

## 项目公示信息

- 一、成果名称：服务大跨度桥梁施工质量与效能提升的成套技术开发与应用
- 二、完成单位：陕西铁路工程职业技术学院；中铁三局集团有限公司；中铁三局第三工程有限公司
- 三、完成人：曾绍武；杨勃；赵文武；龚贵林；赵永锋；王学峰；刘超群；廖文华；蒋平江；张裕超；王安东
- 四、成果简介：

2020年，住房和城乡建设部、国家铁路局等部委联合颁布了《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》（建市〔2020〕60号）、《关于加快新型建筑工业化发展的若干意见》（建标规〔2020〕8号）等一系列文件，旨在加快建筑业与信息技术深度融合，推动建造方式的转变，推动建筑业转型升级、拓展产业链，化解生产和技术难题，高度契合数字时代的绿色低碳发展理念的关键技术。铁路、公路桥梁施工项目的特点是高空作业危险源多，施工工艺、工序复杂，施工战线长，工程量大，质量标准高，施工参与方多，信息来源多且复杂，运用BIM技术、虚拟仿真技术、优化组合预测模型进行桥梁施工信息化管理与教学质量提升的成套技术开发，在杭黄高铁车站异形现浇梁高支架

群、金沙江双线特大桥、霍永高速公路芝河大桥、银西铁路跨定武高速公路转体桥、铁路信号设备数据管理等项目中深入应用，实现桥梁施工信息数据多维度多元处理与优化，为确保桥梁施工质量安全与进度提供了成套解决方案，将信息化管理融入到桥梁施工项目的管理流程中，实现了基础数据信息的收集及协同管理的落地。

本成果依托 3 项市厅级纵向课题、4 项国有大型铁路、公路企业委托的技术研发横向课题，通过基础理论研究和关键技术开发，系统解决了桥梁施工中信息化管理技术难题，提出一套可复制、可迁移、可推广服务于桥梁施工信息化管理与教学质量提升的系统解决技术方案，并深入开发与实践应用，进一步提高了桥梁施工信息化、智能化和可视化水平，推进桥梁工程建设的高质量发展。服务桥梁施工信息化管理与教学质量提升的成套技术开发及应用科技成果主要是针对复杂桥梁施工问题解决的信息化手段不足，主要是采用 BIM 技术、GIS 技术与虚拟仿真技术升级优化桥梁施工技术方案，一方面针对桥梁施工现场的技术难题解决生产的需要，另一方面将研究成果系统化嵌入虚拟仿真软件开发以提升教学质量与教学效果，实现科学技术应用成果迁移反哺教育教学的目标。

**(1) 基于灰色系统理论，运用优化组合预测模型，实现对桥梁施工过程的线形控制与变形预测**

探讨运用灰色理论进行大跨度连续刚构桥施工过程控制，通过建立灰色理论计算模型  $GM(1, 1)$ ，结合泾河特大桥施工控制进行实践，现场监测该桥施工过程中内力和变形的走势，并将测结果与计算各梁段的施工预拱度进行对比分析，最终确保成桥成后结构的线形与应力在设计规定的误差范围之内，验证了灰色理论体系在大跨度连续刚构桥施工控制中是可行的。

为提高桥梁变形预测的精度，探讨不同预测模型在桥梁变形预测中的效果，结合桥梁变形监测数据及组合预测思路，构建桥梁的 MC 误差修正优化组合预测模型。通过实例验证得出，组合预测较单项预测具有更高的预测精度及稳定性，其中以 RBF 神经网络组合的预测精度最高；同时，误差优化修正模型进一步减小了预测误差，优化后预测结果的相对误差期望值为 0.86%，方差值为  $0.0973\text{mm}^2$ ，准确预测了桥梁变形，验证了该思路的有效性。

## **(2) 构建桥梁信息模型，运用 BIM 协同平台，实现对施工过程成本控制与质量管理**

控针对桥梁工程可提供组件式、可视化的开发环境、API 应用接口，形成桥梁多源数据共享格式与机制，可实现桥梁信息模型的轻量化创建、多源数据的批量化导入及导出，建模效率提高了 2.5 倍。桥梁信息模型数据包括基础地理数据、桥梁 BIM 数据、桥梁施工管理数据，以桥梁 BIM 三维模

型为数据承载单元，对桥梁 BIM 构件进行编码。严格按照信息编码系统构建桥梁信息模型、钢管贝雷梁支架的临时结构信息模型，结合梦龙施工组织设计软件优化施工方案，测算出桥梁材料用量流量对比，控制桥梁施工最大材料的使用量。

**(3) 瞄准桥梁施工难题，自主发明配套装置，实现了支架智能顶升和浮式平台不平衡荷载补偿**

针对桥梁支架施工用顶升装置的智能化程度不够，顶升精度难以满足桥梁施工现场要求，发明了一种基于桥梁施工用顶升装置，实现了支架智能顶升；针对浮式平台不平衡荷载补偿信息收集与预测困难，发明了一种浮式平台不平衡荷载补偿装置；实现了浮式平台不平衡荷载动态补偿。

**(4) 针对桥梁施工教学，开发虚拟仿真系统，创设虚实结合、理实一体立体化教学资源与空间**

在前述三点技术创新与技术突破的基础上，积累了丰富的工程案例与 BIM 素材，针对桥梁施工教学存在的“三高三难”问题，开发铁路桥梁工程施工虚拟仿真系统 V1.0，选取典型铁路桥梁施工案例，涵盖了项目从施工准备、施工到竣工验收的全过程，全面融入了施工员、测量员、材料员、试验员、质检员等五大员岗位工作标准和典型工作任务，学生通过游戏闯关式虚拟仿真系统参与一座桥从无到有的虚拟建造全过程，将碎片化知识按照施工逻辑系统化串联起来，进一步巩固专业知识与技能，

学以致用，紧密结合桥梁综合实训基地，创设虚实结合、理实一体立体化教学资源与空间。

### 五、完成人合作关系情况：

序号	合作方式	合作关系及排名	合作时间	合作成果	证明材料
1	共同立项	曾绍武/1, 杨勃/2	2017-12-22	优化组合预测模型在大跨度桥梁施工控制中的研究与应用	纵向科研-优化组合预测模型在桥梁变形预测中的应用立项文件. pdf
2	论文合著	曾绍武/1, 赵文武/3	2017-01-30	BIM技术在铁路信号设备数据管理中的应用研究	论文-BIM技术在铁路信号设备数据管理中的应用研究. pdf
3	论文合著	曾绍武/1, 蒋平江/9	2018-08-15	BIM技术在金沙江双线特大桥施工中的应用研究	论文-BIM技术在金沙江双线特大桥施工中的应用研究. pdf
4	共同获奖	曾绍武/1, 赵永峰/5, 王学峰/6	2016-12-15	杭黄高铁车站异形现浇梁高支架群施工BIM技术应用	获奖证书-杭黄高铁车站异形现浇梁高支架群施工BIM技术应用. pdf
5	软著合著	曾绍武/1, 刘超群/7	2017-05-27	铁路桥梁工程施工虚拟仿真系统 V1.0	软著证书-铁路桥梁工程施工虚拟仿真系统 V1.0 . pdf

6	共同立项	曾绍武/1, 赵文武/2, 张裕超/10, 王安东 11	2018-06-25	基于 BIM 技术的高大支架群三维设计与平台应用研究	纵向科研-基于 BIM 技术的高大支架群三维设计与平台应用研究立项文件. pdf
7	共同立项	曾绍武/1, 廖文华/8	2017-12-22	深水裸岩条件下浮式平台锚碇的设计研究	纵向科研-深水裸岩条件下浮式平台锚碇的设计研究立项文件. pdf
8	专利合著	廖文华/8, 张裕超/10	2019-10-01	一种可升沉补偿浮式平台及其升沉补偿装置	实用新型专利证书-一种可升沉补偿浮式平台及其升沉补偿装置专利证书. pdf
9	论文合著	赵永峰/5, 王学峰/6	2018-06-25	BIM 技术在霍永高速公路芝河大桥施工管理中的应用	论文-BIM 技术在霍永高速公路芝河大桥施工管理中的应用. pdf
10	共同立项	曾绍武/1, 龚贵林/4	2021-9-12	中国西部科技创新港高端人才生活基地南洋东院一支护桩施工技术服务	横向课题-中国西部科技创新港高端人才生活基地南洋东院. pdf

## 六、代表性论文专著目录:

### 代表性论文专著目录

序号	论文专著名称	刊名	发表时间	年卷页码 (xx年xx卷xx页)	作者	通讯作者 (含共同作者)	第一作者 (含共同作者)	国内作者 (中文名)	他引总次数	检索数据库	参与人 (成果完成人)	知识产权是否归国内所有
1	灰色系统理论在大跨度连续刚构桥施工控制中的应用	公路工程	2015-06-20	2015年40卷265-269	曾绍武; 王根会	曾绍武	曾绍武	曾绍武	11	北大核心	曾绍武	是
2	BIM技术在金沙江双线特大桥施工中的应用研究	铁道标准设计	2018-08-15	2018年62卷78-84	蒋平江; 杨凯; 曾绍武; 王明强	曾绍武	蒋平江	蒋平江; 杨凯; 曾绍武; 王明强	27	北大核心	曾绍武; 蒋平江	是
3	BIM技术在铁路信号设备数据管理中的应用	铁道标准设计	2017-01-30	2017年61卷127-133	赵文武; 曾绍武; 赵钦; 张学钢; 马	曾绍武	赵文武	赵文武; 曾绍武; 赵钦; 张学钢; 马	33	北大核心	曾绍武; 赵文武	是

	用研究				少雄			少雄				
4	优化组合预测模型在桥梁变形预测中的应用	大地测量与地球动力学	2017-12-15	2017年37卷1234-1238	杨勃	杨勃	杨勃	杨勃	4	CSCD	杨勃	是
5	大跨度波形钢腹板梁桥施工线形分析研究	公路工程	2016-08-20	2016年41卷159-165	杨勃; 陈艳茹; 李刚; 王起才	杨勃	杨勃	杨勃; 陈艳茹; 李刚; 王起才	7	北大核心	杨勃	是
6	BIM技术在霍永高速公路芝河大桥施工管理中的应用	中外公路	2018-06-25	2018年38卷335-338	王学峰; 赵永锋	王学峰	王学峰	王学峰; 赵永锋	18	北大核心	赵永锋; 王学峰	是
7	BIM技术在转体桥施工中的	河北工业科技	2018-09-30	2018年35卷341-347	张裕超; 张学钢; 李立功	张裕超	张裕超	张裕超; 张学钢; 李立功	12	科技核心	张裕超	是



应用— —以银 西铁路 跨定武 高速公 路转体 桥为例												
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

## 七、主要知识产权（标准、规范）目录：

### 主要知识产权（标准、规范）目录

序号	知识产权类别	知识产权名称	国家（地区）	授权号（批准号）	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	发明专利	一种浮式平台不平衡荷载补偿装置	中国	CN 108341030 B	2019-09-13	3527893	陕西铁路工程职业技术学院	廖文华
2	发明专利	一种基于桥梁施工用顶升装置	中国	CN 110042758 B	2021-03-02	4281779	陕西铁路工程职业技术学院	杨勃；陈艳茹；杨江朋
3	软著	铁路桥梁工程施工虚拟仿真系统 V1.0	中国	2017SR215487	2017-05-27	1800771	陕西铁路工程职业技术学院	刘超群；焦胜军；曾绍武；杨江朋；章韵

