文章编号：1000-5773(2003)04-0275-08

固支方板对水中爆炸作用的动态响应研究*

吴 成[1]，金 俨[1]，李华新[2]

（1. 北京理工大学机电工程学院，北京 100081；
2. 国营第 5013 厂，重庆 402575）

摘要：分析研究了在装药水中爆炸产生的强冲击载荷作用下固支方板的塑性动力响应过程。通过对水中爆炸理论和板的大变形理论分析，应用能量原理和 Lagrangian 函数，推导出反映固支方板在冲击载荷作用下变形的最终挠度的解析解。水中爆炸对固边方板破坏的实验在自制的水箱中进行。对不同的装药重量和炸距情况下方板的变形情况进行了理论计算，并对实验结果和误差来源进行了分析。实验结果和理论结果具有较好的一致性。

关键词：水下爆炸；固支方板；塑性大变形；等冲量分析
中图分类号：O383 **文献标识码**：A

1 引 言

一般情况下，战场上的军事目标大都是由板、壳、梁等基本构件构成的。当这些基本构件受到爆炸冲击载荷作用时，有可能产生大的塑性变形，或者发生局部或整体的断裂破坏而导致结构失效，最终导致目标达到某一毁伤等级。因此，对这些基本构件在爆炸等强冲击载荷作用下的塑性变形破坏情况进行理论分析，对于研究弹药的毁伤威力和目标易损性具有十分重要的意义。

在本文中，对固支方板在水下受到爆炸冲击波载荷作用而产生的塑性动力响应进行了理论分析，并推导出反映变形情况的解析解。通过对实验值和理论值的比较，分析了实验产生误差的原因。实验值和理论值具有较好的一致性。

水中冲击波将首先自板面反射。由于板四周的束缚，因此初期的反射接近于从固壁的反射。随着靶板速度的增加，板面水压力就相应的降低。同时由于产生的透射波的压力，使靶板受到的入射冲击波作用的迎载面总载荷始终不会是零，因此水中不会出现使水发生空化的负压，即不会产生空化效应。

2 水中爆炸对板的作用理论

2.1 几点假设

（1）材料是理想刚塑性的。
（2）水介质视为不可压缩理想流体。
（3）水介质与板以相同的速度运动。
（4）不考虑板端部影响。
（5）作用过程和毁伤效应具有对称性。

2.2 水中爆炸对靶的作用

冲击波打击靶板示意图见图 1。爆心距靶板的

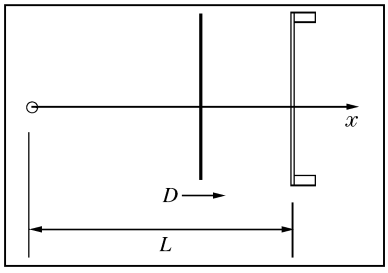


图 1 冲击波打击靶板示意图

Fig. 1 Schematic diagram of shock wave on plate target

* **收稿日期**：2002-09-19；**修回日期**：2003-10-13
作者简介：吴 成(1961—)，男，博士，教授，主要研究方向：弹药工程、数值模拟计算.

距离为 L,D 为冲击波速。取冲击波传播方向为 x 轴正方向,以平板表面为坐标原点,冲击波到达平板表面为时间起点时,可把入射波写成

$$p_1(t)=p_1(t-x/c_w) \tag{1}$$

式中 c_w 为水的声速[1]。

当冲击波到达平板表面时,要在平板表面形成反射。如果平板是固定的,那么在声学处理中,反射波的波形与入射波相当,只是以相反方向传入水中。平板运动后,在水中又形成一束稀疏波,它与刚壁反射波叠加在一起成为合成的反射波,其形式假定为

$$p_2(t)=p_2(t+x/c_w) \tag{2}$$

因此,反射后水中的总压力

$$p=p_1(t-x/c_w)+p_2(t+x/c_w) \tag{3}$$

由于水中某点的压力随时间的变化,可近似用一指数形式来表示,所以

$$p_1=p_m\exp[-(t-x/c_w)/\theta] \tag{4}$$

式中:p_m 为冲击波波头的峰值压力;θ 为数衰减的时间函数,即峰值压力下降到 $0.386p_m$ 时所需时间。入射波和反射波通过后,水质点的速度变化分别为

$$\begin{cases}u_1=p_1/(\rho_w c_w)\\ u_2=-p_2/(\rho_w c_w)\end{cases} \tag{5}$$

式中 ρ_w 是水的初始密度。那么冲击波反射后水质点的速度

$$u=\frac{p_1(t-x/c_w)-p_2(t+x/c_w)}{\rho_w c_w} \tag{6}$$

在紧靠平板处 $x=0$,水质点的压力和速度为

$$p(t)=p_m e^{-t/\theta}+p_2(t) \tag{7}$$

$$u(t)=\frac{p_m e^{-t/\theta}-p_2(t)}{\rho_\omega c_\omega} \tag{8}$$

由(7)式及(8)式得

$$p(t)=2p_m e^{-t/\theta}+\rho_\omega c_\omega u(t) \tag{9}$$

这就是水中冲击波作用在平板上的载荷。式中前一部分是刚壁反射的压力,后一部分是因为平板运动而产生的稀疏波的影响。

应用牛顿第二定律描述平板运动。设平板的密度为 ρ,厚度为 h,平板所受的压力为 $\bar{p}$,平板的速度为 $\bar{u}$,位移是 w,则对每单位面积平板有

$$\rho h\frac{d\bar{u}}{dt}=\bar{p} \tag{10}$$

$$\bar{u}=\frac{dw}{dt} \tag{11}$$

在 $x=0$ 时附在平板表面的水介质点压力和速度应满足下面的连续条件

$$p(t)=\bar{p},u(t)=\bar{u}\qquad(x=0) \tag{12}$$

因此,将(9)式代入(10)式,并考虑(12)方程,平板运动方程变为

$$\rho h\frac{d^2w}{dt^2}+\rho_\omega c_\omega\frac{dw}{dt}=2p_m e^{-t/\theta} \tag{13}$$

求解条件是

$$\begin{cases}w(0)=0\\ \dot{w}(0)=0\end{cases} \tag{14}$$

设水在冲击波有效波长范围内的质量 $\rho_\omega c_\omega\theta$ 与平板质量 ρh 之比为

$$\beta=\frac{\rho_\omega c_\omega\theta}{\rho h} \tag{15}$$

将(13)式解出得

$$\bar{u}(t)=\frac{2p_{\mathrm{m}}\theta}{\rho h}\cdot\frac{\mathrm{e}^{-\beta t/\theta}-\mathrm{e}^{-t/\theta}}{1-\beta} \tag{16}$$

将(16)式代入(10)式得出平板表面所受压力

$$p(t)=2p_{\mathrm{m}}\frac{\mathrm{e}^{-t/\theta}-\beta\mathrm{e}^{-\beta t/\theta}}{1-\beta} \tag{17}$$

当 $t=0$ 时,平板表面承受最大压力为 $p(0)=2p_{\mathrm{m}}$,以后便逐渐下降。

库尔等人经过大量实验提出在工程上使用的经验公式,在工程中,炸药水中爆炸的公式可展成幂函数的形式

$$p_{\mathrm{m}}=k\left(\frac{m_{\mathrm{e}}^{1/3}}{R}\right)^{\alpha} \tag{18}$$

$$\theta=\frac{l}{k}m_{\mathrm{e}}^{1/3}\left(\frac{m_{\mathrm{e}}^{1/3}}{R}\right)^{\beta-\alpha} \tag{19}$$

式中:p_{m} 为冲击波波头的峰值压力,θ 为数衰减的时间常数,即峰值压力下降到 $0.368p_{\mathrm{m}}$ 时所需要的时间,m_{e} 为炸药质量,R 为爆心距,k、l、α、β 为试验确定的系数[2]。

当靶板产生速度而运动时,板面的水压力就相应降低。同时由于产生的透射波的压力,使靶板受到入射冲击波作用的迎载面总载荷始终不会是零,因此水中不会出现使水发生空化的负压,既不会产生空化现象。因此在下面的推导计算中没有考虑二次加载的作用。

3　板的动态响应理论分析

假设爆轰波产生的压力均匀作用在平板上,则板为四面固定受均匀连续载荷的情况,载荷方向与平板法线方向相同。如图 2 所示。板厚为 h,长、宽尺寸分别为 $2a$ 和 $2b$,其上均匀分布着爆炸冲击载荷 $P(t)$。四边固支是指矩形板在边界处沿 x、y、z 三个方向上的位移都为零,且弯距亦为零。假定板为刚性理想塑性材料,忽略弯距效应,只考虑膜力效应,并根据矩形板在爆炸冲击载荷作用下的实际变形形状,给出其数学描述为

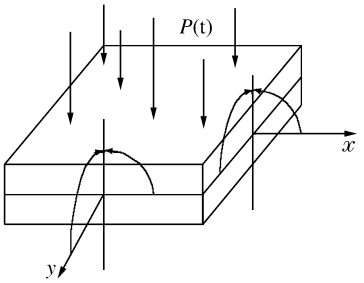


图 2　靶板受均匀载荷作用示意图

Fig. 2　Homogenous loading on plate target with fixed boundary

$$\begin{cases}u=u_0\sin\dfrac{\pi x}{a}\cos\dfrac{\pi y}{2b}\\ v=v_0\cos\dfrac{\pi x}{2a}\sin\dfrac{\pi y}{b}\\ w=w_0\cos\dfrac{\pi x}{2a}\cos\dfrac{\pi y}{2b}\end{cases} \tag{20}$$

式中:u、v 和 w 分别为 x、y 和 z 方向上的位移,u_0、v_0 分别为 x、y 方向上的最大位移,w_0 为板的中心点在 z 方向上的挠度[3]。

板在平面应力状态下沿 x 和 y 方向上的应变分量可分别表示为

$$\begin{cases}\varepsilon_x=\dfrac{\partial u}{\partial x}+\dfrac{1}{2}\left(\dfrac{\partial w}{\partial x}\right)^2\\ \varepsilon_y=\dfrac{\partial v}{\partial y}+\dfrac{1}{2}\left(\dfrac{\partial w}{\partial y}\right)^2\\ \gamma_{xy}=\dfrac{\partial u}{\partial y}+\dfrac{\partial v}{\partial x}+\left(\dfrac{\partial w}{\partial x}\right)\left(\dfrac{\partial w}{\partial y}\right)\end{cases} \tag{21}$$

式中:ε_x 和 ε_y 分别为 x、y 方向上的应变分量,γ_{xy} 为角应变。定义每单位体积的耗散函数为应力应变曲

线下的面积，并假定变形满足 von Mises 屈服理论，对于刚性理想塑性材料来说，即正应力 σ_x 和 σ_y 均等于屈服应力 σ_Y，剪切应力 τ 等于 $\sigma_Y/\sqrt{3}$。则总塑性变形能 E_P 为

$$E_P = h\int_{-a}^{+a}\int_{-b}^{+b}\left[\sigma_Y(\varepsilon_x+\varepsilon_y)+\frac{\sigma_Y}{\sqrt{3}}\gamma_{xy}\right]\mathrm{d}x\,\mathrm{d}y \tag{22}$$

矩形板的动能 E_K 由下式给出

$$E_K = \frac{\rho h}{2}\int_{-a}^{+a}\int_{-b}^{+b}\left(\dot{u}^2+\dot{v}^2+\dot{w}^2\right)\mathrm{d}x\,\mathrm{d}y \tag{23}$$

式中：ρ 为板材料密度，将方程(20)分别代入方程(21)、方程(22)和方程(23)积分，得到用 u_0、v_0 和 w_0 表示的塑性变形能 E_P 和板的动能 E_K

$$E_P = w_0^2\sigma_Y h\,\frac{\pi^2}{8}\left(\frac{b}{a}+\frac{a}{b}\right) \tag{24}$$

$$E_K = \frac{\rho h}{2}ab\left(\dot{u}_0^2+\dot{v}_0^2+\dot{w}_0^2\right) \tag{25}$$

假定爆炸冲击波载荷 $P(t)$ 垂直作用在整个板面上，广义力由压力沿着虚位移 δw 所作的虚功 δW 确定，由于 $P(t)$ 垂直作用于板的表面，所以可以认为广义力仅与 z 方向的挠度有关，而与 x 和 y 方向上的位移无关，则

$$\delta W = P(t)\mathrm{d}x\,\mathrm{d}y\,\delta w \tag{26}$$

由式(20)可得 $\delta w=\cos[\pi x/(2a)]\cos[\pi y/(2b)]\mathrm{d}w$，积分得

$$W = \int_0^{w_0}\int_{-a}^{+a}\int_{-b}^{+b}\left[P(t)\cos\frac{\pi x}{2a}\cos\frac{\pi y}{2b}\right]\mathrm{d}x\,\mathrm{d}y\,\mathrm{d}w = \frac{16w_0}{\pi^2}P(t)ab \tag{27}$$

定义 Lagrangian 函数为 $L=E_K-E_P$，可写为

$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\left(\frac{\partial L}{\partial\dot{q}_i}\right)-\frac{\partial L}{\partial q_i}=Q_i \qquad i=1,2,3 \tag{28}$$

式中：q_i 为广义坐标 u_0、v_0 和 w_0，Q_i 为作用在广义坐标上的广义力，$Q_i=\partial W/\partial q_i$，其中 W 由式(27)给出，即

$$Q_1=0;Q_2=0;Q_3=16abP(t)/\pi^2 \tag{29}$$

分别将方程(24)、方程(25)和方程(26)的结果代入方程(28)，可得到三个耦合板挠度的非线性方程，假定平面位移 u、v 和他们的应变与 w 相比很小，可忽略不计，则得到四边固支矩形板中心点处挠度的运动方程为[4,5]

$$\ddot{w}_0+\frac{\pi^2}{\rho ab}\,\frac{\sigma_Y}{4}\left(\frac{b}{a}+\frac{a}{b}\right)w_0=\frac{16}{\pi^2\rho h}P(t) \tag{30}$$

方程的解与加载函数 $P(t)$ 的形式有关，下面考虑水中爆炸冲击载荷作用下板挠度的解。方程中压力载荷的函数形式为

$$P(t)=2p_m\,\frac{\mathrm{e}^{-t/\theta}-\beta\mathrm{e}^{-\beta t/\theta}}{1-\beta} \tag{31}$$

方程(30)对应的齐次方程的通解为

$$w_{0h}=c_1\cos At+c_2\sin At \tag{32}$$

方程(30)的特解为

$$w_{0p}=D_1\mathrm{e}^{-t/\theta}+D_2\mathrm{e}^{-\beta t/\theta} \tag{33}$$

方程(30)的通解为

$$w_0=c_1\cos At+c_2\sin At+D_1\mathrm{e}^{-t/\theta}+D_2\mathrm{e}^{-\beta t/\theta} \tag{34}$$

对于特解，应用初值条件 $w(0)=0$、$\dot{w}(0)=0$ 求得

$$w_{0p}=\frac{B\theta^2}{1+A^2\theta^2}\mathrm{e}^{-t/\theta}-\frac{B\beta\theta^2}{\beta^2+A^2\theta^2}\mathrm{e}^{-\beta t/\theta} \tag{35}$$

式中:

$$A=\frac{\pi}{2ab}\sqrt{\frac{\sigma_Y}{\rho}\left(a^2+b^2\right)} \tag{36}$$

$$B=\frac{32p_m}{\pi^2\rho h(1-\beta)} \tag{37}$$

应用初值条件 $w(0)=0$、$\dot{w}(0)=0$ 求得

$$c_1=\frac{B\beta\theta^2}{\beta^2+A^2\theta^2}-\frac{B\theta^2}{1+A^2\theta^2},\quad c_2=\frac{B\beta^2\theta}{AB^2+A^3\theta^2}-\frac{B\theta^2}{A-A^3\theta^2} \tag{38}$$

当板为方板时,即 $a=b$,则

$$\begin{aligned}
A&=\frac{\pi}{a}\sqrt{\frac{\sigma_Y}{2\rho}}\\
D_1&=\frac{64a^2p_m\theta^2}{\pi^2h(1-\beta)(2a^2\rho+\pi^2\sigma_Y\theta^2)}\\
D_2&=\frac{-64a^2p_m\beta\theta^2}{\pi^2h(1-\beta)(2a^2\beta^2\rho+\pi^2\sigma_Y\theta^2)}\\
c_1&=\frac{64a^2p_m\beta\theta^2}{\pi^2h(\beta-1)(2a^2\beta^2\rho+\pi^2\sigma_Y\theta^2)}-\frac{64a^2p_m\theta^2}{\pi^2h(1-\beta)(2a^2\rho+\pi^2\sigma_Y\theta^2)}\\
c_2&=\frac{64a^3p_m\beta\theta^2}{\pi^3h(1-\beta)(2a^2\beta^2\rho+\pi^2\sigma_Y\theta^2)}\sqrt{\frac{2\rho}{\sigma_Y}}-\frac{64a^3p_m\theta^2}{\pi^3h(1-\beta)(2a^2\rho+\pi^2\sigma_Y\theta^2)}\sqrt{\frac{2\rho}{\sigma_Y}}
\end{aligned} \tag{39}$$

将(39)式中各式代入(34)式即可求得方板的最终挠度形式。

为了简化计算,将指数衰减的载荷形式近似等效为多个矩形波叠加的形式。下面考虑矩形脉冲载荷作用下板挠度的解。

4　矩形冲击波载荷作用下挠度的解

设方程中压力载荷的函数形式为

$$P(t)=\begin{cases}P & 0\leqslant t\leqslant\tau\\ 0 & t\geqslant\tau\end{cases} \tag{40}$$

将(40)式代入方程(30),则板的塑性动力响应将有两相:

当 $0\leqslant t\leqslant\tau$ 时

$$w_0=B(1-\cos At),\dot{w}_0=BA\sin At \tag{41}$$

当 $\tau\leqslant t\leqslant T$ 时

$$\begin{aligned}
w_0&=2B\sin\frac{A\tau}{2}\sin\frac{2At-A\tau}{2}\\
\dot{w}_0&=2AB\sin\frac{A\tau}{2}\cos\frac{2At-A\tau}{2}
\end{aligned} \tag{42}$$

塑性运动结束时间为

$$T=\frac{k\pi}{2A}+\frac{\tau}{2} \tag{43}$$

最终得到矩形板中心点处的塑性挠度为

$$w_0=2B\sin\frac{A\tau}{2} \tag{44}$$

式中:

$$A=\frac{\pi}{2ab}\sqrt{\frac{\sigma_Y}{\rho}\left(a^2+b^2\right)},B=\frac{64a^2b^2P}{\pi^4\sigma_Yh(a^2+b^2)}$$

将 A、B 的表达式分别代入(44)式,得到

$$w_0=\frac{128a^2b^2P}{\pi^4\sigma_{\mathrm{Y}}h(a^2+b^2)}\sin\left[\frac{\pi\tau}{4ab}\sqrt{\frac{\sigma_{\mathrm{Y}}}{\rho}\left(a^2+b^2\right)}\right] \tag{45}$$

当板为方板时,即 $a=b$,则

$$w_0=\frac{64a^2P}{\pi^4\sigma_{\mathrm{Y}}h}\sin\left[\frac{\pi\tau}{2a}\sqrt{\frac{\sigma_{\mathrm{Y}}}{2\rho}}\right] \tag{46}$$

当 $\tau\to 0$ 时,可以认为 $\sin(A\tau/2)\approx A\tau/2$,又因为比冲量 $i=P\tau$,所以(45)式可化为

$$w_0=\frac{32abi}{\pi^3h\sqrt{\sigma_{\mathrm{Y}}\rho(a^2+b^2)}} \tag{47}$$

当板为方板时,即 $a=b$,则

$$w_0=\frac{32ai}{\pi^3h\sqrt{2\sigma_{\mathrm{Y}}\rho}} \tag{48}$$

可见,方板中心处的挠度随冲量的变化而变化。

5 水中爆炸作用实验及其结果分析

试验在长宽高为 1 m×1 m×1 m 的自制水箱中进行。试验采用 T/R50/50 装药约 1100 g。在距装药约 500 mm 处放置尺寸为 400 mm×400 mm 的大靶板,并在其旁边放置 120 mm×120 mm 的小靶板。靶板材料为 A3 钢,厚度为 2 mm。弹体的轴线与靶板平行。试验装置示意图如图 3。采用冲量相等的方法对方板挠度进行理论计算,其理论计算结果与实验结果对比见表 1。靶板变形情况如图 4、图 5 所示。

表 1 方板变形理论结果与试验结果对比

Table 1 The results of permanent displacements of test and theoretical analysis

Shot No.	Target Plate	Theoretical displacement	Experimental displacement	The discrepancy
1	Large Size	117.6	108.5	7.0%
	Small Size	34.9	32.8	6.0%
2	Large Size	119.1	103.5	13.0%
	Small Size	33.8	32.0	5.0%
3	Large Size	112.7	103.0	12.2%
	Small Size	34.14	33.0	3.0%

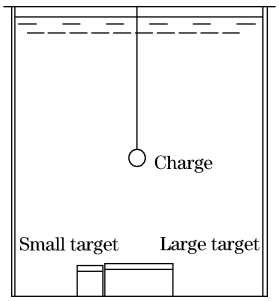


图 3 水中爆炸试验装置示意图

Fig. 3 The configuration of underwater exploding test

对于实验误差,由于边界的约束条件对靶板的变形有很大的影响。靶板被压板压住的边宽越多,被压住的边宽参与变形的程度越小。靶板上的螺钉孔数越多,靶板受到的压紧力和摩擦力越大,约束条件越好且越接近理想约束条件,靶板的变形挠度也越小,且接近理论计算结果。

从实验中可以看出大靶板变形的理论与实验误差约为 10%,小靶板的约为 4%。小靶板的实验与理论的误差值小于大靶板的主要原因是由于小靶板变形量小于或接近于垫起的高度,因此,水池底面对它的阻碍作用小。

通过实验结果与理论结果的对比,以及对实验误差原因的分析可以看出,文章提出的水中爆炸对方板的作用理论与实验结果具有较好的一致性。

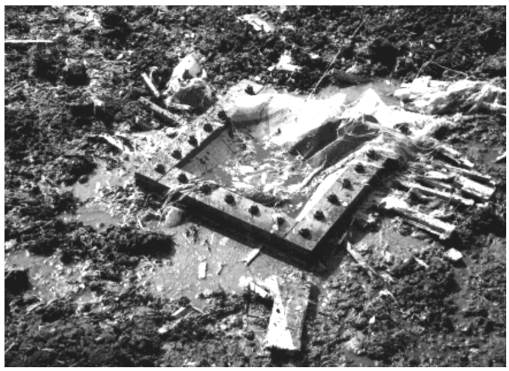


图 4　水中爆炸后现场照片
Fig. 4　The target after underwater exploding

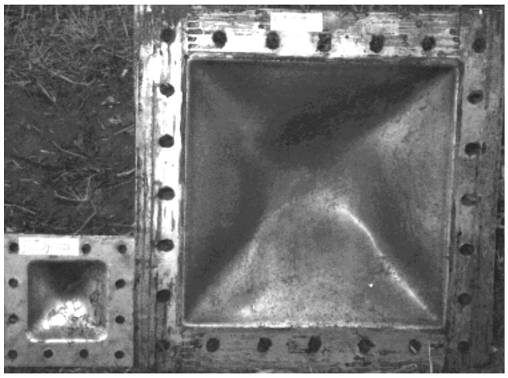


图 5　靶板变形照片
Fig. 5　The deformed plates with permanent displacements

6　初步结论

根据能量守恒的方法,采用刚塑性本构模型,仅考虑膜力效应,在爆炸冲击波载荷作用下靶板变形的基础上,得出了四边固支方板在水中爆炸冲击载荷作用下的塑性动力响应解析解。与实验结果比较,并对实验中产生的误差原因进行了分析。理论与实验结果具有较好的一致性,可用于板结构在爆炸冲击波载荷作用下的理论分析。

References:

[1] Tang W H. Oblique Shock Wave Propagation in Water [J]. Chinese Journal of High Pressure Physics, 2001, 15(1): 54－59. (in Chinese)
汤文辉. 水中斜激波的传播 [J]. 高压物理学报, 2001, 15(1): 54－59.

[2] Liang L H, Cao J Z, Wang Y S. One-Dimensional Numerical Simulations of Underwater Spherical Explosions [J]. Chinese Journal of High Pressure Physics, 2002, 16(3): 199－203. (in Chinese)
梁龙河, 曹菊珍, 王元书. 水下爆炸特性的一维球对称数值模拟 [J]. 高压物理学报, 2002, 16(3): 199－203.

[3] Martin J B. Plasticity [M]. Beijing: The Press of Beijing Institute of Technology, 1990. 239－252.

[4] Chen F L, Yu T X. Dynamic Plastic Response of Regular Polygonal Plates [J]. Explosion and Shock Waves, 1991, 11(2): 106－116. (in Chinese)
陈发良. 正多边形板的塑性动力响应——小挠度分析和大挠度分析 [J]. 爆炸与冲击, 1991, 11(2): 106－116.

[5] Ramajeyathilagam K, Vendhan C P. Non-Linear Transient Dynamic Response of Rectangular Plates under Shock Loading [J]. Int J Impact Eng, 2000, 24: 999－1015.

A Study on Square Plate Dynamic Response under Underwater Explosion

WU Cheng[1], JIN Yan[1], LI Hua-Xin[2]

(1. *College of Electron-mechanics Engineering, Beijing Institute of Technology, Beijing* 100081, *China*;
2. *The* 5013 *Factory, Chongqing* 402575, *China*)

Abstract: To obtain more precise prediction of dynamic deformation, theoretical analysis and experimental investigations were carried out on the plasticity dynamic response of clamped square plates subject to underwater explosion loading in a water tank. Based on the principle of the energy equilibrium, the more reasonable deductive expressions were obtained for the final deflections of the shock wave upon the built-in plates subjected to the impulse loading, and the maximum large plasticity deformation solution were also obtained by the analytical plasticity method of equal-moment calculation. The different plastic deformations of the plates were measured for different charge weights and propagating distances. Both of the deformation displacements of test and theoretical calculation are quite agreement to within an about 10% discrepancy.

Key words: underwater explosion; clamped square plate; large plastic deformation; equal-moment analysis

《高压物理学报》征稿简则

《高压物理学报》是我国高压物理领域唯一的专业性学术刊物，在国内外公开发行。《高压物理学报》力求及时报道高压物理学科基础理论和应用研究方面具有创新性、高水平、有重要意义的研究成果，读者对象为国内外科技工作者。《高压物理学报》征稿内容为动态及静态高压技术，人工合成新材料，高温高压下材料的力学、光、电、磁等特性以及物质微观结构的研究，动态及静态高压研究中的测试技术，高温高压下的相变，高温高压物态方程等。《高压物理学报》接受中、英文稿件。

来稿应论点明确、数据可靠、逻辑严密、文字简练、图表清晰。每篇论文的篇幅应在6000～12000字以内，论文格式请参考近期出版的《高压物理学报》。请使用中华人民共和国法定计量单位。第一作者应确保全体作者同意文章署名，并提供所有联系方式，简要介绍工作背景和论文意义。来稿应一式3份。稿件中所有图题、图注、表题、表注均为中、英文对照，图、表中的文字一律用英文。

自1987年创刊以来，《高压物理学报》取得了较大的成就。2001年，《高压物理学报》被科技部和国家新闻出版总署评为“中国期刊方阵”双效期刊。国际主要检索系统“EI Compendex”和“CA”一直收录《高压物理学报》文章。由北京高校图书馆期刊工作研究会和北京大学图书馆编著的《中文核心期刊要目总览》连续三版把《高压物理学报》列为物理学类核心期刊(北京大学出版社，1992年、1996年、2000年)。据中国科学引文数据库公布的“2000年影响因子最高的中国科技期刊300名排行榜”显示，《高压物理学报》影响因子为0.3627，全国排名第94名，列物理类期刊第3名。

《高压物理学报》一贯秉承服务科学、服务读者、服务作者的办刊理念，慎重对待每一篇来稿，尊重作者劳动。优秀稿件享有快速发表通道，重大创新性成果可在3个月甚至更短时间内刊出。为缩短邮寄时间，编辑部建议作者使用电子邮件投稿。

重点注意事项

▲ 中英文摘要　作为文章精华部分，中、英文摘要一定要仔细斟酌，特别是英文摘要，其质量直接决定文章能否被EI Compendex收录。《高压物理学报》要求文章的中文摘要在200～400个字之间，英文摘要不少于120个单词；摘要内容千万不要泛泛而谈，应有具体内容。为促进论文的国际交流，英文摘要必须：(1) 拥有与论文同等量的主要信息，应重点包括4个要素：即研究目的、方法、结果、结论等，结果、结论是最重要的；应要素齐全，繁简得当。(2) 以提供论文梗概为目的，不得评论、解释论文内容。(3) 英文摘要中尽量避免特殊字符(希腊字符、上下标)及特殊字符组成的数学表达式，且第1句不要与英文题名重复。

▲ 参考文献　科技论文必须引用参考文献，《高压物理学报》要求作者应充分著录参考文献，并尽量引用近期期刊文章。中文参考文献必须附英译文，著录项目齐全。

▲ 版权与稿酬　《高压物理学报》已加入《中国学术期刊(光盘版)》和万方数字化科技期刊群。凡经本刊录用的稿件，作者便自动将光盘版和网络版出版权转让给《高压物理学报》编辑部，编辑部不再另行通知。来稿一经发表，即付稿酬(包括光盘版和网络版稿酬)。

来稿请寄：四川绵阳919信箱110分箱《高压物理学报》编辑部，邮政编码：621900

电子邮件：gywl@chinajournal.net.cn；gaoya@caep.ac.cn (投稿、征订、咨询)

电　　话：(0816)2490042；传真：(0816)2282695

《高压物理学报》编辑部启