



Volume 6  
Issue **03**  
December 2023  
ISSN 2661-4790(Print)

# 水利科学与技术

Hydraulic Science & Technology

水利科学与技术

Hydraulic Science & Technology

Volume 6 · Issue 3 · December 2023 · ISSN 2661-4790(Print)



《水利科学与技术》是一本报道世界水利先进技术，介绍全球水利科技工程规划、勘测、设计、施工、运行管理的科学研究和技术经验的开放获取的国际学术期刊。

以水利领域的技术研究人员、管理人员和建设人员为主要读者对象，以水利项目技术的创新和实施全过程的优化为宗旨。本刊是一本拥有高水准的国际性同行评审团队的学术期刊出版物，编者鼓励符合本刊收稿范围的，有理论和实践贡献的优质稿件投稿。

为满足广大科研人员的需要，《水利科学与技术》期刊文章收录范围包括但不限于：

- 水文资源
- 工程基础
- 泥沙研究
- 试验研究
- 金属结构
- 防汛抗旱
- 水工建筑
- 水力学
- 国际水利
- 工程地质
- 水利经济
- 城市水利
- 工程施工
- 机电技术
- 运行管理
- 水工材料
- 水利规划
- 水环境与水生态
- 水利现代化
- 水库移民
- 水土保持
- 农村水利

### 编委会

#### 主 编

江 艳 北京师范大学

#### 编 委

杜春保 西安石油大学

周雄雄 大连理工大学

程 翔 武汉大学

段 凯 中山大学

王佳俊 天津大学建工学院

吴震宇 四川大学水利水电学院

王伟云 沈阳航空航天大学

刁增辉 仲恺农业工程学院

颜 枫 南方科技大学环境科学与工程学院

戴志军 华东师范大学河口海岸学重点实验室

欧阳顺利 内蒙古科技大学

陈 曦 北京大学

沈亚威 七台河市水务局

赵明杰 山东省水利勘测设计院

马海刚 山东省水利勘测设计院

张建伟 中国地质调查局水文地质环境地质调查中心

#### 期刊概况：

中文刊名：水利科学与技术

ISSN：2661-4790 (print)

出刊周期：月刊

出版语言：华文

期刊网址：<https://ojs.s-p.sg/index.php/slkxyjs>

出版社名称：新加坡协同出版社

#### 出版格式要求：

- 稿件格式：Microsoft Word
- 稿件长度：字符数（计空格）4500以上；图表核算200字符
- 测量单位：国际单位
- 论文出版格式：Adobe PDF
- 参考文献：温哥华体例

#### 出刊及存档：

- 电子版出刊（公司期刊网页上）
- 出版社进行期刊存档
- 新加坡图书馆存档
- 万方、谷歌学术等数据库收录

#### 作者权益：

- 期刊为 OA 期刊，但作者拥有文章的版权；
- 所发表文章能够被分享、再次使用并免费归档；
- 以开放获取为指导方针，期刊将成为极具影响力的国际期刊；
- 为作者提供即时审稿服务，即在确保文字质量最优的前提下，在最短时间内完成审稿流程。

#### 评审过程：

编辑部和主编根据期刊的收录范围，组织编委团队中同领域的专家评审员对文章进行评审，并选取专业的高质量稿件进行编辑、校对、排版、刊登，提供高效、快捷、专业的出版平台。

# 水利科学与技术

## Hydraulic Science & Technology

December 2023 | Volume 6 • Issue 3 | ISSN 2661-4790

### 主编

江艳

北京师范大学，中国

SYNERGY PUBLISHING PTE. LTD.

12 Eu Tong Sen Street

#07-169

Singapore 059819



SYNERGY  
PUBLISHING PTE. LTD.

- 1 无人机在水利防汛抗旱工作的应用和探讨  
/ 席娟辉
- 4 沙沱水电站压力钢管外包混凝土施工技术  
/ 李艳艳
- 7 涉县水生态文明建设规划设计  
/ 牛元芳
- 10 预留岩坎爆破开挖设计  
/ 陈明春 吴玉莉
- 13 新能源风电工程建设施工的管理要点探讨  
/ 韩刚
- 16 水利水电工程施工中边坡开挖支护技术应用分析  
/ 刘芹
- 19 水利工程施工中的边坡开挖支护要点思考  
/ 童河华
- 22 对内蒙古河套灌区续建渠道衬砌工程质量控制的思考  
/ 马建军
- 25 珠江三角洲水资源配置工程长距离管道光缆水浮敷设  
方式的研究及应用  
/ 周春永
- 28 浅谈水电工程建设项目建设单位的档案管理  
/ 王仁艳
- 31 水利工程中的新技术与创新  
/ 阮团平
- 34 水利工程施工中水闸施工技术的应用及管理措施  
/ 员强
- 37 可持续发展生态理念在水利设计中的融合应用思考  
/ 于大海
- 40 全过程造价管理方法在水利工程建设中的应用分析  
/ 陈淑媛
- 43 超大薄壁型调蓄水池施工技术  
/ 杨康
- 46 关于抗旱找水打井技术的探讨  
/ 李奎文
- 49 水利工程对环境的影响及防治措施研究  
/ 韩建英
- 52 160km/h 高速地铁水土保持措施设计探索  
/ 王思伟 黄明 高俊 陈传莉 郭炫均
- 55 浅谈水利工程技术中的防水堵漏技术  
/ 小扎西平措
- 58 水利工程在世园区建设中的景观应用  
/ 朱跃龙
- 62 气候变化背景下乡镇水利工程的韧性规划与应对策略  
/ 朱秀河
- 65 山东黄河水文智能在线监测系统研发及应用  
/ 杨钊 李晶莹
- 68 数字孪生平台在黄河下游滩区的应用与探索  
/ 岳成鲲 陈文先
- 71 深埋长距离输水隧洞压力钢管安装施工技术研究  
/ 吕呈欢
- 74 新时期生态修复与水土保持生态建设的路径探索  
/ 刘军
- 77 宁东煤田地下水构造控水机理研究  
/ 陆爱国 芦震 樊发旺 王鹏
- 81 浅谈加强中小型水库除险加固工程施工管理的措施  
/ 周长明
- 84 农田水利灌溉渠道维护与管理措施  
/ 王思钰
- 87 农田水利灌溉模式与相应节水措施探讨  
/ 程言林

1	Application and Discussion of UAV in Flood Control and Drought Relief of Water Conservancy / Juanhui Xi	37	Reflection on the Integrated Application of Sustainable Development Ecological Concept in Water Conservancy Design / Dahai Yu
4	Construction Technology of Outsourcing Concrete for Pressure Steel Pipe of Shatuo Hydropower Station / Yanyan Li	40	Application Analysis of Whole Process Cost Management Method in Water Conservancy Project Construction / Shuyuan Chen
7	Shexian County Water Resources and Water Ecological Civilization Construction Planning and Design / Yuanfang Niu	43	Construction Technology of Super-large Thin-wall Adjustable Reservoir / Kang Yang
10	Reserved Rock Blasting and Excavation Design / Mingchun Chen Yuli Wu	46	Discussion on the Drought-fighting and Water-finding and Well-drilling Technology / Kuiwen Li
13	Discussion on the Key Points of Management in the Construction of New Energy Wind Power Projects / Gang Han	49	Research on the Influence of Water Conservancy Project on Environment and Prevention and Control Measures / Jianying Han
16	Application Analysis of Slope Excavation and Support Technology in Water Conservancy and Hydropower Project Construction / Qin Liu	52	Exploration of Soil and Water Conservation Measures Design for 160km/h High Speed Subway / Siwei Wang Ming Huang Jun Gao Chuanli Chen Xuanjun Guo
19	Reflection on Key Points of Slope Excavation Support in Water Conservancy Engineering Construction / Hehua Tong	55	Discussion on Waterproofing and Plugging Technology in Water Conservancy Engineering Technology / Xiaozhaxipingcuo
22	Reflection on Quality Control of Canal Lining Engineering for Continued Construction in Hetao Irrigation District, Inner Mongolia / Jianjun Ma	58	Landscape Application of Water Conservancy Engineering in the Construction of World Park / Yuelong Zhu
25	Research and Application of Water Floating Laying Method for Long Distance Pipeline Optical Cable in Pearl River Delta Water Resources Allocation Project / Chunyong Zhou	62	Resilience Planning and Response Strategies for Township Water Conservancy Projects in the Context of Climate Change / Xiuhe Zhu
28	Discussion on File Management of Hydropower Engineering Construction Project Construction Units / Renyan Wang	65	Research and Application of Hydrological Intellectual Online Monitoring System in Shandong Yellow River / Zhao Yang Jingying Li
31	New Technology and Innovation in Water Conservancy Projects / Tuanping Ruan	68	Application and Exploration of Digital Twin Platform in the Lower Yellow River Beach Area / Chengkun Yue Wenxian Chen
34	Application and Management Measures of Sluice Construction Technology in Water Conservancy Engineering Construction / Qiang Yun	71	Research on Installation and Construction Technology of Pressure Steel Pipe in Deep Buried Long Distance Water Conveyance Tunnel

- / Chenghuan Lv
- 74 Exploration on the Path of Ecological Restoration and Soil and Water Conservation in the New Period
- / Jun Liu
- 77 Research on the Mechanism of Groundwater Structure Control in Ningdong Coalfield
- / Aiguo Lu Zhen Lu Fawang Fan Peng Wang
- 81 Discussion on the Measures to Strengthen the Construction Management of Hazard Removal and Reinforcement
- Projects for Small and Medium-sized Reservoirs
- / Changming Zhou
- 84 Maintenance and Management Measures for Agricultural Water Conservancy Irrigation Channels
- / Siyu Wang
- 87 Discussion on Irrigation Mode and Corresponding Water-saving Measures of Farmland Water Conservancy
- / Yanlin Cheng

# Application and Discussion of UAV in Flood Control and Drought Relief of Water Conservancy

Juanhui Xi

Zhongbo Information Technology Research Institute Co., Ltd., Ji'an, Jiangxi, 331300, China

## Abstract

Water conservancy flood control and drought relief work has always been the key work of water conservancy, and it is also an important work related to the national economy and people's livelihood. Drones in flood and drought prevention work use an image and video acquisition system equipped with (4G/5G) data communication to transmit images in real time to designated data processing servers. Through intelligent image recognition processing, they analyze and identify the locations of different dangerous situations such as embankment seepage, piping danger, and bank collapse, and issue warning information to achieve timely detection and warning of various dangers, to provide technical reserves and scientific judgments for flood control and drought relief work.

## Keywords

water conservancy flood control and drought relief; UAV; image intelligent recognition processing

## 无人机在水利防汛抗旱工作的应用和探讨

席娟辉

中博信息技术研究院有限公司, 中国·江西吉安 331300

## 摘要

水利防汛抗旱工作一直是水利的重点工作,也是涉及国计民生的重要工作。无人机在防汛抗旱工作中通过搭载的图像视频采集系统利用(4G/5G)数据通信将图像实时传输至指定数据处理服务器,通过图像智能识别处理,分析识别堤防渗水、管涌险情、崩岸等不同险情发生位置并发出预警信息,实现各种险情及时发现、及时预警,为防汛抗旱工作提供技术储备和科学研判提供参考。

## 关键词

水利防汛抗旱; 无人机; 图像智能识别处理

## 1 背景

水利建设以及水利信息化对于中国经济、社会发展举足轻重。自古以来,中国就是水利大国,不管是都江堰,还是大运河,都是数一数二的水利工程。水利工作与经济发展、人民生存紧密相关,传统防汛抗旱工作的开展多依赖于人工乘船或徒步形式采集现场情况,经过数年的信息化建设,中国4G、5G通信网以及信息采集传输系统已经基本形成。太空中有卫星专用转发器传递水情信息,地面上有应急通信车、防汛无线专网、国家公网等信息采集传输手段,但在太空中使用航空器材开展防汛信息采集仍大有可为<sup>[1]</sup>。

当前汛期堤坝防汛措施大多通过人为定期巡堤来发现隐患上报的方式,该方式需花费大量人力,存在巡堤效率低、视野不全面等气象因素影响较大、信息收集反馈不及时等缺点,且人为判定险情受制于个人的经验,无法及时发现隐患,

为防汛工作带来了极大不便。

## 2 现状

水利信息自动化采集和分析是水利信息化的重要组成部分,也是目前水利信息化系统建设中的重点和亮点,有助于实现大小水库、日常农业工业用水、防汛抗旱、基础设施维护等工作的现代化管理和智能化操作。随着水利信息系统应用的逐渐深化和扩展,自动化采集和分析也逐渐朝数字化、网络化和智能化方向发展。基于防汛现状,亟需一套防汛抗旱指挥调度平台,通过采用无人机自动巡防堤坝,运用视频、图像等方式实时采集险情险段的图像数据,通过4G/5G网络实时传送至服务端,并通过险情图像分析算法自动分析图像数据,获取各种应用场景的业务数据,为防汛抗旱工作提供实时数据服务<sup>[2]</sup>。

## 3 实现方案

无人机系统利用航空技术、网络信息技术、通信技术和3S(遥感、地理信息系统、全球定位系统)技术优势,

【作者简介】席娟辉(1982-),男,中国江西新干人,本科,工程师,从事计算机软件工程和通信工程研究。

可以在洪、涝、灾害以及突发抢险、水污染监测、水行政执法、宣传报道等方面开展卓有成效的工作。无人机系统具有影像实时传输、可进入高危地区探测、直接成本低、机动灵活等优点,作为卫星遥感的有力补充,其推广应用可极大地提高水利现代化管理水平<sup>[1]</sup>。

### 3.1 无人机的特点和优势

防汛巡检无人机需达到工业级三防标准,模块化设计,支持自主起降,搭配专用自动驾驶仪和地面站,可实现视距内和超视距全自主飞行,具有续航时间久、机动性强、可靠性高等特点。可搭载一体化光电吊舱和远距离数字图传,具备可见光和红外影像的远距离实时传输,满足航拍航测、监控监测、灾情查勘、水利侦测等需求。

无人机主要具备以下特点:

①机动性强。可灵活穿梭堤坝等复杂的环境进行日常巡检和安防监控工作。

②环境适应性强。全碳纤维结构设计实现工业三防,环境适应性强,可在多种复杂环境下工作。

③使用成本低。携带方便,操作简单,反应迅速,起落对环境要求低。

④多种荷载设备。通过可见光成像、热成像、激光测距(或探地雷达)多种手段执行巡检工作,监控堤坝情况,尽早排除各种安全隐患。

⑤功能强大。支持航线规划、采集点布设。

⑥应急快速反应。无人机接受指令,飞入复杂区域,采集数据图像并回传,对比历史数据,为防汛指挥提供依据。

总体来说,无人机具有体积小、重量轻、操作简单、超视距飞行的特点。

### 3.2 无人机图像采集方式

无人机遥感航空技术以低速无人驾驶飞机为空中遥感平台,用彩色、黑白、红外等摄像技术拍摄地面影像数据,将所获取的数据存储或实时传回控制平台,计算机技术对图像信息进行加工处理。无人机可以搭载多种采集和拍摄设备,其中高清摄像头能够拍摄高清晰像素分辨率,出色的光学反应及色彩还原能力,多方位航拍还原实际环境状况。同时可以实时高清传输,通过5G快速传输,实时高清传输功能,第一时间把实际状况掌握<sup>[4]</sup>。

#### 3.2.1 拍摄测量精度高

无人机在防汛抗旱工作中的应用通常为低空飞行,飞行高度在50~1000m,属于近景航空摄影测量,这样的测量精度达到了亚米级,其精度范围在0.1m。相对于人工测量等传统技术手段,其高精度的特点更符合现今防汛抗旱的技术要求。

#### 3.2.2 图像融合

三维仿真技术对无人机拍摄的照片通过专业软件的合成、处理,生成三维模型,立体、直观地展现地形、环境,

为山洪灾害综合治理提供科学依据和基础资料。无人机数据和影像处理软件通过分析无人机低空遥感影像几何变形原理,对无人机遥感数据进行图像拼接与几何校正,正射精校正等处理后与高精度DEM融合,制作出区域建筑的三维遥感虚拟动态模型;通过分析三维可视化图像,结合调查评价成果和地形资料,对灾害现场进行灾害信息获取和灾情评估。现场影像实时传输决策支持,当遇到灾情险情,无人机可第一时间到达现场,采集现场影像和图片,可在发生险情时为决策提供支持<sup>[5]</sup>。

### 3.3 无人机一键巡航

无人机一键巡航,采用无人机自动巡航及5G传输技术,采用无人机自动换电,可实现固定航线自动巡检、巡航图像实时传输、信息源信息收集、问题敏感点定点拍摄等功能,实现了科技防洪模式,推动防汛抗旱工作从“人+工具”的传统模式向“机器+数据”的智能模式转变。解决了无人机需要专业人员操控、通勤不便、户外工作环境艰苦、数据识别繁琐等问题。

#### 3.3.1 自行设定轨迹

管理员可根据需要,预先设定巡查轨迹,无人机将按照设定的轨迹自动巡检,自动完成预先确定的航路和规划的任务;节省了人力的同时,一些人力不便到“死角”和盲区也将得到有效的巡查,进一步拓展巡查范围、提高了巡查效率。

#### 3.3.2 自主换电续航

一旦巡航时电池电量达到临界值,无人机可自行在电量耗尽前飞回机库,机械臂更换电池并充电。全过程无需人员到现场更换电池,完美解决自动续航问题

#### 3.3.3 画面实时传输,问题定点拍摄

利用5G、无人摄像机与地图定位数据实时传输,巡查画面高清高质及数据的实时回传。通过云端进行自主分析和处理,自动生成作业报告;工作人员可在电脑上查看无人机拍摄的实时画面和报告,同时工作人员可以操纵杆实现无人机升降、镜头拉伸,对可疑点、敏感点进行确认,并拍摄现场画面、现场证据即时保留提供有力支撑。

### 3.4 无人机在防汛抗旱的应用及优势

长期以来,中国在防汛抗旱方面的监险抢险方法和工作都较为传统,缺少更加准确、科学和便捷的相关设备及技术,而无人机技术的出现,则有助于进一步完善防汛抢险工作的精准性和高效性。目前,中国的防汛抗旱工作不但门类较多,而且任务繁重,因此,通过使用无人机等智能化设备来提高整个防汛抗旱工作的效率。依托无人机等智能化设备的辅助,使整个防汛抗旱工作更容易开展和解决。

无人机的视野优于人工,在实际的图像采集工作中,无人机能够对整个灾害区域进行实时的信息采集,而且可以通过无线网络将整个区域的影像第一时间传回工作人员手中,而人工采集相对来说存有局限性,可能需要十几个人共

同进行图像采集,才能和一架无人机的工作效率相抗衡。

无人机应用于防汛抗旱工作,简化了整个防汛抗旱工作的工作强度,大大解放了整个工作中,有关前期的图像信息采集工作的人力资源成本,在提高整个防汛抗旱工作的效率的同时,还有效地节约了整个防汛抗旱工作的成本。

无人机应用可以提高整个防汛抗旱工作的自动化控制,减少整个防汛抗旱工作过程之中的人员使用,能够切实提高整个防汛抗旱工作解决相关问题的效率;同时还结合 AI 图像分析,根据险情信息智能化归集险情相关材料并发起险情预警事件,进行一体化流程处置,处置人员可通过系统远程操控无人机设备,实时追踪现场状况和智能指挥调度。

#### 3.4.1 隔空对话,推动紧急救援

和受困人员对话,通知救援方式,安抚受困人员心情,稳定局势,配合紧急救援,派送物质及救援工具等,为紧急救援争取更多时间,检修通信网络基站设备,尽快修复通信网络,无人机布线通信光缆则能合理有效摆脱地形地貌和别的危害工程施工的不利条件,保证了安全施工,又以最短的时间完成了抢修。

#### 3.4.2 即时观测,把握讯息

可以深入受灾地区,实时监控,反馈信息,精准定位,降低灾难风险性。

#### 3.4.3 防汛指挥调度,提升远程调度能力

在水情灾情发生之后,决策部门必须对灾情现场的实时发展状况进行及时掌握。首先无人机升空,对空域进行前期摸底了解。布置飞行任务,确定重点拍摄对象,确定飞行范围,确定飞行航线。然后执行飞行任务,拍摄实时全景动态影像,运用远程数据传输与通信系统将数据传回后方指挥部,让决策者直观看到灾区宏观图像,适时展现灾情变化、洪水淹没程度,使指挥决策更加高效、专业、准确。还可以将应急指挥车的移动会议系统和后方进行视频会商,确定救灾方案,使得防汛调度指挥决策专业化、高效化。

### 3.5 无人机在水利行业的其他应用

#### 3.5.1 蓄滞洪区预警,提前完成预警部署

通过无人机机载设备获取遥感航拍图像和数据,帮助构建区域三维模型,协助水管部门在汛情旱情监测、水域规划工作中进行直观分析和决策指挥。

完成实时水文监测、河道比较、水库水位监测、洪水区域检查、淹没区域和水毁桥梁统计。

#### 3.5.2 实时数据采集,动态情况一手掌握

利用无人机技术对其管辖范围内的水域进行动态监测,

记录管辖范围内水域的实时变化,并通过水域基本数据建立水域统计和水域调查。逐步实现水域管理信息化,满足社会经济发展和水域管理的需要。利用监测结果,建立流域变化,非法占用水资源数据库,为水资源管理提供依据。第一时间掌握水资源调查信息,掌握地面水资源利用信息和水资源调查结果。地面站可以基于实时空中监测数据清楚地分析水文数据的实时动态。

#### 3.5.3 河(湖)长制信息化管理,增强预判能力

在各级河长常态化巡河中,引入无人机遥感技术,能够自动化、智能化和快速获取国土、资源及环境等空间遥感信息,同时具有高分辨率图像实时传输、高风险区域检测、低成本和灵活性等优点。能够将河道高清影像适时导入河长制管理信息平台,对河湖岸线情况、违法占地、非法排口、治理效果等实现“精准”监测和记录,有效提升巡河效率,助力河道基础数据、工程建设情况、岸线管护成效数字化管理,推动和提升河长制下的河道治理等多方面的综合管理。

## 4 结语

智能化、数字化是国家水利建设的重要发展方向,未来将携手在全国“因地制宜”构建以在线精准监测为基础,以网络协同共享为纽带,以数字孪生和智能分析为核心,以智慧调度和自动控制为目标的国家水利工程智能化体系,打造出更多新样板,做活“水文章”。

通过无人机构建的防汛抗旱一体化应用,横向与城市智慧大脑、智慧农业、雪亮工程等平台实现信息共享,纵向与“防汛抗旱”“河长制”等信息平台实现互联互通,使之成为一个有宽度、有深度的水利信息化平台,为汛期打破信息壁垒,实现科学联合调度提供了第一手资料。

## 参考文献

- [1] 陈宇,付贵增,凌峰,等.无人机技术在水土保持中的应用现状与展望[J].海河水利,2018(3):3.
- [2] 原泉.高分遥感和无人机技术在水土保持监管中的应用[J].中国高新区,2017(24):1.
- [3] 赵云云,霍惠玉.无人机技术在水土保持监测中的应用探讨[J].河北水利,2017(11):1.
- [4] 赵俊华,朱艳华.无人机遥感在水土保持领域的应用[J].人民长江,2017,48(12):3.
- [5] 姜德文.高分遥感和无人机技术在水土保持监管中的应用[J].中国水利,2016(16):4.

# Construction Technology of Outsourcing Concrete for Pressure Steel Pipe of Shatuo Hydropower Station

Yanyan Li

PowerChina Bureau Sinohydro 16 Co., Ltd., Fuzhou, Fujian, 350003, China

## Abstract

In the construction of outsourcing concrete of pressure steel pipe in Shatuo hydropower station, the construction methods and technical measures such as high flow concrete pouring, complex concrete warehousing system and so on are adopted to ensure the construction progress and quality of concrete construction, and provide experience for the construction of outsourced concrete of steel pipes with similar construction conditions in the future.

## Keywords

Shatuo hydropower station; pressure steel pipe; outsourced concrete; construction technique

## 沙沱水电站压力钢管外包混凝土施工技术

李艳艳

中国水利水电第十六工程局有限公司, 中国·福建 福州 350003

## 摘要

沙沱水电站压力钢管外包混凝土施工中, 采用了高流态混凝土浇筑, 复杂的混凝土入仓系统等施工方法和技术措施, 保证了混凝土施工进度和质量, 为以后相似施工条件的钢管外包混凝土施工提供了经验。

## 关键词

沙沱水电站; 压力钢管; 外包混凝土; 施工技术

## 1 工程概况

沙沱水电站位于贵州省沿河县城上游约 7km 处, 距贵阳市 442km, 距遵义市 266km, 至乌江口河道里程为 250.5km, 下游有彭水水电站, 上游为思林水电站。引水系统布置于河床左岸, 采用一机一管供水方式, 由引水渠、进水塔、混凝土渐变段和压力钢管四部分组成, 单机引用流量  $492.27\text{m}^3/\text{s}$ 。引水轴线方位 ( $\text{N}47^\circ\text{E}$ ) 与坝轴线垂直。沙沱水电站设计安装 4 台 28 万 kW 的水轮发电机组, 进水口前沿宽 130.10m, 通过四条压力钢管单元引水至发电厂房, 压力钢管采用坝后布置, 在下游坝面预留浅槽, 管道埋入坝面 1/2 直径。压力钢管采用钢衬钢筋混凝土管结构, 钢管内径 10m, 外包混凝土 1.5m。

每条管道包括下平段、下弯段、斜直段、上平段、上弯段、回填混凝土六个部分。引水管道外包混凝土的施工范围为桩号厂纵 0~099.000m 至厂纵 0~016.100m (管道轴线点桩号), 高程 278.5~339.5m。压力管道起始位高程 328.00m, 与蜗壳

接口高程 282.20m。

## 2 施工条件及施工特点

### 2.1 施工条件

压力钢管安装就位后, 对应的外包砼紧跟着浇筑。根据已经批准的钢管安装施工方案, 钢管安装程序如下 (压力钢管管节编号从上游至下游从 1#~60#):

① 2 # 压力钢管管节安装顺序: 上平段 1#~7# 管节安装、外包混凝土浇筑 → 48# 和 49 # 管节拼焊成始装节一次就位 → 50#~52# 管节由上游向下游逐节就位 → 48#~52# 管节外包混凝土浇筑到腰线 → 47#~27# 管节由下游向上游逐节安装、53#~60# 管节由上游向下游逐节安装同步进行 → 钢管外包混凝土跟进浇筑 → 上游副厂房底板浇筑, 26#~9# 管节继续由下游向上游逐节安装、外包混凝土跟进浇筑 → 凑合节 8 # 管节安装 → 对应外包混凝土浇筑<sup>[1-2]</sup>。

② 1 #、3 # 和 4 # 压力钢管管节安装顺序: 上平段 1#~7# 管节安装、外包混凝土浇筑 → 49# 和 48 # 管节分别就位 (49 # 从主机间进管, 48 # 从上游管槽进管) → 50#~52# 管节由上游向下游逐节就位 → 48#~52# 管节外包混凝土浇筑到腰线 → 47#~9# 管节由下游向上游逐节

【作者简介】李艳艳 (1986-), 女, 中国河南南阳人, 本科, 工程师, 从事水利水电研究。

安装、53#~60#管节由上游向下游逐节安装同步进行→钢管外包混凝土跟进浇筑→凑合节8#管节安装→对应外包混凝土浇筑。

相应部位的压力钢管安装前,1#和6#门机(2011.12.30安装完成)均已形成,可以承担外包砼施工过程中的垂直起吊任务。

压力钢管外包混凝土浇筑前的具体施工形象详见图1。

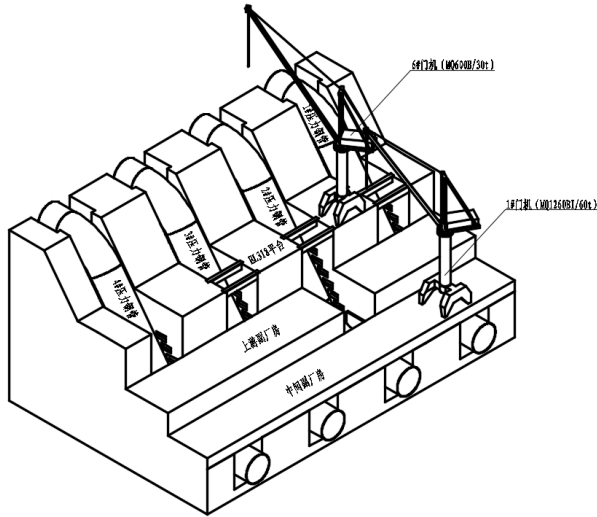


图1 压力钢管外包混凝土浇筑前形象

## 2.2 施工特点

①压力钢管直径达到10.8m,底部平段钢筋和压力钢管支架密集,钢管和混凝土表面之间人员操作空间不到1.5m,仓面清理、冲毛、钢筋安装、混凝土入仓、平仓振捣均很困难<sup>[3]</sup>。

②因中间和上游副厂房底板暗梁已形成,加之钢管两侧空间狭小、钢筋密集,绝大部分混凝土都须采用泵送入仓,泵管铺设工作量很大。

③相邻大坝标段,施工干扰大,仓面清理困难,施工排水缺乏直接通道。

④压力钢管安装与钢管外包混凝土施工相互制约,相互干扰,上下交叉作业,安全隐患突出。

## 3 压力钢管外包混凝土施工

### 3.1 施工总流程

总的施工流程:根据压力钢管安装施工方案,拟定总的施工流程:首先按4#、3#、2#、1#管槽顺序依次浇筑各管槽上平段的1#~7#管节外包混凝土。其次,按2#、4#、3#、1#管槽顺序完成各管槽60#~8#管节外包混凝土的浇筑,但在施工过程中,管槽之间每块的浇筑根据压力钢管安装顺序会交叉进行。

每个管槽的浇筑顺序如下:

2#压力钢管外包混凝土浇筑顺序:1#~7#管节外包混凝土浇筑→48#~52#管节腰线以下外包混凝土浇

筑→48#~52#管节腰线以上外包混凝土浇筑→53#~60#管节外包混凝土浇筑→47#~27#管节外包混凝土浇筑→上游副厂房回填混凝土浇筑→26#~8#管节外包混凝土浇筑。

3#和4#压力钢管外包混凝土浇筑顺序:1#~7#管节外包混凝土浇筑→48#~52#管节腰线以下外包混凝土浇筑→48#~52#管节腰线以上外包混凝土浇筑→53#~60#管节外包混凝土浇筑→47#~27#管节外包混凝土浇筑→26#~8#管节外包混凝土浇筑。

1#压力钢管外包混凝土浇筑顺序:1#~7#管节外包混凝土浇筑→48#~60#管节外包混凝土浇筑(主机间上游墙)→47#~8#管节外包混凝土浇筑<sup>[4-5]</sup>。

压力钢管外包混凝土按管节进行跟进浇筑。

### 3.2 混凝土分仓分块

压力管道周边外包混凝土,根据压力钢管安装、结构要求及部位不同进行分层分块施工。分层高度以3m为主,斜直段外包混凝土按每安装一至二节管节为一浇筑层进行分层组织施工。

### 3.3 混凝土入仓

由于压力钢管外包混凝土钢筋密集,操作空间狭小,基本采用泵机入仓。各部位的入仓方式分述如下。

#### 3.3.1 1#、2#、3#、4#管槽 EL278.5~EL298.5 混凝土入仓

采用泵机入仓,泵机布置在3#机主机间上游EL279.4平台(浇筑1#管槽时泵机布置在1#机主机间上游EL279.4平台)。采用6m<sup>3</sup>搅拌车运输。主要运输道路为:连续式拌和楼→7#路→9#路→消力池基坑路→中间副厂房EL298.5平台。搅拌车通过溜槽给泵机喂料,溜槽接料口布置在中间副厂房EL298.5平台。浇筑最后一仓(封顶)时,埋掉部分泵管,尽可能将管顶浇满。最后,再进行接触灌浆、回填灌浆,直到混凝土达到密实。

#### 3.3.2 1#、2#、3#、4#管槽 EL298.5~EL318 混凝土入仓

采用泵机入仓,泵机布置在1#门机两轨道间EL298.5平台,采用6m<sup>3</sup>搅拌车运输,直接给泵机喂料。主要运输道路为:连续式拌和楼→7#路→9#路→消力池基坑路→中间副厂房EL298.5平台。

#### 3.3.3 1#、2#、3#、4#管槽 EL318~EL326.5 混凝土入仓

采用泵机入仓,泵机布置在EL318平台,采用6m<sup>3</sup>搅拌车运输,直接给泵机喂料。

#### 3.3.4 1#、2#、3#、4#管槽 EL326.5~EL339.5 混凝土入仓

采用泵机入仓,泵机布置在压力钢管进水口EL325平台。采用6m<sup>3</sup>搅拌车运输,运输车直接给泵机喂料。主要运输道路为:1\*3拌和楼→3#路→进水口EL325平台。

### 3.3.5 管槽顶部回填混凝土入仓(EL291.5~EL303.5)

采用1#或6#门机直接浇筑,前期接料点设置在1#门机两轨道间EL298.5平台和左岸EL325.5平台,后期接料点设置在EL318平台。主要运输道路为:①连续式拌和楼→7#路→9#路→消力池基坑路→中间副厂房EL298.5平台。②连续式拌和楼→7#路→EL325.5门机受料平台或EL318门机受料平台。

压力钢管外包混凝土分块入仓布置如图2所示。

## 3.4 特殊部位工艺措施

### 3.4.1 高流态混凝土配合比设计

高流态混凝土配合比试验按照SL352—2006《水工混凝土试验规程》和日本JIS A1f01《土木学会高流态混凝土施工指南》进行,根据试验确定的配合比见表1。该配合比室内试验时在不振捣的情况下进行,混凝土强度、抗冻、抗渗等指标满足设计要求,现场应用有较好的流动性,满足钢管底部回填浇筑要求。

### 3.4.2 高流态混凝土浇筑

压力钢管下平段、下弯段、上平段、上弯段混凝土浇筑时,因钢筋直径大,钢衬底部不易浇筑密实。因此,该部位浇筑需采用高流态混凝土。下平段部位,高流态混凝土可

通仓一次铺料完成。混凝土浇筑先从一侧(右侧)进料,直至混凝土填满钢管底部,并且翻至钢管另一侧(左侧)。从左侧进行人工振捣及观测混凝土浇筑情况,钢管下部混凝土浇筑密实后,改为两侧同时进料均匀上升,严格控制钢管两侧高差不超过1m,避免钢管偏移(不得引起钢管变位),直至覆盖整个浇筑段钢管。为了确保平段下部混凝土浇筑密实,在钢管内安装附壁式振捣器辅助振捣。随后再按一般方法进行常规混凝土的浇筑。

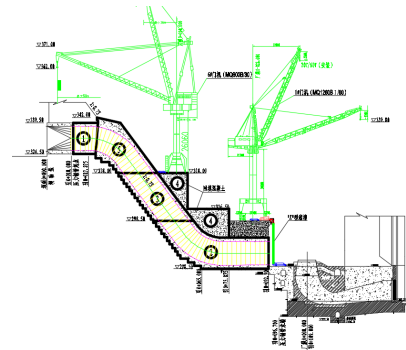


图2 压力钢管外包混凝土分块入仓布置图

表1 高流态混凝土配合比

试验编号	设计强度等级	级配	水泥 <sup>o</sup>		水胶比	粉煤灰 <sup>o</sup>			砂率(%)	单位体积材料用量(kg/m <sup>3</sup> ) <sup>o</sup>					外加剂 <sup>o</sup>		坍落度(mm)	扩散度(mm)	抗压强度(MPa)	
			品种	标号		品种	等级	灰掺量(%)		水泥(C)	粉煤灰(F)	人工砂(S)	5-20mm(Gs)	水(W)	ADD-3(%)	AE(1/万)			7d	28d
E05	C20W6F100 泵送	—	国茂	P.042.5	0.45	金沙	II级	25	45	298	99	761	947	179	1.0	0.8	250~270	600±50	21.9	28.2

## 4 结语

沙沱水电站压力钢管外包混凝土施工中,采取了高流态混凝土浇筑,根据现场施工条件布置的复杂的入仓系统等施工方法和技术措施,解决了压力钢管外包混凝土施工技术难题,保证了压力钢管外包混凝土的施工进度和施工质量,为今后类似工程施工提供了参考。

## 参考文献

[1] 冀丰伟.三峡厂房坝段引水钢管外包混凝土施工技术[J].云南水

力发电,2007,23(1):3.

- [2] 中华人民共和国水利部.SL 432—2008 水利工程压力钢管制造安装及验收规范[S].
- [3] 中华人民共和国水利部.DL/T5141—2001 水电站压力钢管设计规范[S].
- [4] 中华人民共和国水利部.GB50204—1992 混凝土施工及验收规范[S].
- [5] 中华人民共和国水利部.DLT5150—2001 水工混凝土试验规程[S].

# Shexian County Water Resources and Water Ecological Civilization Construction Planning and Design

Yuanfang Niu

Water Resources Bureau of Shexian County, Hebei Province, Handan, Hebei, 056000, China

## Abstract

Water ecological civilization is the core part of ecological civilization, and is an important basis to ensure the sustainable development of economy and society and the virtuous cycle of water ecosystem. Starting from the water resources situation and existing problems in Shexian County, the paper proposes a planning approach for the construction of water ecological civilization.

## Keywords

water resources; water ecological civilization; benefit

## 涉县水生态文明建设规划设计

牛元芳

河北省涉县水利局, 中国·河北 邯郸 056000

## 摘要

水生态文明是生态文明的核心组成部分,是保障经济社会可持续发展和水生态系统良性循环的重要基础。论文从涉县水资源状况及其存在的问题出发,提出了水生态文明建设规划思路。

## 关键词

水资源; 水生态文明; 效益

## 1 涉县区域概况

### 1.1 地理位置

涉县位于太行山东麓,河北省西南隅邯郸市境内。北纬 $36^{\circ}17'30''$ ~ $36^{\circ}55'$ 、东经 $113^{\circ}26'25''$ ~ $114^{\circ}$ ,东以青山山、玉露岭、老爷山为界,与武安市、磁县毗邻,西以黄栌埡、马鞍山、黄花山、四幅眼埡为界,与山西省黎城、平顺县相连,南与河南省安阳县、林州市隔漳河、浊漳河相望,北界羊大埡、界牌山、左权岭、天晶埡,与山西省左权县接壤;东西横跨 $37.5\text{km}$ ,南北纵距 $64.5\text{km}$ ,总面积 $1509\text{km}^2$ 。辖9个镇、8个乡、308个行政村,514个自然村,现有42.67万人。

### 1.2 河流水系

涉县境内分布有清漳河、浊漳河和漳河,均为山溪河流,同属海河流域漳卫南运河水系。清漳河纵贯涉县全境,长达 $111\text{km}$ ,流经13个乡镇,总落差 $394\text{m}$ 。境内面积 $50\text{km}^2$ 以上的季节性河流共9条,属清漳河流域的6条,分别为:南委泉(茅岭底)河、峪里沟、宇庄河、东枯河、神头河、关防河。境内大于 $5\text{km}^2$ 、小于 $50\text{km}^2$ 的季节性河流49条,属清漳河流域的32条。

### 1.3 水利工程

涉县水利工程主要分布在清漳河流域,有小型水库12座,较大型引水渠道有3条:漳西渠、漳北渠、漳南渠,分别向漳西灌区、漳北灌区、漳南灌区供水。

青塔水库位于南洺河上为涉县境内最大水库,该水库汇水面积 $76\text{km}^2$ ,兴利库容 $1050\text{万m}^3$ ,总库容 $1271\text{万m}^3$ ,主要为青塔灌区供水。

涉县灌区工农业供水主要来源为清漳河地表水、东风湖泉水和地下水。东风湖单元用水大户为天津铁厂。

### 1.4 社会经济

农业发展情况:涉县地处深山,土地缺乏,宜耕地面积仅占全县总面积18%,且耕地多在山坡沟壑,地块狭小。境内产粮区主要在清漳河两岸和县东北部平缓山间盆地。主要种植小麦、玉米、谷子、稻谷。经济作物为棉花、线麻、蓖麻等。核桃、花椒、柿子被誉为涉县“三珍”。

工业发展情况:涉县工业发展较快,依托天铁集团、国电龙山电厂、河北金隅水泥股份有限公司三大“国”字头企业,初步形成了以钢铁、电力、建材、煤化工为主导的基础工业体系,工业产值占涉县生产总值的比重达70%。矿产资源较丰富,采矿业也较发达,主要有铁矿,其次有锰、磷、石英、铜、金刚砂、锌等。

【作者简介】牛元芳(1973-),男,中国河北邯郸人,本科,工程师,从事水利水电工程研究。

第三产业发展情况：民营企业成为县域经济的主体，建成了太行商贸城大型综合批发市场和建材、干果、农机等14个大型专业市场，形成了比较完备的市场体系。旅游经济发展较快，娲皇宫景区晋升为国家5A级旅游景区，连续多年成功举办“中国·涉县女娲文化节”，129师司令部旧址被列为全国30条“红色旅游精品线路”和全国100个“红色旅游经典景区”，扩大了涉县的影响力。

## 2 涉县水资源状况

### 2.1 地表水资源

依据1956—2016年系列资料分析，全县多年平均地表水资源量为1.7066亿 $m^3$ 。折合径流深114.6mm。各年代的丰枯变化大体与降水相同，但受降水的分配规律与下垫面因数的综合影响，丰枯变化程度更为突出。径流深分布整体上呈现由北向南、由西向东呈现逐步减小的趋势。

### 2.2 入境水量

涉县地处邯郸市最西部，主要入境河流有清漳河、浊漳河两条河流，自山西省入境。清漳河有刘家庄水文站及漳北渠、漳西渠观测断面；浊漳河有天桥断水文站观测断面。

据1956—2016年系列资料分析，全县多年平均入境水量为8.86亿 $m^3$ 。入境水量的显著特点是年际变化大，最大的1963年入境水量为38.68亿 $m^3$ ，而最小的1999年入境水量为2.36亿 $m^3$ ，最大入境水量是最小入境水量的16.4倍。

### 2.3 地下水资源

依据2001—2016年系列资料分析，涉县多年平均地下水水资源量为1.4523亿 $m^3$ 。其中东风湖泉域多年平均地下水水资源量为0.8618亿 $m^3$ ，东风湖以外区域多年平均地下水水资源量为0.5905亿 $m^3$ 。地下水资源的地区分布受地形地貌、气象水文和水文地质条件的影响，区域内地下水资源模数有一定的差别，总体上东风湖泉域大于其他区域。

## 3 水资源开发利用存在的主要问题

### 3.1 地表水资源不能合理利用

干旱年，清漳河水不断被上游拦截、引提，使入境水量减少。丰水年清漳河上没有较大拦蓄水工程，使洪峰流量短时间外流，1994年以来平均每年汛期约有1.5亿 $m^3$ 的洪水短时间出境<sup>[1]</sup>。

### 3.2 地下水局部超采严重，供需矛盾突出

根据全县17个乡镇地下水水平均开采量分析，各乡镇开采量逐年为增加趋势。特别是工业区涉城、更乐和井店三个镇，地下水平均开采量占全县平均总开采量的81.3%。由于区域内工农业迅速发展和城镇化进程加快，长期超采地下水，形成地下水位局部漏斗，导致东风湖泉域向更乐、井店漏斗区倒灌，水位持续下降，应严格限制开采地下水，鼓励使用地表水。

## 4 水资源开发利用对策与措施

### 4.1 节水措施

①农业节水措施。调整农作物种植结构、调整作物灌溉

制度、推广农业耕种节水措施、实施节水灌溉工程（主要是对四大灌区干渠以下斗、农渠道设施衬砌防渗处理，推广沟、畦灌溉新技术）等。②工业节水措施。调整产业结构，关停高污染、高耗水企业；生产技术水平升级；产品更新换代；降低用水定额、提高重复用水率等。③城镇生活用水措施。实行计划用水和定额管理；全面推行节水型设施，提高节水器具普及率；加快管网的技术改造和建设，降低管网漏失率。

### 4.2 开源措施

①拦蓄洪水。清漳河是涉县一条主要的过境河流，可通过兴建蓄水工程，拦蓄清漳河洪水，提高地表径流利用量。②储蓄天然降水。修建鱼鳞坑、水平沟、谷坊坝，缓解洪水下山。修建沟坝、地坝及小型蓄水工程，并在其周围营造生态林，既可涵养水源亦能提升生态休闲旅游资源。

### 4.3 合理配水

干旱年份有计划地提取地下水，腾出地下库容；丰水年则利用地面工程蓄水回补地下水，增加地下水库的蓄水量，形成地下水的良性循环。本着先急后缓的原则，春灌期间先用拦蓄于河、渠、窖以及小型水库的地表水，实现“大、中、小、蓄、引、提”联合调度，后用地下水，以减少地表水的蒸发量，提高灌区内调蓄能力，先浇墒情差的地，后浇墒情好的地，先浇普通作物后浇耐旱作物。

### 4.4 水资源优化配置技术

利用水资源的水文补偿作用和水利工程的调蓄能力，对地表水和地下水进行联合调度规划，实现水资源在时空上的丰枯互补，优化水资源配置。

### 4.5 水资源保护工程

涉县水资源保护工程措施主要有水利工程水环境综合整治工程、工业污染防治工程、农业面污染治理工程和污水处理再利用工程。

## 5 水生态文明建设规划

水生态文明是生态文明的核心组成部分，是保障经济社会可持续发展和水生态系统良性循环的重要基础。水生态文明是指以人水和谐为核心思想，从自然规律出发的实现水与经济、社会之间的良性循环的发展状态。

### 5.1 水生态文明建设内涵

水生态文明建设要突出三个层次的内涵，即文明的理念、文明的行为及文明的效果。第一水生态文明的理念就是尊重自然、顺应自然和保护自然。第二水生态文明的行为是坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主的方针，着力推进绿色发展、循环发展、低碳发展，形成节约水资源和保护水环境的空间格局、产业结构、生产方式、生活方式，从源头上扭转水生态环境恶化趋势。结合本地实际采取相应对策。第三水生态文明建设的最终效果就是建立一个山清水秀、生机盎然的美丽中国<sup>[2]</sup>。

按照这种内涵的界定，应该区分水利工作中为经济社会发展服务的部分和水生态系统保护的内容，不可将所有的水利工作如防洪等都定性为水生态文明建设。

## 5.2 水生态文明建设存在问题

第一, 缺乏对生态问题的深入思考, 没有充分认识到自然界本身蕴含的巨大潜力。例如, 湿地具有调节洪水和防止土壤沙漠化的作用, 能够滞留沉积物和有毒物质, 对改善周边环境、减少温室气体具有积极的推动作用, 素有“地球之肾”的美誉; 森林具有净化空气、湿润气候、保持水土的神奇功效。

第二, 没有充分将自然界本身蕴含的修复、调蓄等功能运用于水利工程建设, 实现水利工程建设与水生态文明建设的有机结合, 如何有效挖掘自然界蕴含的巨大财富, 并将其合理运用于新时期水利工程建设, 是中国水生态文明建设面临的又一难题。

第三, 没有真正把水和谐思想和水生态文明理念很好地贯彻到水利工程规划、设计、建设、管理各环节。

水生态文明建设一经提出, 就受到了中国学者的广泛关注, 对水生态文明理论的研究范围也随之不断扩大, 但在治水思想上仍未真正把水生态文明理念作为指导中国水利发展的战略思想落到实处。

## 5.3 水生态文明建设规划设计

### 5.3.1 建设蓄水工程

兴建茅岭底中型水库和宇庄小型水库。2022年11月, 涉县茅岭底水库工程举行开工仪式, 标志项目正式进入实体工程建设阶段。

茅岭底水库工程位于邯郸市涉县境内、晋冀豫三省交界太行山东麓, 是河北省革命老区的重大水源工程, 是列入全国中型水库建设总体规划的项目, 也是20多年来河北省批复的第一个新建中型水库项目, 省发改委、省水利厅、市、县各级领导高度重视项目的前期工作。

茅岭底水库工程总库容2321万 $m^3$ , 水库枢纽工程主要由拦河坝、溢洪道、泄洪排沙洞及配套输水工程等组成。工程施工总工期36个月。水库建成后将为城镇生活和大型工矿企业提供水源, 提高三漳灌区供水保证率, 为太行红河谷文化旅游经济带提供必要的生态水源, 对促进当地经济社会发展和生态环境改善具有积极作用, 被誉为涉县经济社会发展的“战略水库”<sup>[1]</sup>。

新建供水管线向天铁工业园区、新建的邯钢工业园区供水, 设置分水口, 为宇庄水库、古天湖、中原水库、龙湖等蓄水工程和生态工程补水; 通过漳西渠向沿途农业供水, 并择机为沿途小型蓄水工程补水。

拟建的宇庄水库位于涉县境内索堡村上游的清漳河一条支沟上, 距县城15km, 总库容907.94万 $m^3$ , 正常蓄水位560.71m, 最大坝高38m, 是以解决涉县县城的工业和生活用水为主的小型水利工程。宇庄水库通过漳北渠调蓄河北省应分配的清漳河水量, 可以提高水资源利用率, 有效保护东风湖泉域地下水资源, 同时库区周边植被茂盛, 生态环境良好, 水库建成后可发展旅游业, 在工程与环境措施的共同作用下, 将会产生显著的经济效益、社会效益和生态效益。

### 5.3.2 建设生态旅游区

新建茅岭底水库生态旅游区; 新建宇庄水库生态旅游区; 新建峪里沟生态旅游区; 新建曲蛟沟生态旅游区; 提升太行五指山生态旅游区。

### 5.3.3 建设生态休闲区

新建中原水库生态休闲区; 新建西戌生态休闲区; 提升龙山生态休闲区。

### 5.3.4 提升现有旅游景区

提升娲皇宫生态旅游区; 提升129师红色旅游区。

### 5.3.5 水生态水文化规划效果

新建生态旅游区4处、生态休闲区2处, 提升现有生态旅游2处、生态休闲区1处、红色旅游区1处, 形成涉县各具特色的十大景区。

娲皇宫古景区+生态旅游区 and 宇庄水库生态旅游区可组成一旅游景区群。

129师红色旅游区和曲蛟沟生态旅游区可组成一旅游景区群。

茅岭底水库生态旅游区和峪里沟生态旅游区可组成一生态旅游景区群。

中原水库生态休闲区和龙山生态休闲区提升了涉县城区的格局与品位。

## 6 投资与效益

### 6.1 投资

①水利工程投资, 兴建茅岭底中型水库、宇庄小型水库及其配套输水工程, 估算投资约16亿元。②生态旅游区建设, 估算投资约5亿元。③生态休闲区建设, 估算投资约3.5亿元。

### 6.2 效益

①水利工程供水经济效益, 茅岭底水库为城镇生活、工业和农业灌溉供水, 估算经济效益每年1.4亿元。(工业供水4.0元/ $m^3$ 计) ②水力发电经济效益, 由于茅岭底水库调节作用, 可增加相关水电站的发电量, 估算经济效益每年0.1亿元。③生态旅游景区经济效益, 估算每年约0.3亿元。

## 7 结论

通过对涉县区域水资源状况、现有水利工程及其存在问题进行了深入分析, 对如何优化配置水资源服务水生态文明建设提出了较好的思路, 并对水生态文明的内涵及水生态文明建设存在的问题进行了深入探讨, 提出了建设性规划设计思路, 最后进行了投资与效益对比, 经济效益与社会效益、生态效益明显。

### 参考文献

- [1] 陈莹, 刘昌明, 赵勇. 节水及节水型社会的分析和对比评价研究[J]. 水科学进展, 2005, 16(1): 82-87.
- [2] 边志明, 张蕾. 中国水资源存在的主要问题及合理开发利用新理念[J]. 环境科学与管理, 2011, 36(10): 147-153.
- [3] 曹先玉, 蔡保国. 规划设计在水生态文明建设中的作用[J]. 山东水利, 2013(6): 9-10.

# Reserved Rock Blasting and Excavation Design

Mingchun Chen<sup>1</sup> Yuli Wu<sup>2</sup>

1. Fuyang China Resources Power Co., Ltd., Fuyang, Anhui, 236158, China

2. China Water Resources and Hydropower Eighth Engineering Bureau Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410000, China

## Abstract

As a longitudinal cofferdam of the lock dam project, the top of the reserved rock ridge of the diversion nullah is only about 20m after excavation. In the excavation of reserved rock ridges, how to do a good job in the excavation protection of reserved rock ridges has become a problem. It is necessary to carry out special design and research on the excavation and blasting of the protection of the reserved rock ridge, analyze and demonstrate the feasibility of the blasting construction scheme of the rock ridge, reduce and control the weakening effect of blasting vibration on the stability of the rock ridge and repeated disturbance on the structural surface of the rock ridge, and ensure the safety and stability of the reserved rock ridge.

## Keywords

rock ridge; blasting; excavation; design; monitoring

# 预留岩坎爆破开挖设计

陈明春<sup>1</sup> 吴玉莉<sup>2</sup>

1. 阜阳华润电力有限公司, 中国·安徽 阜阳 236158

2. 中国水利水电第八工程局有限公司, 中国·湖南 长沙 410000

## 摘要

作为闸坝工程的纵向围堰, 导流明渠预留岩坎开挖后顶部仅约20m。在预留岩坎开挖中, 如何做好预留岩坎的开挖保护, 成为一个难题。需对预留岩坎保护的开挖爆破进行专项设计和研究, 对岩坎的爆破施工方案的可行性进行分析论证, 降低和控制爆破振动对岩坎稳定性和反复扰动对岩坎结构面的弱化影响, 确保预留岩坎的安全稳定。

## 关键词

岩坎; 爆破; 开挖; 设计; 监测

## 1 采用的技术研究路线

①根据现场爆破振动测试成果资料, 重点研究预留岩坎特定地形、地质条件下的爆破振动传播衰减规律。②研究并提出各保护对象的爆破振动控制标准。③按照各保护对象的爆破振动控制标准及爆心距, 确定各开挖部位的允许最大单响药量。④结合允许最大单响药量和合理的爆破规模, 研究并提出合理可行的爆破开挖程序和爆破方式、爆破参数。进行开挖爆破方案设计。

## 2 现场爆破试验及振动监测成果分析

对岩坎开挖开展爆破振动监测。

①监测点: 按岩坎纵向布置 10 个测点。②监测部位: 岩坎开挖。③监测数据。其中, 监测数据包括以下内容:

首次爆破参数: 钻孔直径 115mm; 梯段高度 15m;

钻孔深度 10~15m; 炮孔间排距 4m×4m; 单孔药量 45.5~80.5kg; 单响药量 45.5~80.5kg; 总装药量 2080kg<sup>[1]</sup>。如表 1 所示。

表 1 首次爆破监测数据

测点编号	水平径向		水平切向		竖直向		单响药量/kg	距离/m
	速度/cm/s	频率/Hz	速度/cm/s	频率/Hz	速度/cm/s	频率/Hz		
1#	6.80	7.64	0.84	13.59	1.17	11.52	80.5	33.3
2#	12.03	10.73	3.78	12.20	4.56	12.02	80.5	28.4
3#	4.84	29.76	1.45	14.37	2.98	26.32	80.5	35.3
4#	4.84	29.76	1.45	14.37	2.98	26.32	80.5	49.7
5#	2.25	10.64	1.52	11.36	2.96	17.24	80.5	71.7
6#	1.85	9.62	1.20	15.15	1.10	16.13	80.5	100.9
7#	1.05	14.71	1.27	18.52	1.26	13.70	80.5	118.1
8#	0.67	10.91	1.05	17.73	1.24	13.59	80.5	136.6
9#	1.01	14.93	0.71	16.67	0.81	13.51	80.5	166.6
10#	0.13	16.13	0.13	15.87	0.23	17.24	80.5	—

【作者简介】陈明春(1985-), 男, 中国山东菏泽人, 本科, 工程师, 从事土建工程研究。

第二次爆破参数：钻孔直径 115mm；梯段高度 12.9~10m；钻孔深度 12.9~10m；炮孔间排距 4m×3.5m；单孔药量 52~74.2kg；单响药量 52~74.2kg；总装药量 2160kg。如表 2 所示。

表 2 第二次爆破监测数据

测点编号	水平径向		水平切向		竖直向		单响药量/kg	距离/m
	速度/cm/s	频率/Hz	速度/cm/s	kg	速度/cm/s	频率/Hz		
1#	0.831	7.78	0.357	10.77	0.187	11.21	74.2	172.6
2#	0.791	8.19	0.381	10	0.283	10.92	74.2	155.7
3#	0.529	6.51	0.592	10.2	0.286	12.69	74.2	135.4
4#	0.599	6.44	0.372	9.73	0.296	15.15	74.2	116.6
5#	0.772	5.495	0.596	5.435	0.398	13.89	74.2	93.3
6#	1.379	5.43	0.956	7.25	0.702	15.15	74.2	66.3
7#	2.97	3.77	1.82	2.79	4.07	1.57	74.2	52.8
8#	3.115	5.48	1.838	18.66	1.076	19.23	74.2	42.0
9#	8.203	7.57	2.393	13.51	3.296	18.52	74.2	40.6
10#	3.397	8.77	2.119	13.16	2.124	15.15	74.2	54.0

目前，一般通行使用前苏联 M.A 萨道夫斯基经验关系式作为峰值质点震动速度衰减规律的回归方程：

$$V = K \left( \frac{Q^{1/3}}{R} \right)^\alpha \quad (1)$$

式中：V——峰值质点振动速度，cm/s；

Q——监测数据单响最大药量，kg；

R——监测数据爆心距或波行距，m；

K、 $\alpha$ ——监测数据回归系数，与地形地质条件及爆源类型有关。

爆破试验中，在纵向岩坎布置了爆破振动测点。对上表中的实测峰值振速、对应的药量和爆心距分别进行统计，并区分水平径向、水平切向及竖直向三个方向的振动，按照式（1）进行回归计算，得到如下所示的峰值质点振动速度衰减规律<sup>[2]</sup>。

水平径向振速衰减规律：

$$v = 36 \left( \frac{Q^{1/3}}{R} \right)^{1.08} \quad (2)$$

水平径向 K、 $\alpha$  分别为 36 和 1.08。

水平切向振速衰减规律：

$$v = 11.3 \left( \frac{Q^{1/3}}{R} \right)^{0.83} \quad (3)$$

水平切向 K、 $\alpha$  分别为 11.3 和 0.83。

垂直向振速衰减规律：

$$v = 41 \left( \frac{Q^{1/3}}{R} \right)^{1.26} \quad (4)$$

垂直向 K、 $\alpha$  分别为 41 和 1.26。

### 3 爆破振动控制标准

①国家现行爆破振动安全允许标准 GB6722 中未对岩

石基础爆破振动安全允许标准作明确规定。

②设计要求爆破振动控制标准如表 3 所示。

表 3 导流明渠纵向导墙（预留岩坎）爆破振动安全控制指标

序号	施工阶段	保护对象	振动控制标准 (cm/s)	备注
1	岩坎右侧开挖	导流明渠边坡及岩坎	10	爆心距 15m
2	岩坎右侧开挖	锚索	5	
3	岩坎右侧开挖	防渗帷幕	5	
4	岩坎右侧开挖	明渠边缘	6~8	
5	岩坎右侧开挖	导流明渠衬砌混凝土	2~5	具体参见 GB6722
6	岩坎右侧开挖	闸坝或其他部位新浇混凝土	2~5	

### 4 允许最大单响药量

根据以上条件，可计算出爆破振动速度为 5cm/s 时，距帷幕灌浆特定距离处的邻近爆破作用点允许的最大单响药量，计算结果见表 4。

表 4 爆心距与最大单响药量表

爆心距 R (m)		10	15	20	25	30
允许装药量 Q (kg)	水平径向	4.2	14.0	33.2	64.9	112
	水平切向	8.3	28	66	130	225
	竖直向	6.7	22.5	53.4	104.2	180

从表 4 可知，允许装药量受水平径向爆破振动控制，当爆心距为 10m 时，单响药量不大于 4.2kg，应采用手风钻造孔小梯段爆破；安全距离为 20m 时，单响药量不大于 33.2kg<sup>[3]</sup>。

### 5 爆破方案设计

#### 5.1 总体爆破方案

各块爆破程序：首先进行靠近河道区域的修整爆破，其次进行主开挖区的梯段爆破。当未开挖岩体厚度达到 8~10m 时，先在开挖轮廓面上实施预裂爆破，最后再进行保护层的松动爆破开挖。

预裂爆破可以根据表 4 中的参数装药，采用两孔一响，可以满足最大单响药量的要求。主爆孔装药根据计算得到的最大单响药量，当爆心距为 10m 时，单响药量不大于 4.2kg，应采用手风钻造孔小梯段爆破；爆心距为 20m 时，单响药量不大于 33.2kg。当爆心距为 25m 时，单响药量不大于 64.9kg，此时可以采用两孔一响。当爆心距为 30m 时，要求单响药量不大于 112kg，此时可以采用 3~4 孔一响。下面分别只对 10m 处和 20m 处的爆破参数和网路进行设计，爆心距为 25m 和 30m 处参考 20m 处的爆破设计。

#### 5.2 爆心距 10m 处爆破设计

开挖过程中根据不同爆心距部位采用不同的爆破参数及布孔。爆心距 10m 处爆破参数包括孔深 2m，单孔装药量

1kg左右,4孔一响,最大单响药量为4kg,满足最大单响药量的要求。

### 5.3 爆心距20m处爆破设计

爆心距20m处爆破参数包括孔深6m,单孔装药量28kg左右,单孔单响,最大单响药量满足要求。

## 6 结论

按照该爆破设计进行爆破后,根据现场布置的监测数据,距离爆源边缘15m处,最大爆破振动峰值没有超过10cm/s。

爆破后,近区爆破岩坎保留岩体的总体波速分布在4000~6000m/s范围内,说明保留岩体相对比较完整。

爆破前后,对近区爆破岩坎保留岩体进行声波检测结果对比分析,检测孔在一定范围内平均波速下降率均小于10%,根据DL/T5333《水电水利工程爆破安全监测规程》判断保留岩体由于开挖爆破导致局部破坏甚微或未破坏,爆破振动对保留岩体影响甚微。

### 参考文献

- [1] DL/T 5333—2005 水电水利工程爆破安全监测规程[S].北京:中国电力出版社,2006.
- [2] GB6722—2011 爆破安全规程[S].北京:中国水利水电出版社,2012.
- [3] 刘浩阳,赵根,刘美山,等.预留钢管桩岩坎爆破拆除关键技术措施研究[J].爆破,2020,37(2):92-96+102.

# Discussion on the Key Points of Management in the Construction of New Energy Wind Power Projects

Gang Han

PowerChina Sinohydro Bureau 3 Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710000, China

## Abstract

With the rapid development of new energy wind power engineering construction, scientific management of engineering construction has become particularly important. Therefore, the management requirements for engineering construction are extremely crucial. Management personnel need to ensure the safety and smooth progress of the construction process, including reasonable planning of construction processes, ensuring a safe environment at the construction site, and implementing effective safety measures and emergency plans. In addition, it is necessary to ensure that the construction complies with relevant technical specifications and standards, uses high-quality materials and equipment, and conducts rigorous engineering monitoring and quality inspection to ensure that the engineering quality meets the expected requirements. Scientifically managing the construction of new energy wind power projects is the key to ensuring project quality and construction safety. By implementing reasonable management requirements, considering influencing factors, and paying attention to management points, sustainable development of new energy wind power engineering construction can be promoted.

## Keywords

new energy wind power projects; construction management; requirements; influencing factors; key points of management

## 新能源风电工程建设施工的管理要点探讨

韩刚

中国水利水电第三工程局有限公司, 中国·陕西 西安 710000

## 摘要

随着新能源风电工程建设的快速发展,科学的管理工程施工变得尤为重要。因此,对于工程施工的管理要求极为关键。管理人员需要确保施工过程中的安全性和顺利进行,包括合理规划施工流程、确保施工场地的安全环境,以及执行有效的安全措施和应急预案。另外,应确保施工符合相关的技术规范和标准,采用高质量的材料和设备,进行严密的工程监控和质量检查,以确保工程质量达到预期的要求。科学地管理新能源风电工程施工是确保工程质量和施工安全的关键。通过合理的管理要求,考虑影响因素和关注管理要点,可以促进新能源风电工程建设的可持续发展。

## 关键词

新能源风电工程; 施工管理; 要求; 因素; 管理要点

## 1 引言

新能源风电工程作为一种清洁能源的代表,具有环保、可再生、高效等特点,受到越来越多国家和地区的重视和支持。为了推动新能源风电产业的发展,需要大量的工程施工。然而,风电工程的特殊性和复杂性,对其施工管理提出了更高的要求。论文将从要求、因素和管理要点三个方面进行探讨,以期为相关管理人员提供参考和借鉴。

## 2 新能源风电工程建设施工管理的要求

新能源风电工程建设施工管理是一项旨在推动可持续

发展的重要工作,它对于实现清洁能源的利用和减少对环境的影响具有重要意义。在实施这样的工程项目时,有一些要求必须被严格遵守,以确保施工的顺利进行和项目的成功实施。因此,必须制定严格的安全管理措施,确保施工人员的生命安全,并避免可能发生的事故和伤害。质量控制也是新能源风电工程建设施工管理的重要要求之一,风电工程项目的质量直接影响到后续的运行效果和发电量<sup>[1]</sup>。

## 3 新能源风电工程建设施工管理的影响因素

第一,自然环境因素是影响新能源风电工程建设施工管理的重要因素之一。新能源风电项目的建设往往需要选址在自然环境较为恶劣的地区,如高海拔地区、难以到达的崇山峻岭和复杂多变的气候条件。这些自然环境的不确定性和不稳定性使得工程建设面临着极大的困难。因此,在项目

【作者简介】韩刚(1988-),男,中国青海同仁人,本科,工程师,从事水利水电工程研究。

策划和实施之前,必须对自然环境进行全面的评估和规划,并采取相应的措施,以减少自然因素对工程建设的影响。第二,人为因素也是影响新能源风电工程建设施工管理的重要因素之一。在工程建设过程中,人的主观能动性起着至关重要的作用。项目管理者经验和水平,施工人员的素质和工作态度,都会直接影响到工程管理的效果和质量。第三,技术因素也是影响新能源风电工程建设施工管理的重要因素之一。新能源风电工程建设需要运用先进的技术和设备,如风机机组、变电站等。而这些技术的应用和操作需要高超的技术人员和精湛的技术水平。如果技术力量不足、设备故障频发,则会直接影响到工程的进度和质量。因此,项目管理者需要投入大量的资金和人力,提前做好技术准备和技术培训,以确保技术因素不成为工程建设的瓶颈。第四,经济因素也是影响新能源风电工程建设施工管理的重要因素之一。工程建设需要大量的资金投入,而且随着工程规模的增大,投资的风险也随之增加。如果经济风险控制不当,资金链断裂或投资回报不理想,将严重影响工程建设的顺利进行。因此,项目管理者需要制定合理的经济预算和资金计划,确保资金的稳定和有效利用<sup>[2]</sup>。

## 4 新能源风电工程建设施工的管理要点

### 4.1 造价管理

造价管理是指在新能源风电工程建设施工过程中对造价进行全面、系统、科学、合理的管理,以实现工程的经济效益最大化。在新能源风电工程建设施工中,造价管理是至关重要的一环,它不仅涉及资金的有效运用,还关系到项目的可持续发展和社会经济效益的提升。以下将从三个方面探讨新能源风电工程建设施工的造价管理要点:第一,在新能源风电工程建设施工的初期阶段,正确制定项目预算是关键。项目预算是工程建设的经济基础,它直接影响到项目的可行性和投资回报率。预算编制应充分考虑到工程规模、技术复杂性、地理环境等因素,并合理分配各项费用,确保项目的投资额和成本可控。同时,预算编制还应注重风险预测和控制,避免在施工过程中出现不可预见的经济损失。因此,在新能源风电工程建设施工的初期阶段,精确编制项目预算是保证造价管理的首要要点。第二,在新能源风电工程建设施工的 implementation 阶段,建立科学有效的成本控制体系是必不可少的。成本控制是针对工程建设过程中发生的各项费用进行管理和控制,以确保工程质量和进度的同时控制成本。在成本控制体系中,应设立明确的成本控制指标,制定相应的成本控制方法和措施,进行成本核算和监督。特别是对于一些高耗能、高投入的风电项目,需要重点关注能源成本和材料成本,并通过科学的节能措施和合理的采购管理来降低成本。同时,还要加强对人力资源的管理和培养,提高劳动效率,降低人工成本。只有建立科学有效的成本控制体系,才能实现新能源风电工程项目的长期可持续发展(如图1所示)。

第三,新能源风电工程建设施工的后期阶段,做好成本评估和收益分析是非常重要的。成本评估是对整个工程建设过程中的成本进行全面、准确的评估和反馈,为今后的项目建设提供参考和借鉴<sup>[3]</sup>。而收益分析则是对项目投资和运营收益进行评估,判断项目的盈利能力和回报周期。通过成本评估和收益分析,可以及时发现和解决项目中存在的问题,优化资源配置,提高项目的效益和竞争力。

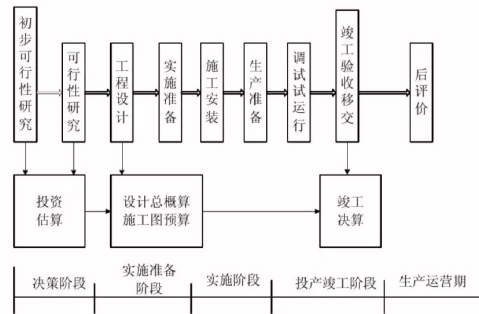


图1 造价管理

### 4.2 质量管理

质量管理是新能源风电工程建设的重要环节,对于确保工程的安全、可靠和高效运行具有重要意义。在新能源风电工程建设施工中,质量管理需要注意以下要点:第一,要加强施工质量控制。在施工过程中,各项工作需要按照相关规范和标准进行,确保施工质量符合要求。第二,要做好质量监督和检测工作。在风电工程建设施工过程中,要安排专业人员进行质量监督和检测工作,及时发现并解决工程质量问题。监督和检测工作应覆盖施工的各个环节和关键节点,确保工程质量始终处于可控状态。第三,要注重施工过程中的质量管理和质量控制。施工过程中要制定详细的施工方案和质量控制计划,明确施工工艺和质量要求。在风电工程建设中,供应商和承包商承担了很大的责任,他们的质量管理水平直接影响着工程的质量。因此,要与供应商和承包商建立良好的合作关系,加强对他们的监督和管理,确保他们按照要求提供优质的材料和服务<sup>[4]</sup>。

### 4.3 能源管理

能源管理在如今的社会发展中扮演着至关重要的角色。随着工业化和城市化的进程加速,能源需求不断增长,传统能源资源的枯竭和环境污染的日益严重也使得新能源成为人们追求的方向。为了实现风电工程建设的高效管理,管理人员需要关注以下几个要点:第一,项目规划与布局。风电工程需要考虑到诸多因素,如地理环境、气象条件、输电线路等。在规划阶段,要根据地形和气象数据,合理选择风电场的位置和风轮的布局。同时,还要考虑到风电场与周边环境的融合,避免对生态环境造成不必要的破坏。因此,在规划与布局中,需要充分考虑多种因素,并进行科学合理的综合评估。第二,资源调度与优化。风电工程建设中,资源的调度和利用直接关系到能源的开发效率和利用率。通过全面

了解风能资源的分布特点,对于不同的风电机组进行资源调度和优化,可以最大程度地利用风能资源,提高能源的开发效益。这需要通过建立合理的风电机组配置方案,考虑到风电机组的容量、机型和布设方式等因素,以实现最佳的风能资源利用方案。第三,技术创新与应用。风电工程建设涉及众多的技术领域,如风电机组的设计与制造、风电场的运维与管理等。在风电工程建设施工中,需要不断推动技术的创新与应用,提高风电设备的稳定性和可靠性,降低建设和运营成本。

#### 4.4 成本管理

成本管理一直被认为是企业管理中至关重要的一环。特别是在新能源风电工程建设施工过程中,成本管理更是具有重要的意义。成本管理的目标是通过合理控制各项成本,提高项目效益,确保项目能够按时、按质、按量完成,并在经济上取得可观的收益。在新能源风电工程建设施工中,成本管理涉及多个方面。第一,施工过程中的人工成本管理。风电工程的施工过程通常需要大量的人力资源,包括工程师、施工人员、技术人员等。合理安排人员的使用,提高劳动生产率,减少无效劳动,并根据实际情况合理调整人员数量,都是成本管理的关键。通过有效的人力资源管理,可以降低人力成本,提高项目的整体效益。第二,材料成本管理。新能源风电工程涉及大量的材料采购和使用,包括风力发电机组、塔筒、叶片等。成本管理要求在保证质量的前提下,合理控制材料成本。这涉及材料的采购渠道选择、供应商的评估与合作、材料的使用效率等方面。合理的材料成本管理可以降低项目的总成本,提高经济效益。第三,设备成本管理。新能源风电工程需要使用大量的设备和机械设备。成本

管理要求在确保施工进度和质量的前提下,合理安排设备的使用,减少设备的闲置和浪费。同时,对设备进行合理维护和管理,延长设备的使用寿命,降低维修和更换成本<sup>[5]</sup>。此外,成本管理还包括项目管理成本和风险成本等方面的管理。项目管理成本主要包括项目管理人员的工资、办公设备、差旅费用等。风险成本是指项目中可能出现的各种风险所带来的成本。

## 5 结语

综上所述,新能源风电工程的施工管理是风电产业可持续发展的重要保障,需要从工程要求、影响因素和管理要点等方面进行科学的管理。论文就此进行了初步的探讨,但这只是一个起点,后续还需要不断总结和完善,以适应新能源风电工程发展的需要。只有通过科学的管理,才能确保风电工程施工的顺利进行,为新能源风电产业的发展作出更大的贡献。

## 参考文献

- [1] 马琛.试论风电建设工程项目施工的重点管理[J].科技创新与应用,2020(17):184-185.
- [2] 耿江.风电工程项目的施工与管理研究[J].科技创新导报,2019,16(28):24-25.
- [3] 唐继文.新能源风电工程建设施工的管理要点探讨[J].大众标准化,2023(11):388.
- [4] 彭波.新能源风电工程建设施工管理策略探讨[J].冶金丛刊,2022(3):60-61.
- [5] 李东.新能源风电工程建设施工的管理要点[J].人生与伴侣,2021(50):354-355.

# Application Analysis of Slope Excavation and Support Technology in Water Conservancy and Hydropower Project Construction

Qin Liu

Anqiu Water Conservancy Construction and Installation Company, Anqiu, Shandong, 262100, China

## Abstract

Slope excavation and support technology in water conservancy and hydropower projects plays a vital role in the construction process. Slope excavation and support is to ensure the stability and safety of the project, to avoid slope landslide and landslide and other disaster events. With the continuous expansion of the project scale and the increase of complexity, the research and application of slope excavation and support technology are becoming more and more important. The paper analyzes the application of slope excavation and support technology in water conservancy and hydropower engineering construction. Taking a certain water conservancy and hydropower engineering construction as an example, the main factors affecting slope excavation and support are introduced, and optimization measures for slope excavation and support technology are proposed to assist relevant industry authors in providing certain references.

## Keywords

water conservancy and hydropower engineering; slope excavation and support; technology application

## 水利水电工程施工中边坡开挖支护技术应用分析

刘芹

安丘市水利建筑安装公司, 中国·山东 安丘 262100

## 摘要

水利水电工程中的边坡开挖支护技术在施工过程中起到了至关重要的作用。边坡开挖支护是为了保证工程的稳定性和安全性,避免边坡的塌方和滑坡等灾害事件。随着工程规模的不断扩大和复杂程度的增加,边坡开挖支护技术的研究和应用也愈发重要。论文对水利水电工程施工中边坡开挖支护技术的应用进行分析,以某水利水电工程施工为例,介绍边坡开挖支护产生影响的主要因素,提出边坡开挖支护技术的优化措施,以期协助行业的相关工作者提供一定参考。

## 关键词

水利水电工程; 边坡开挖支护; 技术应用

## 1 引言

水利水电工程中的边坡开挖支护技术是确保工程施工安全和质量的重要环节。在水利水电工程中,边坡开挖是一项常见但关键的施工操作,但其背后存在着边坡塌方、滑坡等安全风险。通过应用边坡开挖支护技术,可以有效预防和控制这些安全风险,提高工程施工的安全性。正确应用边坡开挖支护技术可以有效预防边坡滑坡、塌陷等安全事故的发生,保障工程施工顺利进行。因此,针对水利水电工程施工的边坡开挖支护技术应用是尤为迫切的。

## 2 工程概况

本水利水电工程地形地貌复杂,边坡开挖量较大,总长

度为18.74km,其中包括Y1~Y5号公路。隧洞进洞段(含交通洞、通风兼安全洞及保证引水和尾水系统等形成的各施工支洞)也需要进行边坡开挖,土石方明挖量约为230万 $m^3$ 。在实际施工过程中,需要注意边坡支护技术的应用,其中混凝土的使用量约为1.1万 $m^3$ ,并且还需要使用大量的钢筋混凝土等辅助材料。边坡施工的最大开挖值为28m,而实际开挖达到了35m。这使得施工单位不得不根据现场实际情况展开工程项目的施工,以确保抽蓄工程能够安全稳定地运行并为之后的工程打下坚实的基础。在施工中,需要结合实际情况采取适当的边坡支护技术和措施,以确保边坡的稳定性和安全性。

## 3 水利水电施工中边坡开挖支护产生影响的主要因素

### 3.1 地质因素

地质环境是影响边坡开挖支护技术应用的首要因素。

【作者简介】刘芹(1975-),女,中国山东安丘人,本科,工程师,从事水利水电工程研究。

施工单位在施工前需要对施工区域的地质条件进行全面的勘察和分析,包括地形地貌、地质构造、水文地质等情况,以评估边坡开挖支护技术的可行性和适宜性<sup>[1]</sup>。特别是在一些复杂的地质环境下,如存在软弱土层、破碎带或节理发育的岩石等,需要对地质条件进行充分了解并采取相应的支护措施,以确保边坡的稳定性和安全性。

### 3.2 施工设备和工艺因素

施工设备和工艺的选择和应用对边坡开挖支护的效果也有着重要影响。例如,钻爆法在爆破作业中如果控制不当会导致地基变形和位移,从而影响边坡的稳定性<sup>[2]</sup>。同时,施工设备的选择和使用也会直接影响边坡的施工质量。例如,使用大型挖掘机和自卸车进行土方开挖和运输时,需要注意开挖的顺序、开挖的高度和深度以及开挖后的排水等环节,避免因施工不当导致边坡失稳。

### 3.3 前期爆破因素

在水利水电工程施工中,爆破作业是必不可少的环节之一。然而,爆破作业也会对边坡的稳定性产生一定的影响。如果爆破作业不当,会导致边坡岩土松动、破坏或位移,从而给后续的支护工作带来困难<sup>[3]</sup>。因此,在爆破作业前,需要对爆破的范围、强度和方式进行充分考虑,制定合理的爆破方案,并在爆破过程中进行严格的控制和管理,以确保爆破作业的安全性和准确性。

## 4 水利水电工程中边坡开挖支护技术的优化对策

### 4.1 开展科学合理的边坡开挖

科学的水利水电工程边坡开挖需严格按照相关技术规范进行。在边坡开挖过程中,根据边坡的地质条件和开挖后的实际情况,采用预应力锚索、普通锚杆、钢筋网喷射混凝土等加固方式。在加固过程中,要注意锚杆和锚索的长度、直径、布置方式以及混凝土喷射的厚度等参数,确保加固效果<sup>[4]</sup>。设置适当的排水沟和排水孔,以排除边坡表面的水和地下水。同时,要注意防止水流对边坡的冲刷和侵蚀,确保边坡的稳定性。隧道断面呈放射状且与岩体主结构面呈较大角度布置。在遇到主结构平面不明显时,也可根据隧道周边轮廓的变化垂直布置。在开挖面上方进行了梅花状锚杆的布置点阵式。锚杆钻孔的位置误差不得超过-4~10cm。钻孔以后,用高压水流冲刷一下,然后用高压空气把水分刮起蒸发干净。

对于楔缝锚杆,保证楔缝平整与垂直,位置应在锚杆中心的截面上面,缝宽误差控制在 $\pm 0.5\text{mm}$ 之间,缝长误差控制在 $\pm 5\text{mm}$ 。安装树脂锚杆时,用杆体将药包送到孔底捅破并搅拌30s,固定杆体尾部垫板螺栓,等15min后树脂固化达80%~90%的最终强度再进行垫板的安装施工。使用环氧树脂工艺锚索时,先用杆体把药包从孔底捅破并搅拌约半分钟,然后紧固杆体尾部垫板的紧固螺钉,静待15min

后环氧树脂工艺便固化至80%以上,再完成垫木的装配工艺。在较低温或孔内有流水的情况下,也可采用。锚索挡土墙稳定性宜由上向下进行施工。施工之前,须清理岩上松散岩石,振捣墙背斜坡表面,并按设计规定做好锚索拉拔试验。水泥在灌注前,必须用注浆成型罐和注浆料管口进行灌注。在灌注的开始及中途停止时间大于半个小时内,应使用水润滑注浆成型罐及管道;注浆料孔口水压不能超过0.4MPa;在灌注时使用水泥纸封堵洞口;注浆管应直接插入距洞底5~10cm处;随着水泥的加入,缓慢匀速拔出;不要用手或水泥纸堵塞洞口。在施工过程中,应按照地质要求和边坡工程条件选择正确的施工技术和工程机具,并采取相应的保护措施。对于边坡土壤的处理和支护,采用加固灌浆、喷射混凝土、锚杆锚索和边坡防护网等技术手段,以提高边坡的稳定性和安全性。在开挖过程中,需要对边坡进行定期监测和检查,及时发现和处理可能存在的问题,并在必要时进行调整和加固。开挖过程中对边坡进行定期监测和检查见表1。

表1 开挖过程中对边坡进行定期监测和检查

日期	边坡位移量 (mm)	边坡沉降量 (mm)	地下水位变化 (m)	采取措施
2023-05-01	10	5	0.5	正常监测
2023-05-08	25	10	1	增加监测频率
2023-05-15	35	15	1.5	采取加固措施
2023-05-22	20	10	-0.5	调整加固措施
2023-05-29	15	5	-1.0	继续监测,加固完成

通过定期监测和检查,可以及时发现和处理可能存在的问题,如边坡位移和沉降等。在监测到异常数据时,采取适当的措施,如增加监测频率或采取加固措施,能够确保工程开挖过程的安全性。

### 4.2 完善现场的仪器设备技术检测

水利水电工程设施要满足实验项目的基本条件,尤其是环保要求。仪器设备必须及时装配和调试完成,以保证正常工作。检定要求的仪器设备在检查工作结束后,及时张贴“三色标识”以防止被考核工作人员认为不按时检查。准备内外部文件,包括质量手册、程序文件、作业指导书、表单、外部标准和规范等。内部文件需要装订成册,并按照规定的发放程序进行发放。每台设备都应有档案盒,内含设备档案卡、采购申请、验收记录、合格证、使用说明书等相关资料。在项目开始之前需要施工单位利用相应的设备和仪器严格测量施工环境,编制详细的试验和检测计划,包括检测项目的各项检测指标和技术参数;检测过程中采用内部校核的办法,即每个现场检测组配备2~3人参与试验检测,对于同

样一个检测项目由检测人员分别进行检测,分别报告检测结果;对检测结果进行质量保证,如出现不合格情况,需提出处理意见,并对未达到不符合技术要求的检测项目,但检测结果趋势存在隐患时,应采取预防措施;对检测过程中的质量保证工作实施结果进行整理、统计和趋势分析。

在开始试验和检测计划之前,需要选择要进行的检测项目。选择了基岩裂隙检测,包括裂隙的数量和宽度两个检测指标。这些检测指标是根据行业标准或公司内部标准来确定的。在确定了检测项目和检测指标后,需要准备相应的检测设备和检测环境。在这个过程中,每个现场检测组需要配备2~3名工作人员,对同一个检测项目分别进行检测,并分别报告检测结果<sup>[5]</sup>。这样可以采用内部校核的方式,确保检测结果的准确性和可靠性。如果在检测过程中发现任何问题或者不合格的情况,需要及时进行处理,如重新检测或者采取补救措施。在检测完成后,需要对收集到的数据进行处理和分析。这包括统计各项检测指标的结果,分析各项指标的趋势走向,以及识别其中可能存在的问题和隐患。根据分析结果,定期向相关人员和部门报告检测结果和数据分析结果。

根据各检测项目中安装和使用的仪器设备的工作环境要求,选择合适的检测环境进行检测,统计了基岩裂隙的数量和宽度:共有7条裂隙,其中1条裂隙宽度为0.4mm,2条裂隙宽度为0.6mm,1条裂隙宽度为0.5mm,2条裂隙宽度为0.3mm,1条裂隙宽度大于3mm。统计了不同宽度范围内的裂隙数量:基岩裂隙宽度在不大于0.5mm的范围内的裂隙有1条;宽度在大于0.5mm至不大于1mm的范围内的裂隙有2条;宽度在大于1mm至不大于2mm的范围内的裂隙有1条;宽度在大于2mm至不大于3mm的范围内的裂隙有1条;大于3mm的裂隙有1条。根据检测仪器设备的工作环境,对检测环境进行控制和调整,对未达到技术要求的检测项目提出处理意见,对检测结果趋势存在隐患时采取预防措施,保障施工质量。

#### 4.3 遵循科学实际的钻爆

施工单位的技术人员应重视钻爆技术的工艺设计过程。工艺设计是确保爆破施工安全性的关键环节。在进行工艺设计时,需要全面考虑地质条件、爆破材料、爆破参数等因素的影响,并采用科学的方法进行爆破方案的制定。合理确定装药量、孔距、孔深等参数,以确保爆破效果的控制和精准度。在爆破施工过程中需要运用适当的措施来限制爆炸事件<sup>[6]</sup>。在必要的时候,施工方可以选择液压钻来辅助施工,确保钻头与钻孔始终处于平衡的位置上。施工人员有必要密切结合现行的标准来完成整个的爆破施工,针对边坡尺寸也要予以适当的控制。结合现场实际情况,进行模拟分析和仿

真计算,评估爆破后可能产生的影响范围和安全隐患,钻爆施工技术方案及其进度指标见表2。

表2 钻爆施工技术方案及其进度指标

序号	岩层分类	钻爆施工方式	循环尺寸	每日循环数	进尺
1	四级	台阶施工法,以钻孔台车为主	2.5	2	5
2	五级	CD施工法、环形留核心土法	1.0	2	5
3	六级	CRD施工法	0.75	2	1.5

在进行钻爆作业前,必须对施工环境进行详细勘察和评估,确定安全措施的划定范围。根据实际情况,采取适当的防护措施,如设置防护网、临时支撑、防护挡土墙等,以保证施工区域的安全性。一旦发生爆破事故,施工单位应立即制定应急措施。事故发生后,需要迅速组织人员进行现场应急处理,保证人员的生命安全和紧急救援。同时,必须及时上报事故,并与相关部门和专业机构合作,共同处理事故。在处理事故的过程中,要及时评估事故的危害程度,采取相应的措施进行事故控制和清理工作,以避免事故的进一步扩大。在清理工作开始之前,必须对事故现场进行全面的危害评估。这包括但不限于对现场的土质、岩石类型、地质构造、地下水分布等因素的分析。此外,也需要评估边坡开挖过程中可能出现的问题,如塌方、滑坡等。根据这些信息,为清理工作制定有效的方案。

## 5 结语

综上所述,水利水电工程施工中边坡开挖支护技术的应用是必不可少的,能够有效保障施工的安全性和质量。通过深入研究和应用优化措施,进一步提高边坡开挖支护技术的效果和可靠性。未来的发展趋势将更多地关注科技创新和工艺改进,以满足不断变化的工程需求。

## 参考文献

- [1] 任妮.水利水电工程施工中边坡开挖支护技术的应用分析[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2022(11):160-162.
- [2] 谢红萍,张腾,张红光.水利水电工程施工中边坡开挖支护技术的应用分析[J].装饰装修天地,2021(12):283.
- [3] 李捷.水利水电工程施工中边坡开挖支护技术的应用[J].人民黄河,2021,43(S02):199-200.
- [4] 徐利杰.水利水电工程施工中边坡开挖支护技术的应用分析[J].中国科技期刊数据库工业A,2022(5):106-109.
- [5] 卢敬.关于水利水电工程施工中边坡开挖支护技术的应用策略分析[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2021(1):82-83.
- [6] 巴合提古丽·胡尔曼汗.关于水利水电工程施工中边坡开挖支护技术的应用探析[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2022(3):115-117.

# Reflection on Key Points of Slope Excavation Support in Water Conservancy Engineering Construction

Hehua Tong

Shangrao Qianshan County Bureau of Water Resources, Shangrao, Jiangxi, 334000, China

## Abstract

In the construction of water conservancy project, slope excavation and support are the crucial links, which are directly related to the safety and stability of the project. Slope excavation and support in the construction of water conservancy projects are complex and key links, which need to comprehensively consider the geological conditions, support measures and monitoring and maintenance. This paper aims to explore the main points of slope excavation and support to ensure the smooth progress and the final successful completion of the project. Through a comprehensive understanding of the geological conditions, taking appropriate supporting measures, and conducting continuous monitoring and maintenance, the risks in the construction process of the water conservancy project can be reduced to the greatest extent, and the safety and sustainability of the project can be realized. Only in this way can we give full play to the potential of water conservancy projects and make greater contributions to the social and economic development.

## Keywords

water conservancy project; construction; slope excavation and support

## 水利工程施工中的边坡开挖支护要点思考

童河华

上饶市铅山县水利局, 中国·江西 上饶 334000

## 摘要

水利工程的施工中, 边坡开挖和支护是至关重要的环节, 直接关系到工程的安全性和稳定性。水利工程施工中的边坡开挖和支护是复杂而关键的环节, 需要综合考虑地质条件、支护措施和监测维护。论文旨在探讨水利工程施工中的边坡开挖和支护的要点, 以确保工程的顺利进行和最终的成功完工。通过全面了解地质条件、采取适当的支护措施、进行持续的监测和维护, 可以最大程度地降低水利工程施工过程中的风险, 实现工程的安全性和可持续性。只有通过这种方式, 才能充分发挥水利工程的潜力, 为社会和经济的发展作出更大的贡献。

## 关键词

水利工程; 施工; 边坡开挖支护

## 1 引言

水利工程作为基础设施建设领域中至关重要的一部分, 扮演着维系社会和经济稳定运行的关键角色。在水利工程的建设和维护中, 边坡开挖和支护是一项关乎工程安全与可持续性的关键工作。水利工程中的边坡开挖支护直接关系到工程的安全性、稳定性和环境的可持续保护, 因此值得深入研究和思考。论文旨在深入探讨水利工程施工中的边坡开挖和支护要点, 提出合理的建议, 以确保工程的平稳进行和最终的成功完工。

【作者简介】童河华(1984-), 男, 中国江西鹰潭人, 本科, 工程师, 从事工程建设管理、水土保持、水资源保护、安全质量监督等研究。

## 2 边坡开挖的要点

### 2.1 合理的开挖方法

在进行边坡开挖之前, 必须进行详尽的地质调查和分析, 了解地质条件、土层性质和地下水情况。这有助于选择合适的开挖方法, 以减小地质灾害的风险。不同地质条件和开挖目的可能需要不同的坡度。适当的削坡和坡度控制有助于减小边坡的稳定性风险, 降低滑坡和坍塌的潜在危险。确保土方开挖的平衡, 避免出现过多的剩余土方或不足的土方, 以减少对环境的不利影响, 并降低施工成本。根据地质条件和工程规模, 选择合适的挖土方法, 如机械挖掘、爆破或手工开挖。不同的方法有不同的风险和效益, 需要在实际工程中进行综合考虑。

### 2.2 土方开挖的安全控制

土方开挖的监测: 持续监测土方开挖过程中的变化,

包括边坡位移、地下水位、土体稳定性等，以及随时准备采取必要的应急措施。

土方开挖的施工控制：采用适当的施工控制措施，如合理的挖土深度和块状土体处理，以确保土方开挖的安全性和稳定性<sup>[1]</sup>。

土方开挖的安全装备：为工作人员提供必要的安全装备，如头盔、安全带、护目镜和呼吸器，以降低工作风险。

防护措施：在边坡开挖过程中采取防护措施，如固定网、护坡材料和土工布，以防止边坡崩塌和土方滑坡。

### 2.3 环境保护与生态修复

土地复原计划：在边坡开挖工程中，开展土地复原计划，确保受影响的地区在工程完成后恢复到原有的生态状态。这可能包括植被恢复、野生动植物栖息地的保护和水资源管理。

土壤保护：采取措施保护开挖过程中移除的土壤，以避免土壤侵蚀和水污染。这可能包括土壤覆盖和泥石流防护设施的建设。

生态修复工程：为受影响的生态系统进行生态修复工程，以恢复原有的生态平衡。这可能包括引入植被、采用土壤改良措施和水资源保护措施。

## 3 边坡支护的关键因素

### 3.1 边坡支护的定义

边坡支护是指采取一系列工程措施，以减轻边坡的稳定性风险，确保边坡在工程施工和运营期间能够承受地质力学和水文力学的作用，从而防止滑坡、坍塌和土壤侵蚀等地质灾害的发生。边坡支护旨在维护边坡的形状和稳定性，以保护工程和周边环境的安全。

### 3.2 支护方式与材料

支护方式的选择：在水利工程中，有多种支护方式可供选择，包括梯田、挡土墙、草坪、护坡砌筑、土工布等。支护方式的选择应基于具体的地质条件、土质特性和工程规模。例如，在松散土壤地质条件下，采用梯田或挡土墙可能更合适，而在岩石地质条件下，护坡砌筑可能是更佳选择。

材料选用：支护材料的性能直接影响支护结构的稳定性和耐久性。合适的材料应具有足够的抗压、抗拉强度和耐腐蚀性。常见的支护材料包括混凝土、钢筋、岩石、草坪、土工布等，选择材料时必须综合考虑地质条件和经济成本，以制定最佳的支护方案。如图1所示。

### 3.3 地质条件对支护的影响

地质类型：不同地质类型对边坡支护的要求不同。在不稳定的地质条件下，如泥质或松散的土壤，支护结构的设计和施工需要更加谨慎，以确保边坡的稳定性。在岩石地质条件下，支护结构可能需要更多的钢筋和混凝土以应对较高的地质力学作用。

断裂和滑动面：地质条件中是否存在断裂或滑动面对

支护的影响巨大。这些特定的地质特征可能需要采取额外的措施，如岩锚或地下墙，以增强支护结构的稳定性。



图1 边坡支护图示

地下水位：地下水位的变化会对边坡支护产生重要影响。高水位可能会导致土体饱和，增加边坡滑动的风险。因此，必须在设计和施工中充分考虑地下水位，并采取必要的排水和防水措施。

### 3.4 经济与可持续性考虑

经济成本：支护工程的经济成本是一个重要因素。选择支护方式和材料时，需要在成本效益方面进行合理权衡。有时，初期投资较高的支护结构可能会在长期内降低维护成本，并提高工程的可持续性。

可持续性考虑：支护工程应考虑环保因素和可持续性。例如，采用可再生材料、采取生态修复措施以恢复植被，以及减少对土壤和水资源的不利影响，有助于提高工程的可持续性。

长期维护：支护结构的长期维护对于保持其性能至关重要。建立定期检查和维修计划，确保支护结构在工程使用寿命内保持稳定性和安全性。

## 4 边坡支护的要点

### 4.1 选择合适的支护方式

在选择支护方式时，首要考虑因素是周围地理和地质条件。不同地理和地质特征需要不同类型的支护方式。例如，在崎岖山地区，梯田或挡土墙可能是较佳的选择，而在平坦地区，护坡砌筑或土工布可能更适合。支护方式的选择还应考虑工程规模 and 成本效益。大型工程可能需要更耗资的支护结构，而小型工程可能可以采用更经济实惠的支护方式。成本效益分析有助于确定最佳的支护策略。支护方式的选择应与环境保护原则相一致。采用生态友好的支护方式，如草坪或植被覆盖，有助于减小工程对周边生态系统的不良影响。

### 4.2 材料选择与性能要求

支护材料的选择对支护结构的性能至关重要。应选择具

有足够的抗压、抗拉强度和耐腐蚀性的材料。常用的材料包括混凝土、钢筋、岩石、土工布等。材料的选择应根据地质条件和工程要求进行权衡。支护材料的性能要求应符合国家和行业标准,包括材料的抗压强度、抗拉强度、耐候性、耐腐蚀性等性能指标。材料的性能要求应根据具体工程的特点来确定。对于地下水位较高或容易渗漏的区域,支护结构应考虑防水和排水措施,以减小地下水对支护结构的不利影响<sup>[2]</sup>。

### 4.3 施工工艺与质量控制

支护结构的施工工艺应经过精心优化,以确保施工的高效性和安全性。具体工艺包括基坑的开挖、混凝土浇筑、钢筋加固、草坪的种植等。在施工过程中必须实施严格的质量控制措施,以确保支护结构的质量和性能。这包括材料质量的检验、工程施工的监督和验收,以及按照设计规范和标准进行施工。施工人员必须严格遵守安全操作规程,使用必要的个人防护设备,并定期接受培训。工程管理应确保施工现场的安全,并采取措施减小施工期间的事故风险。

### 4.4 维护与监测

支护结构在工程完成后需要定期维护。建立维护计划,包括检查支护结构的稳定性、清理排水系统、修复损坏的部分等。在支护结构中安装监测系统,以定期监测边坡的位移、地下水位和其他关键参数。这些数据有助于及时发现潜在问题并采取必要的修复措施。制定紧急应急预案,以应对可能出现的灾害和意外情况,确保支护结构的稳定性,保护工程和周边地区的安全。

## 5 边坡开挖与支护的综合考虑

### 5.1 地质与工程的协调

地质条件对边坡开挖与支护至关重要。详尽的地质信息和地质勘察是决策的基础。地质信息包括地层、断裂、滑动面、地下水位等,它们提供了工程师有关地质条件的关键见解。在工程设计阶段,工程师必须充分考虑地质条件,并将其与设计 and 施工相协调,包括选择合适的开挖方法、支护方式和材料,以适应地质条件。在施工和运营阶段,地质与工程的协调需要继续。工程师应建立监测系统,定期检查边坡的变化,以及地下水位和土体的稳定性。这有助于及时发现潜在问题并采取适当的措施。如图2所示。

### 5.2 安全与可持续性的权衡

边坡开挖与支护的首要目标是确保工程的安全性,任何牺牲安全的做法都是不可接受的。工程师必须在决策中优先考虑边坡的稳定性和工程的安全性、可持续性。支护方式和材料的选择应尽量减小对环境的不利影响,包括生态系统的

破坏、土壤侵蚀和水资源污染。可持续性还包括工程的长期维护和管理,以确保工程的长期性能。在安全性和可持续性之间取得平衡是一项挑战。例如,采用植被覆盖的支护方式可以减小生态系统破坏,但可能需要更多时间和资源来实现。工程师需要仔细权衡这些因素,以确定最佳的支护策略<sup>[3]</sup>。

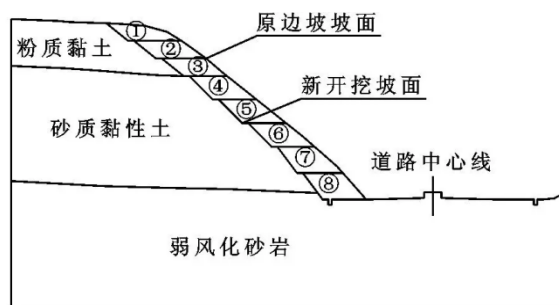


图2 边坡开挖图示

### 5.3 成本与效益分析

经济成本是边坡开挖与支护决策的一个关键因素。不同的开挖和支护方法具有不同的经济成本,包括初始投资、运营和维护成本。工程师必须考虑项目预算,并确定适合预算的最佳解决方案。在决策中,应进行成本效益分析,以评估不同支护策略的效益。这包括考虑工程的长期性能、维护成本、环境影响等因素。成本效益分析有助于确定哪种支护策略在长期内具有最佳的性价比。在成本与效益分析中,还必须考虑风险。某些支护方式可能会降低风险,从而降低未来可能的成本,而其他方式可能会增加风险。因此,风险管理在决策中起着关键作用。

## 6 结语

综上所述,论文还强调了综合考虑的重要性。在边坡开挖与支护的决策中,必须协调地质与工程、权衡安全与可持续性,以及进行成本与效益分析。只有通过充分理解和综合考虑这些因素,才能实现水利工程的成功完工,从而为社会和环境带来持久的利益。水利工程领域需要工程师不断改进和深化他们的知识,以应对不断变化的挑战,确保水资源的可持续管理和保护。

### 参考文献

- [1] 樊喜欢,秦希严.分析水利工程中高边坡开挖与支护工程的施工要点[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2021(1):127-128.
- [2] 王琦.水利工程中高边坡开挖与支护工程的施工要点[J].消费导刊,2021(9):43-44.
- [3] 孟范璞.水利工程施工中边坡开挖支护技术的应用浅析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2022(10):4.

# Reflection on Quality Control of Canal Lining Engineering for Continued Construction in Hetao Irrigation District, Inner Mongolia

Jianjun Ma

Inner Mongolia Bayannur City Water Conservancy Project Quality and Safety Supervision Service Center, Linhe, Inner Mongolia, 015000, China

## Abstract

The paper aims to achieve the goal of “water-saving and efficient, well-equipped, scientifically managed, and ecologically sound” in the construction of supporting projects for the continuation of the Hetao Irrigation Area in Inner Mongolia. Through the new technology of “cast-in-place steel wire mesh concrete and integrated insulation lining technology”, it supports the modern agriculture, animal husbandry, and economic and social development of the Hetao Irrigation Area, and promotes its sustainable and high-quality development. The paper carefully analyzes the quality control system, construction technology, and control points of the modernization renovation project in irrigation areas, and reflects on the quality control, existing problems, and suggestions, ensuring that it provides valuable experience for the next step of irrigation area renovation projects.

## Keywords

hetao irrigation area; quality control; problems and suggestions

## 对内蒙古河套灌区续建渠道衬砌工程质量控制的思考

马建军

内蒙古巴彦淖尔市水利工程质量和安全监督服务中心，中国·内蒙古 临河 015000

## 摘要

论文对内蒙古河套灌区续建配套项目建设实现“节水高效、设施完善、管理科学、生态良好”的现代化灌区目标，通过新工艺“现浇钢丝网混凝土与保温一体化衬砌技术”，来支撑河套地区现代农牧业、经济社会发展，推动河套灌区可持续和高质量发展。论文通过对灌区现代化改造工程的质量控制体系、施工工艺、控制要点进行认真分析，对质量控制、存在问题及建议方面进行了思考，确保为下一步灌区改造工程提供了可借鉴的经验。

## 关键词

河套灌区；质量控制；问题及建议

## 1 引言

2021年8月3日，国家水利部、发展改革委《关于印发“十四五”重大农业节水供水工程实施方案的通知》（水规计〔2021〕239号），明确了“十四五”河套灌区续建配套与现代化改造确定总投资18.40亿元，改造面积298.9万亩。本次河套灌区续建配套改造投资总额在“十四五”全国124个实施现代化改造的大中型灌区中排名第二，在自治区14个灌区中排名第一，具有实施年限短、年度投资大、改造范围集中的特点。

提高灌排水利工程设施建设投资标准和技术标准，采用现浇混凝土钢丝网片、量测控一体化闸门等新工艺、新材

料、新技术，全面适应水利部现代化灌区建设要求，全面提升工程质量和建设标准，进一步夯实灌区的水利工程基础。

## 2 质量管理控制体系

渠道衬砌及建筑物配套工程质量管理按照国家相关法律法规和上级部门有关质量管理方面的具体规定进行，形成项目法人负责、监理单位控制、施工单位保证和政府监督结合的质量管理体系，参建各方均按合同及有关规定承担各自的工程质量监督责任，使工程质量得到了有效控制。工程施工期间项目法人对工地现场进行巡视检查，及时发现工程施工过程中存在的问题，填写检查记录表，由现场施工负责人及监理负责人签字认可，由监理单位下达指令进行整改，明确整改时限及整改要求。中标施工单位建立了质量和安全管理体系，实行初检、复检、终检的“三检制”<sup>[1]</sup>。监理实行总监理工程师负责制，制定了详细《监理规划》和《监理实

【作者简介】马建军（1971-），男，中国内蒙古临河人，本科，工程师，从事水利工程建设管理研究。

施细则》，对每道工序制定了具体的监控措施和监督手段，严格施工各阶段质量监控。

施工期间，按计划对工程施工质量和现场安全进行多次检查，对检查存在的问题，下达整改通知进行整改，项目法人对检查出现的问题按要求进行落实整改。还对原材料和中间产品进行抽样检测，对参建各方的质量行为进行监督。形成了一套完整的工程质量监督控制体系。

### 3 工程施工现场质量控制体系

#### 3.1 土方工程施工

施工过程中主要质量控制的要点：一是土方清基；二是注重土方回填质量控制，通过碾压试验确定了碾压参数，包括含水率、铺土厚度、碾压遍数等，在清基后进行土方回填，碾压时严格按试验确定的碾压参数进行。

#### 3.2 现浇钢丝网护坡工程

①二布一膜铺设、焊接和保温板铺设。二布一膜规格宽度为6m，铺设时采用顺渠铺设，在齿墙基槽开挖后先铺渠道两侧齿墙下二布一膜，在边坡和渠底进行焊接，焊接搭接宽度为10cm，焊接完成后进行检查、试验<sup>[2]</sup>。由于齿墙底部砂垫层宽度不好控制，砂垫层宽度较设计宽，使二布一膜长度增加，造成坡顶外水平外延长度不足，铺设二布一膜时特别注意加拉展二布一膜，否则会造成封顶二布一膜外延不满足设计要求。因此二布一膜铺设、焊接和保温板铺设是现场施工质量控制的关键点。

②保温板设计厚度阴面为10cm，阳面为8cm，坡面保温板尺寸为长3.21m、宽1.23m，铺设采用纵向通缝、横向错缝。轻型机施工时，制作长约26cm、宽15cm规格的保温板块，在砼浇筑前坡脚与齿墙部位用保温板块进行支撑，确保保温板不下滑，在砼浇筑时将保温板块取出。重型机施工时制作钢筋支撑，将保温板支住，砼浇筑过程中钢筋支撑直接浇于砼内。砼护坡厚12cm，设计要求钢丝网安装在护坡上部，保护层厚度在3~5cm。按照规范要求，本次项目工程设计使用寿命为50年，因此砼按C40F300W6进行设计，根据配合比报告水泥采用PO42.5，细骨料为中砂、细度模数为2.4~2.8，细骨料含泥量控制在2%以内，粗骨料采用两级配为5~10mm和16~31.5mm，掺合料为F类二级粉煤灰，外加剂为YF-BS泵送剂（羧酸类），水胶比0.33，砂率41%，外加剂掺量约13kg<sup>[3]</sup>。在拌制砼时拌制时间不小于1min，拌制用砂采用水洗砂，实际拌制时测定砂子的含水量，根据砂子含水量调整砼拌合物的拌制水量。出站时砼拌和物的坍落度控制在80~90mm，砼浇筑时为65mm左右，砼含气量控制在6%正负1。

③钢丝网砼护坡浇筑。砼衬砌机分轻型和重型。经现场试验，跳仓浇筑砼衬砌机来回移动频繁、机械效率较低，施工用时较长，仓段两侧闭孔板安装不易固定，因此现场施工采用坡面一次浇筑成型，后期再进行裁缝，放闭孔板，灌

注聚硫密封胶施工工艺。轻型机坡面浇筑分为三道工序，一是砼入仓、摊铺；二是振捣，根据入仓砼坍落度大小确定每遍振捣间隔时间，先振捣一遍，隔一定时间再振一遍，共振三遍，分时振捣目的是防止砼在坡面下滑，确保振捣到位；三是抹光机和人工收面。抹光机的遍数越多坡面效果越好，抹光机压面必须三遍以上。重型机施工特点是砼采用传送带从坡脚到坡顶分段分仓斗入仓，在分仓斗时进行了振捣，在摊铺到坡面上时又进行了振捣，振捣强度比轻型机更大，因此砼密实度较好，强度更有保证。缺点是钢丝网片在摊铺砼时，随着摊铺机水平移动，需要固定钢丝网。砼坍落度较小时，在摊铺机和砼的双重作用下，钢丝网容易压到保温板上，无法满足保护层厚度要求。

④钢丝网砼护坡养护。砼护坡养护采用覆盖养护毯进行洒水养护。一是全部覆盖养护毯，养护毯接搭处用土覆压。每天洒水6遍水，上午2遍、中午2遍、下午2遍。二是采用坡面铺养护膜，养护膜与养护膜搭接部位，覆盖养护毯进行养护。通过现场看两种养护方式均取得不错的效果，均达到了养护目的。

⑤钢丝网砼护坡裁缝、清缝及填缝。钢丝网砼裁缝易在砼浇筑完成及早进行，一是砼强度未达到设计强度，裁缝难度小；二是砼有了一定强度，裁缝过程中不易损坏分缝两侧砼棱角。裁缝缝深不得小于12cm，由于砼浇筑误差，要求必须裁通，否则起不到分缝的作用。封顶和坡脚处裁缝机无法裁到，需要人工补裁。根据现场看一台机器一天可裁80~100m，每个标段缝长4万多米，裁缝工作量非常大，按每个标段投入10台机器计算，大约需要50天。由于工期紧、工作量大，因此施工时裁缝和护坡浇筑工序需要合理安排搭接，组织流水施工，在护坡浇筑同时也开始裁缝工作。清缝、填缝的工作量也很大，需要裁缝、清缝及填缝几项工作，有序衔接，同时进行。

#### 3.3 渠底土方及砂卵石回填

在现场施工时，渠道土方开挖时要在渠底留有渠底素土回填的土方，考虑压实，不能超填，如果超填会造成砂卵石无法完成设计厚度，或者渠底高于设计高程，影响过流能力。在护坡浇完以前将卵石放到渠底，避免护坡浇完后，再放卵石，卵石放不到位的质量情况发生。

### 4 质量控制要点

①齿墙基础开挖破坏了边坡原状土，齿墙浇筑完成后，回填夯实难度大，密实度很难达到设计标准。建议靠坡脚处机械开挖后，人工整形，直接放保温板，外侧支模浇筑。

②钢丝网片在现浇混凝土护坡上层，保护层厚度3~5cm，摊铺机施工无法铺设钢丝网片。建议在以后设计时，考虑设置一定数量和刚度的马凳，以满足保护层厚度。或考虑选择一段布设钢丝网片，增加混凝土厚度，作为试验段。

③切缝不及时。每个标段缝长约4万米，目前施工单

位采用桁架式切割机的切割速度为10m/h左右,12月底完成切缝,需上20台切割机,难度大、用时长。建议能否只切横缝,不切纵缝。

④齿墙基础铺设防渗膜—砂砾料垫层—混凝土齿墙,砂砾垫层是透水层,渠道行水期,长时间高水位运行,在水压力作用下,渠道的水经齿墙砂砾层进入坡面防渗膜内,渠道秋浇结束后,最低气温在-6℃左右,坡面保温板内的水如不能全部排出,出现冻胀。建议以后设计时考虑砂砾垫层能否设在防渗膜下。

⑤根据河套灌区有效施工期短的特点,加之施工单位签订合同后,才进行材料招标采购,特别是从外地采购,用时较长,势必会造成工期延误。建议设计单位在今后设计时,在规范允许的范围内,尽可能考虑当地地材、当地生产厂家的产品。

⑥由于本工程工期短、任务重,又是新工艺,施工难度大,投入的机械设备、劳动工人较多,施工现场管理人员、质检员、技术员、资料员,不能满足施工需求,“三检制”不到位,导致部分段落外观质量较差等质量缺陷。建议施工单位,利用冬季停工时间,充实专业技术人才,加强技术工人的培训,培养自己的机械操控人员和班组长,在以后工程项目的施工中真正把“三检制”落到实处。

⑦在混凝土浇筑过程中,出现了横向裂缝,裂缝大部分间距在4m左右的部位,基本上是在预留切缝的位置,其主要原因:切缝位置网片与网片之间留有10cm,在混凝土凝固过程中,产生收缩应力,在没有钢丝网片的部位出现应力裂缝。裂缝是有规律的,属于混凝土自然裂缝。个别段落坡面整修不平整,保温板空隙的现象。由于机械修坡超挖,人工细整时,低的地方有贴坡现象,导致不均匀出现。前一天浇筑和第二天浇筑接口处出现的冷缝。建议在今后类似工程的施工中,应及时切缝,最大限度地避免裂缝的出现,并对伸缩缝周边的裂缝进行技术处理。同时应认真做好坡面整修工序的检查检验工作。

## 5 存在问题及建议

一是钢丝网砼衬砌保温一体化技术,在内蒙古河套地区第一次使用,设计采用12cm钢丝网片砼,据了解其他一些北方地区也实施过15cm厚素砼护坡的工程,可以试验段进行对比研究。二是砼护坡分块较小,裁缝工程量较大,填缝材料占投资比重也较大,是否能在规范允许范围内,通过计算将分块大一些。三是现在设计齿墙二布一膜放在砂垫层下面,每年秋浇结束后砂垫层含水达到饱和,冬季冻胀对齿

墙及护坡影响很大,能否把二布一膜放到砂垫层上面。另外填缝材料采用聚硫密封胶造价较高,是否能采用更经济的材料,可以节约工程造价。四是通过设计优化齿墙结构,把齿墙后面直接做成斜坡,在施工时在修好的斜坡上直接浇筑,不支模、不开挖工作面,减少齿墙开挖施工对边坡土体的扰动。

设计单位在设计时,工程使用材料要尽量使用当地材料,可使材料采购成本、运输成本降低,降低工程造价。同时根据在河套地区的灌溉特点有效施工期短的特点,使用地材可以缩短材料采购运输时间。本工程使用材料由施工单位自行采购,施工单位中标后才开始材料招标采购,用时较长,在工期紧张的情况下,对保证工程按期完工不利,建议以后工程施工、监理招标时,将材料采购招标同时进行,可以缩短前期时间,为施工留出更多时间。

由于第一次施作钢丝网砼衬砌保温一体化技术,工人是当地雇的,第一次使用这些机械设备,操作人员不熟练,人为造成机械故障,需要增加易损、易坏部件的储备,另一方面还要培养自己的维修工人,及时养护设备,防止的施工过程中的设备损坏。

施工企业要改变企业管理理念,加强施工管理,优化施工流程管理,投入满足施工管理要求的管理人员,尤其是加强质量自控,切实实行“三检制”,通过严格自控,提高施工质量,提高管理效率,降低成本。

项目法人单位及时组织编制下一年度实施方案,及时组织招标,给施工留出更多时间。

## 6 结语

虽然钢丝网砼衬砌保温一体化技术在内蒙古河套灌区首次使用,存在技术难关和工艺改进措施等问题,但只要把握好施工过程中的质量控制体系,控制要点,这项新技术非常适应水利部现代化灌区建设要求,可以全面提升河套灌区改造工程质量 and 建设标准,进一步夯实灌区的水利工程基础。

## 参考文献

- [1] 许令来.CL型外墙免拆保温模板合理构造及保温效果研究[D].合肥:安徽建筑大学,2022.
- [2] 孙宏伟.现存干砌毛石墙体原貌加固关键技术与抗震性能试验研究[D].泰安:山东农业大学,2021.
- [3] 李建国,何军.内蒙古河套灌区秋浇灌溉效率高[N].中国水利报,2012-10-23.

# Research and Application of Water Floating Laying Method for Long Distance Pipeline Optical Cable in Pearl River Delta Water Resources Allocation Project

Chunyong Zhou

Chengdu Hydropower Construction Engineering Co., Ltd., Sinohydro 7th Engineering Bureau, Chengdu, Sichuan, 611130, China

## Abstract

According to the Ministry of Water Resources issued the “Guidance on the implementation of the national water network major projects”, it is expected that by 2025 China will implement a number of key influential national water source regulation projects, at the same time according to the “Fourteen Five” water security plan that the future water conservancy system should be developed in the direction of intelligence, in order to enhance the level of intelligent water conservancy construction, accelerate the digital transformation of the water conservancy industry, and build smart water conservancy facilities with digital, internet and intelligent characteristics. In order to meet the requirements of building intelligent water conservancy and project management and monitoring communication transmission, communication cable must be deployed in each water transfer project. However, cable construction in tunnel environments faces significant challenges. At present, most of the domestic use of aerodynamic method and air-blown microtube microcable technology for optical cable laying, that is, the use of the mechanical thrust of the air blower and the powerful air flow of the air compressor to make the optical cable move forward in the pipeline. This research focuses on exploring the water floating laying method of long distance pipeline and cable, which can not only improve the single laying distance, but also save time and cost. We have successfully completed a 5.6km cable laying at one time, which is a rare case in China. Through the discussion, summary and analysis of the test results, we have obtained achievements and insights that can provide template and guidance for the construction of the same type of deep-buried long-distance tunnel cable engineering.

## Keywords

long distance pipeline; water floating laying method; GYFY cable

# 珠江三角洲水资源配置工程长距离管道光缆水浮敷设方式的研究及应用

周春永

中国水利水电第七工程局成都水电建设工程有限公司, 中国·四川·成都 611130

## 摘要

根据水利部公布的《关于实施国家水网重大工程的指导意见》，预计到2025年中国将实施多个有关键影响力的国家水源调节工程，同时根据《“十四五”水安全保障规划》说明未来水利系统都应朝着智能化方向发展，以提升智慧水利的建设水平，加快水利行业数字转型，构建具备数字化、互联网化和智能化等特性的智慧水利设施。为了满足建设智慧水利和工程管理、监控通信传输的要求，各调水工程都必须进行通信光缆的部署。然而在隧道环境中进行光缆建设面临着重大的挑战。目前，中国多数采用空气动力法以及气吹微管微缆技术进行光缆敷设，即利用气吹机的机械推力和空压机的强大气流让光缆在管道中前行。本研究着重探索了长距离管道光缆水浮敷设法，这种方法不不仅可以提高单次敷设距离，还能节省时间和成本。我们成功地一次完成了5.6km的光缆敷设，这是国内鲜有的案例，通过对试验结果的研讨、总结和分析，我们得出了可为同类型深埋长距离隧道光缆工程建设提供模板和引导的成就和见解。

## 关键词

长距离管道；水浮敷设法；GYFY光缆

## 1 引言

为了满足本工程信息化、智能化及管理调度需求，我

们通过参考土建 A7 标准，研究了两种光缆在长距离隧道管道的敷设情况。在此过程中，一次性敷设的最大工作井区间隧道距离能够达到 5586m。虽然在中国，一次性敷设超过 5km 的光缆实例稀少，但我们在这次工程中成功地通过水浮敷设方法完成了长距离管道光缆的敷设。同时，我们也对使

们通过参考土建 A7 标准，研究了两种光缆在长距离隧道管道的敷设情况。在此过程中，一次性敷设的最大工作井区间隧道距离能够达到 5586m。虽然在中国，一次性敷设超过 5km 的光缆实例稀少，但我们在这次工程中成功地通过水浮敷设方法完成了长距离管道光缆的敷设。同时，我们也对使

【作者简介】周春永（1988-），男，中国河南商丘人，本科，工程师，从事水利水电工程和市政工程技术管理研究。

用的施工技术和相关材料设备进行了应用研究,以支持未来类似的长距离管道光缆水浮敷设建设需求。

## 2 工程概况

珠江三角洲水资源配置工程建立高新沙调度中心至各泵站、工作井、进库闸、量水间等的通道(计算机监控、计算机网络、安防、语音、安全监测等系统共用),实现工程输水系统自动控制与智能控制等功能。专用通信通道选用光缆作为传输介质。鲤鱼洲泵站至高新沙泵站双线段共敷设4条光缆,每根输水管道敷设两条光缆。首先光缆敷设主要利用输水管道形成的空间,利用预埋的硅芯管或光缆保护管来建立铺设途径,通过土建A7标利用的水流敷设法,每条输水管道在自密实混凝土预埋的硅芯管中敷设一根36芯GYFY光缆(光缆在接头工作井位置引出),而且光缆需要一次敷设完成。利用牵引法,每条输水管道行车道内硅芯管内敷设一根36芯GYFY光缆(行车道内光缆只在泵站位置引出),共计四根36芯GYFY光缆。

光缆布置剖面图见图1。

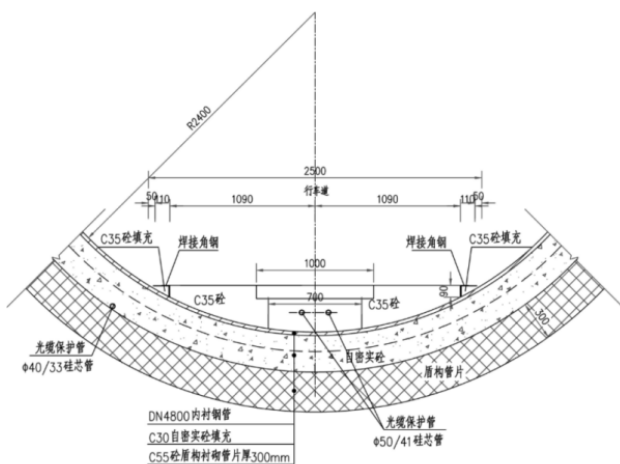


图1 光缆布置剖面图

在使用水浮敷设法技术的过程中,机械推进装置将负责把通信光缆推动到管内,同时水压设备也同步将水流输送进管道,如此一来流动的水流能在光缆的表面形成一股向前的推力,极为有效地辅助光缆前进。需要注意的是,光缆的移动并不依赖拉力,而是依靠水流的推动力,在整个敷设过程中,光缆一直处于悬浮状态,水流在管道与光缆之间起到一个缓冲的作用,从而降低了光缆与管壁之间的摩擦,使得光缆在管道弯道处的行进更加顺畅,且减少了能量的消耗。因此这种方式可以帮助光缆在更大范围内进行铺设。

水敷法示意图见图2。

## 3 水敷法施工准备

### 3.1 相关材料设备检验

在光缆铺设之前,要对光缆进行独立盘测,对它的各项参数和长度等做仔细的审查、确认以及测试。

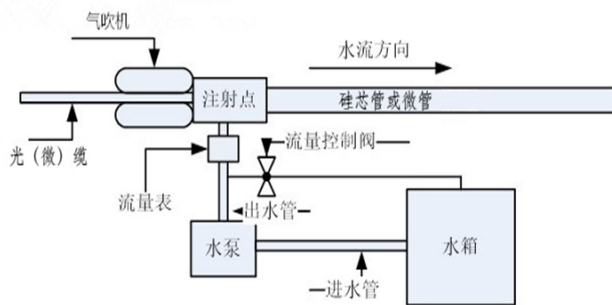


图2 水敷法示意图

水浮敷设光缆前应认真做好空压机、气吹机、水压机、水箱等主要设备开机前的检验和准备工作,其中包括:

审查空压机的高压气流系统的封闭效能,并在启动、过程中、运转及铺设结束时,严格监控其气压和气流。

应检查气吹机压紧轮和驱动轮之间的间隙,保证水浮敷设时驱动轮与光缆之间不打滑且压紧力不损伤水浮敷设光缆;确保当水压机低压输出时,水浮敷设光缆能随着水流进入硅芯管道并移动;同时对气吹机进行无负载检查,在气吹机气控部分低压输出时,气吹机的驱动齿轮能够转动<sup>[1]</sup>。

### 3.2 硅芯管道的气密性检查

对硅芯管的气密性做测试,把硅芯管的两头封闭,然后在管内注入0.1MPa的气体,24小时后,压力的减少应该不低于0.01MPa。

### 3.3 管道试通及润滑

将检查用的两头都是圆形的聚乙烯或尼龙1010棒,利用强大的气压吹试成功。该试棒的尺寸是:直径23mm,长度200mm。利用高压气流对硅芯管道进行润滑,以减少摩擦力,增加敷设光缆的速度和长度。

### 3.4 施工用水准备

需要准备足够的水浮敷设用水。根据计算,40/33硅芯管理论用水量为0.86m<sup>3</sup>/km。敷设过程中随时注意水的余量,及时补充。

施工前的检查工作见图3。

## 4 光缆水敷法施工流程及注意要点

### 4.1 水敷法施工流程

步骤1:将导向密封结构和光缆一段连接,放入管道后,在管道口装上密封端头。

步骤2:将水泵出水口通过比例阀接在密封结构的进水口上。

步骤3:在管道入口安装推进器。

步骤4:给空压机、气吹机、水泵等设备上电。

步骤5:设定敷设速度45m/min左右,水压设定13~14bar,水流量设定约为35L/min;根据气吹机输出压力约为14bar,空压机流量约为10m<sup>3</sup>/min。

步骤6:打开水泵,向管道中注入添加有润滑剂的水,读出管道入口处水压传感器的数值,并与水压预定值进行比

较,水压预定值与测得值的差值按比例决定比例阀的开度的电流值,并显示当前水压值。

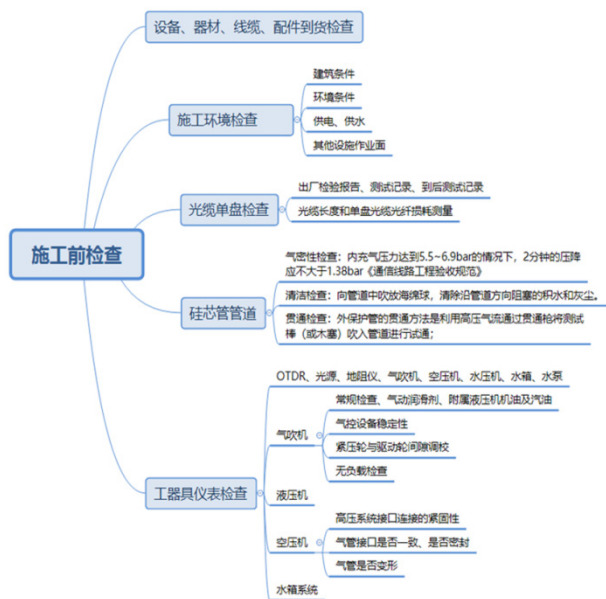


图3 施工前的检查

步骤7:借助控制器来调整布线速率和电机扭矩以避免在光缆布线期间产生任何损坏;保证光缆的布线速度持续稳定并需要人力来协助线盘车的转动,以避免因线盘旋转速度不均衡而导致光缆产生混乱。

步骤8:需要将光缆被输送的距离较远时,可以在操作控制面板上调整调压把手,以增大扭矩输出,从而实现恰当的输送力。在相对于管道来说直径较小的光缆进行吹缆作业时,建议对液压输送力进行限制,这样能减小光缆在管道中被折叠的可能性。

步骤9:当光缆到达了预设位置,也就是说气封活塞已经出现在管道外,那时管内的气压会迅速下降,穿管末端的观察员应该立即向吹缆机的操作员发出停机的警告,再把光缆送入管道内,确保气吹出来的光缆长度正好可以满足连接员工的需求,也就是说已成功完成一段光缆的气吹敷设任务。

步骤10:敷设过程中收集进水口及管道末端漏掉的水,过滤后通过回路送回水泵,以循环利用。

步骤11:向管道位置高的一端充气,将水逼出管道,在位置低的管道一端收集残留在管道内的水,防止光缆损坏<sup>[2]</sup>。

#### 4.2 水敷法施工注意要点

①注意观察敷缆速度,液压机的压力变化,水压机的压力变化;

②注意观察水箱内的储水量;

③注意观察润滑剂的使用情况;

④注意检查水压机油杯内的储油量;

⑤缆盘放缆速度与气吹机吹缆速度应保持一致。

### 5 水浮敷设光缆结论分析

①光缆 GYFY 24 芯在 40mm/33mm 的硅芯管中浮水铺设,一次能铺设长度大约为 5586m。

②利用水浮铺设方法施工的效率很高;由于光缆保护管预先埋入了衬砌混凝土中,属于一次性敷设,之后无法更换和修复,因此对其敷设及保护要求极大,在施工期间,需要确保光缆保护管的安全与稳定;光缆铺设完成后,在后续维护期间可以通过水浮回收方式进行更替、维护方便性高。

③水浮敷设光缆施工之前,必须对硅芯管道进行气密性检测,并且要保证其畅通无阻,干净并润滑。

④用于水浮敷设的光缆密度应当与水的密度相近;用于水浮敷设的硅芯管适合采用带有螺旋气槽的硅芯管,因为这样更利于水浮敷设施工<sup>[3]</sup>。

### 6 结语

实施水敷法施工的效果证实,我们能够在硅芯管中一次性安装 24 芯 GYFY 光缆达到 5586 米的距离;它可以满足珠江三角洲水资源配置工程对于超长距离管道光缆安装的需求,水浮敷设法可以作为一种可行的敷设手段在类似工程中进行应用。水浮敷设法具备如下优点:

①光缆的反向阻力由于摩擦力小,所以更容易弯曲,而且单次铺设的距离至少是用气吹方法的两倍,因此施工效率较高。

②水浮敷设法能够完成更长的单盘敷设长度,从而减少了接续工作量,施工的灵活性和机动性都将会大大提高,降低施工的总成本。

③在进行水浮法敷设时,光缆的整体受力情况和端头的开放设计,与传统的牵引方法截然不同。敷设完成后,光缆会松散地放置在管道底部,有利于增加光缆的使用年限。同时,敷设过程中,硅芯管爆裂的风险极低。

④在水面浮动的敷设环境中,光缆通过悬浮移动,与传统的牵引方式相比,其安全性得到了显著的提升。

⑤通过水浮法来移除管道中的光缆具有高效的施工效能,并且对既存管道的损坏程度最低,使得维护升级更为快捷和高效。

#### 参考文献

[1] 黄汉泉.长距离管道光缆牵引法敷设方式在珠江三角洲水资源配置工程中的应用探讨[J].数码设计,2021(21):146-150.

[2] 刘畅.水流法敷设光缆技术的研究与应用[J].电信工程技术与标准化,2014(2):53-55.

[3] 中华人民共和国住房和城乡建设部.GB 51158—2015 通信线路工程设计规范[S].

# Discussion on File Management of Hydropower Engineering Construction Project Construction Units

Renyan Wang

Yalong River Basin Hydropower Development Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610051, China

## Abstract

The archives of hydropower engineering construction projects are a true record of the entire construction process of hydropower engineering construction projects, an important voucher for safeguarding the legitimate rights and interests of all parties involved in the construction, and a fundamental basis for controlling the future operation and maintenance work of hydropower projects. Not only does it have a large collection of document materials, multiple types of carriers involved, and a long filing cycle, but it also has the characteristics of involving multiple participating units, uneven abilities of archive personnel, and varying degrees of attention from all participating parties. Therefore, it is of great significance to strengthen the archive management of hydropower engineering construction projects and ensure the completeness, accuracy, system, standardization, and safety of project archives. Therefore, the author conducted research on the archive management of hydropower construction projects, the scope and requirements of archive collection, the problems and shortcomings in management, and the main management measures. Relevant ideas were proposed to promote communication and provide reference, in order to jointly improve the archive management level of hydropower construction projects.

## Keywords

hydropower engineering; construction projects; file management

## 浅谈水电工程建设项目建设单位的档案管理

王仁艳

雅砻江流域水电开发有限公司, 中国·四川成都 610051

## 摘要

水电工程建设项目档案是水电工程建设项目整个建设过程的真实记录,是维护参建各方合法权益的重要凭证,更是能够对水电项目日后运维工作进行把控的根本依据。不仅具有文件材料收集量大、涉及门类载体多、归档周期长,而且具有涉及参建单位多、档案人员能力参差不齐、参建各方重视程度不同等特点。因此,加强水电工程建设项目档案管理,确保项目档案完整、准确、系统、规范和安全,具有非常重要的意义。为此,笔者从水电建设项目的档案管理、归档文件收集范围及归档要求、管理中存在的问题和不足、主要管理措施等方面进行了研究,提出相关思路,以促进交流、提供参考,以期共同提升水电工程建设项目档案管理水平。

## 关键词

水电工程; 建设项目; 档案管理

## 1 引言

2018年,国家档案局在广泛调研的基础上,出台了DA/T28—2018《建设项目档案管理规范》。《规范》确定了建设单位对项目档案工作负总责的主体地位,提出了档案工作融入项目管理的工作理念。《规范》的发布,对于加强水电工程建设项目档案规范化管理、增强参建各方的全员档案意识、改善建设项目档案工作质量,以及提升项目档案整体工作水平具有极强的指导意义。

【作者简介】王仁艳(1974—),女,中国吉林扶余人,本科,高级工程师,从事水电建设项目管理研究。

## 2 水电工程建设项目档案管理思路

### 2.1 建立建设单位负总责、参建单位具体负责业务范围档案工作的管理模式

水电工程建设项目往往具有工程规模大、建设周期长、建设成本高、施工难度大、施工质量要求高、参建单位多等特点,如果在施工过程中未及时做好文件材料收集归档工作,可能会导致部分文件材料缺失、文件材料形成不准确、重要工序记录不全、归档后整改量大等问题,这将对建设项目审计、工程验收、质量评定等带来不利影响。为此,建设单位需要组织参建单位落实档案管理责任制,建立建设单位负总责、参建单位具体负责业务范围档案工作的管理模式,并做好档案管理制度方面的协调和统一,加大力度推进档案

建设和管理,参建各方要全力以赴。

## 2.2 明确参建各方档案管理职责,并在工作过程中认真落实

### 2.2.1 建设单位主要职责

建设单位要严格贯彻落实国家档案管理相关法律法规、标准规范,并结合项目管理实际,制定相应的档案管理制度,在参建单位进场时进行档案工作交底,组织参建单位在工作中落实。在与参建单位签订合同、协议时要设立专门章节或条款,明确项目文件管理责任;在监理合同条款中,还应明确监理单位对所监理项目的文件和档案的检查、审查责任。对参建单位进行合同履约考核时,要对项目文件管理条款的履行情况做出评价,合同款支付审批时要审查项目文件的归档情况,并将项目文件是否按要求管理和归档作为合同款支付的前提条件。同时,还要建立项目文件管理和归档考核机制,对项目文件的形成、积累和归档情况进行考核。

### 2.2.2 参建单位主要职责

参建单位要按照建设单位的相关要求,制定所承担合同项目的档案管理制度,并报建设单位确认。参建单位负责所承担工程项目的档案管理工作;监理单位负责按规定对所监理项目的档案进行审查。实行总承包的项目,总承包单位负责项目总承包范围内档案工作的组织协调,并按相关规定建立总承包范围内的档案工作组织,履行档案管理职责任务;各分包单位负责其分包部分档案工作,提交总承包单位审核,总承包单位应签署审查意见。各参建单位应配备满足工作需要、符合安全保管要求的设施设备,并采取有效措施确保项目档案完整和安全。

## 3 水电工程建设项目归档文件收集范围及归档要求

### 3.1 项目归档文件收集范围

项目归档文件主要包括项目前期文件、项目施工阶段文件、项目竣工验收文件等。项目前期文件主要包括项目立项文件、招投标及合同协议文件、勘测设计文件、征地拆迁及移民安置文件、项目管理文件等。项目施工阶段文件主要包括施工综合管理文件、质量保证文件、质量验收签证评定记录、设备仪器文件、物资核销文件、工程结算文件、射线底片、竣工图、监理文件、监造文件、第三方检验检测文件、照片、音视频、光盘、岩土芯样等。项目竣工验收文件主要包括单位工程验收文件、分部工程验收文件、合同项目工程验收文件、阶段和专项及竣工验收文件、机组启动验收文件、工程质量监督文件、工程安全鉴定文件、合同项目工程工期核定文件等。

### 3.2 项目文件归档要求

项目前期文件、管理性文件应符合国家有关法律法规、相关行业的规定;工程技术文件应符合国家、行业有关技术规范 and 标准的规定。重要活动及事件、原始地形地貌、建设

过程中的工程形象进度、隐蔽工程、关键节点工序、重要部位、地质及施工缺陷处理、工程质量、安全事故、重要芯样等应形成照片和音视频文件。项目文件应格式规范、内容准确、清晰整洁、编号规范、签字及盖章手续完备并满足耐久性要求。归档的项目文件应为原件。因故用复制件归档时,应加盖复制件提供单位的公章。项目文件应及时归档。前期文件在相关工作结束时归档;管理性文件宜按年度归档;施工文件应在项目完工验收后归档;监理文件应在监理的项目完工验收后归档;生产准备、试运行文件应在试运行结束时归档;竣工验收文件在验收通过后归档<sup>[1]</sup>。

## 4 水电工程建设项目档案管理中存在的问题和不足

### 4.1 档案管理意识薄弱,对档案工作缺乏重视

个别单位档案意识薄弱,对建设项目档案管理工作认识不足;部分参建单位在进行工程项目建设的进程中,通常不太重视档案工作,而是只顾着推进工程建设,缺乏档案工作的历史责任感;还有的单位只有在开展档案检查、验收时才被“高度重视”,搞突击、加班应对检查;等等。

### 4.2 档案管理机构不健全,档案管理措施不到位

有的单位没有建立档案管理机构,只是指派一名资料员来开展档案日常工作;有的单位档案制度不健全,没有与国家标准同步更新;有的单位根本没有建立档案管理制度,对档案管理流于形式;还有的单位针对员工的指导培训不具体或没有培训,检查工作也是走过场;等等。

### 4.3 档案队伍建设滞后,不能满足档案工作需要

有的单位档案人员数量不能满足档案工作需要,忙于应付;有的单位档案专业人员能力不足,对档案验收、接收无计划,坐等收档案;有的单位档案人才培养不到位,青黄不接;有的单位档案人员更换频繁,只能加强培训;有的单位档案人员学习培训、业务交流少、思路受限;等等。

### 4.4 档案管理职责不清,档案工作质量有待提高

有的单位文件形成质量不高,存在带着问题归档的情况;有的监理单位履责不严,审核施工单位形同一纸空文;有的建设单位存在未开展业务指导检查、未审核移交档案的情况;有的单位存在归档未完成就申请验收的情况;还有的单位对验收组提出的问题整改不认真的情况,等等。

## 5 做好水电工程建设项目档案管理的主要措施

### 5.1 建立健全档案管理体系,将档案工作与工程建设管理相融合

参建各方应着重对企业内部档案管理体系进行有效建设,做到档案工作与工程建设工作同部署、同实施、同检查、同验收。建设单位要明确档案管理部门的职能归口责任和工程管理相关部门的档案主体责任;要建立绩效考核、合同履约评价等相互联动的档案考核机制;要组织参建各方建立健全档案管理制度,并形成定期协调机制,以促进档案工作与

工程建设同步推进<sup>[2]</sup>。

## 5.2 科学编制档案工作规划，确定年度工作目标并在工作中落实

建设单位要根据国家相关政策和上级单位管理要求，并结合自身业务特点和基本建设项目档案的工作内容，做好对档案管理工作的基本规划，明确工作任务和时间进度，对全面推进档案工作质量提升具有重要意义。每年末对当年的档案工作进行梳理总结，对次年的档案工作进行安排部署。年度工作目标确定后，要组织相关部门和参建单位在工作中落实，并严格控制时间节点。

## 5.3 做好项目档案管理全过程控制，将档案管理贯穿工程建设始终

### 5.3.1 做好项目档案事前控制

第一，开工前期，建立项目档案管理体系，明确参建各方的职责，明确归档范围、归档时间及相关要求；第二，制定项目档案管理制度，并具有可执行性和可操作性；第三，加强合同管理，在合同条款里明确档案工作责任和违约责任，明确档案评价和考核内容，可考虑与合同结算挂钩；第四，加强档案预算管理，确保档案设备材料采购等有充足的资金支持。

### 5.3.2 做好项目档案事中控制

第一，开工时，组织参建各方开展档案工作培训及技术交底，参与技术交底的单位要签字确认各项档案要求，并作为后续考核和检查的依据；第二，施工过程中，做到档案工作与工程建设同步管理、同步检查，及时发现问题、解决问题；第三，加大过程考核力度，每年度对表现优异的单位和个人给予表扬和奖励，对档案资料不完整、不准确、不规范的单位和个人给予批评和处罚，通过考核机制，促使参建单位和个人不断提高档案工作的积极性和责任心。

### 5.3.3 做好项目档案事后控制

第一，将档案归档工作纳入合同结算管理，对已完成归档，且项目档案符合要求的合同项目，给予支付完工结算尾款；否则，暂不支付完工结算尾款。第二，将项目档案工作纳入对承包商的合同履约评价和项目负责人的绩效考核体系，促进参建各方重视并落实档案工作。

## 5.4 以预立卷为抓手，督促、检查、指导参建单位及时做好档案工作

在项目建设过程中，建设单位要组织参建单位建立项目文件随时形成、及时归档的预立卷制度，并以预立卷为抓手，对工程管理相关部门和参建单位档案管理工作进行监督、检查和指导。建设单位工程管理相关部门和参建单位在项目文件收集后，应立即对项目文件进行预分类、预排列、预编号、预编目，为归档工作奠定基础。建设单位在开展工程检查时，应同步检查项目文件预立卷的各项指标，并做好检查结果的监督考核及后续工作的指导<sup>[3]</sup>。

## 5.5 严格把关各类档案验收，确保档案完整、准确、系统、规范和安全

第一，在开展阶段性档案验收时，要检查项目文件预立卷质量，档案不合格不同意工程转序施工；第二，在开展单位工程竣工验收中，要检查项目文件预立卷质量，档案不合格不予以支付单位工程进度款；第三，在开展项目竣工验收时，要检查项目文件整体归档情况，档案不合格不允许项目投运；第四，在项目档案归档后，要按照重大建设项目档案验收办法对档案完整、准确、系统、规范性以及组卷质量和档案管理情况进行全面验收，确保满足保管和利用要求。

## 6 结语

水电工程建设项目档案管理是一项比较复杂的工作，是水电工程建设项目的重要组成部分。建设项目档案的规范化管理，离不开参建各方的支持和配合，作为项目建设单位，要切实履行项目档案管理的总体职责，组织参建单位建立健全档案管理体系，将档案工作纳入工程建设管理的全过程，做到“四同步”；加强档案队伍建设，强化全员档案意识，做好事前、事中、事后控制，以推动建设项目档案管理工作实现科学化、规范化、精细化，促进档案事业高质量发展。

### 参考文献

- [1] DA/T28—2018 建设项目档案管理规范[S].
- [2] 山东省档案局国网山东省电力公司关于加强电网建设项目档案管理工作的通知(鲁档发〔2018〕17号)[Z].
- [3] 高波.水电工程档案数字化管理系统研究[J].水利信息化,2016(6):70-72.

# New Technology and Innovation in Water Conservancy Projects

Tuanping Ruan

Zhoukou City Shaying River Project Management Office, Zhoukou, Henan, 466000, China

## Abstract

New technology and innovation in water conservancy projects are an important driving force to promote the development of water conservancy undertakings. This paper will mainly introduce several new technologies and innovations in the field of water conservancy engineering. The application of remote sensing technology provides powerful data support for water conservancy projects. Through remote sensing technologies such as satellite and UAV, a large range of surface water situation and water resources information can be obtained in real time, including water area, water level, water quality and other data, providing accurate basic data for the design and management of water conservancy projects. The application of intelligent technology in water conservancy projects is also increasingly extensive. Technologies such as sensors, the Internet of Things and artificial intelligence can enable real-time monitoring and management of water resources. For example, the intelligent water meter can realize the remote monitoring and control of the water consumption, and the intelligent irrigation system can automatically adjust the irrigation amount according to the soil humidity and meteorological conditions, so as to improve the utilization efficiency of water resources. With the development of information technology, the application of big data analysis and artificial intelligence in water conservancy projects is becoming more and more important. Using big data analysis method, comprehensive analysis and prediction of water resources, help decision makers to develop scientific water management strategies. Artificial intelligence technology can help solve by learning and simulating the complex problems in water conservancy projects and improve the accuracy and efficiency of engineering design. The application of new materials also brings new opportunities to the development of water conservancy projects. For example, high-performance concrete and polymer materials have good compressive and corrosion resistance, which can be used in the construction of dams and channels to improve the safety and reliability of engineering. The application of nanotechnology can improve the water treatment technology and improve the effect of water purification.

## Keywords

water conservancy engineering; new technology; innovation; remote sensing technology

## 水利工程中的新技术与创新

阮团平

周口市沙颍河工程管理处, 中国·河南周口 466000

### 摘要

水利工程中的新技术与创新是推动水利事业发展的重要动力。论文主要介绍水利工程领域中的几个新技术和创新。遥感技术的应用为水利工程提供了强大的数据支持。通过卫星和无人机等遥感技术,可以实时获取大范围的地表水情和水资源信息,包括水域面积、水位、水质等数据,为水利工程设计和管理提供了准确的基础数据。智能化技术在水利工程中的应用也日益广泛。利用传感器、物联网和人工智能等技术,可以实现对水资源的实时监测和管理。例如,智能化水表可以实现对用水量的远程监测和控制,智能化灌溉系统可以根据土壤湿度和气象条件自动调整灌溉量,提高水资源利用效率。随着信息技术的发展,大数据分析和人工智能在水利工程中的应用也越来越重要。利用大数据分析,可以对水资源进行全面的分析和预测,帮助决策者制定科学的水资源管理策略。人工智能技术可以通过学习和模拟人类的决策过程,帮助解决水利工程中的复杂问题,提高工程设计的精度和效率。新材料的应用也对水利工程的发展带来了新的机遇。例如,高性能混凝土和聚合物材料具有良好的抗压和耐腐蚀性能,可以用于水坝和渠道的建设,提高工程的安全性和可靠性。纳米技术的应用可以改善水处理技术,提高水质净化效果。

### 关键词

水利工程; 新技术; 创新; 遥感技术

## 1 引言

水利工程是指研究和利用水资源、保护水环境、建设

水利设施,以及解决水资源利用与管理问题的一门学科。随着社会的发展和科技的进步,水利工程领域也不断涌现出新的技术和创新。这些新技术和创新在水利工程中发挥着重要的作用,不仅提高了水资源的利用效率,保护了水环境,而且推动了水利设施的智能化和便捷化。论文将重点介绍水利工程中的新技术与创新,探讨它们的应用领域和优势,为水

【作者简介】阮团平(1979-),男,中国河南周口人,助理工程师,从事水利工程研究。

利工程的发展提供参考。其中涉及的关键词包括遥感技术、智能化技术、传感器、物联网、人工智能、大数据分析、新材料、高性能混凝土等。通过对这些新技术与创新的研究与应用,可以进一步提升水利工程的效益和可持续发展能力,为人们创造更加美好的生活环境。

## 2 智能化技术在水利工程中的应用

### 2.1 智能化技术的概念及特点

智能化技术是指运用人工智能、机器学习、自动化控制等先进技术,通过对数据的感知、分析和决策,实现系统自动化、智能化的一种技术。

其特点如下:

①自动化:智能化技术能够自动地完成复杂的任务和操作,减少人工干预的需求,提高工作效率和精度。

②自适应性:智能化技术能够根据环境和条件的变化自动调整和优化系统的运行方式,以适应不同的需求和场景。

③学习能力:智能化技术具有学习能力,能够从大量的数据中学习和总结经验,不断提升自己的性能和智能水平。

④智能决策:智能化技术通过对数据的分析和处理,能够做出准确、科学的决策,并根据实时情况做出相应的调整和优化。

### 2.2 智能化技术在水利设施运维中的应用

①故障诊断与维修:智能化技术可以通过数据分析和模型识别设施故障的原因和位置,帮助运维人员快速定位故障,并提供维修方案和指导。同时,智能化技术还可以提供实时的维修记录和反馈,方便后续的故障排查和维护工作。

②能源管理与优化:智能化技术可以对水利设施的能源消耗进行监控和管理。通过数据分析和优化算法,可以实现设施运行的能源消耗预测、能源优化调度等功能,提高能源利用效率,降低运维成本。

③数据分析与决策支持:智能化技术可以对水利设施的大量数据进行收集、存储和分析,提取有用的信息和知识,为运维人员提供决策支持。通过数据分析,可以发现设施的潜在问题、趋势和规律,帮助运维人员制定合理的维护计划和决策,提高设施的可靠性和可持续性。

### 2.3 传感器技术在水利设施安全监测中的应用

①水位监测:传感器可以用于监测水位的变化,可以是河流、水库、水闸等水利设施的水位。通过实时监测水位数据,可以及时了解水位变化情况,预警洪水、干旱等灾害事件,为防洪调度和水资源管理提供重要依据。

②压力监测:传感器可以用于监测水利设施内部的水压变化,如水泵站、管道等。通过实时监测水压数据,可以判断设施是否存在压力异常或泄漏情况,及时采取维修措施,保障设施的正常运行。

③温度监测:传感器可以用于监测水利设施内部的温度变化,如水库、水闸等。通过实时监测温度数据,可以判断设施是否存在温度异常或冻结风险,及时采取防冻措施,保障设施的安全运行。

## 3 大数据分析在水利工程中的应用

### 3.1 大数据分析的概念及优势

大数据分析是指通过对大规模、复杂、多样化的数据集进行收集、整理、存储、处理和分析,以提取有价值的信息、洞察和知识的过程。它涉及到使用先进的技术和工具来处理非结构化的数据,如文本、图像、音频等,以及结构化的数据,如数据库、日志文件等。大数据分析的目标是通过挖掘数据中的相关模式、关联关系和趋势,为企业和组织提供决策支持、预测未来发展、发现新机会和优化业务流程。

大数据分析的优势主要体现在以下几个方面:

①提供更准确的决策支持:大数据分析可以从海量的数据中提取出有用的信息和洞察,帮助企业 and 组织做出更准确、更明智的决策。通过对大数据的深入分析,可以发现隐藏在数据背后的规律和趋势,从而指导企业战略和业务发展。

②发现新的商业机会:大数据分析可以揭示市场趋势、消费者行为和竞争对手动向等信息,帮助企业发现新的商业机会。通过对大数据的挖掘和分析,企业可以了解消费者需求和偏好的变化,及时调整产品策略和市场推广活动,以满足市场的需求。

③提高运营效率:大数据分析可以帮助企业优化业务流程,提高运营效率。通过分析大数据,企业可以发现业务流程中的瓶颈和问题,及时进行改进和调整。此外,大数据分析还可以帮助企业进行预测和规划,提前做好资源配置和供应链管理,以提高生产效率和产品质量。

### 3.2 大数据分析在水资源评估中的应用

①水资源优化配置:大数据分析可以帮助识别和优化水资源的利用方式和配置方案。通过分析大数据,可以了解不同水资源利用方式的效益和影响,找到最佳的水资源利用策略。例如,通过大数据分析可以确定合理的农业灌溉方案,以减少浪费和提高用水效率。

②水资源污染控制:大数据分析可以帮助监测和控制水资源的污染问题。通过分析大数据,可以实时监测水体的污染状况,发现污染源和污染物排放规律,及时采取措施进行污染控制和治理。同时,大数据分析还可以预测和评估不同污染控制措施的效果,为决策提供科学依据。

③水资源管理与决策支持:大数据分析可以为水资源管理和决策提供支持。通过对大数据的分析,可以发现水资源管理中存在的问题和矛盾,提出相应的对策和建议。同时,大数据分析还可以提供决策支持系统,帮助决策者进行水资源管理和规划,做出科学的决策。

④水资源监测和预警：通过大数据分析，可以收集和整合各种水资源相关的数据，如水质监测数据、水量监测数据、气象数据等，并进行实时监测和分析。

## 4 物联网技术在水利工程中的应用

### 4.1 物联网技术的概念及特点

物联网（Internet of Things, IoT）技术是指通过网络将各种物理设备、传感器、电子产品等连接起来，实现彼此之间的智能交互和信息传递，从而实现物与物、物与人之间的智能连接和智能化管理。

物联网技术具有以下几个特点：

①多样性：物联网技术连接的物体种类繁多，包括传感器、智能设备、机器等，涵盖了各个领域和行业。物联网技术可以实现对各种物体的智能化管理和监控。

②实时性：物联网技术可以实时地获取和传输各种物体的数据和信息。通过实时监测和分析数据，可以做出快速决策和响应，提高效率和减少风险。

③互联性：物联网技术通过网络将各种物体连接起来，实现彼此之间的交互和通信。物体之间可以进行数据交换、指令传递和协同操作，实现更高级别的智能化功能。

### 4.2 物联网技术在水利工程监控中的应用

物联网技术在水利工程监控中的应用非常广泛，可以提供实时监测、远程控制和智能化管理等功能，以提高水利工程的安全性、效率和可持续性。

①实时监测：物联网技术可以通过连接传感器和监测设备，实时获取水利工程中的各种参数和数据，如水位、流量、水质、温度等。这些数据可以通过物联网平台进行收集、存储和分析，实时监测水利工程的运行状态，及时发现问题并采取相应措施。

②远程控制：物联网技术可以实现对水利工程设备的远程控制和操作。通过连接智能设备和执行器，可以远程监控和控制水闸、泵站、水泵等设备的运行状态和工作参数。运维人员可以通过物联网平台实时监控水利工程设备，并进行远程操作和调整，提高管理效率并减少人力资源的浪费。

③预警与预测：物联网技术可以通过数据采集和分析，实现对水利工程的预警和预测功能。通过监测水位、流量等参数的变化趋势，可以实时判断水利工程是否存在风险，并提前采取相应的措施。同时，通过利用历史数据和机器学习算法，可以预测未来的水利工程情况，帮助决策者制定更科学的水资源管理策略。

④节能与优化：物联网技术可以通过智能化控制和优化算法，实现对水利工程的节能和优化管理。通过实时监测

和分析数据，可以找到水利工程中的能耗瓶颈和优化空间，并通过智能化控制和调整来减少能耗和资源浪费。

## 5 大数据分析在水利工程中的应用

大数据分析在水利工程中的应用是指通过收集、整理和分析大规模的水利工程相关数据，以深入了解和优化水利工程的运行和管理。

①水资源管理：通过大数据分析可以对水资源进行量化和评估，包括水量、水质、水位等方面的数据。基于这些数据，可以进行水资源的合理调配和规划，优化水资源的利用效率，提高水资源的可持续性。

②水灾预警与应对：大数据分析可以对历史的水灾数据、气象数据和水位、流量等实时监测数据进行综合分析，建立水灾预警模型，实现对水灾的及时预警和应对。通过分析大数据，可以更准确地预测水灾发生的时间、地点和规模，为决策者提供科学依据，采取相应的紧急措施和预防措施。

③水库调度优化：对于大型水库而言，合理的调度策略可以最大限度地满足水利工程的用水需求，同时保障水库的安全性。通过大数据分析，可以对水库水位、入库流量、出库流量等数据进行实时监控和分析，优化水库的调度策略，提高调度效率，减少损失并提供可靠的水资源供应。

## 6 结语

水利工程是社会发展和人民生活的重要保障，随着科技的不断进步和创新，新技术在水利工程中的应用也日益广泛。大数据分析作为一项重要的新技术，可以为水利工程的规划、管理和运行提供全面、准确的数据支持，帮助决策者做出科学决策，提高水利工程的运行效率和管理水平。同时，水利工程领域也不断涌现出新的创新，如智能水利系统、水资源利用技术、水生态修复等，为水利工程的可持续发展提供了新的思路和方法。未来，随着科技的不断进步和创新的推动，我们相信水利工程领域将会继续迎来更多的新技术和创新，为保障人民的生活和社会的可持续发展做出更大的贡献。

### 参考文献

- [1] 刘艳,郭胜,张鑫,陈辉.大数据在水资源管理中的应用研究综述[J].水,2019,11(4):702.
- [2] 陈伟,李勇,李凯,等.基于物联网的城市供水网络智能化水管理系统研究[J].水,2019,11(1):74.
- [3] 李强,刘晓峰,陈静.水利工程中的新技术与创新[J].科技导报,2019,37(11):109-111.
- [4] 王建军,马旭,张国华.水利工程中的新技术与创新研究综述[J].水利科技与经济,2020,26(3):35-37.

# Application and Management Measures of Sluice Construction Technology in Water Conservancy Engineering Construction

Qiang Yun

Liaocheng Guanxian Water Conservancy Bureau, Liaocheng, Shandong, 252500, China

## Abstract

The application and management measures of water gate construction technology in water conservancy engineering construction include the following key points: The application of water gate construction technology includes rock foundation excavation technology. During the excavation process, construction personnel should strictly control the excavation section and ensure appropriate section size to avoid the increase in demand for concrete and the impact on building cost control. The quality management measures for water gate construction include strict management of water gate construction quality, increasing the establishment of water gate construction quality management organization, and timely resolution of problems encountered during the construction process by the project technical leader.

## Keywords

water conservancy engineering; sluice construction technology; management measures

## 水利工程施工中水闸施工技术的应用及管理措施

员强

聊城市冠县水利局, 中国·山东 聊城 252500

## 摘要

经济社会的发展推动着水利工程建设需求的不断增加, 而在水利工程建设的过程中, 水闸施工技术的有效应用对于水利工程的施工质量会产生至关重要的影响。水利工程施工中水闸施工技术的应用及管理措施包括以下要点: 水闸施工技术应用包括岩石基础开挖技术, 开挖过程中, 施工人员应严格控制开挖断面, 并确保适当的断面尺寸, 避免对混凝土的需求增加和对建筑成本控制的影响。水闸施工质量管理措施包括严格水闸施工质量管理, 加大水闸施工质量管理组织机构的组建, 对于施工过程中遇到的问题, 应由项目技术负责人及时进行解决。

## 关键词

水利工程; 水闸施工技术; 管理措施

## 1 引言

水利工程中水闸的施工是一项复杂且关键的工程, 对于整体水利工程的正常运行及功能的发挥影响重大。因此, 对于水闸的施工必须给予高度的重视。同时, 因为水闸施工具有其独特的特点, 因此在施工过程中必须根据水闸的实际情况和具体需求, 科学、合理的运用相关的技术与管理措施, 以确保水利工程能够更好地服务于人们的生产、生活。论文将围绕水利工程施工中水闸施工技术的应用及管理措施进行详细的探讨。

## 2 水闸施工技术在水利工程应用中的意义

水闸施工技术对水利工程具有重要意义。水闸是水利

工程中的关键设施之一, 它能够控制河流水位和水流量, 对于水利工程的防洪、灌溉、发电等多方面功能都起着至关重要的作用。因此, 水闸施工技术的好坏直接关系到水利工程的整体效益和安全性。

水闸的施工技术对于水利工程的稳定性有着重要影响。水闸作为水利工程中的重要组成部分, 其稳定性直接关系到整个水利工程的稳定性和安全性。如果水闸施工出现问题, 会导致水利工程的防洪、灌溉等功能受到影响, 甚至可能对周边人民的生命财产安全造成威胁。因此, 水闸施工技术的合理应用和严格把控, 能够保证水闸的稳定性和安全性, 从而确保整个水利工程的稳定性和安全性。

水闸的施工技术对于水利工程的功能性也有着重要影响<sup>[1]</sup>。水闸的主要功能是调节河流水位和水流量, 以满足不同需求。如果水闸施工技术不规范或存在缺陷, 可能导致水闸无法正常工作, 从而影响到整个水利工程的功能发挥。例如, 如果水闸的施工未达到设计要求, 可能会导致水闸无法

【作者简介】员强(1975-), 男, 中国山东聊城人, 本科, 工程师, 从事水利工程研究。

正常开启或关闭,影响到水利工程的灌溉、发电等功能。因此,严格把控水闸施工技术,按照设计要求和规范进行施工,能够保证水闸的功能性,确保水利工程能够满足不同需求。

水闸的施工技术对于水利工程的寿命也有着重要影响<sup>[2]</sup>。水闸的寿命与施工质量密切相关。如果水闸施工存在质量问题,可能会导致水闸过早出现损坏或失效,从而缩短水利工程的寿命。因此,在施工过程中,需要对水闸的基础地质进行详细的勘察,确保基础承载能力符合设计要求;在混凝土浇筑过程中,需要严格控制混凝土的配制比例和浇注工艺,保证混凝土的强度和密实性。通过合理的施工技术手段,可以有效提高水闸的建设质量,确保工程的安全运行,延长水利工程的寿命。

水闸施工技术对水利工程具有重要意义。在水利水电工程中,应重视水闸的施工技术,严格把控施工质量,确保水闸的安全性和功能性。同时,对于不同类型的水利工程,应根据实际情况采用适宜的施工技术和方法,提高水闸施工的精度和质量,从而保障水利工程的稳定性和安全性。

### 3 水闸施工技术的应用

#### 3.1 施工注意事项

施工前的准备工作:这包括严格审核水闸施工方案,以及做好施工图纸会审工作和闸室安全计算工作。审核施工方案的目的是确保其科学、合理,能够保证施工的顺利进行。施工图纸会审则是对水闸施工技术质量指标进行明确和把握,为施工提供科学依据。闸室安全计算工作是对闸室的荷载组合、基底应力和抗滑稳定系数等进行计算,为施工提供数据支持。

水闸地基处理要点:水利工程水闸地基处理的方法很多,目前最常用的有开挖法、置换法和桩基础法。其中开挖法是水闸地基处理最常用的一种施工方法,该方法的原理简单,就是将施工区域内与水闸设计不相符的覆盖层、被破坏的岩层挖除,施工操作比较简单。而置换法则是指将水闸施工区域土层基础地面的具有一定程度的软土层挖除,并填充不易受到侵蚀、抗压缩能力强的材料,以达到加固软土固结的目的。桩基础法主要应用在垂直受力大、受力集中的情形,如果水闸施工在沉降方面有比较高的要求,桩基础法也比较适用。

水闸混凝土施工要点:首先,混凝土工程的施工宜掌握以闸室为中心,按照“先深后浅、先重后轻、先高后矮、先主后次”的原则进行。具体来说,“先深后浅”是指先浇筑深部的底板,再浇筑浅部的墩墙;“先重后轻”是指先浇筑重量大的结构,再浇筑重量小的结构;“先高后矮”是指先浇筑高度高的结构,再浇筑高度矮的结构;“先主后次”是指先浇筑主要的结构,再浇筑次要的结构。其次,平板板的施工总的原则是“先浇上、下游齿墙,然后再从一端向另一端浇筑”。具体来说,底板的浇筑一般采用逐层浇筑法,

当底板厚度不大且拌和站的生产能力受到限制时,可以采用台阶浇筑法。对于底板的浇筑,一般是先浇上、下游齿墙,然后再从一端向另一端浇筑。当底板的方量较大且底板顺水流长度在12m以内时,可以安排两个作业组分层通仓浇筑。此外,钢筋的安装方法有整装法和散装法,工程中使用的钢筋直径在30mm以内时,一般可采用整装法。最后,对于施工缝的处理应符合相关规定,可采用凿毛、冲毛或刷毛等方法清除表层的水泥浆薄膜和松散软弱层并冲洗干净,排除积水。在混凝土强度达到2.5MPa后,方可进行浇筑上层混凝土的准备工作;浇筑前,水平缝应铺厚10~20mm的同配合比的水泥砂浆,垂直缝应随浇筑层刷水泥浆或界面剂。

#### 3.2 技术内容

闸底板施工。当底板混凝土方量较大,且底板顺水流长度在12m以内时,可安排两个作业组分层通仓浇筑。首先两组同时浇筑下游齿墙,待齿墙浇平后,将第二组调至上游齿墙,另一组自下游向上游开浇第一坯底板。上游齿墙组浇完,立即调至下游开浇第二坯,而第一坯组浇完又调头浇第三坯。这样交替连环浇筑可缩短每坯间隔时间,加快进度,避免产生冷缝。

钢筋的安装方法。钢筋的直径在30mm以内时,一般可采用整装法<sup>[3]</sup>。

施工缝的处理。施工缝的位置应设在结构受力较小的部位,易于凿毛和清理,并考虑对外观质量的影响。可采用凿毛、冲毛或刷毛等方法处理、清除表层的水泥浆薄膜和松散软弱层,并冲洗干净,排除积水。在混凝土强度达到2.5MPa后,方可进行浇筑上层混凝土的准备工作。浇筑前,水平缝应铺厚10~20mm的同配合比的水泥砂浆,垂直缝应随浇筑层刷水泥浆或界面剂。

### 4 水利工程的管理措施

#### 4.1 加强水利工程施工现场管理和员工培训

建立相关管理制度:施工单位要能够根据具体的水利工程情况,从人员、材料等方面加以分析,建立能够与实际情况相符的现场施工管理制度<sup>[4]</sup>。同时,还需要制定奖惩制度,对表现好的员工给予奖励,对不认真按照规定操作的员工给予惩罚,以此来激励员工更加积极主动的配合管理,提升施工现场效果;加强施工现场协调:由于水利工程施工建设的复杂性,施工现场的管理工作可能会比较混乱。因此,需要做好施工工作的协调,根据不同阶段面临的问题,采取相应的处理办法,确保施工顺利进行;科学合理安排时间:由于水利工程的建设地点通常比较偏僻,因此需要制定合理的计划方案,确保施工进度不受影响。同时,还需要对现场管理人员进行合理的时间安排,做好各项准备工作;加强员工培训:施工单位需要充分掌握施工中所需要的配备的人力、物力,熟悉施工现场设计图等,做好筹备工作。同时,还需要对员工进行定期的培训,提高员工的技能和管理水

平;加强水利工程施工现场管理和员工培训需要从多个方面入手,包括建立相关管理制度、加强施工现场协调、科学合理安排时间、加强员工培训等。只有这样,才能提高水利工程的施工质量和安全,保证工程的顺利完成。

#### 4.2 加强工程维护和保养

加强水利工程维护和保养的措施可以从以下几个方面入手:

**设施更新与升级:**随着科技的不断进步,全球的水利工程管理养护技术也在不断发展。设施更新与升级是一项十分必要的工作,它可以有效地提高水利工程的运行效率和安全性。对于一些老旧的设施,可以采取技术改进或替换新设备的方式,对于已经落后的技术或设备进行更新或升级;  
**加大巡检力度:**水利工程的管理养护工作需要全天候巡检,及时发现和解决一些问题。因此,加大巡检力度,建立完善的巡检制度,进行科学化管理,才能更好地发现隐患并及时处理,保障水利工程的正常运行和安全性。

#### 4.3 建立科学合理的应急预案

建立科学合理的应急预案需要遵循以下步骤:

**分析风险:**首先需要分析可能出现的风险和意外情况,这些风险可能来自自然灾害、技术故障、人为错误等各种情况;  
**识别问题:**针对每一种风险,需要识别可能出现问题的地方,以及这些问题可能带来的后果;  
**制定解决方案:**针对每一种可能的问题,制定解决方案,包括采取措施避免问题发生、问题发生时的应对措施、问题发生后的恢复措施等;  
**更新预案:**随着时间的推移,可能会出现新的风险和问题,因此需要定期更新应急预案,确保预案的科学性和合理性。

在制定应急预案的过程中,需要明确以下内容:

**明确应急组织:**明确应急预案的负责组织,以及各个组织的职责和权限;  
**制定应急流程:**针对不同的应急情况,制定相应的应急流程,包括应急启动、应急指挥、应急执行、

应急终止等流程;  
**准备应急物资:**针对可能出现的应急情况,准备相应的应急物资,包括救援设备、医疗用品、生活用品等;  
**安排应急人员:**针对可能出现的应急情况,安排相应的应急人员,包括救援人员、医护人员、后勤保障人员等;  
**进行模拟演练:**定期进行模拟演练,以检验应急预案的有效性和可行性,并不断完善应急预案。

简而言之,建立科学合理的应急预案需要全面考虑各种风险和问题,制定相应的解决方案和措施,并定期进行更新和完善。只有这样,才能更好地应对各种突发情况,保障人民生命财产的安全。

## 5 结语

水闸施工技术对水利工程具有重要意义,它能够控制河流水位和水流量,对于水利工程的防洪、灌溉、发电等多方面功能都起着至关重要的作用。因此,在水利工程中,必须充分认识到水闸施工技术的重要性,并采取有效的措施来提高水闸施工的质量和精度。在实际施工过程中,需要重视水闸的施工技术的选择和运用,严格把控施工质量和安全,确保水闸施工符合设计要求和规范标准。同时,对于不同类型的水利工程,应根据实际情况采用适宜的施工技术和方法,提高水闸施工的精度和质量,从而保障水利工程的稳定性和安全性。

### 参考文献

- [1] 赵杰.水利工程中水闸施工的技术要点[J].工程建设与设计,2023(18):187-189.
- [2] 霍开璟.水利工程中水闸施工技术分析与应用[J].黑龙江水利科技,2023,51(6):154-156.
- [3] 金国磊,吴华欢,尹上.水利工程中水闸施工技术及管理措施分析[J].水电站机电,2023,46(5):96-98.
- [4] 何冠森.浅析水利工程中水闸加固施工技术的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2022(30):155-157.

# Reflection on the Integrated Application of Sustainable Development Ecological Concept in Water Conservancy Design

Dahai Yu

Tacheng Water Conservancy Design Institute Rescue Co., Ltd., Tacheng, Xinjiang, 834700, China

## Abstract

Water conservancy design optimization can better improve the utilization rate of water resources, To provide more support and guarantee for China's sustainable development, In the process of water conservancy design, the ecological concept of sustainable development can better guarantee the scientific and effective of water conservancy design, This paper also focuses on this point, This paper mainly discusses the integrated application principle of sustainable development ecological concept in water conservancy design, Analyzed how to apply the ecological concept of sustainable development to the water conservancy design. Hope that through the discussion and analysis of this paper can provide more reference and reference for the relevant staff, Make the effective optimization and adjustment of the water conservancy design.

## Keywords

water conservancy design; ecological concept of sustainable development; basic principles; application scheme

## 可持续发展生态理念在水利设计中的融合应用思考

于大海

塔城水利设计研究院有限公司, 中国·新疆 塔城 834700

## 摘要

水利设计优化可以更好的提高水资源利用率, 进而为中国的可持续发展提供更多的助力和保障, 而在水利设计的过程中贯彻可持续发展生态理念则可以更好的保障水利设计的科学性与有效性, 论文也将目光集中于此, 主要讨论了可持续发展生态理念在水利设计中的融合应用原则, 分析了如何将可持续发展生态理念应用于水利设计当中, 希望通过论文的探讨和分析可以为相关工作人员提供更多的参考与借鉴, 对水利设计做出有效优化和调整。

## 关键词

水利设计; 可持续发展生态理念; 基本原则; 应用方案

## 1 引言

水利建设则是生态环境保护中十分关键的一环, 可以为水资源保护利用提供更多助力, 水利设计作为水利工程建设的基础环节, 做好设计优化是十分必要的, 在水利设计的过程中融入可持续发展生态理念可以在降低水利后续建设运维所需要消耗的成本同时更好地维护生态平衡提高水资源利用率。

## 2 可持续发展生态理念在水利设计中融合应用的基本原则

想要在水利设计过程中贯彻可持续生态发展理念提高水利设计的效率和质量, 就需要遵循以下安全经济性原则、生态环境自我恢复与自设计原则、保持异质性原则三大原

则, 如图1所示。

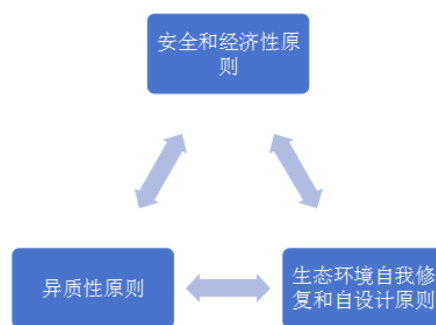


图1 可持续发展生态理念在水利设计中融合应用的基本原则

### 2.1 安全性和经济原则

首先, 安全原则是水利设计过程当中贯彻可持续发展生态理念的基本原则也是首要原则, 安全原则是否贯彻到位将会直接影响在水利项目运行过程当中水利项目能否正常发挥其应有的作用和效能, 遵循安全性原则是指在水利设计

【作者简介】于大海(1993-), 男, 中国河南淮阳人, 本科, 工程师, 从事水利设计研究。

的过程当中相关工作人员需要充分考量该地区的实际情况和所涉及到的学科基本原则、基本规律,保障水利工程的稳定性和持久性,例如在水利设计的过程中设计人员需要充分考量淤泥和流沙冲刷河道的特征以及自然侵蚀特征、综合河流动态的变化定则等相应信息,进而判断水利设计是否存在欠缺和不足、是否具备较高的可行性以及其耐久性是否达标。此外如果不贯彻安全原则,不注重安全问题,则意味着在水利工程建设的过程当中工作人员面临较大安全隐患,威胁工作人员的人身安全,甚至在水利工程建成以后也会出现各种工程问题,进而带来较大的资源损失,甚至造成人员伤亡,无法发挥水利工程的效能和作用,同时也造成了较大的资源浪费和成本损失,不符合于可持续发展生态理念。而从经济原则的角度来分析则是需要尽可能控制在水利工程建设过程中所需要消耗的成本,在设计环节做好成本分析,力求用最低的输出成本达到最好的建设效果,而想要达到这一目标同样需要结合水利建设的实际情况做出科学调整。

## 2.2 生态环境自我恢复与自设计原则

可持续发展生态理念下水利设计需要引入新的物种进而更好地保证生态平衡,这时则需要遵循自设计原则,所谓的自设计原则是指在区域内的生物会根据自己的生长需求自然选择适宜的生存条件和生活环境繁衍生息,因此在水利设计的过程当中工作人员则需要充分考量不同物种的生存需要,秉承自设计原则,保证物种选择的科学性和合理性,突出物种的多样性。而生态环境自我恢复原则则是在自设计原则基础之上实现的,生态系统自身具有一定的修复功能,当水利设计能够遵循自设计原则合理选择物种时则可以发挥这一功能,进而保障该区域生态环境的自我恢复能力<sup>[1]</sup>。

## 2.3 保持异质性原则

生物生存发展往往与空间环境有着密切关系,想要更好的保证生态平衡贯彻可持续发展生态理念,在水利设计的过程当中则需要认识到非生命系统和生命系统相互依存和耦合的关系,保障空间异质性,做好对环境系统的优化,进而为多种生物的共存和发展提供良好的环境基础,通过小环境创造的方式来更好的保证该地区的生物多样性,这也可以更好的提升生态环境的自我恢复能力,降低水利工程在后续维修保养上所需要消耗的成本和资源。

# 3 可持续发展生态理念在水利设计中融合应用的具体路径

## 3.1 河道改造工程设计

河道改造往往是水利设计中的重点内容和核心内容,一方面河道建设往往是水利工程中占地面积最广且影响最大的一部分工程内容,河道改造的科学与否将会直接影响水利工程建设应用的最终效益,另外一方面河道部分可以为水利工程引水、蓄水提供更多助力,在河道改造设计的过程当中贯彻可持续发展生态理念是十分必要的,可以从以下几点

着手来展开分析做出优化。

首先,可持续生态理念的重要基础和核心内容是秉承因地制宜原则,因此在可持续发展和生态建设路径分析的过程当中工作人员必须对于河道地区的生态环境有较为全面的认知和了解,提前做好现场勘查工作,根据现场实际情况对河道改造设计做出有效优化和调整,保障河道改造设计的科学性、有效性和针对性,进而实现人与水道流域环境的和谐统一。

其次,在河道设计中护坡断面设计和河道岸线设计是最为关键的两环,这将会直接影响河道改造设计的最终效果,为此,工作人员则需要抓住重点核心,从护坡断面和河道岸线两个角度对设计做出有效优化,在设计优化的过程当中同样需要关注该地区独特的自然特征、水文特征,贯彻自我设计和自我修复原则,因地制宜,具体问题具体分析,进而保障护坡断面和河道岸线设计与实际需求的适配性。此外,工作人员在河道设计的过程当中还需要通过现场调查来分析是否存在淤泥流沙堆积的情况,如果存在,则可以通过河道设计调整的方式来进行解决。

## 3.2 堤岸工程设计

在堤岸设计的过程当中设计工作人员需要明确河流自净能力与生态组织系统是否健康完整有着密切关系,这也是贯彻可持续发展生态理念的重要基石,因此工作人员则需要正式设计之前做好区域调查,调查重点则在于明确该地区原生生物的类型分布以及不同原生生物之间的相互关系,在此基础上明确生态恢复的重点与核心,在该环节可以参考景观生态学原理对堤型和堤线做出有效调整,进而为流域生物多样性提供更多保障。一般情况下,在堤线堤型设计的过程当中可以保持原有陆地和自然水面的参差交错形态,并且保留湿地和浅滩以及自然滞洪区<sup>[2]</sup>。

为了保证低矮设计的科学性与有效性,相关单位在设计分析的过程当中可以优化评估体系,从经济指标、生态指标两个角度来展开判断,分析设计方案的可行性以及经济效益和生态效益两者的协调性,保障施工设计与施工区域的周围环境相契合,同时保证堤岸建设的经济性与稳固性。

## 3.3 生态护岸设计与布置

在很多水利设计当中生态护岸设计往往是重中之重,生态护岸是水陆交界处,在设计的过程当中需要考量的因素是相对较多的,例如生态护岸的抗水冲击能力、抗腐蚀性和稳定性等等,再如在生态护岸设计的过程当中需要充分考量陆生植被、水生植被、水陆两生植被是否具有良好的生存环境以及生态护岸的美观性等等。

在生态化选择的过程中,设计人员可以通过刚性结构或钢软组合结构的应用来保障美化环境的效果,同时需要引起关注和重视的则是加强对材料的选择和控制,一方面材料选择将会直接影响水利设计的经济效益,即在水利工程建设过程当中所需要消耗的成本。另外一方面,科学选择材料,

在材料选择的过程当中尽可能引入天然材料或预制材料可以更好地降低在水利工程建设过程当中所产生的污染以及后续维修运行过程当中所产生的污染<sup>[3]</sup>。

在生态护岸选择的过程当中需要充分考量该地区的河流特点,例如某水利工程施工区域河流为山区,河流河道变化大、水位变幅大、水流流态复杂且山区与河流相互作用,这时在生态方案选择的过程中则可以选择斜坡式护岸或复合式护岸。

首先从斜坡式护岸的角度来分析,在护岸设计的过程当中工作人员需要分析迎水坡坡比,在该工程中坡比值确定为1:2,在此基础上引入生态预制块落实护坡作业,控制生态预制块的厚度和碎石垫层的厚度,然后引入草籽,结合该地区的生态环境特点、气候环境特点选择播种植被品种。在护坡下可以铺设土工布,在梯身处可以引入粘性土,在护坡基础部位则可以引入混凝土,进而达到较好的护坡效果<sup>[4]</sup>。

其次,从复合式护岸的角度来分析,该种护岸形式是引入浆砌块石砌筑直墙重力式挡墙,在引水面建设的过程中需要避免漏浆、勾缝等相应问题的出现,形成天然的凹凸石面,在此基础上引入蕨类植物或爬藤类植物覆盖,既营造了生态景观,同时也可以更好的恢复该地区的生态环境,在生态护岸设计的过程当中工作人员可以结合《水利水电工程等级划分及洪水标准》《堤防工程设计规范》对生态护岸的稳定性进行分析。

### 3.4 收集水文资料

收集完整全面的水文资料可以让生态水利设计的科学性、有效性和针对性再上一个台阶,就现阶段来看很多水利设计欠缺科学性、可行性的一大主要原因则在于缺乏水文资料,加之设计人员缺乏实践经验导致了水利设计所能带来的经济效益和生态效益相对较低,为了更好的解决这一问题,则需要加强对水文资料的利用和整合,工作人员可以与水文部门相配合,做好水利设计和水文勘察两方面的协调工作,采集更加完整全面的水文数据,在此基础上,可以从水体净化措施、植被群落修复、湿地自我净化和自然演替三个角度来落实水利设计。

首先,从水体净化的角度来分析,一般情况下在水利设计的过程当中拟建区域的生态环境往往是相对而言较为脆弱的,甚至可能会存在较为严重的水体污染问题,这时则需要通过人工湿地建设提升植被覆盖面积的方式来更好地恢复生态系统,同步推进水体净化。而在水利设计的过程当

中,设计人员还需要注意规避的一点问题则是防止在水利建设过程当中出现新的污染,这时则可以引入BIM技术等相应现代化技术来对水利设计做出进一步的调整,做出科学的预测和判断,分析水利建设过程当中是否会存在二次污染的问题,以更好地贯彻可持续发展生态理念。

其次,需要通过植被群落修复的方式来让生态系统趋于完善,除了上文中所提及的建设人工湿地、提高植被覆盖率以外,还需要从动物栖息地、水循环完整性等多个角度来分析,更好地恢复该地区的生态系统改善水质,进而发挥生态系统的自净能力,优化水系格局。

最后,则可以从美观性的角度来对湿地自我净化和自然演替问题进行有效处理,对生态系统做出进一步的完善、修复和稳定,实现人与自然和谐共生,打造美好的生态环境。

可以发现水体净化措施、植被修复和湿地自我净化自然演替三个环节是环环相扣的,前一个环节会为后一个环节打好基础,而后一个环节则需要在前一个环节的基础之上做出进一步的完善和优化进而达到下一步目标,因此设计人员在设计工作落实的过程当中需要结合水文资料从更加宏观整体的角度做好全局设计,在此基础上做好细节调整,进而达到长期稳定的效果。

## 4 结语

优化水利设计发挥水利工程调节水资源的功能和作用是十分必要的,在水利设计的过程中工作人员需要贯彻可持续发展生态理念对水利设计做出有效优化和调整,保障水利设计的科学性、有效性和针对性,相关设计人员需要秉承安全和经济原则、异质性原则、生态环境自我恢复与自设计原则对水利设计做出有效调整,通过河道改造工程设计、堤岸设计、生态护岸设计和水文资料的有效应用来提高水利设计质量,更好地协调水利设计的经济性和生态性。

### 参考文献

- [1] 江泽宇,暴占军,辛旭东.生态水利工程建设理念在河道规划设计中的应用[J].黑龙江水利科技,2023,51(9):125-127.
- [2] 高新颖.生态水利设计理念在城市河道治理工程中的应用分析[J].水上安全,2023(6):49-51.
- [3] 林斌.可持续发展生态理念在水利设计中的应用[J].陕西水利,2023(1):132-133+136.
- [4] 蓝震钜.生态水利设计理念在城市河道治理工程中运用分析[J].珠江水运,2022(23):48-50.

# Application Analysis of Whole Process Cost Management Method in Water Conservancy Project Construction

Shuyuan Chen

Shandong Water Conservancy Survey and Design Institute Co., Ltd., Jinan, Shandong, 250013, China

## Abstract

At present, China's water conservancy engineering science and technology development is very rapid, the whole process of water conservancy project cost control and construction management is a systematic, complex, arduous technical work, in the water conservancy project construction project, to do a good job in the whole process of water conservancy project cost management is of great significance. In the whole process of cost management, each link of water conservancy project should be comprehensively analyzed, and the construction characteristics of each stage should be combined with the construction technology, so as to realize the comprehensive development of water conservancy project.

## Keywords

water conservancy project; whole-process cost; management strategy; application analysis

# 全过程造价管理方法在水利工程建设中的应用分析

陈淑媛

山东省水利勘测设计院有限公司, 中国·山东 济南 250013

## 摘要

目前, 中国水利工程科技发展极为迅速, 水利工程全过程造价控制与施工管理是一项系统、复杂、艰巨的技术工作, 在水利工程建设项目中, 做好水利工程全过程造价管理具有重大意义。在进行全过程造价管理中, 应对水利工程中的各个环节进行综合分析, 结合各阶段的施工特点以及施工技术做好造价管理, 实现水利工程的综合发展。

## 关键词

水利工程; 全过程造价; 管理策略; 应用分析

## 1 引言

水利工程全过程造价管理是指在综合利用多种资源(如人才、物质、财力等)后, 进行最终定价工作, 以实现项目整体建设和后续运营的最大经济利益和长远社会效益。成本控制的目标是确保施工环节的工作质量, 节省成本材料资源和工程人力资源。目前工程建设受到各种社会利益和各种因素的影响, 导致与成本控制相关的阻碍因素增加, 从而降低了整体工程造价管控的效率。应确保水利工程的质量, 保证各项目按时完工、保质保量, 减轻财政压力, 提高项目资金使用效率, 推动水利工程的跨越式发展。

## 2 水利工程项目全过程造价管理介绍

水利工程造价及其管理的本质结构是通过一套科学严谨的工作原理框架和手段来确保利益目标的达成和, 对各项工程价格费用进行全方位、多层次的有效过程管理组织和全

过程控制, 以减少各种工程项目建设及经济损失。科学合理的工程建设造价和管理流程可以充分体现项目投资成本的综合价值, 并确保工程建设相关利益主体获得了最大化的经济效益。在水利工程规划期间, 应将全过程工程造价理念贯穿于各施工阶段, 严格跟踪管理整个水利工程的造价, 确保在各工程周期节点内实现工程造价的公开与透明, 以促进水利工程建设顺利进行<sup>[1]</sup>。因此, 项目的最终进展将对工程造价产生重要影响, 要确保各责任部门加强协调和统一管理, 以促进整体水利工程建设。在进行水利工程造价管理和控制分析中, 需要认真遵循有关的规则。首先, 要密切结合水利工程的主动价值控制分析和工程建设的被动成本控制, 不能只按照传统的水利工程计价分析思路, 或者在发现工程或建设价值与最终实际评估值或预定目标值存在一定偏离的情况下选择特定的解决方案。从一定程度上来看, 这种方式并不能够完全弥补已经出现的问题, 因此, 水利工程施工单位需要根据科学的成本管理方法, 如果发现实际工作与既定方案存在较大出入的话, 应立即进行有效的解决, 并与其他项目方进行及时的沟通交流, 从而降低出现问题造

【作者简介】陈淑媛(1987-), 女, 中国山东济南人, 本科, 工程师, 从事水利造价、施工管理研究。

成的影响,促使水利工程的整体造价成本控制工作能够顺利完成。另外,在进行造价工作的过程中,还需要对整体水利技术经济方面进行思考,从而完成动态的造价控制。通过对比多样化的设计方案,深入探讨如何降低设计投资成本,同时,专注于方案项目的实施,动态跟踪研究工程造价项目的实际完成值与预算计划值,并及时管理奖励和节约重复投资费用。重要的是逐步增强水利工程施工人员的意识,了解将技术与社会经济相结合的重要性。应该采取先进的科学技术手段,科学进行项目验收工作,以促进现代化工程造价结算管理在项目施工的各个环节中得到更好的应用。

### 3 控制水利工程造价成本的管理原则

首先应该是预算全面成本控制的原则,即重点对各项水利工程实施各个管理环节进行的工程造价全过程管理成本进行总体把握,尤其是在针对工程建设实施项目管理过程中超定额概算工程的完成情况进行全过程重点费用控制。其次,也是费用管理控制的原则之一,即以全程造价的控制成本管理效果作为最高目标。在确保各项工程质量、施工目标进度等目标前提下,通过全面控制资金、材料、人工时间等各项费用,实现水利工程质量进度和经济成本的双重高效<sup>[2]</sup>。再次,需要遵循动态控制原则,水利工程项目招投标和设计审查阶段收取的项目造价费用,在工程建设实际中施工管理中可能会遇到工程量计算变化、材料价格波动等情况。因此,价格应在合理范围内进行合理调整,实行全程动态管理控制。在最后阶段,可以采用试行方法将水利工程规划建设阶段的权力分配和工程责任分配进行科学合理的划分。同时,需要明确将责任分配到具体工作人员的肩上,以实现责、权、利有机结合的原则。最后,主要责任人必须在其工作职权范围内,并努力合理控制各项成本,以实现建设投资管理的最大效益。为此,需要全面加强工作绩效和考核。

## 4 水利工程全过程造价控制的现状

### 4.1 缺少工程决策阶段的相关依据

通常情况下,水利工程的建设常常面临一个投资难题,导致工程建设时间被人为延长,进而导致工程投资快速增长,这使得工程建设的平均造价一直维持较高水平。究探其形成根本的原因,由于某些建筑行业法律法规缺少合乎规范操作的行业法律条文,进而会造成目前建筑行业法律法规的出台市场中运行长期处于行业秩序严重混乱无序的无序状态,许多建筑公司常常出于追求短期内获得更高行业经济效益的目的,采取了一系列涉嫌违反本行业法规的手段,加剧了本行业市场秩序的混乱无序,对企业自身的良性长期发展也造成了巨大的阻力。

### 4.2 设计阶段严格监督不足

建筑质量管理以及建筑工程材料一直是施工单位考虑的重点,但是在实际项目建设过程中,往往对以上这两点内容过度关注,忽略了项目前期阶段的质量设计,导致水利工

程的工程质量存在普遍的性价比偏低情况,这甚至可能对后期工程使用寿命造成严重负面影响。在水利工程的任何项目中,每个项目环节的建设费用平均比例一般都远高于设计施工环节。然而,设计环节通常对整体水利工程建设后期施工具有重要指导作用,这直接导致后期施工环节经常出现问题,严重影响后期施工质量。目前,许多水利建设企业常常在实际施工过程中遇到各种问题,并且只有在问题出现后才会想到根据具体情况制定最佳解决方案,然后对施工图设计进行整体改进。然而,这种盲目的做法往往会使建筑企业逐渐失去工程主动权,并且严重影响工程质量<sup>[3]</sup>。

### 4.3 工程量的报价结算方式不全面

就建筑行业目前的经济形势而言,传统建筑行业的各种费用定额结算方式仍然是常用的报价结算方式之一。然而,采用这种核算方式仅能展示建筑报价的平均水平,无法客观、全面地反映企业实际的造价水平。此外,长期以来,中国整个建筑行业普遍的计价管理组织模式主要以半开放式的为主,该结构模式企业的利益着眼点却主要集中为经济利益方面的经济效益最大化,企业长期处于半独立经营状态,相互业务之间也没有能够做出直接有效的沟通,也就为管理工作形成相互制约,由于没有建立统一、完整的会计管理运作模式,导致了一系列普遍的问题:建筑技术落后、工程进度受到干扰等。这些问题反复出现,阻碍了中国在现行工程清单体系下建立有效的工程造价成本管理运行模式的落实。同时,这也将对水利建筑行业的进一步发展产生不良的社会影响。

## 5 水利工程造价全过程的控制策略分析

### 5.1 提高设计方案性价比,树立限额意识

后续的工程建设中,决策阶段和设计阶段的准备工作发挥着重要作用。在决策阶段,需要对水利工程造价进行合理优化,并充分考虑到各种因素,以提高工程的效率和质量。在设计阶段,企业单位面临水利工程设计方案时,应以工程的性价比为首要条件,选择最理想的设计方案。如果需要修改工程设计方案,应尽量限制变更,以避免增加人力和物力投入,从而导致工程建设成本增加。在制定项目设计方案时,要同时考虑技术实施和工程造价的影响因素。目前,全过程造价控制机构应遵循“先设定限额,再进行设计”的原则,对水利设计文件进行造价成本的审查。全过程造价控制机构应参与所有设计方案的选择,并根据已经批准的施工图来决定。这样一方面可以确保设计方案的科学性合理性,另一方面也可以保证设计费用在工程限额内。此外,全过程的费用监控机构还能够提议建设方建立费用激励机制。通过对方案的精选以及成本的优化设计,满足设计要求的同时,给予合理的奖励,以促使从业人员在设计过程中都有意识地将成本控制在较低的水平。

### 5.2 加强招标阶段管理

招投标阶段的工作对水利工程建设有直接影响,成本

控制是全过程成本控制的重要保证。造价管理部门应以“以标为主,考核为先”的原则为指导,对招标文件中涉及造价部分提出合理化建议。在实施工程投标书评审过程中,项目业主代表应逐一进行严格评审。在实地评审工作进行中,更应及时加强与相关评标专家的交流和沟通,以尽快全面地了解投标人的投标报价要求和准备工作情况,以确保不再因投标人的底价问题而对项目整个在建工程后期的建设投资控制产生影响。同时,审计单位还应及时与投标项目所在地的建设单位和业主保持沟通,帮助他们合理考察选址,并慎重选择符合施工服务要求的合格单位。此外,审计咨询设计单位要筛选出更符合投标施工设计要求精确度和造价成本要求的工程优秀合格中标建筑单位<sup>[4]</sup>。

### 5.3 加强施工阶段控制,提高造价管理精度

施工阶段在水利工程建设中扮演着关键角色,它是将建设蓝图转化为实物的重要阶段。在水利工程的建设和运营中,有效地结合工程建设管理和造价成本控制是至关重要的,因为它对于项目建设的修改和完善具有重要价值。在工程建设的施工过程中,需要制定合理的项目建设和成本控制计划,以确保既能完成项目建设,又能节约建设成本。为了降低工程开发建设运营中财务风险,还需与工程设计管理单位定期签订成本控制服务合同,并设定预算风险资金。在施工监理过程中,公司应科学严谨地管理工程项目变更和合同索赔。根据以往的水利工程建设经验,设计变更通常会导致工程造价迅速上升,因此,相关管理机构应该按照法律的要求,切实避免这些非经济必要的重大工程方案变更,如若有其他地质水文等客观因素造成必须进行变更,也要始终严格遵循国家标准《水利工程设计变更管理暂行办法》(水规计〔2020〕283号),并认真按照规定办理相应的变更或审批手续。遇到施工范围变更过大需要投资变更方案时,应该严格核实变动方案并评估工程造价,以确保变动合法准确。

### 5.4 加强竣工验收阶段

竣工验收阶段的结算审核是水利工程全过程造价控制的最后阶段。在竣工验收阶段的造价控制中,一方面需严格审核实际施工过程,另一方面亦须严格按照合同约定对施工设备、材料、机械使用、现场签证等进行审查,以确保施工过

程中的造价信息符合合同要求,相关变更手续完善,竣工验收结算金额准确且完整。在针对最后计价阶段的施工造价风险管控中,施工单位需要严格逐项审核实际施工管理过程中产生误差的工程量,他们还需严格按照技术合同规范对项目施工合同中载明的所有施工过程材料、机械及使用质量情况、现场检查签证资料等项目进行检查和验收,确保各项施工项目管理过程与工程合同约定的执行进度要求基本一致,以避免出现偏差<sup>[5]</sup>。

### 5.5 增强专业培养,提升水利建设从业人员素质

为了提高全社会对水利工程专业的重视程度,加强对专业造价控制人员的培训,并保持一个良好的专业教育环境,企业建设单位应在招聘水利工程造价控制人员后,首先对其进行相关培训,确保工作人员了解整个工程建设管理流程,从而避免工作层面的疏忽。此外,还应定期审核工作人员的工作成果,并举行定期培训,以提升工作人员的综合素质。鼓励水利工程造价从业人员积极参加相关业务培训,并获得相应证书。

## 6 结语

全过程造价管理方法在水利工程建设中的应用具有重要意义。通过全过程造价管理方法的应用,可以提高工程建设经济效益,降低工程的投资风险,实现工程建设的可持续发展。因此,水利工程建设单位和管理部门应充分认识全过程造价管理方法的重要性,加强对全过程造价管理方法的研究和应用,为水利工程建设的发展做出积极贡献。

### 参考文献

- [1] 范雯婷.水利工程造价全过程控制措施与管理方法研究[J].地下水,2021,43(3):277-278.
- [2] 吴利文.关于水利工程施工全过程造价管理对策的探讨[J].现代物业(中旬刊),2018(5):104.
- [3] 陈斌.水利工程全过程造价管理关键因素分析[J].江西建材,2015(23):238+244.
- [4] 叶建光,李曼.水利工程造价全过程控制方法分析[J].中华民居(下旬刊),2014(9):291.
- [5] 程鹏飞.对水利工程项目的全过程投资控制方法探讨[J].科技视界,2014(6):320.

# Construction Technology of Super-large Thin-wall Adjustable Reservoir

Kang Yang

Sinohydro Seventh Engineering Bureau Chengdu Hydropower Construction Engineering Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 611130, China

## Abstract

With the acceleration of the pace of urban development, our development and utilization of water resources are also rising rapidly, and how to allocate water resources has become a key means to solve the problem. Living and production water in the Pearl River Delta region is extremely coordinated with economic development, and it is urgent to allocate water resources reasonably to balance this contradiction. The technical difficulties, key points and measures of super-large thin-wall adjustable reservoir are expounded. Maintain the stability and stability of the reservoir, maintain the safety of life and property of the public, and also provide reference value for similar water resources allocation projects.

## Keywords

large; thin wall; storage

# 超大薄壁型调蓄水池施工技术

杨康

中国水利水电第七工程局成都水电建设工程有限公司, 中国·四川成都 611130

## 摘要

随着城市发展的步伐加快,我们对水资源的开发和利用也在飞速上升,如何调配水资源成为解决问题的关键手段。珠江三角洲区域生活、生产用水与经济发展极不协调,亟需合理调配水资源来平衡这一矛盾。重点阐述超大薄壁型调蓄水池施工技术难点、要点及措施。保持调蓄水池的稳定和结实,维护公众的生命财产安全,同时也对类似的水资源配置项目提供了参考价值。

## 关键词

超大;薄壁;调蓄

## 1 引言

中国广州市南沙区、深圳市和东莞市的水短缺地区是珠江三角洲水资源配置工程的主要供水对象。该工程的输水管线总距离为 113.2km。配水主线从高新沙水库到沙溪高位水池的部分路段,以及沙溪高位调蓄水池对主线水资源的调整和分配,都是该供水干线的关键组成部分。水池沙溪高位水池结构为长 36m,宽 12m,高 17.4m,厚度 1.5m,长方椎型钢筋混凝土水池,因此为保证调蓄水池的整体安全稳定及防渗处理是重点。

## 2 水文、地质条件

### 2.1 水文条件

该工程坐落在珠三角地区,被亚热带季风气候统治,

一年的气温普遍温暖,降雨量丰富,湿度较高,阳光照射时间足够长,台风及热带气旋活动频发,往往伴随着大暴雨。该地年均气温在 20℃~23℃ 的范围内,阳光照射时间可达 1900 小时左右。年平均年降雨量等值线变幅为 1600~2600mm。

### 2.2 地质条件

沙溪高位水池埋管段基坑位于厚街沙溪水库附近,底板均位于弱风化花岗岩内,岩质坚硬,承载力高。基岩岩芯呈柱状,岩体较完整,岩质坚硬;单轴饱和抗压强度大于 100MPa;钻孔均未揭穿,揭露厚度大于 5m。

## 3 调蓄水池施工技术

沙溪调蓄水池施工,因其结构大、高,混凝土墙壁薄,施工过程难点多,难度大,其施工技术要点及措施如下。

### 3.1 调蓄水池结构

这个调蓄水池是由钢筋混凝土板墙构建的,混凝土等级为 C35,具备 W6 级的防水能力和 F50 级的耐寒能力。建

【作者简介】杨康(1987-),男,中国四川西昌人,本科,工程师,从事基础处理工程及道路工程研究。

筑在标高方面,其区域覆盖从30.27~47.67m,其大小分别为36m长,12m宽和16.4m高。调蓄水池尺寸如图1、图2所示。

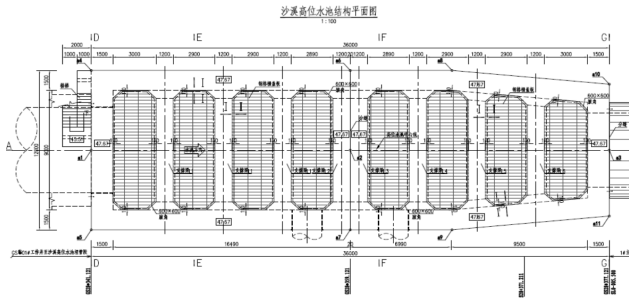


图1 高位水池结构平面图

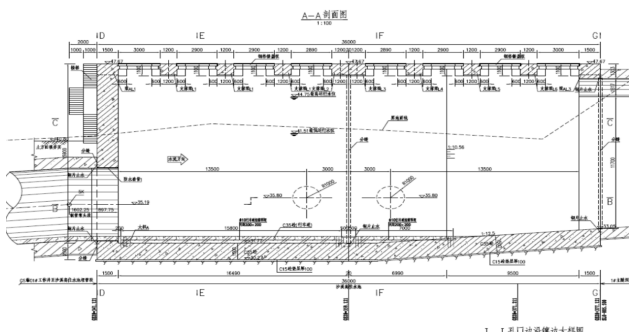


图2 高位水池纵剖面图

## 3.2 调蓄水池施工技术措施

### 3.2.1 基础面处理

①基层清理:用抽水泵抽排基坑内的积水,人工扫除基坑内碎石、生活垃圾、建筑材料等杂物。

②垫层模板:采用方木100×50mm作为垫层侧模板。方木固定方式:采用 $\phi 10$ 钢筋作为地锚打入基坑岩石中,方木两侧布置地锚,地锚间距为1m。

③浇筑混凝土:垫层混凝土等级为C15素混凝土。混凝土输送采用72m长天泵泵送混凝土<sup>[1]</sup>。

④振捣、找平:人工用铁铲铲平混凝土,厚度略低于标识点,用平板振捣器,表面用抹子抹平。

⑤养护:混凝土初凝后及时洒水养护(约浇筑完成后12小时),每2小时洒水一次(夜间可相应延长时间),保持混凝土表面湿润,一般养护不得少于7天。

### 3.2.2 复合土工膜施工

①施工流程:垫层表面清理→铺放→搭接→检查验收。垫层表面清理:清除垫层上泥土、建筑材料和其他杂物;最后用高压水枪冲洗垫层表面。

②复合土工膜技术要求。对于复合土工膜的性能标准,我们要求纵向和横向的断裂强度需不低于18kN/m,顶破力度CBR不低于3kN,纵向和横向的标准强度控制在30%~100%的伸长率,纵向和横向的撕裂力度不低于0.62kN,其抵抗静水压力控制至少0.6MPa,以及剥离强

度至少需达到6N/cm。复合土工膜产品性能与质量应满足GB/T 17642标准。土工膜之间搭接采用焊接,土工膜搭接长度 $\geq 100$ mm,施工应避免造成土工膜破损。

③复合土工膜铺放。应先检查材料有无损伤破坏,土工膜伸入底板1m宽。在铺设过程中,保持无褶皱,能与垫层紧密贴合。复合土工膜间连接采用热熔焊接搭接法,搭接长度 $\geq 100$ mm。底板两侧预留足够的施工搭接长度,长度 $\geq 2000$ mm。

④检查验收。用目测法逐块检测复合土工膜有没有破损,搭接长度是否足够四周预留的长度是否满足下道搭接的要求。

### 3.2.3 钢筋施工

①钢筋施工流程。加工场制作—成品验收—现场绑扎—监理验收。

②钢筋加工。在开始处理钢筋之前,必须先纠正其在运输时所受的弯曲。经过处理的钢筋要符合设计规范的形状和尺寸要求,同时钢筋的表面要保持洁净,不能有损坏、油污或锈迹。

③钢筋安装。钢筋绑扎应严格按照图纸和相关规范执行。钢筋的交汇处绑扎应牢靠,无变形或者松动情况,箍筋需垂直于受力钢筋布置。钢筋保护层的厚度保持在50mm,通过C40混凝土保护层垫块进行调整,以确保构造物的受力符合规定。绑扎应平顺且牢靠,已经完成绑扎和安装的预埋件应且必须清晰标注且得到妥善保护,从而避免错放和损毁。

④钢筋连接。对于直径不超过20mm的钢筋,采用搭接焊接的方法进行处理,当钢筋直径大于或等于20mm时,我们则采用直螺纹套筒进行连接。同时钢筋连接接头的搭接面积比率要求不超过50%,并且错开长度至少要有35个钢筋直径那么长,并确保其长度超过500mm。

一是焊接接头。在执行焊接操作时,需要先对钢筋进行提前弯折处理,保证两根钢筋的轴线在同一直线上,同时单边焊接区的长度应不小于10d。焊接过程中,要不断清理杂物,要求焊接接缝的外形光洁完整,焊接接缝的剩余高度应有渐缓的过渡,焊接过程中产生的弧坑需充分填满<sup>[2]</sup>。

二是机械连接。在用机械方式进行连接时,安装接口的时候可以用直螺纹套筒工具将其扭紧,这样可以让钢筋线头在套筒的中央部位相互紧贴。在装置完毕后应用扭力工具检查扭紧的力度,这个力度不能低于规定的最小扭紧力值。

### 3.2.4 模板施工

沙溪高位水池主要使用钢模板,部分异型模板使用木模板。

### 3.2.5 混凝土浇筑

①施工准备。本工程结构混凝土的型号为:底板、侧墙及支撑混凝土为C35,抗渗等级W6,抗冻等级F50。

②混凝土施工。一是混凝土输送。用汽车泵将混凝土

抽送前,需先将储料斗及管道进行清洁和湿润,之后就可以进行混凝土的泵送。混凝土的汽车泵送需要保持不间断,如果不能时刻供应混凝土,应降低抽送速度。当泵送需要暂停时,搅拌必须得继续进行。二是混凝土浇筑。模板和支架系统在浇筑前及浇筑过程中,必须检查防倾覆和临时固定结构。

混凝土的浇筑厚度控制在300~500mm。限制浇筑速度,且在第一层混凝土开始凝固前要完成下一层混凝土的浇筑,混凝土的浇筑应保持连续,两层之间的时间差不应超过1.5小时。

通常振捣棒的操控区间应保持在500mm以内,这样才能保证混凝土能被均匀且紧致地振捣。混凝土每一个被振捣部分的持续时长,应以混凝土表皮形成浆液和沉降停止为准则。

在进行振捣操作时,避免振捣棒接触到各类钢筋和预设物体,防止因震动导致位置偏移。同时需要监控模具的稳定性,一旦发现有任意改变,应立即停止振捣并及时进行修复,防止模具产生变形或膨胀的情况。

### 3.2.6 结构缝内表面防水

①在钢筋绑扎完成后,安装不锈钢螺栓和螺栓定位钢板;②预留槽位用泡沫板填充保护,混凝土浇筑后拆除模板时一并拆除,露出混凝土基坑;打磨基槽底,用高压水枪清洗干净;③均匀涂抹双组分聚硫密封膏,厚度2mm,不得有少涂、漏涂等;双组分聚硫密封膏使用时,应按产品说明书进行搅拌混合,熟化使用时间不得超过产品说明书规定的时间要求;④对孔安装橡胶止水带,压上不锈钢压板,装上螺栓垫片,垫片不得少装漏装,也不得多装垫片;装上螺母,拧紧螺母,扭力值应在20~24N·m,扭力不得过小,同时也不能过大;⑤分层抹上M10的环氧砂浆,每层厚度10~20mm,环氧砂浆厚度比高位水池混凝土表面高1~2mm,等环氧砂浆实干收缩后与高位水池混凝土表面持平;⑥M10的环氧砂浆表面后及进洒水养护,就保护环氧砂浆表面湿润,不得因养护不及时造成砂浆表面开裂。

### 3.2.7 防腐工程

#### ①工艺流程。

进行表面处理—涂上底漆—再涂上中漆—最后涂上面漆—最终进行评估和接收。

#### ②防腐施工。

一是涂料的调配。在开始施用涂料之前,我们需先将固化剂掺入其中,然后用搅拌器将其充分地混合,然后再适当地加入一些稀释剂并继续混合。

在开始接触涂料之前,我们需要先将固化剂加入并用搅拌器将其混合,然后再加入适量的稀释剂并继续混合。严格按照生产厂家的指示以及产品说明书的明确要求来完成涂料的配比,特别注意涂料的成熟期和混用期,只有等到涂

料完全熟化后才能使用。需要在施工过程中详细记录每一步的操作。

防腐漆需要拥有优越的抗碱能力、黏着力和抗腐蚀性,下层的漆应有出色的渗透力,而上层的漆需要有抵抗老化的能力。

二是防腐涂装工艺。初步涂装:在适当调节底涂比例后,开始涂装操作,必须保证底漆能完全渗透混凝土表层。在混合漆料的过程中完成混凝土的涂装,操作期间需要格外注意涂料的浓度,更要尽可能避免因油漆渗透到含孔部位产生的“哑音”影响。施工结束后,混凝土表面应被底漆彻底渗透封锁,不应呈现出有光泽的表面,以便保证下一个涂装步骤的附着力更强。

关于中间漆的应用:为保护涂装区域,在油漆的使用期限内,对混凝土进行中间漆涂敷作业。在每一道涂层施工过程中,需要用湿膜卡随时检查湿膜的厚度。如果发现厚度不够,需要补涂到规定的厚度。

在确认中层涂层质量达标后,进行顶部涂漆工作。予以关注的是,涂层的色彩是否均匀且美观。在施工过程中,应时刻应用湿膜卡来测算湿膜的厚度,以保证顶部涂层的干膜厚度。使用干膜厚度计来确认干膜厚度是否满足设计上的要求,同时对外观进行全方位的检查。

三是时间控制。根据混凝土防腐涂料的性能,在25℃~35℃环境下,底漆在涂装完全后2小时可以达到表干状态;中间漆在涂装完全后6小时可以达到表干状态;面漆在涂装完全后16小时可以达到表干状态<sup>[1]</sup>。

四是漆膜控制。在施工中,严禁随便修改设计好的涂料类型和生产商,一定要严格遵守产品手册上的使用方式。

收集各式的涂料并储存为样本,然后根据现行的《涂料比重测定法》和《涂料固件含量测定法》国家标准来实施涂料的比重、固体成分及湿涂层与干涂层厚度之间的关系测试。按照防腐混凝土涂料的技术参数定义:湿涂层厚度WFT是干涂层厚度DFT乘以100%然后除以固体含量SV。

## 4 结语

基于目前中国高速发展的速度,城市建设规模的扩大,兴建水利工程调节水资源合理配置,能很大程度上减轻水资源使用的压力。调蓄水池在整个输水隧洞中起到关键作用,它可以合理调配输水状态,分配输水流量。

## 参考文献

- [1] 胡涛,杨二静.SL191—2008《水工混凝土结构设计规范》的几个疑点分析[J].河南建材,2009(6):75.
- [2] 马移军.水工混凝土施工质量评定与验收的规范对比[J].山东水利,2016(3):1-4.
- [3] 王秀红.浅谈大型封闭式薄壁结构调蓄水池混凝土施工技术[J].甘肃科技,2022(16):16-19.

# Discussion on the Drought-fighting and Water-finding and Well-drilling Technology

Kuiwen Li

Alxa Left Banner, Flood Control and Drought Relief and River and Lake Water Affairs Center, Alxa, Inner Mongolia, 750300, China

## Abstract

Water is essential to all living things on the earth, for the development of human society is the basic guarantee, is an important part of life, almost every aspect depends on it. However, due to many factors, water resources in some areas are relatively scarce, and even drought occurs. In these areas, the search for and development of groundwater resources has become an important problem to solve the local residents' life and agricultural development. To better utilize groundwater, we need to detail the distribution of groundwater, find the optimal well location, and determine the depth of the well. Through detailed geological survey and hydrogeological research, the optimal well location can be determined to ensure sufficient groundwater resources to provide the necessary water resources for the development of human society.

## Keywords

drought resistance and water search; groundwater; distribution; well drilling; technology

## 关于抗旱找水打井技术的探讨

李奎文

阿拉善左旗防汛抗旱和河湖水事中心, 中国·内蒙古 阿拉善 750300

## 摘要

水对地球上的所有生物都是必不可少的, 对于人类社会的发展更是基本保障, 是生活的重要组成部分, 几乎每个方面都依赖于它。然而受多方面因素的影响, 部分地区水资源较为匮乏, 甚至出现干旱情况。在这些地区, 寻找并开发地下水资源成为解决当地居民生活和农业发展的重要问题。为了更好地利用地下水, 我们需要详细了解地下水的分布情况, 找到最佳的井位, 并确定井的深度。通过详细的地质勘测和水文地质研究, 可以确定最佳的井位, 以确保获得足够的地下水资源, 为人类社会的发展提供必要的水资源。

## 关键词

抗旱找水; 地下水; 分布; 打井; 技术

## 1 打井位置的选择分析

### 1.1 地下水源的分布

地下水是指储存在地下土壤和岩石层中的水源, 它是由降水渗透到地面后, 部分进入土壤和岩石的裂隙中而形成的。不同地区的地下水具有不同的特点, 因其生成条件与地质构造、地形地貌以及水源补给密切相关。也因此被视为大自然赋予人类的宝贵财富。地下水的量受到地质条件、地表地形、水源来源等多种因素的影响, 地下水的生成和储存需要复杂的地质条件, 且不同地区地下水的补给量存在很大的差异。地下水的生成量通常用自然补给量来衡量, 而自然环境的多变性和地表地貌的多样性都会对地下水的生成产生

影响。值得注意的是, 地下水的过度开采可能引发地面塌陷和海水入侵等一系列不良的自然现象。其中, 地面塌陷问题尤为突出, 在中国的许多地区都曾发生。因此, 合理开采和管理地下水至关重要, 需要确保自然环境受到最小的干扰。

### 1.2 地下水源勘察

自20世纪30年代中国开始进行地质勘探以来, 特别是中华人民共和国成立后的几十年里, 地质勘探工作得到了显著发展。改革开放后, 引进了先进的技术和设备, 同时也积极推动自主创新, 地质勘探事业取得了长足的进步。在地下水资源的寻找方面, 现代科技和技术为我们提供了多种方法, 包括地面核磁共振找水仪、磁法勘探和电法勘探等, 不仅提高了勘探的效率, 也拓宽了勘探的范围。地面核磁共振找水仪是一项成功的技术, 它已在干旱地区的地下水资源勘探中取得了显著成果。磁法勘探则通过处理和分析三维磁性数据来实现勘探目标的精确定位, 在青藏高原的磁性数据

【作者简介】李奎文(1989-), 男, 中国甘肃民勤人, 本科, 工程师, 从事防旱抗旱、抗旱找水、打井等研究。

处理中发挥了重要作用,也在一些海域进行了高精度的航磁测量。电法勘探包括数据处理与反演方法技术、激发极化法和新型的面积性勘查物探仪器。通过数据处理与反演方法技术,大地电磁勘探得到了进一步的研究,同时相关工作站的建设也提高了数据处理的效率。激发极化法在地下水勘探中有着悠久的历史,并且一直以来都被广泛应用,取得了显著成果。新型勘查物探仪器的引入为测量绝对相位提供了新的解决方案,并在矿区试验中展现出卓越的勘探性能。

## 2 打井技术研究

### 2.1 资料收集

在干旱地区寻找地下水并进行打井工作,首要任务是收集该地区的地质条件、地形地貌、水文数据等等关键信息,结合这些数据分析对于确定合适的打井位置至关重要。在干旱地区寻找地下水并进行打井工作,首先需要详尽地收集地区的地质特征、地形地貌、水文信息等等数据,并仔细分析这些数据,深入了解该地区的地形特点和地下水蕴藏情况,进而进行科学和合理的预选工作,以确定最适合打井的地点。

### 2.2 现场调查

通过实地地质调查,对干旱地区的地质状况进行评估,需要考虑岩层结构和地质条件等因素,以科学分析来确定最合适的打井位置。经验表明,通常情况下最适合进行打井工作的地层是花岗岩、玄武岩或变质岩,以有利于地质条件中井的施工。但在某些情况下,由于当地条件限制,不得不在碳酸盐岩层中打井,必须确保地下水位高于碳酸盐岩层,并在目标层下方存在隔水层,以保证水源的可用性。

### 2.3 遥感地质

遥感地质是一种高科技、高效且实用的方法,在面对因地理位置导致缺水问题时,特别是在无法明确选址的情况下,遥感地质技术成为一种有效的解决方案。遥感地质技术的精准性和高效性得益于现代遥感技术的快速发展。利用卫星、飞机或其他遥感设备,可以快速获取大量关于地质构造、地下水分布和储量等关键信息。这些信息对于解决缺水问题至关重要。通过遥感地质技术,我们可以在短时间内获得大量数据,从而更好地理解 and 评估地下水的分布和储量。在获取和分析遥感数据后,我们可以进行现场勘察,以进一步了解地质和水文情况。在现场勘察的基础上,我们可以科学而合理地选择井位,以有效解决当地居民的缺水问题。

### 2.4 选择井深

在选择井的深度时,需要综合考虑多个因素。通常,井的深度与出水量呈正比关系,深井具有更大的出水量,而浅井则出水量较小。然而,随着井的深度的增加,施工难度和成本也随之增加。因此,在确定井的深度时,需要考虑当地的干旱程度、居民数量以及地下水蕴藏量等因素,以避免资源和资金的浪费。一旦对干旱地区进行系统分析后,根据

所需的水量确定了井的深度,还需要参考该地区地下水的储量情况。在干旱地区,如果地下水储量非常丰富,通常可以选择打浅井的方法。这种方法具有工程施工时间短、资源利用合理的优点,可以有效地解决当地的干旱问题,但是,如果干旱地区位于变质岩区域,只能通过深井来获取地下水,这将需要更多的时间和成本。对于一些松散的沉积层,一般井的深度相对较小。如果干旱情况非常严重,可以采用增大井口直径的方法,以满足居民日益增长的用水需求。然而,如果地下水的水质和赋水性能在浅层较差,可能需要打深井来获取更深处的地下水以满足需求。因此,井的深度的选择应根据当地的地质条件、水资源情况和居民用水需求来合理确定。

### 2.5 设备准备及布置

在寻找水源并准备打井的过程中,设备调试和布置至关重要。在开始钻孔之前,必须确保机器已经调整到正确的水平状态,以确保钻探的准确性和稳定性。同时,设备的存放位置也需要仔细考虑,以便在需要时能够快速、准确地获取所需的设备。为了确保钻探工作的顺利进行,需要按照规定的步骤进行塔架的架设工作。塔架作为支撑钻探设备的重要结构,必须具备稳定性和承受力,以确保在钻探过程中不会发生意外事故。钻机的放置也是一项重要的准备工作。钻机是打井过程中的核心设备,因此必须放置在安全、平稳、易于操作的位置,并且需要随时保持可用的状态。在布置设备时,还需考虑如何避免可能的危险因素,如电源线的铺设、设备的固定等。

### 2.6 钻井作业

钻井作业是一项复杂而又关键的工作,特别是在涉及基岩含水层钻孔时。为了获得最准确的数据和样本,旋转岩心钻孔方法较为适宜。旋转岩心钻孔方法是一种通过旋转钻头来钻进岩石并获取岩心样本的方法。在旋转岩心钻孔过程中,钻头在旋转的同时,向地下钻进,通过钻头对岩石的破碎和研磨作用,将岩石钻成圆柱状的岩心样本。

在钻孔入孔的过程中,必须严格遵守技术要求,确保操作的准确性和安全性。技术要求通常包括确定孔的深度、直径、角度等参数,以及钻孔设备的选择和使用方法。操作人员需要仔细阅读技术图纸和说明书,了解孔的技术参数和要求,并使用符合要求的钻孔设备进行操作。在钻孔过程中,操作人员应时刻观察钻孔情况,确保钻孔的准确性和质量。如果发现任何异常情况,应立即停止操作,并及时报告技术人员进行维修和调整。在分层取样时,要确保土样、水样和测温等数据的准确性和代表性。

### 2.7 下管

一是安装井口装置。在安装井口装置时,需要考虑到多种因素,包括井的类型、井的深度、井口的大小等。不同的井口装置也需要根据不同的井口情况进行安装。首先,需要安装井盖。井盖通常是由钢铁或混凝土制成,可以保护井

口不受外界污染和破坏。在安装井盖时,需要确保其与井口完全匹配,并且能够承受一定的重量和压力。其次,需要安装防蜂网。防蜂网可以防止野蜂等昆虫进入井内,从而保护井水不受污染。在安装防蜂网时,需要将其放置在井口周围,并且确保其与周围环境相协调。最后,需要安装沉淀池。沉淀池可以用来沉淀井水中的杂质和沉淀物,从而提高井水的质量。在安装沉淀池时,需要将其放置在井口下方,并且确保其能够容纳足够的沉淀物。

二是下管施工。施工一般分为开挖沟槽、铺设管道、连接管道等几个环节。首先,在开始下管施工之前,工程师需要仔细规划并设计工程方案。这包括确定沟槽的位置和深度,以及管道的尺寸和类型。在开挖沟槽时,工程师会使用各种挖掘机械或其他工具,根据设计方案和现场情况来准确地开挖。沟槽的深度和宽度应足以容纳所选的管道,同时考虑到地下水的情况以及土壤条件。其次,在铺设管道时,工程师会将管道按照设计方案放置在沟槽中。他们会使用各种工具和技术来确保管道的位置正确,并且与相邻的管道连接良好。在连接管道时,工程师会使用专门的工具和技术来确保连接处牢固并且不漏水。这个环节是整个工程的关键部分,因为如果连接处出现问题,整个工程可能会失败。最后,完成下管施工后,工程师需要进行验收和试运行。在验收时,他们会仔细检查工程的各个环节,包括沟槽的开挖、管道的铺设以及连接处等。他们会使用各种检测工具和技术来确保工程的质量和安全性。在试运行时,工程师会对管道进行冲洗和消毒,以确保管道的畅通和供水质量。他们会按照设计方案的要求来操作管道系统,并记录运行数据以评估系统的性能。

## 2.8 抽水试验及井眼验收

首先,在验收之前,必须进行简要的抽水试验,以确保井孔的实际可采井水量。在进行抽水试验时,需要将水泵放置在井孔内30分钟,然后取水样进行测量砂量的工作,并进一步进行水质分析取样。水质分析可以提供关于水源质量的详细信息,包括水的纯净度、矿物质含量等。在完成上述步骤后,需要准备一份关于打井找水项目的详尽报告。

其次,井眼验收。井眼验收主要关注的是井壁的稳定性、井径的均匀性以及井深的准确性。在验收过程中,需要使用专门的测量工具对井径进行测量,以确保其符合设计要求。

同时,还需要对井深进行准确的测量,以避免出现深度误差。这些数据的测量和记录对于评估井的质量和性能至关重要。接下来,需要进行设备的验收。这包括对水泵、水管、电线等设备的检查和测试。需要确保这些设备能够正常运行,并且与井的设计要求相符。

最后,还需要对设备的安装和固定进行检查,以确保其在长期使用过程中不会出现移位或脱落的情况。随后,需要进行实际运行测试。在验收过程中,需要将设备完全投入运行,并观察其运行情况。需要确保设备在运行过程中没有出现异常噪音、发热、漏水等故障。同时,还需要对设备的能耗进行测试,以评估其节能性能。在验收结束后,需要编写一份详细的验收报告,包括发现的问题及解决方案、验收结论等内容。

## 3 结语

综上所述,地下水在社会发展中具有至关重要的作用。为了在干旱地区找水并打井,我们首先需要进行详细的地质地貌勘探,以提供重要的数据基础。在降水稀缺的干旱地区,打井是主要的取水方法,因此每个步骤都必须经过仔细的实地调查,确保所有工作都具备科学合理性。在进行打井工作时,了解基本的勘探方法至关重要。根据当地的地质情况,我们需要选择合适的勘探方法,这包括确定打井的确切位置;接着,根据地下水层的地质情况,我们还需确定井的深度;最终,通过这些努力,在干旱地区打井,以满足当地居民的生活用水需求。通过一系列的工作对于科学、有效地寻找水源和开展水资源管理至关重要。

## 参考文献

- [1] 姜月华,李云,葛伟亚,等.河南巩义抗旱地下水井位确定和钻探方法[J].华东地质,2018,39(2):142-150.
- [2] 张叶鹏,黄朝宇,陈钰轩,等.基于天然电场选频法在山区抗旱找水中的应用研究[J].矿产与地质,2023,37(4):788-793.
- [3] 罗发科.高密度电法在抗旱找水打井中的应用[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2021(4):182-183.
- [4] 唐甫,马富安,陈博,等.高密度电法在广西大石山区三种不同岩性地层的找水应用[J].矿产与地质,2023,37(2):327-336.
- [5] 葛再洋.来安县东部缺水地区找水打井工作模式研究[J].冶金管理,2022(11):101-103.

# Research on the Influence of Water Conservancy Project on Environment and Prevention and Control Measures

Jianning Han

Jinchang City Yongchang County Jinchuan Water Conservancy Management Office, Jinchang, Gansu, 737100, China

## Abstract

With the continuous progress of society and the growth of population, water conservancy engineering plays an increasingly important role in human society. The construction and operation of water conservancy project plays a vital role in the regulation and utilization of water resources, which directly affects the survival and development of human beings. However, the construction and operation of water conservancy projects will inevitably have a certain impact on the surrounding environment. The impact of water conservancy project involves water body, soil, vegetation, wildlife and so on. For example, the construction of a reservoir may reduce the flow of rivers downstream, in turn, it will affect the ecological environment of the downstream area. The construction of the dam may change the flow of the river, which will have an impact on farmland irrigation, fishery and breeding in the downstream area. The purpose of this paper is to discuss the impact of water conservancy engineering on environment and its prevention measures, in order to provide reference for the research and practice in related fields.

## Keywords

water conservancy project; environment; prevention control measures

# 水利工程对环境的影响及防治措施研究

韩建英

金昌市永昌县金川水利管理处, 中国·甘肃 金昌 737100

## 摘要

随着社会的不断进步和人口的增长,水利工程在人类社会中的地位日益重要。水利工程的建设和运营对于水资源的调控和利用有着至关重要的作用,从而直接影响到人类的生存和发展。然而,水利工程的建设和运营也不可避免地会对周围环境产生一定的影响。水利工程的影响涉及水体、土壤、植被、野生动植物等方面。例如,水库的建设可能会导致下游河道的流量减少,进而影响到下游地区的生态环境。大坝的建设可能会改变河流的流向,从而对下游地区的农田灌溉、渔业养殖等产生影响。论文旨在探讨水利工程对环境的影响及防治措施,以期对相关领域的研究和实践提供参考和借鉴。

## 关键词

水利工程; 环境; 防治措施

## 1 引言

随着人口的不断增加和经济的快速发展,水资源成为全球面临的重大挑战之一。为了满足人们日益增长的用水需求和实现经济可持续发展,水利工程的建设和发展变得愈发重要。然而,水利工程的建设和发展也不可避免地对环境带来了一系列的影响。

## 2 水利工程概述

水利工程是指通过对水资源进行开发、调节和利用,以满足人们生活、农业生产、工业发展和生态保护等方面的需要的一种综合性工程。水利工程包括水库工程、河流调节

工程、堤防工程、灌溉工程、排涝工程、水电站工程等各类工程。其主要目的是通过对水资源的科学管理和合理利用,改变水文条件,达到调节径流、防洪减灾、供水灌溉、发电等功能,在保障人民的生存和发展需求的同时,对环境、经济和社会产生积极影响。

## 3 水利工程对环境的影响

### 3.1 水质影响

水利工程的建设和运营过程中,可能会释放废水和污染物,导致水质污染。例如,水库养殖、灌溉排水和污水处理厂的废水排放可能对周边水质产生负面影响。水库养殖是一种常见的水利工程,但其中的废水排放可能会导致水体富营养化和水质恶化<sup>[1]</sup>。养殖过程中使用的饲料、抗生素以及鱼类的排泄物含有大量的氮、磷等营养物质,这些物质进入水体后,容易引起蓝藻等有毒有害藻类的大量繁殖,并消耗

【作者简介】韩建英(1969-),男,中国甘肃民勤人,工程师,从事水利工程管理研究。

水体中的氧气,造成水体富营养化和缺氧现象,对水生态系统产生负面影响。灌溉排水也是水利工程中的一个重要环节,但灌溉排水的废水含有农药、肥料等农业投入品残留物和土壤中的颗粒物等污染物。当这些废水进入水体后,可能会对水体的水质产生不利影响。农药残留物可能对水生态系统中的水生生物造成毒害,而土壤颗粒物等污染物的排入则会导致水体浑浊,影响水体的透明度和光照条件,进而对水下植被和浮游生物的生长造成不利影响。污水处理厂的废水排放也是一个有潜在影响,虽然污水处理厂通过一系列的处理工艺可以去除大部分有害物质,但还是会有一部分有机物、重金属等污染物未能完全去除,这些物质进入水体后仍然会对水质产生一定的影响<sup>[2]</sup>。尤其是一些老旧的污水处理设施,由于工艺落后或设备损坏,可能无法达到排放标准,导致废水中污染物含量较高,对周边水环境产生潜在风险。

### 3.2 生态系统影响

水利工程建设会改变河流和湿地的自然状态,对生态系统造成深远影响。大坝的建设会导致河道的截断,从而阻碍鱼类的迁徙。许多鱼类在不同的生命周期阶段需要迁徙到不同的水域,如产卵、觅食等。然而,大坝的修建会形成一道不可逾越的障碍物,阻止鱼类的通行。这将严重影响鱼类栖息地的连通性,使得鱼类无法完成迁徙过程,进而导致鱼类数量减少。大坝和水库的建设还会导致河流水量和水位的变化,影响鱼类的生活环境。水库的蓄水和排水操作会导致水流速度、水温、水位等水文要素的变化,这些变化会对鱼类的生长、繁殖和觅食等生活活动产生直接影响。例如,鱼类在不同水温条件下有不同的生理需求,而水库的调水操作可能导致水温快速变化,使鱼类难以适应<sup>[3]</sup>。此外,水库的蓄水过程也会淹没河岸带和湿地等重要的生态环境,破坏鱼类栖息地的连续性和多样性。此外,大坝和水库的建设还可能改变河流和湿地的水质特征。水库的存在会导致局部水体滞留、水流减缓,从而使得水体中富含的营养物质更易在水体中积聚,进一步引发水体富营养化现象。这将导致水生态系统中藻类过度繁殖,消耗水中氧气,影响其他生物的存活和生长。

### 3.3 土地利用影响

水库建设需要占用大片土地用于水库的蓄水,这涉及农田或者居民区的淹没。农田被淹没后,农民的耕作活动将受到严重干扰,他们失去了可利用的土地,无法继续种植粮食或经济作物。这对农民的生计和农业产量都会造成不可忽视的影响。同样地,如果居民区被淹没,相关居民将不得不迁移,重新安置,他们的居住环境和社会关系也会发生变化。还对土壤质量和农业生产方式也可能产生影响,由于水库建设通常需要大规模土地开挖和覆盖,导致一部分土壤被破坏或掩埋,土壤质量下降。这对附近的农业生产而言,可能意味着需要进行土地改良或转型,以应对土壤质量下降的问题,水库建设还可能改变周边地区的水源供给状况,影响农

业灌溉和水资源利用方式<sup>[4]</sup>。

## 3.4 自然灾害风险

水利工程的不当设计和施工会增加自然灾害的风险,大坝设计不合理是一个常见的问题,如果大坝的设计高度、排洪能力等方面存在缺陷,无法有效地抵御洪水的冲击,导致大坝溃坝,引发洪水灾害。如果水库容量过度蓄水,也可能增加洪水的危险性。在降雨量突然增加时,过度蓄水会导致水位急剧上升,超出大坝的承载能力,从而引发洪水,也可能导致地质灾害的风险增加<sup>[5]</sup>。例如,在坡地建设水利工程时,如果未采取合适的防护措施,如挡土墙的建设、松散土壤的固结等,就容易引发滑坡、塌方等地质灾害。在河道疏浚和修复过程中,如果操作不当或没有充分考虑河床的稳定性,可能会导致河岸崩塌、河道丧失稳定性等问题,进而加剧洪水的风险。

## 4 水利工程环境防治措施

### 4.1 水资源保护与管理

通过改进灌溉方式、降低灌溉水量、提高灌溉效率等手段,可以减少农业、工业和城市用水的总量,实现节约水资源的目标。此外,还可以推广应用具有节水特点的农作物品种,如耐旱型、节水型作物,以降低农田用水的需求。推行水资源定额管理制度也是一种措施,该制度通过确定各行业和地区的水资源利用定额,并建立监测和核查机制,对超额使用水资源进行限制和惩罚,这可以促使企业、农田和居民单位合理使用水资源,有效控制过度开发和浪费。另外,建立生态补偿机制对于保护生态系统的完整性和功能至关重要,该机制通过向生态系统提供足够的水量,维持湿地、河流和水生物生境的正常运行,并采取适当的生态环境恢复措施,以修复已受损的生态系统。这可以有效保护水生态系统的多样性,维护水资源的可持续利用。

### 4.2 水利工程建设与运营管理

在水利工程建设规划和设计阶段,应注重保护生态环境,采取一系列措施来减少对自然环境的破坏,并考虑生态系统的连通性和完整性。

在选择建设地点时,应充分考虑地质条件、水文条件和生态条件等因素,在非敏感区域和生态脆弱地区避免建设,减少对生态环境的影响。同时,要充分进行环境影响评价,评估项目对生态系统的潜在影响,并在设计阶段提出相应的环境保护措施。在建设过程中,需要采取一系列措施来减少不良环境因素的产生,并合理规划施工时间和施工方法。例如,采用低噪音设备和施工工艺,减少施工过程中的噪声和震动;采用环保措施,减少尘埃和废弃物的排放;合理安排施工时间,减少对周边居民生活和生态环境的干扰。此外,需要进行严格的环境监测和监管工作,及时发现和纠正环境问题,建设单位应配备专业的环境保护监测团队,定期对施工过程中的环境因素进行监测,确保水利工程建设过

程中的环境问题能够及时发现和处理。同时,政府部门也要加强对水利工程的监督和管理,确保工程的安全运行,并最大限度地减少对环境的影响。

#### 4.3 水质治理与保护

为了加强水利工程建设中的污染控制和环境保护,需要采取一系列措施来保护水体的水质和减少人为污染物的排放。应定期检测和监测水体的水质,及时发现水污染问题。对于已建成的水利工程,应建立完善的水质监测网络,定期对水体的水质进行监测和评估。一旦发现水质异常或超出标准,应及时采取相应的污染防治措施,如建设污水处理厂、采用生态修复技术等,以恢复水体的健康状态。还需要强化农业面源污染管理,减少农业产生的污染物进入水体。农业是重要的面源污染来源,特别是农业排水中的农药、化肥等污染物对水体造成较大影响。因此,应采取农业排水管理措施,如合理调整农田排水布局、建设稻田、湿地等农田生态系统,以截留和净化农业废水中的污染物。同时,通过科学合理的施肥和农药使用管理,减少农业产生的污染物输入水体。此外,为了减少水体受到人为污染,需要制定严格的水污染物排放标准,并对企业和个人进行监管和执法。通过强化对企业废水、工业排放等的监督和检查,确保其排放符合相应的环境标准。对于个人行为,也需加强相关宣传教育和监督管理,引导大众减少对水体的不良影响,如限制乱倒垃圾、废弃物等。

#### 4.4 生态修复与保护

湿地保护和恢复是保护水环境的重要措施之一,为了保护湿地的生物多样性和生态功能,应实施湿地保护和恢复计划。保护已有的湿地面积,同时增加湿地面积以提供更多的栖息地,可以通过制定湿地保护政策、建立湿地自然保护区、修复退化湿地等方式来实现。湿地的保护不仅可以维护生物多样性,还可以提供水源涵养、水质净化等生态功能,对于水体的净化和生物多样性的维持具有重要作用。河湖生

态补水工程是改善水体流量和水质的一种有效手段,该工程通过向河湖补充水量,增加水体流量,可以改善湖泊和河道的水质和生态环境。补水工程可以采取引水、调度水源等措施,增加水体的流动性,减少污染物滞留时间,提高水体的自净能力。此外,定期排除有害水生生物,如水藻、水草等,也是保护水体生态的一项重要工作。植被恢复和生态修复工程是提高土地质量和生态系统稳定性的重要途径,通过种植适宜的植物,尤其是湿地植物,可以促进土地的恢复和植被的生长。同时,采用生态修复技术,如土壤改良、湿地滤池等手段,可以修复受损土地的功能,增加生态系统的稳定性和恢复能力。植被恢复和生态修复工程的实施可以提高土地的水持力和保护性,减少水土流失和水体污染,维护水环境的健康和可持续发展。

## 5 结语

水利工程对环境产生的影响是复杂而多方面的,包括水文环境、土壤环境、气候环境和社会经济等方面。为了防治水利工程对环境的影响,需要采取一系列措施,包括政策措施、技术措施和管理措施等。这些措施的实施可以有效地减少水利工程对环境的影响,实现水利工程与环境的协调发展。

### 参考文献

- [1] 张翠花.水利工程的实施对环境影响及防治措施[J].河南水利与南水北调,2022,51(4):14-15.
- [2] 高新军,庄鹏.浅析水利工程施工对环境的影响及其防治措施[J].科技创新导报,2017,14(35):63-64.
- [3] 黄勇豪.浅析水利工程施工对环境的影响及其防治措施[J].城市建设理论研究(电子版),2017(31):186.
- [4] 张军.水利工程施工对环境的影响及防治措施[J].智能城市,2017,3(7):278.
- [5] 万爱莲.水利工程施工对环境的影响及防治措施[J].中华建设,2017(4):126-127.

# Exploration of Soil and Water Conservation Measures Design for 160km/h High Speed Subway

Siwei Wang<sup>1</sup> Ming Huang<sup>1</sup> Jun Gao<sup>2</sup> Chuanli Chen<sup>1</sup> Xuanjun Guo<sup>2</sup>

1. Guangdong Water Conservancy and Electric Power Survey, Design and Research Institute Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510611, China

2. The Pearl River Water Conservancy Commission the Pearl River River Water Conservancy Research Institute, Guangzhou, Guangdong, 510611, China

## Abstract

With the development of the economy and the process of urbanization, the drawbacks of traditional subways in long-distance urban commuting have gradually become prominent. Various regions are trying to build and operate high-speed subways, and have successively built and put into operation subway lines with speeds of 120km/h and 140km/h. In recent years, Beijing and Guangzhou have successively started the construction of 160km/h high-speed subways. The high-speed subway project has a large span and complex terrain and landforms along the line. If soil erosion protection is not done well, the harm of soil erosion during the construction process will be very serious. The paper takes the Guangzhou Metro Line 22 project as an example to explore the design of soil and water conservation measures for the 160km/h high-speed subway project, for the reference of practitioners in soil and water conservation.

## Keywords

high-speed subway; soil and water conservation; control measures

## 160km/h 高速地铁水土保持措施设计探索

王思伟<sup>1</sup> 黄明<sup>1</sup> 高俊<sup>2</sup> 陈传莉<sup>1</sup> 郭炫均<sup>2</sup>

1. 广东省水利电力勘测设计研究院有限公司, 中国·广东 广州 510611

2. 珠江水利委员会珠江水利科学研究院, 中国·广东 广州 510611

## 摘要

随着经济发展以及城镇化的进程,传统地铁在城市长距离通勤中的弊端逐渐突出,各地均在尝试建设运行高速地铁,相继建成投产了120km/h、140km/h的地铁线路。近年来北京、广州相继开始了160km/h高速地铁的建设。高速地铁项目跨度大,沿线地形地貌类型复杂,若不做好水土流失防护工作,建设过程中的水土流失危害将非常严重。论文以“广州市轨道交通二十二号线工程”为例,探讨160km/h高速地铁项目的水土保持措施设计,以供广大水土保持相关从业者参考。

## 关键词

高速地铁;水土保持;防治措施

## 1 引言

中国是全世界经济发展最快的国家之一,地铁逐渐成为全国各大主要城市的主要交通工具之一。随着经济的发展以及城镇化的进程,目前国内北京、上海、广州等一线城市城市的城市规模日渐扩大,传统地铁在城市长距离通勤中的弊端逐渐突出,各地均在尝试建设运行高速地铁,相继建成投产了120km/h、140km/h的地铁线路。近年来北京、广州两地相继开始了160km/h高速地铁的建设。

水土流失已成为中国的头号环境问题,高速地铁项目

跨度较大,沿线地形地貌类型复杂,建设工期长,跨越雨季,伴随着大量土石方的开挖回填,存在较为严重的水土流失隐患,若不做好水土流失防护工作,项目建设过程中的水土流失危害将非常严重。为保护水土资源,减轻项目建设对环境的影响,项目需在开工建设之前完成水土保持方案设计。论文以“广州市轨道交通二十二号线工程”为例,探讨160km/h高速地铁项目的水土保持措施设计,以供广大水土保持相关从业者参考。

## 2 项目概况

### 2.1 基本情况

“广州市轨道交通二十二号线工程”位于广州市番禺区和荔湾区,线路起于番禺区番禺广场,至荔湾区白鹅潭,

【作者简介】王思伟(1989-),男,中国四川邛崃人,本科,工程师,从事水土保持设计咨询研究。

连接广州南站和白鹅潭枢纽。线路全长约 30.8km,均为地下线。车站平均站间距 4.3km,最大站间距 7.2km,最小站间距 2.1km。全线共设置 8 座车站,设置停车场 1 处。建成后运行速度 160km/h。

项目占地类型主要有果园、旱地、河流水面、其他林地、其他草地、城镇住宅用地、公用设施用地和城镇村道路用地等。项目施工共产生土石方约 1085.19 万 m<sup>3</sup>,回填总量 198.18 万 m<sup>3</sup>,外借总量 117.95 万 m<sup>3</sup>,弃方 1004.96 万 m<sup>3</sup>[1]。

## 2.2 线路走向

线路起始于番禺广场站,出站后线路下穿沙墟村,之后转向西依次沿着东环路、市广路行进,并在 X939 路口设置祈福站。线路下穿钟村后转向兴业大道西向西行进,之后向北行进至广州南站,出站后在广珠动车所东侧设置陈头岗站,线路自陈头岗出站后下穿大石水道后向北行进,至西三村南侧设西三站,之后线路下穿西三村、珠江转向西北,在玉兰路东侧设东沙工业园站。继而线路下穿环城高速后向北行进至西朗站,最后线路沿着东激北路向北行,在芳村大道与花地大道交叉口设置终点站白鹅潭站。

## 3 项目区环境概况

场地在大地构造上位于华南褶皱系(一级构造单元),粤北、粤东北-粤中拗陷带(二级构造单元),粤中拗陷(三级构造单元)南部,东莞断陷盆地(四级构造单元)。工程从南往北地貌单元主要为珠江三角洲冲积平原(滨海沉积区)和剥蚀残丘等地貌。项目区土壤成土较复杂,土壤共分 3 个土类:水稻土、基水地和赤红壤;沿线植被以人工植被为主,主要为道路绿化带,如榕树、芒果以及绿篱和花卉等。

项目所在地属于北回归线以南地区,属南亚热带季风气候,冬季多偏北风,空气干燥;夏季多东南风,光照充足、气温高、湿度大。年平均气温 22.2℃,多年平均降雨量 1921.66mm,历年最大 24 小时降雨量 284.9mm。线路沿河道纵横、水塘密布。

## 4 项目水土流失特征

地铁项目具有占地面积大、动用土石方量巨大、对环境影响大等特点[2]。项目土建施工期间扰动原地貌,破坏植被,使得土壤抗侵蚀能力下降,施工期产生的弃渣需外运处理,若处置地点不落实,弃渣随意倾倒,将造成严重的水土流失[3]。

而高速地铁项目一般还具有站间距大、区间长度长[4]、线路转弯半径大等特点。项目位于城市建成区,沿线地面及地下环境复杂,故而对项目线路的选址选线等更为苛刻,项目主体工程等诸多设计将更加具有唯一性,在选线选址等方面很难兼顾水土保持因素,使得项目水土保持措施设计面临较大的挑战。

## 5 水土保持措施设计

### 5.1 防治责任范围及防治分区

按工程布局和施工布置将项目建设区划分为车站工程

区、区间工程区、停车场工程区、施工临建区、临时堆土场和改移河涌区 6 个水土流失防治分区。

### 5.2 防治措施

#### 5.2.1 车站工程区

该区场地施工期间将基本实现地面硬化,主体设计考虑了该区施工后期在车站出入口的局部绿化工程措施,方案设计新增措施主要考虑表土剥离。

一是表土剥离。对项目区内植被覆盖区域进行表土剥离工程,共需剥离表土约 0.16hm<sup>2</sup>,剥离厚度约 30cm,共计剥离表土约 0.05 万 m<sup>3</sup>,临时堆放于沿线临时堆土场中,后期运至停车场工程区用于后期绿化覆土。

二是施工要求。根据工程施工工艺的特殊性,本着“预防为主、防治结合”的原则,提出施工应采取的预防保护措施为:

①合理安排施工季节,尽量避免雨季施工。不能避免时,应做好雨季施工防排水工作,保证主体工程区施工期间排水通畅,不出现积水浸泡工作面的现象。②本工程大部分区段位于城市主城区,白天施工时无法做到土方的随挖、随运,夜间将土方及时运走,减少松散土体的暴露时间。③合理安排施工进度,衔接好各施工程序,做到工序紧凑、有序,做好各项施工中的土石方合理调运和消纳,尽量减少人为水土流失的发生。④土石周转及弃渣过程中运输车辆增加盖板,防止散落造成土石流失。⑤及时配套完成各项水土保持措施,以减少施工期土壤流失量。

#### 5.2.2 区间工程区

工程线路全长 30.8km,均为地下线。沿线设车站 8 座,车站平均站间距 4.3km,最大站间距 7.2km,最小站间距 2.1km。

根据现场调查情况,主体工程已考虑了区间施工区域的临时排水、沉沙池、集水井等水土保持措施,可有效降低施工中的水土流失现场,方案设计不再新增水土保持措施。

#### 5.2.3 停车场工程区

工程新建陈头岗停车场 1 处。主体设计已考虑了陈头岗停车场的混凝土排水沟措施,以及施工后期的场区绿化和边坡景观绿化等水土保持措施。方案设计新增后期场地绿化前的表土回填措施。

在施工完毕后新增该区绿化前的表土回填措施。表土来源项目前期的表土剥离,共回填表土约 1.31 万 m<sup>3</sup>。

#### 5.2.4 施工临建区

主体工程已考虑了施工临建区的栽植乔木、栽植乔木、栽植灌木、栽植草被植物、铺草皮、撒播草籽、临时排水沟、临时排水管、沉沙池、集水井、彩条布苫盖等水土保持防护措施。方案设计新增表土剥离工程,施工后期对临时占用的园地和耕地进行全部整地后交还给原土地所有人。

考虑对植被覆盖区域在施工前期实施表土剥离工程,共需剥离表土约 4.19hm<sup>2</sup>,剥离厚度约 30cm,共计剥离表土约 1.26 万 m<sup>3</sup>,临时堆放于沿线临时堆土场中,后期运至停车场工程区用于后期绿化覆土。

施工结束后对临时占用的园地和耕地进行全部整地后

交还给原土地所有人。经计算本区共整地 16.74hm<sup>2</sup>。整地结束后,占用的园地和耕地交还给原土地所有人复耕。

### 5.2.5 临时堆土区

根据现场调查,项目现场有表土可供剥离,且现场局部具备临时堆土的条件,因此设置临时堆土区。临时堆土区主要占地类型为旱地,方案设计新增该区施工期间临时堆土的临时排水、沉沙、拦挡和苫盖等水土保持防护措施,施工结束后进行全面整地。

一是植物措施。

全面整地:工程临时堆土区占用耕地,在使用完毕后进行全面整地,整治完毕后交还给原土地使用权人,本区全面整地面积 0.81hm<sup>2</sup>,将占用的耕地交还原土地所有人复耕。

二是临时措施。

①编织土袋拦挡。在堆土坡脚设置编织土袋拦挡,土袋装土取用开挖的土方,土袋挡墙高 0.5m、宽 0.5m,需布置编织土袋约 400m,装土 100m<sup>3</sup>。施工结束后,拆除土袋,就近填平。

②临时排水沟、沉沙池。为防止施工期雨水汇集,强降雨天气下暴雨冲刷后引起水土流失,对周边农田及水道造成不良影响,考虑沿临时堆土区周边设置临时排水沟。

A. 设计标准及原则。本工程区域水系较发达,根据《水土保持综合治理技术规范》规定:临时截、排水沟工程采用 10 年一遇设计标准,并采用《广东省水文图集》计算设计暴雨。

B. 设计暴雨。集雨面积约为 0.05km<sup>2</sup>,远小于 10km<sup>2</sup>,雨量点面转换系数为 1.0,查暴雨参数等值线图及《广东省水文图集》,本区年最大 24 小时雨量均值 130mm;变差系数  $C_v = 0.4$ ;  $C_s = 3.5C_v$ ,查皮尔逊曲线得  $K_p=10\%=1.535$ ,则  $H_{24p=10\%}=130 \times 1.535=199.6\text{mm}$ 。

C. 设计洪水。由于场区面积较小,且无实测水位和流量资料,在推求设计洪水洪峰流量及洪量时根据《广东省洪峰流量经验公式》,对小汇水面积的洪峰流量及洪量加以计算,其公式如下:

$$Q_p = C_p \times H_{24} \times F^{0.84}$$

式中:  $Q_p$ ——某频率的洪峰流量 (m<sup>3</sup>/s);

$C_p$ ——随频率而变的系数,  $P = 10\%$  时的  $C_p = 0.044$ ;

$H_{24}$ ——24 小时设计暴雨 (mm);

$F$ ——集雨面积 (km<sup>2</sup>)。

经计算,10 年一遇洪峰流量为 0.33m<sup>3</sup>/s。临时排水沟断面尺寸为宽 0.4m、深 0.4m 的矩形断面,临时排水沟采用 120mm 砖砌沟槽,外抹 20mm 厚水泥砂浆。纵坡 1‰,设计流速为 0.36m/s,满足不淤、不冲流速条件,即 0.15m/s < 设计流速 < 5.2m/s。

临时堆土场编织土袋外侧设置临时排水沟,以排导周边径流对堆土的不利影响。排水沟断面采用宽 0.4m、深 0.4m 的矩形断面,120mm 砖砌沟槽,水泥砂浆抹面 2cm 防护,排水沟转角和出口处设沉沙池,尺寸为:长 4m、宽 2m、

深 1.5m,采用 24cm 砖进行衬砌。

经测算,临时排水沟总长约 400m,需土方开挖 154m<sup>3</sup>、砖砌 74m<sup>3</sup>、水泥砂浆抹面 520m<sup>2</sup>;沉沙池共设 2 座,沉沙池土方开挖 48m<sup>3</sup>、砖衬砌 20m<sup>3</sup>、水泥砂浆抹面 64m<sup>2</sup>。

③塑料彩条布苫盖。为防止施工期降雨对表土的淋蚀,同时减少扬尘的发生,补充在临时堆土表面覆盖塑料彩条布,经计算共需塑料彩条布约 8100m<sup>2</sup>。

### 5.2.6 改移河涌区

主体工程对该区已设计铺草皮等水土保持措施。方案设计要求施工单位对河岸两侧绿化不到位的空地补植草皮,尽量减少地面裸露,减少可能发生的水土流失,不再新增水土保持防护措施。

## 6 水土流失防治效果分析

广州市轨道交通二十二号线工程自 2016 年起,全线分站点分区间开工。至于 2022 年 3 月 31 日开通运营首通段(番禺广场站至陈头岗站),目前项目已部分完成投入运行使用,部分尚在建设过程中。根据 2022 年 8 月遥感解译结果,项目已完工区段沿线已无扰动图斑,现场已无施工扰动,地面植被覆盖良好,已完成了现场恢复,因项目建设造成的水土流失已基本得到治理,水土保持措施防治效果初见成效;项目在建段(陈头岗站-芳村站),正在进行全面建设,由于水土保持措施的实施,项目扰动范围被严格地控制在批复的防治责任范围内部,未对周边环境产生水土流失危害。项目 2022 年 8 月总扰动面积为 8.62 公顷,其中首通段(番禺广场站至陈头岗站)扰动面积为 0,在建段(陈头岗站—芳村站)扰动面积为 8.62 公顷。

## 7 结语

随着城市化进程加快,人口、资源、环境之间的矛盾日益加剧,地铁等轨道交通项目建设是大势所趋<sup>[5]</sup>。高速地铁作为连接中心城区与远郊的主要交通方式,今后将在全国各主要大城市推广建设。高速地铁项目,扰动面积广,建设期长,水土流失潜在风险较大。在施工过程中应根据各防治分区的水土流失特点,合理设计各分区的水土保持措施,并严格按照“三同时”制度实施,以减少建设期间的水土流失危害。

### 参考文献

- [1] 黄明.广州市轨道交通二十二号线工程水土保持方案报告[Z].广东省水利电力勘测设计研究院有限公司,2020.
- [2] 崔万晶.城市轨道交通项目水土流失特点及防治措施[J].中国水土保持,2015(12):58-60.
- [3] 王峰利.地铁项目水土流失特点及水土保持临时措施探讨[J].亚热带水土保持,2017(4):56-58.
- [4] 叶至盛.长大高速地铁土建工期缩短方法与实践[J].中国铁路,2022(7):32-37.
- [5] 储召蒙.深圳地铁8号线一期工程中水土流失危害及防治对策[J].水生态保护与管理,2018(1):39-41.

# Discussion on Waterproofing and Plugging Technology in Water Conservancy Engineering Technology

Xiaozhaxipingcuo

Tibet Autonomous Region Bureau of Hydrology and Water Resources Survey, Lhasa, Tibet, 850000, China

## Abstract

In recent years, with the continuous growth of the national economy, China's water conservancy engineering industry has made great progress. As a result, the technology of water conservancy engineering is increasingly mature and more advanced. However, due to the challenges posed by these advances, there are still many potential risks associated with current water projects. Therefore, it is necessary to strengthen the monitoring of these risks and take measures to improve the current construction methods to improve the efficiency of the entire project. Through the construction of water conservancy projects, we can effectively control and balance the use of water resources, so as to protect and resist floods.

## Keywords

water conservancy project; waterproof plugging technology; apply

## 浅谈水利工程技术中的防水堵漏技术

小扎西平措

西藏自治区水文水资源勘测局, 中国·西藏 拉萨 850000

## 摘要

近年来, 随着国民经济的持续增长, 中国的水利工程产业获得了巨大的进展。由此带来的是, 水利工程的技术日益成熟, 并且更加先进。但是, 由于这些进展带来的挑战, 目前的水利工程仍有许多潜在的风险。因此, 有必要加强对这些风险的监测, 并采取措施来改进目前的施工方法, 以提高整个项目的效率。通过建设水利工程, 能够有效地控制和平衡水资源的使用, 从而保护和抵御洪灾。

## 关键词

水利工程; 防水堵漏技术; 应用

## 1 引言

由于经济社会的发展, 水利的运用越来越多, 它不仅保障人们的生活安全, 还能够帮助改善环境, 促进经济社会的稳定。然而, 由于渗漏的问题日益突出, 导致水利的施工效率低下, 因此解决渗漏问题的方法不断涌现, 以保证工程的安全性。对于防水堵漏来说, 它具有两个显著的优势: 首先, 它需要高超的技能; 其次, 它的施工过程极其困难。为了有效地处理这些渗透性问题, 必须采取全面的措施, 包括确保使用的建筑材料满足规范、严格执行相关的技术规范、加强对现场的有效监督。

## 2 水利工程防水堵漏技术的重要性及作用

通过有效地管理、优化资源配置、科学规划、实施防护措施, 以期实现对水资源的有效调度, 从而使之符合当今

社会的需求, 从而构成一个完善的、可持续的、可行的水利工程。构筑优良的水利基础设施始终被政府认可, 其中, 采取适当的防水堵漏技术可显著改善工程的总体质量, 为实现长期稳定的发展奠定基础。然而, 面临多变的环境因素, 以及复杂多变的地貌, 这就需要技术熟练的施工队伍来完成这些任务, 从而保证了水利基础设施的安全、可靠、经济。为了保证水利工程的安全性和可靠性, 需要进行全面的现场勘查, 并根据当地的情况制定出一套完善的、有效的防渗措施, 以便有效地控制和减少可能出现的潜在危害<sup>[1]</sup>。

## 3 水利工程渗漏的原因

### 3.1 水利工程中大面积渗漏问题

由于各类原因, 导致工程发生渗漏的情况十分普遍, 其中第一类是由施工人员的专业能力和经验缺失导致的。第二类则是由于水体的侵蚀, 如河床的冲刷、湖泊的淤积等, 从而导致的。在水利建设项目的实际进行中, 渗漏的问题主要表现为建筑物的接合处、墙壁、地基等处的渗漏。一般来说, 只要不超过接合处的裂纹, 就不会导致重大的结果,

【作者简介】小扎西平措(1981-), 男, 藏族, 中国西藏山南人, 工程师, 从事水文水资源研究。

因此不需要特别关注。当发生重大的渗漏情况，将给整个水利系统带来极其重大的结果。导致大规模渗漏的主要原因包括：第一，由于缺乏合理的基础设置，导致排水系统无法满足规定的功率，从而在遇到强烈的暴风雪天气时，暴风雪的强度远远超过地表的流动性。因为大量的降雨，产生了大量的污染物，这些污染物无法被完全清除，从而导致了巨大的结果。第二种原因则是，当水利工程施工过程中，如果未遵循正确的规范，那么混凝土的配比和搅拌都会发生变化，从而引发巨大的渗漏问题。当工程的核心结构基本建立，但仍存在着潜在的渗漏风险，而且，由于长期暴露于水面，这些结构可能会遭遇更重大的损坏。

### 3.2 水利工程施工中产生的裂缝问题

由于水利工程的复杂性，以及其施工的规模、时间跨度等特点，它们往往需要经历一系列的步骤才能完成，但其中，一些细微的缺陷，如裂纹、沉降物、沉淀物等，也会成为造成渗漏的重要原因。施工缝隙可以被视为水利工程的关键区域，因为它们可能会导致建筑物的损坏。如果没有足够的认真和细心，就很可能导致混凝土的质量低下，从而造成渗漏<sup>[2]</sup>。

### 3.3 水利建设中穿墙管道和变形缝的渗漏

当水利工程的主要组件之间存在联系时，很多管道很难通过严格的焊接来完全固定。这样就可能导致壁面上的裂纹扩展，从而导致渗漏。这种情况通常是由于施工人员的技术和经验缺陷导致的，也可能源自个人的疏忽。在建造水利工程的过程中，施工人员必须遵守适当的规范来保护它免受渗漏的危害。此外，由于混凝土的浇注方法缺乏精细管理，导致了地基的松散，从而造成了裂纹。为了减少这些潜在的危害，必须确保所有的措施都符合规定。

## 4 水利工程技术中的防水堵漏技术

### 4.1 做好堤坝基础和岸坡处理工作

为了提高河道的稳定性，需要经常检查河道的稳定情况。其中，最关键的就是维护河道的稳定。定期检查河道的稳定情况，并采取措施来维护河道的稳定。此外，还应该注意河道的抗滑特征，并采取有效措施来提高河道的抗滑能力。在进行清除操作的同时，应特别强调对表面的处理，并尽快处治有潜力损坏坝基的地方。为了确保堤岸的完美状态，应该在进行填充操作之前，对试验孔进行充分的填充，并对其进行夯实处理。所有的操作步骤必须符合有关规范，以确保堤岸的完美性。

### 4.2 射水成墙技术

射水成墙技术被认为是一种有效的防渗措施，它的主要优点包括：第一，它可以通过快速的水力来分离和修复地基。第二，它可以有效地提供支撑和固定，并且可以有效地处理和在地基的沉降。第三，它可以通过持久的泥浆来维持和提升结构的稳定，并且可以有效地消除地基的沉降。采

用射水成型的方式，不仅可以节约大量的人力物力，还有利于获得可靠的经济收入，从而大大推动了施工技术的发展<sup>[3]</sup>。

### 4.3 多头深层搅拌水泥成墙施工方法

这种建筑技术特别适合在沙子、粘土或淤泥等地面上建造，它的建造成本更高，但与传统建筑技术相比更加容易。它的建造原理是：首先，利用多头搅拌桩机钻取沙子，并在沙子表面涂上水泥浆，再把它们与沙子混合在一起，最终制造出水泥土桩。这些水泥土桩最终构建出了完整的水泥土防护结构。

### 4.4 坝体劈裂灌浆技术

这项新的技术的基本原理是，首先，按照坝体的走势挖掘出一系列的小型洞口，并将其固定于坝体的中心位置。接下来，将预先配制好的混凝土填充至这些小型洞口，直至其满足施工所需的强度标准，即可实现最终的建造目标。通过利用河床中的泥浆来填补预先安排的孔洞，可以大大增加坝体的稳固性。但是，为了更好地控制这些孔洞的位置，需要考虑它们的特性。比如，当这些裂纹呈均匀分布时，应当考虑对它们施加额外的填充措施。如果发生连续的断层，就能够使用完整的断层灌浆技术来修复这些断层。这种方法已经成为目前水利建设领域的主流方法。

### 4.5 锯槽法成墙技术

为了达到锯槽法建筑物的效果，必须先确保水利建筑物具备适当的倾斜角度。这就需要使锯槽机刀，以及多次重叠锯槽，并以此为基础，调整锯槽机刀，使其能够精准地将水利建筑物分离开来。此外，还需根据现场环境，调整锯槽机刀的使用速率。经过精心设计的锯槽机，能够有效地完成从原始的土壤层向高强度的钢筋结构层的切削，并且能够根据需要调整其厚薄，从而使得钢筋结构层的厚度保持在20cm~30cm。此外，还能够利用机械旋转、液压旋转等技术，有效地完成钢筋结构的切削，从而使得钢筋结构的抗裂能力得到有效的提升。采用锯槽法建造的墙壁，其优势是：采用先进的机械设备，可以大幅提升生产效率，确保槽的完整性，而且可以满足不同厚度的要求。此外，由于采取了锯槽法，可以获得更加牢固、稳固的墙壁。采用该项目的水利建筑物具有较高的品质和性能，可以达到良好的抗毁性<sup>[4]</sup>。

### 4.6 灌浆技术

当前，灌浆技术已成为中国应对各种水文灾害和环境问题的重要方法。它通过在岩石表面施加高强度、低温、低粘度、抗拉强度、抗剪切力和抗拉弹力，以及其他形式，如混凝土、砂岩、碎屑岩、混凝土碎屑堆积物、混凝土砂粒堆积池、混凝土砂池等。①为了确保高压喷射灌浆的质量，必须对其进行充分的准备，包括精确的水泥浆、砂浆的配置、沙砾石层处的灌浆技术。此外，还必须确保施工过程中使用的各种设备、材料都得到充分的保障。首先，需要确保施工现场的平坦，并将钻头安装到适当的位置。此外，还需要建造

一条通风的管路。这些措施有助于改善水利建筑的整个施工质量,并确保钻头与预期的安装位置的偏移小于5cm。经过精心的勘测和精细的安排,找到适当的钻孔位置。使用专业的钻杆将其精准地固定住,然后利用原材料将其标记为指定的高度。接着,进行试喷,以便将其灌入预先制定的设计方案。当正式启动高压喷射灌浆施工时,将根据工程的要求,使用各种有效的技术参数,严格控制注浆的质量。一般来说,当完成了高压喷射灌浆的施工,必须使用静力来维护它。原因是,当套管被充分填充并达到规定的质量时,可以把它们从土壤中抽离,从而避免泥浆的固化和收缩。②通过采取卵石层处的灌浆技术,可以将黏土、水泥和其他材料融入卵石层的结构之中,从而大大改善了其强度,同时也降低了钻孔施工的复杂性,因此目前该技术已经被普遍应用到勘探和防止渗漏的领域<sup>[5]</sup>。

#### 4.7 土工膜防渗技术

土工膜是一种运用大分子聚合技术研制而成的具备较高保水性能的新型建筑材料,其渗透性技术参数一般约为11cm/s,渗透性能相对而言较低,具备抗酸碱、耐衰老、耐侵蚀的优异特性。而且,其投资生产成本相对而言较少,在工程中,土工膜防渗工艺一般可运用在水泥坝与碾压混凝土坝防渗体中。现阶段,土工膜依靠其优异的防渗性能与较低的产品价格获得了普遍运用,如在甘肃省酒泉夹山子水电站、泰安抽水蓄能电站等工程中均采用了此种方式。

### 5 水利工程中防水堵漏的相关策略

#### 5.1 根据实际情况选取不同防水方法

水利工程的渗漏是一个复杂的挑战,因此必须全面考虑各种因素,并且经过精心地分析和研究,才能找到最佳的解决办法。当发生渗漏时,应该立即采用防水措施,如涂覆防水层、修补水池、加固水池底部,并且使用防水涂料,确保水位稳定。当水利工程的建设遇到严重的水浸渍时,必须立即采取措施,以确保水质的稳定。同时也必须按照实际情况,把水泥浆填充到水槽内,并用柔性防水涂料或者刚性防水涂料对水槽表层进行涂覆。

#### 5.2 加强施工操作人员的综合素质

为了保证水利工程的安全和有效地完成,施工单位必须加强对材料的把握和检查,并且给予充分的专业技术指导

和支持,以确保施工的安全性和有效性。此外,为了确保水利工程的正常运转,必须加强施工人员的技术知识和职业道德,以确保他们符合规范的施工流程,避免发生渗漏等不可挽回的损失。为了保证水利工程的安全性和可靠性,必须认真监督和细致地检查所有的施工步骤,确保不出现任何渗漏现象。这样,才能保证整体的水利工程的质量<sup>[6]</sup>。

#### 5.3 选取优秀的堵漏材料

近年来,由于水利工程的快速发展,各种阻隔材料都受到广泛关注。根据它们的用途和特性,可以划归为多种类别。堵漏技术有多种选择,包括结构性、黏结性、耐热性和无机性。结构性、粘结性和耐热性的堵漏技术都能有效地防止渗水或损坏。特别是黏结性的堵漏技术,它通过使用特定的粘结剂来实现防水。软塞由多种组分组成,包括无机纤维、矿物质、沥青等,它们的结构特点为:无机纤维、矿物质、沥青等。硬塞则由多种组分组成,包括无机纤维、沥青等,它们的结构特点为结构坚韧,抗拉力大,抗拉性能好。由于其独特的微观结构,使得采取的防水堵塞技术能够实现极其精细的渗透,从而达到最佳的渗透效果。

### 6 结语

综上所述,由于漏水是一种典型的工程隐患,它不仅会对水利项目的整体效率造成负面影响,还可能导致水利工程的安全隐患。因此,必须加强对工程的防护,通过多种措施的综合运用,来改善它的抗渗性,从而降低漏水的风险,增强建筑物的耐久度,从而满足社会的需求。

#### 参考文献

- [1] 巩炳南.水利工程技术中防水堵漏技术探讨[J].科技风,2020(28):142-143.
- [2] 华璐阳,华联军,王运.防水堵漏技术在水利工程技术中的应用[J].科学技术创新,2019(36):139-140.
- [3] 陈德江.水利工程技术中的防水堵漏技术分析[J].黑龙江水利科技,2019,47(5):81-82+103.
- [4] 散文.水利工程技术中的防水堵漏技术探究[J].现代物业(中旬刊),2019(2):84.
- [5] 叶文栋,杨莉莉,范龙涛.分析水利工程技术中的防水堵漏技术[J].农家参谋,2019(4):234.
- [6] 颜廷海,张淑红.简述我国水利工程技术中的防水堵漏技术[J].科技创新与应用,2016(14):213.

# Landscape Application of Water Conservancy Engineering in the Construction of World Park

Yuelong Zhu

Beijing Shiyuan Investment Development Co., Ltd., Beijing, 102100, China

## Abstract

Water system landscape plays an important role in landscape construction. Water conservancy projects in man-made landscape should meet the needs of landscape while providing water source for landscape system. The 2019 China Beijing International Horticultural Exposition was held in Yanqing District, Beijing, with the theme of "Green Life, Beautiful Home". The structure layout is: one heart, two axes, three belts, and multiple zones. From the perspective of maintaining landscape facilities, many of these scenic spots that are widely praised by tourists are supported by farmland water conservancy projects. This paper analyzes the application of several main functions of farmland water conservancy project in the park landscape, in order to summarize a more life-oriented branch in the application prospect of farmland water conservancy project. Irrigation and water conservancy projects are becoming systematic and ecological transformation, and in the "new realm of horticulture in the world, a new model of ecological civilization" expo, irrigation and water conservancy projects play a prominent role.

## Keywords

International Horticultural Exhibition; farmland water conservancy project; landscape application

## 水利工程在世园建设中的景观应用

朱跃龙

北京世园投资发展有限责任公司, 中国·北京 102100

## 摘要

水系景观在景观建设中具有重要地位,人造景观中的水利工程在提供景观系统水源的同时还要满足景观的需求。2019年中国北京世界园艺博览会于北京延庆区举办,办会主题是“绿色生活 美丽家园”。结构布局为:一心,两轴,三带,多片区。而从景观设施维系的角度,这些被游客广为称赞的景点中,很多是以农田水利工程作为支撑保障的。论文对农田水利工程几个主要功能在园区景观上的应用加以剖析,以总结农田水利工程在应用前景上的一个较为生活化的支脉。农田水利工程正在向系统化、生态化转变,在“世界园艺新境界,生态文明新典范”的世园会中,有农田水利工程浓墨重彩的一笔。

## 关键词

世园会; 农田水利工程; 景观应用

## 1 水利工程在核心景观区的应用

2019年中国北京世界园艺博览会会址位于北京市延庆区,地处自然生态条件最为优良的生态涵养发展区,横跨妫水河,与万亩森林公园交合相融,与周边一系列自然美景融为一体,是天然山水大花园中的园中之园。核心景观区包括天田山、妫汭湖、中国馆、园艺小镇、妫汭剧场等重要景观节点。层层花田画龙点睛,构成核心景观区的标志性景观,妫汭湖与妫水河串联,形成一片交相辉映的连绵水泽,世园会园区结构见图1。

### 1.1 水利工程在核心景观区地形整理上的体现

天田山占地8公顷,高为25米,北高南低,北陡南缓,

在东西两侧采用了层层梯田作为景观,以干砌石为挡墙形成原始农耕梯田的效果。北侧则采用混凝土挡墙外贴毛石挡墙紧密形成陡峭的山崖。妫汭湖则作为园区面积最大的景观水系起到疏通水流、调节园内水系整体蓄洪能力的作用<sup>[1]</sup>。采用传统挖湖填山工艺的景观建设方式,充分彰显了农田水利固本培元的工程理念,梯田的通风透光条件好,有利于作物生长和营养物质的积累。按田面坡度不同采用水平梯田、坡式梯田、复式梯田相结合的方式布局。梯田的宽度根据地面坡度大小、土层厚薄、景观花卉、花境品种的不同采用多样的耕作方式、灌排系统和交通道路。梯田修成后,配合深翻、增施有机肥料、种植适当的常开花卉,以加速土壤熟化,提高土壤肥力。图2为世博园天田山一角实景图。

### 1.2 山体绿化中节水灌溉技术的应用

天田山山体的绿化多采用高大乔木和树形健壮的常绿柏树来营造,彰显出传统山水的苍老遒劲、混元健硕之美,

【作者简介】朱跃龙(1983-),男,中国陕西人,本科,工程师,从事农田水利研究。

但确保栽植期和运行期的灌溉补水则显得尤为重要。在山坡上有层层梯田,由不同色系的常开花卉营造花田的节日气氛,对灌溉用水的需求进一步增加。因此,在天田山山脚的辋川园建设了地下加压泵站,为高大乔木的喷灌和层层梯田的滴灌提供水源保障,同时,还可为山顶仿古建筑永宁阁的消防和卫生间提供给水提供加压保障<sup>[2]</sup>。



图1 世园会园区结构示意图

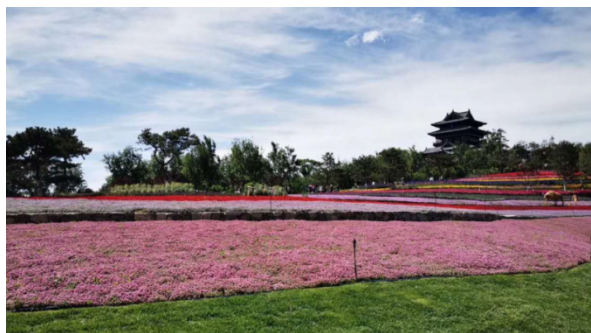


图2 2019年中国北京世界园艺博览会天田山实景图

### 1.3 水利工程在汾湖水体循环中的应用

核心区汾湖是在原有鱼塘的基础上开挖扩建形成园区主湖,平均深度2m,最深3m,为保留现状乔木,湖面预留两处湖中岛。汾湖作为山水格局的重要组成部分,既能增加景观性,又承载着园区中部及东部的汇水作用。汾湖的水体通过泵站提到整形水系,再由辋川园的地下泵站送到永宁阁低平台下的冷泉内,从冷泉处缓缓流下,形成跌瀑景观。随之再送回冷泉,从而形成小范围内的水体循环生态系统,增加了水体的自洁效果。园区水源为河道取水和中水双水源,进入园区水体的水质需要达到地表三类水水质标准,需对水源进行水质处理。为保证园区内水体水质,园区水体需采用物理循环过滤和生态水处理结合进行水质过滤净化,物理循环过滤采用曝气、过滤装置,循环周期为9天,生态水处理采用水体底部种植人工水草、藻类及鱼虾等生物的方式进行净化<sup>[3]</sup>。汾湖水量约16万 $m^3$ ,园区其他水体水量约2万 $m^3$ ,总水量约18万 $m^3$ 。湖区日循环水量约2万 $m^3$ ,以保障整个园区水体水质。

## 2 水利工程在人工湿地景观建设中的应用

根据项目区水质,结合该地区气象与水文状况,综合

项目水系各组成要素之间的关系,发挥水域生态工程集成技术体系特性。运用景观生态学原理和现代水域景观设计理念,综合运用节奏与韵律,空间与尺度等美学原则和 design 方法,结合地形、水面、绿化、空间层次的丰富变化,将水生植被布局和项目区水体水系周围环境相融合。考虑风向、水流、遮荫、季相、色彩及视线等因素,通过人工的栽植方式,创造现代栽植艺术。在水系和栈道交叉处,营造特色景观及相对水面积的空间。

### 2.1 因地制宜地培养体系化蓄水、净水环境

人工湿地以现状湿地为设计基础,对能保留的现状景观石以及现状水中岛进行保留,并对现状地形关系、边坡关系进行梳理与优化,整体形成区域内部三级台地跌水关系,第一级承接上游补水来水,水体以现状景观石围合,面积约1000 $m^2$ ,常水位480.50m,池底480.00m,驳岸高度为480.80m,蓄存水量约500 $m^3$ 。第二级蓄水空间承接第一级溢流排水,并通过两处新增景观石设置带进行跌水进入第三级蓄存水体。第二级水体面积约7500 $m^2$ ,水体深度为1.5m,常水位479.50m,池底478.00m,驳岸高度为479.80m,蓄存水量约11250 $m^3$ 。第三级蓄水水体承接第二级蓄水水体两处溢流来水,面积约44450 $m^2$ ,常水位478.50m,池底476.80m,驳岸高度为478.80m,其中16550 $m^2$ 的底部区域底部高程为476.50m,总蓄存水量约80530 $m^3$ ,可处理循环水量为7690 $m^3$ /天。以因地制宜原则、生态性、功能性原则和整体性、景观性原则进行多学科多层次的交叉综合处理,分区、分段进行治理,根据北京的水土特点与气候特征,选择适合观赏的成片特色湿地植物,用水与游览栈道的分割使每个区域能够具有自己的群落特色及生态特色,岸线采用群落与线性结合的方式围合成具有较强观赏性的湿地生态群,提升可达性、观赏性与亲水性。图3为湿地景观一角。



图3 因地制宜培养体系化蓄水、净水环境

### 2.2 注重空间布局与周围景观协调,构建水生态

园区的水系景观多保持常绿种类、暖季与冷季种类相衔接,充分考虑沉水植被的生态内涵,创造多种形式的自然生态景观。针对项目区景观水体的自然与人工环境条件,将水产生物技术与水环境净化技术紧密结合,以“鱼草养水”,

建立水、草、鱼动态平衡,促进人工调控与自然调控的结合,完善食物网,使池中的水生生物种群结构合理稳定,各种群生物量和生物密度达到营养平衡水平,营造生物多样性和景观多样性,维持水生态系统安全。同时,还注重水系景观与周围环境的相互协调,水处理措施与给排水、绿化景观及机电密切结合,充分发挥水系的生态功能。

### 2.3 溪流既作为景观又是联通方式

在园区公共景观区域看园区的溪流景观设计,无一不是采取了景观美化的方式进行联通,①天田区溪流水体景观有两处,分别以永宁阁为中心,自山腰向东、向南跌落。向东跌落的溪流穿过山水园艺轴与妫汭湖相呼应,向南跌落的溪流汇入天田脚下人文园,形成辋川园北侧对景,驳岸曲折悠长,并结合亭、廊、榭、楼,再现经典文人园林景观。天田区利用天田高差形成丰富的跌水景观,局部结合堆山形成瀑布跌水景观<sup>[4]</sup>。②中华展区花谷溪流,利用现状洼地,形成溪流,可收集雨水,种植花境,形成花溪、林溪、水溪流动的空间。作为补给妫汭湖通道,对水源进行湿地初次处理,承担部分生态科普功能。③国际展区溪流利用现状洼地,形成汇水溪流,作为东部区域导水通道,围绕溪流,结合现状林地布设游憩栈道,形成临水休息空间。④生活中的园艺展示区溪流依靠生活中的园艺展示区地势平坦的优势,结合雨水回收利用,设置雨水花园、溪流,承担区域雨水汇集,为周边果园等提供水源。⑤国际展区景观水池位于国际展区中部轴线上,朝向冠帽山,形成国际展区水景休闲带,结合水景,布置亭廊、平台、座椅、服务设施等。

## 3 水利工程在雨水收集利用与中水绿化灌溉方面的应用

园区整体布局为雨污分流,污水作为市政基础设施的基础管网可以进入延庆城区市政污水终端进行治理。雨水则主要通过透水地面下渗或形成地表径流经植草沟收集至湖区、景观水系、旱溪、雨水花园等功能性地形,最终流入西拨子河和妫水河。

### 3.1 多种多样的雨水分流及雨水收集利用

按照海绵城市建设要求,园区充分利用现状地形地势,水文机理,自然条件,地质条件以及规划设计中构建的园林布局、湿地和水系水体条件,充分发挥绿地、水系等生态系统对雨水的吸纳、蓄渗、截污净化和缓释作用,有效控制雨水径流,做到雨水自然渗透、自然积蓄、自然循环,结合人工措施汇水、滞水、导水、近自然净水,形成整个园区的仿自然水脉,并结合蓄滞湖体的水体溢水系统设置保障园区雨洪安全的溢水、泄水、排水措施<sup>[5]</sup>。部分区域雨水排水以地表生态边沟为主要排水设施,部分区域雨水汇入地表水体前应经过沿途的植草沟、砾石过滤带、雨水花园、人工湿地等净化设施净化,并在妫汭湖、西部常蓄存水体内部设置全体系的水生态净化系统,同时设置循环与湿地净化系统,保障

地表水体水质不低于地表Ⅲ类水质标准。从雨水汇水分布上看整个园区划分为四大汇水分区:第一汇水分区的雨水为充分保留和尊重现状排水机理,加强对场地现状坑塘、河湖、湿地等水体自然形态的保护和恢复,维护其自然循环、净化的生态途径。园区汇水分区分布图见图4。

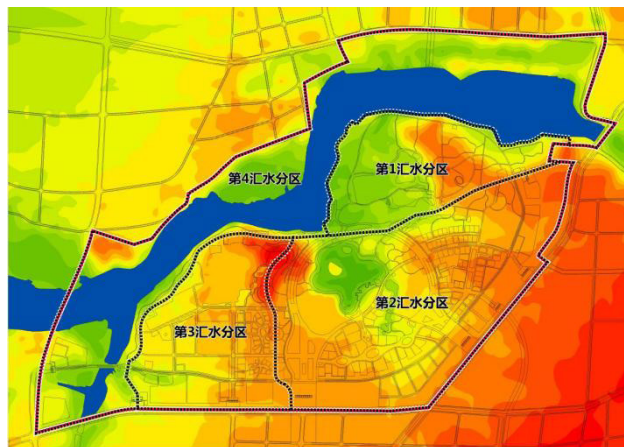


图4 园区汇水分区分布图

整体统筹发挥自然生态功能和人工干预功能,建设后相对建设前的功能分区并没有增加径流外排总量,没有破坏和影响雨洪排放通道。第二汇水分区从现状地形地势上是坡向妫水河与环湖南路和第一汇水分区的夹角低洼地带的,此区域最重要的景观水体妫汭湖,充分利用地形地势低洼的特点,形成该汇水分区最主要的雨水地表调蓄与利用空间。第三汇水分区从现状地形地势上坡向西拨子河,在区域内结合现状坑塘构建了地表蓄存水体,也同样作为本汇水分区内雨水的最终调蓄、净化与利用空间。第四汇水分区为妫水河两岸的现状保留改造林地,仅对种植和部分服务道路节点进行升级改造,不进行地形地势的调整,因此该汇水分区维持现状排水机理不变,充分保留了其自然汇水和泄水的功能。

### 3.2 再生水系统用于绿化灌溉

再生水水源为市政供水,由市政院从围栏区外引入2支DN200,1支DN600再生水管道,沿环湖南路、园区南路、东广场路、西广场路、园艺体验带西线铺设成环,主要保证园区内冲厕、绿化、景观等用水。从园区内市政设计主管线接入,沿园区主要道路成环状布置DN200~DN400再生水管网。局部区域市政水压不足的情况下,如天田山的辋川园设有灌溉用无负压加压设备。与加压水泵连接的管道采用内外热镀锌钢管,丝扣或焊接。其余再生水管道均采用PE给水管,公称压力为1.6MPa,热熔连接。绿化给水采用人工浇灌灌溉系统及喷灌系统相结合的方式,水源由园区内中水管网接入,水源接口处加装120目叠片式过滤器,放入井中;接入井内设置水表、阀门和泄水阀。灌水器选择:对于草坪及地被植物采用地埋式喷头喷灌;乔灌木采用取水阀人工浇灌;快速取水阀间距不大于35m。喷灌系统喷头间距根据喷灌区的不同选择射程为2.5m、5.0m、10.0m等喷头。输水管线

绿地内采用 PE 管道, 承压 $\geq 1.25\text{MPa}$ , 管道埋深 1.0m, 热熔连接及专用管件连接; 过路管线加装钢套管。主管道(管径大于 de90) 在弯头、三通以及直管道每 80m 处做管道镇墩防护。环湖南路以南绿地灌溉方式以喷灌为主, 辅以浇灌、滴灌、精准灌溉等灌溉方式, 环湖南路以北绿地灌溉方式以浇灌为主, 花卉地被种植区域采用喷灌。

总之, 农田水利工程以农业增产为目的, 通过兴建和运用各种水利工程措施, 调节、改善农田水分状况和地区水利条件, 提高抵御天灾的能力, 促进生态环境的良性循环, 使之有利于作物的生产。而在 2019 年中国北京世界园艺博览会的园区建设中, 多种措施并举, 各种设施有效衔接、有机搭配, 再巧借景观手法加以美化, 既错综复杂又浑然天成。也正是因为不同形式的景观应用使得农田水利工程的综合功能得到淋漓尽致的发挥。2019 年中国北京世界园艺博览会完美收官并受到海内外一致好评, 成为“综合影响力最大的世园会; 在绿色生态、低碳环保技术应用最广的一届世园会”, 而农田水利工程从中贡献了积极的力量。

## 4 结语

在世博园区的建设过程中, 水利工程作为主体工程的重要组成部分, 发挥水利功能的同时, 还起到景观美化的作用, 这是对其基本功能的延伸, 这也需要相关设计人员引起重视, 持续改进工程设计问题, 提升工程设计质量。

## 参考文献

- [1] 周继彦, 黄东. 计算机辅助设计在水利工程建设中的应用——评《水利工程计算机辅助设计》[J]. 人民黄河, 2023, 45(5): 171.
- [2] 赵玉梅. 浅谈生态水利工程设计在水利建设中的应用[J]. 河北农机, 2020(9): 117.
- [3] 王红霞. 浅谈生态水利工程设计在水利建设中的应用[J]. 中国标准化, 2019(22): 115-116.
- [4] 郭霞. 景观设计在水利工程建设中的研究与应用[J]. 中国水运, 2019(7): 119-120.
- [5] 石炜栋. 生态水利工程设计在河道建设中的应用——以惠州市西枝江连通东江(新开河)河道建设为例[J]. 工程技术研究, 2019, 4(10): 78-79.

# Resilience Planning and Response Strategies for Township Water Conservancy Projects in the Context of Climate Change

Xiuhe Zhu

People's Government of Linchi Town, Zouping City, Zouping, Shandong, 256220, China

## Abstract

Climate change has become one of the serious issues facing today's society and has had a broad and profound impact on water resources and water conservancy projects. This study aims to deeply explore the impact of climate change on township water conservancy projects and propose corresponding resilience planning and response strategies. Through literature review, case studies and field surveys, we systematically analyzed the changing trends of rainfall patterns, hydrological cycle, water quality and other factors under climate change. On this basis, we define the concept of resilience of township water conservancy projects, propose the principles and framework of resilience planning, and explore the key elements of resilience planning in detail. Through empirical research, we summarized some successful cases and demonstrated the application effects of different strategies in different environments. In addition, this paper evaluates the effectiveness of resilience planning, puts forward suggestions for future improvements and adjustments, and provides theoretical and practical guidance for the sustainable development of township water conservancy projects in the context of climate change.

## Keywords

climate change; township water conservancy projects; resilience planning; water resources management; response strategies

## 气候变化背景下乡镇水利工程的韧性规划与应对策略

朱秀河

邹平市临池镇人民政府, 中国·山东 邹平 256220

## 摘要

气候变化已成为当今社会面临的严峻问题之一,对水资源和水利工程产生了广泛而深刻的影响。本研究旨在深入探讨气候变化对乡镇水利工程的影响,并提出相应的韧性规划与应对策略。通过文献综述、案例研究以及实地调查,我们系统地分析了降雨模式、水文循环、水质等因素在气候变化下的变化趋势。在此基础上,我们定义了乡镇水利工程韧性的概念,提出了韧性规划的原则和框架,并详细探讨了韧性规划的关键要素。通过实证研究,我们总结了一些成功的案例,展示了不同策略在不同环境下的应用效果。此外,论文对韧性规划的效果进行评估,提出了未来改进和调整的建议,为乡镇水利工程在气候变化背景下的可持续发展提供了理论与实践的指导。

## 关键词

气候变化; 乡镇水利工程; 韧性规划; 水资源管理; 应对策略

## 1 引言

气候变化是当今全球面临的巨大挑战之一,其对水资源和水利工程产生了深远的影响。随着全球气温升高、极端天气事件频发,乡镇水利工程面临着前所未有的压力。降雨模式的变化、水文循环的不规律以及水质问题的加剧,使得传统的水利规划和管理方式面临着严峻的考验。因此,制定适应气候变化的韧性规划成为保障乡镇水利系统可持续发展的关键。本研究旨在深入研究气候变化背景下乡镇水利工程所面临的挑战,探讨制定韧性规划的必要性和可行性。通过对水资源供应、水

质安全、水灾风险等方面的综合分析,力求提出有效的韧性规划方案,以确保乡镇水利系统在不断变化的气候条件下能够保持稳健和可持续性。乡镇水利工程的韧性规划对于保障水资源的可持续供应、减缓水灾风险、提高水质安全至关重要。通过本研究的深入探讨,将为乡镇水利工程的规划与管理提供理论和实践的指导,从而提高水利系统的适应性和抗风险能力,促使其更好地应对气候变化的挑战。

## 2 文献综述

### 2.1 气候变化对水资源的影响

随着全球气温升高,气候模式的变化对水资源的分布和可利用性产生深远的影响。极端天气事件的增多导致干旱、洪涝等极端气象现象的频发。这些变化对乡镇水利工程

【作者简介】朱秀河(1975-),中国山东滨州人,本科,工程师,从事乡镇水利工程研究。

的水源供应和水质管理提出了新的挑战。过去的规划和管理模式可能不再适用,因此需要制定更为灵活和可持续的水资源管理策略<sup>[1]</sup>。

## 2.2 水利工程的韧性规划

在面对气候变化的不确定性时,韧性规划作为一种新兴的管理理念逐渐引起了广泛关注。韧性规划强调在系统设计和管理中考虑到各种不确定性因素,通过建立灵活性强、可调整的水利系统来提高系统的韧性<sup>[2]</sup>。这种规划方式注重整体系统的稳定性和可持续性,通过动态调整以适应不断变化的环境。

## 2.3 中国和其他国家的相关研究现状

在国际上,许多国家和地区都已经认识到气候变化对水利工程的潜在威胁,并采取了相应的研究和行动。一些发达国家通过投入大量资源进行科学研究,致力于开发新技术和制定相应政策,以提高水利系统的韧性。例如,荷兰作为一个低洼国家,通过建设先进的防洪设施和水管理系统,有效地应对了海平面上升和极端降雨的挑战。此外,一些亚洲和非洲国家也在应对气候变化影响上取得了一些积极成果,其研究重点包括水资源的有效利用、农田水利建设和灌溉技术的提升。

在中国,政府也已经加大了对气候变化与水利工程关系的研究力度。各地区纷纷制定了相应的水资源管理规划,重视水资源的科学调度和利用效率的提高。一些城市和农村水利工程实施了多样化的改造,以适应更为极端的气象条件。同时,学术界也涌现出一系列关于气候变化对水资源影响和韧性规划的研究成果。然而,尽管已经有了一些积极探索,仍然需要更多的实证研究和深入分析,以制定更为切实可行的韧性规划策略。

# 3 气候变化对乡镇水利工程的影响

## 3.1 降雨模式变化

气候变化导致了降雨模式的显著变化,这对乡镇水利工程产生了多方面的影响:

一方面,降水时段的不规律性增加使得水利工程难以依靠传统的降雨季节性规律进行设计和调度。降雨量的减少可能导致水资源供应的不足,特别是在干旱频发的地区。这使得水利工程需要更为灵活的规划来适应不断变化的水资源状况。

另一方面,一些地区面临更为频繁和强烈的暴雨,导致洪水风险大幅增加。乡镇水利工程的防洪设施可能需要更大的容量和更高的设计标准,以确保在极端降雨事件发生时仍能有效地保护周边社区。此外,排水系统的设计也需要更强调应对短时间内的大量降水,以防止城市和农村地区的内涝问题。

## 3.2 水文循环变异

气候变化对水文循环的变异产生了深远的影响,这直

接影响了乡镇水利工程的水资源管理和水质安全。水文循环的变异表现在蒸发蒸腾过程的加剧和地表径流的波动。首先,随着气温升高,蒸发蒸腾过程加剧,导致土壤水分蒸发速度增大。这可能导致水源减少,特别是在干旱地区。乡镇水利工程需要通过提高灌溉效率、引入节水技术等方式来适应水文循环的这种变异,确保农田和城市的正常用水需求。其次,水文循环变异还会导致地表径流的波动,即雨水形成的径流变化不规律,可能引发洪涝等水灾。最后,对于乡镇水利工程而言,需要加强对降雨—径流过程的监测和预测,通过合理的防洪措施,如调整河道断面和提升堤防高度,减缓洪水的传播速度,降低洪灾风险。

在应对水文循环变异的过程中,韧性规划策略至关重要。通过采用智能水文监测技术,实时获取地表径流和土壤水分信息,提高水文预测的准确性;建立多功能蓄水设施,以调整水文循环,储备雨水并供应持续的水源;制定紧急应对预案,通过灵活的水资源调配和应急措施,更好地应对水文循环的不规律变化。这些举措将有助于乡镇水利工程适应气候变化引发的水文循环变异,确保水资源的可持续利用和社区的水安全<sup>[3]</sup>。

## 3.3 水质问题

气候变化对水体的温度、溶解氧、酸碱度等水质指标产生深远的影响,直接影响到乡镇水利工程的水资源利用和供水安全。分为以下几个方面。

### 3.3.1 水温升高

随着气温升高,水体温度也呈上升趋势。水温的升高可能导致水中溶解氧减少,对水生生物的生存和繁殖产生负面影响。乡镇水利工程需要通过合理的水体调温措施,如增加绿化覆盖、引入人工湿地等,来减缓水温升高对水体生态系统的不良影响。

### 3.3.2 水质污染风险增加

不规律的降雨模式和水文循环变异可能增加水质污染的风险。降水不足可能导致河道水位下降,暴露底部富含污染物的区域,增加水质恶化的可能性。乡镇水利工程需要加强水质监测和预警体系,及时发现并应对水质变化,采取适当的技术手段来提高水质稳定性。

### 3.3.3 酸雨和气候变异

气候变异可能导致更加频繁和强烈的极端降雨事件,这可能引发酸雨问题,对水体酸碱度产生不利影响。乡镇水利工程需要通过合理的水质调节措施,如引入碱性物质、加强河道生态修复,来缓解酸雨对水体的不良影响。

## 3.4 其他相关因素

此外,气候变化还可能引发一系列其他相关因素的变化,如土地利用变化、生态系统破坏等,都对乡镇水利工程的可持续发展产生潜在威胁。在这一部分,将综合考虑多个方面的因素,深入剖析气候变化对乡镇水利工程的全面影响,为韧性规划提供全面的依据。

## 4 乡镇水利工程的韧性规划

### 4.1 定义乡镇水利工程韧性的概念

在应对气候变化的背景下，乡镇水利工程的韧性规划是指对系统面临的各种冲击和压力能够做出灵活应对的能力。这包括对降雨变化、水文循环变异和水质问题等多方面因素的适应性。韧性规划不仅关注系统的稳定性，更着眼于系统在面临不确定性和不断变化的环境中的弹性和适应性。

### 4.2 韧性规划的原则和框架

为了制定乡镇水利工程的韧性规划，可以制定一系列原则和框架，以确保规划的全面性和实用性<sup>[4]</sup>。这包括：综合考虑气象学、水文学、生态学、工程学等多个学科的知识，形成全面的规划方案；对系统面临的各种风险进行全面评估，采取相应的风险管理措施，以确保系统能够在不同的不确定性下保持稳定；在水利工程设计中注重灵活性和可调整性，以适应降雨模式、水文循环和水质的变异；强调社区层面的参与，增强居民对水资源管理的意识，使整个社会更具韧性。

## 5 应对策略的制定与实施

### 5.1 水资源管理策略

在制定应对气候变化的水资源管理策略时，需要综合考虑水文循环的变异和降雨模式的不规律性。一方面，可以通过推广雨水收集和利用系统，提高降雨的回收率，作为备用水源；另一方面，建议加强水库和水文调度的规划，以适应水文循环的不规律性。此外，倡导居民实施水资源节约措施，提高社区水资源的利用效率。

### 5.2 防洪和排水措施

为了更好地应对降雨模式变化引发的洪涝风险，乡镇水利工程需要制定综合的防洪和排水措施。这可能包括提升河道和水库的抗洪能力，规划绿色基础设施以提高地表径流的渗透能力以及建设雨水花园和湿地，减缓雨水的排放速度。同时，也需要制定应急预案，确保在极端降雨事件中能够迅速响应，减轻可能的灾害影响。

### 5.3 水质保护和治理措施

针对气候变化引发的水质问题，制定水质保护和治理措施至关重要。这可能包括建设生态河道、湿地和水生植物带，以提高水体的自净能力；推广农业面源污染治理技术，减少农药和化肥的径流入水；采用先进的污水处理技术，确保城市排放的废水符合水质标准。此外，需要加强水质监测和预警系统，及时发现和应对潜在的水质风险<sup>[5]</sup>。

### 5.4 法规与政策的制定与优化

乡镇水利工程需要制定和优化相应的法规与政策，以支持韧性规划的实施。这包括明确水资源管理的法规框架、制定应对气候变化的水利政策、建立奖惩机制以促进居民和企业的水资源节约行为等。通过法规与政策的支持，可以为韧性规划提供制度保障和推动力。

## 6 案例研究与经验总结

### 6.1 国际案例研究

通过对国际上一些成功的乡镇水利工程韧性规划案例的深入研究，可以发现各国在应对气候变化方面的共同经验和创新做法。例如，荷兰通过不断提升防洪系统和水利工程设施，成功防范海平面上升和极端降雨事件的威胁。澳大利亚则采用了先进的水资源管理技术，通过建设多功能水库系统来提高系统的灵活性和可调整性。

### 6.2 中国案例研究

在中国，一些地区也开展了乡镇水利工程韧性规划的实践。例如，广东省在面对气候变化带来的台风、暴雨等极端天气时，通过建设强化堤防、提升排水系统等方式，有效减轻了灾害损失。江苏省则通过推广节水农业、构建生态湿地等手段，应对降雨不规律性和水质问题<sup>[6]</sup>。

### 6.3 经验总结

通过对国际和中国案例的研究，可以得出以下几点经验总结。①综合治理：成功的韧性规划需要综合考虑降雨、水文循环和水质等多方面因素，制定全面的治理方案。②先进技术应用：引入先进的监测、预测和治理技术，提高系统的响应速度和准确性。③多方参与：强调社区和居民的参与，形成多方共治的局面，提高整体韧性。④持续改进：韧性规划是一个动态过程，需要不断评估和调整，以适应不断变化的环境。

## 7 结语

综合以上分析，气候变化对乡镇水利工程的影响已经变得不可忽视。通过对降雨模式、水文循环和水质等多方面的研究，我们认识到乡镇水利工程需要采取韧性规划与应对策略，以确保水资源的可持续利用和社区的安全。国际和中国的案例研究为中国乡镇水利工程韧性规划提供了宝贵经验。通过共同努力，我们有信心实现乡镇水利工程的韧性发展，以适应不断变化的气候环境，确保水资源的可持续利用。

### 参考文献

- [1] 赵旭东,韩志国.气候变化对长江流域水资源的影响研究[J].水资源保护,2018,34(2):123-130.
- [2] 张云峰,郭建文.气候变化背景下城市排水系统的韧性规划研究[J].城市环境与城市生态,2019,32(5):45-52.
- [3] 刘晓梅,李春双.气候变化对地下水水位的影响及其适应策略[J].地下水,2020,42(5):12-18.
- [4] 孙小静,赵宇.气候变化对西南地区水资源的影响及对策研究[J].农业工程学报,2019,35(1):121-129.
- [5] 郑宇,陈佳宁.气候变化背景下城市排水系统的韧性规划研究[J].中国沿海工程,2019,38(3):112-117.
- [6] 姜立伟,张晓波.气候变化对我国南方城市水资源的影响与适应[J].水利学报,2019,50(2):234-243.

# Research and Application of Hydrological Intellectual Online Monitoring System in Shandong Yellow River

Zhao Yang Jingying Li

Shandong Bureau of Hydrology and Water Resources, Yellow River Conservancy Commission, Jinan, Shandong, 250100, China

## Abstract

The difficulty of online monitoring in the hydrological survey area of the Yellow River in Shandong lies in the online monitoring of flow, and the focus is on improving the ability of automatic early warning and prediction to assist in manual problems detection, the goal is to realize automatic flood reporting of water level and flow. The Shandong Yellow River hydrological intelligent online monitoring system is developed to realize real-time, reliable, on-demand transmission of telemetry data and automatic calculation of flow, timely and accurate intelligent early warning and prediction, and automatic flood reporting under manual intervention. By building a database of basic hydrological elements, connecting hydrological surveying, flood reporting, and data processing, the water level-flow relationship digitized to a dedicated network, the flood reporting mode in which the telemetry unit can directly reach the data center realized, traditional reporting code discarded, an all-in-one online monitoring system is built with all needed elements. The research results of this project filled the technical gap in the field of Shandong Yellow River hydrological online monitoring.

## Keywords

Yellow River; online monitoring; database; automatic flood reporting

## 山东黄河水文智能在线监测系统研发及应用

杨钊 李晶莹

黄河水利委员会山东水文水资源局, 中国·山东 济南 250100

## 摘要

山东黄河水文测区水文在线监测的难点在于流量的在线监测, 重点在于提高自动预警预判能力协助人工发现问题, 落脚点在于实现水位流量的自动报汛。开发山东黄河水文智能在线监测系统, 实现遥测数据的实时、可靠、按需传输与流量的自动推算, 及时准确进行智能预警预判, 实现人工干预下的水情自动报汛。通过搭建基本水文要素数据库, 串联基本水文测验、报汛、整编工作, 将水位—流量关系定线数字化到专用网络, 实现遥测采集单元直达数据中心的报汛模式, 弃用传统报汛, 为全要素打造一站式在线监测系统。本项目研究成果填补了山东黄河水文在线监测领域的技术空白。

## 关键词

黄河; 在线监测; 数据库; 自动报汛

## 1 引言

随着科技的发展与水文信息化的建设, 移动互联网、专线互联网已经覆盖了大多数水文站点用于水文监测工作, 但存在以下问题: ①原有水文监测系统与水情分中心软件自动化程度低, 功能分散; ②水情报文编报、解报环节多需优化; ③缺乏异常水情监测分析智能判别能力。为此, 黄委山东水文水资源局开发了山东黄河水文智能在线监测系统, 实现遥测数据的实时、可靠、按需传输, 流量基于人工干预水位—流量关系线的自动推算, 及时准确进行智能预警预判, 实现人工干预下的水情自动报汛, 串联基本水文测验、报汛、

整编工作, 实现水文在线监测。掌握仪器设备运行情况, 智能判别异常水情提示人工干预, 从而指导水文测验, 启动应急监测响应<sup>[1]</sup>。

## 2 软件系统设计

系统采用 B/S 架构, Go、C++、JavaScript 编程语言, SVG、HTML5 标记语言, RESTful 接口技术, PostgreSQL 开源数据库技术, B 样条曲线等计算机图形技术, 基于鼠标、键盘、触摸屏的人机交互技术, 界面友好, 操作方便, 精度达到规范要求。

### 2.1 基本水文要素数据库

系统建设过程全面贯彻软件正版化的要求, 选用了开源、先进、标准化程度高的数据库引擎, 覆盖了遥测要素、实测要素、人工定线、人工观测摘录等多类。要素包含所有

【作者简介】杨钊(1989-), 男, 中国山东济南人, 工程师, 从事水文信息化与水文情报研究。

监测要素,包括水位、流量、含沙量、风向风力、水温、气温等<sup>[2]</sup>。在此基础上实现从测验到报讯,再到整编输出的一体化数据库处理环境。

## 2.2 实现水位—流量关系定线数字化

将水位—流量关系数字化,通过鼠标、键盘、触摸屏等方式人机交互定线,比在纸上操作更灵活,修改更方便。报讯时电脑自动根据遥测水位查线推流,省去了人工查线、读数、编报等耗时、容易出错的环节,极大提高了工作效率。山东测区水沙情势和冲淤变化复杂,水位—流量关系变动频繁,需要经常调整,定线修线工作要求一定的工作经验,并且应由技术专家审核。通过实现网上定线,关系线存储在数据中心数据库中,可在水文站之间互相审查,促进工作质量提升;管理部门可随时查看、修改,进行业务指导。

## 2.3 遥测采集直达数据中心的报讯模式

系统充分考虑到水文站供电、现有网络设施、计算机维护存在较大的稳定性问题,为避免测站条件影响自动报讯开展,系统设计为从遥测采集直接通过4G/5G网络发送到水情中心,软件全部采用服务器/客户端模式,报讯数据处理工作在分中心自动完成,符合测控中心远程作业模式,水文站可以通过客户端进行干预,如调整报讯等级、填报实测成果、修改关系线等操作。同时为避免单点故障隐患,遥测采集单元同时发送数据到测站,以备发生极端情况时使用。

## 2.4 表单与数据交换代替报文传输数据

水情报文存在只能报不易删改、容易出错、译电入库处理速度慢等诸多弊端,已经不符合新时代水情工作实际。山东测区除水位、流量等已实现自动报讯的要素外,还有大量需要人工填报的数据,如凌情、闸门启闭及过流情况等,本系统一并纳入,通过填写表单的形式,表单处理后直接入库,省去了编报、译电环节,提高了工作效率,杜绝了错报。

## 2.5 实现一站式在线监测

水位计、水温计、气象场等设备以1次/min的采集频率,数据源源不断地传输到系统中,通过水位—流量关系实时推算流量,实现了基于水位—流量关系的流量在线监测。同时研发了自动预警短信告警系统,发生遥测设备缺测、断电、断网、数据突变及时通知测站及运维人员。实现了定点式ADCP数据接入功能,通过与走航式ADCP测验成果率定合成更精准的在线流量数值。

# 3 关键技术

## 3.1 智能识别预警技术

为了实现全天候在线监测,及时发现设备运行问题并及时修复,研发了智能识别预警技术,对遥测设备缺测、断电、断网、数据突变进行智能识别,及时提醒运维人员。设计了数据变幅预警、脱水预警、缺测和网络中断预警、电压不足预警等预警。通过短信预警模块,用户可以订阅预警信息,水文站值班人员与上级管理单位人员可以自选订阅指定

的信息,从而获取短信告警。例如,水文站人员订阅全部信息,水情中心值班人员订阅橙色以上预警,分管领导及带班领导订阅红色预警。

## 3.2 一站式网站平台架构技术

为了实现方便、高效的在线监测数据及设备管理,开发了一站式网站平台,部署在数据中心机房,通过主流浏览器即可实现访问和管理功能。一站式网站平台由网站前端、网站后端、采集服务端及一系列辅助模块组成<sup>[3]</sup>。

### 3.2.1 网站前端

以主流的HTML5框架为主进行开发。以前端技术为主,选用React/ES6/TypeScript等主流技术,兼容主流浏览器和Electron等桌面框架,为今后进一步开发移动客户端、微信小程序等预留兼容性。

### 3.2.2 网站后端

采用Go语言开发,以微服务形式提供,为前端网站提供的各种功能提供服务端处理计算。在满足本系统使用的同时,可用于扩展开发电脑客户端、手机客户端等程序。

### 3.2.3 采集服务端

采用C++语言开发,作为后台程序运行,监听固定端口,以规约通信协议通信,保持与采集设备的心跳连接,确保通信畅通,实时数据立时可取。同时对采集设备下发一站式管理平台设置的参数,如发报间隔、校对时间等。

## 3.3 分级权限管理技术

为落实水情数据责任制,用户每人一个账户密码,需要登录方能进行数据管理,不登陆只能浏览,无增加、修改、删除数据的任何权限<sup>[4]</sup>。用户属于单位,单位根据树形结构实现上下级管理关系。

### 3.3.1 权限管理

采用分级权限管理,水情单位之间有隶属关系,人员从属于部门。每个值班员一个账户。角色可设定为系统管理员、水情单位管理员、值班员,不分别设置水情中心、水文站、水位站的值班员角色。分级授权管理后,上级单位可审查所辖单位的水情,直接变更所辖单位数据,替所辖单位发报等。所有操作均有记录可查。

### 3.3.2 用户注册分级管理

规定每个值班人员一个账号,用户量较大,需要分级管理。每个单位的管理员维护本单位人员。登记手机号码后,用户通过动态验证码注册并登录。

# 4 应用效果

系统的应用显著缩短了水情上报耗时、提高了准确率,杜绝了水情编码错误等错报、漏报、早报等问题<sup>[5]</sup>。提供了异常水情监测分析智能判别。水情上报耗时指实际水情上报到有关部门与水情信息的数据时间之差。人工编写报文报讯的耗时较高,人工报讯后还需要进行“报文翻译入库”,环节较多,通过本系统自动报讯显著缩减了耗时。根据系统试

运行前一年与运行后一年(2018年3月—2020年2月)济南水情分中心转发的全部数据,每年分三个时期,统计启用前后上报时间与数据时间的差值,上报时间以数据库中的修改时间戳为准。数据库服务器定期与授时中心校对。主汛期、水量调度关键期统计的自动报汛的要素为水位、流量,凌汛期在此基础上增加了气温和水温。未统计降水量。

#### 4.1 主汛期报汛上报耗时比较

主汛期干流站点按照报汛任务书要求,以流量等级划

分报汛等级。如表1所示,主汛期自动报汛比人工报汛平均节约86.9%的时间。

#### 4.2 凌汛期上报耗时比较

凌汛期由于拍报的监测要素较多,人工报汛编报、校核报文耗时明显增长,自动报汛要等待水位、水温、气温三个数据源的数据,耗时也有少量增长,如表2所示,凌汛期自动报汛比人工报汛平均节约88.4%的时间。

由此统计可知,采用本系统均显著节约了上报耗时。

表1 主汛期报汛上报耗时统计表(单位:秒)

站点	人工报汛平均耗时	自动报汛平均耗时
高村	303	39.2
孙口	252	33.5
艾山	259	32.1
冻口	259	36.9
利津	304	38.4
平均	275	36.0

表2 凌汛期上报耗时统计表(单位:秒)

站点	人工报汛平均耗时	自动报汛平均耗时
高村	337	44.5
孙口	325	46.1
艾山	424	45.2
冻口	392	44.2
利津	495	48.6
平均	395	45.7

## 5 结论

该系统大幅提高了该局的信息化和现代化水平,提升了该局水文测报能力,减少了人工查线的环节及编写报文、校核、翻译报文环节,减轻了水情合理性分析与资料整编的工作量,变革了数据管理模式,提高了水文测站管理能力,及时掌握设备运行情况,提高了应急管理能力。该系统在黄河调水调沙、水量调度等重要时期应用效果明显,尤其在2021年度秋汛洪水期间每日水情会商工作中起到了关键作用。系统生成在线监测数据服务于山东黄河区域水资源管理与调度及水旱灾害防御工作,效果优异。

### 参考文献

[1] 中华人民共和国水利部.SL61—2015 水文自动测报系统技术规

范[S].北京:中国水利水电出版社,2015.

- [2] 中华人民共和国水利部.SL323—2011 实时雨水情数据库表结构与标识符[S].北京:中国水利水电出版社,2011.
- [3] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.GB/T8567—2006 计算机软件文档编制规范[S].北京:中国标准出版社,2006.
- [4] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.GB/T11457—2006 信息技术软件工程术语[S].北京:中国标准出版社,2006.
- [5] 中华人民共和国水利部.SL330—2011 水情信息编码[S].北京:中国水利水电出版社,2011.

# Application and Exploration of Digital Twin Platform in the Lower Yellow River Beach Area

Chengkun Yue Wenxian Chen

Shandong Bureau of Hydrology and Water Resources, Yellow River Conservancy Commission, Jinan, Shandong, 250100, China

## Abstract

The lower reaches of the Yellow River have obvious functions in flood discharge, natural flood retention and peak shaving, and sediment regulation, making it a home for the vast number of residents in the tidal flats to survive. Taking the Jinan section of the lower Yellow River as an example, focus on the difficult and painful point of inundation in the tidal flats of the lower Yellow River. A digital twin platform with beach inundation analysis function has been developed using 3D visualization simulation technology, hydrodynamic models, and knowledge base construction. The platform analyzes, simulates, and rehearses the implementation of floods, design floods, and historical floods through high-precision front-end data collection equipment, massive data base construction, and intelligent mathematical models analysis, the implementation of contingency plans not only improves the efficiency of early warning in the actual flood control process, but also provides technical support for ensuring the safety of people's lives and property in the Yellow River beach area and reducing flood disaster losses.

## Keywords

digital twin; Yellow River beach area; flooding analysis; hydrodynamic models

## 数字孪生平台在黄河下游滩区的应用与探索

岳成鲲 陈文先

黄河水利委员会山东水文水资源局, 中国·山东 济南 250100

## 摘要

黄河下游滩区具有明显行洪、自然滞洪削峰和调节泥沙的作用,是滩区广大居民生存的家园。以黄河下游济南河段为例,聚焦于黄河下游滩区淹没这一难点痛点。利用三维可视化仿真技术、水动力学模型及知识库建设,开发了具有滩区淹没分析功能的数字孪生平台。平台通过高精度前端数据采集设备、海量的数据底板建设、智能化的数学模型分析,对实施洪水、设计洪水及历史洪水进行了分析、模拟及预演,对预案的实施,既为实际防洪过程中提高了预警的效率,也为保障黄河滩区人民生命财产安全、减轻洪水灾害损失提供技术支持。

## 关键词

数字孪生; 黄河滩区; 淹没分析; 水动力学模型

## 1 引言

黄河滩区是指黄河流域河道管理范围内具有行洪、滞洪、沉沙功能,由于历史原因形成的有群众居住、耕种的滩地<sup>[1]</sup>。当前黄河滩区还是很多居民赖以生存的空间,为保障黄河滩区人民生命财产安全,减轻洪水灾害损失,在发生洪水时,提前对漫滩洪水进行预报预警就显得极为重要。

为此,黄河水利委员会山东水文水资源局(以下简称“黄委山东水文局”)以黄河下游济南河段为试点,构建了山东黄河水文数字孪生示范平台,聚焦黄河下游滩区淹没这一难点痛点,对黄河滩区洪水预报预警、滩区受灾情况等进

行了模拟分析。

## 2 河段概况

济南黄河地处黄河下游,上起平阴县东阿镇,下止济阳县仁风镇,河道长183km,流经平阴、长清、槐荫、天桥、新旧动能转换、历城、高新、章丘、济阳9区县,是黄河下游典型的悬河,河床高于两岸地面3~5m,设防水位高于地面8~12m,两岸堤防长度189km,有险工23处,控导工程50处,滩区面积506km<sup>2</sup>。根据《山东黄河滩区运用预案》左岸滩区内尚有自然村1处,总人口在460人左右<sup>[2]</sup>。

当前,该河段面临的重大威胁依然是洪水风险,“地上悬河”安全风险巨大。同时该河段两岸人口密集,城乡建设沿河发展,水资源短缺问题成为最大矛盾,2021年4月,经中华人民共和国国务院批准设立济南新旧动能转换起步

【作者简介】岳成鲲(1970-),男,中国山东东营人,本科,正高级工程师,从事水文及水资源管理研究。

区,是继雄安新区之后,全国第二个起步区,起步区位于济南黄河北岸,沿河布局,是下一步济南市重点发展区域,但将来水资源短缺问题也将进一步凸显。

该河段境内布设有四处水文测站(包括泺口水文站、韩刘水位站、北店子、北店子水位站及刘家园水位站),水位、视频监控等传感监测设备较为齐全、工程完整性较好、历史水文基础数据齐全、信息化程度较高,既具有代表性又具有实用性。

因此,选取济南28km河段(北店子水位站至济南黄河公路大桥)作为开展数字孪生平台构建,具有一定的代表性和实用性。

### 3 平台构建的可行性

#### 3.1 数据采集处理技术快速发展

随着数据采集及处理技术的快速发展,特别是水上高精度地形数据采集,可利用无人机遥感倾斜摄影、机载激光雷达点云测绘等技术,使作业更加高效;水下地形数据采集使用无人船搭载多波束开展测绘工作,使水域探测走向无人化,让作业更高效、更安全。同时,随着国产数据处理软件的研发应用及图形领域的快速发展,使得数据解算速度更快,多数据融合交互成为可能。

#### 3.2 水利监测领域数字化、智能化

近些年,黄河水文进行水文测验能力提升工作,建设新型水利监测站网,实时获取水文监测基础数据。黄委山东水文局自主开发了“山东黄河水文只能在线监测系统”,实现水文要素自动采集、在线传输,为数字孪生平台的水利信息输入端提供可靠保障。

#### 3.3 数字孪生技术的发展

数字孪生技术是克隆物理对象的虚拟仿真技术,集成多学科、多物理量、多尺度、多概率的仿真过程,集成传感器实时历史等数据,集成全面数字化描述物理对象的全生命周期过程(包含行为特征)。近些年,该技术在产品设计、产品制造、医学分析、工程建设等领域应用较多。同时,水利部制定了《数字孪生流域建设技术大纲(试行)》《数字孪生水利工程建设技术导则(试行)》《水利业务“四预”基本技术要求(试行)》《数字孪生流域共建共享管理办法(试行)》等相关技术要求,具有一定的可操作性<sup>[9]</sup>。

### 4 平台技术路线

#### 4.1 数据底板建设

通过无人机遥感倾斜摄影、机载激光雷达点云测绘、无人船搭载多波束水下地形测量等先进技术手段,采集模拟河段数字高程模型(DEM)、数字正射影像图(DOM)、数字地表模型(DSM)等数据,建设数据资源池,开展针对重点水利工程的BIM模型构建工作。

#### 4.2 模型平台建设

采用MIKE水动力数学模型为基础,进行二次开发,

开展该河段河道洪水演进计算分析工作,实现设计洪水模拟和历史洪水推演。基于水动力数学模型模拟结果,进行可视化开发分析,实现洪水淹没过程的动态三维仿真模拟。

#### 4.3 水文知识库建设

依托自身专业优势,充分利用测取的水文基础数据和掌握的水文专业知识,构建了预报调度方案库、业务规则库、历史场景库等知识平台。

基于数学模型的水动力学原理实现洪水演进过程的预报,进行漫滩风险区域的模拟;基于水文基本规律制定河段内各防洪工程的抢险预案,水文站的测洪方案;基于当前河段历史特大洪水进行模拟推演。以此提供知识平台支撑。

#### 4.4 数字孪生平台构建

将各类数据构建在同一数据底板,融合三维水动力学模型及MIKE模型等数学模型,可接入各类实时数据并实现转化,具有多源异构数据融合功能。构建完成山东黄河水文数字孪生示范平台。

#### 4.5 验证测试

根据平台中实现的功能,开展应用验证测试工作,分别使用平台的各项功能得到分析结果,与传统预报研判分析结果对比,得出平台功能结果的准确性。

### 5 “漫滩风险区域平台”应用

山东黄河水文数字孪生示范平台搭建了4个模块模型,包括数字孪生底座、漫滩风险区域、设计洪水推演及历史洪水模拟。重点就漫滩风险区域这一功能的应用进行探索。

针对模拟区域,设置设计洪水初始数值(水位/流量)或结合接入的实施水情信息,通过洪水推演,智能化提取淹没区域,最终生成淹没分析报告。

第一,扫描生成L1级点云数据,结合定期更新采集的水下地形数据,通过输入初始流量/水位(已确定相互关系),结合河段比降、糙率等下垫面条件,对28km河段内可能存在的漫滩区域进行查找。

第二,通过分析查找到可能存在的漫滩风险起始点,显示漫滩风险点的桩号、坐标等相关信息,并支持信息标准化输出。通过分析可对某个漫滩风险点的区域进行洪水淹没过程的动态三维仿真模拟,即流体仿真,更加直观、立体地演示洪水淹没过程。同时分析得到以下关键数据:

①展示淹没位置桩号、槽蓄量、滩蓄量、漫滩面积等数据及各个相关曲线变化。

②实现不同水位、流量级别下,可显示断面情况、水位相对大堤堤顶高度、水位相对险工坝顶高度、水位点对根石台高度、距离桥底高度等相关信息。

③实现洪水触及桥梁时,发生高亮反应,提供水位至桥梁低距离,针对不同的情况提供抢险预案。

④针对不同滩区的淹没情况,提供相关信息,包括滩区受灾面积、受灾类型面积及占比等,为防洪抢险部门共决策依据。

根据以上数据,最终生成《漫滩区域淹没分析报告》。报告中对淹没滩区进行自动编号,呈现淹没位置、淹没面积及淹没程度等信息,自动生成滩区基于土地类型(耕地、草

地、林地、居住用地(村台)、建设用地等)的受灾图,分析各类型土地占比,为防洪减灾决策提供依据。图1为漫滩区域淹没分析报告页面示意图。



图1 漫滩区域淹没分析报告页面图

## 6 关键技术探索

### 6.1 数据采集领域

水上地形数据采集:水上高精度地形数据采集,采用华测 AU20 多平台激光雷达系统。该系统为纯国产自主研发的激光雷达,在关键器件上具有重大技术突破,打破国外产品在长测距高精度激光雷达上的技术垄断,实现在旋翼机、复合翼等多种搭载平台上的使用,可以采集海量点云数据和高清影像数据。该系统支持快速便捷的安装和切换模式,实现数据存储无缝对接,让作业更高效。

水下地形数据采集:水下地形数据自动采集,采用华微 3 号 Pro 无人船,全碳纤维船体超轻便,创新设计“半自动测绘”技术智能优化航线,“全自动测绘”更能无需人工布设航线,自动感知,自动测量,使水域探测走向无人化,让作业更高效、更安全<sup>[4]</sup>。

### 6.2 数据处理领域

华测自研的国产数据处理软件 CoPre, 包含一键式解算功能,简单高效地处理单个或多个飞行架次数据,实现轨迹解算、点云解算、DOM 生成、点云着色等预处理流程;具备纠正和平差的功能,可提高解算后点云数据的精度;同时软件还支持海量点云的浏览,在点云浏览时更加顺畅。

### 6.3 水利监测领域

进行水文监测能力提升,建设新型水利监测站网,实时获取水文监测基础数据,为数字孪生平台提供实时可靠的

数据源。利用黄委山东水文局自主开发的“山东黄河水文智能在线监测系统”,实现水文要素自动采集、在线传输;开展较大含沙水流条件下的走航式 ADCP+ 测深仪推广应用,利用低频测深仪的测深数据代替 ADCP 水深数据,扩大走航式 ADCP 的应用范围,提高流量测验的精度和效率。

## 7 结语

山东黄河水文数字孪生示范平台建设中,重点对黄河下游滩区淹没进行了侧重分析构建,很大程度上为防洪减灾工作开展提供了技术支撑。平台通过高精度前端数据采集设备、海量的数据底板建设、智能化的数学模型分析,对实施洪水、设计洪水及历史洪水进行了分析、模拟及预演,对预案的实施,为实际防洪过程中提高了预警的效率。确保能够最大程度上保障人民生命财产。

### 参考文献

- [1] 黄河勘测规划设计有限公司.黄河下游滩区综合治理规划[Z].2009.
- [2] 田勇,李勇,孙一,等.黄河下游滩区行洪和泥沙功能演变分析[J].人民黄河,2019(2).
- [3] 吴义阳.以防洪为核心的三门市沙溪数字孪生流域建设[J/OL].水利水电快报,2023(3):1-11.
- [4] 李刚,朱孝静,孙婷婷.黄河下游滩区治理措施及建议[J].山东水利,2015(11).

# Research on Installation and Construction Technology of Pressure Steel Pipe in Deep Buried Long Distance Water Conveyance Tunnel

Chenghuan Lv

Zhejiang Huadong Engineering Consulting Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 311100, China

## Abstract

At present, the application of underground engineering construction technology is very extensive in water conservancy engineering construction. However, due to the complex geological conditions and diverse geotechnical properties in China, there are still many problems with the installation process and methods of pressure steel pipes for deep buried tunnels in China. This paper provides a detailed discussion on the construction process of high-pressure long-distance water conveyance tunnels in deep buried tunnels, and a detailed analysis of the existing construction process of pressure steel pipe installation technology, including steel pipe production and welding processes. It is hoped that this can provide effective guidance for practical engineering.

## Keywords

water delivery tunnel; steel pipe installation; construction technique

# 深埋长距离输水隧洞压力钢管安装施工技术研究

吕呈欢

浙江华东工程咨询有限公司, 中国·浙江 杭州 311100

## 摘要

目前,在水利工程建设中,地下工程施工技术的应用非常广泛。然而,中国地质条件复杂、岩土性质多变等,使得中国深埋隧洞压力钢管安装工艺与方法还存在许多问题。论文针对深埋隧洞高压长距离输水隧洞施工流程作出了详细论述,对现有施工流程压力钢管安装施工技术研究进行详细分析,包括钢管制作与焊接工艺等方面,希望能为实际工程提供较为有效的指导。

## 关键词

输水隧洞; 钢管安装; 施工技术

## 1 引言

随着中国越来越重视基本建设工程项目的发展,水利工程项目日渐增多。在当前背景下,若要科学高效地开展水利工程项目施工,必须逐步确定工程施工的主要管理要点,从而采取最合理的施工管理手段,并强化对施工技术人员的管理,从而为进一步提高工程施工的质量、效益、可靠性和安全水平创造条件<sup>[1]</sup>。就以往水工隧洞建设的实践情况而言,要想使水工隧洞的施工技术管理措施合理地达到施工目标,就必须仔细掌握工程的现场状况,并确定技术控制要点,从而合理设定施工控制措施,以便科学合理地开展对水工隧洞的科技管理,为达到施工目标提供物质基础。由此可见,确定水工隧洞的施工科技控制重点,对加强工程施

工技术管理是具有意义的。

## 2 长距离输水隧洞施工流程

### 2.1 测量放样

隧洞内测量中所使用的仪器为红外线激光全站仪和水准仪等,将测量导线点之间的距离设置在50m,要确保埋设导线点的牢固性,并对相关标识进行保护和记录,避免机械设备造成破坏。与此同时,要对相关复测制定有效措施,并在爆破设计中预留相应的空孔位置。

### 2.2 钻孔

采用双手风动凿岩机施工的方式完成开挖钻孔工作,并按照测量后所设定的孔位距离来完成布孔工作,而针对周边光爆孔和中心掏槽孔来说,二者的孔位距离误差均要限制在5cm范围之内,而各孔位之间的距离偏差则要限制在10cm之内。炮孔孔底应与设计规定的高度保持在同一个水准面上,炮孔应尽量与掌子面保持垂直状态,同时也要对超

【作者简介】吕呈欢(1988-),男,中国湖北黄冈人,本科,高级工程师,从事水利工程施工、管理研究。

苗重量目标进行全方位监测。

## 2.3 爆破

熟练炮工才能进行载药,在进行载药时,用风水联合冲洗炮孔。对于周边孔来讲,就必须将小药卷扎在毛鞘箬竹子上面,而这种方法也能够使其非连续载药的设计完成。在载药的过程中必须严格按照设计图,并经过二次审核,在确认无误后进行撤出,最后由炮工完成任务。

## 3 压力钢管安装施工技术研究

### 3.1 钢管制作

施工的输浆管线均按照国家工程建设合同和技术的要求,进行中国的施工经营。

第一,工程管道尺寸标准有 DN1200,最大壁厚为 12mm、管材选用 Q235 B 型钢卷管,最大水压等级为 1.6MPa。

第二,施工管道的防腐和去灰等施工技术。在经组焊检验之后,虽然钢管的防腐和去灰等施工检查通常都是在综合制造厂房中内完成,不过焊接施工检验和间接的施工检查通常都是在现场完成的。

①钢管内壁防腐蚀处理技术:在经喷砂除锈去灰并达 Sa2.5 级别时,然后再涂上超厚浆型无毒的无机溶剂和耐磨环氧材料,底层与表面各厚达 300 $\mu\text{m}$ ,而涂膜的最大厚度则约为 600 $\mu\text{m}$ 。

②钢管山嵴的主要防腐工序:内埋地管,经喷砂除锈达到 Sa2.5 级后,再喷涂厚浆环氧漆第二道,干膜最厚 600 $\mu\text{m}$ ;明管,经喷砂除锈达到 Sa2.5 级后,再喷涂环氧富锌底火第二道工序(干膜厚度 100 $\mu\text{m}$ ),厚浆环氧漆二道(干膜厚度 600 $\mu\text{m}$ );外包混凝土管,用苛性钠或水泥砂浆再涂刷两遍。

第三,在抗锈施工的过程中,应该注意以下几点:首先必须保持管节的外观无明显凸棱,并且均匀而无刺。并根据设计说明书中的相关规定,进行相应的涂装配置<sup>[2]</sup>。

### 3.2 钢管安装

#### 3.2.1 辅助平台安装

为保证竖井段钢管安装顺利安全进行,在竖井段钢管安装时设置一组辅助平台用于竖井段钢管安装,平台由四部分组成,分别为挂钩摘钩平台、环缝组对平台、环缝焊接平台、环缝防腐平台;其中环缝组对平台用于安装环缝组对,挂钩摘钩平台通过 6 个 10t 倒链与已安装的钢管上游管壁连接。每个平台之间采用销轴进行连接方便安装拆卸,每个平台之间设有爬梯可以相互进行通行;为防止破坏防腐涂层在平台边缘与管壁之间,采用橡胶滑轮进行接触;底部防腐平台设置一组吊笼,在下平段位置设置一台 10t 卷扬机,人员在下弯段通过爬梯进入平台,从进入平台进入吊笼,通过卷扬机及 10t 导向滑轮牵引吊笼进入辅助平台。另配置一台 5t 卷扬机用于吊笼升降过程防坠作用,辅助平台的安装同竖井段前三节钢管同时安装。

#### 3.2.2 钢管安装相关流程

第一层辅助平台就位后,进行安装第一节锥管,管节长度为 4.5m,管径为 5.8~5.4m,人员站在第一层平台进行环缝组对及焊接工作;第一节锥管安装完成后使用 60t 桥机安装第二层辅助平台,并将第一层与第二层平台进行连接,同时对吊笼进行安装。

第二层辅助平台安装完毕,进行安装第二节锥管,第二节锥管管节长度为 4.5m,管径为 6.2~5.8m,人员站在第二层平台进行环缝组对及焊接工作;第二节锥管安装完成后,使用 60t 桥机分别将第三层与第四层平台吊起缓慢下落至安装位置,位置调整可靠后将平台间连接装置与爬梯进行安装,人员通过爬梯进入上层平台。

第四层辅助平台安装完毕,进行安装第三节钢管,第三节以后钢管为标准节,管节长度为 6m,管径为 6.2m 的直管,人员站在第四层平台进行环缝组对及焊接工作;第三节钢管安装完成后使用 60t 桥机分别将第五层与第六层平台吊起缓慢下落至安装位置,位置调整可靠后将平台间连接装置与爬梯进行安装,人员通过爬梯进入上层平台。

第六层辅助平台安装完毕后,进行安装第四节钢管,人员站在第六层平台进行环缝组对及焊接工作。

第四节钢管安装完毕后,使用 60t 桥机将辅助平台整体提升,检查辅助平台各连接部位的可靠性,确认无误后缓慢提升 3m,使用 10t 倒链分 6 个点将辅助平台勾挂于管口位置。

#### 3.2.3 其余管节钢管安装

竖井段从第三节钢管开始其余管节为标准节长度为 6m,管径为 6.2m,因 60t 桥机位置空间受限,挂钩方式采用钩挂在底部钢管管壁上,钢管经 60t 桥机吊放缓慢接近安装位置后,在已安装的钢管上游位置设置 6 个 H 型钢支撑,将钢管落放在钢支撑上。

钢管落放在支撑架后,检查钢管落放的稳固性,支撑架的牢固性,确保可靠后,60t 大钩缓慢下落,摘除 60t 桥机与钢管底部的连接挂钩,使用挂钩的钢丝绳将辅助平台挂钩于 60t 桥机大钩,60t 桥机大钩缓慢上升 6m,将辅助平台挂置于下节钢管上游管口管壁上。确保辅助平台挂钩可靠后,60t 桥机大钩缓慢下落,

解除 60t 桥机大钩与辅助平台的连接,将钢丝绳挂钩于钢管上游第一个加劲环上,确保挂钩可靠后,60t 桥机大钩缓慢起升使钢管脱离 H 型支撑架后停止起升,解除 H 型支撑架,60t 桥机大钩缓慢下落与已安装的钢管上游管口进行对接,接触后进行环缝组对。

### 3.3 钢管焊接施工

①在进行上坡处焊接的过程中,如果整个管子厚度达到了 4mm,施工人员就必须根据有关要求对焊接管子端口进行坡口处理,这就使坡口的最上位置在倾斜度方面达到了 60°~70°,而后又在最靠里边缘上做好了钝角的预留,为后期工作打下了良好的基础。

②在进行焊接生产与控制的过程中,必须确定对管径的要求和条件。例如,在对管材长度超过80mm的要求时,才能采用双面焊接工艺进行相关操作,而在进行纵向焊缝的生产控制过程中,则必须先对中心线加以确认,之后再将其应用于其中,从而来提升整体过程的安全度和准确性。

③针对施工单位,在实施管道焊缝施工的过程中,必须明确对缝要求的技术规范,所以需要增加管节之间的对缝尺,并且不管纵向焊缝或者横向焊缝,都必须达到互相错位的规定,且间距也必须满足既定规范,而通过这个方法,既能够提高工程的质量,也能够降低焊缝缺陷,完全满足了对焊缝要求的规范要求,因此使得全部管道项目达到了预定规范。

④有关管线的位置要求是管线布置中不可分割的关键内容,在这一流程中,不得存在任意程度的十字形焊缝,如果存在这样的情形,则要求施工单位及时解决,从而达到工程建设要求。

⑤点焊是管道安装中至关重要的环节,通常要求工作人员首先对管道对口进行检测,在确定无误后才可完成安装作业。其中,点焊工艺要以对称性为主要内容,并在厚度上保持一致,而钢管材质则必须与综合焊接时所使用材质满足一致要求,并且在综合焊接处,还必须严格限制使用纵向焊缝,这不仅可以减少风险因素的影响,对整个产品也会产生良好的促进作用。

## 4 输水工程钢管施工质量管理的重要策略

### 4.1 增强工程施工相关人员质量意识

为避免增加输水工程钢管施工质量管理责任,施工方应成立有关的质量监管部门,将施工过程中的相关责任进行划分,输水工程竣工后,施工单位可采用奖励机制激励施工人员的工作积极性。此外,为提高输水管道施工项目一线施工人员的施工质量意识,施工方可以采用必要的前期培训,增加施工人员的相关知识储备。同时,施工过程中有关技术人员应加强现场施工检查,确保施工材料和设备的妥善管理,并有效监管执行人员的技术操作,与执行人员进行适当

沟通。

### 4.2 严格检测图纸质量

图纸质量是项目确保项目实施质量的前提。图纸越精确合理,施工质量越高。因此,施工前有关部门须严格控制图纸的合理性和有效性,以确保图纸对施工方向和施工过程具有实用的指导。此外,还需注意施工图设计的细节,确保施工图设计中显示的所有资料都符合实际施工情况,提高图纸设计的准确性,并为今后的施工工作奠定坚实的基础<sup>[1]</sup>。

### 4.3 严格把控施工材料

项目施工中采用的建筑材质是影响项目质量的重要因素。某些材料不符合规格将对整个工程项目产生重大影响。在实际施工过程中要严格控制施工材料,可以考虑以下方面:一方面,控制材料的来源。材料的采购是材料管理的关键。为了确保材料符合标准,在采购阶段必须充分了解生产企业及其材料质量的特点。仔细挑选,选择一些有良好商业信誉的制造商。另一方面,改进材料质量管理,以避免管道材料表面损坏引起质量问题。运输材料的安全性也是十分受关注的问题,建筑公司要培养专门人员,做好对施工材料的质量管理,并严格根据国家规范的工程建设标准规范在施工现场的施工行为,从根本上防止建筑施工中不良行为的存在,避免造成建筑工程质量的问题。

## 5 结语

压力钢管施工质量是整个输水隧洞工程中质量管理的关键,所以压力钢管施工必须严格地按照设计工艺和规范要求实施,并对全部施工过程实行全面质量管理,以确保压力钢管质量标准达到最高要求。

### 参考文献

- [1] 杨绿峰,张伟,韩晓凤.水电站压力钢管整体安全评估方法研究[J].水力发电学报,2011,30(5):149-156+169.
- [2] 徐彬,侯建国,安旭文,等.水电站压力钢管的安全度设置水平[J].水利学报,2012,43(8):957-966.
- [3] 张伟,张瑾,杨绿峰,等.考虑应变硬化的水电站压力钢管整体安全评估[J].水利水电技术,2012,43(12):82-85.

# Exploration on the Path of Ecological Restoration and Soil and Water Conservation in the New Period

Jun Liu

China Water Resources Pearl River Panning, Surveying & Designing Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510610, China

## Abstract

According to the results of the second national survey on soil erosion, the total area of soil erosion in China has reached 3.65 million square kilometers, including 1.65 million square kilometers of water erosion and 1.91 million square kilometers of wind erosion, respectively, the area of water erosion and wind erosion interlaced zone is 260000 square kilometers, making it urgent to control soil erosion. In recent years, China has attached great importance to ecological restoration and soil and water conservation work, and has achieved certain results in ecological restoration construction by increasing financial investment, improving corresponding laws and regulations, and actively carrying out special governance. This paper provides a basic overview of ecological restoration and soil and water conservation, analyzes the problems exposed in the ecological construction of ecological restoration and soil and water conservation, and proposes several effective ecological construction paths for reference from the aspects of emphasizing publicity and protection work, following the principle of adapting measures to local conditions, and adopting various technical methods.

## Keywords

new period; ecological restoration; soil and water conservation; ecological construction; path

# 新时期生态修复与水土保持生态建设的路径探索

刘军

中水珠江规划勘测设计有限公司, 中国·广东广州 510610

## 摘要

根据全国第二次水土流失调查结果, 全国水土流失面积达到365万平方公里, 其中水蚀、风蚀面积分别为165万平方公里和191万平方公里, 水蚀风蚀交错带面积为26万平方公里, 治理水土流失迫在眉睫。近几年, 中国高度重视生态修复和水土保持工作, 并通过加大财政投入力度、健全相应法律法规、积极开展专项治理等, 取得一定的生态修复建设效果。论文联系生态修复与水土保持基本概述, 对生态修复与水土保持生态建设工作开展显露出的问题进行分析, 并从重视宣传保护工作、遵循因地制宜原则、采用多种技术方法等方面入手, 提出几点有效生态建设路径, 以供参考。

## 关键词

新时期; 生态修复; 水土保持; 生态建设; 路径

## 1 引言

新时期背景下, 加强生态修复与水土保持生态建设工作, 不仅可以有效解决水土流失、环境污染等问题, 还可以促进人与自然和谐持续发展。但是从实际来看, 生态修复与水土保持工作开展还存在宣传保护力度不够、因地制宜体现不足、采用方法技术单一、监督管理较为欠缺等问题, 无法保证最终生态建设效果。需要对这些问题进行细致分析, 并在准确把握生态修复和水土保持内涵以后, 结合地区实际情况采用有效措施进行生态修复与建设, 在有效保持地区水土的同时, 地区经济、环境也能得到协调发展<sup>[1]</sup>。

【作者简介】刘军(1989-), 男, 中国江西吉安人, 本科, 工程师, 从事环水保技术咨询研究。

## 2 生态修复与水土保持的基本概述

### 2.1 内涵

生态修复就是停止对生态系统进行人为干扰, 并依托生态系统自身调节和组织能力, 使之朝着有序的方向进行演化。又或者有效利用生态系统自我修复功能和辅以人工措施, 使遭受破坏的生态系统可以得到尽快的修复, 直到恢复到原有生态系统面貌为止。水土保持是防治水土流失和保护水土资源的生态环境事业, 实际操作涉及土壤、地质、林业、水利、农业等多学科知识, 通过保护改良和合理利用水土资源、实行高耕作和带状种植、修筑塘坝开挖环山沟、促进农林牧渔全面发展等, 建立良好的生态环境。

### 2.2 作用

新时期下, 积极开展生态修复与水土保持工作, 可以起到以下作用:

①改善水土流失情况。在结合地区实际大力开展生态修复与水土保持工作以后,就可以使被破坏的水土资源能够得到尽快恢复,使原本土地、河渠等功能重新发挥出来<sup>[2]</sup>。

②构建良好生态环境。生态修复与水土保持工作涉及的内容有很多,如保护耕地资源、恢复重构水环境、小流域综合治理、发展绿色循环农业等。在有效把握地区存在生态环境问题以后,就可以对引发这些问题出现的根本原因进行分析,然后采用上述提到措施进行优化改进,在促进这些问题得到切实解决的同时,也能构建更好的地区生态环境。

③促进地区和谐发展。人们生存发展离不开自然环境的支持,当生态环境遭受人为干扰与破坏以后,人与和谐发展势必会受到威胁。这时候积极开展生态修复与水土保持工作,就可以在关注地区自然生态环境的基础上,对地区农林牧渔产业进行优化调整,使地区社会、经济和生态获得协调发展。

### 3 生态修复与水土保持生态建设存在问题分析

#### 3.1 宣传保护力度不够

现阶段,各地区开展生态修复与水土保持生态建设工作,主要是由当地政府部门牵头,联合国土地资源、环境执法等部门一同展开,社会群体参与其中比较少,极大降低了生态修复与水土保持工作效果。具体表现为平时开展更多,将更多注意力放在了督促相关部门制定生态修复与水土保持执行计划与方案上面,对生态修复和水土保持宣传教育较为忽略;宣传保护工作开展,集中在生态破坏较为严重的地区,整体覆盖面比较小,无法吸引更多人关注、讨论和参与,并且宣传保护工作开展对现代化手段应用较为欠缺,无法取得更好的宣传教育效果等<sup>[3]</sup>。

#### 3.2 因地制宜体现不足

中国幅员十分辽阔,对于不同地区存在的生态破坏和水土流失问题也有一定差异,只有把握实际情况以后,才能采取对应措施进行生态建设与修复治理。但是实际操作中却出现因地制宜体现不足的情况,主要表现为在开展生态修复与水土保持工作之前,没有深入地区实地对当地生态环境状况进行全面细致的勘察与了解;在对地区生态环境进行修复时,一味地抄袭其他地区取得优秀经验,没有考虑采用生态修复与水土保持措施是否贴合地区实际情况等,这些情况最终都会使生态建设和修复效果大打折扣。

#### 3.3 采用技术方法单一

生态修复与水土保持生态建设中,采用的技术方法还较为单一,主要表现为没有从生态修复与水土保持两个角度入手,对地区可以采用的恢复治理手段进行考虑和利用;生态建设过程中没有将各个区域联系起来,对综合生态修复与水土保持技术方案进行制定及优化等,最终生态建设成果也不能得到保障,针对地区存在的生态破坏、环境污染等问题也不能得到切实的解决。

#### 3.4 监督管理较为欠缺

结合实际监督管理工作落实还不够到位,具体表现为实际开展工作更为重视生态建设与恢复,对监督管理工作较为忽略;监督管理工作开展由于缺乏相应规章制度从旁提供指导,实际作业也容易出现履职不够明确、问题整改不足等问题;有效利用现代信息网络手段开展监督管理工作较为欠缺,极大降低了相应工作开展效率,针对发现的问题也不能及时进行解决等<sup>[4]</sup>。

### 4 新时期生态修复与水土保持生态建设的有效路径

#### 4.1 重视宣传保护工作

##### 4.1.1 加大宣传教育力度

相关部门可以安排专门工作人员,深入生态破坏和水土流失较为严重的地区,对当地群众进行生态修复与水土保持教育宣传。执行时还可以围绕水土流失、土壤破坏、水资源污染等突出问题,编制极具针对性的宣传教育图册,使群众在观看图册以后可以对即将开展的生态修复建设工作引起高度重视,并自觉遵循保护生态环境要求,对自身行为进行约束与规范,所开展的土地复垦、退耕还林、污染治理等活动也能积极踊跃地参与其中。同时,对现代多媒体手段进行应用,常见的有微信公众号、官方微博、抖音等,依托这些媒体手段也能获得更多关注与讨论,助力生态修复与水土保持工作更加科学高效地展开。

##### 4.1.2 完善相应法律法规

在开展生态修复与水土保持宣传教育工作之余,也要结合实际对相应法规进行建设完善,在为开展的生态修复与水土保持工作提供法律保障的同时,也能引导社会群众自觉端正自身思想与行为,将爱护生态环境真正落到实处。实际操作要先对现有的水土保持法规内容进行细致了解,然后结合实际对法律法规进行优化完善,如一些地区结合实际制定的《山水林田湖生态修复规划》《保障水安全实施纲要》《农村生态环境保护规则》《固体废物污染环境防治法》等。由于这些法律法规涵盖内容较为广泛,因此可以为生态修复与水土保持生态建设相关工作开展提供科学性的指导,并在深化落实这些工作中实现对生态环境的有效保护、修复与建设<sup>[5]</sup>。

#### 4.2 遵循因地制宜原则

##### 4.2.1 深入实地了解地区环境实际情况

在对所在地区进行生态修复与水土保持生态建设工作之前,应该安排专门人员深入到实地,对地区水土资源、经济发展、生态破坏等情况进行全面系统地了解,在有效把握地区生态环境质量情况的基础上,为后续生态修复建设工作有针对性地展开奠定良好的基础。

##### 4.2.2 准确把握地区生态破坏问题

在有效了解地区生态环境情况以后,就要将工作重点聚焦在深入分析地区存在生态破坏和水土流失问题上。

在有效把握这些问题出现的真正原因和带来不利影响以后,就可以采用极具针对性的措施进行修复解决。例如,地区存在严重的水土流失问题,对这一问题进行深入研究与分析以后,发现问题发生与土地开发利用不合理、河渠水资源出现干涸情况、森林植被覆盖面积较少等有关,这就为这一问题有效解决提供了方法路径指导。

#### 4.2.3 制定极具针对性修复建设方案

在掌握地区生态环境情况和准确把握存在主要问题以后,就可以根据所掌握的信息对生态修复与水土保持执行方案进行科学制定。实际操作时,可以从地区整体角度入手,对生态修复与水土保持方案内容和实行路径进行确定。例如,在保护地区现有生态资源的基础上,大力开展退耕还林、修建渠坝等工作,针对发现的土壤、水资源等污染问题,也能综合采用物理、生物、化学等措施进行治理,使地区生态环境能够尽快恢复<sup>[6]</sup>。

### 4.3 采用多种技术方法

#### 4.3.1 生态修复

在对废弃土地资源进行开发利用时,就可以采用工业用地转变为耕地资源、大力发展生态农业等措施,使废弃土地资源得到重新规划与利用,并在这过程中实现对良好生态环境的有效营造。在加强各类污染防治工作时,就可以围绕发现的土壤重金属、水环境污染等问题,综合采用物理、化学和生物技术手段进行治理。例如,对土壤重金属污染进行治理,除了可以采用深耕翻土方法进行治理以外,还可以运用分离修复法进行解决,实际操作要对受污染土壤进行粒径分离、密度分离、脱水分离等操作,使重金属污染的土壤可以有效分离出去,最终土壤就能恢复到正常的功能状态。又如生态景观建设,就可以结合地区存在的景观资源情况,对区域生态景观进行有效打造,通过修筑河岸堤坝、栽种花草树木、建设生态廊道等,使地区生态环境恢复到原有的功能。

#### 4.3.2 水土保持

在工程措施方面,可以对梯田、台地、水平沟、拦沙坝、灌溉排水系统等工程设施进行建设;在生物措施方面,就可以采用造林种草和管护的方法,增加植被覆盖率,另外还可以运用封山育林育草措施取得这一效果;在蓄水保土措施方面,除了可以采用改变坡面微小地形增强土壤有机质抗蚀力以外,还可以采用等高耕作、带状间作等农业生产技术措施,取得保土蓄水和改良土壤的效果。还可以实施山、水、林、田、路综合治理,以最大程度地控制水土流失,并在此基础上实现对水土资源的有效保护和合理利用。

### 4.4 强化工作监督管理

#### 4.4.1 建立监督管理机制

根据实际工作开展情况,对监督管理工作制度进行有

效建立,执行时要将重点放在明确工作人员职责和规范工作流程上面,使监督管理工作能够有条不紊地执行,涉及的工作职能不够明确、设置工作执行不到位等情况也能避免发生。

#### 4.4.2 实行严格奖惩制度

要保证开展生态修复与水土保持工作深化落到实处,就可以在完成监督管理制度建立以后,将考核、奖惩等机制融入其中,在帮助相关人员清晰认识到自身肩负的重要职责,并以更加认真负责的态度对待本职工作,极大保证生态修复建设质量。

#### 4.4.3 采用现代技术手段

在开展生态修复与水土保持工作时,也可以借助现代信息技术实施监督管理。执行时可以紧跟时代发展潮流,对现代监测仪器设备和进行运用,并将现场生态修复建设工作开展及运营情况,以图片、视频等方式传递到网络平台,针对发现的问题也能及时进行反馈、整改和追踪,直到问题得到切实的解决。

## 5 结语

论文对新时期生态修复与水土保持生态建设路径进行探讨。随着社会不断进步与发展,生态破坏和环境污染问题也引起各界广泛的关注与讨论,新时期也将生态修复与水土保持生态建设工作提上日程,旨在通过做好该项工作有效解决地区生态破坏与水土流失问题,进而为社会、人和自然和谐共处奠定良好的基础。实践中,需要各地区对自身生态环境状况进行有效把握,并在深入分析自身存在生态环境问题以后,积极采取开发利用废弃土地资源、加强生态景观建设、实行封山育林育草、山水林田路综合治理等措施进行修复治理。另外,对整个工作过程也要实行严格监督与管理,以保证各项工作真正落到实处,对工作开展存在的问题也能及时发现与解决。

### 参考文献

- [1] 管智宇.浅谈生态修复在水土保持建设中的优化作用[J].科技风,2020(15):150.
- [2] 崔鹏,靳文.长江流域水土保持与生态建设的战略机遇与挑战[J].人民长江,2018,49(19):1-5.
- [3] 王龙胜.新时期寻乌县水土保持生态建设思考[J].中国水土保持,2021(9):66-67.
- [4] 杨兴.生态修复理念在水土保持生态建设中的应用研究[J].低碳世界,2023,13(4):42-44.
- [5] 崔道珍.水土保持和生态修复建设存在的问题及对策[J].乡村科技,2020(15):121+124.
- [6] 申跃.试论生态修复与水土保持生态建设[J].城市建设理论研究(电子版),2019(4):151-152.

# Research on the Mechanism of Groundwater Structure Control in Ningdong Coalfield

Aiguo Lu Zhen Lu\* Fawang Fan Peng Wang

Ningxia Hui Autonomous Region Bureau of Coal Geological Exploration, Yinchuan, Ningxia, 750002, China

## Abstract

The Ningdong coalfield in Ningxia is an important national coal production base, and each coal mine has corresponding hydrogeological work, but systematic structural control of groundwater in the coalfield has not yet been carried out. In order to understand the mechanism of structural control of groundwater in the study area, through the comparison of coal seams and marker layers, the structural system of the Ningdong coalfield was sorted out, and the control effect of structures on water-bearing layers was analyzed. It is basically determined that there are three main structures that control the confined water aquifer: first, the water-bearing layer exposed at the angle unconformity surface, which is mostly the recharge boundary of the water-bearing layer; second, large extensional faults have good water conductivity and can be used as the recharge boundary or discharge boundary of the water-bearing layer; third, large compressional faults generally do not conduct water or have extremely weak conductivity and can be used as an aquiclude boundary.

## Keywords

Ningdong coalfield; groundwater; structural control of groundwater

# 宁东煤田地下水构造控水机理研究

陆爱国 芦震\* 樊发旺 王鹏

宁夏回族自治区煤炭地质局, 中国·宁夏 银川 750002

## 摘要

宁夏宁东煤田是国家重要的煤炭生产基地, 各开采煤矿都有相应的水文地质工作, 但对煤田进行系统性构造控水研究尚未开展过。为了解研究区构造控水机理, 通过煤层及标志层对比, 宁东煤田构造体系梳理, 构造对含水层的控制作用分析。基本确定控制宁东煤田承压水含水层的构造主要有三种: 一是角度不整合面的含水层露头处, 多为含水层的补给边界; 二是大型张性断层导水性较好, 可作为含水层的补给边界或排泄边界; 三是大型压性断层, 一般不导水或导水性极弱, 可作为隔水边界。

## 关键词

宁东煤田; 地下水; 构造控水

## 1 引言

宁夏宁东煤田, 经过多年的建设如今已成为国家重要煤炭生产基地, 开采的煤矿虽然开展了相应的水文地质工作, 但煤矿对地下水系统普遍缺乏整体性认识, 对矿井水防

治与利用的理念也不同, 造成了水害原因不清、来源不明等问题。为此, 在宁东煤田整体空间范围开展地下水控水构造研究工作势在必行。

研究工作的主要任务是根据构造空间展布规律, 结合各主要含水层的水文地质特征, 分析主要控水构造对目标含水层地下水系统的控制作用, 并划分控水构造样式<sup>[1]</sup>。

研究思路: 从宁东煤田的区域地质构造背景出发, 通过研究宁东煤田的构造成因与构造演化史, 分析构造展布规律、空间格局, 结合目标含水层的水文地质特征, 揭示构造对地下水系统的控制作用, 遵循宏观到微观, 再由微观至宏观的层次分析法, 进一步归纳控水构造的认识。

【基金项目】宁夏自然科学基金资助项目(项目编号: 2023AAC03777); 宁夏回族自治区“地质资源勘探专项”财政资金支持(项目编号: 710002-21501)。

【作者简介】陆爱国(1987-), 男, 中国宁夏中宁人, 本科, 工程师, 从事水文地质、环境地质、煤田地质研究。

【通讯作者】芦震(1983-), 男, 中国宁夏银川人, 本科, 高级工程师, 从事水文地质、环境地质、煤田地质研究。

## 2 研究区地层

宁东煤田被新生界广泛覆盖。主要有晚石炭世、早二叠世及中侏罗世三个聚煤期, 含煤地层有石炭系上统一二叠

系下统太原组 (C2P1t)、二叠系下统山西组 (P1s) 和侏罗系中统延安组 (J2y), 主要含煤地层为太原组、山西组和延安组 [2]。

### 3 研究区构造体系

宁东煤田位于鄂尔多斯盆地西缘冲断构造带, 见图 1。构造带总体上呈南北向展布, 北起内蒙古磴口, 南经桌子山、贺兰山、宁东煤田, 南至陕西宝鸡附近。西缘冲断构造带由冲断—推覆体系、前缘带、前缘外带及原地岩体组成, 宁东煤田主要位于推覆体系中, 推覆体系是由若干逆冲断裂及逆冲席组成的叠瓦状构造。

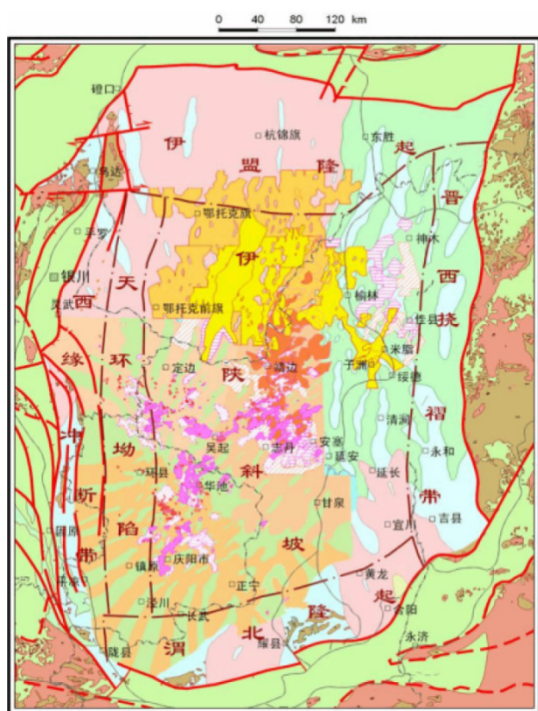


图 1 鄂尔多斯盆地构造略图

该推覆体系在东西向上由几条大型逆冲断裂分割, 形成典型逆冲推覆构造及烟墩山、石沟驿、韦州、罗山四个逆冲推覆席, 并在逆冲推覆构造带的中部形成了鸳鸯湖—冯记沟背斜、周家沟—于家梁背斜、积家井背斜、石沟驿向斜等褶皱构造, 共同构成了该区的推覆系统。

地质构造主要表现为岩石的断裂、劈理、褶曲以及其他线状、面状构造。线状构造分为大型线状构造和小型线状构造, 大型构造主要指变形岩石中形成的粗大线状构造, 小型线状构造主要指手标本或显微镜下所见的矿物生长线理。面状构造包括原生的和次生的两种。原生的如层面、间断面、不整合面、岩体之间或岩体与围岩间的接触面、岩浆岩的流面等; 次生的亦称变形面, 包括断层、节理、劈理和片理等。

### 4 水文地质条件

宁东煤田地处鄂尔多斯台地与银川平原过渡地带, 地势东高西低, 地貌成因类型属干燥剥蚀台地。属中温带干旱

气候区, 降水稀少、蒸发量大。地表水系属黄河流域, 发育有近东西向的水系, 最终汇入黄河。地下水的存在形式主要为孔隙水和基岩裂隙孔隙水, 岩溶裂隙水次之。具有明显的内陆干旱地区水文地质特征。

研究区含水层组划分为: 孔隙潜水含水层组、裂隙孔隙承压水含水层组、岩溶裂隙承压水含水层组。

#### 4.1 孔隙潜水含水层组

中等富水性含水层: 主要为小型洼地及沟谷冲、洪积层, 如边沟山间洼地、西天河流域冲洪积层等。主要接受大气降水及沙丘水补给, 矿化度变化大, 以蒸发和径流方式排泄, 沿沟谷汇入西天河。白芨滩山间洼地曾为磁窑堡的供水水源地。

弱富水性含水层: 孔隙潜水, 分布区地形较高, 分布广泛。受地下水补给及排泄条件影响, 富水性变化较大。

#### 4.2 裂隙孔隙承压水含水层组

由古近系底砾岩、白垩系、侏罗系、三叠系、二叠系与石炭系不同粒级的砂岩段组成, 现分述如下。

##### 4.2.1 古近系底砾岩及基岩风化裂隙带含水层组

古近系底砾岩与基岩呈不整合接触关系, 没有隔水层存在, 所以古近系底砾岩含水层和基岩风化裂隙含水层共同组成统一的含水层, 地下水主要赋存于砾岩孔隙及基岩风化裂隙中。

根据统计的宁东煤田 1017 个钻孔古近系底砾岩含水层资料, 古近系底砾岩含水层主要分布于红墩子矿区、横城矿区、全区分布, 鸳鸯湖矿区麦梁山井田北部, 双马井田东区中东部, 银星一号井田, 金凤井田中西部, 李新庄于家梁勘查区, 萌城矿区北部。

该含水层岩性以古近系底砾岩为主, 砾石分选差、磨圆差, 呈半固结状态。平均厚度 132.18m, 富水性弱~中等。

##### 4.2.2 白垩系含水层组

主要出露于四耳山、面子山、马鞍山、清水营地区。在清水营煤矿最大揭露厚度为 222.30m, 岩性以中、粗粒砂岩为主。据碎石井矿区及清水营煤矿勘探阶段抽水资料, 单位涌水量 0.009~0.5L/m·s。

##### 4.2.3 侏罗系含水层组

###### ①直罗组含水层组。

该含水层组在灵武、鸳鸯湖、马家滩、积家井和萌城等矿区普遍发育, 仅在红柳井田东南部, 双马井田东区东北部、双马井田中部偏西、银星一号井田中南部及东部、新乔井田东部、李家坝井田东部、宋新庄井田东南部、金凤井田大部由于构造、剥蚀等原因缺失。

该含水层岩性以直罗组中粗粒砂岩 (俗称“七里镇砂岩”) 为主, 该段碎屑岩以泥质胶结为主, 胶结状态呈松散或较松散状, 用锤击打易发生破碎, 有的甚至手捻即散。平均厚度 84.58m, 富水性弱~中等。

###### ②延安组含水层组。

该含水层组在灵武、鸳鸯湖、马家滩、积家井和萌城等矿区普遍发育,岩性主要为深灰色、灰色或者灰白色的砂岩,粒度大小不一。该含水层与煤层互层,导致含水层厚度普遍较薄,在天然条件下各含水层间水力联系较弱。

#### 4.2.4 三叠系含水层组

为延安组下覆地层,全区分布广泛。岩性为粗、中、细粒砂岩,泥岩与粉砂岩呈互层状,胶结较致密,透水性差,钻孔施工过程中未见涌漏水,富水性弱。

#### 4.2.5 二叠系石炭系含水层组

该含水层组在红墩子、横城、韦州和四股泉等矿区普遍发育。

##### ①孙家沟组石盒子组含水层组。

由粗、中、细粒砂岩组成,分选中等,磨圆度中等,泥质、钙质胶结,裂隙不发育。据红墩子矿区资料,该含水层厚度约在40~360m左右,含多个子含水层,含水层厚度变化大,具有承压性,富水性弱。

##### ②山西组太原组含水层组。

该含水层组主要分布于红墩子矿区、横城矿区、四股泉矿区、韦州矿区。由山西组陆相碎屑岩系的粗、中粒砂岩与太原组的海陆交互相粗、中粒砂岩、石灰岩构成,分选中等、磨圆度中等,富水性弱。

#### 4.3 岩溶裂隙承压水含水层组

以奥陶系灰岩为主,主要分布于横城矿区、红墩子矿区,多被第四系及第三系覆盖,仅在马鞍山北段—黑山一带有零星出露。岩溶发育程度及地形地貌条件决定了其富水性大小,见图2。

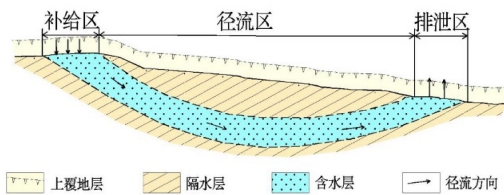


图2 承压水补径排示意图

## 5 构造控水研究

宁东煤田地下水构造控水研究主要是通过煤层及标志层对比,梳理宁东煤田构造体系,分析构造对含水层的控制作用,尤其是充当含水系统的补给边界和隔水边界的断层。

岩体与围岩间的接触面、岩浆岩的流面在宁东煤田未发育。劈理、片理为小型面状构造,无法对宁东煤田大区域的含水层产生控制作用。故控制宁东煤田含水层赋存状态的主要有褶皱、断裂、不整合面三种构造<sup>[3-5]</sup>。

### 5.1 褶皱的控水作用

水文地质单元边界分为补给边界、排泄边界、隔水边界。项目目标含水层均为承压含水层,具有稳定的隔水顶板和隔

水底板。承压水按赋存环境不同补给来源主要有大气降水、侧向径流补给、构造裂隙越流补给等,而径流方向是由静水压力大处向静水压力小处径流,在有稳定隔水顶板和隔水底板的前提下,褶皱无法控制地下水流向,且无法作为补给边界、排泄边界、隔水边界,更多的是体现其蓄水、储水构造的特性。故宁东煤田水文地质单元的边界主要由不整合面、断裂组成。

### 5.2 不整合面的控水作用

宁东煤田基本被第四系和古近系所覆盖,且与下伏地层均呈角度不整合接触关系,形成了不整合接触面,基岩含水层在露头处接受大气降水、第四系潜水及古近系底砾岩含水层补给,故不整合面的含水层露头处可以作为该含水层的补给边界,见图2补给区。

当不整合面的含水层露头处的静水压力小于径流区静水压力时,也可以作为该含水层排泄边界,见图2排泄区。

### 5.3 断裂的控水作用

断裂构造分为裂隙、节理和断层,裂隙和节理指岩石中的裂缝、破裂面两侧岩层未发生明显位移,断层指破裂面两侧发生明显位移。因此,断层是控制区域含水层的重要构造。

通过众多文献资料,对断层导水性的认识如下:对断层富水性、导水性影响较大的因素主要包括断层的时间、规模、力学性质、断层的空间结构、断层两盘的岩性等<sup>[6]</sup>。

#### 5.3.1 断层的时间性

优势面理论把断层按其形成年代划分为“老”“新”“活”三类,所谓“老”断层是指燕山期以前及燕山期产生的,且近期无明显再活动的断层;“新”断层是喜马拉雅期(E-Q)形成的;“活”断层是影响到全新世(Q4)的断层。

断层有其自身演变历史,在不同的阶段,其活动特点也不尽相同。断层形成越早,其断面胶结度愈高;断层形成时间越新,切割性与连通性也相对越好,充填物少,断层带胶结差,富水性和导水性也越强。

#### 5.3.2 断层的规模及空间结构

只有在断层断距、断层延展长度有一定规模时,具有地下水运动和储集的空间时,才可能富水。

#### 5.3.3 断层的力学性质

一般认为,张性断层的透水性较强,压性断层的透水性较弱,扭性断层的透水性则介于二者之间。

张性断层和张扭性断层是在低围压条件下产生,一般其张开程度大,断层面粗糙,破碎带中的破碎充填物多为棱角状岩块组成的构造角砾岩,大小不等,破碎物较疏松,透水性和含水性相对较强<sup>[7]</sup>。

压性断层一般是在高围压条件下受强烈挤压而形成,闭合性好,其破碎带多被压碎岩、强烈片理化和糜棱岩化的粉碎性物质充填压实,透水性和含水性较差。

### 5.3.4 断层两盘岩性

断层两盘为脆性可溶岩,断层及其影响带因半生裂隙、喀斯特现象发育,透水性好;断层两盘为脆性但岩性为不可溶岩性时,断层两侧往往发育张性较好的牵引性质裂隙,透水性好;断层两盘为塑性岩时,断层破碎带多被低渗透性泥质充填,孔隙、裂隙率低,断层面闭合,导水性极弱或不导水。

综上所述,控制宁东煤田承压水含水层的构造主要有以下三种:

①角度不整合面的含水层露头处,多为含水层的补给边界。

②大型张性断层导水性较好,可作为含水层的补给边界或排泄边界。

③大型压性断层导水性较差,由于含水层一般为中粗粒砂岩,多属脆性岩石,若断距小于含水层厚度,则未断开该含水层,若断距大于含水层厚度,致使两盘的含水层与隔水层相接,隔水层以塑性的泥岩、泥质粉砂岩为主,断层破

碎带多被低渗透性泥质充填,孔隙、裂隙率相对较低,断层面闭合,导水性极弱或不导水,可作为较好的隔水边界。

### 参考文献

- [1] 余秋生,周文生,韩银利,等.宁夏中南部严重缺水地区地质构造控制地下水分布规律研究[M].银川:阳光出版社,2014.
- [2] 王成,程建华,孟方,等.中国区域地质志·宁夏志[M].北京:地质出版社,2018.
- [3] 贺江辉.淮南煤田北部矿区构造控水机理研究[D].淮南:安徽理工大学,2015.
- [4] 许春耕.淮南煤田水文地质单元划分[D].淮南:安徽理工大学,2015.
- [5] 牟来艳.陕北侏罗纪煤田水文地质特征及水文地质单元划分[D].西安:西安科技大学,2014.
- [6] 蒋建平,章杨松,阎长虹,等.地下工程中岩移的断层效应探讨[J].岩石力学与工程学报,2002(8):1257-1262.
- [7] 蒋建平,高广运,李晓昭,等.隧道工程突水机制及对策[J].中国铁道科学,2006(5):76-82.

# Discussion on the Measures to Strengthen the Construction Management of Hazard Removal and Reinforcement Projects for Small and Medium-sized Reservoirs

Changming Zhou

Shenzhen Guanghuiyuan Environmental Water Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

## Abstract

With the continuous increase of water conservancy construction in China, small and medium-sized reservoir construction has become an important improvement content. The reservoir plays a very important role in the process of water resource invocation and rational distribution in our country. With the water storage function of the reservoir, it can also realize the coordinated use of water resources in time and space, and play a role in the prevention and control of flood disasters, occupying an important position in the national economy and water conservancy construction. Firstly, this paper briefly analyzes the existing problems of small and medium-sized reservoirs and the current situation of the construction management of the reservoir reinforcement project, and puts forward the concrete measures of the construction of small and medium-sized reservoirs, which is of great significance for the reinforcement of small and medium-sized reservoirs in our country.

## Keywords

water conservancy project; small and medium-sized reservoirs; reinforcement in danger; construction management

## 浅谈加强中小型水库除险加固工程施工管理的措施

周长明

深圳市广汇源环境水务有限公司, 中国·广东深圳 518000

## 摘要

随着中国水利工程建设力度的不断增加, 中小型水库建设也成为重要的改善工作内容。水库在中国水力资源调用以及合理分配过程中, 起着至关重要的作用。借助水库具有蓄水储水功能这一特点, 还能够实现水资源在时间与空间上的协调使用, 也能够是在洪涝灾害时起到防治的作用, 在国民经济和水利建设方面占有重要地位。论文首先对中小型水库存在的问题以及水库除险加固工程施工管理的现状进行简要分析, 提出中小型水库除险加固工程施工的具体措施, 对中国中小型水库除险加固具有重要意义。

## 关键词

水利工程; 中小型水库; 除险加固; 施工管理

## 1 引言

中小型水库除险加固工程的施工过程中, 它不仅涉及广泛的学科和专业, 还包括广泛而复杂的内容, 如施工技术、施工材料、施工工艺等, 这离不开良好的、科学的施工现场管理。作为施工现场管理工作的执行者, 管理人员的专业水平和工作态度非常重要。只有以负责、认真的工作态度对待施工现场的每一个细节, 才能有效把控中小型水库除险加固工程施工现场的质量, 及时消除任何安全隐患, 为施工人员创造一个安全稳定的施工环境, 有效地保证后期工程的顺利、安全开展。中小型水库除险加固工程项目的实施过程中,

会受到许多外部或内部因素的制约和影响。如果没有科学合理的现场管理和控制, 不仅会影响施工进度和质量, 还可能因施工现场无序而发生安全事故, 给施工单位、施工人员等造成重大损失。因此, 为了保证中小型水库除险加固工程及时、高质量完成, 必须做好施工现场的质量控制及安全管理, 提供安全、可靠的施工环境。施工现场管理人员首先需要提高自身的管理水平和职业道德, 以负责、认真的工作态度有效行使管理职权。针对中小型水库除险加固工程施工现场存在的问题, 制定切实可行的解决方案, 有效保证中小型水库除险加固工程在规定的期限内安全、高质量地完成。

## 2 中小型水库问题分析

### 2.1 中小型水库建设标准低

许多中小型水库通常建设在交通不发达、区域偏远的

【作者简介】周长明(1993-), 男, 中国陕西延安人, 本科, 助理工程师, 从事水利工程研究。

山林中,在中小型水库施工过程中,半数以上中小型水库在地面的前期处理环节欠缺,并没有对地面进行固化处理,因此,每逢降雨降水时,地面难以落脚,更有一些中小型水库在建设阶段并没有对特别狭小的上坡道路采用相对应的策略,对此施工现场难以保证作业车辆的安全行进。此外,以目前施工企业的金钱需求来看,在修葺中小型水库时,对专业监管部门的管理也并没有完善,另外,中小型水库的施工工艺的考察不严格,施工企业也没有严记国家标准技术规范。所以当水库面对灾难来临时,因为上坡道路的路面没有建设完善,导致自动化设备没办法在坝上运输,急救人员就只能一步一步地到达坝面。

## 2.2 工程设计和监管力度不到位

近年来,中小型水库的除险加固工程越来越被人们广泛重视,但有的地方分配的资金匮乏、收入困难等因素,加之除险加固的工程启动资金政府也只能赞助一大部分,投靠我党和政府实现的概率很低。为此,施工前期产生的测量设计费也只能由地方财政垫付,这点很难得到保证,但如果危险发生了,正好急于加固整治导致前期测量设计工作缺乏,产生的这期间的费用和足够的时间。前期策略的结果在很多中小型工程中存在着可塑性差等问题,进而在施工中时常出现一些不可抗力因素的影响,甚至出现断面结构与地理情况不匹配等情况,让整个工程施工的质量和进度等都受到波及。

另外,在监管部门以及设计管理员工分配的过程中,由于此工程的规模相对较小,许多施工企业本着投资经费有限等因素往往会存在技术的理想大于理智等现象。在中小型水库建设加固的过程中还存在很多问题,通常由监管部门以及设计管理员工直接做出对应方案,因此监管力量薄弱,所以为了保证工程质量需要在先巡航派驻经验丰富,专业水平高的工程师。

## 2.3 工程投资少、行政干预较多

在中小型水库的施工方案中经常存在一些政治色彩,如不按照规范要求施工等操作较为常见,在那些除险加固的工程中,领导会有时考虑到个人政绩给出明确的控制指标,甚至提出具体方案让施工单位执行。

在中小型水库除险加固工程中,工程资金的不足以及设备老旧等问题较为严重,很多工程中还普遍出现设备不配套以及不齐全等现象。这些都是影响工程质量和违规操作的主要原因。

## 2.4 地质勘探准备不足

想要中小型水库出新加固工程顺利施工,合理的设计方案是重要前提。在项目施工之前,必须与地质勘探专家进行座谈,对施工地质进行科学勘探,全面准确的了解工程施工地址的情况以及水利情况,为工程质量以及工程顺利施工提供保障。

# 3 中小型水库除险加固工程施工管理现状

## 3.1 工程施工方案不合理

在许多中小型水库除险加固施工工作时,工程设计方

案不合理的现象普遍存在,很多中小型水库除险加固的施工也受到这一现象影响,甚至出现施工材料浪费和资金不足等情况,这些情况的出现让许多工程都难以到达标准的施工质量。还可能会出现资金运转不开等现象。例如,在水库除险加固工程防水隧洞闸门的门槽更换方案中,小水电增容扩效机组改造机墩处理问题通常是采用重建的方法,但在设计时没有考虑到后面没有加固的后果,使其稳定性和强度大不如前。

## 3.2 工程施工监管不到位

现在很多中小型水库除险加固工程中,工作没有达标的问题广泛存在。在中小型水库该工程中没有监管机制,所以在工程施工时就很容易发生混乱。施工人员没有任何的参考依据,在遇到突发问题时难以得到精准指导。施工人员没有监管制度的管理,很可能导致工作效率降低,施工质量不合格等问题。除此之外,还可能出现中小型水库除险加固工程中存在原材料缺少的情况,导致施工的后备力量不够,影响工程质量。

# 4 中小型水库除险加固工程施工具体措施

## 4.1 加强施工过程的管理

在中小型水库除险加固的施工过程中,施工前期的准备是保障工程顺利施工的基础,中小型水库的修建时间较长,还缺少水库的相关材料,正因如此,施工人员要在施工之前对施工地形进行勘察和测量。还要邀请高级技术人员进行实地考察,并对大坝进行安全评估,根据评估标准委托设计单位制定安全的施工方案,以此来确保工程能够顺利施工。在施工过程中,还要对每一项流程进行严格监管,并在项目结束后及时进行检测,保证工程达标后再进行后续有关工作。在施工之前,也要对施工原材料进行严格检查,确保在施工过程中不会存在任何的质量安全问题。在除险加固施工过程中还要积极使用新型技术,对河道周围的土地资源进行改造,由于城郊土地面积比城市充裕,因此可以建立沿河风景区,种植各种适合的花草树木,形成生态旅游经济,并为本地劳动力提供就业机会。这种措施既充分利用了河道天然优势的水体价值,又达到了保护河道环境的目的。旅游经济给地方带来收益,有助于河道管理工作的进行。

## 4.2 加强施工过程中的质量把控

中小型水库除险加固工程施工前需要加强与设计单位的联系,若施工过程中遇到特殊问题,还要及时向业主以及监管部门进行反映,以便问题能够得到及时解决,避免影响施工。每一个项目施工都要由施工技术负责人员进行制定方案,提出有效保证质量的具体措施。

在工程施工时,技术监管人员要对所有的施工原材料进行检查,要确保每一个都有合格证明和检测报告,并确定所有的记录都有相关监理工程师的签字或有关单位的盖章,进而才可以到后续工程中施工。在每一次使用测量放线时,也要做好严格的检查工作,比如,施工所用到的模板和支架

都要具有良好的硬度和稳定性以此来确保工程质量达标。在模板周转使用时,在每一次使用过后都要对模板表面进行清洁工作,要确保模板表面的清洁性。混凝土块和沙土块也要做好标记,并要按照规章进行护理检查工作。

#### 4.3 完善责任机制并促使除险加固工程稳步实施

中小型水库主要是为了偏远地区水源缺乏的地方而建设,因此它的存在十分重要,直接取决于当地用水情况能否得到改善。所以加强中小型水库除险加固建设是一项艰巨的任务,各级领导都应高度重视,并建立完善的责任管理制度,切实有效地将中小型水库除险加固责任落实到位。尤其是在责任制度分配上要加强宣传,提高中小型水库施工人员的责任意识。通过这样的责任制度将中小型水库除险加固问题进行落实,从而确保整个施工过程的完美实施。

#### 4.4 提升施工现场人员监督管理强度

中小型水库除险加固工程建设过程中,施工质量和施工效率与现场人员密切相关。因此,提高其监督管理工作的质量对住房项目的发展至关重要。施工单位需要定期、随机地对施工人员进行专业技能培训 and 素养教育,提高施工人员的技能水平和责任心。同时,还需要安排专业的技术人员对项目的整个施工过程进行监督,及时发现不合理的情况,提供监督。安全问题一直是中小型水库除险加固工程建设过程中的一项重点监控工作。只有保证了施工现场的安全,才能保证工程的顺利进行,也是对施工现场人员人身安全的有效保障,关系到施工企业的经济利润和利益。因此,中小型水库除险加固工程单位需要加强对施工现场的安全监管工作,及时发现和纠正任何存在的安全隐患,尽可能减少安全事故的发生。此外,要定期、随机地对施工现场人员进行安全意识教育,建立一套合理、科学的工程安全规程进行管理和全面实施。

#### 4.5 加强中小型水库除险加固工程原材料管控

为保证中小型水库除险加固工程的顺利进行,应设立专门的采购部门,负责选择合适的原材料,保证物料控制渠道畅通。这样,我们可以协调和控制所有项目的材料需求,

牢牢把握材料的选择。在物资采购招标过程中,即根据性价比和质量标准合理选择供应商,并进行现场检查,确保采购的物资符合“便宜货不好”的要求。为了保证采购部门的有效运作,应明确各自的职责,并建立有效的监督机制,确保所有物资的统一采购、统一储存、统一监管,从而有效地控制和保证物资的质量,避免任何形式的违法行为。通过严格控制公司材料的数量,准确选材,既可以防止采购过程中的权力滥用,又可以利用互联网技术进行全面监管,促进部门之间的协作,确保材料的安全可靠,为客户提供高质量的工程质量服务。

## 5 结语

综上所述,针对中国现行小型水库运行时所存在的安全隐患,需要对中小型水库采取除险加固工程并对突发险情进行排除处理。在工程施工的过程中,也要对施工原材料进行严格监管并且制定相应的施工体系。在施工过程中也要多对质量的严格把控,并加强工程验收和质量测评的管理,以此来加强中小型水库除险加固工程施工管理的措施。提高河道的基本功能就是在发展它的生态系统价值,促进城市文明建设河道治理是一项长期性的工作,还需要建设和施工人员用发展的眼光进行施工,同环境和谐可持续发展,增加河道未来能效,更好地服务于大众。

## 参考文献

- [1] 张俊峰.浅谈加强中小型水库除险加固工程施工管理的措施[J].民营科技,2017(2):1.
- [2] 彭宇.浅谈加强中小型水库除险加固工程施工管理的措施[J].科技视界,2014(20):1.
- [3] 彭超军.浅谈加强中小型水库除险加固施工管理的措施[J].中国新技术新产品,2019(3):2.
- [4] 李佳.浅谈小型水库除险加固工程施工管理措施[J].智能城市,2018,4(2):2.
- [5] 周学来.加强中小型水库除险加固施工管理的措施初探[J].中国战略新兴产业,2019(2):83-84.

# Maintenance and Management Measures for Agricultural Water Conservancy Irrigation Channels

Siyu Wang

Manas County Baojiadian Town People's Government Water Pipe Office, Changji, Xinjiang, 832200, China

## Abstract

The maintenance and management of irrigation channels is an important link in agricultural engineering, and is the key to ensure the stable development of agricultural production and the improvement of agricultural industry benefits. This paper analyzes the current situation of the maintenance and management of irrigation and irrigation channels, and puts forward some effective measures and suggestions.

## Keywords

agricultural engineering; water conservancy and irrigation; channel maintenance and management

## 农田水利灌溉渠道维护与管理措施

王思钰

玛纳斯县包家店镇人民政府水管所, 中国·新疆 昌吉 832200

## 摘要

农田水利灌溉渠道的维护和管理是农业工程中的重要环节,是保障农业生产稳定发展和农业产业效益提升的关键所在。论文通过对农田水利灌溉渠道维护和管理现状进行分析,提出了一些有效的措施和建议。

## 关键词

农业工程; 水利灌溉; 渠道维护管理

## 1 引言

在农田水利灌溉工程中,灌溉渠道是一个非常重要的工程部分,也是水利灌溉、供水、调水等功能的关键所在。在进行日常维护和管理工作中,要对农田区域内的具体环境进行全面了解,从思想上引起高度的关注,对所存在的安全问题进行熟悉并及时处理,建立健全的维护管理机制,进而提升灌溉渠道的安全性和稳定性,保证农业工程的正常发展,推动农业产业效益的不断提升。

## 2 水利灌溉渠道维护与管理概述

### 2.1 渠道维护与管理

最近几年,由于国家对水利基本建设行业进行了大量的资金投入,使得农业获得了很好的发展。然而,在农业水利灌溉的养护和管理中,却出现了一些缺乏后期维护管理的问题,进而造成了许多麻烦,如前期投入较大、后期利用率不高、管理不够完善等,而这些问题都与农业管理体制和资金投入落实有关。在实践中,一位优秀的维护管理者应当将

农田灌溉渠道与水利建设的总体特征相联系,并确定科学的维护管理实施措施,从而促进农业水利建设的顺利进行。水利设施的维护与管理既要耗费巨大的经济资源,又必须保证农田工程的正常运行。为此,项目经理应全面掌握农业工程的总体进展情况,运用科学的方法提高水利灌溉的维护管理水平。身为维护管理人员,则更要在工作过程中加强与外界的交流,对工程技术上存在的问题以及水利工程施工的具体流程进行充分的理解,对设计的内容进行持续优化,并及时改进结构形式,与有关部门进行有效的合作。在此基础上,只要水利建设单位与渠道维护单位密切合作,就可以对农田水利建设起到决策作用<sup>[1]</sup>。

### 2.2 中国农田水利灌溉渠道的工程特点

为使农田水利灌溉渠道更好地发挥价值作用,需要保障安全性和较高的水资源利用效率。在此背景下,应当建立一套适合中国国情的农业灌溉系统。但是,在具体的水利灌溉渠道施工中,由于各个地区的环境条件都不一样,水质和土壤也有很大的差别,所以工程的设计体制也会因地制宜,这就要求我们更加重视农田水利灌溉渠道的安全问题,使其更好地发挥功能和价值。在具体的渠道设计中,要确保在有利地形下进行渠道的规划,尽量避免出现松散或渗水的土

【作者简介】王思钰(1980-),女,中国新疆玛纳斯人,本科,工程师,从事农田水利灌溉研究。

壤,以确保农业灌溉渠道的安全性。并且,通过加强注重农田水利灌溉渠道工程的建设,还有利于在农业生产中满足农户的用水需求,逐步提升水资源的利用效率。所以,在具体的农田水利灌溉渠道工程的设计中,要突出功能性的特点,使其更好地与农业工程发展相适应,为水资源的合理使用创造了一定条件,从而可以将渠道的灌溉功能发挥到最大程度,减少资源消耗。同时,结合当地的发展特点,保证了水利灌溉功能的提高。

### 3 农田水利灌溉工程的渠道维护与管理的重要价值

在农业现代化的过程中,农田水利与灌溉工程起到了非常关键的作用,也是农业经济发展的一个保证。在相关政策的扶持下,中国的农田水利灌溉工程正在加速发展,其在农业现代化中的地位也越来越突出,农田水利灌溉能够达到对区域农业水资源的合理利用和分布,防汛功能能够对河流水量进行科学的调配,这样就可以确保农业生产过程的安全稳定,提升土地资源的使用率,对农作物的生长环境进行改进。灌溉渠道是农业工程价值高效发挥的重要环节,如果能够做好对其的维护工作,并进行严格的管理,就能够极大地减少自然环境对其性能的影响,从而减少水资源浪费,有效地解决耕地水资源紧缺的问题。对灌溉工程的渠道进行维护和管理,能够有效地改善降水时空分布不均的问题,满足农作物在各个成长时期所需要的水资源,促进农产品生产,从而加快区域经济的发展。此外,在进行具体的维护和管理工作中,要积极地运用现代化管理理念和管理方式,有效地处理各种存在的问题,确保水利工程的作用能够充分地发挥出来<sup>[2]</sup>。

## 4 农田水利灌溉渠道管理与维护的必要性

### 4.1 提高水资源利用率

当前,农业生产缺乏水资源是限制中国可持续发展最主要的原因,对人类的生存和发展构成了巨大的威胁。灌溉渠道是把水输送到农业生产中的重要渠道,它的有效运转对提高水资源利用率,缓解灌溉用水紧张,保障农作物的用水需求至关重要。强化对农业灌溉渠道的管理和维护,可以帮助和保障灌溉渠道的正常运转,保障水资源输送渠道的顺畅,提高水资源的运输效率,并有效减少水资源在运输过程中由于蒸发等因素而导致的不必要的损耗,进而扩大了对水资源的利用,降低了不必要的消耗。

### 4.2 为农户群体创收

粮食产量是农户从事农产品经营活动的重要组成部分,与农户的经济收入密切相关。有些区域由于天气干燥、土地贫瘠,农户在种植作物时严重依赖于灌溉渠道工程。近几年,部分地方加大了对农业生产的投入力度,这在一定程度上也影响了农业生产的实践方式。假如农田灌溉渠道能得到很好的养护与管理,可以对工程灌溉效率不高的问题进行有效处

理,从而推动农户产量的稳定增收,为提升农户的总体经济收入水平奠定了坚实的基础。

### 4.3 高效地维护水资源使用秩序

近几年,各地各级政府越来越重视水权管理制度,并在此基础上制定行之有效的实施方案,促进了中国水利事业的全面发展。然而,在现实生活中,有关部门必须了解灌区与农区之间的联系,掌握这个关键节点才能确保用水的有序进行。以此为依据,当地农业部门和农民群体能够对耕地的种植进行科学规划,为进一步提高中国的粮食产量打下了坚实的基础。

## 5 当前农田水利灌溉渠道维护与管理中的一些问题

### 5.1 缺乏维护和管理方面的认识

因为农田灌溉渠道体系是推动农业发展的关键,所以必须加强农田灌溉渠道的维护和管理。首先,目前人们还没有充分意识到农田水利灌溉渠道养护与管理的重要意义,导致很多灌溉渠道在使用一到两年后由于疏于管理维护,其工作效率大幅度降低,浪费了生产资源。其次,在帮助广大农民修筑了一些灌溉渠道后,缺乏相应的途径给农业生产者普及后期维护管理工作的重要意义,这就导致了很多地区的农田水利灌溉渠道使用不当。最后,因为在中国对于农业灌溉渠道体系的后期养护和管理还不够成熟,所以在对系统进行维护的过程中,缺乏相应的设备及技术支持,这就导致很多农民群众在农田水利灌溉系统的维修与管理方面,都存在着有心无力的问题。

### 5.2 农田水利灌溉渠道的维护和管理经费短缺

由于农田水利灌溉渠道使用率较高,所以用完之后必须对它进行周期性的维护和管理措施。另外,因为相关结构的复杂和庞大,所以维护和管理费用也会较高,在日常的维护和管理工作中要花费很多的钱。然而,由于很多地方的政府对农田水利灌溉渠道系统的维护和管理工作缺乏足够的关注,并且在进行系统维护和管理时缺乏足够的资金,很多需要的维护设备都买不到,因此在中国许多地区,农田灌溉渠道极易发生故障。

### 5.3 缺少良好的维护和管理制度

在农村还没有实行家庭联产承包责任制之前,农业灌溉体系一般都是由乡级政府来进行养护管理;而随着家庭联产承包责任制的推行,农业灌溉体系的维护与管理的主体逐渐消失,成为一种形式,不能有效地起到积极的效果。除此之外,在实际操作中对于农田水利灌溉渠道系统的维护和管理责任还没有明确的定义,导致了目前这样的局面:只有工作人员进行修建,但是没有进行相应的管理。此外,与之相对应的,还需要建立起一套完善的、有效的维护和管理制度,这就导致很多地区的农业灌溉渠道系统,因为缺乏必要的维护设备和技术,还有缺少相适应的管理人员,造成许多地方

的农田灌溉系统得不到有效的维护与管理,导致灌溉设备系统慢慢衰老和退化的现象<sup>[3]</sup>。

## 6 提高农田水利灌溉渠道维护与管理水平的措施

### 6.1 健全管理体制、加大经费投资

长期以来,农田水利灌溉渠道工程没有形成健全的维护和管理制度,致使其维护和管理工作也没有得到有效的实施,很多农村的水利灌溉渠道因为长期得不到相应的维护,已经不能维持正常的农田灌溉需要。提高农田灌溉系统的维护与管理水平,既是农田产业正常运行的保证,又是促进农业经济发展的重要保证。因此,应当迅速构建并完善农田水利灌溉渠道的维护与管理机制,对相关责任进行明确,并制定科学有效的管理方法,对有关工作人员的职责和义务进行规定,防止无人维护和管理现象发生。农田灌溉渠道系统的养护和管理是一件繁重的工作,它要求有很多的资金支撑,仅仅依赖于农村自身的投资是无法满足的,因此在农田水利灌溉渠道系统的维护与管理中,当地政府要充分发挥自己的价值功能,增加成本投资,引进先进设备,加大基础设施的建设力度。此外,有关部门还可以采取招商引资或者社会融资的方法,增加水利工程与灌渠养护管理的资金投入,从而保证灌溉渠道维护和管理水平的持续提升,同时,也为中国的现代化农业发展提供了一种新的途径。

### 6.2 增强维护和管理意识

对于农业灌溉渠道的维护和管理人员而言,要增强自己对农业灌溉渠道维护管理工作重要性的意识,管理者自己对灌溉渠道的重要性有了充分的了解后,就会更加重视系统维护管理的运作状况和运作制度,做好灌溉渠道的维护和管理。此外,有关部门还应加强当地群众对灌溉渠道工作的认识,使其认识到对渠道的维护和经营与自己切身利益的联系,从而充分发挥自己的监督作用,在此基础上促进农户对灌溉渠道的保护和管理,以减少农田水利设施被人为破坏。同时,要强化应用先进的维修与管理技术,让管理人员能够对相关技术进行熟悉和高效的运用,从而提高维护与管理水平,确保了农产品的收益。

### 6.3 提高水利灌溉渠道的信息化水平

伴随着先进信息技术的不断进步,在对农业灌溉渠道

进行管理方面也要跟上时代步伐,实现信息化水平,用信息化的手段对水利灌渠的全运行过程进行监督,以便可以在第一时间发现问题,并对问题进行处理,这样不仅可以节省更多的劳动力,还可以降低成本费用,从而提升工作效率和准确性,更好地保护水利灌溉渠道。在对灌溉渠道的各个部分进行监视的时候,主要对农田水利的闸门、流量等进行监视,在具体的维护和管理工作中,要加大相关技术的改进力度,如在结构上,利用C/S来实现对水情的预报和控制,并及时对水利灌溉信息进行查询,从而达到信息化的管理<sup>[4]</sup>。

### 6.4 强化维护管理团队的力量

在农田水利灌溉工程中,必须有专门的技术人员参与到灌溉工程中来。全国各地的水利部门应该对灌溉渠道管理和维护的实际需要展开有针对性的调查和分析,并有专人负责维护和管理。一方面,要完善各种录用制度,提高录用人员的进入门槛,引进高质量的职业人员;另一方面,也要对目前的员工进行定期的专业训练,及时了解国内外的先进灌溉渠道和管理技术,并在训练完后进行考核。通过考试、拿到证书的予以上岗,连续考试不及格则取消聘用资格,进而逐步完善工作团队。

## 7 结语

随着中国农业生产的快速发展,对农田灌溉渠道系统的安全、稳定、可靠的运行要求也越来越高。加强对农业发展的高度关注,要想更好地充分挖掘农业灌溉渠道的作用,就必须在现实工作中做好对工程的维护和管理,全面提高农田灌溉渠道养护与管理工作的质量,从而使农业水资源的利用率得到全方位的提高,使农业的灌溉效益得到进一步提升,最终为中国农村经济的可持续发展打下坚实的基础。

### 参考文献

- [1] 孟逸.农田水利灌溉渠道维护与管理的有效措施[J].农家参谋,2022(24):183-185.
- [2] 王永寿.农田水利灌溉渠道维护与管理措施[J].农家参谋,2022(14):162-164.
- [3] 姜宏兵.浅析农田水利灌溉渠道维护保养与管理措施[J].南方农业,2021,15(35):187-189.
- [4] 刘家伟.农田水利灌溉渠道维护与管理措施[J].南方农业,2021,15(15):171-172.

# Discussion on Irrigation Mode and Corresponding Water-saving Measures of Farmland Water Conservancy

Yanlin Cheng

Hanyin County Emergency Rescue Technology Center, Hanyin, Shaanxi, 725100, China

## Abstract

China is an agricultural country, has a long history of agricultural development, agriculture in the national economic development system has a pivotal position. Along with the rapid development of industrialization and urbanization in the past few years, the regional natural environment and water resource pollution are influencing factors. Especially in the current critical period of the construction of socialist modern agriculture and the implementation of the rural revitalization strategy, with the help of effective water-saving measures, improve the utilization rate of water resources, provide a good environmental guarantee for agricultural development, effectively guarantee the normal use of water-saving irrigation projects, agricultural water conservancy construction in promoting agricultural development to play a more obvious role. An important foundation for promoting social and economic growth. On the basis of actively improving the management procedures and supervision institutions, and improving the water conservancy system, the relevant units take the integrated management of water conservancy projects as the basis, and the adjustment and improvement of water conservancy and irrigation mode as the top priority to focus on. This paper introduces the common irrigation mode of irrigation water conservancy, and puts forward suggestions and methods on how to achieve the purpose of saving water and reducing consumption on this basis, hoping to promote the current agricultural development and construction.

## Keywords

farmland water conservancy irrigation; water-saving measures; water-saving technology

## 农田水利灌溉模式与相应节水措施探讨

程言林

汉阴县应急救援技术中心, 中国·陕西 汉阴 725100

## 摘要

中国是一个农业大国, 有着悠久的农业发展历史, 农业在国家经济发展体系中具有举足轻重的地位。随着过去几年中国工业化、城镇化的快速发展, 以及区域自然环境、水资源污染等因素的影响。特别是在当前建设社会主义现代化农业、实施乡村振兴战略的关键时期, 借助有效的节水措施, 提高水资源利用率, 为农业发展提供良好的环境保障, 切实保障农田水利灌溉节水工程的正常使用, 农业水利建设在促进农业发展中发挥更加明显的作用, 促进社会经济增长的重要基础。在积极完善治理程序和监督机构、完善水利体系的基础上, 相关单位把水利工程一体化管理作为基础, 把调整提升水利灌溉模式作为重中之重来抓。论文就农田水利灌溉常见的灌水模式进行介绍, 并就如何在此基础上达到节水减耗的目的提出建议和方法, 希望能对当前的农业发展建设起到推动作用。

## 关键词

农田水利灌溉; 节水措施; 节水技术

## 1 引言

尽管中国水利工程水资源储量占多数, 但由于水资源分配不均、水资源遭到破坏等各种因素的影响, 可利用水资源和人均饮用水的短缺, 严重影响中国农业生产增长的一个重要原因就是水资源问题。特别是在建立社会主义现代化农业的进程中, 新型水资源供需矛盾日益突出, 当前农业产业发展和农业经济社会发展面临的巨大挑战日益凸显<sup>[1]</sup>。在这种水资源发展的形势下, 加强农田水利灌溉技术的探索, 加

强节约用水的办法, 就显得格外重要。

## 2 农田水利灌溉模式概述

就中国当前农田水利建设工作而言, 农田水利灌溉工作过程中, 大致有三种模式:

### 2.1 渠道防渗灌溉模式

所谓管道防渗灌溉系统, 即每一条环节输出管道, 均加以严密的防渗管理, 由此可降低管道输水流失率, 增加自然资源的利用率。从应用实际出发, 这种防渗灌水方法, 既能够合理减少自然资源损失, 又能够合理调节地下水位。从目前来看, 省内农田水利开发进程中, 这种灌水方法使用十

【作者简介】程言林(1972-), 男, 中国陕西汉阴人, 高级工程师, 从事水利施工管理研究。

分普遍,在未来农业浇灌节水方面的应用发展前景将非常广阔。在实际工作中,灌溉渠道防渗漏模式功能的合理实现,可以直接采用高强度橡胶薄膜作为农业灌区干流、支流模筑衬砌方式,这可以有效减少漏失率。

## 2.2 喷灌模式

农田水利浇灌所使用的喷灌方式,是指利用泵或相应装置,对灌溉水的利用效率加压处理,并在雨水流入管路之后,再利用喷水把加压的灌溉水利用率均衡地喷洒起来,从而达到农田水利浇灌之目的。从喷灌方式的使用效益上而言,既能够节约大量人力、物力和资金,又能够对耕地实施均衡喷灌,灌溉效益也十分可观。从目前使用的喷洒技术方式来看,目前使用比较普遍的是全移动和固定两个管线方式,其中以固定喷灌方式运行更为简单,同时其效益也相当好。但是,该种浇灌方式也存在着本身的弊端,如前期的设备投入相当高;对全移动管道系统来说,尽管其有效使用率较高、投入较少,但需要的劳动强度相当高,同时配套设施必须经过长时间的维修与养护。这种灌溉方式有着其本身的应用优势,但面临着若干困难与缺点,具体使用实践中,必须针对需要的农田性质,正确选型,才能合理充分发挥其功能。

## 2.3 低压管道灌溉模式

所谓低压水管浇灌模式,就是通过水管形式,把灌溉水直接运送至农田地头,对庄稼实施浇灌。就这种浇灌模式来说,其实际使用过程中,主要使用了泵、输浆管、水源,以及辅助装置和配水设备等,其使用效益非常明显,并且具有一定的使用优点,例如能够合理节约劳动力、方便管理。与此同时,在使用低压水管进行农田灌溉过程中,能够达到渗漏、蒸发效应。有关统计资料表明,低压水管灌溉模式的使用,可以使输水效果达到90%,这种灌溉模式在北方许多地区获得了有效运用。

## 3 农田水利灌溉中实施节水措施的重要意义

### 3.1 采取节约用水措施有助于减少农业用水供需矛盾

水是生命之源。水资源开发问题与农业建设密不可分,事关中国农业长远利益。从21世纪开始,随着全球人口增加、社会经济高速增长和全球气候变化,全球范围的饮用水短缺问题愈演愈烈。中国人均饮用水严重短缺,在全球排名靠后,与现阶段中国水资源开发情况不一致的还有严峻的自然资源浪费污染和利用率低下情况,这无疑加剧了中国饮用水的供求矛盾。与此同时,饮用水问题已成为影响地区的经济、环境可持续发展的障碍,有效缓解饮用水问题、减少使用供求矛盾是中国农业建设亟待解决的课题。通过相应的节约用水政策,可以在节省自然资源、增加自然资源效益的同时,有效减少农业用水供需矛盾。

### 3.2 节约用水政策的制定有助于促进中国节约用水科技的研究发展

在中国常规的耕地水利灌溉建设中,大水漫灌是常用

的灌浆方式。在这种粗放式灌浆模式的长远环境影响下,耕地农作物增长、土地健康循环及其自然资源利用率均受很大影响。长时间采用这种灌浆方式易导致耕地土质板结、土地盐碱化、沼泽化和土壤侵蚀,不利当前耕地的可持续开发。相应的节水措施可以在有效改变这一浇水状况的同时,进行耕地浇水科技的创新性发展,如土壤咸水、废水的改造利用技术开发,微灌、滴灌、喷灌技术开发等。由于近年来农业现代科技的迅速开发,中国农田水利浇灌科学技术获得重大成就,如土面浇灌技术的改进应用及其低造价喷灌、滴灌的开发,管网输水灌溉措施的采取等,均极大地提高了农田水利浇灌效益。

## 4 当前农田水利灌溉工程中存在的问题

在中国农业兴盛的历史长河中,中国对农田水利事业始终高度重视,支持农田水利事业的力度越来越大,也取得了一定的成绩。但由于近年来世界天气变化和极端气候的影响,在农田水利项目建设过程中也不断出现规模不大、结构不合理、不能有效发挥应有作用等问题,导致中国农产品供需矛盾较大。上述问题严重影响了广大农民群众的饮食起居和农业生产。现在正在进行的农田水利灌溉工程建设中,部分工程老化严重,效益降低,原因是工程工期较长,施工技术人员有限,设备未进行系统维护。正因为这些问题,导致中国部分地方农田水利工程设施的蓄水浇灌力量欠缺,无法适应本地农田生产灌溉需要<sup>[2]</sup>。与此同时,中国部分地方还出现农田水利设施修建落后、基础硬件设备不足的状况,无法适应本地农业生产生活的基本需要,甚至对部分农业经济蓬勃发展形成蝴蝶效应,导致部分地方经济社会发展水平不高,经济发展滞后。

## 5 农田水利灌溉节水措施

### 5.1 以可持续发展理念为指引,完善节水体系建设

从当前的农业灌溉模式出发,无法根本改变水分亏缺状况,实际中为了可以达到抗旱保收、增加食物产量的目的,继续打井,甚至使用灌溉多余的水资源增加浇灌规模,这不能构成严格意义上的节能减耗。面对这种问题,必须始终以可持续发展理念为指引,以更加宽广的视野去思考和协调农业节约用水事宜。从根本上来说,农业节约用水是一项工程,同时又是一项问题,不但关乎着种植业结构调整,同时还关乎着承包责任制、产业结构转变以及种粮食效益和最广大人民群众的切身利益等。所以,要想有效克服实施中出现的问题,必须联系多个部门,使他们统筹协调,充分考虑制约现代农业省水的各种因素,立足现实,建立切实可行的农业节水管理制度,以实现当前农业经济社会的高速发展。

### 5.2 通过科学规划设计,促进高效节水项目的建设实施

对于农田水利灌区工程建设而言,在全面系统研究理论的基础上,掌握可供水资源状况及其供水变化规律,地下

水资源开发利用一般有本区拦蓄和区外引水两个方面。农业灌溉计划是农业综合发展土地整治工程总体方案中的重点规划之一,要求降低能耗、节约成本、便于管理。增加运行保证率,实现农业灌溉最佳工程设计选型配套上的科学化和合理化,具体对策重点有如下几个:其一是农田要决定灌区工程建设规模,建立适应现有河网地下水系统。其二,灌区工程建设规模要适应客观现实和适应趋势,构建起现阶段最优农业灌溉模型。就灌区工程的地下潜水层而言,如调节蓄水一般,补给量来自雨水、管道和排水沟泄漏。区外土壤对其提供侧向补充,而该区的土壤则对其提供越层补充、人工回灌;蓄水的耗费,也一般是指天然蒸发的提取与出流。上述二类水源一进一出,进行统筹调整,比如通过区域平衡方法对其进行平衡分析;在合理开发布局的基础上,来决定开发力度,或是通过补给形式、开发力度等各种因素,来具体制定范围内的合理开发计划,从而对其作出科学合理的布局。以冲积平原地为例,在地面水位相应较高或外引水源地的可靠性相应较低时,需要开展井灌,采用以井补渠的方法;一旦地下水超采较为突出,则需要尽量减少使用,同时对上下游引水实施统筹管理,建设水库系统工程,以及使用河道源头返回地下水。即便在单一灌区范围内,地下水、土壤水的动态变化规律,存在着很大的区别。上游,井、沟结合,渠是主要的部分;下游,井、沟结合,井为主要的组成部分。

### 5.3 立足实际,采取切实可行的节水灌溉方法

现代农田水利浇灌过程中,应当因地制宜、立足实用,正确选用针对性的灌溉方法,唯有如此方可达到合理灌水的目的。近年来,由于新社会经济的迅速发展,各类先进科学技术在农业中也获得了越来越普遍的运用,而传统农业灌溉手段也已无法充分适应新农业经济的发展需要。要全力推进高效农业节水灌溉工程实施,积极引入和革新国际先进的节

水工艺技术势在必行。目前而言,立足实用、合理经济的高效节水技术主要有以下几类形式:第一类是生物工程技术应用基础上的灌溉调控技术,第二类是生物3S工程技术应用基础上的节水工程技术。就实际使用效益而言,不管哪一种技术手段,都能显著提升农业节水灌溉效益,从而推动了新农业经济社会的高速发展,促进了新农业经济发展。从可以选择的具体技术方式来说,除以上多种灌水方式外,还可选择微灌、以步行方式灌水等方式。而就微灌的技术设备来说,在实际使用过程中,可以合理减少农业用水损耗,从而增加农业水资源的使用率,以达到节能降耗之目的。微灌技术装备,主要包括了灌水控制体系和管网式输水装置;其中,微灌技术装备,既可布设在地表上,又可布置于地下水,节约效益更是十分可观<sup>[1]</sup>。就步行式滴灌设备来说,它拥有设备拆装、使用操作简单的优势,在浇灌过程中使用简易的动力设备可以大大提高浇灌质量、节省有限的自然资源,同时这也是自然资源缺乏地区比较实用的方法。

## 6 结语

水资源管理是实现国家农业健康和可持续发展的关键条件,关系中国农产品健康发展,关系中国农业水资源灌溉节水技术及其节水方法的普及。要根据现阶段全国农田水利灌溉建设情况,在进一步提高城镇水资源利用率的同时,针对当地水资源及农业利用、促进农业可持续发展等方面,提出切实可行的节水政策。

### 参考文献

- [1] 冯俊玲.农田水利灌溉模式与相应节水措施探讨[J].建筑工程技术与设计,2017(6).
- [2] 洒鹏腾.农田水利的节水灌溉措施探讨[J].南方农业,2018(9):188-189.
- [3] 李虹.农业水利灌溉模式与节水技术措施应用研究[J].农民致富之友,2017(3):291-291.