

数字“潜龙”护航珠三角水利工程建设

◎本报记者 何 亮

近日,由国务院部署的国家172项水供水重大水利工程之一、粤港澳大湾区重大水利基础设施——珠江三角洲水资源配置工程(以下简称珠三角工程)全面通水。在这条跨越113.2公里的输水工程背后,还有一条数字输水工程随之运行。它就是珠三角工程全生命周期BIM+GIS系统平台项目建设的地下数字“潜龙”。

2019年,当珠三角工程正式开工之际,由水利部水利水电规划设计总院与三峡集团所属的上海勘测设计研究院有限公司(以下简称三峡上海院)联合承担的建设期智慧工程项目——BIM+GIS系统平台(一期)项目同步启动建设。3年后,珠三角工程全线48条盾构隧洞顺利贯通,运营期智慧工程项目——BIM+GIS系统平台(二期)项目随之开始搭建。历时5年多,一个覆盖工程全生命周期的数字水利工程逐步显现。数字技术为工程建设与运维插上了智慧的翅膀。

为工程建设配置一台“CT机”

“全生命周期BIM+GIS系统平台重在为工程建设提供辅助决策。”三峡上海院智慧工程研究院副院长邓鹏告诉记者,该平台整合了“人、机、料、法、环”全要素监测体系,可与工程建设过程中的安全、质量、进度、投资等核心管理数据进行融合,全态势感知工程建设过程。

珠三角地区河网密布、路网交错、建筑密集。绵延百余公里且穿越珠三角核心城市群的珠三角工程,穿越高铁4处、地铁8处、高速公路12处、江河湖海16处。为了保护生态,减少土地占用,给湾区未来发展预留地表与浅层地下空间资源,珠三角工程创新性地选择了“沿着地下走”的生态调水方案,即深埋式隧洞输水方式。然而在地下40至60米处以深埋盾构的方式进行输水管道建设,给工程建设、运营带来诸多难题。

“珠三角地区地质条件非常复杂,号称‘地质博物馆’,进行长距离的盾构施工风险很大,周边环境非常敏感,地下水等轻微变化都可能引起周边建筑物的变形。”邓鹏告诉记者,为了让工程建设者对地下作业了如指掌,全生命周期BIM+GIS系统平台提



珠江三角洲水资源配置工程中的高新沙泵站调压塔。受访者供图

供了解决方案。

在全生命周期BIM+GIS系统平台,工程师打开带有地理信息数据的盾构专题场景,即可直观地看到盾构机在地下掘进的进程。“盾构机走到哪里,它的上部结构、地表样貌变化都能在系统平台上实时显示。”邓鹏表示,这相当于为施工建设配置了一台“CT机”,让地面之下的变化一览无余,建设者能直观了解地下的施工进度和工程周边异常变化。

“平台通过三维形式实时反映工程施工进度、形象面貌和现场安全监测成果。相较于传统方式的纸质记录和图表记录分析,该平台效率更高、更及时,实现了工程建设过程的实时状态映射和未来风险预测。”邓鹏告诉记者,这是全生命周期BIM+GIS系统平台在大型水利工程建设过程中的第一次全方位使用。它并没有完全替代原有的管理手段,但对提升工程建设管理的效率发挥了较大作用。

探索水利工程数据管理新模式

智慧水利建设是推动新阶段水利高质量发展的路径之一,通过数字技术赋能水利工程被寄予厚望。

“从工程实践而言,全生命周期BIM+GIS系统平台的建设和应用为智慧水利建设探索了全新建设模式。”邓鹏告诉记者,“智慧水利工程建设中,数据真实、规范尤为可贵。此前,数字技术虽然在一些水利工程上已有所应用,但多是参建单位各自为政,应用系统分散,数据烟囱林立,实际应用效果非常有限。”

在珠三角工程中,数字技术应用探索别具一格。“我们在数据治理方面实现了数据规范化创建、集成、治理和服务,通过建设制度和标准,规范了工程参建各方在工程建设数据管理过程中的职责。”邓鹏表示,在工程的数据平台中,施工单位负责创建数据,工程监理会对数据的准确性进行审核,数字工程咨询单位对数据规范性进行复核,以此保障汇入数据的有效、可用。这恰恰是此前同类水利工程建设缺失的一环。

“随着社会经济的发展,水利工程建设规模越来越大,工程投资、建设周期和参建单位数量均频频打破历史纪录。这些大型水利工程建设过程中,大量庞杂的建设数据如何规范化治理和利用?制度标准尤为重要。”邓鹏建议,将珠三角工程探索出的数据管理模式积极推广,为其他国家重大水利工程建设提供宝贵经验。

长度超过12000米,通过35兆帕内压下疲劳测试 国产钛合金油管助力深层油气钻采

◎本报记者 华 凌

醒目的“万米钛合金连续油管”标识旁,一批接一批观众围着3米多高的管盘,触摸、敲击缠绕其上的钛合金管道,并向展位工作人员咨询工艺技术及应用场景。这是近日记者在北京顺义举行的第二十四届中国国际石油石化技术装备展览会上看到的一幕。

“这卷钛合金管由公司联合国内多家科研院所和企业研制。研发团队搭建了钛合金连续油管的制造加工平台,自主研发了智能化全自动自适应板卷管精密成型、超长时高效深熔稳定焊接等核心工艺装备,制造全过程采用计算机精确控制,解决了钛合金超长焊缝稳定成型难题。”广东福维德焊接股份有限公司总经理叶雄越在接受科技日报记者采访时表示。

随着中浅层油气勘探开发程度不断提高,油气发现难度日益加大,深层油气、苛刻能源井勘探开发越来越被关注。凭借自重轻、高耐蚀、高疲劳寿命等优点,钛合金连续油管可作为钢制连续油管的替代品,在深层、深海及其他苛刻环境中作业。然而,其相关材料和制备工艺长期受到国外厂商的制约。

2022年,广东福维德焊接股份有限公司联合中国石油集团工程材料研究院、中国有研科技集团有限公司、宝鸡钛业股份有限公司、新疆湘润新材料科技有限公司等单位申报的“超长钛合金连续油管开发及产业化研制”项目获得国家专项支持。

“研发团队优选材料,攻克了一系列技术难题,形成了钛合金连续油管制备成套工艺技术。这项技术使焊接过程中超长焊缝稳定成型,不用

开坡口,不需要填焊丝,即能实现单面焊接双面成形,焊接效率大大提高。”中国有研科技集团有限公司钛合金专家惠松骁介绍。

“连续油管下深极限受油管重量和加工作业车的功率等因素影响。”惠松骁介绍,钢制连续管下深到7000米后,由于管重原因,作业车的功率将不能满足油管的作业能力。如果再长,钢管的自重可能会将管拉断。钛合金的密度仅为钢的60%,理论上能将连续油管下深极限从7000米延伸至超过12000米。

惠松骁补充说,钢制连续油管的下深极限也能继续延长,但对钢材材料的强度要求比较高。相应地,钢带生产和连续管成形的技术难度也随之提高。过高的强度又会导致钢制管材的塑性和韧性明显下降,严重影响连续油管的疲劳寿命。而轻质的钛合金材

成果播报

4J42K镍基精密合金带钢 实现批量生产

科技日报讯(记者赵向南)4月7日,记者从中国宝武太钢集团获悉,该集团技术人员创新4J42K镍基精密合金带钢(以下简称精带钢)生产工艺,使精带钢实现批量生产,产品接近进口同类产品水平。这意味着中国宝武太钢集团具备了向龙头企业批量供应精带钢能力。

据了解,0.1—0.4毫米的精带钢因具有良好磁、电、加工及焊接性能,是引线框架的优良材料。然而,目前进口材料存在供应不足、供货周期长、价格高等问题。国产材料在性能稳定性、表面质量及供货能力等方面难以满足用户需求,制约了我国相关产业的发展。

获悉市场需求后,中国宝武太钢集

团技术中心迅速成立研究团队,从合金纯净度、热膨胀系数、表面质量控制等方面开展联合攻关。技术中心科研人员经过多轮次全流程试制、精细生产组织,按客户技术参数要求改进工艺,开发出依托不锈钢产线生产精带钢的先进工艺,成功批量生产出精带钢。该技术中心负责人表示,新的生产工艺克服了国内同类产品装炉量小、产品质量稳定性差等问题,具备了高质量大规模生产能力。

中国宝武太钢集团负责人表示,未来,太钢将瞄准镍基精密合金带钢国内市场占有率第一的目标,持续提高产品质量,发力高端应用领域,打造新的拳头产品,为“中国智造”贡献太钢力量。

新型镁锂合金 重量更轻、防腐能力更强

科技日报讯(记者李丽云 朱虹 实习生何雨竹)记者4月3日获悉,受荷叶“超疏水表面”启发,哈尔滨工程大学材料科学与化学工程学院镁翎科技学生团队研究成果实现了镁锂合金在极端恶劣环境长时间服役。目前,已有4家企业与该团队签署了共计1120万元的零件预订订单。

作为世界上最轻的金属结构材料,镁锂合金是航天部件轻量化的理想材料。但镁锂合金极易腐蚀,这使其应用大幅受限。镁翎科技学生团队打造的微弧氧化超疏水镁锂合金防腐和轻量化效果明显。实验数据表明,相比于传统镁锂合金,其重量减轻40%—50%。第三方检测机构检测显示,团队制备的超疏水表面涂层与其他表面防护处理方法相比,腐蚀防护能力与现阶段最高水平基本相当。

这群年轻人一边自学专业知识,一边在师兄师姐的指导下开展实验。经过一年的不懈努力,他们先后调控了100多种成分配比,最终确定了锌、钇元素比的合适区间。团队又对比了不同固溶处理时间和温度对抗腐蚀性能的影响,最终获得了对腐蚀抑制效果最好的固溶处理参数。他们设计的合金内部双腐蚀抑制技术,让镁锂合金腐蚀电流密度综合提升了1个数量级。

如果将荷叶的“超疏水表面”原理应用于镁锂合金表面处理,进一步在合金表面改性,是否能够增强抗腐蚀性呢?方子铭将自己的设想与伙伴们付诸实践。历经一年半的时间,团队先后试验了100多种“配方”,最终实现超疏水表面与镁锂合金完美结合。

业内专家评价:“镁翎科技团队研制的镁锂合金材料,突破了镁锂合金耐腐蚀性差的难题,满足了中国镁产业升级和航空航天等领域轻量化需求。”

目前,项目团队基于微弧氧化超疏水镁锂合金相关研究发表了3篇SCI论文,申请3件国家发明专利,其中1件已获授权。未来,团队将进一步探究微弧氧化膜层的热控性能,进一步推进该成果在航空航天等领域的应用。

该团队成员由哈尔滨工程大学本科生组成。不久前,团队项目《镁翎科技——新一代超疏水轻型强韧镁锂合金领跑者》在中国国际大学生创新大赛中收获本科生创意组金奖,并作为全国十佳金奖代表上台领奖。

团队负责人方子铭介绍,他在大二时与同学组建了镁翎科技团队,开始攻关“设计开发具有工程应用价值的耐腐蚀镁锂合金防护技术”这一课

揭惠铁路榕江南河特大桥 主跨连续梁合龙

科技日报讯(记者龙跃梅 通讯员王长林 李小艳)记者4月7日获悉,由广东铁投集团所属揭惠铁路公司投资建设、中铁四局施工的揭(阳)惠(来)铁路(以下简称揭惠铁路)全线重点控制性工程榕江南河特大桥主跨连续梁近日顺利合龙。

榕江南河特大桥位于广东揭阳市普宁市南溪镇。桥梁全长1576.84米,桥面宽7.6米,是揭惠铁路全线跨越水域最长、涉水最深的桥梁,也是榕江南河上跨度最大的铁路桥梁,属于全线重点控制性工程。

主跨合龙是控制全桥受力状况和线形的重要工序,也是整个桥梁施工过程中技术难度最大、安全风险最高和质量控制最准的关键工序。

“浇筑过程中,我们准确定位梁体

顶面、底面标高和纵横向位置,并将其与理论值进行比较,找出其偏差值后对偏差进行分析研究,然后找出修正值进行纠偏,以实现梁段线形的预控,从而使连续梁顶、底面线形平顺,各部分高程误差满足设计和规范要求,实现主跨精准合龙。”施工方中铁四局相关负责人说。

揭惠铁路位于广东省揭阳市内,起自梅汕铁路揭阳站,终至汕汕铁路惠来站,新建正线全长88.66公里,设计时速160公里,是广东省“十四五”规划的一项重点工程。该铁路建成通车后,将与京九铁路、广梅汕铁路、梅汕铁路、汕汕铁路、鹰梅铁路和浦梅铁路连接,密切粤东地区与粤港澳大湾区以及东南沿海地区的联系,推动周边地区深度融合发展。



图为正在进行合龙作业的揭惠铁路榕江南河特大桥。 李小艳摄



图为就位后的歌笛桥。 袁永华摄

◎本报记者 吴纯新
通讯员 曾 斯 张传浩

近日,“出走”6个多月的武汉楚河汉街歌笛桥又回来了,重达3733吨的歌笛桥钢箱梁重新安全回归原位。这标志国内在建最长地铁环线——武汉地铁12号线关键性工程建设取得突破。此前为了配合武汉地铁12号线关

键性工程建设,歌笛桥被整体移走,待新桥墩等施工内容完成后,桥梁被重新放回原位。

歌笛桥跨越武汉中心城区的楚河及楚河汉街,属中型直腹板钢箱梁结构桥梁,桥面宽40米。

武汉地铁12号线秦园路站至公正路站区间左、右线盾构机要进行掘进,歌笛桥的原桥梁桩基位置是必经之路。

武汉地铁业主代表曾云介绍,为解决盾构掘进中最大的“拦路虎”,武汉地铁、中铁开投集团和施工单位中铁四局成立攻关小组,决定对桥梁下部结构进行改造,采用步履式同步顶推工艺移除既有桥梁上部结构,然后拔除在地铁隧道范围内的桩基,并在隧道两侧新建桩基,再将歌笛桥原钢箱梁回推。

因歌笛桥连接武汉楚汉路与沙湖大道,地处繁华中心,周边环境复杂,可供施工的场地极其有限。歌笛桥重达3733吨,相当于2500辆小轿车的重量,如何做到精准移动?

曾云说,作业人员在歌笛桥底部设立16个临时支点,每个支点均设置一台720T步履式顶推器。在顶推过程中,作业人员先通过液压器将桥梁整体抬高,再通过顶推器将桥梁整体平移。短短百米路程,歌笛桥在作业人员的控制下“走”了340多次,每次移动30厘米。

移走难,复位更难。“施工要把楚河临时阻断,一旦大雨天气增多,要确保

楚河通畅,围堰必须及时拆除。”武汉地铁公司副总经理胡凯旋介绍,春节期间正值枯水季节。为此,项目部抢在汛期前完成基础工程,拔除13根直径1.5米的旧桩,新建16根桥桩,其中最