

傲然屹立在平原之上的纪念碑岩 摄影 / Patrick Emerson



美国国家自然地标 ——纪念碑岩杂记

撰文·供图
金文驰

截至目前,在美国本土和不少海外领地中,共有599处国家自然地标(National Natural Landmark),每一处地标都代表了美国“现存最佳的具有独特生物和(或)地质特征的范例”。国家自然地标项目创立于1962年5月18日,由美国国家公园管理局负责管理。由于美国大多数土地为私人所有,接近三分之一的国家自然地标都完全归私人所有,获得国家自然地标的名号并不会改变该地的土地权属。

堪萨斯州位于美国腹地,东西宽,南北较窄,全州地势较为平坦,缺乏山地。我有幸拜访了该州西部的一处国家自然地标:纪念碑岩自然区(Monument Rocks Natural Area)。在

白垩纪时,这一带还被一片温暖的热带浅海覆盖:海中霸主沧龙不可一世,而翼展可达5米的翼龙宛如一架架轰炸机在海天间翱翔……而如今,这一带环境干燥,别说海洋了,连一个小湖泊也难觅。干燥的土地上少有树木生长,白垩岩岩柱和岩墙等傲立在高天下,宛如荒漠中的鬼城,述说着沧海桑田的巨变。

初识纪念碑岩

从落基山脉脚下的丹佛出发,驱车沿70号州际高速公路东行,约三个半小时后,便抵达堪萨斯州西部的奥克利(Oakley)。从这里转上双



向两车道的美国83号公路，继续南行。这一带地势平缓，放眼四望，难得见到一棵树木，稀疏的草本植物高不及膝。一般来说，树木不能生长的地方要么是年均温太低，要么是年均降雨量太

少。此地的情况属于后者，这里地处美国腹地的中央大平原，西部高耸的落基山脉阻挡了绝大部分从太平洋西来的水汽，在山脉东部投下一大片较为干燥的雨影区，不时从墨西哥湾北上的



纪念碑岩的岩体具有明显的水平层理，普遍有三四层楼高，最高者高约21米



上：纪念碑岩是白垩纪时期的海洋沉积物经侵蚀后留下的残余
下：一只假装翅膀受伤的双领鸻。佯装受伤行为可以吸引天敌的注意力，从而保护卵和雏鸟 摄影 / Andy Reago & Chrissy McClarren

暖湿气流是此地降水的主要水汽来源。想要在这里开展种植业，必须用机井抽水灌溉。从高空俯瞰，可以看到一个个圆形的人工绿洲，规整地排布在大地上，圆圈内绿意盎然，圈外一片枯寂。

这一路地广人稀，难得见到一户人家。路旁一块简易指示牌上的箭头指向左侧，告知纪念碑岩在距此7英里（约11千米）的西南方向。我随即拐上一条尘土飞扬的土路，颠簸着在烈日下向西南方向进发。一座开采原油的“磕头机”

在远处孤独地运行着，除此以外就难见一个运动的物体，这真是一个荒凉的世界。拐过一个直角弯后，平整的天际线上浮现出一片浅灰色“土包”，虽然看起来并不高，但在这平坦的平原上显得很突兀，那应该就是纪念碑岩了。

车行至纪念碑岩脚下，才发现刚才所见的“土包”普遍有三四层楼高，最高者高约21米。它们傲然耸立在平坦的田野中，气场诡异。它们有的孑然孤立，如一座桥头堡；有的连成一片，似城墙似城堡；还有的岩体上有一巨大的穿孔，宛如城门。这和我国西北新疆

和甘肃等干旱地区的风蚀雅丹地貌“魔鬼城”很有几分相似。虽然这里归私人所有，但并没有设立大门收取门票，也没有设立摊贩和任何配套设施，仍保留着荒蛮之气。来此参观的“游客”并不多，和我同游的只有一对夫妻和他们的小孩。

环顾四周，我没有看见大型动物，倒是脚旁一只蝗科昆虫引起了我的注意。它的体色浑黄，和周围环境颇为一致，看来这是很好的保护色。在这无树的平原上，一些地面被碎石覆盖，谁能

想到在这样缺乏遮蔽的地面上，我竟然发现了一个鸟巢！不过巢中并没有树叶树枝等垫材，整个巢只是一个在地面上稍凹陷的小坑而已。巢中有4枚蛋，蛋壳斑驳，接近鹌鹑蛋的花色，和周围碎石色泽很相近。正当我猜测鸟巢主人是谁时，耳畔传来一阵鸟鸣。循声望去，一只双领鸻 (*Charadrius vociferus*) 正假装自己翅膀受了伤，趴在地面上挣扎，看来这窝蛋就是它的。

双领鸻是一种特产美洲的鸻科鸟类，它们尤以佯装受伤而将天敌引离鸟巢的行为著称。这也不难理解，因为它们在地面上筑巢，一旦巢穴被天敌发现，雏鸟或鸟蛋几乎没有抵抗的余地，所以亲鸟只好“声东击西”，将天敌引向自己。只见这只亲鸟卖命地“表演”，我想还是不要打扰它了，便快步离开。

身处内陆的海洋遗音

据美国国家公园管理局的网站介绍，这一国家自然地标位于堪萨斯州戈夫 (Gove) 县境内，设立于1968年，面积约134公顷，包括“白垩质的岩柱、小丘和尖塔，以及白垩纪时期的海洋沉积物经侵蚀后留下的残余”。

走到这些白垩质的“土包”跟前，可以看出它们具有明显的水平层理，其质地介乎土与石之间，并不均匀，颇为松散，似乎一阵大雨便能冲掉不少细碎的结构。据介绍，它们为奈厄布拉勒组 (Niobrara Formation) 白垩岩，是一种海相沉积岩。换句话说，它们是海底沉积物在巨大的压力等作用形成的。但此地所在的堪萨斯州身居内陆，就连与其接壤的州中也没有一个是靠海的。要了解奈厄布拉勒组白垩岩的身世，还得要追溯到白垩纪。

当时，位于太平洋东北部的法拉隆板块与北美板块发生碰撞，在这一过程中，法拉隆板块以一个较小的角度向下俯冲，地壳也随之下降，形成一“洼地”。在白垩纪中期，海平面比现在高，北冰洋的海水开始从高纬度地区向南注入这一“洼地”。后来，海水又从南部的墨西哥湾北上，和来自北冰洋的海水连成一条从北

冰洋贯穿至墨西哥湾的南北向的海道，这便是西部内陆海道 (Western Interior Seaway)。这一海道将当时的北美洲分为东西两块大陆，在堪萨斯州境内，海道的东岸大致把该州从中间由南至北分为两半。西部内陆海道也经历了多次海侵和海退过程，海道最宽处约有1000千米，但深度普遍较浅，据估算，其最深处也不过八九百米。

到白垩纪晚期，这一带仍被热带浅海覆盖。海中生活着大量的钙板金藻 (*Gephyrocapsa*)，它们是金藻纲钙板金藻科钙板金藻属的单细胞藻类。金藻纲藻类的光合色素除叶绿素外，还包括胡萝卜素、叶黄素和褐藻素，因此外观多呈金黄色，故而得名。光合作用产生的碳水化合物除为细胞提供能量外，多余的碳水化合物主要以昆布多糖的形式储存起来，在遇到恶劣条件时，它们可以产生囊胞来渡过难关。钙板金藻体型微小，肉眼无法识别。它们的细胞壁外能生成二甲基硫，这种硫醚化合物有着海鲜般的特殊气味，是海腥味的来源之



一种现生的钙板金藻 摄影 / NEON ja



上：藏于加拿大皇家安大略博物馆的巨扇贝化石 摄影 / Daderot

下：藏于耶鲁大学自然博物馆的板果龙化石

一。二甲基硫散逸到空气中，还可成为云层的凝结核，使云量增加，反射太阳辐射，因此可能对减缓温室效应有一定的作用。

钙板金藻的细胞壁外还有一层主要成分为碳酸钙的外板。在一些钙板金藻中，这些富含钙质的外板会不断脱落，新的外板也在持续形成，而有些钙板金藻的外板在它们死亡后才脱落。在漫长的时光中，这些外板就像持续落下的“钙雨”，沉积在海底，它们便是奈厄布拉勒组白垩岩的原料。如今，这种白垩岩广泛分布在美国和加拿大的大平原上，它的模式产地就位于堪萨斯州东北部。如今的纪念碑岩一带曾经都被厚厚的奈厄布拉勒组白垩岩覆盖，一些部位的白垩岩抗侵蚀性较强，当它们周围的白垩岩被时光侵蚀一空后，它们依旧傲立，便有了我们今日所见的各种岩柱和小丘等结构。

白垩纪海洋动物群

白垩纪海洋在纪念碑岩自然区留下的不仅有白垩岩，此地还“富含白垩纪海洋动物化石”。只需稍加留意，便不难发现白垩岩中数量众多、层层叠叠的已灭绝的软体动物化石。其中要数灰白色的假股贻贝 (*Pseudoperna congesta*) 数量最多，它们的形态和我们吃的牡蛎有几分相似，但个头却小了一圈。

而在假股贻贝间，不时还能见到一片片近乎水平的板状物。它们呈淡黄褐色，厚度可超过2厘米，断面上还能见到纵向排列的柱状结构。我当时虽然可以大致确定它们为化石，但很难看出其类别。后来查阅资料才知道，这竟是已知最大的双壳纲动物——巨扇贝 (*Platyceramus platinus*)。它们的壳体具有明显的长轴，人们曾发现过长轴长度达3米的个体。而在纪念碑岩的岩柱中，我也发现了一些长度约一米的个体。在白垩纪海洋中，巨扇贝硕大的外壳上不仅附着有年幼的个体，它们还是假股贻贝等其他软体动物的着生处。此外，古生物学家还曾在巨扇贝壳体内发现过珍珠。

曾生活在纪念碑岩及其所在的戈夫县境内



岩体局部，可见假股贻贝和巨扇贝化石

的动物远不止假股贻贝和巨扇贝这样的无脊椎动物，从较为原始的海鸟，到海中霸主沧龙，再到翼展可达5米的翼龙……都曾在这片海天间生存。依据一海洋动物群的众生相，我们不难还原出一幅白垩纪热带浅海的“丛林世界”画卷。遗憾的是，纪念碑岩并没有配套博物馆来展示化石，在此地和附近出土的一些体型较大的爬行动物化石如今分散在美国多地的博物馆中。我后来拜访了耶鲁大学自然博物馆、堪萨斯大学自然博物馆和丹佛自然科学博物馆，见到了其中部分成员的化石。

在耶鲁大学自然博物馆一楼的化石展厅中，一块一人多高的白垩质平板上浮现出一只板果龙 (*Platecarpus tympaniticus*)。其骨骼稍显凌乱，头部梭子形，牙齿锋利，肋骨略弯曲。脊椎骨有的相连，有的散落一地，仍然保持着1877年被发掘时的位置。从这些骨骼可以看出这种板果龙为体型中等的沧龙，是一种海生爬

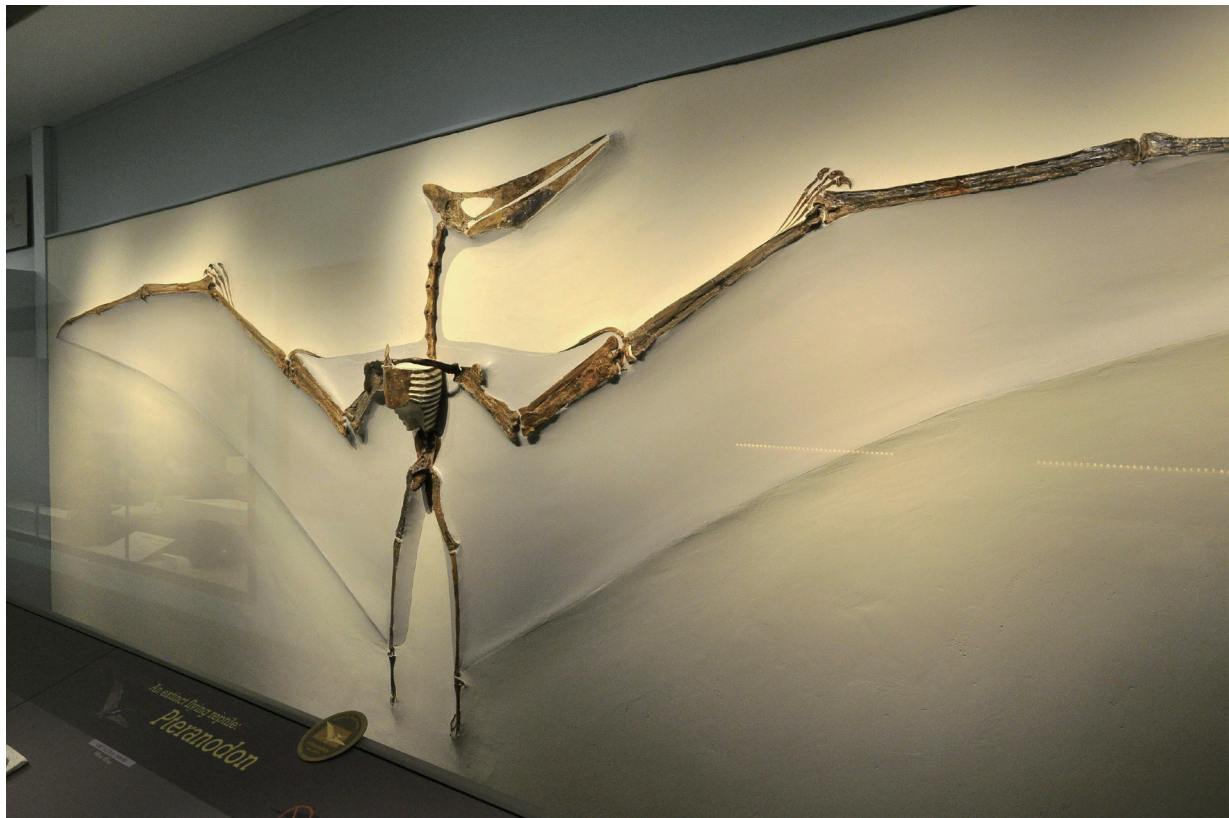
行动物，最初是由耶鲁大学的古生物学家发表的，而且这一标本是目前发现的保存最为完好的沧龙标本之一。以前人们认为这种板果龙游速较慢，它们静静地伏在水底，等猎物经过时才猛然出击。不过一项发表于2010年的研究认为，这种板果龙具有尾叶发达等特征，应该是一种游速较快的凶猛捕食者。

而一走进堪萨斯大学自然博物馆，抬眼就能看到门厅中悬吊着一具盘旋的巨海王龙 (*Tylosaurus proriger*) 化石标本。它长尾长身，体长约14米，颞部也很长，排排利齿令人生畏。巨海王龙是海王龙属中体型最大的种之一，这一标本出土于1911年，是全球已知最大的海王龙标本之一。虽然古生物学家在全球多地都发现了海王龙属化石，但堪萨斯州西部仍是该属化石最重要的产地之一。和板果龙一样，巨海王龙也是一种沧龙，它曾是西部内陆海道中的顶级捕食者。板果龙和巨海王龙的名字中都含有



藏于堪萨斯大学自然博物馆的巨海王龙化石





藏于堪萨斯大学自然博物馆的无齿翼龙化石

“龙”，它们也和恐龙生活在同一时代，但这两者并不是恐龙，它们和现生蜥蜴的亲缘关系更近一些，因此可看作是生活在白垩纪海洋中的巨型蜥蜴。

除了在海中遨游的巨型蜥蜴，西部内陆海道的海面之上还有其他爬行动物翱翔。博物馆的一面白墙上赫然“贴”着一具翼龙的化石，它隶属于无齿翼龙属 (*Pteranodon*)。它长颈、长腿、长臂，上肢一指极度延长，墙体上用石膏做出了翼的边界，可以形象地看出翼展约有5米。它的喙部较大，但和鸟类一样没有牙齿。在一些无齿翼龙的胃部位置上，古生物学家还发现过鱼类骨骼化石，再结合其长长的喙部，推测出鱼类是其食谱的一部分。不过对于无齿翼龙究竟如何捕鱼，古生物学家还没有达成共识。一种假说认为它们不能从水里起飞，因此只能贴着水面飞行，用长喙捕鱼；不过也有假说认为无

齿翼龙的头部、肩部和颈部较为壮实，这和现生的靠从空中扎猛子捕鱼的鸟类类似，因此它们应该是可以入水捕鱼的。大家对翼龙应该并不陌生，但称其为“龙”多少有些误导公众，大家会下意识地认为翼龙是恐龙的一类，其实不然，翼龙在系统演化上比恐龙出现得要早，两者具有一个共同祖先，而翼龙也是首类演化出自主飞行能力的脊椎动物。美国各州几乎都会选出自己的州化石，往往是该州常见或视觉冲击力较大的一种已灭绝动物，但堪萨斯州的州化石却有两种，其中之一便是无齿翼龙。

看过这些体形硕大、曾在海中或海面之上遨游飞翔的爬行动物，再回看今日干燥无树的纪念碑岩，如果要概括这一环境剧变，恐怕没有比“沧海桑田”更合适的了。

(责编 桑新华)