

化学过程工业变更管理

陈明亮, 赵劲松

(北京化工大学信息科学与技术学院, 北京 100029)

摘要: 化学事故历史调查表明变更管理(MOC)不当是导致重大事故的重要原因之一。为此, 世界各国的化工行业的安全管理体系都已将 MOC 列为一个关键。针对化工行业的特点, 提出了一个改进的化学过程工业的 MOC 详细流程。分析了由于变更管理不善而导致的化工行业的一些典型事故案例。并在对现有计算机辅助 MOC 系统分析的基础上提出了 MOC 集成系统。预测了 MOC 系统在我国的应用前景。

关键词: 变更管理; 化学过程工业; 安全

中图分类号: X937

文献标识码: A

文章编号: 0253-4320(2007)06-0059-03

Management of change in the chemical process industry

CHEN Ming-liang, ZHAO Jin-song

(College of Information Science and Technology, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China)

Abstract: Historical investigations on chemical accidents have shown that poor management of change (MOC) is a primary cause of severe accidents. Therefore, MOC has been considered as a key element in the health, safety and environment (HSE) management systems of the chemical industry in countries worldwide. In this paper, an improved MOC work flow for the chemical industry is presented aiming at the characteristic of chemical industry. Based on the analysis of typical accidents of chemical industry that were caused by poor MOC, and the existing computer-aided MOC systems, an improved MOC integrated system is presented. Finally, the prospect of implementing MOC system in China is forecasted.

Key words: management of change; chemical process industry; safety

化学过程工业(CPI)是国民经济的基础工业,在我国属支柱型产业。目前,我国的化工安全形势严峻,各类事故频发,已成为制约我国化学工业健康发展的重要问题。据国家安全总局的统计,我国 2000 年发生化学事故 416 起,伤亡 2 156 人;2001 年 564 起,伤亡 1 421 人;2002 年 592 起,伤亡 1 551 人;2003 年 621 起,死亡达 960 人。化学事故历史调查表明变更管理不善是导致许多重大事故的重要原因^[1]。因此,迅速有效地加强对变更的管理水平是当务之急。

在化学过程工业中唯一不变的就是变更^[2]。虽然变更的初衷是为了提高质量、产量,保证安全和降低成本,但变更发生时,随之而来的是健康、安全与环境(HSE)等方面的风险。为加强对变更的管理,早在 20 世纪 60 年代初核工业行业就第一次提出了变更管理(MOC)的概念^[3]。其后,一些有危险性操作的行业采用了 MOC,这些行业包括太空业、国防

部门以及汽车行业等。在 CPI 中首先提及 MOC 的是 1990 年美国石油协会(API)推荐的“过程风险管理”^[3],之后,美国职业安全健康协会(OSHA)于 1992 年制定了过程安全管理(PSM)标准^[4]。近年来,国内相关行业的 HSE 管理体系都对 MOC 进行了明确要求^[5-6]。MOC 的目的是在实际操作之前确保所有的变更都已被正确评估,变更引入的危险都被识别、分析,并得到控制,以便在变更的同时确保过程工业安全^[7]。

1 MOC 简介

MOC 的定义在不同的行业标准中略有不同。

英国标准局对 MOC 的定义:在系统生命周期中通过对系统组成部分的变更控制,来维持系统的完整性和满足系统的可跟踪性^[3]。

中国石油化工集团公司 HSE 管理体系中对 MOC 的定义:对人员、工作过程、工作程序、技术、设

收稿日期:2007-01-25;修回日期:2007-05-15

基金项目:教育部“新世纪优秀人才支持计划”项目

作者简介:陈明亮(1982-),男,博士生;赵劲松(1969-),男,博士,教授,博士生导师,主要从事化工过程系统安全方面的研究,通讯联系人,010-64448937, zhaojs@mail.buct.edu.cn。

施等永久性或暂时性变化进行有计划的控制^[6]。

笔者认为英国标准局的 MOC 定义的概括性、目的性更强。因此,本文采用该定义。

1.1 变更种类

一般来说变更的种类有:工艺变更、设备变更、规程变更、基础设施变更、人员变更、组织变更、法律法规变更。

1.2 变更管理具体实施

为对变更的有效管理,要组织由各个职能部门代表参与的 MOC 小组,并指派 MOC 小组经理或负责人。其下分设变更可行性研究小组、变更审批小组、变更实施小组等。

可以把 MOC 过程分为以下 7 个阶段(见图 1):

(1)变更申请。MOC 小组中的任何成员都可以提交变更申请。变更申请应详细记载变更目的、技术基础、变更内容、操作步骤的改变、人员训练、变更期限等。变更申请完成后呈交变更经理。

(2)预批准。变更经理对变更申请进行审核,决定是否需要充分的可行性研究以供变更审批小组对是否变更做出决定。

(3)变更可行性研究。由变更可行性研究小组对所有的变更可选项进行研究。变更可行性研究报告上报给变更经理,变更经理对变更文件进行整理并报给变更审批小组做最终审核。

(4)批准变更。变更审批小组根据变更经理提交的文件对变更申请进行正式审核。

(5)实施变更。对变更的全面实施,由变更实施小组完成。本阶段需要完成的有确定变更进度、实施变更、对实施变更的成功度进行审核和沟通、在变更日志中结束变更。

(6)启动前安全复审(PSSR)。现有的许多 MOC 流程不进行 PSSR,但在变更实施阶段可能会产生新的安全隐患,所以进行 PSSR 是必要的。如果 PSSR 没有通过,就说明在实施过程中引入了安全隐患,此时必须返回实施过程,消除安全隐患。

(7)形成档案。MOC 过程最后步骤是文档的完成和更新。它要求尽可能快地完成文档的更新,否则,下一个变更就可能由于利用已发生变更但尚未更新的文档而导致事故的发生。

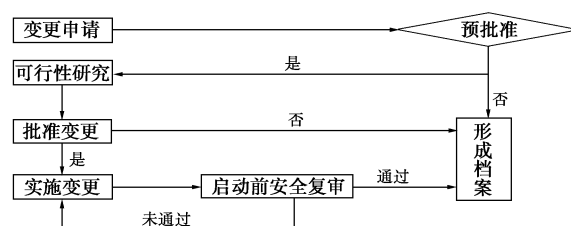


图 1 变更流程图

2 化工行业事故案例

在化工行业重大安全事故时有发生,不但危及生命财产安全,而且对环境造成了极大破坏。其中,大量的灾难性事故就是由于对变更的管理不当引起的^[8]。

世界范围内已发生的部分与变更管理不善有关的重大灾难性事故如表 1 所示。通过对这些事故案例的分析可以发现,如何有效实施变更管理是世界范围内石油化工行业的一个亟待解决的关键问题。为了解决这个问题,很多企业开发了 MOC 系统,传统的 MOC 系统就是将涉及变更的所有信息记录在纸上。随着计算机技术的发展,实现了这些信息的电子化,开发了计算机辅助 MOC 系统。

表 1 与变更管理不善有关的部分重大灾难性事故

事故时间	事故名称	事故损失	涉及变更
1974 年	英国 Flixborough 爆炸	28 人死	设备、规程变更
1976 年	意大利 Seveso 事故	600 人外迁,2000 人伤	规程变更
1984 年	印度 Bhopal 氰化物泄漏	2500 人死	设备、工艺变更
1984 年	墨西哥 Mexico City 爆炸	500 人死,5000 人伤	设备、工艺、规程变更
1988 年	Occidental Petroleum 爆炸	165 人死	设备变更
1989 年	美国 Phillips Petroleum Company 爆炸	23 人死,230 人伤	规程变更
1995 年	美国 Napp Technologies 爆炸	5 人死	设备、规程变更
1998 年	美国 Equilon 炼油厂大火	6 人死	基础设施变更
1998 年	美国 Sierra Chemical Company 爆炸	4 人死,6 人伤	工艺、规程、基础设施变更
1999 年	美国 Tosco Avon Refinery 火灾	4 人死,1 人伤	设备变更
2001 年	Bethlehem Steel Corporation 火灾	2 人死,4 人伤	设备变更
2003 年	重庆开县井喷	243 人死,2142 人中毒	设备变更
2004 年	重庆氯气泄漏爆炸事故	9 人死,15 万人疏散	设备变更
2006 年	浙江巨圣氟化学有限公司爆炸	5 人死,2 人伤	工艺变更
2006 年	安徽当涂化工厂爆炸	16 人死,24 人伤	设备、规程变更

3 计算机辅助 MOC 系统

传统 MOC 系统的信息分散、互不关联。MOC 过程由人手动控制和更新,这就产生了如下不足:

(1)不完整性。对于变更的管理只是针对单个变更源,缺乏系统的控制机制,很难定位变更可能影响到的系统其他部分或文档^[9],人为差错和遗漏难以避免。

(2)缺乏同步机制。大部分变更管理流程缺乏对不同的变更流程进行统一管理的同步控制机制,不能在自身变更的同时兼顾其他变更。

(3)缺乏知识管理。已经成功完成的变更案例是企业安全管理的宝贵知识财富。但是由于已经完成变更的相关信息是在分散的资料,很难快速进行各种进一步的分析、归纳、总结和相关知识的提取。

因此传统 MOC 系统不仅效率低而且容易在 MOC 过程中产生差错,而弥补上述不足的一个有效途径就是利用计算机辅助来实现 MOC 系统。

3.1 现有计算机辅助 MOC 系统

经过多年发展,已有几种计算机辅助 MOC (CAMOC)系统用于对变更的管理,并取得很好的效果(见表 2)。在过程工业中已经有很多企业应用上述的 CAMOC 系统来进行变更的管理,包括:Anadarko Petroleum、BP、CITGO、ExxonMobil、Murphy Oil、NOVA Chemicals 等公司。通过应用 CAMOC 系统,这些企业在提高变更安全的同时也提高了变更效率,节省了大量的人力物力。

表 2 现有 MOC 系统功能比较

工具名	OIMS	eB Plant	Moc-Kingbird [®] MOC TM	MOC System	Centurion	Smart MOC
公司	Exxon-Mobil	Spescom Software Inc	Warren-Forthought	TRP	ATR	Dyadem
国家	美国	美国	美国	美国	美国	加拿大
基于 Web	否	否	是	是	是	是
邮件通知	无	有	无	有	有	有
灵活 workflow	有	有	有	无	有	有
追踪项目进度	有	有	有	有	有	有
全面报告	有	有	有	有	有	有
集成 PHA 软件	无	无	无	无	无	有

3.2 MOC 集成系统

CAMOC 系统的出现是以信息技术、数据库技

术、网络技术为基础的,随着相关技术的发展,CAMOC 系统可与其他信息系统集成,进一步提高其便捷性和智能化水平。

很多企业已经实施了企业资源规划(ERP)系统,在 ERP 系统中包含有物料清单(BOM)、工艺管理、设备管理、人事管理、产品数据管理、法制条例控制等子模块,对于 MOC 来说,这些模块的信息是非常有用的,但现有的 CAMOC 系统没有有效利用这些信息;其他辅助工具如过程危险和可操作性(HAZOP)分析专家系统、过程模拟软件、计算机辅助设计软件包、实时数据库等的信息也可以提供给 CAMOC 系统。通过与这些系统的集成,不但可以避免信息建设的重复性,降低变更成本,而且可以保证信息的一致性,降低变更风险。

Zhao J 等曾开发了基于知识的工具来进行自动过程危险分析^[2]。这些工具包括 iTOPS(操作规程合成智能工具)、BHE(间歇过程自动 HAZOP 专家系统)、HE(连续过程自动 HAZOP 专家系统)。作者在这些工具的基础上,开发了基于知识的 MOC 专家系统(MOCexpert)(图 2),该系统不但可以根据过程的描述自动产生操作规程,还可以利用 HAZOP 分析结果更新操作规程,提高工作效率,避免操作规程文档生成和更新过程中的人为错误^[10]。

MOCexpert 可以集成过程或产品设计工具,一旦设计出更好的工艺过程或产品,而且管理者决定用其取代原有过程或产品的话,相关变更如原料变更、操作条件变更、P&ID 变更以及操作规程变更等就输入到 MOCexpert 系统中。如果是间歇过程,可以通过 iTOPS 的配方输入实现变更;如果是连续过程,则直接在 P&ID 引入变更前,原过程的潜在危险被识别并存储于危险知识库(HKB)。变更时,MOCexpert 记录变更,对变更后的过程进行 HAZOP 分析,获得的结果也存储在 HKB 中。基于 HKB 中的信息,MOCexpert 能针对每个变更识别增加的危险和消除原有的危险,并生成反映变更影响的 MOC 报告。

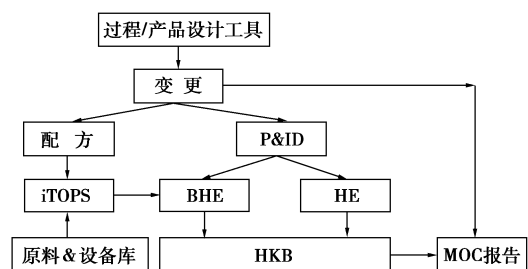


图 2 MOCexpert 框架

(下转第 63 页)

即使早在数年前其价格已经低于汽油,仍不足以大幅增长。但是总的来说,燃油价格高位运转使得消费者对燃油效率更好的柴油车更感兴趣。

2007年2月26日,美国汽油出厂价格平均为2.383美元/加仑(1加仑=3.785 L),比上年同期增长了12.90美分/加仑;美国柴油价出厂价格平均为2.551美元/加仑,比去年同期增长了80美分/加仑。2007年1月,美国汽油零售价格为2.24美元/加仑,价格组成为:原油,54%;炼油,11%;分销和销售,15%;国家和地方税收,20%。同月,美国柴油零售价格为2.49美元/加仑,价格组成为:原油,49%;炼油,18%;分销和销售,12%;国家和地方税收,21%。

世界柴油技术论坛执行主任 Alien Schaeffer 表示由于缺乏超深脱硫柴油供应和需求的真实数据是难以正确分析市场的主要因素。美国柴油需求直接与经济相关,在近2年中,美国经济持续增长,为柴油需求不断增长创造了条件。然而,目前全球尤其是中国和印度对原油需求继续快速增长,美国影响国际原油价格的能力下降,美国炼油生产商的战略发生了变化,这些都使得美国柴油需求难有作为。

美国 Alon 能源公司的总裁 Jeff D. Morris 表示美国能源部的数据显示 2006 年美国柴油市场发展势头良好。即使在美国取暖用油和柴油总需求增速低于 1% 的情况下,美国道路柴油需求仍同比增长了

4.2%。在过去的3年中,美国柴油需求增速已经两倍于汽油需求增速。美国柴油需求增长了3.5%~4.0%,而汽油需求仅增长了2.0%左右。

美国剑桥能源研究协会(Cambridge Energy Research Associates)的全球石油部主任 Aaron F. Brady 指出,事实上世界各地都需要柴油需求增长,而汽油需求下降。在未来25年中,柴油和航空燃料的需求将会快速增长,炼油生产商将不得不从重质原油中提炼出更多轻质和中质油品。到2030年之前,亚洲将是世界石油需求增速最快的地区,尤其是在运输燃料领域。

2 生产商和基础设施对超深脱硫柴油的要求

炼油商的生产柔性较大,汽油或者柴油生产可以在10%上下浮动。因此,如果美国柴油需求增加10%,将会有同等数量的汽油需求消失。现有炼油生产商可以随时进行产品结构调整。

目前,美国消费的汽油有15%来自进口。如果在未来25年汽油消费以年均1%的速度增长,美国将需要再建16座20万桶/天的新炼油厂才能维持目前的汽油生产和进口比例。再假设美国汽车有2%转变为E-85汽油车,美国还将不得不再建25座乙醇工厂。但是如果转变为先进的柴油车,则只需再建设6座新炼油厂即可。如果柴油混合燃油车

(上接第61页)

4 CAMOC 系统在我国的应用前景

在我国,化学过程工业已经将 MOC 作为 HSE 管理体系中一个关键元素应用于公司日常运作中,但国内开发应用 CAMOC 系统的消息尚未见报道。随着我国化工企业信息化水平和对安全管理水平要求的提高,企业开发和实施 CAMOC 系统的趋势将逐渐显现。根据国外石化企业应用 CAMOC 系统所带来的成本效益和安全收益可以推断,CAMOC 系统必将在我国的化工企业得到广泛应用,从而使企业的安全管理水平得到大幅提升。

参考文献

- [1] Schlechter W. Managing your process hazards as a means of conforming to OSHA requirements[J]. Int J Pres Ves & Piping, 1996, 66: 403 - 415.
- [2] Zhao J, Viswanathan S, Zhao C, et al. Knowledge-based management of change in chemical process industry[J]. Computer-Aided Chemical Engineering-Proceedings of ESCAPE-11, 2001, 9: 931 - 936.
- [3] West H H, Mannan M S, Danna R, et al. Make plants safer with a prop-

er management of change program[J]. Chemical Engineering Progress, 1998, 94(6): 25 - 36.

- [4] US Occupational Safety and Health Association (OSHA). 29 CFR 1910.119. US Occupational Safety and Health Association (OSHA) PSM standard 29 CRT 1910[S]. Washington, D. C. : Government Printing Office, 1992.
- [5] 中国石油天然气总公司. SY/T 6276—1997 石油天然气工业健康、安全与环境管理体系[S]. 北京:石油工业出版社, 1997.
- [6] 中国石油化工集团公司. Q/SHS 0001.1—2001 中国石油化工集团公司安全、环境与健康(HSE)管理体系[S]. 北京:中国石化出版社, 2001.
- [7] Joseph G, Kaszniak M, Long L. Lessons after bhopal: CSB a catalyst for change[J]. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2005, 18: 537 - 548.
- [8] Keren N, West H H, Sam Mannan M. Benchmarking MOC practices in the process industries[J]. Process Safety Progress, 2002, 21(2): 103 - 112.
- [9] Muller N. Towards an ontology-driven management of change[D]. Bremen: International University Bremen, 2006.
- [10] Viswanathan S, Zhao J, Venkatsubramanian V. Integrating operating procedure synthesis and hazards analysis automation tools for batch processes[J]. Computers & Chemical Engineering, 1999, 23: S747 - 750. ■