

天然放射性核素铍-7 和铅-210 在大气示踪研究中的应用

朱厚玲 汤洁 郑向东

(中国气象科学研究院气候与环境变化研究所, 北京 100081)

摘要 文章介绍了大气中天然放射性核素铍-7(^7Be)、铅-210(^{210}Pb)源、汇特征以及示踪大气动力输送过程的一般原理。对国内、外有关 ^7Be 、 ^{210}Pb 观测研究历史、现状以及它们在大气科学中应用成果也作了综述性的描述。 ^7Be 和 ^{210}Pb 是示踪研究平流层与对流层交换、气溶胶干、湿沉降等过程的一个重要的示踪物。随着大气中传统的核试验所产生的 ^{137}Cs 、 ^{90}Si 等示踪同位素背景浓度的降低, ^7Be 和 ^{210}Pb 的示踪作用在大气科学应用中将越来越得到重视。

关键词 放射性核素 铍-7 和铅-210 示踪

引言

大气放射性核素监测和研究是大气环境化学的一个重要分支^[1]。大气放射性核素有自然源和人工合成源。大气放射性核素一旦生成,除了对大气放射性有直接的贡献外,还参与所有形式的大气过程,而核素本身却并没有因为大气的物理或化学过程而发生改变,因此成为研究各种大气过程的良好示踪物。早期的大气核反应试验中,核爆炸所产生的 ^{137}Cs 、 ^{90}Si 在大气示踪研究中得到了相当广泛的应用:如通过对 ^{90}Si 的观测确定了中纬度地区存在永久性的对流层顶断裂带^[2],但是随着核试验的全面禁止,这些人工产生的核素大部分已沉降到地表,而在大气中的背景浓度越来越低,满足不了示踪大气输送过程的需要。因此寻找天然放射性示踪元素是必要的。

在诸多天然同位素中,铍-7(^7Be)和铅-210(^{210}Pb)分别作为宇生和陆生的天然放射性核素,由于它们处在相对容易测量 Gamma 能谱范围,自 20 世纪 70 年代已开始在大气科学中得到了广泛的应用^[3]。我国科学家从 20 世纪 90 年代起陆续开展了一些与 ^7Be 有关的观测研究。中国科学院贵阳地球化学

研究所利用 ^7Be 来示踪云贵高原地表土壤的季节性迁移规律^[4]。厦门大学也在广州和太原开展过气溶胶粒子 ^7Be 等天然放射性核素的观测工作^[5]。本文对这两种放射性核素的一般性质、源、汇特征以及其在大气科学中应用情况作简要介绍。目前,中国气象科学研究院已开始在我国西部高原地区开展这方面的观测。

1 ^7Be 和 ^{210}Pb 的源与汇

^7Be 是 Be 众多的同位素家族(^6Be 、 ^7Be 、 ^8Be 、 ^9Be 和 ^{10}Be)中的一种,质子和中子数分别是 4 和 3,半衰期为 53.44d。 ^7Be 来源于大气层顶部的宇宙射线中高能粒子(主要是中子)的碰并反应,反应式为: $^3\text{He} + ^4\text{He} \rightarrow ^7\text{Be} + \gamma$ 。 ^7Be 原子一旦形成,很快被吸附在亚微米尺度的气溶胶(粒子直径一般为 0.3 ~ 0.4 μm)上,一方面通过 γ 衰变产生锂(^7Li)而损失,另一方面随着大气中气溶胶的沉降过程而被清除^[6]。

^{210}Pb 是近 20 种 Pb 同位素中的一种,元素周期表序数是 82,中子数为 128,半衰期为 22.26a,为 γ 衰变。 ^{210}Pb 是由地表释放到近地层大气中的氡-222(^{222}Rn)经过 5 级衰变产生的,其衰变系列

为： $^{222}\text{Rn}^{\alpha} \rightarrow ^{218}\text{Po}^{\alpha} \rightarrow ^{214}\text{Pb}^{\beta} \rightarrow ^{214}\text{Bi}^{\beta} \rightarrow ^{214}\text{Po}^{\alpha} \rightarrow ^{210}\text{Pb}$ 。由于 ^{210}Pb 是通过镭衰变而来的，早期工作中也常被称之为 Radium D^[7]。 ^{222}Rn 是地壳所释放的一种具有放射性的惰性气体，半衰期为 3.28d。由于水体的迟滞作用， ^{222}Rn 的土壤排放通量一般是海洋的 100 倍，因此 ^{210}Pb 主要产生于内陆地区的对流层内^[8]。和 ^7Be 一样， ^{210}Pb 一旦形成以后，也被大气中的亚微米级气溶胶吸附^[6]。 ^{210}Pb 的汇与 ^7Be 一样，也是通过沉降，主要是干、湿沉降进入地表沉积。

2 ^7Be 和 ^{210}Pb 监测历史

人们对 ^7Be 和 ^{210}Pb 系统地监测研究与大气核试验有密切关系。早期对大气放射性核素的监测，主要是评估核试验对大气环境和人类健康的影响。从 20 世纪 50 年代起，美国能源部环境监测实验室 (Environmental Measurements Laboratory: EML) 的前身，健康与安全实验室 HASL (Health and Safety Laboratory) 等开始进行放射性尘埃的测量，包括在低平流层、对流层和近地面采样，以监测试验的放射性产物全球性的转移输送并评估其对健康潜在的影响^[9]。1955 年，Arnold 和 At-Sali 第一次通过芝加哥地区雨水样品中 $\text{Be}(\text{OH})_2$ 的测量，发现了预言中的 ^7Be 存在^[10]。随后，Cruikshank 等人于 1956 年第一次测定了大气悬浮颗粒物中的 ^7Be ^[11]。1961 年，Rama & Honda 报告了对对流层和平流层大气中 ^{32}P 、 ^7Be 和 ^{33}P 测量结果^[12]。在 20 世纪 60 年代 ^7Be 的观测技术已基本成熟了。

对于大气中 ^{210}Pb 的测量应比 ^7Be 更早，可能起源于卢瑟福时代。1952 年 Blofford^[13]曾发表了系统地在大气中测定 ^{210}Pb 的放射性活度的研究成果；1960 年 Burton^[14]总结了那个年代在近地面和高空飞机测定 ^{210}Pb 的结果，并指出 ^{210}Pb 可以作为大气动力输送的一个示踪物。尔后，虽然就 ^{210}Pb 观测作过许多工作，但相对于 ^7Be 而言，由于它在大气中的放射性活度比较低，在测量技术上要求也比较高。

测量 ^7Be 和 ^{210}Pb 的技术手段在过去几十年中也取得较大的改进。早期的观测主要是用大面积的胶膜来收集微尘粒子，通过物理或化学手段的分离，然后在实验室进行分析，如 Blofford 等人的早期工作^[13]。目前则通过泵采样空气样品进入滤膜以捕获大气中总悬浮颗粒物，最后在实验室通过高纯锗

γ 射线检测器来测定滤膜中的 ^7Be 和 ^{210}Pb 的放射性强度。对于 16h 计数时间的监测仪，月复合样品和周样品的 ^{210}Pb 最低检测限分别约为 500 mBq 和 50 mBq，月复合样品和周样品的 ^7Be 最低检测限分别约为 300 mBq 和 45 mBq^[15]。

观测技术的进步发展促使了长期、连续观测的可行性。从 20 世纪五六十年代起 EML 在全球不同的纬度地区（主要在南美洲沿安第斯山脉一线）开始了观测与研究，并将在全球各地观测到的放射性核素观测数据（接近 80 个站点）归档。目前这些数据通过因特网可以供全球科学家使用^[16]。但是在亚洲大陆地区这种监测基本是一片空白。1986 年切尔诺贝利事件的发生，欧洲有不少国家也开展了对天然大气放射性核素的监测和研究。目前在这些站网中最常被观测研究的大气放射性核素有： ^{222}Rn 、 ^7Be 和 ^{210}Pb 、 ^{137}Cs 。但 ^{137}Cs 在大气中本底浓度越来越低，给测量带来了困难，而自然产生的 ^7Be 和 ^{210}Pb 则不受此影响。目前，世界气象组织的全球大气监测计划 (Global Atmosphere Watch) 也建议把 ^{222}Rn 、 ^7Be 和 ^{210}Pb 作为常规观测内容之一^[15]。

3 ^7Be 和 ^{210}Pb 的示踪原理

天然放射性核素的源汇过程是决定其在大气浓度分布的基本因素，同时也是开展示踪研究大气输送过程的基础。大气中约 67% 的 ^7Be 主要分布在对流层上层和平流层下层高度范围，最大生成速率出现在高度约 12km 的位置，随着高度的降低， ^7Be 产生率近似呈指数下降^[17]。在对流层低层，由于强烈的大气动力输送，尤其是干、湿沉降过程，含 ^7Be 的气溶胶能较快地沉降到地表使对流层大气中 ^7Be 的浓度很低。因此， ^7Be 常被用作研究平流层—对流层交换 (STE) 过程的有力工具。高浓度的 ^7Be 往往指示着气团源于高层大气的向下输送。

^{210}Pb 源于地表排放。随着 ^{210}Pb 被气溶胶吸附后， ^{210}Pb 在大气中输送，并最终经干、湿沉降而被清除^[14]。由于 ^{210}Pb 的半衰期长达 20 余年，比对流层中气溶胶的平均停留时间要长得多，因此对流层的 ^{210}Pb 几乎都经干、湿沉降而被清除，而放射性衰变对其清除的贡献很小^[18]。在 ^{222}Rn 源已知的情况下， ^{210}Pb 的大气浓度数据可作为评估大气气溶胶沉降/清除过程的示踪物质。

在实际的工作中，既可以单独使用 ^7Be 或 ^{210}Pb ，

也可以将两者结合起来使用,以获得有关大气输送、沉降的完整信息。由于 ^7Be 和 ^{210}Pb 源分布的差异,可以把含低 ^{210}Pb 、高 ^{210}Pb 的特征气团作为来自于地表排放源的示踪物;而高 ^7Be 、低 ^{210}Pb 则是来自于高层大气向下输送的示踪物。但是这种简单的示踪尽管在很多观测个例中取得了较为满意的结果,但实际上由于 ^7Be 或 ^{210}Pb 所附着的气溶胶粒子还受到对流层复杂的动力过程的影响^[19],因此,理想的示踪研究是将两者结合起来。若对两种核素同时进行测量,同时增加有关的大气化学成分的观测,则可为诊断大气动力输送过程提供强有力的示踪工具。

最简单地考虑是用 $^7\text{Be}/^{210}\text{Pb}$ 比率来诊断大气的动力输送过程。若将地表臭氧的浓度变化与放射性核素 ^7Be 、 ^{210}Pb 随时间的变化同时比较,则可简单、定性地估计平流层输送或局地光化学反应对地表臭氧浓度的贡献。考虑到大气中的 ^7Be 和 ^{210}Pb 都被气溶胶所携带,并都受到相同的湿清除的影响,而湿清除对臭氧的贡献比对两种同位素而言又要小得多了,因此,Graustein^[20]提出能消除湿清除影响的所谓标准化函数的概念,能更有效地估算平流层 O_3 的贡献。标准化函数 f 定义为:

$$f(^7\text{Be}, ^{210}\text{Pb}) = \frac{(^7\text{Be})}{(^7\text{Be}) + n(^{210}\text{Pb})}$$

其中 (^7Be) 和 (^{210}Pb) 代表单位体积空气中相应核素的浓度, n 近似等于采样系列中 (^7Be) 的标准偏差和 (^{210}Pb) 的标准偏差之比。高的 $f(^7\text{Be}, ^{210}\text{Pb})$ 值表明 O_3 主要来自上层大气,而低值则意味着 O_3 来自大陆边界层,这比单独地使用一个核素进行动力过程的示踪更有说服力。

另一个比较灵敏的示踪手段是结合 ^7Be 和 ^{10}Be (也是由高能核反应形成的宇生核素,半衰期为 $2.7 \times 10^6 \text{a}$,主要通过湿清除从大气中移出,而其在大气中的衰变作用可忽略)。用 $^{10}\text{Be}/^7\text{Be}$ 浓度比值也比单独用 ^7Be 或 ^{210}Pb 来测量平流层的输入更敏感、更可靠^[21]。这种手段是通过研究 $^{10}\text{Be}/^7\text{Be}$ 比值而推测空气团的起源及在大气中的停留时间,但在实际的观测中,同时普遍地测定 ^{10}Be 、 ^7Be 是比较困难的。通常选择仍是测定 ^7Be 和 ^{210}Pb 来示踪大气的动力输送过程。

4 ^7Be 和 ^{210}Pb 在大气科学中的应用

许多科学家开始利用 ^7Be 研究上层大气的输送过

程,特别是与平流层对流层物质交换有关过程。在大气核试验时代,因有相当多的工作是把 ^{137}Cs 或 ^{90}Sr 作为平流层向下输送的理想示踪物^[22]。普遍利用 ^7Be 示踪研究大气动力输送过程,尤其是平流层—对流层间的交换,是20世纪80年代以后的事。在这一方面,有相当多成果是基于观测个例的。但比较系统的工作是Viezee等人^[23]分析的EML 1973~1979年全球近地面大气 ^7Be 观测数据,确定了全球的近地面层 ^7Be 浓度的时空分布特征及其源自平流层的百分比。Viezee等人分析结果表明:北半球近地面大气的 ^7Be 中由平流层输送所占比率较南半球大;且北半球平流层输送在春季最大,在4月份可达40%。与相关的气象资料分析,北美 ^7Be 浓度与相同纬度带的对流层低压槽数呈明显的正相关(线性相关系数为0.8~0.9);而由 ^7Be 确定了平流层—对流层之间的交换在 $40^\circ \sim 50^\circ \text{N}$ 地区夏季最强,在 $20^\circ \sim 30^\circ \text{N}$ 地区则是晚冬和早春时节最强。

^7Be 的这一示踪作用常被用来研究空气团来源或推测地表 O_3 浓度中来自平流层的含量,特别是在高山站的观测中。Yukitomo Tsutsumi等人^[24]通过在富士山顶($35^\circ 20' \text{N}$, $138^\circ 48' \text{E}$, 3776 m)进行了 ^7Be 和 O_3 的同步监测,注意到 O_3 浓度和 ^7Be 浓度变化趋势相一致,而与水汽含量的变化趋势相反。来自其他的高山站,如瑞士的Jungfrauoch($46^\circ 32' \text{N}$, $07^\circ 59' \text{E}$, 3580 m)站、德国的Zugspitze($47^\circ 25' \text{N}$, $10^\circ 59' \text{E}$, 2960 m)站、奥地利的Sonnblick站($47^\circ 03' \text{N}$, $12^\circ 58' \text{E}$, 3106 m)都有类似的观测结果^[25]。最近,也有通过 ^7Be 的观测,从另一个角度证实了夏季低纬度地区(的)美国得克萨斯州的城市地区近地层臭氧峰值主要是源于光化学污染过程^[26],在这种情况下臭氧浓度的变化对 ^7Be 浓度很不敏感。

相比较而言, ^{210}Pb 的观测并没有显示出像 ^7Be 那样鲜明的示踪特征。20世纪60年代的观测工作已注意到 ^{210}Pb 的季节变化的一些特征^[27]。同时飞机的观测也注意到它在大气中垂直分布的复杂性,尤其是在高空或平流层也观测到富含 ^{210}Pb 的气溶胶粒子^[14]。但是由于 ^{210}Pb 最终的来源是地面 ^{222}Rn 的衰变,平流层富含 ^{210}Pb 就证明了地表排放的 ^{210}Pb 可以通过对流层输送到平流层,并可以在平流层停留很长时间。基于飞机在北极地区上空的采样观测,Dibb等人^[28]则推测:在 65°N 以北的地区,平流层不仅是对流层3~6 km高度的高臭氧和 ^7Be 重要

的源,而且很有可能是 ^{210}Pb 、 SO_4^{2-} 和 NO_x 的来源,但这些源最终的来源仍是地表的排放。大气中 ^{210}Pb 的观测反映出气溶胶源、汇特征的复杂、多样性。

目前,大气科学对 ^{210}Pb 的示踪研究更多的是和 ^7Be 结合起来,以验证大气动力模式的合理性。在这一方面 EML 长期观测的 ^7Be 和 ^{210}Pb 的数据发挥了相当重要的作用。其实,June^[6]在早期就注意到在一维扩散模式中把 ^7Be 和 ^{210}Pb 的垂直廓线的观测结果用于验证气溶胶粒子的混合过程和湿清除过程是可行的。但从20世纪80年代中后期开始,随着对 ^{210}Pb 和 ^7Be 示踪作用的重视,EML全球性网点数据的长期积累以及计算技术的发展,通过数值模式来研究 ^7Be 和 ^{210}Pb 观测数据的变化才成为现实。Brost^[29]和 Feichter^[30]等人通过三维气候模式分别对 ^7Be 和 ^{210}Pb 进行了模拟,以验证大气干湿沉降过程的参数化的合理性。他们的研究表明: ^7Be 和 ^{210}Pb 等与其他物质的结合能为全球模式提供一种优良的试验手段。Lee等人^[31]在全球三维输送模式(GTM)中对 ^{222}Rn 和 ^{210}Pb 的全球分布进行了模拟,并将模拟结果和 ^{210}Pb 及其他示踪剂的测量结果进行比较,也取得了比较合理的结果。利用 GISS GCM2 模式提供的气象场,Koch等人^[32]以 ^7Be 和 ^{210}Pb 为示踪物,还应用全球输送模式(GTM)模拟了垂直输送对对流层的气溶胶分布的影响。Koch的模拟结果发现:理论上应用 $^7\text{Be}/^{210}\text{Pb}$ 比率比单个同位素能更有效地指示气溶胶的垂直输送过程;此外在近地面高度或沉降通量中,全球年平均的 $^7\text{Be}/^{210}\text{Pb}$ 值比较稳定,但是季节性的特征比较明显,特别是在夏季对流旺盛时,出现了比率峰值。

尽管 ^7Be 和 ^{210}Pb 是验证大气动力输送过程的一个有力的工具,但是由于在非洲、东欧到中亚这一广袤的地区,系统、长期的类似 EML 那样的观测站点仍相当的少。因此,试图通过 ^7Be 和 ^{210}Pb 来检验全球动力输送模式在这些地区的合理性仍面临着数据短缺的挑战。

5 结语

天然放射性核素 ^7Be 和 ^{210}Pb 在大气示踪研究中已得到广泛应用。正如前所述,随着大气中 ^{137}Cs 、 ^{90}Sr 浓度的进一步降低, ^7Be 和 ^{210}Pb 等自然产生的核素在大气科学的示踪意义显得比较重要,通过观测

它们在大气中的分布、输送、沉降等规律,将有助于开展大气动力输送过程的研究,为验证大气动力输送模式提供了一种重要的手段。

参考文献

- 1 唐孝炎.大气环境化学.北京:高等教育出版社,1991.351-354
- 2 Danielsen E F. Stratosphere-Tropospheric exchange based upon radioactivity, Ozone, and potential vorticity. *J. Atmos. Sci.*, 1968, 25: 503-518
- 3 Larsen R and Freely H. Seasonal variations of ^7Be and ^{210}Pb at Mauna Loa and Barrow. *Geophysical Monitoring for Climatic Change, Summary report*, 1985, 14: 127-130.
- 4 白占国,万国江,王生长,等.黔中岩溶山区表土层 ^7Be 的分布特征及其侵蚀示踪研究. *自然科学进展*, 1997, 7(1): 66-74
- 5 刘广山.用 HPGe gamma 谱方法测量大气颗粒物中放射性同位素. *大气环境科学技术进展,第十届全国大气环境学术会议文集*.昆明,1998: 270-274
- 6 June C E. Air Chemistry and radioactivity. San Diego Calif.: Academic, 1963. 382
- 7 Israel H. Radioactivity of the atmosphere, *Compendium of Meteorology*, Boston, Mass.: American Meteorological Society, 1951. 155-161
- 8 Turekian K K, Nozaki Y and Benninger L K. Geochemistry of atmospheric Radon and Radon products. *Earth planet. Sci. Ann. Rev.*, 1977, 5: 227-225
- 9 Larsen R, Lee H N, Matthew M, et al. EML's global sampling programs Conference on atmospheric chemistry, January, 23-28, 1994, Nashville, TN, Boston, MA: American Meteorological Society, 1994
- 10 Arnold J R and Al-Salih H A. Beryllium-7 produced by cosmic rays. *Science*, 1955, 121: 451-453
- 11 Cruikshank A J, Cowper G and Grummitt W E. Production of ^7Be in the atmosphere. *Can. J. chem.* 1956, 34: 214-219
- 12 Rama and Honda M. Natural radioactivity in the atmosphere. *J. Geophys. Res.*, 1961, 65: 1233-1238
- 13 Blifford I H, Luther B, Lockhart, et al. On the natural Radioactivity in the air. *J. Geophys. Res.*, 1952, 57(4): 499-509
- 14 Buron W M and Stewart N G. Use of long-lived natural radioactivity as an atmospheric tracer. *Nature*, 1960, 188: 575-580
- 15 中国气象局监测网络司编译.世界气象组织:全球大气监测143期.北京:气象出版社,2003
- 16 Richard J L, Colin G. Sanderson and Johnn Kada, EML Surface Air Sampling Program, Boston, MA: *Amer. Meteor. Soc.*, 1995
- 17 Lal D and Peters B. Cosmic ray produced radioactivity on earth. *Handbook Physics*, 1967, 46: 551-612
- 18 Lambert G Polian G Sanak J, et al. The cycle of radon and its decay products: an application to study of troposphere-stratosphere exchange(法文). *Ann. Geophys.*, 1982, 38: 497
- 19 Feely H WR, Larsen J and Sanderson C G. Factors that cause seasonal variations in beryllium-7 concentrations in surface air. *J. Env-*

- iron, radio.*, 1989, 9:223 - 249
- 20 Graustein W and turekian K K. ^7Be and ^{210}Pb indicate an upper troposphere source for elevated ozone in the summertime subtropical free troposphere of the eastern North Atlantic. *Geophys. Res. Lett.*, 1996, 23(5):539 - 542
- 21 Raisbeck G M, Yiou F, fruneau M, et al. cosmogenic $^{10}\text{Be}/^7\text{Be}$ as a probe of atmospheric transport processes. *Geophys. Res. Lett.*, 1981, 8:1015 - 1018
- 22 Volchok H L. Strontium-90: Estimation of worldwide deposition. *Science*, 1964, 145:1451 - 1452
- 23 Viezee W and Singh H B. The distribution of ^7Be in the troposphere: implications on stratospheric/tropospheric air exchange. *Geophys. Res. Lett.*, 1980, 7:805 - 808
- 24 Yukitomo Tsutsumi, Yasuhito Igarashi, Yuji Zaizen, et al. Case studies of tropospheric ozone events observed at the summit of Mount Fuji. *J. Geophys. Res.*, 1998, 103(D14):16935 - 16951
- 25 Gerasopoulos E, Zanis P, Stohl A, et al. A climatology of ^7Be at four high altitude stations at the Alps and the Northern Apennines. *Atmos. Envir.*, 2001, 35:6347-6360
- 26 Jeffrey S G and Nancy A Marley. Measurements of Beryllium-7 and ozone at deer Park during the Texas 2000 air Quality study, AMS 83rd Annual meeting, Long beach, convention center, Long beach, CA:2003
- 27 Joshi L U, Ranarajan C and Gopalakrishnan C. Measurements of Lead-210 in surface air precipitation. *Tellus*, 1969, 21:107 - 112
- 28 Dibb J E, Talbot RW and Gregory G L. Beryllium 7 and Lead 210 in the Western Hemisphere Arctic Atmosphere: Observations From Three Recent Aircraft-Based Sampling Programs. *J. Geophys. Res.*, 1992, 97:16709 - 16715
- 29 Brost R A, Feichter J and Heimann M. Three-dimensional simulation of ^7Be in a global climate. *J. Geophys. Res.*, 1991, 96:22423 - 22445
- 30 Feichter J R, Brost A and Heimann M. Three-dimensional modeling of the concentration and deposition of ^{210}Pb aerosols. *J. Geophys. Res.*, 1991, 96:22447 - 22460
- 31 Lee H N. and Feichter J. An inter-comparison of wet precipitation scavenging schemes and the emission rates of ^{222}Rn for the simulation of global transport and deposition of ^{210}Pb . *J. Geophys. Res.*, 1995, 100:23253 - 23270
- 32 Koch D M, Jacob D and W Graustein C. Vertical transport of tropospheric aerosols as indicated by ^7Be and ^{210}Pb in a chemical tracer model. *J. Geophys. Res.*, 1996, 101(D13):18651 - 18666

APPLICATIONS OF NATURAL ISOTOPES OF ^7Be AND ^{210}Pb IN ATMOSPHERIC SCIENCE

Zhu Houling Tang Jie Zheng Xiangdong

(Institute of Climate and Environment of CAM, Beijing 100081, China)

Abstract: Natural isotopes, ^7Be and ^{210}Pb , including their sources, sinks, and their principles of tracing the atmospheric transport process are briefly introduced in this paper. A general description on the observation histories and the achievements of being as tracers in atmospheric sciences are summarized. Both ^7Be and ^{210}Pb have been approved to be as validate and efficient tools in tracing the atmospheric dynamical processes, such as the Stratosphere-troposphere exchange, dry or wet deposition. With the reduction of atmospheric artificial isotopes from nuclear weapon tests, such as ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^7Be and ^{210}Pb will have been extensively applied in atmospheric sciences in the future.

Key words: isotopes, ^7Be , ^{210}Pb , trace