

被冰覆盖住了，海洋几乎没有了。这里有一个专业名词，叫做雪球地球，Snowball Earth。

那个时候，地球上的生命全都生活在几公里，甚至是十几公里的冰层下面的地下，靠着地球内部的核反应产生的热量维系着生命。直到后来暖和了，所有的冰都融化了，才迎来了下一个寒武纪的生命大爆发。

现在也有一些结合冰期进展的历史的研究，比如说1万年前，最近的冰期已经结束了，人类又重新回到了平原，气温升高了，才有更多的植物生存的可能性，所以农业的萌芽才有可能。而你去参考历史，人类的农业也确实就是从1万年前开始爆发的。

还有4200到4100年前，因为冰雪的融化导致了全球的洪水泛滥，这个也正好对应着尧舜禹时代治水的故事。所以地球上的生命史，或者人类的文明史总离不开温度这个大背景。温度要是平均升高了5、6度，生命就有了各种的可能性，就有各种可能把体型长到10厘米以上，甚至是几米、几十米的尺寸，这样才有可能离开海洋。如果温度降低了5、6摄氏度，生命就只能潜伏在地底下，只能以微生物的方式苟活，所以这些就更吸引科学家研究到底是什么让地球一会儿冻住，一会儿又解冻的。

### ——◆ 正反馈和负反馈 ◆——

虽然我刚才说过，到现在也没有什么值得介绍的成果，但我们可以借此来了解一个科学思维，那就是正反馈和负反馈的机制。一般来说，在自然界出现的相互作用中，正反馈占比非常少，大都是负反馈。冰面的解冻和冻上，这个过程是正反馈，咱们说过了。

负反馈又是什么呢？

就是一个因素的出现导致了一个现象的发生，但是正因为这个现象发生了，会削弱这个因素再次出现的可能性，所以慢慢地，这种事情虽然出现了，但后续的发展是朝着越来越弱的方向进行的，这个就叫做负反馈。

咱们可以举一个例子：

比如像埃博拉病毒，或者是其他任何曾经出现在人类社会肆虐过的这些病毒，它们都是倾向于往毒性越来越弱这个方向演化的，因为如果它是那种杀人不眨眼的病毒，人一感染，第3天就死翘翘的那种病毒，虽然在病人体内看上去这种病毒暴增的速度奇快无比，非常厉害。但是，也正因为它杀死宿主太猛烈了，抑制了宿主去感染其他人的可能性。你想，感染的第2天就站不起来了，第3天就死了，他是不太可能出门去感染其他人的。所以，毒性猛烈的那些病毒只会出现在感染一个新物种的最初期，之后它就随着宿主大量死亡也就死掉了。

一个强大的繁殖功能出现了，但正因为这个因素的出现，带来了一个强烈的反馈效果，就是你很难让宿主感染其他人，这就起到了一个负反馈的效果。所以你看，凡是那些广泛流行起来的病毒，它们都是温和的，甚至已经转化成慢性病了，有一些甚至都跟宿主和平相处了。

比如像咱们之前提到的疱疹病毒，如果你了解了这个过程，你再听薛兆丰老师的《北大经济学课》你也会发现，经济学现象中也有很多很多负反馈的现象。负反馈的机制是大自然里自然而然形成的，为什么呢？主要就是因为像能量、资源都是有上限的，它没法无限地供应。

咱们再来说说正反馈的那些规律，它的规律就是它达到极限的速度非常短，增长或者削弱的速度非常快，它很快就会达到极限，为什么呢？

主要是因为像能量、资源都是有上限的，没法无限供应。可是正反馈的情况是指数级别地加强的，它发展的速度太快了，会在短时间内马上就碰触到资源的上限，于是就停止了。

比如生活中常见的例子，我们把麦克风靠近音箱的时候，这正反馈马上就开始了。麦克风把收集到的任何一点声音通过音箱放大出来，音箱放大之后的声音播放出来，又被麦克风收集到，这个时候的音量已经比上一次增强了一个档次。可是收集到的声音又会通过音箱放大，再次播放出来，这就比刚刚还要大。结果这个更大的声音继续被麦克风收集。所以当麦克风接近音箱，可能不到1秒的时间内，音箱就会以最高的频率，最大的音量尖叫起来。可是音箱设计起来它总有功率上限，马上就到顶了。

听懂了这个过程，我们再来看阳光和冰面，它是一个决定了地球温度99.98%的因素，还有一点因素是地球内部的发热。它就发生了正反馈，你看地球上没有任何因素能与阳光导致地球发热来抗衡的，所以当我们听完今天的课，我们至少能够意识到，导致地球大冰期和温室期交替出现的原因不能从地球内部找，而它一定是某些因素影响了阳光的光照强度导致的。那至于是怎么变的，为什么这么变，就只能等待科学家们去寻找答案了。

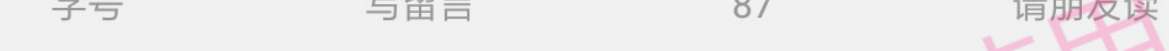
听完今天的课，你只要明白这个道理，就不会对其他的解释，比如像什么地壳运动导致地球热量的变化感兴趣。

### ——◆ 今日思考题 ◆——

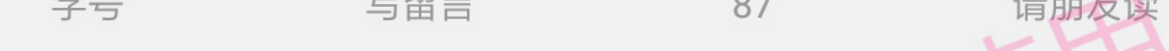
虽然在自然界正反馈比较少，但是我也想请你举出一个正反馈的例子来。

欢迎你把它写在评论中。

用户留言 写留言



地球的生命史和人类文明史，都离不开地球温度的大背景，地球曾经几乎完全被冰层覆盖，生命只能潜伏在地下，气温升高给了生命更多的可能性。地球的温度来自阳光与地球内部的核裂变，而阳光决定了其中的99.98%。



卓克

我是卓克，咱们明天再见。