

研究简报

控制爆破技术

冯叔瑜 朱忠节 马乃耀

(1983年6月28日收到)

本文试图对控制爆破这一技术名词提出合理的说明,同时对药包计算和一般的药包布置方法提出了原则性的建议意见。

广义的说法,所有工程爆破,由于它要通过爆破达到一定的工程目的,都应该叫做控制爆破。二次世界大战以后,许多城市工厂、房屋建筑被战争毁坏,需要在人口稠密地区或多种建筑物附近,爆破拆除其全部或一部分,以便于重建或改建,这就出现了既要满足工程爆破的目的,又要保证周围环境人和物的安全的一种爆破方法,逐渐形成了现在的控制爆破技术。这在爆破技术上是一次新的突破和发展。

目前,许多国家,如美国、日本等,都有专业的控制爆破公司,欧洲有四十多个地区有专门的控制爆破组织,成了一项新兴的行业。近几年来,这项技术在我国引起了普遍的关注,各地先后进行了上百次控制爆破,技术上也逐渐趋于成熟阶段。

控制爆破这个名称,在国外还不够统一,有的叫城市爆破(Urban Blast),有的叫做拆除爆破(Demolition Blast),而美国所谓的控制爆破(Controlled Blasting)则包括光面、予裂爆破在内。我国多数同志认为应在四个方面进行有控制的爆破才能称为控制爆破,即(1)控制爆破所产生的地震效应;(2)控制个别碎块的飞扬距离;(3)控制爆破所产生的破坏范围;和(4)控制建筑物在爆破后的坍塌范围和倾倒方向。这就是说,不以爆破的地域(城市或厂区)和目的(拆除或摧毁)来定,这是一种比较科学的叫法。

进行控制爆破需要掌握的技术关键,简言之,就是要控制一次起爆的药包重量和采取有效的防护措施。前者必需使每个药包的装药量微小,以减轻爆破所产生的地震波强度和碎块飞扬的可能性;后者则是使所采取的防护措施足以防止意料不到的个别碎块飞出去的机会。当然对炮眼布置和起爆顺序的安排,也是技术上应当掌握的重要环节。

药包重量计算公式和常规爆破一样,当最小抵抗线大于1.0米时都是根据爆破体积来定的,即:

$$Q = KW al = KV$$

式中: Q ——药包重量(公斤), K ——某介质的单位体积用药量, W ——最小抵抗线(米), a ——药包间距(米), l ——炮孔深度, 倾斜孔以孔底至炮口的垂直距离计(米), V ——炮孔

范围内爆破体的体积 (米³)。

上述公式在应用时, 还需考虑破碎程度和临空面的个数。一般情况下, 临空面多, 破碎的块度大而少时, K 值适当的减小。

在控制爆破的实践中, 选用的最小抵抗线, 往往是 $W < 1$ 米。因此, 从爆破理论和控制爆破的实践分析看, 应用 $Q = KV$ 公式计算药量, 显然是不适宜的。当 $W < 1.0$ 米的条件下, 爆破作用实际不是几何相似规律, K 值在相同介质的情况下, 随 W 的大小而变化, 不是一个常数。因此药量计算公式应该考虑到 W 越小单位耗量就越大这个重要因素。我们建议药包重量计算公式应该为

$$Q = q_1 A + q_2 V \text{ (公斤)}$$

式中: A 为爆破介质的破裂面积 (米²); q_1 为剪切面积的单位耗药量 (公斤/米²); V 为被爆破体的体积 (米³); q_2 为单位体积的耗药量, 相同的介质下, 是一个常数。

1. 药包布置

一般情况下, 药包的位置就是炮孔的位置, 但在倾斜孔或其它形式钻孔时, 应以炮孔内实际的装药位置为准。布置药包时, 力求排列规则整齐, 爆破作用均匀, 才能保证爆破后破碎的块度均匀。

在任何情况下, 布置药包的最小抵抗线要避免和炮孔平行。只有在爆破一个临空面时, 为在建筑物上开挖洞口或地下洞室的开挖, 才可布置这类掏槽炮孔, 其目的也只能是为了开辟第二临空面。大家知道, 掏槽炮孔的药量小了, 不能炸开岩石形成沟槽, 药量大了就无法阻止飞石远扬。多排炮孔的控制爆破, 必须使用微差爆破技术, 消除后排药包只有一个临空面的状态发生。

爆破厚度不大的块体, 如图 1 所示, 药包中心应力求与块体的断面中心线相重合。经验表明, 药包中心如果偏向一面较多时, 常常会留下偏多的一部分。大块解体爆破时, 对布置的单排炮孔, 最好让相邻两孔沿中心线错开, 防止只有一边破碎而保留另一边。

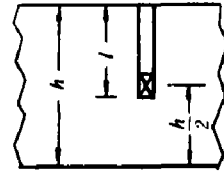


图 1

用控制爆破法切割块体或建筑物的一部分时, 宜配合采用予裂爆破原理, 在切割线上布一排密集的炮孔, 如图 2 所示。炮孔间的距离按切割面的平整度要求来定, 一般以 $a = (0.5 \sim 0.8)W$, 最大不宜超过 1 倍 W 。没有最小抵抗线的切割爆破, 应按予裂爆破原理选择炮孔间距, 所取系数还要略小于予裂爆破, 以 $a = (5 \sim 10)d$ 为宜, 此处 d 为炮孔直径。

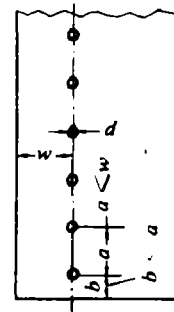


图 2

邻近切割块体边沿的炮孔不装药, 这可以在同排炮孔中, 采取隔孔装药方式, 留空的孔眼作为导向孔, 以保证切缝整齐。(见图 2)。

爆破整体浇注的钢筋混凝土框架时, 炮孔应布置在结构物梁柱交接的部位, 使爆破后的结点失去受力的能力, 才能将结构物顺利解体, 比较大的细长钢筋混凝土柱, 除了在柱基附近和结点处布置炮孔外, 还应在柱的中部设置药包, 使其破坏失稳倒塌。

2. 安全计算

设计控制爆破时,需要计算地震安全距离。由于采取了覆盖措施和药包重量微小,飞石和空气冲击波的危害程度,大大的削弱了,根据经验,这个安全距离有20米就足够了。爆破产生的地震波和由此而引起的、对周围建筑物或设备的破坏效应,却必须根据该建筑物的具体情况来定,从而限制一次起爆的各药包重量的总和。

计算地震安全距离,一般仍然沿用有名的萨道夫斯基公式,即

$$v = k \left(\frac{Q^{1/3}}{R} \right)^\alpha$$

式中: v 为建筑物所在地的质点振动速度,它一般不宜超过5厘米/秒,坚固牢实的房屋也不能大于10厘米/秒; α 为地震波衰减指数,可取1.5~2.0; k 为与地质条件有关的常数。由于地震波通过建筑物基础传到地面,其强度有所减弱,可以比正常的数值减小50~80%。由此可反算限制的起爆药量,即

$$Q = R^3 \left(\frac{v}{k} \right)^{3/\alpha}$$

3. 起爆方法和爆破材料的选择

控制爆破的实施,对于人和周围设备的安全保证是特别重要的。在城市地区,来自各种电源的杂散电流以及来自广播电台和电视台的高频感应电流,其强度都比非城镇地区大,因此不宜采用电力起爆方法。现代爆破材料不断地发展,目前,塑料导爆管,即诺涅尔(NONEL)管,是比较理想的非电起爆材料。

由金属氧化剂如二氧化锰、氧化铜等金属氧化物粉末和金属还原剂如铝粉、镁粉等按适当比例混合拌制成功的燃烧剂,加上由镁粉、氯酸钾、溴化钾混合配制的引燃剂,可以被导爆管传来的冲击波引燃。通过新近研制成功的导爆管分流元件连接组成的非电起爆网路,可以准确地实现毫秒微差点火。这样一种最新成就的非电引燃系统,对于破碎一般砖石结构和无筋或少筋的混凝土建筑物是十分便利的。

非电引燃系统和燃烧剂的应用,大大的增加了城市控制爆破的安全可靠性。这种引爆方法,无论是运输途中或使用过程中都很安全,操作又简单,容易为一般工人掌握使用。只是它的成本较高,威力较小。所以,对于爆破工程量较大、钢筋数量较多的钢筋混凝土结构物的爆破,还是使用常规炸药或低爆速低威力的特种炸药。这样,经济上比较合算。

4. 控制爆破的施工

使用燃烧剂进行控制爆破的施工作业,炮孔必须堵塞良好,避免爆破或燃烧产物自孔口喷射出来。无论是用炸药或燃烧剂的控制爆破,都必须十分重视防护工作。这可以分两种情况,一是需要保护的重要设施,应该覆盖足够抵挡碎块打击的防护材料;另一方面,还要用草袋、荆笆、胶皮联逢布或铁丝网等物品覆盖,严格限制从爆破体飞出个别碎块或空气冲击波逸出,以免危害四周的安全。

覆盖防护措施,一般是在被爆破的物体上覆盖草袋,上铺荆笆,然后加胶皮管编成的胶管帘或铁丝网,必要时还应盖以蓬布并用铅丝拉紧,防止爆破瞬间,覆盖物被冲走。当然,覆盖的层数和覆盖方法,应当按安全的等级要求来决定。

CONTROLLED BLASTING TECHNIQUE

Feng Shuyu Zhu Zhongjie Ma Naiyao

Abstract

In this paper, the authors try to give a proper definition to the technical term "Controlled Blasting", and also some ideas about the calculation and arrangement of the charges in principle are suggested.

化爆空气冲击波参数实验 数据的经验拟合

曹树鼎

(1982年8月23日收到)

本文对爆高为4倍装药半径的塔爆和触地爆(药球与地面相切)实验的空气冲击波参数进行了经验拟合,给出了估算公式。

为了研究由爆炸荷载引起的地下工程振动及隔振措施问题,我们做了一次化爆试验,除实测了振动参数外,还对空气冲击波参数进行了测量。现将实测的空气冲击波参数情况粗略介绍如下:

试验采用鳞片状TNT球形装药,装药密度为 $0.85T/M^3$ 。分两种爆炸方式,一种是爆高为4倍装药半径 r_0 的塔爆,木制塔架;另一种是触地爆(药球与地面相切)。两种爆炸方式的药量相同,均为 $0.5T$ 、 $2T$ 、 $5T$ 、 $8T$ 各一炮。

采用的测量系统是:当 $\Delta P > 1 kg/cm^2$ 时,用的是BPR-2压力传感器、Y6D-3型动态电阻应变仪和SC型光线示波器组成的测量系统;当 $\Delta P < 1 kg/cm^2$ 时,用JK型机械式压力自记仪。

对所测得的空气冲击波超压 ΔP 、正压作用时间 τ_+ 、到达时间 θ 等参数进行了处理,波形不好不能用的、超量程太多的、离散度太大不合理的数据均舍去。并将各种药量爆炸测得的数据按爆炸相似律换算成 $1T$ TNT球形装药爆炸的数据进行经验拟合,得到以下经验公式:

1. 爆高为 $4r_0$ 的塔爆

1) 地面超压 ΔP