**附件1**

**深厚泥炭质土超大环形深基坑环形板撑施工关键技术**

**一、项目基本情况**

项目名称：深厚泥炭质土超大环形深基坑环形板撑施工关键技术 科技成果登记号：1642022Y0003

主要完成人：郭磊 曹净 刘克文 孔维俭 黄河 吴军 张辉

主要完成单位：云南建投第十二建设有限公司、云南建投第一勘察设计有限公司、中国有色金属工业第十四冶金建设公司、昆明理工大学

提名等级：拟提名2022年云南省科学技术进步奖三等奖。

提名单位：云南省建设投资控股集团有限公司

**二、项目简介**

本项目依托昆明市第十三污水处理厂基坑支护及土方开挖工程，系统地对深厚泥炭质土超大环形深基坑环形板撑施工关键技术进行了深入的研究。在昆明市第十三污水处理厂基坑支护及土方开挖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、深厚泥炭质土深基坑土方开挖施工工艺研究

软～流塑状态泥炭质土孔隙比大、流变性强，扰动后结构易破坏，在其上进行土方开挖具有开挖体量大、施工工期长、安全难控制等特点，施工工艺的选择对整个基坑工程的施工影响较大，为了在开挖过程中控制土的塑性位移和流变，应对开挖工艺进行优化，为此开展了以下几个方面内容的研究：

①研究每层开挖的土方量、开挖顺序和时间间隔对土体流变的影响，以此为依据对每层开挖的厚度和分段长度、开挖顺序和时间间隔进行规划，减少开挖对土体流变的影响。

②合理规划施工顺序、挖土机械平面布置以及运土机械出土通道位置，减少施工对场地内土体的扰动。

③研究土体开挖对土体造成的塑性位移和流变对工程桩的不利影响，分析能否通过合理规划开挖参数改善这种不利影响。

**创新点：**从基础理论出发，定性分析基坑流变特性，制定避免流变危害工程的措施。有效防止了基坑施工过程中发生滑移及隆起，使土方开挖施工机械能更加安全的投入使用。

2、深厚泥炭质土中成孔成桩工艺研究

在软～流塑状态泥炭质土中进行工程桩及支护桩施工的成桩工艺还不完善，造成成孔成桩过程中易出现塌孔或扩径（缩径）现象，成桩质量难以保证，对此开展以下的研究：

①研究软～流塑状态泥炭质土的特性，选取合适的成孔护壁措施以保证成孔质量。

②分析工程桩与支护桩在软～流塑状态泥炭质土中的成桩工艺，选取合适的施工工艺保证成桩质量。

③根据软～流塑状态泥炭质土的特性，探究适合深厚泥炭质土地质条件下的合理桩型及完整的成孔、成桩工艺流程。

**创新点：**针对深厚泥炭质土的地质特性，分析桩周边及桩底土体被混凝土挤扩的水平位移，并通过灌注总混凝土体积与计算用混凝土体积比确定理论充盈系数。

3、深厚泥炭质土超大环形深基坑环形板撑施工技术研究

支承环形板撑的地基土为软～流塑状态泥炭质土，其承载力极低，环形板撑在浇筑混凝土施工过程中成型困难，构件难以达到设计强度要求。为完成钢筋混凝土环形板撑在深厚软～流塑状态泥炭质土中的施工，将开展以下几个方面内容的研究：

①研究如何加固承载力低、塑性变形难以控制的软～流塑状态泥炭质地基土，使地基土满足环形板撑设计要求的承载力和变形控制要求，保证环形板撑的成型和强度满足设计要求。

②研究圆形基坑的受力机理，合理规划环形板撑的施工流程，在环形板撑整体成型前尽量控制基坑变形。

③研究支护桩、支承桩、环形板撑、桩间加固土、坑内钢板桩五者之间的受力机理，研究其如何传递和承受坑外水平水土压力，为以后的超大环形板撑施工提供理论依据。

**创新点：**采用有限元软件对基坑环形板撑（裙边加固）结构进行模拟，建立由围护桩、内排桩、裙边加固结构组成的支护结构模型，分析了钢筋混凝土环形板撑应力应变的变化规律，以及基坑开挖时裙边加固结构对基坑支护产生的作用及效果。

4、深厚泥炭质土基坑施工过程信息化动态管理技术研究

软～流塑状态泥炭质土环境下大体积混凝土环形板撑施工条件较差，施工工艺不够成熟，施工过程中容易出现变形过大、施工质量难以保证的情况，为保证基坑支护施工及周边环境安全，需要对施工进行动态化管理，及时反馈施工情况，完善施工工艺，具体研究内容如下：

①根据基坑及周边环境状况确定合理的监测目标，分析适合泥炭质土超大环形板撑施工中各监测项目的合理预警值，保证基坑及周边建筑安全。

②预测基坑在实际施工中面临突发情况时导致基坑出现变形过大、失稳等基坑体系失效情况，研究并提出几种典型破坏模式下的合理应急预案，尽量保证基坑安全，降低生命财产损失。

③根据施工监测结果及时调整后续工况的施工方案，尤其需要注意的是施工工艺较为复杂的土方开挖和环形板撑浇筑工况，降低由于施工工艺不成熟可能导致的安全隐患，不断完善施工工艺。

**创新点：**应用信息化动态管理技术，对施工过程进行了监测。

**三、完成人对项目的贡献情况**

第一完成人郭磊：云南建投第十二建设有限公司技术负责人，是整个科研项目的总负责人，对项目的第1-4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。是用于软塑土地的基抗开挖方法、支护结构的成桩方法、一种软土环境下环形板撑基坑的出土通道结构、一种基抗支护结构及基坑支护组件、深厚泥炭质土中灌注桩成孔成桩数值模拟、软～流塑状态泥炭质土基坑深层滑移破坏分析、深厚泥炭质土条件下相邻灌注桩的施工影响研究、湖沼沉积区泥炭土超大圆形深基坑施工工法、湖沼沉积区泥炭土泥浆护壁旋挖钻孔灌注桩施工工法技术成果的主要完成人。在该项工作中投入的工作量占本人同期工作总量的90％。

第二完成人曹净：昆明理工大学建筑工程学院教授，对项目的第1-4项创新点做出突出贡献，主要负责项目基础理论研究及理论分析，研究制定项目技术路线及实施目标，提炼项目科技创新点，并对项目中出现的技术难题提出针对性的解决方法，总结技术成果，对项目的研究做出了突出贡献。是腐殖酸对泥炭土强度的影响及其机理分析、软土地基MPC劲性复合桩现场试验研究、基坑双排桩支护的桩间土等效计算模型研究等技术成果的主要完成人。在该项工作中投入的工作量占本人同期工作总量的70％。

第三完成人刘克文：云南建投第一勘察设计有限公司技术负责人，参与项目关键技术的研究及技术难题解决，总结技术，对项目中出现的技术难题提出针对性的解决方法，对项目的第1-3项创新点做出突出贡献。是动荷载作用下软土地区基坑开挖周围土体位移研究、一种泥炭质土地层内支撑梁下竹蓠芭垫层、一种基坑的坑顶排水沟等成果主要研发完成人员。在该项工作中投入的工作量占本人同期工作总量的70％。

第四完成人孔维俭：中国有色金属工业第十四冶金建设公司技术负责人，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，对项目的第1-3项创新点做出突出贡献。是湖沼沉积区泥炭土超大圆形深基坑施工工法、湖沼沉积区泥炭土泥浆护壁旋挖钻孔灌注桩施工工法、泥炭质土环境下大型环撑基坑变形控制分析、软-流塑状态泥炭质土基坑深层滑移破坏分析、深厚泥炭质土条件下相邻灌注桩的施工影响研究、深厚泥炭质土中灌注桩成孔成桩数值模拟等成果主要研发完成人员。在该项工作中投入的工作量占本人同期工作总量的70％。

第五完成人黄河：云南建投第十二建设有限公司总经理，参与了整个科研项目的全过程，参与项目施工组织、协调管理，关键技术的研究，总结技术成果，对项目中出现的技术难题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。在该项工作中投入的工作量占本人同期工作总量的50％。

第六完成人吴军：云南建投第十二建设有限公司生产副总经理，参与了整个科研项目的全过程，参与项目施工组织、协调管理，关键技术的研究，总结技术成果，对项目中出现的技术难题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。在该项工作中投入的工作量占本人同期工作总量的50％。

第七完成人张辉：云南建投第十二建设有限公司技术部门负责人，参与了整个科研项目的全过程，负责对项目进行技术总结及成果申报，对项目的创新做出突出贡献，在项目的实施过程中对项目进行现场技术管理、技术指导，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**

第一完成单位云南建投第十二建设有限公司：是该项目的牵头单位，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。项目研究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。

第二完成单位云南建投第一勘察设计有限公司：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，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，负责完成相关课题研究内容并取得了相应的技术成果，同时技术成果取得了显著的社会经济效益，对本项目的实施做出重大贡献。

第三完成单位中国有色金属工业第十四冶金建设公司，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，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，负责完成相关课题研究内容并取得了相应的技术成果，同时技术成果取得了显著的社会经济效益，对本项目的实施做出重大贡献。

第四完成单位昆明理工大学，是该项目的主要基础理论研究及技术研究单位，与其他项目参与单位共同对项目进行研发、实施、验收、技术总结等工作，重点对项目关键技术进行研究，对项目进行深入理论分析，制定项目的技术路线、实施目标，提供专家给予技术支持并对研究成果总结进行指导，并对项目中出现的技术难题提出针对性的解决方法，对项目的创新点提炼及研究做出突出贡献，同时负责完成相关课题研究内容并取得了相应的技术成果，技术成果取得了显著的社会经济效益，对本项目的实施做出重大贡献。

**五、主要知识产权**

1、专利

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **获奖名称** | **类型** | **专利号** | **授权日期** |
| 1 | 用于软塑土地的基抗开挖方法 | 发明 | ZL 2019 1 0566552.1 | 2021.4.6 |
| 2 | 支护结构的成桩方法 | 发明 | ZL 2019 1 0566982.3 | 2021.4.6 |
| 3 | 一种软土环境下环形板撑基坑的出土通道结构 | 实用新型 | ZL 2019 2 1405108.3 | 2020.6.9 |
| 4 | 一种基抗支护结构及基坑支护组件 | 实用新型 | ZL 2019 2 1404658.3 | 2020.7.14 |
| 5 | 一种应用于软土放坡的泄水管 | 实用新型 | ZL 2019 2 1407821.1 | 2020.6.9 |
| 6 | 一种泥炭质土地层内支撑梁下竹蓠芭垫层层 | 实用新型 | ZL 2020 2 2091540.9 | 2021.9.3 |
| 7 | 一种基坑的坑顶排水沟 | 实用新型 | ZL 2018 2 0876747.7 | 2019.1.1 |

2、论文

[1]蒲七,李肖君,刘爱军,郭磊,欧阳文璟.裙边加固对h型双板撑支护结构支护效果的影响..(eds.)2019年全国土木工程施工技术交流会暨《施工技术》2019年理事会年会论文集（上册）(pp.31-39).

[2]郭磊,蒲七,李云坤,高越,孔维俭.深厚泥炭质土中灌注桩成孔成桩数值模拟[J].《施工技术》2019年理事会年会论文集（上册）(pp.121-124).

[3]李肖君,郭磊,蒲七,孔维俭,李云坤,胡利韦,李志坚,王石权.泥炭质土环境下大型环撑基坑变形控制分析[J].建设科技,18(2019):95-98.

[4]郭磊,李肖君,李云坤,蒲七,孔维俭,胡利韦,李志坚,王石权.软～流塑状态泥炭质土基坑深层滑移破坏分析[J].建设科技,22(2019):88-93.

[5]郭磊,蒲七,孔维俭,李云坤,贾荣谷,胡利韦.深厚泥炭质土条件下临近灌注桩的施工影响研究[J].建筑工程技术与设计,15(2019):144-147.

[6]李肖君,李建乔,罗毅.深厚泥炭质土圆形基坑中h型双环板撑支护应用及数值模拟分析[J].工程技术研究,2020,5(13):9-13.

[7]刘克文,崔力,林伟,张洪宽.动荷载作用下软土地区基坑开挖周围土体位移研究[J].矿产勘察,2018,9(05):1049-1053.

[8]曹净,孔程,李松坡.腐殖酸对泥炭土强度的影响及其机理分析[J/OL].安全与环境学报:1-8[2021-07-22].（录用）

[9]曹净,杜涛,余再西,郭鹏.软土地基MPC劲性复合桩现场试验研究[J].四川建筑科学研究,2021,47(01):61-68.

[10]曹净,钱国伟,高越,左怀西.基坑双排桩支护的桩间土等效计算模型研究[J].地下空间与工程学报,2020,16(03):749-757.

3、工法

（1）省级工法，《湖沼沉积区泥炭土超大圆形深基坑施工工法》，工法编号：YNSJZGF-2018-062。

（2）中有色协会部级工法，《湖沼沉积区泥炭土超大圆形深基坑施工工法》，工法编号：YSGF007-2019。

（3）中有色协会部级工法，《湖沼沉积区泥炭土泥浆护壁旋挖钻孔灌注桩施工工法》，工法编号：YSGF008-2019。