

采自太行山上 织于扬子江边

世界首面玄武岩五星红旗登陆月背

武汉晚报讯(记者杨佳峰 谌达军)“五星红旗展开了!”6月2日,嫦娥六号探测器经过30天的奔月旅程,顺利抵达月球背面的南极艾特肯盆地,正在看电视直播的民众一阵惊呼:五星红旗在月面展开了。记者从武汉纺织大学获悉,这面五星红旗又是武汉造,其原材料采自太行山上的玄武岩,是世界上首面玄武岩五星红旗。

据悉,嫦娥六号五星红旗由武汉纺

织大学省部共建新材料与先进加工技术国家实验室主任徐卫林院士团队历时4年完成。该面五星红旗采用玄武岩为主的复合材料制造,玄武岩占比62%,大小为200mm×300mm。

此前,该团队耗时8年研制完成的嫦娥五号五星红旗,重量仅11.8克,作为一面实实在在的织物旗帜,至今依然留在月球上。

与嫦娥三号、嫦娥四号以及玉兔月

球车上的五星红旗采用喷涂方式不同,嫦娥五号五星红旗采用芳纶为主的新型复合材料,而嫦娥六号五星红旗则采用玄武岩为主的复合材料制造。后两者共同具有不皱、不变色、耐极端高低温等特点。

参与嫦娥六号五星红旗研制的徐卫林院士团队成员曹根阳教授介绍,嫦娥六号五星红旗与嫦娥五号五星红旗大小一致,但嫦娥六号五星红旗主要材料采

用的是玄武岩,强度更强,重量更轻,即便在月表辐射条件下也不会变色。

曹根阳表示,之所以选择玄武岩“绣”五星红旗,是月面原位建造的实验需要。月面玄武岩较多,未来建造月球基地需要就地取材,月球玄武岩做成片状或者管状建材,用于月面建造,这样比在地球上取材大大节省成本。“嫦娥六号五星红旗是玄武岩红旗,是月面原位制造的一种探索。”

纺大团队用玄武岩“绣”出五星红旗

“石头版”织物国旗能抵御月表恶劣环境

玄武岩变身五星红旗登陆月球背面,不仅是月面原位利用的成功实验,还带动了玄武岩纤维产业的提档升级。

武汉纺织大学省部共建新材料与先进加工技术国家实验室主任徐卫林院士,带领团队成员曹根阳教授、王运利教授、盛丹博士,联手中国航天三江集团,历时四年攻克玄武岩纤维容易折断、与纺纱之间不好协调、容易起皱等难题,用“包芯技术”破解玄武岩的纺织密码,并研发出“转芯纺”,最终驯服了玄武岩纤维,织就高强度的玄武岩五星红旗。

在嫦娥六号五星红旗研制的同时,月面五星红旗团队已经开启了玄武岩纤维拓展到耐热、阻燃等领域的应用研究,在武汉纺织大学的努力下,这项技术迅速形成一条新的产业链,使性能更为强大的消防服、灭火毯、消防绳等加速迭代。

为何选用玄武岩“绣”五星红旗

徐卫林院士介绍:“玄武岩纤维具有非常优异的隔热抗辐射性能,能够抵御月表恶劣环境。但玄武岩纤维属于无机纤维,表面光滑、脆性易碎、模量高,难以纺制超细丝、纺纱、织造,以及构筑高牢度的颜色,这些都是团队要攻克的难题,可以说这是一面技术含量很高的‘石头版’织物国旗。”

曾参与“嫦娥五号”五星红旗研发的曹根阳教授介绍,选择玄武岩绣五星红旗是原位利用的需要。相比于嫦娥五号五星红旗以芳纶为主的新型复合材料,嫦娥六号五星红旗采用玄武岩材料制作难度很大。团队屡次尝试,老办法根本“绣”不出五星红旗——玄武岩纤维丝容易折断、与纺纱之间不好协调、容易起皱的难题,需要克服更多技术困难。

“这便是黑色玄武岩石头拉出的丝线。”4月19日,在武汉纺织大学纺织科学与工程学院,副院长夏治刚教授拿出一个金灿灿的纺锭,抽出一根头发丝般粗细的丝线。他还随手摊开了用白纸包裹着的原材料——黑色玄武岩石头。

夏治刚介绍,玄武岩拉丝冷却后成土金色,绕成一匝后还有反光,金灿灿的,根本看不出来是黑色玄武岩拉出的丝。玄武岩的化学成分是二氧化硅,是火山岩的一种,也是月球月陆和地球陆壳的重要组成物质,广泛存在于月表和地表。

“不同的玄武岩拉出的丝性能是不一样的,选择的原料、生产的方法都会不一样。”夏治刚教授介绍,从事岩石和地球化学研究的刘嘉麒院士较早



来自太行山的玄武岩。

探索玄武岩拉丝特性。在刘嘉麒院士的帮助下,湖北汇尔杰玄武岩纤维有限公司(下称“湖北汇尔杰”)开始专注于玄武岩纤维的生产。

在夏治刚看来,玄武岩纤维的化学性质、力学性质和物理性质比金属丝还好,可与碳纤维媲美,未来将是钢铁纤维或碳纤维的重要替代材料。

如何用玄武岩纤维织出五星红旗

如何将玄武岩变成纤维?夏治刚介绍,首先要选用高纯度的玄武岩,用酸洗液去除矿石中的杂质和有害物质。然后将纯化玄武岩料倒入熔炉中进行高温熔融,使其达到纤维化的温度范围。当熔炉温度达到1600℃后,玄武岩呈液态流动,将熔岩通过旋转、喷头等方式拉出极细的玄武岩长丝。在纤维拉丝完成后,需要进行浸渍处理,以提高玄武岩纤维的特殊性能。

玄武岩丝线越细才能越柔,才不易折断。月面五星红旗团队成员曹根阳教授为了获得更细的玄武岩纤维,将自己的实验室搬到了湖北汇尔杰公司的玄武岩熔炉旁,一住就是一个月。

从滚滚岩浆中抽丝绣出五星红旗,想起来既神奇又浪漫。日复一日盯在熔炉旁的曹根阳丝毫不觉得疲惫。他回忆,开始玄武岩拉丝怎么也拉不细,后来发现拉丝时出现“毛细现象”,他们通过改变拉丝设备的内腔结构才解决这一问题。最终拉出8.8特克斯(千米丝线只有8.8克)的最细的玄武岩纤维,只有头发丝直径的三分之一,较过去湖北汇尔杰公司拉出的12特克斯细了不少。

有了更细的玄武岩纤维,与纺纱之间如何协调才能避免折断起皱呢?当时,团队想了一个办法——纺线里面用玄武岩纤维丝,外面用阻燃纱包裹,采用包芯处理。这样外层可以阻燃,而里衬可以防火。设想很好,但操作很难,“包芯根本包不住,阻燃纱和玄武岩纤维缠绕在一起”。

包芯易碎易断,如何包芯才能不严不紧利于纺织加工?2017年至2021年,整整四年时间,在武汉纺织大学省部共建新材料与先进加工技术国



玄武岩制成的纤维丝。

家实验室,徐卫林院士团队攻克了这一世界性难关。

2023年12月,首面玄武岩五星红旗被制作出来后,送往北京。

月面五星红旗引出新产业链

嫦娥六号五星红旗和嫦娥五号五星红旗规格一样,大小也是300mm×200mm,与A4纸差不多大。不过,玄武岩纤维的密度超出嫦娥五号五星红旗原料密度近一倍,按常理推断“石头版”五星红旗会更重。但是,团队研发了大概是头发丝直径三分之一的超细玄武岩纤维,最后做出来的嫦娥六号国旗的重量只有11.3克,比嫦娥五号国旗还要轻0.5克。

嫦娥六号五星红旗表现出的超强的强度和性能,让团队看到市场上的巨大潜能。2021年下半年,团队开始向纺织企业推广玄武岩的纺纱装置——转芯纺。一年下来,也没有一尺玄武岩消防布织出来。

原来,转芯纺与纺织厂设备并不匹配,无法稳定纺纱,必须改造纺纱、成纱生产线。经过武汉纺织大学和企业共同努力,最终在际华集团装备8台纺车、在裕大华装配一台纺车,总共4800锭,完成了超细玄武岩纤维的产业化。消防服、灭火毯、消防绳等玄武岩产品将被陆续生产出来。

在曹根阳的办公室,一件灰色防火箱包引起记者注意。“这个箱包一般的火灾都能抵御。”曹根阳拎起防火箱包举例,若是用玄武岩材料做文件包,即便落在火场,里面的文件也能完好无损。

在徐卫林院士团队的努力下,已能制备出高质量的玄武岩纤维。拉出的玄武岩纤维越来越细,目前已拉出7特克斯玄武岩长丝,这对玄武岩的利用提供了更大的想象空间。

徐卫林院士表示,未来玄武岩纤维作为轻质、柔性防护材料,将在航空航天,如宇航服、太空舱、月球基地等场景有越来越广泛的应用。

文/记者杨佳峰 谌达军 通讯员刘戈 实习生彭冠迪
图/记者杨佳峰

记者梳理发现,月面基地究竟如何建设,武汉高校科研团队不仅提出了自己的设想,还进行了多年的实验和探索。

设想一 “中国泥瓦匠”登月建房子

华中科技大学国家数字建造技术创新中心首席科学家丁烈云院士团队计划用月壤烧制出月球砖,再用机器人砌筑的方式在月面建造月球基地——“月壶尊”,并制备出国内首个模拟月壤真空烧结打印样品。他们计划与3D打印相结合,采用整体预制拼装、局部打印连接的方式,设计建造月面基地。

砌筑机器人被命名为“中国超级泥瓦匠”,能够在月球上就地取材,采用原位建造方式制备第一块“月壤砖”。如果这块砖能够原位造出来,就打通了一条技术路线,建造月面基地也将成为现实。

设想二 在月面建设玄武岩工厂

武汉纺织大学省部共建新材料与先进加工技术国家实验室主任徐卫林院士表示,未来玄武岩纤维作为轻质、柔性防护材料,将在航空航天,如宇航服、太空舱、月球基地等场景会有越来越广泛的应用。

未来玄武岩纤维如何制备,如何使用?武汉纺织大学纺织科学与工程学院副院长夏治刚教授表示,未来,若有人在月球居住,可在月面建造玄武岩工厂,对月球上的玄武岩进行深加工,用于月面建设。

加工方式与地球玄武岩工厂类似。在月面选取玄武岩,倒入熔炉中进行高温熔融,使其达到纤维化的温度范围,然后拉丝。这种高温可以收集太阳能获得。

设想三 利用月球熔洞建设月面基地

长期从事行星地质研究的中国地质大学(武汉)肖龙教授认为月亮上的熔岩管洞穴(下称熔洞)是建月球基地的理想场所,并在地球上进行了多年类比研究。

肖龙介绍,包括中国的嫦娥探测器在内,目前人类在月球上已经发现200多个坑洞,有21个疑似为月球熔洞,月海中分布16个,高地上分布有5个,还有更多等待发现。

月球熔洞温度在17℃到20℃间。熔洞有巨大的可利用地下空间,且极少受到月尘和溅射物影响,还有相对恒温的内部环境,也能防止陨石或微陨石撞击,防宇宙射线照射。“熔洞是开展各种月面科学试验和未来月球基地建设独一无二的选择,具有极高的应用价值和战略意义。”

记者杨佳峰

月面建造大畅想