

视觉中国

一条长达17.6公里的铁路隧道，火车通行只要17分钟，却已修建10年。为何一条铁路隧道会修建这么久？在这条隧道的修建过程中到底遇到了哪些难题？近日，科技日报记者来到即将连入泛亚铁路网的大瑞铁路秀岭隧道，一探究竟。

创新技术解决“豆腐花”里打洞难题

本报记者 雍黎

集各种不良地质问题于一身的隧道

起于大理、止于瑞丽的大瑞铁路，全长330公里，是连通中缅国际铁路中国境内的“最后一段”，也是我国西南出境通道之一的中缅铁路通道的重要干线，而这条铁路尚未通车就已经创造了一个世界纪录：世界上最难修的铁路。

大瑞铁路要穿越我国主要地震带之一的横断山脉，而全长17623米的秀岭隧道，是全线最长的单洞掘进隧道，要穿越7条断裂带，围岩等级极不稳定，交替变化多达160余次，层间挤压破碎带更是频繁出现，地质条件十分复杂，是大保（大理到保山）段最大的拦路虎。

更难的是，秀岭隧道洞身大部分位于“滇西红层”之软质岩中。当地特有的滇西红层是唯一一个以区域命名的土层，由泥岩、粉砂岩、砂岩交替组成，围岩特点是“遇水成泥、遇风则化”。

红外线技术盯紧软弱围岩变化

如果说这些地质灾害中，哪个最让修建者担心，那毫无疑问就是软弱围岩大变形。它是“滇西红层”容易引发的一项严重地质灾害，表现为开挖支护后围岩自稳能力差，软岩变形严重。“它的改变是肉眼难以发觉的，能在悄无声息中造成危害。”吴丽君说，2016年，秀岭隧道进口正洞出现严重的软弱围岩大变形，初支拱腰最大收敛变形达到1.2米，在软岩失稳和地应力偏压作用下，用于横竖支撑的工字钢被扭成了“麻花”，整个作业面就像一块被剥离出来的蛋糕，摇摇欲坠。

为切实有效防止软弱围岩大变形对施工造成的影响风险，大瑞项目部对隧道超前地质预报及施工连续监控工作进行了持续改进创新。

“秀岭隧道位于横断山滇西高山峡谷区，这里因有变化频繁的断层、突泥涌水、软岩变形、层间挤压破碎带等各类地质问题，而被称为‘地质博物馆’。”负责秀岭隧道进口施工的中铁八局一公司大瑞项目部经理吴丽君笑着说，从2008年开工以来，他们已经遭遇了掌子面小型溜塌143次、初支开裂变形60次、软岩大变形7次、大型坍方4次、突泥涌水3次，而且还要面临岩爆、岩溶、高地热、放射性等不良工程地质问题。

“当时想到了岩层软，但是没想到居然这么软，就像豆花一样。”中铁八局一公司大瑞项目部总工程师秦鹏说，在这里施工地质变化非常频繁，经常是施工时还是稳定性较好的硬岩，下一个循环硬岩背后就是泥岩，甚至是像泥石流一样的混合物，稍不留神就会出现塌方、突泥等问题。

在经过反复研讨后，由项目部自行研发的红外线观测连续报警装置成功运用到隧道监控量测中，该项技术利用激光发射接收原理及相对位移变化，施工全过程实时监控围岩变化，确保第一时间发出危险警报，保证施工安全。该项技术也在整个大瑞线的施工中得到了全面推广。

针对沿线地质复杂的情况，承担秀岭隧道出口段的中铁八局二公司则对隧道超前地质预报工作持续改进，采用TRT远距离物探配合加深炮孔探测方法，以红外探水、掌子面地质素描准确预测掌子面前方围岩条件，形成全方位的超前预报系统，能预测前方130米左右的地质情况，确保施工安全，虽然施工困难重重，但从没有人员伤亡情况出现。

悬臂掘进机确保安全增速度

人工开挖进度慢、危险因素高，如何能安全地加快施工进度，吴丽君一直在探索机械化施工，不过因为地质原因，盾构机等开挖隧道高手并不适用，最后他想到煤矿适用的悬臂掘进机。

悬臂掘进机集开挖、装碴和自动行走于一身，操作灵活，对复杂地质适应性强，便于支护，可以适应中、软岩隧道施工。2015年，悬臂掘进机被首次运用到秀岭隧道的施工中，不过因为施工段落围岩岩性变化频繁，出现了大量股状水，围岩遇水后迅速成泥，设备陷入泥浆中无法行走，首次试用失败了。

然而吴丽君没有放弃，他查阅大量相关资料，并与厂家反复研究对悬臂掘进机进行了改进，使其更适合秀岭隧道进口实际施工情况。吴丽君表示，要让悬臂掘进机在这种环境下应用并不容易，不同的环境要使用不同的设备，全部操作要有一整套的施工保障进行支持。为了实用，他还要求把支撑系统改为液压调节，以实现上下左右自由调节。

2017年，秀岭隧道进口平导重新采用悬臂掘进机工法组织施工，取得了平导单月掘进115米的良好成绩，证明了悬臂掘进机工法在软弱围岩地段相对传统钻爆法在安全、质量、进度上更有



悬臂掘进机前端图

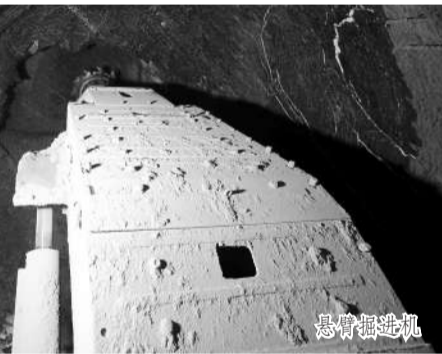
优势。通过悬臂掘进机的使用，项目施工进度比普通钻爆法增加了50%，大大降低了对围岩的搅动，有效地防止了隧道的塌方，掌子面施工也更加圆顺，避免了超挖导致脱空的质量隐患。

“以前传统开挖要6个人，除确要十几个个人，而且要在危险区作业，现在只用2个人操作机器，危险区不用有人，不使用传统的爆破法开挖，不使用火工品，消除了传统的重大安全事故隐患。”吴丽君说。

目前，这里是大理铁路全线唯一成功使用悬臂掘进机的隧道，进度保持全线领先。他们对悬臂掘进机在铁路隧道中的应用已经申报省部级科研成果，并且正在申报《铁路隧道悬臂掘进机使用标准》，为以后铁路隧道建设运用提供了完善的经验。

吴丽君介绍，通过悬臂掘进机的使用，他们的挖掘速度大大加快，预计将超过初期计划的平导施工里程8790米，最终独头掘进10公里，成为国内最长的独头掘进隧道。

大理铁路建成，将打破云南西部没有铁路的历史，将重塑历史上“南方丝绸之路”新的辉煌。从大理到瑞丽将从六七个小时的汽车车程缩短为2个多小时，从昆明到瑞丽也只需要6个小时。



悬臂掘进机

纳米纤维新材料让呼吸更美好

走进青岛院士港

通讯员 许梦婷 赵倩

编者按 创新是引领发展的第一动力。自2016年6月启动至今，青岛市李沧区科学规划建设的青岛国际院士港累计签约引进院士108名，其中外籍院士79名，占73%，院士港建设纳入《山东新旧动能转换综合试验区建设总体方案》。青岛院士港在体制机制创新上积极探索，充分利用中国籍院士、华裔外籍院士、外籍院士各自1/3的格局，促进交叉融合创新，在增强科技供给上努力作为，争取布局大科学装置，在入港院士参与甚至牵头国际大科学计划和大科学工程上实现突破。

为展示产业化成果，本报从今天起将陆续推出相关报道。



科研人员在项目实验室内做相关测试

雾霾来了，我们是该谈霾色变，还是该迎霾而上？青岛国际院士港西拉姆·拉玛克里西纳院士团队利用静电纺丝纳米纤维技术研制的产品，给出了答案。

西拉姆·拉玛克里西纳院士是英国皇家工程院外籍院士、印度国家工程院院士，现任新加坡国立大学纳米纤维和纳米技术中心主任。长期以来，西拉姆院士从事高分子复合材料、生物复合材料、静电纺丝纳米纤维的加工和表面功能化的研究，被业界称为纳米纤维静电纺丝之父。

防雾霾纱窗和口罩，就是西拉姆院士参与项目发布的成果。“静电纺丝纳米纤维材料是直径在几十至几百纳米范围内的纤维材料，防雾霾纱窗就是在普通纱窗表面覆盖一层孔隙率达80%、每平方米密布百万个微孔的纳米纤维膜，微孔孔径在100纳米至300纳米之间。考虑到制作成本和实际使用效果，该纱窗PM2.5直径小于等于2.5微米的颗粒物的过滤效率控制在95%左右，能有效阻隔雾霾和灰尘进入室内，且不影响空气正常流通，并具备杀菌、消毒和防辐射等辅助功能。”西拉姆院士参与项目产业化的实施方案——青岛聚纳达科技总经理于森博士介绍。

在聚纳达科技的展厅内，记者看到防雾霾纱窗和普通纱窗相比，外观差别并不大；防雾霾纱窗外表面呈浅灰色，稍显发亮、发白；用手一摸，明显感觉防雾霾纱窗更加结实、柔滑，而且“眼”很小。工作人员在现场为记者进行了性能演示，将一瓶水倒在

纱窗上，几分钟后，没有一滴水渗透，整个纱网透气不透水。

于森介绍，从过滤粉尘效果来说，静电纺丝纳米纤维材料可以对PM0.3（直径小于或等于0.3微米的固体颗粒或液滴）达到最高99%以上的过滤效果，并做到传统过滤一半以下的压降。就口罩来说，压降降低，阻力就会降低，透气效果好，人呼吸的顺畅性就会提高；拿工业领域的滤筒来说，阻力越大，风机就要越有劲，这样就越耗能，而压降和阻力降低，就更节能，使用纳米纤维材料可以节能三分之一。

“西拉姆院士拥有本项目核心技术‘纳米纤维静电纺丝’之父的美誉，代表国际最高水平。本项目中的泰山学者龙云泽教授为静电纺丝技术国内知名专家，可以代表国内的先进水平，项目在产业化方面的技术水平达到国际先进、国内第一。”于森说。

据介绍，项目产品的市场化采取三步走方式，以快进市场快见效为目的。第一阶段为民用纳米纤维产品，主要产品有防雾霾纱窗、防雾霾病毒口罩、高效新风滤芯和高效空调滤芯等；第二阶段产品为工业用纳米纤维产品，主要有特种滤纸、分子筛材料和净化材料等；第三阶段为医用产品，主要有特种防护服、尾环境隔离膜和医用敷料等。规划的三期产品市场门槛由低到高，技术含量不断提升，以期不断实现可持续的产品和市场发展。

科技汇

生态酿酒 取传统之艺 融现代之技

本报记者 盛利

在生态酿酒产研院2018年项目立项评审会上，舍得酒业多个科研方向得到专家一致同意，推荐项目立项，其“生态酿酒”也获得专家一致好评。那么，什么是生态酿酒技术呢？日前，科技日报记者对专家进行了采访。

四川舍得酒业酒体专家陈柏蓉表示，生态酿酒是指保护与建设适宜酿酒微生物生长、繁殖的生态环境，以安全、优质、高产、低耗为目标，最终实现资源的最大利用和循环使用。

从上世纪80年代，四川舍得在国内率先提出了生态酿酒理念，并建设行业首座生态酿酒工业园；到去年在四川遂宁成立中国生态酿酒产业技术研究院，目前“生态酿酒”已被写入国家标准，成为白酒行业术语。

舍得酒业质量控制中心总监何超说，生态酿酒在水、曲、粮、窖、艺、藏等传统酿酒环节，利用现代科技“精益求精、优中选优”，“具体到企业，包括打造自动化生产线、立体仓库、水处理中心、酒体研发中心，改善酿酒微生态环境，全方位提升产品品质。”

他说，在水方面，企业酿酒所用水源于流经射洪境内的涪江，为提高取水质量，企业设计独创的三级取水系统，包括自然砂石过滤、人工物理过滤、膜过滤等，不仅有效去除了水中的有害成分，保留水中生物活性成分，还可利用物理能量将天然的水改变为小分子团活性水。

白酒的酿造过程是有机质的自然发酵过程和酿酒有益微生物的自然生长过程，作为发酵催化剂，曲药在酿酒生产中发挥着重要作用，曲药的质量也直接影响到酒的质量。何超说，目前企业在制曲生产中已实现了工业化、自动化改造，包括使用气压制曲碎料系统、动力系统与国内先进的机械制曲设备配套，彻底淘汰了强体力劳动的人工踩曲，“从原辅料的处理到曲坯成型实现了全线的自动化、封闭式，这就需要一系列科学参数控制，使曲药生产配料更精确、拌料更均匀；曲块压制中受力更均匀、平衡，曲块松紧度一致，曲坯成型规范、统一。”

粮食是酒的根本，粮食品质也意味着酒的质量。陈柏蓉介绍说，企业采用先进的粮食低温贮存系统“10万吨金属粮仓”，其经自动除尘、除杂、控温、除湿，能够将粮食恒定在低温状态，避免原料自热，发生物理、化学变化消耗营养物质，同时避免在粮食贮存中使用除虫剂引起二次污染，从而确保了原料的品质和纯度。“在我看来，用现代科技‘读懂’传统技艺，这就是酿酒领域的‘智慧’传承。”何超说。

情报所

智能型微电网让海岛水电无忧

近日，我国首个交直流混合智能型微电网在江苏省连云港车牛山岛通过验收，驻岛边防派出所所长孙权说，这个交直流智能微电网，解决了过去新能源供电时有时无、看天吃饭的大问题。

目前，我国面积在500平方米以上的岛屿有6536座，其中有人居住的有400多座，持续稳定的电力供应一直是个难题。过去主要依靠柴油发电，对补给依赖大；近年风电、光伏等新能源供电逐步推广，但供电不稳定。车牛山岛微电网配备了国内首个交直流混合、三端口变频器，使岛上各个电源点和用电设备之间互联互通，实现了岛上50千瓦风机、30千瓦光伏、100千瓦柴油以及450千瓦储能的综合利用。而且通过低压直流网络的布置，新能源损耗降低5%以上。2017年12月投入试运行以来，共发电5.76万千瓦时，净化淡水61吨，供电供水实现自给自足，改变了海岛靠补给船定期运送柴油发电的历史。该项目的成功运行对全国所有“高海拔无”（高海拔、海岛、边防、无人区）地区的持续可靠用电具有重要意义。

（记者张晖）

中企首获美国OTC创新技术奖

近日在美国海洋科技大会(OTC)上，洛阳威尔若普(TCK.W)检测技术有限公司的“钢丝绳在线实时自动检测系统”获创新技术奖。这是中国企业首次获得这一奖项。

OTC的颁奖理由是“TCK.W钢丝绳在线自动检测系统将彻底改变人为定期视觉检测的方式，通过在钢丝绳运行过程中连续不间断地检测，将钢丝绳安全监控级别提升至最高状态”。

钢丝绳的常规检测方法主要依靠人工手持锤、游标卡尺测量绳径等。洛阳威尔若普自主研发的“弱磁检测技术”能做到在线无损检测，有效弥补人工检测的不足，实时检测出钢丝绳的运行状态，大幅提升劳动效率，为有效预防断绳等恶性事故的发生提供保障。

（记者刘莉）

接触网检修“航母”服务最北高铁

记者近日从中国铁路哈尔滨局集团有限公司获悉，国内首创由中国企业自主研发具有自主知识产权的首列JJC型接触网检修作业车，在中国最北哈齐高铁投入使用，开启了高寒高铁接触网集中检修作业新模式。该列检修车全长约220米，由2节牵引车和10节车厢组成，集牵引、作业、指挥、办公、宿营、后勤于一体，是目前中国铁路装备最先进、科技含量最高的接触网检修作业车。其检修作业平台面积扩大200倍，检修作业效率提高近10倍，被称为接触网检修“航母”。

该接触网检修“航母”顶部作业平台面积近400平方米，是一个宛如巨型“跑道”的超大移动平台，能容纳近百人同时检修作业，与以往传统车梯作业相比，检修作业平台面积扩大200倍，比检修作业车扩大45倍，一次起停车可对175米长的接触网进行集中检修，检修作业效率提高近10倍。

（记者李丽云）

（本版图片除标注外来源于网络）

扫一扫
欢迎关注
核心技术
微信公众号

