

# 地面上的“空间站”

## 探访空间环境地面模拟装置

如今,神舟十五号航天员已顺利入驻中国空间站。而在我国最北边的黑龙江省,一个可以综合模拟多类空间环境因素、具有国际领先水平的“地面空间站”——空间环境地面模拟装置,也即将落成投入试运行。这个被称为“地面空间站”的国家重大科技基础设施为何而建,与真正的太空实验室有何不同?近日,记者来到哈尔滨工业大学一探究竟。

### 在地面模拟九大类空间环境因素

造型新奇的楼宇,炫酷的“刷眼”识别……在前往“地面空间站”之前,记者“脑补”了各种场景。但到了位于黑龙江省哈尔滨市的“大科学工程”园区现场,记者却发现“地面空间站”与想象中完全不同:约50个足球场大小的园区内,分布着“一大四小”五栋外表普通的实验楼,“一大”即空间综合环境实验楼,“四小”即空间等离子体科学实验楼、空间磁环境科学实验楼、动物培养室和主动动力中心。

不过,外表普通的实验楼却十分有“内涵”。

哈工大空间环境与物质科学研究院党委委员马国亮,是空间环境地面模拟装置器件离子辐照研究系统的设计师。跟随他的脚步,记者首先来到了空间综合环境实验楼一层的综合环境模拟系统。在这里,一个白色的庞然大物赫然矗立。

“这是模拟月球表面环境的装置。有了它,科学家们在家门口就可以研究月尘物理和月球探测工程。”马国亮告诉记者,这个庞然大物,只是“地面空间站”众多装置中的一个。

记者了解到,空间环境地面模拟装置,就是要在地球上建设一个与真实宇宙空间环境相似的“地面空间站”,相当于

### 科研与建设同步推进

在空间等离子体科学实验楼,两个直径5米、分别长10.5米和6米的大型真空模拟舱傲然挺立。

“这是空间等离子体环境模拟系统的主体设备,一个是用于模拟研究距离地表100公里以外到太阳之间的空间环境,这个区域99.99%以上的可见物质都是以等离子体状态存在。另一个则是用于模拟研究距离地表20公里至100公里之间的空域环境。”空间等离子体环境模拟系统副研究员金成刚指着两个“大家伙”告诉记者说。

据介绍,航天器在等离子体的海洋中航行,等离子体的分布和演化规律对航天器的服役有着重要影响。“空间等离子体环境模拟系统可以用于研究磁场重联、波-粒相互作用等影响空间等离子体环境的关键物理过程,以及被列为航天领域十大难题之一的通信黑障问题等。”为便于记者理解,金成刚进一步解释说。

记者发现,在空间综合环境实验楼辐射区,最薄的墙体也有1米多厚,最厚的则达到3米多。“这是防辐射墙体,这一设计主要是为了满足加速器运行时防辐射的特殊要求。”马国

把空间站“搬”到地球上。该装置早在2005年就开始了调研、分析和系统论证,经过相关领域科学家和有关部门的反复论证、审慎决策,2017年底开始动工建设,目前已基本建成,今年年底将全面竣工试运行。

李立毅,哈工大空间环境与物质科学研究院院长,特种电机及特种电磁装置领域专家,也是空间环境地面模拟装置常务副总指挥、常务副总师。“规模大、环境因素齐全、参数范围广、功能强。”李立毅用这几个词来总结这个超级空间环境模拟实验室的特别之处。他告诉记者,该装置可以综合模拟九大类空间环境因素,比如专业化的器件空间辐照和辐射耦合效应实验条件,多因素空间环境对宇航用材料影响实验条件,多因素空间环境生命科学实验条件等,能创造零磁、弱磁、微重力、高低温、原子氧、真空等地球上没有的空间或星球表面环境。

今后,许多需要抵达太空才能进行的实验,在这里就可以完成。“届时,科学家们开展空间实验将不再‘难于登天’。”李立毅说,不仅如此,随着二期工程的进一步实施,航天员们未来还可以在这里体验和适应月球、火星等星球的表面环境。

亮告诉记者。

在这个实验楼里,有系统级综合辐照试验舱、月尘舱、火星尘舱、高速粉尘舱等四个巨型金属装置。“这是空间综合环境模拟分系统,用来模拟太阳系6大类典型环境因素,比如真空、高低温、太阳和紫外电子辐射、电子和质子辐射、月尘和火星尘等。”空间综合环境模拟系统副研究员李丽芳说。

“这是由射频屏蔽层、主动补偿线圈组和七层电磁屏蔽层构成的像套娃一样的结构,在内部可实现接近零磁的空间环境。”在空间磁环境科学实验楼,副研究员金银锡告诉记者,该实验室是要在地面模拟一个低磁、零磁的环境。“我们所在的环境是约5万纳特斯拉的地球磁场。目前整个装置静态磁场已抑制到0.2纳特以下,未来还要再进一步突破该指标,重点关注低磁环境下,材料、器件、航天器的变化,以及长期停留在空间站对人体的影响。”

“‘地面空间站’工程兼具科学研究与工程建设的特性,有一些全球都很少碰触的尖端难题,需要反复研究试验。”说起建设过程中遇到的困难,李立毅感慨万千。



300MeV质子重离子加速器局部

### 装置简介:

空间环境地面模拟装置是航天技术和空间科学领域的基础科学研究平台,包括空间综合环境模拟与研究系统、空间磁环境模拟与研究系统、空间等离子体环境模拟与研究系统、数值仿真与中央监控系统、建安工程与配套公用设施等,可为研究空间环境与材料、器件及生命体的相互作用等提供重要支撑,对于保障人类太空探索活动的顺利开展、突破地面单因素模拟的局限、全面了解空间环境综合因素对物质的作用和影响等具有重要意义。



系统级综合辐照试验舱



▲ 工作人员在现场安装调试设备。

▼ 空间综合环境模拟系统的低温系统。

### 为航天强国建设提供支撑

近年来,我国载人航天领域硕果累累。那么,为什么还要在地面建一座“空间站”?

据介绍,在太空中的空间站是一个长期开展空间科学研究和实验的基地。由于空间站轨道具有与地面完全不同的极端环境,比如极端粒子辐射、微重力环境等,对物质的演化和作用有特殊的效果。“开展太空实验不仅有助于我们认识宇宙起源、揭示物质本质和运动规律,还有助于我们探索甚至遨游星辰大海。”李立毅说。

不过,空间站轨道的实际环境是不断动态变化的综合环境,会受到太阳、地磁等自然环境的干扰。这给在理论上开展空间环境条件下的物质演化规律和相关演化本质的研究造成困扰。另外,在空间站开展相应的研究还存在其他诸多困难,比如很多仪器设备没有办法“搬”到太空;一些大质量的设备、材料和物质上天,需要付出极大的成本和代价;只有少数航天员科学家能够前往空间站进行实验操作……

“所以,建设可以模拟不同空间环境因素的‘地面空间站’,意义非凡。”李立毅说,特别重要的是,可以在环境模拟设备上设计、安装先进的分析和研究设备,为系统、深入开展空间极端环境模拟与物质演化行为的研究提供便利,“地面空间站”将成为空间科学、航天技术、物质科学等领域最先进的技术研究与应用平台。

李立毅告诉记者,这一装置将为我国航天强国建设提供重要支撑。

据他介绍,依托在轨运行的“天宫”和空间环境地面模拟装置等,将构建起空间在轨实验、地面模拟实验、计算机数值模拟“三位一体”的天地一体化国家空间环境与物质作用研究体系,为航天发展和空间探索提供保障。不仅如此,未来,“地面空间站”在脑科学、生命健康、高端仪器研发等方面也会有广泛的作用。

李立毅告诉记者,国内外的科学家们迫不及待地想要进入“地面空间站”开展科学实验。目前,已有国内外110余家高校和科研院所与该装置签署了用户协议。

据《中国纪检监察报》

