

桥见世界第一

智慧索

位于主缆内部，共3根，可监测主缆的温度、湿度、应力应变。

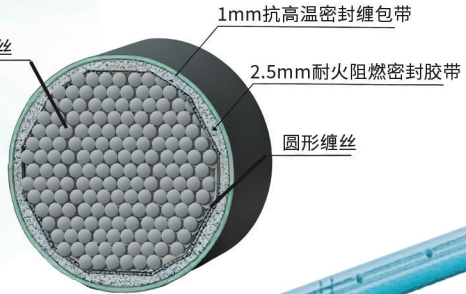
主缆

1根主缆由217根索股组成，每根索股有91根钢丝，每根主缆承载能力可达4万吨。

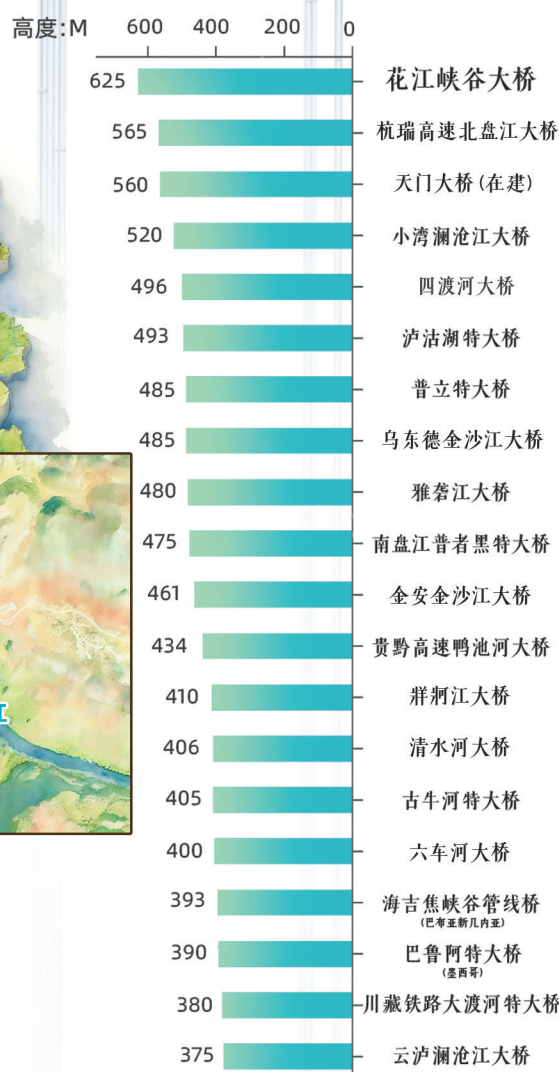
索鞍

位于主塔顶部，负责均匀分布主缆重心。

主缆防火



世界高度前20大桥



数据来源: HIGHESTBRIDGES.COM

锚碇

位于花江峡谷大桥安龙岸，相当于大桥的“秤砣”，作用是保持大桥平衡，体积为16万立方米，重达50万吨。

一横一竖，靠的是科技

贵州日报天眼新闻记者 莫欣欣

我的手臂是主缆，提起8座埃菲尔铁塔

主缆，是一座悬索桥最核心的受力构件。两根主缆，就像两只手臂，紧紧拉起桥面，是悬索桥的生命线。

全球范围内，跨度超过400米的悬索桥超百座。我之所以能成为“世界山区峡谷第一跨”，主要是因为手臂够有力、超强大。

“你的手臂能使出多大力气？”我的回答是——提起8座埃菲尔铁塔。

从建桥之初，设计团队便开始为我的手臂操心。想在花江大峡谷上方建设特大跨径桥梁，需充分考虑气候变化、风力、对大桥受力和寿命等方面的显著影响。

以风为例，峡谷的风陡然增大，形成的巨大推力最终传递给主缆。主缆承受的拉力会瞬间增加，若不是特别结实，便会面临主缆断裂、大桥垮塌的危险。

一般情况下，悬索桥的主缆钢丝抗拉强度都是1860兆帕（MPa）。离我不远的安顺坝陵河大桥，用的便是这一强度。

但是，1860兆帕（MPa）的钢丝，无法应对花江峡谷14级的超强风力。2023年3月至10月，历时7个月的技术攻关，经多方创新研发，我的主缆钢丝抗拉强度提升至1960兆帕（MPa）及以上，而且钢丝直径仅57毫米，直径比最初设计的1860兆帕（MPa）还少了1毫米。

91根钢丝组成1根索股，217根索股组成1根主缆。整座大桥2根主缆共由39494根钢丝组成，长度可环绕地球赤道两圈半。

我叫花江峡谷大桥，坐落在被称为“地球裂缝”的花江大峡谷之上。

我出生在一个造桥实力强劲、家世显赫的“豪门”——贵州，也只有贵州，才能建设世界最高桥。

贵州地处云贵高原，山峦众多、地表崎岖，人们只有逢山开路、遇水架桥。这里已建和在建桥梁超过3.2万座，包揽前三名在内的世界高桥前100名近半数席位。

2017年，位于北盘江的杭瑞高速北盘江大桥建成通车，以565米高度，问鼎世界第一高桥。

每根主缆承载能力可达4万吨，两根主缆便可承载8万吨。1座埃菲尔铁塔重达1万吨，因此我的两个手臂完全可以提起8座埃菲尔铁塔。

当然，手臂不光力气大，还布满灵敏的“神经网络”——智慧索股，这是植入大桥主缆索股的一种光纤传感装置。主缆上一共有3条智慧索股，右幅主缆设置2条，左幅主缆设置1条。

深中通道的伶仃洋大桥也有智慧索股，但只能测主缆内部的温度、湿度。在此基础上，我应用了世界首创的超长应变智慧索，可测主缆内部的应力应变。

如何操作？大桥外部一旦受到任何影响，主缆内部光纤便会像弹簧一样发生形态变化。这时，智慧索股便像神经网络一样，迅速搜集主缆内部数据，并传递到“大脑”分析、反馈，管理人员可在后台直观看到主缆内部的健康情况。

主缆的抗腐蚀和防火能力也是顶呱呱。钢丝采用铝镁合金镀层，本身就有极强的防腐能力。主缆外缠绕三层不同的防火材料，可实现1100摄氏度的火

这一纪录仅保持了8年。打破世界纪录的，还是贵州桥。

2025年9月28日，同样在北盘江上，我凭借桥面距峡谷水面625米的高度，刷新世界第一高桥纪录：全长2890米，主桥跨径1420米，实现“世界山区峡谷第一跨”。

一横一竖，皆是硬核科技。桥梁工程师们一路精益求精，用多项全球首创的技术和工艺，让我成功飞越花江大峡谷。

你是否想了解这背后的奥秘？我的身上，藏着许多精心设计的秘密，接下来为你一一道来。

持续燃烧106分钟。

经工程师们估算，若大桥上发生火灾，消防人员从安顺关岭自治县或黔西南贞丰县赶到现场，不会超过30分钟。

我和工程师们的共同目标是：100年不锈不坏。

我的肩膀是索鞍，是世界首创的锻焊式索鞍

我的两个主缆，重达18万吨。若直接压在主塔上，强大作用力不仅会破坏主塔，也会使主缆被主塔尖锐边缘磨损，造成巨大安全隐患。

这种情况下，主索鞍尤为关键。主索鞍是安装于主塔柱顶部的一个装置，它像肩膀一样，稳稳接住主缆后，让它平滑转弯，把巨大的重量均匀地传递给主塔。

值得骄傲的是，我拥有世界首创的锻焊式索鞍，长约19米、宽约38米，高约32米。

这一制造工艺诞生的背后，是对贵州桥梁工程师们的严峻考验。

传统的索鞍制造技术为铸造式、铸焊式，生产的索鞍内部容易产生气泡、裂纹，且重量太重，不利于山区运输、吊装。锻焊式，更适合超大跨度的超级工程。

2023年初，在贵州省交通运输厅组织下，《悬索桥

锻焊式索鞍创新技术研究》正式开题。在多方科研人员的共同努力下，取得悬索桥锻焊式生产和施工的成套科研成果。

索鞍材料经反复锻打，主索鞍、散索鞍重量比铸焊式索鞍分别降低26%、31%，整体强度却提高44%，可适应更大跨度、更大荷载、更强承载能力。

2024年3月23日，索鞍开始全面起吊施工。为保证构件产品质量、减轻吊装运输重量，鞍体被分成三块，吊至塔顶后拼接。

目前，整座大桥拥有4个主索鞍、4个散索鞍。位于主塔顶端的主索鞍，安上了翠青色的鞍罩，并将在罩中安装除湿系统，保证鞍室内湿度低于50%，有效地延长主缆和索鞍的寿命。

我的眼睛是北斗，定位安装2.1万吨的钢桁梁

想要“横竖”都拿第一，本就绝非易事。而要在“地球裂缝”之上实现，难度更是超乎想象。

山有四季，十里不同天，说的便是花江大峡谷。由于存在1850米主峰到370米河谷的地势落差，峡谷白天和晚上温度差异极大。

对人而言，天凉加衣、天热减衣，十分简单。主

缆架设，却无法如此灵活。由于钢材会热胀冷缩，工程师们只好白天架设主缆，晚上待钢材恢复正常后调整位置。

对一般的大桥而言，传统的主缆施工方法是人工观察、辅以仪器检测。然而，夜间光线不足、山间易产生大雾、大风等影响，均会影响主缆架设精度。

2022年6月，多家科研院所及单位工程科研人员开展了《悬索桥主缆智能化安全架设关键技术》的课题研究。

通过一年半的不断攻关，我有了一双慧眼——北斗。

通过在主缆上安装北斗定位终端，实现对主缆三维坐标的实时动态监测。随后，智能软件控制系统会通过内置算法，计算出主缆的空间位置及变化，实时调整主缆、稳、准、快完成主缆施工。

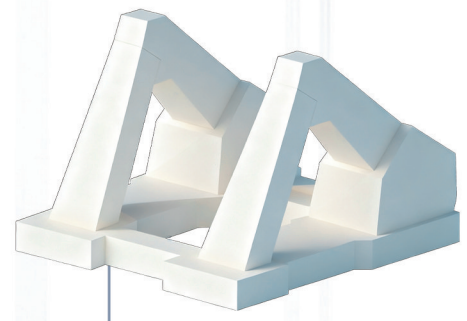
这双眼睛用处还很多。

钢桁梁作为大桥的“脊梁”，吊装位置和姿态十分关键。由于地形复杂、跨径大、重量重，吊装施工难度极大。结合北斗定位技术，建设团队创新研发出第四代智能缆索吊装系统。

新系统比前三代复杂，由一键吊装系统、本地集中控制系统、北斗定位系统等10个系统融合集成，并安装30余套高清摄像头及各类传感器。操作更简单，整个钢桁梁吊装过程中，通过北斗定位，跑车、吊具等位置将实时反馈到一键吊装系统等，轻松实现起重、牵引、自动调节位移。

仅2个月时间，总重约2.1万吨的钢桁梁便安装完成，创造了新的贵州建桥速度。

9月28日，花江峡谷大桥正式通车。世界桥梁史的纪录，再一次由贵州定义：人类基建想象力和创造力的边界，再一次被拓展。



北斗定位

主缆安装、钢桁梁吊装时使用，可实现精确定位。

中央抗风稳定板

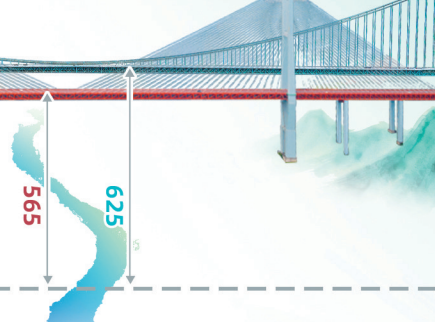
桥面中央2米高的稳定板，能消除90%的横向风振。

钢桁梁

钢桁梁是大桥的骨架，为水滴形截面，有效降低30%的风荷载。

我的超越之路

花江峡谷大桥 杭瑞高速北盘江大桥



成为世界第一高

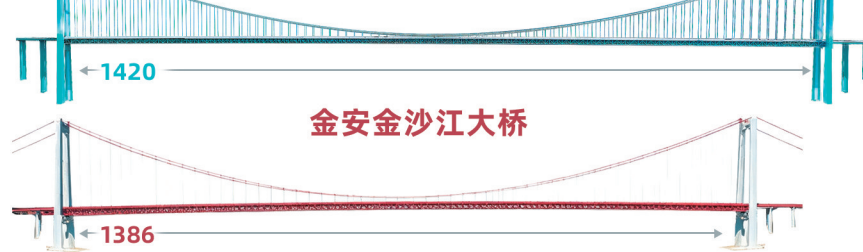
在我建成之前，北盘江上“称王”的，是杭瑞高速北盘江大桥。它从桥面至江面垂直高度达565米，2016年年底建成通车，保持“世界第一高桥”的纪录。

后来设计师们发现面对花江大峡谷这一超级天堑，当高线位桥和低线位桥造价相当，若是选择低线位桥，桥的长度会缩短，但要面临更大坡度，以及更多、更长的隧道。

高线位桥坡度较小、路线平顺，还能辐射带动桥梁附近乡镇、村寨发展。大桥必须从山顶附近跨过峡谷。

最终，贵州决定迎难而上，选择625米这一桥面距水面垂直高度。可以说，我的“世界第一高”，是一个充满智慧与挑战的选择。

花江峡谷大桥



成为世界山区第一跨

金安金沙江大桥，是云南省丽江市境内连接永胜县与古城区的过江通道，位于金沙江水道之上。它凭借1386米的主桥跨径，建成之初就成为“世界山区最大跨径悬索桥”，2020年底建成通车。

在我的出现，超越我的阶段，设计师们曾考虑过短桥方案。桥的长度缩短，但路基绕行距离会变得很长。短桥投资加上绕行的路基投资，费用并不低、出行时间也未必减少。于是，他们选择了直线距离的长桥设计方案。

最终，我的总长2890米，主桥跨径1420米，刷新了世界纪录，成为新的世界山区桥梁跨径之最。

主塔

主塔的部分构件为大体积混凝土，使用智能温控系统，可帮助混凝土自动调节温度，保障安全。

承台

承台为大体积混凝土装置，可承受、分布由墩身传递的荷载，高度8米。

(本版素材由贵州交投集团所属贵州桥梁集团六安8标、贵州铜编集团技术中心提供)

本版责编：胡卡妮 杨红 莫欣欣
视觉设计：齐青杨
版式设计：陈 倩