2021年度河北省科技进步奖提名项目公示内容

**项目名称：**盾构管片钢筋笼自动化制造及应用

**提名单位：**廊坊市人民政府

**项目简介：**

1.主要技术内容

近年来，随着“一带一路”建设的快速发展，盾构/TBM广泛应用于国内外隧道工程建设中，其钢筋混凝土管片数量需求也随之快速增长。据文献调研发现，在国内外均没有钢筋笼自动加工设备。虽然国内部分预制工厂实现了管片混凝土浇筑工作的设备自动作业，其效率、质量和安全生产都得到了保证。但是，管片钢筋笼加工作为钢筋混凝土管片生产环节中一个重要工序，还是以人工操作简单机具手工加工为主。特别是在钢筋折弯、剪切、机械化平面网、立体网自动焊接等方面，其整体自动化和智能化加工设备及加工工艺在国内外均为空白。现有管片钢筋加工方式需投入大量人力，且生产效率低下、焊接质量差；同时，钢筋加工车间内频繁的吊运动作安全风险大。在这种情况下急需研发一套能提高劳动生产率、保证焊接质量、降低安全生产风险的管片钢筋笼立体自动加工设备，并形成有效的自动化作业生产线，提高钢筋笼的焊接质量，降低成本十分必要。本项目依托长株潭城际铁路隧道盾构工程，为提高管片钢筋笼加工效率和成型质量开展相关技术研究，取得了一系列重大创新成果，取得主要创新成果如下：

（1）研制并应用了盾构管片钢筋笼单片平面网自动焊接成型设备，创新了单片平面网由单根钢筋至平面网一次自动组合成型，实现了平面网内弧和外弧钢筋定尺牵引输送与弯弧、横筋落料与焊接、主筋端头弯曲与焊接、挤压焊接与托起等全过程机械化、自动化、智能化，解决了大直径差钢筋焊接的关键技术难题。

单片平面网自动成型设备由单根物料吊装、单根输送轨道、平面网成型机、平面网吊运系统等组成，是盾构管片钢筋笼自动加工生产线的核心部分。研究过程中，开发了单片网内弧和外弧钢筋自动输送与弯曲装置、横筋自动落料机构、主筋端头弯曲与焊接装置、挤压焊接与托起装置、网片定型机构、内外弧形拼接调整模具等系列装置，实现了平面网内弧与外弧钢筋吊运、横筋落料与焊接、内弧与外弧钢筋弯曲与焊接等全过程机械化、自动化、智能化。

创新研发的弯弧装置和网片定型机构可对大直径钢筋提前进行弧度矫正和应力释放，有效解决了进入平面网焊接成型后的应力集中难题；创新设计的端头弯曲和横筋自动落料机构，可在平面网内弧与外弧主筋快速自动输送与弯曲的过程中，实现横筋自动落料与主筋输送同步高质量焊接；研发的单片网端头焊接装置和内外弧形拼接调整模具，可精确调整平面网内弧和外弧不同直径钢筋的位置，实现端头主筋高质量焊接成型，有效保障了大直径差钢筋焊接质量；通过项目成果应用，掌握了管片钢筋笼平面网成型时大直径钢筋和大直径差钢筋成型与焊接关键技术，实现了单片平面网由单根钢筋到平面网一次自动组合成型，提高了单片网成型的自动化程度和生产效率。

（2）研制并应用了码垛及夹紧提升装置、钢筋笼立体加工自动焊接设备，形成了单根钢筋-平面网-物流仓储-立体网一次自动成型的盾构管片钢筋笼自动加工技术，实现了钢筋笼立体加工全过程自动化、工厂化、标准化作业，提高了盾构管片钢筋笼的加工效率和质量，解决了人工焊接质量不稳定、劳动力投入大、经济效益差等难题。

盾构管片钢筋笼自动加工设备由棒材钢筋剪切模块、平面网成型模块、物料存储模块、立体网焊接成型模块等四大模块组成。研究过程中，开发了一套盾构管片钢筋笼自动加工控制软件系统，可自动完成原材料存储、取运、半成品加工及存储、立体网焊接成型等功能，彻底改变了以人工加工的作业方式，实现了盾构管片钢筋笼加工自动化；研制了一套盾构管片钢筋笼加工自动焊接设备，完成了由平面网到立体网自动组合焊接成型，创新研发了盾构管片钢筋笼自动焊接设备中的单片网托起装置与夹紧提升装置，通过智能化控制系统进行参数预设，解决了立体网成型过程中单片平面网自动托起、精准定位与焊接技术难题；该设备实现了管片钢筋笼加工自动化、工厂化、标准化的流水作业生产，整条生产线运行稳定、流畅，大大降低了工人劳动强度，提高了钢筋笼加工质量，解决了劳动力与生产之间日益紧张的矛盾，提高了加工质量和生产效率。该设备能满足安全、可靠、适用、经济等指标，产品具有原创性、先进性。

（3）研发并应用了一套自动化的物流吊运和存储装置，实现了不同规格尺寸的钢筋棒材、单片平面网片等自动存储、取运、组合焊接等工作，解决了钢筋棒材、单片平面网等存储占地面积大、运输和存储困难等难题。

研制了一套钢筋棒材剪切及存储装置，实现了钢筋棒材从原材料存储、下料剪切、半成品存储、钢筋取运等自动化操作；开发了一套平面网自动吊运及立体存储系统，实现了不同型号网片智能取运，解决了单片网存储占地面积大、运输和存储困难等难题；研制了盾构管片钢筋笼自动焊接的码垛装置，解决了盾构管片钢筋笼由平面网到立体网自动组合的难题。

本项目创新研发了盾构管片钢筋笼自动加工设备，形成盾构管片钢筋笼半成品材料自动切割-分类与储存-智能取运-平面网与钢筋笼立体组合焊接成套施工工艺。获得获授权发明专利10项、实用新型7项，发表科技论文3篇。研究成果经鉴定总体达到国际先进水平，填补了国内外技术空白。该项目成果成功应用于长株潭城际铁路，推广应用于以色列特拉维夫轻轨红线TBM项目、杭州建工建材有限公司等项目。在长株潭城际铁路综合1标盾构项目施工中，设备生产效率约为人工加工效率的2.46倍，每环综合生产费用约为人工加工成本的84%；在以色列特拉维夫轻轨红线TBM西段工程施工中，管片钢筋笼自动加工设备的生产效率约为人工的5～7倍；同时，在杭州建工建材有限公司得到推广应用，其生产效率提高了5倍以上。取得了显著的经济、社会和环境效益。

**主要完成单位及创新推广贡献：**

第一完成单位：中铁隧道集团二处有限公司

主持“盾构管片钢筋笼自动化制造及应用”全面研究工作，主要负责本科研项目总体方案设计、现场试验及相关协调等工作，配合完成成果总结、评审鉴定等工作，对项目重难点进行全面攻关，制定方案并组织对施工中重大技术问题进行专题论证，通过现场试验及方案优化，研制并应用了盾构管片钢筋笼单片平面网自动焊接成型设备及物流系统，创新了单片平面网由单根钢筋至平面网一次自动组合成型，实现了平面网内弧和外弧钢筋定尺牵引输送与弯弧、横筋落料与焊接、主筋端头弯曲与焊接、挤压焊接与托起等全过程机械化、自动化、智能化，解决了大直径差钢筋焊接的关键技术难题。完成了现场试验，配合完成了工作报告和研究报告，在类似工程中进行了推广应用，环境、经济与社会效益显著，对[1、3]创新点做出了创造性贡献。

第二完成单位：中铁隧道勘察设计研究院有限公司

作为项目主要完成单位，主要负责该项科研课题方案设计、工厂试验、成果总结及评审鉴定等工作，配合现场试验、课题管理等工作，对项目重难点进行技术攻关，通过方案设计及现场试验，研制并应用了盾构管片钢筋笼单片平面网自动焊接成型设备、码垛及夹紧提升装置、钢筋笼立体加工自动焊接设备及物流系统，形成了单根钢筋-平面网-物流仓储-立体网一次自动成型的盾构管片钢筋笼自动加工技术，实现了钢筋笼立体加工全过程自动化、工厂化、标准化作业。完成了现场试验、成果工作报告和研究报告，在类似工程中进行了推广应用，环境、经济与社会效益显著。参与成果报告的编写及评审鉴定，并对成果进行了推广应用，取得了良好的经济、社会和环境效益，对[1、2、3]创新点做出了创造性贡献。依托项目获得发明专利2项，发表核心期刊科技论文2篇。

第三完成单位：中铁隧道局集团有限公司

作为项目参研单位，主要负责该项科研课题的组织、管理工作，包括基础资料的收集，科研例会的组织协调，组织专家论证，共同研制并应用了盾构管片钢筋笼单片平面网自动焊接成型设备、码垛及夹紧提升装置、钢筋笼立体加工自动焊接设备，形成了单根钢筋-平面网-物流仓储-立体网一次自动成型的盾构管片钢筋笼自动加工技术，实现了钢筋笼立体加工全过程自动化、工厂化、标准化作业。参与成果报告的编写及评审鉴定，并对成果进行了推广应用，取得了良好的经济与社会效益，对[1、2]创新点做出了创造性贡献。依托项目发表核心期刊科技论文1篇。

第四完成单位：建科机械（天津）股份有限公司

作为项目参研单位，主要负责该项科研样机制造工作，配合完成工厂试验、现场试验、成果总结等工作。共同研制并应用了盾构管片钢筋笼单片平面网自动焊接成型设备、码垛及夹紧提升装置、钢筋笼立体加工自动焊接设备，形成了单根钢筋-平面网-物流仓储-立体网一次自动成型的盾构管片钢筋笼自动加工技术，实现了钢筋笼立体加工全过程自动化、工厂化、标准化作业。参与成果报告的编写及评审鉴定，并对成果进行了推广应用，取得了良好的经济与社会效益，对[1、2、3]创新点做出了创造性贡献。依托项目获得发明专利10项。

**推广应用及经济社会效益情况：**

“盾构管片钢筋笼自动化制造及应用”项目的成功研发与应用，彻底改变了原有盾构管片钢筋笼人工加工方式，研制并应用了盾构管片钢筋笼单片平面网自动焊接成型设备、码垛及夹紧提升装置、钢筋笼立体加工自动焊接设备及物流系统，形成了单根钢筋-平面网-物流仓储-立体网一次自动成型的盾构管片钢筋笼自动加工技术，实现了钢筋笼立体加工全过程自动化、工厂化、标准化作业。推动了盾构管片钢筋笼自动化生产的技术变革，填补了国内外技术空白，可推广应用至铁路、公路、市政等采用管片预制拼装式的隧道工程，具有显著的经济和社会效益。

2014年2月到2020年7月，在长株潭城际铁路综合Ⅰ标项目部三工区管片生产厂、以色列特拉维夫轻轨红线TBM西段工程、杭州建工建材有限公司等项目应用了该技术，实现了钢筋笼立体加工全过程自动化、工厂化、标准化作业，解决了人工焊接质量不稳定、劳动力投入大、安全隐患大等问题，提高了管片钢筋笼的加工效率，保证了加工质量稳定，该项目技术成果整体上效果非常好，经济和社会效益显著。

近三年采用“盾构管片钢筋笼自动化制造及应用”成果的核心技术用于长株潭城际铁路综合Ⅰ标项目部三工区管片生产厂、以色列特拉维夫轻轨红线TBM西段工程等管片钢筋笼自动化加工，以及在杭州建工建材有限公司用于管片钢筋笼平面网自动加工。2018年新增销售收入为1280万元，新增利润为64万元；2019年新增销售收入为3000万元，新增利润为150万元；2020年新增销售收入为660万元，新增利润为33万元。近三年共新增销售收入4940万元，新增利润247万元。本项目在盾构管片钢筋笼单片平面网自动焊接成型技术、码垛及夹紧提升技术、钢筋笼立体加工自动焊接技术、半成品物流吊运及存储技术等方面取得了一系列创新成果，推动了盾构管片钢筋笼自动化生产的技术变革，提升了隧道建设水平，推动了隧道建设行业发展，填补了国内外技术空白。

**主要知识产权证明目录：**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 授权（申请）项目名称 | 知识产权  类别 | 国（区）别 | 专利号 |
| 1 | 盾构管片钢筋笼中单片网的挤压焊接设备 | 发明专利 | 中国 | ZL 2013103 97154.4 |
| 2 | 盾构管片单片网端头焊接装置 | 发明专利 | 中国 | ZL2013103 97154.4 |
| 3 | 盾构管片钢筋笼自动焊接设备中的夹紧提升装置 | 发明专利 | 中国 | ZL 2013103 97563.4 |
| 4 | 盾构管片单片网外弧钢筋和内弧钢筋的弯弧装置 | 发明专利 | 中国 | ZL2016100 25211.x |
| 5 | 盾构管片钢筋笼单片网焊接设备中钢筋输送定尺托起装置 | 发明专利 | 中国 | ZL2013103 97155.9 |
| 6 | 盾构管片单片网内弧钢筋与外弧钢筋的牵引装置 | 发明专利 | 中国 | ZL2016100 24728.7 |
| 7 | 盾构管片单片网端头弯曲装置 | 发明专利 | 中国 | ZL2016106 14382.6 |
| 8 | 盾构管片钢筋笼自动焊接设备中的码垛装置 | 发明专利 | 中国 | ZL2013103 97465.0 |
| 9 | 盾构管片钢筋笼自动焊接设备中的单片网托起装置 | 发明专利 | 中国 | ZL2013103 97111.6 |
| 10 | 盾构管片钢筋笼单片网挤压焊接设备中的单片网托起装置 | 发明专利 | 中国 | ZL2013103 97761.0 |

**代表性论文专著目录：**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 作者 | 论文名称 | 发表刊物 | 发表时间 |
| 1 | **王百泉，彭涛，尚伟，谢韬** | 盾构管片钢筋笼平面网自动成型模块设计与应用 | 隧道建设 | 2020 年 03期 |
| 2 | **王百泉** | 盾构管片钢筋笼自动加工设备设计及应用技术研究 | 隧道建设 | 2018年 03期 |
| 3 | **李荆** | 盾构管片钢筋笼加工设备物流系统设计 | 建筑机械化 | 2018 年 07 期 |

**主要完成人情况表：**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 排名 | 姓名 | 技术职称 | 工作单位 | 完成单位 | 对本项目技术创造性贡献 | 曾获科技奖励情况 |
| 1 | 卓越 | 正高级工程师 | 中铁隧道勘察设计研究院有限公司 | 中铁隧道勘察设计研究院有限公司 | 主持本项目全面研究工作，负责课题总体方案策划及关键技术方案的确定，提出了盾构管片钢筋笼自动焊接设备中的夹紧提升技术、平面网智能控制及加工技术、物流仓储智能控制技术，并负责组织技术攻关、方案实施验证和优化改进，参与课题研究、归纳总结、成果形成，参与研究报告编写，并审核成果报告 。本人对创新点[1～3]做出了重要贡献，该项技术研发工作中投入的工作量占本人工作总量的65%。获得发明专利1项。 | “跨江越海大断面暗挖隧道修建关建技术与应用”获得2016年度国家科学技术进步奖二等奖（排名第3）； |
| 2 | 王百泉 | 高级工程师 | 中铁隧道集团二处有限公司 | 中铁隧道集团二处有限公司 | 项目主要完成人，负责课题方案设计、现场试验、关键技术攻关及成果总  结，提出了盾构管片钢筋笼自动焊接设备自动加工技术、盾构管片单片网  端头焊接技术及物流智能控制技术，参与成果报告的编写及评审鉴定，协  助成果推广应用。对[1～3]创新点做出了创造性贡献，该项技术研发工  作中投入的工作量占本人工作总量的75%，依托项目获得发明专利2项，  发表科技论文2篇。 | “160km/h以下单线铁路隧道成套衬砌装备研制”项目荣获2020年度广东省科技进步奖二等奖（排名第4） |
| 3 | 林春刚 | 高级工程师 | 中铁隧道局集团有限公司 | 中铁隧道局集团有限公司 | 项目主要完成人，主要负责本科研项目的全过程实施和过程管理工作，对  项目重难点进行技术攻关，创新了盾构管片钢筋笼自动焊接设备中的夹紧  提升装置，参与工厂试验和成果总结及评审鉴定，协助成果推广应用。对  [2～3]创新点做出了创造性贡献，该项技术研发工作中投入的工作量占本  人工作总量的60%，依托项目获得发明专利1项。 | “160km/h以下单线铁路隧道成套衬砌装备研制”项目荣获2020年度广东省科技进步奖二等奖（排名第1） |
| 4 | 陈振东 | 工程师 | 建科机械（天津）股份有限公司 | 建科机械（天津）股份有限公司 | 项目主要完成人，主要负责科研项目样机制造、工厂试验和方案优化改进等工作，对项目重难点进行全面攻关，制定方案并组织对施工中重大技术问题进行专题论证，参与课题研究、归纳总结、成果形成，参与研究报告编写。本人对创新点[1～3]做出了重要贡献，该项技术研发工作中投入的工作量占本人工作总量的70%。获得发明专利10项。 | 无 |
| 5 | 古艳旗 | 高级工程师 | 中铁隧道集团二处有限公司 | 中铁隧道集团二处有限公司 | 项目主要完成人，主要负责科研项目现场试验工作，对项目重难点进行全面攻关，制定方案并组织对施工中重大技术问题进行专题论证，参与成果提炼、研究报告编写。本人对创新点[2～3]做出了重要贡献，该项技术研发工作中投入的工作量占本人工作总量的50%。 | “盾构高压环境下动火修复关键技术研究” 获2014年度中国施工管理协会科学技术奖科技创新成果一等奖（排名第12） |
| 6 | 陈海军 | 正高级工程师 | 中铁隧道勘察设计研究院有限公司 | 中铁隧道勘察设计研究院有限公司 | 项目主要完成人，主要负责科研项目的全过程实施工作，参与课题研究、  成果总结、研究报告编写。本人对创新点[2～3]做出了重要贡献，该项技  术研发工作中投入的工作量占本人工作总量的80%。 | “浅埋大直径湘江南湖路盾构隧道建设关键技术研究”荣获2015年度湖南省科学技术进步三等奖 |
| 7 | 彭涛 | 高级经济师 | 中铁隧道局集团有限公司 | 中铁隧道局集团有限公司 | 项目主要完成人，主要负责科研项目实施过程管理、经济性分析等工作，  参与成果总结及评审鉴定。对[2～3]创新点做出了创造性贡献，该项技术  研发工作中投入的工作量占本人工作总量的40%。 | 无 |
| 8 | 李荆 | 工程师 | 中铁隧道勘察设计研究院有限公司 | 中铁隧道勘察设计研究院有限公司 | 负责配合成果总结、现场应用试验，参与课题研究，本人对创新点[3]做出了重要贡献，该项技术研发工作中投入的工作量占本人工作总量的40%。依托项目发表科技论文1篇。 | “160km/h以下单线铁路隧道成套衬砌装备研制”项目荣获2020年度广东省科技进步奖二等奖（排名第5） |
| 9 | 谢韬 | 工程师 | 中铁隧道勘察设计研究院有限公司 | 中铁隧道勘察设计研究院有限公司 | 参与成果总结、现场应用试验，配合论文编写，本人对创新点[1]做出了重要贡献，该项技术研发工作中投入的工作量占本人工作总量的40%。依托项目发表科技论文1篇。 | “160km/h以下单线铁路隧道成套衬砌装备研制”项目荣获2020年度广东省科技进步奖二等奖（排名第9） |
| 10 | 王伟 | 高级工程师 | 中铁隧道集团二处有限公司 | 中铁隧道集团二处有限公司 | 负责配合现场应用试验，指导现场实施、参与课题研究，本人对创新点[1]做出了重要贡献，该项技术研发工作中投入的工作量占本人工作总量的60%。依托项目获得发明专利1项。 | 无 |

**完成人合作关系说明**

本项目依托长株潭城际铁路CZTZH-1标盾构工程段开展研究，由中铁隧道集团二处有限公司、中铁隧道勘察设计研究院有限公司、中铁隧道局集团有限公司、建科机械（天津）股份有限公司联合进行产学研用攻关，项目研究人员通过理论研究和分析、方案设计、样机制造及工厂试验、现场试验、研究报告撰写、论文编制、知识产权开发、成果鉴定评价等共同完成了研究内容。

（1）通过共同知识产权开发方式

1）卓越、王百泉、陈振东、林春刚共同完成了发明专利“盾构管片钢筋笼自动焊接设备中的夹紧提升装置”（专利号：ZL201310397563.4）。

2）王百泉、陈振东、林春刚共同完成了发明专利“盾构管片单片网端头焊接装置”（专利号：ZL201610614383.0）。

3）陈振东、王伟共同完成了发明专利“盾构管片钢筋笼中单片网的挤压焊接设备”（专利号：ZL201310397154.4）。

（2）通过论文合著方式

王百泉、彭涛、谢韬共同发表科技论文“盾构管片钢筋笼平面网片自动成型模块设计与应用”（隧道建设2020，03）。

（3）通过共同完成成果鉴定评价方式

1卓越；2王百泉；3林春刚；4陈振东；5古艳旗；6陈海军；7彭涛；8李荆；9谢韬；10王伟等共同完成项目《盾构管片钢筋笼自动化制造及应用》科学技术成果鉴定报告。

上述三种主要合作方式表明本项目的主要完成人存在较为密切的合作关系，共同合作研究形成了本课题的主要研究成果。

承诺：本人作为项目第一完成人，对本项目完成人合作关系及上述内容的真实性负责，若由此产生异议、争议，本人愿意承担相应责任，同意该项目按相关规定接受处理。特此声明。

**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 | 合作时间 | 合作成果 | 备注 |
| 1 | 共同知识产权 | 卓越、王百泉、陈振东、林春刚 | 2011.02-2016.01 | 盾构管片钢筋笼自动焊接设备中的夹紧提升装置 | 授权时间2016年1月20日 |
| 2 | 共同知识产权 | 王百泉、陈振东、林春刚 | 2011.02-2016.07 | 盾构管片单片网端头焊接装置 | 授权时间2016年7月26日 |
| 3 | 共同知识产权 | 陈振东、王伟 | 2013.12-2016.01 | 盾构管片钢筋笼中单片网的挤压焊接设备 | 授权时间2016年1月20日 |
| 4 | 论文合著 | 王百泉、彭涛、谢韬 | 2018.09-2020.03 | 盾构管片钢筋笼平面网片自动成型模块设计与应用 | 发表时间2020年3月20日 |
| 5 | 成果鉴定评价 | 1卓越；2王百泉；3林春刚；4陈振东；5古艳旗；6陈海军；7彭涛；8李荆；9谢韬；10王伟 | 2011.02-2020.12 | “盾构管片钢筋笼自动化制造及应用”中国机械工程学会科技成果鉴定证书（JXK鉴字2021第013号） | 鉴定评价日期2021年1月28日 |