

河南新安电厂冷却塔控制爆破拆除技术

徐华起, 司育强, 谷水兵

(河南省地质矿产勘查开发局第三地质勘察院, 河南 洛阳 471023)

摘要:控制爆破技术在城市改造、楼房基础以及高大构筑物的拆除领域得到了广泛应用。介绍了采用控制爆破技术成功地爆破拆除河南省新安电厂 80 m 高冷却塔的工程实例。

关键词:电厂冷却塔; 爆破拆除; 控制爆破; 最小抵抗线; 减荷槽; 爆破网络

中图分类号: TU746.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2012)12-0076-04

Demolition by Controlled Blasting Technology for Cooling Tower of Xinan Power Plant/XU Hua-qi, SI Yu-qiang, GU Shui-bing (3rd Institute of Geological Exploration, Henan Provincial Bureau of Geo-exploration and Mineral Development, Luoyang Henan 471023, China)

Abstract: Controlled blasting technology is widely applied in urban reconstruction and demolition of building foundation or high structure. The paper introduced successful application of this technology in demolition of 80 m high cooling tower of Xinan power plant in Henan Province.

Key words: cooling tower of power plant; demolition by blusting; controlled blasting; line of least resistance; load reducing slot; blasting network

随着我国经济建设的快速发展, 电力建设也进入快速发展阶段。很多老电厂的烟尘排放已经对环境造成严重破坏, 因此需对老旧电厂的冷却装置和排烟设施进行改造或拆除。控制爆破技术在城市改造、楼房基础以及高大构筑物的拆除领域得到了广泛应用。我们采用控制爆破技术, 成功的爆破拆除了河南省新安电厂 80 m 高的冷却塔。

1 工程概况

为了响应国家产业政策调整, 落实节能减排指示, 河南省新安电厂旧机组一双曲线薄壁钢筋混凝土冷却塔需控制爆破拆除。

1.1 周边环境

冷却塔西侧 40 m 处是锅炉房, 西南侧 30 m 处是待拆除汽机房, 西北侧 150 m 处是变电区, 北部 30 m 处是一五金加工点, 东侧 8 m 是运煤道路和地磅房, 南侧 40 m 为厂区道路。西边为冷却塔与锅炉房南北延伸的输水管道、水泵房等。北边五金加工点、东边地磅房、运煤道路及厂区道路需要保护。爆破拆除环境较复杂, 外围有制约条件, 施工难度较大。如图 1 所示。

1.2 工程结构

收稿日期: 2012-07-06; 修回日期: 2012-11-20

作者简介: 徐华起(1967-), 男(汉族), 吉林汪清人, 河南省地质矿产勘查开发局第三地质勘察院部门副经理, 勘探掘进专业, 从事爆破工程技术及管理工作, 河南省洛阳市关林南路 74 号; 司育强(1979-), 男(汉族), 河南洛阳人, 河南省地质矿产勘查开发局第三地质勘察院, 掘进与爆破专业, 从事爆破工程专业工作, hnytsyq@126.com; 谷水兵(1982-), 男(汉族), 河南周口人, 河南省地质矿产勘查开发局第三地质勘察院, 土木工程专业, 从事土木工程、爆破工程专业工作。

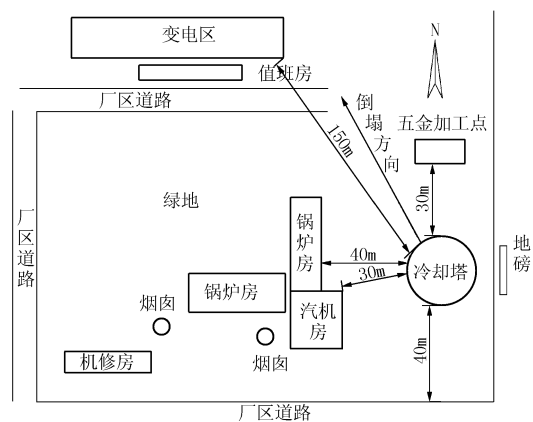


图 1 拆除冷却塔周围环境示意图

冷却塔高 80 m, 人字型支撑钢筋混凝土立柱 80 根, 立柱截面为圆形, 直径 0.7 m, 高度 9 m。人字型立柱支撑的钢筋混凝土圈梁的规格为 0.75 m × 1.2 m, 直径 96 m, 周长 301 m。

冷却塔塔身上部为双曲线圆筒型钢筋混凝土薄壁结构, 塔身壁厚自下而上 700 ~ 150 mm 不等, 下部人字型的钢筋混凝土斜立柱用于支撑钢筋混凝土圈梁, 基础为池型钢筋混凝土结构, 塔内基础上面有钢筋混凝土立柱支撑凉水栅栏, 可预先用液压锤处理掉。图 2 为冷却塔爆前图片, 图 3 为冷却塔正立

面倾倒方向示意图。

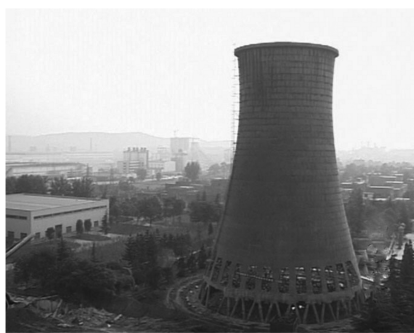


图2 冷却塔爆破前

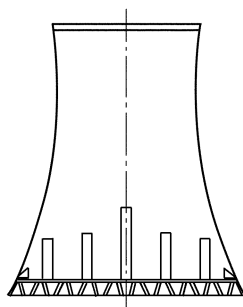


图3 爆破冷却塔正立面倾倒方向示意图

1.3 安全要求

爆破时确保变电区配电设施安全无损,待拆除的锅炉房、汽机房设备不受损害,五金加工点、地磅房及道路不能受损,周围的建(构)筑物、设备和现场人员安全。确定冷却塔爆破拆除倒塌方向为西偏北 30° 。

2 拆除技术设计

2.1 冷却塔爆破拆除方案的确定

冷却塔比较高、质量大,周围环境较复杂,要求向西偏北方向定向倒塌。

定向爆破设计方案是:冷却塔倾倒方向中心位置一组人字型立柱用液压锤敲掉,以便液压锤进入冷却塔体底部内,将淋水装置支架、爬梯和散热片预先处理掉。以倾倒中心左右对承重圈梁用液压锤进行预处理,每隔一对人字立柱敲松 1.5 m 宽的切口,圈梁以上距地面 $10\sim 20\text{ m}$ 高以下冷却塔筒体用液压锤每隔一对人字柱敲松开 1 m 宽的卸载槽,但要同圈梁上切口部位错开,中间一卸载槽高 20 m ,左右两侧卸载槽可逐步降低。对承重立柱实施钻孔爆破。

立柱爆破期间,整个筒体部分扭曲变形,凭借上部筒体重力自动下落,如果塌落不彻底,剩余部分可采用液压锤处理。

2.2 爆破参数的选择及单孔装药量的计算

人字型立柱总根数为 80 根,保留 26 根,预处理 2 根,钻孔爆破 52 根。圆形立柱直径 0.7 m 。

(1)最小抵抗线 W :钢筋混凝土人字型圆形立柱直径 0.70 m ,则 $W=0.70/2=0.35\text{ m}$ 。

(2)炮眼间距 a :柱体 $a=10d=10\times 36\text{ mm}=360\text{ mm}=0.36\text{ m}$ 。

(3)炮眼的排距 b :柱体只设计一排钻孔。

(4)钻孔深度: $L=0.46\text{ m}$ 。

(5)钻孔的方向:为避免每个炮眼冲炮产生的飞石砸坏建(构)筑物,所以所有钻孔方向都朝西方向,因孔浅不容易堵塞,只有加强防护。钻孔要求尽可能钻水平孔(用气腿、搭脚手架钻孔平台)。如遇钢筋,可允许左右偏差 $\geq 1\text{ cm}$,且沿中心线,左右交错分布。

(6)单孔炸药量计算:

采用拆除爆破单孔装药量计算公式:

$$Q=(q_1A+q_2V)f \quad (1)$$

式中: f ——炮眼定位系数,这里取 $f=1$; q_1 ——面积系数,布筋粗且密的钢筋 $q_1=40/W$,对于立柱, $W=0.35\text{ m}$,则 $q_1=40/0.35=114.0\text{ g/m}^2$; A ——剪切面积, $A=\pi r^2=3.14\times 0.35^2=0.38\text{ m}^2$; $V=0.46\text{ m}\times 0.38\text{ m}^2=0.17\text{ m}^3$; $q_2=150\text{ g/m}^3$ 。

可得立柱的单孔装药量 $Q=68.6\text{ g}$ 。

用公式(1)计算所得立柱的单孔装药量数值偏小,如果采取 $Q=qBaH$ 计算(其中 $q=1600\text{ g/m}^3$),则:

$$Q=1600\text{ g/m}^3\times 0.7\text{ m}\times 0.36\text{ m}\times 0.36\text{ m}=145\text{ g}$$

故取单孔药量 $Q=150\text{ g}$ 。

2.3 炮孔数量的计算

钻孔爆破立柱 52 根,其中:1段柱 20 根,每柱 15 孔,计 300 孔;3段柱 20 根,每柱 12 孔,计 240 孔;5段柱 12 根,每柱 6 孔,计 72 孔。总炮孔数量为 612 孔。

2.4 装药总量计算

立柱总装药量: $612\text{ 孔}\times 150\text{ g/孔}=91.8\text{ kg}$,取 92 kg 。

3 机械预处理

3.1 定向窗的预处理

以筒体倒塌中心的中点起,按周长 $2/3$ 的数据向左右两边准确量取缺口底边长度,在端点底线(圈梁上边沿)上按 45° 的角度划出斜边线,两直角边长 2 m ,沿边线用液压锤凿碎骨料,露出钢筋。

3.2 减荷槽

为使筒体在倾倒过程中能产生扭曲变形,所以预开足够的减荷槽是不可缺少的,其一是为了破坏筒体的整体性,便于筒体在倒塌过程中因重心失稳而形成扭曲;其二是破坏筒体的刚性。圈梁预先切口敲碎骨料,使筒体失去支撑便于向预定方向倒塌。

减荷槽的规格分别如图4所示,从倾倒中心依次向两边等间隔预处理。

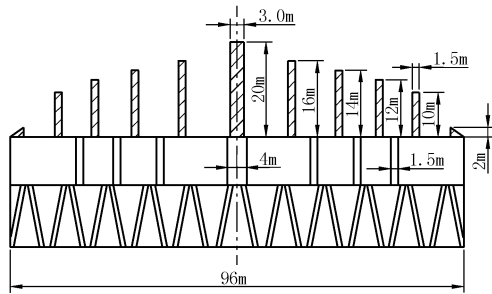


图4 冷却塔预处理、钻、爆部位展开示意图

4 装药和堵塞

4.1 装药

装药前应由技术人员逐孔验收,合格后方可按设计在临时指定地点加工起爆体,禁止不按设计方案随意增加或减少炸药剂量。

4.2 堵塞

为最大限度的减少飞石,必须认真做好炮泥堵塞。堵塞材料必须选择2/3黄粘土和1/3比例的砂子混合均匀,略加水用手能捏成团的炮泥装入孔内,逐层捣实(注意保护好雷管脚线),确保堵塞质量。

5 爆破网络设计与时差控制

5.1 爆破网络设计

在厂区内施爆,为安全起见,采用毫秒延期导爆管雷管,网络设计如图5所示。

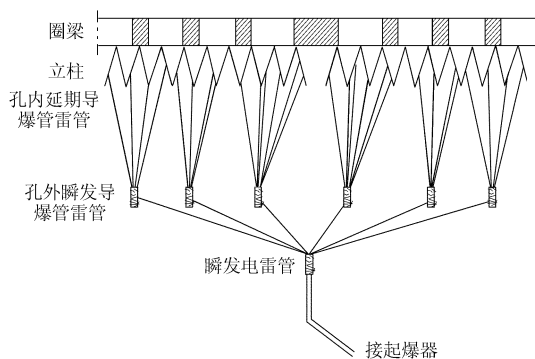


图5 爆破网络联接示意图

起爆顺序:第一响以倾倒中心线为中心,分别向

两边顺延,起爆中间立柱为第一组(中间10组:20柱)为第一响;依次两边各2组共20柱为第二响;第三响各2组共12柱。

5.2 时差控制

延时时间为50ms,原则选择为从中间分别向两边延时1、3、5段别,孔内分别装1、3、5段别。

1段:≥13ms;3段:50ms±10ms;5段:110ms±15ms。

6 试爆

为取得整体爆破的良好效果,在正式爆破前有必要对人字型立柱炸点部位进行试爆(不影响整体结构的梁和柱),根据试爆结果进行分析,从而及时对单孔装药剂量进行适当调整。

7 安全和防护措施

7.1 安全技术措施

(1)采取毫秒差延期导爆管雷管孔内、孔外分段别延时,增加段别,减少齐响炸药量,将圈梁筒体分块解体,减少筒体着地振动;

(2)提高减荷槽的高度,延长炸点长度,提高第一、第二组柱体的炸高点,使其骨料彻底破碎,避免整体下着地塌而不倒;

(3)孔外串联、引爆雷管必须双发,确保准爆。

7.2 安全防护

(1)根据施爆体的不同结构和配筋粗细密度的不同,确定合理的布孔参数和单孔药量,爆前一定对立柱进行试爆,才能及时调整,确定爆破参数;

(2)筒体壁薄,钻孔难度大,爆破效果亦不理想,采取液压锤预处理定向窗、减荷槽;

(3)立柱高处钻孔部位属高难度作业,必须搭脚手架和竹排,将平台用彩条布封闭悬空的作业平台;

(4)除对每个装药炮孔认真用炮泥堵塞外,对所有的布孔区,临空区域(减荷槽,定向窗)用双草袋进行覆盖,布孔区另外加一层钢丝网覆盖,对每根立柱都必须用一层草袋和一层钢丝网捆扎,有效控制飞石;

(5)施工期间,在界定的安全范围内设安全警戒区域,张贴标志、安民告示,禁止无关人员进入工地。

7.3 爆破安全设计

安全是爆破工程的关键环节,爆破产生的不安全因素,必须进行有效的控制,根据业主提出的安全

要求和国家爆破安全规程的有关规定进行如下的安全设计。

7.3.1 爆破振动控制

(1)为避免能量集中,采取多打眼、少装药和非电微差延期起爆技术,能量均衡分布,根据结构严格控制单孔装药量。

(2)控制一次齐爆的最大炸药剂量,根据环境的具体要求,下式符合拆除爆破实际的经验修正公式:

$$V = KK' (\sqrt[3]{Q_{\text{齐}}}/R) \propto$$

式中: V ——质点振动速度,国家标准为 2.5 cm/s ;
 $Q_{\text{齐}}$ ——齐响最大一段装药量,这里 $Q_{\text{齐}} = 60.0 \text{ kg}$;
 R ——爆心距保护对象(锅炉房)的距离, $R = 40 \text{ m}$;
 K ——介质修正系数,取 $K = 150$; K' ——与爆破方法、爆破参数、地形等因素有关的修正系数,取 0.25 ; \propto ——衰减指数,取 $\propto = 1.6$ 。

将以上数据代入公式:

$$V = 150 \times 0.25 (45^{-3}/40)^{1.6} = 0.79 \text{ cm/s}$$

计算得到的质点振动速度值远小于国家标准 2.5 cm/s 。

(3)筒体塌落着地振动控制。

依据经验公式:

$$V = 0.08 [(M \sqrt{2gH})^{1/3}/R]^{0e}$$

式中: V ——振动速度, cm/s ; M ——冷却塔质量, $M = 2100 \times 10^3 \text{ kg}$; H ——重心高度, $H = 30 \text{ m}$; R ——爆破中心到被保护对象的距离, $R = 40 \text{ m}$; $0e$ ——系数, $0e = 1.5$; g ——重力加速度, $g = 9.8 \text{ cm/s}^2$ 。

计算得: $V = 2.2 \text{ cm/s}$ 。

钢筋混凝土结构房屋安全振动速度 $V = 5 \text{ cm/s}$,计算值远小于国家标准,根据以往的实践经验,对周围建筑物无大影响。

尽管圈梁有9处切口点,筒体也划分成9大块爆破单元(液压锤预处理),但筒体在塌落触地时,仍对地面产生较大的塌落振动,在筒体倒塌范围内,用碎渣铺垫,也能达到较好的减振效果。

(4)冲击波。

在拆除爆破时,由于单个药包量较小,因此,冲击波的危害可以忽略不计。

(5)其他安全措施。

为确保冷却塔的定向准确,安全倒塌,布孔前要精确测定冷却塔的倒塌中心线,标出定向窗口的位置和尺寸,标出每个炮眼的位置。

工作平台设防护,脚下铺设木板或竹芭,脚手架架设牢固(装药、防护时一并使用)。

钻孔的孔距按设计执行,偏差 $\geq 1 \text{ cm}$ 。

炮孔装填后,对每个施爆点进行逐柱防护,先覆盖草袋,包扎一层草袋,再包防护钢丝网,要注意保护线路。

8 爆破效果

起爆后,冷却塔在向预定方向倾倒的同时,顶部扭曲向冷却塔内部倒塌。堆积物最高处约 26 m ,飞石最远处 28 m ,沿设计方向爆堆扩散 $17 \sim 18 \text{ m}$,对需保护的构筑物未有伤害,爆破振动较小,达到了预期的爆破目的。根据爆破后的实际情况看,冷却塔大部分原地倒塌,向四处扩散范围较小,其主要原因是爆破前预开的减荷槽使冷却塔发生扭曲变形,其次是冷却塔内部有较大的容渣空间。

图6为冷却塔爆破倒塌现场。



图6 爆破倒塌过程

9 结语

随着国民经济的飞速发展,能源日趋紧张,近些年来火力发电项目也越来越多。为了保护环境,实现节能减排目标,许多火电厂老式冷却塔及烟囱需进行拆除重建。采用控制爆破技术拆除这些机械无法拆除的高大构筑物,既保证了施工安全,又能缩短工期,是一种切实可行的施工手段。

参考文献:

- [1] 何广沂,朱忠节. 拆除爆破新技术[M]. 北京:中国铁道出版社,1988.
- [2] 李守巨. 拆除爆破中的安全防护技术[J]. 工程爆破,1995,(1).
- [3] 言志信,吴德伦,许明. 巨型钢筋混凝土取水塔定向爆破拆除[J]. 铁道建筑,2001,(10).
- [4] 郑炳旭,魏晓林,陈庆寿. 钢筋混凝土高烟囱切口支撑部失稳力学分析[J]. 岩石力学与工程学报,2007,(S1).
- [5] 薛江波. 高耸构筑物爆破拆除模拟[D]. 湖北武汉:武汉理工大学,2007.
- [6] 王剑武,孙宗席. 复杂条件下烟囱控制爆破拆除方法研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(6).