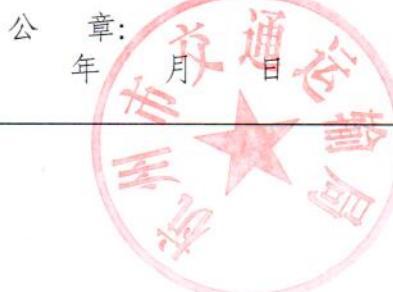


浙江省交通运输科技成果推广目录申报表

一、成果概况

成果名称	基于 BIM 技术公路桥梁顶升技术应用
成果类型	<input checked="" type="checkbox"/> 技术 <input type="checkbox"/> 工艺 <input type="checkbox"/> 材料 <input type="checkbox"/> 产品
专业领域	桥梁工程
申报单位	杭州市余杭区交通运输局
联系人及电话	叶凡一, 13819187787
推广应用起止时间	2020 年 1 月 ~ 2023 年 12 月
申报单位意见	<p>我单位申请将上述成果列入《浙江省交通运输科技成果推广目录》，并承诺所有关于申请单位与成果的文件、证明、陈述均真实、准确。如有违背，我单位将承担由此产生的一切后果。</p> <p>申报单位法人代表签字: </p> <p>申报单位公章:</p> <p>年 月 日</p>
主管部门推荐意见	市交通运输局（委）或厅管厅属单位或省级有关单位意见



二、成果简介（可另附页）

成果简介	<p>本课题依托崇贤至东湖连接线工程的主线落地段 $3 \times 30 + 4 \times 30m$ 两联预应力混凝土现浇箱梁的抬升进行调坡改建，桥梁纵断由现状-4%下坡调整为 0.3%上坡，调坡角度达 2.5°，桥台位置最大抬升高度 8.915m。该项目顶升高度一项居于首位，其综合技术难度较大。由于超高、大角度变坡顶升技术难度大，同时桥梁顶升是一种涉及到结构、液压、机械、电器、控制等多种学科的特种工程，顶升过程中有大量的动态信息需要实时采集、监控和分析，同时和常规土建工程一样，也包含施工质量、安全、成本、进度等各个方面，参建单位众多，有建设单位、设计院、监理单位、施工单位、专业顶升单位、监控单位等，需要进行大量的协调管理工作。本课题通过该项目为做到桥梁顶升过程中风险可控，需对超高、大角度变坡顶升各个技术难题进行深入研究，同时借助 BIM 技术对桥梁顶升做到过程事前分析预防、过程事中控制，协同管理，项目顺利完成，并取得了以下成果：</p> <ol style="list-style-type: none">1、超高、大角度变坡桥梁顶升关键性技术<ol style="list-style-type: none">1) 超高、大角度桥梁调坡顶升因其支撑高度较大、顶升周期长、梁体的转动幅度大及纵向位移较大及顶升到位后需将桥台改造成桥墩等因素的影响，对顶升支撑体系稳定性、顶升设备的可靠性、限位装置的有效性和桥台改造的安全性等提出了更高的要求，通过综合分析、受力验算和案例引证确定了关键环节的技术方案；2) 通过引入同步跟随系统极大的降低了液压顶升系统可能存在的泄露失压风险，确保在任何情况下对顶升结构的有效支撑；3) 在桥墩两侧采用“单排支撑+稳定支撑”的体系既保证了支撑4) 体系的稳定性，同时由于支撑作用线靠近理论支承线，也利于顶升结构的安全，顶升过程中方便支撑的安、拆操作和千斤顶的维修、更换；5) 通过采用随动钢板和楔形钢板较好的解决了大角度桥梁调坡顶升工程中千斤顶随梁体转动带来的垂直度偏差和纵向位移问题，避免了支撑体系和顶升结构承受较大的水平荷载，利用支撑体系的稳定性和梁体的姿态控制；6) 在桥台改造中采用了两次受力体系转换：第一次将支撑荷载由原承台、桩基转换到新的承台、桩基；第二次将支撑荷载由新承台转换到新增墩柱，体系转换过程科学有序，保证了支撑体系和顶升结构的安全。2、桥梁顶升 BIM 协同管理平台 建立了基于 BIM 的协同管理平台，实现顶升过程的施工预演、可视化监控、质量安全隐患的快速排查和移动办公，有效提升顶升品质。3、桥梁变坡顶升中既有桥台的改造技术 本次课题研究对变坡顶升桥梁既有桥台的改造提出了的详实的工艺方案，并获得了国家实用新型专利（证书编号：第 9029545 号）。4、桥梁顶升预算定额 预算定额包括桥梁上部结构整体同步顶升（调坡）（$2t/m^2$ 以上）1
------	---

	<p>项 2 个子目、墩柱顶升(调坡)1 项 1 个子目, 机械台班费用定额包括 PLC 控制液压同步顶升系统(补充 8009157)、PLC 四点变频调速液压泵站(补充 8009158)、带球可转动液压顶升千斤顶(100t 行程 35mm)(补充 8009159)、带球可转动液压顶升千斤顶(200t 行程 240mm)(补充 8009160)、带球可转动液压顶升千斤顶(100t 行程 700mm)(补充 8009161) 5 项。。</p> <p>5、桥梁顶升质量检验评定标准 对超高、大角度变坡桥梁顶升的质量检验评定标准进行了总结, 形成了桥梁顶升质量检验评定标准。</p>
专利	<p>1、桥梁顶升限位装置(实用新型)。专利号: ZL 2018 2 1442104.8; 申请日期: 2018. 9. 4; 授权号: CN 208869954 U。</p> <p>2、桥梁顶升中既有桥台的改造结构(实用新型)。专利号: ZL 2018 2 1462919.2; 申请日期: 2018. 9. 4; 授权号: CN 209039994 U。</p>
软件著作权	<p>基于 BIM 的桥梁顶升协同管理平台 V1.0 登记号: 2019SR1021882; 发表日期: 未发表; 权利取得方式: 受让; 权利范围: 全部权利;</p>
标准规范	无
其它已取得的成果	

三、有关指标(可另附页)

技术指标	<p>1、千斤顶的垂直度和纵向位置偏差控制 (1) 随动钢板 将吊放千斤顶的钢板螺栓孔沿桥长方向设成椭圆孔, 顶升过程中可根据需要前后调整千斤顶的位置, 调整的频率和幅度以千斤顶顶升支撑受压偏心距不超过 10mm 为宜。 (2) 楔形钢板 同样为适应顶升过程中坡度的变化, 避免千斤顶和钢支撑承受较大的水平力, 需在顶升过程中在千斤顶和分配梁之间分次安装楔形钢板, 将千斤顶的垂直度偏差控制在 1%以内。</p> <p>2、桥梁姿态控制方案 (1) 伸缩缝位置限位装置 限位结构由钢板焊接而成, 下部通过植筋的方式与箱梁固定。安装时与顺桥向形成 30° 的夹角 (2) 顶升段两端限位装置 在顶升梁体端部通过植筋的位置设置钢筋砼限位块, 在限位块与限位柱之间横向预留空隙 20mm。在横向限位处增加液压千斤顶, 在梁体向一侧偏移时, 可将液压千斤顶进行加压, 防止梁体横向移动。</p>
------	---

	<p>3 桥台托换改造方案</p> <p>采用了两次受力体系转换：第一次将支撑荷载由原承台、桩基转换到新的承台、桩基；第二次将支撑荷载由新承台转换到新增墩柱。</p>
经济指标	按拆除新建考虑，桥梁上部结构每平米单价约 3412.7 元；按顶升施工考虑，桥梁上部结构每平米单价约 1908.9 元。可见在桥梁改造中，采用顶升施工的经济性远远优于拆除新建
可采取的推广应用措施	制定施工技术指南
申报单位及其推广能力简介	<p>申报单位：杭州市余杭区交通运输局。</p> <p>对省内既有落地桥梁的抬升改造有普适性和指导意义，采用顶升技术改造桥梁有着明显的经济、环境、社会效益。</p>
推广应用实例	2017 年在杭州市余杭区崇贤至东湖路连接线一期工程实施过程中，为实现既有秋石高架落地桥梁的延伸，通过桥梁顶升工艺，将现状桥梁(两联七跨共计长 210m，面积 3780 m ²)由 4%下坡，调坡顶升为 0.3%的上坡，桥台位置桥梁顶升高度达 8.915m。上部结构相较拆除新建节省造价约 1500 元/m ² 。并在减少环境破坏、资源浪费及社会负面影响等方面成效显著。

浙江省交通运输厅科技计划项目

成 果 鉴 定 证 书

鉴定证书编号：浙交鉴字〔2019〕26号

计 划 编 号：2017045

成 果 名 称：基于 BIM 技术公路桥梁顶升技术研究及应用

第一完成单位：杭州市余杭区交通运输局（盖章）

其他完成单位：杭州市交通规划设计研究院
杭州市交通工程集团有限公司
杭州道乔业交通科技有限公司
上海先达特种土木工程有限公司
中路高科交通检测检验认证有限公司

鉴 定 形 式：会议鉴定

组织鉴定单位：浙江省交通运输厅（盖章）

鉴 定 日 期：2019 年 12 月 30 日

鉴定批准日期：2020 年 3 月 12 日

浙江省交通运输厅

2019 年制

简要技术说明及主要技术性能指标

基于 BIM 技术公路桥梁顶升技术研究及应用缘起于既有落地桥梁的改造。由于城市建设的扩张，存在较多的高架桥需继续延伸，需要对原有落地桥梁或净空不足桥梁进行抬升改造，以达到提高桥下净空和调整桥梁线型的目的。随着桥梁顶升技术的不断完善成熟，桥梁调坡顶升以其造价节省、废弃工程少、社会负面影响小、环境效益好等显著优势，愈发成为桥梁改造的趋势。同时，由于超高、大角度变坡顶升技术难度大，涉及结构、液压、机械、电器、控制等多种学科的特种工程，顶升过程中有大量的动态信息需要实时采集、监控和分析，包含施工质量、安全、成本、进度等各个方面，参建单位众多，有建设单位、设计院、监理单位、施工单位、专业顶升单位、监控单位等，需要进行大量的协调管理工作。为做到桥梁顶升过程中风险可控，引入 BIM 技术对桥梁顶升做到过程事前分析预防、过程事中控制，协同管理。

《基于 BIM 技术公路桥梁顶升技术研究及应用》课题研究建立了桥梁顶升 BIM 协同管理平台，实现顶升过程的施工预演、可视化监控、质量安全隐患的快速排查和移动办公；并基于超高、大角度变坡桥梁顶升工艺的特点，对顶升过程中一系列关键技术进行了归纳整理；创造性地补充了“上部结构同步顶升（调坡）（ $2t/m^2$ 以上）”、“墩柱顶升（调坡）”、“PLC 控制液压同步顶升系统”、“PLC 四点变频调速液压泵站”的预算定额；并对超高、大角度变坡桥梁顶升的质量检验评定标准进行了总结。

推 广 应 用 前 景 与 措 施

综合国内外桥梁顶升的发展和现状，当前桥梁顶升技术已较为成熟，并且伴随着建成桥梁数量的增加及市政、公路基础设施的持续升级改造，桥梁顶升的市场潜力巨大，规模和难度也将不断增加。但在实际工程案例中，顶升过程中大量动态信息的采集、监控和分析手段较为原始，未能建立统一的数据实时收集、上传及监管的平台，不利于参建各方及时掌握工程情况，也增加了各参见方的协调管理工作。

课题创造性地将 BIM 技术引入桥梁顶升工艺中，通过 BIM 搭建了可视化模型与协同管理平台，实现了施工预演、可视化监控、质量安全隐患排查、移动办公等重要功能。大大提高了顶升工艺的质量控制和管理效率，为桥梁顶升的进一步推广打下了坚实的基础。

在今后的实施案例中，可通过一定的技术手段强化，在基于 BIM 技术的桥梁顶升中进一步完善施工工艺、强化过程管理、降低工程风险。使桥梁顶升这项节能环保的施工工艺得以更广泛地应用。

项 目 经 费 使 用 情 况

项目预算总经费 150 万元，均为自筹，经费到位率 100%，根据余杭区交通运输局提供的经费决算报告，实际使用 150.057 万元，经费使用合理。

鉴定意见
<p>浙江省交通运输厅于 2019 年 12 月 30 日在杭州召开了“基于 BIM 技术公路桥梁顶升技术研究及应用”（项目编号 2017045）项目鉴定会。鉴定委员会（名单附后）听取了项目组的研究报告、科技查新报告、用户报告和经费决算报告，审阅了有关技术资料，经讨论，形成鉴定意见如下：</p> <p>一、提交鉴定的技术资料齐全、规范，符合鉴定要求。</p> <p>二、课题组针对依托工程的超高、大角度连续梁顶升关键技术，利用 BIM 技术协助桥梁顶升进行事前预防、事中控制和事后分析，建立协同管理平台，并对桥梁顶升经济效益和社会效益分析、桥梁顶升质量检验评定方法、桥梁顶升补充预算定额等方面进行深入的研究，研究成果对提高桥梁顶升技术水平和管理水平有着重要意义。</p> <p>三、项目研究的主要创新点为：</p> <p>1、形成了超高、大角度变坡桥梁的上部结构同步顶升（调坡）工艺；</p> <p>2、建立并验证了基于 BIM 的桥梁同步顶升协同管理平台；</p> <p>3、提出了桥梁构件同步顶升（调坡）补充施工预算定额。</p> <p>四、项目预算总经费 150 万元，均为自筹，根据余杭区交通运输局提供的经费决算报告，实际使用 150.057 万元，经费使用合理。</p> <p>鉴定委员会认为项目研究已完成了项目合同书规定的各项任务，研究成果总体上达到国内领先水平。</p> <p>建议推广应用。</p>
<p>鉴定委员会主任委员 <u>陈建忠</u></p>
<p>2019 年 12 月 30 日</p>

主 持 鉴 定 单 位 意 见



同意鉴定意见



主管领导签字: _____ (单位盖章)

2020年3月12日

组 织 鉴 定 单 位 意 见



同意鉴定意见



主管领导签字: _____ (单位盖章)

2020年3月12日

鉴 定 委 员 会 名 单

序号	鉴定委员会职务	姓名	工作单位	所学专业	现从事专业	职称职务	签名
1	主任委员	陆耀忠	浙江省公路学会	道路桥梁	道路桥梁	正高	陆耀忠
2	委员	卞钧雷	浙江省交通运输厅专家委员会	道路桥梁	道路桥梁	正高	卞钧雷
3	委员	文斌	浙江省交通投资集团有限公司	道路桥梁	道路桥梁	正高	文斌
4	委员	官剑裕	浙江省交通工程管理中心	道路桥梁	道路桥梁	正高	官剑裕
6	委员	雷波	浙江省交通规划设计研究院有限公司	桥梁工程	桥梁工程	正高	雷波
5	委员	赵明朝	浙江交工集团股份有限公司	道路桥梁	道路桥梁	正高	赵明朝
7	委员	孙益红	浙江新中天会计师事务所有限公司	财务	财务	高级会计师	孙益红

科 技 成 果 完 成 单 位 情 况

序号	完 成 单 位 名 称	联系人及电话	邮政编码	详 细 通 信 地 址	隶属省部
1	杭州市余杭区交通运输局	叶凡一 13819187787	311100	杭州市余杭区邱山大街 479 号交通大厦 603 室	浙江省
2	杭州市交通规划设计研究院	方志杨 13175007083	310012	杭州市西湖区金色西溪商务中心 1 号楼 9 楼	浙江省
3	杭州市交通工程集团有限公司	翁明祥 13157672188	310007	杭州市西湖区保俶路 161 号	浙江省
4	杭州道乔业交通科技有限公司	赵玉贤 18458403808	310051	杭州滨江区江虹国际创意园六幢西 403 室 (6W5A03)	浙江省
5	上海先达特种土木工程有限公司	郑华奇 139 1658 8136	201100	上海市闵行区顾戴路 23337 号维璟中心 B 座 11A2 室	上海市
6	中路高科交通检测检验认证有限公司	闫振海 18201061586	100088	北京市海淀区西土城路 8 号院 112 号楼一层 113、115 室	北京市

注：①完成单位序号超过 8 个可加附页。其顺序必须与鉴定证书封面上的顺序完全一致。

②完成单位名称必须填写全称，不得简化，与单位公章完全一致。

③隶属省部是指本单位的行政关系隶属于哪一个省、自治区、直辖市或国务院部门主管。并将其名称填入表中。如果本单位有地方/部门双重隶属关系，请按主要的隶属关系填写。

主 要 研 制 人 员 名 单

序号	姓 名	性別	出生年月	技术职称	文化程度	工 作 单 位	对成果创造性贡献
1	叶茂	男	197610	工程师	研究生	杭州市余杭区交通运输局	项目负责人
2	宋法宝	男	196304	正高	本科	杭州市交通规划设计研究院	总体策划
3	方志杨	男	197805	正高	本科	杭州市交通规划设计研究院	协调、联络、策划
4	孙志良	男	197904	副高	本科	杭州市余杭区交通运输局	建设管理
5	叶凡一	男	198201	工程师	本科	杭州市余杭区交通运输局	现场协调
6	翁明祥	男	197401	工程师	大专	杭州市交通工程集团有限公司	现场施工
7	汪坚	男	197209	副高	本科	杭州市交通工程集团有限公司	施工指导
8	祁恺飞	男	198811	工程师	本科	杭州市交通规划设计研究院	研究报告编写
9	陈自辉	男	196709	正高	本科	杭州市交通规划设计研究院	总体研究
10	顾侃	男	197706	正高	本科	杭州市交通规划设计研究院	总体研究
11	史海祥	男	197701	副高	本科	杭州市余杭区交通运输局	现场协调
12	李思望	男	196510	正高	本科	杭州市交通工程集团有限公司	施工负责
13	郑华奇	男	197002	高工	本科	上海先达特种土木工程有限公司	顶升关键技术研究、报告编写
14	闫振海	男	199105	工程师	硕士	中路高科交通检测检验认证有限公司	BIM 技术研究
15	赵玉贤	女	196709	正高	本科	杭州道乔业交通科技有限公司	定额研究
16	朱威	男	198008	工程师	本科	杭州市余杭区交通运输局	现场协调

序号	姓名	性别	出生年月	技术职称	文化程度	工作单位	对成果创造性贡献
17	俞少峰	男	198301	工程师	本科	杭州市余杭区交通运输局	现场协调
18	周润翔	男	198105	副高	硕士	杭州市交通规划设计研究院	总体研究
19	唐翔	男	198302	副高	硕士	杭州市交通规划设计研究院	总体研究
20	苏冬文	男	198012	副高	本科	杭州市余杭区交通运输局	现场管理
21	余盛桃	男	198609	工程师	本科	杭州市交通工程集团有限公司	现场施工
22	朱晓莉	女	197812	副高	本科	浙江省大成建设集团有限公司	定额研究
23	吴佳波	男	198902	工程师	本科	杭州市交通工程集团有限公司	现场施工
24	陈弢	男	19821218	工程师	本科	上海先达特种土木工程有限公司	定额研究
25	李湛	男	197803	副高	本科	中路高科交通检测检验认证有限公司	BIM技术研究

承 诺 书

本单位和个人承诺：

- 1、本鉴定证书中所填写的各栏目内容真实、准确。
- 2、提供鉴定的技术文件和资料真实、可靠，技术（或理论）成果事实存在。
- 3、提供鉴定的实物（样品）与所提供鉴定的技术文件和资料一致，并事实存在。
- 4、本成果的知识产权或商业秘密明晰完整，归属本单位（或个人）所有，未剽窃他人成果、未侵犯他人的知识产权或商业秘密。

若发生与上述承诺相违背的事实，由本单位（或个人）承担全部法律责任。

项目负责人（签字）：叶茂

第一完成单位（盖章）：

年 月 日

证书号 第 8851127 号



实用新型专利证书

实用新型名称：桥梁顶升限位装置

发 明 人：方志杨；叶茂；郑华奇；宋法宝；孙志良；陈自辉；苏东文
祁恺飞；李乐阳；汪坚；樊振杰；李思望；翁明祥；董国伟

专 利 号：ZL 2018 2 1442104.8

专利申请日：2018 年 09 月 04 日

专 利 权 人：杭州市交通规划设计研究院

地 址：310006 浙江省杭州市下城区建德路 8 号

授权公告日：2019 年 05 月 17 日

授权公告号：CN 208869954 U

国家知识产权局依照中华人民共和国专利法经过初步审查，决定授予专利权，颁发实用新型专利证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。专利权期限为十年，自申请日起算。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长
申长雨

申长雨



证书号 第8851127号



专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 09 月 04 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

申请日时本专利记载的申请人、发明人信息如下：

申请人：

杭州市交通规划设计研究院

发明人：

方志杨;叶茂;郑华奇;宋法宝;孙志良;陈自辉;苏东文;祁恺飞;李乐阳;汪坚;樊振杰;李思望;翁明祥;董国伟

证书号 第9029545号



实用新型专利证书

实用新型名称：桥梁顶升中既有桥台的改造结构

发明人：方志杨；叶茂；郑华奇；宋法宝；孙志良；陈自辉；苏东文
祁恺飞；李乐阳；汪坚；樊振杰；李思望；翁明祥；董国伟
专利号：ZL 2018 2 1462919.2

专利申请日：2018年09月04日

专利权人：杭州市交通规划设计研究院

地址：310006 浙江省杭州市下城区建德路8号

授权公告日：2019年06月28日 授权公告号：CN 209039994 U

国家知识产权局依照中华人民共和国专利法经过初步审查，决定授予专利权，颁发实用新型专利证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。专利权期限为十年，自申请日起算。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长
申长雨

申长雨



证书号 第 9029545 号



专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 09 月 04 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

申请日时本专利记载的申请人、发明人信息如下：

申请人：

杭州市交通规划设计研究院

发明人：

方志杨;叶茂;郑华奇;宋法宝;孙志良;陈自辉;苏东文;祁恺飞;李乐阳;汪坚;樊振杰;李思望;翁明祥;董国伟

中华人民共和国国家版权局

计算机软件著作权登记证书

证书号： 软著登字第4442639号

软 件 名 称： 基于BIM的桥梁顶升协同管理平台
V1.0

著 作 权 人： 中路高科交通检测检验认证有限公司(原始取得)；杭州市余杭区交通运输局；杭州市交通规划设计研究院；杭州市交通工程集团有限公司

开发完成日期： 2017年12月31日

首次发表日期： 未发表

权利取得方式： 受让

权 利 范 围： 全部权利

登 记 号： 2019SR1021882

根据《计算机软件保护条例》和《计算机软件著作权登记办法》的规定，经中国版权保护中心审核，对以上事项予以登记。



2019年10月09日

No. 04605179

副 本