

升降法测定工业粉状炸药 临界落高的实验研究

丁云

(南京理工大学)

摘要 文章介绍了升降法测定工业粉状炸药临界落高的方法和步骤。通过实验研究, 得出了实验参数的变化范围, 并进行了讨论。实验结果说明, 用该方法测定工业粉状炸药撞击感度是可行的。

关键词 工业炸药 临界落高 撞击感度

1 概述

炸药的临界落高是指试样受一定质量的重锤下落撞击, 发生 50% 爆炸时的重锤下落高度。该值能用于评定大多数炸药对撞击作用的敏感程度(称炸药的撞击感度)。目前许多国家用升降法测定炸药的撞击感度。

炸药的临界落高值可用升降法在立式落锤仪上测定。其实验参数包括落锤质量、落高间隔、试验样本量和试验药量。不同类型的炸药, 其实验参数的变化范围不同。本文对常用工业粉状炸药临界落高测定中的实验参数进行了讨论, 并取得了一些有意义的结果。

2 测定常用工业粉状炸药临界落高的实验参数研究

2.1 临界落高的测定

本文采用升降法测定炸药的临界落高。升降法是一种数理统计的方法, 其特点是自动使试验信息集中于均值附近, 以提高建立均值的精度。采用升降法的基本条件是所研究的变量必须服从正态分布, 试验条件能够等间隔地改变。对于撞击感度试验, 已有数学上的证明, 落高的对数值是可靠的正态分布。升降法测定炸药的临界落高时, 落高的配置须是对数值等间隔的。若令 h 表示开始试验的落高, d 表示落高的间隔, d 值的选择应近似于标准差 σ , 且应满足 $\frac{1}{2}\sigma < d < 2\sigma$ 。试验时, 第一次在 h 处对试样进行撞击, 如果试样发火(用 x 表示), 下次试验应在 $h-d$ 处进行; 如果试样不发火(用 0 表示), 下次试验应上升到 $h+d$ 处进行, 依次类推到一定的试验次数后, 将试验所得到的数据代入下述公式计算, 求出炸药的临界落高值(H_{50})。

$$m = c + d\left(\frac{A}{N} \pm \frac{1}{2}\right) \quad (1)$$

$$H_{50} = 10^m \quad (2)$$

$$\sigma = 1.620d \left[\frac{B}{N} - \left(\frac{A}{N}\right)^2 + 0.029 \right] \quad (3)$$

式中: m 为试验结果的均值(对数值); c 为试验水平为 0 时的落高(对数值); d 为落高间隔(对数值); N 为 $\sum n_x$ 或 $\sum n_0$, 两者相等时任取一状态, 不相等时, 取数值较小者; n_x 为各试验水平发生爆炸的次数; n_0 为各试验水平不爆炸的次数; A 为 $\sum in_x$ 或 $\sum in_0$, 选取状态与 N 对应; B 为 $\sum i^2 n_x$ 或 $\sum i^2 n_0$, 选取状态与 N 对应; σ 为标准差(以 10 为底的对数值); i 为试验水平的序号, 取最低试验水平的序号为 0; $\pm$, N 取爆炸状态为负, 取不爆炸状态为正。

2.2 落锤质量的确定

工业粉状炸药的撞击感度值分布范围较大, 仅用一种质量的落锤难以测出所用工业粉状炸药的撞击感度值。一般高感度的炸药用 5kg 落锤, 感度较低的炸药用 10kg 落锤。我们对 23 种常用工业粉状炸药的试样进行了临界落高的测定, 试验中均采用 10kg 落锤, 都得到了较好的结果。实验表明, 对大多数工业粉状炸药, 采用 10kg 落锤测定其临界落高是可行的。

2.3 落高间隔的选取

升降法测定炸药的临界落高, 其落高间隔 d 的选择应满足 $\frac{1}{2}\sigma < d < 2\sigma$, 而试验的标准差无法预先知道, 因此 d 值的选择依赖于实践和经验。测得结果见表 1。

表 1 不同步长 d 值对标准差的影响

Table 1 Effects of varied step d on standard deviation

试 样 名 称	步长 d (对数值)	标准差 σ (对数值)	验证 $\frac{1}{2}\sigma < d < 2\sigma$ 式
2 号岩石铵梯炸药	0.1	0.469	不符合
	0.2	0.307	符合
	0.2	0.185	符合
2 号煤矿许用铵梯炸药	0.1	0.414	不符合
	0.15	0.376	不符合
	0.20	0.126	符合
	0.30	0.354	符合
	0.20	0.273	符合
3 号煤矿许用铵梯炸药	0.1	0.463	不符合
	0.1	0.244	不符合
	0.2	0.337	符合
	0.2	0.200	符合
2 号抗水煤矿许用铵梯炸药	0.07	0.066	符合
	0.1	0.150	符合
2 号抗水岩石铵梯炸药	0.1	0.167	符合
	0.15	0.152	符合
3 号抗水煤矿许用铵梯炸药	0.1	0.134	符合
	0.15	0.194	符合
2 号岩石铵梯油炸药	0.1	0.239	不符合
	0.2	0.145	符合

落高间隔的合理选取是提高标准差精度的保证。归纳表1的数据可知,测定常用工业粉状炸药的临界落高时, d 值选取的范围在0.15~0.25(对数值)之间是合适的。

2.4 试验样本量的讨论

有资料认为试验样本量不应小于40,也有资料报道试验样本量在20~40之间就能获得满意的结果^[1],我们进行了不同样本量对临界落高影响的实验研究,结果见表2。

表2 样本量变化对炸药临界落高的影响

Table 2 Effects of sample number on explosive critical drop height

炸 药 名 称	落锤质量 (kg)	不同样本量(N)的临界落高/(cm)					
		$N=10$	$N=20$	$N=30$	$N=40$	$N=50$	$N=60$
精制 RDX	5	23	22	24	24	23	24
精制 Tetryl	5	55	43	46	46	47	46
精制 TNT	10	57	78	80	77	73	75
2号岩石铵梯炸药	10	44	52	46	40	43	—
2号煤矿许用铵梯炸药	10	39.8	41.7	44.7	44.7	44.5	45.7
3号煤矿许用铵梯炸药	10	35.4	36.1	40.1	38.0	35.7	36.2
2号抗水岩石铵梯炸药	10	79.4	75.5	79.4	79.1	79.4	79.6

注:试验药量均为50mg;撞击装置为标准类型。

分析表2的数据可见,样本量大于20时,随着样本量增加,临界落高虽有变化,但变化幅度不大,且无一定的规律。样本量大于30时,其临界落高值无大的波动。根据实验结果,测定常用工业粉状炸药临界落高时,试验样本量取30是较为合理的。

2.5 试验药量的研究

在保证试验安全的前提下,首先应考虑药量对试验数据合理性的影响,并尽可能选用较小的试验药量。试验药量对临界落高的影响见图1。

随着药量增加,炸药的临界落高呈上升趋势。药量大于50mg时,其临界落高值变化较为平缓。根据前述原则,工业粉状炸药的试验药量可定为50mg。

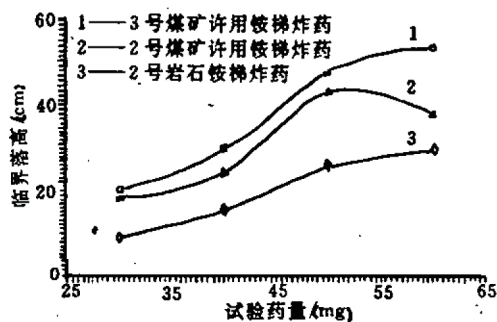


图1 临界落高与试验药量的关系

Fig. 1 Relation between critical drop height and weight of explosive

3 结 论

根据常用工业粉状炸药的特点,采用升降法测定临界落高是可行的。通过试验,基本确定了实验的主要参数。该项研究工作的进行,为制定工业炸药撞击感度测定的标准方法提供了实验依据。

参 考 文 献

- 1 刘宝光. 关于升降法的几个问题. 兵工学报(火工品分册), 1979(1).

EXPERIMENTAL INVESTIGATION ON DETERMINING CRITICAL DROP HEIGHT OF INDUSTRIAL POWDERED EXPLOSIVES BY USING UP-AND-DOWN METHOD

Ding Yun

(*Nanjing University of Science and Technology*)

ABSTRACT The experimental procedure and method are described for determining critical drop height of industrial powdered explosives by using the up-and-down method. The variation range of the experimental parameters is obtained and discussed thereof. The results indicate that the up-and-down method is practical to determine the impact sensitivity of industrial powdered explosives.

KEY WORDS industrial explosive, critical drop height, impact sensitivity.