


荣获2019年度世界人居奖铜奖——

# 土 房 子 的 “ 逆 袭 ”

经济日报·中国经济网记者 李佳霖 常 理



## 热点追踪

近日,世界人居基金与联合国人居署联合发布2019年度世界人居奖获奖名单,北京建筑大学建筑与城市规划学院穆钧教授团队完成的“现代生土营建研究与推广”系列成果,荣获本年度世界人居奖铜奖。世界人居奖是教育部建筑学学科评估指标体系认定国际奖的最高级别奖项。中国的土房子是如何“逆袭”,从而走向世界的? 经济日报记者带您一同揭秘。

穆钧至今还清晰记得,15年前他在接受香港中文大学博士申请面试时,老师提出的问题:“你读博士,想研究什么?”

“在西北的黄土高原,有很多传统的生土建筑,它们冬暖夏凉、经济节能,可是愿意住在里面的人却越来越少,我想好好研究这个问题。”穆钧脱口而出。

15年来,穆钧和团队针对我国应用分布广泛的传统夯土建造技术,首次将现代生土材料优化理论引入我国乡村建设,通过大量田野考察和本土化系统研究试验,有效克服了传统夯土在抗震和耐久性方面的固有缺陷,并研发出一系列适合我国农村地区的现代生土房屋建造技术、设计方法及其相应的施工机具系统。

## 正在消失的土房子

生土,指从自然界中取出的原状土,不需要焙烧仅依靠简单的机械加工,便可用于房屋建造的建筑材料,其传统形式包括夯土、土坯、泥砖、草泥、屋面覆土等。与木材一样,生土在我国传统营造技术和建筑文化遗产中具有举足轻重的地位。以生土作为主体结构材料的房屋通常被称为生土建筑,在我国已拥有数千年的建造历史,分布也十分广泛。

传统夯土材料房子的优缺点都很突出:它们冬暖夏凉,生态环保,但其在力学和耐久性能方面存在的缺陷,使得传统夯土民居普遍存在结构安全性较差的问题。

“受收入、技术和知识水平所限,在农村地区,大量村民以常规建材自建的房屋,难以满足相应的设计规范和施工质量标准,这些房屋在舒适度、安全性能等方面甚至不及从前的土房子。”穆钧坦言。

与国内传统生土建筑面临的窘境相比,过去40多年来,欧美国家在生土建筑研究领域,取得了长足发展——尤其在夯土材料优化机理方面所取得的突破,为传统夯土建造技术的革新以及全球范围内的现代化应用奠定了坚实的科学基础。

2011年6月,在住房和城乡建设部以及法国国际生土建筑中心的支持下,穆钧团队以甘肃省会宁县为基地启动了“现代夯土民居建造研究与示范”项目,旨在借鉴国外在现代夯土技术研究方面的成功经验,针对我国具有夯土建造传统的贫困农村地区,开展系统的研究和示范。

但是,随着研究和实践的深入,穆钧及团队发现,欧美国家先进的夯土技术在进入中国后“水土不服”了。这是为什么呢?

“因为这些技术多依托于当地发达的混凝土施工体系,而我国的广大农村,根本不具备这样的条件。另外,法国、奥地利等夯土实践活跃的地区,地震设防烈度通常不高,相关的夯土建筑抗震经验较为有



图① 毛寺生态实验小学远景。  
图② 师生志愿者和村民在马岔村民活动中心施工中。  
图③ 马岔村民活动中心校舍。(资料图片)

限。”穆钧说。

如何基于我国农村发展的现状,探索出一套具有较高性价比又适合中国国情的成套夯土建造体系,成为摆在穆钧及团队面前的最大挑战。

## 会“呼吸”的土房子

甘肃庆阳位于甘肃省最东部,冬季常刮西北风,属于严寒地区。2004年,穆钧和团队带着“让西北山区的孩子在温暖的房子里读书”这个愿望,来到当地进行“毛寺生态实验小学”项目。

在研究中穆钧发现,当地传统的土坯、秸秆等自然材料作为建筑主材,具有很好的呼吸作用,保暖性能好,造价低,且生态环保,可以就地取材。

随后,团队开展了两项实验:他们首先将常规的240毫米厚烧结砖墙,替换为同等造价的600毫米厚土坯墙,这使得冬季教室内气温平均提升1.5℃;同时,将常规屋面保温挤塑板,替换为同等绝热效能的草泥垫层,造价可降低至少80%。

“通常,建筑材料的保温层是靠细微孔洞留住空气来实现室内外温度隔绝的。当室外热时,室内就相对凉;当室外冷时,室内的温度也不会散失出去。”团队成员蒋蔚向记者描述着生土的保温原理:“而夯土就有所不同了,它是一种难得的多孔重型材料,不仅具有大量可起绝热作用的细微空腔孔洞,还具有十分突出的蓄热性能。只要墙的厚度、密实度、空间大小合适,它的保温性能就会很好。”

而且,正因其具有多孔性特点,夯土的吸湿性能是混凝土和烧结砖的30倍,可有效调节室内湿度。尤其在南方潮湿闷热的天气里,墙体可以吸收大量空气中的水分,

使室内的湿度降低;而当空气干燥时,它又可以释放出水分,来增加空气中的湿度。

蒋蔚开玩笑说,这可是一款会“呼吸”的材料,通过调节室内的湿度和空气质量,提升用户的居住体验。

具体成果还需要数据说话。监测数据表明,通过改造过的生土建筑,即使在气温平均抵达-12℃的1月份,无需任何采暖措施,仅利用40多个学生的人体散热(相当于3200W的电暖气),就可使室内达到适宜的舒适度。更为重要的是,其造价与当地具有同等抗震和保温性能的常规砖混房屋相比,仅为后者的三分之二,且全部施工仅由村民利用简单的机具就可实施完成。

“从此以后,学校过冬再也不需要烧煤了,省下来的钱可以给孩子们多买一些书了。”毛寺生态实验小学校长感慨道。

对于穆钧而言,这句话是对这个项目的最大奖励。

2008年汶川大地震以后,穆钧又在住建部的支持下作为项目负责人,开展了以四川会理县马鞍桥村为基地的震后重建综合示范项目。他们充分利用本地自然材料,通过融入抗震技术,改良当地传统夯土技术,自力更生开展家园重建。3个多月后,一幢幢崭新的土房子拔地而起……

## 就地取材、抗震环保

随着人类社会发展,高楼大厦、钢筋混凝土成为一座城市现代化的标志。然而,标准化建筑带来的问题也很突出:房屋过于千篇一律,建筑材料的生产和运输成本普遍偏高。

在穆钧团队的项目中,这个问题得到了很好解决。“通常在接到相关项目后,我们会从项目附近取土样,拿到实验室测试,

选出性能最好的土,再根据生土材料优化原理,配上一定比例的砂子和石子,使土料混合物形成与混凝土相类似的骨料构成。”团队成员顾倩倩告诉记者。

这种新型的生土材料是以原土中的黏粒取代水泥成分,形成黏粒、细砂、石子的骨料配比构成,通过含水率的控制和基于机械的强力夯击所带来的物理作用,使其干燥后形成具有稳固力学结构的夯筑体。同时,其耐久、防蛀、防潮等耐久性能均得到极大提升。

土房子是否防震?这也是居住者的共同疑虑。我国西部具有夯土建造传统的农村,多位于地震多发地带——因此,人们对传统夯土民居抗震性能普遍担忧。经过多年反复试验与测试,穆钧团队设计出的新型夯土房屋,完全可以满足我国8度地震设防烈度的要求,实现“小震不坏,中震可修,大震不倒”的抗震设防目标。

在采访中,记者还了解到,土房子的另一个好处在于:它具有可再生性,房屋拆除后生土材料可反复利用,甚至可作为肥料回归农田;同时,加工过程低能耗、无污染,据测算,其加工能耗和碳排放量分别为黏土砖和混凝土的3%和9%。

就地取材,原料价格低廉、节能环保、保温保湿、可反复利用……在发掘、改良和革新传承我国生土建筑传统的过程中,穆钧及团队遇到了太多惊喜,也体会了很多思想的碰撞。“唯有回归本源初心,把老祖宗留给我们的建筑宝藏传承下去,留住我们的根,才能走出自己的路。”穆钧坦言。

多年来,团队先后在甘肃、湖北等具有生土建造传统的17个省份或地区,完成近200栋示范推广农房和乡村公建的设计与建设,显现了突出的生态性价比和良好地域适应性。

## 2018年中国医院及医学院校科技量值发布 加速提升医学科技创新能力

本报讯 记者吴佳佳报道:中国医学科学院近日发布了《2018年度中国医院科技量值报告》与《2018年度中国医学院校科技量值报告》。值得注意的是,今年发布的中国医学院校科技量值,首次对全国110所独立医学院校和设立医学学科的综合大学科技量值进行测算,并在指标体系中增加了与高等院校相关的科技指标。

《2018年度中国医院科技量值报告》覆盖全国1660家医院,此次发布了综合和29个学科前100位医院排名。其中,综合排名前10位的医院分别是:四川大学华西医院、中国人民解放军总医院、中国医学科学院北京协和医院、浙江大学医学院附属第一医院、上海交通大学医学院附属瑞金医院、复旦大学附属中山医院、华中科技大学同济医学院附属同济医院、北京大学人民医院、南京医科大学第一附属医院、北京大学第三医院。

据悉,今年首次发布的《中国医学院校科技量值报告》对全国110所独立医学院校和设立医学学科的综合大学科技量值开展测算,并在指标体系中增加了与高等院校相关的科技指标。其中,综合排名前10位的医学院校是:北京协和医学院、北京大学医学部、上海交通大学医学院、复旦大学上海医学院、首都医科大学、浙江大学(医学学科)、四川大学华西医学中心、中山大学(医学学科)、华中科技大学同济医学院、海军军医大学。

中国工程院副院长王辰院士介绍,医学科技评价是指导医学科技创新的重要工具,目前,我国亟需基于理论与医院实际,全方位、多角度、立体化的反映中国医院科技能力的评价体系。2014年,中国医学科学院开始实施中国医院科技影响力评价,在此基础上,于2018年对评价体系优化设置,提出“科技量值”这一概念,并不断更新评价理念,改进评价方法,旨在为国家和区域内医学科技发展与资源配置提供重要量化依据。

值得关注的是,今年发布的榜单重点加强诚信建设,对学术不端期刊论文和科研项目实施5倍减分处理。其中,学术不端类型包括:项目重复申报、论文学术不端、申请书剽窃和同行评议造假。

王辰表示,医院是国家医学科技创新体系的重要组成部分和医学研究的中坚力量,医学院校是医学研究和医学人才培养的重要基地,在健康中国建设中承担着重要责任和使命。发挥医学科技评价导向作用,有利于加速推进医学科技创新体系建设,提升医学科技创新能力。

## 攻克世界级铁矿石高效利用难题

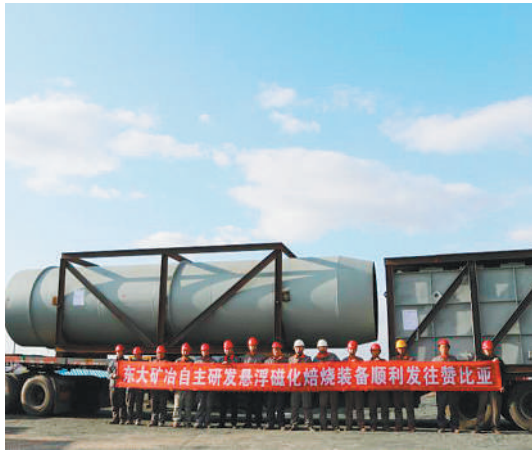
本报讯 记者孙瀚形、通讯员王钰慧报道:东北大学韩跃新教授团队自主研发出铁矿石选矿技术,可将粉矿铁回收率从原来的65%提高到85%以上,并首次实现该技术大规模工业应用,攻克了世界级铁矿石高效利用难题。

我国难选铁矿资源高效利用技术一直亟待攻坚。其中,酒泉钢铁集团周边难选铁矿石储量达十多亿吨,铁矿石矿物组成复杂、铁矿物颗粒纯度低,资源利用效率低——为此,东北大学钢铁共性技术协同创新中心—铁矿资源绿色开发利用方向团队,创造性提出了“预氧化—蓄热还原—再氧化”多段悬浮磁化焙烧新技术,获国际及国家发明专利数十项。基于此项研究成果,2016年8月,酒钢粉矿悬浮磁化焙烧一期工程开工建设,通过不断调试优化和改造,目前,该项目已全线投入生产。

东北大学还顺势开展了鞍钢东部尾矿、海南铁矿以及“一带一路”沿线国家塞拉里昂、阿尔及利亚、摩洛哥、赞比亚等复杂难选矿产资源的悬浮磁化焙烧试验研究,为之提供专业的铁矿资源高效利用解决方案,均获得了良好的焙烧效果和分选指标。



东北大学难选铁矿高效利用技术在国内外钢铁企业获得广泛应用。 本报记者 孙瀚形摄



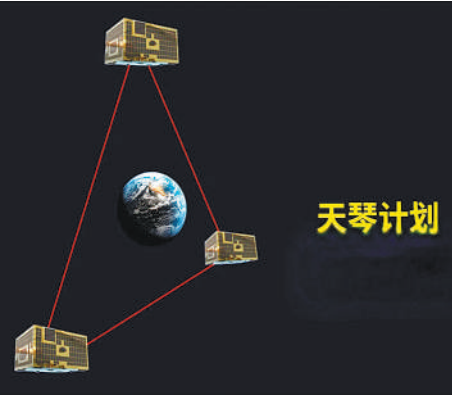
东北大学自主研发的悬浮磁化焙烧装备顺利发往赞比亚。(资料图片)

本版编辑 郎 冰  
联系邮箱 jjrbxzh@163.com

## 天琴空间引力波探测计划进入“太空试验”阶段——

# 我国成功实现地月精确测量

本报记者 柳 洁 通讯员 王潇潇



“天琴计划”具体为:部署3颗全同卫星,并在太空中建成一个引力波天文台,探测引力波。(资料图片)

日前,我国在太原卫星发射中心用长征四号乙运载火箭成功发射中巴地球资源卫星04A星。同时,此次任务搭载了主载荷由华中科技大学物理学院引力中心与中山大学物理与天文学院天琴中心共同研制的“天琴一号”技术试验卫星。

据悉,“天琴一号”技术试验卫星主要用于“天琴计划”空间引力波探测的关键技术在轨验证,并能够开展地球长波重力场模型的反演。其成功发射意味着我国酝酿近20年且于5年前正式推出的天琴空间引力波探测计划,正式进入“太空试验”阶段,中国人自己的空间引力波探测计划方案距离实现又推进了一步。

“天琴计划”具体为:2035年前后在距离地球约10万公里的轨道上,部署3颗全

同卫星构成边长约17万公里的等边三角形编队;在太空中建成一个引力波天文台,探测引力波。这套“0123计划”技术路线图,采取“沿途下蛋”分步实施,利用可靠、经济、科学的手段展开技术攻关和在轨验证,稳步推动我国空间引力波探测关键技术走向成熟,并最终开展空间引力波探测。

“天琴计划”提出以来,得到了国内多个部门和地方政府的立项支持,“天琴一号”也是在众多支持合作中成功入轨的。“‘天琴一号’是我国首颗由国家立项、高校牵头、的技术试验卫星,也是国家正式立项的第一颗空间引力波探测技术试验卫星。”“天琴一号”卫星总设计师张立华介绍。

我们都知道,引力波极其微弱,那么究竟微弱到什么程度呢?“天琴计划”首席科

学家罗俊院士介绍,此前LIGO探测到的引力波,是由一个质量为29个太阳的黑洞和一个质量为30多个太阳的黑洞合并时产生的。而这个听起来应该极其猛烈的效应,产生的引力波大小仅仅相当于地球和太阳之间的距离,改变了一个原子的尺度大小。所以,引力波的测量也被认为是人类目前精密测量的极限。

此外,就在我国成功发射“天琴一号”首颗引力波探测试验卫星前夕,天琴团队成功实现了地月距离的激光精确测量,并获得了月面上全部5个反射镜的回波信号——从而令我国成为世界上第五个实现地月激光精确测量的国家,也是世界上第三个成功测得全部5个反射镜的国家,为后续我国空间引力波探测项目奠定了基础。