

安全生产应急预案桌面推演的设计与实施探讨*

周家铭¹ 教授级高工 邢培育¹ 汪丽莉¹ 谢 潮²

(1 江苏省安全生产科学研究院, 南京 210042 2 南京邮电大学通信与信息工程学院, 南京 210003)

学科分类与代码: 620.2060

中图分类号: X924.3

文献标识码: A

【摘 要】 对实战演练和桌面推演进行分析与比较; 阐述桌面推演的历史沿革与演化; 提出应急预案桌面推演方案框架设计要点; 尤其对推演方案中事故场景设计的主要关注点, 如事故发生现实可能性, 事故后果危害或灾难性, 场景演化过程合理性、可信性, 事故发展演变多样性, 事故场景典型代表性和桌面推演可实现性等提出了见解。给出桌面推演实例, 并阐述桌面推演取得实效的基本条件和保障措施, 对应急预案桌面推演在技术上进一步深入发展和完善的前景进行了探讨和展望。

【关键词】 应急预案; 桌面推演; 方案设计; 场景演化; 探讨

Discussion on the Design and Implementation of Desktop Maneuver of Emergency Plan for Work Safety

ZHOU Jia-ming¹, Prof. XING Pei-yu¹ WANG Li-li¹ XIE Chao²

(1 Jiangsu Academy of Safety Science & Technology, Nanjing 210042, China

2 College of Telecommunications & Information, Nanjing University of Posts & Telecommunications,
Nanjing 210003, China)

Abstract: The actual maneuvers and desktop maneuvers are analyzed and compared. Historical evolutions of desktop maneuvers are elaborately expounded. Then, the design essentials for desktop maneuvers of emergency plan are set forth. Especially for the major concerned points of accident background design such as the possibility of accident occurring, the dangerous or catastrophic consequence of accident, the rationality and creditability of scene evolution, the diversity of accident evolution, the typical representation of accident background and the realization of desktop maneuvers, many new visions are raised. Besides, a desktop maneuver example is given, which illustrates the basic conditions and safeguard mechanism of an effective desktop maneuver. Finally, further development of desktop maneuvers are technically discussed and prospected.

Key words: emergency plan; desktop maneuvers; project design; evolution of scene; discussion

0 引 言

事故和灾难给社会 and 人类留下了难以抹去的伤痛^[1], 使人们对事故和灾难的认识和防范意识比以往任何时候都更加深刻和强烈。人们清醒地认识到, 在事故防范工作中, 建立和完善事故应急救援体系, 制定相应的事故应急救援预案, 是促进安全生产

形势稳定好转的重要措施^[2-3]。为了避免或减少事故和灾难的损失, 应对紧急情况, 就应居安思危, 常备不懈, 才能在事故和灾难发生的紧急关头反应迅速, 响应正确, 措施得力。

预案的演练是检验、评价和提高应急救援反应能力的一个重要手段^[4-6], 其重要作用突出体现在: 可以在事故真正发生前暴露应急预案的缺陷, 发现

应急救援资源的不足,各应急救援部门和机构协调中的问题。演练对于增强应对突发重大事故应急救援的信心,提高应急救援人员的工作水平和熟练程度,进一步明确岗位和责任,提高各级应急预案响应的协调性,整体上提高应急反应能力。

应该充分认识到应急演练对促进国民经济持续健康发展及社会和谐稳定的重要意义,充分认识到应急演练对防止事故发生、降低事故损失、避免发生人身伤害事故的现实意义,充分认识到应急演练对磨合机制、检验预案、锻炼队伍、提高应急处置能力的关键作用。

1 应急预案演练

应急预案演练可以分为桌面推演和实战模拟演练,还有一种应急预案功能性演习,功能性演练主要针对某项应急响应功能,其特点是可以结合桌面推演和现场演练,如在应急指挥中心或现场指挥部举行,并同时开展局部现场演练,验证、检测某项应急响应功能。

实战模拟演练也称为实战紧急拉动演练,目前已经家喻户晓。如2006年9月23日,在南京某大型石化企业举办了全国中央企业应急管理和预案编制工作现场会议及现场应急演练。该企业坐落在扬子江畔,与南京城区隔江相望。公司南依长江黄金水道,厂区、社区紧密相邻。该现场应急演练的事故假想是:

该企业码头区域苯罐在进料过程中,因罐根金属软管超压爆裂,大量苯物料泄漏燃烧,引起罐顶爆炸,爆炸飞溅物将附近原油管线击穿,次生原油泄漏,并通过雨排进入长江,衍生了水体污染和大气污染事故。也是一起非常典型的因危化品贮罐泄漏而引起的特大火灾爆炸及水体污染、大气污染事故。

事故发生后,公司立即启动应急预案,开展抢险救援工作;市政府、省政府、中石化公司也相继启动各级应急预案,安监、环保、海事、气象、交通等部门相继赶到现场,形成了政企联合指挥作战,水、陆、空三维立体实战。经过消防灭火、贮罐堵漏、江面清污、水上搜救、人员疏散、医疗救护、环境监测、气象监测等事故应急处置项目,演练获得了成功,达到了预期目的。该现场演练指挥有序,安排严密,配合协调,响应迅速,抢险及时,措施有效,演练针对性和实战性强,受到了国务院、国家安监总局、国资委、国家安全生产应急救援指挥中心及省、市等各级领导的

高度赞扬和好评^[7-8]。

组织实战模拟大型演练,存在着准备时间长,耗费人力物力多(组织上述的应急预案实战演练就花费了800多万元资金),设定事故场景进程单一、不能临时对既定场景进行更多的变化。

国家安全监管总局关于切实做好安全生产事故应急预案管理工作的通知(安监总应急[2007]88号)明确指出,应加强预案演练,及时完善预案,提高预案的实用性。要通过桌面推演、实战模拟演练等不同类型的预案演练,解决企业内各部门之间以及企业同地方政府有关部门的协同配合等问题,增强预案的科学性、可行性和针对性,提高快速反应能力、应急救援能力和协同作战能力。

笔者对应急预案的桌面推演(其中包含部分功能性演习)的设计和实施进行系统的阐述和探讨,对桌面推演在技术上进一步深入发展和完善的前景进行研讨和展望。

2 桌面推演的历史沿革和演化

长期以来,桌面推演用于军事演习,一般习惯称之为兵棋推演。兵棋推演是军队作战前评估战术可行性、胜败、人员及装备损害程度的重要手段,可以使用地图、沙盘或计算机等进行。兵棋推演的历史可以溯源到4500年前,中国人开始使用石块和木条等在地面上对弈的方法演示阵法、研究战争。现代类型的兵棋是由普鲁士的宫廷战争顾问冯·莱斯维茨于1811年发明的,它由一幅地图,一套代表军队的硬方块,一本详细规则,一张概率表和一个骰子组成。用这套简单的工具,可以逼真地推演预测当时战场的实际作战活动。

20世纪后期至今,随着信息技术的进步,使用具有计算快速、数据统计精准的计算机系统进行推演成为兵棋推演的主要发展方向。计算机兵棋推演首先必须将作战部队的体制编制、武器系统、战术作为等进行十分精确的评估,并将其逐一量化,换算成参数输入计算机数据库中;推演由作战指挥中心、作战演训中心及各作战执行单位指挥所执行,运用复杂的战区仿真系统,输入作战各方的各类参数,连续数小时乃至数月模拟实战环境和作战进程,实施重大战备议题的推演。

值得关注的是,世界各发达国家在重点追求兵棋推演计算机化的过程中,也没有丢弃传统兵棋,反而把它发展成了多层次、多种类、与商业化电子计算机相结合的军事智能玩具。美国、德国和日本等国

的军事研究机构相继推出了几千种普及型兵棋。这些不仅使其获得了巨大的经济效益,而且还取得了民族传统、文化历史、国防知识等多层面教育的良好效果。

20世纪90年代^[9],随着我国安全生产立法工作的逐步深入,尤其是《安全生产法》的颁布,规定了编制事故应急救援预案即定期组织演练等法律条文,事故应急救援工作的管理逐步走向正规化、系统化、常态化。在开展应急预案的实战模拟演练的同时,就开始了应急桌面推演的尝试。

时至今日,在全国各地的应急预案及其演练中,桌面推演也在不断发展、创新,进而应用仿真学原理,开发重大事故模拟仿真与互动式虚拟演练系统,这必将在安全生产应急管理工作中起到越来越重要的作用。

3 桌面推演方案的设计要点

要使一次应急救援预案桌面推演真正取得实效,关键在于推演方案的设计与编制,人们常戏称之为“场景剧本创作”。这个剧本设计的好坏,直接关系到应急桌面推演的成败。

3.1 事故发生现实可能性

在场景设计中,假想中的事故或灾难必须具有现实发生的可能性,否则不仅不能取得验证安全生产应急预案可行性的效果,而且连桌面推演参加人员都不能认真对待。

3.2 事故后果危害或灾难性

场景设计中假想的事或灾难应具有较严重的后果,如有可能,尽量把安全生产事故和环境事故相结合,事故涉及的地域、层次、部门相对多一些,可以更清楚地检验应急预案的严密性、合理性和可操作性。

3.3 场景演化过程的合理性

在设计事故剧本场景时,必须注意事故发展的合理性,使场景的发展演化具有真实可信性。切忌牵强附会,胡编乱造,使严肃的桌面推演变成一场闹剧。

3.4 场景演变的多样性

设计桌面推演事故场景,应该同时设计场景的

不同走向,即事故可能引发的二次事故、事故的蔓延、多种偶发事件、事故的性质变化、应急等级的升降。在设计时应该考虑多种备用变化场景,应考虑到如果一旦真实的事故发生,现场瞬息万变的情景和信息传递过程可能发生的各种误差,事故场景滚动信息在实施推演时不一定都一一全部使用,应根据桌面推演进程决定是否插入使用。

3.5 场景设计的典型代表性

在设计事故场景时,尽可能物色相对常用的危险源物质或能量,也尽可能设想合乎情理的事故触发条件,而不是非常罕见的物质或千载难逢的巧遇,这样设计的场景进行桌面推演才会具有普遍指导意义。

3.6 桌面推演的可实现性

有时推演剧本设计看起来很壮观很完美,但由于电脑软件系统或通讯手段等满足不了推演的实现,同样达不到桌面推演检验应急预案的效果,因此,推演方案应有强有力的技术手段支撑,为其实施推演留下足够的回旋余地。

4 应急预案桌面推演方案场景设计实例

笔者曾参与设计制定了一次应急预案桌面推演方案,场景设计是参考2005年3月29日京沪高速公路江苏淮安段液氯泄漏特大事故进行设计桌面推演剧本。

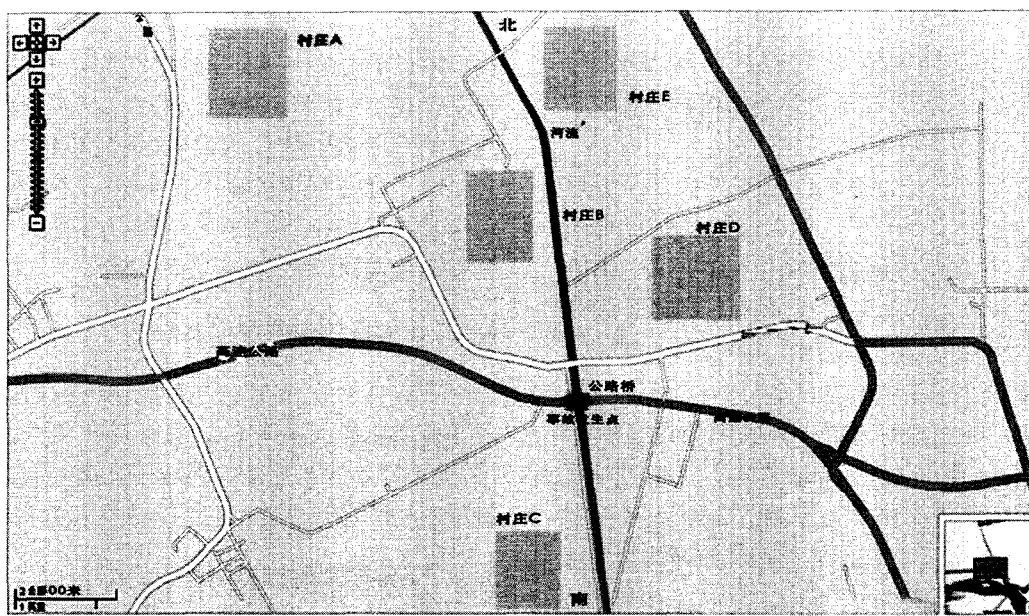
4.1 桌面推演剧本——背景信息

背景信息应提供事故发生的地点和自然环境条件,一般应准备事故发生地点及周边环境地图或电脑地理信息系统资料,如下图所示。

Y镇位于H省A市东南地区,地处该省两市交界处,东西10公里,南北20公里,全镇土地面积约150平方公里,总人口4万人,Y镇共辖10个自然村。

Y镇处于山区向平原过渡的地带,西北地势高于东南的地势。M河由北向南,流经该镇,境内流长约9公里,流域70平方公里。长年以来,该河作为Y镇居民的饮用水,上下游在外市均有河闸。

一条高速公路东西方向贯穿于Y镇,并与M河交会。A市常年东偏南季风,年平均温度13℃。当时气温25℃。



应急预案桌面推演方案事故发生地点及周边环境地图

4.2 桌面推演剧本——报警信息

如果一旦真实的重大事故发生,在报警阶段,往往各种报警信息混乱而不一致,有群众报警、有事故伤员报警、有 GPS 自动报警、有迅速赶到现场的公安交警报警等等。在进行桌面推演时,扮演担任各级负责人也在相应时间段内进入指挥中心。桌面推演也可设在几个办公室里,分别担任省、市、县几级应急指挥中心,随着事故进程,应急指挥部有可能会相应调整或合并,有的将前移至事故现场。设计推演场景时应充分考虑这些因素。

接到群众报警,10 日 22 时 10 分,在 A 市 Y 镇某省级 1 号高速公路,发生一起大客车与危化品运输车辆在公路桥上相撞的重大交通事故。事故发生后,交巡警赶到现场,报告称:在 1 号高速公路 80 公里处,发生一起危化品运输车辆与大客车追尾相撞侧翻事故。其中危化品运输车侧翻在公路桥上,客车侧翻在桥东 20 m 护栏外坡地处。目前已有 4 人死亡,其中危化品运输车辆驾乘人员 2 人、大客车乘客 2 人。大客车核载 45 人,实载 45 人。

4.3 桌面推演剧本——滚动信息

滚动信息是推演时假想事故发展过程中,事故现场的各种场景演化,设计时应充分考虑准备,有些场景变化不一定要全部使用。

交巡警现场报告,确认危险品运输车为液氯槽罐车,核载 40 t,实载近 50 t。危化品运输车槽罐接

口处发生破裂,液氯已经开始泄漏,有两处不停冒出黄色雾状气体。请求紧急增援。

当地消防队伍已经到达现场,启动应急响应,采取紧急措施,开始对液氯槽罐车进行堵漏,并用消防水喷淋。由于危化品运输车泊在公路桥上,已经有部分喷淋吸收氯气的水漫过路面,并开始向低洼处流淌。

堵漏极其困难,液氯蒸发的氯气开始沿着东偏南季风方向开始扩散,形成一片黄色毒雾,由于地形对气流的影响,加大了污染物对周边村庄居民、家畜以及庄稼的威胁。请求进一步紧急支援。

液氯槽罐车危险性极大,除设法迅速对槽罐车进行堵漏并且堵截已泄漏出来的污染源,同时通过引流汇集无法围堵的污染源。

情况发展迅速,因氯气泄漏已经出现许多人员伤亡,而且还在继续发展扩大,启动省级应急救援预案。

消防官兵和当地政府开始紧急疏散群众,事故发生地附近有小村庄 4 个,分别处于 1 号高速公路南北侧,最近距离高速公路 60 m,村庄人口:100 户,共 400 人。其中,20 岁以下 250 人,20 ~ 50 岁 50 人,50 以上 100 人。

安监局组织专家对液氯泄漏后果进行灾害模拟分析,在泄漏源下风口的村庄受到氯气的威胁,还须进一步紧急疏散受灾群众。周围地区的应急救援队伍陆续赶到事故现场。

事故已造成 7 人死亡,已有 16 人被救出,还有

10人卡在客车内等待救助。现场有乘客和民警发生中毒反应。

估计村庄中已经动员并疏散了约2/3的村民,其余群众正在迅速转移,乡镇干部在挨家挨户搜寻老弱病残人员。

由于在桥上的液氯槽罐车的冲淋稀释液氯的大量水溶液漫向低洼处及向河中流淌,河流受到了污染。氯气形成的黄色毒雾覆盖了附近村庄,家畜出现死亡,农作物开始发生大面积枯萎。

由于液氯槽车本身较重,本地起吊设备满足不了要求,同时,救援物资也需省里协调,河流的上下游两处水闸处于本省外市,需要立即关闭水闸,同时围堵上下游支流入水口以防止扩大对其他地区流域的影响。

卡在客车内的伤员全部救出,目前死亡人数达到20人,处置过程中有6人中毒,据当地乡政府报告,村民群众转移已经完成,已经疏散转移的群众中未发现人员死亡。

目前事故死亡27人,受伤13人,中毒45人。

液氯槽罐车堵漏基本成功。制定技术方案转移液氯槽罐车并进一步妥善处置。

重型起吊设备到场,客车已经开始起吊(以下略)。

4.4 桌面推演剧本——媒体发布信息

为增强桌面推演的真实感觉及效果,推演过程中应穿插多次模拟新闻广播或电视新闻报道,这是相对容易实现的。

10日22时10分,在我市Y镇某省级1号高速公路,发生一起大客车与危化品运输车辆在公路桥上相撞,侧翻事故。事故发生后,交通巡警赶到现场。其中危化品运输车侧翻在公路桥上,客车侧翻在公路桥东20m护栏处。目前,已有4人死亡,其中危化品运输车辆驾乘人员2人、大客车乘客2人。大客车核载45人,实载45人。危险品运输车核载40t,实载50t,车上装载液氯,事故的情况发展将作实时追踪报道(以下略)。

5 桌面推演成功的基本条件和保障措施

5.1 思想重视

认真贯彻落实胡锦涛总书记关于“思想认识上警钟常鸣、制度保证上严密有效、技术支撑上坚强有力、监督检查上严格细致、事故处理上严肃认真”的

指示精神,深刻认识做好应急预案演练工作的重大意义。参加应急预案桌面推演的,一般都是各级领导和应急指挥与实施的骨干成员,在推演的过程里,务必做到“假戏真演”。集中精力,排除干扰,思想充分进入状态,这样才能使桌面推演真正取得应有的效果。

5.2 组织落实

在桌面推演中,除了扮演担任应急指挥部门及有关部门各级领导骨干的参加人以外,有3个岗位不可或缺:

第一是桌面推演的总指挥,即“总导演”,负责整个推演过程的控制;

第二是记录员,负责采用各种有效技术手段进行推演过程的实况记录;

第三是信息员,负责推演过程中将有关信息(包括事故现场滚动信息、指挥部的指令、应急救援实施现场报告、供媒体发布的信息处理等)传达、传递、发布。

5.3 准备充分

除了对桌面推演方案进行推敲审定,桌面推演有关骨干人员预习以外,参加桌面推演的人员应充分熟悉我国现行有关事故处理、应急救援的法律法规和相关技术标准,参加推演人员充分明确了各级各部门的应急预案、各自的岗位职责和职权范围。

5.4 保障可靠

平时注重加强应急管理专家队伍、专业应急救援抢险队伍和企业应急响应骨干队伍的培养建设,保证一旦发生突发事件,能够有效地进行控制与处置,为防范事故和应急救援提供有力的技术支持和保障。在桌面推演中,应急救援重型装备(如大型吊车等)一般不会出动;医疗卫生救护车辆及人员也不需开赴假想事故现场,但必须验证这些人员、装备设施及其他应急救援资源是否处于良好的应急状态,一旦真的发生事故能够召之即来,来之能战,战之能胜。

6 应急预案桌面推演的技术进展与发展前景

由于计算机技术的快速发展,数值模拟技术已经由二维扩展为三维,从单纯的结构力学计算发展到求解许多物理场问题:近年来数值模拟方法已发

展到流体力学、温度场、电传导、磁场和声场等问题的求解计算,最近又发展到求解几个交叉学科的问题。例如:在模拟火灾爆炸事故时,输入基本参数、环境条件及各种边界条件,火灾及爆炸的发生、蔓延、高温、冲击波使构件变形或破坏,进而发生大型建筑物、桥梁倒塌,灾难影响范围等都可以直观形象显示于荧屏,这在技术上对应急预案的桌面推演提供了有力的支撑。

随着安全科学技术特别是安全系统科学的发展成熟,安全仿真学及模拟技术已成为其重要学科分支。在应急预案桌面推演中应用先进的计算机技术,融合过程控制、GIS 系统、重大危险源数据库、危险化学品的燃爆与毒性数据库、应急救援资源与预案数据库、泄漏扩散与疏散模型等,开发互动式虚拟演练系统,通过输入剧本控制,实现对各类应急预案进行演练与验证。

事故应急救援桌面推演系统可以设置复杂多变的事故场景,并针对实际情况进行有效的数据查询和预案推演,与传统的文本化静态预案相比具有强大的技术优势,如采用火灾科学及消防工程学对化工装置的火灾烟气扩散和蔓延进行多场景预测仿真;采用人群疏散模拟对多种灾害状况和不同工厂环境分别模拟计算仿真;具有海量的相关基础信息和消防、医疗、救援等数据,可以任意选择组织、调配模拟形式,开展全面的仿真演练^[10],并可以同步对预案演练过程记录,以便进行系统或专项考核,达到不断提高应急效率和指挥反应能力的目的,从而在化工事故真正发生时,安全人员能够正确处置,最大限度地降低事故损失。

7 结 论

1) 随着安全生产科技的深入发展,在应急预案的演练方式方法上必须不断发展及创新,除了必要的实战模拟演练外,应考虑尽可能多地进行一些应急桌面推演(包含一些功能性演习),桌面推演不是游戏,而是真正具有检验应急预案、发现薄弱环节,切实锻炼队伍、积累应急经验、磨合管理机制、实现统一指挥、达到高效运行的效果。

2) 在应急预案的演练中,实战演练是决不可忽视的,因其紧急拉动具有很强的实战性。但对于各级应急指挥部门和广大企业而言,在应急预案的制定、实施和培训中,桌面推演因其针对性而起着越来越重要的作用。

3) 对于可移动危险源应急预案的验证,由于可移动危险源事故地点的不确定性和周边环境的复杂性,为桌面推演的方案设计提供了广阔的假象余地,可以从更多方面检验应急救援手段而起到重要作用。

4) 应急预案桌面推演的发展前景广阔,计算机科学和安全科学的高速发展,为应急预案桌面推演开创了崭新的舞台和前沿的课题。不仅使应急预案本身与传统的文本化静态预案相比有了长足的进步,而且对验证、评价、完善应急预案具有无法比拟的优势。

5) 随着进一步设计开发重大事故模拟仿真与互动式虚拟系统,应急预案桌面推演必将在安全生产应急管理工作中发挥出越来越重要的作用。

参 考 文 献

- [1] 徐德蜀. 安全文化、安全科技与科学安全生产观[J]. 中国安全科学学报, 2006, 16(3): 71~82
- [2] 郭太生. 美国公共安全卫生事件应急管理研究[J]. 中国人民公安大学学报, 2003, 19(6): 16~25
- [3] 张兴凯. 安全生产危机预警初探[J]. 中国安全科学学报, 2005, 15(1): 36~40
- [4] 王飞跃, 徐志胜, 潘游等. 企业生产安全事故应急救援预案编制技术的研究[J]. 中国安全科学学报, 2005, 15(4): 101~105
- [5] 陈荣庆, 佟瑞鹏. 企业生产事故应急预案编制技术[J]. 中国安全科学学报, 2006, 16(12): 55~60
- [6] 胡福静. 企业应急预案编制要点[J]. 中国安全生产科学技术, 2006, 2(4): 120~122
- [7] 沈郁, 于风清. 石油化工企业事故应急救援预案现状及改进建议[J]. 中国安全科学学报, 2004, 14(10): 99~104
- [8] 褚家成, 徐连胜, 蒋平昌等. 港口石油化工码头及其库区灾害事故应急系统研究[J]. 中国安全科学学报, 2007, 17(1): 148~155
- [9] 时训先, 蒋仲安等. 重大事故应急救援法律法规体系建设[J]. 中国安全科学学报, 2004, 14(12): 45~48
- [10] 易涛, 周永平, 李颖. 基于 HLA 架构下的化工安全虚拟现实仿真演练系统[J]. 计算机与应用化学, 2007, 24(4): 519~523