

doi:10.3963/j.issn.1001-487X.2022.04.015

复杂环境下异型16层楼房拆除爆破

刘德禹¹,李本伟²,胡浩川²,陈晨²,周祥磊¹

(1. 中钢集团武汉安全环保研究院有限公司,武汉430081;2. 中铁二十三局集团(湖北)爆破有限公司,武汉430081)

摘要: 针对复杂环境下待拆楼房呈南北“L”型,非对称、不规则、周围待保护建(构)筑物较多、定向倾倒塌度大的特点,通过采用机械切割分区的预拆除方法和增加切口高度的方法,来确保楼房顺利倒塌,从而有效控制爆破有害效应。太平洋大厦采取“孔内、孔外延时相结合,分区顺次定向倒塌”的一次爆破拆除总体方案,预拆除中采用机械切割分区的方法将楼房分为矩形区域和异型区域。矩形区域爆破切口分布在1~3层,异型区域爆破切口分布在1~3层和8~9层,形成切口。立柱单耗最大 1.67 kg/m^3 ,剪力墙单耗为 1.6 kg/m^3 。爆区采取单排布孔的形式,起爆网路采用孔内高段非电导爆管雷管、孔外低段非电导爆管雷管接力延时起爆网路,矩形区域向西南方向定向倾倒塌,异型区域向西方向三层折叠爆破,两个区域之间间隔 1900 ms 。为了有效控制爆破有害效应,对爆破切口位置进行覆盖防护;在楼房倒塌位置铺设高 6 m 的废渣作为缓冲层;并针对重点区域搭建双层排架进行被动防护。楼房成功倒塌并充分解体,爆破飞石、冲击波和爆破振动均在安全范围内,未对周围环境造成影响,得到了良好的爆破效果。

关键词: 爆破拆除;复杂环境;异型结构楼房;机械切割分区;安全防护

中图分类号: TU746.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-487X(2022)04-0116-04

Demolition Blasting of 16-Layer Special-shaped Building under Complex Environment

LIU De-yu¹, LI Ben-wei², HU Hao-chuan², CHEN Chen², ZHOU Xiang-lei¹

(1. SINOSTEEL Wuhan Safety & Environmental Protect Research Institute Co., Ltd., Wuhan 430081, China; 2. China Railway 23RD Bureau Group (Hubei) Explosions and Blasting Co., Ltd., Wuhan 430081, China)

Abstract: Asymmetry, irregularity, many buildings (structures) to be protected around, and the difficulty to topple in a direction constitute the complex environment for the demolition of a building (named Pacific Tower) with “L” shape in north-south direction. To ensure the successful collapse of the building and effectively control the harmful effects of blasting, the pre-demolition method of mechanical cutting partition and the method of increasing the incision height were adopted. Pacific Tower adopted the plan of one-time blasting demolition, which includes the combination of in-hole/out-hole delays and zonal sequential directional collapse. In pre-demolition, the building was divided into rectangular and special-shaped areas by mechanical cutting partition method. The rectangular blasting incisions were distributed in the 1st ~ 3rd floors, and the special-shaped blasting incisions in the 1st ~ 3rd and the 8th ~ 9th floors. In addition, the powder factors were 1.67 kg/m^3 and 1.6 kg/m^3 for the stand column and the shear wall, respectively. The blast holes were arranged in one row. And they were initiated in sequence by long-delay nonel detonators in the holes and short-delay nonel detonators out of the holes. The rectangular area was oriented to the southwest, while the special-shaped area was oriented to the west with three-layer folding blasting, with a delay inter-

收稿日期:2022-07-08

作者简介:刘德禹(1997-),男,在读硕士研究生,主要从事爆破工程与安全技术的学术研究,(E-mail)15645160615@163.com。

通讯作者:李本伟(1981-),男,正高级工程师、硕士,爆破工程及爆破技术研发,(E-mail)353334814@qq.com。

val of 1900 ms between the two areas. There were several measures proposed to control the damage effect of blasting. Firstly, cover protection was adopted at the position of incisions. Secondly, a 6 m high buffer layer made by waste residue was put in the collapse position of the building. Thirdly, double layer shelving was set up for passive protection for the key areas. The building collapsed successfully and fully disintegrated. Now that flying rocks, air shock wave and blasting vibrations were all within the safe ranges, and the surrounding environment was not affected, good blasting effect was obtained.

Key words: blasting demolition; complex environment; special-shaped structure building; mechanical cutting partition; safety protection

1 工程概况

1.1 周围环境

太平洋大厦位于湖北省武汉市硚口区解放大道 218 号,该楼房周围环境复杂,周围需要保护的建(构)筑物较多。东北方向紧临地铁站出口,距离仅为 2 m;东面距离地铁宗关站 D 出口地下通道 18.8 m;东南面距离地下电力管线 13.5 m;南面距离二环线高架桥墩 54.9 m;西南面距离居民小区 152 m。如图 1 所示。

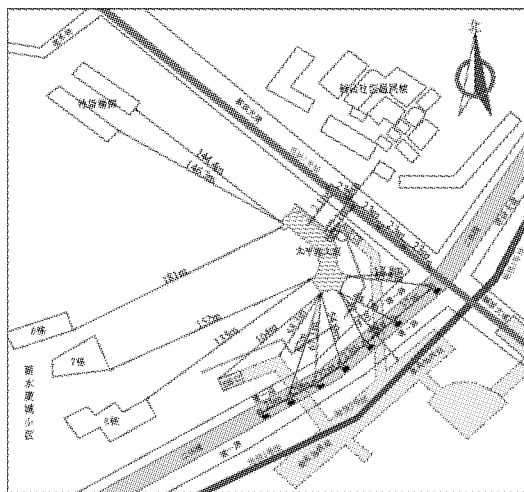


图 1 周围环境图(单位:m)

Fig. 1 Surrounding environment map(unit:m)

1.2 建筑物结构

该楼房为框剪结构,南北呈 L 型,在中间 2 号梯位置发生偏转,楼房总共建筑面积约为 19 160 m²。

矩形区域为框架结构,长 39.7 m,宽 14.6 m,高 40 m,共 11 层,爆破部位的立柱截面为 500 mm × 500 mm、600 mm × 600 mm、500 mm × 800 mm 3 种规格;异型区域为框剪结构,长 38 m、宽 14.57 m、高 55 m,共 16 层,爆破部位的立柱截面为 500 mm × 500 mm、500 mm × 800 mm 2 种规格,剪力墙厚度为 250 mm。楼房立柱和剪力墙截面尺寸如表 1 所示。

表 1 楼房立柱和剪力墙截面尺寸

Table 1 Building column and shear wall section size

类型	序号	截面尺寸/mm	主筋	箍筋
立柱	1	500 × 500	12 φ 20	φ 8@100/200
	2	600 × 600	12 φ 22	φ 8@100/200
	3	500 × 800	12 φ 22	φ 12@100/200
剪力墙	4	250	φ 12@200	φ 12@200

2 爆破总体方案设计

待拆楼房具有南北呈“L”型,两侧楼体非对称不规则的特点,若选择整体定向倾倒的爆破方案,两侧楼体相互约束,会导致倒塌方向不可控、楼房倒塌不充分的风险;若采取原地倒塌的方案,会有爆堆过高挤压地铁站出口的风险。同时考虑到待拆楼房周围仅有西南方向有倒塌空间,决定将待拆楼房分离,分别倒塌。考虑到宗关地铁站 D 出口距离待拆楼房过近,防止爆堆对地铁站出口造成挤压破坏,采用机械切割的方法,在中间 2 号梯的位置切割掉宽度约 5.8 m 的楼体,将楼房分离成为矩形 I 区和异型 II 区;考虑到异型区域倒塌触地振动过大的问题,同时限制爆堆的前冲,将异型区域的爆破切口高度提高,设置两个切口;考虑到两侧楼体分别定向倒塌,在空中会有相撞风险,爆区之间需要设定足够的延时时间来保证两侧楼体分别定向倒塌、互不影响,通过设定孔内延时时间控制楼房倒塌时间、设定孔外延时时间控制切口爆破时间。

根据上述楼房结构特点、周边环境,拟采用“孔内、孔外延时相结合,分区顺次定向倒塌”的一次爆破拆除总体方案。同时需要对楼房二层以下裙楼以及切口范围内的楼梯、剪力墙进行预处理。在楼房 2 号楼梯处,将楼房分离为矩形 I 区和异型 II 区,“I 区”切口设置在楼房底部,“I 区”先向西南方向定向倾倒;“II 区”切口设置在楼房底部和中部,“II 区”随后向西方向三层折叠爆破,如图 2 所示。本次工程孔内采用澳瑞凯 Exel 长延时导爆管雷管、孔

外低段非电导爆管雷管接力延时起爆网路^[1,2]。

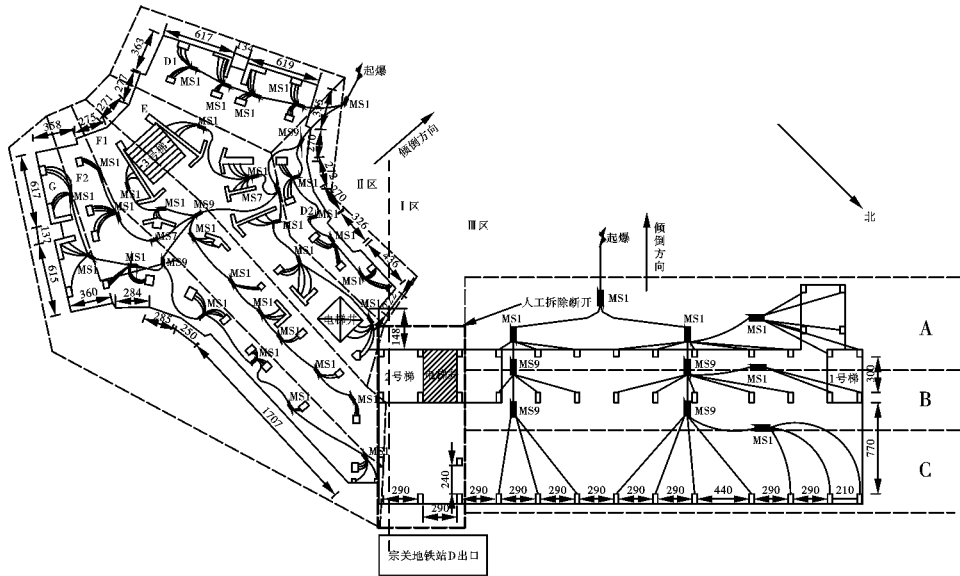


图2 总体爆破方案示意图(单位:m)

Fig. 2 Schematic diagram of the overall blasting plan(unit:m)

3 爆破参数设计

3.1 预拆除方案

(1) 机械拆除二层以下裙楼。

(2) 在2号梯处,采用人工与机械结合方式将大楼整体切割,将大楼分为矩形I区和异形II区,切割宽度为5.8m。如图3所示。

(3) 削弱爆破切口范围内的楼梯,爆破切口位置内的电梯井、剪力墙进行“化墙为柱”处理^[3]。

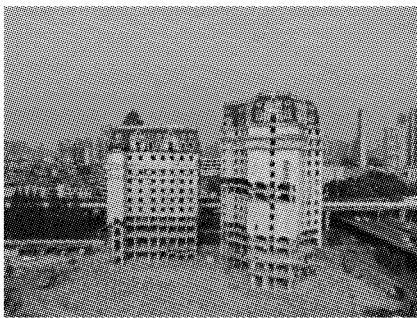


图3 预拆除效果图

Fig. 3 Pre-demolition picture

3.2 爆破切口设计

I区爆破切口设置在1~3层的位置,II区的爆破切口分别设置在1~3层、8~9层的位置。爆破切口分布如表2所示。

表2 立柱炸高统计表

Table 2 The blasting height of pillars

层别	立柱炸高/m			
	“I区”		“II区”	
	1~3排	4排	1~3排	4排
1层	3.0	0.5	3.0	0.5
2层	1.5	0	1.5	0
3层	1.0	0	1.0	0
8层	0	0	1.5	0
9层	0	0	1.5	0

3.3 布孔形式与孔网参数

本次工程的布孔形式采取单排布孔的形式,立柱底部钢筋最为密集,药量也需适量加强,以确保立柱破坏失稳,不同立柱的单耗见表3。

表3 孔网参数表

Table 3 Hole mesh parameter table

类型	截面尺寸/mm	孔径/mm	孔距 a/m	排距 b/m	孔深/m	单耗/ (kg · m ⁻³)	单孔药量 q/kg
立柱	500 × 500	40	0.25	单排布孔	0.30	1.60	0.10
	600 × 600		0.25		0.38	1.67	0.15
	500 × 800		0.25		0.48	1.50	0.15
剪力墙	250 × 500		0.25		0.15	1.60	0.05

3.4 爆破网路

本次工程采用孔内高段非电导爆管雷管、孔外低段非电导爆管雷管接力延时起爆网路。I区孔内使用Exel-7段雷管(1500 ms),根据图2中右侧虚线,将I区按起爆顺序分为A→B→C三个区域,各区域间连接雷管采用2发MS9(310 ms),I区切口1层~3层由下至上层间采用2发MS7(200 ms)连接;II区孔内使用Exel-11段雷管(3400 ms),根据图2中左侧虚线,将II区按起爆顺序分为 $D_1 \rightarrow D_2 \rightarrow$

$E \rightarrow F_1 \rightarrow F_2 \rightarrow G$ 六个区域,其中 D_2 与E、 F_1 与 F_2 间连接雷管采用2发MS7(200 ms),其余区域间连接雷管采用2发MS9(310 ms),II区1层~3层由下至上层间采用2发MS7(200 ms)连接,切口间采用2发MS13(650 ms)连接。“I区”与“II区”间隔1900 ms,孔内起爆雷管采取就近原则,不多于20发扎成一束,用2发1段导爆管雷管连接,同一区捆扎一起,再依次连入主网路,最后用激发枪起爆。起爆网路如图4所示^[4,5]。

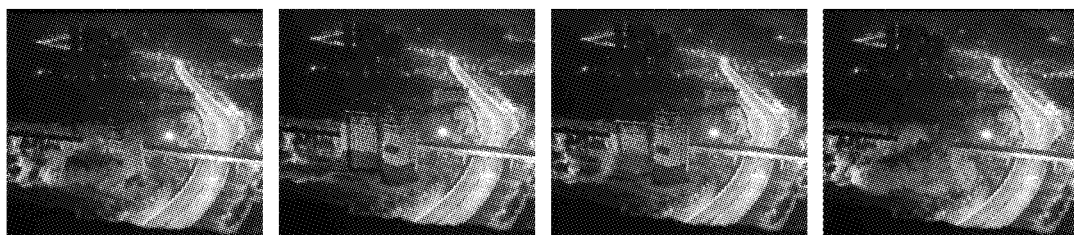


图4 起爆效果图

Fig. 4 Detonation effect picture

4 爆破安全防护措施

(1)单体防护:加强装药部位的覆盖,就地取材采用两层土工格栅和棉被进行覆盖防护^[6,7]。

(2)整体防护:在切口周围挂设3层密目防晒网^[8,9]。

(3)重点区域防护:增加被动防护措施,在地铁站出口与待拆大楼之间紧贴地铁站出口安全防护棚边墙搭设6 m高的双层防护排架进行围挡,排架上覆盖棉被并绑扎双层竹排架及密目安全网。

(4)触地振动防护:将砼渣沿楼房倒塌方向前铺设2条6 m高的缓冲层,并在砼渣上铺设2层防晒网^[10]。

5 爆破效果

起爆后,矩形I区先向西南方向顺利倾倒,异型II区随后向西方向顺利倾倒,空中没有碰撞。

(1)矩形I区向前倾约20 m;异型II区向前倾约21 m。

(2)整个楼房触地后解体充分,爆堆破碎完全,爆堆高约为7 m。

(3)安全防护措施得当,爆破分散物最远约为12 m,未对周围建(构)筑物造成影响。触地振动最大值为0.4 cm/s,满足爆破安全规程^[11]。

6 结语

(1)机械切割分区方法对于类似的异型结构楼房是十分必要的,将楼房分为两个独立的区域,确保

分别定向倒塌。

(2)异型II区两个爆破切口的合理布置,有效地控制了爆堆的发育,将触地振动控制在安全规程允许的范围内。同时通过合理的孔内延时时间设定,保证了两侧楼体倒塌过程顺利,空中没有发生相撞的危险。

(3)此次工程中采取的安全防护措施是十分有效的。一方面,通过机械方式切除地铁站前部分楼体,另一方面通过在地铁站搭建防护排架进行被动防护。两种措施的相互结合,在本次工程实践中体现了其有效性,为以后类似爆破工程防护提供了施工经验。

参考文献(References)

- [1] 周应军,李本伟,罗鹏,等.复杂环境下钢混结构厂房的爆破拆除[J].煤矿爆破,2017(5):28-31.
- [1] ZHOU Ying-jun, LI Ben-wei, LUO Peng, et al. Blasting demolition of a steel-concrete structure factory building in a complex environment [J]. Coal Mine Blasting, 2017(5):28-31. (in Chinese)
- [2] 许建刚,李翠林,王中全,等.两栋紧邻的不同结构高楼同时爆破拆除[J].爆破,2020,37(3):109-114.
- [2] XU Jian-gang, LI Cui-lin, WANG Zhong-quan, et al. Simultaneous blasting demolition of two adjacent tall buildings with different structures [J]. Blasting, 2020, 37(3):109-114. (in Chinese)