

# 大修两年！南京长江大桥初露新颜

本报记者 王星 通讯员 左舟 杨帆

“一桥飞架南北，天堑变通途。”相信很多人，都是通过小学语文课上这铿锵有力的语句，初识南京长江大桥的。作为我国第一座自行设计和建造的双层铁路、公路两用桥，南京长江大桥在我国桥梁史上的重要地位不言而喻。从1968年建成后的48年间，它就如同一条巨龙，始终在长江上默默守护着人来车往。南京长江大桥上层是公路桥，下层为双轨复线铁路桥，连接津浦铁

路与沪宁铁路干线，是我国南北交通要津和命脉。近年来，由于南京长江大桥公路桥的实际通行荷载远超原先设计标准，不仅桥面上拥堵常现，桥梁本身的种种“病害”也日益加深。

2016年10月28日晚，随着一块“大桥施工禁止驶入，请绕行”的指示牌被摆上桥口，服役48年的南京长江大桥正式封闭，进入合同工期长达27个月的

改造提升期。身为我国桥梁建设领域的扛鼎之作，南京长江大桥的此次封闭改造牵涉到公路繁忙、铁路风险、技术攻关、文物保护等诸多难点，不仅影响面广，而且社会关注度极高。如今，随着整个工程进入收尾阶段，即将“年满50周岁”的南京长江大桥也初展新颜。长达两年多的闭门改造，究竟是如何让大桥焕发新生的？不妨跟随记者的视角，一探究竟。

## 看似24小时封闭施工 为何桥上经常空无一人

在27个月的合同工期中，光是搭建拆除棚架这项辅助工程，就足足占了12个月。这是整个工程中最大的难点之一，因为这项工作必须在铁路的天窗点时间才能进行。

在南京当地，老百姓习惯把南京长江大桥亲切地称作大桥。过往的48个春夏秋冬，大桥曾风雨无阻地陪伴着无数人往来于长江两岸。然而，不断飞驰而过的汽车，却逐渐让大桥显露疲态——长期的超饱和、超荷载、超重载，导致公路桥产生了混凝土桥面板开裂、桥梁渗水、钢纵梁下方砂浆垫层破损、脱落等诸多“病害”现象，危及到下方铁路行车安全。

近年来，虽也曾有过数次大规模维修，但由于交通压力过大、超限车辆夜间强行过桥等原因，公路桥的这些病害始终无法得到彻底根治。饱经风霜的大桥，终于到了不得不“大修”的关键时刻。

据南京市公共工程建设中心介绍，实施改造的大桥上层公路桥全长4589米，由正桥和引桥两部分组成，正桥9墩10跨，长1576米，最大跨度160米。改造的主要内容是将正桥范围原混凝土桥面板更换为正交异性钢桥面板，并对托架、横梁进行加固及防护涂装等；将引桥T梁混凝土裂缝缺陷修复、进行桥面铺装改造、人行道改造、引桥和回龙桥双曲拱桥加固改造等，并对大桥的桥头堡建筑、雕塑、路灯、栏杆等进行修缮改造。

负责大桥主体改造施工的，正是半个世纪前负责设计和建造南京长江大桥的中铁大桥局。由于改造只涉及大桥上层的公路桥，且不能中断铁路及航道运营，因此为了确保铁路及航道安全，须将公路桥与铁路桥完全隔离开来。“所以在正式维修开始之前，我们要在涉铁区域的铁路桥上部空间全程加装防护棚架。这是一项必需的辅助工程，否则，哪怕施工中掉落一粒小石子，都能影响铁路正常运行。”负责技术方案和施工管理的项目副总工程师刘曙光回忆道。

可没想到，就在这样一项辅助工程进行的过程中，南京市有关部门竟然接到了市民的投诉。2017年4月，有市民反映自己连续几日用无人机航拍了大桥，却发现桥面上静悄悄的，空无一人，既然如此，为什么不能让老百姓通行呢？反馈处理投诉的，是中铁大桥局特种公司南京长江大桥项目经理张武。他给有关部门回了几张照片，照片上，很多工人猫着腰在棚架内进行着作业施工：“其实那会儿正是搭建内侧防护棚架的高峰期，我们的工人都在公路桥下、铁路桥上的区域施工，每天都有五六百个工人呢。”在张武看来，这个投诉，让他更深刻地感受到了南京百姓对大桥的关爱。

在27个月的合同工期中，光是搭建拆除棚架这项辅助工程，就足足占了12个月。虽说听上去并不复杂，但事实上安装和拆除防护棚架是整个工程中最大的难点之一，其原因就是这一工作必须在铁路的天窗点时间才能进行：“看似大桥彻底封闭了，24小时都能施工，但事实上在搭设和拆除棚架之时，每天的有效操作时间不过寥寥数小时甚至只有几十分钟。”刘曙光解释说。

所谓的天窗点，是指列车运行图中不铺画列车运行线或调整、抽减列车运行，为营业线施工和维修作业预留的时间，在复线区段又分“V停”和“垂停”两种天窗点。“V停”时上下行铁路线仅一侧停电，“垂停”时则双线同时停电。众所周知，京沪铁路线上行车密度相当高，平均每天有二百余对列车经过此地。按照常规运行图，这里每天的“V停”天窗点只有120分钟，且基本不安排“垂停”天窗，根本无法满足施工需求。上海华东地铁公司南京长江大桥维修改造涉铁工程现场管理部经理刘光耀告诉记者，在代建单位积极协调及上海铁路局集团公司大力支持下，并报请中国铁路总公司同意后，2016年12月22日起铁路部门在京沪铁路大桥段按每周四天、每天对上下行各安排150至180分钟的“V停”天窗点，在开始搭建铁路内侧棚架的2017年3月起，根据施工需要每天安排90分钟一次的“垂停”天窗点。为使大桥改造充分利用每年一次的铁路集中修时段，铁路部门在2017年3月1日至31日、2018年4月21日至5月29日每天均安排了施工天窗点，最大限度地为大修改造提供了宝贵的作业时间，为大桥按既定时间目标恢复通车奠定了坚实基础。

90分钟意味着什么？刨去上下运送物料的时间，真正留给工人的作业时间，最少时每天只有短短一小时都不到。“我们对工人的要求是，在天窗点到前做好一切工作准备，等天窗一到，不耽误一分钟。”刘曙光边介绍边把记者带到了大桥南堡下。在那，他们特意按照原主桥钢梁1:1比例打造了一个实训演练平台，每一位参与铁路营业线施工的工作人员都要在工作开始前至少一周登上这个实训平台，由专人对他们进行吊挂安装、外平台吊装、安全网挂设、内棚架纵梁安装等诸多工序的模拟训练，完成训练并通过考核的，才能真正登上大桥参与施工。

项目安全总监关高勇告诉记者，为了尽可能优化施工工



工人们正在吊装外棚架钢结构，脚下就是滚滚长江。刘曙光摄



▲经过一年多封闭维修的南京长江大桥。（视觉中国）  
▼垂停点进行内棚架横梁及木板安装。薛晓红摄

艺，他们在安装内侧防护棚架时，采取了创新的拖拉法：“在施工前，我们先搭设起始节间，为后续施工提供平台，在这个平台上先散拼，到了正式天窗点的作业时间，将拼装好的部分向外拖拉，再进行面层铺装，形成防护棚架。这种施工方法大大节约了天窗点作业的时间，同时将高空作业转换为平台上临近作业，有效降低了施工安全风险及对京沪铁路列车运行的干扰。”

今年8月，随着正桥外侧棚架被悉数拆除，这项耗时长、规模大的辅助工程，终于顺利如期完成。

## 桥面板下的一千颗高栓 每一颗都需要追根溯源

初拧是谁，中拧是谁……都有记录。一旦发现哪个高栓工漏拧，就会立即将他换下再次进行培训，同时把他所有拧的螺丝都复查一遍，确保万无一失。

从前，开车行驶在大桥上，“跳车”是一种常态。桥面上日积月累的“坑坑洼洼”以及每30米就一道的伸缩缝，常常会让司机和乘客感觉“不停颠簸”。而经过此番改造，大桥正桥上“满目疮痍”的1576米陶粒混凝土桥面板已被400块正交异性钢桥面板所取代。据关高勇介绍，他们在每道横梁和桥面板间通过增设11道钢支座进行连接，保证桥面板跟主桁结构共同受力，这样一来便可有效克服铁路运营对公路桥震动的影响。此外，新桥面板的伸缩缝也由原来每30米一道减至每300米一道，行车舒适性将得到大大提升。

作为大桥改造的“重头戏”，这些新安装的正交异性钢桥面板每块宽8米、长10米，重达30吨，通过事先铺设好的轨道，由架桥机运送到预定位置安装。这个时候，就轮到高栓工发挥作用了。他们两人一组，等桥面板初装到位后，通过防护棚架来到桥面板下方，将相邻的两块桥面板用高强度螺栓拧在一起。待桥面上的焊接工将接缝处焊牢后，再由高栓工下去用电动扳手将螺栓一颗颗拧紧。桥面板真正安装到位置，光是这样的高强度螺栓，每两块桥面板间就要拧上上千颗，其中任何一颗的安装质量，都可能影响到全桥的合龙精度和桥梁的安全性。

“每次施工前，我们会根据环境和温度的变化，在实验室对电动扳手进行标定，确定要拧多大力，误差要控制在3%以内。对于高栓工我们也有着严格的培训和管理制度，每一颗螺栓的每一次拧动，我们都能追根溯源，初拧是谁，中拧是谁，用的几号扳手……上面都有记录。一旦发现哪个高栓工漏拧，就会立即将他换下再次进行培训，同时把他所有拧的螺丝都复查一遍，确保万无一失。”刘曙光告诉记者。

九月初，大桥正桥桥面迎来了最后一项重大主体工程——沥青铺装。一辆辆升温搅拌运输车，将一车车沥青从三十公里外的拌合厂运送到桥面上。此时，沥青的温度从出厂时的180℃，悄然升至现场所需的220℃以上。虽是以自动化铺设为主，但铺设现场仍需要大量工人轮班作业。尽管盛夏高温天已过，但沥青刚一铺上，迎面而来的热气就使得在桥面参与铺装的工人们浑身湿透，有人打趣地将这一环境比作“铁板烧”。由于沥青铺装需要保证平整度和连续性，因此工人们大多是在“铁板烧”的环境下从早上持续工作到傍晚。

其实，在大跨径钢桥面上进行沥青铺装，此前一直是公认的世界级难题。因为钢桥面板刚度大，在重载车辆荷载作用下局部容易受力变形。所以除了沥青配合比要达到路面要求，更要让沥青达到以柔克“钢”的效果——桥动，沥青也要跟着动。

为了实现这一效果，此次大桥主桥钢桥面和引桥混凝土桥面的铺装都采用了“上海方案”，由上海隧道股份路桥集团旗下的城建日沥公司根据大桥的实际情况度身定制了一套耐久性方案。大桥上所用到的每一车的沥青都是该公司根据“定制下单”，在全程保温环境下“新鲜直送”到施工现场，并在高温环境下完成施工。

“对于不同的路面环境而言，沥青产品就像不同型号的‘化妆品’，同样需要精细配比。此次在大桥上使用的高弹沥青就如同是‘敏感体质专用’，为此我们的研发人员进行了多次适配，每配出一批，都要进行反复的测试，以确保材料的抗车辙性、抗剪切力、耐高温性、耐低温性、抗水损坏性等重要参数达到标准，通过断裂、重做、再断裂、再重做的过程，最终形成了眼下‘溶剂型橡胶沥青防水层+浇筑式铺装+高粘高弹沥青’方案，为大桥提供全方位立体式保护。”上海城建日沥公司副总经理蔡明告诉记者。

在经过打磨后的钢桥面上，首先刷上了一层溶剂型粘剂，它们既能有效防止钢桥面锈蚀，又能和中间的浇筑式铺装

层很好地粘附，最上面则将铺装直接面对行车磨损的高粘高弹改性沥青。据上海城建日沥公司技术总监朱天同介绍，这种沥青具有极强的随形性，抗变形能力强，高温时可防车辙，低温时可防开裂，路面寿命至少在20年以上。

## 20岁时就曾参与建桥 73岁还在桥上修文物

记得在南堡贴完瓷砖那天，班长叫我把我多余的瓷砖拿下去，我当时有点累就没拿。这次重修桥头堡时上来一看，当初‘藏’在角落里的几块红砖，竟然都还在。

2014年，南京长江大桥被纳入“不可移动文物”保护范畴。2016年，大桥的桥头堡成为首批20世纪中国建筑遗产，2018年，大桥被列入全国首批工业遗产保护名录。此次大桥的闭门改造，除了在功能性上的大幅度提升，桥头堡、三面红旗、工农兵雕塑等桥上古迹的修缮工作同样令人关注。

73岁的徐冬生，是负责大桥文物修复施工的江苏鸿基节能新技术服务有限公司项目经理。记者7月初在大桥上见到他时，他正在大桥一侧的栏杆处，仔细检查一块块刚刚安装完毕的铸铁浮雕。这些浮雕都是“老物件”。在经过表面喷砂除锈、加固修补以及涂刷防锈漆后，重新安装就位。

“当时，我们对这些浮雕逐一编号、清点、拆解。发现原本应该有202块，却少了一块。一查资料才知道有一块多年前被撞入了江中。后来通过档案馆查阅当年设计图纸得知少掉的那块是‘草原牧马’，就通过3D扫描制图又还原了一块，补上了多年的缺憾。”徐冬生说。

为何年过七旬还会出现在大桥工地上？徐冬生坦言，他是工地上唯一一个曾在半个世纪前参与过大桥修建，如今又继续为大桥服务的建设者，和大桥感情极深。

1965年，高中毕业后的徐冬生开始参加大桥的建设工作。“眼前的这些栏杆、浮雕，还有头顶桥头堡上的三面红旗的安装，我当时都参与了。最初的那三面红旗，我们贴的是红色玻璃瓷砖。记得在南堡贴完瓷砖那天，班长叫我把我多余的瓷砖拿下去，我当时有点累就没拿。这次重修桥头堡时上来一看，当初‘藏’在角落里的几块红砖，竟然都还在。”

据徐冬生介绍，大、小桥头堡及两堡之前桥墩的外立面，是这次的修缮重点。要达到修旧如旧的效果，还原外立面的水刷石工艺是“重中之重”。他把记者领到了项目部西侧的一处角落，那里至今还保留着十几块水刷石小样板。“可能乍一看你觉得这些板都差不多，但其实每一块都有各自的特征。像这块，颜色就偏白，颗粒相对比较粗。这块颜色偏黄但石子相对细腻。”他告诉记者，当初他们精心挑选了不同颜色的石子，然后加上铁黄粉和水泥进行调配，前前后后做了30多个小样，通过反复对比实验，才定下了现在这个最接近原外立面观感的效果。

10米多高的工农兵群雕，从改造前的灰白色，悄然变成了如今的淡粉色。据大桥文物保护设计负责人，东南大学建筑学院副教授、博士生导师淳庆介绍，历经半个世纪风雨，雕塑原本的表层已经被严重风化，颜色也剥落为灰白色。但他们通过查阅当年的设计图纸、施工图片，并走访了多位当年的设计及建设者后得知，群雕内部应为空腔钢筋混凝土结构，表面采用斩假石面层，最外面还有一层颜料。工作人员在现场选取雕像一块隐蔽的地方凿开，勘察由外到里不同层的构造、颜色，推断出了现在的淡粉色是工农兵群雕的本色。为确保这一淡粉色的“肤色”能保持得长久，施工人员在对其表面喷涂了一层无色透明的憎水剂。

在经过修复后，同为大桥标志性景观的299盏白玉兰灯很快也将重新点亮。尽管造型和布置没有变化，但在光源的选择上则选取了质量较为稳定的LED光源，照度将比以往有所提升。未来，黄白两色将是大桥的整体主色调。所有的LED灯都可以在黄色与白色之间进行色温的控制调节。至于桥头的三面红旗雕塑，将使用红色LED灯进行强化动态处理，呈现出红旗在风中飘扬的效果。

在大桥边采访这两天，给记者印象最深的，除了建设者们的尽心付出，莫过于火车从铁路桥上疾驶而过时那强烈的轰鸣和震动感。即便是在室内交流，每当此时也常常听不清对方的话语。记者粗略地算了下，差不多每十几分钟就有一趟列车经过，而这样的状态，要一直持续到深夜。

张武说，2016年底刚到大桥工地时，夜晚的火车声常常让他无法入睡。而眼下，身为项目经理的他最担心的，反倒是“火车怎么不跑了？天天听着有规律的火车声习惯了，偶尔有时隔了较长时间没听到火车声，马上就警觉了，担心是不是我们工地上出了什么问题？”此时，张武一定会用对讲机通知值守的人员检查清楚才安心。碰到台风天、雨雪天来临，即便是已经下班的深夜，大家也会不由自主地打起手电察看，生怕留了什么安全隐患，影响铁路行车安全。

1968年12月29日，南京长江大桥公路桥建成通车。按照计划，今年年底，完成改造的大桥公路桥将重新“敞开怀抱”为全国人民服务。建设者们的精益求精、无私奉献定会化身成最好的“生日礼物”，为“50周岁”大桥的继续开来，注入新活力。

