

# 粤西某复杂环境水泥厂整体爆破拆除技术

陈仲超

(广东肇庆广地爆破工程公司, 广东 肇庆 526020)

**摘要:** 粤西某水泥厂拟对该厂两条生产线进行整体爆破拆除。由于环境复杂, 爆破规模大, 施工难度很大, 特别是双排水泥窑的高宽比小, 采取常规底部立柱爆破切口难以使水泥窑顺利倾倒。通过选取合理的爆破参数, 并以充分的预拆除配合, 采取合理的爆破网路, 安全、快速地完成了该水泥厂整体爆破拆除。同时, 采取了一系列爆破危害综合控制措施, 确保了爆破安全和环保作业。

**关键词:** 复杂环境; 爆破拆除; 爆破危害; 综合控制

中图分类号: TD235.37 文献标识码: B 文章编号: 1672-7428(2007)03-0054-04

**Blasting Demolish Technology for a Cement Plant in Complicated Environment in West of Guangdong/CHEN Zhong-chao** (Guangdi Blasting Engineering Co., Zhaoqing Guangdong 526020, China)

**Abstract:** The paper introduces the blasting demolish technology used for a cement plant. The blasting is difficult because of the complicated environment and large blasting scale, especially small height-to-width ratio of double row cement kiln. Rational blasting parameters, full pre-demolish, rational blasting circuit were adopted in the engineering and a series of integrated control measures for damage from blasting were taken to ensure blasting safety and environmental protection.

**Key words:** complicated environment; blasting demolish; damage from blasting; integrated control

## 1 工程概况

位于粤西的某水泥厂, 因生产工艺落后、污染严重, 拟对水泥厂两条生产线进行整体爆破拆除, 而对厂区内食堂、办公楼保留。该水泥厂拟拆除区由 14 座楼房和 32 个水泥窑组成, 总建筑面积约 10500 m<sup>2</sup>。楼房为 3~8 层框架结构房屋, 高度 9~25 m; 水泥窑分为单排水泥窑和双排水泥窑, 高度 16~22 m。该水泥厂为 20 世纪 80 年代初期建造, 现在厂区边已建成一个工业区。拆除区距离周边工厂、宿舍区及国道很近, 为了尽可能地降低爆破施工对周边工厂及四周环境的影响, 业主要求整个厂区进行一次性整体爆破拆除。

爆破拆除区四周环境: 东面距离约 4 m 为水泥厂食堂, 拟保留不拆除; 距离约 20 m 为水泥厂办公楼, 拟保留; 东面最近距离约 40 m 为国道 324 线; 西面距离水泥厂配电房及变压器分别为 16 和 6 m; 南面距离 10 m 为石材加工厂, 距离 80 m 为农村平房; 北面与石材厂最近距离为 2 m; 西北角距离住宅楼房约 26 m, 距离 0.5 m 有条通信光缆。见图 1。

## 2 工程特点与难点分析

(1) 此次爆破的建筑物较多, 共有 14 座楼房和

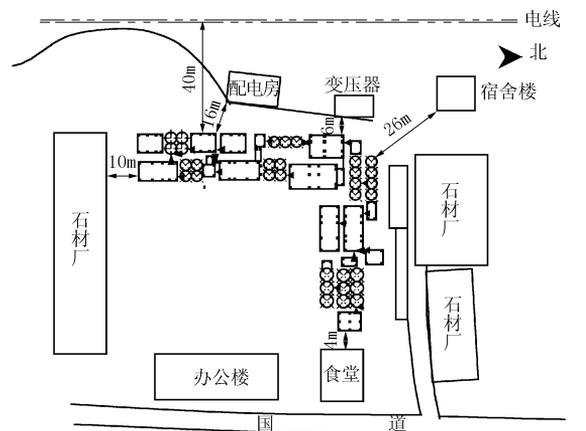


图 1 爆破四周环境示意图

32 个水泥窑, 总建筑面积约 10500 m<sup>2</sup>, 爆破规模较大。在工业区内实施大规模的爆破, 要求对四周环境产生较小的影响, 难度较大。

(2) 爆破对象的结构复杂, 大部分厂房层高不均匀, 各厂房互相之间又有牵连。部分厂房内还有钢筋混凝土剪力墙结构物。水泥窑分为单排窑和双排窑, 水泥窑之间、水泥窑和厂房之间的距离均比较近, 如何使不同形状、不同结构的建筑物在爆破时不产生不良的相互影响, 顺利倾倒, 是一个难题。

爆破区四周环境复杂, 尤其是距离北面的光缆

收稿日期: 2006-10-23

作者简介: 陈仲超(1974-), 男(汉族), 广东阳西人, 广东肇庆广地爆破工程公司技术部部长、工程师, 土木工程专业, 从事工程爆破技术及探矿工程技术工作, 广东省肇庆市梅庵路 9 号, (0758)2845484, 13827557548, chen3456@163.com.cn。

及工厂区比较近,需严格控制爆破危害,确保爆破倾倒方向的准确无误,确保不损害周围建筑物。

(3)本工程的重点技术难点是双排水泥窑爆破。单个水泥筒体的直径为6.6 m,双排水泥窑宽度达到13.2 m,水泥窑底部支撑立柱高5.4 m,底部漏斗下沿距离地面高度2.5 m。水泥窑总高21 m(含顶部建筑物)。水泥窑的高宽比较小,同时水泥窑筒体厚度仅10 cm,不易实施炮眼爆破,要达到较好的倾倒效果难度很大。在开始设计阶段,曾考虑采取下部立柱布置炮眼形成单向倾倒爆破切口,上部水泥窑水压爆破相结合的方式。但水泥窑很难密封装水,而且现场水源不便,再考虑到爆破后废水可能对周围环境造成污染,故水压爆破难以实施。

(4)爆破粉尘控制难度较大。水泥窑内部存有比较多经研磨的粉状半成品,水泥窑爆破倾倒时产生的粉尘难以控制。在各厂房的楼板墙面上也积累了较多的粉尘,如果不采取措施,爆破倾倒时粉尘将会很大;在整体拆除爆破设计中,布置了2000多个炮孔,一次爆破,如果不加以控制,爆破破碎混凝土产生的粉尘量也不小。按照当地环保部门的要求,必须对粉尘进行严格控制。

(5)爆破震动控制难度大。因待拆除的建筑物处于工业区内,距离需要保护的建筑物比较近,而且一次爆破楼房多达14栋和水泥窑多达32个,布置2600多个炮眼,爆破时炸药爆炸引起的震动和建(构)筑物倾倒触地产生的震动控制难度较大。

(6)爆破网络的敷设难度较大。待爆破的建筑为两条水泥生产线,各个建筑体之间间隔很近,并且互相牵连。整个爆破网络的敷设既要保证爆破震动控制在规定的范围内,又要确保网路可靠,对敷设质量有较高的要求。

### 3 设计方案

根据水泥厂的现状,综合考虑工程的特点与难点,拟采取如下的设计方案。

#### 3.1 方案选择

根据拆除现场的实际情况和业主对工程的施工安排,拟对整个水泥厂建筑群实施整体爆破拆除。为了尽可能降低爆堆高度,方便机械二次破碎,采取定向控制爆破技术,严格控制建(构)筑物的塌散范围。为了尽可能减小爆破震动及塌落震动,采用延时起爆方式。

#### 3.2 爆破总体方案

待爆破水泥厂的建筑为两条水泥生产线,在平

面上90°V形分布。充分利用厂内空地,使所有的建筑均向空地倾倒。因每条生产线又可分为两排建(构)筑物,故首次起爆的第一排建筑采取了很高的爆破切口,使第一排建筑爆后达到“楼板贴楼板”的效果;第二排采取一般的切口型式,爆破后部分压在第一排建筑上。

#### 3.3 参数设计

##### 3.3.1 爆破切口

(1)厂房:第一排建筑的首排立柱炸高至四楼,高约12 m,末排立柱(共2~4排柱不等)爆破至第一层全层;第二排建筑的前排立柱的炸高爆至第三层楼,高约9 m,末排立柱布2个炮眼,爆破切口外的楼层立柱布2个炮眼(末排立柱除外)。

(2)单排水泥窑:前排水泥主窑的第一排立柱爆破至小泥窑圈梁底,高为5.4 m;第二排立柱不布眼。第二排水泥窑前排立柱爆破高度为5.4 m;第二排立柱布4个炮眼,炸高1.05 m。布眼目的是使前排水泥窑单向倾倒,不产生后坐;后排水泥窑产生约1.05 m的后坐,使两排水泥窑爆破后尽可能贴实,减少后排水泥窑上翘。

(3)双排水泥窑:是本工程的施工重点和难点。双排水泥窑的总高为21.0 m,宽度为13.2 m。设计前排炮眼爆破至圈梁炸高6.0 m。前排水泥窑的筒体沿爆破切口位置用液压镐把混凝土凿离钢筋,使前排立柱上爆破后破坏高度超过8.0 m;最后一排立柱不布置炮眼;爆破切口范围内的横梁布置炮眼爆破。

##### 3.3.2 炮眼布置与装药量

共布置炮眼2052个,使用雷管2480发,孔内装1发半秒延时非电导爆管雷管,孔外接力联接采用毫秒延时第1段非电导爆管雷管。单孔装药量按 $1000\text{ g/m}^3$ 的单耗计算,装药总量为202 kg。

#### 3.4 预拆除

厂房预拆除:所有与倾倒方向平行的墙体、楼梯采取机械或者人工方法预拆除,与倾倒方向垂直的墙体不预拆除;在设计爆破切口范围内与倾倒方向平行的横梁布3个炮眼爆破使之折断。

双排水泥窑预拆除:在设计爆破切口范围内的水泥窑筒体用液压镐预先将混凝土破碎,但钢筋不拆除。前排水泥窑漏斗预先用液压镐拆除。

建筑物或构造物之间的牵连物在爆破前用机械或人工方法拆除。

#### 3.5 爆破网路

炮眼内装1发5 m长的半秒延时非电导爆管雷

管,装药防护后收集塑料导爆管组成导爆管束,每束导爆管再采用2发毫秒延时第1段导爆管雷管(MS-1)作为接力雷管,形成复式交叉起爆系统。最后用2发串联的电雷管引爆。

#### 4 施工难点处理

本工程施工难点是双排水泥窑的爆破。根据以往的施工经验,因双排水泥窑的筒体坚固,倾倒地以后一般不会被压扁;高宽比较小,仅为1.59;重心相对较低,双排筒体总宽度13.2 m,而其底部立柱高仅为5.4 m,所以仅爆破底部立柱形成的爆破切口不足以使水泥窑重心移出筒体平面投影范围外,不能使水泥窑顺利倾倒。在以往施工中,采取在中间分隔带切缝的方法将双排水泥窑切割成相对独立的两排,再采用延时起爆可达到较好爆破效果,但开凿切割缝难度大,施工效率低,工期长,成本高。

本工程中对双排水泥窑采取了较多的预拆除,前排下部漏斗采取机械拆除方法,将混凝土凿脱离钢筋,钢筋切断;爆破切口内前排水泥窑从圈梁以上部分用液压镐拆除至距离地面8 m高,混凝土脱离钢筋,钢筋不切断;最后一排立柱不布置炮眼。

#### 5 爆破危害控制及环境保护措施

爆破区处于工业区内,为了尽可能地降低爆破时对周围环境的影响,使爆破各项指标符合安全与环保要求,采取了一系列爆破危害控制及环境保护措施,具体如下。

##### 5.1 爆破飞散物的控制措施

对爆破飞散物的控制采取了对布眼部位进行包裹及对石材厂方向悬挂软式安全网的方法防护。对布眼部位的防护采取一层稻草袋一层竹芭防护。在石材厂方向悬挂软式安全防护网,悬挂高度6 m。实践证明,通过爆破试验确定的“混凝土脱离钢筋笼,主筋不炸断”的合适装药量,近体防护可将爆破个别飞散物控制在5 m范围内。

建筑物倾倒地飞溅物控制措施:在爆破一个星期前,开挖排水沟,将地上的积水排干并让太阳晒干,防止建筑物触地引起淤泥飞溅;在地面上铺上一层预拆除下来的碎渣和松软泥土,防止建筑物触地引起泥浆飞溅。

##### 5.2 爆破震动控制措施

爆破震动的控制包括炮眼炸药爆炸引起的震动和建(构)筑物塌落到地面引起的震动控制。

炸药爆炸引起的爆破震动控制措施:采取延时

爆破,限制最大一响装药量的方法。孔内装半秒延时非电导爆管雷管,排间延时0.5 s,孔外引爆采用毫秒延时非电导爆管雷管。控制最大一响药量小于5 kg。

塌落震动控制爆破措施:除采用延时爆破使各栋建筑物依照一定的时间差依次倒塌到地面外,另在建筑的首层及外部倾倒地范围内铺上一些预拆除下来的碎石渣及一些松软的泥土,使建筑倾倒地时起到很好的缓冲作用。

##### 5.3 爆破粉尘的控制措施

用草袋、竹芭包裹布眼部位降低粉尘;在草袋上浇水,使爆破时部分粉尘附在草袋上,减少扬尘;在周围工厂的窗口悬挂防尘帘,阻隔粉尘;清除各层厂房楼板上的灰尘,并且在楼板上用水洒湿,减少扬尘。

##### 5.4 爆破警戒

爆区边缘四周150 m范围内划定爆破警戒圈。在爆破3天前发布爆破告示;爆破1 h前清场,在路口及人员通行路段等设置多个警戒点,相邻警戒岗位之间视线可相互联通,并通过对讲机保持联系。爆破后等候规定时间后先由工程技术人员进入爆破现场检查是否存在不安全因素,待确认爆破安全后再解除警戒。

#### 6 爆破效果

2006年9月8日下午4时,笔者按下起爆器按钮,只听到一声不大的闷响,整个水泥厂建(构)筑物自南→北→东的顺序呈波浪式依次倾倒。爆破后进入现场检查发现,总体爆破效果十分理想:楼(厂)房的楼板贴紧了,爆堆被压实了,爆堆总高降到了3层楼高(约9 m)以下;单排水泥窑紧贴地面,可方便地进行二次破碎;双排水泥窑与地面的倾角小于30°(爆破过程见图2)。液压镐机械以旁边厂房碎渣为机座,对双排水泥窑进行二次破碎十分安全和方便。周围的厂房、配电房、管线等均安然无恙;个别飞散物未超过5 m。西、北两面悬挂的软式安全防护网大约有2/3未被损坏,可回收使用。

#### 7 施工体会

(1)本次爆破能取得比较好的效果,在于施工前对爆破区建(构)筑物及四周环境的细致勘察,对建(构)筑物结构等现状资料的充分掌握,并精心设计及科学组织施工。

(2)对框架结构的厂房,为了使厂房倒塌充分,



图 2 双排水泥窑爆破过程

降低爆堆高度,除了在爆破切口范围内的立柱布眼爆破外,还采取了下列措施:在切口范围内与倾倒方向平行的横梁布 2 个炮眼,使爆破时横梁折断;在切口范围外的其它各排立柱,除最后一排柱外,每层布 2 个炮眼装药爆破,以使楼房倒塌充分。爆破实践证明,措施是有效的。

(3)对于只有 2 排立柱的水泥窑,可以通过对后排立柱的网路和爆高控制,从而对水泥窑的后坐进行定量控制。

(4)对双排水泥窑爆破是本次爆破工程的重点

(上接第 42 页)

水下砼 C10(添加速凝剂)浇注,待初凝 8~10 h 后,固壁作用开始发挥,进行透槽施工,循环使用此方法直至穿透坍塌段。

## 5.2 成槽、成墙

砾(卵)石松散、易塌层经固壁后,使用常规法成槽施工达到设计要求的深度,然后浇注水下砼并成墙。

## 6 结语

处理极松散段的砾(卵)石层,采用上述方法可

(上接第 46 页)

## 7 结语

通过对混凝土机理的研究和环境的分析,结合试验数据,确定了通过掺入外加剂进行有机补偿和施工合理的控制,对增强混凝土的耐久性、延长混凝土建筑物使用寿命具有很强的现实意义。同时通过

和难点。在爆破切口范围内的前排水泥筒体的预处理一定要充分。因双排水泥窑的高宽比小,设计的爆破切口,必须使爆破后爆破切口闭合时,整个构筑物的重心的平面投影一定要移出水泥窑的平面投影的边缘之外,才能确保水泥窑顺利倾倒。为了防止爆破后水泥窑下坐,爆破切口范围外的立柱折断影响倾倒,最后一排柱可不布眼。爆破后,水泥窑的重力足以使最后一排柱折断。

(5)爆破后产生的粉尘较大。虽然采取了爆破前清扫楼板积尘、部分厂房楼板上设置水池、对包裹布眼立柱的草袋洒水等措施,但因爆破规模较大,部分水泥窑里还储有半筒的半成品(泥粉)等,致使爆破后的粉尘仍然较大。以后的爆破中,为更好地保护环境,应采取更多措施加以控制。

## 参考文献:

- [1] 黎剑华,赵江倩,等.大型水泥筒仓结构群体的拆除爆破技术[J].工程爆破,2006,(1):35-38.
- [2] 刘殿中.工程爆破手册[M].北京:冶金工业出版社,1993.
- [3] 冯叔瑜,吕毅,等.城市控制爆破[M].北京:中国铁道出版社,1996.

致谢:本次拆除爆破工程的设计在广东 2006 年爆破技术人员培训班学习期间得到了考核专家组史雅语教授的热情指导,设计与施工得到了广东肇庆广地爆破工程公司经理黎学平高级工程师的指导,在此深表谢意!

大大节省人力物力,我们将此法应用于江西省丰城市赣江大堤粮 2 标段、抚州赣抚大堤八宝堤段、廖坊水库大堤等多个工程项目的松散、易塌地层成槽施工实践,效果良好,且实现了槽内骨料的综合利用;完工项目所形成的防渗墙,经汛期洪水的考验,坝基附近的泡泉、涌水现象消失,止水效果良好。

致谢:本文在写作过程中得到了刘留春先生的大力帮助,在此表示衷心的感谢!

环保角度和避免重复建设角度考虑,防腐蚀混凝土的前景令人乐观,具有较高的经济价值。

## 参考文献:

- [1] 陈肇元.混凝土结构的耐久性设计方法[J].建筑技术,2003,24(5).
- [2] 牛荻涛.混凝土结构的耐久性与寿命预测[M].北京:科学出版社,2003.