

星际尘的发现及其古气候学意义

王世杰 林文祝

(中国科学院地球化学研究所, 贵阳 550002)

关键词 星际尘埃、古气候、冰岩芯、古环境

宇宙尘或称宇宙尘埃,通常是指地球之外起源的微粒物质。在太阳系范围内称为行星际尘埃,在恒星际空间称为星际尘埃。长期以来,一直认为在太阳系内的行星际尘埃主要由太阳系内小行星碰撞粉碎和彗星瓦解所产生。但是,在1992年2月18日,当Ulysses宇宙飞船飞经木星时,人类第一次接受到了来自太阳系外的星际尘埃,动摇了上述看法。同时,也使有关研究人员开始重新思考LaViolette在80年代对格陵兰岛冰岩芯中星际尘埃所做的一系列工作。

LaViolette通过详细地对多个位于格陵兰岛西北地区的世纪营地(Camp Century)冰芯分析发现,相对于目前降落到地球上的宇宙尘通量,在其研究的时间跨度为71~34 ka B. P.的冰芯内。存在着6处Ir和Ni的高含量峰,每一个峰的宽度代表的时间间隔为100年,富集重金属元素Ag、Au、Sn和Sb,伴有同位素组成异常。这样的成分不同于目前在地球上已发现的陨石和彗星尘埃的成分。结合宇宙学的观察,他进一步推断每隔1万年,太阳系将接受大量的来自银河系中心的星际尘埃,每一期的注入时间为1千年左右。但由于当时他没有在冰芯中找到典型的星际尘埃,其研究成果没有引起足够的重视。

最近,对于气候突然变化的研究方兴未艾,尤其是在格陵兰岛中部地区的GISP 2(1991年)和GRIP(1992年)冰芯钻探完成之后,得到了高分辨率的北半球地区气候研究的最佳样品。通过对冰芯样品的稳定同位素、化学和物理性质,以及气泡中的温室效应气体浓度的综合研究,已揭示出25万年以来至末次冰期期间,地球的气候系统比我们以前所设想的变化更加频繁和快速。上一次Eemian间冰期,气候平均变化频幅高于目前的全新世3或者4倍,并且存在着三种气候模式,其中一种的平均温度相似于全新世,另外两种分别明显地高于和低于全新世的温度。每一种模式稳定存在的时间范围,有的为几千年,有的则只有几百年,其间的转换需要100~200年。在GISP 2冰芯中,最后一次冰期于1.5万年前结束,随后进入间冰期,大约2千年后,格陵兰地区的温度再次下降7℃,进入一次冰期,即新仙女木期,其延续时间为1.4千年。令人感兴趣的是,由新仙女木期转入目前的温暖气候模式所需的时间仅为3年左右,比以往的研究所得的转换时间尺度短得多。同上一次Eemian间冰期相比,全新世间冰期的气候模式具有一些特殊的性质,时间尺度长且气候变动频幅相当低,基本上处于一种稳定状态。同时测定的大气中¹⁰Be的生产率在全新世没有大的变化,这间接地指示银河系的宇宙射线背景强度在这一期间是相当稳定的。

综上所述,自25万年以来,地球的气候类型是相当多变的,并且具有快速的转换速度。这种突发性的特点,使一些研究人员把气候突然变化最终原因的寻找转向地球所处的宇宙空间。

此次 Ulysses 宇宙飞船探测到的星际尘埃,粒径大小为 $0.1 \sim 1\mu\text{m}$,处于光反射粒度范围内,这不同于以前知道的行星际尘埃的颗粒半径大小($\sim 300\mu\text{m}$)。根据 LaViolette 的工作,在地质历史中,确实存在着周期性的大量的星际尘埃涌入太阳系事件。假设类地行星区域内,宇宙尘的质量密度增加 100 倍,那么光反射粒子的数量就会增加 10^6 倍,产生足够大的气溶胶光学厚度,将严重地屏蔽到达地面的太阳辐射量,使地表温度骤降。为要预测这种机制对未来气候变化的影响,学术界期待着进一步的星际尘埃空间探测计划和更多的地球样品的研究成果。

变质反应对变质温度的缓冲效应

赵国春

(长春地质学院,长春 130061)

关键词 变质反应、变质温度、缓冲效应

变质作用温度除受区域热流值直接影响外,还常受变质反应的缓冲^[1,2]。缓冲程度可根据有关的矿物热力学数据进行定量或半定量估算。

对于在变质作用过程中所发生的任何一个变质反应,只要反应达到平衡,都有下列能量平衡方程:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S + \Delta V \cdot (P-1) + RT \cdot (\sum V_i \ln f_i + \sum V_j \ln a_j) = 0 \quad \dots\dots\dots (1)$$

其中 ΔG 、 ΔH 、 ΔS 、 ΔV 分别为在温度 T 、压力 p 条件下反应平衡时的自由能变化、焓变、熵变、和体积变化, V_i 和 V_j 分别为平衡中第 i 相和第 j 相的化学计量系数, f_i 和 a_j 分别为平衡中第 i 相和第 j 相的逸度和活度, i 和 j 分别指参加反应的挥发分和固体相。

方程(1)表明,对于任一个变质反应,只要反应达到平衡,变质反应中的一些强度变量(包括温度、压力、矿物和流体组成)就要受其制约,它们彼此不能独立地改变,在遵守矿物相律条件下,一旦一些强度变量固定下来,其它一些变量也就确定。变质反应中这些强度变量之间的相互制约与化学文献中所用的缓冲现象类似。

有关变质反应对变质流体的缓冲作用也被广泛地研究,并取得一些突破性进展^[1~6]。变质反应对变质矿物成分的控制作用也在很久以前就被人们所认识^[3],只是没有引用缓冲概念对其加以描述。长期以来,人们对变质反应于变质作用温度的缓冲效应却没有给予充分认识,而这种缓冲作用在变质作用过程中确实存在^[1,2,6]。

为了讨论方便,假定一个纯固相而无固溶体和挥发分参加的变质反应达到平衡,此时,由于 $RT(\sum V_i \ln f_i + \sum V_j \ln a_j) = 0$,方程(1)变为:

$$\Delta H + T \cdot \Delta S + \Delta V \cdot (P-1) = 0, \quad \dots\dots\dots (2)$$

在恒定的压力下,变质反应平衡便确定了一个唯一的平衡温度: