

走进城开

系列报道②

核心提示

城开高速公路是重庆在建高速公路中难度最大的一条。要啃下这个“硬骨头”，除了发扬重庆筑路人迎难而上的精神，城开高速公路还大量运用新技术、新装备、新科技，以此确保建设的工期、质量、安全。用建设者的话说，“城开高速公路，把目前国内最先进的机械设备都用上了”。可以说，城开高速也是一条科技之路、创新之路。

关键词

新



▲9月9日，城开高速城开隧道监控室，大屏幕上实时显示着隧道内的各种信息。



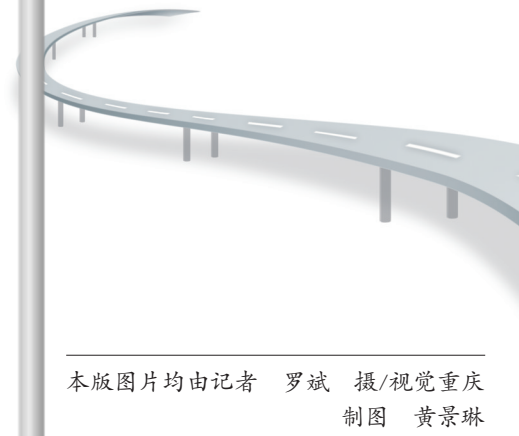
▲在城开高速项目部，建设工人正通过数控设备完成钢筋笼的下料、切割、制作，加工效率提高了3倍以上。



▲T梁贴有二维码，工人可扫码了解部件的详情情况。



▲9月23日，城开高速公路大巴山隧道，技术员们正在隧道内进行测量，保证掘进施工精度。



本版图片均由记者 罗斌 摄/视觉重庆 制图 黄景琳



▲在城开高速公路城开隧道内，智能三臂凿岩台车犹如穿山甲一般，实现了高效安全的隧道掘进施工。

公路“黑科技”大集结

□本报记者 曾立 杨永芹

9月9日下午，城开高速公路大巴山隧道内，一台黄色、形似“变形金刚”的庞然大物，正舞动着三只长臂，和隧道壁的岩石“较劲”，一瞬间的工夫，岩壁上就被凿出一个深4米、直径50毫米的爆破孔。

“这是国内最先进的隧道开挖设备——全电脑智能三臂凿岩台车。”现场工人杨勇告诉记者，像这样的智能化设备，城开高速公路建设工地上非常多，可以说集合了国内公路建设领域最厉害的“铁甲利器”。

► 机器代替人工打炮眼

隧道开挖，需要打炮眼、放炸药。过去，这些工作都由人工完成，不仅效率低，还很危险。

“比如这个断面，面积89.3平方米，需要打167个爆破孔。”杨勇指着隧道壁说，如果采用人工打孔、人工放炸药，大约需要16个工人，连续工作四个小时。

现在，有了这台智能三臂凿岩台车，只需两名操作手和一名辅助人员，两个小时就可以完成。

记者在现场看到，“大家伙”的三根“手臂”分别长约7米，可自动伸缩，定位精准，指哪打哪，一个爆破孔用时一分多钟，效率是人工3倍以上！

除了三只“听话”的长臂，“大家伙”还有一个聪明的“大脑”。

在“大脑”指挥下，这台智能三臂凿岩台车不仅能自动行走，还能自动识别需要打孔的位置。同时，爆破后对断面进行扫描，自动计算生成下一道工序喷浆方量、分析超欠挖情况，即时优化下一个循环钻孔方案。

“遇到不同硬度的岩石，它会自动调节力量的大小。”杨勇称，在钻孔过程中，若遇复杂地质不适合打孔和卡钎等情况，“手臂”会自动缩回保护，调整后再继续打孔。

更厉害的是，在打孔的时候，“大家伙”还能自动采集钻孔周边岩石的数据，回传给后台，包括前方岩层里，哪里有空洞，哪里有水系等，都可让工作人员提前掌握。“这相当于给前方隧道做‘胃镜’检查，让施工方案更加有针对性。”杨勇说。

► 多种“神器”助攻隧道建设

记者走访了城开高速公路多个在建隧道，很少看到一大堆人“火热”的施工现场，更多的是代替人作业的“神器”。

如开州段吴家梁隧道，正在进行开挖后的混凝土喷注。然而，进行喷注作业的不是成群的工人，而是一台湿喷机。现场只有一名工人操作着类似游戏柄的遥控设备，湿喷机的机械手就自动往洞壁上喷注混凝土。

“岩壁经爆破后，都是新的碴口，随时有碎石掉落的风险。”中铁十一局城开高速项目部相关负责人表示告诉记者，传统的施工方式是工人要站在高高的架子上或吊篮里，手持喷枪喷射混凝土，不仅效率低，还有安全隐患。采用湿喷机，不仅更安全、更高效，还可保证喷射混凝土的平整性、密实度和强度，减少浆液回弹，节约材料。

除了湿喷机，城开高速公路隧道施工还普遍采用了二衬台车、防水板台车、养护台车、水沟电缆槽台车、仰拱液压栈桥、弧形模板等多种“神器”。

其中，二衬台车是做隧道成型的，带行走功能，可自动走到作业面，一次可完成长度

12米的隧道成型；防水板台车，可自动铺设防水卷材、土工布等；养护台车，可自动对衬砌后的混凝土进行喷淋等养护，防止混凝土开裂……这些工作，过去都是由人工完成。

“城开高速地形最复杂，建设难度最大，为了质量和安全，我们在项目招标时，就对机械化作业提出要求。这些先进设备，在城开路的隧道施工中，已几乎成‘标配’。”重庆高速顾问公司相关负责人告诉记者。

► 打“B超”探测不良地质

被称为“地质博物馆”的城开高速公路，存在突水、突泥、岩溶、瓦斯、岩爆等多种不良地质。如何做到提前预判，避免事故发生？

城开高速公路的做法是：给隧道打“B超”。

首先，是用一种名为“TSP隧道地震探测仪”的设备，通过信号反射，推测前方地质情况。探测距离约100米。基本可判断前方是否有危险断层区域、溶洞、瓦斯、涌水等。

其次，是用地质雷达。通过发射不同频率的电磁波，进一步判断前方是否有不良地质。地质雷达一般可精准地提供40米左右、近距离地质预报。

如果通过前两种方式，发现前方有破碎带或大量水体，就采用“瞬变电磁仪”，这是专门探测水情的设备，可准确探测前方山体80—120米深处，水体的位置和方量，从而采取相应措施，避免突水、突泥发生。

除了打“B超”的物探设备，还有许多钻探设备，也可对不良地质进行辅助探测。如多功能超前地质钻机，探孔深度超过100米，可有效预知前方围岩地质及水系情况，降低

施工安全风险。

位于城口段的城开特长隧道项目总工兰福军告诉记者，城开隧道长度超过11公里，是城开高速第二长隧，自开工以来，未发生一起伤亡事故，还被评为全国平安交通优秀案例，这与大量先进设备、科技手段的运用是分不开的。

► 智慧监控 管人管车管空气

9月9日，城开高速旗杆山隧道监控室，大屏幕上实时显示着隧道内的各种信息。

“我们在隧道里已经安装了20多个摄像头和监控探头。”中国铁建大桥局三公司旗杆山隧道项目经理朱宝权告诉记者。

旗杆山隧道长达7.66公里，是城开高速全线第三长隧道。开工至今，隧道先后遭遇岩溶、暗河、涌水突泥、瓦斯、断层、破碎带等不良地质39次。

为确保施工安全，项目部建了监控室和一套智慧监控系统。

记者在大屏幕上看到，上面不仅实时显示着隧道洞口、洞内的施工情况、人员进出情况，隧道里的风速、氧气、二氧化碳、一氧化碳、甲烷、二氧化硫浓度，粉尘等数据，也在上面实时显示。

“一旦某种气体浓度超过报警值，传感器将自动报警，隧道内将自动断电。”现场工作人员称。

不仅如此，隧道内还设有人员定位、人车分流门禁系统、LED全彩显示系统和广播通讯系统等。

以人员定位为例，它是基于最新的远距离电子标签(RFID)识别技术，实时监控隧道出入口通道，系统利用射频技术，通过人脸

识别或身份芯片实现进洞人员的身份核实，并在洞内对施工人员进行动态定位。

记者采访发现，城开高速最长的三个隧道，均采用了类似的监控系统。

► 大桥每片T梁都有“身份证”

大桥的每片T梁都有“身份证”，你听说过吗？

城开高速公路，就是如此。

记者在位于开州区满月镇天子村财神梁隧道进口处的城开高速公路1号制梁场看到，由钢筋混凝土加工而成的T梁整齐排列。每一片T梁上，都有一个二维码。

记者拿起手机一扫，可清楚看到该片T梁的相关信息，包括：即将安装的位置、尺寸、生产日期等。

“二维码让每片T梁有了‘身份证’，避免运输和安装时出现‘张冠李戴’。”中铁十一局城开高速项目部相关负责人介绍，城开高速公路除了修路、架桥、打隧道运用了大量智能化设备，在材料生产环节，同样很智能化。

这座占地约2.5万平方米的钢筋智能加工厂，承担着沿线约9.5公里路基、桥梁、隧道所需的钢筋和型钢的生产，1个月最高能生产600吨钢筋。

记者看到，各条钢筋生产线上，机器飞快运转，随着自动切割、弯曲加工等程序，长短和大不一的各种型号的钢筋就成型了。

“全线采用机器人作业，从原材料进厂到钢筋加工完成、吊装上车，全部实现了智能化。”这位负责人表示，如今，钢筋加工效率提高了3—4倍，且施工更安全、质量更可靠。

城开高速近五成弃土实现综合利用



▲城开高速温泉特大桥在施工过程中，严格落实水土保持、弃渣综合利用等环保措施，打造绿色城开高速。

本报讯（记者 曾立 杨永芹）城开高速公路也是一条生态之路。9月23日，重庆日报记者从重庆高速集团获悉，城开高速通过线路优化、变更设计，严控弃土等举措，尽量减少对环境的影响，全线弃土占地减少一半，近五成弃土实现综合利用。

9月10日，城开高速公路温泉特大桥，顺着东河蜿蜒向前。两岸，绿树葱葱，桥下，水流叮咚。犹如一幅美丽的山水画。

位于开州温泉镇境内的温泉特大桥全长2600多米，为城开高速公路全线最长的桥梁。“大桥之所以没有走直线，是为了最大限度地保护周边草木不被破坏，努力将‘绿水青山就是金山银山’落实到工程建设中。”重庆高速集团顾问公司相关负责人表示。为此，他们采取了线路优化、变更设计、严控弃土等多种方式。

在工程选线时，为尽可能减少对澎溪河湿地保护区和汉丰湖保护区的干扰，重庆高速集团增加投资近3000万元，确定城开项目澎溪河特大桥与开州区凤凰梁大桥共用“桥位”，以减小两桥分址建设对保护区的影响。

同时，高速集团还对澎溪河特大桥进行设计变更，将原跨径为40米的连续T构变更为主跨(80+150+80)连续刚构跨越河道，取消了主河道范围的水中桥墩；增设(80+150+80)大型桥孔跨越预留航道，形成双主跨连续刚构桥型，避免了河中二次施工。

为绕避郭家镇毛城村桃花景区，顾问公司组织相关单位进行多次方案研讨，最终决定对初步设计阶段拟定的K122+485—K127+800约5公里段落进行线位调整，既顺应了自然地形，又兼顾了生态环境。

城开高速公路还多处调整设计，以减少

对环境的影响。

如南长沟工区，原方案是从山顶到山脚修建回头弯便道，长度约1100米。蜿蜒绵长的翻山便道，势必对山体植被造成破坏。为此，建设单位放弃原方案，改为修建两座便道隧道，共计493米，虽然增加了工程投入，但减少对原植被的大面积破坏，而且使得当地天心桥景区的交通条件大为改善。

在施工过程中，城开高速也对环保提出了更高的要求。

如设备油污，收集到桶里，拉到固定点集中处理；桩基施工产生的泥浆，罐车拉走，不能污染河流和环境；拌合站设置三级以上的过滤池，变成清水后才能排放；便道施工，要对边坡开挖后及时进行防护及覆土绿化，

防止发生水土流失。

顾问公司还将“表土剥离”作为硬性指标，要求施工单位设置固定场所，将清表挖出的可利用耕植土进行临时集中堆放，用于后期绿化种植，既减少弃方又保证环境。目前全线已剥离存放表土层土近7.9万立方米。

此外，为减少弃土场占地，城开高速还对全线弃土场进行专项变更设计，将原设计的64个弃土场、占地3437.6亩，变更为40个弃土场，占地1729.1亩，节约近一半土地面积。

更多的弃土则通过洞渣反压回填路基、加工为建材等举措，实现了弃渣统筹利用。据了解，之前的初步设计，全线弃方约2495.74万立方米，后经各种变更和综合利用后，降低到1373.87万立方米。