他们用科技点亮北京世园会

本报记者 **贺 勇** 文/图

4月29日，举世瞩目的2019北京世界园艺博览会开园了。本届世园会上，科技元素无处不在。无论是在场馆建设、花卉选育，还是外围交通保障，无不凝聚着劳动者的聪明才智，浸透着劳动者的辛勤汗水，蕴涵着劳动者的无私奉献。

今天是“五一”国际劳动节，让我们致敬在世园会筹办中创造不平凡业绩的劳动者，学习他们的创新创造精神，汇聚推进改革、促进发展的正能量，共创幸福和谐的美好生活！

压底为北京世园会所在区域鸟瞰图。 北京世园会官网供图

北京城建园林集团世园会花卉研发团队领军人

李丽芳：三载引进筛选 育得群芳满园

李丽芳在北京世园会工作现场。

从高空俯瞰，北京世界园艺博览会园区在姹紫嫣红的花海中呈现出旖旎缤纷的景致。

许多人并不知道，让这些娇贵的花卉苗木在相对寒冷的地区成活并如期绽放是怎样的艰辛。

“我们从2016年就开始了‘寻花之旅’。”北京城建园林绿化集团花木公司董事长于学斌说，找到适合延庆自然环境的花卉，不仅要精准分析和判断当地的气候、土壤、环境，还要对成千上万花卉品种的习性、周期甚至基因特点了然于胸。

“我们力求筛选出既适应延庆气候，又具有较高观赏价值的品种，让游客在园区就能欣赏全球各地的奇花异草。”在这个A1级的世园会上，如何既让外行看热闹、又让内行看门道，是城建园林世园会花卉李丽芳研发团队的奋斗目标。

2016年起，李丽芳带队在距离世园会园区3公里的测试基地开展花卉品种的试种和筛选，期间不断就花卉对延庆春夏秋三季气候的适应性、全年开花效果等进行测试评估，最终在1344个引进花卉品种中，筛选出1078个。

经过反复实验测试，他们摸准了每个品种的花期，确定了其繁殖方式和种植时间，制定了详细生产流程，通过精准控制花期，使上千种花卉在春夏秋冬三季次第开放。

“这些新品种为世园会增彩，向大家展示最新的国际花卉品种，而且将助力推动整个花卉产业的提升和发展”。李丽芳说。

“延庆平均海拔在500米以上，早春还会有晚霜和大风。”李丽芳说，“选择开园时能盛开的抗寒花并精准控制花期是重点和难点。”

新几内亚凤仙的花期通常在6月，使用燃油热风机、加盖双层塑料膜等加温措施，可使其“早开”；梅花多在早春开，通过花芽入冷库、控制温度的方法可使其“晚落”……通过对花期的精准控制，40多种抗寒花达到“早开”“晚落”的标准和盛开效果，在开园时绽放出最美花容。

开园期间，近300万盆的花卉用量保障是花卉栽植的关键。北京城建园林绿化集团从去年9月份开始确定了32万平方米的温室，开展花卉生产储备，为世园会大面积花卉栽植做足“功课”。

“培育花卉就像养育婴儿一样，要精心、细心、耐心，当花卉盛开绽放最美姿容之时，就是对养花人最好的回报。”李丽芳说。从花卉的培育，到看着花卉生长、绽放是一个不断付出而又收获满满的过程。

在李丽芳团队为花卉研发不断探索的同时，她的同事吕光哲和吴昭辉也兵分两路带队开展着寻找牡丹花王和水生植物研发工作。

2017年起，为找到一株满足要求的“牡丹花王”，吕光哲团队走遍河南、河北、天津等10多个地区优中选优，终于在菏泽找到了一株2米多高的牡丹树。如今，这株200多岁的“牡丹花王”在世园会九州花境景观带格外引人注目，成为游客争相合影的焦点。

跟李丽芳一样，吴昭辉团队也用了3年时间来研究培育世园会水生植物。冬天，他们在延庆冰层勘测水深、冰层厚度；春天，观察越冬红莲萌发情况，调查妫河北岸原有荷花的种植深度。经过3年的越冬实验，吴昭辉培育的荷花、睡莲等12种、20万余盆水生植物已散落在千翠池、妫汭湖、青杨洲、月影池等处，摇曳生姿的身影让湖面更具灵性。

“为了这里的花草，我们上百名花卉植物科研人员夜以继日地奋斗了整整3年。”说这话的时候，李丽芳正穿梭在温室内，为一簇簇培育出的花卉寻找改进之策。

无数次思维碰撞、无数次失败重来、无数次探索改进，从研发、生产，到如今的万花烂漫、春色满园，李丽芳等科研人员用智慧、匠心和恒心绘制了这幅迷人的世园画卷。

中铁十四局集团兴延高速项目部负责人

刘 啸：水钻爆破打隧 抢修世园通衢

刘啸（前）在京礼高速兴延段施工现场。

北京世园会坐落在有着北京“后花园”之称的延庆区，距离主城区并不远，直线距离约74公里。然而，延庆在人们印象中似乎是个遥远的存在，主要原因在于通往延庆的高速公路较窄、坡陡、弯急，易拥堵和发生事故。

这一切，随着今年1月1日京礼高速兴延段的开通而改变。这条为2019年世园会和2022冬奥会而生的高速公路，为往返世园会的游客提供了更加便捷的出行服务。

京礼高速兴延段全长42.2公里，全线桥隧比接近70%。这其中，石峡隧道是全线最难啃的“硬骨头”，它穿越北京昌平、延庆两区，全长5.8公里，在延庆区内的长度为4.3公里，是北京市当时在建的最长高速公路隧道。石峡隧道属于特长和特大断面公路隧道，同时，沿线地形地势变化大，分布的地层岩性种类复杂，围岩变化频繁，隧道穿越富水区，与多条断裂带相交。地质条件复杂，成为制约工程进度的一大难点。

现在，虽然已经通车4个多月，但这条高速公路的参建者——中铁十四局集团兴延高速项目部负责人刘啸依然忘不了施工时的一点一滴。从2016年4月打响隧道施工第一枪算起，刘啸和他的同事们在石峡长城下度过近3个年头。

刘啸说，挖隧道最怕遇到地下水和暗河。2016年，2号斜井还没进洞多久，他们就遇到了隧道涌水，钻头打进石头，地下水就沿着钻头涌了出来，打了大家个措手不及。

小规模的渗水和涌水还好处理，等到进入了隧道主线施工，有330米的区域都是富水层，饱含地下水。最高峰的时候，左线隧道每天涌水5620立方米，右线隧道每天涌水6280立方米。一个标准游泳池蓄满水，大约需要2500立方米水，这意味着，那段时间，每天隧道涌出的水差不多能注满5个游泳池。

刘啸说，隧道好不好挖，有一个量化的标准，在隧道施工中，由于受开挖影响而发生应力状态改变的周围岩体，称为围岩。大家会给要开挖的围岩分级，从一级到五级，稳定性最好的是一级围岩，基本是坚硬的石头结构，在这样的围岩挖隧道，比较安全。五级围岩是最不稳定的，结构松散，开挖过程中，稍微不注意，就会坍塌。

从设计图纸来看，石峡隧道围岩基本是三级围岩，是相对稳定的围岩，但是实际状况往往是难以捉摸的。等到施工了才发现，前面的围岩实际成了四级或五级围岩。原本项目部设计采用爆破的方法来挖隧道，遇到地质破碎带，用挖掘机轻轻一碰，那些看似坚硬的石头，就土崩崩塌下来。

既要保证工期，又要保证施工安全，难度可想而知。为加快工程进度，他们加大科技投入，对现有的钻爆法施工方案进行了优化，引入了水压爆破工艺。“石峡隧道7次下穿石峡野长城，施工过程中要尽可能地减少对古长城的侵扰。因此，我们在有效减少爆破量的同时，增强爆破效果。”刘啸解释说，与传统的爆破方式相比，采用水压爆破工艺，能有效减少爆破粉尘，能从源头上减少扬尘污染的发生几率。

隧道建成后，作为北京市最长的公路隧道，为了避免长时间行车造成的视觉疲劳带来的危险，在石峡隧道内设置了200米长的疲劳唤醒段，采用灯光造景的形式，在隧道洞顶营造蓝天白云的环境，让驾驶人员一路精神愉快踏上世园之旅。

北京城建集团世园会中国馆项目技术负责人

罗党龙：架设超大拱梁 成就“锦绣如意”

万花簇拥之中，一柄温润如玉的“锦绣如意”向游客张开了欢迎的臂膀，这就是北京世园会的核心主场馆——中国馆。从入园广场中央远眺，数万根金属梁柱拼接而成的金色超大型双曲面钢屋顶覆盖下的中国馆，犹如一柄传递着中式典雅美的传统如意。

对建设者而言，“技术先行”是句老话，阐释的是技术因素在工程建设中的基础保障作用。如意造型的中国馆建设过程就像是一次充满挑战的技术比拼，肩负重任的“先行者”是北京城建集团北京世园会项目技术负责人罗党龙。

在中国馆施工现场，罗党龙每天步行距离都超过3万步，足迹遍布馆内的每寸土地。从西侧迎宾坡道开始，进入贵宾通道、贵宾厅、序厅、展厅……沿坡道上到二层展厅、观景平台，再从另一侧下来。周而复始，罗党龙仔细检查每个部位，不放过任何细节。

“技术活、精细活，我们干技术的就是要以精益求精的工匠精神做好每个细节。”罗党龙说。过去一年多里，他带领技术团队攻克了一个个技术难关。

“这个拱梁跨度46米，起拱高度6米并水平前倾3米，是双曲面造型，结构施工期间，如何进行有效的模板支撑就是一个大的技术难题。”罗党龙指着地下室北侧超大弧形拱梁介绍说，“为了保证一次成型，我们多番研究模板方案，最后采用BIM技术建模，在模板厂预加工钢模板，再运到现场组装支模，最终成功浇筑了这个拱梁。”依靠国内领先的BIM技术，中国馆仅用95天就完成了670根基础桩、800余吨钢柱钢梁、6000吨钢筋绑扎等施工。2018年1月，中国馆成为北京世园会园区第一个实现结构封顶的场馆。同年，“中国馆工程施工BIM技术应用”荣获第七届“龙图杯”全国BIM大赛施工组一等奖。

“钢结构吊装多达1万个吊次，平均每天要完成约200个吊次的安装，两榀桁架之间横杆数量超过50件，安装误差不能超过2毫米，不然会影响整个幕墙施工。”看着巨大的钢结构如意龙骨，罗党龙感触颇深。如意造型的弧形双曲钢屋面包含了1.2万根钢构件，而且134 榀主桁架、5400根次梁、2184根拉杆和696根水平支撑杆的焊接位置、角度都不一样，单是焊缝长度就超过了10公里。

“去年4月20日，我们就在园区率先实现了钢结构合龙，但接下来的屋顶玻璃幕墙深化设计占用了大量的时间。”罗党龙所提到的幕墙深化设计，指的正是如今在雄伟的金色屋脊上闪耀光彩的玻璃幕墙。“虽然深化设计的时间有所延长，但也提高了设计的精确性，确保了天玻璃幕墙施工的一次成功率。”

罗党龙向记者介绍，中国馆幕墙共有4654块外立面玻璃，其中包含1058块光伏发电玻璃，每一块尺寸和规格都不相同。为了确保都精确安装到位。项目团队为整个屋脊建造了完整的幕墙安装BIM模型，给每块玻璃设计编号，最终使4654块玻璃均一次调运安装到位，在寒冬来临前顺利实现整个工程的封顶封围。

“去年秋季是中国馆建造中的施工高潮。”回忆起最紧张的施工阶段，罗党龙说，“幕墙施工、机电安装、装饰装修、室外铺装，8个专业同时交叉作业，这是真正的大兵团作战。”秋天3个月的黄金施工季，项目团队完成了63台空调机组及风机设备、209台配电箱、2.35万米电缆、18.5万米的电线、7200平方米水刷石墙面和1.2万平方米胶黏石地面等的施工，顺利达到移交展陈条件，成为园区首个亮相的场馆。

“中国馆在北京世园会上代表国家形象，打造这柄‘锦绣如意’是我们的责任与荣耀。”罗党龙自豪地说。

罗党龙（右一）在中国馆施工现场。

中国馆效果图。 北京世园会官网供图