

# 城市轨道交通危险气体监测系统的设计要点

张晓武

(中铁第一勘察设计院集团有限公司, 710043 西安//高级工程师)

**摘要** 随着社会的进步发展和恐怖活动依然存在的客观现实,对城市轨道交通安全防范中危险气体监测系统设计中需要考虑的要点进行了归纳和说明,为其在城市轨道交通中应用的可能性进行分析,提出了可供相关建设、设计人员参考的思路。

**关键词** 城市轨道交通;危险气体监测;安全防范

**中图分类号** U231.96

**DOI** :10.16037/j.1007-869x.2018.S2.018

## Design Points on Dangerous Gas Monitoring in Urban Rail Transit

ZHANG Xiaowu

**Abstract** In view of the objective reality of social development progress and terrorist activities, problems to be noticed related to dangerous gases monitoring in urban rail transit security protection are summarized and explained, the application of the monitoring system in urban rail transit is analyzed, relevant ideas for the construction and design personnel are put forward.

**Key words** urban rail transit; dangerous gas monitoring; safety precaution

**Author's address** China Railway First Survey and Design Institute Group Ltd., 710043 Xi'an, China

随着社会的进步发展,城市轨道交通愈来愈成为大中城市公共出行的重要交通工具。以北京地铁为例<sup>[1]</sup>,2016年北京地铁公司所辖15条运营线共运送乘客30.25亿人次,日均826.4万人次,全年客运量最高日10月21日,运送1052.36万人次;2017年元旦3天假期里共运送乘客1715.4万人次,日均571.8万人次,其客流密度相当高。

同时,由于国际形势的变化和极端主义抬头,针对普通民众的恐怖事件时有发生。对于客流密度高、疏散救援不便的地铁,其防范工作愈发引起城市轨道交通运营部门及全社会的重视。

就有毒物质的防范而言,随着化工、农药、印染等行业的迅速发展,越来越多的新型化学物质被合

成并应用于各行业。出于防范有毒物品进入公共空间的需要,当有毒物质为固体或液体时,部分物质可通过常规的X光通道式安检仪、液体安检仪来检查发现,当有毒物质为气体或常温常压下具备较强的挥发性时,如何展开针对性的防范工作就成为需要研究的新课题。

## 1 国内外对危险气体监测的现状

纵观地铁建设运营史,使用气体进行危害公共安全的恐怖活动最有名的当属1995年3月20日日本东京地铁“沙林”事件。当时遭受沙林毒气攻击的对象包含以东京地铁霞关站(日本部分中央政府机关所在地,是东京的政治心脏地带)为中心的日比谷线、丸之内线、千代田线上5列地铁列车和16个地铁站。该次沙林毒气的袭击,共有5511人中毒,其中12人死亡。东京消防厅先后共派出340个消防队、1363名消防人员到场,负责救护伤病员、分析有毒气体、清洗及中和有毒物质等任务。消防部门向医疗部门运送伤员688名、现场救治4名。据统计,消防队员共有135人受到伤害,其中有43人受到中等伤害、92人轻伤。此外,在医院进行救护的医护人员亦有不适者,表明部分医护人员也有轻度中毒。但由于气体监测的对象的不确定性及物质检出的难度,事后,东京地铁并未就此配置监测设备,只是加强了事后救援力量。

欧洲和北美在公共交通工程中,对于气体监测方面也未配置专用的系统。

当前,我国的城市轨道交通处于蓬勃大发展的过程中,围绕着气体监测应用,上海市2007年9月1日实施的《重点单位重要部位安全技术防范系统要求——城市轨道交通》、深圳市2008年7月1日实施的《城市轨道交通警用安全防范系统配置规范》、天津市2009年5月1日实施的《地铁安全防范系统技术规范》、北京市2009年8月1日实施的《城市轨道交通安全防范技术要求》、重庆市2009年5

月8日实施的《重庆市轨道交通安全防范系统设置标准(试行)》及国家标准 GB/T 26718—2011《城市轨道交通安全防范技术要求》中均有所提及。但各城市在气体监测方面的工程实践仍处于探索阶段,没有正式的工程实施。

## 2 监测对象分析

### 2.1 必要性分析

首先,从形态上来说,监测对象是以气体形式存在的,或者在常温常压下极易挥发或升华的物质,需要监测的物质一定是对安全有影响的,或者是易燃易爆的,或者是对人体有毒害作用的。

易燃易爆气体,主要有氢气( $H_2$ )、甲烷( $CH_4$ )、乙烷( $C_2H_6$ )、丙烷( $C_3H_8$ )、丁烷( $C_4H_{10}$ )、乙烯( $C_2H_4$ )、丙烯( $C_3H_6$ )、丁烯( $C_4H_8$ )、乙炔( $C_2H_2$ )、丙炔( $C_3H_4$ )、丁炔( $C_4H_6$ )、磷化氢( $PH_3$ )等。各种气体的燃爆浓度不一,且其物质的量在特定空间达到较高浓度时才会造成恐怖活动期望达到的燃爆破坏力。若相应气体携带的量要达到袭击发起者的期望值,则需要采取液化、固化的手段,而后携带实施犯罪活动,但因其液化压力、携带容器的小型化、封装难度等问题,导致此种方式实现困难。

鉴于此,以易燃易爆气体作为恐怖袭击手段的可能性较小,将易燃易爆气体作为常态化气体监测对象的必要性不强。

有毒害作用的气体,由于其毒气种类不同,致死浓时积(浓度与时间的乘积)差异巨大,尤其在城市轨道交通这种人员密度很高的环境下,一旦发生此种灾害,将可能造成较大的人员伤亡。其与易燃易爆气体相比,比较容易达到恐怖犯罪活动的期望值。故在城市轨道交通环境中,有毒气体监测的必要性高于易燃易爆气体监测。

### 2.2 监测对象种类分析

按照 GB/T 26718—2011《城市轨道交通安全防范技术要求》的规定,设置的系统应能同时探测神经性毒气、糜烂性毒气、全身中毒性毒气、窒息性毒气。其中,神经性毒气包括 G 类毒剂(塔崩(Tabun)、沙林(Sarin)、梭曼(Soman)、环沙林(Cyclosarin)、GV)、V 类毒剂(如 EA-3148、VE、VG、VM、VR、VX 等)和诺维乔克(Novichok))共三类;糜烂性毒气包括二氯乙基肼、二氯甲基肼、二氯苯基肼、光气肼、芥子毒气、芥子气、HQ、倍半芥子气、路易氏剂、氮芥子气,全身中毒性毒气分为血液型(氯化氰、氰化氢)、

刺激性型(催泪性、催吐性)、失能性型、细胞毒蛋白型(蓖麻毒素(Ricin)、相思子毒素(Abrin))四类;窒息性毒气包括氯气、氯化氢、三氯硝基甲烷、光气、双光气等。

随着军工技术、化工产业技术的进步,有毒物质的种类处在逐年增加的过程中。中华人民共和国公安部 1993 年 8 月 16 日发布的 GA 58—93《剧毒物品品名表》历经逐年的更新,较最初发布已增加了许多新的品名,故城市轨道交通的毒气监测对象,在响应国家标准要求的基础上,应结合社会发展进步的现状,对杀伤力强的毒气种类进行分析研究,确定监测对象。

在进一步确定监测对象的过程中,还需要考虑的因素是有毒物质的接触方式和杀伤率/致死率之间的关系。恐怖分子实施恐怖行为时,面对数量众多的乘客,采取抛洒的方式达到皮肤接触致毒的可能性较小,更不可能采取口服的致毒方式,故对于吸入性致毒的毒气,是需要重点筛查监测的种类范畴。

针对地铁内不同空间,其化学气体监测种类的特性各异。在站厅、站台等有公众或站务人员出入的场合,需要重点防范无色无味或微色微味、不易被察觉的毒气种类;对于区间风井,由于没有人员处于开放空间,且活塞效应导致区间气体的流动活跃、范围很大,故无论其气味或颜色如何,只要吸入致毒性强的气体,均应纳入监控对象的备选名录。

### 2.3 监测位置分析

上文提到的国内相关标准的要求中,均对设置位置提出了明确的要求。其中,北京的《城市轨道交通安全防范技术要求》第四部分中的设置要求为“固定式化学监测器应安装于垂直高度相当于一般人群的呼吸带的位置,不应高于 170 cm 且不应低于 120 cm”。考虑到站台层建筑设施的分布,在此空间内只能安装于站台的立柱,但由于立柱的结构间距通常在 6 m 以上,故其监测设施的设置不能做到无缝检测。

同时,由于立柱设置的方向性,其设备设置应充分结合监测设备的灵敏度或工作方式有针对性设计。

## 3 预案研究及注意事项

当设置毒气监测系统时,相关的通风方案、人员疏散方案,均需进行认真研究和慎重决策。

按照《中华人民共和国反恐怖主义法》第六十条  
(下转第 69 页)

轮轨润滑关系更佳,困难地段的波磨损伤 $0\sim 0.5$  mm 发展周期从3个月延长至约7个月,延长了钢轨打磨修复周期。

### 3.2 使用成本明显降低

对比原有的普通钢轨涂油器和列车涂油装置费用,智能钢轨涂油器的试用提高了涂油的精准性,可停止或减少列车涂油装置的使用,同时钢轨涂油器涂油量同比可减少约40%。经过统计,每年可节约综合成本约42万元。

### 3.3 试点总结和建议

智能钢轨涂油器改变了传统钢轨涂油器针对性和智能化不足的问题,单次有效涂敷长度可达1500 m,涂敷厚度均匀、位置精准,出油频率可通过感应信号实现灵活调整;其控制方式可通过网络进行灵活配置和干预,有效地节约了摩擦剂的消耗。智能涂油器各部件外部采用阻燃绝缘材料涂装,油箱接地,油箱与管路、涂油板与钢轨均有绝缘措施,具有良好的绝缘性。

新装置使用了轨顶摩擦改进剂,不含重金属、石油溶剂或有害成分,其液体成分由可生物降解的油和水组成,不会对轨行区环境造成二次污染。列车通过小半径曲线时,针对较小的波磨有一定修复性功能,列车振动侧向力可降低30%以上。

现对智能钢轨涂油器的使用提出如下建议:

(1) 在安装有智能钢轨涂油器的区段进行打磨、换轨及产生较大噪声作业时,应关闭涂油控制装置,

以免触发装置出现误喷。

(2) 地铁使用环境较为复杂,充斥着粉尘、雷暴、雨雪等工况,故需定期对智能控制装置的工作精确度进行校验及维保。

## 4 结语

智能钢轨涂油器在成都地铁7号线的试点运用,是通过带4G模块的智能控制装置,根据噪声值大小智能化控制涂油时间、次数等动作情况,有效改善了轮轨之间的润滑关系,减缓了钢轨波磨的发展,降低了运营噪声。在保证使用安全、高效的同时,其在经济效益方面也效果显著,具有较高的推广应用价值。

## 参考文献

- [1] 周亮.上海地铁曲线轨道减磨措施试验研究[J].城市轨道交通研究,2009(9):62.
- [2] 钮维新.应用轨道涂油器实现车轮与钢轨的科学润滑[J].金属矿山,1990(7):28.
- [3] 张卓欣,张艳君.研制专用涂油器减缓曲线尖轨侧磨[J].世界轨道交通论坛,2011(10):246-251.
- [4] 陈冬鹤.基于GSM的轨道涂油器远程报警系统设计[J].大众科技,2014(12):25-26.
- [5] 孙君玉.地铁车辆轮轨系统减磨的研究[J].城市公用事业,2001(1):13.
- [6] TOM S. Wheel rail lubrication still needs to be further understood[J]. Modern Railroads,1987(9):35.

(收稿日期 2018-12-10)

(上接第66页)

“应对处置恐怖事件,应当优先保护直接受到恐怖活动危害、威胁人员的人身安全”的要求,当出现毒气恐怖活动时,应优先采用启动站内排风,达到降低有毒有害气体浓度,以减小人员伤亡的方案。但是,如果发现的有毒气体是致死率很高的军用战剂,且当时外部大气的风向、风力处于周边住宅或人员密集区或其上风口时,其简单的站内排风方案可能会造成更大的外部人员伤亡。有鉴于此,毒气应急方案的联动,必须考虑不同气体致死率的影响,须经综合评估之后才能确定更合理的通风方案。

对于设有喷淋的环境,应与之联动,达到第一时间实施洗消或中和或降低其有效物质浓度的做法。

## 4 结语

通过对当前相关法律法规的研读,结合不同化

学物质特性或致死率的分析,提出城市轨道交通化学监测系统实施对象选取的注意事项、相关空间范围的关系和后期预案相关问题的阐述等个人观点,供相关从业人员参考,以达到在符合法律法规要求的前提下,更好地维护地铁安全的目的。

## 参考文献

- [1] 北京市地铁运营有限公司.2016年地铁15条线共运送乘客30.25亿人次[EB/OL].(2017-01-03)[2018-09-10]http://www.bjsubway.com/news/qywx/yyzd/2017-01-03/127531.html.
- [2] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.城市轨道交通安全防范系统技术要求:GB/T 26718—2011[S].北京:中国标准出版社,2011.
- [3] 第十二届全国人民代表大会常务委员会.中华人民共和国反恐怖主义法[Z].2015-12-17.

(收稿日期 2018-11-10)