

2. 在麻粒岩相变质条件下, 柯石英能幸存的事实暗示了高压岩块的快速抬升, 否则在低压和高温条件下柯石英应相变为石英;

3. 正如上所述, 含柯石英麻粒岩既产生在橄榄岩体中又产在片麻岩中, 但是片麻岩未显示任何榴辉岩相和麻粒岩相变质的痕迹。这说明了含柯石英高压岩石不太可能就

地生成, 而很可能是外来构造岩块。

从柏林 石渡明¹⁾ 王清晨 夏并正树²⁾ 张儒媛 翟明国 赵中岩 平岛崇男³⁾ 坂野升平³⁾ 李家驹

(中国科学院地质研究所岩石圈构造演化开放实验室, 北京 100029;¹⁾ 金泽大学理学部地质学教室, 日本金泽市 920;²⁾ 名古屋大学理学部地质学教室, 日本名古屋 464-01;³⁾ 京都大学理学部地质学和动物学教室, 日本京都市 606)

微孔弹性动力学的能量原理

1983 年 Cowin 和 Nunziato 建立了微孔线弹性动力理论^[1], 它对现代新材料的发展与工程应用有重要意义。本文根据对偶互补的基本思想, 通过作者在文献[2, 3]中提出的一条简单而统一的新途径, 系统地建立了微孔线弹性动力学的能量原理, 包括虚功原理、互等定理和各种变分原理等。我们的主要结果如下:

1. 广义虚功原理

$$\begin{aligned} & \int_V (\rho_i * \dot{u}_i + \sigma_{ij} * u_{i,j} + h_i * \varphi_i + \rho \kappa \dot{\phi} * \dot{\phi}) dV \\ & + \int_V [(\sigma_{ij,i} - \dot{p}_i) * u_i + (h_{i,i} - \rho \kappa \dot{\phi}) * \varphi] dV \\ & - \int_{\partial V} (T_i * u_i + h * \varphi) ds \\ & + \int_V [p_i u_{0i} - p_{0i} u_i + \rho \kappa (\dot{\phi} \varphi_0 - \dot{\phi}_0 \varphi)] dV \\ & = 0. \end{aligned}$$

2. 虚功原理

$$\begin{aligned} & \int_V [\rho (f_i * u_i + l * \varphi) - (p_i \tilde{u}_{0i} - \tilde{p}_{0i} u_i) \\ & - \rho \kappa (\dot{\phi} \tilde{\varphi}_0 - \tilde{\varphi}_0 \dot{\phi})] dV \\ & + \int_{\partial V} (T_i * u_i + h * \varphi) ds \\ & - \int_V (\sigma_{ij} * \varepsilon_{ij} + h_i * e_i - g * \varphi \\ & + p_i * v_i + \rho \kappa \dot{\phi} * \dot{\phi}) dV \end{aligned}$$

3. 互等定理

$$\int_V \{(\rho f_i^{(1)} * u_i^{(2)} - p_i^{(1)} \tilde{u}_{0i}^{(2)} + \tilde{p}_{0i}^{(1)} u_i^{(2)})$$

$$\begin{aligned} & + [\rho l^{(1)} * \varphi^{(2)} - \omega \dot{\phi}^{(1)} * \varphi^{(2)} \\ & - \rho \kappa (\dot{\phi}^{(1)} \tilde{\varphi}_0^{(2)} - \tilde{\varphi}_0^{(1)} \dot{\phi}^{(2)})] dV \\ & + \int_{\partial V} (T_i^{(1)} * u_i^{(2)} + h^{(1)} * \varphi^{(2)}) ds \\ & - \int_V \{(\rho f_i^{(2)} * u_i^{(1)} - p_i^{(2)} \tilde{u}_{0i}^{(1)} + \tilde{p}_{0i}^{(2)} u_i^{(1)}) \\ & + [\rho l^{(2)} * \varphi^{(1)} - \omega \dot{\phi}^{(2)} * \varphi^{(1)} \\ & - \rho \kappa (\dot{\phi}^{(2)} \tilde{\varphi}_0^{(1)} - \tilde{\varphi}_0^{(2)} \dot{\phi}^{(1)})] dV \\ & + \int_{\partial V} (T_i^{(2)} * u_i^{(1)} + h^{(2)} * \varphi^{(1)}) ds \end{aligned}$$

4. 各种简化 Gurtin 型变分原理 现只给出其中的十类变量广义变分原理, 其势能形式的泛函为

$$\begin{aligned} & \mathcal{I}_{10}(p_i, v_i, u_i, \varepsilon_{ij}, \sigma_{ij}, \varphi, e_i, h_i, \phi, g) \\ & = \int_V \left\{ \frac{1}{2} \rho v_i * v_i - p_i * (v_i - \dot{u}_i) \right. \\ & + \frac{1}{2} \rho \kappa \dot{\phi} * \dot{\phi} + \frac{1}{2} (E_{ijkl} \varepsilon_{ij} * \varepsilon_{kl} \\ & + A_{ij} e_i * e_j + \xi \varphi * \varphi) + \beta_{ijk} \varepsilon_{ij} * e_k \\ & + \gamma_{ij} \varepsilon_{ij} * \varphi + b_i e_i * \varphi \\ & - \sigma_{ij} * \left[\varepsilon_{ij} - \frac{1}{2} (u_{i,i} + u_{i,i}) \right] \\ & - h_i * (e_i - \phi_{,i}) + g * \varphi \\ & - \rho f_i * u_i - (g + \rho l) * \phi \\ & + \frac{1}{2} \omega \dot{\phi} * \dot{\phi} \} dV - \int_{\partial V_T} \bar{T}_i * u_i ds \\ & - \int_{\partial V_u} (u_i - \bar{u}_i) * T_i ds \\ & - \int_{\partial V_h} \bar{h} * \phi ds - \int_{\partial V_\varphi} (\phi - \bar{\varphi}) * h ds \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& - \int_V \left[\tilde{p}_{0i} u_i - (u_{0i} - \tilde{u}_{0i}) p_i + \rho \tau \tilde{v}_0 \dot{\phi} \right. \\
& - (\phi_0 - \tilde{\phi}_0) \rho \kappa \dot{\phi} \\
& \left. - \omega \left(\frac{1}{2} \varphi_0 - \tilde{\varphi}_0 \right) \dot{\varphi} \right] dV (* \text{代表卷积}).
\end{aligned}$$

定理 当且仅当 $p_i, v_i, u_i, \varepsilon_{ij}, \sigma_{ij}, \varphi, \dot{e}_i, h_i, \phi, g$ 是下列混合问题

$$\begin{aligned}
v_i &= \frac{\partial u_i}{\partial t} = \dot{u}_i, p_i = \rho v_i, \varphi = \phi, \\
e_i &= \phi_{,i}, \text{ 在 } V \times [0, \infty) \text{ 上,} \\
\varepsilon_{ij} &= \frac{1}{2} (u_{i,j} + u_{j,i}), \sigma_{ij,i} + \rho f_i = \dot{p}_i, \\
h_{i,i} + g + \rho l &= \rho \kappa \dot{\phi}, \text{ 在 } V \times [0, \infty) \text{ 上,} \\
\sigma_{ij} &= E_{ijkl} e_{kl} + \beta_{ijk} e_k + \gamma_{ij} \varphi, \\
h_i &= A_{ij} e_j + \beta_{kli} e_{kl} + b_i \dot{\varphi}, \\
&\text{在 } V \times [0, \infty) \text{ 上,} \\
g &= -\omega \dot{\phi} - \xi \varphi - \gamma_{ij} \varepsilon_{ij} - b_i e_i, \\
&\text{在 } V \times [0, \infty) \text{ 上,}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
u_i &= \bar{u}_i \text{ 在 } \partial V_u \times [0, \infty) \text{ 上;} \\
T_i &= \sigma_{ij} n_j = \bar{T}_i, \text{ 在 } \partial V_T \times [0, \infty) \text{ 上,} \\
\phi &= \bar{\phi} \text{ 在 } \partial V_\phi \times [0, \infty) \text{ 上;} \\
h &= h_i n_i = \bar{h}, \text{ 在 } \partial V_h \times [0, \infty) \text{ 上.} \\
u_{0i} &= u_i(x, 0) = \tilde{u}_{0i}, p_{0i} = \tilde{p}_{0i}, \phi_0 = \tilde{\phi}_0, \\
\dot{\phi}_0 &= \dot{\tilde{\phi}}_0, \varphi_0 = \tilde{\varphi}_0 \text{ 在 } \bar{V} \text{ 上的解, 则必定} \\
&\text{满足变分式 } \delta \Pi_{10} = 0.
\end{aligned}$$

本文所建立的能量原理是微孔弹性动力学的的重要组成部分, 在理论上和实用上都有重要的价值。

参 考 文 献

- [1] Cowin, S. C. and Nunziato, J. W., *J. Elasticity*, 13(1983), 125.
- [2] 罗 恩, 中国科学, A 辑, 1987, 9: 936.
- [3] Luo En and Cheung, Y. K., *Acta Mechanica Sinica*, 4(1988), 4: 337.

罗 恩

(中山大学力学系, 广州 510275)

超干前的“渗控”处理对增强大豆种子耐干力的效果

面临世界范围内植物资源大量流失的严峻形势, 作为植物种质资源主体的种子长期保存引起人们的极大关注。利用超干方法将有可能以常温库代替低温库保存种子, 对发展中国家尤为重要^[1]。超干贮藏又称超低水分贮藏, 就是把种子含水量降至传统认为的最低含水量 5% 以下。实验证实对含油的常规型种子而言, 超干可明显改善其耐藏性, 有效保持种子活力和种质完整性^[2-3]。但大多数品种的大豆种子在超干过程中常常发生干裂, 严重影响活力以至丧失生活力。例如黑河 5 号大豆种子, 含水量降至 4% 左右时, 破裂率高达 87%。

大豆种子对吸胀损伤(尤其对低温吸胀)十分敏感^[4], 根据膜修补理论采取渗控处理预防效果显著^[4-5]。本文采用“回干”和 PEG 处理, 防止超干过程中的干裂获得预期的明

显效果。

吸湿回干处理是在直径 20cm 培养皿内放两层滤纸, 注入 10ml 水, 滤纸湿润而无浮水流动, 把待吸湿的黑河 5 号大豆种子单层放在滤纸上, 盖上培养皿盖, 并用塑料袋包好, 防止水分散失, 放在 15℃ 的培养箱中, 24h 后取出, 自然干燥 24h 后再次吸湿, 条件同上, 24h 后取出, 自然干燥 4 天。上述处理简称为二次吸湿回干处理。

PEG 处理同上, 只是注入的不是水而是 PEG 溶液(浓度为 30%) 15ml, 使每粒大豆种子都均匀地裹上 PEG 溶液, 置于 13℃ 的培养箱中“引发”3 天, 取出后用自来水冲掉 PEG 溶液, 自然干燥 3 天。

把二次吸湿回干处理及 PEG 处理和未经任何处理的对照种子经同步鼓风变温硅胶干燥法干燥一周后, 含水量分别降至 3.5、3.7、