

改革开放40年

中国桥 不断刷新世界级

本报记者 王萌

碧波之上，港珠澳大桥飞架香港、澳门、珠海三地，以气贯长虹的“中国跨度”，飞越沧海百年的历史风云，展现当代中国的雄健风采。图为晚霞中的港珠澳大桥。新华社记者 梁旭摄

10月23日，习近平总书记宣布港珠澳大桥正式开通。习近平强调，港珠澳大桥的建设创下多项世界之最，非常了不起，体现了一个国家逢山开路、遇水架桥的奋斗精神，体现了我国综合国力、自主创新能力，体现了勇创世界一流的民族志气。

回顾中国桥梁发展史，每一座大桥的设计与施工建造，背后都凝聚着建设者自主创新的智慧和勇气，一座座世界级桥梁相继落成，让中国从桥梁大国迈向桥梁强国。目前，中国公路桥梁总数超过80万座，铁路桥梁总数超过20万座，成为世界第一桥梁大国。在世界排名前十的大跨度梁桥、拱桥、斜拉桥、悬索桥中，中国都各自占据半数，中国桥梁已成为响亮的中国品牌。

掌握造桥核心技术

金秋10月，伶仃洋上海天一色、潮声阵阵，依傍着这片中国南海水域的城市群迎来深具意义的一天。

10月24日9时，港珠澳大桥正式通车运营。这座筹备6年、建设9年而成的“国之重器”，正式进入公众生活。

这是中国桥梁建设史上里程最长、投资最多、施工难度最大的跨海桥梁项目，被英国《卫报》誉为“新世界七大奇迹”之一。有人评价，它是交通工程界的“珠穆朗玛峰”。

对于这座目前世界上综合难度最大的跨海大桥而言，每项荣誉的背后，都是一组组沉甸甸数据的支撑。

全长55公里，世界总体跨度最长的跨海大桥；海底隧道长5.6公里，世界上最长的海底公路沉管隧道；海底隧道最深海面下46米，世界上埋进海床最深的沉管隧道；对接海底隧道的每个沉管重约8万吨，世界最重的沉管；世界首创的深插式钢圆筒快速成岛技术……中国桥梁建设者研发了10多项世界领先的专用设备和系统，获得了500多项专利，攻克了10余项外海沉管安装世界级的工程难题。

中国是桥的故乡，自古就有“桥的国度”之称。中国桥梁在古代基本上保持了领先水平，近代虽然建桥技术远远落后于发达国家，但在新中国成立后，我们奋起直追，用60多年的时间赶上了世界先进水平。如今，中国不仅建成了一批技术复杂、科技含量高的公路铁路大桥，还掌握了不同类型桥梁结构设计、建造及养护等方面的多项核心技术。

2013年7月建成通车的嘉绍大桥，地处钱塘江尖山河段，江海交汇地方，江道宽浅、潮强流急、含沙量大。中国建设者们一举攻克了多塔斜拉桥结构体系、刚性较新型装置、钢箱梁检查设备关键技术难题，项目成果获得了2016年国际桥梁大会古斯塔夫·林德撒尔奖、2016年国际道路联合会全球道路设计成就奖，在世界范围内得到了广泛认可。

“中国桥梁建设拥有深厚的历史背景，并随政治、经济、科学技术发展不断前行，在改革开放后迎来了发展的黄金时代，并在近些年进入了全面发展阶段。”北京交通大学土木建筑工程学院院长大桥建养工程研发中心副主任雷俊卿说。

创新壮大“桥梁家族”

从斜拉桥到悬索桥，从铁路大桥到公铁两用桥，从跨江大桥到跨海大桥，中国桥梁建设者步步探索，自主创新，中国“桥梁家族”不断壮大，以令人惊叹的规模和速度迈向世界前列。

1991年，中国自行设计、自主建造的上海南浦大桥建成通车，中国桥梁成功实现了从建造200多米跨度的斜拉桥向建造主跨423米的组合梁斜拉桥的突破。1993年，上海自行设计、施工建成了当时世界最大跨度的斜拉桥——杨浦大桥，主跨达到602米，建成时居世界斜拉桥跨度之首，它是中国大跨度桥梁的又一里程碑。两座斜拉桥

要有以下三方面。

一是设计水平的提高。主要体现在桥梁勘测技术的提升、设计理念的提升、设计技术的不断改进以及桥梁跨度的不断突破等方面。高设计水准为桥梁建设不断创新提供了有力的坚实基础。

二是施工技术的发展。桥梁尤其是特大跨桥梁成套施工技术从无到有，桥梁钢和混凝土构件的预制及安装技术不断完善，如机器人全自动焊接的钢梁、整孔架设的大吨位吊机、变海上施工为陆地预制制造的技术与理念、产业装备的升级换代与新产业工人队伍的壮大、大量的施工经验积累等，为桥梁建设提供

了强大的技术保障。

三是科研水平的提升。近几十年，桥梁领域不断取得高水平科研成果，尤其在桥梁的新材料应用、设计理论的提高、基于可靠度概率论的极限状态的设计规范修编、钢桥的疲劳与稳定、跨海大桥的抗风浪流的深基础、抗风减震的防灾减灾、健康监测评估等方面，取得了一系列优异成绩。人性化、智能化、绿色化及可持续发展化成为了当代桥梁建设的关键词，不断创新的科研成果是桥梁事业发展的坚实后盾。

如今，中国桥梁建设者和科研人员紧盯国际前沿技术，在桥梁结构体系设计、核心新

材料研发、关键施工工艺、施工装备创新上刻苦攻关，使中国桥梁技术高度不断攀升，难度不断刷新。世界最大的跨海大桥——港珠澳大桥的通车就是很好说明。

中国能迈向桥梁强国，是桥梁建设者在桥梁技术上不断发展和创新的结果。未来，对中国桥梁建设而言，创新仍然至关重要。这主要表现在理念和设计、新材料、工艺技术创新上。通过施工技术的创新与应用，可以在桥梁建设中采用新技术、新工艺、新材料，同时保证施工安全、提高施工质量、促进施工进度、节约施工成本的目标得以顺利实现。

本报记者 王萌采访整理



▲ 1997年建成的广东虎门大桥，被誉为中国的“第一跨”。如果将两根主缆的钢丝拉成一条钢绳，足可绕地球一圈。
图片来源：人民网



► 2011年1月通车的南京大胜关长江大桥，是世界首座六线铁路大桥，被誉为“世界铁路桥之最”。
图片来源：人民网



▲ 贵州在喀斯特高原上架起2万余座桥梁，创造了数十个“世界第一”。图为位于贵州、云南交界处杭瑞高速上的北盘江大桥，这是目前世界最高的大桥。
新华社记者 陶亮摄



▲ 沪通长江大桥是目前世界上最大跨度的公铁两用斜拉桥。大桥于2014年3月1日开工建设，计划工期5年半。因为10月21日，沪通长江大桥天生港航道桥桥面环氧沥青正式摊铺。
许丛军摄（人民视觉）

的成功建造增强了中国桥梁人自主建设大跨度桥梁的信心。

此后，中国开始酝酿建造现代悬索桥。1994年建成的主跨452米的汕头海湾大桥是中国第一座现代意义上的悬索桥。接着，广东虎门大桥于1997年建成。该桥是中国第一座大型悬索桥，其主航道跨径888米，被誉为中国的“第一跨”，桥的主缆长16.4公里，如果将两根主缆的钢丝拉成一条钢绳，足可绕地球一圈。1999年，中国第一座超千米的悬索桥——江阴长江大桥建成通车。

进入21世纪后，中国桥梁建设进入了一个全面发展的阶段，多座世界级大桥陆续建成。跨江、跨河等大跨度桥梁建设成为桥梁工程的发展主流。

2008年6月建成通车的苏通长江大桥，全长32.4公里，跨径1088米，是当时世界上最大的斜拉桥，创造了多项世界纪录。

2011年1月建成通车的南京大胜关长江大桥，是世界首座六线铁路大桥，设计时速300公里，代表了中国当时桥梁建造的最高水平，被誉为“世界铁路桥之最”，是目前世界上设计荷载最大的高速铁路大桥。

2011年6月建成通车的丹昆特大桥位于京沪高铁江苏段，起自丹阳，途经常州、无锡、苏州，终到昆山，全长164.851公里，是目前吉尼斯世界纪录所记载的世界第一长桥——是美国庞恰特雷恩湖桥的4倍多，是世界最长的高铁桥。

2016年12月建成通车的北盘江大桥，跨越云贵两省交界的北盘江大峡谷，与云南省的杭瑞高速普立至宣威段相接。大桥全长1341.4米，桥面到谷底垂直高度565米，相当于200层楼高，是目前世界最高的大桥。

此外，在建设五纵七横主干公路的同时，中国开始了跨海工程建设。先后建成了东海、杭州湾、胶州湾和舟山连岛等10多个跨海大桥工程。2011年6月建成通车的青岛胶州湾跨海大桥，全长36.48公里，是当时世界最长的跨海大桥，获得国际桥梁组织颁发的乔治·理查德森奖，为中国桥梁工程获得的最高国际奖项。

不断创造世界之最

近年来，中国桥梁建设者与科研人员在工程实践的基础上，紧跟国际桥梁建设前沿技术，不断在桥梁结构体系设计、核心材料研发、关键施工工艺、施工装备创新上刻苦攻关，许多突破世界性技术难题的中国桥梁建成，许多创世界之最的桥梁正在建设之中。

2014年3月开工建设的沪通长江大桥，是沪通铁路全线的控制性工程，是世界最大跨度1092米的公路铁路两用斜拉桥，也是世界首座跨度超过千米的公铁两用桥梁。大桥全长11072米，副航道桥主跨336米，合龙精度控制在毫米级。

正在建设中的福平铁路平潭海峡公铁两用跨海大桥，是中国首座公铁两用跨海大桥，大桥建成后，将成为世界最长公铁两用跨海大桥。由于大桥桥址处风大、浪高、水深、流急、潮汐明显，自然条件恶劣，地质复杂，也是世界在建难度最大的跨海公铁两用大桥。

毫不夸张地说，世界上所有有难度、创纪录的桥梁，大部分由中国建造。目前，在世界前十名最高桥梁中，有8座在中国；而在2020年前将完工的世界铁路10座最高大桥中，有9座是中国建造的。过去5年，中国在万里长江上同时建设着11座大桥，其中4座刷新不同桥型桥梁的世界跨度纪录——武汉，主跨1700米的杨泗港长江大桥一跨过江，将成为世界跨度最大的双层公路悬索桥；重庆，新白沙沱长江大桥，是世界首座双层6线钢桁梁铁路斜拉桥；南通，主跨1092米的沪通长江大桥，将再度刷新世界公铁两用斜拉桥跨度纪录；镇江，主跨1092米的五峰山长江大桥，将成为世界最大跨度的公铁两用悬索桥。

雷俊卿表示，国内外长大桥的建设与养护管理技术的需求，使中国正从桥梁建设大国走向桥梁建设强国。可以预见，在未来5到10年，中国桥梁技术创新和桥梁建造水平还将有更新更大的突破。

观点

创新，永远是目标

■ 受访专家：雷俊卿（北京交通大学土木建筑工程学院院长大桥建养工程研发中心副主任）

中国桥梁能够在短短几十年内取得一系列突出成绩绝非偶然，从根本上来说，中国综合国力不断提升，桥梁事业的飞速发展是该背景下的一种厚积薄发。中国桥梁建设拥有深厚的历史背景，并随政治、经济、科学技术发展不断前行，在改革开放后迎来了发展的黄金时代，并在近些年进入了全面发展阶段。高速发展的经济为桥梁建设提供了良好的发展环境，国家的各项政策为桥梁建设提供了更多的发展空间，不停地激励着桥梁建设者们开拓创新，砥砺前行。

从桥梁建设本身来看，快速发展的原因主