



能源·环境丛书

(1)

北京能源学会

申葆诚

赵殿五

工业污染统筹治理

工业污染统筹治理

申葆诚 赵殿五

北京能源学会

内 容 提 要

本书所讨论的“统筹治理”，是指有计划地综合考虑处理工业三废，使之能在一个企业和单位内部，或一个地区许多单位之间统筹进行治理和综合利用的方法。其对象不仅是今天视为“污染物”的一些原来有用的物质，而且还有水。水，本身也是一种宝贵的资源，决不是取之不尽的。

采用这种技术的出发点和推动力，是为了发展单项治理为统筹治理，以更有效地保护环境。但其意义不仅止于此，还可以节约资源，降低成本，使环境保护从单纯花钱转为经济上也有收益的工作。这样当可促进环境保护工作的开展。

本书介绍国外统筹治理技术的一些作法，以及一些应用实例。内容以废水的统筹治理为主，也包括废气和固体废料。其中有些做法可供我们借鉴和参考。

工业污染统筹治理

申葆诚 赵殿五

编辑出版：北京能源学会

印 刷：北京市海淀印刷厂

发 行：北京能源学会发行组

（北京西黄城根北街五号）

（内部发行）

定价：0.60元

目 录

1. 前 言	(1)
2. 统筹治理技术是保护环境的好办法	(3)
2.1 什么是统筹治理技术	(3)
2.2 统筹治理技术的优点	(6)
2.3 统筹治理技术的成功实例	(7)
2.4 统筹治理技术将来的发展	(9)
3. 统筹治理技术使水再用切实可行	(11)
3.1 污染物总得有个去处	(11)
3.2 统筹治理技术的含义	(14)
4. 计算机操作的废水统筹治理	(16)
4.1 动态数学模式	(16)
4.2 资料数据处理	(18)
4.3 城市和工业废水联合治理	(20)
5. 工厂开展水再用的程式	(25)
5.1 水再用的基本流程特性	(26)
5.2 水再用系统的实例	(27)
5.3 水再用技术的新发展	(30)
5.4 大型工厂水再用的最合理化	(31)
6. 化学工业水再用的实例	(34)
6.1 三个工厂间的厂外水循环系统	(35)
6.2 如何进行厂内再循环	(38)
6.3 水再用的效益	(42)
7. 一个大型炼油企业的废料收益	(45)

7.1 水污染的统筹治理.....	(46)
7.2 空气污染的统筹治理.....	(51)
8. 工业废料交换站.....	(54)
8.1 建立交换站的背景情况.....	(55)
8.2 美国圣路易城的废料交换站.....	(57)
9. 涓滴之水汇成江河.....	(60)
参考文献.....	(65)

1. 前 言

美国联邦水污染控制法 (FWPCA, PL92—500) 要求于1985年后排放入河道的污染物为零。为此, 在具体治理工作中, 必须贯彻“再用”的完整概念。所谓“完整”, 意味着除了水再用外, 除掉的污染物亦必须再用。这包括水和污染物的分离, 然后将污染物富集, 分馏净化, 最后再用或出售。

如所有的制造过程是在一个企业内进行的, 则这些操作可在该企业内部完成。然而, 在一个地理区域内完成这些操作, 也应是可能的。因为在环境质量评价中, 应考虑所有的废水来源。所以, 除了工业厂矿外, 必须包括其它一些废水 (如城市和农业污水) 的来源。

除了在工厂内部达到再用的目的外, 还应尽可能把每一个污染源与其上游和下游的其它污染源合并在一起考虑。这时应考虑两种可能性: 这个来源是否可以用掉一些其它来源的废料; 或者, 其它来源用掉一些这个来源的废料。将所有这些耗水的以及耗用污染物的来源合并起来, 就能在一个相当大的地区内形成一个闭路循环。

理想的是在一个城市附近, 发展一个工业综合体。其各部分可以这样来配合: 使城市来的所有固体和液体废料 (如城市污水和地面径流) 全部被接受和用掉; 当然也能接受和用掉来自附近农业的固体和液体废料, 只要这种废料能并入综合体中去。

在一般情况下, 发电厂所蒸发的或耗去的水量, 常常等

于这个电厂供电城市所产生的城市污水量。因此，在高降雨量区，从地面迳流来的过量水量要求综合体有额外的储水设施，因而需要一个巨大的缓冲地以平衡水量供求。综合体还要有一个能接受本身所有的废料的储存地方，并将其分馏为能上市出售的组分。“统筹治理技术”（symbiosis）这个词，原来的意思是共栖，就是指二种或多种不同的微生物互相有利地配合的现象。在此用来表示在工业、城市和农业间，互相配合以保护我们的环境。因此，称之为“综合防治”也是可以的。

2. 统筹治理技术是保护环境的好办法

2.1 什么是统筹治理技术

过去几年，我们看到大量带有各种化合物的物料从空气中和水中流失，而大半不知其去向。我们曾花了不少钱想把它们回收，但我们怀疑这种办法是否最合理。实际上，还有一个更好的办法——统筹治理技术。此项技术不仅可回收废弃的物料，再简单加工后作为原料，而且是从技术、经济等各方面来考虑，采用多种途径，使这些废料得到经济、合理、充分的利用。所采用的一整套办法是根据废料本身的化学、物理、甚至生物的性质来确定的。这里将生物包含在内，是由于生物的降解性和营养价值可在加工以及再用措施的选择上作为控制因素。根据这些性质可定出不少用途，并引伸出全面的流程方案。下面举出一些用途：

（1）根据化学性质的用途

含有十分纯净的化学物，可以直接应用

含有可以回收的化学物

酸性化学物，可作溶剂

碱性化学物，可作溶剂

有机化学物，可作溶剂

（2）根据物理性质的用途

用作吸附剂

用作吸收剂

用作过滤剂

用作润滑剂

用作粘合剂

用作浮选剂

用作导电体

（3）根据惰性的用途

用以填坑

用作非混凝土建筑材料

用作混凝土掺料

用作公路建材

用作路面防滑剂

用作填料

（4）根据营养价值的用途

人类食品来源

动物饲料来源

食品补充物

土壤改良剂

（5）根据工业用水需要的用途

（6）根据含热量的用途

许多不同的用途，都组织在一个系统之中。这就给我们指出了应如何来考虑统筹技术。应用系统分析来考虑污染控制，可以从几个方法中定出最合理的方法。如最终目的是使废料得到充分再用，则有几条途径可以达到目标：一是使废料与相当的原料相合；二是改变工厂内的生产过程，使生成能再用的废物，或至少生成些污染物；三是要求最终的治理过程亦要生成能再用的产品，或少生成些污染物；四是将全部工业废水或城市污水结合在一起，以生成能再用的物料或生成

最少的污染物。

为了使再用的可能性达到最大，可应用计算机程序，来考查每一个方案。再用其他方法来鉴定难于检测的残留物，以确定最后的安全处理。还要使系统本身现代化和最经济合理。从各种来源得到的数据包括工业本身的，可按下列程序进行逻辑推理。

SYMBIO 是一种收集工业过程的程序。这种过程应用另一个工业排放的污染物作为其进料。这主要是一种系统的和全面的副产品鉴定程序。它与将要合作的同伴为了互相支持的目的互相配合。

SUBPRO 是一种鉴定不同工业过程的程序。这些过程起相似作用，但废料的性质不同，或其量最少。在此有一个前提，就是应有过程选择余地，有些过程可以将污染物转换为原料，则在SYMBIO程序中进行。

CONCOV 是一种收集污染防治设备名单的程序。这些设备可将一种污染物转换为另一种工业上有价值的进料。在此有一个前提，就是防治设备应有选择余地。有些控制技术可将污染物转换为原料，则可在SYMBIO程序中进行。

SHAREC 是鉴定采用相同或相似防治技术过程的程序，以探索其他的污染控制设施的可能性。

以上四项相配合的程序，还可用下面三项用于不同目的程序加以扩大运用。

HARCOR 是接受无法用于其他任何工业的残余废物的程序，并另寻办法使其最终无害化、回到自然循环中或得到处置。这些不易利用的污染残余物作为整个系统的废料而弃去。

TECFOR 是使系统的各部门实行展望性现代化的一种程序，而不拘于目前的技术水平，并为在应用中增加或减少过程的数量提供资料。

FEASPO 是最后一个逻辑程序，用来决定不同途径的经济合理性。这个程序还可以根据不同程序结果的互相比较，而提供最合理的方针。

2.2 统筹治理技术的优点

采用这种治理技术，可以大大减少目前不知跑到什么地方去的物料的量，并有可能实行水再用以及废料再用。对于工厂来说，在控制污染方面，可以把厂内过程变动与采用最终治理两种方案进行对比。可以从生成的废料的性质来考虑，使再生、热量利用以及进入联合处理的过程最合理化。

在一个大企业内，仅从厂本身范围内来考虑，可能有够用的废料。然而对中小工厂，采用这种治理方案，就要从地区角度来考虑。先必须了解这个地区原料的性质、热量回收的实例以及所有种种联合治理的可能性，包括工业中或城市内，以及性质相同和不同的废料。

不论从环境保护或从经济收益来看，这都是一个十分好的办法，可以减少污染防治的负担，以及更好地利用自然资源。这个治理方案将未开发的自然资源的开采和加工联接起来，并加上对剩余资源的收集和再加工，为我们提供了一个很好的机会，以利用这些较差的物料作原料，或作为热源等等。从技术上讲，也就是通过选定合适的加工和治理过程，以增加废水和废料再用的机会。

为什么目前还没有统筹治理技术的系统方案呢？因为事

实上许多工厂企业仅考虑和评价厂内原有的作为最终流程的污染治理系统，好一些的人才考虑厂内的流程变动。不过，目前许多工厂和工业已建起了一些零星的再用系统，尤其是一些大的工厂。

让我们考查一下在全国范围建立系统方案需要些什么样的条件。考虑化学上经济的进料和出料系统，已经有了。然而建立这种系统还要求做大量的工作，界线亦难于划分明确。例如，一种含少量金、银的污泥是否应比含锌的作更深入的处理。并且，在每一个地区内不一定存在能与所出废料相配合的工厂。有些地区采取严格的措施而最大量地再利用水，可是在其他许多地区，并不考虑实行。看来，在全国范围组织这样一个系统是有困难的。

那么，在较小的范围内，这种系统方案是否有成功的机会呢？常有这样的事实：有一些工厂有相同的废料问题，但其含量差别较大。如从鞣革厂、印染厂、电镀厂、机械加工厂都有铬排出，然而它们之间并不互相通气。大多数工厂都不愿牵扯到其他工厂中去，即使有明显收益。它们为了处理自己的废料，麻烦已够多的了。因此，组织工作是很复杂的。但是，即使存在这种通气和组织上的困难问题，目前在美国一些厂矿已有运用统筹技术的系统方案。可以来考查一下其特点，评价一下其效果，而后决定是否可以推广。

2.3 统筹治理技术的成功实例

现在已有不少实行统筹治理的实例。它们利用了不同种类、不同形态和不同纯度的废料。对不同的规划进行分析，就可以看出为什么有的获得成功，有的则是失败了。

第一个是一个处理汞的小工厂。这个工厂于1954年建立，先是从助听器电池中得到粗汞来源，送入蒸馏瓶，进行再加工。以后来源扩大，包括各种汞电池，以及用作杀菌剂的汞制剂废料，含汞电气部件，各种污泥。回收得到的精汞仍再用于电池制造和电气控制设备生产，以及其它化工工厂。工厂所收购的废汞有多种形式，盛器也不同，且来自全国各地。后来由于物价和运费上涨，供应来源有变动，目前大部分仅来自美国东部各州的几家工厂，它们加工全国汞耗量的约25%，于1972年是90万磅。这个小厂年处理7—10万磅，并在考虑采用新技术，以及扩大营业。

第二个实例是乳清的回收。乳清是在乳酪制造时一种牛乳状废料，每生产1磅乳酪，这种废料约有10磅。所以，在乳制品生产业中是第一位的污染问题。在美国一个州中，有许多小型乳酪制造厂，无法提供小规模乳清干燥所需要的高投资和能量。因而，寻求一种地区合作做法。州当局建立了乳清污染防治局，建立工厂，收集和干燥乳清，再用作食品补充物。结果表明对乳酪制造厂确有收益。这个工厂能加工这个地区各种乳酪制造厂的不同乳清，且研究出了有特色的新型的干燥技术。在美国来说，这是一个不寻常的例子。

这个实例表示美国公私两方面结合，在运用统筹治理技术上取得了成绩。先是由州政府发起，然后建立工厂执行具体管理和操作，收取部分利润，而其余的收益归投资的各家乳酪制造厂。在这项工作中，一共三方，每一方都有所贡献，每一方都有所收益。

这两个实例以及其他采用统筹技术而成功的实例，显示了几个共同的因素：

第一，每一项工作整个来讲，必须经济上稳定，而且能与其他的治疗方法如填坑等相竞争。

第二，必须有一个主办单位，政府或工厂均可来承担组织工作，并能承担与工作有关的财务上的开支。

第三，还必须有一个具体执行的单位，最好由一些有关厂矿的技术人员组成。他们了解这些废料性质，并且有实际技术知识，以设计和进行这项工作。

这三个因素，其实与任何成功的事业所要求的，并无大的不同。但要想成功地实行一项统筹治理，还要认识清楚，残渣废料的发生无非是经营管理中的许多漏洞造成的结果而已。

2.4 统筹治理技术将来的发展

对于实行统筹治理，目前还没有一个总的情报资料系统。但对每一个实例，主办单位都进行了调查。如废料相当简单，易于鉴别，且其用途比较明确（如金属和有机溶剂），这种调查尚合理可行。但当废料十分复杂，难于找到用途，并且与其他工厂的配合问题不好解决时，就需要有地区性数据作为基础。

在这个方面最近有一些新的发展。有几个欧洲国家正在建立废料交换机构。工厂矿山可以列出其残渣废料，描述其性质，或提出可用什么废料以补充其原料要求。这十分象美国已采用的办法，即在化工期刊上登载化工设备和化学物征求和出售广告。在美国，圣路易市已有这样一个废物交换组织，现在逐渐多起来。可以预料，这种废物交流的趋势还会继续下去，会有更多的废料引进市场，尤其是在能源价格上

涨的时候。

另一种趋势是发展地区数据基础。根据1972年美国联邦水污染控制法，要求州的地区计划应能适用于区内所产生的废物。根据法律规定，在工业区内的这个地区计划机关，可以收集有关残渣废料的产生和最终处理的数据，作为其职责的一部分。

由于这样的规定，美国至少已有了一个区域计划机关，名为东南地区规划和经济发展区。在麻省，开始制定与地方商会、区内大工业相配合的工业规划，并且弄清残渣废料，积极寻找扩大其再用的机会，从而使废物处理问题减为最少。这个规划着眼于本地区工业，如纺织加工、海产加工和金属加工，依据上面说过的做法，使废料变为原料，并鼓励尽量再用工业过程生产的废料。

此外还组织了工业工作小组，以帮助地区废料装运机构、再加工工厂、填埋处理单位，并与工厂工作人员协商，以探讨所有的可能再用的途径。总的来讲，在一个地区范围内，如果政府或厂商全参加进来，就可以认真评价废料再用、废热利用和环境保护的问题。

3. 统筹治理技术使水再用切实可行

美国法律授权环境保护局可以发布条例，禁止某些有毒化合物的排放。然而由于点和非点污染源一起存在着，要达到目标或完全遵守处理条例，应当承认还有不少复杂问题需要解决。虽然点污染源可以控制，然而非点污染源的控制却非常困难。在许多情况下，如能适当地挖沟筑渠，可将非点源排放改成点源排放。

比这更难控制的一个非点源是降雨，雨水从污染的空气里冲刷下污染物直接落入水体。唯一可能控制这些污染物的办法，看来还在于确定污染物的来源，并防止它们进入空气中。

在此我们要明确一下水再用和完全水再用间的差异。水再用意味着污水经处理后，再用净化过的那部分水，而不考虑除去的污染物的归宿。完全水再用则不仅意味着净化的水的再用，并且要对除去的污染物进行加工，使它们不进入或不危害环境。

3.1 污染物总得有个去处

通常认为污染物有三个大归宿：海洋、陆地和空气。一个大问题是将这些污染物从污染源输送至其归宿处时，应考虑它们必须与该处的组成相适合，且能在那里永久呆下去，而不至于对环境产生不利的影响。如氯化钠适当地分布于海洋中，很少会引起不利影响。然而，如排放大量氯化钠进入

一个小的净水河道，则对环境的影响就十分严重了。

海洋中的污染物的一个不利影响是：海洋中的生物能够从水中将这些污染物富集，再通过食物链，最终被动物或人食用，而这时污染物的浓度已提高到使食物不可食用的程度了。汞从不溶性金属通过厌氧细菌转换为可溶性的高毒性的有机金属化合物，进入食物链，最终进入人体。这个问题已引起人们极大关注。

另一个例子是海水中少量氟化物进入食物链中去，特别是进入鱼骨。此时，如用整鱼制做鱼粉，则这种鱼粉就不适于做食物或动物饲料。如把氟化物浓度最大的鱼骨抛弃，则将使鱼粉的价格太昂贵。

在陆地上也有相似的情况。某些污染物在土壤中是相当稳定的。但如随土壤的流失而进入水体，生物作用会将这些污染物以可溶性的形式释放出来。那么土壤就不能作为这些污染物的处理场所。有许多土壤中的污染物就是这样进入食物链的。

至于空气，更不宜于作为污染物的归宿。许多污染物在重力影响下会沉降到地面或直接进入水体。几乎所有的污染物都能由雨水从空气中冲刷下来。所以，如认为空气是污染物的一个好归宿是毫无理由的。

所有这三者是污染物天然的归宿。可以看到，都有令人无法忍受的缺点。如果我们不利用这三个处理污染物的天然场所，污染物将往何处去呢？人们提出生产过程作为一种好的归宿。在那里污染物可以转移和循环，而对环境没有不利影响。然而在更详细地考虑再用于生产过程之前，应先看一下天然处置场所和人工处置场所（就是再用）之间的那些