

运用新技术、新材料、新设备，福厦高铁跨海桥尽显“科技范儿”——

## 跨海长虹连闽道

本报记者 吴雪聪

跨山越海中国桥



打开福建省泉州市地图，只见541公里长的大陆海岸线上，大大小小十几个海湾水网交错。

放大地图你会发现，一条铁路长线纵贯整个泉州。汪洋之上，3座长桥临风卧波，托举着这条红白相间的轨道一路向前。

2023年9月28日，福厦高铁正式开通，其海上穿行长

度达20多公里。从北至南，列车在莆田和泉州境内依次经过3座跨海大桥：中国首座跨海高铁矮塔斜拉桥——湄洲湾跨海大桥；中国首座跨海高速铁路桥——泉州湾跨海大桥；中国首座高铁无砟轨道跨海斜拉桥——安海湾跨海大桥。

一条高速铁路，3座跨海桥，将闽道与大海紧紧相连。



## 坐着高铁看大海

“快看！是大海！”

在G5111次福厦高铁列车上，乘客向窗外看去，湄洲湾海天一色的胜景令人沉醉——

向西看，岸边尽是闽南特色的红瓦白楼，海水如一块蓝色琥珀镶嵌在大桥的臂弯中；向东看，澄澄碧波泛起粼粼金点，将流转的絮云映入汪洋。近处，一根根彩色的养殖浮漂齐整整地码在水面上；远处，一列列港口桥吊依稀可辨、宛若飞龙……

福厦高铁是中国首条设计时速350公里的跨海高铁，自福州引出，向南经莆田、泉州、厦门，终至漳州，全线共设8站。其中，湄洲湾跨海大桥、泉州湾跨海大桥、安海湾跨海大桥三桥鼎立，托举福厦高铁列车一路御海飞驰，“坐着高铁看大海”的梦想成为现实。

111秒，列车便穿过海上长度10.8公里的湄洲湾跨海大桥；7秒，驶过650米长的安海湾跨海大桥主桥；8分钟，通过泉州湾跨海大桥从桥北的台商投资区抵达桥南的石狮市……景美、飞速、又平稳，这是记者打卡福厦高铁3座跨海大桥的真实体验。

海上疾驰，为何还能这么稳？低头一看，记者发现了不寻常之处：列车行至安海湾时，桥面上只见两条平行的褐色铁轨，一根根白色的枕木却不见碎石的踪影。

砟，指铁轨周围的小石块。原来，安海湾跨海大桥是无砟轨道。没有道砟飞溅的情况，车辆不仅“如履平地”，也无须减速通行；可如此一来，施工的难度就更大。经过反复试验，安海湾跨海大桥主梁采用相关气动措施，有效降低了风致振动，大桥铺设CRTS I型双块式无砟轨道，成为世界无砟轨道桥梁“大跨”跨海的“开山之作”。

在泉州湾跨海大桥，“有砟”也能跑出“无砟”的丝滑。泉州湾跨海大桥使用聚氨酯固化道床结构，散粒碎石被黏结在一起，道砟不再乱飞。有了新工艺，即便传统有砟轨道最高运营时速只有250公里，在泉州湾跨海大桥上，高铁仍无须降速，可以保持350公里的设计时速穿海而行。

“我住在莆田，工作在泉州，坐高铁跨海通勤20多分钟就到了。”从事电商工作的乘客俞女士表示，有了福厦高铁的跨海大桥，她的“双城生活”便利多了。据悉，福厦高铁所经地区正是福建人口密度最大、经济发展水平最高的区域，列车拉近了沿线3000万人的生活圈、工作圈。

## 抗腐抗风的“钢铁长龙”

站在泉州石湖港的林渡渡口，海风吹得强劲，岸边巨大的礁石上，黑色的水浸痕迹快没过石顶，足见涨潮时风浪之高。

“站在桥上你感受到的风只会更大！”王岩是泉州湾跨海大桥承建方中交二航局的工作人员，她告诉记者，泉州湾属于强潮海区，全年6级及以上风力平均有91天。

“海风一大，嘴里就能尝到沙子，泉州紫外线又强，夏天人人脸上都有黑白印，我胳膊也晒到脱了两次皮。”中交二航局新建福厦铁路6标项目经理刘福星回忆说。

大桥建了6年。海上作业，风大、浪急、腐蚀性强，是大桥建设过程中的攻关难点。如何才能闯关成功？

搬出新材料！“我们采用‘以锈制锈’的法子，使用1%的高镍系耐候钢，通过其表面致密的氧化物锈层，阻挡钢铁内部与外部氧气、水分的接触。”刘福星介绍。

在泉州湾，1平方米钢板表面每24小时就能沉淀0.566毫克盐粒子，环境条件高盐高湿，传统工艺难以满足百年抗腐蚀标准。为此，中交二航局施工团队和设计方沟通探讨，在国内首次将免涂装镍系耐候钢应用于钢箱梁上。过去，免涂装耐候钢只能在离海岸线1公里以上的滨海地区使用，新材料的应用则打破这一制约，不仅给钢箱梁穿上一层防腐“铠甲”，还实现了“免涂装、绿色耐久、锈色之美”的绿色全寿命设计。

除了新材料，还有新设备。2020年6月，一个橙红色



的钢铁巨物在蓝色的湄洲湾海面上亮相。它机长116米，高9.3米，42对巨型轮组在驾驶员的操作下，运载着40米长、重1000吨的桥梁段缓缓向前。它就是全球首台千吨级高铁箱梁架桥一体机“昆仑号”。

此前，大桥所需架设的298榀千吨箱梁，火车头拖不

动，起重机吊不起，茫茫大海寸步难行；为此，中铁十一局与中铁第五勘察设计院联合研发出“昆仑号”，不仅运力强，更不惧海上强风条件；“昆仑号”作业状态最大承受7级风，非作业状态下能够承受最大风力达11级，仅用218天就完成了湄洲湾跨海大桥的桥梁架桥任务。

新材料、新设备轮番上阵，新手段也层出不穷。中铁第四勘察设计院福厦高铁BIM总设计师孙泽昌介绍，福厦高铁的跨海大桥建设使用了数字孪生(BIM)技术，团队在电脑中建立了一条跨海大桥的“数字分身”，不仅外形像，连“血管”和“神经”都能够分层展现。有了它，大桥哪里经受的风阻大、哪里易受地震影响一目了然，设计人员便可针对性加固、强化大桥关键部位。

## 大桥上的“蜘蛛侠”

白天，福厦高铁的3座跨海大桥一片繁忙，一趟趟列车不停驶过；夜晚，看似静悄悄的桥面上，多了一些“蜘蛛侠”的身影。

“我们在桥上检修，身绑安全带、爬上又爬下，可不就是‘蜘蛛侠’嘛！”中国铁路南昌局集团有限公司厦门供电段泉州南供工区工长许腾伟说。

泉州湾跨海大桥位于沿海高风速带地区，全年8级及以上风力的日数平均为47.7天，同时又有结构新颖、局部构造复杂等特点，维护起来颇费一番工夫。趁着列车停运的夜晚窗口期，记者跟随厦门供电段和工务段的技术人员，给泉州湾跨海大桥进行一场“体检”。

0点，记者搭乘轨道作业车准时到达大桥现场。一出车厢，面前一堵灰色的“墙”把视线挡得干干净净；定睛一瞧，原来是主塔的混凝土墩，粗壮的主塔从桥面足足延伸120多米高，相当于一幢40层的摩天大楼；抬头望去，30多根斜拉索从顶端垂垂直下，将深蓝色的夜幕切割成一幅冷硬的抽象画。

“远看，大桥好像不过就是一条线，但只有我们每晚站在桥的肚子里，才真切地体会到这是怎样的庞然大物。”中国铁路南昌局集团有限公司厦门工务段泉州东高铁桥工区工长常士闯说，泉州湾跨海大桥主桥800米、主跨400米，一晚上检修下来，他得走近2万步。

“咚、咚、咚……”常士闯和工友们走近索塔内部，一节节楼梯向上爬，同时手拿检查锤敲击主塔主体结构。听到空响，就意味着主塔内部可能存在空洞。一夜结束，常士闯通常要敲5000多锤。不仅如此，还有144根斜拉索、桥梁支座、伸缩缝等关键设备，等着工务段的技术人员分批维护。

“这里螺母微有松动，需要紧固”“496#接触网支柱开口销没有到位，需要重新调整”……另一边，供电段的工人也在热火朝天进行着检修。轨道车缓缓向前，技术人员站在30米高的作业平台上，目光在拇指粗的铜合金电线上来回扫视。由于列车运行速度快，每趟车通过大桥时，受电弓取流产生的高频振动，会对接触网设备稳定性造成一定影响。供电段的任务，就是要保证接触网上千处设备的稳定。

“我们还要对桥上每个定位器导高进行测量，标准为5.3米，允许误差正负5毫米，导高几毫米的误差都会对列车行驶产生影响。”许腾伟形容，大桥运维是个精细活儿，调力矩、紧螺母、盯落槽，眼神要像鹰，手上会“绣花”。冬日夜晚，海风吹得人直发冷，作业结束已是凌晨4点。嘶吼的风声从背后的黑暗里传来，轨道车的门铃环叮当作响。

如果说，高铁开通前，跨海大桥铸的是“建桥人”

的心血；那么现在，大桥见证的则更多是这些“守桥人”的汗水。“泉州湾跨海大桥上每天有100多趟动车通行，我们把守着这条铁路的‘咽喉’要道，守护这么多旅客的平安，再辛苦都值得。”许腾伟说。



扫码观看视频

## 跨海大桥，中国铁路网的一道靓丽风景

丁美栋

中国已建成世界上最发达的高铁网和最现代化的铁路网。截至2023年底，中国铁路运营里程达15.9万公里，高铁里程达4.5万公里，“八纵八横”高速铁路主通道已建成投产约80%，为经济社会高质量发展注入新动能。

神州大地广袤无垠，地势地形复杂多样，逢山开路、遇水架桥是铁路建设过程中的常事。近年来，福厦高铁、广汕高铁、汕汕高铁等线路开通，中国沿海通道建设取得诸多成就。其中，一座座连接海域两岸的壮丽“飞虹”惹人注目：泉州湾跨海大桥、湄洲湾跨海大桥、安海湾跨海大桥、长沙湾特大桥、西湾跨海双桥特大桥……这些坚实宽阔的跨海铁路大桥结构迥异、外形多样、技术各具千秋，让“乘着铁路看大海”成为现实。

与普通桥梁相比，建设铁路跨海大桥面临着自然因素多变、建设环境复杂、安全和稳定性要求高等难点。如何克服？中国铁路桥梁建设者们依靠科技创新来攻坚克难。服务福厦高铁的湄洲湾跨海大桥起用千吨级运架一体机“昆仑号”将几百根箱梁运到海上、架到桥墩上；位于广西防城港的西湾跨海双桥特大桥建造过程受台风、降雨、潮汐和航运影响较大，建设者研究钢围堰结构施工工艺法，建立钢围堰数字孪生模型，保证强台风地区跨海

特大桥施工安全；长沙湾特大桥穿越广东海丰鸟类省级自然保护区和生蚝养殖基地，建设者利用泥浆微循环技术，就地储存泥浆钻渣，实现建筑污染物零排放，用心呵护鸟类和水生动植物栖息地……“一桥一策”，在建设工艺、装备制造等领域进行创新突破，超级桥梁凝结着“大国工程”精湛的桥梁建造智慧，是中国铁路工程科技实力的缩影。

跨海铁路大桥不仅跨越海上天堑，打通空间上存在的地理屏障，还让沿海铁路

便利沿线人民群众出行，推动长三角地区路网结构更加完善。

跨江河、越湖海、穿峡谷、连群山。随着中国铁路建设步伐的不断加快，包括跨海大桥在内的诸多铁路桥梁在神州大地拔地而起，连通大江南北。这些桥梁是“便民桥”“智慧桥”，也是“发展桥”“致富桥”，助力着中国铁路线路越织越密、里程越跑越远，用道路按下发展的“加速键”。

品牌论