

## 薄壁钢筋混凝土烟囱和水塔定向爆破拆除

发布时间: 2007-08-08

杨年华

(铁道科学研究院 北京 100081)

摘要: 结合某薄壁钢筋混凝土烟囱和水塔的定向爆破拆除, 提出了解决确保爆破安全、成功的几条重要技术措施。①爆破切口圆心角可减小到 $208^\circ$ ; ②在后支撑中心点加钢斜腿支撑, 既增大了抵抗烟囱的下坐支撑力, 又克服了烟囱的后坐力; ③采用“<”形锐角定向窗切口, 使定向窗端部受力更均匀; ④首次试用快干水泥堵塞炮孔, 有效防止了浅眼爆破的冲炮; ⑤试用砂包墙埂作飞石防护屏障, 既彻底阻挡了飞石, 又屏蔽了爆破声响。最终爆破效果相当完美。

关键词: 定向爆破, 拆除, 烟囱, 水塔, 定向窗

### 1 前言

在我国利用定向爆破技术拆除了大量的钢筋混凝土烟囱和水塔, 大多数工程都取得了成功, 但是并非说明钢筋混凝土烟囱和水塔定向爆破技术已十分完善, 实际工程中仍然存在定向性偏差、塌落振动较大、爆破飞石和触地飞溅较远等问题。2005年3月在铁科院家属区进行了一次定向爆破拆除钢筋混凝土烟囱和水塔, 通过某些技术改进成功地实现了准确定向、无爆破飞石、无触地飞溅和轻微的塌落振动。下面结合测试分析谈谈此钢筋混凝土烟囱和水塔定向爆破成功的一点体会。

### 2 工程特点

铁科院家属区内有一座烟囱和水塔并用的构筑物, 建于1980年, 属于钢筋混凝土薄壁筒体结构, 底部筒壁厚 $160\sim 180\text{mm}$ , 混凝土标号为C30, 竖向配筋为 $\Phi 16@180$ , 一周共64根, 横向配筋为 $\Phi 8@150$ 。内衬耐火砖层厚 $240\text{mm}$ , 与筒壁间隙 $90\text{mm}$ , 烟囱高 $40\text{m}$ , 在 $32\text{m}\sim 37\text{m}$ 高度挂搭一倒锥形水塔, 见图1。烟囱底部直径 $4\text{m}$ , 顶口直径 $2\text{m}$ , 顶部水塔最大直径 $10\text{m}$ 。底部正东侧有一宽 $2.2\text{m}$ 、高 $1.6\text{m}$ 的烟道口, 倒塌方向为正西。倒塌场地环境条件较好, 环境平面详见图2。

### ☑ 相关信息 [\[更多\]](#)

- [复杂环境下120m烟囱定向大型连体筒仓拆除爆破技术\(11层钢筋混凝土框架楼房爆破120 m不对称烟囱定向拆除高耸建筑物定向爆破倾倒设计兰新线武威南站编组场桥台爆破\)](#)

### ☰ 热点排行



- [爆破安全规程\(GB672\)](#)
- [某公司招聘爆破工程师](#)
- [爆破工程技术人员](#)
- [工业炸药专用术语](#)
- [某公司急聘3名爆破专业工程技术人员安全技术](#)
- [爆破工程技术人员](#)
- [工业炸药的主要成分有哪些](#)
- [某公司急聘爆破专业工程技](#)
- [中爆网简介](#)
- [起爆器材专用术语](#)
- [中国典型爆破工程与技术目](#)
- [工业炸药](#)
- [工业雷管的作用原理是什么](#)

### ☰ 站内搜索

输入关键字

搜索

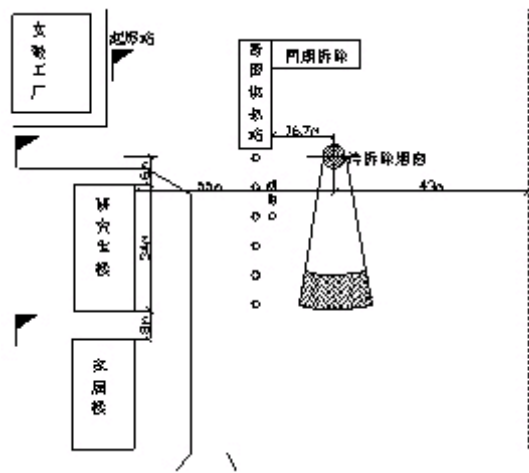


图2 倒塌场地环境平面图

该烟囱定向爆破的技术难点主要有以下几方面：(1)烟囱为薄壁结构，且后部有较大的烟道口，当后部烟道口封堵强度和支撑力不够，爆破后烟囱切口部位可能会首先发生下坐，从而引起倾倒方向失控；(2)薄壁筒体爆破时，因堵塞长度短，常规药量下容易发生冲炮，装药量偏大又引发大量的飞石，且爆破声响过大；(3)虽然烟囱倾倒正前方场地空旷，但北侧靠居民楼较近，触地飞溅和塌落振动的控制极为重要。

### 3. 爆破设计要点

根据现场环境条件，烟囱倾倒方向拟选择向正西方向倒塌，为方便爆破切口部位钻孔施工，烟囱爆破切口高度选择在 $0.3\text{m}\sim 1.5\text{m}$ 处。根据力学分析，实现钢筋混凝土烟囱和水塔顺利倒塌的切口尺寸应满足以下原则：

(1) 要保证烟囱不发生爆破瞬时下坐，确保按预定方向顺利倾倒，在爆破形成切口瞬间，烟囱自重 $P$ 作用力在余留截面上的压应力应小于钢筋混凝土的抗压强度 $[\sigma_{\text{压}}]$ ，取 $[\sigma_{\text{压}}]=25\text{MPa}$ 。

(2) 在烟囱爆破切口闭合过程中，烟囱自重产生的倾覆力矩在余留截面上所产生的拉应力 $\sigma_{\text{拉}}$ 必须大于钢筋混凝土的抗拉强度 $[\sigma_{\text{拉}}]$ 。

(3) 在烟囱发生倾倒后，达到切口闭合时烟囱的重心偏移应大于烟囱底部的外半径。

据此爆破切口圆心角、定向窗和后支撑处理按如下思想设计：

设爆破切口弧长对应圆心角为 $\beta$ ，爆破切口形成后，切口内纵筋失稳而退出工作，余留支撑截面上承载着全部重力和重力偏心矩。考虑到该钢筋混凝土烟囱和水塔为薄壁筒体结构，底部壁厚仅 $18\text{cm}$ ，并且在后部支撑截面上还开设了 $2.2\text{m}$ 宽的烟道口，虽然后部烟道口砌砖墙封闭了，但其强度比不上钢筋混凝土墙壁，为此采取了三条措施满足上述力学分析原则，确保烟囱和水塔定向倾倒：①将爆破切口圆心角减小为 $208^\circ$ ，增加余留截面的支撑力，防止烟囱和水塔自重压力过大，发生快速下坐；

图3 烟囱爆破定向窗和后支撑处理

②在后支撑中心点加一钢管斜支腿，既增大了抵抗烟囱水塔下坐的支撑力，又克服了烟囱水塔的后坐力，加强了定向倾倒的可靠性；③采用“<”形锐角定向窗切口。通常高耸构筑物定向爆破的定向窗形状为矩形、正梯形或倒梯形等。根据受力分析和模拟计算<sup>[1]</sup>，认为梯形角定向窗的尖端受力条件不如“<”形锐角受力均匀；而且小锐角比大锐角好，为了施工方便开设的定向窗夹角最小为 $\alpha=20^\circ$ 。如图3所示。实践证明这些措施对薄壁结构的钢筋混凝土烟囱和水塔定向爆破拆除发挥了重要作用，烟囱和水塔倒塌定向非常准确。

### 4. 定向窗和爆破参数的合理取值

#### 4.1 切口高度 $H$ 的确定

爆破缺口高度 $H$ 是保证定向倒塌的一个重要参数。缺口高度过小，烟囱在倾倒过程中会出现偏转，达不到正确的倒塌方向；爆破缺口过大，会增加钻孔和防护工作量，也会加速烟囱下坐。根据计算爆破缺口高度 $H$ 取

1.2~1.3m就能保证烟囱和水塔完全倾倒。

#### 4.2定向窗的布置及尺寸

为了确保烟囱按设计的倒塌方向倒塌，在爆破切口两端用风镐和人工方法开凿两个定向窗。其作用是将保留部分与爆破切口部分隔开，保证烟囱爆破按正确的方向倒塌。定向窗为三角形，顶角角度 $20^\circ$ ，顶角长1.0m，高0.35m。见图4。

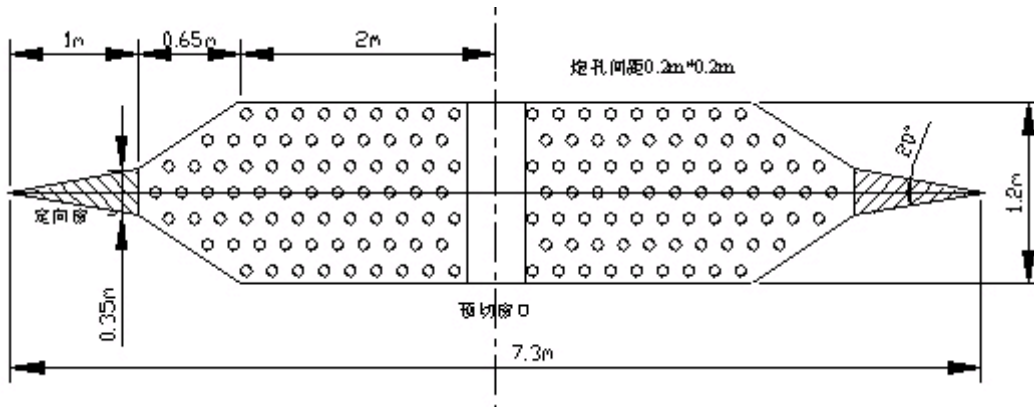


图4 切口及定向窗示意图

#### 4.3炮孔参数

炮孔布置在爆破切口范围内，相邻排间炮眼采用梅花形布置。炮眼深度取0.7倍烟囱混凝土壁厚，则：炮眼深 $L=0.7*18=12\text{cm}$

由于烟囱壁厚仅为18cm，这种薄壁结构爆破参数不能按常规考虑，参照类似成功实例<sup>[2]</sup>，取孔距 $a=20\text{cm}$ 和排距 $b=20\text{cm}$ 。炸药单耗 $q$ 应大于 $3\text{kg}/\text{m}^3$ 。

则单孔装药量 $Q=q*a*b*\delta=21\text{g}$ ，实际单孔装药量：上部 $Q=25\text{g}$ ，下部 $Q=35\text{g}$

#### 5. 炮孔堵塞与飞石防护

由于爆破部位墙壁很薄，炮孔深度仅12cm，装药部位至少留有雷管长度6cm，这样实际堵塞长度只有6cm，若用一般炮泥堵塞很难密实，极易发生冲炮。一旦冲炮出现，不仅影响爆破效果，而且还产生强烈冲击波，在居民密集区造成不良后果。鉴于堵塞质量的重要性，我们首次尝试用快干水泥堵塞炮孔。快干水泥的凝固时间可以根据需要通过改变配方来调整，通常在20分钟~2小时内完全凝固。由于本次爆破炮眼较少，装药时间短，我们选用了20分钟就能凝固的快干水泥，2小时后基本达到85%以上的强度，炮孔堵塞质量得到了全面可靠的保证。

爆破拆除钢筋混凝土结构对个别飞石的防护，除了精心设计之外，必须精心施工，但由于施工误差，常会有个别炮孔存在抵抗线差异，而导致药量过大，产生飞石。特别对于薄壁钢筋混凝土结构的爆破，由于选取的炸药单耗量很大，大量飞石是不可避免地，所以必须对爆破飞石进行严密防护。

本次爆破对飞石控制采取了最严密的防护措施，即在烟囱的爆破切口外围0.5米远处堆码一道砂包墙埂作防护屏障，砂包墙埂高2m、宽0.5~1m。见下图5。

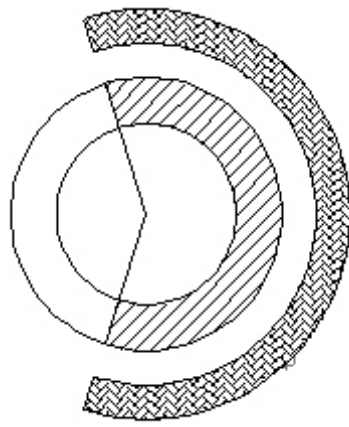


图5 砂包墙埂作爆破飞石防护屏障的设计与施工图片

关于防止烟囱水塔触地飞溅的防护措施，仍然采用常规的砂包缓冲埂<sup>[3]</sup>，以及水箱头部触地点开挖松散填土坑等方法。这些措施既能防止触地飞溅，又能降低触地振动。

## 6. 爆破效果分析

根据爆破后和倒塌过程的录像资料分析，本次爆破取得了非常满意的效果，具体表现在以下几方面：

- (1) 倾倒方向非常准确。烟囱和水箱完全准确地落入预设的松土坑内，几乎没有方向性偏差。
- (2) 爆破振动和触地振动轻微。从烟囱根部垂直倾倒方向30m远处的测振结果来看，触地振动最大，垂直质点速度峰值为0.5cm/s；爆破振动最小，垂直质点速度峰值为0.2cm/s；中间有烟囱和水塔发生下坐破坏时产生的振动，其垂直质点速度峰值为0.22cm/s，振动发生在爆破后3秒，持续时间长达1.5秒，见图6。若没有后部钢管斜支撑，可能下坐破坏还要提前，这对准确控制定向倾倒极为不利。

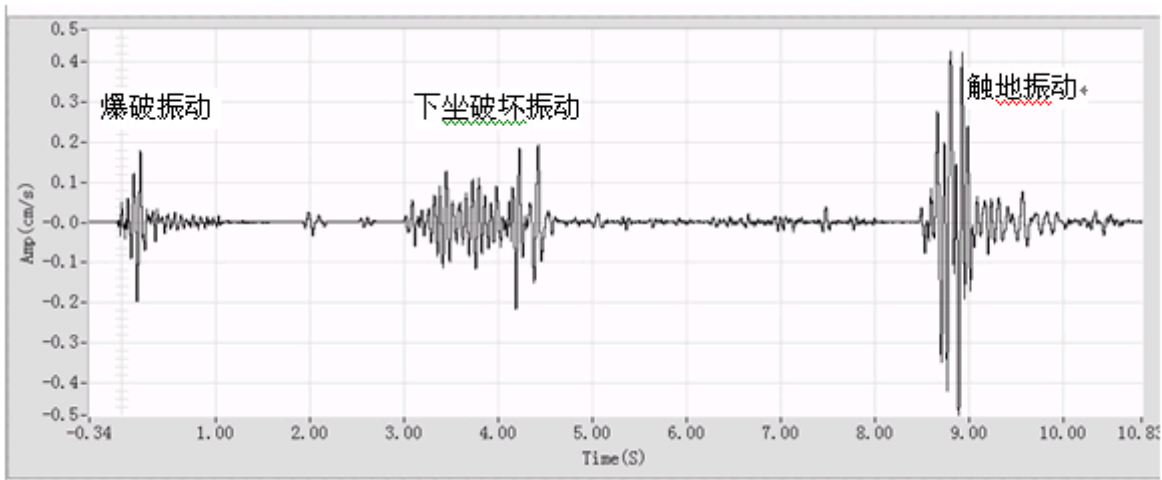


图6 烟囱和水塔爆破拆除时检测地震波形图

- (3) 飞石防护效果好、爆破声响小。根据爆破后现场调查和倒塌过程的录像资料，发现爆破体周围向前最远的飞石距离仅7m，烟囱和水箱触地没产生任何飞溅。爆破烟尘和触地烟尘较少，当水车开到时洒水1分钟后，就可看清烟囱主体了。

距离爆破点60m远处墙壁前进行了噪音测试，最大声响为85分贝。爆破声响较小与炮孔堵塞质量好及砂包墙埂的屏蔽有关。

## 参考文献

- [1] 杨年华，百米以上钢筋混凝土烟囱定向爆破拆除技术[J] 工程爆破，2004年12月，第10卷，第4期 26-30

[2] 金骥良、顾毅成、史雅语 编著 拆除爆破设计与施工[M] 中国铁道出版社，北京2004年

[3] 杨年华，张志毅等. 120m不对称烟囱定向拆除爆破技术[J] .中国铁道科学. 2002 , Vol.23, No.3 :104-

107



责任编辑：段雅兰



评论本文：

姓名：

邮箱：

主页：

内容：

本站文章内容未经授权严禁转载、摘编、复制或建立镜像。如有违反，追究法律责任  
版权所有 中国爆破网 CBSW.cn