**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 王利 向万军 杨建雄 和向钧 陈龙 杨万宇 田昌凤

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

提名等级：拟提名2021年云南省科技进步奖二等奖。

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。其主要的科技创新为：

1、综合管廊下穿高速路段特制低矮桩架及浇灌料斗，满足了低矮空间灌注桩成孔问题和浇灌砼的工艺，钢筋笼采用分段制作，分段安装，采用超流态砼，解决了砼浇灌不易振捣密实的问题。

2、综合管廊跨河施工采用灌注桩作为临时支撑墩柱，将35m跨度，分为三段支撑，缩短了施工支撑跨度；用贝雷架作为跨河支撑梁，现场拼装，装拆简便，经济可靠。而综合管廊跨油气管道施工采用预应力工字梁结构，力学性能好，刚度大，跨度大，空间狭窄，分片预制吊装，能安全有效的避开桥下特殊的管线和管廊周围构筑物，且工字梁之间连接方便，受力效果好，长期运行质量可靠，工字梁用湿接缝连接后为管廊箱体，管廊箱体作为桥梁的桥跨结构，还能节省材料。

3、将顶管技术引入到综合管廊施工中，外直径达到3800mm，利用顶进的钢筋混凝土管节作为管廊的主体，然后对管节内部进行改造，添加照明设施、支架、监控报警设施等，就可满足作为管廊的使用需求。且管廊采用泥水平衡法顶管施工，不需要挖土，不需要人员在顶管中施工作业，避免了顶进过程中安全隐患。

4、立体交叉管线复合保护技术：采用钢桁架对电缆进行保护，桁架具有自重轻、跨度大、承载力高、施工简便的特点；采用格构柱承重支架作为临时支撑，受力体系明确，施工简便，成本低；部分供水管采用内包混泥土梁中进行保护，也是一种全新的管道保护方式。

5、自制夯锤，配合打桩机对回填土进行夯实，降低了施工难度，避免了工人采用小型夯机对回填土的夯实不到位，造成路基承载力不够，在路面恢复后出现路基沉降和路面开裂等一些列的质量问题发生。

6、设计研发了管廊支架快速预埋定位装置、带槽预埋件、带槽预埋件组件、管廊支架安装工装架，该组合装配式支架工厂化制作，有效降低了成本、减少了现场工作量、规避了批量外购带来的风险。

7、自主研发了法兰群穿止水套管施工技术，安装效率高，一次成型，无需后期单独调整偏差，施工工期短，相对于套管单个安装，可节约工期50%以上，使用法兰盲板封堵，提高了日后管线入廊的便利性，套管离墙内外各凸出10cm,便于防水卷材铺设施工，套管内无需使用防水材料封堵，节约成本。

8、自主开发了智慧管廊运营管理系统，该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。系统建立基于物联网的“管、控、营”一体化的智能管控系统，提高了系统运行的可靠性和可管理性，提升了管廊基础设施、环境和设备的恢复效率，对管廊内部设备的远程管理与联动控制。

**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1-8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，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1-6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、大截面预应力工字钢梁施工技术、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、一种地下综合管廊异形段支架、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、一种综合管廊支架结构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％。

第三完成人王利：生产组织及管理协调，参与了整个科研项目的研发与后期申报全过程，对项目的第1-8项创新点做出突出贡献，负责现场方案实施、技术决策工作，组织项目技术难题解决，总结技术，申报成果。是智慧管廊运维一体化平台V1.0、BIM技术在保山市地下综合管廊项目中的应用、基于BIM及物联网的城市地下综合管廊建设、城市地下综合管廊智能弱电系统设计要点、一种用于城市综合管廊工程电力电缆线的辅助敷设工具、一种槽式电缆桥架布线辅助装置等论文、专利的主要撰写人，在该项工作中投入的工作量占本人同期工作总量的90％。

第四完成人向万军：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1-5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％。

第五完成人杨建雄：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％。

第六完成人和向钧：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％。

第七完成人陈龙：项目技术员，参与了整个科研项目的全过程，对项目的第1-7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，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。是综合管廊两侧深窄基槽回填土夯实装置研发与应用、顶管技术在综合管廊施工中的应用、铝合金模板在管廊施工中的应用、综合管廊施工中穿越障碍物的几种方法、一种易拆卸、免焊接的止水钢板桩支护连接构件、一种地下综合管廊侧墙法兰群穿止水套管等论文、专利的主要完成人员。在该项工作中投入的工作量占本人同期工作总量的60％。

第八完成人杨万宇：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％。

第九完成人田昌凤：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。

**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 | 一种地下综合管廊异形段支架 | 实用新型 | ZL201821221466.4 | 2019.04.05 |
| 4 | 一种综合管廊用异形转角钢板桩结构 | 发明专利 | ZL201810990741.7 | 未授权 |
| 5 | 地下综合管廊用转角钢板桩结构 | 实用新型 | ZL201821395178.0 | 2019.04.26 |
| 6 | 一种综合管廊小直径管道传输装置 | 实用新型 | ZL201821394066.3 | 2019.05.24 |
| 7 | 一种管廊内小直径管道传输装置 | 实用新型 | ZL201821395176.1 | 2019.04.12 |
| 8 | 地下综合管廊大直径管道运输装置 | 实用新型 | ZL201821417774.4 | 2019.05.21 |
| 9 | 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 |
| 10 | 管廊雾化养护装置 | 实用新型 | ZL201821417743.9 | 2019.08.16 |
| 11 | 综合管廊用T型转角钢板桩 | 实用新型 | ZL201821417516.6 | 2019.08.16 |
| 12 | 一种地下综合管廊用给水管道支架 | 实用新型 | ZL201821417488.8 | 2019.04.26 |
| 13 | 一种地下综合管廊用给水管道支墩 | 实用新型 | ZL201821417489.2 | 2019.06.14 |
| 14 | 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 |
| 15 | 一种综合管廊避雷带打孔用装置 | 实用新型 | ZL201821598267.5 | 2019.06.04 |
| 16 | 综合管廊桥结构 | 实用新型 | ZL201821736290.6 | 2019.08.23 |
| 17 | 一种综合管廊避雷装置 | 实用新型 | ZL201821681037.5 | 2019.05.17 |
| 18 | 一种综合管廊避雷装置及避雷方法 | 发明专利 | ZL201811207571.7 | 未授权 |
| 19 | 一种综合管廊支架结构 | 实用新型 | ZL201821983604.2 | 2019.09.27 |
| 20 | 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 |
| 21 | 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 |
| 22 | 一种槽式电缆桥架布线辅助装置 | 实用新型 | ZL201922034426.X | 2020.06.23 |
| 23 | 地下管廊支架安装工装架 | 实用新型 | ZL201720245739.8 | 2017.11.03 |
| 24 | 预制地下管廊简易预埋件 | 实用新型 | ZL201820616461.4 | 2018.11.03 |
| 25 | 管廊支架快速预埋定位装置 | 实用新型 | ZL201821185070.9 | 2019.03.05 |
| 26 | 地下管廊支架用带槽预埋件 | 实用新型 | ZL201720245803.2 | 2017.11.10 |
| 27 | 地下管廊支架用带槽预埋件组件 | 实用新型 | ZL201720245754.2 | 2017.12.08 |
| 28 | 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 |
| 29 | 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 |
| 30 | 一种综合管廊电缆支架 | 实用新型 | ZL201920683512.0 | 2019.12.26 |

2.专著、论文

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.

[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]杨绍光,陈龙,袁峰,王利,吴有兵.大截面预应力工字梁在综合管廊桥中的应用[J].施工技术,2019,48(S1):767-770.

[4]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.

[5]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.

[6]袁淑文,薛毅,冯月良,王晓磊,常阿娜.高压旋喷桩与拉森钢板桩组合在综合管廊深基坑中的应用[J].施工技术,2018,47(S1):248-251.

[7]陈龙,田昌凤,王利,仇智斌.铝合金模板在管廊施工中的应用[J].施工技术,2018,47(S1):286-289.

[8]施旭升,陈龙,赵镇华.复合围堰支护技术在管廊下穿河道施工中的应用[J].施工技术,2018,47(S1):645-648.

[9]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.

[10]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.

[11]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.

[12]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.

[13]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.

[14]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.

[15]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.

[16]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.

[17]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).

[18]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.

[19]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.

[20]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).

[21]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).

[22]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.

[23]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.

**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2020年1月通过住建部组织的专家验收。

3、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

4、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 |

5、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