

近空间飞行器中的重大力学问题专题

序言

近空间 (near space) 是指距地面 (20~100) km 的空域, 包括了自然大气层中从对流层顶、平流层、中间层和热层的很小一部分. 大致介于目前一般飞机的静升限和空间轨道飞行器的高度下限之间. 由于其重要的开发应用价值而成为国际上非常热门的一个话题.

近空间飞行器特指能在近空间作持续飞行并完成一定使命的飞行器, 因此不包括只是穿越该区域的飞行器. 按照它们的飞行速度一般可分为低速近空间飞行器和高速近空间飞行器

国际上, 美国、俄罗斯、日本和欧洲等国家和地区, 近年来在近空间飞行器研究方面投入很大力量, 开展了大量研究工作. 国外所说的近空间飞行器, 大多是指低速近空间飞行器, 其研究热点主要集中于各种低、高空浮空器、平流层飞艇和高空长航时无人机等; 对于高速近空间飞行器, 国外目前还很少见到这样的直接称呼, 但从他们正在大力发展的各种可重复使用跨大气层飞行器、远程机动飞行器、高超声速巡航导弹以及其它高超声速飞行器来看, 按照我们国内的定义, 其飞行空域、飞行模式和基本结构布局形式等方面, 都具有近空间飞行器的明显特征, 都应当属于近空间飞行器的范畴, 这一说法也已经逐渐为大家所接受和采用.

近空间飞行器具有广泛的军民两用前景.

军事上可用于: 情报搜集, 通信保障, 侦察监控, 远程战略投送和陆、海、空、天武器装备的无缝连接, 扩展信息优势, 提高联合作战能力, 并且有可能进一步发展成为空基作战武器. 特别是近年来, 不断发生的局部战争经验表明, 对于满足长时间持续对地观测和局部区域通信的需求, 近空间飞行器具有无可争议的优势.

民用方面主要可用于: 气象观测、交通及环境污染监控、洪水、火灾或地震等灾害监视和指挥救援、局域通信、数据传输中继、移动通信等, 以及发展成为未来超高速空中交通运输平台.

近空间飞行器具有区别于一般飞机和航天器的显著特点. 在近空间低层区域 (30~40 km 以下) 飞行过程中, 大气层密度已经比较低, 但仍有一部分气动升力和大气层中的氧可以利用; 在中、高层 (40 km 以上), 尽管空气密度已经非常低, 但长时间飞行空气阻力仍不能完全忽略不计, 还难以实现惯性离心力平衡重力的轨道力学原理飞行. 此外, 在该空域中昼夜温差大, 40 km 以上, 由于臭氧浓度的降低, 紫外线辐射增强, 大气中的带电粒子数量激增, 宇宙射线通量高, 这些都对飞行器设计和运行带来很大影响, 提出了一些新的挑战性的课题.

根据美、俄和其他国家的经验, 在发展近空间飞行器时面临的关键技术问题主要包括:

(1) 近空间大气环境;

- (2) 先进布局概念和空气动力特性预测;
- (3) 轻质、超强韧、多功能材料和结构;
- (4) 高效动力装置和推进系统;
- (5) 高温气体动力学和结构的防隔热;
- (6) 高可靠性、强适应性飞行控制;
- (7) 地面模拟实验、数值计算和飞行试验及其相结合的研究.

近年来,在我国国家自然科学基金委员会和其他单位组织的几次近空间问题的专题研讨会中,对上述问题做过深入分析和讨论,在许多问题上取得了共识.

收录在本专题组中的 8 篇文章分别对上述问题,就其发展现状、研究方法和途径、关键技术问题、面临的挑战以及今后发展的对策建议等,做了比较全面和概要的综述和评论.希望这组文章能对关心此类问题的读者提供借鉴和帮助,在今后相关工作中发挥一定的作用!

在准备本专题组的出版过程中,享誉海内外的杰出科学家、我国航天事业的奠基人、中国力学学会首任理事长钱学森院士,因病于 2009 年 10 月 31 日在北京逝世.我国广大力学工作者对于钱老的去世,深感悲痛!钱老生前对于我国未来的航天事业的开拓曾给予特别的关注,为了促进钱老遗愿的实现,所有作者加紧工作高质量地完成了论文的撰写和修改,以此表示我们对钱老的追思、怀念和继承遗志的决心.

崔尔杰 姜宗林 孟庆国