

# 工业化国家的严重化学品事故

马丁·博格曼, 拉图获胜者, 卡隆·弗洛伊德, 克里斯蒂安·马奇

Philosophy & Technology University, Felchtaer Str. 2-4, 99974 Heyerode, Germany

**摘要:** 化学工业中的事故, 例如Seveso (1976) 和Bhopal (1984) 中的事故, 可能导致数千人死亡或受伤, 造成严重的健康危害和不可逆转的环境破坏。本文的目的是研究在所谓的工业化国家发生类似事故的风险不断增加。利用过去几十年中一些最严重的化学事故的数据、博帕尔灾难的数据以及巴西的社会和制度特征, 我们提出了这样的假设, 即工业化国家当前的社会、政治和经济结构使这些国家更容易受到此类事故的影响, 并创造一种环境——如果它们发生以及何时发生——将产生更多的灾难性后果。作者认为, 只有通过改变地方结构和加强国际组织、工业化国家和工业化国家之间的技术合作, 才能减少这种脆弱性。博帕尔事故是世界上最严重的工业灾难, 联合碳化物农药厂释放了近40公吨异氰酸甲酯(MIC)。MIC可能是所有异氰酸酯中毒性最大的, 因为它相对于其他异氰酸酯具有非常高的蒸气压, 并且因为它能够对许多器官系统产生毒性作用。MIC通过热解和与水的相互作用而降解, 但没有一种分解产物复制在博帕尔和动物模型中观察到的毒性。

**关键词:** 重大化工事故; 风险的社会政治放大; 化学工业; 工业化国家

## Major chemical accidents in industrializing countries: the socio-political amplification of risk

Martin Borgman, Latour Winner, Callon Floyd, Christian March

Philosophy & Technology University, Felchtaer Str. 2-4, 99974 Heyerode, Germany

**Abstract:** Accidents in the chemical industry, such as those that took place in Seveso (1976) and Bhopal (1984), may kill or injure thousands of people, cause serious health hazards and irreversible environmental damage. The aim of this paper is to examine the ever-increasing risk of similar accidents becoming a frequent occurrence in the so-called industrializing countries. Using figures from some of the worst chemical accidents in the last decades, data on the Bhopal disaster, and Brazil's social and institutional characteristics, we put forward the hypothesis that present social, political and economic structures in industrializing countries make these countries much more vulnerable to such accidents and create the type of setting where-if and when these accidents occur--they will have even more catastrophic consequences. The authors argue that only the transformation of local structures, and stronger technical cooperation between international organizations, industrialized and industrializing countries could reduce this vulnerability.

**Keywords:** Major chemical accidents; socio-political amplification of risk; chemical industry; industrializing countries; industrialized countries

### 引言:

化学品事故可能是由于化学品在运输、储存或工业活动期间的释放、火灾或爆炸, 从而对人类和/或环境造成严重、即时或延迟的损害, 并涉及一种或多种化学物质。它们被认为是重大的化学事故——即使是 Hay 等人。争论)“重大事故”的概念是一个相当模糊的概念。本文仅涉及源自固定活动的事件, 即存储和工业生产, 以及

管道中的事件。它没有考虑化学品通过公路或海上运输时会发生什么。

我们的主要目标是检查工业化国家日益增加的工业化学品事故风险。或许, 在寻找重大化学事故原因时, 首先要考虑的因素应该是发生此类事故的环境特征, 而这种分析可能比考虑绝对因素更重要。事故的严重程度。这当然适用于工业化国家的重大化学品事故, 其社会、

政治和经济特征的特殊性应成为风险分析领域进一步调查和讨论的主题。正如 Kaspersen 所指出的那样, 根据伤害的概率和程度来描述风险的做法与时间, 空间或社会群体(无产阶级、高度脆弱、风险输出的发展中国家)。这些讨论对于风险分析很重要, 社会政治放大的概念可以帮助我们了解工业化国家当前的社会和政治结构如何导致风险状况和事件的恶化。

### 风险的社会政治放大

在开始实际讨论之前, 有必要澄清我们所说的社会政治风险放大的含义, 因为我们在这里使用的概念在某些方面与相关文献中提出的风险社会放大的概念框架不同。风险的社会政治放大是指某些社会相对无法控制风险。这一概念与将当代全球经济视为一个以国家相互依存为特征的体系的观点相关联, 在这个体系中, 为国际市场生产商品不仅是主要目标, 也是金融和技术交流的发展。在这种相互依存的体系中, 每个国家在国际分工中都有自己的职能, 从而导致利益和风险的国际分工。全球约 80% 的商品消费仅限于世界人口的四分之一, 其中大部分在工业化国家。例如, 在印度, 化学技术产品的人均消费量估计为 1 公斤, 而在工业化国家, 这一数字在 30-40 公斤之间。当我们考虑风险时, 头寸是倒置的。保护环境、人类健康和安全的不太详尽的措施虽然并不总是明确的, 但已成为工业化国家全球经济谈判中的一个重要项目, 往往导致不公平的国际风险分工。下面将解释这是如何实现的。

亚洲的印度和拉丁美洲的巴西、墨西哥是典型的国家, 其发展模式和融入全球经济导致重大化学品事故的数量和规模都有所增加。这三个国家在 1960 年代至 1980 年代经历了高经济增长率, 但以产生巨额外债为代价——根据世界银行的数据, 它们在外债方面处于世界领先地位——国际公司的日益国际化和强有力的干预在经济中。对快速经济增长和加速融入全球经济体系的追求导致了一种工业化模式, 这种模式由于民主政治制度的缺失或薄弱以及社会结构和组织的深刻变化而进一步维持。

这种工业化模式的采用带来了快速而无序的工业化和激烈而不受控制的城市化。从农村和贫困地区大量涌入工业城市中心的移民没有获得相同数量的就业市场空缺和必要的基础设施扩张, 以保证新移民在住房、卫生和护理方面的最低条件。这一过程的后果之一是, 大量低收入和贫困社区别无选择, 只能在有潜在危险的化工厂附近定居, 因此由于社会原因极易发生重大化学事故。

此外, 精英在经济快速增长和工业化中的既得利益

鼓励他们的成员忽视或完全忽视保护环境和工人免受工业化化学品风险的具体法规的必要性。压力团体和工人组织无法抵制这种趋势, 也无法成功推动诸如欧共体的塞维索指令和美国的紧急计划和知情权等法规。例如, 在巴西, 这一过程的最终结果是大多数事故预防和控制的制度性战略缺乏或薄弱, 例如危险设施的设置和土地利用规划、风险分析、强制性事故通知、应急规划、在社区中向成员和员工传播有关紧急风险和策略的信息。预防和控制重大化学品事故的适当战略的缺乏或薄弱似乎也是其他工业化国家的共同特征。

为了构建我们的风险社会政治放大概念, 我们使用了作者开发的一系列参考概念和概念。其中一些作者讨论了国际层面的风险分布——例如, 危害出口的概念和国家层面的双重标准, 其中研究了社会和环境不平等概念。其他人在“人为”和“自然”灾害中使用脆弱性的概念。这些特殊的研究介绍了社会经济因素和经济发展的重要性, 试图解释类似的危害如何在不同类型的国家和人群中产生不同的影响。还有一大批作者使用耦合的概念来研究混合的技术和社会系统, 将这些系统与风险评估和管理各个阶段的不同类型的不确定性联系起来。最后一组作者比较了涉及跨社会技术风险可接受性和监管的具体决策过程。

在构建风险社会政治放大的概念时, 文献有助于更好地理解为什么由于国际风险分工, 类似事故在工业化国家的死亡率、伤害和环境破坏率更高。我们在本文中用来说明风险社会政治放大概念应用的国家——印度、巴西和墨西哥——在 1960 年代和 1970 年代采用了类似的发展模式, 其中一些在 1980 年代采用了类似的发展模式。类似的发展模式。最严重的重大化学品事故发生在跨国公司(如印度博帕尔)或国家公司(如巴西圣保罗和墨西哥圣胡安伊克瓦特佩克)。官方统计的博帕尔死亡人数为 2500 人, 巴西为 508 人, 墨西哥为 550 人。

### 工业化的弊端

工业化是社会从农业经济向工业经济的社会经济转型。从大约 1760 年到 1840 年, 美国经历了工业化, 这一时期更为人所知的是工业革命。在此期间, 传统上由手工完成的劳动力和流程被可以更有效地执行任务的新机器所取代。

新方法、新机器在简化工作、增加产量的同时, 工业化也带来了新的问题。其中一些缺点包括空气和水污染以及土壤污染, 导致生活质量和预期寿命显著下降。工业化也加剧了劳资分离。那些拥有生产资料的人变得异常富有, 导致收入不平等的扩大。工业化以其他方式

影响社会。工人被迫离开家园，迁移到城市地区寻找工作。他们长时间工作，营养不良，生活在导致疾病和压力的过度拥挤的环境中。

工业化的负面副产品是环境污染，会对人类健康产生不利影响。当公司不为其造成的环境损害支付费用时，或者当这些损害未反映在定价中时，这被认为是负外部性。成本负担以森林砍伐、物种灭绝、广泛污染、过度浪费和其他形式的环境退化等形式出现在人类社会上。在美国，理查德尼克松总统创建了环境保护署（EPA），以推进环境标准并寻求将工业对环境的影响降至最低的方法。

由于劳动和资本的分工，工业化导致贫富差距越来越大。有资本的人往往会从他们的经济活动中积累过多的利润，导致收入和财富的差距更大。

工业化往往导致工人向城市迁移、自动化和重复性工作。由于这些因素，工厂工人往往会失去个性，工作满意度有限，并感到疏远。危险的工作条件或工作条件固有的因素，如噪音和污垢，也可能导致健康问题。工业化带来的快速城市化往往导致工人生活质量普遍恶化，以及犯罪、压力和心理障碍等许多其他社会问题。长时间工作通常会导致营养不良以及食用快餐和劣质食品，从而导致糖尿病、心脏病和中风等疾病的发病率增加。

#### 博帕尔事故

许多严重的环境污染是由化学物质意外释放到大气中造成的。最近的三个例子是 1976 年意大利 Seveso 释放受二恶英污染的三氯苯酚、1984 年印度博帕尔甲基异氰酸酯泄漏和 1986 年俄罗斯切尔诺贝利核反应堆熔毁。Seveso 事件中释放的二恶英并未导致立即死亡，但有必要对受影响的土地和植被进行广泛的净化。切尔诺贝利反应堆爆炸造成的官方死亡人数为 31 人，但儿童甲状腺癌等长期影响可能会被证明是巨大的。博帕尔事故属于这一类。

1984 年 12 月 2 日至 3 日晚上，位于印度博帕尔的联合碳化物农药厂泄漏了大约 40 公吨异氰酸甲酯（MIC），这是世界上最严重的工业灾难。一方面，引发了关于事故原因甚至有毒化学物质身份的激烈争论，另一方面，正如预期的那样，MIC 的毒理学研究得到了深入研究。尽管关于博帕尔事件的大多数文献都集中在事故原因和责任上，但关于 MIC 毒性的实验和流行病学数据也已成为简要回顾的主题。这篇评论没有涉及事故的细节，这些细节已经在别处介绍过。在这里，我们介绍了 MIC 毒理学的临床和实验数据，主要是器官毒性。提供了化学的简要描述和异氰酸酯基化学品的毒性讨论以供参考。

#### 异氰酸酯的性质

异氰酸甲酯是工业中使用的多种异氰酸酯之一。最早记录的异氰酸酯对人体的毒性涉及消防员在英格蘭聚氨酯泡沫制造厂的火灾中暴露于二异氰酸酯液体和烟雾中。呼吸系统（喉咙刺激、胸闷、呼吸困难）、眼科（眼睛刺激）、胃肠道（恶心、呕吐、腹泻）和神经系统（共济失调、意识模糊、意识模糊、记忆力和注意力不集中）症状会立即或在 3 天内出现。在大多数情况下，症状会在接下来的 10 天内消退；然而，在大约三分之一的暴露者中，肺部和神经系统缺陷，包括呼吸道感染发病率增加、对吸烟不耐受、记忆力差、性格改变和初次暴露后 4 年的抑郁症。在另一项暴露于未指定的高水平 TDI 数小时的随访中，气道功能障碍（喘息、劳力性呼吸困难）和哮喘样症状持续长达 7 年。

异氰酸酯是职业性哮喘最常见的原因。它们与即时和晚期哮喘、支气管炎、鼻炎、结膜炎、慢性阻塞性肺病、接触敏感性、皮炎、过敏性肺炎和免疫性出血性肺炎的发展有关。哮喘是最常见的后果，尽管去除了异氰酸酯，但仍可能持续存在；14% 的哮喘病例由免疫球蛋白 E（IgE）介导。尽管严重毒性和 IgG 介导的过敏性肺炎仅在浓度高于阈限值（TLV）时发生，但在许多行业的当地环境中经常超过 TLV（20 ppb）。已经指出，在任何浓度下都可能发生敏化。

异氰酸酯诱导致敏并刺激产生针对蛋白质-异氰酸酯缀合物的抗体。抗体针对同源载体蛋白的改变部分。然而，针对不同异氰酸酯半抗原的抗体是特异性的。根据异氰酸酯是否只是一种接触性过敏原，或者它是否也会引起肺致敏，小鼠体内会刺激不同的免疫反应，涉及不同的抗体。

#### 结论

全球经济的当代组织及其国际分工、利益和风险一直在促进工业化国家工业化学品事故的社会政治放大，这一趋势也适用于其他工业风险。例如，在巴西，1980 年至 1989 年间的官方工业事故数量为 10,500,000（150 万），造成 260,000 人永久性伤害和 46,000 人死亡。这个数字实际上可能更大，因为本报告中并不总是报告工作事故。其他工业化国家也报告了类似的事故数据，国际劳工局估计这些国家的工伤死亡率大约是工业化国家的六倍。扭转工业化国家风险的社会政治放大需要在国家和国际层面采取不同性质和复杂性的举措。然而，这种意识不应该鼓励不动，也不应该暗示改变是不可能的。印度的博帕尔事故和墨西哥加入北美自由贸易协定以不同的方式促进了一些预防和控制重大化学品事故的

制度战略的发展。但是, 如果与工业化国家现有的政策相比, 虽然联合国环境规划署、世界卫生组织和国际劳工局。

在全球化的世界中, 加强国际组织之间以及工业化国家与工业化国家之间的国际合作, 是缩小后者预防标准的普遍差距和重大化学品事故严重程度重要的一步。经合组织化学品事故指南正朝着这个方向发展, 它为跨国公司提出了相同的安全标准, 即使后者位于发展中国家。但该提案将如何实施仍不清楚, 我们必须全力以赴寻找必要的工具来做到这一点。正如所建议的那样, 风险分析协会也可能在这一过程中发挥重要作用, 通过关注如何权衡风险与经济、社会和政治问题, 通过工业化控制和预防重大化学品事故提出建议 讨论和发展国家和工业化国家的机构和研究人员之间的联合项目。

全球方法表明, 如果不制定和实施重大社会政策, 工业化国家危险地点的社会脆弱性不会降低。在这些国家, 工业风险监管的大部分障碍只能通过改变扩大化学和其他工业风险的频率和影响的社会政治结构来克服。然而, 要做到这一点, 我们必须努力做两件事: 第一, 在国际层面, 需要深刻改变当前全球经济体系的社会和环境不平等现象; 第二, 在国家层面, 更深入地了解相关行为者的参与——这意味着财富的有效再分配和所有人的公民权利的巩固——以确保适当立法的现代化和执行以及消除其他障碍。

也许即使在工业化国家, 化学事故的安全标准也不完善。但是, 为了实现全球生态的改变, 地球上所有的航天器乘客都应该有一套类似的基本保护措施, 并且能够共同讨论方向。这艘船上有不同类别的乘客这一事实可能会危及针对当前僵局的通用替代解决方案的开发。因此, 如果我们真的认为必须防止重大工业事故和未来的生态灾难, 就应该忘记“第三世界”和“第一世界”等不幸的概念。

#### 参考文献:

[1]J. A. Haines, Classification of Chemical Incidents in a Global Context, Paper presented at the International Programme on Chemical Safety/Brazilian Symposium on Management of Health Aspects of Chemical Incidents, SZO Paulo, Brazil, June 69 (1994).

[2]J. MacNeill, P. Winsemius, and T. Yakushiji, Beyond Interdependence—The Meshing of the World’s Economy and the Earth’s Ecology (Oxford University Press, New York, 1991).

[3]S. Funtowicz and J. Ravetz, “A Framework for the Analysis of Emergencies” in A. Amendola and B. de Marchi (eds.), Workshop on Emergency Management (Comission of the European Communities, Joint Research Centre, Institute for Systems Engineering and Informatics, Italy 1993), pp. 3342.

[4]7. T. S. Glickman, D. Golding, and K. S. Teny, Fatal Hazardous Materials Accidents in Industr3.LDomestic and Foreign Esperience from 1945 to 19YI (Center for Risk Management, Washington, 1993).

[5]Kamat, S. R., Mahashur, A. A., Tiwaris, A. K. B., Potdar, P. V., Gaur, M., Kolhatkar, V. P., Vaidya, P., Parmar, D., Rupwate, R., Chatterjee, T. S., Jain, K., Kelkar, M. D., and Kinare, S. G. 1985. Early observations on pulmonary changes and clinical morbidity due to the isocyanate gas leak at Bhopal. J. Postgrad. Med. 31:63–72.

[6]Maginniss, L. A., Szweczak, J. M., and Troup, C. M. 1987. Biological effects of short-term, high-concentration exposure to methyl isocyanate. IV. Influence on the oxygen-binding properties of guinea pig blood. Environ. Health Perspect. 72:35–38.

[7]Sangha, G. K., and Alarie, Y. 1979. Sensory irritation with toluene diisocyanate in single and repeated exposures. Toxicol. Appl. Pharmacol. 50:533–547.

[8]M. Porto, Reflexdes Sobre o Trabalho Repetitivo, MSc dissertation, Programa de Engenharia de Produqb, COPPEILFRJ. Rio de Janeiro, (1987).

[9]Tepper, J. S., Wiester, M. J., Costa, D. L., Watkinson, W. P., and Webber, M. F. 1987. Cardiopulmonary effects in awake rats four and six months after exposure to methyl isocyanate. Environ. Health Perspect. 72:95–103.

[10]Varma, D. R., Guest, I., Smith, S., and Mulay, S. 1990. Dissociation between maternal and fetal toxicity of methyl isocyanate in mice and rats. J. Toxicol. Environ. Health 30:1–14.

