

# 关于申报 2017 年国家技术发明奖项目公示

## 一、项目名称

基于层间性能调控的钢桥面组合铺装结构及其材料制备与应用

## 二、推荐单位意见

项目针对原有桥面铺装材料易发生推移、拥包、开裂造成耐久性差的难题，发明了基于层间性能调控的钢桥面组合铺装结构，开发了高韧性轻集料水泥混凝土作为“性能过度层”、橡胶复合高粘高弹沥青作为“界面强化层”、高劲度沥青胶浆作为“路面功能层”，从材料性能及其组合设计角度提高了桥面铺装材料的耐久性；发明了铺装材料与桥面结构的整体联结技术，开发了不同的钢桥面组合铺装方法与材料施工技术，施工方法简便，提高了桥面整性能。项目开发的结构联结技术实现铺装结构抗剪强度大于 5MPa，远高于原有技术的 2.3MPa，提高高温抗车辙、低温抗裂等整体性能，耐久性提高 2 倍以上。成果技术有效解决了钢桥面铺装耐久性差的重大难题。

项目已获发明专利 15 项，技术实现转化和工程应用，应用在四川合江长江一桥、武汉二七长江大桥、武汉长江一桥、二桥等 1000 多座钢梁桥的建设和修复工程中，铺装面积 100 万平米，应用最长已超过 12 年，大幅提高桥面的耐久性，取得了显著的经济和社会效益，对提升我国桥梁工程技术水平、推动土木工程建设具有重要意义。项目已获湖北省技术发明一等奖 1 项、建材行业科技奖一等奖 1 项。

对照国家发明奖条件，推荐该项目为国家科学技术发明奖一等奖。

## 三、项目简介

该项目属土木建筑工程领域，涉及桥梁工程与混凝土材料交叉学科。

钢结构桥梁自重轻、跨越能力大、整体性好、架设方便、施工周期短，已成为大型桥梁和城市立交、高架桥工程的首选。铺覆在钢桥面的铺装材料，除具有保护桥梁结构、均匀分布荷载功能外，还要满足行车舒适度与安全性要求。现国内外采用的玛蹄脂（SMA）、浇筑（GA）、环氧（EA）三种沥青混凝土铺装钢桥面，因与钢板材性差异大，受车辆荷载和气候环境等变化，均存在不到设计使用年限出现病害，影响使用功能的问题：**SMA** 铺装与钢板粘接性能差，易产生推移、拥包损坏，使用寿命 1 到 2 年；**GA** 和 **EA** 桥面铺装材料的耐久性有所提高，但 **GA** 铺装高温稳定性较差，易出现车辙，应用于大纵坡钢桥面施工难度大且易出现推移；**EA** 铺装低温易开裂，抗滑性能差，也不适合于大纵坡钢桥面铺装。**GA** 与 **EA** 铺装技术施工条件苛刻，造价高，广泛应用受限，特别是具有纵横坡大、施工作业面窄的城市立交钢箱梁桥。目前国内大部分钢桥面铺装 3~5 年就开始出现病害，1~2 年损坏的现象也普遍存在，桥面需反复处理和修补，造成交通拥堵和巨大的经济损失。针对以上问题，在多项科技项目的支持下，围绕提高钢桥面铺装耐久性，经研究、设计与施工单位十多年的联合攻关与工程实践，取得的主要技术发明：

- 1、通过对钢桥面铺装材料的力学与环境响应模拟分析，揭示并探明其破坏原因与规律，建立了“有机/无机材料多层组合、调控层间性能、强化界面联结、协同层间变形和整体功能提升”的设计方法，发明了基于层间性能调控的钢桥面组合铺装结构，为提高桥面耐久性提供了技术依据；

- 2、依据钢桥面铺装组合结构各层承担的功能，对材料性能进行设计，发明了高强高韧性轻集料混凝土、高粘高弹改性沥青界面强化与应力吸收材料、高粘高弹改性沥青耐候抗疲劳 **SMA** 磨耗层材料的制备技术，大幅度提高了铺装材料耐久性，为不同气候带及大跨、大

纵坡等钢桥面铺装提供了技术支撑；

3、发明了铺装材料与桥面钢板结构的整体联结技术，开发了依桥梁设计和应用环境差异，可供选择的钢桥面组合铺装方法与材料施工技术，建立了施工质量保障体系，扩大了推广应用范围。

形成的钢箱梁桥面铺装结构设计、材料制备与施工成套技术已全部转化。经专家鉴定项目总体达到国际先进水平。工程勘测设计专家的评价为：解决长期困扰钢桥面铺装的耐久性难题，为桥梁建设提供了关键材料支持。检测报告结果表明：研发的材料和铺装结构性能指标优于同类产品与技术。成果已推广应用于四川合江、枝城长江大桥等多座大跨径长江大桥和武汉外环线、中环线、金桥大道等大纵坡城市立交钢桥面工程，综合造价仅为其他技术的 1/3，施工简便，性价比高。工程应用覆盖不同气候带，累计铺装桥面 100 万多平米。所有铺装工程桥面均未出现车辙、滑移、拥包、开裂等病害，服役最长已超过 12 年，至今完好无损。累计直接经济效益近 8 亿元，近三年约 1.0 亿元，经济和社会效益明显。推动了材料、道路和桥梁学科的科技进步。

材料设计，铺装材料制备及施工技术，共获授权国家发明专利 15 项，发表论文 30 余篇，编制了 2 项省级工法，省级技术规程 1 部。分获中国建筑材料联合会科技进步和湖北省技术发明一等奖。

## 四、客观评价

### 1、国内外技术比较

与现有国内外桥面铺装技术进行综合对比，本成果中铺装层的过渡层与钢桥面采用结构式联结，层间抗剪、协同变形及抗疲劳开裂性能好；采用组合结构功能设计，综合指标优于其他技术。各性能指标全面高于普通改性 SMA；与 GA 技术相比，除低温抗裂性能稍低、

抗渗性能相当，其他指标均高于 GA；与 EA 技术相比，上面层抗高温抗辙性能稍低、抗渗性和疲劳性能相当，抗滑、抗水损害、低温抗裂等性能均高于 EA；本技术施工质量易于控制，应用于大纵、横坡钢桥面，可克服 GA 施工困难、易出现推移车辙和 EA 抗滑性能差、低温开裂的问题。由于本成果技术铺装的耐久性能优异，所有应用钢桥面铺装工程，其材料至今未出现损坏，最长已超过 12 年，并表现良好发展趋势。本成果技术具有性价比高的优势，造价仅是 GA 与 EA 技术的 1/3，技术经济先进性明显。

## 2、检测机构测试

(1) 重庆公路工程检测中心检测报告：铺装结构（组合）材料，抗弯拉疲劳性能  $\geq 1000$  万次。

(2) 湖北建材产品质量监督检验站报告：高韧性轻质水泥混凝土，弹性模量/MPa:  $2.96 \times 10^4$ ；90d 干缩率/ $\times 10^{-4}$ : 2.3；导热系数  $0.4 \text{W/m} \cdot \text{K}$ ；表观密度:  $1950 \text{kg/m}^3$ 。

(3) 湖北交通工程检测中心检测报告：高粘高弹沥青指标：软化点/ $^{\circ}\text{C}$ ： $> 90$ ；延度( $5^{\circ}\text{C}$ )/cm: 87； $60^{\circ}\text{C}$ 粘度/Pas:110000；弹性恢复( $25^{\circ}\text{C}$ )/%:100；粘韧性( $25^{\circ}\text{C}$ )/Nm: 33.7。

(4) 武汉路达建设工程有限公司检测报告：界面强化与应力吸收层材料， $25^{\circ}\text{C}$ 拔拉强度/MPa: 0.82； $25^{\circ}\text{C}$ 剪切强度/MPa: 1.43；0.3 MPa 水压渗水试验 (h) : $> 1$ ；裂缝贯穿试验（次）36500。

(5) 武汉路达建设工程有限公司检测报告：路面功能层材料， $60^{\circ}\text{C}/70^{\circ}\text{C}$ 动稳定度/次/mm: 12265/9750；冻融劈裂强度比/%: 95.2； $-10^{\circ}\text{C}$ 最大弯拉应变/ $\mu\epsilon$ : 4860； $700\mu$ , 10Hz,  $25^{\circ}\text{C}$ 疲劳次数(万次): 195；构造深度 mm: 1.15。

## 3、鉴定意见

武汉市科技局主持召开本项目《钢桥面新型组合铺装结构与材料

及其施工成套技术》成果鉴定会，以缪昌文院士和陈政清院士为主任委员和副主任委员的鉴定委员会一致认为：研究成果总体达到国际先进水平，其中发明的新型钢桥面组合铺装结构以及适用于该结构的高强高韧性轻质混凝土材料、高粘高弹沥青、防水粘结应力吸收多功能界面强化层材料和耐候抗疲劳 SMA 磨耗层材料的制备技术达到国际领先水平。

#### 4、查新报告

项目“基于层间性能调控的钢桥面组合铺装结构及其材料制备与应用”除本项目组人员申请专利及发表文章外，国内外未见有相同技术内容的报道。

#### 5、国内外重要科研奖励

| 获奖项目名称                    | 获奖时间   | 奖项名称                         | 奖励等级 | 主要获奖人                                 | 授奖单位              |
|---------------------------|--------|------------------------------|------|---------------------------------------|-------------------|
| 高耐久性钢桥面铺装结构设计、材料制备及施工技术开发 | 2009 年 | 中国建筑材料工业联合会、中国硅酸盐学会建筑材料科学技术奖 | 一等奖  | 胡曙光、谢先启、丁庆军、邓利明、林汉清、叶家军、黄小霞、陈林、彭波、王发洲 | 中国建筑材料联合会、中国硅酸盐学会 |
| 钢桥面新型耐久性组合铺装结构与材料及其工程应用   | 2014 年 | 湖北省技术发明                      | 一等奖  | 丁庆军、胡曙光、牟廷敏、邓利明、蒋乐、黄绍龙                | 湖北省人民政府           |

#### 五、推广应用情况

本成果整体技术（15 项国家授权发明专利等）已成功转化应用，工程总量达到 1000 多跨钢梁，铺装面积 100 多万 m<sup>2</sup>，获直接经济效益 8 亿多元。截止目前全部铺装材料没有损坏，应用最长的武汉外环线高架立交桥已 12 年多，耐久性良好。取得了显著的经济和社会效益。按成果应用转化方式分为三种情况：

(1) 成果技术整体应用于新桥设计和建造，包括：新桥直接采用铺装结构联结技术（A型）设计和性能过渡层、界面强化层和路面功能层的多层组合结构设计、材料制备和施工技术。代表工程：四川合江长江一桥（主跨 530m）工程。

(2) 成果技术整体应用于新桥、旧桥桥面工程，包括：采用铺装结构联结技术（B型）和性能过渡层、界面强化层和路面功能层的多层组合结构设计、材料制备和配套施工技术。代表工程：武汉二环线工程金桥大道高架桥（全长 3000m、最大跨径 350m）、汉鄂高速互通立交桥等工程。

(3) 成果技术部分转化应用，包括：界面强化层和路面功能层材料铺装技术应用于钢-混凝土叠合梁桥和混凝土桥的桥面、高韧性轻集料水泥混凝土、高粘高弹改性沥青在桥面修补修复工程上应用等。代表工程：武汉二七长江桥（三塔斜拉，主跨 2×650m）、武汉鹦鹉洲长江桥（三塔悬索，与主跨 2×650m）、武汉长江一、二桥修复等工程。

## 六、主要知识产权证明目录

| 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  | 专利状态 |
|--------|------------------|--------|--------------------------|---------------------|-------------------------|---------------|--|------|
| 发明专利   | 一种钢箱梁桥面铺装层的铺装方法  | 中国     | ZL<br>2009100<br>63292.2 | 2011年<br>12月<br>14日 | 第<br>8789<br>13号        | 武汉市市政建设集团有限公司 | 丁庆军 李潜<br>黄绍龙 胡曙光<br>陈凯 汪爱兵<br>黄卫强 孙晓刚<br>詹秋迎            | 有效   |
| 发明专利   | 高强高韧性轻集料混凝土的制备方法 | 中国     | ZL<br>2007100<br>53634.3 | 2011年<br>02月<br>24日 | 第<br>1011<br>7282<br>1号 | 武汉市市政建设集团有限公司 | 丁庆军 胡曙光<br>田耀刚 王小磊<br>黄修林 田焜<br>吕林女 何永佳<br>王发洲 林清<br>陈造文 | 有效   |

|      |                          |    |                          |                     |                   |               |  |    |
|------|--------------------------|----|--------------------------|---------------------|-------------------|---------------|--|----|
| 发明专利 | 一种防水粘结应力吸收桥面铺装材料的制备方法    | 中国 | ZL<br>2009100<br>63308.X | 2011年<br>06月<br>08日 | 第<br>7901<br>93号  | 武汉市市政建设集团有限公司 | 丁庆军 李潜<br>黄绍龙 胡曙光<br>孙政<br>黄健超 琚明杰<br>袁根仔 王红平              | 有效 |
| 发明专利 | 一种钢桥面组合层的铺装方法            | 中国 | ZL<br>2004100<br>61407.1 | 2007年<br>09月<br>19日 | 第<br>3474<br>92号  | 武汉市市政建设集团有限公司 | 胡曙光 林汉清<br>丁庆军 林青<br>张锋<br>周成昀 王发洲<br>彭波<br>吕林女 何永佳<br>刘沐宇 | 有效 |
| 发明专利 | 用于桥面铺装的高韧性低收缩抗裂混凝土及其制备方法 | 中国 | ZL2012<br>1056633<br>8.4 | 2014年<br>07月<br>02日 | 第<br>1433<br>322号 | 武汉理工大学        | 牟廷敏 丁庆军<br>黄修林 沈凡<br>黄绍龙 胡曙光<br>范碧琨 梁建<br>杨堃<br>王发洲 孔德栋    | 有效 |
| 发明专利 | 一种抗裂免蒸养超高强高韧性混凝土及其制备方法   | 中国 | ZL2015<br>1003540<br>2.X | 2015-0<br>1-23      |                   | 武汉理工大学        | 丁庆军 刘小清<br>丁庆荣 赵明宇<br>譙理格 胡曙光<br>黄家标 牟廷敏<br>苟永刚            | 有效 |
| 发明专利 | 一种高粘度高弹性沥青改性剂的制备方法       | 中国 | ZL<br>2009100<br>63309.4 | 2011年<br>02月<br>09日 | 第<br>7374<br>47号  | 武汉市市政建设集团有限公司 | 丁庆军 李潜<br>黄绍龙 胡曙光<br>沈凡<br>朱铭<br>黎伟斌 刘伟                    | 有效 |
| 发明专利 | 一种大跨径钢箱梁桥面抗推移组合结构的铺装方法   | 中国 | ZL<br>2008101<br>97027.9 | 2010年<br>08月<br>04日 | 第<br>6548<br>88号  | 武汉市市政建设集团有限公司 | 胡曙光 谢先启<br>丁庆军 邓利明<br>黄修林 黄晓霞<br>黄绍龙 王小磊                   | 有效 |
| 发明专利 | 抗滑、耐磨轻质钢箱梁桥面铺装层的         | 中国 | ZL<br>2008100<br>46968.2 | 2010年<br>09月<br>08日 | 第<br>6721<br>92号  | 武汉市市政建设集      | 丁庆军 胡曙光<br>谢先启 林青<br>邓立明 王小磊<br>黄修林 黄绍龙                    | 有效 |

|          |  |    |                          |                |  |                |                          |    |
|----------|--|----|--------------------------|----------------|--|----------------|--------------------------|----|
|          | 制备方法                                       |    |                          |                |  | 团有<br>限公<br>司  | 田焜<br>吕林女 何永佳<br>王发洲 张勇  |    |
| 发明<br>专利 | 一种钢箱<br>梁桥面用<br>水泥基复<br>合材料及<br>其制备和<br>铺装 | 中国 | ZL2013<br>1041962<br>5.7 | 2013-0<br>9-13 |  | 武汉<br>理工<br>大学 | 丁庆军、陆超、<br>徐波、<br>牟廷敏、沈凡 | 有效 |

## 七、主要完成人情况

|   |     |      |        |      |        |
|---|-----|------|--------|------|--------|
| 姓名  | 丁庆军 | 完成单位 | 武汉理工大学 | 工作单位 | 武汉理工大学 |
| 排名  | 1   | 行政职务 | 无      | 技术职称 | 教授     |
| <p>项目总负责人</p> <p>主持项目的研究开发工作，提出总体思路和技术路线、实验方案，参与主要理论和关键技术研究工作。是本成果 15 个授权发明专利的主要发明人，其中有 8 个为第一发明人，发表与本成果相关论文 20 篇，参与编写省级工法 2 项，省级技术规程 1 部。对主要技术发明 1、2、3 中“铺装结构组合设计和联结方法”、“铺装材料的设计、制备与应用技术开发”、“钢桥面组合铺装方法与材料施工工艺技术”做出创造性贡献。</p> |     |      |        |      |        |
| <p>曾获国家科技奖励情况：</p> <p>高性能水泥基复合材料研究及其工程应用开发，国家科技进步二等奖，2001 年，排名第二；钢管高强度混凝土膨胀控制与制备技术及其在大跨度结构的应用，国家科技进步二等奖，2010 年，排名第二。</p>  |     |      |        |      |        |
| 姓名  | 王发洲 | 完成单位 | 武汉理工大学 | 工作单位 | 武汉理工大学 |
| 排名  | 2   | 行政职务 | 院长     | 技术职称 | 教授     |
| <p>项目骨干</p> <p>主持项目的应用推广工作，参与主要技术研究工作。是本成果 8 个授权发明专利的主要发明人，对主要技术发明 1、2 中“铺装结构组合设计和联结方法”、“铺装材料的设计、制备与应用技术开发”做出创造性贡献。</p>   |     |      |        |      |        |
| <p>曾获国家科技奖励情况：</p> <p>高性能水泥基复合材料研究及其工程应用开发，国家科技进步二等奖，2001 年，排名第四；钢管高强度混凝土膨胀控制与制备技术及其在大跨度结构的应用，国家科技进步二等奖，2010 年，排名第四。</p>  |     |      |        |      |        |

|   |     |      |                     |      |                     |
|---|-----|------|---------------------|------|---------------------|
| 姓名  | 牟廷敏 | 完成单位 | 四川省交通运输厅公路规划勘察设计研究院 | 工作单位 | 四川省交通运输厅公路规划勘察设计研究院 |
| 排名  | 3   | 行政职务 | 副总工程师               | 技术职称 | 教授级高工               |
| <p>项目骨干</p> <p>对主要技术发明3中“铺装材料与桥面钢板的结构联接技术”做出了创造性贡献，首次将铺装结构联接技术直接应用在四川合江长江桥的结构设计中，简化了施工工艺，降低了工程造价。参与了高韧性水泥混凝土桥面板开发工作，是3项发明专利的主要发明人，其中两项专利为第一完成人。</p> |     |      |                     |      |                     |
| <p>曾获国家科技奖励情况：</p> <p>钢管高强度混凝土膨胀控制与制备技术及其在大跨度结构的应用，国家科技进步二等奖，2010年，排名第七。</p>  |     |      |                     |      |                     |
| 姓名  | 邓利明 | 完成单位 | 武汉市市政建设集团有限公司       | 工作单位 | 武汉航空港发展集团有限公司       |
| 排名  | 4   | 行政职务 | 副总工程师               | 技术职称 | 教授级高工               |
| <p>项目骨干</p> <p>本成果6项授权发明专利的主要发明人，组织施工技术开发，参与编制湖北省施工工法，省级技术规程1部。对主要发明技术3部分中“钢桥面组合铺装方法与材料施工工艺技术”做出创造性贡献。</p>  |     |      |                     |      |                     |
| <p>曾获国家科技奖励情况：</p> <p>地铁施工安全风险控制成套技术及应用，国家科技进步二等奖，2014年，排名第9。</p>   |     |      |                     |      |                     |
| 姓名  | 周俊  | 完成单位 | 武汉市政工程设计研究院有限责任公司   | 工作单位 | 武汉市政工程设计研究院有限责任公司   |
| 排名  | 5   | 行政职务 | 副总经理                | 技术职称 | 教授级高工               |
| <p>项目骨干</p> <p>是本项目省级技术规程的主要参编人员，组织施工技术的开发与总结、结构设计的工程优化等，为本项目开发的新型铺装结构及系列配套高性能材料的工程推广应用做出创造性贡献。</p>   |     |      |                     |      |                     |

曾获国家科技奖励情况：

无

|    |     |      |      |      |      |
|----|-----|------|------|------|------|
| 姓名 | 黄绍龙 | 完成单位 | 湖北大学 | 工作单位 | 湖北大学 |
| 排名 | 6   | 行政职务 | 无    | 技术职称 | 副教授  |

项目骨干

本成果 6 项授权发明专利的主要发明人，参与沥青防水粘结应力吸收层及抗滑、降噪、耐磨多功能桥面铺装材料的开发工作，对主要发明技术 2 中“高韧高弹沥青的研究开发及其多功能沥青混合料“的开发做出创造性贡献。

曾获国家科技奖励情况：

钢管高强度混凝土膨胀控制与制备技术及其在大跨度结构的应用，国家科技进步二等奖，2010 年，排名第 8。

## 八、完成人合作关系

本项目 6 位完成人所属单位分别为：第一、二完成人所属单位均为武汉理工大学，第三完成人所属单位为四川省交通运输厅公路规划勘察设计研究院，第四完成人所属单位为武汉市市政建设集团有限公司，第五完成人所属单位为武汉市政工程设计研究院有限责任公司，第六完成人所属单位为湖北大学。六位项目完成人自 2002 年起便开始密切合作研究钢桥面新型组合铺装结构设计、配套高性能材料制备及工程施工质量控制技术，项目合作涉及钢桥面铺装层结构设计、材料开发、配套施工技术、示范工程、推广应用、相关知识产权及成果鉴定等。

第一完成人丁庆军，项目总负责人，主持项目的研究开发工作，提出总体思路和技术路线、实验方案，参与主要理论和关键技术研究工作。是本成果 15 个授权发明专利的主要发明人，其中有 8 个为第

一发明人，发表与本成果相关论文 20 篇，参与编写省级工法 2 项，省级技术规程 1 部。对主要技术发明 1、2、3 中“铺装结构组合设计和联结方法”、“铺装材料的设计、制备与应用技术开发”、“钢桥面组合铺装方法与材料施工工艺技术”做出创造性贡献。

第二完成人王发洲，参与桥面铺装结构和关键材料开发工作。是本成果 8 项授权发明专利的主要发明人。对主要技术发明 1、2 中“铺装结构组合设计和联结方法”、“铺装材料的设计、制备与应用技术开发”做出创造性贡献。

第三完成人为牟廷敏，对主要技术发明 3 中“铺装材料与桥面钢板的结构联接技术”做出了创造性贡献，首次将铺装结构联接技术直接应用在四川合江长江桥的结构设计中，简化了施工工艺，降低了工程造价。参与了高韧性水泥混凝土桥面板开发工作，是 3 项授权发明专利的主要发明人。

第四完成人为邓利明，本成果 6 个授权发明专利的主要发明人，组织施工技术开发，参与编制湖北省施工工法，省级技术规程 1 部。对主要发明技术 3 部分中“钢桥面组合铺装方法与材料施工工艺技术”做出创造性贡献。

第五完成人为周俊，本项目省级技术规程的主要参编人员，组织施工技术的开发与总结、结构设计的工程优化等，为本项目开发的新型铺装结构及系列配套高性能材料的工程推广应用做出创造性贡献。

第六完成人为黄绍龙，是本成果 9 项授权发明专利的主要发明人，参与沥青防水粘结应力吸收层及抗滑、降噪、耐磨多功能桥面铺装材料的开发工作，对主要发明技术 2 中“高韧高弹沥青的研究开发及其多功能沥青混合料”的开发做出创造性贡献。

完成人合作关系情况说明表

| 序号 | 合作方式           | 合作者<br>(项目排名)                  | 合作时间      | 合作成果                       | 证明材料                           | 备注 |
|----|----------------|--------------------------------|-----------|----------------------------|--------------------------------|----|
| 1  | 共同获奖           | 丁庆军/3; 邓利明/4;                  | 2002~2009 | 高耐久性钢桥面铺装结构设计、材料制备及施工技术开发  | 中国建筑材料工业联合会、中国硅酸盐学会建筑材料科学技术一等奖 |    |
| 2  | 共同获奖           | 丁庆军/1、牟廷敏/3、邓利明/4、黄绍龙/6        | 2002~2014 | 钢桥面新型耐久性组合铺装结构与材料及其工程应用    | 湖北省技术发明一等奖                     |    |
| 3  | 共同知识产权(省级技术规程) | 邓利明/1、丁庆军/2、周俊/8、牟廷敏/14、黄绍龙/15 | 2010~2016 | 城镇桥梁沥青混凝土铺装层施工技术与验收规程      | DB42/T 971-2014                |    |
| 4  | 共同知识产权(专利)     | 丁庆军/1、黄绍龙/3、                   | 2007~2016 | 一种钢箱梁桥面铺装层的铺装方法            | ZL200910063292.2               |    |
| 5  | 共同知识产权(专利)     | 牟廷敏/1、丁庆军/2、王发洲/3              | 2010~2014 | 一种防老化、抗低温反射裂缝的沥青应力吸收层的制备方法 | ZL201210565410.1               |    |
| 6  | 共同知识产权(专利)     | 丁庆军/1、邓利明/4、王发洲/9              | 2005~2014 | 高强高韧性轻集料混凝土的制备方法           | ZL200710053634.3               |    |