

浙江省交通运输厅科技计划项目 成果鉴定证书

鉴定证书编号：浙交鉴字〔2021〕7号

计划编号：2017041

成果名称：公路隧道深大通风竖井反井钻机施工技术研究

第一完成单位：绍兴市交通建设有限公司（盖章）

其他完成单位：中铁隧道局市政工程有限公司

杭州交通工程监理咨询有限公司

中南大学

鉴定形式：会议鉴定

组织鉴定单位：浙江省交通运输厅（盖章）

鉴定日期：2021年3月18日

鉴定批准日期：2021年5月21日

浙江省交通运输厅

2019年制

简要技术说明及主要技术性能指标

1、任务来源

2017年浙江省交通运输厅科技计划项目立项：《公路隧道深大通风竖井反井钻机施工技术研究》，项目编号：2017041。

2、研究意义和技术原理

研究意义：我国公路隧道竖井不断向深、大、难的方向发展，反井法作为一种竖井施工方法，因其通过导井溜渣，井下出渣，可节约出渣时间，对周边自然环境影响较小，较为环保，且不需要进行临时排水，因此经常在国内外竖井工程中运用。但反井法也存在诸多施工难点，例如导孔偏斜率难以控制、合理钻进参数难以选取、爆破方案多靠施工经验，难以优化、竖井开挖后围岩支护无法及时施作，施工安全性难以评价以及竖井监测方案难以制定和实施等，因此有必要针对上述难点展开研究，旨在解决或削弱反井法施工带来的不利条件。本项目研究成果可广泛应用于公路、铁路、煤矿竖井等施工中。

主要技术原理：依托杭绍台高速陈家山隧道及镜岭隧道竖井工程，结合现场反井法施工过程，从深大通风竖井反井钻井导孔偏斜率控制、钻孔合理钻进参数、光面爆破合理参数、围岩稳定性和施工监控量测及信息反馈技术五个方面展开研究，为现场施工提供指导，有效保障施工安全、进度和工程质量，并对类似工程建设提供借鉴。

3、性能指标

研究中采用以数值模拟为主，文献调研、现场监测及理论分析为辅的方法，对反井法施工技术中存在的技术难点问题进行研究，具体包括：①深大通风竖井导孔偏斜率控制研究；②深大通风竖井钻孔合理钻进参数研究；③深大通风竖井光面爆破规律及合理爆破参数研究；④深大通风竖井围岩稳定性研究；⑤深大通风竖井施工监控量测及信息反馈技术研究。数值模拟分析主要采用 LS-Dyna/ANSYS、ABAQUS、Midas GTS NX 程序，利用有限元强大的动力学功能对滚刀破岩、光面爆破进行研究，利用有限元强大三维开挖施工功能对围岩稳定性、地表沉降进行研究。遗传算法主要采用 MATLAB 中 NSGA II 算法和 BP 神经网络，对钻进参数优化和井内变形预测进行研究。在数值分析的基础上，以陈家山隧道竖井和镜岭隧道竖井为依托工程，结合现场监测，分析地表爆破振速、井口地表沉降，井内水平收敛的变化趋势，为修正数值模拟模型，验证模拟的可靠性提供依据。通过理论推导，得出基于纵横弯曲理论的修正模型，探究稳定钻杆在控制导孔偏斜率的重要性，同时也根据理论探究竖井围岩和支护结构的相互作用关系，提出评价支护结构支护效果的方法。通过三年多的研究，已顺利完成各项研究指标。

4、成果的创造性、先进性

通过本项目的研究，主要取得了以下创新性成果：

- (1) 研究了竖井导孔多目标钻进参数优化，提出了导孔钻孔合理钻进参数；

(2) 引入二阶重力效应理论修正了纵横弯曲模型，提出了定量控制导孔片斜率的计算公式；

(3) 系统分析了各类爆破参数对爆破效果的影响规律，提出了各类不同地层的光面爆破合理爆破参数；

5、作用意义

此项目的实施，首先为本项目依托竖井工程施工提供理论和技术指导，为现场施工提供优化方案，对现场优化方案进行论证；同时，也能根据研究对施工过程中的安全隐患进行预警，做好预防措施，保障工程安全、顺利的推进；其次，通过不断总结现场施工过程中的方法、经验和教训，形成工法等成果，为类似工程案例提供建议和指导；之后，总结研究内容和方法，形成科研报告和论文，为今后学者研究提供思路，为类似课题研究拓展技术；最后，将现场施工过程总结为施工指南，将为以后同类工程施工决策、方案调整提供科学依据。

6、推广应用范围、条件和前景以及存在的问题和改进意见

本项目研究成果适合推广到公路、铁路、煤矿等工程中采用反井法施工深大竖井的工程中，应用前景广泛。对于此类深大竖井，在设计中应结合理论和数值模拟分析结果，合理控制导孔偏斜，合理选用扩孔钻头和钻井钻进参数，合理选用光面爆破方案，合理选用现场监测方案，明确设计和施工中存在的薄弱点，确保设计和施工的安全性和经济合理性。

推广应用前景与措施

1、应用前景：

项目研究成果已成功应用于杭绍台高速陈家山隧道竖井、镜岭隧道竖井的施工中，取得了良好的经济效益和社会效益，并且已形成施工指南和流砂层整治施工工法，对今后类似竖井工程提供借鉴和建议，为同类工程施工决策、方案调整提供科学依据。本项目研究成果适合推广到公路、铁路、煤矿等工程中采用反井法施工深大竖井的工程中。对于这类深大竖井，在设计中应结合数值模拟分析结果，合理控制导孔偏斜，合理选用扩孔钻头和钻井钻进参数，合理选用光面爆破方案，合理选用现场监测方案，明确设计和施工中存在的薄弱点，确保设计和施工的安全性和经济合理性。

2、推广措施：

(1) 技术方面

① 持续优化竖井研究成果，吸收国内外其他在建竖井施工中所遇问题及解决措施，充实施工指南内容，提升指南应用价值；

② 协助第一完成单位完成指南审查工作，形成地方标准，实现省内推广应用，并争取为国家相关标准制定提供借鉴和参考。

(2) 创奖方面

争取将研究内容更多的转化为论文、工法、专利等成果，为今后申奖提供强力支撑材料。

项 目 经 费 使 用 情 况

截至 2020 年 9 月 30 日，该项目自筹资金共使用 176.31 万元，自筹经费到位率 88.16%。各项目单位支出情况为：中南大学支出 88.00 万元、中铁隧道局集团有限公司杭绍台高速绍兴金华段 HST-TJ08 合同段项目经理部支出 88.31 万元。项目承担单位自筹经费各科目使用情况表如下：

自筹经费使用情况表

单位：万元

预算科目名称		自筹经费		
		经费预算	经费支出	预算 执行度 (%)
直接 费用	1. 设备费	90.00	88.31	98.12
	(1) 购置设备	-	-	-
	(2) 试制设备费	-	-	-
	(3) 设备改造与租赁费	90.00	88.31	98.12
	2. 材料费	14.00	12.66	90.43
	3. 测试化验加工费	4.20	4.20	100.00
	4. 燃料动力费	-	-	-
	5. 会议/差旅/国际合作 与交流费	28.80	19.87	68.99
	6. 出版 / 文献 / 信息传 播 / 知识产权事务费	10.00	6.47	64.70
	7. 劳务费	40.00	34.28	85.70
	8. 专家咨询费	2.00	-	-
9. 其它支出	1.00	0.58	58.00	
间接 费用	1、管理费	10.00	9.94	99.40
	2、激励费	-	-	-
合计		200.00	176.31	88.16

注：预算执行度(%)=经费支出 / 经费预算。

鉴 定 意 见

2021年3月18日，浙江省交通运输厅在杭州组织召开了“公路隧道深大通风竖井反井钻机施工技术研究”（项目编号2017041）科技项目鉴定会。鉴定委员会听取了项目研究报告、工作报告、查新报告和审计报告，查阅了相关资料，经讨论，形成如下鉴定意见：

一、提交鉴定的技术资料齐全、规范，符合鉴定要求。

二、本项目依托杭绍台高速陈家山隧道竖井和镜岭隧道竖井工程，采用文献调研、数值模拟、现场数据采集、理论研究等综合手段研究了公路隧道深大通风竖井反井钻机施工技术。项目主要创新点如下：

（1）研究了竖井导孔多目标钻进参数优化方法，提出了不同地层钻孔合理钻进优化参数；

（2）引入二阶重力效应理论修正了纵横弯曲模型，提出了定量控制导孔偏斜率的计算公式；

（3）系统分析了各类爆破参数对爆破效果的影响规律，提出了各类不同地层的光面爆破合理参数；

三、研究成果已成功应用于杭绍台高速陈家山隧道竖井和镜岭隧道竖井工程，并形成施工指南，为今后同类工程施工决策、方案调整提供科学依据。

四、项目预算总投资200万元，均为自筹经费，根据湖南湘楚会计师事务所有限责任公司提供的湘楚会审字[2020]第1590号审计报告，项目经费实际支出175.73万元。经费使用基本合理。

综上所述，鉴定委员会认为，该研究成果总体达到国际先进水平。

鉴定委员会主任：



副主任：

2021年3月18日

主 持 鉴 定 单 位 意 见

同意鉴定意见

主管领导签字：



(单位盖章)

2021年 5 月 21 日

组 织 鉴 定 单 位 意 见

同意鉴定意见

主管领导签字：



(单位盖章)

2021年 5 月 21 日

科技成果完成单位情况

序号	完成单位名称	联系人及电话	邮政编码	详细地址	隶属省部
1	绍兴市交通建设有限公司	侯义辉 13906759616	312000	浙江省绍兴市镜湖新区凤林西路135号交投大厦	浙江省
2	中铁隧道局集团有限公司市政工程公司	陈航 15705853636	310000	杭州市西湖区三墩镇紫宣路158号4幢16层	浙江省
3	中南大学	王薇 13874870993	410075	湖南省长沙市天心区中南大学铁道校区土木工程学院	教育部
4	杭州交通工程监理咨询有限公司	张力 15157196992	310014	浙江省杭州市下城区文晖路269号通盛嘉苑3号楼3楼320室	浙江省
5					
6					
7					
8					

注：①完成单位序号超过8个可加附页。其顺序必须与鉴定证书封面上的顺序完全一致。

②完成单位名称必须填写全称，不得简化，与单位公章完全一致。

③隶属省部是指本单位的行政关系隶属于哪一个省、自治区、直辖市或国务院部门主管。并将其名称填入表中。如果本单位有地方/部门双重隶属关系，请按主要的隶属关系填写。

主要研究人员名单

侯义辉	男	1971.05	高级工程师	本科	绍兴市交通建设有限公司	总负责
王薇	女	1969.06	高级工程师	博士	中南大学土木工程学院	理论指导
姚红伟	男	1977.05	教授级高工	本科	中铁隧道局市政设计公司	技术指导
陶建军	男	1968.11	高级工程师	本科	绍兴市交通建设有限公司	项目总协调
陈刚	男	1974.09	高级工程师	本科	绍兴市交通建设有限公司	现场指挥
孙振华	男	1982.07	工程师	本科	绍兴市交投商业管理有限公司	项目协调
黄昌建	男	1977.05	教授级高工	硕士	中铁隧道局市政设计公司	技术指导
陈航	男	1986.01	高级工程师	本科	中铁隧道局市政设计公司	技术指导
王卓	男	1974.11	高级工程师	本科	杭州交通工程监理咨询有限公司	技术研究
陈劲涛	男	1980.11	助理工程师	本科	绍兴市高速公路运营管理有限公司	理论研究
嵇丙尧	男	1976.05	高级工程师	本科	绍兴市交通建设有限公司	数据采集
陈伟明	男	1971.01	高级工程师	本科	绍兴市交通建设有限公司	数据采集
陈小勇	男	1979.12	高级工程师	本科	绍兴市交通建设有限公司	技术研究
高防伟	男	1983.05	高级工程师	本科	绍兴市交通建设有限公司	技术研究
赵嘉炜	男	1992.03	工程师	本科	绍兴市交通建设有限公司	理论研究
王烨人	女	1993.11	无	硕士	绍兴市交通建设有限公司	理论研究
於友权	男	1973.02	高级工程师	本科	绍兴市交通建设有限公司	数据采集
马彦啓	男	1965.02	高级工程师	硕士	中铁隧道局市政设计公司	技术研究



张伟	男	1989.09	工程师	本科	中铁隧道局市政工程公司	技术研究
权三峰	男	1984.05	助理工程师	本科	中铁隧道局市政工程公司	资料采集
陈军	男	1981.04	工程师	本科	中铁隧道局市政工程公司	技术研究
卢伟	男	1980.11	高级工程师	本科	中铁隧道局市政工程公司	技术研究
张心源	男	1996.01	无	硕士	中南大学土木工程学院	参数研究
周旭	男	1996.06	无	硕士	中南大学土木工程学院	成果编写
刘鳌	男	1996.09	无	硕士	中南大学土木工程学院	参数研究
陶豪杰	男	1996.10	无	硕士	中南大学土木工程学院	信息反馈研究
张燕飞	男	1995.05	无	硕士	中南大学土木工程学院	稳定性研究
刘帆	男	1997.03	无	硕士	中南大学土木工程学院	成果编写
高贵强	男	1997.02	无	硕士	中南大学土木工程学院	预测研究
张家琦	男	1997.01	无	硕士	中南大学土木工程学院	参数研究
徐贤方	男	1969.11	高级工程师	本科	杭州交通工程监理咨询有限公司	技术研究
张力	男	1983.10	高级工程师	本科	杭州交通工程监理咨询有限公司	技术研究

承诺书

本单位和个人承诺：

- 1、本鉴定证书中所填写的各栏目内容真实、准确。
- 2、提供鉴定的技术文件和资料真实、可靠，技术（或理论）成果事实存在。
- 3、提供鉴定的实物（样品）与所提供鉴定的技术文件和资料一致，并事实存在。
- 4、本成果的知识产权或商业秘密明晰完整，归属本单位（或个人）所有，未剽窃他人成果、未侵犯他人的知识产权或商业秘密。

若发生与上述承诺相违背的事实，由本单位（或个人）承担全部法律责任。

项目负责人（签字）：
第一完成单位（盖章）：

2021年3月18日