世界最长超大断面曲线管幕隧道贯通——

隧道新纪录 中国新名片

本报记者 齐 慧 通讯员 付润梅

看重大工程 自主创新

随着最后一坯坚硬如钢的冻土被挖掘机一点点啃下送出，历经四年鏖战，世界上最长的超大断面曲线管幕隧道——港珠澳大桥拱北隧道日前胜利贯通。这标志着我国在这一领域的技术水平走在了世界前列，同时也宣告我国乃至世界上首座采用“超大曲线管幕+超长冻结法”施作的双层叠加公路隧道取得重大突破。

港珠澳大桥珠海连接线的控制性工程——拱北隧道全长2741米，采用左、右双线布置，并按照“先分离并行，再上下重叠，最后又分离并行”的形式设置，涉及海域人工岛明挖段、口岸暗挖段、陆域明挖段等不同结构形式和施工方法。施工风险极大、科技含量极高、长度仅为255米的隧道暗挖段，集中了迄今人类建设隧道的全部难度，其管幕长度、管幕面积和冻结规模，均刷新了世界纪录，所采用的新技术、新工艺颠覆了人们对隧道传统施工的印象。

▷ 港珠澳大桥拱北隧道管幕周围冻土开挖。 本报记者 齐 慧摄

△ 港珠澳大桥施工人员在近零下30摄氏度的管幕内作业。 本报记者 齐 慧摄

◁ 港珠澳大桥九洲航道桥。 新华社记者 梁 旭摄

“泥鳅”穿“豆腐”

曲线顶进零误差

拱北隧道土层软弱，富含地下水，承载力低，被称为“汉堡包”地层，就像“汉堡包”中的夹心肉一样。也就是说，隧道穿越的部分包含淤泥质粉质黏土、淤泥质砂、中砂含细砂、粉砂等地层。而其上就是我国高峰期日均客流超30万人次、车流达1万车次的拱北口岸，稍有不慎，就会造成灾难性的后果和极为严重的影响。

“什么叫在针尖上跳舞，拱北隧道就是最为形象的诠释！”中铁十八局集团副总工程师兼港珠澳大桥珠海连接线指挥长潘建立说。

为了攻克这一世界性难题，项目建设、设计、监理、科研院校和施工单位，经过反复磋商研究，仅调查研究和方案比选，前后就花了3年时间，最终决定采用“曲线管幕+冻结法”施工，即沿着隧道的开挖轮廓线，在336平方米的断面上，布置36根直径1.62米、长255米的钢管，组成环形“管幕”支护体系，防止周围土层坍塌、地表沉降，然后再用冻结法把管幕周围的土层温度降至零摄氏度以下，进行隧道的开挖作业。

在隧道开挖之前，第一个拦路虎就是超大曲线管幕施工。潘建立介绍说，与普通直线管幕顶进技术不同，该工程需沿着“88米缓和曲线+167米圆形曲线”的轨迹顶进，以往曲线顶管顶进误差能控制在15厘米就“相当了不起”，而拱北隧道顶进的误差必须控制在5毫米以内，相当于一粒普通黄豆的大小，几乎要做到“零误差”，若非如此，顶管难以对接成功，整项工程将毁于一旦。

此外，管幕群距地面最近距离仅仅4至5米，距澳门联检大楼桩基1.6米，距免税商场回廊桩基约0.46米，一个个数字背后，都隐藏着巨大的施工风险。再加上多台次的泥水平衡顶管机要在“汉堡包”地层中多次始发、接收，对地层反复扰动，相互影响的“群管效应”非常明显。

“这就像著名的菜品——泥鳅穿豆腐，也就是说，顶管机要在软如豆腐般的地层中，穿梭36次，但这种穿梭不是泥鳅在豆腐里面乱穿，而是要让冷冰冰的顶管，按人的意志，按一定轨迹，精准地穿进，精准地穿出。”潘建立说。

自2013年6月第一根试验的顶管始发，至2015年5月最后一根顶管顺利接收，历时2年的时间里，中铁十八局集团通过引进精确制导技术，建立自动跟踪测量系统，专门定制了4套上亿元的国际顶尖的泥水平衡式顶管机，并采取一系列科学管理措施，攻克了超长、超大曲线管幕施工中面临的精确控制、地表沉降和管幕障碍物处理等一系列世界级难题，创造了“零误差”的曲线管幕施工纪录，确保了拱北口岸“安然无恙”。

地段变“冰柜”

隧道安全有保障

管幕工程的完成，好比人的身体，只是搭起了“骨架”，而紧接着的冻结工程，利用冷却盐水管道这一“血脉”，沿着“骨架”循环，最终才会构成完整的“人体”。

“如果对这个336平方米的管幕群直接开挖，极易导致隧道整体垮塌。为此，我们创造性地采用超大断面水平环向一次冻结技术。”潘建立解释说，就是把暗挖段高23米、宽20米、厚2.6米、纵向长度255米的地段，变成一个巨型的“冰柜”，并利用人工制冷技术，把松软含水的土层变成冻土，将管幕的顶管包裹，再将隧道完全封闭，增加其强度和稳定性，以便在冻结壁的保护下，安全进行隧道的开挖作业。

“冰冻三尺，非一日之寒”。南粤交投、中铁十八局和科研院所的工程师们，围绕“冻起来、抗弱化、控冻胀”三大原则展开了联合攻关，在国内外前所未有地采取了管幕钢管内部布置“圆形主力冻结管”“异形加强冻结管”和“升温盐水限位管”三种特殊管路构成的冻结方案，解决施工中遇到的种种难题。

为了形成冻结圈所需要的冷量，他们经过精心测算，在暗挖段两边各设了由17台和8台冷冻机组组成的冻结站，以确保冷量持续供给。

配备足够的冷冻机组后，如何确定每一个点都能够达到设计要求的冻土厚度？局部未达到冻结厚度怎么处理？局部冻土厚度发展过快造成地表变形怎么办？建设者在冻结圈范围内，布设了1万多个监测元器件，通过调整盐水流量、温度及限位管等措施，对冻结参数适时调整，从而保证了冻结效果。

拱北隧道暗挖段冻结工程自2016年1月12日正式冻结，至12月底，冻结圈厚度完全达到了设计要求，期间没有发生一起由于冻土膨胀造成口岸地表沉降或周围建筑物变形。

元器件当“眼睛”

土层冻结不消融

一切准备就绪，新的难题又出现了。

“由于长时间对土层冻结，隧道内部坚硬如钢的冻土厚度与强度远远超出我们的预料。”潘建立回忆说。

由于地理环境特殊，常规的岩土爆破、静态爆破等开挖方式，在拱北隧道根本就不允许。若采用大型机械破除设备，由于导洞净空太小，无法作业。若采用小型挖掘机，再配备旋挖钻头，由于机体太轻，开挖冻土的效率太低。为此，工程一度陷入冻土开挖非常被动的局面。

为了解决冻土开挖难题，中铁十八局建设者经过不断的设备选型，最终决定实施“五台阶十四部开挖作业法”，就是将巨型“冰砖”分割成“九宫格”，五层十四个导洞同步开挖，立体交叉作业，在每个导洞分做三个微小台阶，每个小台阶配置一台小型挖掘机开挖冻土，人工配合修边，大大提高了工效。

然而，随着时间的推移，新的问题又接踵而至：由于管幕及冻土长时间暴露在空气之中，隧道机械开挖产生热量、隧道通风产生的空气对流，以及混凝土施工产生的热量，都会对冻土帷幕产生不利影响，造成冻土消融。建设者再次利用冻结圈内的监测元器件充当“眼睛”，及时调整冻结参数，确保冻土帷幕始终处于止水状态，为隧道顺利开挖创造了前提条件。

珠海连接线管理中心主任王啟铜博士认为，拱北隧道“长距离曲线管幕和大规模水平冻结止水技术”的成功运用，填补了我国在复杂地质条件下超大断面隧道施工技术的空白。同时，拱北隧道的安全贯通，也标志着港珠澳大桥13.4公里珠海连接线全线贯通，为港珠澳大桥按期建成通车打下了坚实基础。粤港澳“一小时生活圈”呼之欲出，让我们共同期待。

创新创业 平台探秘

汽车站内的创客工场

本报记者 佘 颖 通讯员 邢 路

汽车站里除了即将出发的客车、行色匆匆的乘客、大包小包的行李，还可以有什么？

“还有创业者。”在青岛汽车东站的创客咖啡厅里，西装革履的客人一边啜饮咖啡，一边商谈业务。店主赵方溢告诉记者，之前仅仅依靠车站旅客为客源的咖啡厅经营状况不好，“自从纳入到交通谷创客工场的整体规划体系内，结合创客沙龙和路演活动，我们咖啡厅的客人越来越多，利润直线上升”。

赵方溢提到的“交通谷”创客工场是国内首个由交通运输业建设运营的孵化器，由交运集团（青岛）创办。创客们为什么要把公司安在“车轮”旁？一家交通企业能为创业者提供什么帮助？带着疑问，记者进行了探访。

青岛宝瑞汽车服务科技有限公司是一家主攻智能公共交通产品研发的企业，其研发的智能液晶综合信息屏等多种智能公交产品已服务于20多个大中城市的公交系统。“交通便利、优惠条件多、产业集聚效应显著，是我们选择这里的原因。”公司创始人许乐说，“交运集团是国有大型交通产业集团，拥有9000余部各类车辆、完备的旅游集散体系，可以使公司的产品迅速落地和推广”。目前，青岛宝瑞汽车服务科技有限公司生产的智能液晶综合信息屏已在交运集团的多种车型上线，方便乘客了解行程。

去年11月，“双创金融综合服务站”、“中国（青岛）—东南亚高端人才环流平台”、青岛科技大学“大学生实践基地”、山东交通学院“产学研基地”在交通谷揭牌成立，青岛都市新能源车辆研究院、青岛都市公共交通研究院两个专业的交通研究院也落户交通谷，使得交通谷成为集创新创业高地、金融服务平台、产学研基地等多功能于一体的一站式服务综合体。

针对创业者经常面临的融资难问题，交通谷引入青岛华商汇通金融控股公司，与创客工场合作设立“双创金融综合服务站”，可为园区内的企业提供全方位的综合性金融服务。

交通谷优质的服务吸引了北京博睿恒岳科技公司从北京来到青岛。“我们开发的去哪玩乡村游APP主要为城市居民提供新鲜实惠的乡村旅游服务平台。”博睿恒岳公司负责人肖强斌表示，青岛交运集团的交通运输和旅游资源能够帮助公司拓展乡村旅游线路，双方在乡村旅游直通车的设计开通等方面可以进行资源共享。

一家交通企业为什么要建创业园呢？“一方面是响应国家大众创业、万众创新的号召，另一方面能盘活国企相对闲置的地产资源，优化资源配置，为传统的汽车站注入新的活力。”交运集团董事长刘永康表示，创客工场孵化的企业集中在交通产业链上下游，交运集团可为入孵企业的科研成果提供转化平台。反过来，入孵企业研发的多项新技术、新产品、新项目又帮助交运的车辆、场站等不断更新软硬件设备，提升服务质量。

目前，交通谷创客工场已有48家创业团队、300余名创客签约入驻。创客工场为他们提供了成果转化和成果落地的载体，帮助企业走上了快车道。

上海浦东软件园开启在线孵化

本报讯 记者李治国报道：“浦软在线孵化平台”日前正式上线，标志着上海浦东软件园构建起打破空间地域的市场化、专业化、集成化“网络孵化器”。

据了解，浦软在线孵化平台主要围绕创业者最关注的3件事“找钱、找人、找方向”展开在线虚拟孵化服务。通过平台实现创业资源对接和动态信息分享，远程360° 全景展示未来的办公环境；减少信息不对称，降低投融资交易成本并且提高资源配置效率。在线孵化的全新模式打破线下孵化器物理空间的桎梏，能够让创业者无论身在何地，都能通过平台享受到浦软优质高效的创业服务，开启创业之旅。

浦软投融资中心也同期亮相。浦软投融资中心是一个开放的、专业的股权投融资平台，营造适合园区创业者、企业高管交流的环境，促进园区企业间的产业合作。会员将享受一系列个性化融资辅导、会员资源对接、参与项目路演会、行业交流会等权益。

经过8年运营管理，浦软孵化器累计孵化250余家企业，撬动社会融资超过25亿元，已经成为浦东新区乃至上海创新创业的集聚地。不久前，浦软孵化器荣获由亚洲企业孵化协会颁发的“2016年度最佳孵化器”奖。

京东新通路已覆盖5万多家线下中小门店，实现品牌厂商商品“一站式直达”——

“云仓库”让创业变简单了

本报记者 祝 伟

“刚开始创业的时候，主要是和本地供应商打交道，不但送货时间不固定，而且价格上也没有话语权。现如今，不少供应商主动找上门，承诺给出全网最低的价格，希望我从他们那里进货。”在接入“京东掌柜宝”3个月之后，一家名为“易麦”的便利店，完成了一步飞跃。

“易麦”便利店的店主叫刘旭东，是一名典型的“80后”创业者。创业初期，他便遭遇了困难。在最基本的进货环节，由于便利店刚起步，进货量太少，许多本地供应商根本不愿意上门送货；去批发市场进货，不但距离远，而且质量良莠不齐，又容易买到假货。“刚开始创业的时候不赚钱，最重要的原因是没有一个靠谱的进货渠道。”刘旭东说。

一次偶然的机会，刘旭东接触到了“京东掌柜宝”的推广人员。在业务员韩峰的帮助下，他试着通过掌柜宝下了第一单，尽管进货量不大，但第二天一早，京东的快递员就把货送到了店门口。“掌柜宝上的商品有食品、饮料冲调、酒水、个护、母婴、办公用品、家居家装等品类，一些在批发市场很难采购的新品，在这款APP上也能很方便地买到。”刘旭东说。

2016年年初，京东宣布成立新通路事业部，正式试水线上B2B，为全国几百万中小门店搭建新的渠道通路，让拥有丰富商品和完善供应链的电商成为这些中小门店的供货商。经过一年的商业模式探索，京东新通路搭建起了具备强大供应链和地勤服务的团队，并面向全国的中小门店推出了一站式订货平台“京东掌柜宝”，为全国中小门店打造了一个“云仓库”。

京东新通路经营战略部总经理吴双喜告诉记者，京东商城作为中国最大的自营电商平台，经过多年的运营，具备了丰富的商品品类和强大的供应链资源。这些供应链资源如果开放给中国数百万家商家，将会极大地丰富商家的货架。京东覆盖全国的物流体系则直接解决了品牌商全国范围铺货的需求。

据了解，京东新通路和品牌的合作采取自营为主的模式，由京东负责采进和销出。这意味着京东在此渠道中成为唯一的代理商，解决了代理层级过多的问题。相较于传统的B2B渠道，京东新通路将3级至5级分销渠道，缩短到1级至2级，让商品流转率大大提高，从而降低了中小门店和品牌的运营成本，提高物流效率。京东将中小门店纳入到品牌商的销售终端体系，实现了品牌厂商商品“一站式直达”，保证了货品的质量。目前已有500余个品牌与新通路签约直供。另外，根据中小门店的实际需要，京东提供小包装、低起订量的采买形式，负责送货上门，让店主更有针对性地备货储货，不用再担心资金周转不开。

2017年，京东新通路将上线面向品牌商的大数据服务平台“慧眼”系统。吴双喜介绍，“慧眼”系统将解决传统渠道的不透明、不扁平、不可监控、不能互动这4大痛点，同时实现进销存监控、资源投放评估和终端门店洞察，改变B2B领域碎片化通路信息流的现状。

“简单来说，新通路做的事情就是依托京东自建的地勤团队和技术积累，让品牌商有能力把产品下沉到三四线城市，让那些中小便利店的货柜上能够陈列出有品质、有品牌的商品，为品牌商和便利店打造透明可控、精准高效的销售新通路。”吴双喜表示。

吴双喜表示，京东新通路上线一年来，一直在对模式进行打磨和优化，现在京东新通路模式已经成熟，接下来将进入快速扩张阶段。据了解，京东新通路目前已在5万余家中小门店落地，2017年目标是覆盖全国超过50万家中小门店，并在金融、管理、大数据等方面给予草根创业者更大支持。“京东会进一步整合包括物流配送、区域营销等原有优势资源，数万名配送员也会加入到新通路中来。”吴双喜说。

如今，刘旭东店里90%以上的商品都是通过电商渠道采购的。电商直接供货便利店，让像“易麦”一样的中小门店“一键”进入“互联网+”时代，也给了像刘旭东这样的草根创业者扩大经营的信心。

线上线下同步打造“浪漫产业链”

河北石家庄女青年邹同大学毕业后，开起了自己的鲜花店，将店里的产品与互联网结合，打造线上线下融合的“浪漫产业链”，在创业之路上不断前行。图为邹同（中）与创业青年分享自己的创业故事。 詹新城摄 （新华社发）