

科学对策 提高燃气系统抗震防灾能力

北京建筑工程学院(100044) 詹淑慧 赵懋林

摘要 城镇燃气设施是城市生命线工程,在各类自然灾害中,对燃气系统威胁最大的是强烈地震。越是经济发达、人口稠密的现代化城市,燃气管道的抗震防灾就显得越重要。对地震火灾及燃气设施的破坏与修复进行分析,研究燃气系统抗震对策,对于提高系统抗灾能力,保障燃气供应至关重要。

关键词 燃气系统 生命线工程 地震 抗震防灾

Researches on Policy of the Gas System Earthquake Protection

Beijing Institute of Civil Engineering and Architecture Zhan Shuhui, Zhao Maolin

Abstract The town gas facility is a city's lifeline project, the maximal menace to the gas system in all kinds of natural calamities is strong motion earthquake. The more prosperous and populous of the modern city, the antiseismic and disaster prevention for gas pipeline is more important. Analyses of fire in earthquake, and analyses instances of destroying and restoring gas facility, make researches on policy of the gas system earthquake protection are crucial importance to reinforce anti-disaster capacity of the gas system, and to ensure continuity of gas supply.

Keywords the gas system lifeline project earthquake antiseismic and disaster prevention

2008年5月12日,我国四川省汶川地区发生了8.0级特大地震,举世震惊。在这次地震中,不仅房屋倒塌,供水、供电、供气等基础设施也遭到严重破坏。据报道,都江堰市地下燃气管网破裂10余处,阀门等设施也受到相应破坏;需重建的城市地下燃气管道约50km、庭院燃气管道约100km,燃气系统经济损失近6700万元。此外,成渝燃气管道也发生了泄漏,震害相对较轻的成都市也有8万户居民家的燃气供应中断;燃气泄漏还造成了多处局部火灾。这次地震造成的燃气管道及设施的破坏及火灾因处理及时、得当,没有引发大火,造成更大的损失。

但是,地震是一种发生时间、地点、后果都难以确定的自然灾害,对于防范其对燃气系统的破坏、防止次生灾害的发生,应该给予足够的重视。

1 地震对燃气管道及设施的影响

一次强烈地震可以造成人员伤亡等各种形式的

直接灾害,以地震的破坏后果为导因还常常引发一系列次生灾害;次生灾害所造成的损失,有时甚至超过地震本身的损失。因此地震次生灾害引起了广泛的关注和相关研究,采取科学有效的措施将可以有效地预防和减轻灾害损失。

统计资料显示,有些灾害会随着科学技术的进步而减轻,而地震灾害随着科学技术的发展,反而有加重的可能。这是因为随着经济的高速发展,人类生活水平和城市化、现代化程度的不断提高,建筑、人口高度集中,地震及地震火灾的损失呈快速上升趋势。

在各类自然灾害中,强烈地震是对燃气系统威胁最大的自然灾害。主要原因是:

(1)燃气管网设施遍布城市大街小巷,涉及千家万户;当燃气系统在强烈地震中受到破坏、发生泄漏时,不仅使燃气系统处于瘫痪状态,往往还会引发火灾、爆炸等一系列严重的次生灾害。

(2)燃气泄漏和火灾、爆炸会引起恐慌和混乱,直

接影响震后的自救与施救,直接造成人员伤亡和财产损失。

(3)地震造成建筑物倒塌,道路及交通通讯系统瘫痪等,使人们无法及时发现、传递灾情信息,迅速实施扑救行动,致使火势蔓延,难以扑救。

(4)地震造成的人员伤亡、消防设施设备、市政给水管网的破坏以及大地震后的余震干扰等,会限制和妨碍燃气设施的抢险及消防工作的正常开展。

2 历史上地震造成的火灾和燃气设施破坏

史料记载中,大地震后的火灾往往是最严重的次生灾害;燃气管道设施的破坏造成的燃气泄漏及大火,更是现代化城市中地震火灾的主因。

2.1 美国旧金山大地震

1906年4月17日凌晨5点12分,美国西部沿岸大城市旧金山发生里氏7.9级地震。

地震导致烟囱倒塌、火炉翻倒、电线拉断和天然气管道破裂并引发大火。当消防员赶到灭火时,却发现由于城市自来水管道的破坏,几乎已经无水可用,很多消防栓只能流出几滴水。很快,火场温度达到1500℃以上,滚滚浓烟冲上8000m高空。许多在地震中幸存的人,在火场中丧生。大火持续燃烧多日,最后在靠近大火边缘的地段,用炸药炸开了一条防火带,才控制住火势,而10km²的旧金山市区已成为一片废墟。

2.2 日本关东大地震

1923年9月1日上午11时58分,正当人们准备午饭时,日本关东发生了8.3级大地震。关东大地震引发的火灾,可谓20世纪世界上最大的地震火灾,造成的人员伤亡和财产损失是前所未有的。

在距震中90多km的横滨,大火烧了三天三夜,横滨基本被烧光;在距震中100多km的东京,地震半小时后就有139处起火,化学药品及油类等易燃易爆物越烧越旺;再加上消防车被倒塌的房屋埋压,街道的狭窄使到达现场的救火车进不去;水源的断绝等因素共同作用,终至大火蔓延。

地震中毁坏的50万所房屋中,有40万所是被大火烧掉的;死亡的14万人中有约12万人是被大火烧死的。最为惨痛的是,在东京,地震中脱险的4

万人逃到了一处广场避难,但不久,广场被大火包围,最终只有30人幸存下来。

因为当时日本主要使用固体燃料(木炭、煤球、柴薪等),因此煤气泄漏引发火灾仅10余起。

2.3 日本阪神大地震

1995年1月17日清晨5点46分,在日本神户东南的兵库县淡路岛发生了7.3级地震,使以神户市为中心的神户阪神地区遭受到毁灭性的打击。

这次地震除房屋倒塌引起大量伤亡外,最严重的是地震引发的大火灾。由于煤气管道破裂、煤气泄漏,引起熊熊大火,火场约有200多处,火烧数天,将所有可以燃烧的物品烧尽为止。当时的房屋设计中木结构材料过多,大量使用易燃装饰材料,也增加了火灾造成的损失。

这次地震最终死亡人数达到5466人,3万多人受伤,几十万人无家可归,受灾人口达140万人,被毁坏房屋超过10万栋;城市基础设施和生命线工程严重损坏,造成的经济损失总计超过960亿美元,其中,火灾造成的损失比地震直接损失高出3倍。

2.4 其他地震灾害

1994年发生在美国洛杉矶北岭的大地震,除供水、供电、交通系统的严重破坏之外,仅燃气系统漏气就高达15万处,并由此引发多起次生火灾。

1975年2月4日,辽宁省海城发生7.3级地震,虽然震前有明确预报,采取了相关措施,但震后仍然发生次生火灾60起。

3 阪神地震后的煤气设施的修复情况

1995年阪神地震中,神户、大阪两大城市的基础设施和生命线工程破坏严重;交通瘫痪又使救灾抢险受到影响。这次地震使人们认识到了现代化城市的脆弱性;但现代的管理及数据统计也使我们能够吸取更多的经验和教训。

据日本灾后统计,地震造成的生命线工程的损坏和修复时间见表1。

从震后修复耗费的时间看出,煤气设施修复用时最长。这是因为煤气管道及设施的修复最复杂,因为任何一处煤气管道的破损,都必须停止整个区域的供气,直至完整修复;而且,煤气管道及设施必须进行正规的施工、抢险,无法象供水、供电系统那样,

表 1 阪神地震中生命线工程损害及修复情况

生命线工程	地震损害	损失估计	修复所用时间
供水系统	断水 130 万户	561 亿日元	73 天
电力系统	断电 260 万户	2 300 亿日元	6 天
煤气系统	停供 86 万户	1 900 亿日元	84 天

采用临时设施、架设临时线路。所以,在地震发生后,煤气公司关闭了以阪神为中心的城市煤气供应。

在 84 天的修复过程中,8 300 人参与抢修;煤气公司成立了地震灾害对策本部,并在重灾区设立现场灾害对策部;施工队伍被分成 15 个小队,将供气区域划分为 220 多个小区域。修复工作是从破坏较轻的边缘地区开始的,每修复一个小区域,即可恢复局部供气,以使人们尽快恢复生产、生活,进行灾后恢复。在修复中,煤气公司还用抗震强度高、性能好的材料替换了破损、老化的煤气管道及设施,提高了煤气设施的抗震能力。

在此期间,当地供水、供电及道路设施的修复为煤气设施的修复施工提供了保障。

4 地震损害后果预测

地震损害后果的研究可以使我们对地震有更清醒的认识,以采取科学、有效的对策,防灾减灾。

美国科研人员曾用了一年多的时间对未来可能发生在加利福尼亚州的强烈地震进行图像模拟;模拟地震定为里氏 7.8 级,发生在 11 月中旬,在早晨交通高峰期过后不久,地震持续时间约为 3min。模拟地震结果将造成 1 800 人死亡,5 万人受伤,经济损失高达 2 000 亿美元;地震可能引发 1 600 起火灾,火灾造成的损失将达 400 亿至 1 000 亿美元。

日本东京也曾以 1923 年关东大地震为前提条件对可能发生的地震灾害及后果进行过预测:模拟地震定为里氏 7.9 级,时间为冬季晚 6 时(此时为做晚饭的时间,是火灾发生率最高的时段),风速假定为 6m/s。如果地震在上述条件下发生,根据预测将造成 9 363 人死亡,147 068 人受伤,155 416 栋房屋倒塌或受损。在预计后果中,东京都地区的基础设施障碍率见表 2。(据东京都《地区防灾规划》)

表 2 东京都地震灾害结果预测表

基础设施	发生地震时供给设备障碍率%
供水系统	9
城市煤气系统	99
电力系统	38
电话系统	30

由以上预测,不难看出,地震火灾、燃气设施在地震中的破坏及后果是非常严重的,应该引起足够的重视。

5 东京燃气公司应对地震的对策

日本是地震灾害多发国。东京燃气公司管辖着大东京圈的整个燃气系统,拥有 845 万用户,年供应燃气 80 亿 m^3 。东京燃气公司在应对地震灾害方面注重两方面的工作:一是为防止灾害扩大或因燃气管道受损引起次生灾害,在灾害发生之前或发生早期,切断受影响区域的燃气输送;另一方面,为了尽快恢复因灾害破坏的燃气设施,减少损失,在灾害发生后的短时间内快速掌握破坏情况,关闭需要抢修的部分管道,对没有破坏的区域和用户维持供气。

东京燃气公司开发了在地震发生时能高精度推测燃气管道破坏情况的警报系统 SIGNAL(Seismic Information Gathering and Network Alert System)。SIGNAL 系统由地震监测系统、震源推断系统和破坏情况推断系统三大部分构成。在地震监测系统中,SI 感应器能够在地震发生大约 3min 内自动获得燃气供应区域内地震强弱的分布。在震源推断系统中,根据地震仪所获得的波形数据,可以推断出地震的震级和震源位置,早期把握地震概况。破坏情况推断系统则包括燃气供应区域的划分、地质条件分类、管道情况和用户情况等数据库系统和地质破坏预测系统两部分。当地震发生时,实时的地震监测情报输入到该系统中,专用计算机将可迅速推断燃气管道及建筑物的破坏状况,并进行统计分析。所有的情报收集与分析可在地震发生后 10min 内完成,为燃气公司的决策、管理提供依据。

到 2001 年,东京燃气公司已经设置了 2 000 个 SI 感应器,以保证每 1km^2 区域内就有一个监测装

置;同时,他们还更新了所有的地区级自动关闭装置,以有效控制地震破坏地区燃气管道的关闭,减少燃气泄漏、地震火灾的风险。

6 科学对策,防灾减灾

现代城市中,燃气是城市能源供应的重要来源,是城市居民维持日常生活的重要保障。与其他能源供应相比,燃气供应系统更易受到地震等灾害的影响。由于燃气的易燃、易爆性,燃气管道及其他设备遭到破坏、引起燃气泄漏,很容易引发大火,甚至爆炸,造成人员伤亡和财产损失。

我国地震区域广泛,地震烈度6度以上地区占国土的79%,7度以上地区占41%。随着城市化进程的加快,燃气管网设施大量建设,我们必须高度重视燃气系统的防灾减灾工作,以控制和减少未来大地震可能造成的损失。我们认为:

(1)要认真分析以往大地震的特点及对燃气系统的破坏情况,总结震后燃气系统控制与修复的经验和教训,从中积累抵御地震、减少损失的宝贵经验;燃气行业应加强防抗措施的研究和经验交流,特别要注意吸收国内外燃气企业防灾减灾的成功经验,以指导实践,只有科学对待地震等自然灾害,才能防患于未然。

(2)在市场经济发展初期,人们往往更关心眼前的经济效益;加上地震的偶然性和不可预知性,使得防灾减灾所投入的人力和资金等,不会马上见到效果、给企业带来直接的经济效益。因此,很多人防灾减灾意识淡薄,常常会采取“防不胜防、听天由命”的消极态度。因此,在努力提高人们防灾减灾意识的同时,还应通过制定、修改法规、规范,提高燃气系统抗震防灾要求。

(3)在燃气工程项目实施的各个环节,要综合考虑抗震防灾,应将抗震防灾措施贯穿于燃气系统的规划、设计、施工、运行管理及灾后控制的全过程;在

规划、设计阶段,在技术、经济条件许可的情况下,尽可能提高管道、设施的防震等级,选用PE管等抗震性能好的材料设备,主要管道、设施避开不良地质地段等;在施工阶段,应严格按照规范及设计要求施工、验收,保障工程质量;在运行管理中,应对系统进行有效的监控,在发生灾害后,应能够采取有效措施(如局部关闭、管道降压等),以把损失控制在一定范围内。

(4)制定、完善抗震减灾应急预案:在科学预测可能的灾害及后果的情况下,应根据燃气系统的具体情况,制定、完善相应的抗震减灾预案及对策;应加强对所有从业人员的地震应急能力培训,进行应急预案的演练;当灾害发生时,应保证能够及时启动应急响应。

(5)加强现有燃气设施的鉴定、加固工作:应加强对现有燃气设施的评价和巡检,在计划性的维修或更换中注意采用性能好、质量优的材料设备,以提高燃气系统的抗灾能力;应逐步建立对城镇燃气设施定期进行设备状况安全评估的制度,确保设备能够全天候的安全运行;有条件时要在燃气系统中增加地震传感器并与燃气系统的紧急切断装置连锁,以便在灾害发生时及时启动紧急关断等设施。

随着科学技术的进步和燃气行业的发展,作为城市生命线工程之一的燃气供应系统,在为人们提供优质能源的同时,必须采取科学的抗震防灾措施,为社会经济发展和人民生命安全提供保障。

参考文献

- 1 城市综合防灾减灾战略与对策论文集.建设部科学技术委员会.中国建筑工业出版社,1996(1)
- 2 滕五晓,加藤孝明,小出治.日本灾害对策体质.中国建筑工业出版社,2003(1)
- 3 世界能源展望.国际能源署.中国石化出版社,2004(1)
- 4 罗云,程五一.现代安全管理.化学工业出版社,2004(1)

