

科学技术进步奖公示内容

- 一、项目名称：**BIM 在桥梁与地铁车站施工中的应用研究与实践**
- 二、提名者及提名意见（包含提名等级）：陕西铁路工程职业技术学院，三等奖
- 三、项目简介：

项目依托 3 项市厅级纵向课题，通过 BIM 技术基础理论研究和关键技术开发，系统解决了桥梁与地铁车站施工中信息化管理技术难题，提出一套可复制、可迁移、可推广服务于桥梁与地铁车站施工信息化管理水平提升的系统解决技术方案，并深入开发与实践应用，进一步提高了桥梁与地铁车站施工信息化、智能化和可视化水平，推进桥梁与地铁车站工程建设的高质量发展。主要创新成果如下：

（1）提出一种基于 BIM 定位连续箱梁预应力管道的方法，指导工人精确定位预应力管道

通过胡润 1 号大桥连续梁施工应用实践，运用 BIM 软件建立三维信息模型将混凝土结构截面尺寸信息、普通钢筋信息、预应力孔道信息和预应力管道信息集成转化成空间立体可视化的三维结构，一方面能够使得工人直观形象的看到空间曲线预应力管道在三维模型中的布置位置，预先建立起对将要施工连续箱梁节段的空间感性认识，获取各预应力束布置的空间线形位置总体印象；另一方面可以通过 BIM 的可出图性从三维模型中获取空间预应力管道的定位信息，并指导工人焊接定位钢筋，实现预应力管道的精确定位。预应

力钢束是桥梁结构中线形最为复杂，受力最为重要的一种高强钢筋，能够保证其严格按照设计要求线形进行施工操作，确保桥梁结构安全和施工质量。

(2) 提出一种基于 BIM 解决普通钢筋与预应力管道冲突的方法，实现主梁精细化施工

通过胡润 1 号大桥 40mT 梁施工应用实践，提出一种基于 BIM 解决普通钢筋与预应力管道冲突的方法，解决了现有施工中因未能提前发现普通钢筋穿越预应力孔道而带来的浪费工料和延误工程进度的问题。运用 BIM 技术解决目前主梁施工二维图纸存在的以下三方面缺陷：

首先，平面二维设计图纸难以形象直观全面的表达三维桥梁实体结构，尤其是对于较为复杂的桥梁结构，特别是变截面空间立体结构，其线形复杂，普通钢筋数量和种类繁多，钢筋和钢筋之间交错布置，预应力管道为空间曲线，仅靠平面投影或者立面投影难以表述清楚。

其次，平面二维设计图纸一般都是通过平面、立面、横断面来表达空间三维结构。对于相对较为简单三维结构，三视图可以清晰全面的准确的进行表达。但是对于每一个都有所变化的复杂的不规则的三维空间结构，比如变截面连续梁桥或者变截面空心桥墩结构，有限的三视图难以将任意截面进行剖切，也难以全面细致准确无误的表达三维空间结构。

最后，平面二维设计图纸在设计时，为了使得一张图纸中的内

容简单明了，往往将普通钢筋图纸和预应力钢筋在不同的图号中分别用图纸表示。这样虽然可以解决图中内涵过多的问题，但同时带来两张图纸中有不可调和的冲突。比如大量的普通钢筋穿越预应力孔道的问题，这将为后续施工带了较大的麻烦，导致返工，既浪费工料又延误工程进度。

（3）严格按照信息编码系统构建 BIM 模型，优化支架群材料周转方案，计算并控制材料洪峰量

通过杭黄高铁车站异形现浇梁高支架群等项目的应用实践，以桥梁 BIM 三维模型为数据承载单元，对桥梁钢管贝雷梁 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。结合施组软件和 BIM 软件优化支架群材料周转方案，研究材料流向对比分析算法，采用 C++编程计算最大材料洪峰量值并控制采购。

（4）针对地铁施工过程沉降问题，开发沉降观测 4D BIM 系统，实现沉降的监测与预警

通过北京地铁苏州桥站应用实践，为了确保地铁车站的施工安全，项目部对沉降进行实时监测，并将观测数据与 BIM 模型关联。在整个地铁站施工现场和四周重要地点共设置 526 个观察点，监测数据每日一采。定制开发的沉降监测功能，可将沉降观测点和每日监测数据导入到 4D BIM 系统中，可自动分析每日沉降量和总沉降量，据不同控制原则实现沉降的监测与预警。

四、 客观评价：

桥梁与地铁车站施工项目的特点是作业危险源多，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，将 BIM 技术融入到桥梁与地铁车站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。

（1）科技查新结论

2019 年 8 月 16 日，山西省科学技术情报研究所经对比，“高铁站场现浇梁高支架群信息化技术应用研究”项目与已有报道的区别为：1)根据人工设计的支架方案建立 BIM 模型，通过模拟施工进行优化，确定支架周转材料的使用峰值及总量；2)研发软件插件使 BIM 模型可直接导入 Midas 软件中进行力学分析计算，避免重复建模；3) BIM 技术对特大桥施工进行 4D 施工进度控制模拟，并跟踪进度，及时修正，指导施工。在检索范围内，除该项目委托人发表的论文外，未见与上述研究内容相同的其他公开文献报道。

（2）成果验收意见

2022 年 10 月 26 日，渭南市科学技术局组织有关专家对曾绍武承担的（一般科研发展计划项目、科技创新和中小企业创新扶持资金）项目基于 BIM 技术的高大支架群三维设计与平台应用研（项目编号：ZDYF-JCYJ-72 zsg）进行验收。验收委员会听取了项目工作及技术总结报告，审阅了相关资料。经过质询和讨论，形成如下验收意见：1)验收资料基本齐全，符合验收要求。2)项目资金使用合理。3)经济、社会效益良好。按照《渭南市科技计划项目管理办法》的要求，验收委员会一致认为该项目基本完成了合同规定的指标，专项资金使用合

理，同意通过验收。验收人为技术专家组长西北工业大学博士生导师李克智教授，技术专家西安理工大学赵钦教授，技术专家长安大学庄建琦教授，技术专家陕西工业职业技术学院刘引涛教授，财务专家陕西金鹏会计师事务所有限责任公司徒淑敏注册会计师。

（3）成果鉴定结论

2018年9月26日，中国中铁股份有限公司组织专家对“高铁战场现浇梁高支架群信息化技术应用研究”成果进行了网络评审，参加评审鉴定的有中铁四局、中铁六局、中铁八局、中铁大桥局、中铁隧道局、中铁二院、中铁山桥等单位的专家，专家委员会认为该成果达到国内领先水平。

（4）成果科技奖励

研究相关成果得到了行业、企业、协会、专业委员会以及渭南市人民政府的认可，在2015至2022年之间获得各类奖励如下：

[1]2016年，杭黄高铁车站异型现浇梁高支架群施工BIM技术应用，中国建设工程BIM大赛二等奖，中国建筑业协会；

[2]2017年11月，预应力连续刚构桥梁BIM精细化建模实例，渭南市第十三届自然科学优秀论文及学术成果三等奖，渭南市人民政府。

[3]2019年，高铁站场现浇梁高支架群信息化技术应用研究，工程建设科学技术进步二等奖，中国施工企业管理协会；

[4]2022年，基于BIM技术的线性工程施工过程多元数据分析、优化技术研究及应用，陕西高等学校科学技术研究优秀成果二等奖，陕西省教育厅。

（5）重要媒体报道

新华网、中国桥网、中隧桥网等新闻媒体对应用本项目成果的国家“十三五”建设规划重点工程“杭黄铁路、湖润1号大桥”等项目进行了报道，项目团队成员被中国青年报以“活跃在施工企业一线的BIM技术尖兵”为标题进行了长篇幅报道，获得社会的广泛认可，提升了学校和社会的综合影响力。

五、应用情况：

运用 BIM 技术进行桥梁与地铁车站施工信息化管理水平提升的成套技术开发，在湖润1号大桥、杭黄高铁车站异形现浇梁高支架群、北京地铁苏州桥站、兰州地铁车站、铁路信号设备数据管理等项目中深入应用，实现桥梁与地铁车站施工信息数据多维度多元处理与优化，为确保桥梁与地铁车站施工质量安全与进度提供了成套解决方案。研究成果已转化为生产力，在中铁三局等十余家企业深度应用，为工程单位产生了良好的经济效益和社会效益。

成果在中铁三局集进行了转化，形成了集团级别的项目信息协同管理平台。针对杭黄高铁建德站站场地形地貌复杂，桥墩高度变化大，18种现浇非标准箱梁型式各异，支架搭设、拆除、周转施工组织难度大，提出采用 Revit 建立支架贝雷梁 BIM 模型进行三维审查细化支架布置方案，三维技术交底，工程材料数量提取，虚拟推演施工过程，4D 施工进度动态控制，材料周转方案优化，采用 Midas.civil 进行力学分析计算，优化支架设计方案，确保支架布置形式合理，支架结构安全稳定。

成果在中交隧道局承建的商合杭铁路太和特大桥项目上进行了试用。商合杭铁路太和特大桥为连续刚构拱桥，该桥跨度大，预埋件多，工序繁琐，工艺流程复杂。运用 BIM 技术快速提取统计工程量，实现材料精细化管理，减少浪费；钢筋与管道碰撞检查，合理避让冲突，提高绑扎工效；精确定位拱脚预埋劲性骨架，模拟施工确保拱圈精准安装；4D 施工进度控制，配合项目部做好施工进度管控。

项目组先后通过开展各类技术服务，在杭黄高铁、商合杭铁路、南天高速公路等多个项目通过成果应用为企业节省和挽回损失产生的直接或间接经济价值达 3600 余万元。

表 1. 主要应用单位情况

序号	单位名称	应用项目	应用起止时间	应用技术	项目组参与人员
1	中铁三局	杭黄铁路项目 BIM 技术应用研究	2015 年 3 月至 2015 年 8 月	创新点 1、 2、3	曾绍武、王 安东
		沪苏湖铁路工程站前 I 标项目部 工程技术服务	2021 年 3 月至 2021 年 12 月	创新点 1、 2、3、4	曾绍武、王 安东
2	中铁一局	南天项目 BIM 技术应用研究	2020 年 7 月至 2021 年 1 月	创新点 1、 2、3、4	曾绍武、张 裕超
		崇左至靖西高速公路湖润 1 号大 桥 BIM 技术应用研究	2014 年 8 月至 2015 年 3 月	创新点 1、 2、3	曾绍武、王 安东
		绥延高速土建 3、路面 1 标档案 资料技术服务项目	2020 年 7 月至 2021 年 2 月	创新点 2、 3、4	曾绍武、张 裕超
3	中铁十四局	济莱高铁 6 标项目部一工区工程 技术咨询服务	2020 年 7 月至 2020 年 10 月	创新点 1、 2、3、4	曾绍武、王 安东
		BIM 技术在北京丰台站改建站区 站前工程工程施工中的应用研究	2019 年 3 月至 2019 年 6 月	创新点 2、 3、4	王安东
4	中交隧道局	太和特大桥 BIM 技术应用研究	2017 年 4 月至 2017 年 10 月	创新点 1、 2、3、4	曾绍武
5	中铁大桥局	杭绍台铁路项目小舜江特大桥 (86+164+86) 曲弦钢桁加劲连	2019 年 7 月至 2020 年 3 月	创新点 1、 2、3、4	王安东

续梁 BIM 技术服务					
6	陕西中辉岩土建筑工程有限公司	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项目	2021年9月至2022年3月	创新点2、3、4	曾绍武
7	西安中勘工程有限公司	志丹县第八幼儿园建设项目工程（勘察标段）技术服务	2022年3月至2022年11月	创新点2、3	曾绍武、赵文武
8	陕西天度云激光科技有限公司	基于数字孪生的中车青岛四方股份公司虚拟工厂集成技术研究	2021年6月至2022年6月	创新点2、4	曾绍武、张裕超、王安东

六、 主要知识产权和标准规范等目录：（限 10 条，所列专利证书颁发日期、标准规范发布日期、论文发表日期应在 **2022 年 5 月 31 日之前**。）

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家（地区）	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	发明专利	一种基于 BIM 定位连续箱梁预应力管道的方法	中国	ZL201510131642.X	2018-01-30	第 2799496 号	陕西铁路工程职业技术学院	曾绍武；张学钢；张林；李季晖；罗建华
2	发明专利	一种基于 BIM 解决普通钢筋与预应力管道冲突的方法	中国	ZL201510130931.8	2017-12-12	第 2735610 号	陕西铁路工程职业技术学院	曾绍武；张学钢；张林；李季晖；罗建华
3	论文	BIM 技术在地铁车站施工管理中的应用	中国	现代隧道技术（CSCD）	2018-06-15	2018 年 55 卷 18-27	陕西铁路工程职业技术学院	曾绍武；李昌宁；张学钢
4	论文	BIM 技术在兰州地铁东岗站施工中的应用研究	中国	现代隧道技术（CSCD）	2017-04-15	2018 年 02 卷 46-52	陕西铁路工程职业技术学院	张学钢；曾绍武；王朋

5	论文	BIM 管理平台在地铁车站施工中的应用研究	中国	公路（北大核心）	2018-06-19	2018 年 6 卷 304-307	陕西铁路工程职业技术学院	曾绍武；王朋；赵文武；张学钢
6	论文	BIM 技术在预制 T 梁施工中的应用	中国	施工技术（北大核心）	2017-03-25	2017 年 46 卷 46-59	陕西铁路工程职业技术学院	曾绍武；张学钢
7	论文	基于 BIM 的杭黄高铁建德东站现浇梁支架方案研究	中国	铁道标准设计（北大核心）	2016-12-19	2017 年 61 卷 45-50	陕西铁路工程职业技术学院	曾绍武；王学峰；张学钢；孙卫锋；赵永锋
8	论文	预应力连续刚构桥梁 BIM 精细化建模实例	中国	铁道标准设计（北大核心）	2016-01-19	2016 年 60 卷 71-76	陕西铁路工程职业技术学院	曾绍武；张学钢；张林；李季晖；王安东
9	论文	基于 BENTLEY 的桥梁快速智能建造 BIM 系统解决方案研究	中国	公路工程（北大核心）	2019-08-20	2017 年 61 卷 45-50	陕西铁路工程职业技术学院	张裕超；曾绍武；杜文忠；李新江；赵钦
10	论文	BIM 技术在铁路信号设备数据管理中的应用研究	中国	铁道标准设计（北大核心）	2017-01-30	2017 年 61 卷 127-133	陕西铁路工程职业技术学院	赵文武；曾绍武；赵钦；张学钢；马少雄

承诺：上述知识产权无争议且为本项目独有，未曾在往年国家科学技术奖励项目、往年其他省部级（政府）科学技术奖励项目和本年度其他陕西省科学技术奖提名项目中作为支撑材料出现。用于提名陕西省科学技术奖的情况，已征得未列入项目主要完成人和主要完成单位的权利人（专利指发明人）的同意，有关知情证明材料均存档备查。

七、 主要完成人情况：

排名	姓名	技术职称	行政职务	工作单位	完成单位	对本项目的贡献
1	曾绍武	副教授	无	陕西铁路工程职业技术学院	陕西铁路工程职业技术学院	提出一种基于 BIM 定位连续箱梁预应力管道的方法和一种基于 BIM 解决普通钢筋与预应力管道冲突的方法，严格按照信息编码构建 BIM 模型，优化支架群材料周转方案，计算并控制材料洪峰量，主持发明专利 2 项，第一作者发表北大核心论文 5 篇。
2	张学钢	教授	副校长	陕西铁路工程职业技术学院	陕西铁路工程职业技术学院	针对地铁施工过程沉降问题，开发沉降观测 4D BIM 系统，实现沉降的监测与预警，参与发明专利 2 项，参与陕西省教育厅、渭南市科研课题各 1 项，第一作者发表 CSCD 论文 1 篇。
3	赵文武	副教授	无	陕西铁路工程职业技术学院	陕西铁路工程职业技术学院	进行 BIM 技术在铁路信号设备数据管理中的应用研究，参与渭南市重点科研课题 1 项，第一作者发表北大核心论文 1 篇。
4	王安东	工程师	无	陕西铁路工程职业技术学院	陕西铁路工程职业技术学院	在杭黄高铁、湖润大桥等多个项目驻场进行 BIM 技术服务，参与渭南市重点科研

						课题 1 项，参与共同发表北大核心论文 1 篇。
5	张裕超	副教授	教务科科长	陕西铁路工程职业技术学院	陕西铁路工程职业技术学院	基于 BENTLEY 的桥梁快速智能建造 BIM 系统解决方案研究，参与渭南市重点科研课题 1 项，第一作者发表北大核心论文 1 篇。

八、 主要完成单位及创新推广贡献：

排 名	完成单位	创新推广贡献
1	陕西铁路工程职业技术学院	解决 BIM 在桥梁与地铁车站施工中的应用研究与实践中的关键技术问题，提出一种基于 BIM 定位连续箱梁预应力管道的方法和一种基于 BIM 解决普通钢筋与预应力管道冲突的方法，严格按照信息编码构建 BIM 模型，优化支架群材料周转方案，计算并控制材料洪峰量，针对地铁施工过程中沉降问题，开发沉降观测 4D BIM 系统，实现沉降的监测与预警，开发一套整体上达到国内领先水平的协同管理平台 and 总结一套与之对应的 BIM 技术在线性工程项目中的应用流程及应用价值体系。中铁一局集团有限公司、中铁三局集团有限公司、中铁北京局集团有限公司与陕西铁路工程职业技术学院联合启动专项课题《BIM 在桥梁与地铁车站施工中的应用研究与实践》，旨在通过 BIM 技术基础理论研究和关键技术开发，系统解决了桥梁与地铁车站施工中信息化管理技术难题，提出一套可复制、可迁移、可推广服务于桥梁与地铁车站施工信息化管理水平提升的系统解决技术方案，并深入开发与实践应用，进一步提高了桥梁与地铁车站施工信息化、智能化和可视化水平，推进桥梁与地铁车站工程建设的高质量发展。

九、 完成人合作关系说明：（合作方式包括专著合著、论文合著、共同立项、共同知识产权、共同获奖、共同参与制定标准规范、产业合作等。

下表中的“项目排名”指在本次报奖中的完成人排序。）

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者/项目排名	合作起始时间	合作完成时间	合作成果名称
1	共同立项	曾绍武/1, 张学钢 /2	2016-01-01	2017-09-20	BIM 技术在桥梁钢筋绑扎施工中的应用研究
2	共同立项	曾绍武/1, 张学钢 /2	2016-08-01	2018-07-30	BIM 技术在地铁施工中的应用研究
3	共同立项	曾绍武/1, 赵文武 /3, 王安东 4, 张裕超/5	2018-09-10	2022-10-26	基于 BIM 技术的高大支架群三维设计与平台应用研究
4	专利合著	曾绍武/1, 张学钢 /2	2015-03-24	2018-01-30	一种基于 BIM 定位连续箱梁预应力管道的方法
5	专利合著	曾绍武/1, 张学钢 /2	2015-03-24	2017-12-12	一种基于 BIM 解决普通钢筋与预应力管道冲突的方法
6	论文合著	曾绍武/1, 张学钢 /2	2015-08-25	2017-03-25	BIM 技术在预制 T 梁施工中的应用
7	论文合著	曾绍武/1, 张学钢 /2, 王安东/4	2014-12-08	2016-01-09	预应力连续刚构桥梁 BIM 精细化建模实例
8	论文合著	曾绍武/1, 张学钢 /2	2015-12-30	2016-12-19	基于 BIM 的杭黄高铁建德东站现浇梁支架方案研究
9	论文合著	曾绍武/1, 赵文武 /3	2016-09-30	2017-01-30	BIM 技术在铁路信号设备数据管理中的应用研究
10	论文合著	曾绍武/1, 张学钢 /2	2015-7-15	2017-4-15	BIM 技术在兰州地铁东岗站施工中的应用研究
11	论文合著	曾绍武/1, 张学钢 /2	2016-8-17	2018-6-15	BIM 技术在地铁车站施工管理中的应用

12	论文 合著	曾绍武/1, 张学钢 /2, 赵文武/3	2017-4-15	2018-6-19	BIM 管理平台 在地铁车站施 工中的应用研 究
13	论文 合著	曾绍武/1, 张裕超 /5	2017-10-25	2019-8-20	基于 BENTLEY 的桥梁快速智 能建造 BIM 系 统解决方案研 究

注意：专家提名项目还应公示提名专家的姓名、工作单位、职称和学科专业。