

江苏省建设科技创新成果推荐书

一、基本情况

项目名称	空间斜拉索吊挂钢框架环形建筑群关键技术研究		
完 成 人	(严格按照排名顺序填写) 曲扬、谢波、梅江涛、唐潮、付崑、张伟伟、全有维、张广建、张余、 丁祝红、张涛		
完成单位	中建八局第三建设有限公司 同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司		
推荐单位(盖章) 或推荐专家(签字)			
任 务 来 源			
计划、基金名称	项目名称	编号	验收结题时间
司科字(2021)135 号文	《空间斜拉索吊挂钢框架环形 建筑群关键技术研究》	2021-07	2022-12-16
授权发明专利(项)	3	授权其他知识产权(项)	13
起止时间	起始: 2021年 01 月 01 日	完成: 2022 年 12 月 31 日	

二、项目简介

（限1200字）

“空间斜拉索吊挂钢框架环形建筑群关键技术”为中建八局第三建设有限公司 2021 年科技开发立项计划项目。该课题依托西交利物浦大学太仓校区项目，针对空间斜拉索吊挂钢框架环形建筑群的施工特点和难点开展系统研究。研究主要包括：跨河道连接体吊挂钢框架结构施工技术；跨河道连接体斜拉索二次张拉及索力调整技术；大面积弧形玻璃幕墙精准安装技术；大跨度环状金属屋面分段拼装技术；异形墙体复合施工技术；健康监测数据处理技术；支座变刚度模型修正技术。其创新成果如下：

1) 跨河道连接体吊挂钢框架结构施工技术：

利用“中心扩展法”施工方法，“逐层扩展”，“循环扩展”，“逐级扩展”，节约机械投入、提高成型质量；解决了吊挂钢框架结构施工过程中传力路径转换复杂，快速精准吊装的难题。

2) 跨河道连接体斜拉索二次张拉及索力调整技术：

利用索力多次张拉和调整方法，简化了张拉工序缩短施工工期，使结构体系质量安全管理可视化，解决斜拉索多次张拉，工序繁琐的难题；提出一种穿心式千斤顶牵引法安装销轴，四级连续循环对称张拉法施工拉索，达到高效安全施工效果。

3) 大面积弧形玻璃幕墙精准安装技术：

利用大面积弧形玻璃幕墙精准安装方法，采用横通竖断的龙骨形式，高效精准安装，最终实现精致建造；解决了弧形玻璃幕墙安装精度低，成型质量差，施工速度慢等难题。

4) 大跨度环状金属屋面分段拼装技术：

利用金属屋面系统及快速拼装方法，对板件四边优化，在工厂中实现板边插挂折边，施工现场可直接插挂组装，通过插挂组拼和限位技术相结合，使得菱形蜂窝板面仅需现场局部微调，即可保证极佳的板面平整度；快速拼装，拼缝整齐，最终实现精致建造，解决了环形金属屋面安装平整度低的难题，大幅度减少高空仰焊作业，提高施工安全系数。

5) 异形墙体复合施工技术：

利用异形墙体复合施工方法，扬长避短选材，因地制宜施工，便捷高效，节能环保，解决异形复杂二次结构施工难度大，成型质量差的难题，降低文明施工投入，实现绿色高效建造。

6) 健康监测数据处理技术：

研发了一种健康监测数据处理方法，采用以 EMD 多级解耦技术为基础的监测数据处理技术，解决了施工监测过程中，异常数据以及随机波动数据导致数据失真，对监测结果判断产生不利影响的难题。

7) 支座变刚度模型修正技术：

研发了一种支座变刚度模型修正方法，解决了施工力学本构模型的不合理简化问题，大大降低对支座刚度变化敏感构件的计算误差，显著提高施工过程模拟计算分析的准确性和实用性；提出了将施工过程监测阶段代表值引入各阶段有限元模型中进行模型修正的方法，解决了监测数据的引入问题。

该成果已申报发明专利 9 项，授权 3 项；实用新型专利授权 13 项；形成省级工法 7 项，发表论文 15 篇。通过各项关键技术成功应用，依托工程取得直接经济效益总量达 4861.85 万元，对类似工程具有推广和应用价值。经鉴定该研究成果整体达到国际先进水平，其中空间吊挂多层钢框架安装技术达到国际领先水平。

三、主要科技创新

(限5页)

课题组以西交利物浦大学太仓校区项目为载体,为使本成果的开发具有先进性和适用性,着重做好以下工作:一是针对工程的实际需要和施工管理中的实际问题进行开发试验研究,注重结合实际工作中遇到的新情况、新问题进行技术创新;二是针对施工实践进行质量、效益分析,开发出一系列具有推广价值的新技术。主要创新成果如下:

1 跨河道连接体吊挂钢框架结构施工技术

依托工程跨河连接体结构高度为 30.6m,跨度为 92.2m,柱距为 38.8 m,用钢量达 3000 t。结构由四根直径为 2.1m 的钢管混凝土柱支承,下设两座 22.8m×13.2m×3.6m 大体积混凝土承台作为刚性支座,上部结构为三层钢框架连廊,由 16 组高钒密闭钢丝双索吊挂,将楼层竖向荷载传递至支承柱,索长 25m,直径 120mm。顶部为屋顶圆环钢结构,采用平面框架体系。结构外立面均采用全玻璃幕墙围护,顶部圆环采用渐变色铝板包裹。跨河连接体两侧均设置变形缝,与两侧教学楼相互独立。

采用“中心扩展法”施工工艺进行施工,使钢框架“逐层扩展”安装至设计位形,斜拉索力“循环扩展”张拉至设计索力,建筑荷载“逐级扩展”加载至与吊挂力平衡,最终实现节约机械投入、提高成型质量、确保施工安全的效果(如图 1.1 所示)。

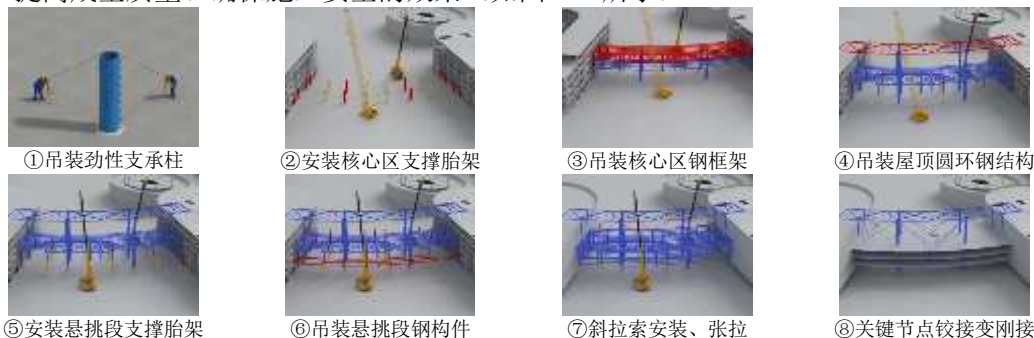


图 1.1 中心扩展法施工次序

针对跨河连接体整体模型进行施工过程模拟分析,根据中心扩展法施工工艺,将施工过程划分为 38 个施工步。计算结果表明:在斜拉索张拉前一施工步,钢构件应力达到最大,为 144.41MPa,应力比控制在 0.5 以内,位于四层钢梁处,如图 1.2(a)所示,在斜拉索张拉后,传力路径转换,钢构件最大应力位于劲性柱处;在临时支撑卸载施工步,结构变形达到最大,为 48.27mm,如图 1.2(b)所示;应力与变形均满足规范要求。针对拉索节点在四级对称式循环张拉过程进行有限元模拟分析,提取 Von Mises 应力,如图 1.2(c、d)所示。计算结果表明,耳板最大应力为 148.35MPa,位于耳板与钢柱连接处,材料屈服强度为 400MPa;销轴最大应力为 263.12MPa,位于下孔销轴与耳板连接处,材料屈服强度为 785MPa,两者应力均小于其屈服强度,最大应力比均控制在 0.4 以内,应力分布合理,且留有较多余量。



图 1.2 跨河连接体整体模型计算结果

利用“中心扩展法”施工方法，“逐层扩展”，“循环扩展”，“逐级扩展”，节约机械投入、提高成型质量；解决了吊挂钢框架结构施工过程中传力路径转换复杂，快速精准吊装困难的难题。

2 跨河道连接体斜拉索二次张拉及索力调整技术

依托工程采用 92 根高钒密闭钢丝绳索，以双索吊挂，将楼层荷载传递至劲性支承柱。跨河连接体结构高度为 30.6m，跨度为 92.2m，柱距为 38.8 m，用钢量达 3000 t。结构由四根直径为 2.1m 的钢管混凝土柱支承，下设两座 22.8m×13.2m×3.6m 大体积混凝土承台作为刚性支座，上部结构为三层钢框架连廊，由高钒密闭钢丝绳双索吊挂，将楼层竖向荷载传递至支承柱，索长 25m，直径 120mm，如图 2.1 所示。



图 2.1 斜拉索效果

2.1 拉索预张拉取值技术

顶部斜拉式大跨度多层钢框架结构体系利用顶部斜拉索吊挂下部结构，拉索预张拉力的确定关系到结构受力的变化和大小，因此其预张拉力的确定至关重要。本项目预张拉力按以下原则进行取值：（1）与塔柱连接的框架梁在结构自重及预张拉力作用下的应力基本等于其在恒载及活载组合下应力。（2）恒载作用下拉索处节点结构竖向变形接近 0。（3）作为索塔的落地中柱顶端水平变形需满足限值要求，需避免拉索预张拉力过大引起塔柱变形过大。

根据以上原则，本项目确定斜拉索预张拉力取值最大为 3200kN，最小为 980kN。

2.2 穿心式千斤顶牵引法销轴安装技术

预应力拉索索头与钢柱耳板之间采用的是直径 110mm 的销轴，单个销轴自重达到 2t。常规的销轴安装方式是人工锤击法，由于销轴直径与索孔径、耳板孔径差仅为 2mm，销轴接触到孔壁时有较大的摩擦力，因此人力锤击法不仅施工工效极低，并且有极大的安全隐患。

本课题创新提出了一种穿心式千斤顶牵引法安装销轴，利用千斤顶的牵引力能够轻松的带动销轴穿过索孔、耳板孔达到设计位置（如图 2.2-1 所示），不仅大大提升了销轴的安装速度，同时也保证了整个施工过程的安全可控，极大降低了工人的作业风险。

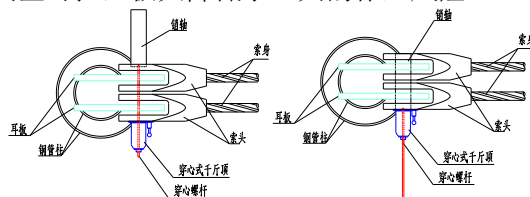


图 2.2-1 销轴安装

2.3 四级连续循环对称张拉技术

采用 Midas 进行模拟分析，将原设计斜拉索分级循环张拉方案的五级张拉优化为四级张拉，即由 20%→40%→60%→80%→100% 的分级优化为 25%→50%→75%→100% 的分级，如此省去了 4 次的千斤顶设备倒运过程；同时将原方案每四步一个循环的张拉方式，优化为每个分级最后一步的结束施工合并在下一个分级第一步的开始施工中，如此在转级施工过程中共省去了 3 次千斤顶设备倒运过程，形成了“四级连续张拉法”，如图 2.3-1 所示。

四级连续张拉法，大幅优化了繁琐的施工工艺，节约人力物力的同时提高了施工效率缩短了施工工期。

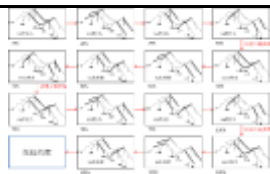


图 2.3-1 四级连续张拉法

2.4 斜拉索应力松弛分析技术

斜拉索的应力松弛导致索力变化，从而会对结构的内力、变形产生影响。

采用等效温度法模拟斜拉索的应力松弛行为，斜拉索的松弛率按照《斜拉桥用热挤塑聚乙烯高强钢丝拉索》（GB/T 18365—2018）中关于低松弛钢绞线的规定，取最大容许松弛率 2.5%。表 2.4-1 为考虑应力松弛后，结构典型节点位移及构件内力变化情况。从表 2.4-1 可看出，应力松弛对拉索拉力、塔柱应力、梁轴力影响不大，对部分节点位移、框架梁弯矩影响较大，故对于本项目应进行应力松弛分析。结构设计时考虑应力松弛后，构件应力比仍小于 0.9，满足受力要求。

表 2.4-1 考虑应力松弛后节点位移及构件内力变化

指标	典型节点位移/mm	典型索拉力/kN	典型塔柱应力/MPa	典型边梁轴力/kN	典型边梁弯矩/(kN·m)	典型中梁轴力/kN	典型中梁弯矩/(kN·m)
模型 A	5.3	7775	-145	-3329	-831	-2403	-986
模型 B	6.8	7673	-143	-3315	-902	-2395	-1074
变化率/%	28.3	-1.31	-1.38	-0.42	8.54	-0.33	8.92

注：模型 A 为不考虑应力松弛模型；模型 B 为考虑应力松弛模型；变化率为模型 B 相对于模型 A 的变化大小。

2.5 防连续倒塌分析技术

采用拆除构件法，假定大跨度斜拉结构中受力最大的索失效退出工作（如图 2.5-1 所示），分析时采用静力分析法，取动力放大系数 $A=2$ ，考察结构是否满足防连续倒塌设计要求。

从图 2.5-2 可看出，结构竖向位移增大为 99.3mm，挠跨比为 1/382，略大于正常使用状态挠跨比限值 1/400；构件最大应力为 396N/mm²，小于 Q390 钢材极限抗拉强度 490N/mm²，说明结构可继续承载，不会发生连续倒塌。

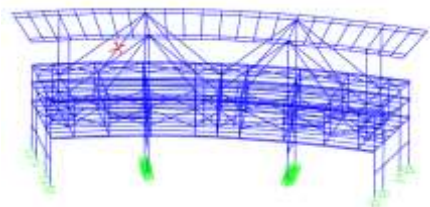


图 2.5-1 缺陷模型

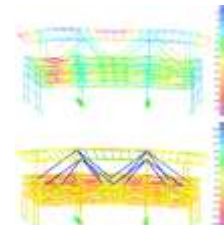


图 2.5-2 失效模型变形（mm）和应力（Mpa）云图

3 大面积弧形玻璃幕墙精准安装技术

依托工程采用大面积弧形幕墙，幕墙体系多样，包括玻璃幕墙、陶棍陶板幕墙、铝板幕墙、钛锌板幕墙、聚碳酸酯板幕墙等，总展开面积达 15 万平方米，其中弧形面积超过 5 万平方米，造型复杂，体量较大，造成施工过程中容易产生变形、拼缝和色差，影响建筑美观和适用性，如图 3.1 所示。



图 3.1 弧形幕墙体系

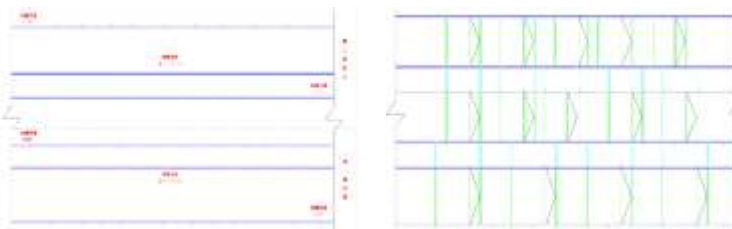


图 3.2 横龙骨安装流水及竖龙骨布置示意图

摒弃了传统方法中竖龙骨作为主龙骨的构造做法，创新采用了横龙骨作为主龙骨、竖龙骨作为次龙骨，为各楼层同时施工创造了工作面。通过采用横龙骨通长设置的形式，减少钢制连接件数量，减少大面积焊接，并且对预埋件安装精度要求较低，能够减少预埋件偏位后补情况，同时

横竖龙骨加工简化，安装速度快，可分层分组同时安装，节约施工工期；竖龙骨通过插芯、螺栓与横龙骨连接，每层竖龙骨及装饰面板可按需灵活调整布置，由此可组成多样化的立面效果，如图 3.2 所示。

通过采用横通竖断的龙骨形式，对比传统的竖通横断式龙骨，每个受力点减少了一个预埋件和一个转接件，同步减少了大量的转接件焊接作业量；转接件可根据预埋件的位置进行调整，降低了预埋件的安装精度要求的同时避免了大量预埋件偏位后补的情况；横竖龙骨加工简化，装配化程度高，到场后可分层分组同时安装，有效缩短施工工期。在横通竖断龙骨的基础上，设置了中空钢化 LOW-E 玻璃面板、单片钢化玻璃面板、陶板面板和陶棍面板四种不同的装饰面板，四种装饰面板相互搭配组合，形成了明暗相间、多样并存、层次丰富的立面效果。

4 大跨度环状金属屋面分段拼装技术

依托工程屋顶采用大跨度环状金属屋面，外围周长达 1.4km，环带宽度超过 20m，上表面采用单层铝单板，为统一的银白色喷涂，下表面采用蜂窝铝板，为 35 种渐变色喷涂，由钢龙骨将荷载传至钢结构支承柱，如图 4.1 所示。



图 4.1 环状金属屋面效果图

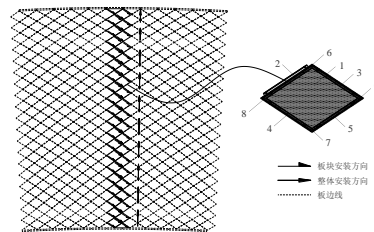


图 4.2 多彩菱形环状金属屋面安装示意图

采用 Rhino 软件，建立多彩菱形环状金属屋面的三维 BIM 模型，对现有基层和结构梁柱进行三维扫描，获得几何位形数据。根据实测数据，修正更新三维 BIM 模型，据此对彩色蜂窝铝板进行深化放样、按颜色和尺寸进行编号，分类排产彩色蜂窝铝板和附框。在加工厂对彩色蜂窝铝板进行附框安装组框固定，形成单元板块并对其进行编号。在基层和结构梁柱上焊接安装主龙骨和转接角码。转接角码上安装挂接槽、挂接螺栓。按照编号逐片吊装单元板块。将单元板块的下口插接边对准相邻已安装单元板块的上口插接边兼限位边，实现对孔就位。将单元板块的上口挂接边和下口挂接边挂接入相邻已安装单元板块的挂接螺栓上，实现邻片挂接。复核单元板块的位形，对单元板块进行位形和板缝调节。安装单元板块上口挂接边的限位螺母和下口插接边的封堵胶条，实现限位封堵。安装单元板块上口插接边兼限位边的转接螺钉，将其固定。对安装完成单元板块的彩色蜂窝铝板进行保洁清理，将单元板块的板缝进行打胶封闭处理，如图 4.2 所示。

通过对板件四边的优化，在工厂中实现板边插挂折边，施工现场可直接插挂组装。配合变形缝和施工段的划分，可实现多批次分段作业，大大提高施工工效。通过插挂组拼和限位技术相结合，使得菱形蜂窝板面仅需现场局部微调，即可保证极佳的板面平整度，提升了观感质量，同时减少高空焊接作业，提高施工安全性。

5 异形墙体复合施工技术

依托工程由于建筑形状异形，室内墙体存在大量异形墙体，其中弧形墙体面积达 4 万平方米以上，如图 5.1 所示。



图 5.1 弧形墙体

针对异形复杂二次结构施工难题展开研发，研究一种异形复杂二次结构复合施工方法。在传

统砌筑工艺的基础上，引入 RLC 板材安装工艺、ALC 板材安装工艺以及中空内膜金属网水泥隔墙施工工艺。通过对各工艺综合单价、施工速度、文明施工、施工效果和工况应用的分析，精选出二次结构复合施工最优方案，保障弧形墙外观效果和品质要求，解决异形复杂二次结构施工难题的同时，大幅度提高经济和社会效益。针对异材料墙体交接处，采用方钢柱连接加固，此措施操作灵活便捷，无材料损耗，无施工间歇期，绿色节能。

复合施工工艺对各工艺综合单价、施工速度、文明施工、施工效果和工况应用进行分析；分析结果结合现场二次结构实际情况，做到扬长避短选材，因地制宜施工灵活简易，大幅度提高工况适应性。复合施工工艺大量采用预制隔墙板（RLC 和 ALC 板），安装便捷高效，无施工间歇期，大幅度提升施工速度。针对各种异材料墙体交接处，主要采用方钢柱加固处理，这种加固措施相较于混凝土构造柱绿色无污染，节能环保，大幅度降低文明施工投入。

6 健康监测数据处理技术

监测数据受现场施工环境扰动大，原始数据流波动较大，可读性差，对工程技术人员的高素质要求高，难以直接使用。现有数据处理手段受颗粒度影响，可能在剔除扰动数据的同时，剔除部分反映真实施工过程的数据，导致数据失真。

采用理论分析和现场实测相结合的方法，针对跨河道连接体钢结构和斜拉索在施工过程中的力学状态变化，合理布置监测测点，创造性的采用 EMD 分析方法进行健康监测数据处理技术，对施工过程监测数据进行合理化处理，得出便于观察、处理的平滑数据流，如图 6-1 所示。

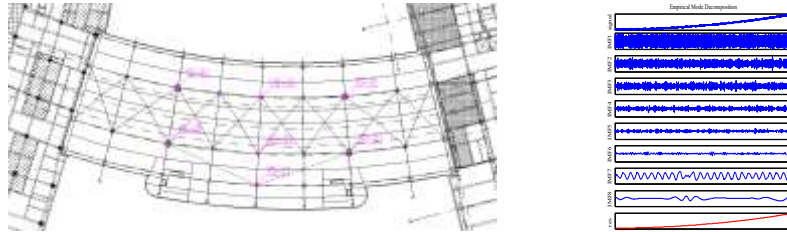


图 6.1 连接体监测测点布置及 EMD 分解

7 支座变刚度模型修正技术

依托工程跨河道连接体，大跨度空间钢结构的施工特点，在不同施工阶段，施工结构系统的边界条件可能不同；同时，一般施工措施并非结构的永久支座，且由于施工措施的构造原因，其提供施工结构系统的支承刚度往往未知，结构实际的支座刚度与模型中的差异较大，这将导致结构的实际受力与施工模拟计算得到的理论受力状态差异较大。因此，施工过程中的支座刚度是影响施工结构系统受力的关键因素之一。在进行大跨度钢结构施工过程模型修正时，结构的支座刚度可作为模型修正的关键参数。

基于改进分步建模法，提出了施工过程静力有限元模型修正方法，并给出了结构施工过程有限元模型修正流程：在一个施工阶段中，首先根据分步建模法，对上一施工阶段已修正的模型进行模型更新，得到当前阶段的理想模型；基于灵敏度分析方法，选取合适的修正参数，进行当前阶段的静力有限元模型修正。提出了将施工过程监测阶段代表值引入各阶段有限元模型中进行模型修正的方法，解决了监测数据的引入问题。提出了考虑支座刚度的施工过程有限元静力模型修正方法，推导出了考虑支座刚度修正的结构刚度矩阵和修正目标函数。对跨河道连接体进行了施工阶段支座刚度的修正，计算结果验证了本节提出考虑支座刚度的静力有限元模型修正方法的可行性和有效性。

$$F(k)^{(i)} = \sum_{i=1}^n w_i e_i^2$$

k 为待修正的支座刚度集，其数量为 m 。选取合适的优化算法，求解上述目标函数，进而实现第 i 施工阶段结构有限元模型修正。

四、第三方评价

2023 年 2 月 12 日，江苏省土木建筑学会在南京组织召开了“空间斜拉索吊挂钢框架环形建筑群关键技术研究”成果鉴定会。鉴定委员会听取了课题组汇报，审查了相关文件资料，经质询、讨论，形成鉴定意见如下：

1、课题组提供的技术资料齐全，符合鉴定要求。

2、该课题以西交利物浦大学太仓校区项目为依托，通过科技攻关，形成了“空间斜拉索吊挂钢框架环形建筑群建造关键技术”，创新成果如下：

1) 研发了空间斜拉索吊挂多层钢框架安装技术，运用中心扩展式吊装方法和四级对称式循环张拉方法，解决了吊挂钢框架体系吊装难度大、张拉速度慢、交叉作业多的难题，提高了施工效率和安全性；

2) 研发了弧形幕墙快速安装技术，运用横通竖断式幕墙龙骨和插挂组拼式的菱形板构造优化，解决了弧形玻璃幕墙及环形金属屋面拼装速度慢、高空作业多的难题；

3) 研发了空间斜拉索吊挂多层钢框架健康监测数据处理及模型修正技术，提高了监测数据的可读性和仿真模拟的准确性。

3、该课题形成专利 22 项(发明专利 9 项)、工法 7 项、论文 15 篇。课题成果在西交利物浦大学太仓校区项目中得到成功应用，经济效益和社会效益显著。

鉴定委员会认为，该课题研究成果达到国际先进水平，其中空间斜拉索吊挂多层钢框架安装技术达到国际领先水平，一致同意通过鉴定。建议进一步加强该技术成果的推广与应用。

五、推广应用情况、经济效益、社会效益和环境效益

1、推广应用情况（应用证明请标明应用时间）

本成果在文教投新建西交利物浦大学太仓校区教学区（土建、安装）施工总承包项目中得到了很好的应用，并在新建教育用房项目、昆山足球场项目中积极推广，保证了工程顺利实施。施工完成后，经检查验收，达到了设计和规范的要求，施工质量得到了业主和社会的好评。其综合成果在其他项目得到了成功应用，取得了良好的效果，情况如下表：

应用单位名称	应用技术	应用起止时间	应用单位联系人/电话	应用情况
太仓市文化教育投资集团有限公司	跨河道连接体吊挂钢框架结构施工技术；结跨河道连接体斜拉索二次张拉及索力调整技术；大面积弧形玻璃幕墙精准安装技术；大跨度环状金属屋面分段拼装技术；异形墙体复合施工技术；健康监测数据处理技术；支座变刚度模型修正技术。	2021年1月至2022年12月	孙宏滔 /18962205351	通过对本项目的研究应用，保证了工程质量、工期和施工安全，圆满完成了各分部分项工程的施工任务，并取得了良好的经济效益和社会效益。
苏州荟同教育发展有限公司	异形墙体复合施工技术；大面积弧形玻璃幕墙精准安装技术；健康监测数据处理技术；支座变刚度模型修正技术。	2021年1月至2021年12月	朱葛勋 /13771990785	新建教育用房项目，自开工以来，将研发成果广泛应用于工程中，严格按规范、设计要求施工，未发生质量问题，达到了预期效果，工程质量受到各级领导和专家的一致好评。
昆山卓越体育文化发展有限公司	跨河道连接体斜拉索二次张拉及索力调整技术；健康监测数据处理技术；支座变刚度模型修正技术。	2021年1月至2023年10月	赵飞 /18014861231	昆山足球场项目，自开工以来，将研发成果广泛应用于工程中，严格按规范、设计要求施工，未发生质量问题，达到了预期效果，工程质量受到各级领导和专家的一致好评。

2、近年直接经济效益

单位：万元人民币

	完成单位		其他应用单位	
年份	新增销售额	新增利润	新增销售额	新增利润
2020	29050万元	2430.925万元		

2021	17430万元	1458.555万元		
2022	11620万元	972.37万元		
累计	58100万元	4861.85万元		

经济效益的有关说明及各栏目的计算依据：

2020年至2023年，公司在承建的文教投新建西交利物浦大学太仓校区教学区（土建、安装）施工总承包项目、新建教育用房项目、昆山足球场项目中采用了“跨河道连接体吊挂钢框架结构施工技术”、“结跨河道连接体斜拉索二次张拉及索力调整技术”、“大面积弧形玻璃幕墙精准安装技术”、“大跨度环状金属屋面分段拼装技术”、“异形墙体复合施工技术”、“健康监测数据处理技术”、“支座变刚度模型修正技术”等关键技术，降低了材料损耗、缩短了施工工期，提高了工程质量，保证了施工安全，经济社会效益显著。

本研究成果合计新增产值 58100 万元，新增利润 4861.85 万元，取得了良好的经济效益和社会效益。

3、社会效益（限 200 字）

本成果在西交利物浦大学太仓校区项目、新建教育用房项目和昆山足球场项目中得到很好的应用，保证了工程顺利实施。施工完成后，经检查验收，达到了设计和规范的要求，施工质量得到了业主和社会的好评。

本成果的成功实施为往后的大型文化教育类项目建设施工提供了思路，为今后施工同类型工程提供宝贵经验，可为类似工程的施工技术、工期、质量、安全和效益提供保障，具有良好的市场前景。

4、环境效益（限 200 字）

本成果依托项目采用“跨河道连接体吊挂钢框架结构施工技术”，减少平面堆场和吊装面积达 23%，核心区和扩展区分开吊装，有利于减小吊装半径，进一步节省吊装场地，降低场地硬化要求，节省场地硬化材料，达到节材、节地绿色施工目的；“异形墙体复合施工技术”，大比例选用环保节能可回收材料，采用环保干法作业，采用环保施工措施，大幅度降低文明施工投入，实现环保绿色施工目的等；获得建设、监理、使用单位的一致好评。

六、代表性论文论著情况

1、代表性论文论著目录（不超过 5 篇）

序号	论文论著名称 /刊名/作者	年卷页码(XX 年 XX 卷 XX 页)	发表时间 (年月日)	通讯作者	第一作者	他引总 次数	检索数 据库	是否中文论著 或国内期刊
1	An improved adaptive web sampling method for node deviation inspection of single-layer latticed shells/ Structures/ Li Yunsong、Luo Yongfeng、Guo Xiaonong、Yang Xu、Qu Yang、Liu Xiao、Zhang Yujian	Volume 31 , Issue . 2021. PP 708-720	2021-03-24	Luo Yongfeng	Li Yunsong	/	知网	否
2	网壳结构地震反应分析的振型刚度法/浙江大学学报(工学版)/ 曲扬、罗永峰、朱钊辰、黄青隆	2020, 54(06) 1068-1077	2020-06-17	罗永峰	曲扬	1	知网	是
3	空间结构多维地震反应两阶段推覆分析方法/建筑结构学报/曲扬、刘书冬、程建军、罗永峰、马怀章	2022, 43(04) 17-25	2020-10-12	刘书冬	曲扬	5	知网	是
4	空间结构主振型遴选的拓展阈值法/建筑钢结构进展/曲扬、罗永峰、程建军、马怀章、彭影星	2022, 24(03) 90-98	2021-11-05	罗永峰	曲扬	2	知网	是
5	顶部斜拉式跨河道多层钢框架施工技术及模拟分析/施工技术/曲扬、刘书冬、谢波、邱健、王文晋	2022, 51(14) 68-71	2022-07-29	刘书冬	曲扬	1	知网	是

承诺：上述论文论著知识产权归国内所有且无争议。以下情况和规定已向所有未列入项目主要完成人的作者明确告知并征得同意：①上述论文论著用于推荐江苏省建设科技创新成果；②江苏省建设科技创新成果获奖项目所用论文专著不得再次参评。其中，未列入项目主要完成人的第一作者、通讯作者（含共同第一作者、共同通讯作者）已出具知情同意书面签字意见，与其他作者的有关知情证明材料均存档备查。因未如实告知上述情况而引起争议，且不能提供相应存档备查的证据，本人愿意承担相应责任，并接受处理。上述论文信息真实，因引起争议，本人愿意承担相应责任，并接受处理。

第一完成人签名：

年 月 日

2、代表性论文论著被他人引用的情况（不超过 5 篇，要求提供检索报告）

序号	被引代表性论文论著题目	引文题目/作者	引文刊名	引文发表时间（年月日）
1	空间结构多维地震反应两阶段推覆分析方法	考虑塑性发展的球面网壳模态推覆数值研究/毋凯冬、邢哲	建筑结构	2023-12-15
2	空间结构多维地震反应两阶段推覆分析方法	空间网格结构抗震薄弱区识别的静力推覆方法/周鸿伟、邓华、孙桐海	建筑结构学报	2021-9-26
3	空间结构主振型遴选的拓展阈值法	半刚性双层柱面网壳结构的动力分析/许曙光、王文欢、司耀黎、常晓霞、刘锋	广州建筑	2023-10-15
4	空间结构主振型遴选的拓展阈值法	强震下钢管混凝土拱面内失稳准则与评估方法/梁栋	广西大学	2022-06-01
5	顶部斜拉式跨河道多层钢框架施工技术及模拟分析	分体式移动模架施工过程结构强度和刚度演化规律研究/岑开放	长安大学	2023-03-31

七、主要知识产权目录（不超过 10 件）

序号	知识产权（标准）类别	知识产权（标准）具体名称	国家（地区）	授权号	授权（标准发布）日期	证书编号（标准批准发布部门）	权利人（标准起草单位）	发明人（标准起草人）	知识产权（标准）有效状态
1	发明专利	一种大跨度斜拉索吊挂多层钢框架的吊装施工工艺	中国	ZL202210217219.1	2022.03.07	6390317	中建八局第三建设有限公司	曲扬;陈刚;谢波;李平;邱健;王文晋;程建军	有效
2	发明专利	一种多彩菱形环状金属屋面系统及其快速拼装方法	中国	ZL202210679178.8	2022.06.15	6551833	中建八局第三建设有限公司	曲扬;陈刚;谢波;邱健;王文晋;程建军	有效
3	发明专利	一种异形复杂二次结构复合施工方法	中国	ZL202210194369.5	2022.03.01	6441898	中建八局第三建设有限公司	付崑;曲扬;陈波;高云杰;陈敏;张余	有效
4	实用新型	框架结构建筑	中国	ZL202020898711.6	2021.02.02	12425069	同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司	丁祝红、张涛、闵籽涵、丁亚茹、赫明月	有效
5	实用新型	一种大跨度斜拉结构的单向双索梁柱连接节点	中国	ZL202120910953.7	2022.01.18	15541710	同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司	张涛、阮林旺、丁祝红、闵籽涵、丁亚茹、赫明月	有效
6	实用新型	一种大跨度斜拉结构的凸出型双向双索梁柱连接节点	中国	ZL202120911161.1	2022.01.18	15531380	同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司	闵籽涵、张涛、阮林旺、丁祝红、丁亚茹、赫明月	有效
7	实用新型	一种大跨度斜拉结构的非共面多拉索交汇上部节点	中国	ZL202120919183.2	2022.01.18	15549829	同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司	丁祝红、张涛、阮林旺、闵籽涵、丁亚茹、赫明月	有效
8	实用新型	一种大跨度斜拉结构的对称式多拉索交汇上部节点	中国	ZL202120919538.8	2022.01.18	15562795	同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司	丁祝红、张涛、阮林旺、闵籽涵、丁亚茹、赫明月	有效
9	实用新型	一种大跨度斜拉结构的双向双索梁柱连接节点	中国	ZL202120919689.3	2022.01.18	15540154	同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司	张涛、阮林旺、丁祝红、闵籽涵、丁亚茹、赫明月	有效
10	实用新型	一种大跨度斜拉结构的铰接柱脚拉索节点	中国	ZL202120912443.3	2022.08.02	17092627	同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司	闵籽涵、张涛、阮林旺、丁祝红、丁亚茹、赫明月	有效

承诺：上述知识产权和标准规范等用于推荐江苏省建设科技创新成果的情况，已征得未列入项目主要完成人的权利人（发明专利指发明人）的同意。

第一完成人签名：

年 月 日

八、完成人情况

姓 名	曲扬	性 别	男	排 名	1
出生年月	1991.03			民 族	汉
国 籍	中国			居 住 地	/
行政职务	项目经理	归国人员	/	归国时间	/
工作单位	中建八局第三建设有限公司			办公电话	/
通讯地址	南京市栖霞区仙林文澜路6号中建大厦			邮政编码	210046
电子信箱	1528249015@qq.com			移动电话	18801779830
技术职称		高级工程师		最高学位	博士
曾获科技奖励情况		江苏省土木建筑学会科学技术奖			
参加起止时间		2021年 01 月 至 2022 年 12 月			
<p>主要贡献：（限 300 字）</p> <p>任科技研发具体实施。作为本课题的第一完成人，负责本成果相关科研项目申报、实施与总结，确立了课题的主要相关思路，从总体研究方案的制定、对现场实践工作和各部分研究内容进行指导、完善项目研究总报告及分报告。</p>					
<p>承诺：</p> <p>本人同意完成人排名，并严格按照江苏省住房和城乡建设厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。</p>			<p>工作单位声明：</p> <p>本单位对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被推荐无异议。如发生争议，将积极配合协助调查处理。</p>		
<p>本人签名：</p> <p>年 月 日</p>			<p>单位（公章）：</p> <p>年 月 日</p>		

八、完成人情况

姓 名	谢波	性 别	男	排 名	2
出生年月	1978.05			民 族	汉
国 籍	中国			居 住 地	/
行政职务	分公司总经理	归国人员	/	归国时间	/
工作单位	中建八局第三建设有限公司			办公电话	/
通讯地址	南京市栖霞区仙林文澜路6号中建大厦			邮政编码	210046
电子信箱	/			移动电话	13645162858
技术职称		高级工程师		最高学位	本科
曾获科技奖励情况		/			
参加起止时间		2021年 01 月 至 2022 年 12 月			
<p>主要贡献：（限 300 字）</p> <p>任科技研发具体实施，负责对现场实践工作和各部分研究内容进行指导、完善项目研究总报告及分报告。</p>					
<p>承诺：</p> <p>本人同意完成人排名，并严格按照江苏省住房和城乡建设厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。</p>			<p>工作单位声明：</p> <p>本单位对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被推荐无异议。如发生争议，将积极配合协助调查处理。</p>		
<p>本人签名：</p> <p>年 月 日</p>			<p>单位（公章）：</p> <p>年 月 日</p>		

八、完成人情况

姓 名	梅江涛	性 别	男	排 名	3
出生年月	1984. 01			民 族	汉
国 籍	中国			居 住 地	/
行政职务	部门经理	归国人员	/	归国时间	/
工作单位	中建八局第三建设有限公司			办公电话	/
通讯地址	南京市栖霞区仙林文澜路6号中建大厦			邮政编码	210046
电子信箱	/			移动电话	13951796993
技术职称		高级工程师		最高学位	本科
曾获科技奖励情况		/			
参加起止时间		2021年 01 月 至 2022 年 12 月			
<p>主要贡献：（限 300 字）</p> <p>任科技研发具体实施，负责对现场实践工作和各部分研究内容进行指导、完善项目研究总报告及分报告。</p>					
<p>承诺：</p> <p>本人同意完成人排名，并严格按照江苏省住房和城乡建设厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。</p>			<p>工作单位声明：</p> <p>本单位对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被推荐无异议。如发生争议，将积极配合协助调查处理。</p>		
<p>本人签名：</p> <p>年 月 日</p>			<p>单位（公章）：</p> <p>年 月 日</p>		

八、完成人情况

姓 名	唐潮	性 别	男	排 名	4
出生年月	1982.02			民 族	汉
国 籍	中国			居 住 地	/
行政职务	分公司总工	归国人员	/	归国时间	/
工作单位	中建八局第三建设有限公司			办公电话	/
通讯地址	南京市栖霞区仙林文澜路6号中建大厦			邮政编码	210046
电子信箱	/			移动电话	15851804905
技术职称		高级工程师		最高学位	硕士
曾获科技奖励情况		/			
参加起止时间		2021年 01 月 至 2022 年 12 月			
<p>主要贡献：（限 300 字）</p> <p>任科技研发具体实施，负责对现场实践工作和各部分研究内容进行指导、完善项目研究总报告及分报告。</p>					
<p>承诺：</p> <p>本人同意完成人排名，并严格按照江苏省住房和城乡建设厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。</p>			<p>工作单位声明：</p> <p>本单位对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被推荐无异议。如发生争议，将积极配合协助调查处理。</p>		
<p>本人签名：</p> <p>年 月 日</p>			<p>单位（公章）：</p> <p>年 月 日</p>		

八、完成人情况

姓 名	付崑	性 别	男	排 名	5
出生年月	1996.05			民 族	汉
国 籍	中国			居 住 地	/
行政职务	技术主管	归国人员	/	归国时间	/
工作单位	中建八局第三建设有限公司			办公电话	/
通讯地址	南京市栖霞区仙林文澜路6号中建大厦			邮政编码	210046
电子信箱	1587645371@qq.com			移动电话	18061100023
技术职称		助理工程师		最高学位	本科
曾获科技奖励情况		江苏省土木建筑学会科学技术奖			
参加起止时间		2021年 01 月 至 2022 年 12 月			
<p>主要贡献：（限 300 字）</p> <p>参与组织实施，专利、论文、工法编写申报，研究报告统稿。</p>					
<p>承诺：</p> <p>本人同意完成人排名，并严格按照江苏省住房和城乡建设厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。</p>			<p>工作单位声明：</p> <p>本单位对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被推荐无异议。如发生争议，将积极配合协助调查处理。</p>		
<p>本人签名：</p> <p>年 月 日</p>			<p>单位（公章）：</p> <p>年 月 日</p>		

八、完成人情况

姓 名	张伟伟	性 别	男	排 名	6
出生年月	1994. 10			民 族	汉
国 籍	中国			居 住 地	/
行政职务	项目总工	归国人员	/	归国时间	/
工作单位	中建八局第三建设有限公司			办公电话	/
通讯地址	南京市栖霞区仙林文澜路6号中建大厦			邮政编码	210046
电子信箱	/			移动电话	18168748006
技术职称		助理工程师		最高学位	大专
曾获科技奖励情况		江苏省土木建筑学会科学技术奖			
参加起止时间		2021年 01 月 至 2022 年 12 月			
<p>主要贡献：（限 300 字）</p> <p>专利、工法编写申报。</p>					
<p>承诺：</p> <p>本人同意完成人排名，并严格按照江苏省住房和城乡建设厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。</p>			<p>工作单位声明：</p> <p>本单位对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被推荐无异议。如发生争议，将积极配合协助调查处理。</p>		
<p>本人签名：</p> <p>年 月 日</p>			<p>单位（公章）：</p> <p>年 月 日</p>		

八、完成人情况

姓 名	全有维	性 别	男	排 名	7
出生年月	1968. 02			民 族	汉
国 籍	中国			居 住 地	/
行政职务	公司专家	归国人员	/	归国时间	/
工作单位	中建八局第三建设有限公司			办公电话	/
通讯地址	南京市栖霞区仙林文澜路6号中建大厦			邮政编码	210046
电子信箱	/			移动电话	13337825110
技术职称		正高级工程师		最高学位	本科
曾获科技奖励情况		/			
参加起止时间		2021年 01 月 至 2022 年 12 月			
<p>主要贡献：（限 300 字）</p> <p>任科技研发具体实施，负责对现场实践工作和各部分研究内容进行指导、完善项目研究总报告及分报告。</p>					
<p>承诺：</p> <p>本人同意完成人排名，并严格按照江苏省住房和城乡建设厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。</p>			<p>工作单位声明：</p> <p>本单位对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被推荐无异议。如发生争议，将积极配合协助调查处理。</p>		
<p>本人签名：</p> <p>年 月 日</p>			<p>单位（公章）：</p> <p>年 月 日</p>		

八、完成人情况

姓 名	张广建	性 别	男	排 名	8
出生年月	1978.02			民 族	汉
国 籍	中国			居 住 地	/
行政职务	分公司质量总监	归国人员	/	归国时间	/
工作单位	中建八局第三建设有限公司			办公电话	/
通讯地址	南京市栖霞区仙林文澜路6号中建大厦			邮政编码	210046
电子信箱	/			移动电话	18651863211
技术职称		高级工程师		最高学位	本科
曾获科技奖励情况		/			
参加起止时间		2021年 01 月 至 2022 年 12 月			
<p>主要贡献：（限 300 字）</p> <p>资料整理、研究报告修改。</p>					
<p>承诺：</p> <p>本人同意完成人排名，并严格按照江苏省住房和城乡建设厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。</p>			<p>工作单位声明：</p> <p>本单位对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被推荐无异议。如发生争议，将积极配合协助调查处理。</p>		
<p>本人签名：</p> <p style="text-align: center;">年 月 日</p>			<p>单位（公章）：</p> <p style="text-align: center;">年 月 日</p>		

八、完成人情况

姓 名	张余	性 别	女	排 名	9
出生年月	1981.01			民 族	汉
国 籍	中国			居 住 地	/
行政职务	分公司业务经理	归国人员	/	归国时间	/
工作单位	中建八局第三建设有限公司			办公电话	/
通讯地址	南京市栖霞区仙林文澜路6号中建大厦			邮政编码	210046
电子信箱	84478550@qq.com			移动电话	13776230601
技术职称		高级工程师		最高学位	硕士
曾获科技奖励情况		/			
参加起止时间		2021年 01 月 至 2022 年 12 月			
<p>主要贡献：（限 300 字）</p> <p>资料整理、成果修改申报、研究报告修改。</p>					
<p>承诺：</p> <p>本人同意完成人排名，并严格按照江苏省住房和城乡建设厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。</p>			<p>工作单位声明：</p> <p>本单位对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被推荐无异议。如发生争议，将积极配合协助调查处理。</p>		
<p>本人签名：</p> <p>年 月 日</p>			<p>单位（公章）：</p> <p>年 月 日</p>		

八、完成人情况

姓 名	丁祝红	性 别	男	排 名	10
出生年月	1990. 02			民 族	汉
国 籍	中国			居 住 地	/
行政职务	项目 结构负责人	归国人员	/	归国时间	/
工作单位	同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司			办公电话	021-35377161
通讯地址	上海市杨浦区四平路1230号302室			邮政编码	200092
电子信箱	32dzh@tjad.cn			移动电话	13816159499
技术职称		高级工程师		最高学位	硕士
曾获科技奖励情况		/			
参加起止时间		2021年 01 月 至 2022 年 12 月			
主要贡献：（限 300 字） 专利编写申报。					
承诺： 本人同意完成人排名，并严格按照江苏省住房和城乡建设厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。			工作单位声明： 本单位对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被推荐无异议。如发生争议，将积极配合协助调查处理。		
本人签名： 年 月 日			单位（公章）： 年 月 日		

八、完成人情况

姓 名	张涛	性 别	男	排 名	11
出生年月	1979. 08			民 族	汉
国 籍	中国			居 住 地	/
行政职务	同济分院 副院长	归国人员	/	归国时间	/
工作单位	同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司			办公电话	021-35375365
通讯地址	上海市杨浦区四平路1230号302室			邮政编码	200092
电子信箱	32zt@tjad.cn			移动电话	13917451498
技术职称		正高级工程师		最高学位	本科
曾获科技奖励情况		/			
参加起止时间		2021年 01 月 至 2022 年 12 月			
主要贡献：（限 300 字） 专利编写申报。					
承诺： 本人同意完成人排名，并严格按照江苏省住房和城乡建设厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。			工作单位声明： 本单位对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被推荐无异议。如发生争议，将积极配合协助调查处理。		
本人签名： 年 月 日			单位（公章）： 年 月 日		

九、主要完成单位情况

单位名称	中建八局第三建设有限公司			排 名	1
法定代表人	张述坚	单位性质	国有	传 真	/
联 系 人	全有维	联系电话	02569976848	移动电话	13337825110
通讯地址	南京市栖霞区仙林大学城文澜路6号中建大厦			邮政编码	210046
电子信箱	173598070@qq.com			统一社会 信用代码	91320100134891 128H
<p>科技创新和推广应用情况的贡献：（限600字）</p> <p>针对该研发课题，中建八局第三建设有限公司成立研发课题小组，对该课题进行攻坚克难，取得系列研究成果，形成了关键技术报告7项，申报发明专利9项，已获发明专利授权3项，实用新型专利授权6项，形成省级工法7项，发表论文15篇。2021年至2023年，中建八局第三建设有限公司在承建的文教投新建西交利物浦大学太仓校区教学区（土建、安装）施工总承包项目、新建教育用房项目、昆山足球场项目中采用了“跨河道连接体吊挂钢框架结构施工技术”、“跨河道连接体斜拉索二次张拉及索力调整技术”、“大面积弧形玻璃幕墙精准安装技术”、“大跨度环状金属屋面分段拼装技术”、“异形墙体复合施工技术”、“健康监测数据处理技术”、“支座变刚度模型修正技术”等关键技术，降低了材料损耗、缩短了施工工期，提高了工程质量，保证了施工安全，经济社会效益显著，对类似大型文化教育类工程具有推广和应用价值。</p>					
声 明	<p>本单位同意完成单位排名，严格按照《江苏省建设科技创新成果推荐及评审工作细则（试行）》和江苏省住房城乡建设厅对推荐工作的具体要求，对被推荐项目完成人在本单位期间的政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该项目材料内容真实准确，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查。</p> <div style="text-align: right;"> 法定代表人签名： _____ 年 月 日 </div> <div style="text-align: right;"> 单位（公章）： _____ 年 月 日 </div>				

九、主要完成单位情况

单位名称	同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司			排 名	2
法定代表人	汤朔宁	单位性质	国有	传 真	/
联 系 人	丁祝红	联系电话	02135377161	移动电话	13816159499
通讯地址	上海市杨浦区四平路1230号302室			邮政编码	200092
电子信箱	5xyj@tjad.cn			统一社会 信用代码	91310000133284 57XD
<p>科技创新和推广应用情况的贡献：（限600字）</p> <p>针对该研发课题，同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司对该课题的跨河道连接体吊挂钢框架结构进行设计，并总结成果，申报相关专利。同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司针对该课题申报发明专利为7项，分别为：框架结构建筑（ZL202020898711.6）；一种大跨度斜拉结构的单向双索梁柱连接节点（ZL202120910953.7）；一种大跨度斜拉结构的凸出型双向双索梁柱连接节点（ZL202120911161.1）；一种大跨度斜拉结构的非共面多拉索交汇上部节点（ZL202120919183.2）；一种大跨度斜拉结构的对称式多拉索。</p>					
声 明	<p>本单位同意完成单位排名，严格按照《江苏省建设科技创新成果推荐及评审工作细则（试行）》和江苏省住房城乡建设厅对推荐工作的具体要求，对被推荐项目完成人在本单位期间的政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该项目材料内容真实准确，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查。</p> <p style="text-align: center;"> 法定代表人签名： 单位（公章）： </p> <p style="text-align: center;"> 年 月 日 年 月 日 </p>				

十、推荐单位意见（专家推荐不填）

推荐单位	江苏省土木建筑学会		
通讯地址	南京市北京西路12号	邮 编	210008
联 系 人	蒋亮艳	联系电话	02583278561
电子邮箱	Jstjxh@126.com	传 真	02583278561
<p>推荐意见：（不超过 600 字）</p> <p>该成果以太仓市西交利物浦项目为依托，取得系列研究成果：研发了一种跨河道连接体吊挂钢框架结构施工方法，解决了吊挂钢框架结构施工过程中传力路径转换复杂，快速精准吊装困难的难题；研发了一种跨河道连接体斜拉索二次张拉及索力调整的施工方法，解决斜拉索多次张拉，工序繁琐的难题，提出一种穿心式千斤顶牵引法安装销轴，四级连续循环对称张拉法施工拉索，达到高效安全施工效果；研发了一种大面积弧形玻璃幕墙精准安装方法，解决了弧形玻璃幕墙安装精度低，成型质量差，施工速度慢等难题；研发了一种异形墙体复合施工施工方法，解决异形复杂二次结构施工难度大，成型质量差的难题，降低文明施工投入，实现绿色高效建造；研发了一种健康监测数据处理方法，解决了施工监测过程中，异常数据以及随机波动数据导致数据失真，对监测结果判断产生不利影响的难题；该课题形成了关键技术报告7项，申报发明专利9项，已获发明专利授权3项，实用新型专利授权13项，形成省级工法7项，发表论文15篇。项目通过江苏省土木建筑学会科技成果评价，成果达到国际先进水平，其中空间斜拉索吊挂多层钢框架安装技术达到国际领先水平。取得了较好的经济和社会效益，对类似大型文化教育类工程具有推广和应用价值。同意推荐申报江苏省建设科技创新成果。</p>			
声 明	<p>本单位严格按照《江苏省建设科技创新成果推荐及评审工作细则（试行）》和江苏省住房城乡建设厅对推荐工作的具体要求，对推荐书内容及全部附件进行了严格审查，对推荐材料的真实性和准确性负责，并按要求对所有完成人遵纪守法、道德品行、学术水平等情况进行了审核，确认不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形，以及其他依规不得推荐的情况。如产生争议，将承担相应的调查核实责任，并积极配合处理。如有材料虚假或违纪行为，愿承担相应责任并按规定接受处理。</p> <p>推荐单位（盖章）：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>		

十一、推荐专家意见（单位推荐不填）

推荐专家一		工作单位		专家类别	
推荐专家二		工作单位		专家类别	
推荐专家三		工作单位		专家类别	
推荐专家一 通讯地址				邮 编	
联 系 人				联系电话	
电子邮箱				传 真	
推荐意见：（不超过 600 字）					
声 明	<p>本人严格按照《江苏省建设科技创新成果推荐及评审工作细则（试行）》和江苏省住房城乡建设厅对推荐工作的具体要求，对推荐书内容及全部附件进行了严格审查，对推荐材料的真实性和准确性负责，并按要求对所有完成人遵纪守法、道德品行、学术水平等情况进行了审核，确认不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形，以及其他依规不得推荐的情况。如产生争议，将承担相应的调查核实责任，并积极配合处理。如有材料虚假或违纪行为，愿承担相应责任并按规定接受处理。</p> <p style="text-align: right;">推荐专家（签名）：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>				