

环境冲突分析及其应用:公共设施 选址问题的分析与处理*

林 巍 刘春华 傅国伟

(清华大学环境工程系, 北京 100084)

摘要 以有害废物处理设施选址为例, 对如何处理公共设施选址中的环境冲突进行了较深入的探讨, 提出了该问题的解, 讨论了解的存在性、唯一性、Pareto 最优性和公平性以及防止信息虚报的有效性, 并对 2 类更复杂的选址冲突进行了讨论, 提出了解决的基本思路。

关键词 冲突分析, 环境规划与管理, 公共设施选址, 环境冲突。

在环境规划与管理的实践中, 广泛存在着冲突问题, 如开发建设中开发者与环保主义者的矛盾, 污染纠纷中责任者与受害者之间的争议, 资源分配中各需求方之间的矛盾。这些问题大多具有非零和的特点。国内外研究表明法律并不是解决冲突的万能手段, 甚至在多数情况下也不是一种高效的手段, 而采用协商、谈判、调解等方法来公平合理地解决冲突, 已在许多领域被证明为一种有效的途径^[1]。“冲突分析理论”就是关于分析和处理冲突问题的理论。本文将运用冲突分析的理论和方法来研究如何处理公共设施选址这类环境冲突。

1 公共设施选址中的冲突问题(NIMBY)

有害废物处置场、污水处理厂、垃圾收集站、垃圾焚烧场的选址是一类特殊的环境冲突。建立这些公共设施为全社会服务, 是全社会的利益, 但是这些公共设施又或多或少对周围的环境产生一定的影响, 尽管这种影响已经被降到尽可能低的程度, 但仍然难以避免公共设施周围的居民对它感到不快。即所有人都希望建成这些公共设施, 但同时都不希望这些公共设施建在自己附近。描述这种冲突的英文术语是“NIMBY”, 即“Not in my back yard”。

2 解决该类冲突的基本原则

2.1 一般原则

冲突问题的处理结果称为冲突解。冲突解

应满足 Pareto 最优性和公平性, 这 2 个原则称为 Pareto 最优原则和公平原则。

一个冲突解具有 Pareto 最优性是指: 不存在另外的解能使冲突的一方境况变好, 同时却不使其它任何一方境况变坏。一个解具有公平性的直观意义是: 冲突各方(或仲裁者)认为冲突解消除了剥削或对冲突解提不出合理抗议。

2.2 NIMBY 问题的处理原则

除遵循上述 Pareto 最优原则和公平原则外, NIMBY 问题的处理还应遵循以下原则^[2]。

(1) 受益者补偿原则 在选址冲突中, 公共设施的建立, 会给全体相关者带来益处, 同时给其中邻近的少部分相关者带来损害。在处理冲突时, 受益者应对受损者进行补偿, 这条原则称为“受益者补偿原则”。由于公共设施的总效益是正数, 因此在实施补偿之后, 能保证各个相关者都受益。

(2) 相关者不具有否决权的原则 公共设施的建立对全社会有利, 而选址冲突拖延下去对大家都不利, 因此各方难以达成一致时, 应将冲突提交仲裁, 或者说在协商中各方可以对某一解决方案提出异议, 但不能否决。这条原则表明在这种冲突的处理中, 合作具有某种强制性, 这是因为公共设施在建成以后很难拒绝为那些表示不合作的人服务。

* 国家自然科学基金资助课题

收稿日期: 1995-06-28

美国麻省《1980 年有害废物管理设施选址法》^[1]中对上述原则进行了法律确认。它规定：应对设置有害废物处理设施的地方给予补偿；当地社区要求补偿的谈判应按一定议程进行；这种谈判是义务性的，双方均不可单方面采取不利于对方的行动；谈判不成功时由法院仲裁。

2.3 需解决的具体问题

虽然关于处理冲突的原则得到了普遍的承认，规定了处理冲突的基本框架，保证了冲突能够得到处理，但是仍有以下问题需要具体解决，即：在有几种选址方案的情况下，如何确定地址；应向提供场址方提供多少数量的补偿金；补偿金如何在受益方之间分摊。

3 简单的案例：有害废物处理设施选址

3.1 问题描述

以在 5 个城市中选定一个城市设置有害废物处理设施为例。假定：如果不建立该设施，5 个城市的有害废物将严重影响环境；由于普遍缺乏该种设施和交通的不便利，5 个城市不能依靠其它的城市来帮助它们处理有害废物；这种设施对周围环境的影响是低水平的，不会造成严重影响；5 个城市各派出一名全权代表参与该冲突的谈判。

3.2 解决的基本思路

根据前述的原则，要求各方在协商中首先提交以下 2 个数据，即：第 i 方愿意付出的补偿金（假定设施未设在第 i 方处），记为 CWG_i (Compensation Willing to Give)；第 i 方接受设施需要得到的补偿金，记为 CNA_i (Compensation Needed for Acceptance)；分析以上 2 个数据的含义可知，提供场址并得到 CNA_i 的补偿与不提供场址但提供补偿金 CWG_i 这 2 个事件对于第 i 方具有相同的效用。

以下给出本例中各方所报的 CWG_i 和 CNA_i 。

从表 1 可以看出，将该设施设置在 B 城市或 D 城市或 E 城市时，其余 4 个城市提供的补偿金总数均大于该城市要求的补偿金 CNA_i ，即将设施设置在上述 3 个城市的方案均是可行的

表 1 5 个城市的补偿金(万元)

城市	A	B	C	D	E	总计
CWG_i	50	20	60	30	50	210
CNA_i	200	50	230	80	150	
其余 $n-1$ 方提供的补偿金总和	160	190	150	180	160	

方案，由于 B 方要求的补偿金最少，可以证明将设施设置在 B 方的方案是 3 个方案中唯一具有 Pareto 最优性的方案（假定各方都是效用偏好中立的）。

B 方要求的补偿金是 50，其余 4 方提供的补偿金是 190，在选定 B 方作为场址后，还需确定 B 方最终应得的补偿金数额和其余各方分别负担的补偿金数额，即如何分配 140 的盈余。

3.3 补偿金数额及分摊问题的求解

记最终的补偿金为 C ，补偿金分摊向量为 AC ， $AC = [ac_1, \dots, ac_5]^T$ ，其中 ac_i 表示第 i 方负担的补偿金，若第 i 方是接受处理设施的一方，则记 $ac_i = -c$ 。向量 AC 应满足 $\sum ac_i = 0$ 和 $\sum |ac_i| = 2 \cdot c$ 。

3.3.1 解法 1

这种解法认为：B 方的 CNA_2 就是它最终应得的补偿金，盈余 140 则在其余 4 方中平分，即每方分得 $140/4=35$ ，分配结果为：

$$c = 50; AC = [15, -50, 25, -5, 15]^T$$

这种分配方式存在以下 2 个缺陷：①140 的盈余是 B 方和其余 4 方共同创造的，分配盈余时，不应排斥 B 方；②各方对盈余形成的贡献是不一样的，因而各方平分盈余不合理，而应按贡献大小进行分配。

3.3.2 解法 2

对解法 1 进行改进：先让 B 方分得初始补偿金 50，然后 5 方共同按 CWG_i 的比例分配 140 的盈余，即：

$$ac_2 = -c = -50 - CWG_2 / \sum CWG_i \times 140$$

$$ac_i = CWG_i - CWG_i / \sum CWG_i \times 140 \quad i \neq 2$$

分配结果为： $AC = [16.67, -63.33, 20, 10, 16.66]^T$

这种方法的缺陷是：用 CWG_i 来量度各方对合作的贡献时，B 方的贡献被低估了。

3.3.3 解法 3: Steihaus 分配

Steihaus 公平分配法是由波兰数学家雨果·斯坦豪斯(Hugo Steihaus)提出的，分配分 2 步进行。首先将设施安排在对补偿金索价最低的一方，然后各方估计这时(补偿前)自己得到的超额收益，求这个超额收益之和，并将之平均分配给每一方，这样各方得到的最后收益都高于它们自己估价的应得的公平份额，而且高出值都相同。

本例中，在实施补偿前，B 方估价的超额收益是 -50(即承受的超额损失是 50)，其它方自己估价的超额收益是 CWG_i ，所以分配结果是：

$$C = 50 + \frac{1}{5} \left[\sum_{i \neq 2} CWG_i - 50 \right]$$

$$ac_i = CWG_i - \frac{1}{n} \left[\sum_{i \neq 2} CWG_i - 50 \right] \quad i \neq 2$$

得：AC=[22, -78, 32, 2, 22]

Steihaus 法广泛用于处理各方估价不同的分配问题，它是本文的推荐方法之一。

3.3.4 解法 4: 按边际收益分配

从另一个角度出发对解法 2 进行改进，可得解法 4。即：用各方给合作带来的边际效益 $\bar{x}_i$ 来衡量各方对合作的贡献，并按这个比例来分配多余的补偿金。第 i 方给合作带来的边际收益 $\bar{x}_i$ 是第 i 方最后加入合作时给合作带来的新增收益。本例中 $\bar{X} = [\bar{x}_1, \dots, \bar{x}_5] = [50, 60, 60, 30, 50]^T$ ， $\sum \bar{x}_i = 250$ 。合作的总收益是 140，所以：

$$-ac_2 = C = 50 + \frac{60}{250} \times 140 = 83.6$$

$$ac_i = CWG_i - \frac{\bar{x}_i}{250} \times 140, \quad i \neq 2$$

即 AC=[22, -83.6, 26.4, 13.2, 22]^T

解法 4 与解法 3 相比，易于理解和接受，而且下节将证明，这种解法还具有很好的数学性质。如果同意本文开始提出的“收益分配应与贡献成比例”的假定，则解法 4 是更为合适的方法，它是本文的首选推荐解法。

3.4 解的性质讨论

3.4.1 问题的约束条件及解的存在性

如果最低的 CNA_i 大于其余各方的 CWG_i 之和，则该问题无解。导致这种结局的原因在于大多数相关方夸大了所要求的 CNA_i ，降低了愿付出的补偿 CWG_i 。因此应给出 CWG_i 和 CNA_i 之间的约束关系，这不仅是求解的需要，更是管理中体现公平和避免虚报信息的需要。

由于提供场址并获得补偿 CNA_i 与不提供场址但提供补偿 CWG_i 2 个事件等效用，因此在报价中 CNA_i 与 CWG_i 应该正相关。更深入一步地讨论，对一个偏好中立的报价者而言(这里偏好中立是指可以用损益值来表示效用值)，应有：

$$-CWG_i = CNA_i - DA_i \quad (1)$$

其中 DA_i 是第 i 方自己所估计的处理设施建在己方将给自己带来的损害，所以有：

$$DA_i = CWG_i + CNA_i \quad (2)$$

对于公正和诚实的报价者，提出的建议应是“ n 方平均负担危害值 DA_i ”，即：

$$CWG_i = \frac{1}{n} DA_i \quad (3)$$

将(3)代入(2)，可得： $CNA_i = (n-1)CWG_i$ (4)

考虑某些方有较强的支付愿望，可将约束条件定为：

$$CNA_i \leq (n-1)CWG_i \quad (5)$$

易证在以上约束条件下解的存在性可以保证。

3.4.2 解的唯一性、稳定性和 Pareto 最优性

最低的 CNA_i 值只有 1 个时，解法 4 的解显然具有唯一性。当有几方均报出最低的 CNA_i 值时，可将设施安排在这几方中任何一方处，可以证明这时这几方的净收益(无论是否接受了设施)是相同的，或称，安排在某一方的方案与安排在另一方的方案具有等价性。这时，冲突问题的解也是稳定的，即没有接受处理设施的一方(假定它也报出了最低的 CNA_i 值)不会因为净收益少而宁愿降低 CNA_i 的要求以获得该设施。

将公共设施安排在对补偿金要价最低的一方，使全体相关者的净收益最大，具有 Pareto 最优性。

3.4.3 避免虚报信息的规则

一个好的解法应防止冲突方通过虚报信息获利来破坏解的公平性。最好的防止方式是设计出一种解法,使冲突各方真实报价时获利最大,虚假报价反而会有所损失,但是找到这种解法不太容易。另一种方式是,附加一些约束条件,使虚假报价不能获取额外的收益,这种方式虽然不能惩罚虚报者,但是由于虚报本身就要冒受谴责和丧失信任的风险,这种方法也可以有效的防止虚报。现在讨论解法 4 在防止信息虚报方面的特点。

假定第 im 方是估价最低的一方,易证 CNA_{im} 报得越高越有利,但不能高于次最低的 CNA_i 值。同样可证对其它方来讲, CWG_i 报得越低越好,但不能低于 $\frac{1}{n-1}CWG_{im}$ 。

在实际冲突中,某一方并不知道自己是否是对所需的补偿金估价最低的一方,因此它很难决定应向上虚报还是向下虚报;即使它能估计出自己的估价在排序中的位置,但由于他不知道 CNA_{im} 和次最低的 CNA_i 值,所以他也不知道应该虚报到什么程度,这时虚报得越多,受损失的风险越大。因此在本解法过程中,任何一方最稳妥的策略是诚实报价,这不仅可以使自己稳获一笔收益,还会惩罚漫天要价者。

4 复杂问题的讨论

由于在上例中给出了若干假设,使得问题变得相对简单和容易处理,更多的真实问题所具有的复杂性至少体现在以下 2 个方面。

4.1 各方内部意见不统一

例如在一个居民小区内为垃圾收集站选址,该问题涉及到 5 幢单元楼,每幢单元楼的居民组成一方参与选址谈判,由于每方内部意见不统一,在提交 CWG_i 和 CNA_i 时就会遇到障碍,即每方并没有全权代表来表达该方的集体意志。因此在处理冲突时,首先要集结各方内部的集体意志。一种简单的方式是,由各户提交它所认为该楼应提交的 CWG_i 和 CNA_i ,然后从中归纳出集体选择的结果,为避免虚报,促使真实报价,采用“中位数法”而不采用“平均数法”来

处理集体的选择,即:设第 i 方内部有 m 个人,每人的报价依次为: $CNA_{i1} \leq CNA_{i2} \leq \dots \leq CNA_{im}$, 则集体选择结果是:

$$CNA_i = \begin{cases} CNA_{i(k+1)} & \text{当 } m = 2k + 1; \\ (CNA_{ik} + CNA_{i(k+1)})/2 & \text{当 } m = 2k; \end{cases}$$

处理这类冲突的另一个有效的途径是,在居民购房前就安排好垃圾楼的位置。这时,冲突的利益相关者是各居民楼的开发商,因为靠近垃圾楼的住宅楼商业价值将降低,这会有损开发商的利益。这时问题则转化为简单选址冲突,可用推荐的解法 4 来处理。

4.2 相关方太多

例如市政当局为垃圾转运站或垃圾焚烧场选址,几乎全社会的各个部分都是该问题的相关方,如此多的相关方,使得第 4 节所述解法在实践中难以实施。这时候,应由政府来代表全社会与场址周围的居民谈判并进行补偿,同时其余各方可以通过交税等方式向政府补偿。政府提供补偿的方式也可多种多样,如向当地社区提供补偿服务,又如焚烧场向周围社区免费或低价供电供热等。

5 结论

(1) 以“有害废物处理设施选址”为例,提出了选址冲突问题的解;证明了解的存在性、唯一性、Pareto 最优性、公平性、防止信息虚报的有效性;

(2) 对“垃圾站选址”、“垃圾焚烧场选址”2 类较复杂的问题提出解决的基本思路;

(3) 解决冲突至少有 2 种途径:一种使冲突得到公平合理的处理,本文所涉及的主要是这种途径;另一种是消除冲突,如通过改进技术等方法,使公共设施对周围的不利影响降到可以忽略的程度,则可从根本上避免冲突的产生。在可能的情况下,后一种方法是解决冲突的理想方法。

参 考 文 献

- 1 Raiffa H. The Art and Science of Negotiation. Boston: Harvard University Press, 1982
- 2 林巍,环境规划与管理中冲突的分析与处理的研究(博士论文),北京:清华大学,1995

exhaust pipe was mixed with different catalysts to form dry samples. TG-DTA method was applied to investigate the combustion-supporting performance of different catalysts. It has been found that the dust combustion temperature $T_{\max}$ was greatly lowered when catalysts were used. The combustion-supporting performance of catalysts was ordered as following: $\text{NiO}/\text{Al}_2\text{O}_3 > \text{CuO}/\text{Al}_2\text{O}_3 > \text{V}_2\text{O}_5/\text{Al}_2\text{O}_3 > \text{Pd}/\text{Al}_2\text{O}_3 > \text{Ag}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3 > \text{Cr}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3 > \text{CeO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ and had a certain correlation to the $-\Delta H$ of metal oxide. With the increasing of $-\Delta H$, a minimum $T_{\max}$ can be observed.

Key words: soot combustion, catalysts, TG-DTA method.

Microbial Degradation of Phthalic Acid Esters (PAEs). Wang Jianlong and Qian Yi (Department of Environmental Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084); *Chin. J. Environ. Sci.*, **16**(6), 1995, pp. 26–28

Microorganisms capable of degrading di-n-butyl phthalate (DBP) were isolated from coke-plant wastewater treatment plant sludge by enrichment and acclimation shaking culture, and purified by successive streak transfer on agar-plate medium. The time course of DBP degradation by different strains was investigated and compared. The growth characteristics and the kinetics of DBP biodegradation were studied by shaking flask test. The experimental results show that the DBP degradation can be described by Monod equation with μ_m and K_s being 0.4 h^{-1} and 28 mg/L , respectively.

Key words: dibutyl phthalate (DBP), microbial degradation, coke-plant, wastewater.

Study on the Metal Pollutant in Fly Ash from Coal Combustion of Power Plant. Yan Rong et al. (State Key Lab on Coal Comb. HUST, Wuhan 430074); *Chin. J. Environ. Sci.*, **16**(6), 1995, pp. 29–32

The contents of 8 metals in fly ashes with different sizes from coal combustion in 5# boiler of Qinshan Power Plant have been determined, the pore and surface properties of the fly ashes have also been studied. It was found that the smaller the particle is, the bigger the surface of pores and the contents of metal compounds become. Both high temperature and reducing atmosphere accelerate the enrichment of heavy metals in fine particles. The different rules in metal compounds

distribution of the ability of absorption and the condensation of vapor have been discussed.

Key words: fly ash, metal compounds, pollution, fine particle.

Experimental Study on the Collection of High Specific Resistivity Dusts by V-shaped Collecting Electrodes. Li Jie and Liu Linmao (Dept. of Environ. Sci., Northeast Normal University, Changchun 130024); *Chin. J. Environ. Sci.*, **16**(6), 1995, pp. 33–35

The use of 45 to 90 degree angled V-shaped collecting electrodes in a transverse arrangement to change the configuration of collecting electrodes in an electrostatic precipitator was found to effectively separate free ions in space from charged dust particles and to reduce the current density on dust layers so that the high specific resistivity dusts with a resistivity of 10^{11} to $10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ could be collected. By carrying out simulated experimental study, the distribution of current density on electrodes was given for clean electrodes covered with dielectric materials of different resistivities, which were V-shaped at an angle changing between 45 and 90 degree.

Key words: electrostatic precipitator, high specific resistivity dust, current density.

Environmental Conflict Analysis and Its Application in Environmental Planning and Management: Siting of Public Facilities. Lin Wei et al. (Dept. of Environ. Eng., Tsinghua University, Beijing 100084); *Chin. J. Environ. Sci.*, **16**(6), 1995, pp. 36–39

Siting of hazardous waste treatment facilities was exemplified to make an in-depth discussion on how to deal with the environmental conflicts occurred in siting public facilities (or those not in my backyard), to identify the possible solutions to this problem, and to discuss the existence, solitariness, Pareto optimality and fairness of a solution, as well as the validity of preventing false information from being reported. On this basis, two kinds of more complicated conflicts in siting were discussed and the basic considerations that should be taken to develop a solution were suggested.

Key words: conflict analysis, environmental planning and management, public facilities siting, environmental conflict.

Theory on the Functional Values of Natural Resources. Yu Liansheng et al. (Dept. of Environ.