

砖砌烟囱爆破拆除倾倒过程的观测分析

林吉元 龙源 倪荣福 吴腾芳
(工程兵工程学院)

摘要 本文通过对砖砌烟囱爆破拆除的实例分析得到,在砖砌烟囱的爆破拆除倾倒过程中,其倾倒支点是不断移动的,随着烟囱主体的不断下沉,相对于未垮部分的烟囱主体来说,该支点沿烟囱筒体不断向上移动。这表明,不能简单地按刚体模型描述砖砌烟囱的倾倒运动。

关键词 控制爆破 烟囱拆除 倒塌过程

1. 问题的提出

用爆破法在闹市区或工业区拆除高丛构筑物如烟囱、水塔等,是近年来常用的爆破技术。研究高丛构筑物的倾倒运动规律对于控制其倒塌的定向性,预估爆破后爆堆的坍塌范围有重要意义,同时也为爆破药量的计算、爆破部位的确定、药孔参数的选择等提供了基本依据。目前国内一些资料,在分析烟囱爆破拆除运动时,通常按刚体运动的近似模型考虑。烟囱倾倒时以其底部未爆部分作为不动支点,作整体的转动倾倒。大量实践证明,这种模型仅适用于高强度的钢筋混凝土烟囱,对于刚性较差的砖砌烟囱,应另作考虑。本文以两个中等高度烟囱的爆破拆除工程为实例,对这一问题进行分析讨论。

2. 烟囱倾倒过程的实验观测

图1和图2分别给出了两个砖砌烟囱倾倒过程的高速摄影照片。图1中的烟囱高度为35 m,底部直径3.5 m,顶部直径1.4 m,壁厚0.37 m,隔热层宽0.05 m,内衬厚0.24 m,其倒塌过程约5.5 s。图2中烟囱高45 m,底部直径4.35 m,壁厚0.49 m,隔热层宽0.05 m,内衬厚0.24 m,该烟囱倒塌过程约5.0 s。根据实测照片得到的烟囱倾倒过程中,某些特征量随时间的变化规律分别绘于图3~图5和表1中。

从图3看出,在倒塌过程中,烟囱与地面的夹角 α 是随时间变化的,但变化的幅度在最初几秒钟内较小,约在3.5 s以后 α 角开始变大;4.5 s以前均有 $\alpha \geq 45^\circ$ 。当 α 角小于 65° 以后,倾倒速度加快。

从图4看出,烟囱在倒塌过程中,其未落地部分的长度是随时间变化的,即随着时间的增长,未落地部分的长度不断减少。在爆破起爆后1~3 s内,烟囱高度有一个相对稳定的时期,并不是马上就失稳倒塌。

从图5看出,烟囱与地面的接触点(在烟囱倒向一侧),随时间增长不断地向远离烟囱原中心位置的方向运动。当时间在3 s以后,接触点的运动速度最大,其变化也最剧烈。

由以上情况可以看出,在砖砌烟囱的爆破拆除倾倒过程中,其倾倒支点不是固定不变的,随着烟囱主体的不断下沉,相对于未垮部分的烟囱主体来说,该支点是沿着烟囱筒体向上移

本文曾在中国民爆学会第三届年会上交流过。

1988年9月21日收到原稿,11月9日收到修改稿。

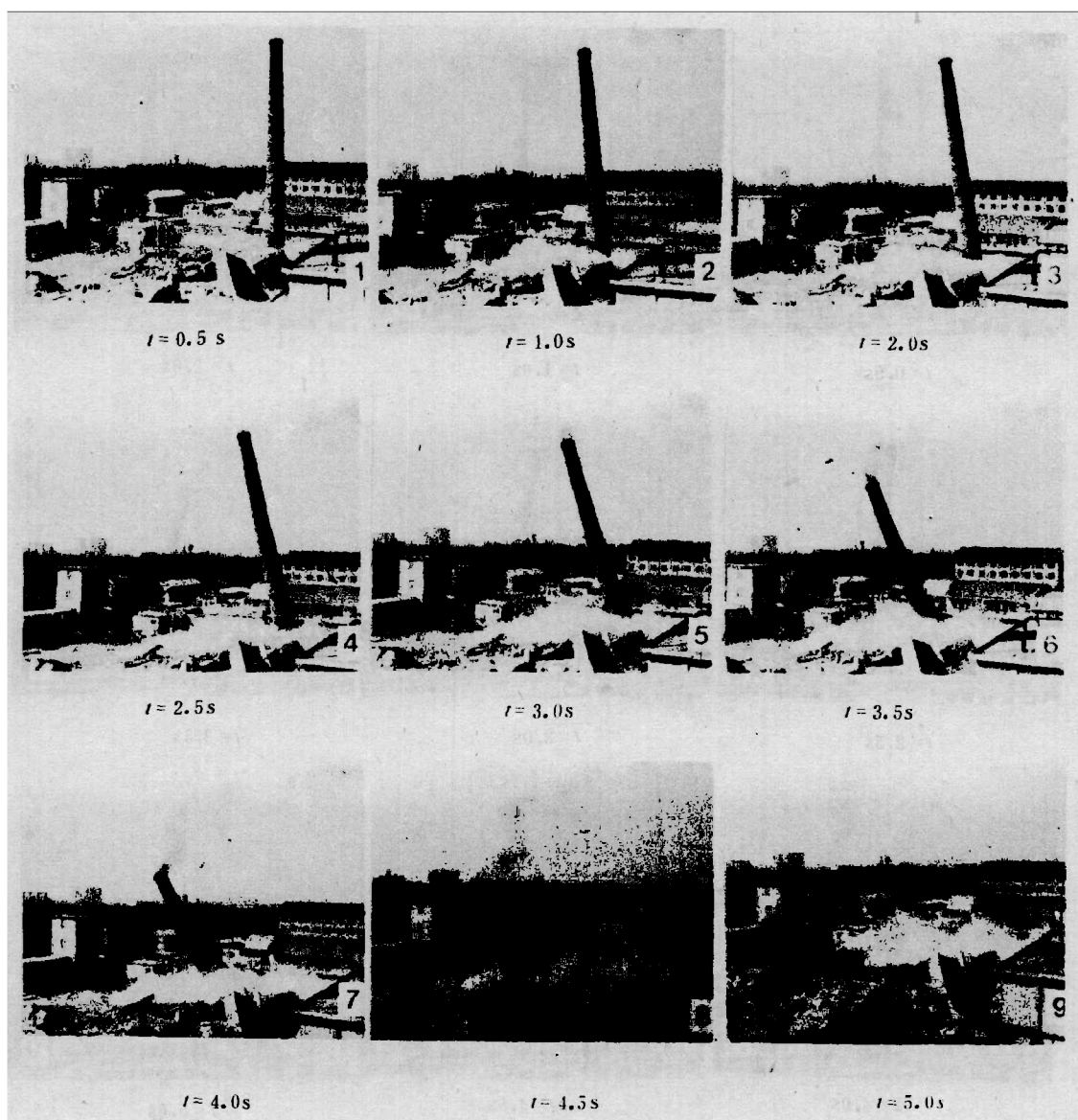


图1 35m高烟囱倒塌情况

Fig. 1 Toppling process of the chimney with 35m height

动的。这表明，不能简单地按刚体模型描述砖砌烟囱的倾倒运动。

3. 几点讨论

(1) 产生活动支点的原因

爆破点火后瞬间，在烟囱爆破部分形成切口，未炸部分一般仅占烟囱根部周长的 $1/3$ 。此时，整个烟囱重量作用在其根部未炸部分，同时烟囱又由于重心偏移，而处于倾倒状态，故预留弧形壁体受力呈现不均匀状态，形成了烟囱根部的承压应力集中区。在靠近切口处，承受的压力 N ，超过了壁体的抗压强度 σ_c ，烟囱根部未炸部分即发生破坏，整个烟囱出现下

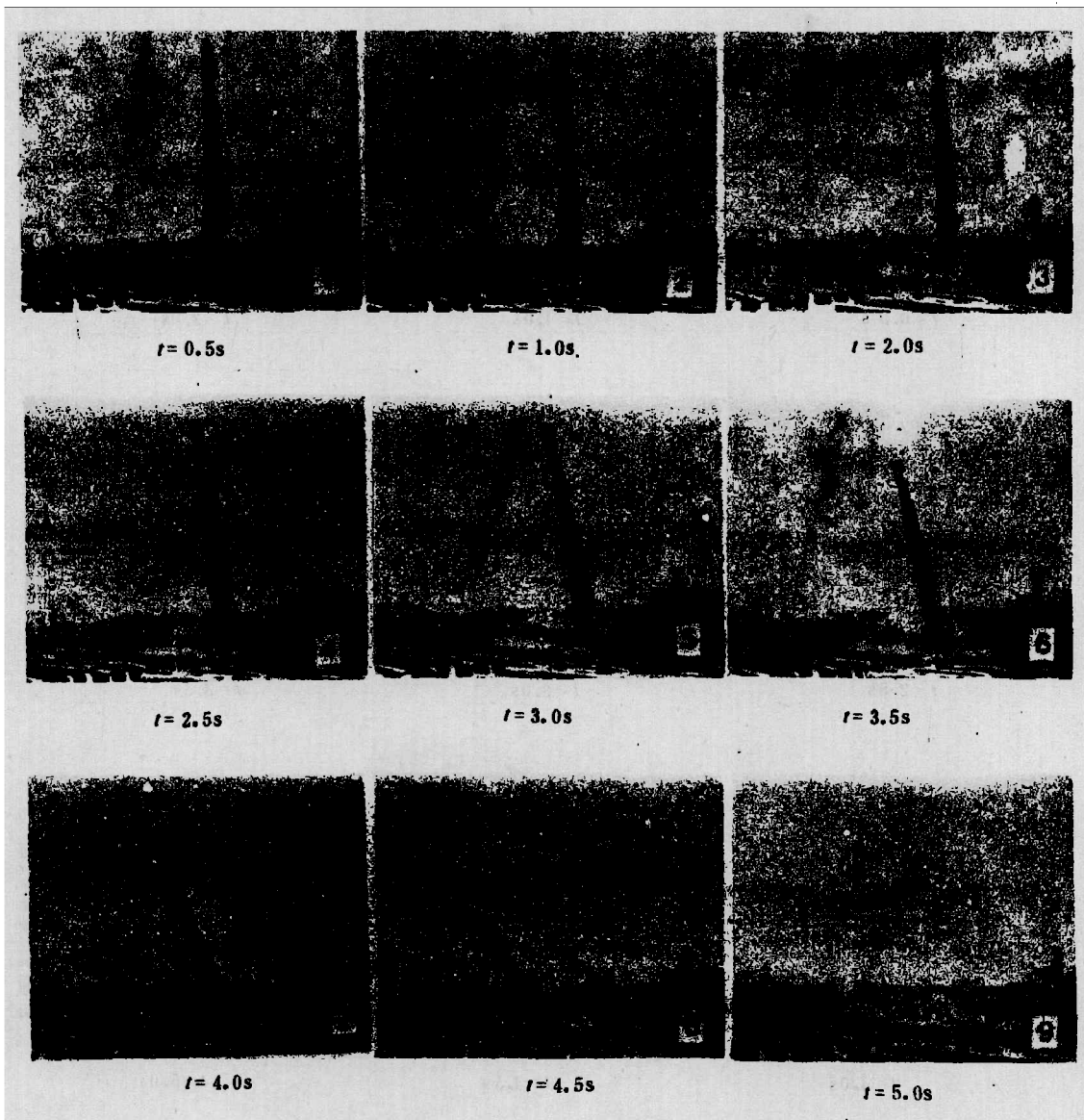


图2 45m高烟囱倒塌情况

Fig.2 Toppling process of the chimney with 45m height

沉现象(参见图6)。实测结果给出,在这个时期,下沉运动是主要的,倾倒运动很不明显。在烟囱的下沉过程中,其下部与地面形成的新的撞击接触点上,又形成了新的高应力集中区,并发生新的下沉破坏过程。烟囱主体正是在这种支(承)点不断变化的情况下发生倾倒运动的。

(2) 烟囱塌坍产生的地面震动

从本文的实例可以看出,两个烟囱从起爆到全部着地所需的时间分别为5.5s和5.0s。设烟囱为截面均质的筒体,烟囱全部质量将随时间增长,而逐步塌落在地面上。由于烟囱主

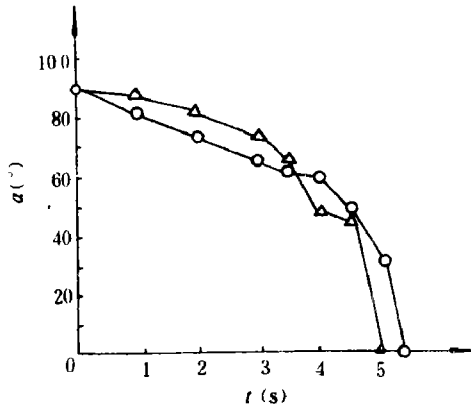


图3 α 随 t 变化曲线

Δ —— 45 m 高烟囱, \circ —— 35 m 高烟囱
 Fig. 3 α Versus time relation
 Δ —— 45 m height chimney
 \circ —— 35 m height chimney

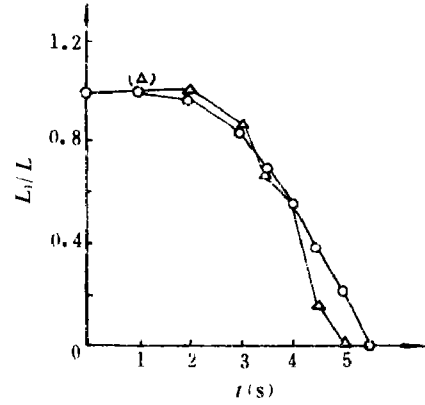


图4 烟囱参加倾倒部分随时间的变化

Δ —— 45 m 高烟囱, \circ —— 35 m 高烟囱
 Fig. 4 Collapse fraction of the chimney versus time relation
 Δ —— 45 m height chimney
 \circ —— 35 m height chimney

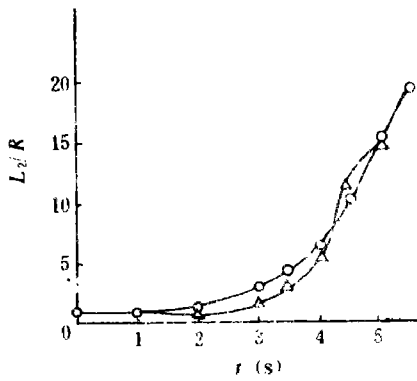


图5 接触点的运动

Δ —— 45 m 高烟囱, \circ —— 35 m 高烟囱
 Fig. 5 Motion of the contact point
 Δ —— 45 m height chimney
 \circ —— 35 m height chimney

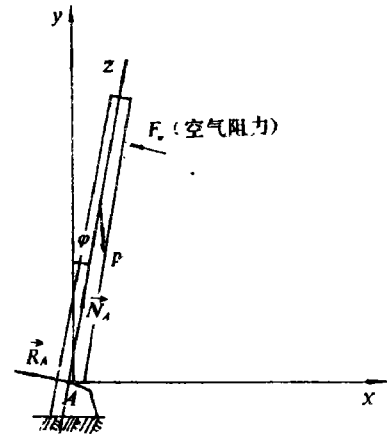


图6 倾倒中烟囱最初受力情况

Fig. 6 Initial stress situation of the chimney in toppling

体的未垮部分逐渐减少, 即烟囱本身不是在同一时刻全部着地的, 故烟囱落地冲击地面引起的震动可以近似看成是一个连续的、延期爆破引起的震动, 因而在一定程度上降低了烟囱塌落震动的强度。这一点具有重要的工程意义, 它可作为在爆破现场评估震动对周围保护对象影响程度的一个依据。

表 1 砖砌烟囱倒塌过程
Table 1 Toppling process of brick chimney

从点火起计时 (秒)	倒塌中烟囱与地面 夹角(°)		未落地部分长度 (L_1/L)		烟囱与地面接触点距原 烟囱中心位置距离(L_2/R)	
	35m高烟囱	45m高烟囱	35m高烟囱	45m高烟囱	35m高烟囱	45m高烟囱
0	90	90	1	1	1	1
1.0	83	88	1	1	1	1
2.0	73	83	0.97	1	1.21	1
3.0	65	74	0.82	0.83	3.58	1.57
3.5	64	67	0.69	0.68	3.86	2.71
4.0	61	48	0.56	0.56	6.71	5.00
4.5	48	45	0.38	0.16	10.43	11.57
5.0	30	0	0.22	0	15.57	15.00
5.5	0		0		18.7	

4. 结语

通过对实例的分析, 我们初步得到

1. 对于砖砌高丛构筑物倾倒运动规律的分析, 通常不能按刚体转动模型来考虑。事实上, 这类构筑物在倾倒过程中是连续折断的。

2. 砖砌高丛构筑物倾倒是绕一运动支点朝其重心偏移方向转动倾倒的, 这是与其它强度较高的构筑物(如钢筋混凝土烟囱等)倾倒所不同的。

3. 构筑物根部的承压应力集中区显著影响其倾倒运动, 该应力集中区一直存在于倾倒过程中, 且沿筒体向上运动。

4. 砖砌构筑物在倾倒过程中, 其重量随时间分布而冲击地面是自身减小爆破震动的一个特点。

参 考 文 献

- [1] 杨人光, 史家培, 建筑物爆破拆除, 中国建筑工业出版社(1984), 100.
- [2] 高育滨, 爆破, 总第七期(1986), 24.
- [3] 许连坡, 爆炸与冲击, 5(4)(1985), 59.

OBSERVATIONS OF DEMOLISHED BRICK- CHEMNEY IN TOPPLING PROCESS

Lin Jiuyan, Long Yuan, Ni Rongfu, Wu Tenfang

(Engineering Institute of Engineering Corps PLA)

ABSTRACT In this paper, an analyzed result obtained from observations of demolished brick-chemney in toppling process, shows that the fulcrum position of the toppling chemney is moving with time. With the descending of the brick-chemney, the fulcrum position is continuously moving up relative to the un-collapsed part of the chemney. It demonstrates that the rigid model could not be used to describe the toppling process of a demolished brick-chemney.

KEY WORDS controlled blasting, chimney demolition, collapse process.