

聚能爆破

何广沂

(1982年3月8日收到)

利用聚能效应原理加工制成的聚能药包在爆破工程中的应用,称“聚能爆破”

本文所介绍的几种聚能药包的设计是以多次试验的总结资料为依据的。此外,文中主要介绍了试验结果和在实际爆破中的应用效果,尤其在铁道建设中的应用。

一、聚能药包结构

聚能药包的结构如图1所示,是由引信装置(1)、隔板(2)、炸药(3)、金属罩(4)和支架(5)等五部分组成。实物见图1照片。

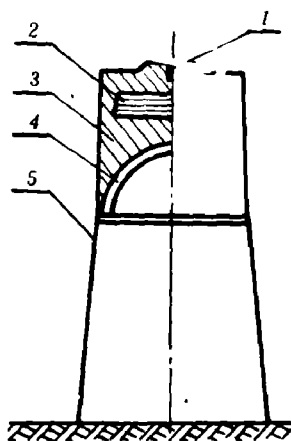


图1 聚能药包

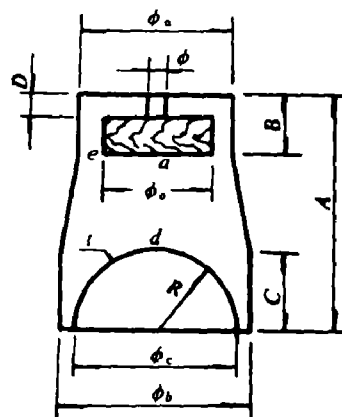
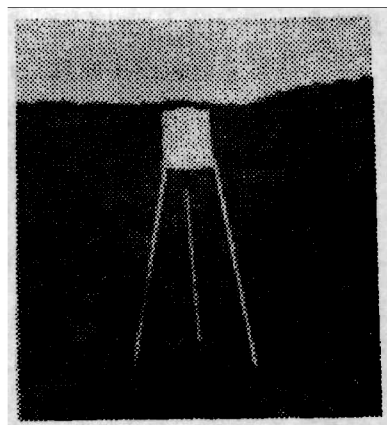


图2 聚能药包结构图

二、聚能药包设计

根据我们研制聚能药包的使用目的,经多次试验研究以及对穿孔效果的分析,初步总结出聚能药包设计的方法。

1. 金属罩为半球形的聚能药包

药包结构尺寸的设计均以金属罩内径 ϕ_c (如图2)为基础,找出其它参数间的关系。

金属罩壁厚 l 与 ϕ_c 的关系为 $l/\phi_c = 3 \sim 7\%$ 。

隔板直径 ϕ_o 与 ϕ_c 的关系为 $\phi_o/\phi_c = 70 \sim 80\%$, 隔板与金属罩的距离 ad 为 $ad/\phi_c = 25 \sim 60\%$, 隔板厚度 $(B-D)/\phi_c = 15 \sim 40\%$ 。

药包外径 $\phi_b/\phi_c = 1 \sim 1.25$, 药包下高 $C/\phi_c = 1/2$, $\phi_o \leq \phi_b$, 隔板四周与药包外壳间距约为10毫米。

2. 圆锥形聚能药包

为便于说明圆锥形药包设计方法, 将其结构形式绘成图3。

金属罩内锥角与外锥角比值 $a_1/a_2 = \frac{46^\circ 30'}{48^\circ} \sim \frac{50^\circ}{52^\circ 40'}$,

锥顶半径 r 为 $r/D_2 = 8 \sim 12\%$, 锥高 $H_o \approx D_2$, 罩壁厚度变化率 $1 \sim 2\%$ 。

隔板与锥顶的距离 S 为 $S/D_2 = 1/5 \sim 1/4$, 隔板直径 ϕ_o 为 $\phi_o/D_2 = 3/4$, 隔板厚度 B 为 $B/D_2 = 15 \sim 25\%$ 。

药包外形尺寸与 D_2 的关系均与半球形药包相同。

3. 支架高

文中所设计的几种聚能药包, 经试验发现最佳支架高为金属罩口径的 $3 \sim 4.5$ 倍。

4. 聚能药包外壳的作用

聚能药包外壳的主要作用是运输和使用防止把药包碰坏, 对注装炸药还能固定药包的形状。除此之外, 其它方面的作用是很小的。从聚能药包作用原理分析, 除药包中的有效装药部分是直接形成射流的炸药外, 其余大部分炸药向四面作用, 一毫米厚的金属板外壳, 对爆炸摧毁力的抵抗是极小的, 外壳对穿孔深度的影响可以忽略不计。我们制做的聚能药包, 压装无壳, 注装的分无壳和有壳两种。

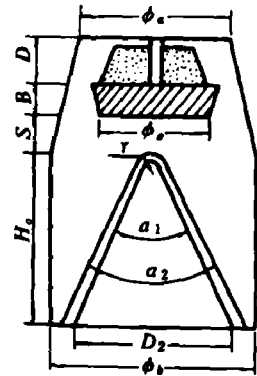


图3 圆锥药包示意图

三、试验结果

自1968年到1979年, 十多年来研制了几种聚能药包, 并进行了多次穿孔试验, 现将试验结果介绍如下:

(一) 装药量90公斤聚能药包

装药量90公斤聚能药包的结构如图4所示。

图中 1—引信装置, 由特屈儿药柱和8*雷管组成; 2—隔板, 材质红松, 表面涂虫胶漆; 3—金属罩, 等壁厚半球形, 材质分三

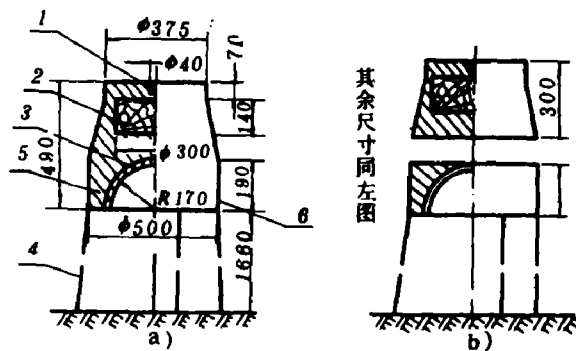


图4 聚能药包结构

种, 铸铁、铸铝和铸铜: 4—支架, 三根铁管; 5—炸药, 50%黑索金和 50%梯恩梯熔注; 6—外壳, 1.5毫米厚铝板。

图4所示的聚能药包各部件重量、支架高和金属罩壁厚等见表1。表中最后一横行数据为聚能药包分两节的结构(如图4b所示)。

这次试验在山东某地砂粘土(空隙度36.5%)中进行的。穿孔深见表1, 穿孔断面如图5所示。

表 1

金属罩材质	金属罩壁厚(毫米)	金属罩重(公斤)	弹壳重(公斤)	装药量(公斤)	药包总量(公斤)	支架高(毫米)	穿孔深(厘米)	可见深(厘米)	5-6米深处直径(厘米)	孔底处半径(厘米)
铸铁	10	14	10.5	90.5	115	1660	660	630	53	20
铸铁	10	13	10.5	89.5	113	1660	600	380	35	35
铸铁	15	20.5	11.5	88	120	1650	600	420	20	20
铸铁	20	28.6	9.9	88.5	128	1660	703	674	40	25
铸铁	20	28.6	9.4	87	126	1660	750	690	42	39
铸铝	10	4.9	10.1	93	108	1660	440	400		63
铸铝	15	8.0	12	84	104	1870	560	470	50	45
铸铝	20	11.6	10.4	86	108	1660	670	350	45	55
铸铝	20	11.3	10.7	87	109	1660	675	350	48	54
铸铜	15	24	11	87	122	1660	600	480	40	20
铸铜	15	23.3	11.2	86.5	121	1660	650	560	35	35
铸铁	15	21.2	13.8	88	123	1660	620	620	40	40

从表1和图5可分析得出:

1. 装药量87公斤, 铸铁金属罩壁厚20毫米的聚能药包, 穿孔深和可见深最高, 分别为7.5米和6.9米。所谓可见深就是地面到孔内落土面的深度。

2. 为搬运和使用方便, 把聚能药包分两节, 试验结果表明与整体药包穿孔效果相同。

3. 在装药量相等, 金属罩采用不同材质及不同壁厚时, 穿孔深不一样。此外, 铸铝金属罩的药包回落土多。

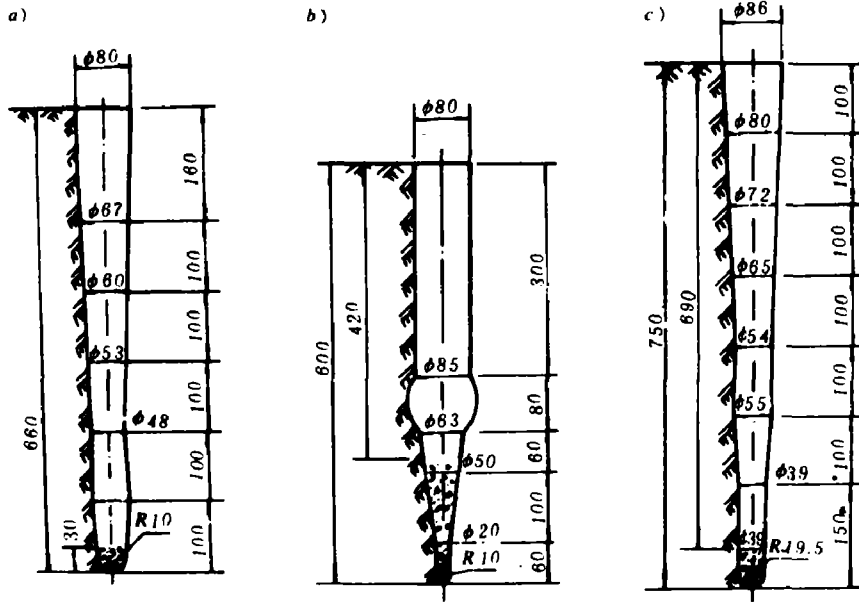
4. 铸铁和铸铜的金属罩, 其穿孔效果相同, 铸铜金属罩价贵, 故不宜采用。

5. 最佳支架高为金属罩外径的4.5倍。

(二) 装药量10公斤以下的聚能药包

1. 金属罩塑装炸药

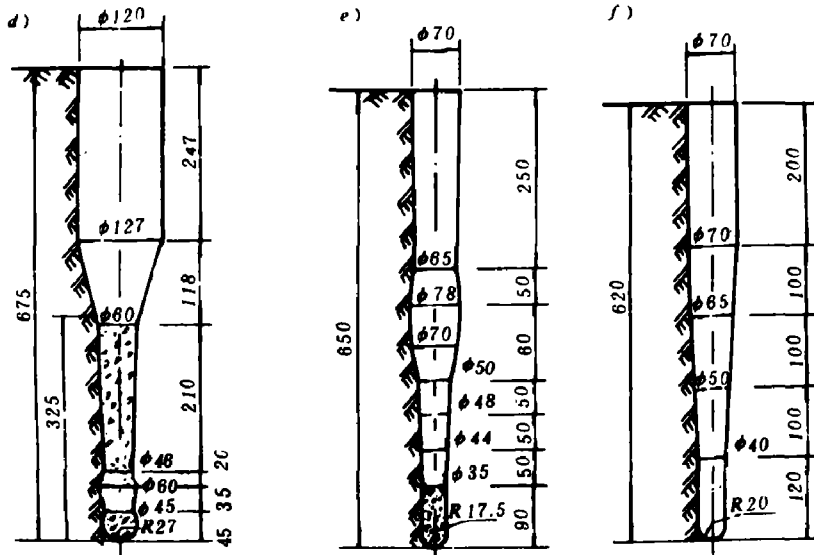
装药量分别为7公斤和9公斤, 金属罩分别为半球形和圆锥的药包, 其结构如图6所示。这两种药包结构组成及其材质均与图4相同。铸铝半球形金属罩壁厚7毫米, 圆锥形13毫米。装药为塑装, 即20%的梯恩梯熔化后加入80%黑索金混合而成。



a 铸铁壁厚 10 毫米

b 铸铁壁厚 15 毫米

c 铸铁壁厚 20 毫米



d 铸铝壁厚 20 毫米

e 铸钢壁厚 15 毫米

f 药包分两节

图 5 穿孔断面(单位: 厘米)

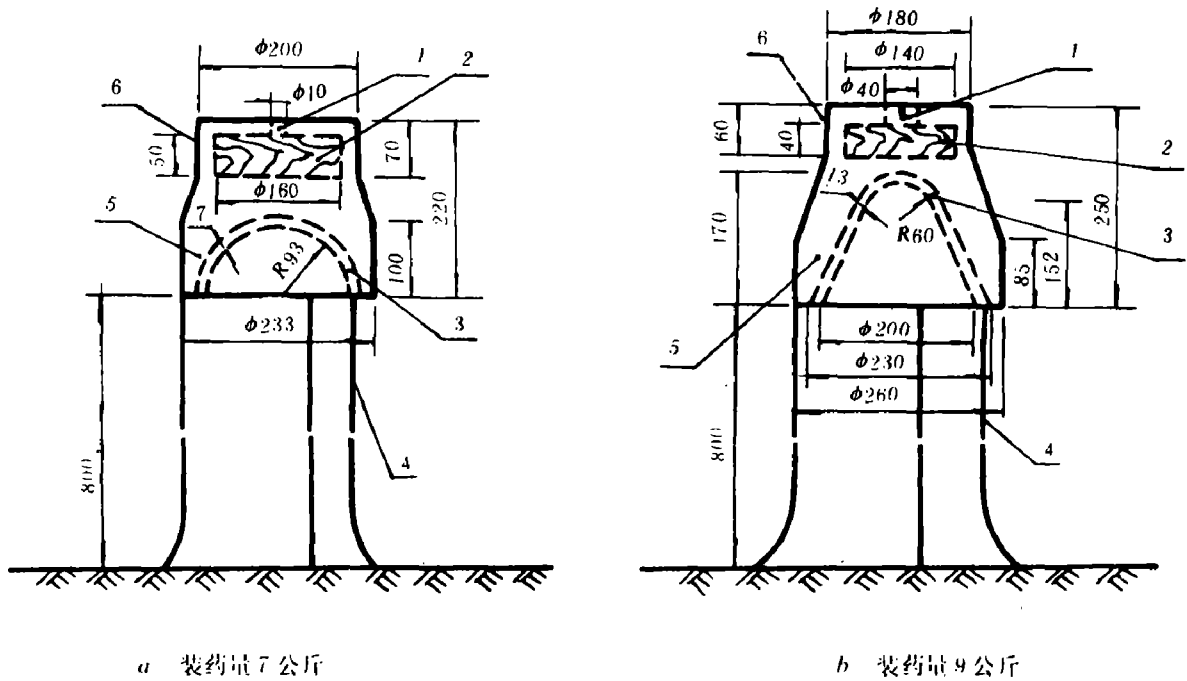


图6 金属罩为铸铝的药包

这次试验在辽宁某地砂粘土(空隙度48.6%)中进行的 各部件重量及穿孔结果见表2, 穿孔断面见图7 半球形金属罩药包, 最佳支架高为4~5倍的金属罩直径, 圆锥形为3.5~4.0倍

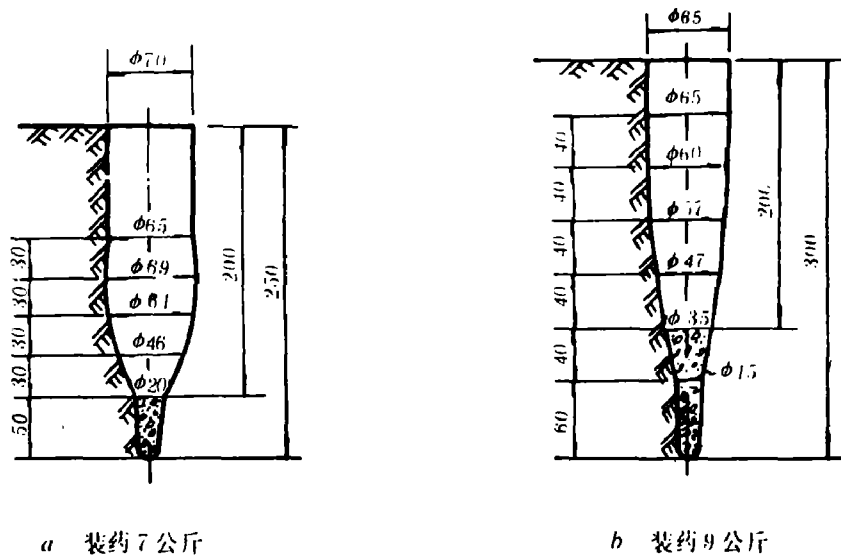


图7 穿孔断面(单位厘米)

2. 冲压金属罩压装炸药

这种装置有两个型号:

- (1) 圆锥形金属罩聚能药包, 其装药量为2.7公斤, 结构见图8

表 2

金属罩 形 状	药包重 (公斤)	装药量 (公斤)	空壳重 (公斤)	支架高 (毫米)	穿孔深 (厘米)	可见深 (厘米)
半球形	11.20	7.67	3.53	800	250	150
半球形	11.26	7.82	3.44	800	215	180
半球形	11.37	7.47	3.40	900	205	150
半球形	10.90	7.42	3.48	800		150
半球形	10.85	7.30	3.55	800	230	210
半球形	11.10	7.81	3.29	1000	220	180
园锥形	13.57	9.36	4.21	805	300	200
园锥形	13.46	9.36	4.07	805	300	190
园锥形	13.61	9.48	4.13	805	300	180
园锥形	13.53	9.36	4.17	920	220	135
园锥形	13.43	9.34	4.09	920	270	180

图8中：1—引爆雷管；2—隔板，材质为夹布塑料，比重1.7克/厘米³。3—辅助装药，压装的“8321”炸药；4—主药包，压装“8321”炸药；5—金属罩，冲压紫铜，其壁厚从锥顶5毫米变化到锥底7毫米，锥顶中心角46°30'，外角47°58'，锥顶半径R15毫米；6—托盘，木头；7—支架，木棍。

(2) 半球形金属罩聚能药包，其装药量为4.58公斤，冲压紫铜半球形金属药包其结构见图9。图中符号代表的意义均与图8相同。

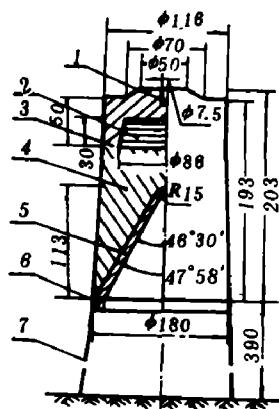


图8 装药量2.7公斤药包结构

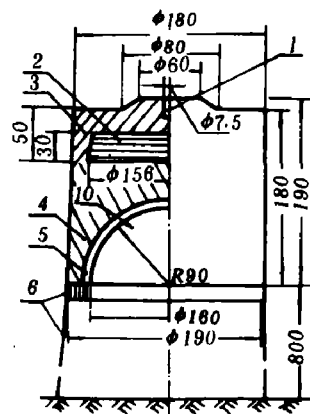


图9 装药量4.58公斤药包结构

以上两种药包，其部件重量见表3。这次穿孔试验在沈阳地区进行的，土质情况见表3。穿孔结果列于表3，穿孔断面见图10和11。

表 3

药包重 (公斤)	药量 (公斤)	压装 成分	金属罩		隔板 (公斤)	穿孔深 (米)	可见深 (米)	土质孔隙 度(%)	试验 地点
			形状	重(公斤)					
9	4.58	梯恩梯	半球形	3.70	0.72	2.60	2.20	35.04	沈阳 辉山
9	4.58	黑索金	半球形	3.70	0.72	3.20	2.60	}	
9	4.58	8321	半球形	3.70	0.72	3.35	2.30		
9	4.58	8321	半球形	3.70	0.72	3.00	2.50	42.58	
4.17	2.70	8321	园锥形	1.27	0.20	2.30	1.60	35.04	辉山
4.17	2.70	8321	园锥形	1.27	0.20	2.20	1.50	42.58	
4.17	2.70	8321	园锥形	1.27	0.20	3.10	2.60	42.42	724厂
4.17	2.70	8321	园锥形	1.27	0.20	3.10	1.80	42.42	724厂

从表3可看出：

1. 土质对穿孔深度有影响。同一种聚能药包，土壤孔隙度不同，孔深相差0.8~0.9米。
2. 冲压的金属罩和压装炸药的聚能药包，其穿孔性能较稳定。
3. 压装黑索金或8321炸药的药包比压装梯恩梯的药包穿孔深。

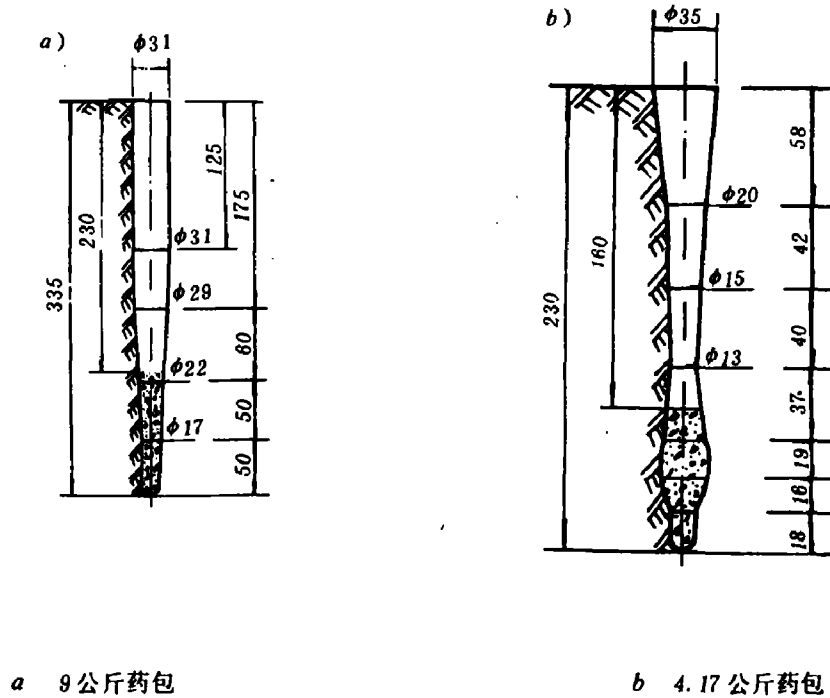


图10 穿孔断面图(厘米)

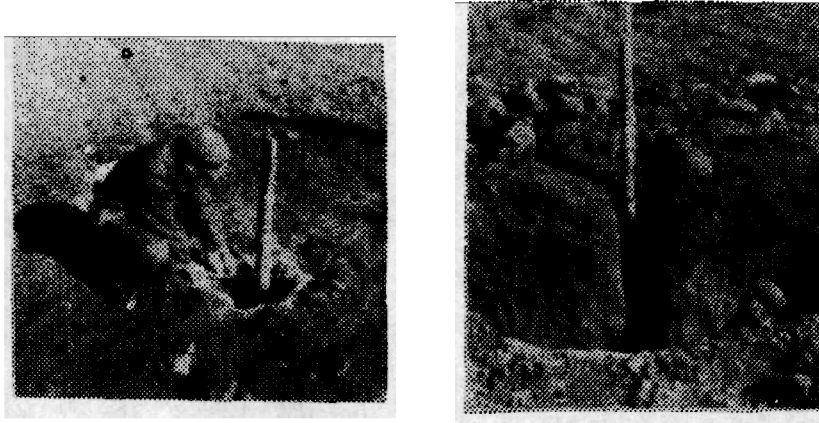


图11 9公斤药包
穿孔实物
左图为孔口
右图为断面

3. 玻璃罩注装炸药

圆锥形玻璃罩聚能药包的装药量为14.71公斤,全重17.31公斤。其结构见图12。药饼园台由黑索金压成,台顶直径100毫米、台底直径120毫米,重0.57公斤。其余装药采用黑索金、梯恩梯各50%熔注而成。

隔板是用细锯末、煤粉、细土和水压成的,重0.80公斤。

玻璃罩是用普通耐温玻璃模压成圆锥形,重1.80公斤。

这次试验于冬季在青海茶卡铁路支线附近的冻结粘砂土中进行的。支架高均为1米(4.5倍玻璃罩直径)。穿孔深分别为2.4、2.7、2.7、2.8、3.0和3.5米,孔口均为0.2,无回落土。

四、聚能药包的应用

经试验证明,聚能药包对一定的作用介质具有穿孔或破碎的能力,其应用范围较广。例如聚能药包可进行二次破碎岩石,可以排除沉井中的孤石,还可以利用其穿孔代替人工开挖电线杆坑。下面主要介绍药包在冻土爆破工程中的应用。

青藏铁路格拉段(格尔木—拉萨)通过终年冻土地段,为了研究冻土地带修建铁路的施工方法,从1975年开始,在冻土地段的西大滩、风头山等处进行铁路试验工程。根据冻土的性质及其目前国内现有的机具设备,对于路堑开挖、明挖桥涵基础,只有采用地质钻钻孔爆破。地质钻,钻孔速度慢,占用人员多,费用高,在高原缺氧条件下,消耗体力大。为了改变这种施工方法,我们利用聚能药包代替地质钻进行打孔。实践证明,聚能药包在冻土中穿孔是可行的,占用人员少,劳动强度低。下面仅就桥基础和路堑开挖等工程使用聚能药包爆破情况分述如下:

1. 西大滩穿孔爆破

为配合一机部高原工程机械样机现场考核试验,于1978年冬季,在西大滩处利用装药量14.71

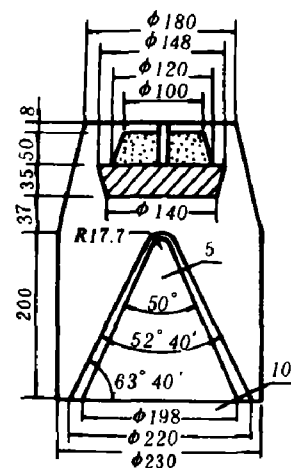


图12 玻璃罩型罩聚能
药包结构

公斤的聚能药包(图12)穿孔爆破冻结砂土夹碎石卵石。在200平方米的地面上按照3~5米的间距梅花型布置聚能药包21发,平均穿孔深2米以上,无回落土孔占57%。每孔中平均装2*岩石炸药10公斤,爆破400余方。从安放聚能药包到装药爆破进行了三小时。爆破深度和土方量均达到予期要求。

2. 桥基础开挖穿孔爆破

青藏铁路茶卡支线寺院车沟桥基明挖于1979年严寒季节施工。土质为冻结粘土,表层0.1米深可用钢钎开凿,0.1米往下就凿不动了。于是采用装药量14.71公斤的聚能药包穿孔,平均穿孔深3米,可见深2米,孔口直径0.2米,孔底为0.15米,合计爆破方量450方。从穿孔到爆破用了半天,其基坑断面尺寸达到设计要求。

3. 风头山路暂开挖穿孔爆破

风头山铁路试验工程DKO+50~81.5地段路堑土质为多冰冻土,含冰量70~80%。利用装药量26.9公斤,其结构如同图6b一样的聚能药包进行穿孔,穿孔深2.5~2.7米,孔口直径0.15米,孔底成壶形,可容纳2*岩石炸药20~26公斤。

4. 聚能药包冻土穿孔爆破经济技术效果分析

装药量14.71公斤的聚能药包,其成本费用每发约35元,在冻土中穿孔,平均每延米穿孔约十几元。但是,风头山用于爆破钻孔的DPP-100型汽车地质钻机,每台班钻孔6延米,平均每延米钻孔费25元。聚能药包在冻土中穿孔不但比地质钻机经济,而且穿孔速度快,施工简便,它不但免除笨重的打眼机械和减少施工人员,还减轻了作业人员的劳动强度。对于3~4米深的浅路堑和桥涵基坑,它有可能在一天之内达到要求,促进施工进度,这对高原缺氧的冻土地区快修速建铁路,具有十分重要的意义。

本文有关冻土穿孔爆破试验,是笔者与张添锦等同志合作进行的。本文得到朱忠节同志的指导,特表致谢。

CUMULATIVE BLASTING

Ho Guangyi

Abstract

The application of shaped charge for concentrating energy in engineering blasting is called cumulative blasting.

The designs of some shaped charges described in this paper have been made on the basis of the data in several tests. And its practical applications and results in blasting, especially in railroad construction, have also been given.