

## 环境科学中的本底与背景 (二)

万肇忠

(广东省环境保护研究所)

问题  
讨论

过去已讨论了本底和背景的可区别性<sup>〔1〕</sup>, 这里接着讨论在本底和背景调查中, 如何选择布点采样方法, 如何选择化验分析方法, 如何进行数据处理等问题。

### 一、本底和背景的时空描述

所谓本底, 是指环境受人类活动影响前的固有状态; 此时的物质固有存在量 (或化学组成, 下同) 称为本底值, 它是一个不随时空变化的环境量 (近似假设), 在实际工作中常用原始平均含量表示。所谓背景, 是指事件或现象发生前的环境状态; 此时期 (或单位时间周期) 内的物质存在量称为背景值, 它是随时空而发生量变的另一个环境量, 在实际工作中常用相对平均含量表示。据此, 它们分别定义为:

$$G = \frac{\Delta m}{\Delta V \cdot \Delta t} \left| \begin{array}{l} \Delta t \rightarrow 0 \\ \Delta V \rightarrow 0 \end{array} \right. = \frac{m_0}{V_0} \stackrel{\text{记为}}{=} C_0 \quad (1)$$

$$G = \frac{\Delta m}{\Delta V \cdot \Delta t} \left| \Delta V \rightarrow 0 \right. = \frac{\Delta C}{\Delta t} = \frac{C - C_0}{\Delta t} \stackrel{\text{记为}}{=} C_t \quad (2)$$

式中,  $C_0$  为本底值 (mg/l 等);  $C_t$  为背景值 (ppm/yr.);  $\Delta t$  为监测或调查时间周期;  $\Delta C$  为调查时间周期内的平均浓度, 故又称  $C_t$  为相对平均浓度。严格地说, 作为平均值, 只有当物质在环境中的时空分布规律呈统计分布形态时, 才有其真正的含义和代表性。

由上可知, 本底和背景既有区别、也有联系。因之, (1) 和 (2) 式就成了我们能够根据调查目的来选用合适调查方法的依据和出

发点。例如, 对于水体和大气, 由于它们具有明显的以年为周期的变化规律, 所以, 进行背景调查需要一年的时间。

### 二、本底和背景调查的布点采样

使调查结果能较好地反映客观环境的真实性, 这是所有环境调查所提出来的总目标。达到此目标的基本环节之一是, 须要有布点采样方法的合理性、代表性和可靠性作保证。因为, 在常规监测、污染源调查、本底调查、背景调查或环境影响评价的调查中, 不同的调查有不同的调查环境、不同的调查对象、不同的调查精度要求等, 其布点采样方法也就不可能完全一样。

作为本底调查的基本原则, 点位必须布设在没有或少污染的地方, 而且凡是能够重复采样的地方均可布设点位。当然, 作为它们的充分和必要条件, 点位数量必须足够、点位分布必须均匀; 否则, 只有数量上的足够、而无点位分布的均匀性, 就不能说具有较好的反映客观环境的真实性。在点位数量和采样频度的设计上, 还应兼顾反映真实性与经济效益的统一性, 这可通过某种相关性的研究后来达到。例如, 通过对涨、退潮的采样分析研究, 可以知道在规定置信度要求下, 涨、退之间的时 (采样频度) 空 (点位分布) 分配是否具有显著差异性。如有差异性, 就应根据情况加密采样频度或点位数量; 如无差异, 则不必加密甚至可以减少 (通过显著差异性研究后确定)。

由于不同的环境要素有不同的环境状态, 因此, 在布点设计时, 应首先拟定单位面积上

的采样点数，再确定每一环境单元内的采样点数，最后施之于均匀布点。作为均匀布点的方法，最常用的是正方形网格法；不过，作者认为，在网格边长相等的条件下，等边三角形布点比正方形布点，更具有统计理论上的意义。这同样适用于本底调查和背景调查。但是，鉴于本底调查的特殊性，它只能做到近似的均匀布点，但必须满足单位面积上的采样点数相同的要求。

在点位的垂直分布和采样频度上，本底调查和背景调查也有所不同。本底调查一般应分层（如，深水区的水体、土壤）采样，做一个时间周期（年）的调查一般可以完成；但对于背景调查，则要根据调查的对象和目的来确定分层采样与否，可在任意时间周期内来完成。

总之，本底调查和背景调查，在布点采样方法上，既有相同点，也有不同点。

### 三、本底和背景数据的统计处理

满足前述“充分和必要条件”所采得的每一个点位样品，经分析处理而得到其含量（实验数据处理）后，就可对这些样品含量进行再处理，从而得到代表环境的本底或背景。（环境数据处理）

所谓实验数据，是指用分析手段对样品进行多次重复测量得到的每一个直接测量数据。其中任何一个数据，都不能单独代表样品的情况，并且不具有独立的时空意义，或相对地说，不随时空而变化；来源于同一样品的一组实验数据，一般服从正态分布，这正是实验数据处理的依据。所谓环境数据，是指对实验数据处理得到的最后结果，即每一样品的含量；这个结果，能单独代表相应样品的情况，并且明显地具有独立的时空意义；来源于同一环境要素或环境单元的一组环境数据，不一定都服从正态分布（如作者曾经研究过的大气、土壤、人发、咸潮河口水体及其底质等的污染数据均如此），这正是我们在处理环境数据时不

能随意套用算术平均值法的原因所在。概括地说，所谓环境数据，就是任何具有独立时空意义、能单独代表环境现象的数据。环境数据与实验数据的区别，综合于下表。

环境数据与实验数据的区别表

项目	环境数据	实验数据
统计分布	不一定遵从正态分布	一般遵从正态分布
时空关系	具有独立的时空意义，或随时空而变化	相对地说，不具独立的时空意义，或不随时空而变化
代表性	能单独代表样品的含量情况	不能单独代表样品的含量情况
数据处理依据	污染物质的统计分布形态	偶然误差的正态分布理论
大数定则和中心极限定理的应用	还不能随意用大数定则和中心极限定理来推断环境数据集必须遵从正态分布	一般可用大数定则和中心极限定理来推断实验数据集遵从正态分布

所谓环境数据处理，就是对环境数据进行归纳整理、去伪存真、综合分析，借以获得反映污染物质在客观环境中的存在、组成、分布及其变化规律的一个过程。因此，根据环境数据的特征，对环境数据处理，一般可按如下步骤进行：

1. 审查数据的可靠性和精确性，并确定取与舍；
2. 确定数据集的分布形态，并用统计检验方法验证之；
3. 根据分布形态，选择合适的统计方法；
4. 根据调查目的选择最佳的计算程序；
5. 调查结果的分析、验证和确定。

由于环境污染具有这样一种特征：大量污染物的突然排放，不但容易导致环境的突然逆变和损害，而且环境的突然恶化要比缓慢变化危害大得多。例如热污染，对于温度敏感鱼类来说，水温的突然升高比缓慢升高要危险得多。因此，如果纯粹根据数理统计知识来处理

环境数据以得出代表环境状态的结果,就往往会把还有50%的数据大于均值的情况给予忽视,正是这些数值大的数据才对环境构成严重危害。为此,要较好地获得反映客观环境真实性的结果,对环境数据的处理就不能简单从事。作者认为,可按下述方法进行:

假设通过背景调查获得数量为  $n$  的样本:  $X_1 \leq X_2 \leq X_3 \leq \dots \leq X_n (= X')$ , 并遵从正态分布。于是:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (3)$$

如果纯粹从数据集中趋势来考虑,那么,  $\bar{X}$  就是代表该样本的最佳值。但是,联系到前面提到的现实环境情况,倘若不考虑突然排放(即极大值  $X'$  或所有大于  $\bar{X}$  的数据),就有可能使环境遭到危害而不加注意。要避免这一点,可用下式来计算代表环境状态的背景值:

$$y = \bar{X} + \frac{n'}{n} \bar{X}' \quad (4)$$

式中,  $\bar{X}'$  为所有大于  $\bar{X}$  的数据的平均值;  $n'$  为大于  $\bar{X}$  者的个数。若用于评价,这个式子比内梅罗仅考虑极大值的情况要优越些。

对于具有明显季节性变化特征的水体,如咸潮河口及海湾水体,亦可同时采用时间加权法来处理:

$$\begin{aligned} \bar{X} &= \frac{t_{枯} X_{枯} + t_{丰} X_{丰} + t_{平} X_{平}}{T} \\ &= \frac{\sum t_i X_i}{\sum t_i} \end{aligned} \quad (5)$$

式中,  $X_i$  为实测值;  $t_i$  为时间; 枯、丰、平分别表示枯水期、丰水期和平水期。

如果进行的是本底调查,那么,在前述数据处理步骤的基础上,可用百分位数法按下式

$$X_p = X_{F_p} + \frac{d}{f_p} \left[ \frac{(n+1)p}{100} - F_p \right] \quad (6)$$

计算出概率为95%的  $X_{95}$ , 然后根据  $X_{95}$  剔除大于它的那些值,再将剩下的那些数据求均值,此均值可作为本底值。

(6) 式中,  $X_p$  为所求的百分位数, 它

表示全套变量值中,小于和等于  $X_p$  的变量值个数有  $p\%$ , 大于  $X_p$  的个数有  $(1-p)\%$ ;  $X_{F_p}$  为  $X_p$  所在组段的下限;  $d$  为组距;  $f_p$  为  $X_p$  所在组的频数;  $F_p$  为  $X_p$  所在组以前的累计频数;  $n$  为样本容量。

#### 四、获得本底的可能方法

目前,在全球都受到污染的情况下,如何获得环境的本底?成了环境科学工作者探讨的内容之一。

如何获得本底?不同的学者对不同的环境要素,提出了不同的方法或线索。归纳起来有以下几点。

1. 根据污染元素与参比元素相关性的方法来寻求和检验本底值。在这个方法中,常用  $TiO_2$  和  $Sc$  作参比元素来寻求土壤污染元素的本底值。但是,这个方法受到既要有  $TiO_2$  或  $Sc$  的存在、又要不受  $TiO_2$  或  $Sc$  污染的两个条件的限制。

2. 利用地球化学绝对年龄测定法来推求土壤和海洋河流湖泊沉积物中的污染元素的本底值。据知,应用  $^{14}C$  法可以达到此目的,而且有利于研究污染史。国外已有学者利用湖泊沉积岩芯来研究汞污染史和工业发展史。

3. 利用古代人体骨骼中的元素含量来推断人体污染元素本底值。据报道,1400至4500年前古秘鲁人骨骼中的铅/钙比值为  $6 \times 10^{-8}$ , 而现代美国人和英国人的平均铅/钙比值则分别为  $3500 \times 10^{-8}$  和  $2100 \times 10^{-8}$ 。可见,现代人含铅量已达到“天然水平”的几百倍。又知,我国科学工作者也已对马王堆古尸和罗布泊古尸中元素进行了分析研究,这对寻求本底及人体代谢与环境的关系,无疑是有重要意义的。

4. 根据仪器和分析方法的最低检测限来估测本底值。据报道,加拿大  $W.I. Crtrey$  曾用此法来估测未受污染大洋水的油本底值。

5. 通过树木年轮与污染元素的关系,可以研究污染史,进而推算植物和土壤的本底值。我国科学工作者也已开始了这一研究工作。 (下转61页)

(上接64页)

## 五、研究本底和背景的意义

综上所述,关于弄清和研究本底与背景的意义,作者可初步得出以下结论。

1. 本底是环境科学中最基本、最有理论价值的概念之一。认识和研究本底具有如下意义:(1)充实环境科学的理论基础;(2)有利于了解污染史、估价污染程度;(3)有利

于环境变化规律的探求;(4)为制订环境标准提供理论依据。

2. 背景也是环境科学中最基本、最有实用价值的概念之一。认识和研究背景具有如下意义:(1)充实环境科学的理论基础;(2)评价环境现状,警报污染趋向;(3)有利于环境监测和环境调查方法的完善;(4)为城乡建设的合理布局和环境管理提供依据。

### 参 考 文 献

- [1] 方肇忠, 1983. 海洋科学 3: 61—62.