

## 导爆管起爆系统

# 在城市拆除爆破中的应用

何广沂

(1985年8月13日收到)

导爆管起爆系统在城市拆除爆破中,具有安全准爆和操作简便的性能,得到日益广泛的应用。本文结合实例介绍采用该系统的爆破网路及注意事项。

在工程爆破中,无论是洞室装药还是炮孔装药,通常采用导火索-雷管、导爆索或导爆索-继爆管、电爆和导爆管起爆系统。

随着起爆技术的不断发展并为获得理想的经济技术效果,近年来广泛采用电爆和导爆管起爆系统,尤其是导爆管起爆系统,最近几年其使用范围越来越广。

自开展城市拆除爆破工作以来,我们一直采用导爆管起爆系统。实践表明,它安全准爆性好,操作较简便,经济技术效果好。

下面通过工程实例,介绍我们应用导爆管起爆系统的情况。

### 一、爆破网路的基本形式

#### 1. 炮眼之间联结的基本形式

##### (1) 连通管联结

对于类似基础的爆破,习惯于用连通管联结。把从炮眼中引出的导爆管用连通管并联,然后从连通管中引出一根导爆管与下一组从炮眼引出的导爆管,用连通管并联,这样延续下去,如图1所示。

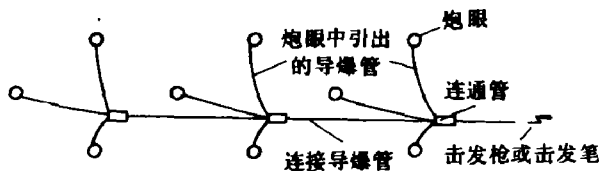


图1 连通管联结

基础爆破,采取单式网路,即每个炮眼中只装一个引爆雷管,与其相接的导爆管为单根的,连接组与组间的导爆管也为单根。

### (2) 传爆雷管联结 (簇联法)

对于楼房、厂房一类的建筑物,拆除爆破时,其中的墙体和梁柱的炮眼并联成组,用传爆雷管传爆,就是用两个传爆雷管并在一起,把从炮眼中引出的几根至十几根导爆管用胶布捆绑在它的周围,组成一簇。组与组之间用连通管及导爆管串联,见图2。

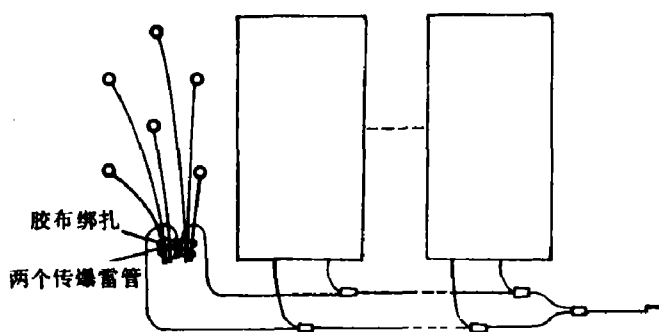


图2 传爆雷管簇联后用连通管串联

楼房之类的建筑物拆除爆破,常采用单式与复式相结合的网络,即各个炮眼同基础爆破一样为单式(装一个引爆雷管、单根导爆管),而网络中的连接导爆管则为双线。

### 2. 孔外控制微差爆破的基本原理

在城市拆除爆破中,为了节省起爆器材,根据导爆管起爆系统的特点,可以进行孔外控制微差爆破。

所谓孔外控制微差爆破,就是在各炮孔中装即发雷管,根据设计的要求,在炮孔外连接适当段别的毫秒雷管,以控制各炮孔的起爆顺序。如图3所示的五个炮孔,要求中心炮孔C先爆,其余四个炮孔D迟后几十毫秒起爆。为此,在五个炮孔中都装即发雷管,在炮孔外B处用一个第三段雷管同四根从D孔引出的导爆管簇联,第三段雷管的导爆管在A处同从C孔引出的导爆管簇联。A处的引爆雷管起爆后,经导爆管传递到B处和C孔,C孔雷管起爆,B处雷管经一定时间再起爆。根据导爆管的爆速、AB段和AC段导爆管的长度差1~2米,可以计算出这两段导爆管的延时差在1毫秒以内,此值与毫秒雷管延时误差 $\pm 10$ 毫秒以上相比,可以忽略不计。因此,C孔雷管和B处雷管的起爆间隔时间为50毫秒(第三段)。B处雷管起爆后,经导爆管BD段传递到D孔,D孔即发雷管起爆。BD段导爆管的传爆时间可以忽略不计,那么B处雷管与D孔雷管是同时起爆的。综合上述过程可以看出,从A处到C孔和从A处经B处到D孔,使得C孔和D孔的起爆时间间隔正好是第三段雷管的延时时间50毫秒。可见,第三段雷管在孔外控制和把第三段雷管装进D孔内控制,效果是一样的,而孔外控制设计简单、操作简易、检查便捷。

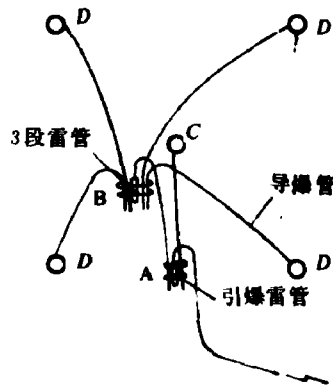


图3 孔外控制微差爆破原理

### 3. 孔外控制微差爆破网路基本形式

基础爆破,尤其是在四个侧面非临空的条件下,炮眼起爆的顺序应由里向外,网路形式如图4所示。图中孔外的毫秒雷管段别可以是其他段别,只要是从里向外的,顺段隔段均可。

对于只有一个侧面临空或三个侧面临空的,可以把孔外控制的毫秒雷管接在每排端头,排与排之间可以是顺段的,也可以是隔段的,见图5。(所有各图上数字都表示雷管段别)

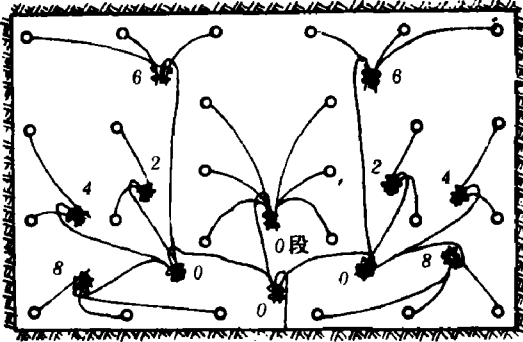


图4 孔外控制微差爆破网路

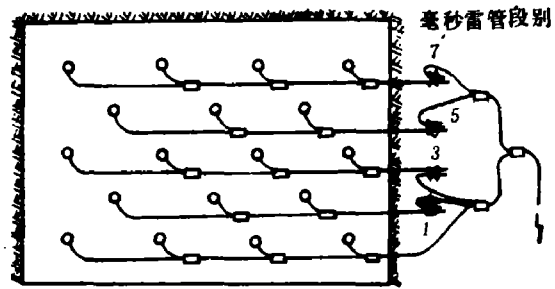


图5 排间孔外控制微差网路

四个侧面都临空的,孔外控制毫秒雷管可以对称连接在每排的端头,如图6所示。

两个侧面临空的,其孔外微差网路排间布成斜线状,见图7。

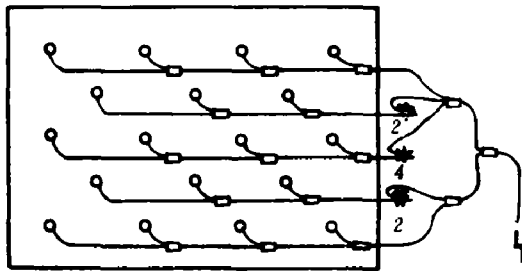


图6 孔外控制微差对称网路

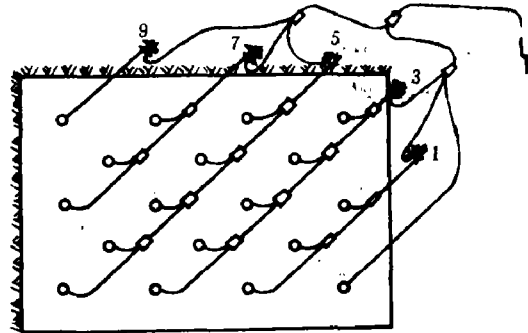


图7 斜线式排间孔外控制微差网路

墙体拆除爆破的网路形式见以下各实例。

## 二、爆破网路实例

### 1. 基础拆除爆破网路

某工厂院内有九座钢筋混凝土基础,合计150立方米,其中5号基础距五层楼生产车间5米,距变电室3米。

5号基础长6米,宽4米,埋深1.2米,爆破前四个侧面已挖空。有关的爆破参数:钻眼深度0.9米,炮眼间距0.75米,排距0.6米(中间的为0.5米),每个炮眼装药115克,分两个药包,底部药包75克,中间药包40克,底部药包与中间药包相距0.5米,用土隔开;整个基础共布孔45个,分六排。

爆破网路采用孔外控制微差对称网路,见图8。

爆破效果:爆后混凝土块十分破碎,人工清除很方便。由于爆前用三层草袋、一层荆笆

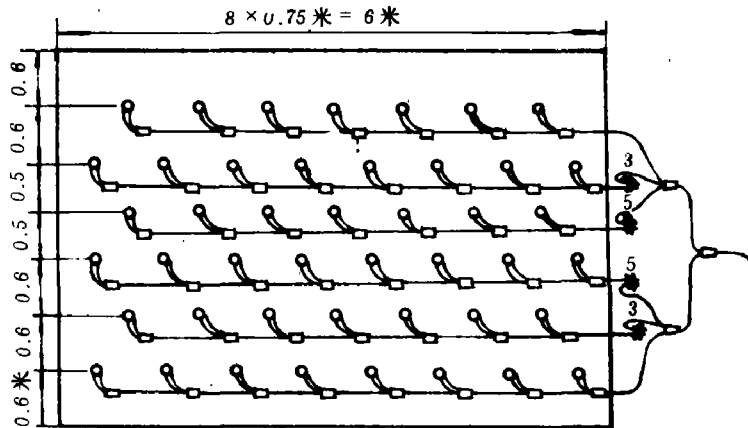


图8 5号基础爆破网路

覆盖，荆笆上用装土草袋压牢；最后用帆布蒙上，故未见散块从帆布中逸出，连大量的爆破粉尘也被帆布笼罩着。清除时未发现哑炮。

### 2. 戏院拆除爆破网路

天津市共和戏院为砖混结构，由售票厅（高12米）、舞台（高25米）和两层观众席构成，建筑面积两千多平方米。

该戏院四周居民楼房、商店和旅馆等鳞次栉比，来往行人车辆川流不息，是天津市人烟最稠密的地方；此外，有一座两层的居民楼房距戏院仅6米，且受地震影响已成危楼。

爆破参数：舞台外墙厚0.5米，炮孔深0.35米，墙间砖柱厚0.8米，炮孔深0.55米；砖墙炮眼排距0.5米，炮眼间距0.6米，按梅花形布设四排炮眼，合计600个，最低一排炮眼距地面0.3~0.5米；砖墙每个炮眼装药40克，砖柱每个炮眼装药70克。

爆破网路：采用毫秒雷管进行微差爆破，舞台左墙用1、3段，右墙用5、7段，后墙用8、10段。每堵墙中间两排炮眼用低段毫秒雷管，往外两排用高段。炮眼布置如图9所示。600个炮眼，每13~14个为一组，共分成43组，每一组炮眼用双传爆雷管联结，组与组之间用导爆管和连通管串联组成复式网路，如图10所示。

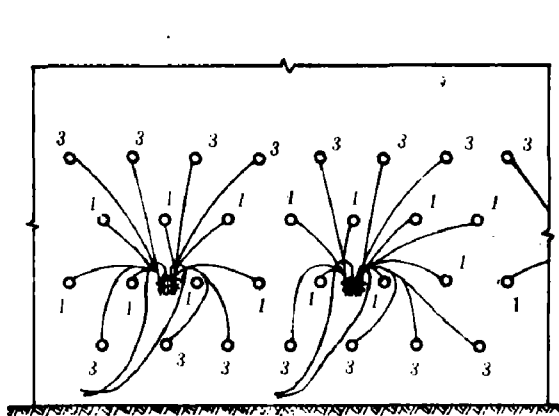


图9 左墙炮眼起爆顺序

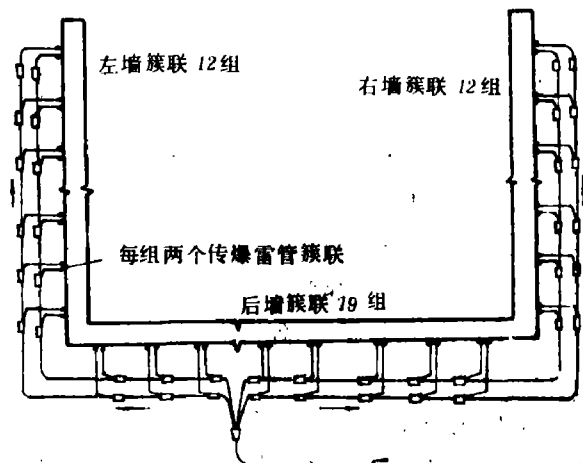
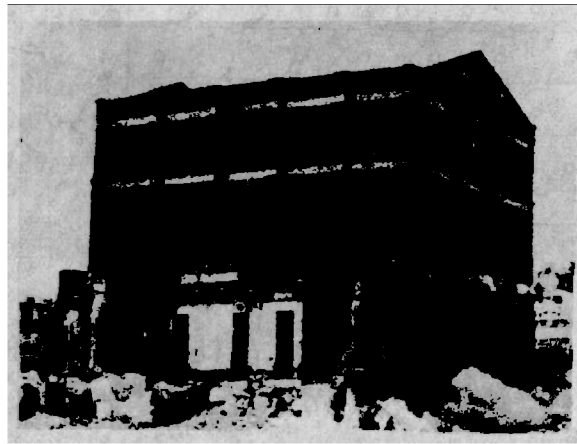
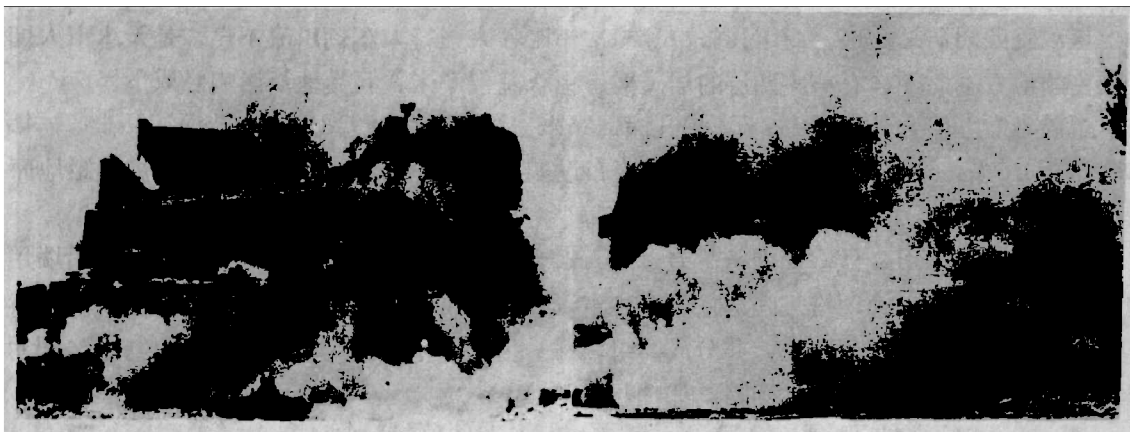


图10 共和戏院舞台拆除爆破网路

爆破效果：从现场和电视台的录像中看到，舞台三堵墙（左、右、后）倒塌的顺序非常明显：先是左墙倒塌，随之右墙倒塌，两秒钟后，后墙开始倒塌。其倒塌过程见图11。舞台倒塌范围2~3米，个别砖块散落4~5米，无飞石（采用三层草袋和一层荆笆覆盖防护）。爆破后，戏院周围建筑物完好无损，人们十分担心的居民楼也安然无恙。



(1)



(2)

(3)

图11 共和戏院舞台倒塌过程

此外，于1985年3月5日，在天津中环线道路扩宽工程中，我们用导爆管起爆系统作为单一的起爆器材，一次起爆了5959个炮眼，拆除一座五层楼房（3400米<sup>2</sup>）和隔壁一座二层楼房（1200米<sup>2</sup>）。外墙和间隔墙的炮眼采用如图9所示的簇联法，整个网路也采用图10所示的复式串联形式。一次响炮共用了1.5万多米导爆管。爆破非常成功，整个楼房原地彻底倒塌，附近的建筑物和相距16米的高压线完好无损。

### 3. 库房拆除爆破网路

某厂区内一座库房，长39.94米，宽31.18米，高7~10米。房顶为现场浇筑混凝土，厚0.1米；由网格状钢筋混凝土梁支撑着。梁的两端搭接在内外墙墙间的砖柱上，并由房内独立砖柱支撑。内外墙厚0.37米。外墙中有40个砖柱，内墙中有16个砖柱，库房内有8个独立砖

柱，砖柱断面均为0.5×0.5米。

库房一侧2米处有一电线杆，另侧相距2米有一排树，上面临时架设通讯电缆，四周7~12米有其他建筑物。

炮眼布置：在库房拆除爆破中有新颖之处，只在砖柱上布孔，并使砖柱布孔部位四面临空。具体做法是：每个砖柱布孔3个，间距0.5米，孔深0.35米；然后将内、外墙砖柱之间的部分墙体用风镐拆除，拆除的形状为上拱下矩形，其高度约1米。砖柱布孔及墙体拆除形状见图12。整个库房共有64个砖柱，布孔192个，每孔装药40克。

爆破网路：所有炮眼都装即发雷管来引爆药包。为了达到相对墙体在爆破时有“扯动”作用，在适当位置安放一个第8段毫秒雷管(延时250毫秒)，进行孔外控制微差爆破，见图13。

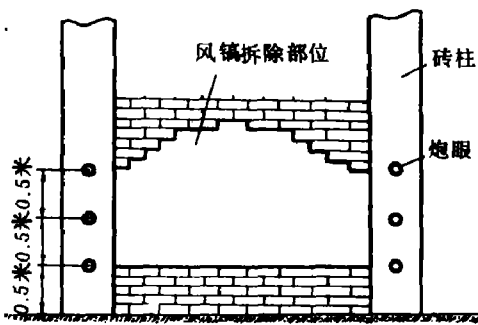


图12 砖柱炮眼分布和墙体拆除形状

每个炮眼只装一个雷管，每一个砖柱上的3个炮眼用两个即发雷管簇联，用导爆管和连通管串联起来成为图13所示的复式网路。

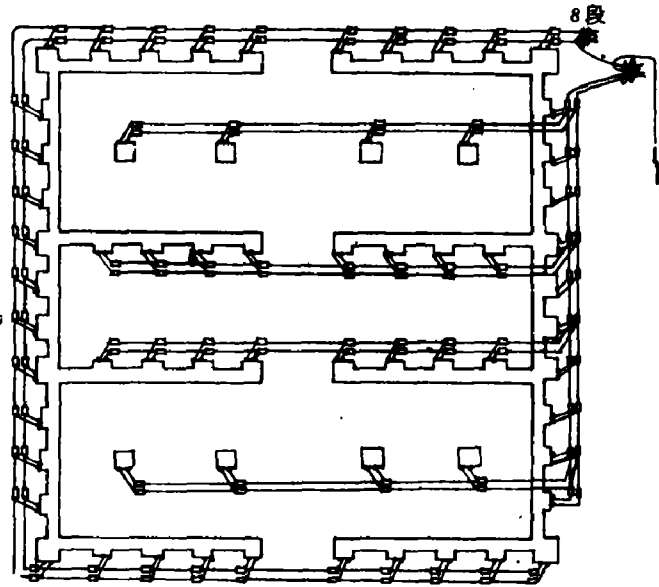


图13 库房拆除爆破网路

爆破效果：库房原地倒塌，房顶和梁被摔碎，钢筋基本暴露，清除很方便；四周建筑物的玻璃门窗完好无损；无哑炮。

### 三、注意事项

采用导爆管起爆系统，为了确保安全准爆，根据我们多年使用的经验，除了应按照该系统的使用说明，还应注意以下几个问题。

#### 1. 传爆雷管安置方向

对于楼房、厂房一类建筑物的拆除爆破，其墙体和梁柱上的炮眼，采用传爆雷管簇联应注意的：传爆雷管的聚能穴应背向导爆管的传爆方向，如图14所示。这样安置，雷管的聚能射流不会把从炮眼中引出的导爆管过早切断，

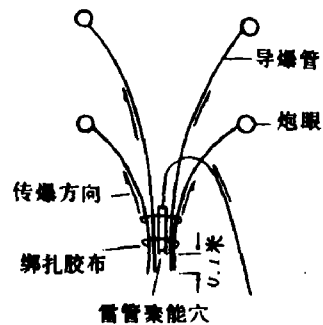


图14 传爆雷管安置方向

保证导爆管正常传爆。此外,从炮孔中引出的导爆管并在传爆雷管周围时,应留有约0.1米的余量。

## 2. 爆破网路的传爆方向

由于导爆管传爆的延时作用比电爆大得多,所以在导爆管起爆系统网路设计时,不能采取环形传爆形式,即传爆的初始位置与传爆的终了位置不能相隔很近。否则,初始位置的爆破会把终了位置的连接导爆管打断。对称传爆是最好的形式,如图15所示。

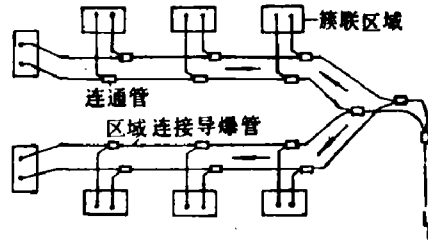


图15 对称传爆网路

## 3. 连通管连接与传爆雷管簇联的适用范围

基础爆破,炮眼多为垂直方向,炮眼之间采用连通管连接为宜。这样,地面上无传爆雷管,不会在覆盖防护物时脚踏传爆雷管而出现意外。采用孔外控制微差爆破时,每排一端的毫秒雷管应在覆盖工作完毕和人员撤离后再连接。

楼房、厂房的拆除爆破,由于墙体和柱上的炮眼多,应采用传爆雷管簇联法,连接简便,施工速度快。传爆雷管是悬挂在墙上或柱上的,不会被误踩而出问题。

## 4. 单复式网路的适用范围

实践证明,基础爆破完全可以采用单式网路。这是因为即使出现个别炮眼拒爆,或网路传爆中断,只要重新连接再起爆,不影响爆破效果。

对于要求原地倒塌或定向倒塌的建筑物的拆除爆破,则应采用复式网路,即炮眼装单雷管,而从各个炮眼引出的导爆管用双传爆雷管簇联,网路其他部位的连接也都是双连通管、双导爆管,以保障网路的准爆。不能采用单式网路,否则,一旦有的传爆雷管拒爆,与其簇联的十几个炮眼传爆中断,影响局部倒塌;严重的甚至可能改变倒塌方向,造成很大事故。

## 5. 覆盖物的安放

由于基础爆破多采用连通管连接网路,所以在安放覆盖物时,看准位置放上后不要拉动,免得将导爆管与连通管拉脱节。

对于墙体,最好把草袋铺在荆笆上,然后一起搭在炮眼区域,放好后,再把传爆雷管的导爆管用连通管串联起来。这样,可以避免覆盖时稍不注意把导爆管从连通管中拉出。

## 四、经济技术效果

我们将导爆管起爆系统用于楼房、厂房、库房、烟囱、各种基础等几十个工点的拆除爆破中,一次起爆用导爆管几百米以至一万多米,均安全准爆,达到了预期的目的。大型建筑物爆破拆除时,炮眼几千个,网路连接的工作量很大,由于导爆管起爆系统连接简单,很容易掌握推广,可以多人同时操作,缩短了网路连接时间。

此外,使用该系统也很经济。这里以前面提到的几个实例作一分析,见下表。由表中的数据可以看出,基础拆除爆破采用导爆管起爆系统,其起爆器材费用要比电爆低得多;而楼房等建筑物的拆除爆破也比电爆便宜或接近。

非电导爆管起爆系统所具有的特殊技术性能,在某些方面电爆是无法比拟的,而且费用

工程名称	炮眼 (个)	导爆管起爆系统							电 爆					非电起爆 电爆 (%)
		非电雷管		导爆管		连通管		合计 (元)	电雷管		电 线		合计 (元)	
		个	元	米	元	个	元		个	元	米	元		
5号基础	45	45/4	$\frac{3.15}{1.12}$	153	13.77	48	2.40	20.44	90	28.80	10	3.00	31.80	64
共和戏院	600	$\frac{386}{300}$	$\frac{27.02}{84.00}$	1282	115.38	87	4.35	230.75	1200	384.00	75	22.50	406.50	57
库 房	192	$\frac{320}{1}$	$\frac{22.40}{0.28}$	1318	118.62	129	6.45	147.75	384	122.88	90	70.00	149.88	99

比电爆省。我们认为，在城市拆除爆破中应大力推广导爆管起爆系统。

## APPLICATIONS OF DETONATING FUSE IN DEMOLITION BLASTING WORK

He Guang yi

### Abstract

The detonating fuse initiation system has been increasingly adopted in demolition blasting in city construction, because it has the unique performance of safety, accuracy, and simplicity in operation. The detonation fuse network and attention in its use are described in the paper, and some real blasting work are given as examples.

## 芳族硝基炸药感度和安定性的量子化 学研究Ⅲ. 双原子作用能和离域能

肖鹤鸣 冯蓓雷 孙 勇

(1984年10月17日收到)

运用量子化学中 CNDO/2 和 HMO 方法, 计算了苯和苯胺硝基衍生物炸药的电子结构。发现苯环 C 原子和相连硝基 N 原子之间的双原子作用能  $E_{CN}$ , 可作为苯胺硝基炸药撞击感度的判据; 基于 HMO 法, 以孤立双键为参考标准求得的离域能, 也可用于定性比较苯的硝基衍生物的撞击感度, 但必须进行分子非平面构型的校正计算。