

李 方 正

宇宙来客-陨石

地 质 出 版 社

宇宙来客—陨石

李方正

*

地质部书刊编辑室编辑

地质出版社出版

(北京西四)

地质印刷厂印刷

(北京安德路47号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本：850×1168¹/₃₂·印张：2.1875·字数：55,000

1980年4月北京第一版·1980年4月北京第一次印刷

印数1—14,290册·定价0.25元

统一书号：13038·新1

目 录

疾逝的流星	1
客人从天而降	6
陨石的三大类	10
达尔文玻璃	13
新客旅历	19
历史记录	24
生命物质之谜	28
年龄的测定	31
星陨如雨	35
北国的奇观	38
谜底初晓	40
微如尘埃的陨石	44
地球的创伤	47
满目疮痍的月球	52
陨石成矿论	56
宇宙史卷	60
一门宇宙科学	64

疾逝的流星

晴朗的夜晚，月色皎洁，抬头仰望夜空，天幕上缀满了星星。在群星中间，有时候可以看到一颗遥远的明星，好象箭离了弦一样地离开了天空，静静地在苍穹下飞快地移动，几秒钟的功夫就从天空疾逝而过。这就是人们常常提起的流星。

流星的出现是很寻常的事情，几乎没有一个人不曾见过。平常在开阔的地方，一个人在一小时内，光凭肉眼就可以看见4至6颗偶发的流星。它出现的时间是很不规则的，有时当你仰天眺望等待了好几十分钟，也看不见一颗。但若遇到大流星群时，每小时就可以看见10至16颗。1884年，牛顿计算出在24小时内，整个地球上肉眼可以看得见的流星足足有2000万颗。

夜间，疾逝的流星会发出闪烁而耀眼的光亮。也许有人看见过更为罕见的另外一些现象，那就是有的流星竟象一盏迅速掠过空中的巨型探照灯，能够照亮四周几百公里；有的象一团燃烧着的火球，腾空而去；有的又象一颗爆竹那样轰然爆炸，发出雷鸣般的响声；显然这是火流星陨落的壮观景色。当流星消失时，经常还会散发出无数的火花。这火花好似节日空中的礼花，有时甚至比礼花还要壮丽而动人。

白昼，在万里无云的蓝天里，火流星在经过的轨道上，留下一道浅灰色的痕迹，仿佛喷气式飞机飞过以后，留下的灰色烟雾一样。这个痕迹有时很快变得弯曲，然后分成几道灰色烟云，逐渐地消失在空中。

流星飞驰的速度很快，比喷气式超音速飞机要快得多。根据流星陨落过程的力学分析，它每秒钟的速度超过11公里，有时甚至达到几十公里，科学家把这种闪电般的速度，称为“宇宙速度”。

1833年11月13日，美国接受了一场“流星雨”的款待，在长达几个小时的时间里，它把天空点缀得象一次焰火盛会，华丽的程度在历史上是空前的。这个奇观激起了人们研究流星的热情。从此，天文学家才第一次严肃认真地转向对流星的研究。

31年以后，1864年5月14日20时，有一个体积很大、周围发射火花的流星，在法国蒙多邦城南边一个名叫奥尔格伊的小村庄上空出现，差不多在整个法国都有人看见，它爆炸的时候向四面八方发射出炽热的碎片，几分钟之后还有一朵小小的白云留在空中。

古代，希腊人已经知道，“流星”并不真的是星星。因为不论有多少流星坠落，天上星星的数目并未见减少。亚里斯多德曾经推论说，流星是一种瞬时的现象。这种推论是很正确的。天文学家告诉我们，流星只是宇宙里的一粒尘埃，一粒小小的物质。但是，它却能告诉我们它是从哪里来的，在途中又是怎样地和地球相遇；它给我们带来了许多宇宙的信息。

流星的发光期是很短暂的，最暗的不过几分之一秒，最亮的也不过是几秒钟。很大的流星，我们可以用稍长一些的时间来追踪它。流星本身是不发光的物质，那么，为什么它飞入地球怀抱后，显得明亮耀眼，甚至象一团火球呢？这是因为流星以巨大的速度闯进了大气层，大气对流星产生了巨大的抵抗力。这种阻力与流星强烈地摩擦，很快使它表面产生高温，燃烧，甚至熔化，远远看去，就是一团燃烧着的火球。

从宇宙空间坠入地球大气层的流星总数，多到令人难以置信的程度。前面已经讲到，一昼夜之间约有两千万颗。但是，大多数流星在离地面120多公里的高空就已开始燃烧。体积小的以及象尘埃般的流星，在离地面几十公里时已经烧成灰烬了。如果是5公斤以上的流星，由于体积较大，没有完全烧尽，它的残骸落到地面上来，就是陨石。我们称它为“流星体”。

在流星体中，除了一部分是单枪匹马地溜出来以外，大多数都是成群结队的，称为流星群。平时，流星群在椭圆形的轨道上

共同的围绕着太阳运行，就象长跑运动员围绕着跑道赛跑一样，秩序井然。如果一旦流星群的轨道和地球公转的轨道相交，那末，流星群就会闯入地球大气层（图1）。这时我们就会看到绚丽无比的流星雨。

然而，在宇宙中这些流星体又是怎样形成的呢？

原来，在我们太阳系这个大家庭中，只有一颗恒星，就是太阳；有九颗行星，从内到外依次为水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星、冥王星，另外有34颗卫星围绕着一

些行星旋转；除此之外，还有许多小行星，已经研究过的就有2000颗；还有10万颗以上的彗星，以及无数的星际物质（尘埃、空气）等，散布在星际空间。它们都围绕着太阳在各自的轨道上运动，并且互相影响着。这样，就构成了一个永不停息的太阳系。

科学家们用天文望远镜观测到，一些小行星在木星和火星之间运行。它们在漫长的运动过程中，有的小行星离开了自己的轨道，与另外的小行星互相碰撞，甚至发生爆炸，弄得粉身碎骨，形成了一些大如石山，小若石弹、石丸的碎石块（图2）。这些宇宙物质虽然也在围绕着太阳运行，但同碰撞以前的运行轨道已经有了明显的改变。这些碎块物质，一旦同地球相遇，它就会以疾逝的速度，明亮的“身躯”吸引住人们的注意力。如果，此时正好是晴朗的夜晚，我们就可以看到突然有一道亮光，闪电般地在空中疾逝而过，这就是流星的形成。有时闯入地球大气层的流星体积较大，它与大气层的摩擦、燃烧必然很强烈，这时，人们将会看到一团冒烟的火球，甚至还会听到轰轰隆隆的爆炸的声音。

天文工作者还发现，有些流星正沿着彗星的轨道运行。例

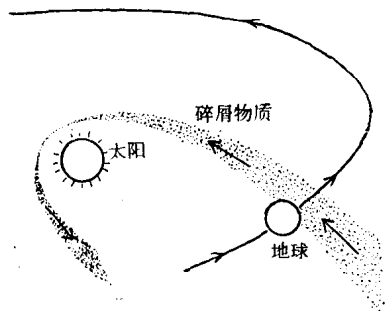


图1 流星雨的成因

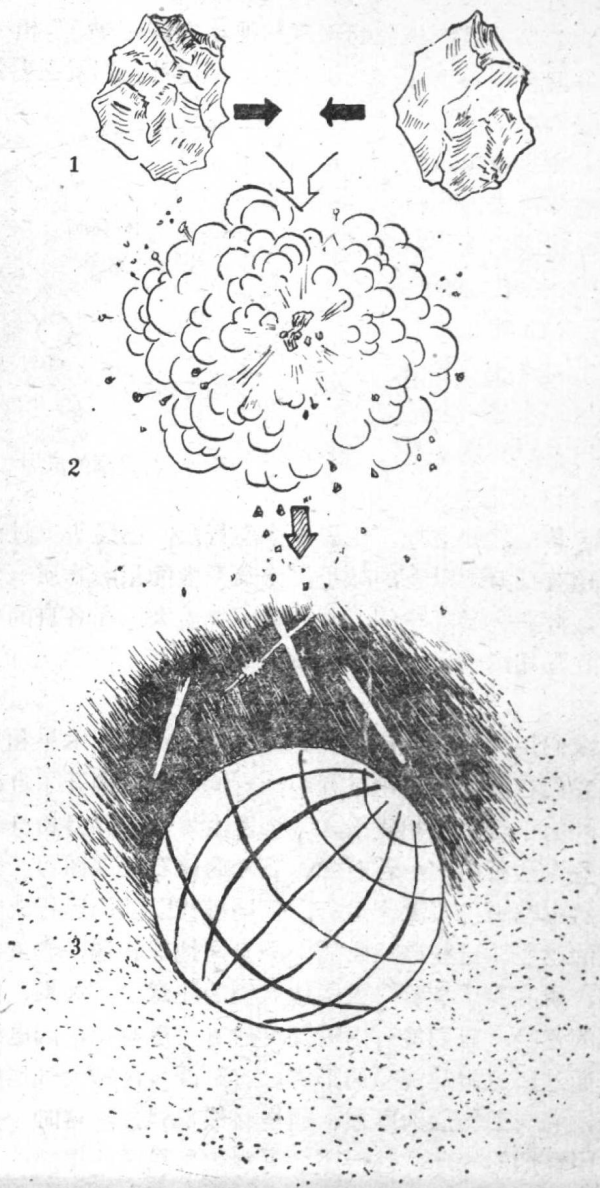


图 2 流星的形成

1—两个小行星互相碰撞；2—爆炸；3—爆炸的碎片进入大气层

如，1826年，仙女座流星群就在比拉彗星轨道上运行。当时，据计算，这流星群将在1872年再度回来。但是，在那一年并没有发现它，却在同年11月27日的夜晚，地球和它运行的轨道相交时，流星出现了，坠落在欧洲和北美洲的大地上，形成了一场罕见的流星雨，长达7个小时，成千上万的流星就象节日的焰火，把天空装点得十分艳丽。

通过观察、记录一年里流星出现最多的时间，注意天空中射出流星的位置，天文工作者已经能够查出几个流星群的轨道了。用这个方法，他们已经了解到，在地球轨道与流星群的轨道相交的时候，就会出现流星雨。

对流星的研究是很有意义的，因为它是太阳系大家庭中的一员，从大家庭中的一员着手研究这个大家庭的情况，是很有价值的。而且流星是自己送上门来的太阳系的“天使”。研究流星的分布、大小、质量和运动规律，对我们研究太阳系的起源和演化都是很有意义的。

客人从天而降

古话说：贵客从远方来，有说不出的高兴。陨石从地球以外的天体飞来，难怪科学家们要喜出望外了。因为它给我们带来了宇宙空间的信息，带来了异常宝贵的科学资料。

古代的人们早就知道陨石是天上落下来的石头，有些博物学者，把陨石叫做雷石。陨石总是突然从天上掉下来的，人们无法预言它将在何时、何地以及如何落下来。陨石坠落时，常常伴有非常强烈的发光、声响和机械现象。所以每一次陨石的坠落都会在群众中引起一些恐怖的感觉，甚至造成一些迷信的传说。

每年坠落到地球上来的陨石数量很大，据估计，每昼夜就有3000吨至20000吨陨石落到地球上。也就是说，每年落到地球上的陨石将有几十万吨到几百万吨，由于大量的陨石不断地降落到地球上，所以，地球的质量也正在缓慢地增加。不过，降落下来的陨石数量虽然很大，但是大多数的陨石体积很小，有的甚至变为陨石尘埃，而且大多数是落到海洋里，或者落到人迹罕到的地方，因此，发现的陨石还是不多的。

到目前为止，全世界范围内一共找到了近两千块陨石，其中超过一吨重的只有30多块。从1800—1950年的150年间，在陆地上搜集到的陨石只有670块，可见陨石的搜集也不是一件很容易的事。

坠落在我国新疆的一块大陨铁，重约30吨，是世界三大陨铁之一，它仅次于坠落在西南非洲的重约60吨的世界第一大陨铁和在北美洲格陵兰岛上发现的重约32吨的世界第二大陨铁。新疆大陨铁的外形象一个不大规则的圆锥体，它的最大长度为2.42米，最大宽度1.85米，最大高度1.37米。圆锥体的前端有许多经过高温燃烧熔融的坑穴。一层较薄的、灰黑色熔融状物质覆盖在

它的表面上。整块陨铁，几乎全由铁镍合金组成，其中含铁88.67%，含镍9.27%。这块大陨铁远在几十年前就被人发现了。陨铁基本上还保持了原有的外形，有几处不规则的隆起，还有些部位裸露出陨铁内部银灰色的光泽，所以当地居民把这块大陨铁叫做“银骆驼”。长期以来，“银骆驼”成为科学家和旅行家们向往拜访的“天石”。但是，一直到1965年的夏天，它才算从寂静的荒漠中被唤醒，运往了乌鲁木齐，正式陈列在新疆建设成就展览馆里，和广大的群众见面（图3）。



图 3 新疆的“银骆驼”

1872年7月23日，一个美丽的夏天，在法国的布洛瓦城附近的朗塞地方响起了爆炸的声音，周围80公里的人都曾听见，跟着就有一块陨石落下，重达47公斤，距离一位牧羊人才15米，这块陨石陷入田里1.6米。

1908年6月30日，西伯利亚波德卡纽纳雅地区荒僻的原始森林中，坠落过一颗巨大的陨石。周围800公里以内的人们都看到它的光芒，在1000公里以外的人们都能听见它的爆炸声。据估计，它的重量当以万吨计。

陨石坠落到地面上很少有破坏性，因为地球表面很大，只有极小极小的一部分落到人口稠密之区。到现在为止，还没有听说过有人被陨石砸死或砸伤的。只有1955年11月30日，美国阿拉巴马州的一个妇女报告说，她被一个一掠而过的东西所碰伤。这个“东西”可能是陨石，由于记载不详，无法考证。但是，陨石还是有破坏的可能性的。一颗上吨重的陨石，如果在一个城市上空爆炸、坠落的话，它就会象一颗氢弹那样地彻底摧毁这个城市。假如1908年，上述在西伯利亚原始森林中坠落的那颗大陨石（砸出的大坑直径将近46米，把方圆32公里内的树木都震倒了），晚5个小时从天空同一个位置落下来的话，那么，由于地球的自转，它可能正好落在当时俄国的首都彼得堡城内。如果真是这样的话，将是不堪想象的灾难。这颗陨石的总重量估计约达4万吨。

1749年，当陨石第一次被人们认识时，发现它的人是一位兼冶铁业的教师。在这以前，人们把陨石或者当成铁矿，或者当成普通的石头。总之，大家都不认识它，当然更说不上去猜测它的来历了。但是，在我国，人们对陨石的认识还是很早的。《春秋》一书中写道：“僖公十六年……陨石于宋五，陨星也”。就是说，公元前644年，在宋国地方，天上掉下来五块石头。并且肯定地说，这些石头是天上落下来的星星。

研究过陨石的科学家告诉我们，陨石表面有一层深褐色的、象是涂上了一层只有几毫米厚的黑漆或灰漆一般的硬壳。这是由于高温下熔化了了的陨石表层，在下落速度降低以至坠地时逐渐冷却所形成的冷却边。陨石表面还有一个特征，就是有许多象河蚌壳形状的小坑，这是它和空气摩擦燃烧后熔蚀的痕迹，科学术语叫做“气印”（图4）。根据这些痕迹的形状，人们就可以判定这颗陨石是朝哪个方向飞行的。

在陨石熔壳的内部，一般是灰色、黑色的石质、铁质组成的固体物质。这些固体物质是由铁、镍、钴、镁、硅、氧、铬、锰、钛、锡、铝、钾、钠、钙、砷、磷、氮、硫、氯、碳、氢等化学元素组成的，这些元素都是地球上所有的，到目前为止，还

没有在任何一块陨石中发现过地球上所没有的元素。如按矿物成分来说，也能找到地球上我们所熟悉的矿物，如橄榄石、辉石、顽火辉石、长石、铬铁矿、磁黄铁矿、磁铁矿、石墨等。也有强金属光泽的镍铁、浅黄色的陨流铁等金属。但是，在陨石里我们却从来没有发现过地壳上的沉积现象，如石灰石、砂岩、生物贝壳、化石等这一类东西的痕迹。



图 4 吉林陨石表面上的气印

陨石的密度经过测定为3—8，比地壳岩石的密度要大。

地质学家对陨石进行了长期的研究，积累了一系列的资料。使我们通过陨石知道了许多有关天体的秘密。

陨石的三大类

科学工作者搜集到了上千块陨石标本，它们的形状各式各样，它们的颜色也是五花八门。比如说，1964年在广东省英德县发现的一块陨石，它的样子象一个铁块，现在还陈列在广州市广东省博物馆里。1970年，在江苏省东台县落下的那块陨石，样子很象一块石头。

那么，陨石究竟有那些类型呢？根据目前世界各地搜集到的近两千块陨石标本来看，陨石可分为三大类。

第一类，石陨石。主要由硅酸盐物质组成，完全是石头模样，密度3—3.5克/厘米³。石陨石内部往往散布着许多球状颗粒，最大的球粒象豌豆一样大，小的有绿豆大，最小的有芝麻大小，这叫做球粒结构（图5）。含有球粒结构的陨石，叫做球粒陨石，成分为橄榄石占46%，辉石25%，铁镍12%，斜长石11%，其他矿物6%。另外有些不含这种球状颗粒的陨石，就叫做无球粒陨石。



图5 放大的球粒

为什么有的陨石中会有球粒出现呢？这在陨石学上一直是个谜，最近一个时期人们才发现，球粒的形状象水滴一样，并且偶然还发现，个别球粒有被另一个球粒镶入的现象。同时科学工作者又深入研究了球粒的矿物成分，发现它们大部分是由橄榄石组成的，有时含有辉石。此外还有一种黑色、含水易碎的碳质球粒，全部都是结晶体。因此推断球粒原来是熔化了的液状滴粒，迅速冷

却结晶形成的。

在我们所见到的陨石中，以球粒陨石占压倒优势，约占86%。

而无球粒陨石只占少数。1976年3月8日在吉林地区降落的陨石雨，就是含有球粒结构的石陨石。

第二类，铁陨石。这种陨石主要由金属铁镍组成，含铁90%，镍8%，此外还有钴、铜、磷、硫等。外表就象一个铁块，密度8—8.5克/厘米³。在铁陨石中，镍的含量比地球上自然铁的含镍量高得多。在地球上的自然铁中，镍的含量一般在1%以下，最高不超过3%，而在铁陨石里镍的含量却超过5%，甚至超过30%。铁陨石中铁镍的含量如此之高，简直可以说是一块“宇宙合金”了。例如，1965年在新疆准噶尔盆地东北的青河县境内发现的那块世界第三铁陨石，含铁88.67%，含镍9.27%，此外还含有钴、磷、硅、硫、铜等元素。

大多数铁陨石还有一个特殊标志：如果把它的表面磨光，磨得象镜子一样地发亮，然后用硝酸或其他酸的稀释溶液浸湿，经过大约5—10分钟后，原来光亮的表面上就会出现一种花纹。花纹是由交叉的条带组成的，呈网状，而条带又被一些发亮的狭窄细带所围绕。这种花纹，在地球的自然铁中是没有的，一些科学工作者，通过实验研究，发现熔化的镍铁在非常缓慢冷却的过程中，才会结晶出这种特殊的花纹。

第三类，石铁陨石。含有氧化铁和钠、钙、铝、铜等元素，从外表看，就象石头和铁的混合物。在这类陨石中，硅酸盐物质和铁镍物质的含量差不多，密度5.5—6克/厘米³。它们有各种形态，其中一种叫“橄榄陨铁”，它象一块铁海绵，中间的空洞被圆形或多角形的玻璃状石质颗粒矿物所充填。另一种叫“中陨铁”，它的本身是石质硅酸盐物质，同时还散布着许多铁镍颗粒。

上述三种陨石坠落在地面上的数量以石陨石最多，占93%，铁陨石比较少见，占5.5%，石铁陨石最少，占1.5%（图6）。但各地博物馆中所收藏的多半是铁陨石，这是因为铁陨石是金属铁块，容易被人们认识，而石陨石却会被人看成普通的石头，不予重视。

为什么从天上落下来的陨石，有的是石头，有的又是铁块

呢：关于这个问题，过去曾有了为大家所公认的解释，那就是“石质”的陨石相当于地球的外壳物质，“铁质”的陨石相当于地球的核心物质。因此，我们可以这样说：陨石种类的不同，取决于它来自破碎后小行星的什么部位。

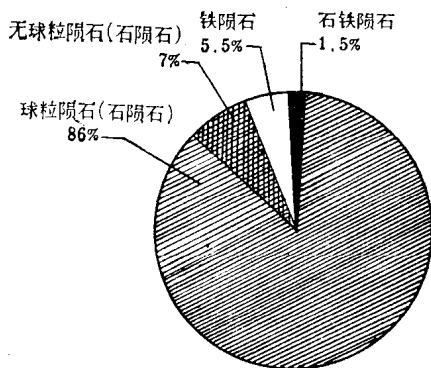


图 6 几类陨石所占的比例

达尔文玻璃

1844年，英国生物学家达尔文去澳大利亚旅行，获得了一块钮扣状的玻璃质石块（图7），他推测是火山喷发的一种黑曜岩，并首次在科学文献中描述了这种石块，后来人们称它为“达尔文玻璃”。

现在，“达尔文玻璃”普遍被认为是从地球以外坠落下来的物质，统称为玻璃陨石。

玻璃陨石一般呈黑色一暗绿色，是没有结晶的玻璃质物质。它的成分

与火山玻璃中的黑曜岩相似。它的大小一般在5毫米—5厘米。表面具有各种形状的刻痕，如凹坑、麻点、沟槽等，有的带有爪状的突起，很象中央隆起，四周有一圈凸缘的钮扣，又象一只小盘子盛了一勺冰淇淋。

玻璃陨石含二氧化硅很高，一般在70—80%，最低不小于50%，最高可到98%，与地球上酸性火成岩，以及石英砂岩的成分很相近似。

其实，在地球上发现玻璃陨石的事情，已经有了悠久的历史。早在1787年，首次在捷克斯洛伐克的西部，恰巧在古代制造玻璃的厂区，发现了玻璃陨石。因此，有人误认为是人工玻璃，后来有人进行了研究，测定出它的绝对年龄十分久远，大约为14—14.7百万年，这才确定无疑的认为是玻璃陨石；1864年，又在澳大利亚找到了这种陨石，称为“澳洲玻璃陨石”；1926年，在菲律宾里扎耳省，也发现了这种玻璃陨石，叫做“里扎耳石”。

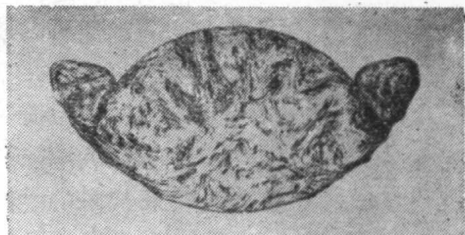


图7 达尔文玻璃及其内部构造

在我国海南岛和雷州半岛，人们拾到一块块暗褐色的、坚硬的天然玻璃，叫做“雷公墨”。它们一般有杏子大小，大的可以长达几十厘米，形状千奇百怪。有的如圆饼状，有的如水滴状、哑铃状、薄管状、碎核桃壳状、钮扣状、蚕状等等（图8）。相



图8 雷公墨

传，这雷公墨是在乌云翻滚的天空，为制造雷霆闪电而奔忙时，不小心掉在地上的东西。我国最早记载雷公墨的，要算是唐朝刘恂所著的《岭表录异》了。书中写道：“雷州骤雨后，人于野中得石如鸞石，谓之雷公墨，扣之铮然，光莹可爱”。

到目前为止，世界上已经发现有65万块玻璃陨石。它们在地面上的分布是很局限的，但是很有规律性，这些地区称为玻璃陨石带。现已查明，玻璃陨石主要集中在分散在以下四个地区（图9）。

（1）从澳大利亚到东南亚的地区：主要包括澳大利亚、印尼、菲律宾、越南、老挝、柬埔寨和我国的雷州半岛、海南岛等地。在附近海底钻孔中还发现有微粒玻璃陨石。整个区域的面积大约占地球总面积的十分之一，最宽的地方达一万多公里。这个地区的玻璃陨石的生成年代，根据钾—氩法测定，绝对年龄为70—10万年。

（2）非洲象牙海岸地区：主要在象牙海岸、加纳及附近海域。玻璃陨石的绝对年龄在130—50万年。

（3）捷克斯洛伐克南部地区：主要在捷克斯洛伐克南部的莫尔达维地区，该区玻璃陨石绝对年龄是1470—50万年。这里的玻璃陨石叫“莫尔达维石”。

（4）北美的得克萨斯州地区：位于得克萨斯州、乔治亚州及华盛顿等地的始新统地层中，绝对年龄是3300—200万年。