

南京长江大桥公路桥功能提升改造通车暨建成50周年庆典



自力更生 天堑变通途

——南京长江大桥建设历程(1960—1968)

镌刻时代足迹、凝聚民族魂魄、自立更生的凯歌、艰苦卓绝的跨越、桥梁建设的丰碑，这正是长江上第一座由我国自行设计建造的特大型公铁两用桥——南京长江大桥。

长江南京段，江宽水深，地质条件复杂，终年受潮汐的侵袭和台风的影响，新中国成立以前，国民党政府也曾想在南京修建长江大桥并聘请国外专家前来考察，得出的结论是：在南京造桥，不可能！

自沪宁铁路和津浦铁路通车以后，由于长江阻隔，两岸不能贯通。后来仅靠浦口火车轮渡，每日仅有一对直通客车由轮渡载运过江，交通十分不便。新中国成立后，又增

加了3艘较大的渡轮，仍不能满足国民经济日益发展的需要。1956年，武汉长江大桥还在建设之中，铁道部指定设计总局大桥设计事务所(中铁大桥勘测设计院集团有限公司前身)着手进行南京长江大桥的勘测设计工作。1956年12月完成草测。

1958年8月，铁道部会同省、市等相关部门，经研究确定宝塔桥桥址方案为桥址建议方案，决定按公路、铁路两用桥设计。随即开始南京长江大桥初测工作，同年12月完成。

由于国际国内的多方面因素，南京长江大桥屡建屡停，时间跨度长达9年。1959年11月15日，中共江苏省委为协调地方和施工

单位的工作，决定成立南京长江大桥工程指挥部，大桥工程局局长彭敏任总指挥，梅杨春任总工程师。

1960年1月18日，主体工程正桥墩开工，正桥9号墩钢圈浇筑运下水，宣布南京长江大桥正式开工，大桥建设全面启动。之后，正桥其余9个桥墩陆续开工。建设过程中经历了三年自然灾害和文革时期，广大建桥工人和科技人员怀着对祖国的无比忠诚，忍辱负重，坚守岗位，在建桥过程中自力更生研发成功我国第一代低合金桥梁钢，开发成功多种深水基础工程，南京长江大桥是中国桥梁建设史上的一座重要的里程碑。

1968年9月30日，铁路桥首先通车。下午14时，南京市五万多军民在大桥工地举行了隆重的通车典礼，1000多名市民和部队指战员乘坐彩车驶上大桥。大桥上红旗挥舞，欢声雷动。大桥的配套工程南京火车站也举行落成典礼。过去靠火车轮渡过江包括等待时间约为2小时，现在从大桥上通过只需5分钟。

1968年12月29日，公路桥正式通车。

1978年，大桥获全国铁路科技大会优秀成果奖与全国科学大会奖；1985年，大桥获评国家科技进步奖特等奖；2014年，大桥入选南京不可移动文物。

路桥开始，将于2018年12月29日正式恢复通车。

组织实施

南京市政府全面负责工程的前期筹备组织，通过与铁路部门的多次协商，完成南京长江大桥公路桥的产权移交，为工程的推动创造了先决条件。

上海铁路局作为南京长江大桥的产权单位，在积极配合公路桥产权移交的基础上，统筹协调辖区范围内的铁路运营图，为工程的顺利实施提供有利保障。

南京市交通运输局自2015年起承担工程的具体推进工作，通过精心筹划，先后在国家发改委完成了立项审批，在江苏省发改委完成了工可和初步设计审批。

南京市公共工程建设中心作为工程的建设单位，具体承担了关注度极高、外部环境复杂、安全风险突出、国内桥梁功能提升体量最大工程的组织建设与统筹协调。

上海铁路局南京铁路地方铁路开发有限公司负责了工程控制性节点——涉铁工程的代建。中铁大桥勘测设计院集团有限公司负责了工程的全部设计工作。

中铁大桥局集团有限公司承担了涉铁段和北岸引桥的施工，中交第二航务工程局有限公司承担了南岸引桥的施工。

工程内容

涉铁防护棚架。公路桥功能提升改造过程中，下层铁路正常运营，为保障铁路运营安全，动工前需利用铁路天窗时间在涉铁范围公路下方搭设防护棚架，根据既有结构的构造特点和实施环境，使用吊杆、型钢、厚木板、防水透气膜、花纹钢板组成防护体系，实现公、铁完全隔离，并满足防水、防电、防坠物冲击要求。

公路正桥行车道改造。拆除陶粒混凝土行车道板和公路桥纵梁，替换为整体正交异性钢桥面板，桥面高程、纵梁布置型式保持不变，与既有公路桥梁接触位置布置设钢支墩，行车道铺装使用嵌入预裹碎石浇筑式沥青混凝土下层面与高弹性改性密配沥青混凝土组合形式，取消原顺桥向每32米一道小型伸缩缝，改造后伸缩缝数量由50道减少至5道。

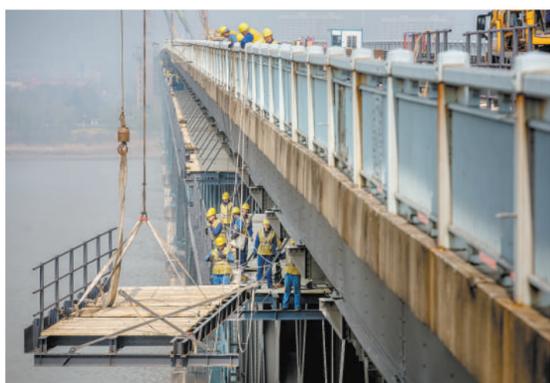
引桥T梁桥面维修。预应力钢筋混凝土主梁和桥墩技术状况均可满足使用要求，仅作局部外观缺陷处理和耐久性防护。针对倾斜较大的摇轴式活动支墩进行修复。

引桥双曲拱桥加固。针对“集零为整”工艺带来的整体性差、构件普遍劣化引起承载能力不足和耐久性问题，采用增大拱肋截面、加大横系梁、换填轻质拱上填料、增设钢筋混凝土桥面板等方式在保有双曲拱桥主体结构的情况下提高其承载能力和使用寿命。

桥面系及附属工程。更换全桥桥面铺装、伸缩装置、标志标线、更换公路桥排水系统，满足尺寸外观要求的情况下提高人行道隔离栏防护能力，更换修缮人行道板及栏杆。

文物修缮。对全桥功能提升改造内容进行文物专项评估，重点针对全桥人行道栏杆、桥头建筑、三面红旗、雕塑、工字堡、路灯灯柱等内容进行文物专项保护性修缮。

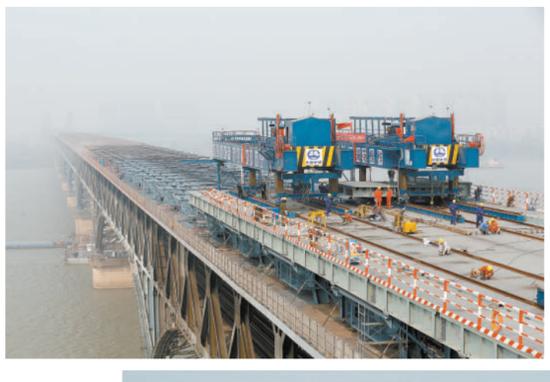
其他工程。增加结构运营监测系统，交通监控设施、夜景照明系统，更新公路用供电设施及弱电线缆通道。



公路正桥防护棚架安装



公路正桥桥面系拆除



公路正桥新制钢梁架设



公路正桥新制钢梁合龙

继承发扬，续写经典显华章

南京长江大桥公路桥功能提升改造

大桥概况

南京长江大桥为铁路双线、公路双向四车道，铁路全长6772米，公路桥长4588米。公路桥由北引桥(4孔双曲拱桥+34孔预应力混凝土简支T梁桥，标准跨径31.7米)、北岸桥头建筑、公路正桥(共1576米，正桥主体结构为128米简支钢桁梁和3联3×160米连续钢桁梁，公路桥置于主体结构之上，由钢桁梁与混凝土桥面板组成)、南岸桥头建筑、南引桥(35孔预应力混凝土简支T梁桥+18孔双曲拱桥，标准跨径31.7米)、回龙桥(12孔双曲拱桥)组成。

改造原因

根据大桥历年的检测评定及中铁大桥(南京)桥隧检测有限公司于2015年对大桥做的全面“体检”，大桥主体结构如公路公用部分的钢桁梁、引桥T梁等技术状况都处于良好状态。然而，正桥上层公路桥混凝土桥面板因长期服役(部分时期超负荷服役)存在劣化、开裂剥落现象，这会下层铁路特别是电气化列车的运营带来安全隐患；引桥双曲拱桥承重结构如拱肋、拱顶大面积开裂、劣化，整体刚度退化严重，附属设施如伸缩缝、排水、栏杆、人行道等功能缺失，桥头堡建筑物老化、破损；特别是大桥公路桥承担着南京及周边地区四分之一的公路交通量，日通行机动车达到8万辆以上，近些年桥面病害在日常小修中无法得到根治。针对大桥存在的这些问题，南京市政府启动了大桥公路桥的功能提升改造工程，整个工程于2016年10月28日封闭公

1.作为一个功能提升改造工程，在保有原主体结构的基础上，工期为何达到26个月？

本工程最大的特点：涉及铁路运营线，且为国内最为繁忙线路之一的京沪铁路。公路桥在铁路线上方，施工过程中铁路不可中断，电气化改造后对铁路的安全管理规定更加严格，施工期间必须保障公路和铁路之间的完全隔离，因此在主体工程动工前须在公路桥下方搭设防护棚架，达到防水、防电、防坠物冲击的作用，以满足铁路运营安全的需要。而防护棚架本身的搭设与拆除均需“铁路天窗”时间即铁路单线或双线无列车通行状态，每周施工时间不超过四天(周末、节假日、春运期间均不可施工)，每天有效工作时间不超过3个小时，作为控制工程的防护棚架，仅其搭设与拆除占据整个工程将近一半的工期，这也是工期达到26个月的最主要原因。

2.公路正桥是如何解决列车通行安全隐患的？又是如何适应如此复杂的边界条件和荷载环境？

使用整体式钢结构正交异性板替换原有的陶粒混凝土行车道板及公路纵梁，解决因钢筋混凝土开裂剥落引起的铁路运营安全隐患，并将原有的50道伸缩缝减少至5道，大为提升行车舒适性的同时，进一步降低了运营期间因伸缩缝漏水造成的电气化列车通行干扰。行车道板更换后不增加公路正桥荷载，即不增加既有构件负荷；为保障公路桥面荷载原有的传力途径，并限制因主结构变形引起的公路桥面竖向位移，在原公路纵梁作用于横梁的支撑位置布设铸钢拉压支墩。

3.引桥简支T梁桥使用近50年后的技术状况，对行业内关于预应力混凝土T梁桥的认识以及维护有哪些启示？

引桥预应力混凝土简支T梁采用铸钢支墩，每孔均在一端固定支墩、另一端设活动支墩，在近50年的运营过程中，未对支墩进行过任何维修，本次功能提升改造亦仅将较少部分倾斜较大的活动支墩进行梁体顶升后复位，未更换一个支墩，这是给我们桥梁工作者的一个启示。南京长江大桥引桥T梁主梁标准跨径31.7米，横向由9片组成，除梁端支点处设有端横隔板外，梁体中部无一处横隔板，然而使用了50年主梁技术状况仍是非常良好的，这点是给我们的另一个启示。

4.针对使用近50年的混凝土结构，如何解决双曲拱桥“新”“老”混凝土之间的有效共同作用？

为解决双曲拱桥因混凝土结构劣化引起的拱肋截面削弱、耐久性降低等问题，在保留原有拱肋的基础上对其进行增大截面加固，通过以下四个技术措施来保障“新”“老”混凝土之间的有效共同作用：构造方面。将表面松散、破损混凝土进行人工凿毛，使粗骨料裸露；植入构造连接钢筋，与新增加侧面、底面钢筋形成框架。

材料方面。受限于增大截面尺寸和拱肋较大的曲率，采用自密实补偿收缩混凝土作为拱肋加固的材料。

力学效应方面。通过采用桥面系、拱上填料等二期恒载卸除后再对拱肋进行加固的工序，使“新”“老”混凝土在恒载作用下即共同参与受力。

5.本次功能提升改造是如何将桥梁专业与智能化和信息化技术相结合的？

本工程增设结构运营监测系统，通过布设传感器实现桥梁特征响应值的自动化实时监测，具体监测内容包括多点支撑情况下桥面板的应力幅值、正桥公路桥与主桁结构变形独立而又关联的内在联系、外部荷载作用下公路面和铁路面的动力响应规律等，使用信息集成、传输技术实现桥梁力学响应的智能化、信息化监测，同步数据对比分析功能为桥梁运营阶段的管养提供决策依据和新模式。

6.涉铁防护棚架搭设及拆除施工有哪些技术特点？

铁路防护棚架防护区域总长2030.3米，宽度约21米，由约2200吨型钢构件、2100立方木板、30万个连接件、4.2万平方米防水

工程解惑与工程技术

中国中铁大桥院及中铁大桥局采访实录

膜及花纹钢板面层、2.7万平方米安全网等材料组成。为解决构件零散、数量庞大但有效作业时间短的问题，施工与设计共同研究了防护棚架整体模块搭设与拆除方法，结合既有构件空间特征通过诸多优化与匹配，将大量工序转至桥面安全空间内进行，大量工作可在“铁路天窗”外时间准备，大大提高了封锁点使用效率，且很大程度上降低了安全风险。该方法作为当前桥梁工程工厂化、预制化、模块化施工理念在防护棚架领域的成功应用，效果显著。

7.在既有主桁上架设新制钢桥面板有哪些质量控制关键点？

新制钢桥面板与钢桁梁在纵向向尺寸匹配的问题。通过工厂预留量及现场实际匹配切割，解决因既有钢桁梁尺寸原始偏差与工厂化新制钢桥面板之间连接、安装匹配问题。

多支体系支墩安装质量控制。钢桥桥面板下方铸钢支墩横桥向间距1.9米，纵向间距8米，一旦支墩顶部高低不平或者钢桥面板底面平整度不足，将造成钢桥面板与支墩有的接触有的不接触，对支墩的结构受力非常不利。为保障正常情况下所有支墩均匀参与受力，支墩及钢桥面板安装时，多支墩与钢桥面板间均匀接触为质量控制的关键点。

钢桥桥面板安装时线形控制。钢桥桥面板通过支墩支撑在既有的钢桁梁上，既有的钢桁梁本身已有其线形，该线形为新建时铁路活载需要的预拱度设置、长期的运营影响及后期的环境影响而形成。考虑到桥面线形对行车舒适性和其他附属工程的影响，钢桥桥面板安装时线形控制也为质量控制的关键点之一。实际施工时，在原桥面系全部拆除完成后，对全桥的钢桁梁在一定的状态下进行一次线形测量，然后对既有的线形进行数据分析拟合出改造后成桥的目标线形，再以目标线形为依据指导钢桥桥面板安装的全过程。

(整版文章和图片由中国中铁大桥勘测设计院集团有限公司和中铁大桥局武汉桥梁特种技术有限公司提供)