

高耸建筑物拆除爆破的安全分析及控制研究*

胡国忠¹, 王宏图¹, 贾剑青¹, 李开学², 庞成²

(1. 重庆大学 西南资源开发及环境灾害控制工程教育部重点实验室, 重庆 400044; 2. 重庆工程职业技术学院, 重庆 400030)

摘要:以高耸建筑物拆除爆破的原理为基础,对建筑物拆除爆破中产生的爆破振动、塌落振动、爆破飞石、爆破空气冲击波和爆破噪音等爆破危害的发生机理和影响因素及影响范围进行了分析;并从建筑物拆除爆破中“人”的不安全行为、“物”的不安全状态和“环境”的不安全因素等方面探讨了建筑物拆除爆破中所存在的安全问题;结合一工程实例,分析了工程实例的安全爆破难度,并在此基础上,提出了相应有效的安全防护措施、安全控制措施和安全管理方法。该研究为类似高耸建筑物拆除爆破的安全施工和控制提供了有益的借鉴。

关键词:拆除爆破;安全分析;防护措施;安全控制

中图分类号:TD235.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-7329(2006)02-0066-04

Research on Control and Safety Analysis in Demolition Blasting of Tower Buildings

HU Guo-zhong¹, WANG Hong-tu¹, JIA Jian-qing¹, LI Kai-xue², PANG Cheng²

(1. Key Lab for Exploitation of China Southwestern Resources & the Environmental Disaster Control Engineering, Ministry of Education, Chongqing University, Chongqing 400044, P. R. China; 2. Chongqing Engineering Profession Technology College, Chongqing 400030, P. R. China)

Abstract: In this paper, integrating the principium of demolition blasting of buildings and the practice, the general mechanism and affection factors of blasting harms such as blasting shock, collapsing shock, blasting rock, blasting shock wave and blasting noises produced in demolition blasting of buildings are analyzed. The safety problems existed in demolition blasting of buildings are discussed from three aspects such as the unsafe behavior of “person”, the unsafe state of “substance” and the unsafe condition of “environment”. Based on an engineering example, the difficulty of safety blasting of engineering example was analyzed, on this basis, corresponding effective safety defending measures and the method of safety control are brought forward. This study is significant to the construction safety and control of demolition blasting of similarity tower building in practice.

Keywords: demolition blasting; safety analysis; defending measures; safety control

随着国家大力推进西部大开发、三峡库区的建设和市政建设的不断发展,部分城市的陈旧设施、房屋和桥梁需要拆除重建,三峡库区内的部分淹没城市的建筑物需要拆除清理,控制爆破拆除就是其中一种有效的拆除方法。这种拆除方法具有快速、高效、安全、可靠的优点。随着近年来控制爆破技术的提高和人们对控制爆破的认识的加深,控制爆破拆除的安全性也日益得到了提高^[1,2]。由于拆除爆破大多是在人口稠密、建筑物密集、交通频繁的市区或各种厂区内;同时拆除爆破对象的部分物理参数的不确定性,不仅要求

设计和施工要完善周密,还必须要有可靠的安全防护措施。因此,安全是拆除爆破工程的首要目标,拆除爆破的安全控制技术就显得尤为重要。在此,本文探讨了拆除爆破中所存在的安全问题,寻求有效的防护措施和控制方法,对确保爆破的安全性有着重要的意义。

1 爆破危害

1.1 振动

1.1.1 爆破振动 炸药在炮孔内爆炸时,它将在围岩内产生强烈的应力波。这种引起岩石质点发生振动的

* 收稿日期:2005-11-12

基金项目:国家自然科学基金重点项目(50334060);国家自然科学基金项目(5047025);重庆大学研究生创新实践基金项目(2005)

作者简介:胡国忠(1981-),男,湖南衡阳人,博士生,主要从事工程爆破和爆破安全方面的研究。

应力波就是地震波。地震波通过介质传播,引起介质质点的强烈振动,以致爆破区周围建筑物产生破坏甚至倒塌。

目前,国内多以介质的质点振动速度作为爆破振动对周围建筑物破坏的主要判据。在实际工程中,用萨道夫斯基经验公式计算其振速,结果往往偏大。通过多起工程实例,用修正后的萨道夫斯基经验公式计算振速^[3]:

$$V = K \times K_1 \times (\sqrt[3]{Q}/R)^\alpha \quad (1)$$

式中: V 为介质质点的振动速度,cm/s; Q 为炸药量,齐发爆破时取总装药量,分段起爆时取最大一段的装药量,kg; R 为测点至爆心距,m; K, α 为与爆破条件、材料特性等有关的系数, $K = 30 \sim 70, \alpha = 1 \sim 2$; K_1 为修正系数,取0.25~1.0之间。根据《爆破安全规程》,振速小于或等于5 cm/s,可以保证建筑物安全。

对于爆破地震而言,影响其地震振动的特性的因素非常复杂。一般来说,可以分为三个主要方面^[4]: (1)爆源的特性:药量大小、爆破方式、爆区地质条件等;(2)传播介质特性:地质构造和传播介质的物理力学性质等;(3)场地条件:地形和土质条件等。通过综合国内外大量的实际观测资料,在拆除爆破中,药量和距离对地震动的影响是最主要的。

1.1.2 塌落振动 对于高耸烟囱采用定向拆除爆破整体倒塌触地时,将会产生强大的冲击地压和振动,对周围建筑物以及地下管道、设施等产生危害。一般塌落振动也以介质的质点振动速度来描述其振动危害的程度,其振动速度可用下式计算^[7]:

$$V = K_B (M^{1/3}/r)^2 \times (\sqrt[3]{2gh}/r^2) \quad (2)$$

式中: M 为冲击地面的解体建件质量,kg; h 为解体建件的落高,m; r 为落地建件所在位置与被保护物间的距离,m; K_B 为常数,一般取30~40。

同样,塌落振动速度小于或等于5 cm/s,可以保证建筑物安全。

1.2 爆破飞石

爆破飞石是指被爆物体中产生的脱离主爆堆而飞散较远的个别碎块。产生飞石的主要原因有:(1)装药量过大,致使尚有多余的能量作用在碎块上,使碎块获得足够的动能向四周飞散;(2)被爆物的介质结构不均匀,爆生体会涌入某些弱面,导致这些部位产生大量飞石;(3)炮孔口堵塞的长度不够,导致孔口爆破破碎,产生飞石;(4)起爆方式也会影响爆破时飞石的产生;(5)自由面对装药量的影响。

对爆破飞石的防护主要根据爆破飞石水平飞行的最大距离及时采取相应的防护措施。爆破飞石的最大

水平飞行距离 X_{\max} ,可用下式计算^[8]:

$$X_{\max} = K \times (Q^{1/3}/W)^4 \quad (3)$$

式中: Q 为装药量,kg; K 为介质种类系数, $K = B/g, B$ 为介质系数, g 为重力加速度,一般 $K = 3.6 \sim 9.23$; W 为最小抵抗线,m。对于拆除爆破的爆破飞石的最大飞行高度 H ,可用下面经验公式进行计算^[9]:

$$H = 0.25 X_{\max} \cdot \tan \alpha \quad (4)$$

式中: α 为飞石抛射角。

1.3 爆破空气冲击波

爆破产生的空气冲击波是空气内的一种压缩波。由于爆炸反应速度极快,药包周围介质来不及发生扰动,在此瞬间爆炸产物高速向空中膨胀,对周围空气进行压缩,形成压力很高的冲击波。它产生的原因有直接因素和间接作用,也可能是两种因素的综合作用。直接因素是未约束的药包爆破生成的爆炸产物的直接作用;而装药的堵塞材料的间接作用也会引起爆破空气冲击波的产生。

空气冲击波在传播过程中,较高的冲击波压力和较大的流速会引起爆破点附近一定范围内建筑物的破坏和人畜的伤亡,其安全距离,可用下式计算^[9]:

$$R = k \sqrt[3]{Q} \quad (5)$$

式中: k 为系数。对爆破作业人员,取 $k = 25$;对周围居民和其他人员,取 $k = 60$;对建筑物,取 $k = 55$ 。根据上式计算的安全距离,其超压值都在使人致伤或建筑物最薄弱环节损坏的超压值以下。当空气冲击波压力达到一定值后,会形成一股气浪,对防护产生作用力。不同的覆盖面积,气浪对防护产生的作用力也会不同。不同覆盖面积所对应的作用力如表1所示^[10]。因此,必须采取严密的措施,严格设计,采用具有空隙的材料作为防护,以控制空气冲击波。

表1 气浪对防护的作用力

覆盖面积/m ²	0.1	0.5	1.0	1.5	2.0
气浪作用力/N	1 768	8 840	17 680	26 520	35 360

2 烟囱拆除爆破工程中的安全问题

在爆破工作中可能引起安全事故的原因是很多的,但是长期的实践证明,发生安全事故的主要原因多是在爆破工作中没能严格遵守安全技术规程,或者是对所使用的爆破器材误操作以及环境因素引起安全事故。即“人”的不安全行为,“物”的不安全状态,“环境”的不安全条件。

2.1 “人”的不安全行为

2.1.1 爆破工作人员违规作业 由于一些爆破工作人员对新工艺爆破器材的操作、储存、运输方面所应注意的问题缺乏相应的认识,对工作有盲目性;冒险作

业,片面的经验主义,未严格执行安全规程的规定,对已发生的事故未及时认真分析原因和采取预防措施;图省事,怕麻烦,明知不应如此,却又存在侥幸心理,不按客观规律办事。

2.1.2 爆破技术人员的预防不足

1)早爆事故的预防不足。早爆是指炸药包在预定的起爆时间之前起爆。早爆往往是在人员未撤离工作地点之前发生的,起爆的各项工作都还未做完。一些技术人员凭着片面的经验,没有对爆区周围的环境的各项技术指标认真的测试就使用电雷管起爆,结果引起雷管早爆。另由于发爆器管理不严,放炮信号不明确,也会产生早爆。

2)引起拒爆的发生。由于起爆网路设计不合理,或接头没连接好等其他人为因素,致使起爆网络不通,引起拒爆。当发生拒爆时,有的还心存侥幸,没有及时排除盲炮,结果在清渣时发生爆炸,造成人员伤亡。

2.2 “物”的不安全状态

一些爆破器材生产单位在经济利益的诱惑下,使一些不合格的爆破器材流入市场,给爆破工程造成极大的安全隐患。由于炸药、雷管、导线、导火索、起爆器等关键爆破器材的不合格,没有达到爆破工程实际需要的要求,致使爆破事故的发生,产生早爆或拒爆,给拆除爆破工程带来巨大的不安全因素。

2.3 “环境”的不安全条件

多数的爆破安全事故的发生都是由于爆破现场没能妥善处理,没有制订一个周密的计划,造成爆破现场的工作秩序混乱,产生了安全隐患。公众是好奇的,而对风险却是无知的。由于高耸烟囱拆除爆破多是在城市地区进行,对于这样一个特殊的爆破环境,没有良好的工作秩序、周密的计划,是不能确保现场工作人员和普通公众的安全的。

对于有些已经倾斜的烟囱拆除爆破,在这种情况下作业,对于工作人员本身就有潜在的安全隐患。另外,对于拆除爆破中的爆破工具如炸药、雷管等这种对环境要求比较高的敏感物,当时的爆破周围环境温度、气候、湿度、振动、杂散电流、静电、磁场和无线电等因素无疑都会对爆破的安全产生威胁。高温、雷雨天气、强静电或杂散电流、磁场以及人为的或反常的冲击、

振动等因素都是拆除爆破中存在的不安全环境条件,给爆破工程带来极大的安全隐患。

3 工程实例

3.1 工程概况

重庆天府发电责任有限公司因旧烟囱已倾斜,为安全起见,将其拆除。该烟囱为砖混结构,原高86 m,已经人工拆除12 m,底部直径8.88 m,壁厚1.74 m,内衬0.24 m,内衬与壁体内侧的间隙为0.05 m,烟囱筒壁上部已经出现裂缝。爆破环境如图1所示。

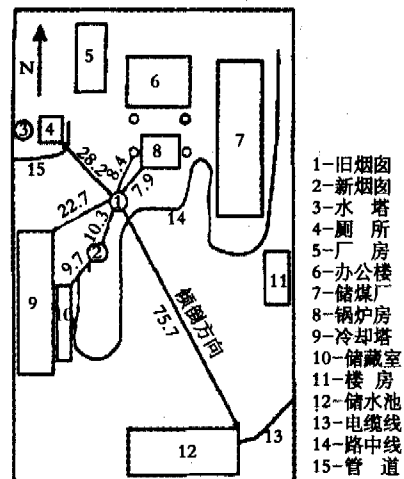


图1 拆除环境示意图/m

从拆除环境图1中可以看出,周围建筑物距离旧烟囱的距离很近,加以烟囱的底壁很厚,在可以用来倒塌的方向上只有75.7 m长度的空地,因此不能用一般的拆除方法来拆除本烟囱。同时甲方要求处在倒塌方向上的烟道绝对不能受到破坏,周围的建筑物和设备等也必须保护,这就需要在技术上保证安全与合理,将拆除产生的危害减到最小。

3.2 防护措施

在确定了本次爆破工程的方案后,其基本设计参数如表2所示。对本次爆破工程可能产生的爆破危害的参量进行了计算分析^[11],得到本次爆破工程的一次最大装药量为10.24 kg,爆破空气冲击波影响范围即空气冲击波的安全距离为99 m,飞石的飞散距离为34 m。因此,根据计算预测的爆破危害的参量值,来确定本次爆破工程的具体防护措施和管理方法。

表2 爆破参数

缺口形式	缺口长度 L/m	缺口高度 H/m	孔深 l/m	炮孔间距 a/m	炮孔排距 b/m	最小抵抗线 w/m	炮孔排数 N/排	单孔装药量 q/g
矩形	17.3	3.48	1.16	0.93	0.8	0.87	5	256

1)为了控制本次拆除爆破中所产生的地震波,选择了能够达到本次爆破目的效果的2号岩石炸药,采用不耦合装药方式装药。同时,为了保证周围建筑物

的安全,本次爆破工程的一次爆破时的最大装药量控制为10.24 kg,针对塌落振动所产生的危害,在拆除爆破前建筑减震防护堤和加防护盖以避免被拆物塌落时

表2 水泥的基本性能

材料	稠度 /%	初凝 h: min	终凝 h: min	安定性	抗折强度		抗压强度		密度 /g·cm ⁻³
					3 d	28 d	3 d	28 d	
P. O32.5	26.4	2: 25	3: 52	合格	4.3	8.0	20.9	45.5	3.10
P. O32.5R	27.6	1: 58	3: 30	合格	4.4	8.1	28.4	45.9	3.08
P. O42.5	25.8	2: 05	3: 45	合格	5.1	8.7	29.1	55.1	3.09
P. O42.5R	27.2	1: 47	2: 53	合格	5.6	8.9	34.5	55.8	3.10

表3 凝结时间及水泥种类试验用配比

项目	Cement/ kg·m ⁻³	Sand/kg·m ⁻³		Stone/ kg·m ⁻³	Water/ kg·m ⁻³	FDN
		S _机	S _特			
配比 A	400	452	194	1 200	180	以控制坍
配比 B	500	452	194	1 200	165	落度为宜

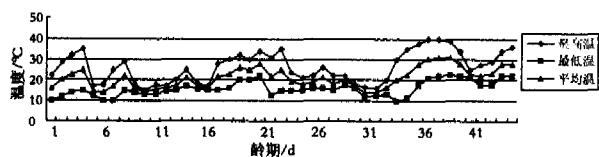


图1 混凝土模拟同条件养护试验现场实测温度

试验测得各配比混凝土的凝结时间如表4所示,随着糖钙掺量的增加,混凝土的初凝和终凝时间均有大幅度的延迟,且初终凝时间差也有所增加。

表4 不同缓凝剂(糖钙)掺量混凝土凝结时间

配 比	糖钙 掺量	初凝	终凝	初终凝时间差	
					111
A	112	0.2%	22h30min	25h40min	3h10min
	113	0.4%	44h15min	49h5min	4h50min
	121	0%	10h20min	12h35min	2h15min
B	122	0.2%	23h15min	27h5min	3h50min
	123	0.4%	45h30min	49h40min	4h10min

表5 不同缓凝剂(糖钙)掺量混凝土早期相对强度增长

M/°C·d	71	145	286	511	562	608	663	760	853	958
111	0.625	0.833	0.906	1.060	1.098	1.029	1.079	1.073	1.071	1.063
112	0.564	0.765	0.797	0.934	0.973	1.053	1.007	0.989	1.052	1.036
113	0.329	0.543	0.688	0.887	0.880	0.891	0.886	0.812	0.833	0.865
121	0.711	0.781	0.900	1.003	1.006	1.026	1.048	1.073	1.077	1.082
122	0.658	0.752	0.868	0.945	0.986	1.005	0.046	0.1067	1.053	1.070
123	0.271	0.447	0.646	0.712	0.693	0.723	0.711	0.770	0.777	0.785

$$f = 0.326M^{0.180} \quad (1)$$

$$f = 0.276M^{0.199} \quad (2)$$

$$f = 0.106M^{0.309} \quad (3)$$

图4为三种糖钙掺量下的拟合曲线对比图。从该图可以看出,糖钙掺量为0.2%时比未掺糖钙的相对强度发展略慢,而掺量为0.4%的却有很大的降低。

表5及图2和图3为各混凝土在相应成熟度下的相对强度f。可以看出,无论是配比A还是配比B,均存在随糖钙掺量增加,混凝土相对强度发展呈现渐慢趋势,尤其是掺量达到0.4%时,相对强度的大幅度降低,甚至在成熟度为1 000 °C·d时尚未达到1。各糖钙掺量下的混凝土相对强度随成熟度均呈幂曲线增长,式(1)~(3)为研究所测得的三种掺量下相对强度与成熟度的关系式,相关系数分别为0.949、0.946、0.911。

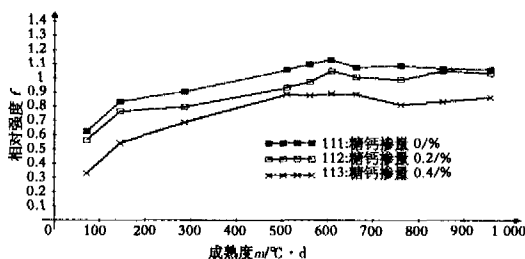


图2 缓凝剂(糖钙)掺量对相对强度发展的影响(配比A)

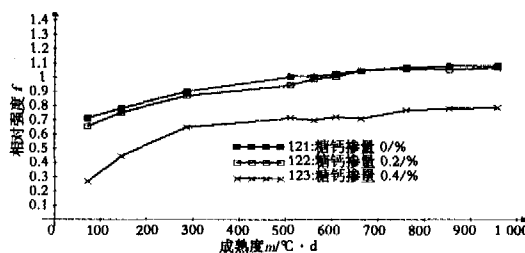


图3 缓凝剂(糖钙)掺量对相对强度发展的影响(配比B)

这主要是糖钙延缓了水泥的水化和结构的形成,特别是糖钙掺量较大的混凝土这种表现尤为明显^[1,2]。研究中糖钙掺量达0.4%时,混凝土的水化较慢,其同条件养护试件强度发展亦较慢。尽管其标准养护强度也受到一定的影响,但影响程度远没有同条件养护那么大,表现为各成熟度下的相对强度较小。特别是在掺

量为0.4%时,同条件养护强度发展尤为缓慢,在600℃·d时的相对强度不到80%,甚至在1000℃·d不到90%。即使该掺量下的相对强度在1000℃·d之后仍然按式(3)增长,其也需要在成熟度为1400℃·d之后才可能达到1。

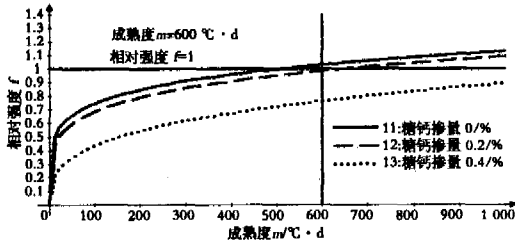


图4 不同掺量缓凝剂(糖钙)混凝土相对强度发展图

表6给出了式(1)~(3)所预测的各糖钙掺量下的等效养护龄期及600℃·d下的相对强度f,并给出了600℃·d左右的实测相对强度。600℃·d时的相对强度实测与预测值相差不足5%。式(1)与式(2)预测,糖钙掺量为0、0.2%所对应的等效养护龄期分别为506℃·d和645℃·d。

表6 不同糖钙掺量下的混凝土实测及预测等效养护龄期

糖钙掺量/%	0	0.2	0.4
拟合公式预测等效养护龄期/℃·d	506	645	1000℃·d仍未达等效养护龄期
600±20℃·d时实测f均值	1.028	1.029	0.799
600℃·d时拟合公式预测f值	1.031	0.986	0.765

3 水泥种类的影响

水泥种类是影响混凝土强度的又一个重要因素。试验中比较研究了P.042.5、P.042.5R、P.032.5及P.032.5R四种水泥所配混凝土的同条件养护强度。混凝土试验配合比如表3所示,试验期间同条件养护现场温度亦如图1所示。

就绝对强度而言,P.042.5及P.042.5R水泥配制的混凝土标准养护28d及各成熟度下的强度高于

表7 不同种类水泥配制混凝土的同条件养护试件早期相对强度

M/℃·d	62	143	275	351	450	515	563	604	662	715	820	903	987
221	0.720	0.871	0.978	1.040	1.085	1.062	1.058	1.076	1.089	1.111	1.113	1.141	1.137
222	0.727	0.834	0.922	0.946	0.960	0.992	1.024	1.019	1.020	1.025	1.036	1.068	1.073
M/℃·d	64	137	272	356	447	511	558	605	654	708	804	898	994
231	0.577	0.745	0.907	1.000	1.029	1.066	1.030	1.051	1.070	1.068	1.140	1.155	1.214
232	0.660	0.797	0.889	0.957	0.970	0.972	0.977	0.950	0.969	1.003	0.995	1.035	1.086
M/℃·d	57	135	288	359	468	498	562	611	649	710	810	931	996
241	0.641	0.820	0.963	1.056	1.098	1.087	1.054	1.068	1.077	1.081	1.143	1.127	1.117
242	0.768	0.860	0.957	0.989	0.991	1.000	0.977	1.011	1.035	1.028	1.031	1.082	1.046

注:1.编号XX1为配比A,编号XX2为配比B;2.编号为211、212的两个配比试验同111与112,此表从略;3.编号21X用水泥为P.042.5;编号22X用水泥为P.042.5R;编号23X用水泥为P.032.5;编号24X用水泥为P.032.5R。

几种水泥的等效养护龄期及600℃·d左右时的相对强度见表8。可见,就同种水泥而言,随水泥强度等级的提高,等效养护龄期略有缩短,600℃·d时相

P.032.5及P.032.5R水泥配制的混凝土。此外,就同一种类的水泥而言,早强水泥混凝土同条件养护试件强度在早期较大,而随着龄期的增长,强度越来越接近,约1000℃·d附近时二者强度基本相当。

式(4)、(5)、(6)及(7)为本研究所测得的以上四种水泥配制的混凝土其相对强度与成熟度的关系式,对应相关系数分别为0.949、0.953、0.932及0.922,存在着较高的相关性。

$$f = 0.326M^{0.180} \quad (4)$$

$$f = 0.417M^{0.144} \quad (5)$$

$$f = 0.298M^{0.193} \quad (6)$$

$$f = 0.400M^{0.150} \quad (7)$$

图5为四种水泥对应混凝土早期相对强度回归拟合曲线对比图。从图中可以看出,在1000℃·d以内,P.042.5的相对强度略大于P.032.5对应的相对强度,P.042.5R的相对强度亦略大于P.032.5R对应的相对强度,但差别均不明显。此外,早强水泥的早期相对强度发展较快,明显大于对应的非早强水泥,但是其后期强度发展较慢,以致约在1000℃·d时二者相对强度大致相当。这与前文提及的试件绝对强度有关。早强水泥对应的混凝土同条件养护试件早期强度较普通水泥有大幅度提高,而标准养护28d试件强度提高幅度不大,以至于其早期相对强度明显较大;而在后期,早强水泥对应混凝土的同条件养护试件强度发展放慢,甚至可能低于非早强水泥对应的相对强度。

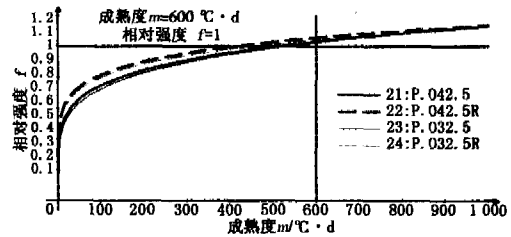


图5 四种水泥混凝土早期相对强度发展对比图

对强度也有一定提高,但这种差异并不明显。表8中,P.042.5水泥配制的混凝土等效养护龄期为506℃·d,其600℃·d的实测相对强度为1.028;P.032.5水

给其他建筑物产生破坏。

2) 由以上对爆破飞石产生的原因和影响因素的分析,在本次拆除爆破工程中采用了主动控制与被动防护相结合的方法。即选择适当的最小抵抗线方向和适当的装药位置,使药包远离软弱层、裂缝等;同时用一条笆架设成防护墙以阻挡飞石,并对爆区内或附近的重要器具、设备要进行遮挡或覆盖防护。

3) 使用充足的炮泥,保证足够堵塞;确保钻孔的准确度;采用分散装药,降低空气冲击波的强度。

3.3 烟囱拆除爆破的安全管理

对爆破中所存在的安全问题应采取相应的防护措施以外,还应对整个爆破过程加强安全管理^[12]。

3.3.1 确保拆除爆破安全技术方案设计的严密性

在设计爆破方案时,除应充分考虑爆破对象的结构特点、拆除范围、气象和杂散电流及射频电流等技术参数的情况外,还应确保施工中所采用的技术方案保证拆除爆破工作的顺利进行和周围环境及人员的安全。对于爆破参数、装药量的计算,起爆方法和起爆器材的选取,起爆网路的设计等拆除爆破方案所包括的内容都要进行严格的计算和设计。

爆破是一项技术难度高、危险大的工作。在实施爆破前应组织有关专家实地勘察对设计方案进行安全评估,以保证爆破的安全性和可行性。在爆破前还应作好周密的安全防护及爆破事故的预防,保证整个爆破工程的安全。

3.3.2 加强拆除爆破工程的现场施工管理 拆除爆破的现场施工必须建立一套严格的施工组织管理体系。一方面是严格的作业人员管理体系。对爆破技术、爆破施工、爆破器材的供应与管理、现场安全保卫等都必须严格控制,明确责权,严格执行安全规程,规范作业;另一方面是严格的爆破器材管理体系。因此,对于爆破施工的劳动组织、作业顺序、工程进度管理,都必须根据施工组织设计严格执行。对施工准备,炮眼验收,起爆体加工、装药、堵塞、起爆、检查及清渣等环节都要严格管理,确保爆破工程施工的安全。

3.3.3 加强爆破安全检查和监测 在拆除爆破工程整个施工过程中都必须执行安全检查。在爆破前后,对爆破场地环境、爆破器材的管理、爆破作业人员行为规范等,都要严格细致地检查,及时消除安全隐患,确保爆破安全。同时,对爆破危害更要加强监测,特别是对爆破产生的爆破振动和建筑物塌落振动进行监测,

根据监测结果采取相应的防护控制措施,确保周围建筑物的安全。

4 结语

1) 爆破安全是一项复杂的系统工程,整个拆除爆破工程应把爆破安全放在首位。对于建筑拆除爆破中存在的“人”的不安全行为、“物”的不安全状态、“环境”的不安全因素等安全问题,必须清醒认识,及时采取安全控制措施。

2) 对于建筑物拆除爆破产生的爆破振动、塌落振动、爆破飞石、爆破噪声和爆破空气冲击波等爆破危害,要根据不同的危害采取相应的防护措施。

3) 在对爆破工程的爆破危害采取防护措施时,应充分分析、了解爆破危害产生的机理及影响因素,采取与之相对应的控制措施,并对现场施工的全过程制定切实可行、严密的管理办法。

参考文献:

- [1] 李守巨. 拆除爆破中的安全防护技术[J]. 工程爆破, 1995, 1(1): 71.
- [2] 刘小春, 谷新建, 李方. 城市控制爆破工程的爆破事故和爆破公害研究[J]. 中国安全科学学报, 2002, 12(6): 44-45.
- [3] 言志信, 吴德伦, 杨明. 镇江铁矿地下爆破振动测试分析[J]. 重庆建筑大学学报, 2000, 22(5): 205-207.
- [4] 叶晓明, 吴德伦, 邢世建. 城市环境中的爆破方案综合优选法[J]. 重庆建筑大学学报, 1998, 20(1): 1-5.
- [5] 钟冬望, 林大则, 肖绍清. 爆炸安全技术[M]. 武汉: 武汉工业大学出版社, 1992.
- [6] 于双久. 工程爆破地震安全问题[J]. 工程爆破, 1995, 1(2): 72-73.
- [7] 祝树枝, 吴森康, 杨昌森. 近代爆破理论与实践[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1993.
- [8] 林大能, 刘小春. 拆除爆破飞石及其防护研究[J]. 湘潭矿业学院学报, 1999, 14(3): 9-12.
- [9] 高尔新, 杨仁树. 爆破工程[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 1999.
- [10] 张奇. 拆除爆破防护问题的研究[J]. 爆破, 1995: 36-37.
- [11] 尹光志, 王登科, 林大能等. 高耸建筑物拆除方案优化选择的研究[J]. 爆破, 2004, 21(2): 56-57.
- [12] 谢亮. 城市控制爆破安全工作的探讨[J]. 安全与环境工程, 2002, 9(2): 25-26.