

黄金分割法在露天矿台阶爆破中的应用

黑脑包铁矿 丰树中

露天矿台阶爆破工程，是一项即有理论又要有实践经验的工程。目前绝大部分仍还是参考教科书、相近矿山的经验公式和数据进行台阶爆破的设计和计算，这种办法有时很难满足爆破工作的要求。在现场爆破实践中，爆破工程技术人员一般是在爆破前一、二天才能得到爆破平面图。工程技术人员很难在这样短的时间内准确地计算出炸药消耗量，有时需要利用填塞、装药高度等因素来衡量炸药消耗量的多少，这样往往带有一定的盲目性，从而影响爆破效果。

黑脑包铁矿的矿石为闪石石英型磁铁矿， $f=17$ ；围岩为角闪斜长片麻岩， $f=18$ ，平均体重 $2.88\text{t}/\text{m}^3$ ，台阶高度 12m ，炮孔直径 250mm 。1986年末转入凹陷露天开采。

在现场爆破中，为优化爆破参数，我们调整单孔起爆面积、孔距和排距、装药高度和填塞高度。通过一系列比较实验，发现当孔距与排距、装药高度与填塞高度之比同黄金分割相符时，爆破效果就比较理想（见表1）。由表中可见，大块率从 $0.24\%\sim 0.33\%$ 降低到 0.083% 左右，且没有留根底。

表 1

序号	爆破日期	孔径 mm	孔数	台阶 高度 m	孔深 m	孔距/ /间距	预爆量 t	炸药 单耗 kg/m^3	延米 爆量 t/m	大块率	前冲 m	后冲 后翻 m	装药 高度/ 填塞 高度
1	91.1.21	250	59	11.2	13.7	6.13/5.5	64163	0.75	79.40	0.24%	31	3.5	6.8/6.9
2	91.8.20	250	29	11.39	13.9	6.4/5.5	33485	0.75	83	0.21%	34	2.7	7.4/6.5
3	91.9.2	250	41	11.41	14.0	7/5	47568	0.75	82.90	0.1%	37	2.5	7.9/6.1
4	91.10.31	250	79	11.4	13.9	7.8/5	101155	0.75	92.10	0.089	29	0.8	8.2/5.7
5	91.12.13	250	61	11.73	13.72	8/5	82429	0.75	98.50	0.083	25	0	8.5/5.2

*平均值

油洗净后经重负荷2h，再换油洗净。反复进行使齿面接触达到65%，间隙达到规定范围，温升低于 75°C ；改造后刹车可靠，运行正常。

华1型吊罐结构强度较低，初期使用曾发生吊罐绞链被砸断、保护伞及绞链变形事故，

严重威胁安全作业。为此对吊罐铰链、滑架、提升梁、保护伞等关键部位加固改造，提高其强度，同时将提升钢丝绳由原来 $\varnothing 15.5$ 加大为 $\varnothing 17.5\text{mm}$ ，达到“冶金矿山安全规程”中规定的安全系数13的要求。

我们在生产实践中,总结了用黄金分割法确定孔距和间距的办法如下。

设单孔起爆面和为 S_m^2 ,孔距为A,间距为Bm,列下列方程式:

$$\begin{cases} A \times B = S & (1) \\ 0.618A = B & (2) \end{cases}$$

故:

$$A = \sqrt{\frac{S}{0.618}} \quad (m) \quad (3)$$

$$B = \sqrt{0.618S} \quad (m) \quad (4)$$

S是A、B的函数,决定了A、B的大小。

用黄金分割法确定装药高度和填塞高度,以及最佳单孔起爆面积的办法如下。

设炮孔深度为Hm(包括超深),孔径为Dmm,炸药单耗为 $q(kg/m^3)$,炸药比重为 $d g/cm^3$;装药高度为 H_1m ,填塞高度为 H_2m ;那么,按照黄金分割法:

$$H_1 = 0.618Hm \quad (5)$$

$$H_2 = 0.382Hm \quad (6)$$

在装药高度为 H_1 时,每孔的装药量为:

$$Q = 0.618H \cdot \frac{d \cdot 3.14 \left(\frac{D}{2}\right)^2}{1000} \quad kg \quad (7)$$

在装药量为Q时,实爆台阶高度为h,炸药单耗为q时,最佳起爆面积为 $S_{大}$,按照体积公式得:

$$S_{大} = \frac{Q}{q \cdot h} \quad m^2 \quad (8)$$

将(8)式带到(3)、(4)式得到最佳孔距和间距:

$$A_{大} = \sqrt{\frac{S_{大}}{0.618}} \quad m \quad (9)$$

$$B_{大} = \sqrt{0.618S_{大}} \quad m \quad (10)$$

黄金分割法已经广泛地应用到自然科学和社会生活的各个领域,我们把它用在黑脑包铁矿台阶爆破工程中,也获得了良好的结果:

1、采用黄金分割法,爆破参数比较合理,爆堆集中,减少了飞石的数量,降低了飞石的距离;前冲由原来的31~40m之间降低到现在的23~28m之间,降低了25%左右。

2、大块率由0.24%降低到0.083%,约降低了65%,减少了二次爆破对正常采掘的影响,提高电铲纯作业时间6.2%。

3、无根底、后冲、后翻现象,后排塌落2.5~5.5m,电铲可以顺利地挖掘到塌落部位,挖掘后台阶坡面很平整,下一次打孔时,掌子面不用推土机平整,而且第一排炮孔没有发现塌帮、堵塞现象。

4、提高延米爆破量9%左右,按一台KY—250型牙轮钻台年效率13000m计算,可多爆破矿岩117000t。

5、黄金分割法在现场应用中,可以单独在装药高度和填塞高度上应用,也可以在孔距、间距上应用,或者二者同时应用。

在人工装药时,要考虑岩碴混入炮孔中,特别是水孔中装乳化炸药,在设计装药高度时,要留0.5~0.8m的填塞保险系数,确保填塞高度符合要求。至于黄金分割法是否能在浅孔爆破和控制爆破中应用有待于今后的研究和实践。