



视觉中国供图

下雨导致公路两侧软岩稳定性差,滑坡频发

主动吸水设计守住公路“安全线”

◎本报记者 俞慧友

在我国南方地区,如湖南、广西、广东等地,分布有大量软岩地质体,这让交通基础设施建设中产生大量软岩边坡,这类边坡被雨水反复入渗侵蚀,极易形成渐进式失稳。不仅易导致交通中断,甚至会造成严重的山体滑坡等灾害,大幅增加了公路建设和养护成本,是公路建设与运营中难以攻克的难题。”2月1日,长沙理工大学,公路养护技术国家工程实验室内,该校岩土工程学科带头人付宏渊教授,向科技日报记者讲述了公路的“难言之隐”。

付宏渊团队“死磕”这一“难言之隐”长达10年之久。十年间,团队承担了“炭质泥岩路堤湿化变形机理及控制研究”“复杂环境中炭质泥岩—土

分层填筑路堤强度劣化机理及控制研究”“温湿交互作用下粉砂质泥岩边坡损伤演化及灾变机理研究”等多个国家自然科学基金科研项目。

日前,作为项目负责人,他还正带领团队攻关国家自然科学基金重点项目“湿—热—力耦合作用下泥岩人工边坡灾变机理、评价方法与防控措施研究”。“千里之堤,溃于蚁穴。只有彻底解决软岩边坡在降雨入渗下的失稳问题,才能切实保障道路交通安全。”

据悉,在南方地区软岩边坡失稳灾变机理及防控技术上,团队的研究在理论和成果应用上都有了重要突破。该技术为我国多个重点工程项目实现了提高坡面绿化率、边坡稳定性与工程经济性的目标。截至目前,研究成果先后在我国6省区、12条高速公路建设中推广应用,产生直接经济效益近2亿元,减少削坡占地1524亩。

经济效益近2亿元

该技术为我国多个重点工程项目实现了提高坡面绿化率、边坡稳定性与工程经济性的目标。截至目前,研究成果先后在我国6省区、12条高速公路建设中推广应用,产生直接经济效益近2亿元,减少削坡占地1524亩。

岩石。另一张图中的边坡,则绿得“发光”。“用我们的技术,等这段高速公路建成后,不仅不用担心边坡表层反复滑塌,还能解决复绿难的问题。到时候你们看到的,就是稳固又能达100%绿化的‘新’边坡。”付宏渊很自信地讲述了这项“可攻可守”的技术。

据了解,该技术集合了新型结构防护、表层防护及疏排水技术于一体。在结构防护上设计了新型植生、抗冲刷多孔隙纤维混凝土砌块,及稻

秸秆加筋水泥土空心砌块。

在边坡表层防水上,研究团队则发明了超疏水材料,喷涂在边坡表面,可有效防止雨水渗入,同时在材料外层喷射厚层植生土,实现对边坡的有效复绿。

“这项技术的应用,使路段边坡绿化率提高了32%,表土冲蚀量降低了66%,工程平均造价降低了15%。经济又环保。”常祁高速公路负责人冯宇点赞。

解决“肠梗阻”

整体成果成软岩边坡失稳的克星

排水管之于边坡,犹如肠道系统之于人体。一旦不顺畅,会导致坡内积水水压增大,同时软岩在水长期浸泡下强度会大幅降低,最终严重影响边坡稳定性。

“大量工程应用发现,传统排水管存在一些比较明显的缺陷。”曾铃说。比如,传统排水管开孔率较小,天然排水能力不足;排水管四周开孔,导致从排水管顶部进入的水,通过排水管下部的开孔形成二次入渗;排水管通常采用整体设计,发生淤堵就无法更换,导致无法正常排水……这些缺陷对软岩边坡而言,更致命。“软岩崩解后所产生的碎屑,极易让排水管更加堵塞。”

针对这个问题,团队提出了一种新型排水管设计思路,促使坡内水分“自主”流出。不过,经反复测试及现场应用后,这种设计依然不能满足软岩边坡排水的“胃口”。

是否可以设计一种主动吸水的模式来排水?曾铃又提出了一个新思路。在查阅大量文献资料后,他们选择出了一种吸水纤维和吸水树脂,对边坡排水管二次改进。最终,一款能主动

吸水、可更换式排水管诞生了。“排水管利用吸湿—放湿性纤维层,吸收管体周边较大范围岩土体中的水,再利用毛细原理及蒸发作用将管内水体排出。”

2019年4月,以业内权威专家、长安大学教授王秉纲为组长的专家团队,对“降雨入渗边坡失稳灾变机理及控制技术”的多项成果开展了评价。专家组一致认为成果总体达国际先进水平,社会、经济和环境效益显著,推广应用前景广阔。目前,成果已在湖南省益娄高速公路进行粉砂质泥岩边坡治理,累计应用路段5.7公里。相对原支护方案,造价降低20%,节约1200余万元。广佛肇高速公路采用该技术的边坡,过去数年,都稳稳接住了数次大级别暴雨考验。

成果应用还在继续。“我们的技术还将在湖南龙琅高速,以及广西、广东等省份多条在建高速公路中应用。研究成果有望推广到南方地区即将实施的近2万公里高速公路建设中。当然,它也适用‘一带一路’沿线气候相似的国家 and 地区,应用前景十分广阔。”付宏渊说。

成果播报

运12F时间域飞机试飞结束 累计飞行超100小时

科技日报讯(记者矫阳)2月6日,运12F时间域飞机在吉林松原机场完成时间域航空电磁测量系统功能试飞,航空物探能力得到全面验证。这标志着国家重点研发计划“固定翼时间域航空电磁测量技术系统研制”取得重大成果,有力推动了我国航空地球物理探测事业的发展。

在时间域航空电磁测量系统功能试飞中,运12F时间域飞机共试飞30余小时,国内首套大深度固定翼航空电磁测量系统功能与性能得到充分验证。运12F时间域飞机试飞过程中,相继完成线圈状态调整、失速速度和失速特性、单发爬升性能、操稳特性检查、吊舱空中收放和时间域航空电磁测量系统功能试飞等科目。由航空工业哈飞、航空工业哈飞通用和中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所组成的试飞团队历经100余天紧张工作,克服低温和疫情等不利因素影响,累计试飞50余架次近110小时,圆满完成全部试飞科目。

据悉,运12F时间域飞机是科技部立项的国家重点研发计划“深地资源开采”的组成部分,是“固定翼时间域航空电磁测量技术系统研制”项目中的四大核心课题之一。运12F时间域飞机以运12F第001架机为载体,针对高效、高精度的航空地球物理探测要求,进行了敷设发射线圈、加装时间域任务设备等整机大规模改装工作。运12F时间域飞机全构型包括5匝线圈,用于电磁脉冲发射,具备航程大、飞行速度快、发射效率高等优势,是国内最先进的固定翼飞机。



运12F时间域飞机

受访单位供图

出生时即可预判发育潜力 基因芯片精准筛选肉牛良种

◎新华社记者 郑昕 李一博

年关将近,在陕西杨凌农业高新技术产业示范区郊外的西北农林科技大学畜牧教学试验基地,留守值班人员李建奇走过一间间牛栏,把青贮饲料拨进槽里。这时,一只只健壮的黄牛纷纷探出头来,伏下身子享用美餐。

“最近正是黄牛换毛的时节,也是摄取营养的关键时期,别看它们一天吃得多,但贴膘慢。”李建奇说,值守人员在春节期间不仅要保证牛的安全,还得实时监测健康状况并加以记录。

他告诉记者,目前在基地里生活的400多头黄牛,并不是一般意义上的肉牛,而是经过基因选型的秦川牛肉用新品系种公牛、基础母牛以及良种犊牛。它们身上既沾着地气,也带着高科技,凝聚着国家肉牛改良中心长期以来的智慧结晶。

国家肉牛改良中心在2008年成立于“中国农科城”杨凌,但其相关研究最早可追溯到1956年,养牛学专家邱怀率团队在陕西省对我国黄牛的代用品种秦川牛进行调研,开创了新中国黄牛品种选育改良的先河。

受制于我国肉牛科研起步较晚,起点较低等因素,中国黄牛肉用选育和改良水平长期落后于欧美和日本,肉牛良种率低、出栏率少等问题长期得不到解决。同时,我国黄牛遗传改良长期依赖国外种牛或冻精,造成了品种混杂、受制于人的局面。

本土黄牛保种事关产业安全。围绕秦川牛选育改良目标,国家肉牛改良中心将传统育种手段与现代生物技术相结合,于2005年启动的肉牛重要经济性状功能基因组学研究在近期取得了突破性成果。科研人员首次解析出了中国黄牛的遗传多样性和起源进化,并研发出首个中国黄牛高密度SNPs芯片,打破了国际基因芯片在该领域的垄断。

国家肉牛改良中心主任曾林森表示,芯片的问世提升了中国黄牛肉用选育工作的效率及精准性,突破了国内肉牛良种以往选种难、速度慢和育种周期长、成效差等技术难题。

西北农林科技大学动物科技学院副教授王洪宝告诉记者,过去选育种主要依靠的是皮尺、测丈等工具,根据牛的体貌、牙口状况并结合经验来判断其是否属于良种,而验证过程,则要等到这头牛长大后繁育了下一代才能看到结果。

“现在利用高密度芯片进行基因分型,我们能够在牛出生时就对其未来的生长发育潜力和种用价值进行科学预判,把选种认定的时间从原来的3至5年缩短到3个月内。”他说。

同时,通过将基因型选择和表型选择结合起来,以秦川牛为代表中国黄牛的选育也可以提升将近一倍,有利于解决国内肉牛生长速度慢、养殖效益低等问题。

在科研人员共同努力下,中国黄牛选育改良和新品种培育工作的短板正得到改善,牵住了肉牛改良科技的“牛鼻子”,将有助于中国黄牛打一场翻身仗。”曾林森说,国家肉牛改良中心将继续发扬“九牛爬坡、个个出力”的合作精神,争取在肉牛选种和育种领域早日实现独立、自主、可控,在牛年、在未来培育出更多更好的中国牛。

十年攻关

应对边坡失稳问题中的“战斗机”

边坡失稳是公路建设领域重大灾害之一。据不完全统计,近10年,我国因泥岩边坡引发的滑坡事件达数万起。“十二五”期间,我国在南方泥岩类地质灾害治理上的投入高达175亿元,占南方地质灾害防治总投入的78%。“十三五”期间,仅广东省就发生各类公路地质灾害5000余处,造成经济损失超80亿元,威胁总人口近30万人。

“这其中80%以上的工程灾害,与降雨造成的边坡失稳有关。”团队成员、长沙理工大学副教授曾铃说。

软岩边坡失稳,又算得上边坡失稳中的“战斗机”,尤为难以“搞定”。曾铃给出了简单解释。

理论上,首先,雨水在软岩边坡内部的流动规律尚不明确。其次,现有岩体遇水后的强度变化理论,遇到软岩也犹如一拳打在棉花上。“包括现下较为常用的边坡稳定性分析方法,对软岩边坡也不适用。”曾铃说。

一项发明

让边坡防护“可守可攻”

在工程应用研究上,团队不断进行应用创新。其中让记者颇为感兴趣的,是一项边坡综合生态防治结构和防治方法的发明专利。

“这是我们正在做的一个示范工程。”付宏渊指着一组对比图说。

同样显得无力的,还有常规的边坡防护方法。

“我们在广西一些高速公路调研时发现,部分通过表面喷浆防护的软岩边坡,经降雨反复入渗冲刷后,会出现板底掏空(边坡表面被水泥密封,但水泥层内部岩石却已随水崩解流走,形成了表面水泥板下的空洞)现象。部分采用框架防护的边坡也发生了变形。遇到滑坡严重路段,只能通过大幅放缓边坡,增加占地面积的方法来防护。”付宏渊说。

尽管这一难题很棘手,但付宏渊团队还是取得了重要的理论突破。他介绍,团队已揭示了雨水在软岩边坡内部入渗、聚集及排出的全过程演化规律,提出了软岩抗剪强度参数取值新方法,为提出考虑软岩强度劣化和暂态水压力的边坡稳定性分析方法奠定了基础。“这对实际应用中防护体系的设计,有很好的参考价值。”

图片上是国家交通运输部科技示范路——常祁高速公路的一个示范工程段。路段应用了团队提出的软岩边坡综合生态防治结构进行边坡防护。

记者看到一张图上的边坡,大部分是裸露的

“万里黄河第一隧”全线贯通,成功穿越地上悬河

◎本报记者 矫阳

2月9日,山东省济南市济泺路穿黄隧道路面工程正在推进。不久前,随着济南黄河隧道工程西线隧道贯通,加上已经贯通的东线,至此,这条“万里黄河第一隧”全线贯通。据介绍,这条隧道计划2021年10月份建成通车,届时,开车最快4分钟,乘坐地铁2.5分钟可穿越黄河,比绕道济南黄河大桥节约近一小时车程。

双管双层设计充分利用空间

济南黄河隧道工程位于济南城市中轴线上,南接主城区济泺路,北连新旧动能转换先行区。工程线路全长4760米,隧道长3890米,其中盾构段长2519米,设计为双管双层,市政道路与轨道交通合建,上层为双向六车道公路,下层为轨道交通。隧道管片外径15.2米,是目前黄河流域最大直径的隧道,也是目前国内在建最大直径的公轨合建盾构隧道。

万里黄河自流入河南开始形成地上悬河。到达济南东岳口,河床高出南岸城区地面5米,最大洪水位高出河床11.62米,是一条罕见的、水量巨大的地上悬河。

穿越地上悬河,防水是关键。以全国勘察设计师、中国铁建首席专家、铁四院副总工程师肖明清为核心的铁四院设计团队,提出了双道防淹门解决方案,并将隧道设计为双管双层公轨合建盾构隧道,上层为公路双向6车道,下层为轨道交通以及排烟通道、管廊和逃生通道,实现一次穿越黄河的利用率最大化,最大限度利用了空间,节约使用土地资源。

“济南黄河隧道工程内设置了消火栓、水喷雾、灭火器、广播、紧急电话、视频监控、设备监控等完备的防灾救援设施,通过中央计算机形成有机系统,如遇突发状况,可实现上层道路6分钟完成疏散,下层地铁区间30分钟完成疏散。”中国铁建铁四院隧道专业高级工程师何应道说。

连克复合地层多重“夹击”

2019年9月开始,由济南城市建设集团和中铁十四局集团联合打造的“黄河号”和“泰山号”两台超大直径泥水平衡盾构机先后始发掘进。

每一台盾构机长166米,总重4000吨,装机总功率8688千瓦,最大推力199504千牛。刀盘开挖直径15.76米,相当于5层楼高,刀盘主驱动的核心有14个变频电机,总功率4900千瓦。最智

道最低点位于河床下54米,最大水土压力6.5巴(相当于一个手掌大小的面积上承受两个成年男子的重量)。

掘进中,中铁十四局大盾构建设者连续攻克了大断面、长距离、浅覆土、深基坑、高水压等五项技术难题。

“最大的难题是钙质结核和粉质黏土不规则分布,甚至是交叉出现,造成了盾构机在掘进中刀齿崩断、卡泵、滞排、废浆量大等。”中铁十四局项目总工程师杜昌言说。

掘进中遇到的岩石强度普遍达到45兆帕,最大为90兆帕,相当于高铁桥墩钢筋混凝土强度的两倍还多。最困难的一次26个小时只掘进了2米,取出58块坚硬的岩石。

大块钙质结核堵塞格栅,造成了泥水循环系统排浆困难,严重时可导致停机、管道被磨穿等问题。项目技术团队采取在盾构机上设计加装采石箱,改用新型成型管道等方法,将进、出浆管道倒换使用,提前在易磨管道位置焊接钢板加厚“补丁”,解决了钙质结核给掘进带来的难题。

智能新手段支撑穿“黄”

在济南黄河隧道工程施工现场,除了最智

能最先进的盾构机,还处处可以感受到大数据、BIM、物联网技术、信息技术等对这一超级工程的强大支撑。

“项目已形成科研成果18项,中文核心期刊发表论文7篇,申请专利35项,其中实用专利16项,进一步提升了我国超大盾构的建造能力和技术水平。”项目负责人历朋林说,研发成果包括超大直径泥水盾构废弃泥浆环保处理及资源化关键技术、高粘粒地层超大直径泥水盾构防堵饼技术、针对黄河隧道地层特点制定刀盘结饼判断及位置检测方法等等。

项目团队建设了国内第一条15米以上管片智能化自动化生产线,所有管片和箱涵实现了预制生产全过程监控、二维码“身份”信息验证、质量终身可追溯,保证了产品质量;研发了管片抹面机器人、管片3D智能检测系统,通过设备维保“领值系统”加强盾构机定期维护保养,设备优良率保持在96%以上,确保了施工安全。

团队还在国内首次采用超大π型箱涵同步安装工艺,研制了新型模板台车,液压收模、电动行走,集预制、吊装、运输、安装等为一体,操作方便,节省人工,提高功效,降低了对盾构施工运输的干扰和影响。