

# 青藏高原诞生谜题 科学家已争论百年



本报记者 陆成宽

最近,我国开始了第二次对青藏高原的大规模综合性科学考察研究。虽然,上世纪70年代开展的第一次青藏高原综合科考取得了一些“科学大发现”,但是人们对这片雪域高原的了解还远远不够。

时至今日,作为地球“第三极”,青藏高原的形成过程仍然没有定论,科学家为此已经争论了百年。百年间,他们提出了各种学说解释青藏高原新生代地壳的变形和地表的隆升。

## 解释一:青藏高原是“垫”起来的

印度地壳俯冲学说认为,印度地壳整体性下插到青藏高原之下,导致了双倍于正常大陆地壳厚度的地壳和青藏高原的形成。

地球物理观测数据表明:青藏高原地壳的厚度是正常大陆地壳厚度的两倍。早在1924年,为了解释这个问题,瑞士地质学家阿尔冈根据大陆漂移理论提出了印度地壳俯冲学说。该学说也是最广为人知的一种解释青藏高原形成的模型。

“印度地壳俯冲学说是指印度地壳整体性下插到青藏高原之下,导致了双倍于正常大陆地壳厚度的地壳和青藏高原的形成,印度地壳就好像一块板垫到了青藏高原的下面。”8月29日,中国科学院地质与地球物理研究所陈林副研究员接受科技日报记者采访时这样说。

此后,不断有科学家在此基础上,对这一学说进行了完善。

英国地质学家鲍威尔和康拉罕1973年提出了改进版地壳模型。他们认为印度大陆的俯冲作用导致了青藏高原双地壳结构和均一海拔高度的形成,也就是印度大陆岩石圈的板底垫托作用导致

了青藏高原地表的快速隆升。与阿尔冈的“一块板”垫托的观点不同,该模型认为青藏高原的隆起是由印度大陆岩石圈“多块小板”垫托起来的。

1985年,美国地球物理学家提出了衍生版俯冲模型大陆版说,该学说认为在青藏高原的地下壳存在着一种黏滞性很低的黏流体,刚性的印度地壳向西北侵入到软弱的青藏高原低黏滞性的下地壳中,其动力机制类似于液压机顶的原理。在印度地壳侵入的压力下,青藏高原隆起抬升。

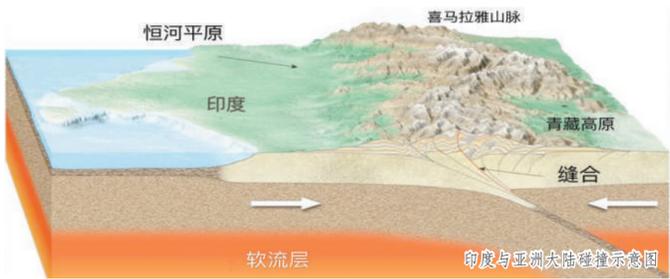
根据千斤顶原理,青藏高原必须在印度地壳侵入的地方保持低强度,同时,印度地壳侵入地方周围的岩石属性必须具有高强度,这样才能在横向上承受印度地壳侵入的压力,发生向上的隆升。然而,青藏高原周围的块体并不都具有高强度,不满足横向承受住印度地壳侵入压力的条件,因此该学说不能很好地解释青藏高原的隆升。

## 解释二:青藏高原是“挤”出来的

一致性增厚学说认为印度板块向北推挤,导致青藏高原岩石圈大规模缩短,由此产生了比正常地壳厚一倍的地壳,导致了青藏高原的隆升。

如果我们想把房顶变高,会有两种选择:可以在原来房顶上再加盖一层,也可以把原房顶两边的屋脊往中间挤,让它更高耸。

英国地质学家杜威和伯克就觉得青藏高原是靠第二种方法“长”起来的。他们于1973年提出一致性增厚学说,认为在青藏高原地体之下并



# 亚特兰蒂斯沉浮记

■ 惊奇档案

莫菲

大约在1万年前,在加勒比海的一个海岛上,有一个富饶的国度,他们拥有与那个时代不相符的先进文明,能够制造精美的青铜器,甚至还能造出可航行很远距离的船只。相比于这个海岛,当时世界上的其他许多地方就是荒蛮之地,人们靠着简陋的石器维持生计,过着食不果腹的日子。这个先进的文明就是——亚特兰蒂斯。

亚特兰蒂斯在加勒比海,这不是什么新的观点。早在2010年,法国的一个水下考古小组称,他们在加勒比海海底拍到了一个奇特区域的图片,这个区域很大,呈矩形,看上去很像一座城市的遗址,不仅有建筑的残迹,纵横交错的城市街道也清晰可辨。还有一些潜水爱好者称,他们曾在加勒比海中见过类似的景象。但是这些发现还不足以证明亚特兰蒂斯就在加勒比海。不过近期一些研究人员结合亚特兰蒂斯的灭亡时间和同期地球上的地质变化为这个观点提供了科

学的证据。

在地质学上有一种现象叫“冰后回弹”,说的是在冰期的盛冰期,上面覆盖冰盖的地壳由于冰盖重压而下沉,从而驱使其下的地幔物质流向冰盖较薄或者没有冰盖的地壳之下,使这些地方隆起,当冰盖融化之后,被挤到其他地方的地幔物质会回流,地壳又会恢复到原来的样子。而未次冰期盛冰期时,一些地方冰盖的厚度甚至达到了3千米,这比目前世界上最高的建筑还高了许多,在它的重压之下,地壳大幅下沉。这些厚重的冰盖大约在1.4万年前开始消融。

从时间上来看,亚特兰蒂斯沉没的时间正好就是末次冰期冰盖融化的时间,由此研究人员推测,亚特兰蒂斯可能是经历了冰后回弹之后沉入海底的,这意味亚特兰蒂斯不仅近海或者在海中,而且应该位于某个有冰盖覆盖的大陆板块边缘,或者与这样一个板块相邻。

那么,在世界上哪个区域既有可能经历冰后回弹,又靠近海或者海里呢?答案就是加勒比海。加勒比海所在的加勒比板块位置很特殊——夹在北美板块和南美板块中间。这个板块大部分地区

没有吸收印度大陆的地壳,印度板块的作用就好像是一个带有锯齿形末端的刚性块体而向北推挤,青藏高原岩石圈大规模地缩短,由此产生了比正常地壳厚一倍的地壳,从而导致了青藏高原的隆升。该理论认为整个亚洲大陆地壳的南北向缩短增厚是连续性的和一致性的。

## 解释三:青藏高原是“浮”上来的

一致性增厚以后,青藏高原下方增厚的岩石圈地幔被软流圈物质剥离取代,导致总体质量减小,在软流层浮力作用下,地壳隆起抬升。

1981年,澳大利亚地球物理学家霍斯曼和英国地球物理学家麦肯齐等人提出,一致性增厚以后,青藏高原下方增厚的岩石圈地幔被更热和更轻的软流圈物质对流剥离并取代,导致岩石圈总体质量减小,在软流层浮力的作用下,地壳隆起抬升。这个过程就好像将一块下方绑着铁块的木板放入水中,铁块掉下去以后,木板就会在浮力作用下上浮。

## 解释四:青藏高原是“堆”起来的

下地壳流学说认为随着青藏高原地壳增厚,低黏度的下地壳在重力驱动下向低海拔区域流动,并在高原周边受阻聚集,从而导致地表隆升和高原扩展。

自霍斯曼、麦肯齐等人提出他们的想法后,一些科学家也开始把关注点放在青藏高原下地壳。1997年美国地球物理学家若伊邓等人就提出了青藏高原演变的下地壳流学说。该学说认为青藏高原东缘地区的地形特征被认为是来自高原中部的下地壳软弱物质在重力作用下,向东部流动并因受阻而聚集,在这个过程中囤积起来的物质就会向上“挤”,这就导致了地表的抬升。陈林进一步解释说:“随着青藏高原地壳的增厚,低黏度的下地壳在重力的驱动下向周边低海拔的区域流动,这些流动的下地壳物质在高原周边受阻而聚集,从而导致了地表的隆升和高原的向外扩展。”这个模型认为上地壳变形对地形生长的贡献微乎其微,而下地壳管道流才是导致地壳增厚和地表抬升的主导因素。

### 相关链接

## 科学家揭示青藏高原形成地壳流变机制

“已有的模型几乎很少关注地壳流变非均一性对青藏高原形成的影响。”陈林说,实验岩石学的研究表明,由于岩石成分不同,大陆地壳流动变形的强度可相差达到三个数量级,沿着整个碰撞带岩石圈结构存在着强烈的非均一性,也就是差异性。

为了探讨这个问题,陈林与澳大利亚莫纳什大学法比奥·卡比塔尼奥博士、美国伊利诺伊大学香槟分校刘丽军博士以及瑞士联邦理工学院塔拉斯·盖亚教授合作,利用三维热-力学模拟研究方法研究了不同强度的构造板块之间的碰撞过程。

研究者首先测试了两种模型,即一个弱的



都在加勒比海中,只在西部和北部有一些陆地。

我们都知道,北美板块和南美板块拥有大片的陆地,在末次冰期的盛冰期,这些陆地上都覆盖了厚厚的冰盖。研究人员认为,在冰盖的重压之下,北美板块和南美板块之下大量的地幔物质被挤到了夹在两个板块之间的加勒比板块,从而将这个板块大幅抬升。在冰盖融化之后,3个板块又恢复到了原来的样子。而后续的研究也显示,在大约2万年前,加勒比板块确实出现了一个大幅度的上升,这足以将原本在加勒比海海底的海壳抬升到海面之上,形成岛屿,而到了大约1万年前,这个板块开始下沉,那些在盛冰期出现的岛屿又沉入了海底,这与亚特兰蒂斯大约在1万

年前沉入海底的时间是吻合的。

综合此次研究,此前人们在海底拍到的城市废墟的照片以及那些关于加勒比海海底城市废墟的目击证言,研究人员认为,亚特兰蒂斯极有可能就在加勒比海中,它就位于约2万年前从加勒比海中冒出的岛屿中的一个岛屿上。

这项研究为亚特兰蒂斯位于加勒比海这个观点提供了地质学上的证据。不过,亚特兰蒂斯是否真的藏在加勒比海的海底,还需要考古学家们在这片海域找到有力的文物证据才能下结论。鉴于加勒比海的平均深度达到了约2.5千米,在海底研究和打捞文物都非常困难,因此要证明这个观点,还有很长的路要走。

### ■ 奇观



## 最大鱼龙化石被“重新发现”

据国外媒体报道,英国和德国科学家近日在博物馆中“重新发现”了一具成年雌性鱼龙化石,化石长度为3至3.5米,是该类动物中最大的化石纪录。该化石20多年前发现于英格兰海岸,但直到最近才被科学家拿来研究。鱼龙是一种类似鱼和海豚的大型海栖爬行动物。它们最早出现于约2.5亿年前,比恐龙稍微早一点(2.3亿年前),约9000万年前灭绝,比恐龙早灭绝约2500万年。有些鱼龙身体十分小,但有些鱼龙身体很大。



## 狡猾鲨鱼钻进球状鱼群躲猫猫

近日,摄影师David Palfrey在西澳大利亚珊瑚湾拍下了一组有趣的画面——一头狡猾的短尾真鲨邂逅了一大批聚集的鱼群,以往鲨鱼遇到这种情况一定会冲过去饱餐一顿。但是这头短尾真鲨面对眼前的大餐,却选择悠悠游进球状鱼群,似乎是在和摄影师捉迷藏。



## 英国海滩惊现“外星生物”

最近,英国德文郡的哈特兰海滩上出现了一根奇怪的酷似外星生物的东西。经专家鉴定,这是一段被冲上岸的树干,上面布满了稀有的鹅颈藤壶。鹅颈藤壶在中国被称为狗爪螺,是藤壶类生物,又名海鸡脚,有“来自地狱的海鲜”之称,生活在海流交换较为频繁的岛屿礁石缝隙里,它富含微量元素,味道鲜甜。



## “水下黑洞”沉浸远古生物骨骼

数千年前,墨西哥尤卡坦半岛海底水下洞穴曾是冰河时代末期早期人类和远古动物的重要迁徙通道,但是许多不幸的生物在此次旅行中死亡,最终它们的骨骼化石沉浸在神秘水下洞穴中。

该水下洞穴保存的骨骼化石历史可追溯至约1.3万年前。其中包含3种不同的巨型物种,还有短面熊以及山地狮和剑齿虎等动物的骨骼残骸。除了发现更新世巨型动物外,潜水员还在这里发现了被命名为“Naia”的,美洲境内迄今“最完整的早期人类骨骼化石”。

图为被命名为“Naia”的人类头骨化石。

(本版图片来源于网络)