

# 从污泥入手,让黑臭水“脱胎换骨”

■今日头条  
本报记者 王延斌 通讯员 臧德三

当泛着泡沫、恶臭扑鼻的黑臭水随着排雨管道进入柳青河之后,原本清澈见底的河水变了颜色。但金锣集团研发的4台包含核心技术的净水系统逆转了局势,让“酱油色”的黑臭水道变成了景观公园。

在5月26日中国黑臭水体源头治理经验交流会上,柳青河前后悬殊的数据凸显了科技的神奇之处:原本污染程度触目惊心的河水——化学需氧量COD高达119mg/L,氨氮27.15mg/L。在核心技术

的“过滤”下,变成了21mg/L、0.21mg/L,“酱油水”变成了“清水”,与杂用水国家标准保持一致。在国家“水十条”的达摩斯之剑下,黑臭水体难倒了一批市长,民间“让市长下河游泳”的呼声反映出百姓对解决城市黑臭水体的强烈愿望。在国内大部分黑臭水体治理技术在攻关之时,这项技术如何实现“快人一步”?

“以前这个季节,老远就能闻到柳青河西支这段有味,河面上漂着垃圾、枯秆,十分难看。”山东临沂市戴永柱家住柳青河附近,长期以来饱受黑臭柳青河的困扰,由此也形成了夏天关窗的习惯。

柳青河是临沂北城新区的一条河流,因两岸多柳而得名。不过,柳青河不清,上万人的生活污水、数百家沿河企业的生产废水常常随着排雨管

道进入该河,柳青河变成了“黑臭河”。这让当地政府非常头疼。他们试过各种法子治河。但“一池污泥”却陷住了他们治理的步子。

在黑臭水处理行业,如何处置污泥是难点所在。将河道底部的污泥脱水、提炼出来,掩埋、堆肥、焚烧是通常的做法,但“二次污染”不可避免。中国民企500强金锣集团的科研人员“反其道而行之”,别人寻思如何处理污泥,他们却琢磨着如何从源头上处置污泥。

他们认为,污水中的污泥不是泥,是微生物。于是研究出“高浓度活性污泥工艺技术”,包括3个模块——污泥过程减量、生物脱氮和化学除磷,“对症下药”放入适当的细菌吃掉这些微生物,从

而消除污泥。

这并不是柳青河污水治理唯一的亮点。在金锣黑臭水体治理远程操控监控中心,30组摄像监控系统拍摄的画面反映到巨大的屏幕上,让人一目了然。画面是实时的,与公安、环保、环卫等部门的“天网工程”互联互通、共享共用,69台设备,仅2名工作人员便可以完全掌控。

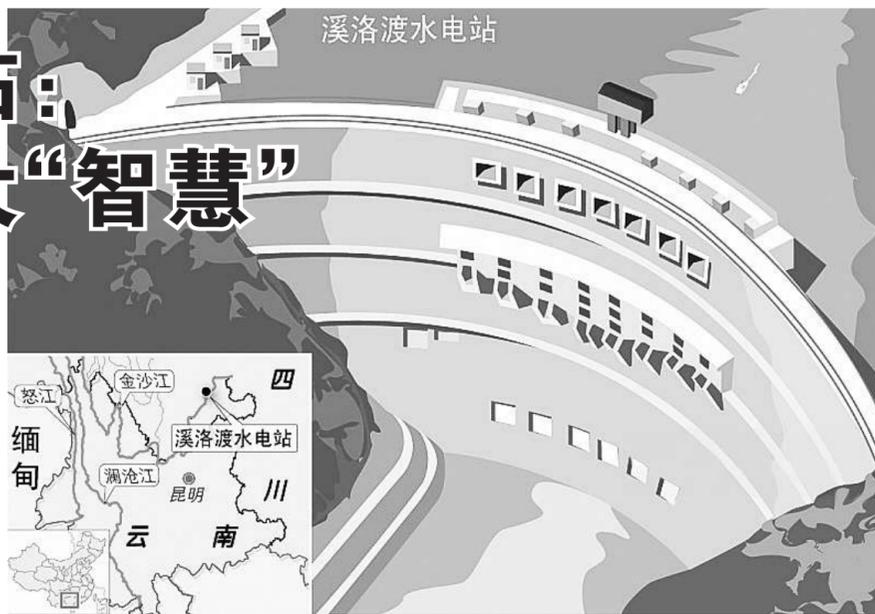
找准靶向,点穴式治理点上污染源,可日处理300吨的净水技术“疗效在外”。这两年,中东地区的沙特、阿联酋、巴林等多个国家看上了这项中国技术,数十套设备源源不断地输向海外,但“墙内开花墙外香”并不是技术发明者的本意。他们也期待着它在国内的推广。

# 溪洛渡水电站 大块头更有大“智慧”

本报记者 唐婷

在大型纪录片《厉害了,我的国》里,溪洛渡水电站作为中国水电的代表精彩亮相。镜头里,矗立在高山峡谷间的溪洛渡大坝无疑是个抢眼的“大块头”。

事实上,它不仅有大块头,更有大“智慧”。日前,在三峡工程管理研讨会上,曾主持溪洛渡水电站工程建设的华能集团副总、教授级高工樊启祥以该工程为例,向科技日报记者介绍了多种智能化技术在特高拱坝建设管理中的应用。



## 时刻了解大坝的“头疼脑热”

由三峡集团开发建设的溪洛渡水电站,最大坝高285.5米,坝顶高程610米,是世界上已建成的3座300米级特高双曲拱坝之一。

和以三峡大坝为代表的重力坝相比,拱坝特别是高拱坝的结构,受力情况极为复杂,整个施工过程中,坝体的受力状况都在不断调整。因此,拱坝也被认为是水工界最复杂的建筑物。樊启祥介绍,针对溪洛渡特高拱坝建设的难点和特点,三峡集团开展了300米级特高拱坝智能化建设关键技术的研究和应用,提出了“全面感知、真实分析、实时控制”的闭环智能控制原理。

“全面感知”即采用先进的传感与采集技术,获取大量的工程相关数据,并依靠通讯技

## 数字大坝与实体大坝共“生长”

“从溪洛渡大坝左岸A区置换块第一仓混凝土浇筑开始,包括仓面设计、混凝土生产、原材料温控、混凝土温度检测等在内的各种设计和施工数据被全部记录到DIM中。”樊启祥表示,在溪洛渡大坝施工期间,各类数据存储总量达9.4Tb(万亿字节,1Tb等于1024Gb)。如此庞大的数据库涵盖了2538仓混凝土、3496支安全监测仪器、4723支混凝土温度计及3.3万米测温光纤相关的过程信息。而这些尽在DIM的“掌控”之中。

术实时双向传输,构建大坝全景信息模型(Dam Information Model,简称DIM)。“真实分析”就是实时获取并分析建设过程中的各类信息和数据,确保工程结构安全和工作性态的可知可控。通过智能设备和软件等,可实现对目标和关键工艺过程的“实时控制”。同时开发了面向拱坝建设多专业、多参建方的智能拱坝建设与运行信息平台(Intelligent Dam Analysis Management,简称iDam),有效支撑现场生产管理。

“得益于上述智能化技术的应用,溪洛渡有了颗智慧‘大脑’,建设和管理大坝的技术人员可随时了解它的‘头疼脑热’,及时进行动态调整,让大坝一直处于健康状态。”樊启祥说。

樊启祥介绍:“DIM实现了对施工进度、施工工艺及完成情况等的跟踪和信息集成。随着施工的进展,动态地丰富和完善大坝的信息模型,让我们可以构建起可查询、可分析、可追溯的数字大坝。”凭借这些真实全面的工程数据,专家们对施工全过程可以进行精细研究,从微观上进一步保障了拱坝整体的质量和安全。透过DIM,大坝施工进度和状态可以说是一览无余。

“在DIM基础上,iDam则构建了一个参建各方信息共享、协同、交互的统一业务工作平

台,实现了模型和接口统一,现场与远程控制协同。”樊启祥表示,溪洛渡水电站iDam包含了混凝土施工、混凝土温控、安全监测、质量管理等8个专业模块,以及综合查询、联机分析、预报报警等6个管理模块,为设计与科研仿真分析、现场施工生产、项目监督管理控制等提供专业化的集成管理平台。

樊启祥还指出了iDam更深层次的优点:iDam为大坝工程项目智能化提供了先进

## 智能通水减少大坝温度裂缝

“大体积混凝土温控防裂一直是特高拱坝建设面临的世界难题。拱坝混凝土在浇筑硬化过程中产生大量的热量,由于混凝土体积较大,使得内外热胀冷缩的程度不同,容易形成温度裂缝。”樊启祥向记者介绍了特高拱坝建设中的又一个难题。

通水冷却是混凝土温控防裂的关键。传统通水冷却主要靠人工完成,耗时费力,施工效果受人因素较大。为实现通水过程的动态反馈和精细化控制,三峡集团在溪洛渡大坝智能化建设中研发应用了智能通水温度控制系统和相关设备及软件。

“通过一体化的通水流量和温度控制装置,实时采集混凝土温度数据和通水情况,对温度异常情况进行预警、报警,再通过电磁阀远程控制和调整通水的流量和温度,确保通水过程和温度应力的全程可控。”樊启祥说。

为应对气温骤降、季节变化等带来的挑战和个性化的温控需求,智能温控系统针对不同

的信息共享和协同管理工具,通过数据在项目各方之间的有效交流,确保全面感知、真实分析和实时控制的高效运转,实现了特高拱坝真实工作性态的过程仿真和预测。

“智能化建设是大型水电工程未来发展的方向。如果说溪洛渡开启了大型水电智能化的1.0时代,正在建设中的乌东德、白鹤滩水电站则更进一步向水电智能化2.0时代迈进。”樊启祥期待地说道。

区域、不同季节的浇筑仓实行不同的温度策略,设计相应的目标温度和控制参数。同时,将冬季和夏季、约束区和非约束区控温曲线预存在智能温控控制平台内。

统计数据表明,采用智能通水系统,溪洛渡大坝最高温度、降温速率控制符合率分别高达90.12%和96.12%,实现了混凝土浇筑全过程温度控制的连续、平稳和精确。该系统有效防范了拱坝混凝土温度裂缝,还节约了25%的制冷用水。

智能通水之外,实现结构安全性的动态调控是大坝智能化建设中突破的另一项关键技术。科研人员基于实时采集的施工过程数据和基础数据等,开展了施工中基础处理、横缝开合、悬臂控制等关键变形过程的精细仿真和动态调控。

“在大坝建设中,对每一个浇筑块、每一层接缝和每一次结构体系的浇筑等,我们都要做到两点,一是已完成的施工要与设计要求相吻合,二是对将要施工的部分进行预测分析和合理调整,确保安全可控。”樊启祥强调。



▲装配式桥梁墩柱“组件”  
▲“拼装”桥梁墩现场  
丁浩摄

## 第二看台

通讯员 王江 本报记者 盛利

5月27日,随着直径1.5米至2米,重达数十吨或上百吨的巨型“圆柱”“花瓶柱”陆续运抵成都市三环路羊犀立交扩能改造施工点,西南首座采用全预制拼装技术施工的装配式桥梁墩柱“组件”已全部生产完成,并即将展开“拼装”工作。何为建筑领域的全预制拼装技术?百吨的“拼装”组件如何“拼装”桥梁?日前,科技日报记者采访了该建筑产品的相关研制及生产单位。

## “积木”桥墩这样诞生

混凝土桥墩预制拼装技术在国外发展已有数十年的历史。参与本次桥墩预制施工单位中铁八局技术人员介绍说,传统桥墩需要在施工现场建设,施工流程涉及钢筋绑扎、立模、混凝土浇筑、脱模等多个环节,不仅周期较长且对交通环境、施工周期等都有影响。而全预制拼装技术的装配式桥墩,正是为了解决城市建设中现场施工安全、环保、建设速度等方面问题而诞生的。

此次用于成都三环路羊犀立交扩能改造工程的拼装式墩柱组件,高度从4.2米到13米不等,最轻的约20吨,最重的则达100吨。“它们中,有的可以直

# 像“搭积木”一样拼装桥墩

接装在墩台上作为单根桥墩使用,也有的需要两组上下拼装后作为桥墩使用。其中一种圆形截面花瓶墩的预制立柱则为国内首次尝试。”中铁八局集团总工程师、建筑工业化研发中心主任郭相武介绍说。

那么这些重达数十吨、上百吨的桥墩“积木”如何生产?中铁八局桥梁公司相关技术人员介绍,预制桥墩工艺复杂,对每一个环节技术要求较高。本次桥墩制造中,作为桥墩“骨骼”的钢筋采用专用定型胎架绑扎,绑扎完成后通过吊车运输到骨架入模台位进行合模,最后在预制台位进行立式混凝土灌注。而所有的桥墩“组件”全部采用高性能C40混凝土(自密实),待混凝土达到脱模强度后,可进行模板脱模,并立式存放养护。需要发运时,可进行翻转卧放并吊装到运输车辆上,运输到施工现场。

“施工中,我们对钢筋、预埋件、模板和混凝土质量进行严格管控,为确保墩身浇筑内外实光,公司还在反复试验中分析总结出混凝土最佳配合比和最好施工工艺。”中铁八局桥梁公司总工程师刘志明介绍说。

## 稳定连接才能“搭得好”

毕竟建设桥梁不是简单的“搭积木”,这种“拼装式”桥墩各个组件之间如何稳定连接,直接关系到建筑质量。在现场施工的中铁八局桥梁公司科技部部长王江表示,连接是全预制拼装的核心技术之一,其主要方式包括采用后张预应力筋(钢绞线、精轧螺纹钢)连接、灌浆套筒连接、灌浆金属波纹管连接等。而此次西南首座装配式桥墩则采用灌浆套筒连接。

在施工现场记者看到,直径2米的“拼装”桥墩横截面上,有32组直径32毫米、长770毫米的中空套筒,呈环状分布在桥墩截面。“拼装中,上下两组桥墩同样位置的32组中空套筒进行插入式连接。连接成功后,施工人员则在桥墩侧面的预留孔中,自下而上向中空的套筒内注入专用灌浆料,确保上下连接稳定。”王江说,此次在成都安装的桥墩按照设计建筑要求,还具备9级抗震能力。同时,用传统方式在施工现场建造同样尺寸的桥墩周期约7天左右,但用这项新型预制拼装技术施工,仅需1天就能完成一个桥墩的拼装。

## 情报所

### 新型催化剂点亮氢能储放未来

本报记者 王海滨 通讯员 沈佳

近日,中科院煤化所与国内多家科研机构合作,采用铂-碳化钌双功能催化剂实现水和甲醇的高效活化,在低温下获得了极高的产氢效率。此催化体系有望作为下一代高效储放氢新体系得到应用。

氢能是一种公认的高热值清洁能源,高位发热值是汽油发热值的3倍,也被称为“能源货币”。氢燃料电池是当前最具潜力的新一代氢能利用系统,被认为是未来汽车以及其他便携设备重要的候选动力系统。然而,氢气存储和运输技术一直没有关键的突破,这也成了氢能大规模应用的瓶颈。

中国科学院山西煤化所煤转化国家重点实验室研究员温晓东指出,从技术上来说,直接储氢是最简便的解决方案,但由于氢气易燃易爆,化学性质活泼,容易泄漏,该方法的安全性并不乐观。另外,高压加氢站建设所需的高成本以及安全隐患也限制着直接储氢燃料电池汽车的发展。

因此,将氢气以化学能的形式储存在稳定的液体燃料中,通过催化反应原位释放氢气供应燃料电池使用,被认为是一种行之有效的间接储氢途径。甲醇具有单位体积储氢量高、活化温度低、副产物少以及价廉易得等诸多优点,是理想的液体储氢平台分子。

温晓东课题组发现,金属铂与碳化钌基底之间存在着非常强的相互作用,使得铂以原子级分散在碳化钌纳米颗粒表面,构筑出高密度的原子尺度催化活性中心。单分散铂主要负责甲醇的解离过程,而碳化钌主要负责水的解离过程,重要的是这两个催化过程的反应速率相近,进而形成了高效的双功能催化体系。

这个体系使得整个催化剂在甲醇和水液相反应中表现出超高的产氢活性,在150摄氏度就能以2276 molH<sub>2</sub>/(molPt·h)的反应速率释放氢气,进一步提高温度至190摄氏度,可较传统铂基催化剂活性提升近两个数量级。同时,原子级分散的特点能最大限度地提高贵金属铂的利用率,以产氢活性估计,仅需含有6克铂的该催化剂即可使产氢速率达到1 kgH<sub>2</sub>/h,即达到基本满足商用车载燃料电池组的需求。

温晓东课题组与北京大学、中国科学院大学、大连理工大学课题组合作,针对甲醇和水液相制氢反应的特点,从实验设计出发,结合理论计算开发出新型原子级分散的铂-碳化钌双功能催化剂,实现了在低温下(150—190摄氏度)高效的产氢效率。此外,研发团队还在水煤气变换产氢过程(CO+H<sub>2</sub>O=CO<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>)中突破了低温条件下高反应转化率与高反应速率不能兼得的难题,发展出新一代催化过程。该研究成果已发表在国际著名学术期刊《自然》上,并入选2017年中国科学十大进展。

温晓东表示:“我们的研究工作为含碳资源高效清洁转化利用提供了新的方向,实现了从含碳资源到无碳能源的高效温和转化,为氢能制备、存储及安全利用提供了新的思路,有望在下一代高效储放氢新体系得到应用。”

## 科技汇

### 新技术让隧道工程“省出”5个月

日前,蒙华铁路大中山隧道提前5个月顺利贯通。这为后期施工及全线开通奠定了坚实基础,5个月是技术“省出来”的。

蒙华铁路为我国铁路又一超级工程,大中山隧道位于河南省卢氏县境内,全长14.5公里。提前5个月,并非一蹴而就,施工人员面对的是12条断层、高地温、岩爆等复杂地质条件和长大隧道施工组织协调难度大等困难。

人少了,速度却快了。技术就是进度提前的“引擎”。诸多创新之一,就是中铁上海工程局蒙华项目部按照“机械化换人、自动化减人”的要求,力推“开挖机械化、工序台车化、监控信息化、制作工厂化”施工。

施工人员在每个隧道作业面配置开挖台车、二衬台车、雾化养护台车、24米仰拱台车等“六个台车”,广泛使用湿喷机械手,引进了国内先进的三臂凿岩台车,使得隧道钻孔爆破两个作业面的作业人数由原来的36人减少到现在的6人,月均掘进由原来的150米提升到180米,创造了单座隧道单日进尺42米的纪录。据了解,项目部不仅攻克了隧道湿喷机械手等多项创新技术成果,还取得了仰拱栈桥清基装置等国家实用新型专利5项、发明专利1项。(张兴宇 芦连宝 记者滕继撰)

### 全国地铁最大跨度梁式桥合龙

全国地铁领域最大跨度梁式桥——深圳地铁6号线合署区间150米大跨度桥5月30日顺利合龙。科技日报记者在现场看到,大跨度桥位于半径550米的圆曲线及缓和曲线上,横跨公明排洪渠、松白路、振明路,周围交通流量大,施工场地宽度最小处仅有16米。

“这也是地铁领域半径最小、跨度最大、Y构张角最大、墩身和桥台受拉刚构连续梁。”负责施工的中铁北京工程局二公司党委书记薛永茂介绍,与传统连续刚构桥相比,Y构不仅造型美观,且充分利用了两侧空间,但复杂的设计、大跨度也增加了施工难度。

“比如Y构墩,按照设计分三次浇筑。但后续结构的浇筑施工对Y构拱肋根部产生附加弯矩,易造成拱肋根部开裂,好比竹竿,弯得太厉害应力太大就容易断。”薛永茂说。

中铁北京工程局深圳地铁6号线2标总工程师罗伟强介绍,为攻克大跨度线形控制、Y构部分裂缝控制及高标号混凝土施工水化热裂纹等课题,工程人员通过积极实践运用BIM技术,绘制关键技术节点的施工动画,科学精确地反映了整个施工过程。(记者陈瑜)

(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

