

# 微型化可能引起的几个技术质变的分析

薛明伦

(中国科学院力学研究所, 北京 100080)

**摘要** 微型化是当代技术创新的一个重要方面。微型化技术能在一定的条件下完成传统技术不能完成的工作, 但微型化不是尺寸的简单几何缩小, 由于各因素的相对影响在微型化到一定程度后产生质的变化, 从而不得不引起技术质变。微型化最基本的特征是面积/体积比随尺寸的缩小而增大, 从而导致各因素相对影响的变化。本文对航空、能源、传感作动器等机电系统在微型化过程中的技术质变进行了分析。

- 微型航空器——当尺寸缩小时, 由于表面的黏性力作用增加到  $Re$  数下降到  $\sim 10^2$  时, 升力系数/阻力系数 ( $C_L/C_D$ ) 将减少一个量级以上, 这对传统上的固定翼提供升力, 螺旋桨提供推力的模式将十分低效而不得不让位给扑翼来提供升力和推力, 扑翼的另一特点是还可以在需要对提供静止飘浮或极低速巡航的气动条件, 就像昆虫或鸟类飞行那样。

- 能源系统的燃烧室——在尺寸缩小时, 传统体积反应放热将由于表面散热量比例的提高和燃料逗留时间的缩短而无法有效工作, 从而不得不采用表面催化反应来取代体积反应。表面催化可以看作燃料和氧从主流扩散 (包括对流扩散) 到催化表面发生化学反应, 而生成物从表面扩散到主流。现有的包括化学反应在内的传热—传质理论可以用上作为设计的依据。

- 传感作动器——电路部分由于电流的焦耳热是体积发热效应而向外散热是表面效应, 因而当尺寸缩小时, 电流密度可以大幅度提高而温度场的分布和表面传热率仍维持在材料允许的范围内。关于传感作动器件, 由于尺寸缩小时伴随表面效应的摩擦产生的相对运动会愈来愈低效甚至不能工作, 将转而采用结构变形来达到目的, 像微泵、微阀等。同时微尺度下的结构由于加速度产生的惯性力和体积成正比, 而构件强度和面积成正比, 所以微结构可以承受高得多的加速度 (例如  $10^5$  重力加速度) 从而为在极端条件下采用智能器件提供了可能。

微型化不仅仅是微加工工艺的问题, 事实上工作原理会发生质的变化, 这就需要包括力学在内多学科的交叉合作综合发展来进行。

参 考 文 献 (略)