

《中国水能及电气化》

水利水电工程建设的工法约稿（征稿）函

为更好地推广和宣传水利水电工程建设的工法，《中国水能及电气化》期刊开辟专栏，刊登优秀工法介绍。请有关单位严格按照稿件要求（见《中国水能及电气化》期刊官网投稿须知栏目）撰写工法内容，并将电子文稿发送至邮箱（wateree6346@163.com，请在邮件标题中注明“水利水电工法展示”字样）。本次宣传推广活动本着自愿参加的原则，不收取任何费用。

水利工程优秀质量管理小组成果约稿（征稿）函

为更好地推广和宣传水利工程优秀质量管理小组成果，《中国水能及电气化》期刊开辟专栏，刊登优秀质量管理小组成果介绍。请有关单位严格按照稿件要求（见《中国水能及电气化》期刊官网投稿须知栏目）撰写优秀质量管理小组成果内容，并将电子文稿发送至邮箱（wateree6346@163.com，请在邮件标题中注明“水利工程优秀质量管理小组成果展示”字样）。本次宣传推广活动本着自愿参加的原则，不收取任何费用。

单位：《中国水能及电气化》杂志社有限公司

联系地址：北京市西城区南滨河路 27 号 贵都国际中心 B 座 1119 室 邮政编码：100055

联系人：张洁 电话：010-63305281 投稿须知网址：<http://zgsm.cweun.org/tgxz.php>

〔期刊基本参数〕 CN 11-5543/TK*2005*m*A4*70*zh*P*¥16.00*15200*14*2022-8

中国水能及电气化

CHINA WATER POWER & ELECTRIFICATION

2022 年第 8 期（总第 209 期）

中华人民共和国水利部主管

ISSN 1673-8241 CN 11-5543/TK
中华人民共和国水利部 主管

中国水能 及电气化

CHINA WATER POWER
& ELECTRIFICATION



ISSN 1673-8241



2022. 8
月刊 总第 209 期

《水利建设与管理》

征集水利工程标准化管理

相关稿件的启事

2022年3月24日，水利部印发《关于推进水利工程标准化管理的指导意见》等文件，加快推进水利工程标准化管理工作。《水利建设与管理》作为水利建设与管理领域的行业期刊，积极担负宣传引导、经验交流、知识积累的职责，刊发与此工作有关的指导文件、标准规范、典型案例、探讨研究等稿件。

欢迎科研机构、高等院校，尤其是水利工程管理单位和主管部门的管理、技术和研究工作者就水利工程标准化管理相关的成功经验、典型做法、问题与对策、思考与探讨等方面撰稿。稿件须为原创，字数在3500～4500字之间，文章须观点明确、用语规范、有理有据，能够结合实际、有资料支撑，其他要求详见网站投稿须知。

符合要求的稿件一律免费刊发，欢迎投稿。

投稿网址：<http://www.sljsygl.com/home/login>

投稿须知网址：<http://www.sljsygl.com/Home/Tgxz>

咨询电话：010-63305239

联系人：张雪虎

《水资源开发与管理》

节水专栏约稿（征稿）函

节约用水贯穿着经济社会发展的全过程，涉及农业、工业、服务业等领域，涉及单位、家庭、个人等用水主体，是所有用水者共同的社会责任。为全面贯彻新发展理念，推进实施国家节水行动、科学谋划和扎实促进新阶段水利高质量发展、全面建设社会主义现代化国家提供有力支撑，《水资源开发与管理》期刊开设节水专栏，旨在提升公众节水意识、培养社会节水风尚、促进节水型社会建设、推进水资源节约保护融入经济社会发展和生态文明建设，现特面向各城市水利（水务）部门，水利科学研究单位的领导、专家、技术人员及高校科研人员征稿（约稿），稿件要求如下：

稿件按照学术论文的写作规范，应有两百字左右的摘要和三至五个关键词，正文部分要包含引言和结语。专栏内容可围绕国家节水行动、节水型社会建设、用水定额管理、节约用水规划、节水评价、节水载体建设、节水技术等内容。

水利乡村振兴专栏约稿（征稿）函

水利乡村振兴是巩固拓展脱贫攻坚成果、推进乡村振兴的水利支撑和保障。为扎实推进《“十四五”巩固拓展水利扶贫成果同乡村振兴水利保障有效衔接规划》的实施，促进脱贫地区水利高质量发展，《水资源开发与管理》期刊拟设水利乡村振兴专栏，展现乡村河湖治理的优质成果和脱贫地区重大水利工程建设经验以供其他脱贫乡村水管理部门参考。

稿件需语句通顺，逻辑关系衔接紧密，有可宣传借鉴的实践意义。按照学术论文的写作规范，应有两百字左右的摘要和三至五个关键词，正文部分有引言和结语，且字数不少于4000。正文内容可围绕农村饮水安全、农田灌排工程建设、乡村防洪减灾、水生态环境治理和保护、乡村供水保障等。

期刊背景

《水资源开发与管理》（月刊）是由中国水利工程协会主管主办、公开发行的科技类学术期刊。国际标准连续出版物号 ISSN 2096-0131，国内统一刊号 CN 10-1326/TV。

投稿方式

请作者登录杂志社官方网站：<http://www.sljsygl.com/> 注册成功后，点击“水资源开发与管理在线投稿”填写信息并上传稿件。稿件审核后，择优免费刊登。

联系方式

联系人：杨 燕 王宁昕

电 话：010-63305216/63305236

地 址：北京市西城区南滨河路 27 号贵都国际中心 B 座 1119 室 邮 编：100055

2022 8 月刊
总第 209 期

中国水能及电气化

- ◆ 《中国核心期刊(遴选)数据库》收录期刊
- ◆ 《中文科技期刊数据库》收录期刊
- ◆ 《中国期刊全文数据库》收录期刊
- ◆ 万方数据 - 数字化期刊群收录期刊

主 管 中华人民共和国水利部

主 办 水利部水电局
中国水利工程协会
中国大坝工程学会
四川省地方电力局

主 编 安中仁

编辑部主任 牟 佳

责任编辑 侯博丹

编辑出版 《中国水能及电气化》杂志社有限公司

通信地址 北京市西城区南滨河路 27 号
贵都国际中心 B 座 1119 室

邮政编码 100055

联系电话 010-63305281 (发行)

010-63305250 (投稿)

010-63305209 (广告)

网 址 <http://zgsm.cweun.org>

电子信箱 wateree6346@163.com

中国标准连续出版物号 ISSN 1673-8241
CN 11-5543/TK

广告经营许可证 京西市监广登字 20170040 号

出版日期 每月 15 日

印刷装订 北京博海升彩色印刷有限公司

邮发代号 80-495

定 价 16.00 元



中国水利工程协会官方微信公众号
二维码, 欢迎扫描加关注, 随时检索
协会会刊论文发表情况。

目 录

本期特稿

- 1 水利部修订印发《水利标准化工作管理办法》

科学研究

- 6 交流特高压油浸式套管电容介损测量方法 张泽宇
- 11 后湖排水站 110kV 变电站轴流风机控制系统升级改造研究 付 强
- 15 三浙高速灵卢段山体滑坡稳定性评价及治理措施研究 袁安森
- 20 杭州八堡泵站工程软岩地基嵌岩桩入岩判定的研究与实践 刘 倩 李健民 许明显
- 24 双层地质结构堤基对堤防崩岸的影响分析 赵道双 叶根苗
- 30 隧洞超前地质预报实施模式探讨 李俊伟

施工技术

- 34 浅谈水利隧洞倒虹吸衔接段开挖方法 温正策 张友录
- 41 大体积混凝土结构温控防裂技术研究与应用 宫宝军 华建飞
- 46 夯扩挤密碎石桩在排涝泵站地基处理中的应用 赵亚涛 蒋真真 王 潇

建设与管理

- 51 山东省重点水利工程建设质量与安全监督检查政府购买服务工作实践 刘淑萍 田志芳 张 斌
- 55 基于双重预防体系建设的宁波市水利工程安全生产信息化研究 贺立霞 毛凯兵 徐 燕
- 60 南水北调中线工程现地管理中安全风险辨识及管控实践 向德林 瞿行亮

质量管理 QC 小组活动专题

- 65 提高混凝土灌溉渠道施工一次验收合格率 宫晓东 胡光敏 刘建伟

简 讯

- 70 水利部召开水利基础设施建设进展和成效新闻发布会

Contents

Special Report

- 1 The Ministry of Water Resources revised and issued the Measures for the Administration of Water Conservancy Standardization

Scientific Research

- 6 Measurement Method of Capacitance Dielectric Loss of UHV Oil-Immersed Bushing
ZHANG Zeyu
- 11 Study on Upgrading and Reconstruction of Axial Fan Control System in 110kV Substation of Houhu Drainage Pumping Station
FU Qiang
- 15 Study on Landslide Stability Evaluation and Control Measures in Linglu Section of Sanxi Expressway
YUAN Ansen
- 20 Research and Practice on the Determination of Rock-Socketed Pile in Soft Rock Foundation of Hangzhou Babao Pumping Station Project
LIU Qian, LI Jianmin, XU Mingxian
- 24 Analysis of Influence of Double-layer Geological Structure Dike Foundation on Embankment Collapse
ZHAO Daoshuang, YE Genmiao
- 30 Discussion on Implementation Model of Tunnel Advanced Geological Forecast
LI Junwei

Construction Technology

- 34 Discussion on Excavation Method of Inverted Siphon Connection Section in Hydraulic Tunnel
WEN Zhengce, ZHANG Youlu
- 41 Research and Application of Temperature Control and Crack Prevention Technology for Mass Concrete Structure
GONG Baojun, HUA Jianfei
- 46 Application of Ramming and Expanding Compacted Gravel Pile in Foundation Treatment of Drainage Pump Station
ZHAO Yatao, JIANG Zhenzhen, WANG Xiao

Construction & Management

- 51 Key Water Conservancy Project Construction Quality and Safety Supervision and Inspection Government Purchase Service Work Practice in Shandong Province
LIU Shuping, TIAN Zhifang, ZHANG Bin
- 55 Research on Safe Production Informatization of Water Conservancy Project in Ningbo Based on Construction of Double Prevention System
HE Lixia, MAO Kaibing, XU Yan
- 60 Practice of Safety Risk Identification and Control in In-Situ Management of the Middle Route of South-To-North Water Transfer Project
XIANG Delin, QU Xingliang

Special Topic on Quality Management of QC Group

- 65 Improvement of One-time Acceptance Pass Rate of Concrete Irrigation Channel Construction
GONG Xiaodong, HU Guangmin, LIU Jianwei

Brief News

- 70 The Ministry of Water Resources Held A Press Conference on the Progress and Achievements of Water Conservancy Infrastructure Construction

编委会

名誉主任

胡四一

副主任

邢援越 陈大勇 贾金生
陈生水 刘恒 陈荣仲
袁江海

秘书长

夏海霞 廖文根

编委会成员(按姓氏笔画排列)

王凤翔 王东胜 王丽平
王福岭 卢平 邝明勇
冯顺新 吉生元 毕振令
回士光 刘启华 刘改元
刘肃 刘德有 许德志
孙道成 李铭芳 吴克昭
吴新黔 邱小庄 张从银
张忠孝 张桂龙 张翾
陈洪(女) 陈德亮 禹雪中
夏海霞 徐祥利 唐山松
黄文宝 阎有勇 隋欣
葛捍东 程夏蕾 傅云光
鲁锡海 廖文根 樊新中
潘晓光

本期特稿

水利部修订印发《水利标准化工作管理办法》

7月13日,水利部修订印发《水利标准化工作管理办法》(以下简称《办法》),旨在深入贯彻落实中共中央、国务院印发的《国家标准化发展纲要》,进一步提升水利标准化工作管理水平,充分发挥水利标准化工作对推动新阶段水利高质量发展的支撑和引领作用。

《办法》强调,要深入贯彻落实习近平总书记“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的治水思路,规范和加强水利标准化工作,满足保障国家水安全,提升水旱灾害防御能力、水资源集约节约利用能力、水资源优化配置能力、大江大河大湖生态保护治理能力对标准的需求。

《办法》分为总则、组织机构与职责、标准的类别、标准的立项、标准的制定、标准的发布、标准的实施、监督管理、保障机制和附则等十章五十八条。在总结凝练水利标准化工作实践经验的基础上,《办法》进一步完善水利标准化工作组织机构与职责,细化标准项目类别和立项程序,优化标准制定发布程序,强化标准实施与监督管理,为全面构建推动新阶段水利高质量发展的标准体系提供了有力的制度保障。

水利标准化工作管理办法

第一章 总 则

第一条 为深入贯彻落实习近平总书记“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的治水思路,规范和加强水利标准化工作,满足保障国家水安全,

提升水旱灾害防御能力、水资源集约节约利用能力、水资源优化配置能力、大江大河大湖生态保护治理能力对标准的需求,推动新阶段水利高质量发展,根据《中华人民共和国标准化法》等法律法规及国家关于标准化工作的相关规定,结合水利行业实际,制定本办法。

第二条 本办法所称水利标准是指水利行业需要统一的技术要求,主要包括水资源管理、节约用水、水利工程建设、运行管理、河湖管理、水土保持、农村水利水电、水库及水利水电工程移民、水旱灾害防御、水文、调水管理、水利信息化等领域。

水利标准包括国家标准、行业标准、地方标准和团体标准、企业标准。国家标准分为强制性标准、推荐性标准。行业标准一般为推荐性标准,工程建设类可以制定强制性标准。

第三条 本办法适用于国家标准和行业标准的制定、实施及监督管理。水利部对团体标准的制定进行规范、指导和监督。地方标准和企业标准的管理按国家和地方有关规定执行。

第四条 水利标准化工作主要任务包括贯彻国家有关标准化法律法规,开展水利标准化研究,组织制定水利标准化有关政策制度、发展规划、标准体系和年度计划,组织制定、实施标准并进行监督。

第五条 制定水利标准应在科学技术研究成果和社会实践经验的基础上,深入调查论证,广泛征求意见,保证标准的必要性、科学性、规范性、适用性和时效性,提高标准质量。

第六条 鼓励科研机构、高等院校、社会团体和

企业等参与水利标准化工作。

第七条 推动参与国际标准化活动，开展水利标准化对外合作与交流。积极参与制定国际标准，推进我国水利标准与国外标准之间的转化应用。

第二章 组织机构与职责

第八条 水利部国际合作与科技司是水利标准化工作的主管机构（以下简称主管机构）。水利部有关业务司局是有关国家标准和水利行业标准的主持机构（以下简称主持机构）。标准制定的第一起草单位是主编单位。

第九条 主管机构主要职责是：

- （一）组织制定水利标准化工作政策制度和发展规划；
- （二）组织制定标准体系；
- （三）组织制定标准项目年度计划；
- （四）指导标准制定工作；
- （五）监督管理行业标准出版发行活动；
- （六）指导标准评估工作；
- （七）组织开展标准实施与监督管理；
- （八）组织开展标准国际化活动；
- （九）组建和管理水利部专家库；
- （十）归口管理水利标准化其他相关工作。

第十条 主持机构主要职责是：

- （一）向主管机构提出本专业领域标准项目年度计划建议；
- （二）指导本专业领域标准制定工作，负责标准制定质量、进度的监督管理；
- （三）主持标准工作大纲和送审稿审查；
- （四）解释本专业领域标准；
- （五）组织开展本专业领域标准评估工作；
- （六）组织开展本专业领域标准实施与监督管理；
- （七）组建本专业领域标准起草和审查阶段专家组。

第十一条 主编单位主要职责是：

- （一）组建工作组，核查参编单位和主要起草人

技术水平，落实保障措施；

- （二）组织开展标准制定工作；
- （三）负责标准制定质量、进度和经费使用管理；
- （四）承办标准解释；
- （五）跟踪标准实施情况。

第十二条 水利部标准化工作领导小组是水利标准化工作的议事协调机构，主要负责研究标准化发展战略，审查水利标准化规章制度、政策文件，审定标准体系、标准中长期规划，确定水利标准化工作年度计划目标和主要任务等重大事项。

第十三条 水利标准化工作专家委员会（以下简称专家委员会）在水利部标准化工作领导小组指导下开展工作，委员从水利部专家库中选取。专家委员会主要负责标准体系、标准立项、标准成果的技术审查，以及标准间的协调衔接等事项。

第三章 标准的类别

第十四条 需要在全国范围或者指定区域、流域内统一的水利技术要求，可以制定国家标准。对保障人身健康和生命财产安全、国家安全、生态环境安全、工程安全以及满足经济社会管理基本需要等法律、行政法规、国务院决定规定强制执行的水利技术要求，应制定强制性国家标准。对满足基础通用、与强制性国家标准配套、对各有关行业起引领作用等需要的水利技术要求，可以制定推荐性国家标准。

第十五条 对没有国家标准，需要在水利行业内统一的技术要求，可以制定行业标准。工程建设类水利技术要求可以根据国家有关规定制定强制性行业标准。

第十六条 为满足地方自然条件，适应当地经济社会发展水平，需要在特定行政区域、流域内统一的水利技术要求，可以制定地方标准。

第十七条 鼓励学会、协会、商会、联合会、产业技术联盟等社会团体协调相关市场主体共同制定满足市场和创新需求的团体标准，由本团体成员约定采用或者按照本团体的规定供社会自愿采用。

第十八条 企业可以根据需要自行制定企业标准，或者与其他企业联合制定企业标准。

第十九条 推荐性国家标准、行业标准、地方标准、团体标准、企业标准的技术要求不得低于强制性标准的相关技术要求。

鼓励社会团体、企业制定高于推荐性国家标准和推荐性行业标准相关技术要求的团体标准、企业标准。

第四章 标准的立项

第二十条 标准项目分为任务类和申报类。

第二十一条 任务类项目为贯彻党中央、国务院重大决策部署，服务国家发展战略及推动新阶段水利高质量发展亟需的标准。由水利部下达任务，主管机构商主持机构组织编制水利标准项目建议书（见附件1），经主管机构组织专家论证通过后，列入年度立项计划。

第二十二条 申报类项目由主管机构主要依据标准体系和标准复审结论，在广泛征集科研机构、高等院校、社会团体和企业对标准的需求基础上，提出年度立项要求，主持机构结合业务工作需要，组织编制水利标准项目建议书，报送主管机构审核。主管机构组织专家论证，并经专家委员会审议通过后，提出年度立项计划建议，报水利部批准后立项。

对未纳入标准体系但属当前工作亟需的标准，由主持机构对制定标准的必要性、可行性进行广泛调研，向主管机构提出书面建议。主管机构履行申报类项目立项程序。

第二十三条 主编单位应是本专业领域内具有领先技术水平的法人单位，并具备标准制定所需的人员、设备及相关条件。参编单位应是本专业领域内具有较高技术水平的法人单位。

主编单位的选取应公开、公平、公正，采用竞争性立项、政府采购等方式确定。

第二十四条 标准第一起草人，应具有高级专业技术职称，具有较高的专业技术水平和丰富的实践经

验，熟练掌握标准编写的有关规定，有较强的组织协调能力，能够解决标准制定工作中的重大技术问题。其他主要起草人应具有相应的专业技术水平和实践经验。

第五章 标准的制定

第二十五条 标准制定分为起草、征求意见、审查和报批四个阶段。等同采用或修改采用国际标准时，采用征求意见、审查和报批三个阶段。标准的局部修订采用审查和报批两个阶段。

标准制定周期原则上不超过2年，修订周期原则上不超过1年。

第二十六条 标准起草阶段主要工作包括：

（一）主编单位编写水利标准制定工作大纲（见附件2）；

（二）主编单位组织召开大纲审查会，会议由主持机构主持；

（三）主编单位编写标准征求意见稿及其制定说明（见附件3）。

第二十七条 标准征求意见阶段主要工作包括：

（一）主持机构办理征求意见文件，按照便捷有效的原则采取多种方式公开征求意见。国家标准一般为60日；行业标准一般为30日，紧急情况下可以缩短至20日；

（二）主编单位对反馈意见进行汇总处理，形成送审稿及其制定说明、意见汇总处理表（见附件4）等送审材料，必要时应附专题报告。修订标准时应提供新旧条款对比说明。

第二十八条 标准审查阶段主要工作包括：

（一）主编单位组织召开送审稿审查会，会议由主持机构主持；

（二）主持机构根据送审稿审查意见，组织主编单位修改完善送审材料，报送主管机构；

（三）主管机构组织体例格式复读、英文翻译审查，并召开送审稿复审会；

（四）主持机构根据送审稿复审意见，组织主编

单位修改完善送审材料，形成报批材料，报送主管机构。

第二十九条 标准报批阶段主要工作包括：

（一）专家委员会应主管机构申请，组织召开报批稿审查会；

（二）主持机构根据专家委员会审查意见，组织主编单位修改完善报批材料，报送主管机构；

（三）主管机构提请部务会议审议报批材料。主管机构汇报标准制定总体情况，主持机构汇报标准制定背景、适用范围、主要技术内容等；

（四）主持机构根据部务会议审议意见，组织主编单位修改完善报批材料，应附部务会议审议意见采纳情况表（见附件5），报送主管机构；

（五）主管机构履行报批发布程序。

第三十条 各阶段审查会应成立专家组，实行专家负责制。相关要求如下：

（一）专家应具有高级专业技术职称及相应的业务能力，且有从事相关标准的制定或审查经验；

（二）专家组人数原则上7~9人，成员从水利部专家库中遴选，遵循回避原则。专家组组长应由行业内技术带头人或知名专家担任；

（三）国家标准审查会应邀请水利行业外相关专家领域专家参加，行业标准审查会鼓励水利行业外专家参加；

（四）审查内容主要包括与国家有关法律法规、方针政策以及相关标准的协调一致性，标准技术内容的必要性、成熟性、经济性和可操作性，关键技术指标的来源和依据的准确性和合理性等；

（五）审查会应遵照协商一致、共同确定的原则，客观、公正、恰当地给予评价。对有争议的问题，应充分讨论和协商，并提出结论性意见。审查会应设专人记录，并形成有明确结论的审查意见。

第三十一条 标准制定过程实行重大变更报告制度。标准名称、主要内容、主编单位、参编单位、主要起草人、制定进度等发生变更时，主编单位应提交水利标准项目重大变更申请表（见附件6），经主持

机构审核同意后，报送主管机构审批。

涉及经费执行变更的事项应按照财务有关规定执行。

第三十二条 主编单位、主持机构和主管机构应妥善保存标准制定过程中的有关文件和资料，并建立相应档案。各阶段电子材料应上传至标准管理信息系统。

第三十三条 国家标准、行业标准需局部修订时，由主编单位提出申请，提交水利标准局部修订申请表（见附件7），经主持机构审核同意后，报送主管机构审批。行业标准按本章规定的程序执行，国家标准按国家有关规定执行。

第六章 标准的发布

第三十四条 主管机构办理行业标准发布公告或将国家标准报批材料行文报送国家标准主管部门。

第三十五条 国家标准的立项、审批、编号、发布按国家有关规定执行。行业标准由水利部审批、编号、发布，并报国务院标准化行政主管部门备案。

第三十六条 行业标准的发布时间为水利部批准时间，开始实施时间不应超过其后的3个月。

第三十七条 强制性行业标准编号为SL AAA—BBBB，推荐性行业标准编号为SL/T AAA—BBBB，其中SL为水利行业标准代号，AAA为标准顺序号，BBBB为标准发布年号。

第三十八条 行业标准的出版发行，由主管机构委托具有相关出版资质的单位负责。

任何部门、单位和个人未经主管机构的授权许可，不得从事行业标准的出版发行活动。

第七章 标准的实施

第三十九条 强制性标准必须执行，相关业务主管部门应履行强制性标准实施与监督管理职责。

第四十条 强制性标准文本应免费向社会公开。推动推荐性标准文本免费向社会公开。鼓励社会团体、企业通过标准信息公共服务平台向社会公开团体

标准、企业标准。

第四十一条 鼓励各有关部门和单位开展标准的宣传培训、贯彻实施和业务交流等活动。

第四十二条 建立标准实施信息反馈和跟踪评估机制。根据反馈和跟踪评估情况，按照水利标准复审有关规定对标准进行复审。复审周期一般不超过5年，复审结论应作为修订、废止相关标准的依据。

第四十三条 标准评估应遵循全面客观的原则。相关要求如下：

（一）原则上涉及国家安全、生态环境安全、工程安全和直接关系人民群众切身利益的标准应开展评估工作；

（二）评估单位应为在中华人民共和国境内注册、具有独立法人资格，具有较强水利标准化工作能力和条件、运行管理规范的科研机构、高等院校、社会团体和企业等，遵循回避原则；

（三）评估可以采用现场、网络、电话、调查问卷、试验验证等方式，应形成评估报告。

第四十四条 引领、跟踪国际标准，加强我国水利标准外文版翻译出版工作，推动我国水利标准在国际上应用。

第四十五条 鼓励科研机构、高等院校、社会团体和企业等加入国际标准化组织，承担更多国际标准化组织技术机构工作和领导职务。

第四十六条 鼓励参与制定和科学借鉴国际标准，将我国具有技术优势的水利标准转化为国际标准，将适用于我国国情的国际标准转化为国家标准或行业标准，推进我国水利标准与国外标准间的转化运用。

第八章 监督管理

第四十七条 主管机构负责组织对国家标准和行业标准的制定、实施进行监督检查，并开展实施效果的跟踪评估。

第四十八条 主管机构应加强计量、检验检测、认证认可的标准化建设，负责组织建设标准化信息平台，增强水利标准化工作监督检查及服务能力。

第四十九条 主持机构应加强对标准制定质量和进度的监督检查，对存在质量问题和进度滞后的标准，会同主管机构采取相应措施，督促主编单位限期整改。

第五十条 任何单位和个人均有权向水利部反映标准实施情况和存在的问题，可以举报、投诉违反强制性标准的行为。对实名举报人或者投诉人，水利部应告知处理结果，为其保密。

第五十一条 违反强制性标准有关规定，造成工程质量和安全事故的，应根据有关规定，对事故责任单位和责任人进行追责。

第九章 保障机制

第五十二条 各级水行政主管部门应重视水利标准化工作，履行标准化工作职责，将标准化工作纳入本部门工作计划。

第五十三条 鼓励并积极引导多渠道、多方式筹措水利标准化工作经费。各级水行政主管部门应将水利标准化工作经费纳入预算，统一管理，专款专用。

第五十四条 各级水行政主管部门应加强水利标准化机构建设和人才培养。

第五十五条 鼓励重大水利科研项目与标准制定相结合，对水利新技术、新材料、新工艺、新产品、新设备及时制定标准，推进科技创新成果推广和应用。

第五十六条 对技术水平高、取得显著效益的国家标准、行业标准、团体标准，以及在水利标准化工作中做出显著成绩的单位和个人，推荐参加中国标准创新贡献奖等评选活动。

第十章 附 则

第五十七条 本办法由水利部负责解释。

第五十八条 本办法自发布之日起施行。2019年4月水利部发布的《水利标准化工作管理办法》（水国科〔2019〕112号）同时废止。

（来源：中国水利公众号）

科学研究

交流特高压油浸式套管电容介损 测量方法

张泽宇

(湖南省送变电工程有限公司, 湖南 长沙 410015)

【摘要】 油浸纸绝缘电容式套管广泛应用于交流特高压变压器、高压并联电抗器上。安装前后进行介质损耗试验,能有效发现套管绝缘缺陷及是否受潮,因此测量套管主绝缘电容 C_1 、末屏对法兰盘电容 C_2 和介损具有重要意义。文章采用带有屏蔽功能的介质损耗测试仪,将主变绕组对地电容屏蔽,可准确测量套管安装前后套管电容 C_2 及介损。现场测量发现安装前后套管电容 C_2 与出厂数据不一致,经分析,是由于变压器绕组对地电容的影响造成的。

【关键词】 套管; 电容; 介损; 屏蔽法

中图分类号: TM411

文献标识码: B

文章编号: 1673-8241 (2022) 08-006-05

Measurement Method of Capacitance Dielectric Loss of UHV Oil-Immersed Bushing

ZHANG Zeyu

(Hunan Power Transmission Engineering Co., Ltd., Changsha 410015, China)

Abstract: Oil-immersed paper insulated capacitive bushings are widely used in AC UHV transformers and high-voltage shunt reactors. The dielectric loss test before and after installation can effectively find the insulation defects of the bushing and whether it is damp. Therefore, it is of great significance to measure the main insulation capacitance C_1 of the bushing and the end screen to the flange capacitance C_2 and the dielectric loss. In this paper, the dielectric loss tester with shielding function is used to shield the capacitance of the main transformer winding to the ground, which can accurately measure the capacitance C_2 and dielectric loss of the bushing before and after the bushing is installed. On-the-spot measurement found that the bushing capacitance C_2 before and after installation was inconsistent with the factory data, which was caused by the influence of transformer winding on the ground capacitance after analysis.

Key words: bushing; capacitance; dielectric loss; shielding method

收稿日期: 2022-05-31

作者简介: 张泽宇 (1989—), 男, 硕士, 工程师, 研究方向为输变电工程设计及调试。

油浸纸绝缘电容式套管是特高压电力变压器、特高压并联电抗器外部导体和内部导体的连接部件，是其重要的组部件之一^[1]；具有把高压大电流从金属箱体中引入或引出的功能，其性能直接影响到整个变压器的长期可靠运行。

油浸纸绝缘电容式套管主要由电容芯子、法兰盘、上下瓷套和油枕等组成，若干同心电容串联作为主绝缘。电容芯子封闭在由上下瓷套、法兰盘、油枕组成的容器中，容器内充有变压器油，使内部主绝缘为油纸结构^[2]。

套管运抵现场后，需进行交接试验。首先应检查套管外观，应无破损、裂纹、划痕、鼓包、渗漏油，压力和油位正常。其次，为判断套管绝缘状况，必须进行三项绝缘试验：绝缘电阻试验、介质损耗因数（ $\tan\delta$ ，以下简称介损）和电容量测试以及交流耐压试验。其中，电容量测量能反映串接的电容芯层是否击穿；由于套管体积小，电容量小，通过介损测试能有效发现主绝缘是否受潮、劣化以及存在某些局部缺陷。

套管介损及电容测量主要分两部分，一部分是测量套管芯柱对末屏的电容，就是套管主绝缘电容 C_1 ；另一部分是套管末屏对安装法兰盘电容，一般称为末屏电容 C_2 。交接试验应结合现场绝缘电阻值、介损值、电容量以及耐压试验结果，参照国标、企标以及厂家出厂测试值进行比较后综合判断套管绝缘是否合格。

1 介损及电容量测量要求分析

1000kV 主变为分体变压器，每相主变又由主体变和调压补偿变组成。每相主变含 1000kV 套管 1 只、500kV 套管 1 只、110kV 套管 9 只；1000kV 高压并联电抗器为分体式，每相含 1000kV 套管 1 只、110kV 套管 1 只。

《国家电网公司十八项电网重大反事故措施》第 9.2.1.1 条规定，工厂试验时应将供货的套管安装在变压器上进行试验；所有附件在出厂时均应按实际使

用方式经过整体预装。因此套管绝缘电阻出厂试验数据、介损及电容量测量数据一般有两组，第一组由套管厂家试验提供，第二组由变压器或电抗器厂家试验提供。这两组出厂试验数据，均作为现场交接试验参考数据。1000kV 套管 1000kV 高压并联电抗器，出厂试验数据见图 1 和图 2。

ALSTOM PASSON VILLA <small>AN ALSTOM COMPANY</small>		BUSHING ROUTINE TESTS REPORT		Serial Number HH03040224	
Customer	SHANDONG POWER EQUIPMENT CO.,LTD	Bushing type	PNO.1100.2400.2500 Kv=380		
Order		Code	RXBD1K102513786		
Order Date		Drawing	I10712_44_2		
Reference	176919/30	Cust. Drawing			
Bushing					
Rated voltage [kV]	1100	Rated Current [A]	2500	Frequency [Hz]	50/60
Test Circuit:					
C and tanδ test circuit		CT B1	PD Test Circuit	CT B2	LI Test Circuit
Scheme	Pos.	On [pF]	20	On2 [pF]	103.5
B0 [•]	0	For C1 N=	Test tap – C2 N=	Voltage tap – C2 N=	
Test According to Standard IEC 60137:2008-07 ED. 6.0					
Ambient pressure [hPa]	988	Amb. Temperature [°C]	29	Rel. humidity [%]	51
C2 and tanδ measurement (test tap) and voltage test			U [kV]	C2 [pF]	tanδ [%]
			2	1.712,0 (1)	0.97
(1) Capacitance did not change after voltage test at 2 kV for 60 s.					
C and Tanδ before dielectric test			U [kV]	C1 [pF]	tanδ [%]
10 kV			19	664.9	0.36
1.05 Um / V/3			667	664.3	0.36
Um			1100	664.0	0.36

图 1 1000kV 套管出厂试验数据

试验报告 报告编号：201509255

2 试验项目及结果

2.1 绕组对地绝缘电阻测量（例行）

测试部位	实测绝缘电阻 (MΩ)			相对湿度：40 % 油温：9.0 °C	
	R ₁₅	R ₆₀	R ₆₀₀	实测吸收比 R ₆₀₀ / R ₁₅	实测极化指数 R ₆₀₀ / R ₆₀
AX—地	17600	23700	37400	1.35	1.58
铁心—夹件及地	1600 (MΩ)				
夹件—铁心及地	2000 (MΩ)				
铁心—夹件	2500 (MΩ)				

2.2 绕组绝缘系统电容及介质损耗因数测量（例行）

测试部位	试验电压 kV	介质损耗因数 tanδ	电容量 Cx (pF)
AX—地	10	0.00202	6088

2.3 套管试验（例行）

端子	铭牌 厂家编号	绝缘电阻 (MΩ)	电压 10 (kV)		
			介质损耗因数 tanδ	铭牌值	Cx (pF)
A	HH03044642	13000	0.00380	639.5	652.1
A 末屏		6270	0.00327	-	2429
X	1524364	16000	0.00325	521	514.2
X 末屏		6050	0.00203	-	1269

图 2 1000kV 高压并联电抗器出厂试验数据

对于 1000kV 主变压器和 1000kV 电抗器套管，交接试验主要参照的试验标准有两个：一是《1000kV 系统电气装置安装工程电气设备交接试验标准》（GB/T 50832—2013）；二是《电气装置安装工程电

气设备交接试验标准》(GB 50150—2016)。前一标准适用于 1000kV 套管,要求套管安装后,在 10kV 电压下测量变压器、电抗器用套管主绝缘的介质损耗因数 $\tan\delta$ 和电容量^[3],该标准对安装前以及末屏对法兰盘电容量测试没有要求。后一标准适用于 500kV 及以下电压等级的新安装的套管,标准中只对主绝缘介损与电容作出测量要求,但未明确指出为安装前还是安装后,同样未要求测试末屏对法兰盘介损及电容^[4]。在 GB/T 50832 未发布之前,1000kV 套管交接试验标准采用 Q/GDW 310—2009《1000kV 电气装置安装工程电气设备交接试验规程》要求测量安装前后变压器、电抗器套管主绝缘电容和介损;测量末屏对地介质损耗因数;2016 年国家电网公司对该标准进行了修订,仅对套管安装后试验作出了明确要求^[5]。可见三个标准对套管介损和电容量测试部位的要求并不统一,但其对电容量误差要求都为与出厂值比应不超过 $\pm 5\%$ 。

一般而言,现场交接试验时,安装前与安装后的套管主绝缘电容 C_1 及其介损和末屏电容 C_2 及其介损都进行测量。安装前测量确保安装前套管绝缘良好,防止返工;安装后测量确保安装过程中套管无损坏。

测量末屏电容量及介损也可作为以后检修的基础数据,而且《1000kV 交流电气设备预防性试验规程》(GB / T 24846—2018)要求检修预试时,主绝缘及套管末屏对地介损和电容量都必须测量,电容量与上次试验值相比不超过 $\pm 2\%$,相比交接试验要求更为严格。因此交接试验测量末屏电容 C_2 是必要的,而且必须准确测量。

对比分析图 1、图 2 发现,套管厂家出厂报告 C_2 为 1717pF,对应介损为 0.97%;高抗厂家出厂报告 C_2 为 2429pF,对应介损为 0.33%;电容量误差为 41.5%,误差较大,初步判定高抗厂家没有在高抗安装完后准确测量末屏 C_2 及其介损值,因此有必要对这一问题进行研究。

2 交接试验

1000kV 套管长度在 13.5 ~ 14m 之间,长度较长

(见表 1);意大利 P&V 套管重量约为 7.57t,重量较大,直接用吊车将套管吊离地面悬空进行交接试验,存在较大安全风险;如果将套管水平放置进行试验,测量结果不准确,电容量误差均超过标准限值 $\pm 5\%$ ^[6],因此,这两种试验方法均不考虑。

表 1 1000kV 油浸纸电容式套管主要技术参数^[1]

生产厂商	西电套管	意大利 P&V	瑞典 ABB
额定电压/kV (rms)	1100	1100	1100
额定电流/A	2500	2500	2500
工频 1min 湿耐受电压/ kV (rms)	1200 (5min)	1200 (5min)	1200 (5min)
总高/mm	13903	13495	13921
绝缘距离/mm	11568	11340	11465
套管介质损耗因数/%	≤ 0.4	≤ 0.4	≤ 0.4

现场采用一座定制的金属支架,金属支架安装于 1000kV 电容式电压互感器基础上,通过螺栓连接固定,见图 3。试验前将 1000kV 套管吊装在该金属支架上,安装固定好,即可开始套管安装前试验。

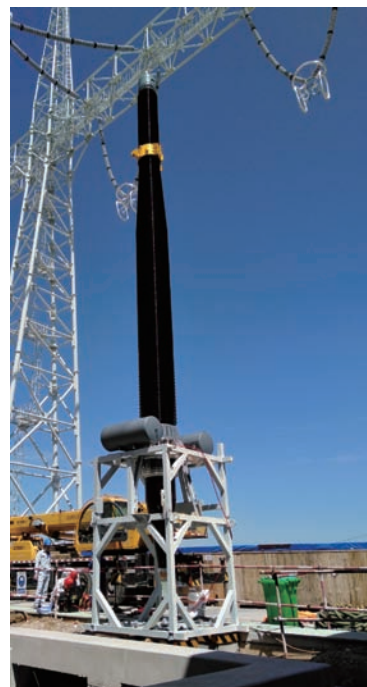


图 3 1000kV 套管试验临时支架

1000kV 电容式电压互感器基础距高抗本体 1000kV 套管安装位置直线距离 4.1m,套管试验合格

后，可从临时支架上拆卸，进而直接转入正式安装工序。

1000kV 套管试验支架应在套管安装前制作好，以避免套管试验无法完成，影响安装进度。

现场对一台 1000kV 高压并联电抗器及 1000kV 主变其中一相 1000kV 套管进行试验。试验设备为 AI-6000E 自动抗干扰精密介质损耗测量仪；试验环境温度 20 ~ 26℃，湿度 30% ~ 40%。试验方法如下：

套管主绝缘电容 C_1 及介损试验采用正接法加压，电压取 10kV，仪器高压输出端接套管导电杆，仪器 C_x 端接末屏，法兰盘固定于金属支架，试验前应确定金属支架接地良好。

末屏电容 C_2 及介损试验采用反接法加压，电压取 2kV，仪器高压输出端接末屏，仪器 C_x 端悬空，

法兰盘固定于金属支架并接地。

3 数据分析

对比试验结果发现（见表 2、表 3）：

a. 两只套管主绝缘电容 C_1 及介损试验结果均满足标准要求。

b. 高压电抗器 1000kV 套管末屏电容 C_2 出厂数据之间误差大，交接试验安装前后数据误差大，高抗出厂 C_2 值与安装后交接试验 C_2 值接近；交接试验介损值均满足标准要求。

c. 主变 1000kV 套管末屏电容 C_2 出厂数据接近，交接试验安装前后值与出厂数据均存在较大误差，不满足标准要求；交接试验介损值均满足标准要求。

表 2 1000kV 高抗 1000kV 套管介损电容试验数据

试验项目	套管出厂值 (①值)	高抗出厂值 (②值)	安装前交接试验值 (③值)	安装后交接试验值
C_1/pF	664.9	652.1	667.0	661.5
$\tan\delta/\%$	0.36	0.38	0.38	0.45
C_2/pF	1717	2429	1992	2457
$\tan\delta/\%$	0.97	0.33	0.31	0.37
C_1 误差/%	—	-1.9 (与①值比)	0.3 (与①值比) -2.3 (与②值比)	-0.5 (与①值比) 1.5 (与②值比) -0.8 (与③值比)
C_2 误差/%	—	41.5 (与①值比)	16 (与①值比) -18 (与②值比)	43 (与①值比) 1.2 (与②值比) 23.3 (与③值比)

表 3 1000kV 主变 1000kV 套管介损电容试验数据

试验项目	套管出厂值 (①值)	主变出厂值 (②值)	安装前交接试验值 (③值)	安装后交接试验值
C_1/pF	741	751.7	743.9	748.0
$\tan\delta/\%$	0.34	0.29	0.252	0.337
C_2/pF	5588	5440	5989	6150
$\tan\delta/\%$	0.36	0.35	0.37	0.310
C_1 误差/%	—	1.5 (与①值比)	0.4 (与①值比) -1.0 (与②值比)	0.9 (与①值比) -0.5 (与②值比) 0.6 (与③值比)
C_2 误差/%	—	-2.6 (与①值比)	7.2 (与①值比) 10.1 (与②值比)	10.1 (与①值比) 13.1 (与②值比) 2.7 (与③值比)

可见反接法不能准确测量末屏电容 C_2 ，测得的介损也不能反映末屏真实介损值，不能作为判断套管绝缘是否受潮的依据。

套管安装前，尾端未与变压器绕组连接。实际测得末屏电容为

$$C'_2 = C_1 \parallel C'_3 + C_2 \quad (1)$$

式中 C'_3 ——套管一次导杆对地杂散电容。

此时测得的末屏电容为 C_1 与 C'_3 串联后再与末屏电容 C_2 并联的电容，因此试验值会比真实值稍大。

套管安装后，尾端与主变或高抗绕组连接，见图4。实际测得末屏电容为：

$$C'_2 = C_1 \parallel C_3 + C_2 \quad (2)$$

式中 C_3 ——变压器高、中绕组对低压绕组及外壳的电容或高抗绕组对外壳的电容。

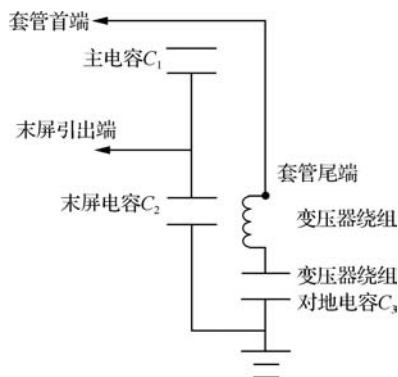


图4 套管安装后原理

在做主变、高抗绕组介损及电容量试验时，实际测得主变 C_3 为12980pF、高抗 C_3 为5883pF。 C_3 比 C_1 大很多，因此式（2）可简化为

$$C'_2 = C_1 + C_2 \quad (3)$$

表1、2中实测数据，与分析结论一致。

所以，套管安装前后采用反接法直接测量 C_2 ，测得的并非真实值，且比真实值大，所测介损也不能反映末屏的真实介损值。

4 试验方法改进

利用数字式介质损耗测试仪的屏蔽功能，将被试电容外的电容电流屏蔽掉，从而准确测量 C_2 及其介

损值。试验原理见图5。

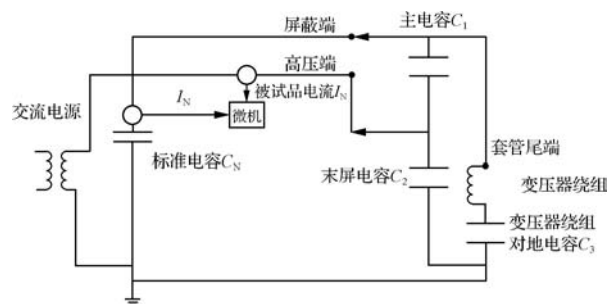


图5 反接法带屏蔽测量套管 C_2 原理

数字式介质损耗测试仪的屏蔽端接套管首端，高压输出端接套管末屏。由于屏蔽端与高压输出端等电位，因此，主绝缘电容 C_1 上无电流流过，变压器绕组对地电容 C_3 电容电流由屏蔽端流入装置，测得的被试品电流为末屏电容 C_2 的电流。测量仪再根据所加电压及标准电容电流 I_N 可求出 C_2 的电容值及介损^[7]（见表4）。

表4 反接法带屏蔽套管介损试验数据

试 验 项 目		安装前	安装后
主变 1000kV 套管	C_2/pF	5489	5467
	$\tan\delta/\%$	0.33	0.31
	C_2 误差/ $\%$	-1.8	-2.2
高抗 1000kV 套管	C_2/pF	1747	1735
	$\tan\delta/\%$	0.34	0.36
	C_2 误差/ $\%$	1.7	1.0

所测结果与1000kV套管厂家出厂数据接近，满足标准要求，表明反接法带屏蔽可单独测出末屏电容 C_2 。

试验完成后分别与主变压器和高压电抗器厂家交流测试方法。高压电抗器厂家直接采用反接法测 C_2 ，主变压器厂家采用反接法带屏蔽测量，与其提供的测量数据相符。

5 结 论

使用反接法未带屏蔽线测量末屏电容及介损值，其实际测量的电容为套管主绝缘 C_1 与变压器或电抗器绕组电容 C_3 串联后再与末屏电容（下转第14页）

DOI: 10.16617/j.cnki.11-5543/TK. 2022.08.03

后湖排水站 110kV 变电站轴流风机控制系统升级改造研究

付 强

(武汉市排水泵站管理处, 湖北 武汉 430015)

【摘 要】 变电站是泵站设施设备中用于为泵站生产运行提供电源保障的核心设施, 设备好坏关乎泵站生产运行和城市排涝安全。文章以武汉市后湖排水站 110kV 变电站 GIS 室及变压器室轴流风机控制系统升级改造为例, 指出了后湖排水站 110kV 变电站 GIS 室及变压器室轴流风机现存的手动及自动控制失效、风机不能根据室温自动运行、风机运行状态不便于观察监控等问题, 从恢复轴流风机手动及根据室温自动运行、加装触摸屏人机交互界面实现多台风机集成控制、实现风机运行状态可视化监控等方面, 对轴流风机控制系统升级改造内容及功能进行了具体分析, 旨在为泵站类似电气设备运维及控制系统改造提供参考。

【关键词】 轴流风机; 自动控制; 可视化监控; 升级改造

中图分类号: TM63

文献标识码: B

文章编号: 1673-8241 (2022) 08-011-04

Study on Upgrading and Reconstruction of Axial Fan Control System in 110kV Substation of Houhu Drainage Pumping Station

FU Qiang

(Wuhan Drainage Pumping Station Management Office, Wuhan 430015, China)

Abstract: Substation is the core facility of pumping station equipment, which is used for providing power supply guarantee for pumping station production operation. Its equipment is related to the safety of pumping station production operation and city drainage. The upgrading and reconstruction of the axial flow fan control system in the GIS room and the transformer room of the 110kV substation of Houhu Drainage Pumping Station in Wuhan is adopted as an example in the paper. The existing problems in axial flow of GIS room and transformer room of 110kV substation in Houhu drainage station, namely manual and automatic control failure, incapable automatic fan operation according to room temperature, inconvenient observation and monitoring of fan operation state. The upgrading reconstruction content and functions of axial fan control system are concretely analyzed from aspects of restoring manual operation of the axial fans and automatic operation according to room temperature, adding touch screen man-machine interaction interface, realizing the visual monitoring of fan operation status, etc. Thereby providing reference for reconstructing operation, maintenance and control system of similar electric equipment in the pumping station.

收稿日期: 2021-05-24

作者简介: 付强 (1987—), 男, 硕士, 工程师, 主要从事大型城市排水泵站技术管理工作。

Key words: axial fan; automatic control; visual monitoring; upgrading

后湖排水站 110kV GIS 变电站于 2017 年 5 月建成投用，变电站 GIS 室 4 台轴流风机现状手动及根据室温自动运行控制失效，1 号及 2 号主变压器室内共计 12 台主变散热风机不能实现根据室温自动运行，且风机位于变压器下部，不便于观察运行状态，对变电站电气设备安全运行造成不利影响，亟需进行改造以提高设备安全运行可靠性。

1 风机控制系统现状存在问题

后湖排水站 110kV 变电站主变压器室与 GIS 室内部容纳了多种高压设备，它们在工作时会散发大量热量，一方面这些设备对工作环境温度要求极高，需要及时将热量传递出去，保障设备正常运行；另一方面如果出现火灾等突发情况能将烟雾快速排出，为工作人员逃生及设备灭火提供有利条件。变电站有几组轴流风机在控制系统改造前无法正常运行，风机运行状态无法实时监测，变电站设备运行存在安全隐患，轴流风机设备及其控制系统存在一些问题。

1.1 风机手动及自动控制失效

变电站 GIS 室风机控制柜出现故障，无法手动控制风机，且内部元器件老化，增加了设备运行风险；主变压器散热风机控制柜与风机相隔多个房间，于控制柜控制风机时不能及时观察风机运行状态，并且 2 号控制柜无法启动风机。

1.2 变电站风机不能根据室温自动运行

变电站 GIS 室及 1 号、2 号主变压器室内温控仪均已损坏，导致 GIS 室内 4 台轴流风机及两台主变压器底部 12 台风机均不能实现根据室温自动运行。

1.3 变压器散热风机运行状态不便于观察监控

1 号、2 号主变压器室内共计 12 台主变散热风机位于变压器下部，不便于观察运行状态，给变电站运行值班人员设备巡视带来很多不便。

1.4 主变压器室风机控制柜位置布置不合理

2 台主变压器室风机控制柜与主变压器风机相隔多个房间，距离过长导致不便于管理设备，当风机发生故障时不能及时发现，不利于设备检修且控制风机时不能及时观察风机运行状态。

2 控制系统升级改造内容及功能分析

2.1 控制系统组成

变电站风机控制系统由前端设备、传输网络、数据交互中心构成。前端设备主要涵盖了由控制柜、电缆、触摸屏、工业处理器、温度变送器组成的现地控制单元。信号传输网络为工业控制器到触摸屏的 TCP/IP 协议网络，用来传输控制柜与工业控制器之间的开关量信号，其中开关量信号主要传输风机运行信号与工业控制器给出的控制信号，其传输介质是 RVVP4×1.0 信号电缆；人机交互设备与工业控制器之间通过 TCP/IP 协议传输信息，传输介质是双绞线缆，其作用是使工业控制器将接收到的风机运行信号转换为值班人员能一目了然的图形界面，方便巡检与控制操作。数据交互中心由触摸屏与其内部组态程序组成，能实现实时监控风机与控制柜运行状态，远程控制风机启停，提升站内风机运行安全防范等级和异常事件处理效率。

对于风机控制系统升级改造，不是对各个子系统进行简单堆砌，而是在满足各子系统功能的基础上，寻求内部各子系统之间、与外部其他智能化系统之间的完美结合。系统主要依托于智能可视化管理平台，实现对风机系统的统一管理和控制，并对控制流程进行优化。

风机控制系统改造遵从“集中管理、分散控制”的原则，系统各部分具有相对独立性；并可利用网络技术完成系统的纵向与横向扩展；检修系统的任何一部分，均不会影响其他部分的正常运行。升级改造的

风机控制系统架构见图 1。

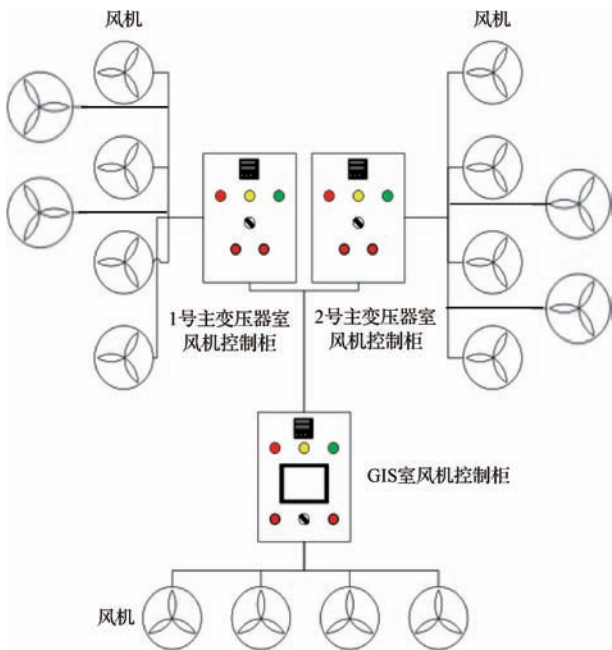


图 1 后湖排水站 110kV 变电站 GIS 室及主变压器室风机控制系统架构示意图

2.2 控制系统控制模式

变电站风机控制系统升级改造后，风机控制柜位置合理分布在 1 号、2 号主变压器室内和 GIS 室门口，控制模式分为三种：本地手动控制模式、自动运行模式、远程遥控模式，切换方式为柜门旋钮手动旋转切换。其中本地手动控制模式为手动按压柜门控制按钮，自动运行模式为工业控制器依据温度传感器采集的环境温度判断是否处于应开机的温度区间控制运行，远程遥控模式为通过人机交互界面控制。人机交互界面触摸屏安装在 GIS 室控制柜柜门处，可实时监控风机与控制柜运行状态。

2.3 控制系统实现功能

风机控制系统升级改造后可实现可视化多功能控制管理，接入温度传感器利用其自身的开关量输出信号控制继电器完成依据当前环境温度实现自动开关风机的功能，并将其运行信号传输至远程控制触摸屏，前端风机实现可视化实时监视运行状态，多种控制方式自行切换，做到控制方式全面覆盖，形成点面结

合、多层次的控制体系，以实现智能联动及统一调度功能。具体实现功能包括恢复轴流风机手动及根据室温自动运行、触摸屏人机交互界面实现多台风机集成控制、风机运行状态可视化监控等几个方面。

2.3.1 恢复轴流风机手动及根据室温自动运行

在 110kV 变电站两个主变压器室及 GIS 室重新加装温度变送器，相关温度监测信号通过信号线缆接入 GIS 室外风机集中控制柜内工业处理器模块，当室温达到设定温度 35℃ 时，轴流风机自动开启，运行风机可手动操作停止，或者室温下降至 25℃ 以下时，风机自动停止运行。

2.3.2 加装触摸屏人机交互界面实现多台风机集成控制

在原有 GIS 室轴流风机控制柜上加装昆仑通态 MCGS 一体化控制触摸屏，实现人机交互功能，可实时监控风机与控制柜运行状态，主要是风机运行远程与就地控制切换、风机运行状态监视、风机运行故障报警等，提升站内风机运行安全防范等级和异常事件处理效率。控制系统人机交互界面见图 2。

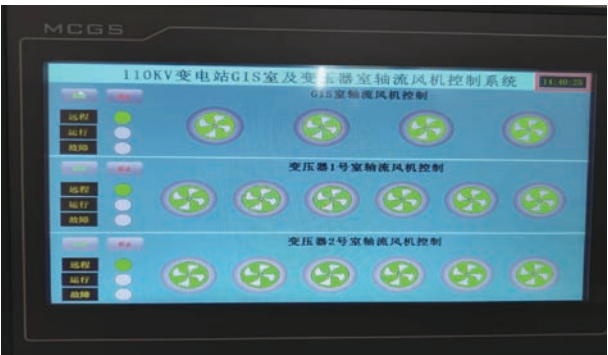


图 2 后湖排水站 110kV 变电站 GIS 室及主变压器室风机控制系统人机交互界面

2.3.3 风机运行状态可视化监控

在触摸屏界面上可以清晰地看见 GIS 室和变压器室轴流风机是否运行，远程模式下，风机运行时触摸屏上左侧运行指示灯亮，风机叶片显示旋转状态；停止运行时，触摸屏上左侧运行指示灯熄灭，风机叶片转为静止状态。

3 控制系统升级改造成效

后湖排水站 110kV 变电站 GIS 室及变压器室升级改造后的风机控制系统是一个集工业处理技术、控制技术、信息技术于一体的综合管理系统,采用总线制布线,系统功能完善,易于升级和扩展,具有科学性、可靠性、经济性等特点,达到了风机控制多种方式切换,风机运行状态实时监测的良好效果。

3.1 科学性

严格按照《自动化仪表工程施工及质量验收规范》(GB 50093—2013)、《水利信息化项目验收规范》(SL 588—2013)等相关标准及规范执行,并且充分利用现有成熟的自动控制技术,保证系统的可靠运行。

3.2 可靠性

将控制系统的可靠性放在第一位,针对后湖排水站 110kV 变电站的实际情况,选用合适的软硬件设

备,使控制系统投入使用后长期有效地发挥各部分的作用,变电站风机可靠运行,进一步保障电气设备通风散热良好。

3.3 经济性

通过对风机控制系统的升级改造,使得后湖排水站 110kV 变电站在投入较少的人力与物力前提下,实现了对 GIS 室及变压器室风机的集中控制。

4 结 语

后湖排水站 110kV 变电站 GIS 室及变压器室轴流风机控制系统升级改造过程中,深入分析了轴流风机控制系统存在的问题,提出了相应改造方案,完成了电气原理图及接线图绘制、设备安装接线及功能调试,最终实现通过触摸屏人机交互界面实时监控风机运行状态,风机运行本地手动控制模式、自动运行模式及远程遥控模式等多种方式切换,有力保障了变电站设备的通风散热,提高了设备安全运行的可靠性。▲

(上接第 10 页) C_2 并联的电容,不能单独反映末屏电容及介损。

采用反接法带屏蔽线的测试方法,能有效屏蔽杂散电容,不管是套管安装前还是安装后,均能真实反映套管末屏对地电容及介损。

变压器及高压电抗器厂家出厂测试时,应采用反接法带屏蔽测量末屏电容 C_2 ,为交接试验提供准确依据。

1000kV 套管试验应提前制作试验支架,避免影响主变和高抗安装进度。该方法也适用于其他电压等级电容式套管末屏试验。▲

参考文献

[1] 刘振亚. 特高压交直流电网[M]. 北京:中国电力出版社, 2013.

- [2] 杨红梅. 对一起变压器套管故障及处理方法的探讨[J]. 中国水能及电气化, 2014(2):45-47.
- [3] 中国电力企业联合会. 1000kV 系统电气装置安装工程电气设备交接试验标准:GB/T 50832—2013[S]. 北京:中国计划出版社, 2013:33-34.
- [4] 中国电力企业联合会. 电气装置安装工程电气设备交接试验标准:GB 50150—2016[S]. 北京:中国计划出版社, 2016:48-49.
- [5] 国家电网公司. 1000kV 电气装置安装工程电气设备交接试验规程:Q/GDW 10310—2016[S]. 北京:中国电力出版社, 2016:18.
- [6] 贺虎,邓德良,何春,等. 交流特高压晋东南变电站 1000kV 变压器现场交接试验[J]. 电网技术, 2009(10):11-15.
- [7] 李建国,朱康. 高压电气设备试验方法[M]. 北京:中国电力出版社, 2001.

DOI: 10.16617/j.cnki.11-5543/TK. 2022.08.04

三浙高速灵卢段山体滑坡稳定性评价及 治理措施研究

袁安森

(中铁十八局集团第一工程有限公司, 河北 涿州 072750)

【摘要】 鉴于目前缺乏对于高速公路滑坡的多点立体监测研究, 文章以三浙高速灵卢段山体滑坡为典型工程案例, 对该滑坡进行稳定性分析及提出防治措施加固建议, 并建立多点变形监测系统对该滑坡进行全面监测, 分析其时空演化过程。结果表明: 在大尺度影响下, 滑体局部和大范围滑动, 形成明显的位移带, 必须及时采取工程控制措施; 在对滑坡进行稳定性分析后, 运用挡土墙、抗滑桩、锚索和排水等防治方案进行加固。根据多点监测系统对滑坡进行监测, 据此对治理效果进行了评价, 证明防治方案能有效控制滑坡变形; 监测过程中较长的逐渐稳定期可分为缓慢变形阶段、处理阶段和处理稳定阶段。防治工程建成后, 必须继续监测, 直至总变形日趋稳定。

【关键词】 高速公路; 滑坡; 立体监测; 稳定性; 治理措施

中图分类号: U41

文献标识码: B

文章编号: 1673-8241 (2022) 08-015-05

Study on Landslide Stability Evaluation and Control Measures in Linglu Section of Sanxi Expressway

YUAN Ansen

(The First Engineering Co., Ltd. of China Railway 18th Bureau Group, Zhuozhou 072750, China)

Abstract: Since there is less study on multi-point three-dimensional monitoring of expressway landslide currently, the landslide in Linglu Section of Sanxi Expressway is adopted as a typical project case, the landslide stability is analyzed, preventive measures and reinforcement suggestions are proposed. A multi-point deformation monitoring system is established for comprehensive monitoring of the landslide. Its space-time evolution process is analyzed. The results show that the slip mass slides locally and in a large range under the influence of large scale, thereby forming a obvious displacement zone. Engineering control measures must be taken in time. After the stability of the landslide is analyzed, prevention and control schemes are adopted for reinforcement such as retaining wall, slide-resistant pile, anchor cable, drainage, etc. The landslide is monitored through the multi-point monitoring system. The treatment effect is evaluated accordingly. It is proved that the control scheme can effectively control the landslide deformation. The long gradual stabilization period can be divided into slow deformation stage, treatment stage and treatment stabilization stage during the monitoring process. The

收稿日期: 2021-12-05

作者简介: 袁安森 (1977—) 男, 本科, 工程师, 主要从事高速铁路和高速公路建设施工技术和现场管理工作。

project must be monitored continuously until the total deformation becomes stable after the prevention and control projects are completed.

Key words: expressway; landslide; three-dimensional monitoring; stability; control measures

随着我国交通建设速度的加快,极大地促进了地区间的经济发展,其中高速公路建设是极为重要的一环,而在其建设中不可避免会遇到边坡稳定性治理等常见工程问题,多年来受到重点研究关注^[1-6]。

张卢明等^[7]采用有限差分动力分析法对整治后的滑坡进行抗震稳定性分析,同时结合现场监测评估坡体的安全性。丁恒等^[8]为对尖山营滑坡变形破坏机制及稳定性进行研究,结合收集的资料和现场调查情况综合分析,运用构造地质学、数值模拟、无人机等手段方法展开研究。李效萌等^[9]通过野外调查,较全面地研究了赣东地区小型牵引式残坡积土质滑坡的区域地质环境和水文、工程地质条件,结合反演分析及折线滑动法计算滑坡稳定性系数等手段,对滑坡在两种工况下的稳定性进行了定量探讨,在此基础上分析了滑坡成因和可能的失稳破坏模式;针对小型牵引式残坡积土质滑坡失稳破坏模式分析得出:小型牵引式残坡积土质滑坡破坏模式经历三个阶段:前期蠕变—坡体蠕动阶段、中期变形—滑动面贯通阶段、后期破坏—滑坡破坏阶段。董建辉等^[10]为了进行二道坪滑坡的成因及稳定性分析,在对现场进行详细勘察后,结合无人机、工程地质学以及土力学等手段,对其进行研究。

综上所述,目前对于滑坡稳定性分析已有较多研究,但是目前研究针对工程种类多样,而针对重点高速公路沿线典型滑坡治理可借鉴的工程经验较少,同时对于滑坡立体监测研究内容较为缺乏,因此本文依托三浙高速灵卢段典型山体滑坡,通过详细的现场地质调查和原位变形监测,开展公路滑坡稳定性分析和时空演化过程分析。

1 工程简介

三浙高速灵卢段 TJ11 标位于卢氏县境内,起点

桩号为 K71 + 800, 终点桩号为 K75 + 100, 全长 3.3 公里。合同价 2.93 亿元,合同工期 22 个月,主体工程在 2012 年 12 月底完工。主要工程量有:路基土石方工程 200 万 m^3 , 其中挖方 182 万 m^3 , 填方 18 万 m^3 ; 分离式大桥 2 座:柳家凹大桥左线全长 381m, 右线全长 356m, 全桥的桩基共 66 根, 立柱共 54 根, 箱梁共 116 片, 李家沟大桥左线全长 231m, 右线全长 181m, 全桥的桩基共 44 根, 立柱共 28 根, 箱梁共 64 片; 分离式隧道 2 座:西凹隧道左线长 427 米, 右线长 520 米, 刘家凹隧道左线长 930 米, 右线长 925 米; 涵洞 4 道共 125.49 米; 机耕天桥 1 座长 94.06 米。

工程地质条件:路段内覆盖层主要为碎石类土层, 片岩、砂砾岩。隧道岩性主要为粉质黏土、黄土、砾石、泥质砂岩。

三浙高速公路 TJ11 标起点桩号为 K71 + 800, 终点桩号为 K75 + 100, 全长 3.3 公里, 其中 K71 + 800-K73 + 430 段共计 1.63 公里为滑坡地段。豫西指挥部于第一时间组织有关单位及时对现场进行勘察并制定了切实可行的治理方案。主要工程数量为:167 根抗滑桩(其中 $3\text{m} \times 4.5\text{m}$ 的 15 根, $2.5\text{m} \times 3\text{m}$ 的 11 根, $2\text{m} \times 3\text{m}$ 的 50 根, $1.75\text{m} \times 2.5\text{m}$ 的 34 根, $1.5\text{m} \times 2\text{m}$ 的 37 根, $1\text{m} \times 1.5\text{m}$ 的 6 根); 280 米隧道明洞; 锚索 22710 延 m; 锚杆 56070 延 m, 填石路基反压 25 万 m^3 。

2 滑坡稳定性评价

为分析开挖后的高速公路滑坡稳定性,采用行业规范规定的极限平衡法,选择 3 个剖面(1-1、2-2、3-3 剖面,见图 1)。经计算,得到各剖面稳定性系数相关情况(见表 1 和图 2)由表 1 和图 2 可知,在未开挖前,山体的开挖稳定性较好,稳定性系数在 1.13 ~ 1.56 间,处于稳定和欠稳定状态。尤其在边坡深部,由于边坡开挖的卸载作用,深部 1-1 剖面的稳

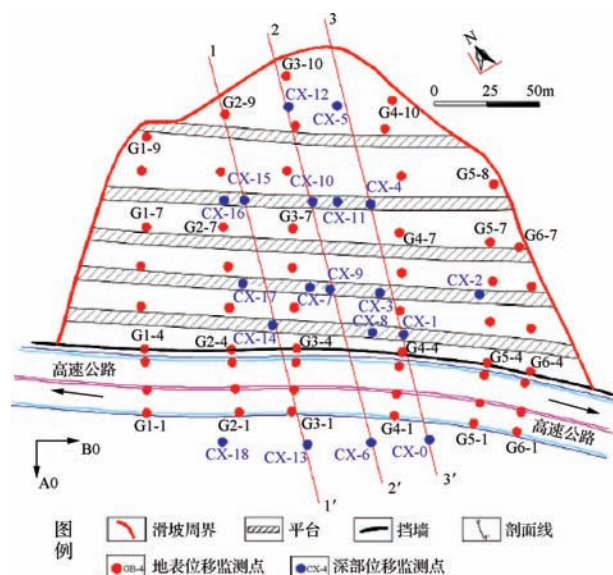


图1 立体多点监测系统平面布置

表1 滑坡稳定性评价结果

计算剖面	工 况	稳定性系数	稳定性评价
1-1	暴雨状态（开挖前）	1.56	稳定
	暴雨状态（开挖后）	1.62	稳定
	暴雨状态（残余强度）	1.33	稳定
2-2	暴雨状态（开挖前）	1.11	欠稳定
	暴雨状态（开挖后）	1.18	欠稳定
	暴雨状态（残余强度）	0.99	不稳定
3-3	暴雨状态（开挖前）	1.13	欠稳定
	暴雨状态（开挖后）	1.18	欠稳定
	暴雨状态（残余强度）	0.97	不稳定

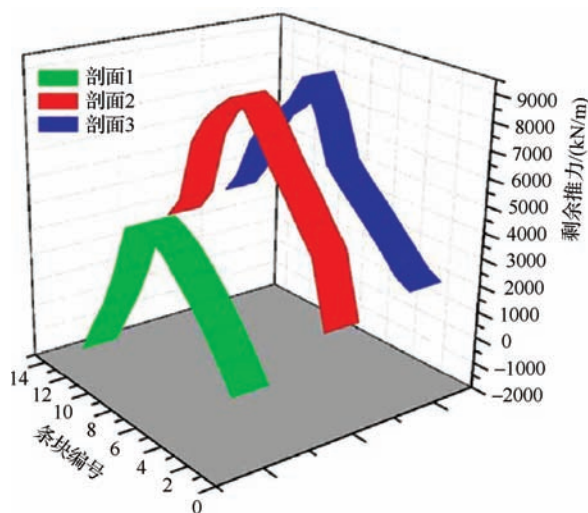


图2 剩余推力分布

定系数有所提高，剩余推力也较小，而在边坡表面，由于降雨入渗、风化等地质条件直接作用，边坡的安全系数有所降低，因此有必要对边坡的临空面进行加固，以确保公路项目的成功修建和长期安全。

3 滑坡治理工程及效果评价

3.1 滑坡治理措施施工

2011年3月初，经过初期现场调查，在已开挖的第2、3级边坡中出现贯穿性剪出口和小型裂缝，随后出现裂缝的边坡发生小型滑坡，针对发生的滑动情况进行细致地质调查和应急处理，随后提出清方、清方+锚索、清方+抗滑桩的备选治理方案。经过综合比选，暂时选择进行清方处理。

7月中旬经过细致的地质勘察，决定对施工方案进行变更，将原先三级开挖的方案进行分六级放坡开挖。经过4个月的放坡开挖，在11月中旬六级边坡开挖成型，而在第2、3级边坡坡面出现局部的坍塌，于是又在该处边坡坡面增加锚索地梁进行加固，确保坡面不出现过大大裂缝进而演变为小型滑坡，导致整个边坡稳定性降低。

12月后开始对开挖边坡进行位移监测，除次年4—6月由于持续暴雨影响导致位移存在突变，其余时间位移普遍小于3mm/月。由前述极限平衡法分析可知该边坡在暴雨作用下稳定性较低，存在滑坡风险，尤其是3—6月雨季强降雨影响下容易形成公路滑坡地质灾害，因此实有必要对该滑坡进行深层加固。为此，经过方案比选，决定在挡土墙后侧增设抗滑桩。经分析，在设置抗滑桩后，1-1、2-2、3-3剖面的稳定系数分别为1.88、1.14、1.15，均大于1.0，满足规范要求。由于抗滑桩施工影响，后期边坡发现局部裂缝扩大，因此增设锚索24根并设置三排钢管桩见图3。

3.2 防治效果评价

图4为加固前后地表水平位移速率对比，由图4可知，抗滑桩加固前后地表水平位移月平均速率最大

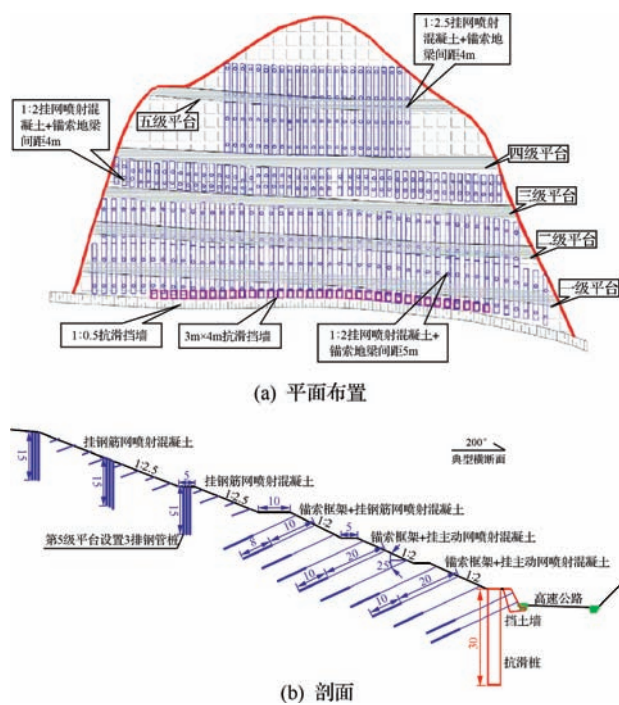


图3 工程防治方案

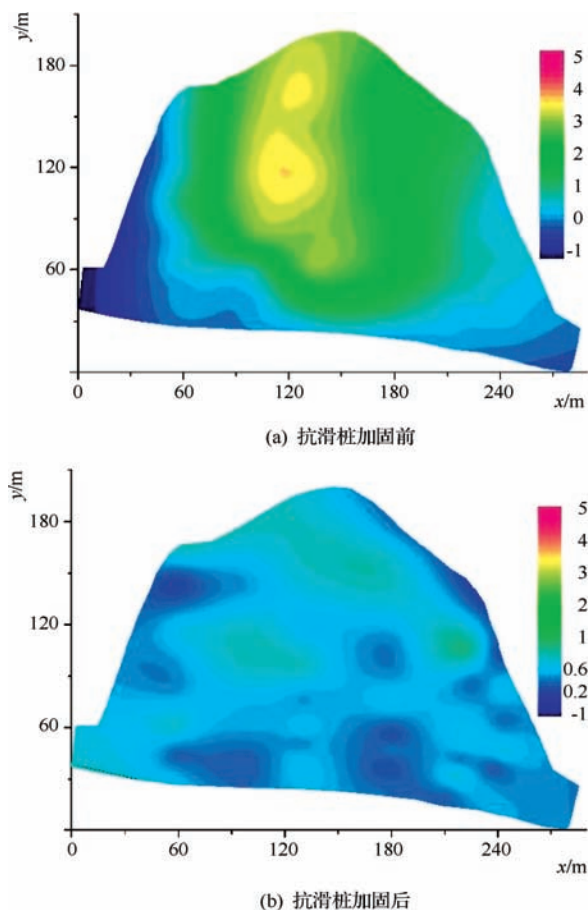


图4 抗滑桩加固前后地表水平位移速率
(单位: mm/月)

值分别为3.5mm/月、0.9mm/月, 相比加固前减少了约3/4, 证明加固措施取得了很好的治理效果。

4 滑坡时空演化过程分析

4.1 多点变形监测系统建立

为对滑坡变形开展长期监测, 建立如图5所示多点变形监测系统, 其中地表监测点主要布设在滑坡体上, 监测点布设平面位置见图1, 从左至右分6列布设共计53个地表位移监测点, 监测为期25个月。坡深层位移采用钻孔测斜仪垂直监测间距1m布设, 布设19个深部位移监测孔。

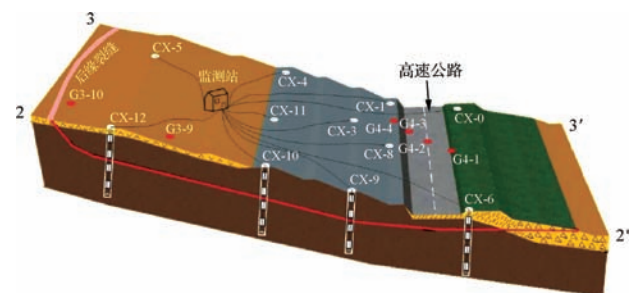


图5 立体多点监测系统布置三维示意图

4.2 地表位移速率监测结果

为直观显示地表位移速率监测结果, 将为期25个月的位移数据累积合成三维位移量, 最终形成图6三维合成位移量。据图6可知, 由于滑坡逐渐开挖的影响, 导致滑坡中后部的位移较大, 而滑坡前缘和两侧的位移较小, 纵向上滑坡体从前至后位移量呈现增

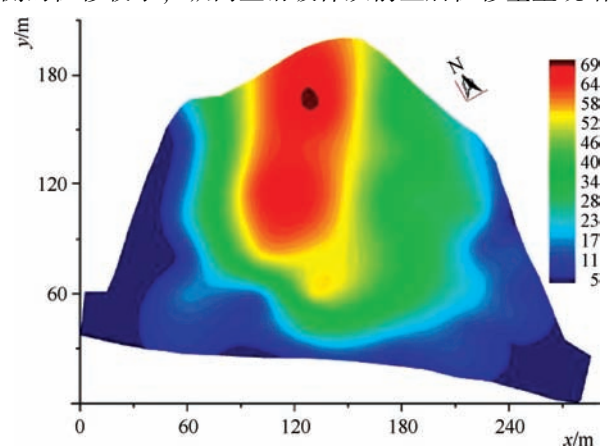


图6 监测结束后累积地表三维合成位移量

大趋势，横向上从两侧向中间位移量呈现增大趋势，表明该滑坡在最终状态下总体呈现出推动式滑坡的特征。

4.3 滑坡时空演化过程与演化模式分析

根据地表位移变化速率将地表位移变形阶段分为初始变形阶段、剧烈滑动阶段、渐趋稳定阶段3个阶段。图7为高速公路滑坡变形演化过程。

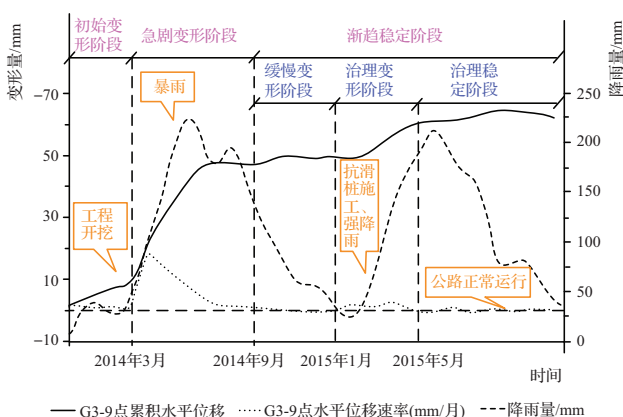


图7 高速公路滑坡变形演化过程

第一阶段是在2011年3月之前。具体表现是小型山体滑坡，从3月到5月逐渐明显。在边坡出现裂缝的天然边坡上，出现了穿透式剪切孔，部分开挖的二级、三级边坡出现裂缝，下部挡土墙出现裂缝。

11月滑坡发生后，二、三级边坡均出现局部崩塌，边坡裸露岩层有裂开迹象，坡体后端拉裂呈张开状态，倾斜呈蠕动变形。现阶段滑坡主要受前一次滑坡的扰动，属于牵引式滑动。为防止大面积坍塌，采取应急处理方案，在二、三级边坡加设主索横梁。从观测结果可以看出，地表呈水平坡度，垂直分区变化均匀或略高，累积组合较小，说明应急措施具有较好的预防效果。

4—9月为快速变形阶段，在4—6月持续暴雨的异常因素作用下，最大变化量达40mm，滑坡处于预警状态。在这一阶段，滑坡的位移远大于滑坡前的位移，说明滑坡已由最初的牵引式滑坡转变为滑坡，雨季过后7—8月位移减小。逐渐恢复到一个比较稳定的状态。

10月以后，天气变得越来越稳定。这一阶段监测持续时间较长，可分为以下三个阶段：

a. 9—12月为缓慢变形阶段，期间未受强降雨影响，变形较小，边坡处于残余变形状态；

b. 处理变形期为次年1—4月，在此阶段进行了防滑桩施工加固，并在滑体前缘和挡土墙后部设立了抗滑桩，该阶段受防滑桩施工开挖的影响，滑体深部位移进一步增大，最大变化量为14mm；

c. 5月后是稳定期，5—6月为暴雨期，虽然位移速率有小幅增加的趋势，但最大累计变化不到5mm，6月以后变化率很小，逐渐趋向于零。

5 结论

本文以三浙高速灵卢段山体滑坡为典型工程案例，对该滑坡进行稳定性分析及防治措施加固建议，并建立多点变形监测系统对该滑坡进行全面监测，分析其时空演化过程，主要得出如下结论：

a. 本案例滑坡的时间演化过程具有一定的阶段性特征，因此将滑坡变形过程分为三个阶段：第一变形阶段、快速变形阶段和缓慢稳定阶段。在大尺度影响下，滑体局部和大范围滑动，形成明显的位移带，必须及时采取工程控制措施。

b. 在对滑坡进行稳定性分析后，最终采取挡土墙、抗滑桩、锚索加固和削方、排水的综合防治方案；对该边坡建立多点监测系统，根据为期25个月的监测结果分析证明所采用的防治方案能有效控制边坡变形。

c. 监测期间持续时间较长的渐趋稳定阶段又分为缓慢变形阶段、治理变形阶段和治理稳定阶段。监测结果表明：在防治工程施工期间，会对已经渐趋稳定的滑坡体造成扰动，加之降雨等因素的影响，发生微小变形。因此，防治工程施工后，有必要开展持续的监测，直至累积变形量渐趋稳定。▲

参考文献

[1] 张玮玮,孙林娜,张兰阁,等.降雨入渗对 (下转第29页)

DOI: 10.16617/j.cnki.11-5543/TK. 2022.08.05

杭州八堡泵站工程软岩地基嵌岩桩 入岩判定的研究与实践

刘 倩 李健民 许明显

(浙江省水利水电勘测设计院有限责任公司, 浙江 杭州 310002)

【摘 要】 杭州八堡泵站工程主泵房采用旋挖钻孔成桩, 下伏泥质粉砂岩为软岩, 由于风化深、风化界限起伏较大、遇水易软化等特点, 在入岩判定中存在多次判岩、判岩时间较长等问题。文章对旋挖机参数、沉渣、原位测试进行了综合比选试验, 结果表明采用旋挖机钻杆钻速与给进力进行初判、捞渣筒打捞钻渣进行终判、钻孔波速测试进行检验桩端入岩层位的综合方法能提高嵌岩桩入岩判定的效率, 使每根桩平均入岩判定时间由48.2min压缩至34.2min, 为杭嘉湖地区相似地质条件的工程提供了宝贵的经验。

【关键词】 软岩; 嵌岩桩; 入岩判定; 旋挖钻孔

中图分类号: TV437.1

文献标识码: B

文章编号: 1673-8241 (2022) 08-020-04

Research and Practice on the Determination of Rock-Socketed Pile in Soft Rock Foundation of Hangzhou Babao Pumping Station Project

LIU Qian, LI Jianmin, XU Mingxian

(Zhejiang Design Institute of Water Conservancy & Hydro-electric Power Co., Ltd., Hangzhou 310002, China)

Abstract: The main pump room of Hangzhou Babao Pumping Station adopts rotary drilling to form piles, and the underlying argillaceous siltstone is soft rock. Because of the characteristics of deep weathering, large fluctuation of weathering boundary and easy softening when meeting with water, there are many problems in rock entry judgment, such as multiple rock judgment and long rock judgment time. In this paper, the comprehensive comparison and selection test of parameters, sediment and in-situ test of rotary excavator is carried out. The results show that the comprehensive method of preliminarily judging drilling speed and feed force of rotary excavator drill pipe, finally judging drilling slag by slag-fishing barrel, and testing drilling wave velocity can improve the efficiency of rock-socketed pile's rock-entry judgment, and reduce the average rock-entry judgment time of each pile from 48.2min to 34.2min, which provides valuable reference results for similar geological conditions in Hangjiahu area.

Key words: soft rock; rock-socketed pile; rock entry judgment; rotary drilling hole

钻孔灌注桩因其适用土层广泛、施工工艺成熟、非挤土、单桩承载力大等特点在建设工程中被广泛应

收稿日期: 2022-03-30

作者简介: 刘倩 (1990—), 女, 硕士, 工程师, 主要从事岩土工程勘察设计工作。

用,对承载力要求较高的桩基础,一般多采用嵌岩桩,桩端进入基岩持力层的深度对地基承载力及安全使用尤为重要。目前的旋挖钻机入岩判定方法大多停留在经验层面,主要根据地勘剖面、钻出岩屑特征或者钻进难易程度等判定,由于地质勘察并不是每桩一孔,对岩面的起伏、复杂的风化情况地勘剖面难以准确描绘,根据经验判断也具有较大的主观性,容易产生误判而发生事故。尤其对埋藏深、风化程度复杂、遇水易软化等的软岩持力层,容易造成桩基超深、塌孔、经济损失加剧等风险。目前软岩嵌岩桩的应用逐渐增多,但人们对软岩嵌岩桩的承载特性缺乏全面的认识,对软岩的判别也大多沿用着硬质岩等的判别经验。

杭嘉湖地区属于冲海积平原,工程地质特性表现为上部粉土、粉砂,以下为滨海相沉积的软土,基岩埋深大多在地表50~70m之下,且大部分为抗压强度小于30MPa的软岩,其桩基持力层多为强—弱风化基岩,因此研制一种适用于这些软岩地基的入岩判定方法具有很大的使用及推广价值。

1 工程概况

扩大杭嘉湖南排杭州八堡排水泵站工程拟建于钱塘江北岸、航运部门规划的京杭运河二通道一线船闸的东侧,主要任务是增加太湖流域水环境容量,改善流域和杭嘉湖东部平原水环境,提高流域和区域防洪排涝及水资源配置能力。工程为I等工程,主要建筑物级别为1级,泵站设计排涝流量为 $200\text{m}^3/\text{s}$ 。泵站桩基上部覆盖层软土层深厚,可达60m左右,由砂质粉土、淤泥质土、含泥粉细砂、粉质黏土、含泥砂砾石等组成,下部基岩为泥质粉砂岩,饱和抗压强度 $R_c=20\sim 30\text{MPa}$,泵站一带基岩面高程在-57.3~-54.5m左右。

本工程主泵房采用C30混凝土灌注桩基础,利用泥质粉砂岩为桩端持力层,桩需全断面进入强风化基岩不少于50cm,桩径1.0m,间排距2.5m。共计布置160根钻孔灌注桩,采用旋挖钻机旋挖成孔。根据施

工节点倒排工期,需在汛期来临前发挥一定的泄流功能,主泵房桩基工程施工要求在45天内完成。

2 嵌岩桩入岩判定的现状

在前期勘察中发现,本工程下伏基岩风化深,全风化与强风化界线起伏较大。在试桩过程中,钻孔灌注桩的入岩判定环节,存在多次判岩、判岩时间较长等问题,而且试桩时采用的根据旋挖机带出的岩渣判定岩石风化程度的方法,实施中应用较为困难。主要原因有两点:①旋挖机虽钻进岩层,但由于基岩为泥质粉砂岩,遇水易软化,在孔口取到的岩样较少;②该岩石全风化和强风化性状差别较小,尤其是取出的岩样都是细小的钻渣,更加大了现场判别难度。

根据现场试桩时的统计,入岩判定平均花费约48.2min,主泵房160根钻孔灌注桩入岩判定总共需约128h,将会严重制约桩基施工进度。亟需量化指标衡量桩端入岩层位,提高判别准确度与效率。

3 入岩判定方法的优化分析

经查阅相关文献及类似工程施工经验,采用“初判—终判—检验”的路径确定入岩判定方法(见图1)。

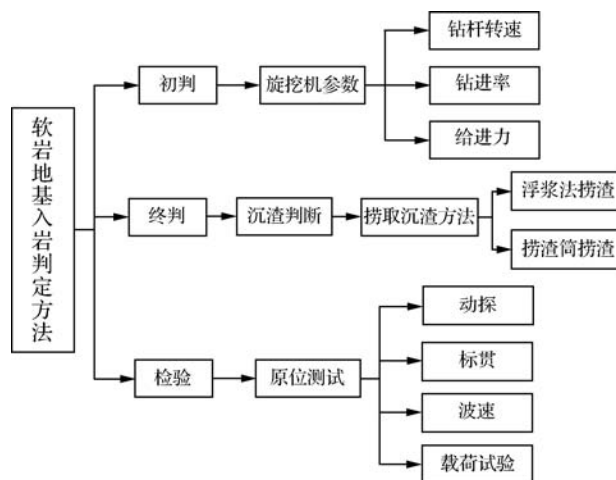


图1 软岩地基入岩判定方法研究路径

通过控制变量法采用4根桩分三组进行试验(见表1),分别对旋挖机钻进过程中的随钻参数、捞取沉渣方法、旋挖机机头进入预计层位后的原位测试方法进行比选。

表 1 试验内容

试验组别	比选内容	桩编号
试验一组	旋挖机随钻参数	泵桩-017
		泵桩-039
		泵桩-042
		泵桩-077
试验二组	捞取沉渣方法	泵桩-039
		泵桩-077
试验三组	原位测试方法	泵桩-017
		泵桩-039
		泵桩-042
		泵桩-077

3.1 旋挖机钻进初判

本工程选用的旋挖机型号为 SR180M。根据操作手册，实时显示的直接参数有钻进深度、钻杆转速、发动机扭矩、钻进率和给进力五个。其中钻进深度仅反映机头目前的位置状态，发动机扭矩与给进力线性相关。选取互不相关的钻杆转速、钻进率以及给进力进行现场试验，寻找与入岩层位相关的参数。

根据试验一组的现场钻进深度与转速、钻进率以及给进力参数，应用 minitab 软件进行分析，采用其中的偏最小二乘模块进行相关性分析，得到的深度与钻进参数的相关性系数见表 2。

表 2 钻进深度与钻机参数的相关性系数

桩号	试桩 1	试桩 2	试桩 3	试桩 4	平均
钻杆转速	0.87	0.92	0.91	0.92	0.91
钻进率	0.63	0.52	0.44	0.57	0.54
给进力	0.95	0.93	0.96	0.97	0.95

钻杆钻速及给进力与钻进深度高度相关，相关性系数可达 0.9 以上，而钻进率与钻进深度的相关性不

强。因此选定钻杆钻速及给进力作为衡量桩端入岩深度的指标。

3.2 钻渣终判

目前常用的捞取沉渣的方法可以分为浮浆法和捞渣筒法两种。在试验二组中，进入强风化基岩后对试桩分别采用浮浆法及捞渣筒法在同样的位置各打捞一次钻渣，对比捞取岩渣的数量及粒径、耗时、成本，结果见表 3。

表 3 钻渣试验结果

试验桩编号	捞渣方法	粒径大于 3cm 的岩渣体积占比/%	单次完成时间/min	成本/元
泵桩-039	浮浆法	32	8	277
	捞渣筒法	57	15	1350
泵桩-077	浮浆法	21	7	277
	捞渣筒法	49	14	1350

从现场筛分实验的结果可以看到，捞渣筒法捞渣相对于浮浆法捞渣，所取的钻渣粒径有了明显的提升，有利于更精确地判断入岩层位。由于捞渣筒法捞渣前必须经过一次不小于 5min 的清孔，因此该方法所耗费的时间较长。

尽管耗费的时间以及成本较大，但根据捞渣筒法进行钻渣判别更为精准，经综合考虑，选取捞渣筒法为捞渣方法。

3.3 原位测试检验

根据《工程地质手册》（第五版）5.10.2.3 的规定：“对于风化岩和残积土宜采用原位测试与室内试验相结合的方法。原位测试可采用圆锥动力触探、标准贯入试验、波速测试和载荷试验”，对试验三组进行了上述 4 种原位测试，测试结果见表 4。

表 4 原位测试试验结果

试验桩编号	原位测试方法	全风化岩层试验结果	强风化岩层试验结果	差异程度/%	单次完成时间/min	成本/元
泵桩-017	圆锥动力触探	11 击	20 击	45	35	2109
泵桩-039	标准贯入试验	19 击	48 击	60	39	2305
泵桩-042	波速测试	330m/s	480m/s	45	15	11630
泵桩-077	载荷试验	6078kPa	9061kPa	49	77	35200

由试验结果可以看到，四种方法均满足不同风化程度结果差异应大于 30% 的标准，其中波速测试用时最短。虽然波速测试的成本相对较高，但是能快速准确判定入岩层位的目标，因此选用波速测试作为原位测试方法。

3.4 综合措施

结合上述三组试验，确定以钻杆转速、给进力参数进行初判，以捞渣筒法进行终判，以波速测试进行检验的优化方案，具体实施标准见表 5。

表 5 优化方案

序号	方 案	对 策	目 标	采 取 措 施	地 点
1	采用旋挖机钻杆转速以及给进力参数判断入岩层位	形成钻杆转速以及给进力与入岩层位的对应关系表	根据旋挖机参数判断的入岩层位准确率达到 95% 以上	1. 利用旋挖机操作台内部传感器实时记录每台旋挖机钻杆转速以及给进力参数； 2. 根据钻渣捞取结果以及原位测试结果，及时对比分析，总结参数规律	工程现场
2	采用波速测试作为原位测试方法	旋挖机完成开挖后均使用波速测试判断桩端入岩层位	波速试验普及率 100%	1. 根据现场旋挖机数量购置对应数量的波速测试仪器，并加派物探技术人员； 2. 加强对技术人员的培训，要求开挖完成后及时进行清孔工作并通知物探人员开展波速试验	工程现场
3	采用捞渣筒法打捞沉渣	制定捞渣筒打捞岩渣的施工工艺	捞渣筒法使用率 100%	1. 在所有旋挖机机头上加焊捞渣筒； 2. 制定新的旋挖机循环作业图表，增加捞渣前的清孔步骤	工程现场

4 优化方案的实施与结果

泵站桩基施工采用 4 台旋挖机同时进行，除 4 根试验桩外，剩余 156 根桩采用优化方案进行判别。

4.1 实施过程

- a. 根据现场旋挖过程记录，最终形成了钻杆转速和给进力与入岩层位的对应关系。
- b. 对现场全部 4 台旋挖机均完成了加焊捞扎筒的工作，并制定了新的循环作业图表，进行班组培训以及捞扎筒法施工工艺的技术交底。
- c. 共采购 4 台波速测试仪，并增派四组物探人员开展波速测试，保证桩基开挖完成后能够第一时间开展试验。

4.2 实施结果

采用优化方案后，每根桩平均入岩判定时间由 48.2min 缩短至 34.2min（见表 6），至主泵房 160 根桩基全部完成共计工期 40 天，比预计工期提前了 5 天。

表 6 优化方案结果

	优化方案前	优化方案后
桩数量/根	4	156
判定次数/次	4	156
最短判定时间/min	41	27
总判定时间/min	193	5335
平均预报时间/min	48.2	34.2

5 结 论

- a. 以钻杆转速、给进力参数进行初判，以捞渣筒法进行终判，以波速测试进行检验的软岩地基嵌岩桩入岩判定优化方案在本工程中应用效果良好，各项试验指标能满足现场施工要求，相较于依靠经验判别不仅提高了准确率，更提高了桩基施工效率。
- b. 杭嘉湖地区工程地质条件与本工程极为类似，工程建设项目众多，本次软岩地基嵌岩桩入岩判定方法能为相似工程提供宝贵的借鉴成果与方法支持，具有较高的推广应用价值。（下转第 40 页）

双层地质结构堤基对堤防崩岸的影响分析

赵道双¹ 叶根苗²

- (1. 镇江市工程勘测设计研究院有限公司, 江苏 镇江 212003;
2. 南京市江北新区生态环境和水务局, 江苏 南京 211899)

【摘要】 文章从堤基地层的双层地质结构特点进行分析, 堤基双层地质结构上部软弱黏土起动流速数倍于下层粉细砂起动流速。粉细砂起动流速小, 抗冲刷能力差, 极易发生颗粒运移, 会使得岸坡变陡; 软弱黏土层起动流速较大, 抗冲刷能力较强; 不易发生颗粒运移, 但其抗剪强度小, 抗稳定能力差, 当岸坡变陡时, 会发生岸坡崩塌、滑坡等不良地质现象, 从而引起崩岸的发生。堤基双层结构特征会加剧和促进堤防崩岸的发生。

【关键词】 双层结构; 堤基; 崩岸; 影响

中图分类号: TV871.3

文献标识码: B

文章编号: 1673-8241 (2022) 08-024-06

Analysis of Influence of Double-layer Geological Structure Dike Foundation on Embankment Collapse

ZHAO Daoshuang¹, YE Genmiao²

- (1. Zhenjiang Engineering Survey, Design and Research Institute Co., Ltd., Zhenjiang 212003, China;
2. Nanjing Jiangbei New District Ecological Environment and Water Bureau, Nanjing 211899, China)

Abstract: The characteristics of the double-layer geological structure of the embankment base layer is analyzed in the paper. The starting velocity of the soft clay in the upper part of the double-layer geological structure is higher than that of the fine sand in the lower part by several times. Fine sand has low starting velocity, poor anti-scouring ability and easy particle migration, thereby steepening the bank slope. The soft clay layer has higher starting velocity and stronger anti-scouring ability. It is difficult to produce particle migration. However, its shear strength is low, and the anti-stability ability is poor. When the bank slope becomes steeper, bank slope collapse, landslide and other adverse geological phenomena occur, thereby resulting in bank collapse. The double-layer structure feature of the embankment foundation will aggravate and promote embankment collapse.

Key words: two-layer structure; dike foundation; embankment collapse; influence

堤防崩岸主要是由于河道水流冲刷侵蚀岸坡基底, 使堤防岸坡土体失去稳定支撑发生的坍塌现象。

收稿日期: 2022-02-07

作者简介: 赵道双 (1964—), 男, 本科, 高级工程师, 主要从事岩土工程勘察设计工作。

崩岸成因复杂，与河势走向、水动力条件、水文与工程地质条件等有关，是内外诸因素综合所致。鉴于长江扬中河段指南村窝崩段土层双层地质结构特点，本文从土层性质和抗冲刷性方面进行了分析，以期对崩岸发生的机理进行探究。

1 概 况

扬中市四面环江，为江中沙洲，属长江冲积平原，地势低平，海拔一般为 3.0 ~ 4.5m，相对高度

1m 左右，全境由西北向东南微倾。堤岸由第四系全新统（ Q_4 ）的软弱黏性土及砂性土组成。

扬中市三茅街道指南村附近发生窝崩险情，窝塘中间区域较为平缓，底高程一般在 -20 ~ -30m（1985 国家高程基准，下同），共坍失主江堤 440m、江岸线 540m，坍失最大进深 190m、面积 9.73hm²，涉及房屋 9 栋，窝塘内共计坍塌 158 万 m²，2017—2020 年对该岸段的整治已经累计花费达 4 亿元^[1-2]。江堤坍塌险情见图 1。



图 1 指南村崩岸坍塌实况

2 崩岸段水文、地质条件

2.1 水文条件

长江扬中河段从五峰山至九圩港，主流长 54km。主江段由上过渡段、嘶马弯道、下过渡段、潜洲顺直

段、汇流段五小段组成，距河口约 274km，属感潮河段。河段上游三江营水位站量测的年内潮位分布见表 1^[3]：年内长江高水位一般出现在 7、8、9 月份，低水位出现在 1、2、12 月份。

表 1 长江潮流界下游（镇江—扬州河口段）多年月均潮位统计

单位：m

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均高潮位	3.34	3.46	3.76	4.21	4.79	5.09	5.49	5.42	5.27	4.92	4.29	3.67
平均低潮位	2.03	2.11	3.44	2.95	3.71	4.08	4.55	4.42	4.19	3.84	3.15	2.43

2.2 地基土分布

江堤崩岸段地基各土层剖面分布见图 2，主要物

理力学性质见表 2、表 3 和图 3。

表 2 崩岸段堤基土层主要物理力学性质

层号		含水率 $W/\%$	湿密度 $\rho/$ (g/cm^3)	孔隙比 e	液限 $W_L/\%$	塑限 $W_p/\%$	塑性指数 $I_p/\%$	液性指数 I_L	黏聚力 C_k/kPa	内摩擦角 $\varphi_k/(\text{ }^\circ\text{C})$
②	重粉质壤土、粉质黏土夹砂壤土	35.6	1.86	0.980	39.7	25.5	14.2	1.00	14	12
③	淤泥质中（轻）粉质壤土	37.9	1.82	1.051	32.5	22.4	10.5	1.59	8	10
④	轻（中）粉质壤土夹砂壤土	34.8	1.85	0.962	30.0	20.9	9.1	1.65	10	15
⑤	粉砂夹薄层粉质壤土	28.8	1.92	0.828	—	—	—	—	6	26
⑥	粉砂夹薄层粉质壤土	28.2	1.95	0.795	—	—	—	—	4	30
⑦	粉细砂	28.3	1.93	0.783	—	—	—	—	3	32
⑧	粉细砂夹中砂	28.5	1.92	0.777	—	—	—	—	1	35
⑨	中细砂	28.1	1.93	0.761	—	—	—	—	0	38

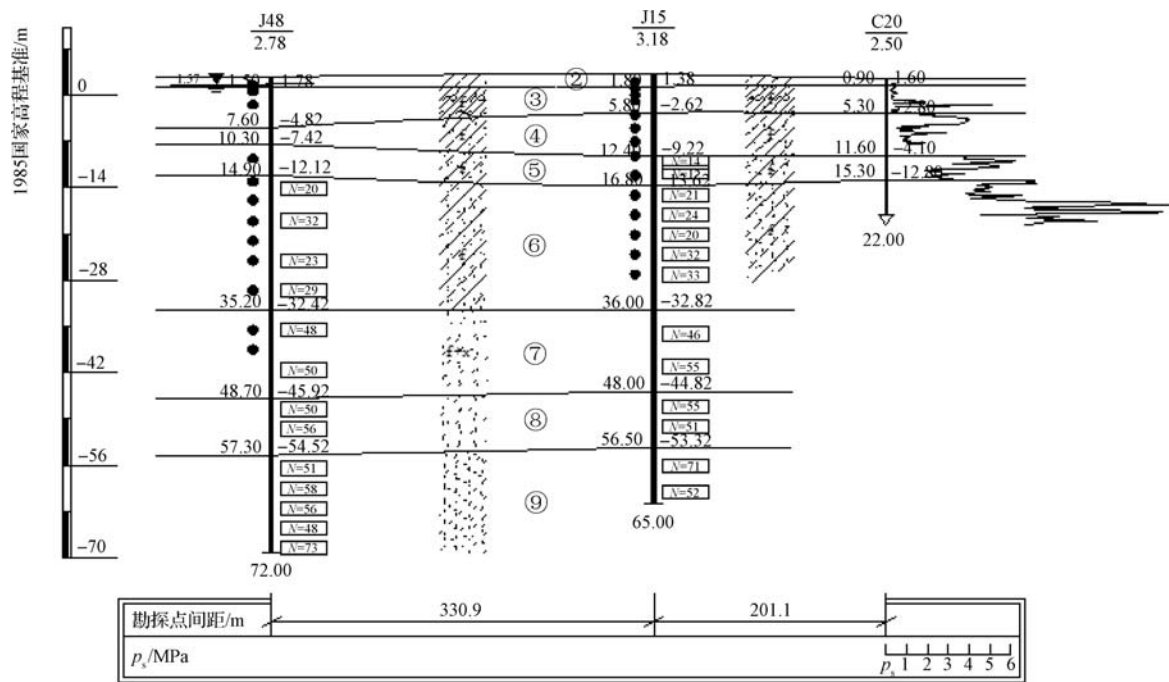


图 2 崩岸段工程地质剖面

表 3 砂土颗粒分析

层号	颗粒组成/%						有效粒径 d_{10}	限制粒径 d_{60}	不均匀系数 C_u
	$>2.0\text{mm}$	$2.0 \sim 0.5\text{mm}$	$0.5 \sim 0.25\text{mm}$	$0.25 \sim 0.075\text{mm}$	$0.075 \sim 0.005\text{mm}$	$<0.005\text{mm}$			
③			2.7	14.6	70.0	12.7	0.003	0.031	
⑤		0.5	5.2	77.8	13.4	3.1	0.058	0.131	2.3
⑥		0.9	5.3	75.6	16.8	1.4	0.059	0.139	2.4
⑦		0.1	20.0	68.7	10.5	0.7	0.074	0.181	2.5
⑧	0.4	5.5	15.5	70.2	8.0	0.4	0.081	0.182	2.3
⑨	14.9	15.0	25.2	34.6	10.3		0.068	0.334	4.9

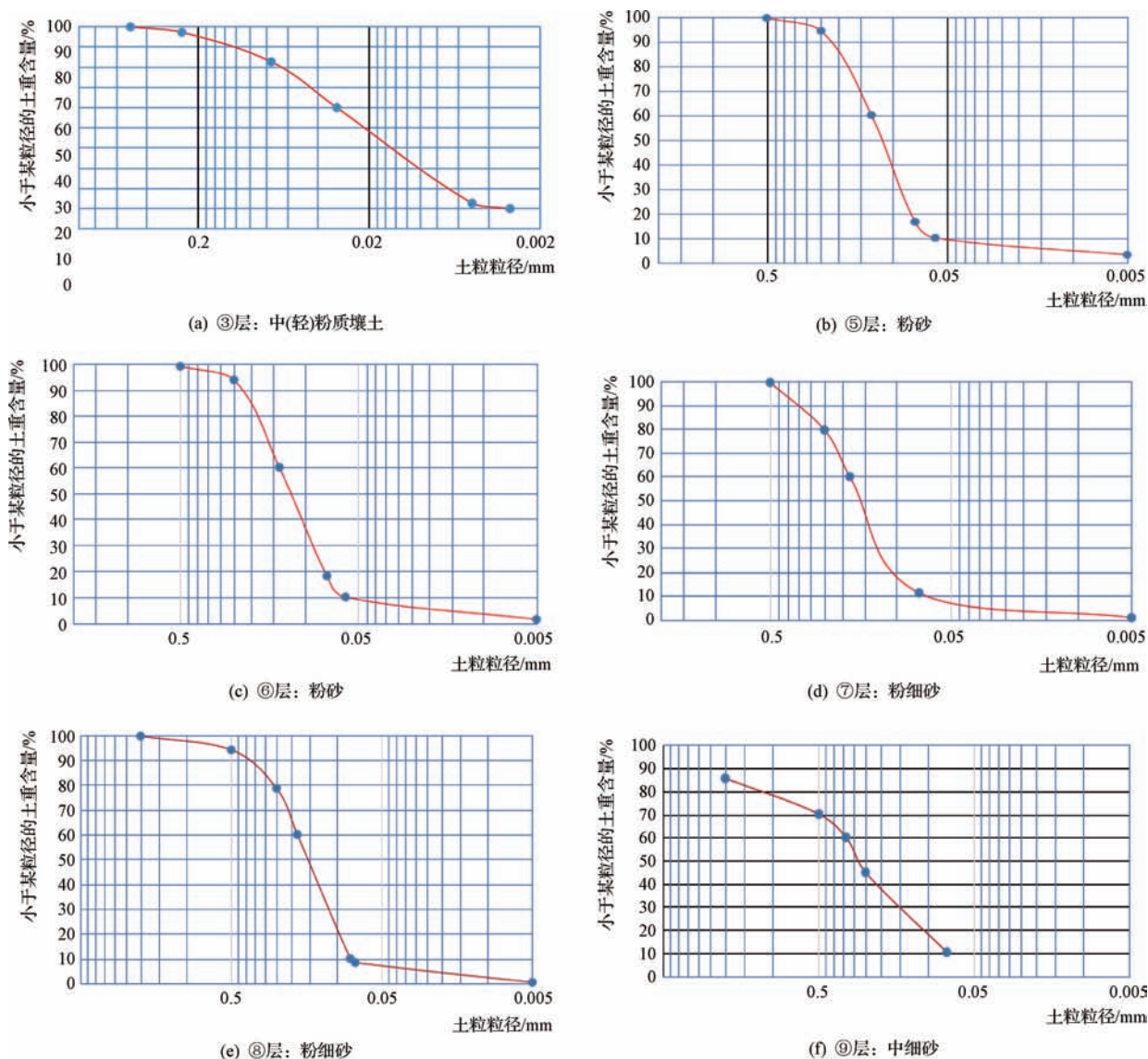


图3 半对数坐标粒径级配曲线

3 堤基双层地质结构

由河流动力学可知,长江河流主槽为流水输沙主流线的主要通道,流速大。随着水流动力轴线的侧向移动,悬移质中的粗颗粒泥沙在流速减少区淤积下来,形成冲积物的河床相^[4]。当高水位漫滩后,过水断面变大,流速降低,较细颗粒泥沙向主槽两侧河床沉积,淤土经过压实历史固结,形成上部以黏性土为主的细颗粒物河漫滩相和下部较粗颗粒河床相的二元地质结构地层,这也是长江下游岸坡冲积形成的典型的二元地质结构类型。依据堤防工程勘察规范:堤防

崩岸段堤基地质结构为双层地质结构类型。

长江扬中河段指南村堤防崩岸段堤基地层也是典型的长江冲积形成的二元结构特征沉积物,上部主要由②、③、④层粉质壤土夹砂壤土、薄层砂土等组成,渗透性较差,抗剪强度低,厚度约10m;下部以⑤、⑥、⑦、⑧、⑨层砂土类为主,以粉细砂为主,渗透性好,覆盖层厚度大于80m。

4 河段抗冲刷性分析

4.1 河道沙土特性

如上所述,指南村发生崩岸河道岸坡河漫滩相为

软弱黏性土层，河床相为粉细砂土。河漫滩相主要为②层粉质壤土，③、④层轻（中）粉质壤土，夹砂壤土、粉砂薄层，有层理，局部互层，抗剪强度低， $c = 8 \sim 10 \text{ kPa}$ ， $\varphi = 10 \sim 15^\circ$ ；液性指数 $I_L > 1$ ，多呈流塑状态，颗粒细，试验测得③层黏性土粒径的中值粒径 d_{50} 平均值为 0.022 mm 。河漫滩相沉积层抗冲抗渗稳定性差，当河床岸坡冲刷坡度变大时，极易发生滑坡、坍塌等工程地质险情。

河床相主要为⑤、⑥、⑦、⑧层粉细砂，不均匀系数 $C_u = d_{60}/d_{10} = 2 \sim 5$ ，级配差，颗粒较均匀，为均匀砂土；砂土平均砂粒含量（ $> 0.075 \text{ mm}$ ）大于 80% ，黏粒含量小于 5% ，粒径的中值粒径 $d_{50} = 0.12 \sim 0.15 \text{ mm}$ ，易于发生冲刷现象。

4.2 泥沙起动条件

河面泥沙受水流作用，由静止转入运动的现象为泥沙的起动，相应的临界流速称为起动流速（ U_c ）。当河流实际流速超过起动流速时，就会发生冲刷作用。

研究表明^[5-7]：在河岸发生崩坍过程中，松散砂土与黏性土的运动特点和起动机理是不同的，对于组成松散均匀的泥沙，重力起主要作用，当流速高于起动流速时，颗粒才会被冲起；对于黏性土，黏结力、静电引力与胶结作用起主要作用，水流脉动应力对黏性土有振动和掀起的作用，瞬间脉压一般很大。黏性土受冲时，一般为结构性破坏，呈粒团或块状式掀起。

泥沙起动流速计算，对于黏性泥沙与均匀非黏性较粗颗粒泥沙分别选用张瑞瑾公式、沙莫夫公式^[8]：

$$U_c = \left(\frac{h}{d}\right)^{0.14} \left(17.6 \frac{\rho_s - \rho}{\rho} d + 6.05 \times 10^{-7} \frac{10 + h}{d^{0.72}}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

$$U_c = 1.14 \sqrt{\frac{\rho_s - \rho}{\rho} g d} \left(\frac{h}{d}\right)^{\frac{1}{6}} \quad (2)$$

式中 ρ_s ——颗粒密度， 2.65 g/cm^3 ；
 ρ ——水密度， 1.0 g/cm^3 ；

g ——重力加速度， 9.8 m/s^2 ；

h ——水深， m ；

d ——粒径， m 。

计算结果见表4。

表4 黏性土与砂土起动流速计算结果

单位： m/s

水深/ m	黏性土		砂土（粉细砂）	
	d/mm	$U_c/(\text{m/s})$	d/mm	$U_c/(\text{m/s})$
2	0.022	0.645	0.150	0.273
5		0.817		0.319
10		1.036		0.358
15		1.223		0.383
20		1.392		0.401
25		1.550		0.416

由表4可知：黏性土的起动流速比砂土的起动流速大2~4倍，随着水深而变大。砂土的起动流速小，易于发生起动输移冲刷，抗冲刷能力差；黏性土起动流速较大，不易发生起动输移冲刷，但软土抗剪强度低，在高强度水动力冲击下，会发生块状结构性破坏。当下部砂土发生冲刷破坏时，河床下切，造成岸坡变陡，会引起岸坡崩塌、滑坡等不良地质现象，从而引起崩岸的发生。

指南村堤防崩岸段位于长江主汊扬中主岛太平洲左缘，江面宽约 2.0 km 左右，在嘶马弯道太平洲头下游约 9 km 处，受上游嘶马弯道水流影响，水流结构复杂，主流线方向偏向主汊右岸，河床为均匀非黏性砂土，起动流速小，冲刷宽度深度加大，长江深泓向主汊右岸堤岸偏移。根据指南村窝崩发生后断面测量资料^[9]：河道断面最深点靠近太平洲左缘，距离岸边约 400 m ，最深点接近 -55 m 高程。因此水流水动力强度大，造成深泓逼岸，这是崩岸发生的主要因素。但由于岸坡地层的二元结构特征，砂土起动流速小，极易引起沙土运移，深泓向下深切，造成岸坡变陡；黏性土虽起动流速较大，但软弱土抗剪强度低，岸坡不稳定，也是诱发崩岸发生的主要内因之一。

5 工程措施

双层结构堤基易于发生崩岸地质灾害,从地质特点方面应采取必要的工程措施,最常用的方法如下:

a. 定时加强水下地形的变化监测,准确掌握岸侧边坡的冲刷变化情况,当水流冲刷使岸坡变大时,及时对堤基稳定性进行分析计算,以防患于未然,阻止险情发生。

b. 双层结构地质特征地层的砂性土抗冲刷能力弱,对易发生崩岸险情段应采取工程措施进行加固。双层结构堤基应根据堤岸段的工程地质及水文等因素综合分析,确定易发生崩岸险情范围,结合场地实际工程情况,采取设置顺坝或丁坝等措施调整水流流向,减缓水流对堤岸的冲刷;采取抛石护岸工程措施,加固堤基,增强堤基的抗冲刷能力。

6 结 语

长江崩岸成因十分复杂,与河势走向、水动力条件、水文与工程地质条件等诸因素有关,是多种内外因素综合所致。长江扬中河段指南村崩岸段岸坡地层沉积物呈二元结构特征,堤基地质结构类型为双层结构,上部细颗粒软弱黏性土起动流速是下部粉细砂起动流速的2~4倍,粉细砂起动流速小,极易发生颗粒运移,抗冲刷能力差;软弱黏土层起动流速较大,抗冲刷能力较强;不易发生颗粒运移,但其抗剪强度

低,抗稳定能力差,当下部粉细砂受冲刷时,引起河床下切、岸坡变陡、岸坡崩塌、滑坡等不良地质现象,从而引起崩岸。堤基双层结构特征会加剧堤防崩岸的发生,也是崩岸发生的主要内因,针对软土区双层结构特征地基应采取顺坝或丁坝、抛石护岸等工程措施进行护岸加固,制止或减少土层的冲刷流失,以确保堤防的安全稳定。▲

参考文献

- [1] 罗龙洪,苏长城,应强,等.长江扬中河段指南村窝崩应急治理及效果分析[J].江苏水利,2020(2):25-28.
- [2] 姜月华,程和琴,周权平,等.重大水利工程对长江中下游干流河槽和岸线地质环境影响研究[J/OL].中国地质,2021,48(6):1681-1696.
- [3] 孙敏,张勇.长江江苏河段嘶马弯道窝崩与护岸研究[J].岩土工程界,2005(2):70-73.
- [4] 余文畴.长江中下游河道崩岸机理中的河床边界条件[J].长江科学院院报,2008(1):8-11.
- [5] 岳红艳,余文畴.长江河道崩岸机理初步探讨[C]//长江护岸及堤防防渗工程论文选集,2001:56-59.
- [6] 饶庆元.黏性土抗冲特性研究[J].长江科学院院报,1987(4):73-84.
- [7] 陆付民,李建林.崩岸的形成机理及防治方法[J].人民黄河,2005(8):16-17.
- [8] 张小峰.河流动力学[M].北京:中国水利水电出版社,2010:44-48.
- [9] 曹双,刘沛,蔡磊,等.长江下游扬中环岛崩岸段河势变化及水动力特征分析[J/OL].水利水电快报,2020,41(7):41-48.
- [10] 唐军峰,唐雪梅,肖鹏,等.库水位升降与降雨作用下大型滑坡体渗流稳定性分析[J].地质科技通报,2021,40(4):153-161.
- [11] 张卢明,周勇,岳建国,等.粉砂质页岩高边坡滑坡动力稳定性分析及防治效果评价[J].湖南科技大学学报(自然科学版),2021,36(3):34-42.
- [12] 丁恒,李阳春,李海军.贵州水城县尖山营滑坡破坏机制及稳定性分析[J].科学技术与工程,2021,21(25):10903-10908.
- [13] 李效萌,李甜,刘金辉,等.赣东地区小型牵引式残坡积土质滑坡稳定性及破坏模式分析[J].科学技术与工程,2021,21(22):9236-9242.
- [14] 董建辉,唐然,李大鑫,等.四川汉源县二道坪滑坡成因及稳定性分析[J].科学技术与工程,2021,21(22):9258-9263.
- [15] 魏明鹏.临夏至大河家高速公路营滩互通 K7+900~K8+400 段滑坡监测及稳定性分析[J].科技创新与应用,2021,11(29):125-127.
- [16] 谢林冲,王超,赵林立.降雨-库水耦合作用对滑坡变形演化的影响研究——以白家包滑坡为例[J].三峡大学学报(自然科学版),2021,43(5):49-55,62.
- [17] 卿菁,朱蕾,陈昊,等.库水位波动与降雨作用下的滑坡流固耦合分析[J].湖北工业大学学报,2021,36(4):52-56,84.
- [18] 王世梅,潘宇晨,王力,等.三峡库区大坪滑坡变形对前缘塌岸的响应分析[J].工程地质学报,2021,29(3):647-656.

(上接第 19 页)

树坪滑坡稳定性的影响研究[J].土工基础,2021,35(5):587-591.

隧洞超前地质预报实施模式探讨

李俊伟

(云南省滇中引水工程有限公司, 云南 昆明 650051)

【摘要】 隧洞超前地质预报可由施工单位实施,也可由建设单位单独委托第三方专业机构实施,文章结合滇中引水工程超前地质预报工作管理实践,分析了两种实施方式的异同点,提出了专项超前地质预报工作管理的要点及方法,为类似项目提供借鉴和参考。

【关键词】 滇中引水工程;超前地质预报;实施模式

中图分类号: TV221.2

文献标识码: B

文章编号: 1673-8241 (2022) 08-030-04

Discussion on Implementation Model of Tunnel Advanced Geological Forecast

LI Junwei

(Yunnan Province Central Yunnan Water Diversion Engineering Co., Ltd., Kunming 650051, China)

Abstract: Tunnel advance geological forecast can be implemented by the construction unit, which also can be implemented by the third party professional organization entrusted by the construction unit alone. The advance geological forecast work management practice of the Central Yunnan Water Diversion Project is combined in the paper. The similarities and differences among the two implementations modes are analyzed. Key points and methods of advance geological forecast work management are proposed, thereby providing reference for similar projects.

Key words: Central Yunnan Water Diversion Project ; advanced geological forecast; implementation mode

滇中引水工程是支撑云南省中部地区可持续发展的关键性基础工程,是全国172项节水供水重大水利工程之一,输水总干渠全长664.24km,其中隧洞总长611.99km。受勘察精度、技术手段、勘察经费、地形条件等限制^[1],隧洞地质勘察资料与开挖后实际情况可能有出入^[2],特别是隧洞涌水突泥(遭遇岩溶管道、断层及向斜储水构造等)、软岩大变形、高外水压力等关键性地质问题很难在勘察期间准确定位和定量。根据类似工程经验,必须在施工期加强超前地

质预报工作,及时发现掌子面前方地质异常情况,以合理规避施工灾害、动态优化隧洞支护设计和调整施工方案,提高施工效率、保障施工周期、减少工程损失、节约工程投资。超前地质预报可由隧洞施工单位实施,也可由建设单位单独委托专业机构实施;前者工作面交接干扰少、协调难度小、工作流程简单,但出于成本上的考虑以及受专业和经验限制,预报成果质量不高,不能及时、高质地用于优化设计和指导施工;后者工作面交接干扰较多、协调难度较大、工作

收稿日期: 2022-01-20

作者简介: 李俊伟(1989—),男,本科,工程师,主要从事工程造价、合同管理工作。

流程相对复杂,但通过合同对超前地质预报进行专项管理,确保了经费和人员的投入,为超前地质预报工作的基本质量提供了保障,利用专业机构的技术和经验优势,充分发挥超前地质预报工作效能。滇中引水工程在全洞段实施施工“超前地质预报”的基础上,对高风险洞段实施“专项超前地质预报”,充分发挥超前地质预报的预测和避险作用,对实现工程的高效、安全、科学施工具有重要意义。本文从协同工作方式、预报成果管理与应用、成果质量考核与技术总结方面对滇中引水工程超前地质预报管理工作亮点和经验进行系统分析和梳理总结。

1 设计概算中超前地质预报费用的计列方式

公路工程隧道超前地质预报费用一般含于建筑安装工程费的施工辅助费中,分摊至建安单价中^[3],不单独计列。铁路工程则一般将超前地质预报费用计入安全生产费^[4],也不单独计列。基于超前地质预报费用一般含于建安单价或计入安全生产费中,超前地质预报工作一般也由施工单位组织实施并支付费用^[5]。

水利工程设计概算编制办法并未明确超前地质预报费用的记取和列项方式^[6]。考虑到超前地质预报工作目的是准确查明工程岩体的状态、特性,准确预测隧洞施工中可能发生地质灾害的位置、性质和规模^[7],为合理规避地质风险而设,滇中引水工程初设概算将超前地质预报费用列入相应预报洞段所在隧洞的工程造价,不计入安全生产费。初设概算中将费用单独列项,为建设单位将超前地质预报单独委托第三方专业机构实施创造了条件。

2 施工超前地质预报与专项超前地质预报的关系

滇中引水工程将隧洞超前地质预报分为施工期常规超前地质预报与专项超前地质预报,两者预报的目的是相同的,预报成果相互验证、互为补充,不具有互相替代性。但两者在预报洞段、预报方法、实施主体方面存在一些区别^[8],主要如下。

2.1 预报洞段不同

施工期常规超前地质预报指在施工过程中针对所有洞段实施的施工地质、掌子面渗涌水、渗压、形变监测及加深炮孔预报。

专项超前地质预报是针对地质灾害风险等级高(如区域性断裂、规模较大断层、岩溶发育、储水向斜核部)洞段、前期勘察判断存在较大风险洞段进行的预测预报。

2.2 预报方法不同

施工超前地质预报主要采用地质分析法预报,爆破后及时查看掌子面地质状况,利用常规地质理论^[9],通过与地质资料的对比,作出变化趋势分析,必要时采取加深炮孔预报,研判下一开挖循环的地质情况。

专项超前地质预报指采用地质法、物探法、超前钻探法辅以水文气象监测、超前导洞等综合手段对掌子面前方地质情况进行的预测和预报。其中,长距离物探预报的探距为100m左右,以地震法为主,能够在较远的距离上识别不良地质构造并进行粗略定位;中距离物探预报探距为50~80m,主要采用电磁法和地震法,可判别不良地质体的性质,并对其空间位置进行进一步修正;短距离物探预报探距为30m左右,通常采用直流电法和电磁法,可对溶洞等含导水构造的形态和位置进行较为准确的探测,并大致估算其充填水量。超前钻探法是利用钻机向隧洞前方进行钻探获取地质信息,是最直接的超前地质预报方法,包括超前取芯钻、超前潜孔冲击钻和加深炮孔等。

2.3 预报主体不同

施工超前地质预报由隧洞施工单位实施,专项超前地质预报由建设单位招标选择的工程试验检测单位、科研院所、高校或勘察设计等专业单位实施^[10]。

滇中引水工程线路长,隧洞占比大,地质条件特别是水文地质条件非常复杂,活动断裂、软岩大变形、涌水突泥、高地应力等多重风险叠加,超前地质预报成果的可靠性关乎工程施工安全、进度和投资。因此,在对全洞段实施施工超前地质预报的基础上,

选择综合实力强、预报经验丰富的队伍实施专项超前地质预报,通过多种超前预报技术相结合、相互验证、相互补充、相互约束,降低多解性,提高探测可靠性,确保超前地质预报工作能高质量发挥其应有的作用,为工程建设顺利推进提供有力支撑。

3 专项超前地质预报工作管理模式

3.1 协同工作方式

3.1.1 成立专项超前地质预报工作小组

为协调专项超前地质预报的实施、流转、应急处置决策等工作,并充分发挥预报单位专业咨询作用,由建设单位组织预报单位、设计单位、监理单位、施工单位成立专项超前地质预报工作小组^[11],其组长由预报单位委派具有较高专业水平和丰富预报经验的行业专家担任。专项超前地质预报工作小组负责对预报实施方案的审批和预报成果的管理,根据预报成果对地质风险进行研判并提出相应的初步处置建议,根据风险等级提出启动应急预案的建议。

3.1.2 施工单位专项超前地质预报配合工作

专项超前地质预报工作中的超前地质钻探工作和TSP、TGP等地震波预报法所需的钻孔及火工材料供应由施工单位承担。施工标招标清单应计列相关工程量,由施工单位报价。施工合同应明确施工单位关于专项超前地质预报的配合工作内容。

a. 施工单位应配备专业技术人员和设备,并按预报单位提出的实施方案和技术要求进行钻孔,并提交地质钻孔相关成果(钻孔施钻详细记录,钻孔芯样、岩屑、岩粉,代表性岩体或土层的即时照片等)。

b. 施工单位应配合提供专项超前地质预报工作场地、操作平台、施工用水电、洞内排水、洞内交通、安全防护、洞内通风。在进行地震波等物探超前预报过程中,施工单位应停止隧洞开挖作业,将实施地点周围的噪声等影响尽可能降到最低,并按预报单位提出的技术要求给予人力(测量人员放点、炮工施打风钻、电钻孔等)和物力(例如采用TSP法时每次预报需24发雷管、2kg炸药)等方面的现场配合。

c. 施工单位应编制专项超前地质预报施工配合

实施方案并将专项超前地质预报的配合工作纳入施工工序、工期进行统筹管理。配合开展专项超前地质预报所需时间均包含在总工期内,施工单位应对此风险予以充分考虑。

3.1.3 监理单位专项超前地质预报工作职责

专项超前地质预报监理职责主要体现在专项超前地质预报实施方案的审核、工作量的认定与监督、预报成果的流转与响应、成果分析的研判等环节。其中,实施方案的审核特指预报方案的形式审核,即是否按照相关管理办法及技术要求编制预报方案;成果分析研判主要指组织会商并参与研判。

3.1.4 合同载明桩号范围外的专项超前地质预报管理

在合同载明的风险洞段桩号范围之外,参建各方认为某一洞段可能存在重大施工安全风险的,均可提请开展专项超前地质预报,由设计单位决定发起专项超前预报,预报单位接到监理指令后及时实施。

3.2 预报成果管理与应用

3.2.1 预报成果报送

除专项超前地质预报成果分为单次预报报告、阶段性汇总报告和竣工验收报告。其中,单次预报报告为每次物探、超前钻探及地质综合分析报告,按以下规定时限送达。

a. 无明显地质危害情况的,属于提示性预报,应在48h内送达。

b. 有较轻微地质危害情况的,属于预警预报,应在24h内送达。

c. 发现如岩溶、突水、突泥、岩爆、较大的断裂破碎带等重大地质问题或风险的,属于紧急警报,应立即送达,并同步电话通知建设单位及施工单位。

d. 紧急情况下按时送达正式文件有困难的,可先发送电子文件或以电话、短信等形式通知有关各方,之后再向各方及时送达正式文件。

阶段性汇总报告和竣工验收报告按合同约定时间送达。

3.2.2 预报成果应用

每次专项超前地质预报完成后,预报单位及时向

监理单位报送预报成果,监理单位同时报送预报工作小组、建设单位、设计单位、施工单位。专项超前地质预报工作小组收到预报成果后,应及时对预报的风险进行研判并提出相应的初步处置建议,根据风险等级提出启动应急预案的建议。设计单位根据预报成果并结合地勘成果进行设计方案动态调整。监理单位根据工作小组意见及设计方案及时审(核)批施工单位调整的施工方案和支护措施,并监督实施。建设单位和施工单位应根据预报成果确定的风险等级和处置建议,决定是否启动施工安全应急预案。

3.3 成果质量考核与技术总结

3.3.1 质量考核

超前地质预报成果应做到项目齐全,数据可靠,方法合理,图表完整,结论明确,并尽可能地提高准确率。滇中引水工程按期对专项超前地质预报的成果质量进行考核,每月支付的进度款额度为监理工程师确认的当月完成合同额度的95%,每月剩余的5%在年度末由设计单位地质工程师协助监理单位根据隧洞开挖掘进情况对预报报告进行分析验证与评价合格后一次性支付。

3.3.2 技术总结

不同预报方法的技术适用性不同,针对不同地质条件与施工环境的适用性不同,针对不同地质风险的敏感程度也不同,因此,有必要在开展超前地质预报工作过程中,不断总结各种技术方法的适用性和敏感性,在后续的超前地质预报过程中,有针对性地选择最合适的预报方法,提高超前地质预报精度。

滇中引水工程建立专项超前地质预报技术总结工作机制,要求预报单位加强对开挖验证信息跟踪与搜集,加大洞内巡视与观察的频率,在掌子面揭露后及时向施工地质人员搜集隧洞施工地质资料,在超前预报成果有异常的区域,应亲自到洞内搜集相关地质资料。定期在阶段性汇总报告中分析预报成果和开挖验证对应关系,指导优化超前地质预报参数,从而实现提高超前地质预报精度的需求。特别是当实际开挖情况与预报结果不符时,需总结经验,避免错报、漏报

的发生。

4 结 语

超前地质预报是合理防范施工灾害、保障隧洞施工安全、优化工程设计和调整施工方案的重要基础性工作。滇中引水工程跨度长、隧洞工程占比大、工程地质与水文地质条件极其复杂,在全洞段实施施工超前地质预报的基础上,选择技术水平高、经验丰富的专业团队对高风险洞段实施专项超前地质预报,并通过成立工作小组、明确参建各方职责义务确立协同工作方式,加强预报成果的管理与应用,做好预报质量考核及技术总结,充分发挥超前地质预报的预测和避险作用,对实现工程的高效、安全、科学施工具有重要意义。▲

参考文献

- [1] 何发亮.隧道施工期地质超前预报若干问题探讨[C]//中国岩石力学与工程学会.第八次全国岩石力学与工程学术大会论文集.北京:科学出版社,2004,534-537.
- [2] 胡海强,王磊,刘春辉,等.隧道超前地质预报方案技术经济比较分析[J].中国水运,2012,12(3):162-164.
- [3] 交通运输部路网监测与应急处置中心.公路建设工程项目概算预算编制办法:JTG 3830—2018[S].北京:人民交通出版社,2018.
- [4] 国家铁路局.铁路基本建设工程设计概(预)算编制办法:TZJ 1001—2017[S].北京:中国铁道出版社,2017.
- [5] 单向华.铁路隧道工程超前地质预报单项费用研究[J].铁路工程造价管理,2014,29(3):6-10.
- [6] 水利部水利建设经济定额站.水利工程设计概(估)算编制规定(工程部分)[M].北京:中国水利电力出版社,2014.
- [7] 黄剑,张鑫.通过监控量测降低隧道施工过程中发生塌方的概率[J].科技与企业,2015(9):143-145.
- [8] 史存鹏,周云,王家祥,等.滇中引水工程香炉山隧洞超前地质预报分段规划研究[C]//水工隧洞技术应用与发展.北京:中国水利水电出版社,2018,199-203.
- [9] 中华人民共和国铁道部.高速铁路隧道工程施工质量验收标准:TB 10753—2018[S].北京:中国铁道出版社.
- [10] 刘阳飞.超特长隧道综合超前地质预报工法研究与应用[D].成都:成都理工大学,2017.

施工技术

浅谈水利隧洞倒虹吸衔接段开挖方法

温正策¹ 张友录²

- (1. 平阳县水利局, 浙江 平阳 325400;
2. 浙江省第一水电建设集团股份有限公司, 浙江 杭州 310000)

【摘 要】 文章以平阳县南湖分洪工程的引水隧洞倒虹吸衔接段施工方案为例, 阐述了水利隧洞倒虹吸衔接段开挖方法的重点难点, 通过论述倒虹吸衔接段开挖方法, 保证后续施工。

【关键词】 倒虹吸衔接段; 爆破参数; 重点难点; 应对策略

中图分类号: TV554

文献标识码: B

文章编号: 1673-8241 (2022) 08-034-07

Discussion on Excavation Method of Inverted Siphon Connection Section in Hydraulic Tunnel

WEN Zhengce¹, ZHANG Youlu²

- (1. Pingyang Water Conservancy Bureau, Pingyang 325400, China;
2. Zhejiang No. 1 Hydropower Construction Group Co., Ltd., Hangzhou 310000, China)

Abstract: The construction scheme of the inverted siphon connection section of the diversion tunnel of Nanhu Flood Diversion Project in Pingyang County is adopted as an example in the paper. The key and difficult points of the excavation method in the inverted siphon connection section of the hydraulic tunnel are expounded. Corresponding strategies are proposed by discussing the special excavation method of the siphon connection section so as to ensure the follow-up construction.

Key words: inverted siphon connection section; blasting parameters; key and difficult points; corresponding strategies

1 工程概况

平阳县南湖分洪工程位于平阳县水头镇, 工程任务为防洪, 工程等别为Ⅲ等, 分洪隧洞工程主要建筑物为3级, 次要建筑物为4级, 分洪规模为 $820\text{m}^3/\text{s}$ 。该分洪隧洞包括2条隧洞, 从南向北分别为南线隧洞

和北线隧洞, 其中南线隧洞长6538m, 北线隧洞长6563m, 单洞衬后洞宽14m, 单洞设计流量 $410\text{m}^3/\text{s}$ 。隧洞断面采用城门洞形, 根据不同的围岩类别, 最大开挖断面尺寸 $15.50\text{m} \times 15.25\text{m}$ (宽 \times 高), 最小开挖断面尺寸 $14.90\text{m} \times 14.45\text{m}$ (宽 \times 高)。

收稿日期: 2022-05-26

作者简介: 温正策 (1975—), 男, 本科, 工程师, 主要从事水利水电工程建设管理、运行管理等工作。

2 分洪隧洞倒虹吸衔接段重点难点分析

倒虹吸衔接段近距离穿越已建隧洞，施工干扰大，安全风险高。倒虹吸段与平阳引供水工程3号已建引水隧洞近乎平行，且距离较近，水平距离仅为40~120m，且倒虹吸段下穿平阳引供水工程4号已建引水隧洞，高程相差仅为7m，施工技术难度大，存在一定的施工安全隐患，施工工期受到严重制约。

隧洞地质条件复杂，开挖断面大，隧洞塌方、突涌水等尤为突出，且需近距离穿越已建的引水隧洞和交通隧洞，施工安全防范点多、风险大，确保施工生产安全是本工程重点之一。

3 倒虹吸衔接段开挖施工基本情况

南北线倒虹吸衔接段按照新奥法原理组织施工，北线上游设计围岩级别为Ⅵ级，施工部位ND1+524.707~ND1+614.707，南线上游衔接段设计围岩级别为Ⅵ级，施工部位SD1+570.974~SD1+660.974（根据地质超前预判以上区域围岩级别以Ⅲ级偏差为主，实际地质情况以现场地质编录为准）。

北线下游衔接段围岩级别为Ⅱ~Ⅲ级，施工部位ND3+519.697~ND3+609.697，南线下游衔接段围岩级别为Ⅱ~Ⅲ级，施工部位SD3+455.976~SD3+565.976（根据地质超前预判以上区域围岩级别以Ⅲ级偏差为主，实际地质情况以现场地质编录为准）。

在施工过程中，为保证施工及结构安全，根据量测监控的各类围岩物理力学指标、支护的受力状态、监测的位移数据的反馈，对隧洞施工方法、开挖步骤及顺序、支护参数等进行合理调整，以保证施工安全及支护结构的经济性。

倒虹吸衔接段采用机械化配套施工，无轨运输出渣，形成钻爆（钻孔、爆破）或机械开挖、装运（装渣、运输）、支护（拌和、运输、锚喷）、衬砌（运输、泵送混凝土、灌注、捣固）四条主要机械化作业线。合理配备开挖、衬砌、运输配套设备，以及

具有丰富隧洞施工经验的队伍承担该段施工任务，并制定切实可行的施工方法和可靠的保证措施。

4 倒虹吸衔接段开挖施工工艺

4.1 施工方法一

二衬自上而下进行，适用Ⅳ、Ⅴ类围岩。南北线上下游倒虹吸衔接段施工按设计要求进行初期支护，其开挖施工方法为分台阶开挖（见图1）。

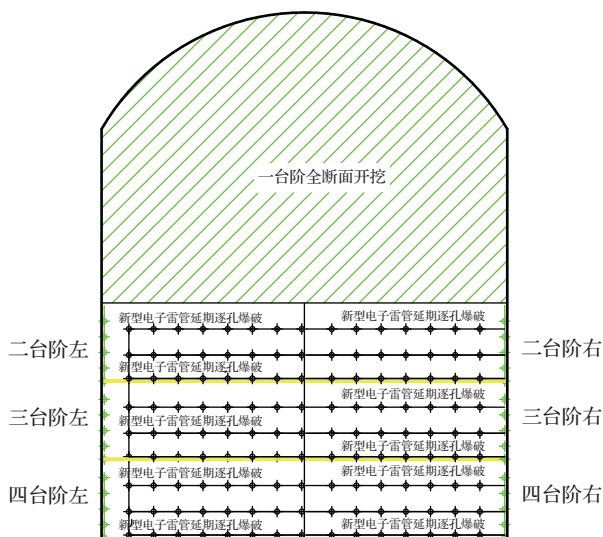


图1 二、三、四台阶开挖炮眼布置及网路连接示意图

为保护上台阶二衬混凝土，二、三、四台阶开挖采用新型电子雷管逐孔爆破，以控制爆破振动速度。台阶开挖法施工注意事项如下：

a. 隧洞施工坚持“弱爆破、短进尺、强支护、早封闭、勤量测”的原则，每循环进尺约为2m；期间根据实际围岩地质情况适当调整，开挖后及时施作初期支护。

b. 开挖方式为弱爆破，采用小炮开挖，严格控制炮眼深度及装药量。

c. 上台阶按隧洞标准断面开挖，上台阶开挖完成后，即进行二衬混凝土浇筑。下部分为二、三、四共3个台阶，下台阶开挖先开挖左侧，初期支护及二衬完成后，再开挖右侧，右侧初期支护及二衬完成后，再开挖左侧，循环推进。

d. 施工中应按有关规范及标准图的要求, 进行监控量测, 及时反馈结果, 分析洞身结构稳定性, 为支护参数的调整提供依据。

4.2 施工方法二

二衬自下而上进行,适用Ⅱ、Ⅲ类围岩。南北线上下游倒虹吸衔接段施工按设计要求进行初期支护,其开挖施工方法为分台阶开挖(见图2)。

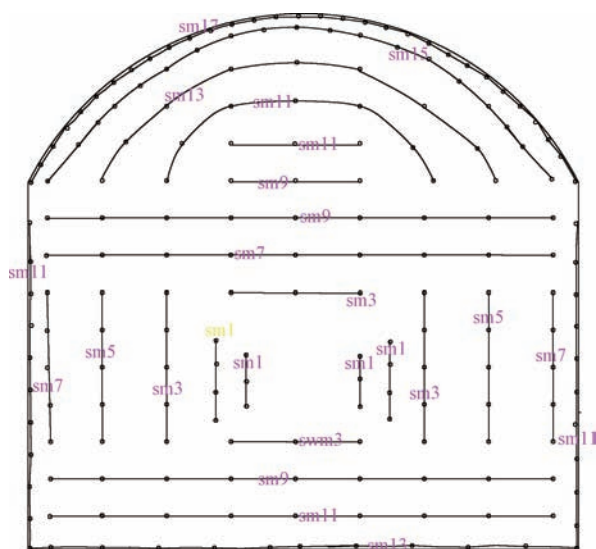


图2 上台阶开挖炮眼布置及网路连接示意图

为保护上台阶二衬混凝土，二、三、四台阶开挖采用新型电子雷管逐孔爆破，以控制爆破振动速度。台阶开挖法施工注意事项如下：

a. 隧洞施工坚持“弱爆破、短进尺、强支护、早封闭、勤量测”的原则，每循环进尺约为 2m；期间根据实际围岩地质情况适当调整，开挖后及时施作初期支护。

b. 开挖方式为弱爆破，采用小炮开挖，严格控制炮眼深度及装药量。

c. 上台阶按隧洞标准断面开挖，下部分为二、三、四共 3 个台阶，下台阶开挖先开挖左侧，初期支护完成后，再开挖右侧，右侧初期支护完成后，再开挖左侧，循环推进，衔接段全部开挖完成后再进行二衬浇筑。

d. 施工中应按有关规范及标准图的要求, 进行

监控量测,及时反馈结果,分析洞身结构稳定性,为支护参数的调整提供依据。

5 爆破参数设计

南北线上下游倒虹吸衔接段开挖采用钻爆法施工, 根据不同的地质结构、岩石性质, 采用台阶分层法 (二至四台阶), 以新奥法理论指导施工。

5.1 二至四台阶分层开挖

二至四台阶分层法施工顺序见图3。

序号	图 示	施工步骤说明
1		1. 开挖上台阶岩体； 2. 根据现场围岩情况施作上部台阶钢架喷锚挂网等初期支护
2		1. 上台阶开挖支护全部完成后(90m)再开挖下部台阶岩体； 2. 施作下部台阶钢架喷锚挂网等初期支护 注：其他台阶开挖支护同此

图3 二至四台阶分层施工顺序

5.2 二至四台阶分层法施工注意事项

a. 隧洞施工应坚持“弱爆破、短进尺、强支护、早封闭、勤量测”的原则。

b. 开挖方式为弱爆破，爆破时严格控制炮眼深度及装药量。

c. 上台阶开挖支护完成后（90m 全部完成）再行开挖下台阶。

d. 施工中下部围岩施工时应减少对上部围岩、支护的扰动。

e. 施工中应按有关规范及标准图的要求, 进行监控量测, 及时反馈结果, 分析洞身结构的稳定, 为支护参数的调整、灌筑二次衬砌的时机提供依据。

f. 下台阶在上台阶喷射混凝土达到设计强度

70% 以上时开挖，当岩体不稳定时需缩短进尺，及时施作初期支护。

g. 下台阶施工时要保证初支钢架整体顺接平直，螺栓连接牢靠。

5.3 炮孔布设及参数设计

爆破开挖拱部边墙采用光面爆破，核心采用控制爆破，掏槽采用抛掷爆破的爆破工艺。

a. 炮孔深度。爆破设计的炮眼深度主要受爆破振动强度控制，设计炮眼深度根据爆破部位不同进行调整。

b. 炮孔直径： $d = 42\text{mm}$ 。

c. 掏槽孔。掏槽孔布置在爆破上台阶断面中央偏下位置，本方案隧洞爆破设计采用楔形掏槽（见图 4）。

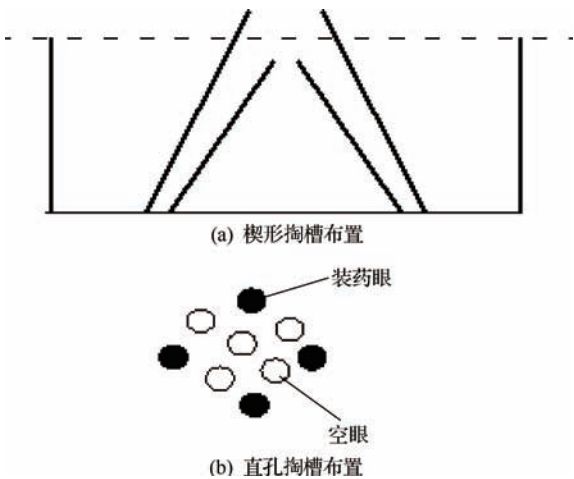


图 4 掏槽孔布置示意图

楔形掏槽的每对掏槽眼呈完全对称形或近似对称形。每对掏槽眼由浅变深，孔底间距为 $0.1 \sim 0.3\text{m}$ ，楔形掏槽孔与工作面夹角为 $55^\circ \sim 75^\circ$ ，由小变大，为保证复式楔形掏槽取得良好的爆破效果，应尽量减少钻眼的偏差。

根据掏槽眼布置原则，大断面隧洞应采用楔形掏槽，并尽量加大第一级掏槽眼之间的水平距离，缩小掏槽角；炮眼深度超过 2.5m 时，应采用二级或三级或多级复式楔形掏槽。

5.4 辅助孔布设

辅助孔布置在掏槽孔和周边孔之间，炮孔间距根据围岩种类即所处不同位置从 $60 \sim 100\text{cm}$ 之间选取，施工中可做适当调整。

5.5 周边孔布设

周边眼布置在距开挖断面边缘 $0.1 \sim 0.2\text{m}$ 位置，周边眼的眼底要朝隧洞轮廓线方向倾斜，当隧洞穿过的岩体坚硬时，眼底可达到或稍稍超出轮廓线位置；岩体中等坚固时，间距一般取炮孔直径的 $8 \sim 15$ 倍，眼底距轮廓线约 $0.1 \sim 0.2\text{m}$ ；在松软岩体中，炮眼不必倾斜，眼底距轮廓线的距离与眼口处相同。

本隧洞各类围岩均采用光面爆破，以减少对围岩的扰动，在节理裂隙发育的岩石中，应取小值；在整体性较好的岩石中，应取大值。周边孔间距一般为 $50 \sim 75\text{cm}$ ，施工中可做适当调整。周边孔钻孔时应提高钻孔精度，以减少超欠挖，并保证开挖轮廓面积。周边孔爆破时应同时起爆，确保爆破质量。

5.6 光面爆破参数

a. 不耦合系数。合理的不耦合系数应使炮孔压力低于岩壁动抗压强度，而高于动抗拉强度，本工程选用不耦合系数为 1.31 。

b. 光面炮孔间距。一般取炮孔直径的 $8 \sim 15$ 倍。在节理裂隙发育的岩石中，应取小值；在整体性较好的岩石中，应取大值；本工程光爆孔间距取 70cm ，施工中可做适当调整。

c. 最小抵抗线 $W(E)$ ，即光面层厚度或周边孔到邻近辅助孔间的距离，是光面孔起爆时的最小抵抗线，一般应不小于光面孔间距。选取与各级围岩相对应的 E 值，本工程为 80cm 。

d. 线装药量： $200 \sim 300\text{g/m}$ 。

e. 不耦合装药结构见图 5。

不同的情况可选择不同的装药结构。在地质构造如破碎松软、渗水、漏水等不良情况严重时，可选择 (a) 或 (b) 装药结构；在情况相对较好时，可选择 (c) 装药结构。

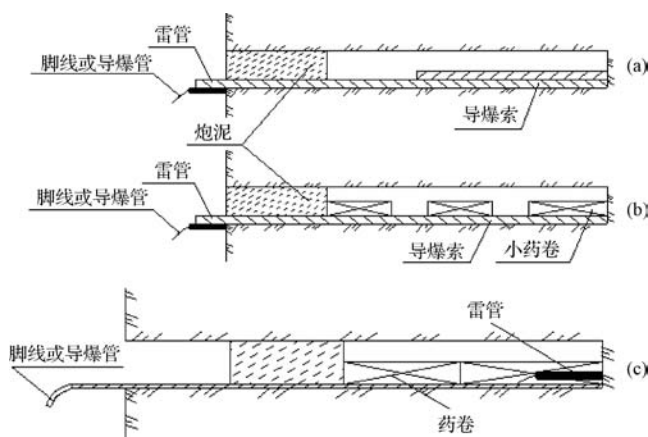


图5 不耦合装药结构

由于地下工程地质情况十分复杂，塌方段处理也无一定模式，具体要视现场情况研究决定，情况严重的位置可在原来的基础上增加辅助孔、周边孔数量，采用特殊装药结构、减少装药量等方法及时调整爆破施工工艺。

5.7 炮孔数

炮孔数目的多少直接影响每一循环凿岩工作量、爆破效果、掘进进度、隧洞成型的好坏，设计时按下式计算炮孔数，在施工过程中根据实际情况可做适当调整，以达到最佳爆破效果。

$$N = 3.3 \times (f \times S^2)^{1/3}$$

式中 N ——炮孔数目，个；

f ——岩石普氏系数；

S ——巷道掘进断面， m^2 。

隧洞岩石普氏系数 $f = 8 \sim 12$ ，本工程为Ⅳ级围岩，岩石普氏系数 f 取值 9。

a. 倒虹吸衔接段：经计算，上台阶围岩面积为 $139m^2$ 。

b. 洞身开挖孔数： $N = 3.3 \times (9 \times 139^2)^{1/3} = 184$ 个。

5.8 装药结构

掏槽眼、辅助眼采用连续装药方式，见图 6。

周边孔参照光面爆破不耦合装药结构。

本工程隧洞开挖采用光面爆破技术时，起爆使用非电毫秒雷管，结合实际开挖后地下水情况，使用 2

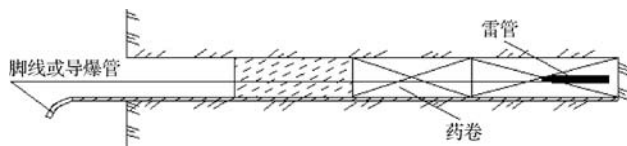


图6 隧洞掘进其余炮眼装药

号岩石乳化炸药。开挖时，严格控制周边眼的间距和钻眼角度，周边眼采用专用的光面爆破药卷或小药卷间隔装药结构，根据隧洞埋深情况严格控制同段雷管的起爆药量，以减少对周围环境的影响。

所有炮眼装药后需用炮泥堵塞密实，以确保爆破效果。

5.9 药量计算

周边眼单孔药量计算公式为

$$Q_k = \pi(d_i/2) \times 2\beta L\rho_0$$

式中 Q_k ——单孔装药量，g；

ρ_0 ——炸药的密度， g/cm^3 ；

L ——炮眼深度，m；

d_i ——炸药直径，cm；

β ——光面爆破炮眼填装系数。

其他各部位炮眼装药量计算公式为

$$q = KaWL\lambda$$

式中 q ——单眼装药量，kg；

K ——装药密度，取 $1.35kg/m^3$ ；

a ——炮眼间距，m；

L ——炮眼深度，m；

W ——炮眼爆破方向的抵抗线，m；

λ ——炮眼所在部位系数，掏槽眼 λ 取 3，辅助眼 λ 取 2。

5.10 各开挖形式具体爆破参数

台阶法光面爆破开挖方式适用于Ⅱ级围岩以及Ⅲ级围岩一般洞身段。掏槽方式：掏槽眼间距为 30 ~ 50cm，台阶法光面爆破炮眼布置见图 2。

将开挖断面分上、下台阶开挖，采用减振控制爆破技术，预计上台阶循环进尺 3.5m，下台阶循环进尺 4.5m，爆破参数设计详见表 1。

表 1 上台阶开挖爆破参数设计

部 位	起爆顺序	炮眼名称	炮眼数量/个	炮眼深度/m	雷管段别	单孔药量/kg	单段药量/kg		备 注
上台阶	1	掏槽眼	6	4		3.0 ~ 3.1	18	42.8	空 孔
	2	掏槽眼	8	4	MS-1	3.0 ~ 3.1	24.8		
	3	辅助眼	16	3.8	MS-3	1.8 ~ 2.0	32		
	4	辅助眼	10	3.8	MS-5	1.8 ~ 2.0	20		
	5	辅助眼	19	3.8	MS-7	1.8 ~ 2.0	38		
	6	辅助眼	21	3.8	MS-9	1.8 ~ 2.0	42		
	7	辅助眼	13	3.8	MS-11	1.8	23.4	43.2	
	8	周边眼	22	3.8	MS-11	0.9	19.8		
	9	辅助眼	19	3.8	MS-13	1.8 ~ 2.0	38		
	10	辅助眼	19	3.8	MS-15	1.8 ~ 2.0	38		
	11	周边眼	31	3.8	MS-17	0.9	27.9		
		合 计	184				321.9		

注 1. 本表以下游倒虹吸衔接段为例。
2. 上台阶开挖支护完成后（90m 全部完成）再行开挖下台阶。
3. 上游倒虹吸衔接段开挖高度由 11.15m 渐变为 20.15m，下游倒虹吸衔接段开挖高度由 15.25m 渐变为 24.25m。
4. 采用台阶分层开挖，上游段：上台阶分层高度为 11.25m，下台阶共分 3 个，台阶高度为 3m；下游段：上台阶 11.15m，下台阶分为 3.36m、3.37m、3.37m 4 个台阶。
5. 下台阶每循环进尺 2m。

下台阶开挖炮眼布置见图 1，爆破参数设计详见表 2。

表 2 台阶法开挖爆破参数设计

部 位	起爆顺序	炮眼名称	炮眼数量/个	炮眼深度/m	雷管段别	单孔药量/kg	单段药量/kg	备 注
二、三、四 台阶左	1	辅助眼	8	2	电子数码雷管	0.9	0.9	单孔单响
	2	辅助眼	8	2		0.9	0.9	
	3	周边眼	5	2		0.6	0.6	
	4	底 眼	8	2		0.9	0.9	
		合 计	29				24.6	
二、三、四 台阶右	1	辅助眼	8	2	电子数码雷管	0.9	0.9	单孔单响
	2	辅助眼	8	2		0.9	0.9	
	3	周边眼	5	2		0.6	0.6	
	4	底 眼	8	2		0.9	0.9	
		合 计	29				24.6	

6 爆破振动校核

根据《爆破安全规程》（GB 6722—2014）中有关规定：本工程隧洞爆破 $f>50\text{Hz}$ ，爆破安全允许振速 V 取 12cm/s ，据《爆破安全规程》规定采用萨氏公式来计算爆破安全允许距离：

$$R = (K/V)^{1/a} Q^{1/3}$$

式中 K 、 a ——与地质地形条件有关的衰减系数，根据《平阳县南湖分洪工程初设勘察报告》，中硬岩石取 $K=150\sim250$ 、 $a=1.5\sim1.8$ ，本工程 K 值取 200， a 值取 1.8；
 Q ——一次爆破的最大药量。
上、下游倒虹吸衔接段， R 取 5m， Q 取 0.9kg。

a. 二衬混凝土自上而下施工,浅孔爆破针对爆区周边一般建(构)筑物的核算如下:

根据《爆破安全规程》GB 6722—2014 中有关规定,本工程爆破安全允许振速:一般建筑物取为 2.0cm/s 根据公式:

$$V = K(Q^{1/3}/R)^a$$

式中 K 、 a ——与地质地形条件有关的系数和衰减指数,查表知,本工程取 $K = 200$ 、 $a = 1.8$;

R ——爆破振动允许安全距离, m;

Q ——爆破时同段最大起爆药量, kg。

本设计按上述验算结果进行毫秒微差爆破设计,控制同段起爆药量符合爆破振动安全要求;将有关数据代入上式得出爆破振动控制表。

爆区周边环境:主要保护上台阶已施工完成的
 $V_1 = K(Q^{1/3}/R)^a = 200 \times (5^{1/3}/0.9)^{1.8} = 10.35\text{cm/s}$ 。

$V_1 = 10.35\text{cm/s} < \text{爆破安全允许振速}(V = 12\text{cm/s})$,符合爆破振动监测要求,对上台阶二衬混凝土无影响。

b. 二衬混凝土自下而上施工,浅孔爆破针对爆区周边一般建(构)筑物核算(无保护对象)。

7 降低爆破振动的操作要求

a. 控制单响最大用药量。

(上接第 23 页)

c. 该方法中还存在许多细节上的技术问题,如试验桩基数较少,没有量化各方案所占比例等,在实际应用中需进一步研究优化。▲

参考文献

- [1] 刘政治. 嵌岩钻孔灌注桩入岩判定[J]. 施工技术, 2009, 38(S): 107-110.
- [2] 陈明举. 嵌岩钻孔灌注桩入岩判定方法分析及应用[J]. 建筑论坛, 2017, 44(13): 117-118.
- [3] 范伟博. 谈钻孔灌注桩的入岩判断[J]. 山西建筑, 2014, 40(6): 84-85.
- [4] 贺志贞, 叶峰. 旋挖桩水下嵌岩成孔施工技术在闸泵工程中的应用[J]. 水利建设与管理, 2020(7): 40-44.
- [5] 李旺. 旋挖钻孔灌注桩在泥质粉砂岩地区施工实践[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2014, 41(11): 67-69.

b. 控制一次爆破最大用药量。

c. 采用毫秒延期及光面爆破,下台阶采用新型电子雷管逐孔爆破。

d. 减小最小抵抗线。

e. 选择合理的装药结构。

f. 加强爆破振动监测。

8 安全检查

建立定期的安全检查制度,定时间、定要求,明确重点部位、重点设备、危险岗位。设定项目部半个月、工区每周、工程队每天一次进行总结和总结,提出整改意见,落实整改措施,并进行复检。

9 结 语

倒虹吸衔接段施工工艺复杂、施工难度大,因此施工前的开挖方法和爆破技术参数的选择尤为重要。通过上述开挖方法和爆破技术参数选择,有效地保证了平阳县南湖分洪工程倒虹吸衔接段的施工安全、施工质量和施工进度。▲

参考文献

- [1] 原丽军. 金洞隧道光面爆破技术研究[J]. 铁道标准设计, 2005(4): 54-56.
- [2] 王力功. 光面爆破技术研究及其在隧道掘进中的应用[J]. 工程爆破, 2001, 7(1): 65-68.
- [6] 苗德滋, 张明义, 白晓宇, 等. 强风化泥岩地基嵌岩打入桩承载性状分析[J]. 广西大学学报(自然科学版), 2018, 43(3): 1169-1176.
- [7] 陈勇, 周末. 嵌岩灌注桩在连云港西墅闸中的应用[J]. 水利建设与管理, 2013(4): 56-58.
- [8] 王诗祥, 刘利萍. 旋挖钻孔灌注桩施工实践[J]. 水利建设与管理, 2010(5): 20-21, 11.
- [9] 周双勇, 谢怡, 夏寒, 等. 利用旋挖机实时钻进参数判定持力层的方法[J]. 重庆大学学报, 2017, 40(11): 56-63.
- [10] 黎中银, 夏柏如, 吴方晓. 旋挖钻机高效入岩机理及其工程应用[J]. 中国公路学报, 2009, 22(3): 121-126.
- [11] 黎中银, 王宏伟, 解大鹏. 旋挖钻机入岩机理和钻岩效率的分析[J]. 建筑机械, 2008(1): 73-77.
- [12] 王铁行, 刘衡, 杨波. 厚层沉渣嵌岩桩承载性状研究[J]. 岩土力学, 2013, 34(7): 2072-2076.
- [13] 张德军, 卢世英, 袁传军. 贯入度在嵌岩桩入岩深度判定中的应用[J]. 地质学刊, 2015, 39(1): 149-152.

DOI: 10.16617/j.cnki.11-5543/TK. 2022.08.09

大体积混凝土结构温控防裂技术研究与应用

宫宝军 华建飞

(浙江省第一水电建设集团股份有限公司, 浙江 杭州 310051)

【摘要】 蒙城水利枢纽工程船闸和节制闸属于大体积混凝土结构, 其温度及裂缝控制是施工一大难点。为了避免或减少温度裂缝产生, 开展混凝土结构温控防裂技术研究, 采用有限元软件, 建立船闸及节制闸混凝土浇筑模型, 开展施工期温度场、仿真分析, 最大限度减小大体积混凝土温差影响, 确保混凝土施工质量。

【关键词】 大体积混凝土结构; 温控防裂; 混凝土浇筑

中图分类号: TV544. 91

文献标识码: B

文章编号: 1673-8241 (2022) 08-041-05

Research and Application of Temperature Control and Crack Prevention Technology for Mass Concrete Structure

GONG Baojun, HUA Jianfei

(Zhejiang No. 1 Hydropower Construction Group Co., Ltd., Hangzhou 310051, China)

Abstract: The ship lock and check gate of Mengcheng Water Conservancy Project belong to mass concrete structures. Its temperature and crack control is a big difficulty in construction. The author carries out research on the temperature control and crack prevention technology of the concrete structure in order to avoid or reduce the temperature crack. The finite element software is adopted to establish the concrete pouring model of the ship lock and check gate. The temperature field and simulation analysis are carried out during the construction period to minimize the influence of temperature difference of mass concrete and ensure the quality of concrete construction.

Key words: mass concrete structure; temperature control crack prevention; concrete pouring

1 项目概况

涡河蒙城水利枢纽工程位于蒙城县城北关涡河上, 由节制闸、分洪闸、船闸三座建筑物组成, 是一座集防洪、排涝、蓄水灌溉、交通运输于一体的枢纽

工程。节制闸过闸流量 $2400\text{m}^3/\text{s}$, 为中型水闸。

船闸主体结构主要由上闸首、闸室和下闸首三个主要部分组成。船闸闸室有效尺寸为 $240\text{m} \times 23\text{m} \times 4.20\text{m}$ (长 \times 宽 \times 门槛水深), 闸室底板总宽 38.80m , 厚 2.80m 。上下闸首均为整体式闸室, 上闸首中间块

收稿日期: 2022-04-20

作者简介: 宫宝军 (1974—), 男, 本科, 高级工程师, 主要从事水利工程管理工作。

一次性浇筑方量最大为 $15.6\text{m} \times 30\text{m} \times 2.8\text{m} = 1310\text{m}^3$ ；
下闸首中间块一次性浇筑方量最大为 $15.6\text{m} \times 30.2\text{m} \times 3.5\text{m} = 1649\text{m}^3$ ；闸室钢筋混凝土底板中间块一次性浇筑方量最大为 $15.6\text{m} \times 20\text{m} \times 2.8\text{m} = 874\text{m}^3$ 。

节制闸为开敞式结构，共 16 孔，单孔净宽 10m，闸室长 23.0m，底板厚度 1.8m，一次性浇筑方量 1106m^3 。

2 技术特点

a. 闸首底板采取先中间后两侧浇筑顺序，每块在竖向方向分为 3 个层次浇筑。

b. 节制闸闸墩，考虑新老混凝土约束和干缩等情况，在闸墩与底板相接近附近布设冷却水管，以缩减底板与闸墩之间的温差，有利于减小新老混凝土结合部位的温度应力。

c. 冷却水管转弯处、连接处做好防水处理。浇筑前，对冷却水管进行试压试验。混凝土浇筑至水管开始通水，一旦开始降温可减缓冷却水流；当降温速率接近或大于允许降温速率时，结束通水冷却。冷却水初始降温采用降水井水，后期可采用由降水井排出水与冷却管排出水中和的温水^[1]。

d. 混凝土温升过程约 36h，温升结束之前开始采取表面保温措施，具体由中心温升过程线确定，可在浇筑完成 24 ~ 36h 开始覆盖棉被保温；保温强度、降温强度、保温降温时间可由现场监测里表温差、表面环境温差、降温速率等综合确定。

3 工艺流程及操作要点

3.1 施工工艺流程

施工工艺流程见图 1。

3.2 操作要点

3.2.1 混凝土冷却水管布置

在船闸闸室底板、上闸首底板、下闸首底板、廊道区域布设冷却水管。冷却水管采用管径 32mm 的铸铁管^[2]，其计算参数见表 1。

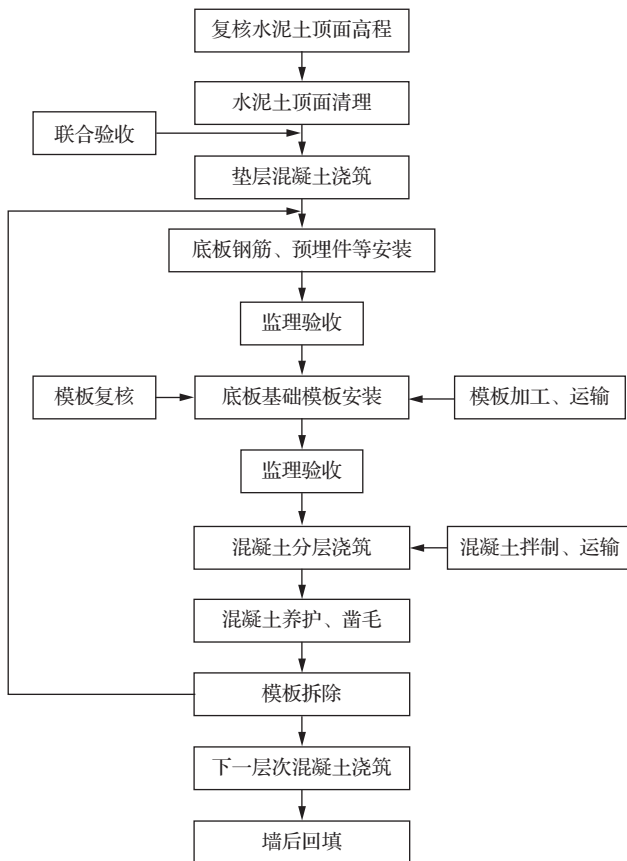


图 1 工艺流程

表 1 冷却水管计算参数

比热/[kJ/(kg·℃)]	密度/(kg/m ³)	流入温度/℃	通水流量/(m ³ /h)	水管外径/mm	对流系数/[kJ/(m ² ·h·℃)]
4.186	1000	20	1.2	32	1100

3.2.2 混凝土结构施工

3.2.2.1 上下闸首空箱以下结构施工

a. 施工分块、分层划分。上下闸首纵向被两条后浇带分为 3 块，施工过程中分块、分层次浇筑混凝土。中间块一次性浇筑成型；边墩空箱以下结构分 3 次浇筑^[3]。分层浇筑见图 2。

b. 基础面和仓面清理。模板封闭前对基础面进行首次清理，确保仓面无积水、积渣和其他杂物。

c. 钢筋制安。钢筋交叉点采用梅花形绑扎，绑扎时采用八字扣交错变换方向，保证钢筋不产生位移。钢筋安装完毕后，放置垫块，间距 1m，采用高

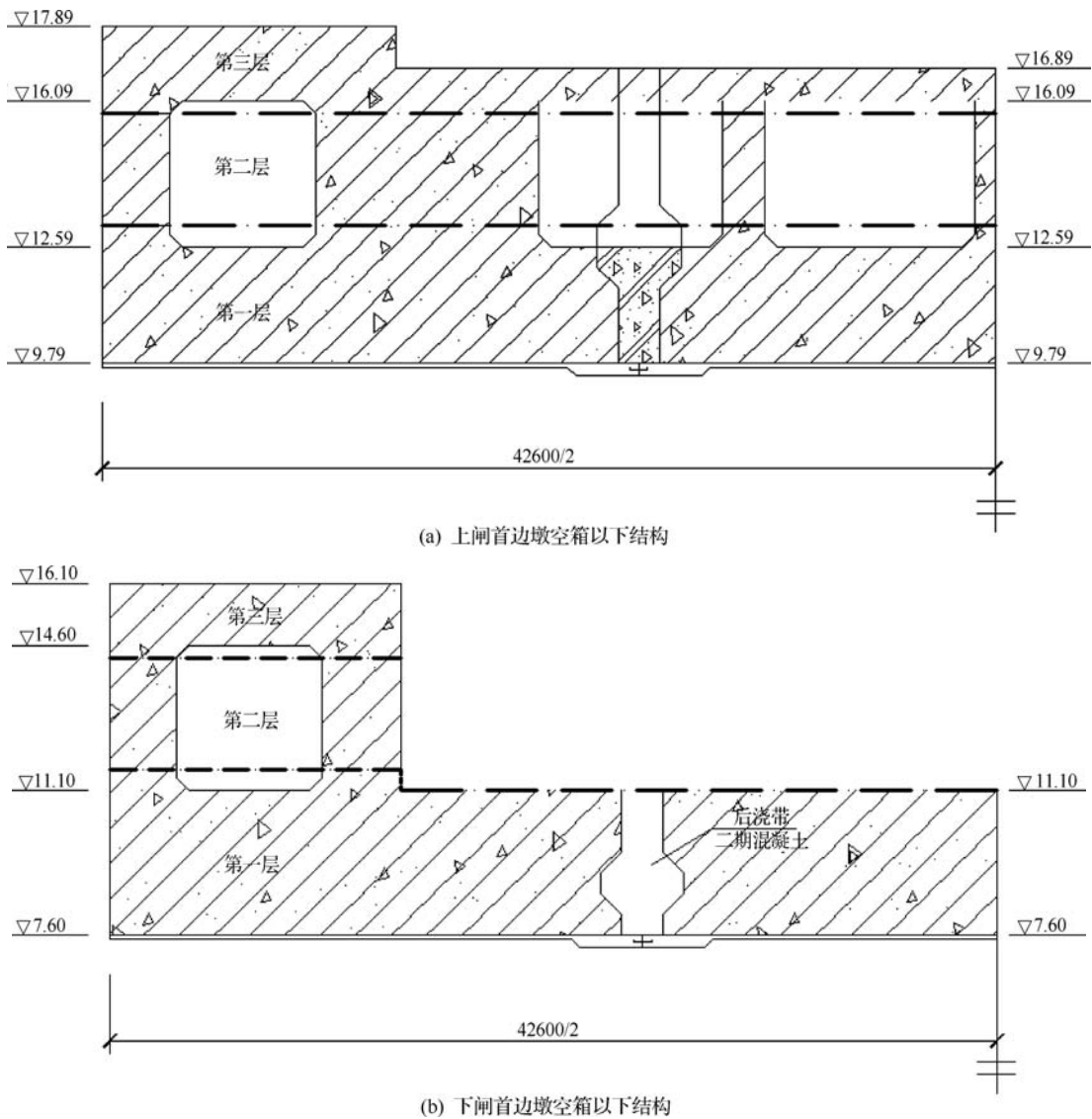


图2 分层浇筑示意图

强度混凝土垫块或花岗岩垫块，厚度满足钢筋保护层要求。根据预先弹好的墙体位置线，将墙（柱）伸入底板的插筋以及后浇带处附加插筋固定牢靠，插入底板深度和甩出长度符合设计和规范要求，同时用钢筋将插筋上部固定，保证甩筋位置准确、垂直、不歪斜、不倾倒及不变位。

d. 模板加工及安装。模板安装前在内表面涂刷脱模剂，等脱模剂晾干后再进行模板安装，以避免脱模剂污染钢筋。在模板架立前认真做放样控制，严格控制模板的偏差。模板加固时在外侧布置 50mm × 70mm 木档作为次楞、φ48 × 3.25mm 钢管作为主楞，

采用 M12 螺杆加固。次楞间距为 35cm，遇到对拉螺栓孔位置适当进行调整，主楞采用双钢管，用山型卡加固固定，对拉螺栓的布置间距为 70cm，而且均布置于统一断面内。模板安装时，采用吊锤调整模板垂直度，且在混凝土浇筑过程中随时检查模板的垂直度，若有偏离须及时纠正。

e. 混凝土浇筑。混凝土采用混凝土搅拌运输车运输，首选从下游通往基坑的施工便道进入下闸首施工区域。

混凝土采用皮带机入仓，浇筑前先对预埋筋和预埋件位置进行复查，确保准确无误，避免返工。为了

保证新老混凝土结合良好,需事先对下部垫层混凝土进行适当洒水湿润或者预先铺设一层2~3cm厚的水泥砂浆。浇筑时应沿着结构物长边方向推进,当仓面不是平时时应按照由低到高的顺序浇筑,浇筑面要保持水平上升。分层浇筑时,每层厚度按照30cm左右进行控制,以保证混凝土初凝前下一层混凝土能及时覆盖。在浇筑过程中安排木工、钢筋工值班,检查钢筋、模板、预埋件等是否出现异常现象,以便及时处理。

按照施工总进度计划安排,底板的浇筑将在秋冬季节进行。因此,在混凝土终凝后及时对其进行养护毯覆盖,并安排专人洒水保湿养护。

3.2.2.2 船闸闸室底板施工

a. 闸室底板的施工划分。闸室底板,由上游至下游依次编号为1~12号闸室段,每一闸室段根据两条后浇带的设置分3块浇筑,先浇筑中间块,再浇筑两边两块,预留出后浇带。

b. 混凝土运输及浇筑。混凝土水平运输采用混凝土搅拌运输车,利用从下游通往基坑的施工便道进入闸室施工区域。

混凝土浇筑采用皮带机入仓,闸室底板中间块混凝土采用单台皮带机顺水流向台阶法浇筑,控制台宽度不小于2m,层厚约50cm。

3.2.2.3 船闸输水廊道模板装设

闸首输水廊道采用木模。模板装设前先将轮廓线弹出,根据结构轮廓线装设模板,搭设满堂支架作为侧模及顶板底模支撑。支撑架立杆采用 $\phi 48 \times 3.5\text{mm}$ 的脚手架钢管(顶部架设专用顶托)。闸室输水廊道采用移动模架配合钢模施工。

3.2.2.4 节制闸闸室底板施工

a. 闸室底板的施工划分。根据施工图纸,节制闸闸室段2孔为一联,共8联,底板混凝土分8块浇筑。闸室底板,由右岸至左岸依次编号为1~8号闸室段,每一闸室段底板一次性浇筑成型。

b. 混凝土运输及浇筑。混凝土水平运输采用混凝土搅拌运输车,利用从下游通往基坑的施工便道进

入闸室施工区域。

节制闸闸室底板厚度1.8m,混凝土一次性浇筑方量小于船闸上、下闸首单次最大的浇筑方量,船闸闸首底板施工时的机械配置和混凝土浇筑方量完全可以满足节制闸闸室底板的施工强度要求。节制闸闸室底板混凝土具体浇筑及养护施工工艺同船闸。

3.2.2.5 船闸闸墙和节制闸闸墩混凝土浇筑

船闸闸墙采用整体式大模板配合移动模架施工,节制闸闸墩浇筑采用组合式钢模板。

船闸闸墙混凝土浇筑采用泵送入仓方式,节制闸闸墩混凝土浇筑采用门机配合吊罐入仓方式,由于浇筑高度较大,为避免混凝土离析现象发生,考虑使用串筒。按照30cm一层严格控制分层厚度,混凝土浇筑连续不间断,确保在下层混凝土初凝前,上层混凝土能够及时覆盖、及时振捣。混凝土入仓速度不宜过快,以免对模板造成较大冲击。混凝土浇筑过程中安排3~5名木工和钢筋工值班,随时监测模板有无跑偏和钢筋骨架有无移动现象,发现异常及时调整,以保证闸墙尺寸正确无误。混凝土浇筑完成及时进行养护。

3.2.3 混凝土温控监测

3.2.3.1 温控监测内容

温度监测主要包括环境体系温度测量和混凝土温度场监测。

a. 环境体系温度测量。环境体系温度监测包括大气温度、冷却水进出水温度测量。

大气温度监测包括当地季节温差、日气温、寒潮等变化规律的测量。选取代表性的冷却水管,在水管进水口、出水口监测冷却水的温度。

b. 混凝土温度场监测。混凝土温度场监测是大体积混凝土温控工作最为重要的内容之一。需要结合温度场的分布特征,通过合理布置一定数量的测温点,监测大体积混凝土内部的温度场变化情况,以指导温控措施的实施或调整,使温控指标满足要求^[4]。

3.2.3.2 温度监测频率及要求

温度监测频率和要求如下:

a. 混凝土浇筑温度监测每台班 24 次。

b. 大体积混凝土的温度监测持续 7 天。升温期间,环境温度、冷却水温度和内部温度每 15min 监测一次,降温期间每天监测 24 次。根据混凝土里表温度监测结果分析,确定终止监测的时间。监测的内容包括:进、出水管的温度;混凝土内部温度;大气温度;混凝土表面温度。

c. 同步监测混凝土温度、环境大气和冷却水的进出水温度。

d. 特殊情况下,如寒潮期间,适当加密监测次数。

3.2.3.3 温度监控测点布置

选取 1/4 结构作为主要测试区域,在该区域布置关键测点,测点的布置考虑混凝土内部冷却水管位置、进出水口位置和温度场的分布规律等。

4 质量控制

4.1 施工安排

a. 拌和站骨料仓设置钢结构遮阳棚和自动喷淋系统,有效降低骨料表面温度。

b. 做好地下水源和制冷设备的采备工作,以便在持续高温的天气随时可以投入使用。

4.2 内部最高温度控制

a. 降低浇筑温度。通过增加运输和入仓设备,提高混凝土浇筑能力,缩短暴露时间;缩短混凝土运输时间,减少转运次数;高温天气对模板进行洒水降温。

b. 经过分析论证认为有必要时,掺入缓凝剂,延长混凝土凝结时间。

c. 按照施工方案进行分层施工,并控制好分层厚度。

4.3 冷却水管的质量控制

a. 冷却水管使用前,先进行压水试验,避免冷却水管后续出现阻水或漏水现象。

b. 升温时段为形成紊流,将通水流量的流速控制在 0.65m/s 以上;降温时段,控制水阀将流速减半,用层流冷却混凝土。

c. 冷却管采用 $\phi 32$ 的黑铁管,管路采用回形方式,水平铺设且各层间水管独立布置,可在循环过程中根据测温数据自动调节温度。

d. 浇筑后 12 天即可进行通水冷却,冷却的前 7 天连续不断通水,当混凝土温度下降超 $1.5^{\circ}\text{C}/\text{d}$ 时停止通水。

e. 为保证混凝土水管中的水化热和冷却水温最高温度差小于 25°C ,控制通水流量为 $20 \sim 25\text{L}/\text{min}$,且每天 4 次更换进出水流方向。

f. 控制冷却水管进水及出水温度差在 10°C 内,控制冷却速度在 $0.6^{\circ}\text{C}/\text{d}$,防止混凝土产生温度裂缝。

g. 冷却管停止通水后,每隔 12h 测量一次混凝土温度,直到新的浇筑层混凝土用细石混凝土将测温孔填实封孔为止,冷却管应灌浆封孔,并裁除伸出底板部分的冷却管。

5 结 语

通过采取优化混凝土配合比、保温降温措施仿真分析和温度场监测控制等措施,最大限度减小了大体积混凝土温差影响,减少了温度裂缝,确保了混凝土浇筑质量。▲

参考文献

- [1] 朱岳明,徐之青,严飞. 含有冷却水管混凝土结构温度场的三维仿真分析[J]. 水电能源科学,2003,21(1):83-85.
- [2] 朱岳明,张建斌. 碾压混凝土坝高温期连续施工采用冷却水管进行温控的研究[J]. 水利学报,2002(11):55-59.
- [3] 刘亚南. 大体积水工混凝土温控防裂技术[J]. 石家庄铁道大学学报(自然科学版),2014(S1):89-91.
- [4] 刘亚朋,李盛,王起才,等. 大体积混凝土温度场仿真分析与温控监测[J]. 混凝土,2019(2):138-141.

DOI: 10.16617/j.cnki.11-5543/TK. 2022.08.10

夯扩挤密碎石桩在排涝泵站地基处理中的应用

赵亚涛 蒋真真 王 潇

(北京金河水务建设集团有限公司, 北京 102206)

【摘 要】 通州区两河水网减运沟综合治理工程项目排涝泵站位于北京市通州区潞城镇, 属副中心建设重点水利建设项目。地勘资料显示, 本工程主要地质为杂填土、粉土、黏性土等, 并存在液化土层, 其地基承载力差。为解决这一问题, 文章通过综合比较分析, 提出了消除液化地基、提高地基承载力的方法, 即采用夯扩挤密碎石桩对排涝泵站工程进行地基加固处理, 并对地基处理效果进行试验检测, 结果显示, 夯扩挤密碎石桩地基处理方式针对“液化地基及地基承载力弱”的问题成效显著, 可为类似工程项目提供参考。

【关键词】 夯扩挤密碎石桩; 排涝泵站; 地基处理

中图分类号: TV675

文献标识码: B

文章编号: 1673-8241 (2022) 08-046-05

Application of Ramming and Expanding Compacted Gravel Pile in Foundation Treatment of Drainage Pump Station

ZHAO Yatao, JIANG Zhenzhen, WANG Xiao

(Beijing Golden River Water Resources & Hydropower Construction Group Co., Ltd., Beijing 102206, China)

Abstract: The drainage pump station of TongzhouTwo Rivers Network Drainage Ditch Comprehensive Treatment Project is located in Lucheng Town, Tongzhou District, Beijing, which is a key water conservancy project of sub-center construction. Geological exploration data show that main geology of the project includes miscellaneous fill soil, powder soil and clayey soil, etc., and there is liquefied soil layer. The foundation bearing capacity is poor. The methods of eliminating liquefied foundation and improving the bearing capacity of the foundation are proposed in the paper based on the comprehensive comparative analysis in order to solve the problem. Namely, the ramming and expanding compacted gravel piles are adopted to reinforce the foundation in the drainage pumping station project. The foundation treatment effect is tested. The results show that the treatment method of tamping and expanding compacted gravel pile foundation is effective in solving the problem of “liquefied foundation and weak bearing capacity”, which can provide reference for similar engineering projects.

Key words: ramming and expanding compacted gravel pile; drainage pump station; foundation treatment

收稿日期: 2022-05-30

作者简介: 赵亚涛 (1993—), 男, 本科, 助理工程师, 主要从事水利水电工程管理工作。

1 工程概况

通州区两河水网减运沟综合治理工程项目排涝泵站位于减运沟综合治理河道标尾桩号 4 + 474 ~ 4 + 630 段,该排涝泵站设计规模为 8.0m³/s,潜水轴流泵 4 台,单泵设计流量 2.0m³/s,设计扬程 3.5 ~ 5.5m,配套电机功率 160kW,总装机容量 640kW。该排涝泵站主体结构尺寸为 24.25m × 24.6m,本工程夯扩挤密碎石桩施工主要用于泵站主体结构基坑、泵站挡土墙结构下部地基处理加固,地基处理加固后须消除地基液化,并满足复合地基承载力达到 180kPa 的要求。

为了保证排涝泵站的施工质量与安全,根据排涝泵站地勘资料及以往类似工程地基加固处理的经验,确定采用夯扩挤密碎石桩进行该工程地基处理,夯扩挤密碎石桩成桩孔主要采用提升柱锤后自由下落的方法,成孔完成后按要求进行分层填料、分层夯扩,形成竖向增强体复合地基,确保地基满足承载力的要求

且消除液化危害,保证建筑物的施工质量。

2 夯扩挤密碎石桩技术参数

通州区两河水网减运沟综合治理工程为了消除地基液化并提高其地基承载能力,选用夯扩挤密碎石桩进行地基处理,夯扩挤密碎石桩桩底高程为 8.86m,槽底施工高程:主体结构出水池段为 15.55m,主体结构泵池段及挡墙区域为 12.93m。

夯扩挤密碎石桩设计桩身直径 550mm,设计桩长为 7.69m 和 5.07m,相应有效桩长有 6.69m 和 4.07m,桩身材料为粒径 20 ~ 100mm 的连续级配砂石,桩位呈正三角形布置,桩心间距 1.50m,桩数 1712 根(桩长 7.69m 的 1285 根、桩长 5.07m 的 427 根)。为保证夯扩挤密碎石桩成桩质量,桩顶施工高程应高出基底混凝土垫层底面 1.0m 以上,施工完毕后将顶部预留的松散桩体挖除,然后再进行铺设垫层施工(见表 1、图 1 和图 2)。

表 1 夯扩挤密碎石桩复合地基设计参数

地基加固处理形式	桩体穿越液化层长度/m	长度/m	直径/mm	布置原则	根数
夯扩挤密碎石桩	4.5	7.69	550	1.5m × 1.5m 等边三角形	1285
		5.07	550		427

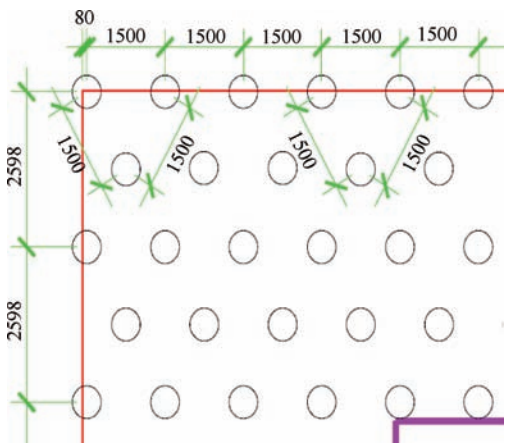


图 1 夯扩挤密碎石桩布桩示意图 (单位: mm)

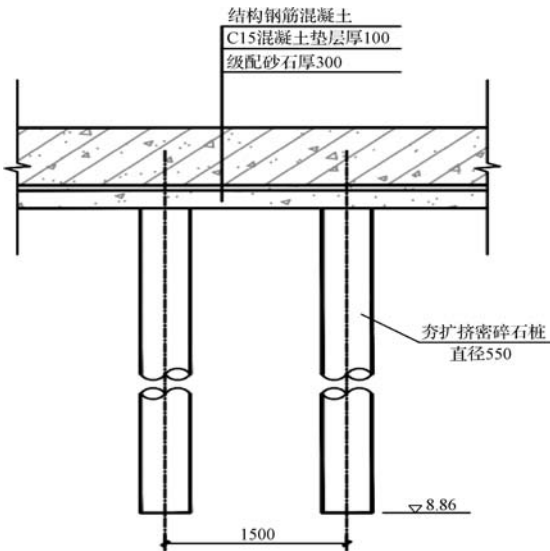


图 2 夯扩挤密碎石桩布结构大样 (单位: mm)

3 桩体夯扩材料指标

夯扩挤密碎石桩复合地基又称柱锤冲扩复合地基，夯扩挤密碎石桩成桩孔主要采用提升柱锤后自由下落的方法，成孔完成后按要求进行分层填料、分层夯扩，形成竖向增强体复合地基，其夯扩填料为级配砂石，级配砂石应采用含泥量不大于5%的碎石、卵石、角砾、粗（中）砂等性能稳定的硬质材料，易风化及易腐蚀、软化的石料严禁作为桩身填料使用。填料要求粒径为20~100mm，级配连续。

4 施工机械设备

排涝泵站工程地基处理加固（夯扩挤密碎石桩）主要采用步履式落锤载体桩机进行成孔及填料夯扩的施工，并配备GPS测量设备1套（Rts-822R3）进行桩位定点、装载机等配合填料施工（见图3、图4）。



图3 步履式落锤载体桩机

5 施工工艺

施工所需的人、机、料等，应在正式施工前安排完毕，以保证顺利施工。第一步由施工测量人员对桩



图4 全站仪

位进行定位、放设；第二步对夯扩挤密碎石桩打设设备进行安装、调试；第三步开始夯扩挤密碎石桩施工（工艺流程见图5）。

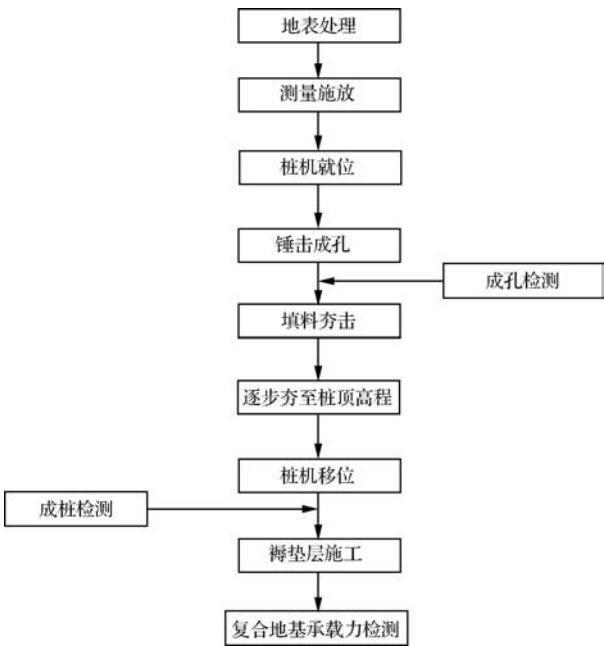


图5 夯扩挤密碎石桩施工工艺流程

5.1 测量放线

根据通州区两河水网减运沟综合治理工程项目排

涝泵站桩位平面布置图，对碎石桩的施工区域进行边界线放设，并撒布白灰线进行标示。

5.2 桩位布设

根据通州区两河水网减运沟综合治理工程项目排涝泵站桩位平面布置图提供的边界区域及角部桩位坐标，由项目部专业测量人员按照正三角形（边长 1.5m）布置原则进行桩位布设，并在相应点位上设置明显标志，桩位测量误差不大于 20mm，定位完毕后报请监理单位验收。

5.3 冲扩桩机移机就位

冲扩桩机对位时，应先对设备进行调平并支撑稳定，然后调整重锤使其中心与桩位中心对齐，重锤距地面不大于 5cm。

5.4 冲击成孔

根据通州区两河水网减运沟综合治理工程地质土层资料以及以往施工经验，选择的冲扩桩机柱锤重 4.0t，锤长 6.0~8.0m，直径 450mm；成孔深度：主体结构出水池段不小于 5.07m，主体结构泵池段及挡墙区域不小于 7.69m；成孔直径：不小于 550mm。成孔过程中如遇不利地质，导致无法完成该桩位成孔工作，应中断成孔，并将该桩位已成孔洞部分分层夯扩至地面高程，然后在其原桩点位周围不超过 1.5m（桩间距）范围内进行重新成孔填料夯击成桩。

5.5 填料

夯扩挤密碎石桩的夯扩填料为级配砂石，级配砂石应采用含泥量不大于 5% 的碎石、卵石、角砾、粗（中）砂等性能稳定的硬质材料，易风化及易腐蚀、软化的石料严禁作为桩身填料使用。填料要求粒径为 20~100mm，要求级配连续，填料采用装载机铲运至桩孔处，配合人工铲运将填料注入孔内，每次填料方量为 0.30m³。

5.6 柱锤夯实

夯扩挤密碎石桩填料应分层填入、分层夯实，严禁超填，保证每次填料量为 0.3m³，且每层填料至少夯击 3 次，末次贯入度（提锤高度 2m）应小于设计

要求，若无法满足，则需继续夯击直至满足贯入度要求。如此反复施工直至距桩顶 2.0m 位置处。

5.7 夯桩顶

为保证桩顶施工质量合格，分层夯扩填料施工至距桩顶地面 2.0m 时应以低锤密击的方式进行夯扩，避免造成地面隆起（隆起不超过 15cm），单击贯入不大于 12cm（见图 6）。

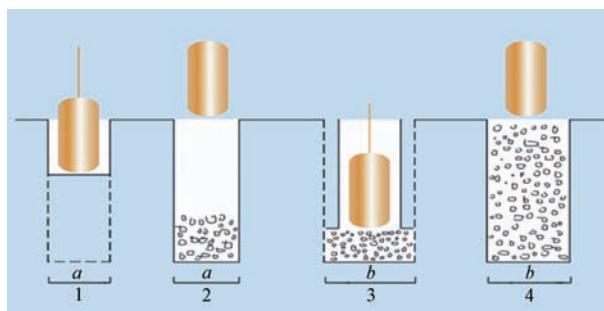


图 6 成孔及夯扩示意图

5.8 清土、凿桩头

待所有夯扩挤密碎石桩施工完毕后，开始进行桩间土清运工作，清运采用小型挖掘机挖土，配合自卸汽车将弃土运至指定地点，然后人工清理槽底。为避免超挖，桩间土清运过程中应安排测量人员定期复核槽底高程。

桩间土清运完毕后，进行桩头凿除工作，桩头顶部采用小型挖掘机进行截断，在截掉大部分桩头后，由人工使用小锤、钢钎将桩顶修平至设计高程，然后报请监理单位测量桩径及截面积。

5.9 试桩

待桩体打设形成 5m×5m 群桩后，进行试桩试验，试验结果合格并报监理审批同意后，再进行后续桩体的打设。

通过复合地基静载试验，检测夯扩挤密碎石桩复合地基承载力特征值是否满足设计要求；通过重型动力触探试验，检测夯扩挤密碎石桩桩体的密实度；通过标准贯入试验，检测夯扩挤密碎石桩桩间土的密实度，并判定是否已消除液化。通过上述试桩试验，保证成桩的承载力满足设计图纸要求，消除地基液化，

并将试验的结果作为施工技术参数用于后续桩体施工。

6 结 语

本文通过夯扩挤密碎石桩施工在通州区两河水网减运沟综合治理工程项目排涝泵站地基处理施工当中的实践,详细阐述了夯扩挤密碎石桩施工工艺及质量控制要点,为后续类似地基加固处理工程的施工提供了指导意见与方向。夯扩挤密碎石桩先通过提升柱锤后自由下落的方法成孔,然后按要求分层填料、分层夯扩成桩。成孔直径一般为300~600mm,深度不大于10m,采用质量为2~10t的柱状锤(简称柱锤),通过自行起重机或其他设备,将柱锤提升至距离地面一定高度后落下,将填充在孔内的填料分层夯实形成桩体,同时对桩间土进行挤密,形成复合地基,并在桩顶部设置200~300mm厚砂石垫层。

夯扩挤密碎石桩复合地基,对由于震动引起的超静孔隙水压力有着良好的消散作用,使地基液化现象大为减轻,同时将砂层标贯锤击数提高了30%,以消除砂土液化现象,保证处理深度范围内地基土上下均匀,为液化砂土地基处理探索了新的途径,不仅如此,还通过严密的施工参数对桩体的质量进行控制,采用合适的夯扩设备对桩身填料进行挤密压实,使松散砂土颗粒重新排列,提高砂土的承载力和压缩模量。

夯扩挤密碎石桩作为一项新技术、新工艺,对粉

土、砂土、黏性土等地层承载力不足以及在地基液化问题的处理方面,有着良好的效果,并且夯扩挤密碎石桩工艺简单,质量易控,施工速度快,且具有无污染、造价低等优点,值得推广应用。▲

参考文献

- [1] 厚盾,李进亮.夯扩挤密碎石桩的施工与质量控制[J].南水北调与水利科技,2008,(Z2):115-116;
- [2] 魏会敏.夯扩挤密碎石桩在砂砾层基础处理中的应用[J].南水北调与水利科技,2006(3):55-57;
- [3] 付殿武,李凤起,戚银生,等.夯扩挤密碎石桩处理液化砂土[J].沈阳建筑大学学报(自然科学版),2010(2):282-285.
- [4] 毛景亚,高艺萌.强夯、挤密碎石桩对液化地基的处理[J].中国新技术新产品,2010(17):82.
- [5] 许芸芸,孙忠强,刘亚昌,等.夯扩挤密碎石桩在沿海高速公路砂土液化地基中的应用[J].铁道建筑,2007(4):66-67.
- [6] 白振江,雷宇,车传金,等.夯扩挤密碎石桩在液化地基处理中的应用[J].南水北调与水利科技,2013(Z2):227-228,230.
- [7] 刘建辉.沿海高速公路夯碎石挤密桩处理砂土液化的应用[J].科技经济市场,2007(6):36-37.
- [8] 薛俭.夯扩碎石挤密桩在地基处理中的应用与分析[J].西北水电,2000(1):34-37.
- [9] 齐典永.碎石挤密桩在液化地基处理中的应用[J].山西建筑,2016,42(10):195-196.
- [10] 张建立.夯扩挤密碎石桩在沿海高速公路地基处理中的应用[J].公路交通技术,2007(2):8-10.
- [11] 邱峰.柱锤夯实扩底灌注桩承载力及影响因素研究[D].天津:河北工业大学,2014.
- [12] 邱峰.柱锤夯实扩底灌注桩承载力及影响因素研究[J].利与南水北调,2018(6):81-82.
- [13] 张勇.做好政府购买水利公共服务的几点思考[J].江苏水利,2015(1):44-45,48.
- [14] 李傲森,宋笑寒,李友泉.鄂北地区水资源配置工程政府购买服务新模式质量监督工作实践[J].水利水电快报,2020(11):57-59.
- [15] 黄河,乔根平,徐波,等.政府购买水利公共服务大有可为[J].中国水利,2013(23):15-18.
- [16] 赵君良.水利工程安全第三方监督管理的优势与特点[J].吉林农业,2018(17):62.
- [17] 马骏,叶利伟.大中型水利工程质量监督政府购买服务实践[J].中国水利,2021(6):73-74.
- [18] 郭利君,尤庆国,张瑞美,等.政府购买水利公共服务现状、问题与对策建议[J].水利发展研究,2020(1):39-42.
- [19] 王军红,黎小红,常静,等.政府购买水利工程维修养护服务绩效评价研究[J].北京水务,2020(5):41-46.
- [20] 李晓旭.购买社会服务在工程质量监督中的应用[J].河南水

建设与管理

山东省重点水利工程建设质量与安全监督检查政府购买服务工作实践

刘淑萍¹ 田志芳¹ 张 斌²

(1. 山东省水利工程建设质量与安全中心, 山东 济南 250013;
2. 山东省水利厅, 山东 济南 250013)

【摘 要】 山东省重点水利工程建设质量与安全检查工作任务重、难度大, 为确保政府监督工作规范、高效, 采取了政府购买社会服务的方式开展监督检查工作。文章阐述了购买服务的背景、组织形式、工作内容与流程及取得的工作成效, 提出了购买服务的单位规范管理的措施, 完善了购买服务绩效评价机制等相关建议, 为充分用好社会专业技术资源提供借鉴示范。

【关键词】 水利工程; 质量; 安全; 检查; 购买服务

中图分类号: TV51

文献标识码: B

文章编号: 1673-8241 (2022) 08-051-04

Key Water Conservancy Project Construction Quality and Safety Supervision and Inspection Government Purchase Service Work Practice in Shandong Province

LIU Shuping¹, TIAN Zhifang¹, ZHANG Bin²

(1. Shandong Provincial Water Conservancy Engineering Construction Quality and Safety Center, Jinan 250013, China;
2. Shandong Provincial Department of Water Resources, Jinan 250013, China)

Abstract: Key water conservancy project construction quality and safety inspection work in Shandong Province is characterized by heavy task and high difficulty. The government purchases social services for inspection and supervision in order to ensure specialized and efficient government supervision work. The background, organizational form, working content and flow of purchasing services and the obtained results are described in the paper. Measures to standardize the management of units purchasing services are proposed. Performance evaluation mechanism of purchasing services and related suggestions are perfected, thereby providing reference and demonstration for making full use of social professional

收稿日期: 2020-03-07

作者简介: 刘淑萍 (1985—), 女, 硕士, 工程师, 主要从事水利工程建设质量与安全监督工作。

and technical resources.

Key words: water conservancy project; quality; safety; inspection; purchasing service

1 政府购买服务背景

2020 年山东省重点水利工程建设投资大，工程建设质量与安全检查工作范围广、时间紧、任务重，仅靠省水利建安中心难以完成该项工作，为确保政府监督工作规范、高效，选取政府购买服务的新型模式开展检查工作。

2 政府购买服务的必要性及可行性

2020 年山东省重点水利工程投资大、工期紧，大量工程建设快速推进后，易出现监督缺位风险。为确保水利工程高质量建设，监督检查工作显得尤为重要。承担该项工作的省水利建安中心处于成立初期，人员少，技术力量较为薄弱；同时需承担多项省内大中型水利工程建设质量安全监督任务，而全省重点水利工程检查工作对专业人员需求量大，仅靠其技术力量难以满足任务需要，且难以满足当前水利工程高质量建设和发展的需要，迫切需要通过政府购买社会服务寻求专业技术力量的帮助和支持。

采用政府采购公开招标的方式，购买社会服务开展检查，利用社会有利资源，可有力推动落实山东省委省政府“根治水患、防治干旱”和强监管的目标要求，强化对山东省重点水利工程建设的质量与安全监督管理工作，加大工程质量检查抽查力度，加强工程实体质量检测，有利于切实把好质量与安全监督关，提高水利建设质量与安全监管水平和效率，严防重大质量事故发生。

根据《国务院办公厅关于促进建筑业持续健康发展的意见》（国办发〔2017〕19 号）“全面提高监管水平”中“政府可采取购买服务的方式，委托具备条件的社会力量进行工程质量监督检查”的要求，山东省水利建安中心通过政府采购公开招标的方式，选择具有相应技术能力的水利工程建设监理、质量检测单位，提供技术服务协助，对在建项目开展质量安全

抽查和实体质量抽检，实现山东省重点水利工程项目全覆盖抽查；开创了山东省水利质量安全监督检查引入政府购买服务机制的先例；与国内同类型购买服务相比，山东省重点水利工程建设质量安全检查购买服务投入规模较大。

3 政府购买服务主要做法

3.1 政府购买服务的组织形式

根据水利工程数量、规模及行政区划，将山东省重点水利工程划分为 3 个片区，每个片区约 4~7 个市。山东省水利建安中心争取 1000 余万元专项资金进行政府购买服务，通过政府采购公开招标，选定了 3 家咨询、监理单位开展检查，每家技术服务单位检查组分别负责 1 个片区。根据招标及合同约定，每家技术服务单位设立 1 个检查工作组，由 5 名以上业务骨干组成，组长需具备高级工程师及以上任职资格，其他人员需具备工程师以上资格。开展山东省重点水利工程建设质量与安全检查期间，各检查组业务上受省水利建安中心直接领导。

本次购买服务为政府购买水利技术性服务，主要以水利工程建设质量监督检查为主，按照《水利部水利工程建设质量与安全生产监督检查办法（试行）》（水监督〔2019〕139 号）、《山东省水利工程建设质量与安全生产监督检查办法（试行）》（鲁水监督字〔2019〕16 号）规定，3 家技术服务单位检查组分别对负责片区重点水利工程进行抽查检查，根据工程类型、规模和重要程度按一定次数或比例进行抽查抽检，确保覆盖全省大、中、小型水库、水闸及河道治理等各类水利工程建设。

3.2 开展检查工作内容及流程

检查组主要服务内容，为对建设、勘察设计、监理、施工、质量检测等参建单位开展的质量策划、质量保证、质量控制、质量服务等工作，以及开展的安

全策划、安全预防、安全治理、安全改善、安全保障等工作进行检查，对工程实体进行实体质量检测；并按照“不同施工阶段侧重不同、发现问题、指导帮助”的原则，对全省抽查项目实行全覆盖检查，对刚开工的项目，重点检查质量保证体系建设，并进行指导帮助；对施工高峰期的项目，侧重施工质量控制和现场检查；对施工进度滞后的工程，靠上监督，及时发现施工中问题，予以指出并指导整改，以确保工程施工质量安全。

3.2.1 制定检查计划

根据工程抽查比例、工程类型、规模等，3家技术服务单位检查组分别确定工程检查计划，在检查过程中，根据工程总体检查计划及工程开工情况，确定每周检查项目清单，并报山东省水利建安中心。

3.2.2 开展工程建设检查及整改复查

重点水利工程建设检查，采取随机抽查方式开展，检查组以座谈了解，查看现场，调阅监理日志、施工记录、质量检测成果、有关工程质量文件或资料等方式进行检查。工程开工初期，检查组重点对项目法人的质量检查体系、监理单位的质量控制体系、设计单位的现场服务体系及施工单位的质量保证体系进行检查；工程施工高峰期，检查组重点检查工程现场质量和安全控制情况，同时检查各参建单位质量保证体系运行情况，检查组成员现场指出问题，提出整改建议和措施，经双方确认后，编制形成《重点水利工程建设质量与安全检查报告》（以下简称《检查报告》），并在规定整改期限内复查问题整改情况。

3.2.3 下发整改通知书

按照《水利部水利工程建设质量与安全生产监督检查办法（试行）》（水监督〔2019〕139号）规定，3家技术服务单位检查组对《检查报告》发现的问题进行定性、分类，提出检查整改意见和要求，并复核责任单位问题整改情况；《检查报告》及时提交给山东省水利建安中心审核，并报送山东省水利厅，由山东省水利厅下发整改通知责令相关责任单位进行限时整改。

3.2.4 报送检查成果

检查工作完成后，3家技术服务单位检查组分别向山东省水利建安中心提交全部检查成果，包括：质量与安全检查计划，质量与安全检查报告，具备相应检测资质的单位开展的实体质量检测报告及相应符合闭环管理的回复材料，质量与安全检查及整改问题台账，质量与安全检查工作周报、月报及年（度）总结，以及质量与安全检查过程中形成的图片、音像等资料等检查成果。

4 政府购买服务取得成效分析

4.1 实现了质量与安全检查计划全覆盖

3家技术服务单位检查组承担了2020年重点水利工程建设质量与安全检查工作，开展了370余次检查活动，80余次实体质量检测活动，实现了重点水利工程建设质量与安全检查计划全覆盖；发现质量安全问题8000余个，基本整改到位；经过前两轮的检查，在后期质量与安全检查时发现，检查的问题数量明显减少，充分说明检查工作开展有实效。同时在检查过程中对工程建设参建单位起到了指导、帮助、提高的积极作用，对水利行业的规范、《水利部水利工程建设质量与安全生产监督检查办法（试行）》（水监督〔2019〕139号）的宣贯、落实起到了促进作用。实践证明，在具有较大规模的质量与安全检查需求下，采用政府购买服务的方式收效良好。

4.2 营造了高压态势

购买检查服务对督促各工程参建单位规范开展工程建设质量与安全工作发挥了重要作用，通过政府购买服务开展检查工作，有效弥补了监督机构专业技术人员匮乏的短板，强化了全省水利工程强监管的力量；通过技术服务单位检查组发现的问题，山东省水利厅通过问题通报、约谈、挂牌警示等方式，在全省范围营造了高压态势，督促参建单位及时整改发现的问题，进一步提升质量安全管理水平。

4.3 确保了水利工程安全度汛

汛前水利工程建设任务十分紧迫，购买服务开展

的高频次、高密度的检查，发现并督促问题及时整改，有利于及时减少质量与安全隐患，为保证重点水利工程建设质量与安全，保障 2020 年安全度汛发挥积极作用。

5 对购买服务的几点建议

5.1 规范技术服务单位管理

5.1.1 制定购买社会服务有关制度

结合工作特点，出台相关的购买社会服务管理办法，建立健全管理机制，明确购买服务工作机制，明确技术服务的工作内容、职责和程序。

5.1.2 提升水利技术服务水平

通过组织专业业务培训、项目指导等方式，不断提升购买的水利技术服务人员的专业知识及工作能力，提高水利技术服务实务操作水平，充分发挥其技术能力。

5.1.3 加强对水利技术服务人员的管理

明确组织和纪律要求，加快服务理念转变，切实将工作中心由工程建设监理、咨询转移到政府监督检查上来，形成技术服务与山东省水利建安中心通力合作、优势互补的模式。同时，在疫情防控的新形势下，加强对人员健康、安全的管理。

5.2 完善购买社会服务绩效评价

购买社会服务评估常采用的是汇报、查看资料、回访等形式，缺少对技术服务质量、服务成效以及服务对象满意度等的综合评价体系，为进一步提升水利社会服务水平，应加快建立可操作化的监管、评价机制，构建有管制的社会服务购买模式，才能有效地为市场提供优质的技术服务，使政府购买水利技术服务步入良性发展轨道。

5.2.1 制定评价指标体系

针对不同的水利技术服务，完善评价机制，建立从服务内容完成、服务质量、服务产出、服务效果、服务满意度等不同方面，分层次、多角度构建差异化的、具体的、全过程的、全方位的绩效评价指标体系。

5.2.2 强化绩效评价管理

技术服务全过程中，制定翔实的、可操作性的评价管理办法，可采用服务单位自评、购买方（或第三方机构）复评、服务对象参与评价相结合的办法。压实购买方的管理责任，按照绩效目标和购买合同开展好购买服务绩效评价工作的实施与管理，通过平时检查评价与集中考核相结合的评价方法，对购买服务的运行质量、成本、效率等各项指标进行分析比较、测评测试、综合评估。技术服务单位根据合同约定和评价管理办法开展绩效自我评价；充分重视和加强社会监督，把检查对象对水利购买公共服务后的感受作为重要的考核指标之一，切实将服务单位自评、购买方评价和社会评价有机结合，保障服务质量不会因市场化而缩水。

5.2.3 用好激励机制

落实购买服务激励机制，对业务绩效好、检查对象满意度高的单位给予表扬及奖励，运用评价准则和奖惩制度激发技术服务单位的内驱力，提升技术服务质量与水平。

5.3 强化购买服务效果应用

技术服务效果应与企业业绩和投标相挂钩，应建立全省水利建设质量与安全监督购买服务台账，在今后购买同类或相似服务项目中，将购买服务效果作为重要参考，对绩效好的企业优先选择，激励服务企业不断提高水利技术服务能力和效能。

6 结 论

在不断优化营商环境的新形势下，市场准入门槛不断放宽，且山东省水利投资逐年加大，水利工程建设监管需求明显提升，大力探索政府购买社会技术服务，取得了显著的积极作用，在强监管的新形势下，要充分发挥购买服务的技术作用，必须建立健全购买服务制度，开展针对性业务培训，加强对技术服务单位及人员的管理，制定绩效评价管理办法，并将技术服务效果与企业业绩和投标相关联，全面建立科学有效的绩效评价机制，激发技术服（下转第 50 页）

DOI: 10.16617/j.cnki.11-5543/TK. 2022.08.12

基于双重预防体系建设的宁波市水利工程施工 安全生产信息化研究

贺立霞¹ 毛凯兵² 徐 燕³

- (1. 宁波市水利工程质量安全管理中心, 浙江 宁波 315016;
2. 宁波市河道管理中心, 浙江 宁波 315192;
3. 宁波市水利工程管理协会, 浙江 宁波 315000)

【摘 要】 为提高水利工程施工安全生产管理水平, 切实加强双重预防体系建设, 通过研发基于危险源辨识元素化方法的信息化管理系统, 制定长效机制, 规范开展危险源辨识、风险评价、风险动态管控等工作, 为水利工程施工建设管理提供信息化、精准化、流程化的管理工具, 实现把危险源管控挺在隐患前面、把隐患排查治理挺在事故前面的目标。成果在栎树港泵站建设管理和亭下水库运行管理中得到了较好的应用, 取得了显著成效, 为水利工程施工安全生产双重预防体系建设提供了可行方案。

【关键词】 危险源辨识; 风险评价; 动态管控; 信息系统; 元素化

中图分类号: TV698

文献标识码: B

文章编号: 1673-8241 (2022) 08-055-05

Research on Safe Production Informatization of Water Conservancy Project in Ningbo Based on Construction of Double Prevention System

HE Lixia¹, MAO Kaibing², XU Yan³

- (1. Ningbo Water Conservancy Engineering Quality and Safety Management Center, Ningbo 315016, China;
2. Ningbo River Management Center, Ningbo 315192, China;
3. Ningbo Water Conservancy Project Management Association, Ningbo 315000, China)

Abstract: A long-term mechanism is formulated in order to improve the safety production management level of the water conservancy project, and strengthen the dual-prevention system construction through the research and development of the information management system based on the hazard identification element method. The hazard identification, risk evaluation, risk dynamic control and similar work are regularly implemented, thereby providing information-based, precise and streamline management tools for the water conservancy project construction management, thereby achieving the goal of managing and controlling dangerous sources before hidden dangers, identifying and controlling hidden dangers before accidents. The results have been well applied in the construction and management of Jianshugang pump station as well as

收稿日期: 2022-05-27

作者简介: 贺立霞 (1975—), 女, 硕士, 高级工程师, 主要从事水利工程建设管理工作。

operation and management of Tingxia Reservoir. Remarkable results are achieved, thereby providing a feasible scheme for constructing double prevention system of safe production in water conservancy projects.

Key words: hazard identification; risk assessment; dynamic control; information system; element

1 概述

安全生产是关系人民群众生命财产安全的大事，是经济社会协调健康可持续发展的重要保障。宁波市作为试点城市，于2016年出台了《宁波市开展标本兼治遏制重特重大事故试点工作方案》，明确了构建安全风险管控与隐患排查治理双重机制建设的重点工作，要求各行业、企业构建完善安全生产责任体系、构建完善安全风险分级管控与隐患排查治理双重预防性工作体系、构建完善安全生产基础保障体系。

水利工程点多面广，在制度管理、设备设施、作业行为、作业环境等方面存在安全风险，以传统的人工为主的管理方式难以实现管理目标，亟需运用信息化手段进行科学有效的管理，严防发生安全生产事故。因此开展水利工程双重预防体系建设信息化研究具有十分重要的意义。

2 存在问题

宁波市水利工程安全生产存在问题主要表现在以下方面：

a. 工作家底不清楚，责任落实不彻底。部分水利工作人员不清楚单位安全生产职责和管理对象，不了解安全生产工作重点和薄弱环节，被动应付现象时有发生。

b. 风险管控措施不全、可操作性不强。相关工作人员对风险管控和隐患排查不重视，缺乏风险管控意识，很少主动开展危险源辨识和风险评估，未有效制定风险管控措施，或制定的风险管控措施不全面、不具操作性。

c. 危险源辨识不全面，隐患排查流于形式。部分工程管理部门存在重危险源辨识、轻风险管控现象，且危险源辨识不够精准细化，安全生产检查比较

粗放，隐患排查不全面、不规范，缺乏针对性，存在较多的盲点和死角，导致危险源辨识与风险管控流于形式。

d. 管理手段落后，长效机制不健全。在信息化、智能化技术蓬勃发展的今天，水利工程安全生产管理依然沿用传统的以人工为主的方式，信息沟通不及时，工作效率低下，工作随意性强，长效机制未建立或标准不高。

为改变宁波市水利工程建设危险源辨识与风险管控现状，破解宁波市水利工程建设重危险源辨识，轻风险管控，管而不严、严而无据等问题，通过创新管理机制，制定工作指南、构建考核标准体系，研发信息化平台等一系列举措，切实提高水利工程建设安全生产效率，在水利工程建设管理中取得了扎实成效。

3 主要做法

a. 以信息化为手段，研发一套水利工程安全生产风险管控与隐患排查治理信息系统。水利工程安全生产风险管控与隐患排查治理信息系统以开放性、标准化、参数化、容错性、安全性、可靠性、可扩充性、易用性为设计原则，采用B/S结构系统，即用户无须安装客户端程序即可直接通过网络浏览器访问的信息系统，大大提高了用户体验感，有利于提高工作效率和用户普及。系统设计采用三层结构，即表现层、逻辑层和数据层。系统总体功能模块主要包括信息总览、我的任务、隐患管理、风险管控、元素总览等。采集工程数据，展示包括“风险四色图”“风险分析”“安全风险清单”“安全风险公告栏”和“岗位安全风险告知卡”等风控信息。

结合现有的风险分级管控管理办法，通过物的不安全状态、人的不安全行为、管理缺陷、环境的不利因素等四个方面，以设定或有事故的方式，进行危险

源辨识、风险评估与管控。

b. 利用元素化管理方法辨识危险源，打造危险源名录通用库。元素化管理源自基层单位管理，其原理是把一个单位的安全生产职责及其管理对象层层分解，细化为相对最小单位（称为元素），每个元素落实责任人，利用移动互联网、物联网、大数据、人工智能等手段，把每个元素安全状况、风险等级、检查过程和隐患排查处理过程反映在网络上，使各级管理人员随时掌握安全生产动态，及时发现并消除安全隐患，保障工程安全。

根据水利部《水利水电工程施工危险源辨识与风险评估导则（试行）》《生产过程危险和有害因素分类代码》（GB/T 13861）相关规定，利用元素化管理方法辨识危险源，所有元素都是危险源，且元素的设置随着管理任务的变化而变化。建立危险源通用名录库，使危险源辨识全面、精准、快捷，不留死角。

元素状态分为安全状态和运行状态，即安全、一般隐患、重大隐患、待查、维修、退出，在系统中分别用绿色、橙色、红色、蓝色进行显示（维修和退出不显示颜色）。具体含义见表1。

表1 安全等级颜色含义

编号	等级	颜色	含 义
1	安全	绿 色	各项指标符合规范要求，没有明显的安全隐患
2	一般隐患	橙 色	存在严重隐患，必须退出运行；本单位可以解决
3	重大隐患	红 色	存在严重隐患，必须退出运行；本单位无法解决，需要主管部门或安监部门参与才能处置的隐患
4	待 查	蓝 色	正在接受检查（属于管理状态）
5	维修	无	该元素存在隐患，并处于整改维修阶段
6	退出	无	该元素退出运行

c. 结合宁波地理环境特色识别危险源，打造危险源名录特色库。宁波地处中国大陆海岸线中段，长江三角洲南翼，浙江省东部的东海之滨。属于北亚热

带季风气候，多年平均降水量在1480mm左右，5—9月降水量占全年的60%。宁波地区地质状况大部分为软土，总体上南部区域以淤泥质黏土或淤泥质粉质黏土为主，北部区域以粉质黏土为主，西部山区以岩石为主，东部沿海以软土为主。通过对宁波地区地质条件、气象和水文特点及工程建设外部特定条件进行全面分析与梳理，全面收集施工现场及施工可能影响的毗邻区域内供水、排水、供电（高压电线、高压电塔）、供气、供热、通信、广播电视等地下管线及危化品管网情况，及拟建工程可能影响的相邻建筑物和构筑物、地下工程的相关情况，补充识别《水利水电工程施工危险源辨识与风险评估导则（试行）》规定以外的危险源，建立符合宁波工程建设实际的危险源名录特色库，使危险源辨识更具有针对性、更加全面精准到位，效率更高、效果更好。

d. 利用现行国家规范评估风险等级，打造风险评估方法库。依据《水利水电工程施工危险源辨识与风险评估导则（试行）》的相关规定，危险源的风险等级评价可采用直接判定法、作业条件危险性评价法（LEC）和风险矩阵法（LS）等方法，对每一个危险源（元素）进行风险评级，根据风险值大小，划分为重大风险、较大风险、一般风险和低风险四类，重点关注较大风险和重大风险两类危险源。建立一个危险源风险等级评价方法库，将常规的参数指标列入系统库中，用户只需选择相应的方法，并结合工程实际选择对应的技术指标，系统即可自动划分风险等级。操作规范、简单，方法可靠，成果可信，可节省大量时间，从而使管理人员从烦琐的事务中解放出来，将更多的精力投入到工程建设管理中来，从而大大提高管理水平与效率。

e. 结合风险类别制定风险管控措施，打造风险管控措施库。根据梳理辨识出来的危险源，评估风险等级，针对较大及以上等级风险的危险源，以及制度管理、设备设施运行、作业行为、作业环境等情况，从“人的行为、物的状态、管理缺陷、环境因素”

等方面梳理可能引发事故的原因，基于风险评级的数据，并结合实际情况，通过工程措施、管理措施、教育措施、个体防护、应急措施五种类型的管控措施，逐一进行风险管控，形成风险管控措施库。

f. 以工程施工进度为依据，实现风险四色空间分布图动态更新。针对水利工程施工危险源演变规律，利用传感器自动监测危险源状态，通过数据模型计算，实时调整危险源风险等级，实现动态调整安全风险空间四色分布图，弥补目前四色分布图一成不变的缺陷；监管部门通过平台大数据梳理分析问题，及时发现隐患，便于有效提醒、有效防范、有效处置，做到重大风险重点监控，重点问题重点督查，更加准确把控危险源监管方向。

g. 以制度为准绳，实现风险分级规范化流程化管控。通过制定《宁波市水利工程安全生产双重预防体系建设工作指南》和《宁波市水利工程安全生产双重预防体系建设考核标准》，采用信息化手段，建立水利工程建设安全生产动态风险分级管控和隐患排查治理长效机制。按规范开展危险源辨识及风险分级管控和隐患排查治理工作，分析、预警安全隐患和事故发展趋势，实现风险分级规范化流程化管控，从本质上提高水利建设工程安全生产管理水平，避免传统方式下走过场、一阵风弊端。

h. 以智能感知为基础，实现危险源辨识风险评估隐患排查治理闭环管理。通过传感器自动监测危险源状态，利用手机 APP 功能完成危险源巡检和隐患排查任务，通过列表的方式，展示危险源巡查内容、巡查频次、重点关注部位或事项、发现隐患、隐患排查整改情况、巡检人、巡检时间等危险源巡检记录。在巡查中可实时上传巡查情况，上传内容包括但不限于危险源状态、问题描述、问题图片等，设计了安全隐患处理的主要工作流程：问题因素录入→问题因素确认→问题因素处理→问题因素排除→恢复到安全状态。确保危险源管控精准有效，隐患排查治理及时便捷。

系统充分利用大数据、云计算、移动互联网等新一代信息技术的发展成果，多系统、多领域、多方位汇总处理制度管理、设备设施运行、作业行为、作业环境、管理基本情况、工程质量安全、项目现场管理、巡检、隐患排查等各类数据，通过排查、整改、反馈，基本做到各类危险源统计及时、状态有底，使风险管控科学高效、精准有力，实现辨识评估排查治理闭环管理。

4 初步成效

引入危险源、事故隐患、安全事故叠加演进理论和元素化管理技术，深入分析水利工程危险源辨识、风险评价和分级管控机制，融合水利部有关规范，从确定范围、危险源（元素）分解、风险评估、等级划定、制定并落实管控措施、隐患排查治理六大环节着手，系统梳理安全风险现状和发展趋势，形成了以精准化、流程化和信息化为特征的水利工程安全生产风险管控模型，推动了水利安全风险预控、关口前移，实现了安全风险自辨自控、隐患自查自治，大大提高了辨识危险源和风险管控的工作效率，应用前景广阔。

系统建成后，已在全市 31 家单位（39 个项目）试点推广，工程建设项目以栎树港泵为例、工程运行管理项目以亭水库工程为例分析应用情况。通过对宁波鄞州区栎树港泵站工程施工过程主要存在的模板工程、围堰工程、临时用电工程、基坑作业、脚手架安装和拆除作业等开展危险源辨识、风险评价，辨识 35 类元素 129 个危险源；确定重大风险 30 个，较大风险 49 个，一般风险 18 个，低风险 32 个；工程可能产生的事故主要有火灾、触电、机械伤害、物体打击、淹溺、车辆伤害、高处坠落、坍塌、其他伤害 12 种；制定危险源的管控措施 203 条；完成危险源巡检 226 次，发现并排除重大隐患 8 个，一般隐患 65 个；为提升安全风险防控能力，实现工程施工安全生产打下坚实基础。根据亭下水库管理站目前水库、电站等

工程现有的管理范围、工作实际需求,结合标准化、精细化、元素化管理要求,开展危险源辨识与风险评估,辨识危险源 102 个,其中重大危险源 16 个,一般危险源 86 个,制定风险管控措施 337 条,完成危险源巡检任务 39 次,未发现重大隐患,发现并排除一般隐患 10 个,确保了工程运行安全。目前水库通过信息化系统开展双控预防工作,使危险源辨识、风险评估和隐患排查治理工作走上了规范化道路,建立了集实效性、操作性和创新性于一体的水库双重预防体系新模式,为实现工程安全运行提供可靠的信息化技术手段。

5 结 语

成果在栎树港泵工程建设管理和亭下水库工程运行管理中进行了有益探索和应用,做到了处处辨识危险源、及时评估风险、随时管控风险,建立了集实效性、操作性和创新性于一体的水利双重预防体系新模式,将水利工程危险源管控工作直观化、清晰化、精

准化,成果应用虽然已取得了初步成效,发挥了一定作用,但在应用过程中,我们仍然发现一些短板与不足。

今后的研究中,将继续挖掘信息化、精准化和元素化三者融合的管理内涵,并有效结合到风险管控体系和隐患排查治理体系中,进一步完善软件系统功能,拓宽成果应用范围,为推动水利工程建设危险源管控的信息化、智能化和精准化做出贡献。▲

参考文献

- [1] 戴孟烈.浅析安全生产元素化管理模式[J].中国经贸(学术版),2007,7(127):39-40.
- [2] 蒋鸿海.宁波市水利水电区域工程地质分区及评述[J].浙江水利科技,2001(3):70-72.
- [3] 贺立霞,潘仁友,徐燕.基于标后履约监管的宁波市水利建设市场信用体系研究[J].水利建设与管理,2022,42(1):47-50.
- [4] 高黎颖.基于模糊事故树的建设工程高处坠落事故风险分析[J].水利建设与管理,2022,42(1):51-55.
- [5] 孙彤,贺喜.减少施工现场安全文明生产管理问题点研究[J].水利建设与管理,2018,38(4):81-84.

(上接第 64 页)化而有所变化,需定期开展风险评估,风险防控措施也应及时调整修正,下一步管理处将根据工程条件的变化和每年的修补加固、维修改造项目进行定期修订。

2022 年,南阳管理处将继续开展“三融合五提升”行动,将安全生产提升年行动与全年安全生产工作、安全生产三年专项整治行动深度融合,明确任务清单中 15 项重点工作与 25 项细化工作的时间节点与任务分工,层层抓好组织实施,同时将安全生产提升年行动纳入年终考核,加强对各维护单位的指导督促,紧盯各项重点任务,确保按进度高质量完成,坚决遏制生产安全事故的发生。▲

参考文献

- [1] 郑林仙,桂单明,张李朋,等.水利建设工程文明安全标准化工地创建[J].水利技术监督,2022(4):9-11.
- [2] 中国安全生产科学研究院.安全生产管理[M].北京:应急管理出版社,2020.
- [3] 莫兆祥,刘军,周晨露.南水北调东线江苏段泵站工程标准化管理探索实践[J].江苏水利,2020(6):62-64.
- [4] 水利部监督司,中国水利工程协会.水利安全生产标准化建设与管理[M].北京:中国水利水电出版社,2018.
- [5] 徐志超,刘杰,杨文涛,等.安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制研究——以南水北调中线干线工程为例[J].中国水利,2021(8):25-27.

DOI: 10.16617/j.cnki.11-5543/TK. 2022.08.13

南水北调中线工程现地管理中 安全风险辨识及管控实践

向德林¹ 瞿行亮²

- (1. 中国南水北调集团中线有限公司渠首分公司, 河南 南阳 473000;
2. 中国南水北调集团中线有限公司河南分公司, 河南 平顶山 467000)

【摘要】 南水北调工程是我国重大基础保障工程之一, 确保工程安全、供水安全、水质安全尤为重要。南水北调中线工程的安管理层级分为中线有限公司、分公司及现地管理处三级。文章从现地管理处安全管理角度出发, 辨识管理范围内的风险, 采用风险矩阵分析法和作业条件危险性评估法进行分级。确定了现地管理处目前的风险等级, 根据风险等级制定相应的管控措施。文中成果可为其他工程管理部门, 尤其是跨区域调水工程的现地管理安全管控工作起到积极的借鉴作用。

【关键词】 南水北调中线工程; 现地管理; 安全风险; 管控对策

中图分类号: TV513

文献标识码: B

文章编号: 1673-8241 (2022) 08-060-05

Practice of Safety Risk Identification and Control in In-Situ Management of the Middle Route of South-To-North Water Transfer Project

XIANG Delin¹, QU Xingliang²

- (1. Canal Origin Branch of China South To North Water Transfer Group Middle Route Co., Ltd., Nanyang 473000, China;
2. Henan Branch of China South To North Water Transfer Group Middle Route Co., Ltd., Pingdingshan 467000, China)

Abstract: The South-to-North Water Diversion Project is one of the major basic guarantee projects in China, and it is particularly important to ensure the safety of the project, water supply and water quality. The safety management level of the Middle Route of South-to-North Water Diversion Project is divided into three levels: Middle Route Limited Liability Company, Branch Company and Local Management Office. In this paper, from the point of view of safety management of local management office, the risks within the management scope are identified, and the risk matrix analysis method and the risk assessment method of operating conditions are used for classification. Determine the current risk level of the local management office, and formulate corresponding control measures according to the risk level. The results of this paper can be used as a positive reference for other project management units, especially for in-situ management and safety control of

收稿日期: 2022-05-27

作者简介: 向德林 (1972—), 男, 本科, 高级工程师, 主要从事水利工程建设管理工作。

trans-regional water transfer projects.

Key words: Middle Route of South-to-North Water Transfer Project; in-situ management; safety risk; control countermeasures

1 概述

南水北调中线工程是特大型调水工程,其所跨流域广,沿线交叉建筑物众多,工程运行过程中会经受各种极端天气、总干渠和交叉建筑物结构破坏、金结机电运行设备故障、水质污染等各种风险事件的考验。同时沿线的外部边界条件相比原初步设计和建设阶段都发生了一些变化,有些变化可能对总干渠的安全运行带来不利影响,使总干渠的运行面临一些风险。

南水北调中线工程的安全管理层级分为中线有限公司、分公司及现地管理处三级,全面系统地分析中线一期工程可能存在的工程风险、洪水风险、调度运行风险及突发公共安全事件等风险,对风险因子进行识别和梳理,分析各种影响工程安全运行的事件发生的可能性以及事件可能造成的人员伤亡、经济损失、社会和环境的影响,提出消除、防范、规避、减免风险的工程与非工程措施建议,对提高该工程的供水保证率 and 安全可靠具有重大意义^[1]。本文以现地管理处南阳管理处为例,结合安全生产标准化创建的工程实际,探析现地管理处管理范围内的工程运行安全风险辨识与管控措施,为类似长距离输调水工程的现地管理提供借鉴经验。

2 安全风险评价依据及划分

2.1 风险辨识依据

现地管理单位对安全风险辨识的主要依据为《风险管理原则与实施指南》(GB/T 24353—2009)、《风险管理风险评估技术》(GB/T 27921—2011)、《南水北调中线干线工程运行管理责任追究规定》(Q/NSBDZX 409.02—2019)、《水利水电工程施工安全管理导则》(SL 721—2015)、《安全风险分级管控管理标准(试行)》(Q/NSBDZX 409.28—2019)、《安全风险变更管理标准(试行)》(Q/NSBDZX 209.21—2020)、

《新技术、新工艺、新材料、新设备设施安全管理标准(试行)》(Q/NSBDZX 209.22—2020)、《危险化学品重大危险源辨识》(GB 18218—2018)、《作业活动安全管理标准(试行)》(Q/NSBDZX 209.23—2020)等。

2.2 现地管理处风险单元划分

南阳管理处根据管理范围,按风险管控要求,划分为三个单元进行分析。

2.2.1 建(构)筑物及设备设施

建(构)筑物及设备设施辨识单元的划分,遵循因地制宜、便于管理、模块独立、范围清晰的基本原则。

南阳管理处辖区管理的主要建筑物及金结机电设备单元划分为8大类。

- a. 输水渠道:一般渠道、高填方渠道、深挖方渠道、膨胀土渠道。
- b. 输水建筑物:分为倒吸虹、渡槽、暗渠、分水口、防洪堤防。
- c. 排水建筑物:分为排水倒吸虹/涵洞、排水渡槽。
- d. 其他穿越设施:分为跨渠桥梁、埋管穿越管线。
- e. 仓库。
- f. 安全生产防护设施。
- g. 安全监测、监控、监视设施。
- h. 其他(如车辆、地源热泵等)。

2.2.2 作业活动辨识单元

作业活动单元的划分,涵盖工程运行过程所有常规和非常规状态的作业活动,将每一项独立完成作业目标的操作或作业划分为一个单元。

南阳管理处将作业活动单元划分为输水调度(正常输水运行调度、应急事件运行调度)、工程巡查、维修养护(绿化日常维护作业、建筑物日常维护作

业、渠道日常维护作业)、设备操作(备用发电机组启动停止操作、地源热泵操作、金结机电设备操作)、交通和安全监测6大类。

2.2.3 安全管理辨识单元

根据安全管理活动将南阳管理处安全管理单元划分为目标、机构和职责、全员参与、安全生产投入、安全生产信息化建设、安全文化建设、操作规程、法规标准识别、教育培训管理、规章制度、文档管理、人员教育培训、设施设备管理、作业行为管理、职业健康、警示标志、安全风险辨识、重大危险源辨识和管理、隐患排查治理、预测预警、应急准备、应急处置、应急评估、事故报告、事故调查和处理、事故档案管理、绩效评定、持续改进、水质管理29大类。

3 安全风险分级标准实践

3.1 风险辨识方法

现地管理处根据自身管理的特点,对设备设施及建(构)筑物辨识单元和安全管理辨识单元采用风险矩阵分析法(LS)进行分级;对作业活动辨识单元采用作业条件危险性评估法(LEC)进行分级^[2-3]。

风险矩阵分析法计算公式如下:

$$R = SL \quad (1)$$

式中 R ——风险值;

S ——事故后果严重性;

L ——事故发生的可能性。

R 值大,说明该系统危险性大、风险大。重大风险、较大风险、一般风险应采取有效的管控措施,降低风险值,直至降到可接受的低风险。

作业条件危险性评估法计算公式如下:

$$D = LEC \quad (2)$$

式中 D ——作业条件危险性;

L ——事故发生的可能性;

C ——发生事故可能造成的后果;

E ——人员暴露于危险环境中的频繁程度。

D 值大,说明该作业活动风险大、危险性大。重大风险、较大风险、一般风险应采取有效的管控措施,降低风险值,直至降到可接受的低风险。

3.2 风险辨识准则

本文以南阳管理处辖区内主要建(构)筑物及设备设施为例进行辨识,辨识单元和安全管理辨识单元采用风险矩阵分析法(LS)进行分级,采用的事故发生可能性判定准则、事故后果严重性判定准则、安全风险等级判定准则见表1~表4。

表1 事故发生可能性判定准则

等级	可能性判定标准
5	未采取防范、保护、监测、控制措施,或危害的发生不能被发现或在正常情况下经常发生此类事件
4	危害的发生不容易被发现,现场没有保护措施,也未做过任何监测,或未严格按操作程序执行,或在现场有控制措施,但未有效执行或控制措施不当
3	危害的发生容易被发现,或曾经做过监测,或过去发生过类似事件
2	危害一旦发生能及时发现,并定期进行监测,或现场有防范控制措施,并能有效执行,或过去偶尔发生事件
1	有充分、有效的防范、监测、控制、保护措施,或员工安全卫生意识高,严格执行操作规程,发生事故或事件可能性极小

表2 事故后果严重性判定准则

等级	法律、法规及其他要求	建(构)筑物	设备设施	调度运行	人员伤亡	直接经济损失
5	违反法律、法规和标准	建筑垮塌渠堤漫顶渠水外泄供水中断	(1) 全线供电系统非计划性停电;(2) 总调中心和备调中心自动化系统同时瘫痪	因调度失误造成: (1) 漫堤事故,发生人员伤亡; (2) 1省或7个及以上地级城市供水中断72h以上	3人以上10人以下死亡,或10人以上50人以下重伤	1000万元以上

续表

等级	法律、法规及其他要求	建（构）筑物	设备设施	调度运行	人员伤亡	直接经济损失
4	潜在违反法规和标准	建筑破坏影响输水渠水外渗管理道路中断	（1）两个以上省（直辖市）供电系统非计划性停电； （2）总调中心或备调中心自动化系统瘫痪； （3）节制闸、退水闸、分水闸无法实现远程控制	因调度失误造成： （1）漫堤事故，但未发生人员伤亡； （2）5个及以上地级城市供水中断72h以上	3人以下死亡，或10人以下重伤	100万元以上，1000万元以下
3	不符合上级或行业的安全方针、制度、规定等	建筑物结构破坏未影响输水渠堤变形开裂管理道路受损	（1）一个省（直辖市）供电系统非计划性停电； （2）分调中心自动化系统瘫痪	因调度失误造成： （1）退水闸应急退水； （2）3个及以上地级城市供水中断或严重影响总干渠正常输水48h以上	丧失劳动力、截肢、严重骨折、听力丧失等	10万元以上，100万元以下
2	不符合安全操作程序、规定	建筑物局部破坏未影响输水边坡失稳未渗水渠外淹没	（1）一个中心开关站供电范围非计划性停电； （2）管理处功能瘫痪； （3）水质自动监测系统或安全监测系统故障	因调度失误造成： （1）渠段水位降幅超标准，渠道衬砌板因水位骤降而破坏； （2）主要分水口门供水中断或严重影响总干渠正常输水24h以上	肢体或某些器官轻伤	1万元以上，10万元以下
1	基本符合	工程完好不影响正常使用	设备设施基本完好，不影响正常使用	基本无影响	轻微受伤、间歇不舒服	1万元以下

3.3 风险控制措施

制定了不同的控制措施（见表3）。

根据辨识出的风险等级，按不同的等级标准^[4-5]，

表3 安全风险等级判定准则和控制措施

评估级别	风险等级	风险值	涉及单位	控制措施
Ⅳ	重大风险	20~25	中线有限公司、分公司、现地管理处	共同采取措施降低风险
Ⅲ	较大风险	15~19	分公司、现地管理处	采取管控措施降低风险
Ⅱ	一般风险	9~14	现地管理处	采取管控措施降低风险
Ⅰ	低风险	4~8		确认现有管控措施持续有效，并适当采取管控措施降低风险
		1~3		确认现有管控措施持续有效，并保持当前风险水平和状态

4 安全风险分级评价结果

南阳管理处每年定期组织开展一次全面的安全风险辨识工作，一般在汛期结束后开始，11月底前完

成对安全风险的辨识、分级和上报。在生产过程中，应及时动态评估和调整，做到安全风险始终处于受控范围内。自2019年开始至今已连续制定安全风险评估报告3年。作业活动中仅针对日常作业活动进行了

风险辨识和分级，对专项施工作业应在作业活动开展前按照施工方案进行专项风险评估，施工过程中若作业条件变化还应及时进行动态评估，施工完成后应进行总结。

2022年初，通过对南阳管理处进行风险辨识、评估分级，最终确定：固有风险中，重大风险78项（占比12%）、较大风险221项（占比35%）、一般风险318项（占比51%）、低风险14项（占比2%）（见图1）。

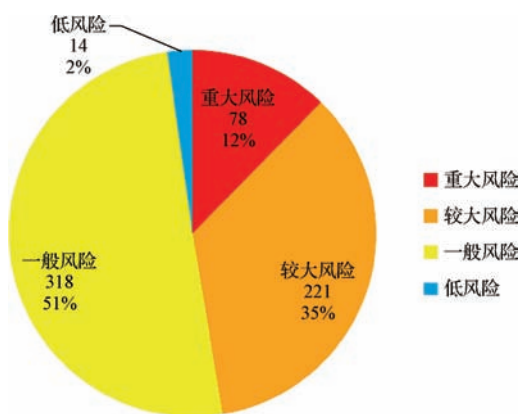


图1 南阳管理处固有风险等级分布

a. 建（构）筑物及生产设备设施单元：南阳管理处共有550项风险，经风险辨识、评估，固有风险中的重大风险78项、较大风险194项、一般风险278项、低风险0项。在采取现有管控措施的情况下，可以将风险均降为低风险。可以看出，在采取现有控制措施下，建（构）筑物及生产设备设施的风险等级基本降到了可接受水平（见图2）。

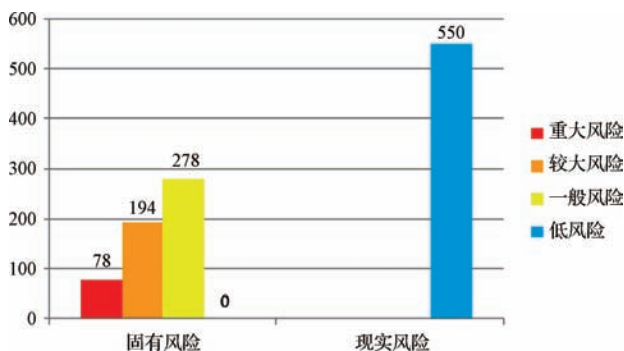


图2 建（构）筑物及生产设备设施单元风险等级分布

b. 作业活动单元：南阳管理处共有81项风险，经风险辨识、评估，固有风险中无重大风险，较大风险27项、一般风险40项、低风险14项，在采取现有管控措施的情况下，可以达到低风险80项，一般风险1项。可以看出，在采取现有控制措施下，作业活动的风险等级基本降到了可接受水平（见图3）。

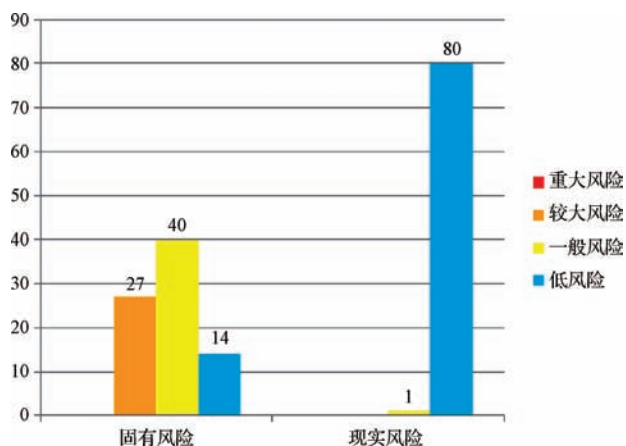


图3 作业活动单元风险等级分布

c. 安全管理单元：南阳管理处在现有管控措施基础上对安全管理活动的现实风险进行分析，共辨识54项风险，其中低风险52项，一般风险2项。在采取现有控制措施下，安全管理的风险等级基本降到了可接受水平。

5 结 语

南阳管理处作为中线工程的现地管理处，从安全生产标准化的角度出发，依据现有的规程规范和水利部、中线有限公司的文件、制度等，全面系统地辨识管理辖区范围内的风险，采用风险矩阵分析法和作业条件危险性评估法进行分级。确定了现地管理处目前的风险等级，根据风险等级制定各项相应的管控措施，近几年的运行实践表明，现有管控措施能够有效降低设备设施或作业过程中存在的风险，管控措施是有效、可行的。

风险因子、风险事件的可能性和影响严重性在工程全寿命期内会随时间延续和条件变（下转第59页）

质量管理 QC 小组活动专题

提高混凝土灌溉渠道施工一次验收合格率

宫晓东 胡光敏 刘建伟

(山东乾元工程集团有限公司, 山东 东营 257000)

【摘要】 为达到项目施工合同要求, 迫切需要提升混凝土灌溉渠道施工一次验收合格率。为此成立了 QC 活动小组, 确定了研究课题, 制定了对策并组织实施, 最终实现良好的经济效益、社会效益、生态效益, 可为其他类似项目提供借鉴。

【关键词】 混凝土灌溉渠道施工; QC 小组; 主要因素

中图分类号: TV523

文献标识码: B

文章编号: 1673-8241 (2022) 08-065-06

Improvement of One-time Acceptance Pass Rate of Concrete Irrigation Channel Construction

GONG Xiaodong, HU Guangmin, LIU Jianwei

(Shandong Qianyuan Engineering Group Co., Ltd., Dongying 257000, China)

Abstract: It is urgent to improve the one-time acceptance pass rate of concrete irrigation channel construction in order to meet the requirements of the project construction contract. Therefore, the QC activity group is established to determine the research topic, formulate countermeasures and organize implementation, thereby finally achieving excellent economic benefits, social benefits, ecological benefits, thereby providing reference for other similar projects.

Key words: concrete irrigation channel construction; QC team; main factors

1 项目概况

德州市 2020 年度国家新增千亿斤粮食产能建设项目施工(平原、陵城、乐陵段)项目(以下简称德州农田项目)旨在将施工区域低产农田通过工程施工手段转变为高产农田, 并配套相应现代化灌溉设

施, 最终达到增产、降能的目的。

2 选题理由

选题名称为“提高混凝土灌溉渠道施工一次验收合格率”, 选题理由如下:

a. 合格率需达到设计要求和项目部要求。根据

收稿日期: 2022-05-27

作者简介: 宫晓东(1985—), 男, 本科, 高级工程师, 主要从事基础科学研究及工程管理工作。

《施工合同》的要求，混凝土灌溉渠道施工一次验收合格率须达到 90%。项目部为争创优秀项目部，提出了更高的质量目标，要求各单位工程一次验收合格率达到 95% 及以上。

QC 小组通过分析已完工混凝土灌溉渠道的质量评定表，并在施工现场进行现场抽检，计算出已完工混凝土灌溉渠道一次验收合格率为 88%，既不能满足设计要求，也不能满足项目部要求。

b. 返工代价过大。灌溉渠道单位工程一旦质量达不到要求，必须进行返工修补。返工会导致人、机、料的二次投入，直接造成经济损失。同时还给项目部、公司带来负面影响，造成不可估量的损失。

3 现状调查

QC 小组通过对已完工混凝土灌溉渠道进行实地检测分析，得出混凝土灌溉渠道施工一次验收合格率偏低的因素，见表 1。

表 1 混凝土灌溉渠道施工一次验收合格率偏低问题统计

序号	影响因素	频数	频率/%	累计频率/%
1	渠道外观蜂窝麻面	32	80	80
2	伸缩缝布设不合格	3	7.5	87.5
3	渠底高程起伏	3	7.5	95
4	开槽后土坯夯实度	2	5	100
合 计		40	100	

经分析，渠道外观蜂窝麻面问题为混凝土灌溉渠道施工一次验收合格率偏低问题的关键问题和症结问题，只有有效解决渠道外观蜂窝麻面问题才能保障混凝土灌溉渠道施工一次验收合格率。

若能将渠道外观蜂窝麻面问题解决 90%，则混凝土灌溉渠道施工一次验收合格率将达到 $88\% + (1 - 88\%) \times 80\% \times 90\% = 96.6\%$ 。

4 设定目标

QC 小组依据项目部提出的要求，结合实际情况，将目标设定为：混凝土灌溉渠道施工一次验收合格率

不低于 96%。

目标设定依据如下：

a. 历史最高水平可达 92%，与目标值差距仅为 4 个百分点。本项目所用渠道衬砌模具为公司其他工程使用的模具，存在结构变形、外壁凹凸等问题，一定程度上造成了施工后渠道产生蜂窝麻面。若重新改造模具，将变形问题解决，则渠道蜂窝麻面问题应有明显提升。

b. 工期允许。通过项目部协调，可将其他分部工程提前，将渠道工程延后，能够给 QC 活动提供较为充足的时间。

c. 项目所在地位于山东省东营市，为全国知名机械制造业中心，机械加工制造厂家多，资源丰富，可为 QC 小组活动提供支持。

QC 小组通过对现有渠道衬砌模具进行技术改造（提高 2% ~ 3%），优化模具组合结构和施工流程（提高 2% ~ 3%），应能在公司最高水平的基础之上显著提高合格率（提高 4% ~ 6%）。则 QC 小组活动后，混凝土灌溉渠道施工一次验收合格率最低能够达到 96%（92% + 2% + 2%）。

5 原因分析

2020 年 5 月 7—8 日，QC 小组运用“鱼骨图”从人、机、料、法、环、测这六个方面分析渠道外观蜂窝麻面的原因，见图 1。

根据鱼骨图提炼出末端因素 9 项，见表 2。

表 2 末端因素统计

序号	末端因素	序号	末端因素
1	培训内容不合理	6	施工方案不合理
2	旁站管理不到位	7	土基压实度不达标
3	机械施工流程不合理	8	测量放线不精细
4	衬砌模具陈旧	9	未及时校对测量仪器
5	物料进场抽检存漏洞		

6 确定主要原因

QC 小组根据 9 项末端因素制定要因确认计划表，

运用多种科学方法进行要因确认，见表 3。

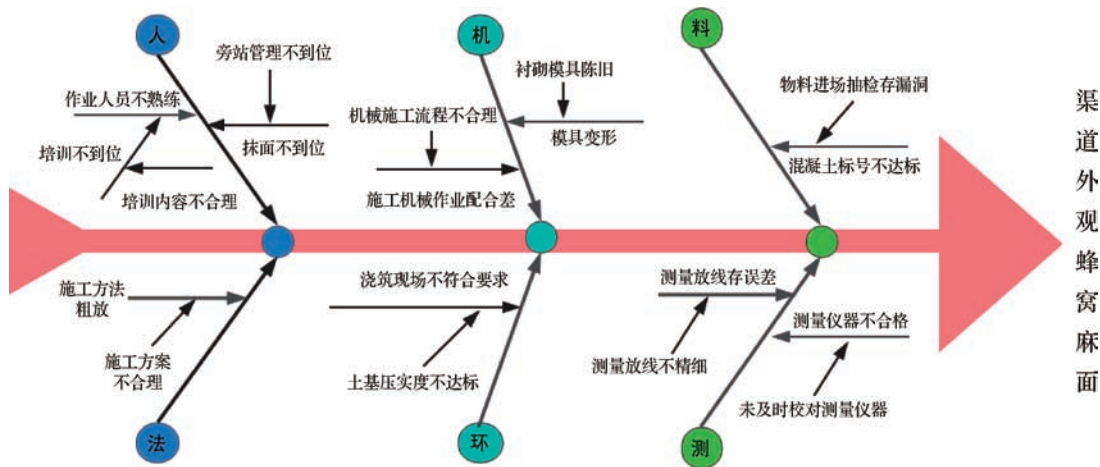


图 1 鱼骨分析

表 3 要因确认计划

序号	末端因素	确认内容	确认方法	责任人	限定时间
1	培训内容不合理	培训内容是否满足工程施工需要	现场调查	牛丽霞	2020 年 5 月 12 日
2	旁站管理不到位	旁站管理执行情况	现场调查 飞检暗访	刘建伟	2020 年 5 月 12 日
3	机械施工流程不合理	机械种类、交叉施工调度方案	现场调查	史庆军	2020 年 5 月 12 日
4	衬砌模具陈旧	模具结构变形情况	现场调查 比对测量	宫晓东	2020 年 5 月 12 日
5	物料进场抽检存漏洞	物料进场报验资料	现场调查	刘晓雪	2020 年 5 月 12 日
6	施工方案不合理	施工方案合理性	现场调查	胡光敏	2020 年 5 月 12 日
7	土基压实度不达标	土基压实度	抽检调查	陈杰	2020 年 5 月 12 日
8	测量放线不精细	测量放线误差	现场调查 二次复核	丁兆柱	2020 年 5 月 12 日
9	未及时校对测量仪器	测量仪器校对报告	现场调查	杨建柱	2020 年 5 月 12 日

QC 小组通过要因确认，判定导致渠道外观蜂窝麻面的主要原因为衬砌模具陈旧。

7 制定对策

7.1 集思广益

2020 年 5 月 13—14 日，QC 小组全体成员根据确定的主要原因对现状进行复核，并在项目部召开对策研讨会，运用“头脑风暴法”各抒己见，提出了合理可行的 4 个方案。

7.2 方案对比

QC 小组根据提出的 4 个解决方案，在有效性、

可实施性、经济性、时间性和可靠性五方面进行评估分析，从制定出的 4 个方案中寻求最佳方案，见表 4。

方案一优势在于有效性，可实施性和可靠性略低，经济性和时间性是短板。

方案二在有效性、可实施性、经济性、可靠性四方面均有优势，但改造过程需要时间，因此在时间性上表现略差，可通过制定方案委托改造方式最大程度缩短改造时间。自行式渠道衬砌模具，可摆脱对卷扬机的依赖，模具边衬砌边行进，不仅降低了施工成本，也提升了施工速度。

方案三在有效性、时间性、可靠性稍占优势，但

是在可实施性和经济性上处于劣势。增加人工二次修复，会提升施工成本，且模具陈旧，通过简单修复无法保障渠道衬砌质量。

方案四的问题在于其他标段的衬砌模具是否适用于本标段，是否满足本标段要求，并且增加了渠道外观人工二次修复，也增加了施工成本。因此方案四在经济性上呈现劣势，其他四个方面也不占据明显优势。

方案四的问题在于其他标段的衬砌模具是否适用经五个方面的评估，最终确定方案二为最佳方案。

表 4 方案对比分析

要因	方 案 种 类	评 估					综合得分	选定方案
		有效性	可实施性	经济性	时间性	可靠性		
衬砌模具陈旧	方案一：根据设计要求，定制满足施工需要的衬砌模具	●	○	△	△	○	13	否
	方案二：对现有衬砌模具进行技改，制备出自行式渠道模具衬砌机	●	●	●	○	●	23	是
	方案三：修复现有衬砌模具，增加渠道外观人工二次修复	○	△	△	○	○	11	否
	方案四：租用其他标段衬砌模具，增加渠道外观人工二次修复	○	○	△	○	○	13	否

注 ●5 分；○3 分；△1 分。

7.3 制定对策表

QC 小组将优选出的方案，依据 5W1H 原则制定对策表，见表 5。

表 5 对策

要因	对 策	目 标	措 施	地 点	负责人	完 成 日 期
衬砌模具陈旧	对现有衬砌模具进行技改，制备出自行式渠道模具衬砌机	(1) 衬砌模具具备自行能力，行进速度达到 80m/h 以上； (2) 模具外壁改造为弹簧刮壁层； (3) 每个模具班组人工投入降低 1/3（降低为 4 人）； (4) 蜂窝麻面每平方米占比≤5%； (5) 铺设速度达到 450m/d 以上	(1) 以现有模具框架为基础，增设发动机、发电机、液压机等机电设备，并增加滚轮便于行进，实现自行功能；	机械厂	宫晓东 胡光敏 刘建伟	2020 年 5 月 20 日
			(2) 将进料口扩大至 1.5m×0.8m，增加入料效率；	试验段	杨建柱	2020 年 5 月 25 日
			(3) 在模具外壁内侧增加弹簧工作组，能够在模具行进过程中，通过回弹达到抹面效果； (4) 在机械厂车间进行上述改装； (5) 在施工区选取试验段进行试验，并根据试验反馈及时调整模具参数； (6) 进一步优化施工流程，在施工现场用改造合格的衬砌模具施工	现 场	陈 杰 刘晓雪	2020 年 6 月 30 日

8 对策实施

8.1 模具改造

为更好地实现改造目标，QC 小组与机械加工厂技术人员共同研究，对模具进行了 3 处改造：

- a. 在现有渠道模具外壁加挂弹簧刮板层，通过弹簧振捣提高渠道外壁表面质量和光滑度。
- b. 在渠道模具上部安装发电机、发动机和液压

机，并将槽钢制作成滑轨（槽钢滑槽备用），便于模具行进。

- c. 拓宽进料口，提高进料效率。

通过现场试制、调试，最终改造出自行式混凝土渠道衬砌机。

8.2 试验段试验

QC 小组在项目区内选取 2km 的渠道施工区段作

为试验段进行铺设试验，并全程跟踪试验数据，渠道

设计图及完工现场见图 2。

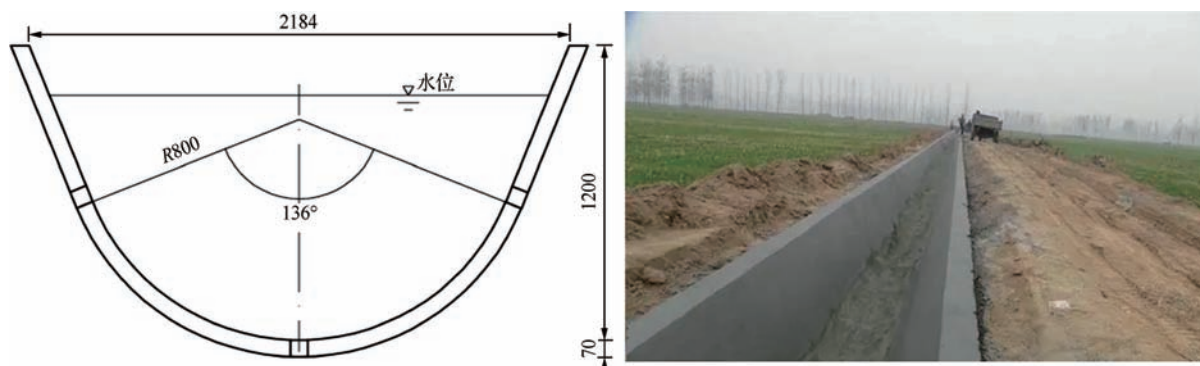


图 2 试验段试验

在 2km 的试验段内，经 4 天试验施工、数据采集（见表 6），得出如下结论：

- a. 渠道铺设单日平均速度达到 497m。
- b. 衬砌模具具备自行能力，自行速度满足渠道衬砌速度要求。
- c. 渠道衬砌所需工人最低可保持在 4 人。
- d. 蜂窝麻面占比 2.5%。

表 6 试验段典型指标统计

序号	典型指标	统计数值	对策目标值	是否达标
1	渠道单日平均铺设速度	497m	≥480m	是
2	衬砌模具最高自行速度	102m/h	≥80m/h	是
3	最低人工投入	4	4	是
4	蜂窝麻面占比	2.5%	≤5%	是

经对比可以看出，研制的自行式混凝土渠道衬砌模具满足对策提出的目标值，能够有效解决症结问题。

8.3 使用新模具铺设渠道

QC 小组使用技改后的自行式混凝土渠道衬砌机，按照优化后的施工流程在项目区进行施工，并在施工过程中不断积累数据和施工技巧，进一步提升施工效率和施工质量，降低施工成本。

QC 小组通过现场实践，提出了在渠道衬砌模具末端增设人工作业台的想法，能够减少 1 名作业工人，由 4 人降低为 3 人。

9 效果检查

9.1 实现预定目标

QC 小组制定的对策在项目实施后，对使用新模具并按照优化后施工流程施工的渠道进行了效果检查，实施期内共计铺设渠道 10.2km，按 100m/点进行评定，共计评定 102 点，合格点数 98 个，合格率达到 96.1%。鉴于蜂窝麻面问题显著解决，则混凝土灌溉渠道施工一次验收合格率达到 $97.2\% = [88\% + (1 - 88\%) \times 80\% \times 96.1\%]$ ，实现了预期目标。

自行式混凝土渠道衬砌机的投入使用，不仅提高了施工质量，施工速度也得到了明显提升，渠道工程主体完工时间由 2020 年 12 月 17 日提前至 2020 年 11 月 19 日，工期缩短 29 天。

9.2 效益分析

9.2.1 经济效益

本次 QC 创建活动完成后，经公司财务部门成本核算，产生经济效益 39.9 万元。

9.2.2 社会效益

通过本次 QC 小组活动创建，顺利解决了混凝土灌溉渠道施工一次验收合格率偏低的问题，得到了业主单位、监理单位、设计单位、项目所在地村委的好评，混凝土灌溉渠道衬砌模具及施工流程取得了显著的效果，其他标段纷纷效仿学习借鉴。

9.2.3 生态环境效益

QC 活动实施后，施工现场减少了机械设备的投

入和人工的使用,改造后的衬砌模具运输、安装、铺设、拆卸均简便快捷,不对周边环境产生二次影响。

10 结 语

通过本次 QC 创建活动,提高了混凝土灌溉渠道

施工一次验收合格率,进一步压缩了施工成本,缩短了工期,活动目标达成。本次 QC 创建活动,改造 4 套自行式混凝土渠道衬砌机,编制了《自行式混凝土渠道衬砌机作业指导书》,为今后类似工程构筑了人力资源、物力保障、技术支撑的有效平台。▲

简 讯

水利部召开水利基础设施建设进展和成效新闻发布会

从 8 月 10 日水利部召开的水利基础设施建设进展和成效新闻发布会上了解到,截至 7 月底,全国完成水利建设投资 5675 亿元,较去年同期增加 71.4%;水利工程施工吸纳就业人数 161 万人,为稳投资、促就业作出了积极贡献。其中,农村供水工程及大中型灌区建设和现代化改造发挥重要作用。发布会上,水利部副部长刘伟平介绍有关情况,并与水利部规划计划司、农村水利水电司、江苏省水利厅、湖北省水利厅负责人回答记者提问。

在上半年水利建设取得重要进展的基础上,水利部会同地方继续扩大水利投资,优质高效推进水利建设。截至 7 月底,全国新开工重大水利工程 25 项,南水北调中线引江补汉工程、淮河入海水道二期工程等标志性重大水利工程相继按期开工建设;在建水利项目达 3.18 万个,投资规模 1.7 万亿元。

农村水利是水利基础设施建设的重点领域。刘伟平指出,今年以来,水利部将农村供水、大中型灌区建设和现代化改造作为惠民生、稳经济、促增长、保就业,实施乡村振兴战略的重要工作,多措并举全力推进。一是强化部署推动。水利部多次专项部署加快推动农村供水工程建设、大中型灌区建设和现代化改造工作,将工作任务分解到省份、落实到项目,明确节点目标,层层压实责任,加强前期工作,尽快开工建设,指导各地全力推进工程建设进度和年度投资计划执行。二是加大资金支持。联合财政部、国家乡村振兴局出台相关文件,支持脱贫地区积极利用乡村振兴有效衔接资金,补齐农村供水设施短板;各地统筹财政资金、地方政府专项债券、银行贷款和社会资本,落实农村供水工程建设资金 743 亿元;安排农村供水工程维修养护中央补助资金 30.7 亿元;安排投资 388 亿元用于 24 处在建大型灌区建设和 505 处大中型灌区现代化改造。三是实行台账管理。分省份建立农村供水、大中型灌区建设和现代化改造项目台账,将工程建设任务分解到周,水利部和省、市、县各级专人盯办,在保障施工质量的前提下,以周保月、以月保季、以季保年,加快项目实施。四是加强督促指导。定期通报投资完成和建设进展情况,对进度较慢的省份采取“一对一”联系督导,赴现场实地调研指导,帮助协调疏通堵点问题,特别是深入分析解决普遍存在的共性问题,有力推动工程建设。

截至 7 月底,各地共完成农村供水工程建设投资 466 亿元,是去年同期的 2 倍多;已开工农村供水工程 10905 处,提升了 2531 万农村人口供水保障水平;农村供水工程维修养护完成投资 25.1 亿元,维修养护工程 6.7 万处,服务农村人口 1.3 亿人。大中型灌区建设和现代化改造完成投资 178 亿元,国务院明确今年重点推进的 6 处新建大型灌区已开工 3 处,大中型灌区建设和现代化改造项目开工 455 处。农村供水工程及大中型灌区建设和现代化改造吸纳农村劳动力就业 35.9 万人。

刘伟平表示,水利部将锚定年度目标,持续推进水利工程建设;抓好农村供水、大中型灌区建设和现代化改造项目实施,着力推动新阶段水利高质量发展,为保持经济运行在合理区间提供有力的水利支撑,以实际行动迎接党的二十大胜利召开。

人民日报、中央广播电视总台、光明日报、经济日报、中国水利报等多家媒体记者参加了新闻发布会。

(来源:水利部网站 http://nssd.mwr.gov.cn/xyw/202208/t20220815_1591164.html)