

无临空面水压爆破技术

河南省地矿厅第三地质探矿队 龚汉松 张建武 徐华启

摘要 根据生产实际需要,提出了无临空面水压爆破技术方法,并对无临空面水压爆破药量计算公式及设计方法作了详细介绍。

某造纸厂扩建改造,需拆除24座大型地下全埋式浆池。若采用普通钻眼爆破方法拆除,不仅钻眼工作量大,施工环境差,而且成本亦高。为此,我们进行了无临空面水压爆破试验,达到了预期目的。

一、无临空面水压爆破作用原理

根据试验观察,无临空面水压爆破后,结构物墙壁不仅产生了龟裂破坏,而且还向内倒塌。笔者认为,产生上述现象,主要是由于爆炸产生的水中冲击波和高压气团膨胀的水压作用所致。

二、无临空面水压爆破药量计算

无临空面水压爆破与有临空面水压爆破主要破碎力相同,故在确定其装药量时,可使用有临空面水压爆破装药量计算公式,用系数加以修正。

$$Q_N = K_N \cdot Q_y$$

式中: Q_N ——无临空面水压爆破装药量(kg); Q_y ——有临空面水压爆破装药量(kg); K_N ——修正系数,主要由周围介质性质及爆破体材质决定,周围介质为土时 $K_N = 1.5 \sim 2.0$ 。

根据我国在有临空面水压爆破理论研究和工程实践中提出的几个主要药量计算公式,可以得出以下几个无临空面水压爆破药量计算公式:

1. 冲量准则公式

$$Q_N = K_N \cdot K_a \cdot \hat{\delta}^{1.6} \cdot \hat{R}^{1.4}$$

其中, $\hat{R} = \sqrt{S_R/\pi}$, $\hat{\delta} = \hat{R}(\sqrt{1+S_0/S_R} - 1)$

式中, K_a ——药量系数,硅及素混凝土结构 $K_a = 2.5 \sim 5$, 钢筋混凝土 $K_a = 4 \sim 10$; $\hat{R}$ ——爆破体内容的等效半径(m); $\hat{\delta}$ ——爆破体容积的等效壁厚(m); S_R ——爆破体内容积横截面积(m^2); S_0 ——爆破体的横截面积(m^2)。

2. 考虑结构尺寸的经验公式

$$Q_N = K_N \cdot K_B \cdot K_C \cdot \delta \cdot B^2$$

式中: B ——爆破体内直径或短边长(m); δ ——爆破体容器的壁厚(m); K_B ——与爆破方式和结构特征有关的系数,封闭式爆破 $K_B = 0.7 \sim 1$, 开口式爆破

$K_B = 0.9 \sim 1.2$; K_C ——与材质及环境条件有关的系数,混凝土 $K_C = 0.3 \sim 0.5$, 钢筋混凝土 $K_C = 0.5 \sim 1.0$ 。

3. 考虑结构物断面积的经验公式

$$Q_N = K_N \cdot K_C \cdot K_d \cdot S$$

式中: K_C ——爆破体材质系数,砖及素混凝土结构 $K_C = 0.2 \sim 0.25$, 钢筋混凝土结构 $K_C = 0.3 \sim 0.35$; K_d ——炸药换算系数,梯恩梯炸药 $K_d = 1.0$, 2号岩石铵梯炸药 $K_d = 1.1$, 铵油炸药 $K_d = 1.15$, S ——通过药包中心的水平面上爆破体的周壁断面积(m^2)

其它一些类型的有临空面水压爆破药量计算公式,也可以通过修正后加以应用。

三、施工设计应注意的几个问题

1. 作为同一容器的爆破体,布置药包的数目应尽可能少。布置单个药包时,对于结构均匀的圆形、正方形容器,应布置在容器的中心位置,这样爆破容器的四壁承受的荷载均匀,破碎效果较好。

2. 前述的水压爆破药量计算公式只与容器横断面尺寸有关。当容器的长宽比大于1.5时,在计算出爆破装药量后,依长宽比的不同,应将总装药量均分为二个或多个药包。一般长宽比为1.5—2.5时,均分为二个药包;长宽比为2.5—3.5时,均分为三个药包,依此类推。当容器的深宽比大于1.5时,依深宽比的不同,应与长宽比规律相同,布置二层或多层药包,但药量分配应从上到下呈递增规律。我们认为下层装药量可比上层装药量增加20—30%,按公式计算出来的装药量只是最上层装药量,总装药量为各层装药量之和。当药量分散布置时,其药包间距应使容器的四壁受到均匀的破碎作用,一般

$$a = (1-2)R$$

式中: a ——药包间距; R ——药包距容器四壁的最短距离。

3. 当同一容器二侧壁厚不同或二侧壁结构不同或要求的破碎程度不同时,应偏心布置药包。由于容器二侧厚度不同而偏心布药时,偏距可按式计算

$$e = R(\delta_1 - \delta_2) / (\delta_2 + \delta_1)$$

式中, e ——布药偏距、药包偏于厚壁一侧; R ——容器中心至侧壁距离; δ_1, δ_2 ——容器两侧壁厚, $\delta_1 > \delta_2$ 。

4. 作为爆破体的容器, 原则上应注满水, 特别是封闭式容器。当容器底部基础要求清除时, 应根据其结构情况, 加深药包的入水深度至紧贴容器底部。

5. 当容器内部有隔壁等非均质结构时, 药包对于这些结构物应非对称布置, 若这些结构物强度过大, 则应采用其它方法处理。

6. 因为药包布置在地表之下, 周围又没有自由面, 因此, 地震效应是无临空面水压爆破的主要安全问题之一。地震波安全验算可用萨道夫斯基经验公式

$$V = K \cdot (Q^{1/3} / R)^\alpha$$

式中, V ——观测点地面质点振动速度 (cm/s); Q ——装药量 (kg), 齐发爆破为总装药量, 毫秒微差爆破为各段药量的平方和的开方值; R ——观测点到爆源的距离 (m), 对于群药包取等效距离; K, α ——与地震波传播地段介质性质及距离有关的系数, 在岩石中 K 为 30—180, 在土壤中 K 为 100—220; 近距离 α 取 1.5—2.3, 远距离取 1.0—1.5。

为了保证建筑物的安全, 计算出的观测点地面质点振动速度必须小于观测点处建筑物允许的地面质点振动速度 (根据规范规定, 查表可知)。

当所需装药量较大而周围环境较复杂时, 可采用分散成多个药包装药并分段毫秒延迟起爆。

7. 外围介质的变形错位会导致与爆破体距离较近的建筑物及设施产生裂缝、错位等破坏, 因此必须采取特殊措施保护近距离的重要建筑物及设施。当需保护的建筑物或设施在地下且距离爆破体小于 3 m 时, 应挖沟使其与爆破体分离开来, 以解除其与爆破体的刚性联系。

8. 水柱上冲是水压爆破的基本特征之一, 无临空面水压爆破的水柱上冲更为明显。水柱上冲高度与装药量、药包入水深度、爆破体的结构等因素有关, 并且一般来说, 封闭式结构水柱上冲高度较低, 开口式结构水柱高度较高。药包入水深度愈小, 水柱上冲愈高, 而且声响大, 上冲水柱还有造成高压线路短路

$$h_{\min} \geq \sqrt[3]{Q} \quad (\text{m})$$

式中: Q ——装药量 (kg), 当计算值小于 40 cm 时, 一律取 40 cm。

四、工程施工实例

浆池为圆柱形封闭式, 墙为砖砌砂浆胶结结构, 内径 3.4 m, 深 3.1 m, 壁厚 0.25 m。顶盖为钢筋混凝土现浇结构, 并有十字梁加固, 盖厚 0.15 m, 梁断面尺寸 $0.3 \times 0.3 \text{ m}^2$ 。往北 1.5 m 有与盖相连的柏油道路, 4.5 m 有下水管道, 6 m 有厂重点造浆车间。

(1) 药量确定及药包布置

采用考虑结构物尺寸的经验公式确定药量。

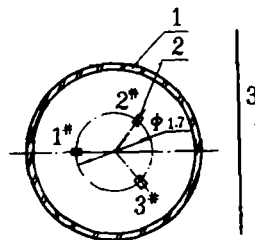
$$Q_N = K_N \cdot K_B \cdot K_C \cdot \delta \cdot B^2 \quad (\text{kg})$$

这里取 $K_N = 1.75, K_B = 1.0, K_C = 0.4, B = 3.8,$

$$\delta = 0.25$$

$$\text{则 } Q_N = 2.53 \quad (\text{kg})$$

该浆池的深宽比小于 1.5, 设计只布置单层药包。经验算, 集中装药时, 地震效应难以保证周围设施的安全。为了降低地震危害, 采用分散装药, 延时微差爆破。分为三个药包, 1 号药包装药量为 0.9 kg, 2、3 号药包装药量各自为 0.8 kg, 药包布置如图, 1、2、3 号药包分别用 1、3、5 段毫秒延期电雷管引爆。



圆形池药包平面布置图 (单位: m)

1—浆池; 2—药包; 3—柏油道路

(2) 爆破安全措施及爆破效果

除采用分散装药分段毫秒延迟爆破技术措施外, 在浆池与柏油道路中间开挖了一条深 1 m、宽 0.5 m 的沟, 以降低地震效应和防止浆池外围介质变形错位时对柏油道路、下水管道等造成危害。

起爆后, 水柱上升高度为 5—7 m。浆池顶盖爆酥, 浆池墙体大部分向内倒塌, 破碎效果良好, 周围建筑物及设施未受任何损伤。

Enclosed Water Pressure Explosion Technique

Gong Hansong, Zhang Jianwu and Xu Huaqi
No. 3 Brigade of Henan Provincial BGMR

Abstract Enclosed water pressure explosion technique is developed according to the requirement. This paper introduces in detail calculation equations for explosive weight and design method in enclosed water pressure explosion technique.