

DETERMINATION OF THE RESISTANCE TO PLASTIC DEFORMATION OF SHOCKED LY-12 ALUMINUM

Han Junwan Zhu Bohai

Abstract

The resistances to plastic deformation of Ly-12 aluminum under one-dimensional shock loading at 36.43, 59.38 and 111.28 kbar, respectively, were measured experimentally by using the manganin transducer. The curve fitting equation obtained can be approximately written as $Y = 3.173 - 0.0003287P + 0.0001352P^2$ (kbar). It is concluded from this investigation that Ly-12 aluminum exhibits a nonlinear increasing hardening characteristic with increasing shock-pressure.

砂岩卸载绝热线的实验测量

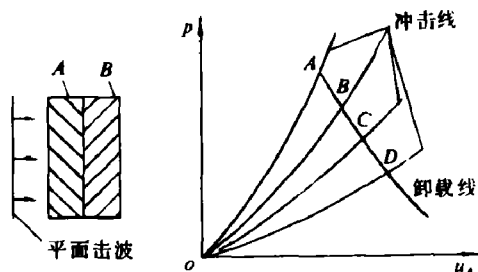
颜潮兴 信礼田

(1983年6月20日收到)

利用低阻抗的固体材料作为缓冲体,采用阻抗失配法测量了砂岩从22、20、13和10万巴四个压力点开始的卸载曲线,给出了实验结果及其简要讨论。

众所周知,固体材料,特别是金属的冲击压缩线的测量技术在五十年代得到了很大发展,且已臻成熟^(1,2);但卸载试验技术却是在六十年代末期和七十年代才逐步发展起来的^(3,4)。

利用固体缓冲体测量材料的冲击卸载线,是通过测量覆盖于待测样品表面的缓冲体中冲击压缩数据确定待测材料卸载数据的一种方法。如图1a所示,当一个平面冲击波进入待测样品A和缓冲体B中时,由于预先选定的缓冲体的冲击阻抗($\rho_0 D$)值低于待测样品的冲击阻抗值,因而在AB界面处将向A中反射一个卸载波,同时向B传入一个冲击波。由界面连续条件,即界面两边物体的质点速度、压力相等的条件,在确定了B的冲击压缩值之后,就可以



a 测量原理 b 卸载线数据处理
图1 卸载线测量原理。A为待测材料, B、C、D为缓冲体及测得的卸载点

得到 A 的某一个卸载状态数据。

鉴于爆炸试验重复性差的缺点,为了获得材料的一条卸载线上较多的数据点,最好是在一发爆炸实验中同时取得这些点的数据,如图 1b 所示。试验中,砂岩和各种缓冲体的冲击压缩特性参数值列于表 1,表中 ρ_0 、 c_0 、 λ 是材料的初始密度和 $D = c_0 + \lambda u_p$ 关系中的常数, D 、 u_p 是材料中的冲击波速度和波后粒子速度。这些数据大部分是取自我们自己的试验结果,有机玻璃则是取自他人的资料。

表 1 砂岩及缓冲体的冲击压缩特性参数值

材 料	ρ_0 (克/厘米 ³)	c_0 (毫米/微秒)	λ	压力范围(万巴)
砂 岩	2.677	4.470	0.775	6—70
石英玻璃	2.478	3.748	0.849	9—30
聚 苯 乙 烯	1.056	2.748	1.350	4—18
酚 醛 布 板	1.343	3.102	1.476	5—23
环氧玻璃钢	1.721	3.545	0.987	6—25
聚 氯 乙 烯	1.459	2.995	1.128	5—24
有 机 玻 璃	1.18	3.16	1.25	6—37

我们采用闪光隙法进行测量。砂岩靶板直径 120 毫米、厚 10 毫米,在上面布设六块(一块砂岩和五块不同缓冲体)尺寸为 $35 \times 20 \times 3$ 毫米的试件。为了测量试件的质点速度,在各试件的自由表面和光探板之间留有 3 毫米间隙,作为试件自由面的飞程。实验装置的结构如图 2 所示。高速转镜像机的四条光栅对准装置上的四条照相部位,这样,各试件均能记录到两组光信号。

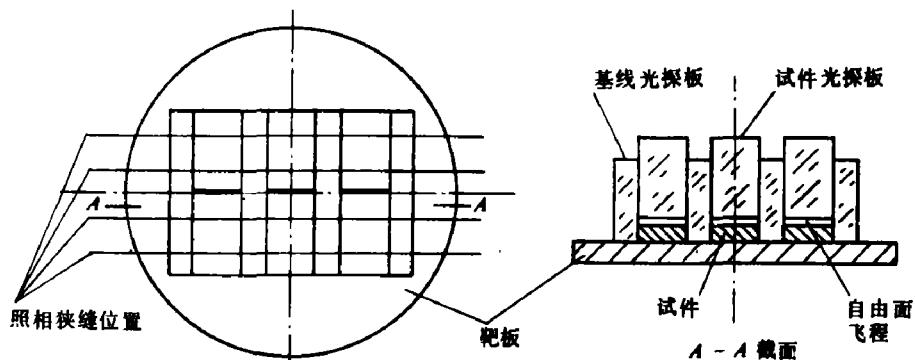


图 2 实验装置示意图

根据测量结果及以下公式

$$D = C_0 + \lambda u_p \quad (1)$$

$$u_p = (1/2)u_f \quad (2)$$

$$D = S/t_D \quad (3)$$

$$u_f = h/t_f \quad (4)$$

$$t = t_D + t_f \quad (5)$$

可以得到计算 u_p 的关系式

$$u_p = A / [B + (B^2 + C)^{1/2}] \quad (6)$$

式中 u_f 为试件自由面飞行速度, t_D 为冲击波经过试件的时间, t_f 为试件自由面飞行时间, S 为试件的厚度, h 为自由面飞行距离, t 为冲击波进入试件起到自由面飞程终止所经历的时间; 而 $A = hC_0$, $B = C_0 t - \lambda h/2 - S$, $C = 2C_0 \lambda t h$ 。

通过上述方法, 可由砂岩试件获得其冲击压缩点, 即卸载开始点的数据; 由其它五块缓冲体试件得到砂岩的五个卸载点数据。此外, 还可以确定砂岩在空气中卸载的数据, 此时, 可近似认为砂岩的压力卸到了零值, 而质点速度近似等于卸载开始时的两倍。于是一发试验就能得到砂岩卸载线上的七个实测点。

我们在 10 ~ 20 万巴范围内共做了五发卸载实验, 其中一、二两发的压力相同。利用每发的实验记录, 由 (6) 式计算出 u_p 值, 再由 (1) 式计算出 D 值, 最后由 $P = \rho_0 D u_p$ 得到压力。根据实验所得计算结果列于表 2。

表 2 砂岩冲击压缩卸载数据

实验号	试件号	u_p 公里/秒	P 万巴	实验号	试件号	u_p 公里/秒	P 万巴	实验号	试件号	u_p 公里/秒	P 万巴
3	I	1.475	22.17	4	I	1.348	19.82	1	I	0.964	13.42
	II	1.471	18.22		II	1.349	16.36		II	0.944	10.64
	III	1.656	14.77		III	1.592	14.02		III	1.142	9.18
	IV	1.836	14.33		IV	1.676	12.55		IV	1.183	7.70
	VI	1.941	12.82		VI	1.808	11.54		V	1.204	7.65
	VII	2.021	11.69		VII	1.867	10.39		VI	1.245	6.93
	VIII	2.950	0		VIII	2.696	0		VII	1.928	0
2	I	0.934	12.98	5	I	0.764	10.35	*	I	砂岩, II 石英玻璃	
	II	0.918	10.30		II	0.815	8.97		III	环氧玻璃钢	
	III	1.099	8.76		III	0.919	7.04		IV	酚醛布板	
	IV	1.129	7.23		IV	0.991	6.08		V	聚氯乙烯	
	VI	1.277	7.17		VI	1.094	5.85		VI	有机玻璃	
	VII	1.418	6.98		VII	1.073	4.75		VII	聚苯乙烯	
	VIII	1.868	0		VIII	1.528	0		VIII	空 气	

比较适宜于表 2 卸载实验数据的拟合式为

$$P = a + b/u,$$

式中 a 、 b 是常数。但由于在第二发实验中实验装置出现了故障,使记录的光信号质量变坏,给数据判读带来困难,从而使读数误差明显增大,故在数据处理时舍去了该发实验数据。

经过拟合,卸载曲线的 a 、 b 值列于表 3,表中的相对误差量系根据 P 和 u , 相关系数 r 计算得到,它等于 $(1 - r^2)$ 。图 3 给出了各发实验数据及其拟合曲线(虚线部分仅作参考)。

表 3 拟合式中的 a 、 b 值

实验号	开始卸载压力 (万巴)	a (万巴)	b (万巴·公里/秒)	r	相对误差量(%)
3	22.17	- 17.429	56.027	0.968	6.7
4	19.82	- 15.772	46.804	0.971	5.8
1	13.42	- 11.219	22.454	0.989	6.1
5	10.35	- 9.162	15.024	0.983	3.4

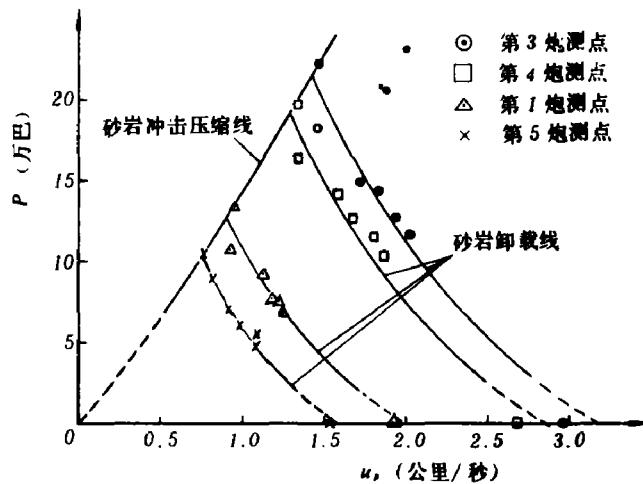


图 3 砂岩 $P - u$ 关系的冲击卸载线

观察表 3 中的 a 、 b 值有以下明显的变化趋势,即其绝对值与对应的卸载开始点压力密切相关。若卸载开始时的压力高,则 a 、 b 的绝对值大,反之亦然。

由于本试验是采用室温固体材料作为缓冲体,所以在卸载线的压力较低部分就难免缺少实测数据,这是今后需要改进的。

参加本项工作的同志还有龚文海、董保荣、杨真铭、汪培奎和何唐甫等。

参 考 文 献

- [1] Rice, M.H., McQueen, R.G. et al, *Solid State Physics*, Vol. 6, (1958), 1—63.
 [2] Murri, W.J., Curran, D.R. et al, *Advances in High Pressure Research*, Vol. 4, Academic Press, London and New York, (1974).
 [3] Petersen, C.F., Rosenberg, J.T., *J. Geophys. Res.*, 74(10) (1969), 2727.
 [4] Asay, J.R., *J. Appl. Phys.*, 48(1) (1975), 197.

EXPERIMENTAL MEASUREMENTS OF RELEASE ADIABATS OF SANDSTONE

Yan Chaoxing Xin Litian

Abstract

With the help of low-impedance solid materials as buffers, the release adiabats of sandstone were measured by the impedance-mismatch method, in which the specimen was shocked to four pressure points, 220, 200, 130 and 100 kbar, respectively. The experimental results and a brief discussion are given.

韧性金属受高速粒子碰撞的侵蚀破坏

史可顺 叶 玲 姜东华

(1983年11月21日收到)

铝和铜受单粒子高速 (5 公里/秒) 碰撞后的侵蚀破坏, 由光学和扫描电子显微镜进行了表征。并且, 初步探讨了材料性质对高速侵蚀破坏的影响。

韧性金属受粒子碰撞的侵蚀特性已由许多研究者作过研究。

Finnie^[1] 及 Ruff^[2] 的研究是很有意义的, 他们指出韧性和脆性材料的侵蚀特征是有明显差别的。对于韧性材料, 例如退火铝, 在碰撞角为20到30度时侵蚀最严重, 在这种情况下, 粒子对材料的切削作用是引起材料侵蚀损失的主要原因; 而对于脆性材料, 例如玻璃, 侵蚀最严重的情况则出现在90度碰撞角。

Bitter 基于 Finnie 提出的动能概念进一步分析了两种侵蚀行为, 并认为变形特征是必需考虑的, 在垂直碰撞情况下尤为重要^[3]。

Paolo 提出侵蚀体积损失率 (V_r , 即单位质量的粒子所引起的侵蚀体积损失) 的近似表