

61m 高砖砌烟囱定向控制爆破拆除^{*}

武双章 顾文彬 夏卫国 王振雄 秦入平

解放军理工大学工程兵工程学院(江苏南京,210007)

[摘 要] 根据烟囱周围环境和自身结构特点,通过选择合适的切口形式、设计合理的爆破参数及采取适当的预处理和安全技术措施,获得了良好的爆破效果。采用照相及摄像技术对烟囱的倒塌过程进行了观测,对结果进行分析后获得了其倒塌过程的规律:烟囱起爆后 6000 ms 内,相对高度下降很慢,占初始相对高度的 4.39%;在 6000 ms 以后,烟囱倒塌倾角迅速加大,总体上呈现边下坐边倒塌且先慢后快的特点。

[关键词] 砖结构烟囱 定向控制爆破 切口形状 倒塌过程

[分类号] TU746.5 TD235.37

1 工程概况

南京市高淳县开发区因开发建设需要,须将某砖瓦建材厂内的一座烟囱拆除。烟囱高 61m,为石灰沙浆砌筑的砖结构。离地面 4.00 m 处烟囱外径 4.52 m,周长 14.20 m,壁厚 60 cm,无内衬。烟囱南侧 350 m 处为高压动力线;东侧 50 m 处为待拆配电房;北侧 20 m 处为厂区动力线,123 m 处为乡村道路,132 m 处为待拆厂房;西侧 122 m 处为待拆办公楼,105 m 处为待拆厂房,98 m 处为待拆厕所和厂房。该烟囱周围环境较好。

2 爆破方案设计

2.1 爆破总体方案

爆破拆除烟囱通常有 3 种方式可供选择,分别为定向倒塌、折叠倒塌和原地坍塌的方式^[1]。大量工程实践表明,采用定向倒塌的控制爆破拆除方案可以达到既安全、快速又经济的目的。根据烟囱周围环境条件,本工程采用定向向南偏西 20°方向倒塌的爆破拆除方案。

2.2 切口形状、位置及尺寸^[1-4]

根据烟囱的结构特点,本次烟囱爆破拆除采用正梯形切口,为方便钻孔施工和安全防护,切口底边离砖窑体上表面 0.5 m,离地面 4.0 m。切口最大高度取值不小于壁厚的 1.5~3.0 倍^[5-7],实际取切口高为壁厚的 2.0 倍,即 $H=1.2\text{m}$ 。根据以往工程经验,合适的切口长度是周长的 $3/5\sim 2/3$ ^[3-6],故本工程选择切口长度为周长的 $3/5$,即切口长 $L=8.5\text{m}$,对应的切口圆心角为 $\alpha=(8.5/14.2)\times 360^\circ=215.49^\circ$

2.3 爆破参数^[6-11]

根据本爆破工程特点和施工现场设备情况,钻孔机械设备使用 $\varnothing 40\text{ mm}$ 的风钻,垂直于烟囱筒壁钻孔。

1) 最小抵抗线 W :取切口处烟囱壁厚的一半,即 $W=\delta/2=30\text{cm}$;

2) 药孔间距 a : $a=(1.20\sim 1.60)W=36\sim 48\text{cm}$,取 $a=50\text{cm}$;

3) 药孔排距 b : $b=(0.80\sim 1.00)a=40\sim 50\text{cm}$,取 $b=40\text{cm}$;

4) 药孔孔深 l : $l=(0.67\sim 0.70)\delta=40.2\sim 42\text{cm}$,取 $l=42\text{cm}$, δ 为烟囱切口爆破部位筒壁壁厚;

5) 单位体积耗药量 q :根据以往爆破拆除砖结构烟囱的经验,壁厚 60cm 时,取 $q=880\sim 950\text{g}/\text{m}^3$,有风化腐蚀现象时取小值,完好时取大值。本工程中烟囱筒壁完好,且周围环境较好,可以适当增加单耗 20%~25%, $q=1060\sim 1190\text{g}/\text{m}^3$;

6) 单孔药量 Q_1 : $Q_1=qab\delta=127\sim 143\text{g}$,为了加强切口处烟囱筒壁砖砌体的破坏,实际施工时从下至上第 1 排取 300g/孔,第 2 排取 267g/孔,第 3 排和第 4 排取 200g/孔;

7) 布孔排数 n : $n=H/b+1=4$ 排。

采用梅花形布孔,共布孔 54 个,炸药采用 2[#]岩石乳化炸药,共装药 13.0 kg。切口形状和炮孔布置示意图如图 1 所示。

2.4 预处理措施

在切口的两侧对称处采用人工或机械的方式开设两个形状和尺寸完全相同的三角形定位窗,定位窗高 1.2 m,宽 1.0 m,如图 1 所示。这样基本保证了烟囱结构的对称性,同时还可以有效地限制烟囱

^{*} 收稿日期:2012-01-17

作者简介:武双章(1977~),男,讲师,主要从事炸药爆炸及其应用方面的研究工作。E-mail: shsnake@163.com

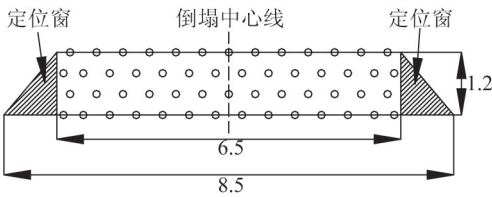


图 1 切口形状和炮孔布置示意图(单位:m)

切口两侧在爆破时的破坏范围,确保由爆破形成的切口范围符合设计要求。

2.5 起爆网路

为确保炮孔装药能够被可靠起爆,每个炮孔内的药包均由 2 发导爆管雷管引爆,采用复式塑料导爆管起爆网路,从炮孔引出的导爆管雷管脚线每 10~15 根采用“梳辫子”方式由 2 发导爆管雷管引爆,所有雷管均采用 MS—1 段导爆管雷管,每个炮孔的 2 发导爆管雷管脚线分别梳入不同的“辫子”中,“梳辫子”导爆管雷管脚线最后通过四通联接成复式塑料导爆管起爆网路,确保每个炮孔中的雷管均由双路导爆管引爆。最后,从该网路中引出两路导爆管总起爆网路至起爆点,由高压脉冲起爆器击发完成起爆任务。

3 安全防护措施

1) 根据烟囱周围环境特点,主要采用主动防护措施,在最上面一排孔上部 50 cm 左右环向间隔 1.5~2.0 m 布设 1 排膨胀螺丝或者水泥钉,紧挨在膨胀螺丝或水泥钉上方沿烟囱外筒壁环向固定 1 圈铁丝,最好在铁丝通过膨胀螺丝或水泥钉时在其上缠绕 2 圈,以固定该圈铁丝,后续竹笆的搭设需要绑扎在该圈铁丝上。采用 1 层竹笆相互搭接,搭接宽度不小于 10cm,爆破切口炮孔范围全封闭防护,最后轴向间隔 0.5 m 左右沿环向绕 3 道铁丝固定竹笆;

2) 在烟囱倒塌方向为正在拆除砖窑体的工地,离烟囱底部约 15 m 处为已拆除部分砖窑体,碎渣可以起到一定的缓冲、降低塌落振动的作用;

3) 在烟囱倒塌方向约 50 m 远处为高出砖窑底部地面约 4m 的地面放置砖坯,周围为开阔地带,可以起到防冲墙的作用,防止烟囱头部在倒塌的过程中向前冲。

4 爆破效果

起爆后,烟囱按照设计预定方向向南偏西 20° 方向倒塌,倒塌距离约 47 m,为烟囱切口以上高度的 0.82 倍,地面以上高度的 0.77 倍;宽度约为烟囱直径的 2 倍;烟囱根部其它方向碎砖块范围为 5m;烟囱筒体倒地解体充分,有效地减小了后续施工的作业量,爆破取得了圆满成功。

个别碎砖块最远飞散距离为烟囱西侧 60 m,分析原因主要有两个方面:一是单位炸药消耗量偏大,为正常值的 1.40~2.36 倍;二是防护较弱,只采用了 1 层竹笆对切口装药部位进行覆盖防护。如果烟囱周围环境较差,为了有效减小爆破飞石的飞散距离,降低其危害,需要适当降低单耗 q ,并且采取切实有效的防护措施,例如采用双层草帘加双层竹笆对爆破切口范围进行全覆盖防护,如有必要还可再在其上覆盖 1~2 层钢丝网以加强防护。

5 倒塌过程分析



图 2 烟囱断裂图

在倒塌过程中,烟囱下部运动角速度比上部的角速度大。从图 2 所示的快速照相资料中可以看出,在烟囱下部约 3/5 处发生断裂^[12-13]。

对烟囱倒塌过程进行了全程跟踪照相和摄像^[13-14],通过对照片和视频资料的分析,获得了烟囱倒塌倾角随

时间变化曲线,如图 3 所示。图中有 3 条曲线,曲线 1 为烟囱倒塌过程中发生断裂后上段筒体轴线相对于垂直方向之间的夹角;曲线 2 为烟囱倒塌过程中下段筒体轴线相对于垂直方向之间的夹角;曲线 3 为烟囱头部中心与最初烟囱切口下沿所在圆圆圆心之间的连线,相对于垂直方向之间的夹角。从曲线 3 中可以看出,烟囱的整个倒塌过程持续时间约 12 s,在起爆后 6000 ms 内,曲线的切线斜率较小,表明烟囱倒塌的速度较慢;在 6000 ms 以后,曲线的切线斜率增大较快,表明倒塌速度也不断加快。从图 3 中可以看出,曲线 1 和曲线 2 在约 5680ms 时开始分离,表明此时烟囱开始发生断裂,主要原因为烟囱下段筒体和上段筒体倒塌的角速度不同所致,且烟囱下段的倒塌角速度大于上段的倒塌角速度,出现了烟囱上段筒体倒塌落后于下段筒体的现象,并且随着时间的继续,这一现象更加明显,这也从另外一个角度反映了图 2 所示的断裂现象。烟囱倒塌至约

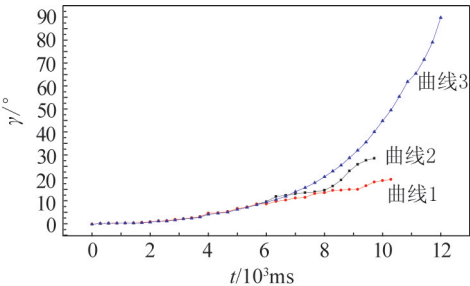


图 3 烟囱倒塌角度随时间变化图

9.7 s 和 10.5 s 时,烟囱下段和上段筒体的轴线与垂直方向之间的夹角分别约 26° 及 18° ,说明烟囱在整个倒塌过程中并非绕某个固定塑性铰做定轴转动,而是呈现边下坐边倒塌的特点,这在一定程度上减小了倒塌距离。

烟囱头部相对于切口下沿的高度随时间变化曲线如图 4 所示。从图中可以看出,烟囱在起爆后 6000 ms 内,相对高度 h 下降很慢,占初始相对高度的 4.39%,表明这一阶段烟囱倒塌速度较慢,倒塌倾角较小;在起爆后 6000 ms 以后,相对高度 h 减小很快,几乎成一直线下降,倒塌倾角迅速加大,直至完全倒塌至地面。

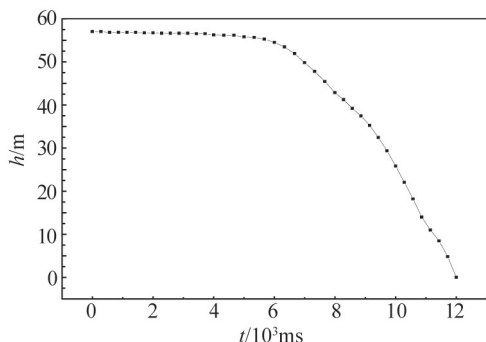


图 4 烟囱相对高度随时间变化图

6 结论

1) 在爆破周围环境条件允许的情况下,尽可能充分利用烟囱自身及其周围建筑物的结构特点,减少施工程量。本文采用常用的定向精度好的正梯形切口形式,在切口两侧的对称端采用人工或机械方法开设形状和尺寸完全相同的两个三角形定位窗,它们能有效地保证切口的爆破破坏范围,同时还可以减小钻孔作业的施工程量;

2) 通过对倒塌过程的全程跟踪照相及摄像资料的分析,获得了烟囱在倒塌过程中呈现的特点及规律,不是通常认为的绕固定塑性铰做定轴转动,而是呈现边下坐边倒塌的特点。因此,可以通过合理地选择爆破切口形式和设计爆破参数,使烟囱在倒

塌过程中边下坐边倒塌,最终达到减小倒塌距离的爆破效果;

3) 起爆后烟囱在倒塌过程的最初约 6000 ms 内,倒塌速度较慢;在 6000 ms 以后,烟囱边下坐边倒塌的过程不断加速,总体上呈现先慢后快的特点。

参 考 文 献

- [1] 田厚建,毛益松,刘炳琪. 实用爆破技术[M]. 北京:解放军出版社,1999:309-322.
- [2] 冯叔瑜,吕毅,杨杰昌,等. 城市控制爆破[M]. 第2版. 北京:中国铁道出版社,1996.
- [3] 李玉岐,谢康和,焦永斌,等. 砖烟囱爆破切口形状对切角和切口高度的影响分析[J]. 爆破,2004,21(1):47-50.
- [4] 刘小春,吕力行. 60m 烟囱的定向爆破拆除[J]. 煤炭科学技术,2001,29(10):23-25.
- [5] 唐友祥,唐建明. 62m 高砖结构厚壁烟囱的定向爆破拆除[J]. 工程爆破,2003,9(2):36-37.
- [6] 齐世福,王福刚,薛峰松,等. 180m 高钢筋混凝土烟囱爆破拆除[J]. 爆破器材,2010,39(1):26-28.
- [7] 梅群,侯中华,李一帆,等. 40m 高烟囱爆破拆除技术与分析[J]. 西部探矿工程,2010(8):196-197.
- [8] 刘殿中,杨仕春. 工程爆破实用手册[M]. 北京:冶金工业出版社,2003:512-528.
- [9] 毛益松,傅光明,夏长青,等. 高 60m、80m 两座砖砌烟囱定向爆破拆除[J]. 工程爆破,2007,13(3):56-58.
- [10] 徐顺香. 60m 高砖结构烟囱定向控制爆破拆除[J]. 工业安全与环保,2003,29(4):31-32.
- [11] 吴华宝. 65m 高砖烟囱定向拆除爆破[J]. 爆破,2003,21(2):61-62.
- [12] 梁开水,王斌,王玉杰,等. 65m 砖烟囱倒塌过程与断裂分析[J]. 爆破,2001(专辑):47-50.
- [13] 房泽法,梁锐,李建科,等. 砖烟囱控爆拆除与倾倒观测[J]. 爆破,2001,18(3):44-46.
- [14] 夏卫国,史长猛,武双章,等. 谏壁电厂三座 100m 高钢筋混凝土烟囱爆破拆除[J]. 爆破器材,2011,40(2):36-38.

Demolition of a 61 m High Brick Chimney by Directional Controlled Blasting

WU Shuangzhang, GU Wenbin, XIA Weiguo, WANG Zhenxiong, QIN Ruping

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

[ABSTRACT] Considering the surroundings and structure characteristic of the chimney, the favorable blasting effect has been achieved by choosing appropriate cutting form, designing reasonable blasting parameters, and adopting proper measure of pretreatment and safety technique. Through camera and video techniques, the collapsing process of the chimney was observed and it shows that within 6000 ms after initiation, the relative height decreases only by 4.39%; while after 6000 ms, the collapse angle increases rapidly. The overall tendency is that the chimney collapses while descending, with a rate accelerating.

[KEY WORDS] brick chimney, directional controlled blasting, cut form, collapsing process