本版内容由《工程新闻记录》杂志（ENR）提供，《建筑时报》编译。版权所有，未经ENR的书面同意，不得以任何形式整体或部分出版或转载。

本专刊内容转载自美国《工程新闻记录》

第114期

ENR Engineering News-Record

中国承包商在连岛公路上进行技术投入

作者：Scott Blair

冬季台风和夏季季风经常袭击着海上作业的工人和设备。在茫茫海洋中，海上的工作平台在地平线上若隐若现。对于要努力建造世界上最大的岛屿连接桥梁网络的承包商来说，必须利用预制方式、技术和物流能力，来缓解极端施工条件下的挑战。

舟山群岛位于上海东南方向的东海上，由数千个小岛组成，其中约有100个岛有居民居住。以前岛上与外界运输的通道不是通过海上就是空运。但是在2010年，中国建成了连接大陆和旅游胜地舟山群岛的五座跨海大桥。舟山群岛也是重要的渔业和工业热土。

包括中交路建在内的多个承包商正在根据独立的合同同时施工，将连岛公路再延长30公里到达岱山岛，支线到达长白岛。与此同时，8.8公里长的鱼山大桥正在修建，此桥连接鱼山和岱山群岛。与2010年建好的其他桥梁网络一起，这条通道将延长至86.68公里，其中大部分在水上。未来将完成一条贯穿长江三角洲地区的巨大环形路线，形成一条连接上海、宁波和舟山的高速公路。

根据一份价值2.39亿美元的合同，广东省长大公路工程有限公司和中交二航局正在建设富翅门大桥，该大桥将与2010年建好的大桥网络与舟山岛北部的一条新路线连接起来。一名项目发言人表示，虽然与中国其他地方的极端跨度相比，1493米长的连接桥“看起来有点小”，但它在设计上仍有创新。主塔采用混凝土倒Y钻石型，支撑着钢混复合桥面，这是在该地区首次使用。

今年竣工后，富翅门大桥将连通宁波——舟山港口主通道公路，该公路于2016年开工，计划于2022年竣工。这个将近28公里的项目由三座桥梁、两条陆上隧道和五个互通式立交组成，分成四个项目合同。浙江省交通工程建设集团公司正在建设富翅门大桥的最西南段。这条路线穿越了该岛的一个山区，包括两条陆基隧道和一座斜拉桥及其最南端的一座高度152米的塔。

中建桥梁公司也在自己的标段上建造，项目部雇佣了几十艘船只和临时平台来建造主航道最长的水上路段。工程包括5.3公里的主要道路和4.5公里的交叉道路和支线道路，它将连接到很小但重要的港口长白岛。项目经理曹海清表示：“这一部分的建设在形式和结构上都很复杂，包括建造一座斜拉桥和一座装配程度很高的海上立交桥。”

曹海清的团队将建造斜拉桥北半部分和主塔，并负责安装最后一个桥面。曹海清说：“大桥的两个承包商各自建造一半，这是非常不寻常的，但是我们承包商之间有一个监控系统，设计非常精确。”

据中建总公司称，桥墩和主塔的桥梁基础采用了世界上最长的钢管桩。1384根长达109米、直径为2米的钢管桩倾斜插入海洋层、海底淤泥层，到达基岩。

富翅门大桥

中建总公司与天津天河云筑工科技有限公司签订了合同，为这项工程提供建模和分析。该项目BIM高级工程师表示，通过将海底高程模型和钻孔测量数据与桩和基础BIM模型相结合，天津天河优化了每个基础所需的多根钢管的插入顺序，以防止随后安装的每根桩损坏或扭曲先前的桩。

工程第三标段，由中交路桥华东工程有限公司在主航道上建造，将呈现出港口道路的视觉中心。两个斜拉主跨——每一个550米长——设计满足10万吨邮轮在涨潮时沿任一方向航行。两个187米长的副跨和78米的侧跨形成了连接其他两个标段的通道。

施工人员目前正在安装桥梁基础所需的七个桥墩。由于乘船进入大洋中的作业平台非常耗时，承包商在每个桥墩的临时工作平台上建造了生活区，施工人员在那里居住和工作，每两周轮换。当海上不安全时，比如去年该地区遇到六次台风时，人员和机械从施工现场被疏散到指定的安全地点。由于恶劣的环境，项目的有效施工时间非常短。例如，2017年1月，只有13天可以施工。每年只有大约190天的晴天可以施工。此外，潮汐摆动高达3.67米，波高可达4.5米。水流强劲，流速高达每秒2.8米。

不过，迄今为止，水上路段没有发生事故或人员受伤。

危险的施工条件导致承包商集体建造大量的陆上预制工厂，生产大部分上部结构，然后将模块运送到工作平台进行最终组装。

工人们预制了42米长、10米厚的防撞钢箱，为桥塔的大体积混凝土平台搭建框架。每个钢箱重2200吨，有两个圆环。预装配好的构件用船运输到工地，并用2600吨的浮吊吊装到位。为了验证这种精确安装的可行性，天津天河BIM技术人员创建了一个精细的钢筋模型，发现了21个碰撞点。根据天津天河的数据，BIM分析的结果是，该团队能够纠正120个图纸错误和624个碰撞点，及时发现这些错误和碰撞点，使得在桩基施工中缩短了50天工期。

施工人员将6135立方米的混凝土放入钢筋笼周围的钢箱中，以制作墩帽。嵌入混凝土中的温度传感器的位置会与BIM模型同步，当温度升高过高时，会向管理人员的手机发送警报。计算机控制系统还可以自动打开冷凝系统阀门，以冷却混凝土内部。

二维码有助于跟踪组装好的部件。员工也可以用手机通过微信扫描二维码，观看如何完成一天工作的动画。

中交路建施工人员为三座塔基钻了直径3.5米、深度134.5米的混凝土桩。组装好的钢筋笼被放入孔中，每根桩形成1200立方米的混凝土。一旦盖子和防撞钢箱安装好，就会在180米高的塔上开始施工。液压爬模通过获得专利的“整体可调曲面模板”创建曲线。

浙江省交通工程建设集团公司得到了鱼山岛项目合同，建造一条8公里长的通往鱼山岛的支线。承包商表示，该项目是世界上第一个在钢-混凝土混合梁上分段安装，并使用直径5米、长度148米的超大钢管复合桩，以帮助减少40%的施工时间和30%的成本。施工人员花了三个月时间建造了一个7.8公里的模块化连续栈桥系统，以方便在恶劣的海洋环境中运输建筑设备、人员和材料，并增加可行工作日的数量。这些步骤合在一起，将施工工期缩短到27个月。

宁波——舟山港现在是世界上货物运输最繁忙的港口，修建桥梁网络的快速通道，以及未来连接北至上海的道路，将极大地促进该地区的经济增长。

无人机在环境工程中发挥巨大作用

作者：Tom Sawyer

1月19日，美国陆军工兵部队和来自美国、英国和荷兰的国际组织出版了一本《与自然共存的工程地图册》。该册长达261页，以打印输出或免费下载的形式提供，展示了世界各地56个项目，这些项目应用了一项倡议，支持与自然共存的工程，而不是对抗自然，以此来保护环境、提升基础设施和生活质量。

与自然共存的工程试图利用自然力和缓冲风险的自然特征，如湿地和水道，以增强可持续、有弹性、多用途的基础设施系统。该倡议包括一个研究项目网络、实地演示和交流活动，重点是鼓励创新。

其中一个技术亮点是无人驾驶飞机，它能够快速、安全、重复地在大面积复杂地形上对项目区域、勘测地点以及项目执行和绩效进行监控，同时对环境仅有轻微的影响。

“我们越来越多地使用无人机”，美国陆军环境科学高级研究科学家托德·S·布里奇斯说，他在密西西比州维克斯堡的工程兵研发中心工作。他统领全美与自然共存的工程倡议的工作。

布里奇斯说，无人机给规划者提供了一个优越的视角，无论是在他们设计项目的时候，还是在他们监控建筑和结果的时候，特别是针对海岸和湿地的监控。布里奇斯说：“获取高程数据非常重要，获取有质量的数据可能很难。“使用安装雷达的无人机能方便地观察地形，尤其是在精确到几英寸的情况下。”他说，远距离测量技术有助于监测环境及其演变。“如果你要对环境进行工程设计，你必须理解环境——尤其是对景观的演绎过程的理解。”

美国陆军陆战队费城区作战部门的项目经理莫妮卡·斯泰恩说，她的团队已经使用无人机来帮助记录和监控新泽西几个与自然共存工程项目的进展情况，包括地图册第86页上的莫迪凯岛项目。另一个用途是在阿瓦隆附近“薄层铺设”疏浚物以恢复沼泽，并在环岛附近建造两个筑巢栖息地。美国陆军陆战队在阿瓦隆附近的后海湾建立的七英里岛生活实验室，计划使用更多的无人机。

美国大自然保护协会的几名项目经理也说，出于同样的原因，越来越多的无人机被用于河床修复项目，个人咨询机构也在为此挑选当地项目。

新泽西土木和环境工程公司德雷斯顿·罗宾的测量员格雷格·格罗欧使用无人机为新泽西州蓬顿湖的一个公民团体提供无偿服务，该团体由景观设计师劳伦·维尼领导，她也是该公司认证的洪泛区经理。她的志愿者组织——蓬顿湖洪水咨询委员会，想要找到并评估因倒塌的树木和残破水坝阻碍镇上三条河流畅通所带来的洪水风险。2018年春天的一场大雪摧毁了河岸区的大量的树木。委员会希望帮助该镇调查问题并计划采取补救措施。

维尼说，格罗欧想出一种方法，并进行了11次飞行，对6.5英里水道连续拍摄高分辨率的图像。“有几个图像显示残渣碎片堵塞了超过一半的河道”，她说。“大多数都是倒塌的树木。”

该委员会将无人机的KML输出端口与免费的QGIS软件相接，用于数据管理，并在谷歌地球的航拍照片上标注了96个障碍物的位置信息，并按照严重程度对其进行了排列。该镇将数据传递给工程师，以制定工作计划。

“我们发现这比以前完全由志愿者在没有专业测量员的情况下完成的评估更加准确。”她说，通过基于GIS项目上的无人机照片来撰写报告，规划者现在知道“障碍就在那里，你可以在上面贴上经纬度，看看到底需要解决什么问题。”这项研究带来另一个好处是，它使当地城镇居民享受的联邦洪水保险费率有所降低，从而每年为他们节省了30万美元。

“利用无人机工作绝对是一件可以快速、轻松、安全地完成的事情——对志愿者来说，安全是头等大事”，维尼说。

制定计划并执行该任务的格罗欧将他使用的大疆DJI Matrice 210无人机称为“野兽”。他说他之所以选择它，是因为它可以携带各种传感器和一台带有三个不同视角的可互换镜头的相机。它可以仰视，可以俯视，而且耐候性好，小到可以装在汽车里，易于组装，便于快速移动。它的重量使它足以在恶劣天气下保持稳定，飞行时间约为20分钟，“尽管在低于35华氏度（1.7摄氏度）的天气下，飞行时间减少了10%或15%”，格罗欧说。

格罗欧说，他用这些步骤来规划他的任务：

- 查看谷歌地图中的河流段，找到河岸顶部与河岸之间距离的最小/最大基本图像宽度。
- 将基础距离乘以1.5至2倍以获得差异，并允许查看泛河床区域的上下游。
- 确定飞行的高度，选定镜头，以获得帧中的宽度。
- 确定在所需高度捕获从上到下的图像高度(地面覆盖)。
- 求解速度，使80%的图像高度在2秒内移动(他的无人机能够捕获图像的最大速率)，以获得一系列重叠20%的图像。
- 检查FAA空域，了解无人机在该区域的使用限制。
- 使用飞行规划软件，在河流中心线上规划路线，包括起飞和降落点。预计电池消耗。
- 侦察起飞和降落点、每个路段的视线距离、障碍物和危险。注意鸟类！
- 在天气条件允许时飞行。

伦敦花园桥成本披露

作者：Peter Reina

尽管英国纳税人和捐助者在伦敦的花园桥上花费了6900万美元，但至今该桥从未浇过混凝土，也没有形成任何金属结构。作为私人融资项目，该项目未能获得足够的支持。

伦敦交通局近日公布了该桥最终的成本。该局在被取消的泰晤士河人行通道上花费了3100万美元。运输部的份额是2400万美元，其中三分之一给了花园桥信托基金的项目所有者。

2017年夏天，在伦敦市中心建造一座满载植物的私人融资桥梁的项目以失败告终。当时的伦敦市长萨迪克·汗拒绝在承担该桥的长期维护费用的文件上签字，以防信托公司倒闭。而在此前的四年里，已经完成了大量的设计和前期工作。

花园桥是当地设计师托马斯·海德威克和受欢迎的电视名人乔安娜·拉姆利的创意，她说服了前伦敦市长鲍里斯·约翰逊和政府首席财政部长乔治·奥斯本支持这项计划。

伦敦交通局于2013年聘请Arup集团担当该设计，任命海德威克为其副顾问。在信托公司于2015年从伦敦交通局手中接管该项目后，它又接管了位于巴黎的布伊格公共事业公司，与意大利的西莫莱公共事业公司一起为该项目提供前期服务。

在获得所有必要的融资之前，信托公司在2016年与布伊格团队签署了一份固定价格的设计建造合同。承包商总共收到了2700万美元的款项，包括650万美元的前期服务费用和另外270万美元的提前停工费用。

花园桥效果图

美国计划拆除俄勒冈及加州的四座大坝

作者：Mary B. Powers

这可能是美国最大的大坝拆除项目——由于公用事业公司、利益相关者和各州在发放许可和环境许可方面的监管和法律纠纷而被拖延了数年——在1月美国联邦政府上诉法院裁决后，现在可能会有新的转机。

基威特基础设施西部公司、花岗岩建筑公司和巴纳德建筑公司被列入4亿美元项目的入围名单，该项目旨在设计和拆除加州和俄勒冈州克拉马斯河上的四座水电站大坝。

为监督大坝拆除而成立的克拉马斯河更新公司（KRRC）表示，将在春季为该项目选择一个承包商。这项工程将于明年开始，并于2021年完工。该项目包括大坝私人公用事业所有者太平洋电力公司提供的2亿美元融资，以及高达2.5亿美元的加州债券。

这些大坝包括——俄勒冈州的J. C. Boyle和加利福尼亚州的Copco I、Copco II和铁门大坝——它们分别建于1918年至1962年间，总水力发电能力为43兆瓦，但运行功率不到三分之一，升级成本很高。俄勒冈州克拉马斯河上游的三座大坝将继续运行。太平洋电力公司表示，克拉马斯大坝的发电量总计为169兆瓦。

拆除项目源于俄勒冈州、加利福尼亚州和太平洋电力公司在2016年达成的一项协议，该协议是在该公司于2004年开始重新获得大坝许可，然后将大坝移交给克拉马斯河更新公司后，经过多年的环境问题协商达成的。许可证于2006年到期，此后大坝根据临时年度许可证运行。

各州的许可有法定期限，在向联邦能源监管委员会(FERC)申请许可证后一年内完成联邦《清洁水法》第401条规定的“认证”，这是因为废水会排放到水域中。

太平洋电力公司和各州自2006年以来一直同意推迟许可到期日期，每年撤回并重新提交申请。这样做避免了联邦能源监管委员会放弃州政府颁发环境认证的权力。

但是胡帕谷部落，其保留地在大坝下游，2014年，在联邦能源监管委员会拒绝了对年度认证延迟策略做出判决的请求后，该部落将其诉诸法庭。该部落对因延误造成的搬迁和河道整治费用上升以及2016年协议规定的项目资金上限表示担忧。

在1月25日的一项裁决中，华盛顿特区联邦上诉法院驳回了联邦能源监管委员会的决定，并将此案发回该机构重新审批。

法院站在部落一边，称撤回和重新提交申请不能被用来无限期拖延联邦许可程序。法院表示，各州利用第401条“扣留联邦执照”是“司空见惯的”。该法院的意见称，在联邦能源监管委员会待审批的43份许可证申请中，有27份正在等待州政府的水质认证，“其中4份已经超过10年了”。

法院裁定，一个州通过推迟复审来放弃其法定权力。“第401条是美国国会旨在遏制州政府的无理拖延”，法院说。

“如果联邦能源监管委员会真的正确诠释了第401条并放弃认证权，那么十多年前，该项目的‘退役’很可能就进行了。”

但是这个决定现在不会影响到四座大坝的拆除，因为俄勒冈在去年9月提交了最终的环境认证，而加州在去年12月下旬发布了一份影响报告草案，称拆除大坝和恢复周边地区环境将会带来“比继续运行大坝更多的好处”。

公众对加州报告的讨论将于2月底结束。

1月23日，联邦能源监管委员会告诉克拉马斯河更新公司，它预计在4月29日之前会有一份修订后的最终项目成本估算，如果成本超过州成本上限，会有一份“B计划”和一份项目协议草案。大坝拆除公司也将在项目协议签署后六至八个月提交其保证金的上限(GMP)。

克拉马斯河更新公司发言人表示，根据最初的恢复计划，上游400英里的鲑鱼和钢头鳟鱼栖息地将得到恢复。

加州在其环境认证草案中表示，拆除大坝将消除毒素，降低溶解氧浓度，并结束河流的pH波动。

该州表示，短期不利影响包括水库抽取的沉积物排放，但长期来看将改善水质，减轻鱼类疾病的风险。

但是一些观察家也认为法院上诉裁决可能会对其他需要国家环境许可的项目产生影响。

西方国家水电改革联盟的主任凯利·凯特莱特说，由于该案的应用面狭小，该裁决对其他项目的影响并不大。

但其他人不同意这个论断。

1月28日，华盛顿特区范·内斯·费尔德曼的律师莎伦·怀特和迈克尔·斯威格在一份分析报告中说，加州和其他州已经实施了一项全面的环境审查程序，作为第401条决定的一部分，这项过程需要一年以上的时间。

人们说，有了这项裁决，联邦能源监管委员会现在似乎“有了重新控制和缩短许可过程的授权”。

这项裁决可能会影响联邦能源监管委员会天然气管道认证、美国陆军工兵部队疏浚和填充许可以及其他联邦许可，这些许可涉及排放到需要《清洁水法》认证的通航水域。

怀特和斯威格说，法院意见的含义“远远超出了联邦能源监管委员会水电许可的范围”。

波多黎各提议 用八个小型电网来管理该岛用电

作者：Pam Radtke Russell

波多黎各的电网将被分成八个小型电网，在飓风或其他自然灾害发生时，这些电网可以相互独立运行。微型电网中的每一个都有太阳能电池板、蓄电池和一些天然气，并且可以包含独立的微电网。根据波多黎各电力局2月12日提交的综合资源计划草案，完全独立的微型电网将为该岛较为孤立的地区供电。

该20年计划需要大约56亿美元的资本投资，主要用于1200兆瓦的太阳能和1100兆瓦的电池储存，其中大部分投资用在前四年的计划里。此外，大约18座23兆瓦的小型天然气发电厂将在全岛安装，以备在电网遭受另一次灾难性打击时提供电力，比如2016年的玛丽亚飓风，当时该岛全岛断电。

该岛现有的电网特别容易受到飓风和大风的影响，因为大部分的发电站都在该岛的南端，必须通过该岛的山区中心输送到该岛北侧的大城市。

该提案必须经过波多黎各能源委员会的审查，还要求建立两到三个船上液化天然气厂，为岛上的天然气厂提供动力，其中包括两个大型天然气发电厂。去年该国通过的一项法律要求电网资产私有化，这样新的发电资产将由第三方提供资金。

美国总承包协会波多黎各分部的主席斯蒂芬·斯皮尔斯说，经过十年时间的努力，当地政府已经“重新打开大门”，包括允许自主生产能源。

“所有这些事情都在积极推进”，斯皮尔斯说。“如果它们都顺利实现了，我会非常惊讶。但是肯定有一些会实现。”