

文章编号:1673-9469(2009)04-0096-03

## 80m高的钢筋混凝土烟囱定向爆破拆除

张学东,沈古成,李军

(河北工程大学 土木工程学院,河北 邯郸 056038)

**摘要:**本文介绍了采用定向爆破法成功地拆除了复杂环境下高80m的钢筋混凝土烟囱的具体工程实例。通过对钢筋混凝土烟囱结构分析,利用压杆原理设计爆破切口参数,采用交叉复式网路确保其稳定性和安全性,并详细介绍了爆破烟囱的定向方法及安全防护措施。爆破后,烟囱完全按设计方向倾倒,为同类工程参考和借鉴。

**关键词:**钢筋混凝土烟囱;爆破切口;爆破地震波;飞石控制

**中图分类号:** TU746.5

**文献标识码:** A

## Demolition of an 80m reinforced concrete chimney by direction blasting

ZHANG Xue-dong, SHEN Gu-cheng, LI Jun

(College of Civil Engineering, Hebei University of Engineering, Hebei Handan 056038, China)

**Abstract:** This paper presents a successful example of an 80 m reinforced concrete chimney by directional blasting method in a complex environment. Through the structural analysis of the chimney, strut principle was used to design parameters of blasting cut and the parallel closed network was used for stability and safety. The paper also introduces the directional blasting method of the chimney and safety protection measures to reduce vibration and the second touchdown in detail. After the blasting, the chimney crashed down by design, which provides a good example for the similar engineering.

**Key words:** reinforced concrete chimney; blasting cut; blasting seismic wave; fly-rock control

爆破工程技术广泛应用于高层建筑物、高层构筑物(如烟囱、冷却塔、混凝土筒仓)的拆除,由于爆破方案选择不当、工艺设计不合理等引发的如烟囱倒塌偏斜、下坐过大、前冲距离较远、飞石危害、对周边建筑物产生震动、打击等破坏事故也屡见不鲜。如何确保对烟囱类高大建筑物进行安全、高效、迅速的拆除,一直是控制爆破拆除中值得探讨的一个问题。本文以邯郸市某炼钢厂高80m钢筋混凝土烟囱定向爆破拆除为例,针对在复杂条件下烟囱控爆拆除方案的选择、爆破切口、定向窗的设计,爆破参数的选取进行简要研究和探讨,可为类似提供工程设计与施工参考。

### 1 工程概况

待爆破拆除烟囱位于邯郸市西环,高80m,该

烟囱直径5.4m,壁厚0.3m。烟囱为钢筋混凝土筒式结构,混凝土标号为C35,双层钢筋,竖筋 $\Phi 22$ ,间距为120mm,共计150根,环筋 $\Phi 12$ ,从底部至顶部间隔200mm布置,底部有 $0.7\text{m} \times 1.7\text{m}$ 进出口,经计算烟囱地面以上部分中1086t,其重心高度为32m。

烟囱南侧10m处为工具房,北侧50m处为化验室,西侧15m为熔化车间,东侧为一条厂区公路,烟囱周围环境如图1。

### 2 爆破方案

根据烟囱周围环境和现场实地勘测,确定烟囱爆破拆除倾倒方向为南偏东 $25^\circ$ ,倒塌范围以倾倒中心两侧10~15m的狭窄范围之内(图1)。

### 2.1 爆破预处理

首先预拆除烟囱倾倒中心线正前方左右两侧一定范围内的出灰管、烟道、电线及其他妨碍烟囱倒塌的设施,并清理出灰漏斗内积灰,利用切割机械将钢筋割断;接着把烟囱的爬梯和避雷线从 ±0 ~ +6 m 范围内全部割断,以防止爆破过程中产生牵制力;最后用混凝土钻孔取芯机开两侧定向窗,严格按照设计测量标定的界线进行施工,夹角部位用 20mm 芯头,其它部位采用 28 ~ 108 mm 芯头,并使芯头和测量标定的界线相切,将定向窗的整体轮廓钻成后,并用风镐、铁凿将定向窗的夹角二条边处理规整成设计图形。

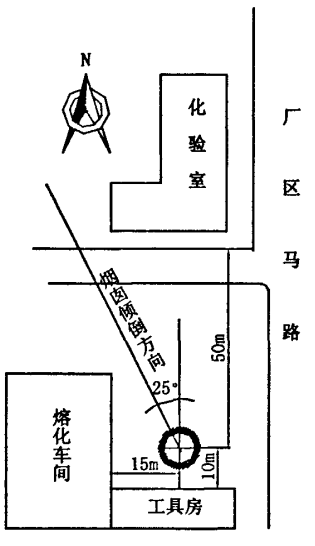


图1 周围环境示意图

Fig.1 Sketch diagram of blasting surroundings

### 2.2 爆破切口

烟囱爆破拆除时,保证工程成功和取得最佳

经济效益的一个非常关键的因素是切口形状、切口长度和切口高度的正确确定。最常用的爆破切口形状,一是梯形,二是矩形和梭形,从打眼和开凿导向窗口方便出发,本工程烟囱切口形状以梯形最好。爆破切口<sup>[1]</sup>长度  $L = \frac{2}{3} \pi D$

爆破切口高度直接受爆破切口形状的影响。采用梯形切口时,对于大柔度压杆在静力作业下,立柱中的立柱单根主筋可视为一端自由、一端固定的压杆,此时可用欧拉公式<sup>[2]</sup>计算临界荷载,即

$$P = \frac{\pi^2 EJ}{(4h_m^2)}$$

式中  $P$ —烟囱总质量;  $E$ —钢筋混凝土的弹性膜量;  $J$ —钢筋截面惯性矩,  $J = \pi d^4 / 64$ 。

### 2.3 定向

为了确保烟囱能准确按设计方向倒塌,开凿定向窗的对称性是保证支撑区对称的关键。根据确定的梯形切口形状,定向窗为 ABC 和 FGH 两个直角三角形,利用风镐提前将两个导向窗口凿出,为保持导向窗口附近混凝土强度,严禁用爆破法开口,定向窗 B、C 两点要求落在竖向钢筋上,定向窗口开启如图 2。

### 2.4 爆破参数设计<sup>[3,4]</sup>

孔径取  $d = 50 \text{ mm}$ ;最小抵抗线  $W = 0.5\delta$ 。

炮孔深度  $l = (0.6 \sim 0.7)\delta$ 。

炮孔间距  $a = 2W$ ; 炮孔排距  $b = a$ ; 炮孔排数为 5 排, 炮孔布置图如图 2; 该烟囱为钢筋混凝土结构, 炸药单耗  $q = 3.5 \sim 4.0 \text{ kg/m}^3$ ; 则单孔装药量  $Q = q \times a \times b \times l = 72\text{g}$ , 实际装药量为每孔 80g。

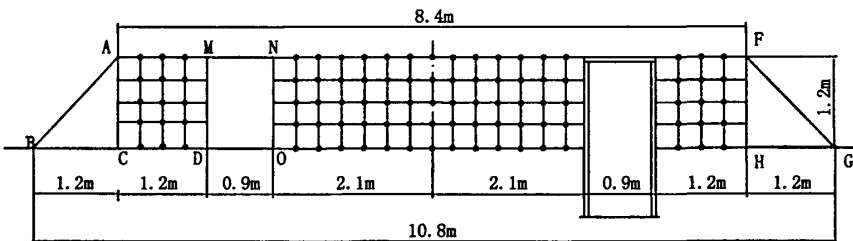


图2 爆破切口及炮孔布置图

Fig.2 Sketch diagram of blasting cut and borehole arrangement

## 2.5 起爆网路

本工程炸药为2#岩石乳化炸药,雷管选用I段、III段非电毫秒雷管,每个炮孔内采用双发同段非电毫秒雷管。采用非电导爆管交叉复式网路,起爆网路示意图如图3。

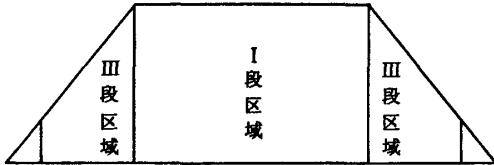


图3 起爆网路示意图

Fig.3 Sketch diagram of diagram of initiation network

## 3 安全技术与防护措施

### 3.1 爆破飞石安全距离

个别飞石最大安全距离<sup>[5]</sup>  $S_{\max}$ 用如下公式

$$S_{\max} = \frac{f_1 f_2 v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$$v_0 = \left( \frac{Q^{\frac{1}{2}}}{W} \right)^2$$

式中  $\alpha$ —飞石抛射角度;  $f_1$ —介质系数,  $f_2$ —防护系数;  $v_0$ —飞石的初始速度;  $Q$ —单孔装药量;  $W$ —最小抵抗线。

### 3.2 爆破地震震动速度

本次爆破引起的质点振动速度根据萨道夫斯基公式<sup>[6]</sup>

$$v_1 = K' K \left( \frac{\sqrt[3]{Q}}{R} \right)^a$$

式中  $K$ —场地介质系数;  $a$ —衰减指数;  $K'$ —爆破拆除修正系数;  $R$ —爆心到最近建筑物的距离。

计算结果小于《爆破安全规程》所规定的钢筋混凝土结构房屋所允许的安全振动速度为5 cm/s的要求<sup>[7]</sup>,所以烟囱爆破落地时不会对周边厂房产生由于震动所产生不良影响。

### 3.3 安全防护措施

1)为防止爆破飞石飞散过远,除严格控制填塞质量外,还在爆破部位用3层草袋作覆盖防护;在爆破切口前拉设铁丝网,悬挂草帘进行隔离防护;东面的车间和西面的工房窗户悬挂草帘进行保护性防护。

2)在离烟囱一定距离之处,采用竹排做成2排长45m,高5m的防护排架,以防止起爆时个别飞石的溅出,为了防止烟囱倾倒时发生二次飞石伤人事故,利用荆笆、脚手架呈扇形固定于烟囱倾倒方向上。

3)为了防止烟囱落地时反弹并减缓烟囱落地时瞬间产生的巨大冲击力,爆破前沿烟囱倾倒中心线垂直方向上堆放5条间隔15m的砂堆,其高为2m,宽约1.5m,长约15~25m,在烟囱倾倒后方沿倾倒中心线平行挖一条长约14m,宽为2m的减震沟。

## 4 爆破效果

随着一声闷响,烟囱根部冒出烟尘,烟囱先向下沉,起爆后约6s烟囱整体下坐后按预定方向倾倒,烟囱倾倒至60°时在35m处地方呈45°角度方向出现明显裂缝,烟囱倒塌堆积中心线准确无误地指南偏东25°,烟囱完全按设计方向倾倒。

## 5 结语

本工程采用砂袋堆和缓冲垫层能有效缓冲烟囱倾倒时的落地振动,并控制碎块的飞溅;本文用混凝土钻孔取芯机将定向窗整体取出的方法与用密集孔、小药量松动预裂爆破开定向窗的方法相比较,夹角更规整,时间更短,同时减少了对烟囱的损伤,值得其他工程参考和借鉴。

### 参考文献:

- [1] 冯叔瑜.城市控制爆破[M].北京:中国铁道出版社,2000.
- [2] 李玉岐,谢康和.烟囱爆破拆除的切口参数研究[J].中国矿业,2004,13(11):21-24.
- [3] 陈德志,丁帮勤.苛刻条件下100m高钢筋混凝土烟囱的定向爆破与振动测试[J].工程爆破,2003,9(2):33-35.
- [4] 施富强,柴俭.狭长区域内120m钢筋混凝土烟囱控制爆破拆除[J].工程爆破,2004,10(2):27-30.
- [5] 范磊.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.
- [6] 刘殿中,杨仕春.工程爆破实用手册(2版)[M].北京:冶金工业出版社,2003.
- [7] 中华人民共和国标准.爆破安全规程(CB6722—2003)[S].北京:中国标准出版社,2004.

(责任编辑 马立)

# 80m高的钢筋混凝土烟囱定向爆破拆除

作者: [张学东](#), [沈古成](#), [李军](#), [ZHANG Xue-dong](#), [SHEN Gu-cheng](#), [LI Jun](#)  
作者单位: [河北工程大学, 土木工程学院, 河北, 邯郸, 056038](#)  
刊名: [河北工程大学学报\(自然科学版\)](#)   
英文刊名: [JOURNAL OF HEBEI UNIVERSITY OF ENGINEERING \(NATURAL SCIENCE EDITION\)](#)  
年, 卷(期): 2009, 26 (4)  
被引用次数: 2次

## 参考文献(7条)

1. [冯叔瑜](#) 城市控制爆破[期刊论文]-北京:中国铁道出版社 2000
2. [李玉岐](#); [谢康和](#) 烟囱爆破拆除的切口参数研究[期刊论文]-[中国矿业](#) 2004(11)
3. [陈德志](#); [丁帮勤](#) 苛刻条件下100m高钢筋混凝土烟囱的定向爆破与振动测试[期刊论文]-[工程爆破](#) 2003(02)
4. [施富强](#); [柴俭](#) 狭长区域内120m钢筋混凝土烟囱控制爆破拆除[期刊论文]-[工程爆破](#) 2004(02)
5. [范磊](#) 拆除爆破中飞石产生的原因及其防护[期刊论文]-[工程爆破](#) 2002(01)
6. [刘殿中](#); [杨仕春](#) [工程爆破实用手册](#)[期刊论文]-北京:冶金工业出版社 2003
7. GB 6722-2003. [爆破安全规程](#)[期刊论文]-北京:中国标准出版社 2004

## 引证文献(2条)

1. [罗明荣](#); [陈斌](#); [池恩安](#) 外加固砖烟囱爆破拆除前冲事故分析[期刊论文]-[爆破](#) 2010(3)
2. [张学东](#); [张学峰](#); [李正](#); [沈古成](#) 大直径双曲线钢筋混凝土冷却塔爆破拆除[期刊论文]-[河北工程大学学报\(自然科学版\)](#) 2010(3)

本文链接: [http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_hbjzkjxyxb200904024.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_hbjzkjxyxb200904024.aspx)