

- 24 Olsvik P A, Kristensen T, Waagbø R, et al. mRNA expression of antioxidant enzymes (SOD, CAT and GSH-Px) and lipid peroxidative stress in liver of Atlantic salmon (*Salmo salar*) exposed to hyperoxic water during smoltification. *Comp Biochem Physiol C: Toxicol Pharmacol*, 2005, 141: 314–323
- 25 Scandalios J G. Oxygen Stress and superoxide dismutases. *Plant Physiol*, 1993, 101: 7–12
- 26 Park E J, Park K. Oxidative stress and pro-inflammatory responses induced by silica nanoparticles *in vivo* and *in vitro*. *Toxicol Lett*, 2009, 184: 18–25
- 27 Liu S, Hou W, Yao P, et al. Quercetin protects against ethanol-induced oxidative damage in rat primary hepatocytes. *Toxicol Vitro*, 2010, 24: 516–522

· 动态 ·

气相规则胞格爆轰波统一框架理论研究取得新进展

爆轰波是自然界存在于预混可燃气体中的两种燃烧形式之一，它通过前导激波压缩可燃气体自点火，并借助迅速释放的化学反应放热实现超声速自持传播。爆轰物理研究一方面应用于煤矿瓦斯爆炸、化工厂和各种可爆粉尘场所的爆轰事故的预防和防护；另一方面作为一种高速、高效的燃烧模式，在航空航天热力推进技术领域具有重要的应用前景。

气相爆轰波耦合了气体动力学、热力学、燃烧反应动力学与激波动力学诸多物理现象，是一个典型的非线性与多尺度的复杂三维流动过程。根据目前人们对于爆轰现象的研究和认知，建立一套精细的理论描述依然是极其困难的。

1881年 Berthelot 和 Vieille 在研究火焰传播时观察到了爆轰现象；忽略爆轰的三维结构，假定可燃气体化学能量的瞬时释放，1899年 Chapman 和 Jouguet 提出了一维 CJ 理论，表述了平衡态条件下宏观稳定传播爆轰波的特征。考虑爆轰的化学反应区结构，1940年 Zeldovich, Von Neumann 和 Döring 分别提出了一维的 ZND 模型，把爆轰化学反应过程与激波动力学结合在一起。1978年 Lee 提出了 SWACE 理论，解释了压缩波在传播过程中不断受到化学反应能量的支持而加速，最后形成爆轰波的能量放大机制。这些爆轰理论假定了不同的爆轰波结构，从不同侧

面反应了爆轰的某些物理特征和传播机制，都具有一定的客观性和科学性，同时也具有各自的局限性。

由中国科学院力学研究所姜宗林研究员撰写的《气相规则胞格爆轰起爆与传播统一框架的几个关键基础问题研究》一文，从实际的三维爆轰波结构出发，提出了统一框架理论，界定了关键物理问题，初步建立关于气相爆轰现象的统一描述理论。该研究发表于《中国科学：物理学 力学 天文学》2012年第4期。作者的同类研究工作从1995年起步，发表相关论文30多篇，奠定了统一框架理论的基础。该框架理论由1个机制：非线性波传播/化学反应过程相互作用机制；2个基本过程：热点起爆和化学反应带加速过程；3个关键物理状态：平衡传播状态、临界起爆状态和稳定胞格尺度等6个关键要素组成。

气相规则胞格爆轰统一框架理论略去爆轰现象的复杂精细结构，选择几个基础物理要素，构建了气相爆轰的骨骼框架，给出了三维爆轰的素描图像。应用这个统一框架理论能够解释目前已有的爆轰理论的物理基础、并对于开展深入爆轰物理研究具有启示性意义。

该研究得到了国家自然科学基金重点项目(90916028)资助。

(本刊讯)