

## 施工结构形式复杂 钢桁梁系国内最大跨径

## 公铁两用桥打造黄河两岸新通途

◎本报记者 矫阳 王延斌 通讯员 闫娜

山东省济南市平阴县与聊城东阿县隔黄河相望。在平阴县与东阿县下游2000米处，一座钢桁梁公铁两用桥展露新姿。这座桥是在建聊泰铁路黄河公铁桥，全长3.37公里，其中跨越黄河段782.4米。

“聊泰铁路黄河公铁桥是国内最大跨径钢桁梁公铁两用桥，也是目前黄河上施工结构形式最复杂的公铁桥之一。”中铁一局聊泰铁路黄河公铁桥项目经理王骁勇说。

近日，聊泰铁路黄河公铁桥工程收尾工作正在紧张进行中。

## 在“千层蛋糕”里捅“马蜂窝”

聊泰铁路黄河公铁桥设计复杂。整个桥体由钢桁梁、现浇连续梁、先简支后连续小箱梁组合而成，分上下两层桥面。上层为公路桥面，宽24米，下层为铁路桥面，宽11.4米，是目前黄河上施工结构形式最复杂的公铁两用桥之一。

据设计人员介绍，聊泰铁路黄河公铁桥设计有多项创新。钢桁梁采用斜桁架设计，增强了主梁的横向刚度，以满足列车行驶条件；采用带内力安装腹杆的方式，可大幅减小主桁支点处弦杆弯矩，降低支点处弦杆应力水平；主桁架顶拱度设置采用正弦曲线拟合法，相比传统抛物线拟合法可有效降低安装内力，减小施工难度。为尽力减少桥梁自身用钢量，设计还采用栓焊结合施工方式，增加了钢梁的稳定性。最终，全桥设计用钢量为1.4万吨。

东阿县与平阴县，地面标高高于黄河。为满足后期通航要求及连接既有105国道，钢桁梁桥设计呈缓缓的“人”字形坡度。

聊泰黄河公铁桥桥梁施工所在管段，岩溶发育十分活跃。地质勘探报告显示，施工区域河床土质层种类繁多，有粉砂层、粉质黏土层、黏土层以及岩石层等。“这样的地层犹如千层蛋糕，而桩基施工区域内的溶腔分布，更似镶嵌在千层蛋糕中的马蜂窝。”中铁一局聊泰黄河公铁桥项目总工程师刘军说。

在这样的地质条件下进行桩基施工，如同在千层蛋糕里捅马蜂窝，还要保证千层蛋糕不变形。施工难度再大，也要保证施工质量和黄河河床安全。2号墩位正处在一个高11米，分布范围达300多平方米的溶腔上部。若施工过程中处理不慎，将导致大的透水事故，引起黄河河床塌陷、栈桥平台垮塌等安全事故。

“对此，我们制定了特殊工艺流程，先注浆后钻孔，保证岩溶中的桩基安全施工。”刘军说。

同时，项目技术小组还进行了创新，改善通单层护筒施工为双层护筒施工。

“外层护筒为导向护筒，在黄河高流速下，可使引



图为聊泰铁路黄河公铁桥。受访单位供图

孔工序完成一次成孔，护筒下放效率较原工艺提高50%；内层护筒则保证在桩基施工过程中，外层泥沙倒灌进入溶腔。”王骁勇说。

据介绍，双层护筒工法属于国内领先技术，为同类型施工作业提供了宝贵经验，丰富了我国桥梁建设技术体系。

## 18层楼高度精准“穿针引线”

将重达1.4万吨、780米长的主桥钢桁梁架于黄河之上，绝非易事。

“为减少钢桁梁架设施工对河道的干扰和破坏，我们采用了多点同步顶推技术。”刘军说。

聊泰黄河公铁桥钢桁梁顶推最大跨度180米、单边顶推总长度781.2米、顶推总重量1.47万吨，顶推长度和重量处于同类桥梁前列。

钢桁梁顶推架设桥梁是一项成熟的施工工艺，关键核心是做到各个环节的精准同步。

聊泰黄河公铁桥主桥钢桁梁共由21540个构件、303720颗高强度螺栓、11.22公里长的焊缝组成。其中钢桁梁最大构件吊重62.5吨，钢件安装高度50米。钢梁吊装区域位于黄河滩地，该地风力风向并不稳定。在这样的环境下进行钢桁梁拼装，相当于在18层楼的高度上“穿针引线”。

为做到“安全、环保、高效”施工，建设者采用了智能、仿真等多项先进技术。

项目技术团队结合测量数据、综合考虑横纵向风力，预先在地面进行模拟拼装，将高空作业危险降到最低。项目技术团队还将钢桁梁顶推操作由人工操作转换成了智能操作。“我们选用的智能控制系统和顶升系统，可同时控制30多台千斤顶同步运行。指挥人员通

过电脑、WiFi即可远程控制。系统可记录顶推过程中的每一个施工循环参数，并与设计、监控参数进行综合分析判定，让指挥人员做到每道工序心中有数。此外，项目技术团队还建立了监控预警信息系统，对钢梁变形应变数据进行实时监控。当出现超标及异常数据时，系统会及时报警，保证施工安全。”刘军说。

## 避免废水、废渣进入黄河

聊泰铁路黄河公铁桥建设，还是一项绿色工程。技术团队首创的国家级工艺工法——“泥沙分离器+气举反循环清孔”方法，利用多种设备，对水、细砂、泥浆和钻渣进行分离和二次处理。为确保不让一滴废水、一颗废渣进入黄河，该项目的施工现场被护筒全包围了起来。所有注浆、打桩工作或工序都在该护筒内进行，从而避免护筒内泥浆与河水串通。而水下施工过程中产生的混着泥沙的水被抽取、分离，泥浆重新进入桩孔重复利用，分离出的干钻渣由运渣车运至弃土场。

在水面之上，项目技术团队在施工现场设置了自动洗车装置、沉淀池等设施。拌和站、预制场产生的碱性废料采用间歇式自然沉淀的方式，被加入适量的酸调节pH值，再进行中和沉淀处理。处理后的水可循环利用。而使用的燃油设备在取得环保设施编号之后，工作人员可用其在施工场地设置隔油池，及时收集所有含油污水，将含油污水进行隔油处理后再将其引入蒸发池，并将收集到的废油回收处理。

聊泰铁路黄河公铁桥及公路接线工程横跨黄河，连接聊城市东阿县及济南市平阴县。工程建成后，将成为鲁西北地区向南纵向联系的重要通道，为黄河两岸人民出行提供便利。

## 成果播报

## 数字化平台

## 让宁夏“紫色名片”更亮丽

◎本报记者 王迎霞  
通讯员 尹一丞

宁夏“紫色名片”如何实现高质量发展？答案是数字化。

近日，贺兰山东麓葡萄酒产业数字化(智慧园区运营中心)平台建设完成并试运行，采集大气温湿度、土壤盐分等信息达800万条。

该平台围绕“1+N”整体架构进行设计。其中“1”代表数字化平台，“N”代表面向产业服务和酒庄服务的多个应用。该平台聚焦田间管理、酿造加工、信息展示、质量溯源及数字营销等产业全链条数字化，打造了葡萄酒产业大数据管理、葡萄酒园GIS地理信息、葡萄酒气象环境监测等系统，可为产区开展多种服务。

记者了解到，该平台能够对田间环境进行实时监测，实现智能化种植。通过遍布宁夏近一半酒庄的微型气象站、土壤环境监测站等站点，该平台可每隔半小时采集一次大气和土壤温湿度、风速风向、太阳辐射等基础环境数据。数据经“算法+模型”整合处理后，平台通过智能灌溉施肥装置进行自动化水肥调配补充，并将相关信息上传到App实时展示，协助人工开展田间管理。

在车间数据的精准支撑下，产区实现了数字化酿造。通过在酒窖、车间、酒罐布设温湿度、二氧化碳、酒精等信息采集装置，平台可实

时采集发酵存储温度，调节不同品种、酒款的酿造、储藏环境，保障产品质量。同时，平台还可通过构建贺兰山东麓葡萄酒产区小产区环境、土壤、气候、品种、病虫害等数据知识库，结合实时监测到的葡萄酒品质监测信息构建算法模型，建立贺兰山东麓葡萄酒分级评价体系。

利用云计算、大数据、物联网、遥感等信息技术，依托电子政务公共平台和电子政务外网，该平台还会在宁夏国家葡萄酒及葡萄酒产业开放发展综合试验区核心区闽宁镇智慧园区运营中心数据大屏进行实时展示，为重要决策提供支撑。

平台运营以来，系统页面访问量达2000次，单个数据活跃度点击量超5000次；通过线上线下培训酒庄(企业)技术人员、农户等使用群体150人次，数据访问量达1万次。其中监测站大气气候预报及不同深度土壤墒情数据信息点击活跃度最高，月访问量达4200多次。

只需扫描瓶身背标上的溯源二维码，就能看到酒款、产地、酿造过程、酒庄信息等，信息精确对应整套工序。贺兰山东麓葡萄酒产业通过全程可视化实现“种得好”“酿得好”，进而实现了“品得香”“卖得好”。数字化平台的应用让宁夏葡萄酒这张“紫色名片”更加亮丽。

“我们立足产业基础实施这个项目，旨在打造贺兰山东麓葡萄酒产业数字化体系，实现产业全链条高效管理。”宁夏贺兰山东麓葡萄酒产业园区管委会相关负责人表示。



贺兰山东麓葡萄酒产业数字化平台。受访单位供图

## 新型循环流化床锅炉提升煤炭清洁利用水平

科技日报讯(记者李丽云)11月24日，由哈电集团哈尔滨锅炉厂有限责任公司(以下简称哈电集团锅炉公司)承担的黑龙



世界单机容量最大、参数最高的循环流化床锅炉应用于陕西彬长电厂(电厂规划图)。受访单位供图

化项目“600MW等级超(超)临界循环流化床锅炉研究及应用”通过了黑龙江省科学技术厅组织的专家验收。专家组一致认为，哈电集团锅炉公司研

制的600MW等级超(超)临界循环流化床锅炉技术在节约煤炭消耗、减少污染物排放等方面效果十分显著，将有效助力所在地区环境改善、绿色低碳和经济发展。

循环流化床锅炉设备是我国煤炭高效清洁利用的核心装备之一，具有煤种适应性强、燃烧稳定、燃烧效率高、负荷调节范围大等技术优势，且易于脱硫、脱硝，环保性能好，能实现灰、渣的综合利用。它在我国得到了快速发展和广泛应用，成为我国燃煤发电领域的重要组成部分。随着国家“双碳”目标的提出，开发高参数、大容量、低能耗的循环流化床锅炉是我国新时期能源领域的发展方向。

哈电集团锅炉公司首次将循环流化床锅炉的容量提高到660MW，锅炉主蒸

汽压力达到29.3兆帕的超超临界等级，锅炉主蒸汽温度为605摄氏度，再热蒸汽温度为623摄氏度。技术团队先后攻克了超超临界循环流化床锅炉水动力特性、热偏差控制、超低排放、超低能耗等多项关键技术。清华大学作为本项目子课题承担单位协助制定了数项技术优化措施，最终产品在陕西彬长电厂进行工程示范。

据悉，该项目锅炉本体设备及关键部件全部实现国产化，具备完全自主知识产权，是目前世界单机容量最大、参数最高的循环流化床锅炉，代表了世界循环流化床锅炉技术的最高水平。该项目的实施，将进一步提升我国煤炭清洁高效综合利用水平，有效巩固我国在循环流化床锅炉发电技术领域的世界领先地位。

## 输电线路

## 山区风场仿真平台研制成功

科技日报讯(记者华凌)11月26日，记者从中国电力科学研究院(以下简称中国电科院)获悉，为保障电力线路的顺利建设，中国电科院输电线路山区风场仿真平台近日研制成功。

我国东南沿海地区地形以山地为主，易遭受台风侵袭，这对电网造成严重冲击。输电线路在特殊局部地形和台风的共同作用下，有倒塔、断线的风险。

据介绍，为保障电力线路的顺利建设，针对东南沿海地区群山环境下设计风速取值难的问题，中国电科院研发了基于自适应网格的

空气动力学模拟方法。这种模拟方法解决了山区复杂地形下流体网格划分难的问题，实现了流体网格数量与数值仿真求解精度的合理配置。

同时，基于该方法，中国电科院开发了山区风场仿真平台。该平台具有自动化程度高、地表模型分辨率高、计算求解稳定等特点，通过人机交互降低了专业限制，使设计人员可以轻松掌握操作流程。这种山区风场仿真平台可为确定输电线路山区风速提供依据，提升东南沿海地区输电通道抗风能力。

## 广告

## 青岛市市南区：用“小口袋”盛满群众“微幸福”

今年以来，青岛市市南区以城市更新为抓手，加快推进口袋公园建设，让市民游客在“小而美”中共享属于市南的“微幸福”。

公园建在家门口，既有健身器材，也有休闲设施，坐落在信号山脚下的龙口路法治文化公园，占地面积近500平方米。抬眼望去是法治雕塑、法治凉亭等设施，既能休憩欣赏风景，又能学习知识。

“把口袋公园建成沉浸式普法宣传广场，不仅有效丰富了居民阅读的场景，更激活了公共空间活力。”市南区不断升级的口袋公园融入了更多功能，生动活泼的艺术风格、通俗易懂的言语文化，与公园周边的文艺风格相得益彰，使广大市民游客在潜移默化中接受法治教育。

走进市南区江西路大院，就能听

到孩子们的欢声笑语，老人们在下棋、打牌、聊天，一幅幸福画卷映入眼帘。近年来，市南区不仅增加公园的数量、面积，也完善公园的服务功能，满足人民群众对养老服务、娱乐科普、亲子活动的新期待、新需求。

江西路大院是一处开放式楼院。市南区因地制宜，聚焦居民需求，将老旧花坛和封闭绿地提档升级，充分利用旧改腾空地块，建设街心公园，赋予其自然景观、运动休闲等功能，让居民邂逅转角处的精致生活。

如今，广场上竖起了林荫廊架。漫步其间，新铺装的路面平整亮丽，环形慢跑及棋牌桌等设施可以满足不同年龄段居民的需求。一个充满绿意、自然和谐、功能多样的公共空间“横空出世”，建成以来，公园里的人气越来越足，居民的生活质量得

到明显提升。

“微更新”作为老旧小区改造中的关键环节，发挥着以小切口解决大问题的关键作用。今年以来，市南区进一步聚焦民生需求，做好生态工程、民心工程，加量完成口袋公园建设，建设完成包括泰州路、新港二路等口袋公园；结合老旧小区完成微笑工程建设，结合八大关建设打造7号花园、仲林雅庭和桃花影口袋公园；推进适老化口袋公园建设，完成海晏园、牟平路、江西路、公楼楼东侧等5处适老化公园。市南区将持续加强协作，充分利用边角地、零碎地、闲置地，打造更多实用性和便捷性兼具、颜值与内涵兼备的公共绿地，进一步提升居民群众的幸福感获得感，让百姓更宜居，让生活更美好。

(赵曼怡)  
数据来源：市南区委宣传部

## 每年将大幅度减少污水处理、矽石外运等相关成本

## 全国最大智能化矽石充填系统投运

科技日报讯(记者刘园园)11月26日，记者从中国煤炭科工集团(以下简称中国煤科)获悉，由中国煤科武汉设计院联合总承包的全国最大智能化矽石充填系统，日前在陕煤集团小保当矿业公司正式投运。该系统年处理矽石量可达200万吨，采用全国最大型充填泵，最大泵送能力每小时400立方米，高浓度浆体管道水平输送距离达8公里。

“这套系统创下了国内矽石处理领域单体项目建设规模最大、单体项目矽石处置能力最高、高浓度矽石浆体单泵水平管道输送距离最远等多项第一。”中国煤炭行业工程设计大师、中国煤科武汉设计院智慧矿山院长辛德林介绍，系统投产达效后，每年将大幅度减少

小保当矿业公司污水处理、矽石外运、环境保护等相关成本。

辛德林介绍，无论从世界范围还是国内来看，煤矿矽石都是规模巨大的工业废弃物之一，煤矿企业矽石处置需求较大。在系统研制过程中，中国煤科武汉设计院项目团队积极发挥在煤矿设计建设、浆体长距离管道输送等领域的核心技术优势，加快技术创新成果转化。最终，团队攻克了高浓度、低成本和高渗透性能的充填材料制备及输送难题，创新性地提出了分布式充填管网布置形式。

据了解，系统投运后，地面洗选矽石将经过多级破碎、筛分，用低成本、低耗能、低排放的矽石制粉工艺，被制成特定

级配的矽石粉料。此后，粉料经过加水制成特定浓度的均质浆液，充分搅拌均匀成均质浆体，经长距离充填管道输送至采空区地表钻孔进行注浆充填。该充填系统建成了智能一体化系统，可以实现对矽石充填系统成套设备的一体化控制。系统的具体功能包括对各项关键数据的实时在线监测，定时自动对成套设备进行健康评估，智能识别设备早期故障和异常状态等，实现了充填系统的高效运行、智能运维、智慧管理。

“智能化矽石充填系统的正式投运，创建了地面不新增矽石的工程范例，降低了采空区地表沉降对生态环境带来的影响，有效控制了矽石处置系统投资成本及对地面空间的占用。”辛德林表示。