



核泄漏 事故中 消防应急救援处置程序探讨

李莹滢

公安消防部队昆明指挥学校应急救援教研室, 云南 昆明 650208

摘要:放射性物质和电离辐射设备在国民经济各个领域中的应用越来越广泛,发生核泄漏事故的概率也随之增大。公安消防部队是核事故灭火救援的骨干力量,为提高部队参与处置核事故应急救援和火灾扑救的能力和水平,在分析核泄漏事故特点的基础上,重点探讨了核事故中消防应急救援的处置程序,并提出了应急救援过程中应注意的问题。

关键词:核泄漏;消防;应急救援;处置程序

中图分类号: X591;X928.04

文献标志码: B

文章编号: 1007-1326(2014)05-0307-05

Discussion on fire emergency rescue procedures in nuclear leak accidents

LI Ying-ying

Department of Emergency Rescue, Kunming Fire Service Training School, Kunming, Yunnan 650208, China

Abstract: With the development of society and the progress of science and technology, the radioactive materials and ionizing radiation equipment have been used more and more widely and the probability of the nuclear leakage accidents increases simultaneously. This paper introduced the characteristic and resulting adverse consequences of nuclear radiation accidents. The emergency rescue procedures in nuclear radiation accidents were described in detail and key points were discussed. It can provide helpful references for the improvement of fire forces' capability in fire fighting and emergency rescue against nuclear accident.

Key words: Nuclear accident; Fire fighting; Emergency rescue; Procedure

1 前言

核能是一种新型且单位成本最低的电力资源,它具有寿命长、稳定性高、污染低等特点,在解决能源紧缺、改善环境质量方面具有明显优势,已

作者简介:李莹滢(1982-),女,博士,讲师。

经成为可持续发展的重要能源。根据国际原子能机构 2011 年 1 月公布的最新数据,目前全球正在运行的核电机组共 442 个,正在建设的核电机组 65 个,核电发电量约占全球发电总量的 16%。根据我国《核电中长期发展规划》,在“十二五”期间,核电运行的总

规模将达到 2 496.8 万 kW,新投产核电装机容量为 1 244 万 kW^[1]。在核能技术的应用中,虽然有一系列的安全防护措施,但不可避免的是,在过去的近半个世纪里,核事故也给人类带来过巨大的灾难。例如,1979 年 3 月 28 日,美国三英里岛核电站核泄漏事故,

直接经济损失达 10 亿美元;1986 年 4 月 26 日,苏联切尔诺贝利核电厂 4 号反应堆发生爆炸,28 名消防员和其他救援人员在事故中因接受大剂量辐射而死亡,数万人受到不同程度的辐射伤害;2011 年 3 月 11 日,日本福岛第一和第二核电站因地震而导致核泄漏^[2],核泄漏事故导致福岛核电站内部的最高辐射剂量超过 1 000 mSv/h,附近海水中碘-131 含量超标数千倍,核电站周边的土地和海洋受到严重污染,30 km 内的数十万居民撤离家园。

核泄漏事故救援难度大、时间紧、社会影响大。公安消防部队是实施核电站火灾、泄漏等事故救援的骨干力量,为了切实提高消防部队参与处置核事故应急救援和火灾扑救的能力,本文拟通过分析核泄漏事故的特点,对核事故消防应急救援的处置程序以及应急救援过程中应注意的问题进行探讨。

2 核泄漏事故特点

核泄漏事故的发生和所造成的伤害既具有一般事故的共同特点,又有其自身的特殊性。具体包括:(1) 发生的不确定性。核事故的发生时间是无法确定的,一般都在人们完全没有预防的情况下发生,并且一旦发生,发展极为迅速。(2) 照射的来源和途径多样。在核泄漏事故中,人员受照射有多种方法和途径。例如,人们摄入被放射性物质污染的空气或食物,放射性核素在体内照射甲状腺、肺或其他组织形成内照射;环境中的射线直接照射人体全身;沉积在体表、衣服上的放射性核素对皮肤的照射。(3) 易造成放射性生物效应。辐射对人体的作用,是一个非常复杂的过程,有分子、细胞功能、机体代谢等方面的变化。辐射生物效应可以是受照射本人出现的躯体性效应,例如急剧地受照 1 Gy 以上,可能在几小时之后出现恶心和呕吐,还可能引起白细胞、血小板减少等,晚期效应则有各种癌症、不育症、白内障等;此外放射性还会引起染色体畸变和基因突变,使一代人甚至几代人受

到放射性污染。如 1945 年美国在日本的广岛和长崎投放的两颗原子弹,不但使几十万人死亡,还使大批幸存者饱受放射病的折磨,引起致癌性体细胞突变,并发生影响后代的基因突变。(4) 处置核泄漏事故技术要求高。核泄漏事故处置是一项专业技术性很强的工作,需要专业技术素质较高的应急救援人员、事故发展预测及事故评价的专家以及专业的仪器装备等。此外,事故受现场气象、周围环境等多种因素影响,现场情况复杂多变,给救援带来难度;事故发生后,控制危险源、组织危险区居民撤离、抢救受照射人员、抽样检测及洗消等工作要求高、难度大。(5) 社会影响大。公众多不熟悉核事故,核事故发生后极易引发恐核思想,干扰和破坏人们正常的生产生活秩序,严重影响社会安定,造成重大经济损失。1992 年 11 月 19 日,山西忻州一男子在拆除一口废井时,拾到一枚钴-60 放射源,将其放入上衣口袋,随后感到恶心、呕吐,被送往医院检查治疗。护理他的哥哥和父亲在 8 d 内先后死于急性放射病,另有 90 余人受到不同程度的照射,给当地社会和民众造成了不小的恐慌。

3 消防应急救援处置程序

基于核泄漏事故的特点及其应急救援的特殊性,事故一旦发生,必须尽快进行处置,最大限度地减小或消除损失。为了让处置有条不紊地进行,应该有一套行之有效的应急救援处置程序,现简述如下。

3.1 辐射防护

辐射对人体的作用主要有外照射和内照射两种方式。照射方式不同,其防护方法也不同。具体防护方法如下:

(1) 外照射防护。外照射是体外辐射源对人体的照射,主要有 γ 线、X 线、中子和高能带电粒子等。对外照射的防护措施有三种:一是距离防护,受照剂量与距离源的平方成反比,距辐射源的距离越大,剂量越小。所以应尽量增加人与辐射源之间的距离。比如使用远距离操作工具(机械手、长柄钳

等);二是时间防护,受照剂量与照射时间成正比,停留时间越短,剂量越小,在处理事故时,事先必须进行周密的计划,并熟练操作,同时要限定工作时间,轮流作业,避免人员受到过量照射;三是屏蔽防护,在人与辐射源之间选用材料和厚度适当的物质。

(2) 内照射防护。对内照射的防护主要是阻断放射性物质可能进入人体的途径,以减少人体对放射性物质的吸收。

(3) 药物防护。一类是甲状腺防护药,例如服用碘化钾能有效防止放射性碘对甲状腺的损伤;另外,受到大剂量辐射的人员要服用尼尔雌醇片或茜草双酯片,以减轻急性放射造成的损伤。

(4) 合理选择防护装备。防护装备包括个人防护装备和集体防护装备^[3]。个人防护装备用于防止放射性物质直接伤害,包括防毒面具、防护服、防护手套、防护靴等。集体防护装备用于防止放射性物质尘埃的伤害,设置在一些地下的设施、帐篷、战斗车辆、作战飞机、舰艇中,以保证人员在核泄漏污染中的正常活动。消防救援人员要根据现场核辐射情况,选择不同类型的防护服、防护靴和防护手套等防护用品,并按顺序穿、脱防护用品。

3.2 侦察检测

(1) 询问灾情。到达事故现场后,对相关人员进行仔细询问。着重了解事故发生的时间和地点,事故的类型和性质,放射性核素的成分、活度,事先处置的情况和监测的结果,事故现场周围的居民分布以及人员可能受到的辐射伤害等。

(2) 现场侦察。根据询情利用辐射监测器材侦察放射性污染的范围、剂量分布和核素组成。在切尔诺贝利核事故中,由于缺乏核辐射剂量检测的专业仪器和人员,救援人员缺乏个人剂量报警器或报警器工作不正常,使得有些救援人员受到的辐射剂量超过了 200 mSv 当量剂量。目前,消防部队配备的核生化侦察车,是我国消防部队处置核生化事故的主要侦察装备

之一,其中一个功能是用来监测核污染,可用于危险区域的 β 、 γ 线探测,监测人员表面污染以及测量进出污染区域人员的受辐射剂量。根据国际原子能机构公布的人体接受辐射量标准,正常人一次性接受 4 000 mSv 的辐射剂量会直接致死;与辐射相关的工作人员,一年最高的辐射量为 50 000 μ Sv^[4]。因此,发生核泄漏事故后,消防部队利用侦检车可以有效快速进行辐射量测定,确定隔离范围,为指挥决策提供依据。2011 年某月某日,上海消防总队特勤支队接市应急联动指挥中心指令,上海市某区某路上一辆面包车内有一疑似放射源需要应急处置,经过询情,初步判断为放射性物质,具体放射剂量不详,在距离事故车辆 5 m 处,检测数据未见明显变化,在车厢外表面,放射剂量 0.2 μ Sv/h,明显高于环境本底,侦检组初步确定疑似可疑物为放射性物质。侦检组队员利用仪器靠近疑似物进行监测,显示的放射剂量数值急剧上升,在 12 μ Sv/h 上下波动,携带仪器发出报警声,侦检组指挥立即命令队员撤离,现场确定该可疑物为放射性物质。

3.3 设置警戒

根据询情、侦察情况设置警戒区域,合理设置出入口,严格控制人员、车辆以及物资的进出。在上述案例中,距离事故车辆 10 m 设置为内部的警戒线,设置 100 mSv 为二级报警区域,没有特殊任务,任何人不得进入。

3.4 疏散救生

疏散救生是减少人员伤亡的关键,要通过行政管理组织渠道,利用通信、广播系统,将事故信息通报给周边的街道、学校、居民小区和企事业单位等,根据气象情况和泄漏扩散的方向和范围,迅速引导、疏散人员至安全区域。组成救生小组进入危险区,用最快的速度将遇险人员疏散、转移至安全区,同时组织引导群众的自救与互救,对救出的人员进行登记、标志,并交由医疗部门接受检查、救治和洗消。要选择好撤离的方向^[5],同时,指导群众和救援人员采取必要的防护措施。例如:服用稳定性碘剂(如碘化钾),对体表和呼吸道进行保护;对可能或已经受到污染的事物或饮用水进行控制;消除体表的放射性污染;为决策部门提出防护措施的干预剂量水平的建议。对非放射性损伤(如创伤、烧伤等),按常规医学救治的程序和方法进行救治。对于急性损伤人员,交由医院进行救治。

3.5 扑救火灾

核电发展的历史表明,核电厂火灾事故在造成的损失和引发核危机等方面,是其他灾害事故无法相比的^[6]。核电厂火灾与核泄漏事故在一定条件下可能相互转化或派生。发生火灾最大的危险性是可能破坏核电系统的主要安全功能,例如安全停堆、放射性物质包容及余热排出等,导致放射性物质泄漏,因此,必须坚持核安全第一的

原则扑救火灾。

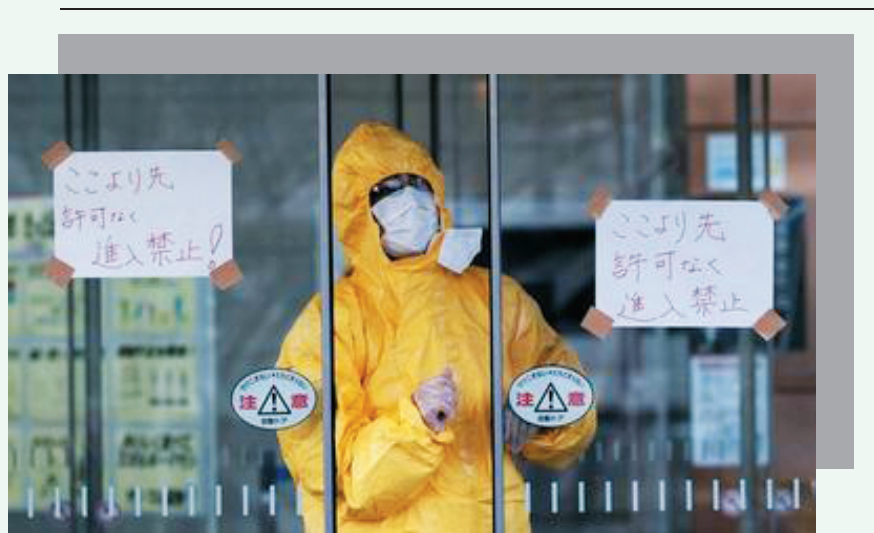
对于核事故伴随的火灾,灭火时不能采用简单的常规方法,应根据可燃物的性质、种类和数量、起火部位的特点选用相应的灭火剂。在确保核安全系统的安全、尽量避免和减少对核电系统污染的前提下,有效地进行灭火。例如扑救反应堆主泵室、汽轮发电机组油系统火灾时,应尽可能采用雾状水或泡沫灭火;对于调试锅炉房等对防污染要求比较高的场所,应采用干粉灭火剂灭火^[6]。扑救已经发生核泄漏的火灾时,不能使用任何水基及化学灭火剂。因为水和化学灭火剂射入反应堆后,将立即汽化蒸发,携带放射性物质进入大气,使核辐射的污染进一步扩大。可采用大量的黏土、沙子、硼、铅、白云石等物质,将反应堆严密覆盖形成隔离层,隔绝空气。发生铀火或钚火时,可用氯化钠、氯化钾和氯化钡配置的三元低熔氯盐粉末扑灭。

3.6 协助其他力量做好处置

核泄漏事故或火灾事故,需要在政府的直接领导下,多部门协调配合才能取得胜利。在切尔诺贝利核事故中,除了消防部门,还有警察、军队、医疗、民政、环保等部门参与了事故救援,各类人员达到 60 余万人,为事故救援提供了完善的组织保障。我国自 2009 年以来,各省、直辖市、自治区依托公安消防总队建立了综合应急救援总队,进一步提升了防御重大灾害事故的能力。发生放射性物质泄漏或放射源丢失事故时,应与环保局、民防办公室共同商讨应急处置措施,防止放射性污染进一步扩散,尽一切可能尽快找回放射源。针对上海市某区疑似放射源案例,消防部队侦检结束后,将现场侦检情况告知市环保局,市环保局利用核素检测仪对现场实施探测,经检测射线是由贫铀发出,环保局认为该射线强度不会对现场环境产生破坏,随即回收该物质。

3.7 洗消处理

洗消分为快速洗消、完全洗消和特殊洗消^[7]。快速洗消是指在紧急状态下简单清除核辐射污染物,主要的洗



消设备有美国 M291 和 M295 皮肤消毒包,俄罗斯 IPP-3 单兵消毒盒以及英国新型 PWP 型个体生物战剂净水器等^[8]。完全洗消是通过消除个人或设备上的污染物来保存战斗力,洗消场所包括洗消区、洗消区人员和设备洗消区、洗消后集合区。特殊洗消包括采用致密的材料进行覆盖、燃烧、爆炸等。

消防部队在参加灭火救援行动之后,要对人员、车辆和装备器材进行洗消。人员的洗消通常在洗消站或者洗消帐篷中进行,有侦检车的洗消工作在洗消仓内进行。放射性尘埃主要在头发、头皮、外衣和手等部位沉积^[9],因此要尽量脱下沾染的衣物,用毛巾、布、棉花等蘸水湿擦身体暴露部位,有条件时可用洗涤剂对人员进行淋浴^[9]。洗消完毕后可用放射性污染监测仪对参战人员进行放射性污染检查并将结果汇报指挥员,直至洗消彻底后方可进入操作间。车辆装备器材的洗消在洗消站进行,洗消站应配有对车辆进行监测的仪器以及水洗、去污设备。根据污染的严重程度和现场条件,对设备的去污可采用拍打、抖拂、刷擦、洗涤和高压水清洗法等。精密仪器或电气设备的洗消应以干法为主,例如吹尘、清吸、擦拭或用专用的清洁剂进行清洗。如果核泄漏事故造成了建筑物、地面、道路、公共场所等污染,通常有干法去污(如清扫、吹脱、真空吸脱和除去污染表层等)、湿法去污(如冲洗、刷洗、擦拭等)和可剥性涂层去污法。此外,要避免造成二次污染,避免人员吸入或食入造成内照射。

3.8 清场撤离

对事故处理过程中产生的废物进行辐射监测和妥善的处理,确认事故得到有效控制并且确保事故不会留下任何隐患;清点人员、车辆及器材;撤除警戒,做好和相关部门(如环保局)的移交工作;部队安全撤离。

4 核泄漏事故救援的注意事项

4.1 应急救援预案应科学、详细、可行
为核泄漏制定的应急预案应科

学、详细、可行。应急救援预案应当在各级人民政府的统一组织领导下,由各相关部门共同制定。其基本内容应当涉及应急救援的组织机构和职责;相关部门的职责和分工;应急救援组织的训练和演习;事故预警和应急响应;事故的现场控制、人员疏散、交通管制、医疗急救、工程抢险等措施;应急救援设备、设施、器械等物质的储备和调用;通讯保障;经费保障;应急救援信息的发布等。

4.2 救援力量应及时、科学、正确地对事故作出响应

当发生核泄漏事故特别是伴随火灾事故时,消防部队应在第一时间赶赴现场,其他各种应急救援力量如交通、医疗救护人员应迅速到达现场并展开工作。在切尔诺贝利核电站发生爆炸后,苏联核电消防专业队伍在 4 min 内就赶到了事故现场,成功保护了与发生爆炸的 4 号堆比邻的 2 号、3 号和 1 号反应堆,并最大程度限制了核物质的泄漏。而日本福岛核事故发生后,由于缺乏专业的核电消防队伍,没有专业人员在第一时间赶赴事故现场,导致事故失控,并且在处置过程中,显得盲目混乱^[10]。由此可见,及时、正确的消防应急救援是处置核事故的关键。

4.3 做好个人防护是处置核泄漏事故的前提

在切尔诺贝利核事故处置中,消防部队缺少必要的核辐射防护装备、车辆以及防护器材,导致了大批消防员受到大剂量核辐射,严重损害了身体健康,甚至付出了生命的代价,战斗力也严重受损。虽然目前核电站发生爆炸的可能性很低,但是非正常的放射性泄漏在近几年时有发生,例如在设备维修时^[11],因此在侦检及处置过程中,救援人员要严格按核事故处置要求做好个人防护,可通过穿铅服和防核防护服实现屏蔽防护,严格控制在危险区的作业时间,利用核生化侦检车配备的伸缩式探测仪实现距离防护,通过佩戴过滤式面罩和滤毒罐防止吸入放射性粉尘实现内照射防护。

4.4 处理事故应有专业人员指导

核泄漏的应急救援和火灾扑救是一项专业性很强的活动,需要在专家指导下,由专业队伍完成。苏联建立了专业的核电消防队伍,在切尔诺贝利核事故的处置中发挥了重要作用。在日本福岛核事故中,导致救援不顺利的一个原因就是核电消防与应急救援专业人才的缺乏。我国核事故专家咨询组一般由放射医学、辐射防护、核安全等方面的专家组成,处理核事故时应向他们咨询。

4.5 加强应急系统机构间的协同作战

合理的应急救援体系、专业的应急救援力量和完善的应急救援机制,是顺利完成核事故应急救援的必要条件。应急救援体系涉及很多部门,包括从政府部门到环境保护、人民防空、公安、交通、医疗等部门。我们必须在政府的统一领导下,充分发挥各职能部门的优势,各部门间积极协调配合,充分发挥各专业力量的作用,坚决杜绝蛮干蛮干,确保灭火救援工作有条不紊地开展。此外,在没有专业设备时,不要定性事故类型,不要随意回收有毒有害物质。

5 讨论

随着放射性物质和电离辐射设备在国民经济各个领域中的应用,发生核泄漏事故的概率逐渐增大。但是,目前我国公安消防部队中核电消防的专业队伍不足,应急救援及扑救核电火灾事故的能力还比较弱;此外,核电专职消防队也存在一定的问题,如核电消防专业知识相对薄弱,装备落后,战斗力不强。这些存在的问题都应引起公安消防部队的注意。政府部门应当加强公安消防部队的专业人才培养,加大核辐射防护器材装备和消防车辆的配备力量,使他们能积极配合当地核安全部门和相关专业技术人员、防化部队、核电站专职消防队开展应急救援工作。要不断完善核事故应急救援的组织体系,大力加强对核事故消防应急救援人才的培养和装备器材建

(下转第 316 页)

果显示,气体中氨气浓度 $1.4 \sim 8.3 \text{ mg/m}^3$;硫化氢浓度 $0.5 \sim 2.3 \text{ mg/m}^3$;磷酸浓度 $0.017 \sim 0.250 \text{ mg/m}^3$;二氧化碳浓度 $8\,340 \sim 12\,462 \text{ mg/m}^3$ 。由于采样是在事故发生后的第三天进行的,故以上物质检测结果均未超过国家规定的职业接触限值^[1]。水样中磷酸含量为 $6.49 \sim 31.34 \text{ mg/L}$ (含磷 $2.05 \sim 9.91 \text{ mg/L}$),大大超过了地表水环境质量标准(第Ⅳ类即一般工业用水水质标准 0.3 mg/L)^[2]。其中氨的存在证明排出气中存在有机胺;磷酸的存在证实排出气和水均含有大量的磷。

3 讨论

事故的发生与生产工艺中冷却工序的技术改造有着明显的关联。技术改造之前,该厂已经进行过 12 次生产,但是由于技术改造忽视了对排出气的净化处理,完成改造后的第一次生产即造成死亡 2 人的急性中毒事故。

该厂从异地购入了牛、羊、猪骨头与蹄壳,为防止其腐败,在保管和运输过程中对其喷洒杀虫剂进行防腐处理,使原材料中含有磷化锌(铝)或有机磷类农药;原材料因自身腐败,蛋白质分解后会产生尸胺(戊二胺)。所以把原材料放入烘干炉进行烘干时,烘干炉内产生的废气中除含有水蒸气

外,还含有戊二胺和杀虫剂,排出气在有机胺的碱性作用下(pH 值在 10 以上),磷化锌(铝)或有机磷类农药迅速分解成硫酸二甲酯(DMS)与磷化氢。硫酸二甲酯和磷化氢均属于高毒物品,也同属于神经性毒物。DMS 是一种无色的油状可燃液体,高浓度的 DMS 具有类似芥子气的毒性作用,人体接触可造成瞬间窒息(中毒)死亡^[3]。磷化氢能抑制人体细胞色素氧化酶,阻断电子传递与抑制氧化磷酸化,从而造成细胞能量障碍、组织缺氧、肺水肿等。短时间大量吸入磷化氢气体主要引起以神经系统、呼吸系统损害为主的全身性疾病^[4]。

技术改造后,将烘干炉中未经处理的废气直接排入低矮、堆满原材料的仓库,仓库内没有安装任何通向外部的抽排风装置,大量的废气在短时间内集中排入“净化”操作区。由于 DMS 和磷化氢密度均大于空气,导致这两种气体聚集在工人操作位,当工人进入该区域操作时,极易造成缺氧性窒息,同时因为 DMS 和磷化氢对人体的危害特性,致接触者发生急性中毒性肺水肿,这也是致死的主要因素之一。

该急性中毒事故应引起广大小作坊式企业的高度重视。该企业未按规定对从业人员进行安全教育培训,致

使工人安全意识淡薄,缺乏个人防护、自我保护和应急救援的基本安全常识。此次技术改造忽视《中华人民共和国安全生产法》“安全设备的设计、制造、安装、使用、检测、维修、改造和报废,应当符合国家标准或者行业标准”的规定^[5],没有经过有关技术部门审查、认定、验收就投入使用,导致人员死亡。缺乏科学和安全的盲目性技术改造是造成这次事故的关键原因。相关部门应加强对作坊式企业的职业卫生与安全管理,保护作业人员的安全与健康。

参考文献

- [1] 中华人民共和国卫生部. GBZ 2.1-2007 工作场所有害因素职业接触限值 第1部分:化学有害因素 [S]. 北京:人民卫生出版社, 2007.
 - [2] 国家环保总局,国家质量监督检验检疫总局. GB 3838-2002 地表水环境质量标准 [S]. 北京:中国标准出版社, 2002.
 - [3] 黄斌强. 急性硫酸二甲酯中毒26例临床分析 [J]. 第四军医大学学报, 2006, 27(22): 2080.
 - [4] 杜艳菊. 一起急性磷化氢中毒事故调查 [J]. 职业卫生与应急救援, 2007, 25(2): 95.
 - [5] 全国人民代表大会常务委员会. 中华人民共和国主席令 第十三号 全国人民代表大会常务委员会关于修改《中华人民共和国安全生产法》的决定 [S]. 2014-08-31.
- 收稿日期: 2014-04-27 修回日期: 2014-09-25

(上接第 310 页)

设,积极开展核事故应急救援的战术研讨。针对核泄漏事故可能发生的场所和特点,要明确公安消防部队参加核事故灭火救援工作的法定义务,利用专业知识以及专门的装备和技术手段,切实提高消防部队处置核事故应急救援和火灾扑救的能力。

参考文献

- [1] 钟文立. 核辐射区灭火救援对策研究 [J]. 中国安全生产科学技术, 2012, 8(11): 169-172.
- [2] 张力. 日本福岛核电站事故对安全科学的启示 [J]. 中国安全科学学报, 2011, 24(4):

3-6.

- [3] 符天保,史波波,王永红. 坚实的防化盾牌:我军防化装备扫描[J]. 现代军事, 2006(6): 7-9.
- [4] 蔡子达. 谈侦检车在处置核泄漏灾害事故中的应用 [J]. 武警学院学报, 2011, 27(6): 8-9.
- [5] 沈同强,杜怀强. 核泄漏事故中指导群众应急防护应把握的问题 [J]. 中国应急救援, 2011(3): 19-20.
- [6] 黄金印,陈双喜. 公安消防部队参与核电厂灭火救援行动的探讨 [J]. 消防科学与技术, 2006, 25(5): 681-684.
- [7] 郭翠英,黄小瑜,朱春来,等. 核生化洗消方法和策略 [J]. 河北化工, 2011, 34(9): 42-44.

- [8] 高树田,武瑞昌,王运斗. 国内外生防装备发展现状与对策 [J]. 医疗卫生装备, 2005, 26(1): 26-28.
- [9] 葛巍巍,吕显智,王永西,等. 军事化学毒剂的应急救援 [J]. 职业卫生与应急救援, 2009, 27(4): 211-214.
- [10] 仇九子. 福岛核事故应急救援分析及其对我国的启示 [J]. 中国应急救援, 2011(4): 24-27.
- [11] 张玉凤. 田湾核电站场外应急救援辐射防护的几点思考 [J]. 经济研究导刊, 2010(27): 198-199.

收稿日期: 2014-07-02 修回日期: 2014-08-27