

工业污染事故 评价技术手册

WORLD BANK TECHNICAL PAPER NUMBER 55

中国环境科学出版社

工业污染事故评价技术手册

李民权 曹德扬 欧阳福康 等 译

朱标鑫, 校

中国环境科学出版社

1992

《京》新登字 089 号

内 容 简 介

世界银行对其投资的工业项目要进行评价，必须对工业发展项目进行公害分析，确定其有毒、易燃或易爆的物质发生事故会引起怎样的破坏后果，如存在对生命财产造成严重危害的因素，就应设法减少将由此产生的破坏，或改进工艺，采取一系列管理措施。

此书对此内容作了较详细、系统的介绍和论述，具有一定的学术价值。适于环保工作者、工业项目决策规划者等阅读。

WORLD BANK TECHNICAL PAPER NUMBER55

工业污染事故评价技术手册

李民权 曹德扬 欧阳福康 等 译

朱标鑫 校

责任编辑 张新锋

中国环境科学出版社出版

北京崇文区北岗子街8号

三河县宏达印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经售

1992年11月 第 一 版 开本：787×1092 1/32

1992年11月 第一次印刷 印张：47/8

印数 1—3 000 字数：109千字

ISBN 7-80093-113-7/X·575

定价：3.50元

译 者 的 话

随着经济建设的发展，人们逐渐意识到对拟建的工业发展项目进行环境影响评价，是控制新污染发生的有效手段。70年代起，国内外先后开展了对建设项目的环境影响评价工作。10多年来，环境影响评价工作在防止环境进一步恶化方面起到了积极的作用。环境评价方法作为环境评价工作必不可少的手段，也在日趋成熟。在总结我国环境评价方法经验教训的同时，我们翻译了世界银行/国际信贷公司1988年编制的《工业污染评价技术手册》。旨在帮助我国环境评价工作者借鉴国外经验，以简捷的方法估测有毒、易燃、易爆物质泄漏到大气中所导致的后果，从而对工业发展项目给人和环境带来公害的可能性、控制公害措施的可靠性和有效性进行评价。

书的后部附有“世界银行在发展中国家分析和控制主要公害设备的鉴定准则”。其中包括严重危险的鉴别、严重危险的评价程序、要求、目标、内容和应急方案；并列出了限定的设备、生产过程、剧毒、危险品限值、潜在危险物及其性质。

本手册不仅是利用世界银行/国际信贷公司资金的工程项目设计者、涉外工程有关人员的必备工具书，也可供环境影响评价工作者、环境管理人员、环保科技人员和大专院校师生参考。

本手册由李民权、曹德扬、欧阳福康等译，附录由金

彦、芮伟如、李坚、费永华译，由李民权统一作了文字修正，朱标鑫校。在翻译过程中始终得到苏州市环境保护局、苏州市环境科学研究所的同仁们的支持和帮助，在此一并表示感谢。由于译者水平有限，请读者批评指正。

译 者

1990年10月于苏州

前 言

世界银行/国际信贷公司（IFC）对其所资助的工业发展项目都要进行评价和监督。作为其中的内容之一，它要对工业发展项目可能给人民及环境带来的公害作出评估，并对用来控制这种公害措施的可靠性和有效性进行评价。为了帮助和指导评估工作，环境与科学事务署编制了“世界银行在发展中国家分析和控制主要公害设备的鉴定准则”。

要完成手册所述的工作，必须对提出的工业发展项目进行公害分析，以确定其有毒、易燃或爆炸性物质的泄漏事故将引起怎样的破坏后果。公害分析将鉴别出可能造成公害的物质及导致泄漏的因素，如存在对生命及财产造成严重危害的因素，则应设法减少将由其引起的破坏。为此，可采取的措施有更改工艺，减少公害物质的贮量，设置坚固的备用贮存系统，改进现场布局，搬迁到另一地方，改进控制和管理技术等。

如果采用上述方法仍不能减少发生破坏的可能性，则应进行风险分析。风险分析将计算公害发生的可能性，确定是否可通过改变制造工艺、安全措施、培训、试验及保养过程来减少这一可能性。公害风险分析最后可能指出所提出的工艺和厂址会对周围地区构成超出承受范围的威胁，需另选新的厂址。

本手册的公害风险分析估测过程可用于现有操作、改造或扩建设计。

手册的目的在于以简单的形式提供检测有毒、易燃或易爆物质泄漏到大气中所致后果的最新技术。使用者可能没有计算机，本手册提出了广义分类法 (Spreadsheet methodology)，以简化计算，使之能利用计算器完成，广义分类法的简化技术也可用于计算机上的计算。当然，如果在微型计算机上编制程序，则可用更复杂的模型进行模拟计算。

虽然本手册主要是为世界银行的项目而编制的，但所述方法可广泛用于化学工业，也欢迎并鼓励将其用于其他行业。如果需要了解世界银行有关环境、健康及安全活动的信息，可与下述地址联系：

Office of Environmental and Scientific Affairs

The World Bank

1818 H Street, N. W.

Washington D. C. 20433

U. S. A.

ISBN7-80093-113-7/X·575

定 价： 3.50 元

目 录

前言

第一章 引言	(1)
第二章 公害分析的步骤	(3)
第一节 简介	(3)
第二节 具体步骤	(3)
第三章 事故情况	(8)
第一节 概述	(8)
第二节 泄漏情况	(9)
第三节 泄漏物质的性质	(10)
第四节 泄漏的后果	(22)
一、易燃气体事故树形图	(23)
二、毒性气体事故树形图	(23)
三、液体事故树形图	(24)
四、泄漏事故的控制	(25)
第四章 后果分析	(31)
第一节 流出量计算	(31)
一、液体流出量	(32)
二、气体流出量	(34)
三、两相流出量	(36)
第二节 直接释放后的特性	(38)
一、液体扩散性释放	(38)
二、喷射扩散	(40)

三、绝热扩散.....	(46)
第三节 大气中的扩散	(50)
一、浓云型扩散.....	(52)
二、中等密度云型扩散.....	(60)
三、羽状烟流的扩散.....	(65)
第四节 火灾.....	(68)
一、池火.....	(69)
二、喷射火.....	(71)
三、火球和气爆(BLEVES).....	(73)
四、突发火.....	(74)
五、火灾损失.....	(75)
第五节 爆炸.....	(76)
一、爆炸与损失的关系.....	(77)
二、抛射造成的损失.....	(79)
第六节 毒物释放的影响	(81)
一、有毒气体蒸气云的影响.....	(83)
第五章 后果概述	(87)
第一节 不同气候条件下的后果.....	(87)
第二节 编制和提出报告.....	(87)
一、事故现场的后果.....	(88)
二、事故现场外的后果.....	(88)
第六章 减少事故	(91)
第一节 减轻危害的后果.....	(91)
一、减少存贮量.....	(92)
二、改进工艺和贮存条件.....	(92)
三、消除危险物质.....	(92)
四、改进密封和辅助遏制措施.....	(93)
第二节 降低危险的发生率.....	(93)

第三节	冲击的处理	(94)
附录一	第四章所用的符号	(95)
附录二	世界银行对发展中国家分析和控制主要公 害设备的鉴定准则	(106)
附录三	潜在着火源摘要	(141)
附录四	一些有害物质的性质	(143)

第一章 引言

化学工业和能源工业一般都有生产、贮存和控制工艺。在这些工艺过程中使用着各种不同类型的物质，其中有些物质由于它们的毒性和易燃、易爆等特性，一旦释放出来，将对环境造成潜在的危险。这些物质所以能成为造成公害的因素，通常是由于未将其保持在常温和常压下。在现代化工和能源工业中，这些危险品常用高压和高温保存，而气体则采用冷冻液化，以利于大量贮存。

在这种情况下，最根本的就是工厂要有良好的设计、管理和操作准则，使它达到并保持高标准。在生产过程中，要使大量的潜在危险品安全运行，还要有检查和防护措施。然而万一事故发生，总会给人体健康或财产带来损害，这就需要在评估发展计划和审议项目时，鉴别潜在的危险因素。采取必要的措施以减少公害(从设计上)、降低危险(通过采用严格的工作准则和保护措施)。

本手册的方法、步骤对指导公害分析是重要的。手册中的计算公式简捷明了、确切可靠。在危险分析的初始阶段，先用简单的方法鉴别潜在的危险，然后用较复杂的公式评估减少危险的方法。手册提出公害评估的基本方法是：介绍了公害分析的必要步骤，提出了危险后果、距离和影响范围的计算公式。手册所提供的技术能应用于石油化学工业和其加工工业，并已被认为是有效的。

这里一些方法的应用和其它安全评估方法结合起来，

适用于对工厂的分析。另一些方法有公害和可操作性研究 (*HAZOP*)及损害方法和临界效应分析 (*FMCEA*) 等等。分析者或许还可以用其他方法鉴别和筛选潜在的危险, 例如 *DOW* 指数或 *ICI* 蒙德指数等, 所有这些方法对保障化学工业的安全, 都是有益的。但是它们已超出了本手册的范围。

第二章 公害分析的步骤

第一节 简介

化工企业公害分析的基本过程是：找出潜在性事故；计算出每一事故中公害物质的排放量；计算事故对工厂设备、人群、环境的影响及其性质。这个过程可用于整个工厂，也可用于工厂的一部分。

上述过程用于大型工厂将是非常复杂和困难的，需要进行简化，有些简化是有效地进行公害分析所广泛采用的一种技术。手册指出如何将工厂分解成易处理的单元，如何避免不必要的计算及对所得的大量结果如何整理。有些简化使手头仅有可编程序计算器或微型计算机的工程师也能完成计算。此外，为了使方法更为简化，省略了许多严密的公害分析中会遇到的细节问题。整个工厂的公害分析可分成十四个主要步骤（见第二节及图2-1）。开始作任何分析之前，使用者必须全文阅读本指南，并确信自己已掌握所有的计算方法及其适用条件。

第二节 具体步骤

一、划分各功能单元

每一功能单元至少应包括一个公害物质的主要贮存容器

或管道。每一功能单元要设有边界，在泄漏事故中应有能将其中的容器或管道与所有其他单元分隔开的地方，这种隔离设施应有紧急自动切断阀，在容器内压力或液面下降时能自动关闭的控制阀，这种阀只能由一清晰的单一信号遥控。手动控制阀不能作为边界划分的依据。

泄漏通常发生在单元内的某一点上，如果单元内的各个部分是相互独立的，则最好再把一个单元划分为若干子单元。

二、将单元分解成各个部分

必须将每一单元分解成“积木块”，象这类设备的部件分别列于第三章第二节和图3-1至3-10内。如果所遇到的设备不在上述所列设备的范围内，分析者可选取与其最接近的设备类型来作处理。

三、计算各“积木块”内公害物质的贮量

所有公害物质贮量的清单可通过工艺流程及管线设备图来求算列出。所有清单应包括物料类型、相态、压力、温度及体积或质量。

四、根据清单对“积木块”进行排列

如果分析仅限于公害物质贮量多的“积木块”，则可减少计算量和简化分析。对于事故现场可能发生的后果作出公害分析估算，但要对贮量很少的“积木块”也作出这种估算是困难的。然而，对事故现场以外的后果估算可参考附录B中的世界银行指南。该指南列出了不同物料的最小贮量，当贮量高于所列值时，就有必要对该物料的泄漏作出公害估算。

必须指出，可能产生公害的物料贮量范围可从几百克到几百吨，这都取决于物料的可燃性和毒性。但作为一般规类，如果容器中的压力小于1巴，则在估算其对现场以外产生的严重危险时，蒸气泄漏通常可以忽略不计。

五、找出各“积木块”中有代表性的事故

对每一容器、部件和管道仅需考虑少量的故障情况，图3-1至图3-10标出了各“积木块”最经常发生的故障情况，这些故障情况均以保守性的假设为基础。

六、合并同类泄漏

公害估算中有些泄漏情况可能包括同一物料，在厂区内不同的地方和相似的条件，发生大小相近的泄漏情况。为减少计算量，可将类似的泄漏合并或划为一组考虑，这样只需要对每组作一次计算。

七、计算泄漏率

故障发生后，紧接着可能是公害物质的瞬时或连续泄漏。泄漏量可用第四章第一节中介绍的模型来计算，所用计算模型的选择，取决于物料的性质及泄漏条件。具体可参考图3-11至图3-15。

八、合并同类泄漏率

为了进一步减少计算量，可将在温度相近的条件下，具有相似的泄漏率或物料量的泄漏合并成一组，这样仅需作一次计算，即可得出该组的扩散和后果的数据。

九、计算后果

第四章第二至六节中介绍的模型，用来计算因泄漏所造成的事故现场和现场以外的后果，这些模型列出了扩散或膨胀、扩散、起火、爆炸及毒性影响的计算方法。需要选用正确的模型，可参考图3-11至图3-15。

十、整理结果

第五章中列出了一个为帮助分析者对一个复杂工厂作公害估算结果的记录、整理而设计的表格。

十一、划出影响范围

公害测算的结果最后还应和当地的地形、人口相联系。每一泄漏事故的结果中都应有影响范围这一内容，从而可在事故发生地的地图上划出“影响半径”来，对公害影响作出评估。

十二、测算事故频率

分析者可利用可靠的数据测算每一事故发生的频率，如果所测算的工厂具有现成的事故数据，那么，这些数据的采用，应优先于通用事故的数据。在这一阶段分析者只能作出粗略的事故频率估计，一个完整的公害风险分析，应包括可靠性和有效性分析，这已超出本指南的范围。然而，事故频率的分析是十分重要的，因其对公害分析增加了一项额外的预测，在采取补救措施时和确定有限的设备如何配置时是十分有用的。