

桥梁建造技术，一个甲子的跨越

编者按

作为共和国桥梁建设的主力军，60多年来，中国铁建承建的高、大、难、新、长、特等各种类型的桥梁，总长已超过1.6万公里，相当于在太平洋上从南到北架设一座大桥。在中国桥梁建设史上，中国铁建人以逢山凿路，遇水架

桥，铁道兵前无险阻的拼搏精神，以敢教日月换新天的勇气和智慧书写下辉煌的篇章。

中国铁建的桥梁施工技术从抢修大桥起步，60多年来，从跨河、跨江，到跨越海洋，建造的大桥无论是地质条件，还是结构形式都越来越复杂，直至在世界顶级桥梁刻上了自己的名字。桥，作为技术密集型工程，作为中国铁建最重要的作品之一，也从一个侧面见证着企业科技的进步、发展的脉动、强大的实力。

盘点中国铁建60多年桥梁建设的变迁，将是一项浩大的工程，由于版面所限，在此只能以小见大，选取水上桥、跨度、桥型三个最具科技含量的侧面，管中窥豹，向读者展示中国铁建桥梁建造技术的日新月异。



在创新中走向未来

王清明 宋伟俊

从桥梁工程技术及材料应用角度来看，世界桥梁发展经历了17世纪前以石桥、木桥为主的古代桥梁时期，18世纪至20世纪30年代初以铁桥、钢桥为主的近代桥梁时期，20世纪30年代以来以预应力钢筋混凝土桥、大跨度钢梁桥等为代表的现代桥梁时期。中国是世界公认的建桥最早的国家之一。目前，我国在桥型、桥跨、材料等方面已迈入世界先进行列。

我们这支队伍从铁道兵时期抢修大桥的峥嵘岁月中走来，无论是在梁桥、拱桥、悬索桥、组合体系桥等桥梁结构方面，还是在铁路桥、公路桥、公铁两用桥等桥梁功能方面，已成为我国桥梁建设领域一支举足轻重的力量。

兵改工以来，中国铁建抓住新的历史阶段桥梁建设重要发展机遇，从上世纪90年代初突破大跨度钢筋混凝土梁桥设计施工技术，到本世纪初填补了斜拉桥、悬索桥建设空白，再到目前建设了一批具有世界级水平的跨江、跨海大桥，桥梁设计施工水平快速迈上一个又一个台阶，不断赶超同行企业，跻身世界先进行列，相继成立了中国铁建大桥局和大桥设计研究院，提升了桥梁建设综合能力；承建了世界上跨度最大的钢桁梁柔性拱桥厦高铁路榕江特大桥、世界跨度最大的铁路拱桥云桂铁路南盘江特大桥，正在建设世界上跨度最大的自锚式悬索桥重庆轨道环线二期鹅公岩长江大桥以及真正意义上的跨海桥平潭海峡公铁两用大桥等，设计了世界跨度最大的铁路钢箱混合梁斜拉桥宁波枢纽甬江特大桥等。

未来，桥梁建设将更加注重建筑外观造型，更加注重与城市环境和人文景观相和谐，更加注重生态环境与可持续发展，并将在超百米深水基础、超大跨度组合体系桥、新材料应用以及使用寿命等方面提出更高要求。中国铁建只有通过江河湖海、深山峡谷建桥技术上的创新与突破，才能站上桥梁建设的制高点，实现企业发展新跨越。

作者简介：王清明，中国铁建副总工程师兼科技设计部部长。宋伟俊，中国铁建大桥局总工程师。

延伸阅读

中国铁建设计的部分代表性桥梁

●**八渡南盘江大桥：**铁一院设计，世界高墩V撑第一桥。

●**大西高铁晋陕黄河特大桥：**铁一院设计，目前我国高速铁路跨越黄河最高、最长、建设规模最大的桥梁。

●**甬江特大桥主桥：**铁四院设计，世界最大跨度的铁路钢箱混合梁斜拉桥。

●**丹昆特大桥：**铁四院设计，目前世界最长的桥梁。

●**松花江公铁两用桥：**铁五院设计，我国首次在高寒地区建造的现代化公铁两用桥。

●**邹鲁大桥：**铁五院设计，目前世界最重转体桥，同时也是世界上采用单球铰转动体系施工的最长桥梁。

●**绥芬河市新华街斜拉桥：**中铁上海院设计，在国内大跨度桥梁转体施工中首次采用单点平铰的转动支撑体系。

●**宿淮铁路京杭运河特大桥：**中铁上海院设计，目前国内单线铁路最大跨度连续钢管拱桥。（刘 桢整理）

水上桥

跨河



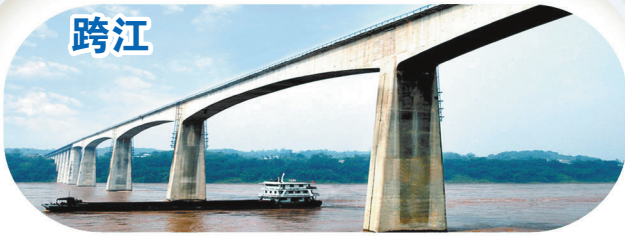
包兰铁路三盛公黄河大桥（1957年～1958年）

与滔滔河水的首次较量

包兰铁路三盛公黄河大桥是包兰线的重点工程。大桥全长682.5米，设计为12孔55米下承式钢桁架，基础采用当时先进的“射水沉桩”方法施工。大桥于1957年4月开工，由铁道兵独立桥梁团（今中铁十八局）承建，这是铁道兵部队首次在波涛滚滚的黄河上修建大桥。

大桥地处鄂尔多斯高原，冬季气温降到零下20多摄氏度。冰层覆盖在高耸的吊装架上，既冷且滑，战士们得用斧头砍掉冰块才能攀登作业。有时河面上刮起六七级狂风，他们得用保险绳把身体绑在桩架柱上艰苦作业。到了春天，黄河解冻冰开，冰排顺流而下，严重威胁桥墩的安全。对漂流在河中的大冰排，施工部队请炮兵发射炮弹击碎，离岸近的则投掷炸药包爆破，从而避免了冰排碰撞桥墩的危害。1958年9月10日大桥建成通车。（陈远谋）

跨江



泸州铁路长江大桥（2000年～2002年）

跨越天险的七百天鏖战

2000年冬，隆（昌）叙（水）铁路泸州长江大桥开工。中铁十二局一公司承建了这座当时全国同类型铁路大桥中位居第一的跨长江大桥。

泸州长江大桥全长1444.5米，主桥为一联5跨连续刚构梁，最大跨度144米，突破长江天险是大桥施工的关键。当年的水文资料显示：施工区域江面宽800米，水深20多米，最大水流速度每秒4.4米，有11个桥墩在水中。

2001年5月，湍急的江水将3号深水墩处冲刷成一个巨大的驼峰，高处的鱼背石梁和底部的冲沟相差11米，而且地质软硬不均，钢护筒在水中一挨到鱼背石梁就滑行错位。项目部通过技术攻关，成功解决了护筒固定、沙卵石层塌孔、涌水等技术难题。经过730天的鏖战，2002年12月5日，泸州长江大桥贯通。（邹经纬）

跨海



平潭海峡公铁两用大桥（2013年～）

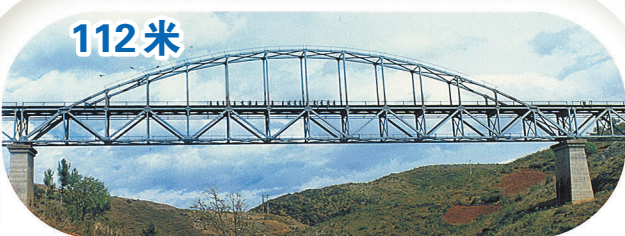
产研携手征服施工极限

正在建设中的平潭海峡公铁两用大桥是国内第一座公铁两用跨海桥，下层为双线1级铁路，上层为6车道高速公路，为世界在建难度最大的海峡大桥。

该桥面临许多困难与挑战：位于世界三大风区之一，全年6级以上大风天数超过300天，年有效作业时间不到120天；最大水深42米，最大潮差达7米，严重影响桩基础施工；所处位置海床面高差起伏大，岩面倾斜，无覆盖层的高强度裸岩接近于钢的强度。为攻克技术难题，项目部借助集团博士后工作站，通过与相关科研院所合作，搭建科技研发平台，主导研制出国内首台“SPZ2700×2/64型双孔连做节段拼装造桥机”；对比钢护筒的受力方式及钢管桩结构布置，优化栈桥和作业平台，增加栈桥长度使海上施工陆地化。这些技术在国内桥梁施工技术领域都处于前沿。（王晓刚）

跨度

112米



成昆铁路迎水河桥（1966年）

万颗螺栓拧出中国骄傲

成昆铁路迎水河桥位于云南禄丰县境内，两端与隧道相连，全长203米，最长孔跨度112米。由铁道兵第七师三十三团十三连（今中铁十七局）施工。

迎水河桥采用的是由2600多根大小不同的杆件和3.5万颗高强度螺栓连接组成的栓焊梁。当时采用这种新技术建桥，在我国尚属首次。修建这座桥，技术复杂，精度高，质量要求严。十三连是新组建不久的连队，新战士多，缺乏修桥的技术和经验。连队接受任务后，干部战士们在技术人员和老工人們的悉心指导帮助下，边干边学，终于提前41天高质量地建成了这座精度高、难度大的桥梁。

迎水河桥造型美观，它跨越深谷，且避免了修建桥梁高墩，这在中国桥梁建造史上是首创。同时，其112米的跨度超过了美国同类桥梁109米的最大跨度，是当时世界上跨度最大的系杆拱桥之一。（陈远谋）

160米



天津彩虹大桥（1996年～1998年）

沿海软基托起新的跨度

国内最大跨度的下承式柔性系杆拱桥——天津彩虹大桥位于天津市滨海新区，全长1216米，其中主桥长504米，宽29米。该桥采用拱脚与桥墩完全分离的简支下承式柔性系杆刚性拱，为国内首次采用的桥梁结构形式，其计算跨度160米是国内下承式柔性系杆拱桥的最大跨度。

彩虹大桥如同一条板凳，板凳脚就是桥墩，脚踩得稳不稳尤为关键。当时国内已建成同样桥梁有10余座，但都处在比较好的地质条件下，所采用的工艺不能满足天津滨海新区软基沉降的技术要求。建设者通过不断创新，在该拱桥两拱脚下设置支座，在两拱脚之间设置强大的系杆以平衡拱的水平推力，确保大桥稳定。为确保质量，还有毫米级监测“千里眼”实时跟随保证施工精度。该桥的顺利竣工为在沿海软基、平原地区建造同类桥梁积累了丰富经验。彩虹大桥获得了天津市科技进步奖。（伍 振）

600米



重庆市鹅公岩长江大桥（2014年～）

世界之最将在这里诞生

在山城重庆，波光潋滟的长江之上，目前世界跨径最大的双塔双索面自锚式悬索结构桥梁正在紧张施工中。

重庆市鹅公岩长江轻轨专用大桥，是中国铁建承建的重庆市轨道交通环线二期（上浩至重庆西站）BT融资项目的重点工程，由中国铁建大桥局一公司承建。大桥全长1650.5米，引桥长530.5米，主桥长1120米，主跨600米，在世界同类型桥梁中跨径最大。工程2014年5月4日正式开工，合同工期为1065天。

重庆市鹅公岩长江大桥在世界同类型桥梁中跨度最大，并开创多项第一。为解决由此带来的诸多技术难题，项目部开展了4大课题17项技术研究。目前已顺利完成了“主墩深水基础施工技术研究”和“主塔快速施工及安全防护技术研究”等10项课题。无论是施工进度还是技术突破，该桥在国内乃至世界同类型桥梁中都处于领先地位。（陈树青）

桥型

梁桥



京九铁路泰和赣江特大桥（1993年～1994年）

空中悬浇演绎全新工法

传统意义上的桥梁似乎永远是架设而成的。而京九铁路泰和赣江特大桥却是用钢筋混凝土从墩身顶部直接悬空浇筑而成的。作为京九铁路的重点工程之一，泰和赣江特大桥由于受赣江流域面积和河流航运影响，要求桥梁梁底标高在通航水位以上净高10米，净宽不小于70米。因此，该桥主跨第2、3、4、5孔通航孔采用跨度为80米的悬臂浇注连续梁，这在当时的技术条件下具有很大的施工难度。

施工过程中，墩身顶部的梁端所构成的“T”字形分段均衡地向两端延伸，像巨人伸出的巨臂一样，最后在空中“拉手”合成一个连续的整体梁。这种桥梁的专业术语叫“预应力钢筋混凝土悬臂箱型梁”，简称“悬灌梁”或“悬浇梁”。在京九铁路线上，这种施工方法带来了国内桥梁施工领域的一次重要技术革新，而泰和赣江特大桥也被誉为铁路建桥史上的奇迹。（陈明星）

斜拉桥



小西湖黄河大桥（2002年～2003年）

美丽身姿扮靓古老金城

波光荡漾之间，一道绚丽的彩虹镶嵌在美丽的黄河之上。作为兰州市的标志性建筑——小西湖黄河大桥是国内第二座矮塔斜拉桥。

中铁十二局四公司施工的兰州市小西湖黄河大桥由黄河大桥主桥和滨河中路立交两部分组成，主桥为跨越黄河而设，设计为双向六车道，为预应力混凝土双塔单索面部分斜拉桥，采用塔梁固结、梁墩分设结构形式，结构新颖独特，施工工艺十分复杂。中铁十二局四公司首次在国内采用大口径薄壁混凝土围堰施工解决水中墩施工难题，运用大截面混凝土箱梁非蒸养技术解决了高寒地区冬季施工难题，桥塔索鞍施工在国内首次采用分管及抗滑锚施工技术，解决了养护和换锁难题，两项成果在国内领先，一项成果填补国内空白。

漫步夜色中，小西湖黄河大桥色彩斑斓。桥上，车水马龙；桥下，波光粼粼。（许海霞）

多种桥型组合



云桂铁路南盘江特大桥（2010年～）

“七桥连体”迈向科技之巅

在红河州弥勒市与文山州丘北县交界处，赤色的南盘江江面上270米高空处，云桂铁路南盘江特大桥宛如一道飞虹静卧在云雾之中。这座预计今年底通车的特大桥全长852米，跨度416米，是目前世界上客货共线高速铁路最大跨度柔性骨架钢筋混凝土拱桥。

大桥结构及施工集拱桥、斜拉桥、连续梁桥、简支梁桥、T构桥、连续刚构桥、悬索桥7种桥型于一体，集深基坑、大体积混凝土、高桥墩和骨架的外包混凝土于一身，施工难度位居世界同类桥梁前列。主桥单跨达416米，比著名的美国胡佛水坝公路大桥长87米，是我国铁路桥梁建设的重难点科研攻关项目。

项目开工建设以来，中铁十八局组建了以中国工程院院士、国内桥梁专家为主要成员的现场专家组，先后对大体积混凝土施工等12项瓶颈工序展开科技攻关，确保了柔性骨架的高精度合龙，整体技术达到国际先进水平。（马 靖）