

doi:10.3969/j.issn.1001-8352.2012.06.010

城市高架桥控制爆破飞散物防护技术研究与实践^{*}

周向阳^① 徐全军^② 邹 锐^③ 李志龙^② 姜 楠^②^①南京市公安局治安支队(江苏南京,210002)^②解放军理工大学工程兵工程学院(江苏南京,210007)^③南京市城建集团(江苏南京,210002)

[摘 要] 爆破飞散物是引起爆破安全事故的主要因素之一,文章针对南京城西干道高架桥爆破,系统分析了拆除爆破中爆破产生飞散物的类型和产生的原因,通过试验和爆破实践,提出了预防其危害的有效措施。对在城市复杂环境下提高爆破飞石控制的可靠性、保证拆除爆破的安全、减小爆破事故危害有重要参考意义。

[关键词] 控制爆破 爆破飞散物 防护措施

[分类号] U455.6 TD235.37

引言

城市高架桥大多位于城市的中心地带,住宅、企业、学校等建筑物密集,地面下水、电、通信、交通的管网交错。高架桥的爆破拆除,不仅需要对振动、冲击波和爆破粉尘进行控制和预防,如何更好地对爆破飞散物进行有效控制和安全防护,减小事故的破坏损失,也直接关系到爆破的成败。本文在已有爆破飞散物理论的基础上^[1-5],结合南京城西干道高架桥爆破工程,通过对爆破飞散物类型、产生的原因等进行研究,提出了有效控制飞散物的方法和防护措施,对降低拆除爆破安全事故有着重要意义。

1 爆破飞散物概述

1.1 爆破飞散物的定义

爆破飞散物是指对建(构)筑物进行爆破时,飞散到大气中的具有足够动能的防护材料和爆破介质^[6]。由于高架桥爆破的环境非常复杂,通常的爆破方案是仅对桥墩的爆破,使桥墩中的混凝土抛出,失去承载能力,从而使桥体塌落。也就是说爆破的混凝土必须抛离原来的位置才会达到效果。因此,使用的炸药单耗一般都为抛掷药量,约为 $1.4 \sim 2.0 \text{ kg/m}^3$,如果控制不好,强大的爆炸作用将防护材料和混凝土碎块一起抛出,其抛距可能超过正常飞散物距离和爆破安全范围。由于其飞行方向难以预测,往往会给爆区附近的人员、建筑物及设备带来严重的威胁。

1.2 爆破飞散物的形成原因

爆破飞散物的形成是一个十分复杂的过程,根据有关文献^[7-10]和通过高速摄影的分析,爆破飞散物的形成主要有以下两种原因:

1)一次飞散物。主要是爆破时,桥墩表面在炸药引起的鼓包作用或爆炸气体的直接作用下,部分介质加速向前抛出引起的飞散物。

2)二次飞散物。对建(构)筑物进行爆破时,在其定向倒塌时以较高的速度和动能撞击地面,部分介质碎块从地面反弹飞出,或者结构物倒塌时,由于冲击而引起地面的碎渣、石子获得能量和速度,向外飞射弹出引起的飞散物。

2 工程概况

2.1 爆破施工的周围环境

南京城西干道高架桥清凉门、汉中门、水西门和草场门 4 座地面高架桥分别位于南京市城西干道(虎踞路)上,均为南北走向。桥及桥下道路的两侧大部分沿街房屋的一层多为临街商铺和办公用房,高架桥边缘距路边商铺和办公用房的距离约为 $5 \sim 20 \text{ m}$,如图 1 所示。



图 1 高架桥周围环境

高架桥下的道路分别与广州路、龙蟠里、汉中门、水西门大街、建邺路交叉相交,形成了桥上南北

^{*} 收稿日期:2012-06-12

作者简介:周向阳(1968~),男,硕士,主要从事安全技术及工程应用研究。E-mail:wally6809@163.com

向交通、桥下南北向和东西向交通交叉共存的状态,道路的南北向和交叉路口东西向的交通异常繁忙,车流量和人员流量非常大。

2.2 爆破高架桥的结构

高架桥的主体结构为宽翼式等截面连续箱梁桥,纵横向设置双向预应力筋。其中清凉门高架桥分 4 联,跨径 400m;汉中路高架桥分 4 联,跨径 504m;水西门高架桥分 3 联,跨径 275m;水西门高架桥北段中的建邺路高架桥为 1 联 75m,其余 42 跨均为 8.9m 跨径的现浇钢筋砼筒支板梁桥,共计 373.8m;东西匝道桥均为单箱单向预应力混凝土连续梁桥,长 126m。合计拆除桥长 1753.8m。连续梁桥下部桥墩采用圆截面钢筋砼独柱形式(交接墩均为双墩),矩形承台、桩基础;水西门高架桥北段中 42 跨现浇筒支板桥下部结构采用钢筋混凝土门式墩,扩大基础,交接墩为桩基础。

连续箱梁为单箱三室结构,如图 2 所示,全宽 18.00 m,下口宽度 9.00 m,高度 1.35 m,顶板厚 22cm,底板 30 cm,跨中腹板厚均为 56 cm,墩顶边腹板厚度分别为 96 cm、76 cm,翼缘板长 4.00 m,边部厚 20 cm,根部厚 50 cm。

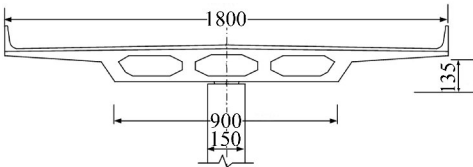


图 2 连续箱梁桥横断面(单位:cm)

3 爆破方案的设计

根据对引起爆破飞散物的原因分析,可以在设计、施工中采取优化爆破参数、提高炮孔堵塞质量、合理确定起爆顺序和间隔时间等多种措施加以主动控制。

3.1 爆破总体方案

为减少对周围商家、住户和交通的影响,减少动员协调的次数,降低多次爆破带来的安全隐患。根据工程经验和前期工作情况以及试验的结果,确定采用 3 次爆破,分别拆除水西门高架桥、汉中路高架桥(含东西匝道桥)、清凉门高架桥以及草场门高架桥的爆破方案。这样在采取严格的保护措施的情况下,既能保证爆破效果,又确保地下各种管线、地铁隧道结构、道路两侧地面的建筑物和变电站、水闸等设施的绝对安全。

采用控制爆破法拆除时,首先,对桥梁下部结构桥墩实施爆破,在重力作用下使上部结构平稳地塌落于地面,然后采用机械法对梁体进行破碎和清除。

即只在桥梁的桥墩处实施爆破,对桥面不作爆破处理(爆破前仅对桥梁上的路灯、隔音板、交通信号、绿化挂篮等附属设施进行预先拆除),待桥梁的上部结构塌落倒地后,再实施机械破碎。

3.2 主要爆破参数

城西干道高架桥桥墩为钢筋砼柱形式(独柱和双柱)和多柱门式两种,其中独柱形式是截面圆形的直径为 1.2m、1.3m、1.5m,双柱形式是截面椭圆形的,横向直径 1.2m,纵向直径 1.8m。桥台为重力式桥台和立柱桩,桩径 1.2m。

3.2.1 孔网参数

对于直径为 1.2m、1.3m 的立柱,炮孔为水平孔,孔间距为 0.4m,成 3 排布设,排距 0.3m;孔深为孔底留厚 0.35m。布孔形式如图 3 所示。

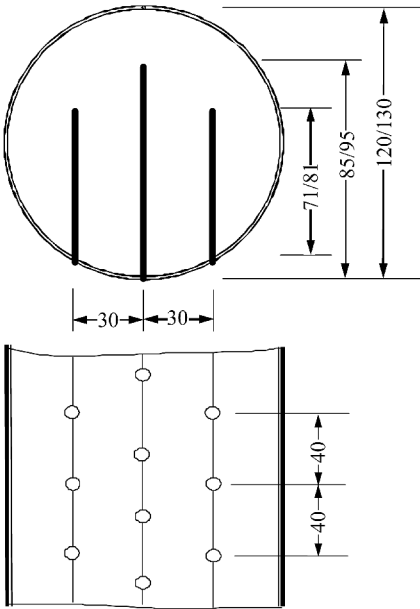


图 3 截面圆形布孔形式示意图(单位:cm)

对于直径为 1.5m、1.6m 的立柱,炮孔为水平孔,孔间距为 0.45m,成 3 排炮孔布设,排距 0.4m;孔深为孔底留厚 0.4m。除参数不同外,布孔形式同图 3。

对于门式立柱,炮孔为钻水平孔,孔距 0.35m,成单排布设,孔深为孔底留厚 0.3m。布孔形式如图 4。

3.2.2 爆破单耗和装药量

依据爆破前的实验,爆破药量的单耗根据桥墩的结构在 1.2 ~ 1.5 kg/m³ 之间。最大单个立柱体积为 15.7m³,最大装药量 23.5kg,单孔药量最大为 1kg。

通过以上设计参数的选择和精心施工,最大程度地减少了爆轰气体等造成的一次飞散物。

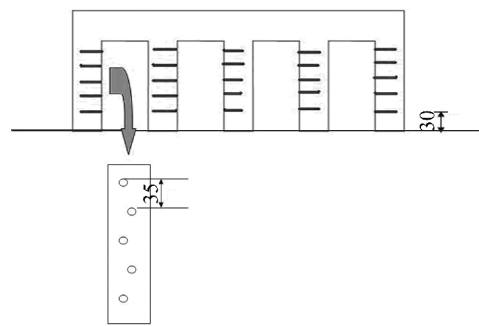


图 4 截面椭圆形立柱布孔形式示意图(单位:cm)

4 爆破飞散物的控制与防护

4.1 防护方式的选择

为了严格控制飞散物对周围建筑等造成的损害,根据飞散物的特点,吸收弹丸穿透多层靶板和陶瓷装甲的设计理念^[11],在防护材料的选取以及组合上进行了有益的创新。近体部分采用两层草垫加一层钢丝网的 3 层防护体系。远体部分在距桥墩 60cm 设防护架,采用里面两层竹笆,两层竹笆间为间隔靶板防护设计,外面一层竹笆,竹笆外面再搭设一层绿网的多层防护措施。

4.2 水西门高架桥爆破飞散物的防护

1) 围挡防护:为了防止爆破工程中飞溅物对周围建筑造成的损害,先在柱墩的周围进行围挡施工,如图 5 所示,防护围挡高 2.5m。



图 5 柱墩围挡

2) 柱墩和门式墩近体防护:门式墩的近体防护有两部分,采用两层草垫外加一层竹笆的防护方式,如图 6 所示。门式墩的外围采用里面两层竹笆,外面一层竹笆,竹笆外面再搭设一层绿网的防护措施。如图 7 所示。

柱墩采用与门式墩类似的防护措施,图 8 为柱墩的近体防护,图 9 为柱墩的外围防护。

为了使桥体“软着陆”,在柱墩周围铺设沙袋,如图 10 所示,以减少与地面碰撞时产生的反弹效应。

最后,在爆破前,在桥侧铺设密目的安全网,以便对爆破飞散物进行防护,如图 11 所示。



图 6 门式墩的近体防护



图 7 门式墩的外围防护



图 8 柱墩的近体防护



图 9 柱墩的外围防护

4.3 防护效果

经过对爆破参数的优化设计和采取多种防护措施,爆破后,外围的保护围挡完好,如图12所示,爆破飞散物的飞散距离处于安全可控范围内,附近的人员、建筑、水、电、通信管网等保护目标没有受到任何影响。



图 10 在桥墩周围铺设沙袋



图 11 爆破前桥侧密目安全网



图 12 爆破后的围挡

实践表明,采用间隔靶的设计和刚柔相济的防护模式是成功的。

5 结语

本文通过分析爆破飞散物的产生原因,结合南

京城西干道高架桥爆破拆除的工程实践,得出以下结论:

1)复杂环境下的城市高架桥爆破防护应采用多重防护结构;

2)组成多重防护结构的材料应由抗不同冲击能力的材料如钢丝网竹笆等组成;

实践表明,城西干道高架桥爆破工程的飞散物防护是成功的,可为以后的爆破拆除飞散物防护提供参考。

参 考 文 献

[1] 陈连城. 控制爆破技术在立交桥路面拆除中的应用[J]. 爆破器材,1994,23(3):22-24.

[2] 陈士海,高文乐,于锦伟. 复杂环境下的安全爆破技术[J]. 爆破器材,2001,30(4):21-23.

[3] 杨磊,王卫军,林大能. 拆除爆破飞石控制与防护研究[J]. 采矿技术,2005(3):84-86.

[4] 万元林,黄忆龙. 工程爆破中的灾害及其控制[J]. 爆破器材,2001,30(5):30-34.

[5] 胡国忠,王宏图,刘菊梅,等. 构筑物拆除爆破的安全分析及防护方法[J]. 爆破器材,2005,34(4):30-33.

[6] 王新建. 爆破飞石产生的原因及其控制对策[J]. 公安大学学报,1998(1):84-85.

[7] 高旭. 拆除爆破飞散物防护工程实例研究[J]. 工程爆破,2009,15(4):74-77.

[8] 范磊,沈蔚,李裕春. 拆除爆破中飞石产生的原因及其防护[J]. 工程爆破,2002,8(1):35-37.

[9] Bajpayee T., Verakis H., Lobb T. An Analysis and Prevention of Flyrock Accidents in Surface Blasting Operations[J]. Proceedings of the Annual Conference on Explosives and Blasting Technique,2004(2):401-410.

[10] 谢先启. 精细爆破[M]. 武汉:华中科技大学出版社,2010:142-147.

[11] 蒋志刚,曾首义,申志强. 轻型陶瓷复合装甲结构研究进展[J]. 兵工学报,2010,31(5):603-610.

Research and Practice on Fly Rock Defense Technology of Urban Viaducts Controlled Blasting

ZHOU Xiangyang^①, XU Quanjun^②, ZOU Rui^③, LI Zhilong^②, JIANG Nan^②

①Security Detachment of Nanjing Municipal Public Security Bureau (Jiangsu Nanjing, 210002)

②Engineering Institute of Engineer Corps, PLA University of Science & Technology (Jiangsu Nanjing, 210007)

③Urban Construction Group of Nanjing (Jiangsu Nanjing, 210002)

[ABSTRACT] Blasting fly rock is one of the major factors of the blasting accident. According to the viaduct demolition project of Nanjing west motorway, the types and reasons for fly rock in demolition blasting are systematically analyzed. Effective measures for fly rock safeguard technology were proposed by experiments and blasting practices. All factors have significance to improve the reliability of fly rock control, ensure the demotion blasting safety, and reduce blasting accidents dangers in urban complicated environment.

[KEY WORDS] controlled blasting, fly rock, preventive measures