

生物大量绝灭 · 灾变 · 天文地质事件

Mass Extinction · Catastrophe · Astrogeological Events

徐道一

(国家地震局地质研究所, 研究员)

提 要 地质历史中生物大量绝灭的成因一直是个争论不休的问题。随着航天事业的发展, 一些科学家开始重视对灾变现象的研究, 从而促进了小天体撞击地球的事件的探讨。从80年代初开始, 在距今6 500万年前白垩系—第三系界线层中发现了铂族元素(铱、钼等)异常, 碳氧稳定同位素异常、冲击石英、微球粒等灾变事件标志, 从而提出了那时可能有一个直径约10公里的小天体曾撞击过地球的假说。在地质历史的近6亿年发展过程中曾多次发生过这类天文地质事件, 它们与古生物大量绝灭可能都有密切的联系。

1989年12月17日, 美联社报道, 本世纪80年代十大科学成果之一是: 提出6 500万年前一座像山一样大小的石头撞击地球, 使包括恐龙在内的许多生物在短时期内大量死亡(绝灭)的假说。为什么有关陨石、小行星撞击地球的事件引起科学界人士这样大的兴趣呢? 这是有其深刻原因的。

古生物大量绝灭

关于古生物大量绝灭问题的争论已有一百多年的历史。19世纪中叶以前, 以法国古生物学家居维叶为代表, 把地球历史看成是由一系列灾变现象所分割的历史, 其主要依据是古生物记录, 它表明, 在相当短的地质历史时间内, 古生物许多门类突然死亡, 即所谓生物的大量绝灭。

从19世纪中叶开始, 人们普遍地采纳了赫顿、莱依尔和达尔文的理论观点, 即认为生物大量绝灭仅是一种假象, 它是由于地质记录缺失(不完整)造成的。他们主张均变论, 反对灾变假说。达尔文在《物种起源》一书中, 专辟一章论述“地质记录的不完整性”。自此以后, 科学界、哲学界都把灾变假说作为已被否定的错误理论, 把渐变作为世界上各种事物变化的根本形式。例如, 质变是事物根本性质的变化, 质变是如何引起的呢? 一般的定义是: “由事物的量变达到一定程度所引起的”。这一观念统治科学界100多年, 一直到现在。

在划分地质历史大阶段时, 当前应用最广泛

的方法是生物地层学方法, 即根据地层中所含的古生物化石来确定地质时代。它基本上是建立在达尔文的进化论基础上的, 强调在生物逐渐变化过程中找到它的变化较快的时段。进化论者认为, 在生物发展历史中, 各种生物不断地更新, 新的属种不断地出现, 旧的属种不断地被淘汰。当环境剧烈地变化时, 各种生物都要发生相应变化, 适者生存。这里强调的是“不断地(逐渐地)”变化, 由小的变异“逐渐地”积累成大的变异, 形成了新的种属。它与上述量变积累形成质变的观念是完全一致的。基于这一基本观念, 一些地质学家认为, 整个地球历史的发展是在逐渐地变化, 地质历史阶段的划分没有客观的标准, 仅仅是历史的误会和个人意志的结果。他们似乎已无法用理论观念来解释客观现象了。

然而, 100多年来积累的十分丰富的古生物记录表明, 古生物大量绝灭现象确实存在。在一些地区可以找到地质记录相当连续的剖面, 尤其是近几十年来深海钻孔技术和微体、超微体化石研究的进展表明, 中生界与新生界的交替(约6 500万年前)在一些地区是连续的, 它与一些地层单位内岩层的连续性没有明显差别。因此, 用地质记录的“不完全”来解释中生代与新生代交替所发生的生物门类的巨大差别是不符合客观事实的。缺少两者之间的“中间过渡型变种”是反对自然选择学说的“最明显的和最重要的异议”。类似现象在显生宙其它重要界线处亦存在。

美国塞普科斯基在80年代初对6亿年来的各门类海相动物化石的发生和绝灭的资料进行了统计(以科为单位)。在3 654科中约有1 943科的数据可确定到“阶”的程度。这些科的最后出现的分布情况表明,它们不是均匀地或逐渐地变化,而是有趋势性、周期性的脉冲状变化。在6亿年中大致有8个突然性变化,即古生物的大量绝灭现象。

欧美地质学家对白垩系—第三系(K-R,即中生界—新生界交替)的界线进行了详细研究。在K-R界线处,恐龙突然消失,大量海生无脊椎动物死亡,晚白垩世的主要生物一直延续到晚期梅斯特利克蒂阶的结束。从新生代的古新世早期的丹尼亚阶开始,生物面貌与中生代相比发生了很大变化,约有97%科一级分类单位绝灭,属的绝灭约为48%。白垩纪的有孔虫有90%在中生代末绝灭,超微钙质浮游生物从侏罗纪开始逐渐繁盛,一直到梅斯特利克蒂阶达到顶峰,到新生代初(古新世初期)则突然减少。这一变化的发生仅在几个厘米的岩层厚度中。由于微体和超微体化石个体小,在岩石中保存数量多,因此可准确地追索其变化范围。

上述资料确证了,古生物许多门类在一个相当短的地质时间内发生了剧烈的变化。

在我国,有世界上罕见的二叠系—三叠系(P-T,即古生界—中生界)界线剖面。在海相二叠纪地层中各类海洋动物化石十分丰富,但到二叠纪末,古生代海洋中的腕足类、苔藓虫、有柄棘皮动物为主的生物组合消失了,四射珊瑚、床板珊瑚、棱角石类、笔石、海林檎、海蕾,以及大部分腕足类在早三叠世一开始就完全绝灭。三叠纪一开始代之以软体动物、甲壳类为主的生物组合。这一变化亦发生在几厘米的地层厚度之中。它与K-R界线情况很相似,但生物大量绝灭的程度比K-R界线还要高。

此外,在奥陶纪末、泥盆纪末、三叠纪末、侏罗纪末等都有古生物大量绝灭现象存在。

对上述地质界线上古生物大量绝灭形成原因的认识很不一致。过去一般认为,这可能与海平面下降,古气候变化,古地磁极性变化有关。80年代开始,有人提出与灾变事件有关。

灾 变

人们很早就已知道自然界存在各种灾变现象,如地震、火山爆发、雷击等。但由于这些现象产生的后果范围有限,没有引起科学家的足够重视。本世纪以来,天文学家对太阳内部结构的研究发现,由于太阳质量很大,中心压强极高,处于太阳中心的气体必然具有极高的温度,富含氢元素的太阳气体通过核反应(质子和质子反应)和碳氢循

环把质子聚变为 α 粒子,从而释放出巨大能量。40年代,人工制造了原子弹等核武器,更表明了核反应能产生十分巨大的能量。科学家正在研究,核战争有可能造成“核冬天”,使地球和人类生存产生危机。

60年代开始了人类航天的新时代。对太阳系内行星(水星、金星、火星、小行星、天王星等)以及卫星(月球、火星、木星、土卫等)的研究结果表明,绝大多数天体的表面都可观测到难以计数的圆形坑和环形构造。其中多数是小天体(陨石、彗星、小行星等)高速撞击以后的产物,有少数与火山爆发有关。这样,撞击的灾变作用在过去被认为在地球上是一种罕见现象,实际上它在太阳系内和宇宙中是一种相当普遍,并十分重要的自然营力。这种撞击作用是一种高能瞬间的灾变作用。

宇宙元素成因理论认为,大多数重元素是在超新星爆发过程中生成的,一些轻元素亦是在高能的热核反应中生成的,氢等元素很多是在宇宙大爆炸期间形成的。

由无机物人工合成有机物的过程在实验室内进行时,要通过“放电”的一步。“放电”就是一种突发性能量释放过程。因此,由无机物变成有机物亦必须经过“灾变”突发作用这一环节。

通过高速冲击实验,可以产生一些新材料,或材料的新性质。

总之,灾变作用(在相对短的时间,释放相对高的能量,形成严重的后果)在许多事物的演化过程中都起着重要作用,应予以足够的重视。过去,人们强调的是:事物本身量变的积累可以形成“质变”。这应是质变的一种形式,在自然界是广泛存在的,如水加热到100℃时变成水汽,后者与水有质的区别。这种性质的质变可称为“突变”。突变主要与事物本身的量变有关。灾变亦是一种质变,但看来与突变情况有些不同。因此,研究灾变具有重大的理论意义。

天文地质事件

目前,对6亿年前以来的地质历史研究得较为详细一些,因为在显生宙中保存了比较丰富的生物化石。根据对跨地球轨道的小行星和彗星的数目分布性质的研究,以及已发现的地球上陨击坑(直径 ≥ 100 公里,年龄不老于1.2亿年)的时间分布性质的研究,有人估计,在显生宙(约6亿年前以来)中大约有直径大于或等于5公里的小天体约44~84个曾撞击了地球,平均为每700~1 400万年有一次小天体撞击地球的灾变事件。而直径大于或等于10公里的小天体撞击地球的机会约为每5 500万年一次。

这样的撞击事件对地球的生物圈、水圈、岩石圈和大气圈可引起灾难性的后果。据计算,一个10公里直径的小行星以每秒20公里速度撞击到一个深约5公里的海洋地域,可产生初始动能为 2.6×10^{30} 尔格。可以产生以下后果:

1. 产生温度高达约2万度的、低密度的大量热空气,形成于地球表面,但从冲击地区迅速往外移动,可在地表造成大火燃烧。

2. 形成一个直径大于200公里的陨击坑。陨击坑的高出边缘壁的崩塌可产生海啸,其波高度可与海洋当地深度相当,以每秒0.5公里的速度向外传播。这种波具有很大能量,可以扫过海底,对沉积物产生作用,形成海啸沉积物,特别是在浅水陆棚地区。

3. 有足够的能量产生一个里氏震级表中相当于12.4级地震,或者触发火山爆发或热液活动等。

4. 撞击的小行星体可有 9×10^{13} 吨物质因高温而被化为蒸汽,105立方公里被挖掘的岩石可被抛射到100公里高度,约有80~90%抛射物落下地表,形成一个陨击坑外围的抛射物边缘带,其余的10~20%抛射物则要停留在高空,几个月以后再落回到地球表面。一些物质的蒸汽,冷却后可产生液滴状物质,有的形成玻璃陨石。一些细粒尘埃可在大气层上部停留相当长时间,可作全球性循环,反射阳光,使地球表面温度降低,减少光合作用,破坏食物链。

巨大撞击对环境的另一重要影响是形成亚硝酸和硝酸。硝酸化合物,由于阳光辐射减少,抑制光合作用,并使动物窒息。它亦可影响到地幔和使板块破碎。

通过30多年空间研究表明,有小行星撞击地球的巨大可能性存在。但是,只是在美国阿尔凡雷斯父子等1980年在意大利、丹麦等地的白垩系—第三系界线层中发现了铂族元素(铱含量)异常以后,才使许多科学家认真地探讨这一可能性的现实意义。

由于铱在地壳中含量很低(一般小于0.05ppb),但在陨石等地外物体中有时达到很高值。现在,在白垩系—第三系界线层发现铱含量达几十ppb,因而有理由推测,在6 500万年前有可能有一个直径约10公里的小天体撞击了地球,从而在界线层中残留下有几十ppb的铱含量。除铱含量异常以外,尚有其它一些元素亦有异常出现。此外,尚发现有碳、氧稳定同位素负异常、冲击石英颗粒、微球粒、煤烟尘埃,陨石中特有的氨基酸。其中多数标志都存在于白垩系—第三系界线层中,与生物大量绝灭的出现层位一致。

目前,世界已有几十个地点(大陆和海洋)发

现了上述铱异常或其它一些灾变事件标志。尤其是在北美大陆,不仅在海相的白垩系—第三系界线层,而且在陆相的同时代的界线层中亦发现了类似的许多标志。

近来,在古巴和海地发现有较厚的白垩系—第三系界线沉积物,被认为有可能是由于撞击引起的巨浪(海啸)沉积物。

除6 500万年前的白垩系—第三系界线以外,还在5.7亿年前的前寒武系—寒武系、4.4亿年前的奥陶系—志留系、3.5亿年前的泥盆系—石炭系、2.5亿年前的二叠系—三叠系等界线处都发现有一些灾变事件的标志。在地层层位上,这些标志都与生物大量绝灭大体上在同一层位上。这表明,在当时生物圈、岩石圈、大气圈、水圈都曾发生过突然变化。因此,目前初步研究结果已经显示,在一些重要的生物大量绝灭的地层界线处,都或多或少地找到了一些灾变事件的标志。这似乎已成为一个具规律性的现象了。

现在,许多学者已经同意,古生物大量绝灭是由灾变事件造成的。但对什么性质的灾变事件仍存在着很大分歧。一部分学者认为是地外天体的撞击形成的;一部分学者认为是由火山爆发和海平面变化造成的。

我们认为,由地外小天体撞击地球的可能性要大一些。这是因为,在地质记录中已发现许多巨厚的火山岩岩层,但生物并没有发生大量绝灭现象,甚至一般性绝灭亦不多见。海平面变化在地质历史中经常出现,生物由于海进和海退可以在当时当地死亡或消失,但一般不造成大量绝灭现象。现在生物大量绝灭在全球范围内发生在一个相当短的地质时间内,其突然性和广泛性意味着巨大能量的突然释放。因此,从整体上看,只有小天体对地球的撞击作用才具备这些必需的条件,形成生物大量绝灭以及相应的地质标志。从另一角度来看,小天体撞击与火山爆发、海平面变化亦不矛盾。因为前已提到,由于小天体撞击的巨大能量亦可孕育和触发火山爆发,引起海平面的变化以及其它一系列生物的、化学的、物理的异常变化,从而遗留了这种或那种的地质标志。

我们把地外小天体撞击地球的灾变事件称为天文地质事件。

1908年6月30日在俄国西伯利亚通古斯发生了一次大爆炸。爆炸引起了十分强烈的冲击波,使约2 150平方公里的原始森林倾倒在地,爆炸伴随着十分强烈的闪光,还有一股强烈的热流,引起大面积森林大火。爆炸时发生了巨大声音,在距爆炸中心稍近的牧民有的被震成聋子,有的失去了讲话的能力。其声响传到1 000公里以外,在俄国

(下转第32页)

是为下个世纪初基本解决我国北方发展所需补充水源问题打下基础。因此,除了开始实施东线之外,中线和西线的前期工作也应抓紧进行。

南水北调中线供水范围内的各省市希望这项工程能早日实施。但这项工程的近期规划方案目前还正在研究,可行性研究还有许多工作要做,还不具备很快就开始实施的条件。中线工程的有利条件比较显而易见,如从丹江口水库引水可以自流送水到北京,输水总干渠全部新建有利于保护调水水质。但其存在的问题尚未被人们完全认识,而这些问题的解决都需要一个调查研究的过程。因此,正视并抓紧研究解决工程的存在问题才能真正促进中线的早日实现。为了达到2000年南水北调的主要目标,要把长江水送到京津华北地区,中线工程有一个比较难以解决的问题,就是近期引汉工程很难找到一个投资较少而能小规模送水到京津的初期实施方案。如果国家在今后十年不能为南水北调投入近200亿元,或者至少150亿元的资金,中线工程的开工暂时不宜考虑。

南水北调西线工程看来比较遥远。但从“七五”开始安排的超前期工作,在2000年以前还必须抓紧。根据国土开发的宏观战略布局,首先要解决西线调水的可能性问题。工程所处的青藏高原自然条件恶劣,工作条件异常艰苦,因此对规划研究工作进长期安排并投入适当的财力和人力是完全必要的。

以上介绍中,许多只是个人的见解,谬误在所难免。

(责任编辑 蔡 今)

(上接第14页)

物理学、灾害工程学、灾害地理学、灾害环境学、灾害管理学、灾害社会学、灾害经济学、灾害保险学,等等。在这方面,我国有的还刚起步,有的还是空白。这与我国人口多、地域广、灾种多、灾史长、灾害重的特点很不适应。加强灾害科学的基础研究,促进防灾、减灾技术的发展也是一项刻不容缓的重要而艰巨的任务。

(责任编辑 肖庆山)

(上接第38页)

中部到处能听到类似于重炮轰鸣的响声。爆炸引起了地面强烈震动和全球性气压扰动。距爆炸中心的西南方向约600公里处坎斯克火车站的门、窗和灯都摇晃,行驶中的火车在铁轨上摇晃。通古斯爆炸的整个能量估计约为 $10^{23} \sim 10^{24}$ 尔格,相当于2 000万吨TNT炸药的能量。据研究,通古斯爆炸可能是一颗彗核直径为40米,重约500万吨的彗星在高空进入大气层,由于高速产生高温熔化而产生游离氢,在5~10公里高度处与臭氧结合发生爆炸,进而触发核爆炸。这是本世纪以来自然界发生的一个罕见天文地质事件。由于发生在人烟稀少的西伯利亚,故而人员伤亡不多。如果它发生在人口稠密地区,则会造成惨重伤亡和巨大损失。

在地质记录中,发现有玻璃陨石、微玻璃陨石。这是已被证明与地外小天体撞击有关的产物。在我国海南岛有“雷公墨”就是产生于约70万年前的一种玻璃陨石。玻璃陨石是一种比通古斯爆炸规模更大的天文地质事件产生的。

前面提到的重要地质界线的天文地质事件是6亿年前以来最大的几次灾变事件。它们是当今人类不能目睹,只能根据过去的地质记录和现在太阳系各个天体上大量存在的规模巨大的陨击坑的事实推断出的,因而是综合判断分析结果的推论。如果,这一假说能被证实,灾变作用的重要意义将会使人类的某些固有观念产生根本性的变革,可大大提高对自然界本质的认识,有利于促进科学技术的进一步发展。

(责任编辑 宋义荣)

(上接第47页)

为了提高产值和效益,将不断提高复种指数和开发资源的多层次利用的技术,并使产品精致化。新的技术结构应能创造更多的就业岗位并把劳力从费力的简单劳动中转移到有更高技术含量的、能创造更高价值的作业上来。

什么是90年代和走向21世纪的中国农业技术?生产正等待着科技的回答。

(责任编辑 蔡德诚)