

北京落塔：探索微重力科学前沿

► 王俊表 范志杰 陈来夫

在地球上研究物质运动的规律，不可避免地要遇到地球引力的问题，特别是当物质出现上下方向的运动时。例如，热的空气比冷的空气轻，它就必然向上飘。此外，地球上演化出现生命的现象，也不能排除地球引力的影响。

微重力科学是研究物质 / 物体在失重环境下的行为和相互作用的学科，是现代科学技术前沿的重要领域。由于完全失重，即真正的零重力很难达到，通常就以带有微小残余重力的实验条件进行研究。

我们所说的微重力条件，是指失重实验能够达到地球重力的千分之几到百万分之几的状态。在微重力条件下，许多日常生活中被重力掩盖的现象凸显出来，如毛细对流；有些司空见惯的现象在微重力条件下则会有完全不同的表现，如蜡烛火焰及沸腾传热等。

实现微重力的方法主要有空间站、人造地球卫星、探空火箭、失重飞机及落塔等。其中，微重力落塔是进行微重力科学研究最重要也是最经济的地基实验设施。

微重力落塔是建造几十米甚至上百米高的建筑，在中间留出自由下落物体的空间，通常以圆塔的形式来实现。空气阻力会改变物体自由下落的速度，因此，对微重力水平要求较高的实验，需要在塔的中间再建设一个真空的垂直管道，使实验装置在没有空气阻力的条件下下落。由于人工建筑高度的限制，这种落塔通常只能获得几秒钟的微重力时间。

中国科学院力学研究所微重力重点实验室的北京落塔是我国进行微重力科学与空间应用技术研究

北京落塔

作者供图

重要设施，其旨在模拟或减轻重力的影响，为科学家们提供一个接近失重的条件进行实验。这座位于北京市的落塔，在技术性能上可以比肩国际同类设施，不仅对于研究微重力环境下的科学现象具有重要意义，而且对于推动我国微重力科学及其在应用领域的发展起到了关键作用。

北京落塔于 2003 年建成，是我国自行研制的亚洲最高、世界第三的地基微重力科学实验设施。北京落塔地上总高 116 米，地下 8 米，主要由实验舱组件、提升及电磁释放系统、回收系统、中控系统、测量控制系统及辅助设施组成，是目前我国稳定运行时间最长的地基微重力科学研究自由落体实验设施。对比国内外同类落塔实验设施，北京落塔具有运营及维护成本低、系统运行稳定可靠、回收过载小、实验快捷方便、地面检测系统完善等

鲜明的技术特色。

当实验舱在落塔通道自由下落时，实验舱内即可获得微重力环境。在实验舱下落过程中，重力提供了向下的加速度，舱内的设备不再受到外力的影响——处于一种“失重”的飘浮状态。但实际上由于存在空气阻力、设备振动等因素的影响，总会有一些微小的干扰力——微重力存在。

实验舱是落塔实验设施中搭载试件的专用设备。北京落塔的实验舱有两种舱型——单舱和双舱，微重力时间均为 3.6 秒。在短暂而宝贵的时间里，科学家们可以开展各种实验，涉及材料科学、生命科学、物理学等多个研究领域。这些实验有助于深入探究重力对物质运动、结构变化以及生命活动等方面的影响。

单舱型实验舱能够提供的微重力水平量级为 $10^{-3} \sim 10^{-2}g$ ，主要应用

于对微重力水平要求不是很高但装置较大的实验研究。单舱型实验舱的有效实验载荷可达 160 千克。

为了满足更高微重力水平的要求，在实验过程中减少外界环境的干扰，北京落塔还采用了双舱结构。这种结构是在实验舱外舱中装入内舱，实验装置安装在内舱里，内外舱之间抽真空。当外舱在空气中下落时，内舱在外舱提供的真空环境中下落。这样，内舱的下落过程就更“自由”了，因而微重力水平也更高。我们利用这种特有的双舱结构达到了 $10^{-5}g$ 的微重力水平量级，使得许多需要在太空中进行的实验，可以在地面上进行初步探索和验证。双舱型实验舱的有效实验载荷为 30 千克。

测量控制系统是落塔实验设施的重要组成部分，可检测并记录实验过程的微重力曲线、显示微重力

《科学新闻》换发第七版新闻记者证人员名单公示

根据《国家新闻出版署关于开展 2024 年第七版新闻记者证全国统一换发工作的通知》（国新出发函〔2024〕176 号）和《新闻记者证管理办法》的有关要求，中国科学报社已对《科学新闻》新闻记者证持证人员进行逐一核查，现将拟换发新闻记者证人员名单予以公示。

国家新闻出版署举报电话：010-83138953

中国科学报社举报电话：010-62580740

| 序号 | 姓名 | 记者证号 |
|----|----|----------------|
| 1 | 魏刚 | K1155536600009 |
| 2 | 唐琳 | K1155536600003 |

“建成至今，北京落塔已运行 20 多年，承担了国内绝大部分地基微重力实验任务，累计完成微重力实验 1000 多次，依据落塔实验结果发表相关论文 200 多篇。”

状态及实施控制等，可以通过遥传图像、回讯状态对实验过程进行实时监控，并根据需要进行干预，以取得最为满意的实验结果，基本保证正式微重力实验的成功率。

北京落塔可进行微重力流体物理、非金属材料燃烧、空间技术验证、空间材料科学、空间生物技术、微重力液体管理、沸腾传热以及固体微细颗粒流型等实验研究，为航天飞行器载荷搭载实验及空间防火技术预研提供便利的实验手段。在落塔开展的某些高精度微重力传感仪器的研制实验，其结果对空间科学技术发展具有重要的参考价值。

建成至今，北京落塔已运行 20 多年，承担了国内绝大部分地基微重力实验任务，累计完成微重力实验 1000 多次，依据落塔实验结果发表相关论文 200 多篇，在微重力科

学基础研究和支撑国家重大项目建设等方面发挥了积极作用。北京落塔是我国研究载人航天、微重力科学诸多学科的科学家们进行微重力实验研究不可或缺的平台，同时也可作为开展微重力科普教育、提高全民科学素养的科普基地。

北京落塔服务的重大科研实验任务包括“实践十号”返回式科学实验卫星上的流体、燃烧、沸腾传热等多项实验，天宫二号空间实验室任务中的液桥热毛细对流实验，“太极一号”任务中的加速度验证实验，天舟一号货运飞船任务中的冷凝蒸发实验，梦天实验舱流体物理实验柜和两相系统实验柜的地面预研实验，天问二号小行星探测任务中的机械臂采样和小行星星壤力学特性实验等，保证了空间任务的顺利实施和圆满成功。

为满足不同的科研需求，北京落塔也不断开展技术创新，先后扩展性研发了变重力双舱实验系统和低重力实验平台，既能提供多种微重力水平模拟实验环境，又能模拟月球和火星等表面的低重力环境。这样，结合地面常重力对比实验，北京落塔可以提供涵盖 $10^{-5}g \sim 1g$ 范围宽域重力条件的模拟实验范围，能够更好地支撑我国微重力实验研究和空间新技术试验验证等。

今后，我们将坚持“四个面向”，继续拓展与相关科研机构的合作，积极探索，不断优化设备和扩展实验项目，努力把北京落塔建设成为微重力科学研究及航天科技服务的重要基地。■

（作者单位：中国科学院力学研究所）

（责编：唐琳）