

水下钻孔爆破微差爆破法的应用

李 芳

(辽宁有色勘察研究院, 沈阳 110002)

【摘要】 当爆区距周边被防护物较近, 最大齐发药量受到限制时, 微差爆破是一种安全有效的爆破方法, 积累了水下爆破施工的经验。

【关键词】 微差爆破; 微差时间; 爆破参数

【Abstract】 Short-delay blasting is a safe and effective blasting method when explosion region is near by protection object and maximum simultaneous dynamite is limited. The experience underwater explosion is obtained by the practical application.

【Key words】 Short-delay blasting; tiny difference time; blasting parameter

0 引言

绥中发电厂是“八五”期间国家重点能源建设工程项目, 为辽宁省目前最大的一座在建电厂。海水取水港池水下爆破及清运渣工程是该工程的重要配套工程。由我院基础工程公司承担完成。由于爆区与港池防波堤同时施工, 且爆区距防波堤较近, 防护标准限制了最大齐发药量, 通过采用微差爆破的方法, 既控制了齐发药量不超出安全范围, 又不减少爆破总量, 保证了爆破施工速度, 安全、低耗、保质保量地完成了工程施工任务。

1 工程概况

1.1 工作场区位置及范围

绥中电厂位于辽宁省绥中县前所镇, 南邻渤海。港池水下爆破及开挖工作区位于厂区南部渤海潮间和浅海海域, 其范围(见图1): 长 585 m, 底宽 200 m, 两边坡度 1:1, 开挖标高-5.00 m, 爆破石方量 209 462 m³, 设计炮孔 11 235 个, 总进尺 42 330.98 m, 清运渣量 261 263 m³。

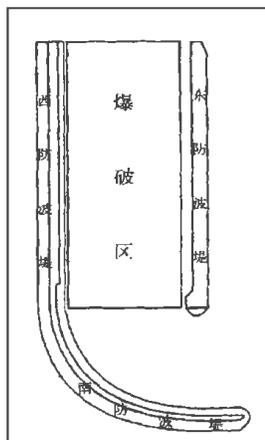


图1 水下爆破工程平面位置图

1.2 场区工程地质概况

场区为海岸水下岸坡地段, 海底地形平坦, 地势北高南低, 坡度 1/100, 等深线与海岸线近平行。

爆区内地层上部为中、粗砂, 下部为下太古界混合花岗岩。

砂土: 黄褐色、灰黑色、松散、局部混少量

作者简介: 李芳, 1962年生, 女, 工程师。1984年毕业于沈阳黄金学院地质系。现任辽宁有色勘察研究院技术质量科科长, 并担任中国有色金属工业总公司工程勘察系统优秀质量管理QC小组评审会评委。

淤泥。主要分布于场区西南部。厚度 0.5~2.5 m。

混合花岗岩:肉红色,中粗粒花岗变晶结构,块状构造。主要矿物成份为长石、石英,在开挖深度内呈强~中风化。岩石坚固系数(普氏分级) $f=8$,属中等硬度岩石,相对体积质量 2.7,抗压强度 110 MPa,抗拉强度 5.3 MPa,泊松比 0.25。场区北东地段上部无砂层覆盖。岩体内局部石英岩脉发育。

2 微差爆破

微差爆破(毫秒爆破)是指浅孔或深孔间以毫秒时间间隔分组,按一定间隔顺序起爆的一种爆破方法。由于先后各组钻孔起爆的间隔时间很短,一般在几毫秒到几十毫秒之间,使被爆岩石体内,存在着利于破碎的相互作用。其主要优点是:①降低了同时起爆大量钻孔所产生的地震效应,控制了爆破作用方向,从而减小了对周边建筑物的震动影响。②使爆后岩石块度均匀,减小大块率,爆堆集中,清渣容易,提高了生产效率。③减小单耗量,降低生产成本并降低了爆炸产生的空气冲击波强度。

3 水中冲击波安全距离和爆破震动安全距离

根据我国《爆破安全规程》(GB6722)第 328 条规定,水下爆破当覆盖水厚度小于 3 倍药包半径时,对水面以上人员或其他保护对象的空气冲击波距离的计算,原则与地面爆破时相同,见公式(1)。航道疏浚浅水炸礁时,冲击波对船舶的最小安全距离 90~300 m,而在深水爆破时,水的冲击波安全距离要通过试验或经专家实测研究确定。

$$R_H = K_0 Q^{1/3} \quad (1)$$

式中: R_H ——水中冲击波的安全距,m;

Q ——一次起爆炸药量,kg;

K_0 ——系数,按不同对象选取。

本次爆破选取水中冲击波对潜水人员的安全距离 2 100 m 为警戒半径。

爆破震动安全距离的计算采用经验公式:

$$R_{震} = (K_{震} / v)^{1/a_{震}} Q^m \quad (2)$$

式中: $R_{震}$ ——爆破震动安全距离,m;

Q ——炸药量,kg;齐发爆破取总药量,微差爆破取最大一段药量;

v ——地震安全速度,cm/s;本工程取值为 5 cm/s;

m ——药量指数,取 1/3;

$K_{震}$ ——与爆破点地形、地质条件有关的系数;

$a_{震}$ ——衰减系数。

式(2)可变成

$$v = K \left[\frac{Q^{1/3}}{R} \right]^a \quad (3)$$

式(3)为萨道夫斯基公式,对其取常用对数,可得:

$$y = k + ax$$

此式为—双对数坐标系中的直线方程,其中:

$$y = \log v \quad k = \log K \quad x = \log \frac{Q^m}{R}$$

利用最小二乘法对爆破试验观测数据进行统计,求出本工程场地系数:

$$a_{震} = 1.744 4 \quad K = 631$$

当防护标准(安全速度)确定时,可求出不同齐发药量的爆破震动安全距离,或求出不同安全距离的最大齐发药量(见表 1)。

表 1 安全距离与最大齐发药量对照表 (安全速度 $v=5$ cm/s)

距离 R/m	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
药量 Q/kg	1.9	3.8	6.6	10.4	15.6	22.2	30.4	40.4	52.5	66.8	83.4

4 爆破参数的选取

药包在介质中爆炸时,影响爆炸作用和爆破效果的因素十分复杂,爆破这门科学基本上还属于一门经验性或半经验半理论性科学,缺乏完整的理论系统,主要影响因素有:地形边界条件、地质因素、炸药性能和药包量大小、施工方法。而前两种因素属客观因素,只有选取恰当的爆破参数和工艺,才能取得安全有效的爆破效果。

由于本工程水下爆破与防波堤同时施工,且距离较近(最近 50 m),根据水中冲击波安全距离和爆破震动安全距离公式计算,并结合十几年来我院水下爆破工程施工经验,可得出最大齐放药量为 30 kg,要求炸药单耗不得超过 1.5 kg。为选出适宜本工程最佳爆破参数,在代表地段进行了 32 组爆破试验,并爆后采用重型(2)动力触探进行检测(见表 2)。

表 2 爆破试验及检测结果表

项目 孔别	组别	孔距 /m	排距 /m	单耗 /(kg·m ⁻³)	超深 /m	组数	布孔 方式	岩石 类型	检测 结果
主 炮 孔	1-2	2.5	2.5	0.6	1.0	2	三 角 形	强 风 化 岩 石	-5.60
	3-4	2.5	2.5	0.8	1.2	2			-5.80
	5-6	2.5	3.0	0.6	1.0	2			-5.40
	7-8	2.5	3.0	0.8	1.2	2			-5.60
	9-10	3.0	3.0	0.6	1.0	2			-5.10
	11-12	3.0	3.0	0.8	1.2	2			-5.40
	13-14	2.0	2.0	1.0	1.2	2		中 风 化 岩 石、 硅 化 带 及 岩 脉	-4.60
	15-16	2.0	2.0	1.2	1.4	2			-5.20
	17-18	2.0	2.0	1.4	1.6	2			-5.60
	19-20	2.0	2.5	1.0	1.2	2			-4.60
	21-22	2.0	2.5	1.2	1.4	2			-4.80
	23-24	2.5	2.5	1.0	1.2	2		-4.20	
	25-26	3.0	3.0	0.6	1.0	2	正 方 形	强 风 化 岩 石	-4.80
预 裂 孔	27-28	1.5	1.5	0.4	1.0	2			裂 缝 明 显
	29-30	2.0	2.0	0.4	1.0	2			裂 缝 明 显
	31-32	2.5	2.5	0.4	1.0	2			裂 缝 不 明 显

从表 1 可看出 9-10 组、15-16 组爆破检验效果理想,仅比设计标高超深 0.1~0.2 m,岩块占 50%~70%,清渣比较顺利。并且炸药单耗 1.2 g/m³,在安全爆破范围内;而其他组有的孔排距大,炸药单耗、超深小,清渣大块率高,清渣困难,并未达到设计标高;有的排距小,炸药单耗、超深大,不经济。因此本次爆破参数采用 9-10 组、15-16 组

试验数据:

强风化岩:孔距 3 m,排距 3 m,超深 1.0 m,炸药单耗 0.6 kg/m³。

中风化岩:硅化带、岩脉:孔距 2 m,排距 2 m,超深 1.4 m,炸药单耗 1.2 kg/m³。

爆破参数是在三角形布孔条件下取得的,利用此参数进行其它布孔方式试验,爆破效果均不理想。

5 微差爆破

5.1 微差时间确定

微差爆破合理间隔时间,一般指降振效果好、爆碎质量佳、形成新临空面的时间最合理等的间隔时间,常用计算公式为:

$$\Delta t = K_{裂} W_{底} (24 - f) \quad (4)$$

- 式中: Δt —— 微差时间,ms;
- f —— 岩石坚固性系数;
- $W_{底}$ —— 底盘抵抗线,m;
- $K_{裂}$ —— 岩石裂隙系数。

根据公式计算及经验值微差时间为 $\Delta t=25\sim 50$ ms。本工程微差时间控制在 $\Delta t=45$ ms左右。

5.2 爆破器材

炸药:选用水胶炸药,密度 $1.1\sim 1.15$ g/cm³,爆速 $3\ 800$ m/s。爆力 320 ml/10 g,猛度 16 mm。

雷管:孔内及孔外网络联结采用塑料导爆管——非电毫秒延时雷管。

起爆器:采用YJGN-1000 C型高能起爆器。

5.3 爆破工艺

5.3.1 布孔方式及成孔工艺

布孔方式:试验证明,采用三角形布置炮孔,装药不易错孔,网络联结方便,爆破效果好。

成孔工艺:砂层中跟管钻进至基岩面,基岩采用清水回转钻进,孔径 110 mm,达到设计深度后,用大水量排渣,使孔内清洁。

5.3.2 药包加工与装药

采用直径 90 mm条形药包,放置在距孔底 $1/3$ 处,水深度小于 1 m时,采用中粗砂充塞。

5.3.3 爆破网络的敷设与起爆顺序

每次起爆 12 排,每排 18 个孔,每个炮孔中的起爆药包放置 2 发同段导爆管雷管,同排孔的导爆管段数相同,排间段数不同,起爆前将同排孔的导爆管捆扎成簇,用导爆管雷

管进行排间联结,形成串并联复式排间顺序微差起爆网络(见图2)。起爆时用起爆器起爆 8 号工业电雷管,电雷管击发导爆管,使孔内雷管起爆而引爆孔内炸药。

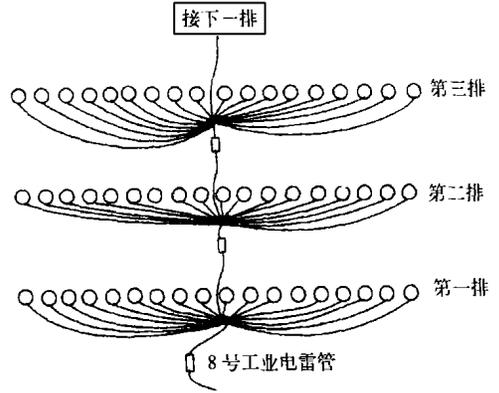


图2 爆破网络示意图

6 效果检验

根据爆破工程进度,分段自检。既要检验爆破效果是否符合设计要求又要检测安全指标。前者采用重型(2)触探,后者采用仪器监测和宏观观测,至工程结束,防波堤无一处有变形发生,且爆后高程完全满足设计要求。

工程竣工后,经建设方依据各规范要求进行检测,实地测深抽查 110 个点,平均标高 -5.31 m,比设计标高超深 0.31 m,合格率 100% ,优良率 100% 。

7 结语

实践证明,微差爆破可降低同时爆破大量钻孔所产生的地震反应,大大减小了爆破对周边建(构)筑物的不良影响。当被防护物很近,防护标准很高时,单靠一种方法往往不能完全避免爆破造成的不良影响,因此,工程施工时,要在试验的基础上,采用微差爆破与预裂带防震、调整施工顺序、控制齐发药量等方法配合使用,来防止爆破地震对周边建筑物的不良影响。