

弯曲刚度及基底粗糙度对薄膜撕脱行为的影响

彭志龙 陈少华*

(中国科学院力学研究所 非线性力学国家重点实验室, 100190, 北京)

摘要 应用最小势能原理研究了薄膜在基底上撕脱的整个过程, 重点考虑了薄膜弯曲刚度、撕脱角及界面黏附能对撕脱行为的影响, 得到了薄膜在不同弯曲刚度和撕脱角下撕脱力-位移关系曲线以及撕脱过程中薄膜构型变化。结果表明, 当撕脱角和黏附能一定时, 薄膜弯曲刚度对起始撕脱过程(达到稳态撕脱前)有重要影响, 撕脱力随弯曲刚度的增大而增大; 而当薄膜达到稳态撕脱后, 撕脱力保持不变。最大撕脱力受弯曲刚度、撕脱角及黏附能的影响, 并非总是出现在稳态阶段, 有可能在达到稳态之前撕脱力达到最大值。进一步分析了薄膜在粗糙基底上准静态撕脱过程, 得到了撕脱力的封闭解, 研究发现, 撕脱力在撕脱过程中随粗糙度呈现周期变化, 基底粗糙度能显著提高薄膜撕脱强度(最大撕脱力), 并且撕脱强度随粗糙度的增大而增加。当基底粗糙度增大到一定临界值时, 薄膜在波峰或波谷位置将自发脱粘。进一步考虑了界面黏附能的混合度相关性对撕脱力的影响, 发现考虑黏附能的混合度相关性将使撕脱力增大。本文结果对理解薄膜/基底系统界面黏附行为及设计高强度界面具有重要的理论指导意义。

* 陈少华: shchen@lnm.imech.ac.cn