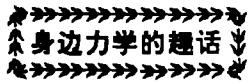


有一定的优势. 计算力学在解析与数值方法相结合  
的领域颇具特色. 一般力学在非线性振动、分析力  
学等方面取得了很多成果. 实验力学在结构强度测  
试等方面有很强的实力, 特别是在工程应用上, 近

年来积极开展对外技术服务, 为科技兴湘作出了贡  
献.

(湖南大学工程力学系 供稿)



## 伐木的学问

周道祥

(安徽建筑工业学院, 合肥 230022)

断裂力学问题在日常生活中随处可见. 用刀裁  
玻璃是先制造裂纹而后造成断裂, 售货员撕布也是  
先在布边剪一个小口 (实际上是加工出一个短裂纹)  
然后再撕开, 这就是应用断裂力学方法最常见的例  
子.

冬天, 人们皮肤干燥, 弹性差, 常在皮肤表面  
张力较大处产生表面裂纹. 司马迁在《史记》中写  
樊哙晋见楚霸王时说, 哙“瞋目视项王, 头发上指,  
目眦尽裂”. 讲的也是裂纹受张力扩展. 读起来虽觉  
有些夸张, 但从断裂力学的角度看决非妄言.

人们究竟何时开始利用断裂力学中的一些方  
法为人类服务的呢, 最早恐怕可以从发明锯子的那  
一天算起了.

传说两千多年前鲁国有个叫公输班的木匠, 他  
奉命伐许多大树用来建造宫殿, 仅凭斧头砍树进展  
极慢. 眼看限期将到, 虽然鲁班带领徒弟夜以继日  
地干仍难按期完成. 一天鲁班的手指在无意之间被  
路边的草叶划破了, 于是象草叶边那样带齿的锯子  
就发明出来了. 使用锯子伐木速度大大加快了, 保  
证了宫殿的工期.

鲁班作为木匠的师祖很受人尊重, 这个故事还  
会世代留传. 然而现代的考古发现, 早在鲁班之前  
两百多年的墓葬中就在锯子! 由此看来人们用锯子  
开制裂纹伐树至少在 2700 多年以前就开始了.

用锯子伐木比用斧头砍效率要高得多, 这可以  
用断裂力学理论解释.

伐木时先用锯子在靠近地面的地方把树锯出  
一条缝, 也就是加工出一条裂纹来 (图 1). 人们站  
在裂纹一侧在裂纹上方尽可能高而且易于施力的地  
方用力推树, 这个裂纹受拉, 是典型的 I 型裂纹问

题. 这时造成树断裂的原因主要是裂纹尖端的应力  
强度因子达到木头的临界断裂韧性值. 可见人们利  
用断裂力学方法为人类服务可追溯到 2700 年以  
前当不为过. 实际上, 现在实验室中测定材料断裂  
韧性所用的标准三点弯曲试样其原理和伐木极其相  
似 (图 2).

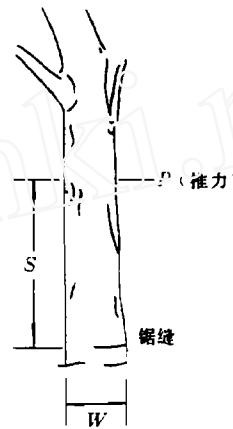


图 1

断裂力学中的三点弯曲实验实际上就是带裂  
纹的简支梁受集中力作用. 由图 2 可知, 三点弯曲  
的右半部可视为悬臂梁受端部的集中力作用, 这也  
正是伐木中所伐树干的受力方式, 它们的剪力图和  
弯矩图完全相同. 断裂力学给出了这种裂纹的应力  
强度因子  $K_I$  计算式 (适用于矩形截面)

$$K_I = \frac{4Ps}{BW^{3/2}} Y(a/W)$$

式中  $Y(a/W)$  是一个与  $a/W$  有关的函数, 我国有  
关规范给出了它的具体表达式和数表.

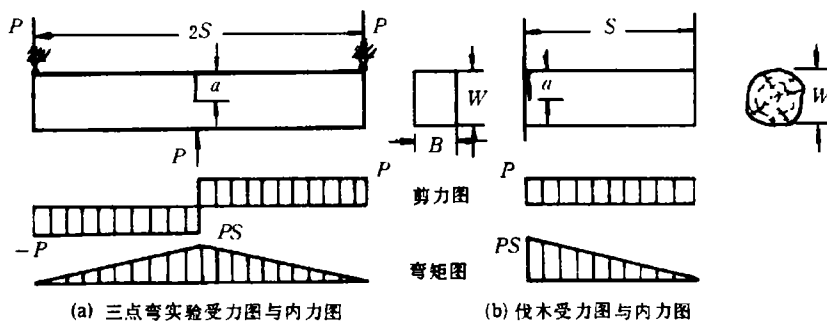


图 2 伐木与三点弯曲实验

根据断裂力学理论, 我们还可以探讨一下如何伐木才能又快又省力呢?

许多人通过电视看到过北美伐木工人举行伐木比赛的镜头, 那会使我们大受启发. 胸径约 30cm 的树, 一个工人只需几分钟便可以放倒. 竞赛者先用锯子在树一侧锯出一条缝, 缝深为树径的一半左右, 然后用斧头在与锯缝相对的地方用力砍上四、五斧, 最后在裂纹侧的正上方用力一推, 这棵树便轰然倒地. 这一套放树办法是他们长期实践摸索出来的, 是非常科学的方法.

分析一下三点弯曲的  $K_I$  表达式可知, 它适用于图 2(b) 的情况.

锯缝不宜太深, 否则树倾斜会卡锯. 假设锯缝深度为树径  $D$  的  $1/2$ . 若在对面再用锯子锯另一

个缝能否更省力呢? 可以设想一下, 当工人推树之后, 锯口截面就会发生转动, 锯缝的外边缘就会贴紧, 就阻碍截面的进一步转动, 新锯口便失去了作用, 裂纹处抗弯的有效宽度仍然是  $D - a$ ; 如果用斧头砍四、五下, 比如说砍进树径的  $1/6$ . 由于刀口是斜的, 这时有效抗弯截面宽度仅  $D/3$ , 相当于三点弯曲试样  $W = \frac{5}{6}D$ . 这样  $a/W$  值由于  $W$  的减小而从  $0.5$  增加到  $0.6$ , 这时  $S/W$  值也相应地增大, 这样算来  $K_I$  可增加  $50\%$  以上, 或者说可省一半的力.

有了断裂力学的指导会使我们今后伐木省力不少, 效率也会更高, 只要稍加注意, 有很多问题也是可以从断裂力学中得出启发的.

(上接第 9 页)

非线性力学中确定性与随机性的统一, 复杂图形的形成, 演化; 混沌及湍流规律, 非线性现象的控制与应用、动力系统, 需要通过理论分析、精确的基本实验、计算与数值模拟等方法来进行研究.

2. 发展学科方面, 要克服传统观念, 站在新概念新学科的高度, 用新的思想来看待.

①重视力学与其他学科的交叉结合, 要和材料、生物、能源、环境、微电子等学科进行结合. 例如与材料的结合, 将可能带来材料的功能性变化, 从而为材料设计带来新观念, 同时也将出现力学的崭新天地.

②重视和加强力学与数学和物理学的交流. 历史上的这种交流曾极大地推动了近代自然科学的发展.

③力学要重视与工业部门的结合. 力学家要善于从应用背景中提炼力学问题, 从自然界的现象中

提炼力学问题, 提炼有战略内容的东西. 地球、空间、海洋中都有发展学科意义的问题. 力学家的任务应更高一筹, 要研究事物中带规律性的东西, 要善于发现和寻找力学的新的生长点.

④要重视力学人才队伍的建设. 要重视培养跨世纪的人才, 要为青年一代创造出成果的条件.

3. 面临科学发展的新挑战, 我们应有新的政策和措施, 特别提到: 要切实保证一支少而精的基础研究队伍; 要加强细观以至亚微观尺度的力学实验技术和实验力学研究; 要加强计算机和软件的建设, 建议建立国家级计算中心, 使软件发挥更大效益; 要扩大与工业部门的联系, 改变目前各自为政的隔离状态; 要相应调整力学教育的内容和目标.

4. 要通过自身的宣传与努力, 使社会各界广泛了解, 支持力学的发展.