



# 探测「威慑三体世界」的引力波 是一种什么体验?



## 在科研中领略实干见物的快乐

加入太极实验室之前,李昊杰曾就读于西安电子科技大学光电工程学院,本科毕业后,他来到中国科学院上海技术物理研究所攻读硕士。

“第一年是正常上课,第二年我就开始参与到项目中,比如量子卫星信标电路、地面量子密钥分发等实验,学科优势在那里,我上手很快。”

两年的硕士生涯,日复一日的实验室生活,让李昊杰感受到了实干见物的快乐。“我们做出来东西都是看得见、摸得着的,一件件成果累积起来,给了我很大的成就感和接受更多新挑战的信心。”

于是,当得知博士导师王建宇要来杭高院担任院长,带着对杭州这座城市的向往,转博成功的他向杭高院发送了申请。

2019年,在西湖区双浦镇的一块空地上,杭高院初创。随后的时间里,全国各地优秀的科研人员接连涌向这片毛坯实验室,从购置一张桌子、一台仪器开始,创造了一个科研“乐园”,李昊杰就是其中一员。

2020年,在中国科学院院士、杭高院院长王建宇和众多教师学生的齐心协力下,杭高院的管理和实验条件日益成熟,接下了多项航天项目。



而作为杭高院第一级博士生,还没有入学,李昊杰就参与到我国空间站的第二个实验舱段——梦天实验舱中的高精度时频实验系统研制任务中。

按照任务设计,高精度时频实验系统的成功应用,标志着世界上第一套由光钟、微波钟、氢钟组成的空间冷原子钟组成功建立,构成了太空中频率稳定性和准确度最高的时间频率系统,对人类重新定义时间标准、卫星导航、深空探测、基础物理量测量、相对论验证、量子通信等均具有重要的意义。

“这个‘钟’几百万年都不会走错一秒,但需要很多载荷让它工作,我负责独立研制的,是窄线宽激光

器、飞秒光梳两个载荷中的25路光电探测器电路、互联背板电路,并完成电性件的测试、交付。”李昊杰坦言,“这些目标,科学家们已经论证过了,是可行的,我们就想办法攻克技术上的事情,将这些目标工程化实现。”

三年后,2022年10月31日,中国空间站梦天实验舱在海南文昌点火发射。“梦天舱”升空这一天,李昊杰送妻子进了待产室,两天后,他的孩子出生了。

“其实将研究成果送到发射场那个瞬间,我们的任务就结束了。”李昊杰说,但是至今回想起来,他都觉得那是一个无比神奇的一天,有新的希望升起,也有新的希望降临。

记者 诸葛晓晓  
通讯员 薛雅文

科幻小说《三体》中,罗辑手握执剑者的剑柄——引力波广播的启动开关,威慑三体世界半个多世纪。

威慑纪元末,战舰“万有引力”号启动了引力波广播,向宇宙公布了三体星系的坐标。4年后,三体世界遭遇黑暗森林打击被摧毁。

引力波是什么?引力波广播能在未来成为现实吗?

“就像一颗球扔到床单上产生起伏,引力波是由一种物质和能量的剧烈运动和变化可以产生的时空扰动。”走进中国科学院大学杭州高等研究院(以下简称“杭高院”),穿过引力波宇宙太极实验室长廊时,李昊杰讲述道,“但是目前人类的科技水平没能像《三体》里那样,用引力波实现星际通信。突破地球的限制,迈向引力波探测的新时代,是‘太极’正在做的事。”

四年杭高院生活,从高精度的“钟”到引力波,从梦天实验舱到“太极二号”,20级电路与系统专业博士生李昊杰体会到“航天工程的一丝不苟”,体会到“科研的道路并不是一路坦途”,体会到“在正确的时间做正确的事情”,他一直在前行。

## 在地面上“聆听”引力波的“音符”

时间回到2019年,王建宇院士担任工程总师的微重力技术试验卫星“太极一号”于酒泉发射升空,迈出了中国空间引力波探测的第一步。2021年,杭高院作为牵头单位,联合中科院其他院所成立了引力波宇宙太极实验室。

作为王建宇院士的博士生,2022年,李昊杰加入空间引力波探测“太极二号”关键技术攻关任务中,同时也正式开始了博士课题研究。

为什么要研究“引力波”?为了解密更多未知的宇宙事件,为了探索宇宙相变、黑洞碰撞、星球爆炸……许多科研人员全身心地投入其中。从一筹莫展到利用激光干涉技术、LIGO等设备首次捕捉到引力波信号,一代代科学家的精进与钻研将现

代物理带入了引力波时代,期间的艰辛和不易超乎想象。

这样一段发现宇宙源头、本质和洞悉其未来的历史,人类听取宇宙声音、不断挑战技术和自身想象力的历史,深深地吸引着李昊杰。“研究引力波没有办法直接产生任何经济效益,但我觉得它是有意义的,可以帮助人类更好地认识自己生存的世界。”

于是,以空间引力波探测为背景,围绕弱光锁相技术,李昊杰展开了相关研究——阅读文献、推导公式、与同学和导师以及其他单位的科研人员交流,他一步步建立了系统噪声及控制模型,搭建弱光锁相地面激光干涉验证系统,完成高精度数字激光锁相实验验证,推动了空间引力

波探测任务中的弱光锁相关键技术的发展。

在这个过程中,他不断提升着自己的认知,同时也不断推翻之前的工作和想法。“每一次推翻重来都需要些许勇气,但当指标随着实验的改进一次次提升,最终达到目标,就会从心里觉得那些‘弯路’是值得经历的。”李昊杰说。

2023年5月,历时2小时的答辩,李昊杰讲述着在空间引力波探测任务中做出的贡献。很快,他便顺利成为杭高院首位博士毕业生,并留杭工

作。除了长期研究的“太极”计划,目前他还是我国下一代碳卫星指向镜系统的项目负责人,正在日以继夜地组织团队完成各项研制工作,将于7月下旬交付阶段性的实验成果。

还是研究生的时候,李昊杰曾思考:“我面临的是科学问题还是工程问题?我们是科学家还是工程师?”然而在地球这艘漂泊在未知之迷“汪洋”的“小船”上,他渐渐发现,以哪一种身份乘船不重要,重要的是不停地去解决问题,才有探出头望向大海,见证海面上朵朵浪花的可能。

