

复杂环境下 120 m 高烟囱定向爆破拆除

郑文富, 张文龙, 陈少辉
(广东中人爆破工程有限公司, 广东 广州 510640)

摘要:常州市第一热电厂内需要爆破拆除的一座高 120 m 的烟囱,其周边存在有热气管道、厂房、通信发射塔、高压线等,爆破区域范围内环境复杂、距离保护目标较近,使得塌落振动及爆破飞石控制困难等。结合烟囱结构特性及现场实际,通过提高爆破切口标高,选择合理的设计方案及参数,采取减震沟、减震土堤、堵截墙等多项针对性安全防护措施,取得了良好的爆破效果。

关键词:烟囱;爆破拆除;定向爆破;安全防护

中图分类号: TU746.5 文献标识码: B 文章编号: 1672-7428(2018)01-0089-04

Directional Blasting Demolition of a 120m Chimney in Complex Environment/ZHENG Wen-fu, ZHANG Wen-long, CHEN Shao-hui (Guangdong Zhongren Blasting Engineering Co., Ltd., Guangzhou Guangdong 510640, China)

Abstract: The design and construction of directional blasting demolition of a 120m high chimney in Changzhou is introduced, where existing hot gas pipeline, workshop, communication tower and high voltage line and so on. The environment of blasting area is complex and near to the protection objects, it is difficult to control the collapse vibration and flyrocks. According to the features of chimney structure and the site actual situation, good blasting results are achieved by rising the blasting cut height, selecting reasonable design scheme and parameters and adopting pertinence safety precautions measures of damping ditch, damping earth embankment and cut-off wall.

Key words: chimney; blasting demolition; directional blasting; safty precautions

1 工程概况

常州市第一热电厂位于江苏省常州市天宁区劳动东路,因改扩建需要,厂区内设施和构(建)筑物已全部拆除,剩余一座 120 m 高的钢筋混凝土圆筒形结构烟囱,拟通过控制爆破手段拆除。待拆除烟囱标高 10 m 处筒壁周长为 29.8 m,壁厚为 0.3 m,内衬厚为 0.24 m。烟囱底部东南和西北两侧有对称的两个烟道口,东侧烟道尺寸为高 3.0 m,宽 2.5 m,西侧为高 3.8 m,宽 2.7 m。

距烟囱东南侧 125 m 有热气管道及围墙,南侧 148 m 为一配电房,西南侧距围墙和热气管道距离为 80 m、90 m 处有金源铜业公司厂房,西侧距离通信发射塔 100 m,西北侧距厂房 63 m,距高压线及纺织有限公司等房屋 135 m,东北侧距劳动东路 105 m,距民房 140 m。爆破区域范围内环境复杂,烟囱周边环境如图 1 所示。

2 设计及施工难点

(1) 爆区周边环境复杂,距离保护目标较近。

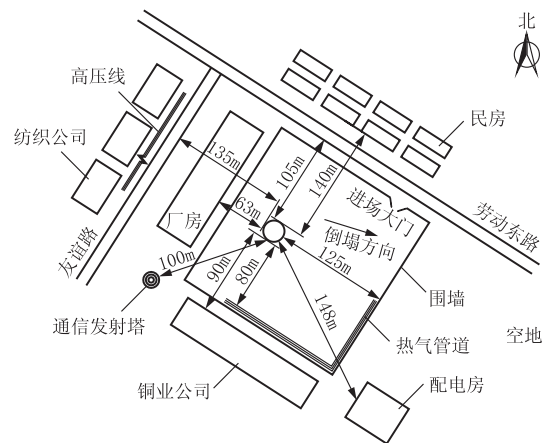


图 1 烟囱周边环境图

结合拆除爆破相关理论文献及大量类似工程经验,由于烟囱倒塌方向长度不小于烟囱高度的 1.2 倍^[1],120 m 高烟囱需要 144 m 的竖向倒塌距离。分析烟囱结构特点、周围环境情况以及相对位置关系,烟囱距保护体的距离均小于 144 m,可供烟囱倒塌方向及范围较小,给方案选择增加了一定的难度。

(2) 塌落振动及爆破飞石的控制。由于烟囱属

收稿日期:2017-07-06; 修回日期:2017-11-08

作者简介:郑文富,男,汉族,1990年生,矿业工程专业,硕士,从事工程爆破技术工作,广东省广州市天河区上元岗中成路300号,wenfuzheng@foxmail.com。

于高耸结构,高细比较大,重心较高,烟囱定向倒塌时,产生势能较大,冲击地面容易产生塌落振动危害,使周边保护体受到损伤及破坏。同时,爆破产生的飞石及烟囱倒塌触地时,烟囱筒体内空气压缩,把破碎体及地面碎石抛出,容易造成物体打击伤人事故等。如何做好爆破危害控制,是方案选择及安全防护的重大难点。

(3)爆破切口设计及施工难点。烟囱爆破切口应满足其切口部位的烟囱筒壁厚度、结构、受力、材料强度等沿切口轴线对称^[2],防止预处理后烟囱偏心失稳;切口部位预留截面应有足够的抗压强度,保证其不被压碎而定向倾倒;在环境条件允许的前提下,应尽量降低切口高度,降低施工难度,避免高空施工作业。

3 爆破方案选择及切口参数设计

根据烟囱结构特点、周围环境情况以及相对位置关系,结合类似工程经验,确定东偏南 30° 为烟囱倒塌中心线方向。由于烟囱底部存在两个尺寸不一的烟道口,以及烟囱东偏南 45° 方向125 m有热气管道及围墙,为保护周边构(建)筑物安全,同时保证烟囱倒塌方向不出现偏差,将爆破切口设在标高10 m处,该标高处烟囱壁厚为0.3 m,筒体外壁周长为29.8 m。爆破切口设计为底角为 60° 的正梯形状;爆破切口高度 H 为:

$$H = (1.5 \sim 3) \delta \quad (1)$$

式中: δ ——切口标高处壁厚。

计算后,通过经验选取切口高度为3.0 m。

梯形切口所对应圆心角为 220° ,切口下沿弧长18.2 m,上沿弧长14.7 m;定向窗宽2.5 m,高3.0 m;倒塌中心线处开设一个宽3.0 m、高3.0 m的中间窗。爆破切口如图2所示。

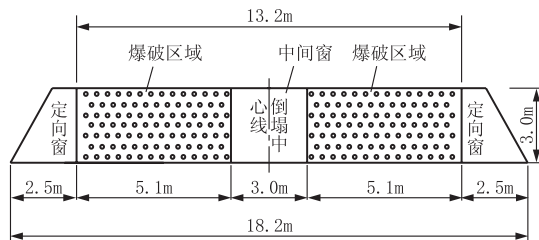


图2 爆破切口示意图

当爆破体为薄壁结构时,最小抵抗线 W 为 $\delta/2$,即壁厚的一半,取0.15 m^[3];孔距 a 为(1.0~2.0) W ,取0.30 m;排距 b 为(0.8~1.2) a ,取0.30 m;孔

深 L 取0.25 m;孔径为0.04 m,单孔装药量为 $q = Kab\delta$,取单耗 $K = 3700 \text{ g/m}^3$,计算得出 q 为99.9,取100 g。

炮孔沿倒塌中心线两侧对称布置,采用梅花形布孔,共布置10排孔,炮孔总数为332个,总装药量为33.2 kg^[4]。

4 爆破振动安全计算校核

4.1 爆破振动安全校核^[6]

爆破振动安全距离用下式计算:

$$V = K'K(\sqrt[3]{Q}/R)^\alpha \quad (2)$$

式中: V ——保护对象所在地点振动安全允许速度,cm/s; K' ——拆除控制爆破修正系数,取0.25; K 、 α ——与爆破点至计算保护对象间的地形、地质条件有关的系数和衰减指数,取 $K = 32.1$, $\alpha = 1.57$; Q ——最大段药量,kg; R ——距爆源中心距离,m。

最大段药量 Q 为33.2 kg,距爆源中心最近建筑物距离为63 m,计算得出: $V = 0.08 \text{ cm/s}$ 。

4.2 塌落振动安全校核^[7]

构(建)筑物拆除时,塌落体落地对地面冲击产生振动,其塌落振动计算公式为:

$$V_t = K_t \left[\frac{R}{(MgH/\sigma)^{1/3}} \right]^\beta \quad (3)$$

式中: V_t ——塌落振动速度,cm/s; K_t 、 β ——衰减系数,取 $K_t = 3.37$, $\beta = -1.66$; R ——观测点至冲击地面中心距离,m; M ——下落构件质量,t; g ——重力加速度,取 9.8 m/s^2 ; H ——下落构件质心高度,m; σ ——地面介质的破坏强度,取10 MPa。

烟囱总质量为550 t,其质心高度为42 m。由东侧最近距离点 $R = 45 \text{ m}$,计算得 $V_t = 1.56 \text{ cm/s}$ 。

在爆破安全规程中,爆破振动安全允许标准对于一般民用建筑物要求为振动速度 $< 2.0 \text{ cm/s}$ 。因此,本次烟囱拆除产生的爆破振动 V 及塌落振动 V_t 满足爆破安全规程爆破振动安全允许标准,不会对周边构(建)筑物产生破坏。

5 预处理

(1)通过混凝土钻孔取心机开设定向窗、中间窗。

(2)在爆破前对切口部分的内衬用机械和人工风镐拆除。

(3)将切口高度范围内的铁爬梯及金属支撑架

割断。

6 起爆网路

在本次烟囱拆除爆破中,采用孔底集中装药结构,孔内两发 3 段非电导爆管雷管,孔外两发 2 段非电导爆管雷管接力;采用大把抓连接方式,通过起爆器起爆^[5],网路连接如图 3 所示。

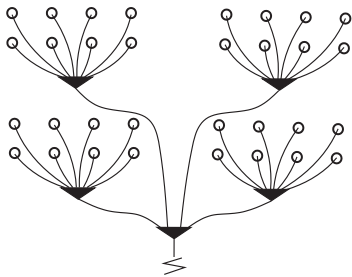


图 3 网路连接示意图

7 安全防护设施

(1) 保证施工安全措施。爆破切口周围用竹子搭建牢固的作业平台,四周架设防护网。

(2) 爆破塌落振动防护措施。在烟囱倒塌中心线上铺设两道 20 m 长、3 m 宽减震土堤;铜业公司及配电房一侧,在围墙内开挖一道 3 m 宽、3 m 深减震沟,减震土堤尺寸及其位置如图 4、图 5 所示。

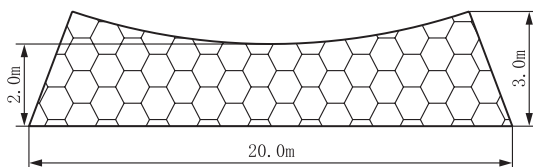


图 4 减震土堤尺寸示意图

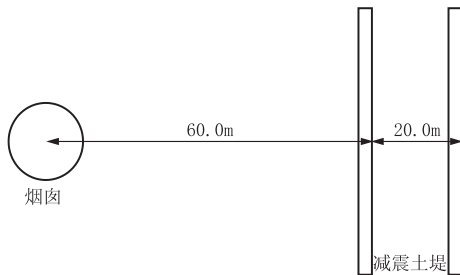


图 5 减震土堤位置示意图

(3) 飞石防护措施。

① 爆破飞石防护。爆破切口部位防护,采用双层竹笆,中间夹单层草帘进行直接防护,控制飞石距离。

② 塌落飞石防护。在烟囱倒塌中心方向上清理

地上所有杂物,并铺设沙土层,避免地上松软泥土夹带碎石因烟囱倒塌冲击压缩空气而被抛出。

在烟囱头部预计落地位置前方用软土垒筑一道长为 10 m、厚为 4 m、高为 4 m 的堵截墙,控制烟囱头部及头部铸铁盖前冲距离。

8 爆破效果

根据现场仪器监测,起爆瞬间,爆破切口内的混凝土外壁及内衬产生破坏,2.8 s 后,上部筒体出现倾斜,烟囱筒体无后坐现象,按照设计方向倾斜,随着倾斜角度变大,烟囱倾倒速度明显加快,倒塌触地后烟囱全部解体。

烟囱爆破瞬间,爆破部位飞石防护良好,烟囱倒塌触地,侧向飞溅物距离约 12 m,倒塌中心线两侧围墙和热气管道完好。烟囱头部有明显前冲现象,但是由于预先垒筑堵截墙作用,大大减少烟囱头部前冲距离,倒塌范围内,四周建筑物、设施均无损坏现象,爆破倒塌瞬间及爆破效果如图 6 所示。



图 6 爆破倒塌瞬间及爆破效果图

9 几点体会

(1) 由于烟囱属于高耸结构体,在爆破瞬间,烟囱失稳,水平载荷(风载荷)对烟囱倒塌方向会产生一定影响。所以,深入研究并掌握风载荷对烟囱倾倒方向的影响很有必要,这能为安全防护措施提供有效的保障。

(2) 烟囱切口参数以及定向窗参数一定要严格设计,准确无误,并精细施工,它是影响烟囱倒塌方向的决定性因素。

(3) 当爆破切口标高提高时,爆破部位位于空中,爆破飞石距离会较地面爆破飞石距离远,因此,爆破部位必须采取有效的遮挡防护^[8]。

(4) 烟囱爆破区域倒塌中心线范围内应做好安全防护工作,控制爆破可能产生的各种危害效应,特别是针对烟囱倒塌触地时出现飞溅物以及烟囱头部

落地前冲现象相应做好防护措施。

参考文献:

- [1] 汪旭光. 爆破设计与施工[M]. 北京:冶金工业出版社,2012.
- [2] 吴立祥,何秀炎. 高度逾百米的钢筋砼烟囱爆破拆除[J]. 煤矿爆破,2008,(1):34-37.
- [3] 余兴春,赵端豪,赵素改,等. 大型钢筋混凝土薄壁圆筒连体粮仓爆破拆除[J]. 工程爆破,2013,19(5):38-40.
- [4] 张建平,费鸿禄,张立国. 两座冷却塔定向爆破拆除[J]. 爆破,2006,23(3):59-61,69.
- [5] 康宏垚. 非电起爆网路系统可靠性研究[D]. 内蒙古包头:内蒙古科技大学,2012.
- [6] 顾毅成. 对应用爆破振动计算公式的几点讨论[J]. 爆破,2009,26(4):78-80.
- [7] 罗艾民,林大能,潘国斌. 建筑物塌落体触地冲击力计算方法研究[J]. 西安科技大学学报,2002,22(3):268-271.
- [8] 邢光武,张北龙,姬震西. 顺德五沙德胜电厂120m 烟囱定向爆破拆除[J]. 爆破,2016,33(3):92-95.

2017 年度《探矿工程(岩土钻掘工程)》杂志优秀论文名单

本刊讯 基于论文被引和网络下载数量,本刊编辑部对2014—2017年刊登在《探矿工程(岩土钻掘工程)》杂志上的

论文进行统计打分,评选出了“2017年度《探矿工程(岩土钻掘工程)》杂志优秀论文”,获奖名单如下:

论 文 名 称	作 者	年,卷(期)	作 者 单 位
海上 Ø914.4 mm 井槽弃井再利用实现单筒双井技术	和鹏飞,侯冠中,朱培,李洪方,罗曼	2016,43(3)	中海油能源发展股份有限公司工程技术分公司;中海石油(中国)天津分公司
我国地质钻探现状和发展前景分析	王达,李艺,周红军,刘跃进,张林霞,孙建华	2016,43(4)	中国地质调查局;探矿工程编辑部;中国地质科学院勘探技术研究所;中国地质装备集团有限公司
煤矿井下水平定向钻进技术与装备的新进展	石智军,李泉新,姚克	2015,42(1)	中煤科工集团西安研究院有限公司
贵州省深部地热钻井现状与发展建议	王虎,陈怡,段德培,吴晓兰,李勇,余立新	2015,42(2)	贵州地质工程勘察院;贵州省地质矿产勘查开发局
汶川地震断裂带科学钻探项目钻井液技术与应用	张统得,陈礼仪,贾军,李前贵	2014,41(9)	中国地质科学院探矿工艺研究所;成都理工大学;北京探矿工程研究所
地基处理优化技术的发展与应用	王东会,马孝春,付宇	2014,41(6)	中国地质大学(北京)
空气潜孔锤在松散地层中的钻进试验	卢予北,王建华,陈莹,罗园,程存平,申云飞,杜朝波	2014,41(7)	河南省深部探矿工程技术研究中心;河南省地热能开发利用有限公司;河南省地矿局第二地质环境调查院;中国地质科学院勘探技术研究所
浅部大位移超长水平段 I38H 井轨迹控制技术	牟炯,和鹏飞,侯冠中,席江军,罗曼	2016,43(2)	中海油能源发展股份有限公司工程技术分公司;中海石油(中国)天津分公司
超大口径钻孔施工技术	杨富春	2014,41(4)	山西省煤炭地质水文勘查研究院
深水油气浅层钻井的“三浅”地质灾害	吴时国,谢杨冰,秦芹,李清平	2014,41(9)	中国科学院海洋研究所;中国科学院海洋地质与环境重点实验室;中海石油研究总院

注:统计数据截止日期为2017年12月14日。

请获奖作者尽快与《探矿工程(岩土钻掘工程)》编辑部联系,提供最新地址和联系方式,编辑部将免费邮寄奖品和证书。

联系方式:0316-2096324 Email:879017787@qq.com。

探矿工程(岩土钻掘工程)编辑部