复杂环境智慧管廊建设关键技术研究与应用

**一、项目基本情况**

项目名称：复杂环境智慧管廊建设关键技术研究与应用

科技成果登记号：1642021Y0005

主要完成人：殷华富 杨绍光 向万军 杨建雄 和向钧 杨万宇 申开俊

主要完成单位：云南省建设投资控股集团有限公司、十四冶建设集团云南安装工程有限公司、保山市地下综合管廊投资管理有限责任公司、云南建投安装股份有限公司、云南建投第二安装工程有限公司

提名等级：拟提名2022年云南省科技进步奖三等奖。

提名单位：云南省建设投资控股集团有限公司

**二、项目简介**

本项目依托保山市中心城市地下综合管廊工程，系统地对综合管廊建造与智慧化运维关键技术进行了深入的研究。在保山市中心城市地下综合管廊工程中完成了全套综合施工技术的最终开发和全面应用，取得了较大的社会效益和经济效益。其主要的科技创新点如下：

1、在基坑支护方面采取了以下六项综合技术：一是针对现场开阔、地下水不多、土质良好的地质，采取放坡+网喷技术；二是针对环境简单黏土层地质，采取放坡+锚杆注浆+网喷技术；三是针对场地狭窄、地下水丰富、流沙层等地质，采取拉森钢板桩+内支撑技术，四是针对周边环境复杂、开挖深度较深、淤泥土质等，采取旋挖灌注桩+内支撑技术；五是针对周边民房密集、环境复杂、基坑开挖深度较深、地质较差等，采取长螺旋灌注桩+锚索支护技术；六是针对河流内施工，采取双层钢板桩+旋喷中隔墙复合围堰支护。在地基处理方面，采取了以下四项综合技术有效提高了地基承载力，克服了管廊因不均匀沉降导致的质量问题：一是针对泥炭质土的施工路段采用碎石换填；二是针对针对地基软弱层较厚土层，采用单管法高压旋喷桩注浆加固；三是针对针对地下水丰富、基底透水性较强土层，采用水泥浆+水玻璃及氯化钙溶液的双液注浆加固；四是针对泥碳及淤泥质土层，采用静压预制管桩加固。

2、综合管廊在遇到公路、河流、燃气管线、既有管线等复杂环境时，自主创新节点立体交叉技术，穿（跨）越障碍，实现管廊高效贯通。

①管廊下穿高速路涵洞段管廊，由于空间受限，自主研究制低矮空间钻机，短节段桩基施工、节段钢筋连接、超流态混凝土施工，有效解决管廊穿越低矮空间基坑支护难题。

②管廊遇中缅石油管道，管道周边15m范围内不允许扰动土体，创新性提出30米跨径预应力装配式管廊跨越通过技术，同时为解决3舱管廊巨大的吊装难题，提出了将管廊拆分先分榀预制吊装后连续开创新技术路线。预制4块预应力工字梁，架桥机安装后形成简支梁，然后对工字梁之间进行湿接缝浇筑连接，转换成一个的综合管廊箱体，成功解决了建设难题，该技术属国内首创。

③管廊跨越20米宽常年流水河道，经研究采用贝雷梁支架方案现浇综合管廊技术，最大限度减少施工对河道的污染，安全、经济、环保。

④管廊穿越湿地公园，不具备开挖条件，采用3800mm大直径泥水平衡法顶管施工技术，安全高效，为当时国内最大地下综合管廊技术。

⑤管廊遇正在运行的既有管理线，采用现场分品散拼钢桁架成形技术对电缆进行保护。

⑥区域内跨超管廊的给水管采用格构柱换撑+原状外包混凝土组合梁技术进行保护，该技术将给水管与临时保护混凝土有机结合，形成永监结合结构，技术巧妙。

⑦对原有管廊采用分级格构柱+现浇转换梁置换技术进行保护，安全可靠。

3、创新性的将铝合金模板和组合式带肋塑料模板应用于管廊结构施工，在底板防水采用预铺反粘技术，侧墙施工将止水螺杆改为分段式可拆式螺杆，简化工艺，提高廊主体结构质量；变形缝处橡胶止水带接头连结由粘接改进为热熔法连接，止水效果更为可靠；自主开发了地下综合管廊侧墙法兰群穿止水套管，安装效率高，一次成型，杜绝渗漏水；研制管廊两侧深窄肥槽回填土夯实装置进行夯实，解决深窄肥槽回填土夯实困难、质量隐患大的难题，大幅提升了管廊建设质量。

4、自主研发设计了综合管廊管线用的装配式组合支架，该装配式组合支架包括管廊支架快速预埋定位装置、带槽预埋件及组件、安装工装架、异形段支架、电缆支架，工厂化预制，现场装配式安装，且安装无需切割、钻孔、焊接，能有效降低成本、大幅提高工效和质量、保证安全、方便更换，该技术彻底革新了管廊支架制作安装工艺。

5、采用GIS和BIM等多种技术自主研发了智慧管廊运营管理系统，系统由环境与设备监控系统、安全防范系统、通信系统、预警与报警系统和统一管理信息平台五部分组成。该系统融合门户集成、应用集成、融合通信集成、数据集成、安全集成、管理集成，通过物联网、三维可视化、智能传感器等技术，建立了管廊内部的综合管理、视频监控、综合监控、BIM三维监控模块为一体的大数据中心，保证了管廊内部与监控中心有效连接的的智慧管廊运营系统，实现了智慧的管廊监测、分析和决策。

**三、完成人对项目的贡献情况**

第一完成人殷华富：公司技术负责人，对项目的第1-5项创新点做出突出贡献，负责项目的总体协调工作，参与项目关键技术的研究，对项目中出现的技术难题的提出针对性的解决方法，并积极对该项目成果进行推广应用。是智慧管廊运营管理系统、一种综合管廊避雷带打孔用装置、管廊雾化装置、综合管廊舱体内混凝土移动式喷淋养护系统的研发的主要完成人。在该项工作中投入的工作量占本人同期工作总量的90％。

第二完成人杨绍光：分管保山片区技术工作，对项目的第1-4项创新点做出突出贡献，参与项目关键技术的研究，并对项目中出现的技术难题的提出针对性的解决方法，总结技术成果，并积极对该项目成果进行推广应用。是立体交叉管线复合保护技术、一种易拆卸、免焊接的止水钢板桩支护连接构件、一种用于地下综合管廊入廊通道的可伸缩格栅盖板、地下综合管廊用转角钢板桩结构、一种综合管廊小直径管道传输装置、下综合管廊支架预埋件辅助固定装置等技术研发主要完成人。在该项工作中投入的工作量占本人同期工作总量的90％。

第三完成人向万军：公司技术部门负责人，参与了整个科研项目的全过程，对项目的第1-3项创新点做出突出贡献，负责项目施工技术、方案管理及现场技术指导工作，参与项目技术难题解决，总结技术，申报成果。是一种综合管廊用异形转角钢板桩结构、一种综合管廊避雷带打孔用装置等主要研发人员。在该项工作中投入的工作量占本人同期工作总量的60％。

第四完成人杨建雄：建设单位项目技术负责人，参与了整个科研项目的全过程，参与项目关键技术的研究，并对项目中出现的技术难题的提出针对性的解决方法，并积极对该项目成果进行推广应用。是城市地下综合管廊PPP项目运作与建设管理实务、基于界面理论的城市综合管廊PPP项目建设管理研究、保山中心城市地下综合管廊基坑围护方案研究等主要完成人。在该项工作中投入的工作量占本人同期工作总量的60％。

第五完成人和向钧：管廊支架技术负责人，对管廊内支架加工和安装创新做出突出贡献，为综合管廊施工提供技术支持，参与项目关键技术的研究，总结技术成果，是一种槽式电缆桥架布线辅助装置和城市地下综合管廊预埋支架安装工法的主要完成人员。在该项工作中投入的工作量占本人同期工作总量的50％。

第六完成人杨万宇：智慧管廊运维管理系统主要开发人员，对项目的运维系统开发做出突出贡献，为综合管廊施工提供技术支持，参与项目关键技术的研究，总结技术成果。是地下综合管廊智慧监控综合运维系统（web版）V1.0、地下综合管廊智慧监控视频监控系统（web版）V1.0、地下综合管廊智慧监控实时监控系统（web版）V1.0、智慧地下综合管廊信息智能化监控系统V1.0、智慧地下综合管廊信息管理系统V1.0、智慧地下综合管廊视频监控系统V1.0、智慧地下综合管廊信息3D管理系统V1.0，7个软件著作权的主要完成人员，在该项工作中投入的工作量占本人同期工作总量的50％。

第七完成人申开俊：项目技术总结及申报，对项目的创新做出突出贡献，为综合管廊施工提供技术支持，参与项目关键技术的研究，总结技术成果，在该项工作中投入的工作量占本人同期工作总量的50％。

**四、完成单位对项目的贡献情况**

第一完成单位云南省建投投资控股集团有限公司：项目主要完成单位，全面负责本项目的研发、实施、验收、技术总结工作，落实研发经费、人员、设备、试验场地。负责本项目的技术路线、实施目标的制定，组织协调任务分工，进行深化设计、技术研发、试验运行，并及时进行技术成果总结和申报，选定和落实应用工程推广应用。取得了相应的技术成果，实现了显著的社会经济效益，对本项目的全面实施做出巨大贡献。

第二完成单位十四冶建设集团云南安装工程有限公司：项目合作单位，参与本项目的研发、实施、验收、技术总结工作，组织推荐项目进行科技成果评价。参与项目的技术路线、实施目标的制定，提供专家给予技术支持并对研究成果总结进行指导，负责协调外部关系积极对该项目进行推广应用。取得了相应的技术成果，智慧运维系统的开发取得了显著的社会经济效益，对本项目的实施做出巨大贡献。

第三完成单位保山市地下综合管廊投资管理有限责任公司，项目合作完成单位，参与本项目的研发、实施、验收、技术总结等工作，研究城市综合管廊建设全过程的管理流程、项目治理机制、目标控制技术、风险管理手段等，提高PPP项目的规范化管理水平。对本项目的实施做出巨大贡献。

第四完成单位云南建投安装股份有限公司，在本项目建设过程中作为项目合作完成单位在自主研发了城市地下综合管廊装配式电缆支架，在城市地下综合管廊安装工程中应用了BIM技术，科技创新领域取得了一定的成果。但最大的收获在于培养了一批科技创新技术人员，他们扎根一线、勇于探索、善于思考，刻苦钻研以解决施工难题为己任。

第五完成单位云南建投第二安装工程有限公司，在本项目建设过程中作为项目合作完成单位在综合管廊支架安装、管线安装、灯具安装、BIM技术应用等方面做出了突出贡献，解决了一系列安装方面的技术难题。

**五、主要知识产权和标准规范等目录**

1、实用新型专利

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **获奖名称** | **类型** | **专利号** | **授权日期** |
| 1 | 一种易拆卸、免焊接的止水钢板桩支护连接构件 | 实用新型 | ZL201820373473.X | 2019.01.18 |
| 2 | 一种用于地下综合管廊入廊通道的可伸缩格栅盖板 | 实用新型 | ZL201820944469.4 | 2019.03.05 |
| 3 | 一种综合管廊用异形转角钢板桩结构 | 发明专利 | ZL201810990741.7 | 2019.06.04 |
| 4 | 地下综合管廊用转角钢板桩结构 | 实用新型 | ZL201821395178.0 | 2019.04.26 |
| 5 | 一种综合管廊小直径管道传输装置 | 实用新型 | ZL201821394066.3 | 2019.05.24 |
| 6 | 一种管廊内小直径管道传输装置 | 实用新型 | ZL201821395176.1 | 2019.04.12 |
| 7 | 地下综合管廊大直径管道运输装置 | 实用新型 | ZL201821417774.4 | 2019.05.21 |
| 8 | 地下综合管廊支架预埋件辅助固定装置 | 实用新型 | ZL201821417346.1 | 2019.05.24 |
| 9 | 管廊雾化养护装置 | 实用新型 | ZL201821417743.9 | 2019.08.16 |
| 10 | 综合管廊用T型转角钢板桩 | 实用新型 | ZL201821417516.6 | 2019.08.16 |
| 11 | 一种地下综合管廊用给水管道支架 | 实用新型 | ZL201821417488.8 | 2019.04.26 |
| 12 | 一种地下综合管廊用给水管道支墩 | 实用新型 | ZL201821417489.2 | 2019.06.14 |
| 13 | 一种综合管廊管线分支口预埋专用套管 | 实用新型 | ZL201821598231.7 | 2019.08.02 |
| 14 | 一种综合管廊避雷带打孔用装置 | 实用新型 | ZL201821598267.5 | 2019.06.04 |
| 15 | 一种综合管廊避雷装置 | 实用新型 | ZL201821681037.5 | 2019.05.17 |
| 16 | 一种综合管廊避雷装置及避雷方法 | 发明专利 | ZL201811207571.7 | 暂未授权 |
| 17 | 一种地下综合管廊侧墙法兰群穿止水套管 | 实用新型 | ZL201921155333.6 | 2020.06.05 |
| 18 | 一种用于城市综合管廊工程电力电缆线的辅助敷设工具 | 实用新型 | ZL201921844157.7 | 2020.05.26 |
| 19 | 一种槽式电缆桥架布线辅助装置 | 实用新型 | ZL201922034426.X | 2020.06.23 |
| 20 | 地下管廊支架安装工装架 | 实用新型 | ZL201720245739.8 | 2017.11.03 |
| 21 | 预制地下管廊简易预埋件 | 实用新型 | ZL201820616461.4 | 2018.11.03 |
| 22 | 管廊支架快速预埋定位装置 | 实用新型 | ZL201821185070.9 | 2019.03.05 |
| 23 | 地下管廊支架用带槽预埋件 | 实用新型 | ZL201720245803.2 | 2017.11.10 |
| 24 | 地下管廊支架用带槽预埋件组件 | 实用新型 | ZL201720245754.2 | 2017.12.08 |
| 25 | 一种以磁感应强度探测锚杆长度的装置 | 实用新型 | ZL201920811743.5 | 2020.01.17 |
| 26 | 一种以钻孔电磁波强度感应探测锚杆长度的装置 | 实用新型 | ZL201920835161.0 | 2019.12.17 |
| 27 | 一种综合管廊电缆支架 | 实用新型 | ZL201920683512.0 | 2019.12.26 |
| 28 | 一种深窄基槽回填土夯实装置 | 实用新型 | 201621013816.9 | 2017.03.22 |
| 29 | 一种钢筋混凝土墙体分段可拆螺杆 | 实用新型 | 2018214152605 | 2019.06.14 |
| 30 | 一种深窄基槽自动夯实装置 | 实用新型 | 201820443193.1 | 2019.02.15 |

2、专著、论文

（1）专著：

1）《城市地下综合管廊PPP项目运作与建设管理实务》西南交通大学出版社.

（2）论文：

[1]王利.基于BIM及物联网的城市地下综合管廊建设[J].住宅与房地产,2019(30):214.

[2]王利.城市地下综合管廊智能弱电系统设计要点[J].住宅与房地产,2019(28):80.

[3]仲甡,熊梓辰.组合式带肋塑料模板在综合管廊中的应用[J].施工技术,2018,47(S4):1488-1490.

[4]杨绍光,陈龙,赵镇华.综合管廊立体交叉口管线复合保护施工技术[J].施工技术,2018,47(13):121-123.

[5]施旭升,朱玉龙,陈龙,王利.顶管技术在综合管廊施工中的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2018(18):66.

[6]毛伟,刘洋洋,向万军,杨培芬.铝合金模板在综合管廊工程中的应用[J].施工技术,2018,47(08):45-49.

[7]陈龙,仲甡,田昌凤.综合管廊两侧深窄基槽回填土夯实装置研发与应用[J].施工技术,2018,47(04):107-110.

[8]陈龙,王利,王薇焱等.综合管廊施工中穿越障碍物的几种方法[C].2019年全国土木工程施工技术交流会暨施工技术2019年理事会年会.0.

[9]吴常胜,冯月良,段伟等.综合管廊深基坑支护流砂防治技术[C].2019年全国土木工程施工技术交流会暨施工技术2019年理事会年会.0.

[10]冯月良,崔敏,熊梓辰等,格构柱在综合管廊下穿障碍物施工中的应用[C].2020年12月，第49卷，增刊.

[11]陈龙,崔敏,李荣文等，多种基坑支护体系在综合管廊中的应用[C].2020年12月，第49卷，增刊.

[12]张家颖,马洪旺,李富强,等.基于熵模型的城市地下综合管廊成本风险评估方法研究[J].价值工程,2019,038(024):70-72.

[13]张家颖,杨建雄,闻乃君,等.建筑企业集团PPP项目管理模式比较研究[J].中国水运(下半月),2019,19(8).

[14]杨建雄,段军,陈加楼,等.基于界面理论的城市综合管廊PPP项目建设管理研究[J].城市道桥与防洪,2019,No.246(10):20+179-183.

[15]张家颖,杨建雄,张国兴,等.城市地下综合管廊造价指数指标体系构建与测算方法研究[J].中国水运（下半月）,2019,019(009):132-133.

[16]陈加楼,姜超,杨永登,等.基于ISM与未遂事故的城市综合管廊施工安全管理方法研究[J].中国水运(下半月),2019(9).

[17]杨建雄,苏四代,施春贤,等.保山中心城市地下综合管廊基坑围护方案研究[J].价值工程,2019(23).

[18]陈加楼,李晓龙,姚康,等.保山中心城市地下综合管廊全封闭式防水施工技术研究.

[19]马洪旺,杨建雄,周坚,等.城市地下综合管廊移动化运维思路与实践[J].城市道桥与防洪,2019,No.245(09):24+245-248+252.

[20]张骏，袁淑文，仲甡等基于铝合金模板的混凝土自动喷淋养护系统的设计与应用[J].施工技术,2018,47(S4):1488-1490。

**六、曾获奖情况**

1、施工工法

（1）省级工法，《地下综合管廊装配式预埋件及支架安装工法》，工法编号：YNSJZGF-2018-092。

（2）省级工法，《地下综合管廊铝合金模架施工工法》，工法编号：YNSJZGF-2017-70。

（3）省级工法，《城市地下综合管廊主体结构铝合金模板支撑体系施工工法》，工法编号：YSGF-2017。

2、科技示范工程

保山市中心城市地下综合管廊工程入选住建部“2018年市政公用工程科技示范项目”，并于2021年1月通过住建部组织的专家验收。

3、绿色施工示范项目

2018年12月获得云南省绿色施工示范项目，2021年通过中施协绿色建造施工水平评价为二星级。

4、QC成果

（1）提高综合管廊监控中心防静电地板安装合格率，获2020年度中国建筑业协会工程建设优秀质量管理小组Ⅱ类成果。

（2）综合管廊舱体内混凝土移动式喷淋养护系统的研发，获2019年度中国建筑业协会工程建设优秀质量管理小组Ⅱ类成果。

（3）综合管廊深窄基槽回填土夯实装置的研发，获2017年度中国施工企业协会工程建设优秀质量管理小组二等奖。

（4）提高管廊先施工一侧的变形缝结构端面混凝土外观质量合格率，获2018年度云南省工程建设优秀质量管理小组二等奖。

（5）综合管廊预埋件定型化安装模具的研发，获2018年度云南省工程建设优秀质量管理小组二等奖。

（6）提高综合管廊铝模板对拉螺杆眼封堵质量，获2020年度云南省工程建设优秀质量管理小组二等奖。

（7）提高综合管廊支架预埋件预埋合格率，获2018年度云南省工程建设优秀质量管理小组三等奖。

（8）提高综合管廊支架安装质量，获2018年度云南省工程建设优秀质量管理小组二等奖。

（9）提高综合管廊灯具安装质量，获2019年度云南省工程建设优秀质量管理小组三等奖。

5、软件著作权

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **获奖名称** | **证书编号** | **备注** |
| 1 | 地下综合管廊智慧监控综合运维系统（web版）V1.0 | 20212SR0081922 | 软件著作权 |
| 2 | 地下综合管廊智慧监控视频监控系统（web版）V1.0 | 20212SR0081853 | 软件著作权 |
| 3 | 地下综合管廊智慧监控实时监控系统（web版）V1.0 | 20212SR0081886 | 软件著作权 |
| 4 | 智慧地下综合管廊信息智能化监控系统V1.0 | 2019SR0002764 | 软件著作权 |
| 5 | 智慧地下综合管廊信息管理系统V1.0 | 2019SR0006468 | 软件著作权 |
| 6 | 智慧地下综合管廊视频监控系统V1.0 | 2019SR0006473 | 软件著作权 |
| 7 | 智慧地下综合管廊信息3D管理系统V1.0 | 2019SR0006236 | 软件著作权 |
| 8 | 智慧管廊运维一体化平台V1.0 | 2020SR0278674 | 软件著作权 |

6、BIM技术在保山市地下综合管廊项目中的应用，BIM技术综合2020-284，中国建筑业协会。

7、地方标准：云南省综合管廊信息模型（BIM）技术应用标准。

8、微创新成果：智慧地下综合管廊信息智能化监控系统V1.0研究与应用，首届工程建造微创新技术大赛优胜成果，中国施工企业管理协会。