

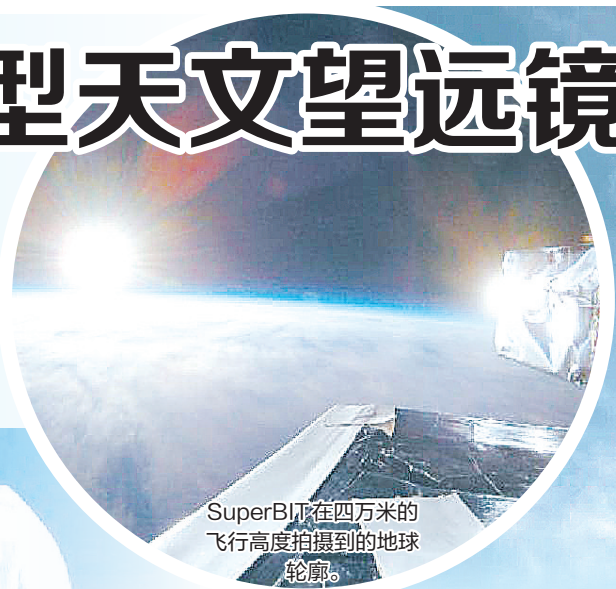
高空气球打造新型天文望远镜

据报道,由英国杜伦大学、加拿大多伦多大学和美国普林斯顿大学等组成的国际合作组织,建造了一台名为 SuperBIT 的新型天文望远镜,它由一个足球场大小的氦气球运载,在 40 千米的高空运行。该望远镜将于 2022 年 4 月首次投入使用,部署后将拍摄可与哈勃空间望远镜相媲美的高分辨率图像。

高空气球,作为人类最早用来飞向天空和开展高空科学探测的工具,直到今天仍在被使用,在科学研究中发挥重要作用。



SuperBIT 望远镜正在进行最后的测试准备。



SuperBIT 在四万米的飞行高度拍摄到的地球轮廓。



气球在科学研究中有独特优势

在气球技术取得进展的同时,航空和航天技术也迎来了飞速发展的时期。在大气层内,飞机是更便捷的飞行工具,而对于那些需要在大气层之上进行的科学研究,卫星提供了更加理想的环境。然而,气球这种历久弥新的工具却没有走出人们的视野,目前仍然是重要的科学研究工具。

相比于卫星,目前高空气球的飞行高度虽然还存在稀薄大气,但是地面观测时大气层带来的各种不利影响已经基本消失,而气球飞行的成本则比卫星低廉得多。以国外的气球科学项目为例,一个新的气球观测科学载荷,连同气球本身的造价最多不超过 1000 万美元,而即便是一颗小型科学探测卫星,其成本至少在一亿美元以上,对于哈勃、詹姆斯韦伯这样的大型太空望远镜,造价则高达几十亿到上百亿美元。高空气球低廉的成本让更多科学项目具备了实现的可能。

同时,太空中的观测平台一旦发射,仪器的技术状态就基本锁定,在未来几年甚至几十年的运行过程中都无法进行更新换代。而气球观测平台在使用过程中,可以随时利用其返回地面的机会对其进行更新,使仪器始终可以使用到最新的技术。

此外,气球还具备针对特定科学现象量身定做科学仪器并快速开展试验的优势。例如,1987 年 2 月,科学家们通过地面上的光学观测设备发现 SN1987a 超新星的爆发。这种宇宙中最剧烈的爆发会在多个波段产生强烈的信号,而每个波段所反映的物理信息又不尽相同。利用气球快速反应的优势,几个月后科学家们就释放了第一个观测气球,拿到了所需的数据。而如果使用卫星进行观测,最快也需要几年的准备时间,那时爆发现象早已消失。

除了使用气球作为科学观测平台外,还有人尝试过以气球作为发射平台,在高空中发射运载火箭。使用其他运载工具将火箭运输到高空发射,可以减少火箭从地面起飞到高空过程中消耗的燃料,降低火箭的大小和重量。以民航飞机为平台,已经有成熟的空射火箭平台提供发射服务。然而,民航飞机的升限大概在 10 千米左右,而气球却可以将火箭携带到更高的高空,将空射火箭的优势进一步发挥出来。2017 年,西班牙“零至无穷”公司成功进行了一次气球火箭试射。气球首先将发射平台携带到约 25 千米的高空中,之后由三个子级构成的火箭点火发射。由于火箭点火飞行的起点处大气密度已经比较稀薄,因此气球发射的火箭无需考虑与浓密大气相互作用时的苛刻气动条件,在设计实现上比地面起飞的火箭也要简洁不少。同时,气球火箭和其他平台的空射火箭一样,还具有发射地点灵活,射向不受限制等优势。未来,气球也可能成为低成本发射微小卫星的新平台。

(北京日报)

只花千分之一的钱 做和哈勃望远镜同样的事

从 SuperBIT 计划官网发布的消息看,它最早一次飞行可以追溯到 2015 年。SuperBIT 采用超压气球作为运载工具,可以将一个直径为 0.5 米的天文望远镜运载到 40 千米的高空进行天文观测。

得益于超压气球良好的持续飞行性能,望远镜可以在恒定的高度上巡航几个星期。在飞行的过程中,望远镜的机械设备必须不断调整望远镜的指向,补偿气球移动带来的观测方向变化,才能使其稳定地凝视科学家们感兴趣的天体。为此,望远镜通过陀螺仪、天空图像和引导星等多种方式确定自身的姿态和运动情

况,还使用了效率高、故障少、易维护的无刷电机驱动望远镜的机械系统产生动作,保持观测方向稳定。

据称,该设备在 2019 年的最后一次试飞中展现出非凡的指向稳定性,一个多小时内的指向变化幅度才不到三万六千分之一度。这使望远镜能够获得像哈勃空间望远镜一样清晰的图像。SuperBIT 望远镜观测波段从近红外波段延伸到近紫外阶段,覆盖了人眼可以感知的可见光波段。

目前,SuperBIT 还处于最后的测试阶段中,用于科学观测的首飞预计安排在 2022 年 4 月。乘着稳定的季风,它将环绕地球数

周——夜间观测天空进行成像,白天则使用太阳能电池板为电池充电。

如果项目进展顺利,未来 SuperBIT 还将换用口径达 1.5 米的望远镜(气球最大能承载口径约 2 米的望远镜),带来关于暗物质在星系团和整个宇宙中的大尺度分布信息。

由于不需配置卫星平台、使用火箭发射,首台 SuperBIT 望远镜的建造和运行预算仅为 500 万美元,成本约为同类太空望远镜的千分之一。如果 SuperBIT 获得足够丰富的科学产出,天文界可能就此找到一条低成本高质量的天文观测新途径。

古老的高空气球仍在不断发展

在飞机出现之前,气球是人们飞向天空的唯一工具。早在 1783 年,法国巴黎的飞行先驱们就进行了用气球飞向天空的首次尝试:工程师和冒险家蒙戈菲尔兄弟用加热的空气充满了气球,飞到了大约 2000 米的空中。当时的气球外皮使用的是绳子捆扎的粗麻布,看起来还很简陋,但它却为人类开启了一个新时代。当首次表演结束后,现场有观众激动地对成功返回地面的蒙戈菲尔兄弟说:“先生,请为我们指明去往天空的道路!”

根据浮力产生的物理原理,气球要能飞上天空,气球内气体的密度至少要比地面上的空气密度低。而由于大气的密度随着高度的增加会逐步下降,因此气球内气体的密度也在一定程度上决定了气球飞行高度的极限。热气球中的加热空气相对于常温空气的密度减少有限,飞行高度受限,而要飞得更高,就需要充入一些密度本身就低的气体。人们首先想到的是比较容易制备的氢气。

在蒙戈菲尔兄弟热气球首飞的同时,就有来自法国的查尔斯和罗伯特兄弟制造了一个氢气球,获得了高达两万米的飞行高度。

当气球打开了人们的飞天之路后,科学家们自然地想到可以利用气球开展科学研究,去实地探测以前从未涉足过的领域。在 1783 年的最后一个月,查尔斯和罗伯特兄弟在气球飞行中测量了不同高度的气温,发现了从地面到两公里的高度范围内,气温随着海拔的升高而不断下降。

第二次世界大战期间,大型气球获得了新的关键材料。人们发现军用雷达超高频同轴电缆使用的绝缘材料聚乙烯具备理想的性能,适合作为气球的外皮。聚乙烯取代了纺织物后,气球本身的重量得以减小,气球的体积也可以做得相当大,因此气球的飞行高度、持续飞行时间和运载能力都有了长足的提升。此外,人们开始使用安全的氦气代替易燃易爆的氢气作为气球内的填充气体,气球的安全性得以进

一步提高。

到上世纪 50 年代时,现代气球的一种常见形式——零压气球被设计出来。这种气球内部的压强与外部大气压保持一致,在地表附近释放时呈现收缩状态,而随着气球的上升,周围大气压逐渐变小,气球会逐渐膨胀到完全撑起的状态。大型零压气球极大地提升了气球的最高飞行高度和载重能力,气球的飞行高度可以达到 35 千米到 50 千米,载重能力可以达到一吨甚至几吨,足以承载大型的科学试验仪器升到高空。

不过,由于零压气球的飞行受外界温度和压强变化的影响,其可持续飞行的性能一般。而后来改进的超压气球,则采用了性能更好的材料,可以将气球的球体密封,气球浮力的调控不再受外界环境影响,可以获得更长的持续工作时间和更多的自主飞行控制功能。1997 年,使用单个球体的美国 ULDB 计划气球,已经可以在 30 千米到 40 千米的高空中持续飞行约 100 天。



SuperBIT 在美国得克萨斯州试飞。