造体系的规律、海洋运动的陈迹等等，是实际的东西，从地质力学整体来看，关于这些东西的知识，是它主要的内容。按照认识运动的过程来看，我们必须把那些对于客观存在的感性知识，在主观方面加工，精炼出理性的认识。这就需要力学来帮助，否则地质力学只能停留在描述现象的阶段，而很难揭穿那些现象发生的内在因素。这两条腿在地质力学领域中，各自所占的范围，虽然有大有小，但它们之间的联系是密切的。大家知道，理论是实践的总结，它又转过来指导实践。我们用力学方法来搞点理论，不是为了别的，而是为了更深入地、更精确地认识地壳运动现象，更准确地掌握它的规律，从而让我们有可能站在我们的工作岗位上，为三大革命运动，作出更有效的贡献。那种为理论而搞理论的作法，是空洞的，无所归宿的，即使你竭尽思虑去搞，终究也是行不通的，要是结合实

际去搞，那就大有可为了。

建国以来，我国地质事业的发展，一日千里。地质力学这个学科也相应地得到了迅速的发展。但是，我们工作的进展还远远地落后于需要。为什么进展这样慢呢？有几条很明显的理由：第一、在我们这个号称地质力学研究所的机构里，工作做得不够，还不能够真正起到样板的作用；第二、地质力学可以说是一门土生的科学。过去，人们对土东西总有点不大瞧得起，搞土东西的人们，也不是经常能够充分发扬自力更生的精神；第三、由于面临着上面所说的情形，我们往往倾向于关起门来自己搞工作，即使有点心得也不大愿意向别人介绍。就是说，我们工作中有脱离群众的倾向；第四、有些搞地质力学工作的同志们，对于自己的工作在生产实践方面可能发挥的作用估计不足，尤其是没有尽最大的努力，主动地同有关的生产单位密切结合起来，有效地解决生产实际问题；第五、有些同志错误地认为自己的数理基础比较差，缺乏搞地质力学的基础，即使去硬搞，也不会有什么前途，倒不如不搞。

现在，伟大的革命化运动，正在深入地展开。上述的一些问题，有的不存在，有的正处在逐步克服的过程中。今后，你们和其他各方面从事地质力学的同志们，一定会把地质力学更广泛地带到群众中去，更深入地带到实践中去，更密切地和生产联系起来，更好地为生产服务。当你们回到自己原来的工作岗位的时候，应当依靠组织，是否可以划出一部分业务学习的时间来，邀集一部分同业的同志，在自愿的基础上，组成地质力学研究小组，结合本单位生产实践的经验或教学的经验，对地质力学的一些基本概念和工作方法，加以讨论、检验和改进。让广大的地质工作者和即将参加地质工作的青年同志们，对地质力学中若干基本概念和行之有效的部分，有所了解，有所认识。当我们向广大的地质工作者介绍我们自己的经验或自由探讨问题的时候，我们必须不骄不馁，牢牢地记着毛主席的教导：“**这里是两条原则：一条是群众的实际上的需要，而不是我们脑子里幻想出来的需要；另一条是群众的自愿，由群众自己下决心，而不是由我们代替群众下决心。**”让我们更高地举起毛泽东思想伟大红旗，谦虚谨慎，并肩前进。

关于改进构造地质工作的几点意见

李 四 光

各位代表、各位同志：

我们这次会议开得很好，收获要比预想的大得多。从这次会议上所讨论的内容和开会的方式来看，可以说，这次会议，是一次革命化的会议，是一次思想、学术双丰收的会议，也是一次团结的会议。我们可以预料，这次会议的精神将对今后构造地质工作的发展产生深远的影响。起初，有一部分同志多少有些怀疑，认为在构造地质方面问题那么多、那么大，在这样的会上可能会引起激烈的争论，下不了台，所以感到这次会议不好开。事实证明不是这样。只要我们按照党和毛主席的教导，以革命化的精神，认真贯彻“双百”方针，会议是可以开得成功的。

有人问，326篇论文怎么处理？我认为这些论文是有价值的，可以按照革命化的精神，采取适当的方式整理和充实一下。这个问题请委员会的同志们来研究解决。

现在，我就大家在讨论中所涉及到的一些问题，提出几点意见，供同志们参考。

一、定 名 问 题

在这次会议开幕时，我提出了这个问题，经过大家讨论，现在看来，已经基本上解决了。除了个别同志外，大家都同意，今后采用构造地质学这个名词作为地质学的一个分科，大地构造作为构造地质学的一部分来看待。不管怎么讲，这是一个名称问题，但还是定下来比较好，否则做工作的同志不好遵循。另一方面，名称也还牵涉到内容问题。究竟大地构造的内容是什么？构造地质的内容又是什么？这次会上作了一些讨论。尽管大家基本上同意把大地构造作为构造地质学的组成部分，但对内容方面的认识是否完全一致，还存在一些问题。

要说大地构造的内容是什么？有的同志认为主要有九大方面：沉积建造、岩浆活动、变质建造、构造形象、古地理、新构造、地貌、结构和矿产。还从这九大方面中提出四个重点，即沉积建造、岩浆活动、变质建造和构造形象，其中又以沉积建造为主帅。这是一种看法，从来还没有提得这样明确。

我自己也有一种看法，前次已经向大家提出了，即构造地质可以分为两个方面：建造和形变。建造即代表形成，是由一些岩石堆积起来或充填起来的。堆积是指沉积物，充填是指岩浆活动的产物。关于岩浆活动的问题，目前还不能全部解决。一切“火成岩”是不是全部由岩浆活动产生的，还是其中有一部分是经过一种地球化学方面的变化产生的，特别是花岗岩化的问题，现在还不大清楚。但是，无论是堆积还是充填，都是代表建造方面，形成方面。这些堆积起来或者充填起来的岩石，好象我们用砖、石头、水泥建造建筑

物相类似。譬如说，墙是用砖一层一层砌起来的，有些地方，我们也可以用一堆水泥填起来。我们也可以说，由火成岩建造起来的那一部分和水泥的填充有些类似，沉积的岩石和由砖砌成的那些部分有些类似。这是建造方面。

刚才提到的大地构造的九大方面，很大一部分，特别是主帅，是指的建造方面，形成方面。当然，里面也有构造岩相的问题，结构的问题。关于结构的内容，我还不大了解，是指岩层、岩块本身的结构还是指形变的结构？那些形成后发生的各种形变，包括大小不同、深度不同和方向不同的褶皱和破裂，是不是也包括在大地构造里的结构和构造形象中？我不大清楚。如果包括在里边，那么，大地构造既包括建造也包括形变，它就应该成为一个专门的学科，代替构造地质学。如果不包括，那就不同了。据我自己所了解的就是这样，对不对还不敢说。

另外，变质建造，是不是一种建造，也成问题。广义的讲，变质现象的某些方面也可以归纳到形变的范畴。如果把变质岩类当作一种建造来看待，那就似乎光是看到那些变质岩类还没有发生变质以前的形成过程，而不一定包括它发生变质的过程。因此，这种看法恰当不恰当，值得考虑。

一种比较合理的看法，应该是形成与形变并重的。如果把那些复杂的形变列为大地构造九大方面之一，在内容的平衡方面是否比较差一些，就是说在形成与形变两个方面的比重上也不那么切合实际的要求。为什么这样说？因为形变包括的内容已经够多了；在解决实际问题的時候，岩层、岩体的形变，对我们提出的问题已经够复杂了。

形变可以概略地分为两方面：有宏观的形变，也有微观的形变。前者包括大、中、小型构造，主要是由各种类型的褶皱和不同性质的断裂表现出来的；后者很清楚就涉及到变质作用及矿物相变和微渺、乃至隐藏的变化。矿物在受了某种应力作用以后（这种应力，可能是热应力，也可能是由动力所引起的应力，或者两者兼有），一方面，它使原来矿物的成分产生一定的变化，甚至产生特殊的变质矿物。另一方面，它又使那些变质矿物，显示特殊排列的方式。在这种矿物的变形和变质的过程中，分子与分子之间固然会发生变化，原子也可能发生变化。对于这一方面的变化，从构造地质学进一步研究的要求来看，晶格位错现象，看来是相当重要的。位错现象，在近代的冶金工业、材料工业方面，也是一个很重要的问题。原子格错动了，不再是原来的形象了，这对发生位错的物质的强度就产生极为重要的影响。有些古老的岩石变得更硬、更脆了，位错是不是决定因素之一，值得进一步探讨。从对单晶矿物的研究，特别是通过电子显微镜的直接观察，可以断定晶体内的位错现象是存在的。对这种位错现象的研究，在研究形变工作中，今后可能是一个新的方向。这样说起来，形变方面包括很多东西：从大构造到小构造，从宏观到微观，直到晶格的位错。这些方面的分量已经很大。所以，我想如果把这些方面的工作都纳入大地构造中的某一方面，似乎有些不大平衡，比重不大恰当。

在这次分组讨论中，有一组专门讨论前寒武纪的问题。前寒武纪这个名称也可以考虑一下。前寒武纪这个名词是从西欧来的。那些地方，前寒武纪岩层暴露得比较少，长久以来，其中很少见到化石。在那里，有些国家的地质学家好象认为寒武系才是地层学的开始。由于寒武系以下的岩石往往是变质岩类，它们的结构都极其复杂，所以，在构造地质学中，人们对它们也是另眼看待了。这个习惯传到苏联，后来又传到中国。这种传统的习惯，结合中国的实际情况，究竟对不对，恐怕还有些问题。中国的震旦纪地层那么厚，其