

国家天文台银道面脉冲星巡天项目团队——

漫漫星空，探索未有穷期

本报记者 施芳

讲述·弘扬科学家精神

人物名片

依托中国天眼(FAST),国家天文台银道面脉冲星巡天项目团队在短短3年内发现了520颗脉冲星,改变了我国在脉冲星搜寻与研究领域过去长期没有话语权的局面。目前,团队核心成员有15人,平均年龄31岁。

老旧的办公桌上放着一摞厚厚的文献,摊开的笔记本写得密密麻麻,10多把椅子散放着……会议室里,一场激烈的讨论刚刚结束。“脉冲星搜寻工作是以秒来计算的……”在国家天文台一间陈设简陋的办公室里,银道面脉冲星巡天项目团队负责人韩金林研究员紧盯电脑屏幕说。前不久,团队利用中国天眼(FAST),揭示了银河系星际介质前所未知的细节。他们在搜寻银河系内脉冲星的过程中,同步记录了星际介质的谱线数据,揭示出银河系内中性氢气体的精致结构和电离气体的弥漫特征;还测量了大量暗弱脉冲星的法拉第效应,显现出银河系内大范围的磁场特征;新证认出两例超新星爆炸的遗迹。这些研究成果对理解银河系内的星际生态循环有重要意义。系列论文于2022年12月10日作为特别专题发表在我国综合国际期刊《中国科学:物理学 力学 天文学》上。

用中国望远镜做出的原创性成果,呈现在中国的学术期刊上

脉冲星是大质量恒星死亡后的残骸,是宇宙中密度最高、磁场最强、自转最快、相对论效应最显著的天体,是研究宇宙极端环境下物理规律的理想实验室。脉冲星的发现和研究,是国际上大射电望远镜的关键科学目标之一。

1968年首次发现脉冲星后的50余年间,全世界一共发现3300多颗脉冲星。由于大型望远镜和专业人才的稀缺,中国在脉冲星的搜寻与研究方面起步较晚。

2016年,随着FAST的建成,这种状况得以扭转。截至2022年12月,我国科学家累计发现约720颗脉冲星,其中大部分是韩金林带领的团队发现的,包括一批最暗弱的脉冲星、挑战当代银河系电子分布模型的大色散量脉冲星等。

2020年10月初的一天,韩金林遇到《天文和天体物理学研究》执行主编、中国科学院院士汪景琇,兴奋地分享了最新成果:“我们团队已经发现了100多颗脉冲星!”汪景琇听了很振奋,当即约稿:“把成果论文发表在咱们刊物上吧!”

“论文写作就持续了好几个月,其间经历数百遍修改,光用于期刊封面的那幅图,就改了几十遍。”团队成员、博士生景威聪说,“脉冲星发现数日在不断刷新,我们发表的只是这篇论文被期刊接受那天脉冲星的发现数。”“在印刷的前一天下午,韩老师还加了一幅图,以便让读者更直观地感知新发现。”《天文和天体物理学研究》编辑部主任温亚媛说,“这是用中国望远镜做出的原创性成果,他要力求完美地呈现在中国的学术期刊上。”

2021年5月,银道面脉冲星巡天项目的首篇论文在《天文和天体物理学研究》上发表。“我们正在进行的银道面脉冲星快照巡天



王鹏飞

韩金林

颜一

韩金林(左六)与团队成员合影。

以上图片均为中科院国家天文台提供

项目,是银河系系统性搜寻首次进入到微央斯基量级的深水区,超越国际其他巡天灵敏度一个量级。”汪景琇说,“这篇论文是将优秀科研成果发表在中国学术期刊上的表率。”该论文此后获得中国科协第六届优秀科技论文遴选计划的优秀论文奖。

澳大利亚科学院院士曼彻斯特对论文给予高度评价:“银道面脉冲星巡天项目仅观测了可观测天区的一小部分,就将已知毫秒脉冲星的数量增加了近10%,这是一个了不起的成就。”

团队协作,探索快照模式,大幅提高观测效率

“这些成果是团队一起摸爬滚打做出来的。”韩金林感慨道。

传统的望远镜观测模式一般是一个点一个点地观测。FAST安装了19个接收机,意味着同一时刻可以把天上19个位置上任何星体发出的信号都记录下来。“我们在此基础上突破创新,采用了更高效的观测模式,即快照模式。这19个接收机仿佛19只凝视星空的眼睛,通过快速微调望远镜,让‘眼睛’略微转动,把一整块天区全部覆盖,大幅提高观测效率。”韩金林说。

为了测试快照模式,并验证银道面脉冲星巡天项目的可行性,2019年3月17日,国家天文台副研究员王陈等6人赶赴1700多公里之外的深山——贵州省黔南布依族苗族自治州平塘县克度镇大窝凼,FAST就坐落于此。

“FAST的接收面积相当于30个标准足球场,沿着望远镜走一圈大约1.6公里。”王陈被眼前的景象深深震撼,“我们一定要用好它!”

观测试验分为3个小队:一队由高旭阳和侯立刚负责19波束分布测试;二队由王陈和孙京海负责快照模式控制的测试;三队由王鹏飞和王涛负责脉冲星数据处理流程开发。当晚,第一次观测试验开始。按照事先计算的结果,如果19波束分布图准确,那么FAST的第十八个波束应该能看到一颗明亮的脉冲星,结果一无所获,加之试验时间有限,大家顿感压力巨大。

经过紧张的复核,仔细检查每一行代码,最后发现是接收机转动方向与预期相反导致的。大家立即改正程序,展开第二次测试。3月21日下午,大家屏息凝神,等待观测结果。一条条明亮的脉冲清晰出现在了电脑屏幕中央,“看到了,看到脉冲星了!”这是项目组第一次利用FAST观测到脉冲星,所有人心都充满了无限自豪。

为了配合一队、二队的进度,三队几乎不眠不休开发软件,全力为快照观测模式下的数据处理提供基础程序,并为后续搜寻工作做准备。这3个小组相互独立又高度协作,几天内就完成了测试任务。数据表明,观测同样面积的天区并达到相同的灵敏度,快照模式仅需21分钟,传统的跟踪观测模式则需要40到60分钟。

“一个看似不起眼的小错误都可能带来大麻烦。”韩金林说。他搭建了一个脉冲星搜寻流水线,把用于搜寻的各个模块串联起来,以实现全自动化搜寻脉冲星的目标。脉冲星搜寻需要遍历所有可能的色散量,几个月后,团队突然发现,搜寻结果中少了一批脉冲星。经过排查,最终发现是早期的一个模块中,有一行程序少了一个逗号。修改这个错误后,项目组不得不将之前几个月的海量数据重新处理,否则就会遗漏大量的脉冲星。

吃苦耐劳,争分夺秒,实现搜寻工作持续迭代

“十小时工作制”,韩金林常对团队里的

记者手记

靠奋斗,从跟跑、并跑到领跑

“整整浪费了15分钟啊!”有一回,团队成员因为忘记关闭望远镜校准程序,导致15分钟的观测数据无法使用。项目需要观测数万次,每次要在界面上人工点击输入几十个参数,难免出错。但时至今日,记者仍然真切地感受到韩金林深深的惋惜……

惜时如金,既是出于对大科学装置巨额

年轻人这样说。实际上,韩金林付出的精力远不止于此。“韩老师经常工作到半夜一两点,第二天一大早又来办公室,几乎全年无休。”博士生王涛说。

受韩金林的影响,项目组的年轻人也是早来晚走,有时干脆睡在办公室里。“有一次大年初一,微信群里还在讨论任务。半夜一两点微信群里还有新消息,更是常事。”博士生周德江说。

2019年9月,为了取得阶段性成果,韩金林带领学生处理FAST调试数据,力求在较短时间里能有更多发现。当时项目组已观测了五六十天区,每个天区都能产生几千甚至上万个脉冲星候选体的图片,但其中九成以上都是干扰信号。由于早先国际版人工智能打分程序对干扰剔除不够充分,只能人工进一步筛选出真正的脉冲星信号。

同学们轮番上阵,24小时连轴转,硬是在3天内从20多万张图片中把20多颗优质的脉冲星筛选出来了!“真是沙里淘金,长时间紧盯电脑屏幕,眼睛又涩又酸。”团队成员颜一说,但看到20多颗优质脉冲星,感觉一切都是值得的。

国外现有程序是按照特定望远镜参数设置的,并不适用于处理FAST搜索数据;通过AI筛选的干扰信号数量很大,人工筛选不是长久之计。项目组总结了干扰信号的特征,认为完全可以想办法直接剔除。为了能写一个计算速度快、应用效果好的程序,周德江吃住都在办公室。“这些年轻人个个都是好样的!他们吃苦耐劳,为团队节省了不少时间和资源。”韩金林赞叹道。经过团队共同努力,脉冲星搜寻工作终于实现了自动化,并且一直更新换代。

功夫不负有心人。2019年底,经过FAST科学委员会征集、评估和遴选,银道面脉冲星巡天项目最终被列入FAST五个重大项目之一,2020年初正式开启巡天观测。截至目前,项目共计观测了约300平方度的银道面区域,占项目总体规划的10%,但已经取得了丰硕的科学成果。2020年底和2022年底,这支年轻的队伍两次被评为国家天文台优秀科研团队。

“我们赶上了一个好时候,一分一秒都耽误不得。”韩金林说。早年,中国没有大型望远镜,天文学研究严重受限。韩金林曾争取到澳大利亚帕克斯望远镜600多个小时的使用机会,他分秒必争地观测,最终和北京大学天文系教授乔国俊合作完成银河系磁场的研究,获得2006年度国家自然科学奖二等奖。“你要继续努力,再攀高峰!”韩金林永远铭记着导师王绶琯院士的谆谆嘱托。

目前FAST执行的天文观测项目有160多个,每个项目观测的时间都掐秒计时。“我们希望用5年左右时间完成全部内银道面和部分外银道面的巡天观测,争取发现1000颗脉冲星。通过深入研究新发现的天体,来检验现有的物理模型,乃至发现新的物理规律。”韩金林充满信心地说,“再用8到10年,争取把银河系看遍!”

投入和使用效率的考量,也是这些青年科技工作者责任感和使命感的体现。正是几代天文工作者自觉接续奋斗,勇攀高峰,才使中国在脉冲星观测和研究等领域实现从跟跑、并跑到领跑的跨越。

漫漫星空,探索未有穷期。一棒接着一棒跑,中国的天文事业必将抵达一个个新高度。

工匠绝活

绝活看点

作为炼铁厂的首席焊工技师,郭彦刚能熟练使用手工钨极氩弧焊、气焊、二氧化碳气体保护焊、对焊等多种焊接方法。截至目前,郭彦刚带领工作室团队获评国家专利27项,累计完成技术创新改造1048项。2022年底,他被人社部评为第十六届全国技术能手。

精研技艺 因材施焊

本报记者 邵玉姿

头戴焊帽,手握焊枪,将12毫米粗的焊枪头深入乒乓球直径大小的丝头内部。随着丝头内部焊光闪烁,从设备上脱落的不锈钢管与丝头严密地连接在一起。透过孔洞检查,焊缝平滑均匀,几乎没有高度差。

焊接口完全不可见,可焊接过程一气呵成。短短2分钟,一根直径仅有10毫米的烟气导流管便焊接完成。不到半小时,烟气导流管焊接成功,让安装在烟囱顶部的环保监测设备顺利恢复使用。

今年44岁的郭彦刚是邢台德龙钢铁有限公司炼铁厂的首席焊工技师。不管是高达50多米的烟囱、高炉,还是架在半空、埋在地下的管道,只要出现故障,他总能第一时间赶到现场,制定方案、精准维修。从事焊接维修工作多年,郭彦刚已熟练使用手工钨极氩弧焊、气焊、二氧化碳气体保护焊、对焊等多种焊接方法,“修补”过超两米长的高难度裂缝,也焊过特别小巧的精密仪器电子元件。

高中毕业后,郭彦刚开始跟着师傅学习焊接技术。“焊接听起来简单,里面有很多门道。就拿钢铁企业来说,故障问题不同、部位不同、环境不同、材质不同,焊接维修的方法都各不相同。”郭彦刚爱钻研,不管什么难题,他总能找到办法一一破解。

有一次,厂区炼铁高炉大修,一批大厚度铜冷却板与钢管急需焊接在一起。“铜冷却板对炉壳具有冷却作用。焊接工作必须赶在大修结束前完毕。”郭彦刚说,当时大厚度纯铜件与钢件焊接技术在整个公司各分厂甚至整个邢台地区都是技术空白。

郭彦刚主动揽下这项任务,通过查阅理论资料、分析现实条件,他决定尝试以前从未接触过的氩氧混合气体保护焊。铜板厚度太大,焊接时还得使用加热设备将铜板预热至650摄氏度。郭彦刚就想办法,将一台630安直流焊机改造成氩弧焊机使用,并自制了一套加热设备。因为焊把没有开关控制,只能完全靠焊接速度及焊接操作手法来控制焊接熔池温度。郭彦刚连续进行各种条件下的焊接试验,最终总结出一套可行的操作工艺。

虽然是一名职业焊工,但郭彦刚钻研的脚步并不止于焊接。为了更高效地保障生产,郭彦刚时常跳出“焊接”寻求化解焊接难题的办法。

2020年,厂区内一座容量达1080立方米的炼铁高炉出现故障:高炉冷却壁水管护罩与冷却水管之间的焊缝出现裂纹。“裂纹容易导致煤气泄漏,影响生产。但在正常生产情况下,炉内气压过高,无法进行在线焊接。”郭彦刚说。

如何在保证生产的情况下堵住裂缝?郭彦刚绞尽脑汁。经过现场仔细勘查,郭彦刚根据现场护罩的形状、焊缝的位置自主设计了一款防泄漏在线封堵装置。装置安装上高炉后,成功堵住裂缝,使用效果显著。2021年9月,郭彦刚首创设计的高炉冷却壁水管与煤气护罩焊缝防泄漏在线封堵装置获评国家实用新型专利。

在郭彦刚创新工作室的操作台上,有一个由多块材料焊接成一体、重达几十斤的碳钢组合件特别显眼。这是郭彦刚从一次国家级比赛上扛回来的,是当时获奖选手的作品。“别小瞧它,里面学问大着呢。”这个看似简单拼接起来的组合件,原来是由很多不同材质的金属板和金属管通过不同方法焊接而成的。“焊接手法非常娴熟,而且各有特点。”郭彦刚一有空闲便会拿出来仔细研究。他还把这个独特的组合件用作“教具”,带着徒弟们一起钻研学习。

工作室创立10余年,郭彦刚带出了众多徒弟,其中不少已成为企业的技术骨干。他们传承的不仅是技术,还有潜心钻研、勇于挑战的精神。“遇到问题时,要勇于挑战,永不退缩;解决问题时,要细致入微,考虑周全。”这是郭彦刚对徒弟们提出的要求,也是他始终坚守的信念。截至目前,郭彦刚带领工作室团队获评国家专利27项,累计完成技术创新改造1048项。



郭彦刚在检查管道焊缝。本报记者 邵玉姿摄

本版责编:董建勤 宋宇 吴凯 本版制图:汪哲平

上海华铁旅客服务有限公司员工李福忠——

为站台,创造干净舒爽

本报记者 方敏

一个垃圾袋好几斤重,每天忙时要向上抛1800多次。这是春运期间老李的工作常态。

老李名叫李福忠,是上海华铁旅客服务有限公司的一名垃圾清运工,主要负责上海火车站车厢和站台上的垃圾清运工作。记者刚到站台,就有一列从兰州开来的列车停靠,旅客们下车后,列车员便提来一袋袋垃圾,放在站台上,李福忠立刻忙活开来。

每到一垃圾堆放点,李福忠便要将几斤甚至10多斤的垃圾抛到垃圾车上。为了最大化地利用装载空间,垃圾车后挡板超过两米,高过了李福忠的头顶。记者跟随李福忠一同工作,发现要将垃圾准确地扔进去,得靠一些巧劲,更需吃得苦!记者仅重复抛举动作10多次,胳膊就已感觉到酸痛;而每天,李福忠要重复这一动作上千次。

垃圾装满了,李福忠又要将其运送到车站外的垃圾房内。记者坐在垃圾车内,才注意到

车子没有门。寒风劲吹,一阵阵寒意袭来……“扔垃圾要随时上下车,有门就不方便。”李福忠解释着:“我开始干这一行的时候,还是用手推车来送垃圾。现在比以前好太多了!”

运完一车垃圾到垃圾房,李福忠便立即返回车站。一个站长约500米,上海站共有7座站台,一次列车停靠大约会带来70袋垃圾。李福忠每天重复着扔垃圾、送垃圾的工作。春运期间,每天要从早上6点干到晚上9点。一干就是14年。

“工作很枯燥,但是很重要。”李福忠笑笑:“过年虽然不能回家,但能为更多人送去干净和舒爽就是我最大的幸福。”

又一趟列车到站了。旅客们拉着行李,洋溢着笑容。在他们身后,李福忠正准备将一袋袋垃圾清理干净,让站台始终如新……

甘肃渭源县路园镇副镇长周福——

在园区,商讨增收门路

本报记者 王锦涛

朝阳初升,寒意未消。“咱上午去村里看产业,下午和群众代表座谈。”见到记者,周福热情地说。他是甘肃省渭源县路园镇副镇长,今年刚满30岁,在乡镇工作整6年。

在位于双轮磨村的现代农业产业园,放眼望去,银亮一片。“这些全是羊肚菌包,去年试种了30多棚,亩均收益超6万元,现在家家都想种。”周福说。“行情这么好,是得推广。”同行的同志接话道。“那也不能一哄而上。”周福赶忙说,“咱们是摸着石头过河,一旦价格下跌,吃亏的就是农户。今年要继续积累经验,慢慢适度扩大规模……”

在锹甲铺村的采摘园,一颗颗硕大的草莓鲜红欲滴。听到负责人常彦龙说有技术难题,周福忙把身边的农技员介绍给他,还帮他联系了其他村的专业户,“人家种了10多年草

新春走基层