

doi:10.3963/j.issn.1001-487X.2023.01.029

基于焚烧法销毁烟花爆竹的 安全技术及管控措施研究

吴红兵¹, 欧前超¹, 孙飞², 何庆军², 刘勤杰², 宋朋²

(1. 南通市公安局, 南通 226006; 2. 核工业南京建设集团有限公司, 南京 211102)

摘要: 以南通市废旧烟花爆竹销毁项目为研究背景, 为确保销毁过程安全、高效, 在充分了解待销毁烟花爆竹特性的基础上, 明确了销毁的原则与目的, 结合项目具体特征, 对销毁方案进行了精心的设计: 在空旷的近海区域预先设置了一块 20 m × 20 m、深 2 m、维护坡体约 5 m 高的场地作为销毁地点, 合理布置了进出场道路, 提高了卸车的效率; 结合仓库与销毁地点之间的交通条件, 确定了运输路线及运输时间, 同时为确保运输过程安全, 对车辆行驶速度、装卸、摆放等技术要求进行了严格的规定; 根据销毁场地的尺寸及待销毁烟花爆竹的摆放位置, 计算得出最小燃放角 12°, 结合烟花升空燃放的最大高度, 对销毁过程中进行了燃放区、逸散区、散落区的分区, 基于此界定了销毁的安全警戒范围为 120 m; 采用了警戒人员、无人机联合管控措施对销毁过程实时监控, 确保将火灾隐患控制在初期阶段。本次销毁彻底、安全无事故, 效果良好, 其采取的安全技术及管控措施在一定程度上可为类似项目提供参考。

关键词: 烟花爆竹; 焚烧法; 安全技术; 管控措施

中图分类号: TQ567 文献标识码: A 文章编号: 1001-487X(2023)01-0216-05

Study on Safety Technology and Control Measures of Destroying Fireworks and Firecrackers by Incineration Method

WU Hong-bing¹, OU Qian-chao¹, SUN Fei², HE Qing-jun², LIU Qin-jie², SONG Peng²

(1. Nantong Public Security Bureau, Nantong 226006, China;

2. Nuclear Industry Nanjing Construction Group Co., Ltd., Nanjing 211102, China)

Abstract: A waste fireworks and firecrackers destruction project in Nantong city required the destruction process to be safe and efficient. On the basis of fully understanding the characteristics of the fireworks and firecrackers to be destroyed, the principles of destruction were clarified, and the destruction plan was carefully designed in combination with the specific characteristics of the project. In the open offshore area, a 20 m × 20 m site with a depth of 2 m and a maintenance slope of about 5 m was first pre-set as the destruction site. The entering and exiting roads were then arranged reasonably so as to improve the unloading efficiency. According to the traffic conditions between the storage and the destruction site, the transportation route and time were determined. At the same time, in order to ensure the safety of the transportation process, the vehicle speed, loading and unloading, placing and other technical requirements were strictly regulated. According to the size of the destruction site and the location of fireworks to be destroyed, the minimum discharge angle was calculated as 12°. Combined with the maximum height of the fireworks lift-off, the discharge area, escape area and scattered area were determined in the process of destruction, based on which the safety warning range of the destruction was set as 120 m. The joint control measures of warning personnel and UAV were adopted to monitor the destruction process in real time to ensure that the fire hazard was controlled in the

收稿日期: 2022-08-31

作者简介: 吴红兵 (1969-), 男, 南通市公安局治安支队二大队警务技术一级主管, 长期从事民用爆炸物品的安全管理工作, (E-mail) 2505266921@qq.com。

initial stage. The destruction was thorough, safe and accident-free with good results.

Key words: fireworks and firecrackers; incineration method; safety technology; control measures

烟花爆竹“始于唐,盛于宋”,至今已有一千三百多年的历史。随着社会进步和人民生活水平的提高,燃放烟花爆竹深受人民的喜爱。但烟花爆竹又是危险性极高的易燃易爆物品,在其生产、经营、运输、储存、燃放和销毁过程中,稍有不慎就会发生安全事故,造成危机人民生命财产安全及社会稳定的事故。

随着我国对人身安全及社会环境的重视,公安机关加大力度对非法烟花爆竹稽查,收缴大量非法生产或禁烟花地区非法售卖的烟花爆竹,集中存放于当地的烟花爆竹仓库,随着时间的推移,烟花爆竹内炸药的不稳定性增大,导致贮存仓库成为一个较大的危险源,为降低其安全隐患,积累到一定数量或贮存到一定时间需集中销毁。

烟花爆竹分为A、B、C、D四个级别,并且危险性从D级到A级逐渐提高,其销毁方法有燃放法、水融化法、掩埋法和户外燃烧法,其中水融化法、掩埋法存在安全隐患和造成水土污染的可能,现已禁用挖坑掩埋法和抛入江河湖海等水体销毁,故一般采用燃放法和焚烧法销毁烟花爆竹^[1-8]。

1 项目概况

1.1 基本情况

为加强危险物品安全管控工作,深化安全生产管理,确保辖区内人身财产安全,南通市经开区公安机关拟对辖区内经营流通过程中造成的废旧、积压、残次烟花爆竹产品进行集中销毁,总量共计约2000余件,见图1。经现场勘查,待销毁烟花爆竹均为C、D级别,部分包装已破损,烟火药裸露,主要爆燃成分为亮珠和发射药(黑火药),其中亮珠主要成份为高氯酸钾、铝镁合金粉,镁粉、铝粉为敏感金属粉,在遇水或碱时会发生放热的化学反应,并产生氢气;黑火药火焰感度及摩擦感度高,性能极不稳定,处置过程中存在较大安全隐患,急需进行完全彻底销毁。

1.2 销毁原则及目的

(1) 销毁原则。

①销毁前充分了解待销毁烟花爆竹的性能、物态、现状等情况。

②根据待销毁烟花爆竹危险特性,分析其从装车出库至销毁全过程的重难点,精心设计实施方案。

③根据仓库与销毁地之间的不同规划路线的车

流量,合理选择运输路线及运输时间,确保运输过程的安全可控。

④全过程动态管理。为确保销毁安全,在公安机关相关部门配合下,对装车、运输、卸车、销毁进行全过程动态安全管控,确保整个销毁工作万无一失、安全保质地完成。

(2) 销毁目的。彻底销毁烟花爆竹,使其完全失去爆炸、燃烧等性能,不留任何后患。



图1 烟花爆竹仓库现场图

Fig. 1 The photo of the fireworks and firecrackers storage

2 销毁实施方案

2.1 销毁场地选择及设置

(1) 销毁场地选择

①位置要求:要远离城镇、居民点、公路、铁路、高压输电线路、通讯线路和易燃地区,销毁场地应当具有100 m以上的安全半径。

②交通条件:要选择便于运输车辆、人员出入,点火引爆人员快速撤离隐蔽的场地。

③场地选择:根据户外焚烧法销毁的特点与环境要求,通过实地勘察,本次销毁地点选在南通市通州湾地带,该场地也是近年废旧炮弹销毁的首选场地,环境如下:

场地南侧200 m为排污管及通海大道,252 m处为10 kV安洲线(重点保护);西南侧450 m为如港路;东南侧488 m处为中交上航局建筑物;其余东、北、西侧大于500 m内范围内为滩涂、近海,无需要保护目标,完全满足销毁条件。见图2。

(2) 销毁场地设置

①场平。在销毁地点选择一块20 m × 20 m的空地作为销毁场地,人工配合挖机清除销毁场地及四周50 m范围内的杂草、碎布、塑料等易燃物品。

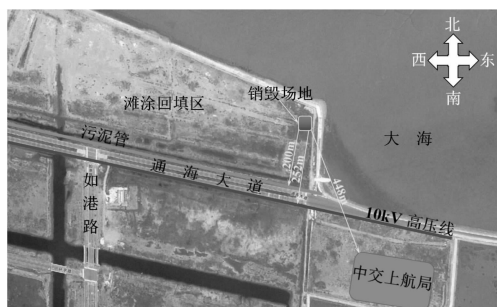


图2 销毁场地环境图

Fig. 2 The environment around the destruction site

②销毁坑挖设。海边为沙土,适宜开挖,为确保销毁过程安全,使用机械在销毁场地处挖设销毁坑,坑深2 m,挖除的沙土堆放于销毁场地四周,形成约5 m高的围护坡体,东西两侧留设机械、运输车进出处,便道按实际情况起坡,见图3、图4。

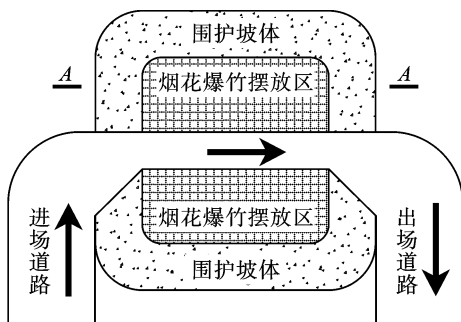


图3 销毁场地设置图

Fig. 3 Layout of the destruction site

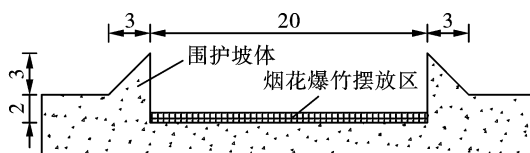


图4 销毁场地 A-A 剖视图(单位:m)

Fig. 4 Section A-A of the destruction site(unit:m)

2.2 装卸安全要求

(1)烟花类与爆竹类要分开,升空火箭类与地面烟花类分开。

(2)零散烟花爆竹采用装箱包装。

(3)装卸烟花爆竹时,必须有专业技术人员在现场监督指导;设置警卫,禁止无关人员在场。

(4)装卸搬运作业人员必须着防静电服、穿防静电鞋,作业前先洗手后触摸防静电桩。

(5)搬运装卸必须轻搬轻放,严禁抛掷。

(6)烟花爆竹装入车厢后必须成一层摆设,严禁站在箱(袋)上装卸。

(7)装卸时,严禁烟火,严禁携带发火物品。

(8)装卸烟花爆竹要防止倾倒、跌落、碰撞,不得拖拉、翻滚、倒置,装入车厢的箱(袋),最后用绳索固定牢固。

2.3 运输

(1)运输路线选择

为确保运输过程安全可控,结合实际交通环境,合理选择运输路线及运输时间。运输路线及时间选取原则:车流量小、避开市中心、红绿灯少。经过综合考虑,选择运输路线如图5所示,运输时间为早上6点~7点,最大限度避开交通高峰期。



图5 运输路线图

Fig. 5 Transportation route map

(2)运输过程安全管控措施

①废旧烟花爆竹必须采用专用车辆运输。

②运输道路应事先勘察,道路坡度、弯道半径、桥梁负荷、隧道高度等必须满足运输车辆的技术性能,符合安全运输要求。

③运输过程中,废旧烟花爆竹专用运输车前后各安排一辆警车,警车后跟一辆消防车,以防运输过程突发燃烧等事故,可以做到及时疏散交通、控制火源,确保运输过程安全可控。

④运输烟花爆竹的车辆,其时速不超过:高速公路80 km、普通的平整道路50 km、有坑洼的道路及进入矿区道路时车速应小于20 km;车距在80 m以上。

⑤不得随意停车、抢道超车和急刹车,不得改变行车路线。

⑥装载量应少于车辆规定载重量的2/3,高度应低于车厢10 cm。

⑦装载应当平衡,捆绑牢固,防止滑动、撞击。

⑧押运人员应熟记车号、到站和运输路线;应熟悉所押运烟花爆竹的品种、数量、质量和装载情况,掌握处置意外情况的方式和方法。

⑨押运途中,必须与有关人员密切协同,适时检查,发现问题及时报告,妥善处理,确保运输安全。

2.4 摆放技术要求

(1)体型、药量偏大的烟花爆竹摆放在靠近围护坡

体处、小型的烟花爆竹包放在场地靠近中心位置。

(2) 正面朝上, 不留空隙、无间隔摆放。

(3) 场地有限, 销毁的烟花爆竹量较大, 对于外形包装方正的可以分层放置。

(4) 摆放完毕后, 将预先准备的柴油均匀洒在待销毁烟花爆竹表面。

2.5 销毁

(1) 警戒距离确定

根据待销毁烟花爆竹的特性, 升空燃放最大高度在 50 m 左右, 结合本次销毁场地及烟花爆竹摆放实际情况, 可将销毁过程按空间划分为以下 3 个区。

① 燃放区。指烟花爆竹被点燃至升空燃放这一

过程所形成的区域。由于待销毁烟花爆竹数量较大, 且部分需要分层摆放, 销毁过程中, 各燃放的烟花爆竹相互作用, 难免出现部分倾倒、错位等情况, 导致烟花斜向升空, 按最不利情况计算, 最小燃放角为 12° , 见图 6。

② 逸散区。指烟花爆竹升空燃放后, 燃放产物在火药的作用下, 继续向远处扩散的范围。在本次销毁过程中, 扩散范围按 20 m 计, 逸散区的范围见图 6。

③ 散落区。指燃放后的飞散物自由落体至地面形成的区域。如图 6 所示, 本次销毁的散落区域取 120 m, 即沿销毁场地外沿外扩 50 m, 此区域即为本次销毁的安全警戒范围。

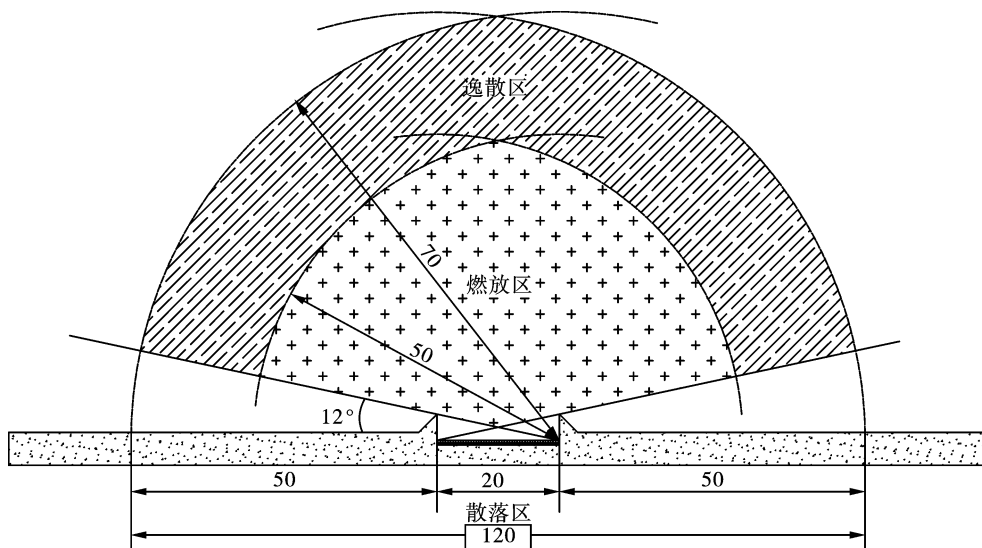


图 6 警戒区域界定图(单位:m)

Fig. 6 Boundary of the warning area(unit: m)

(2) 安全管控措施

① 销毁前消防车、医疗救援车须就位, 确保燃放过程中一旦出现火苗、人员灼伤事故可以及时处理。

② 使用拖把进行点火。先将柴油浸湿拖把布条, 点燃后迅速扔入烟花爆竹处, 人员迅速撤离。

③ 燃放初期, 使用无人机对周边区域进行监控, 一旦发现火苗及时扑灭。

④ 由于柴油的原因, 燃放过程的同时烟花爆竹纸质包装剧烈燃烧, 此间, 火药爆炸的能量会将纸箱内自有及底部表层浮土翻起, 将部分小型的烟花爆竹覆盖, 导致销毁的整体时间延长。

⑤ 在整个销毁过程中, 剧烈燃放的时间约 2 h, 此间须重点防控火灾等安全事故的发生; 零星燃放时间较长, 约 24 h, 此间须有值班人员全程监控。

⑥ 销毁结束后, 基本燃烧成灰烬, 使用挖机在销毁场地覆盖一层 20 cm 厚的浮土, 采用窒息隔离法避免火灾事故。

3 结论

(1) 烟花爆竹销毁属于高危作业, 事前主动控制是本项目安全管控的核心。销毁实施前, 须根据待销毁烟花爆竹的特性, 结合仓库与销毁场地的实际情况, 对装卸、运输路线、运输时间、警戒范围选定及销毁全过程的安全技术及管理控制措施制定详细的方案, 确保销毁过程万无一失。

(2) 为确保焚烧销毁过程的安全, 通过对待销毁烟花爆竹可能飞散的范围分析, 将其分为燃放区、逸散区及散落区, 从而确定安全警戒距离, 为安全警戒范围的选定提供了理论依据, 可在一定程度上为类似工程提供参考。

参考文献 (References)

- [1] GB 50161—2009 烟花爆竹工程设计安全规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.

- [1] GB 50161—2009 Safety code for engineering design of fireworks and firecrackers [S]. Beijing: China Standard Press, 2009. (in Chinese)
- [2] GB24284—2009 大型焰火燃放安全技术规程[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [2] GB24284—2009 regulation of safety and technology for fireworks show[S]. Beijing: China Standard Press, 2009. (in Chinese)
- [3] GB10613—2013 烟花爆竹安全与质量[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013.
- [3] GB10613—2013 Safety and quality for fireworks[S]. Beijing: China Standard Press, 2013. (in Chinese)
- [4] GB11652—2012 烟花爆竹作业安全技术规程[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.
- [4] GB11652—2012 Technical regulations for the working safety of fireworks and firecrackers [S]. Beijing: China Standard Press, 2012. (in Chinese)
- [5] AQ4111—2008 烟花爆竹作业场所机械电气安全规范[S]. 北京: 国家安全生产监督管理总局, 2008.
- [5] AQ4111—2008 Safety specifications of machinery and electrical equipment for use in workplace of fireworks and firecrackers [S]. Beijing: State Administration of Work Safety, 2008. (in Chinese)
- [6] 高永昌. 烟花爆竹集中销毁安全管理及风险管控方法探讨[J]. 爆破, 2017, 34(3): 165-169.
- [6] GAO Yong-chang. Discussion on safety management and risk control methods of concentrated destruction of fireworks[J]. Blasting, 2017, 34(3): 165-169. (in Chinese)
- [7] 卢云. 烟花爆竹销毁行动中的安全距离系统构建[J]. 中国公共安全, 2016(3): 30-34.
- [7] LU Yun. Construction of safe distance system in the operation of fireworks and firecrackers[J]. Chinese Public Security, 2016(3): 30-34. (in Chinese)
- [8] GJB5120—2002 废火药、炸药、弹药、引信及火工品处理、销毁与贮运安全技术要求[S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [8] GJB5120—2002 Safety requirements for disposal, destruction and storage and transportation of waste powder, explosive, ammunition, fuze and initiating explosive device[S]. Beijing: China Standard Press, 2002. (in Chinese)

英文编辑: 陈东方

(上接第 193 页)

- [12] 吴亮, 李凤, 卢文波, 等. 爆破扰动下邻近层状围岩隧道的稳定性与振速阈值[J]. 爆炸与冲击, 2017, 37(2): 208-214.
- [12] WU Liang, LI Feng, LU Wen-bo, et al. Vibration velocity threshold of a tunnel adjacent to surrounding layered rocks under blasting load [J]. Explosion and Shock Waves, 2017, 37(2): 208-214. (in Chinese)
- [13] 曹正龙, 王国富, 王渭明, 等. 立体交叉隧道近距离爆破振动控制研究[J]. 地下空间与工程学报, 2015, 11(S2): 680-686.
- [13] CAO Zheng-long, WANG Guo-fu, WANG Wei-ming, et al. Research on the blasting vibration control technology in close crisscrossed tunnels[J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 2015, 11(S2): 680-686. (in Chinese)
- [14] 于建新, 陈卫忠, 杨建平, 等. 上下交叉隧道爆破振动控制技术[J]. 岩土力学, 2014, 35(S2): 445-452.
- [14] YU Jian-xin, CHEN Wei-zhong, YANG Jian-ping, et al. Study of blasting vibration control technology of up and down cross tunnel[J]. Rock and Soil Mechanics, 2014, 35(S2): 445-452. (in Chinese)
- [15] 林立宏, 倪迪, 朱爱山, 等. 小间距隧道扩挖爆破作用下邻洞振动响应研究[J]. 爆破, 2020, 37(1): 141-146.
- [15] LIN Li-hong, NI Di, ZHU Ai-shan, et al. Study on vibration response of adjacent tunnel induced by expansion excavation blasting of closely-spaced tunnels [J]. Blasting, 2020, 37(1): 141-146. (in Chinese)
- [16] 刘赶平. 大断面隧道爆破振动速度预测[J]. 爆破, 2019, 36(3): 129-136.
- [16] LIU Gan-ping. Prediction of blasting vibration velocity for large-section tunnel blasting [J]. Blasting, 2019, 36(3): 129-136. (in Chinese)
- [17] 闫高明, 申玉生, 高波, 等. 穿越黏滑断层分段接头隧道模型试验研究[J]. 岩土力学, 2019, 40(11): 4450-4458.
- [17] YAN Gao-ming, SHEN Yu-sheng, GAO Bo, et al. Experimental study of stick-slip fault crossing segmental tunnel with joints [J]. Rock and Soil Mechanics, 2019, 40(11): 4450-4458. (in Chinese)
- [18] 张新彬, 刘新荣, 范兵旗, 等. 复杂立交隧道爆破开挖参数设计及动力响应分析[J]. 地下空间与工程学报, 2017, 13(S2): 736-740.
- [18] ZHANG Xin-bin, LIU Xin-rong, FAN Bing-qi, et al. Blasting excavation parameter design and dynamic response analysis on complex interchange tunnel [J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 2017, 13(S2): 736-740. (in Chinese)
- [19] 高启栋, 卢文波, 冷振东, 等. 隧洞开挖过程中掏槽孔起爆位置的优选[J]. 振动与冲击, 2018, 37(9): 8-16.
- [19] GAO Qi-dong, LU Wen-bo, LENG Zhen-dong, et al. Optimization of cut-hole's detonating position in tunnel excavation [J]. Journal of Vibration and Shock, 2018, 37(9): 8-16. (in Chinese)

英文编辑: 陈东方