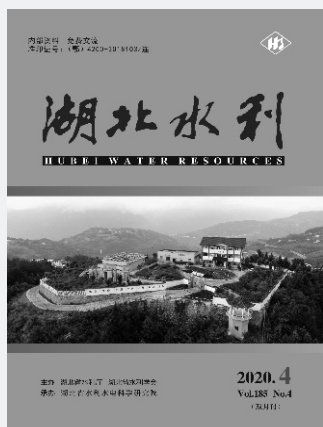




内部刊物 免费交流

双月刊

(1984年复刊)

2020年第4期·总第185期

## 编委会

主 任 徐少军

副 主 任 刘文平 袁俊光 陈建华  
杨金春 江炎生 黄介生  
周宜红 李瑞清

委 员 (以姓氏笔画为序)

王小毛 王文凯 王云鹏  
王述海 王 煌 方勇生  
付冬勇 伍靖伟 向亚红  
刘克清 刘峻岭 刘家君  
刘家春 江 浩 孙国荣  
李典庆 李春生 肖迪松  
肖贵清 吴遵雄 宋 平  
张小高 张 铁 张笑天  
张海川 陈祖梅 周用华  
郑 杰 郑治军 胡焕发  
姜俊涛 姚海滨 袁达燧  
徐自发 高 山 高红民  
郭棉明 程国银 程原升  
焦 俊 靖泽文 廖 炜  
熊 渤 潘 颖 戴柱新

主 编 李瑞清

副 主 编 王云鹏 王 煌 帅移海  
关洪林(常务) 熊卫红  
翟丽妮

责任编辑 姚 玲

印 刷 武汉科源印刷设计有限公司

# 目 次

## 抗灾减灾

白蚁穿透堤坝防渗墙为害原因探究……………高明亚 章 新(1)

## 设计与施工

拾桥河超大型闸门的方案设计比选

……………王业交 吴传惠 罗 华,等(4)

高压闸门水封的研究现状与应用实例

……………杨 威 罗 华 吴传惠,等(11)

龙背湾水电站超大型水库放空阀设计

……………胡新益(15)

碾盘山智能水电厂体系架构研究

……………刘 伟 刘学知 梅 岭,等(19)

机组发电耗水率测试技术在水电站发电效益中的应用

……………胡鹏玉 曹增龙 张卫军,等(24)

## 水利管理

湖北省水利厅文件交换系统建设与思考

……………李 进 付冬勇 黄碧梅,等(28)

宜都红花套大溪库区的精准扶贫之路……………李广彦(31)

## 饮水安全

实施城乡一体化建设 高质量保障饮水安全……………陶家顺(34)

## 政策解读

《湖北省生产建设项目水土保持监督管理办法》解读……………(36)

## 水文化

提气养神,回味悠长——水与饮食

……………李红光 马 凯 程 麟(39)

## 简 讯

省国家水资源监控项目(二期)顺利通过水利部评估……………(18)

全省非法采砂整治案例获“湖北省十大法治创新案例”提名奖

……………(23)

水利补短板就是算大账 算长远账……………(30)

省水利厅召开全省小水电清理整改工作视频会……………(46)

## 水利课堂

农田基本建设……………(27)

节水灌溉……………(33)

灌溉系统……………(35)

地址:武汉市珞狮南路286号

邮编:430070

电话:027-87608947

E-mail: hbsl666666@163.com

网址: www.hbwri.cn

准印证号(鄂)4200-2018103/连

# HUBEI WATER RESOURCES

2020.4

Aug.2020

( Serial No.185 )

## CONTENTS

|                                                                                                                                                                    |                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Study on the Causes of Termites Penetrating the Seepage Wall of Levee.....                                                                                         | Gao Mingya ,Qinxin(1)                         |
| The Comparison and Selection of the Design Scheme of Shiqiao River Super Large Gate<br>.....                                                                       | Wang Yejiao,Wu Chuanhui,LuoHua,et al(4)       |
| Research Status and Application Examples of High Pressure Gate Water Seal<br>.....                                                                                 | Yang Wei,Luo Hua ,Wu Chuanhui(11)             |
| Design of Vent Valve for Super Large Reservoir of LongBeiwan Hydropower Station.....                                                                               | Hu Xinyi(15)                                  |
| Research on the System Architecture of Nian Pan Shan Intelligent Hydropower Plant<br>.....                                                                         | Liu Wei,Liu Xuezhi,Mei Ling,et al(19)         |
| Application of Water Consumption Rate Measurement Technology in Hydropower Station<br>.....                                                                        | Hu Pengyu,Cao Zenglong,Zhang Weijun,et al(24) |
| Construction and Consideration of Document Exchange System in Hubei Water Resources Department<br>.....                                                            | Li Jin,Fu Dongyong,Huang Bimei,et al (28)     |
| Precise Poverty Alleviation in the Honghua Tao Daxi Reservoir Area in Yidu.....                                                                                    | Li Guangyan(31)                               |
| The Implementation of Integrate Urban and Rural Areas to Ensure the Safety of Drinking Water<br>.....                                                              | Tao Jiashun(34)                               |
| Interpretation of Measures of Hubei Province for the Supervision and Administration of Water and Soil<br>Conservation in Production and Construction Projects..... | (36)                                          |
| Holding Breath Resting to Restore Energy, Long Aftertaste—— Water and Food<br>.....                                                                                | Li Hongguang,Ma Kai,Cheng Lin (39)            |

Sponsored by

Hubei Provincial Bureau of Water Resources  
Hubei Provincial Society of Water Resources

Edited by

Editorial Department of Hubei Water Resources  
286 Luo shi Road, Wuhan 430070, China

Director of Editorial Board

Chen Bin

Chief Editor

Xu Shaoyun

( 严 谨 译 )

## 抗灾减灾

## 白蚁穿透堤坝防渗墙为害原因探究

高明亚 覃 新

(湖北省水利厅 武汉 430071)

**摘 要** 通过白蚁防治挖巢的具体案例,探讨了白蚁穿过堤坝防渗墙为害的真实原因,反思了水利工程在设计和施工方面存在的问题,分析了堤坝防渗墙工程质量对蚁道形成的影响,指出了白蚁防治工作应贯穿水利工程设计、施工和运行管理全过程的重要性。

**关键词** 白蚁危害;防渗墙;工程质量;设计施工

2020年4月,在水利工程白蚁危害普查过程中,发现某河流堤段内坡上有多处泥被泥线,技术人员将此处列为重点跟踪目标;5月下旬再次检查时,发现该处内坡上部有多处移殖孔,外坡堤肩处也有少量移殖孔,并判断该处可能为贯穿型重大白蚁危害点,将其纳入治理计划。为了尽快消除蚁患,恢复堤身,保障防汛安全,6月,经过分析研究,决定破碎堤顶混凝土路面,在迎水面先采用机械开挖,临近防渗墙时再采用人工开挖,通过进一步追挖,最终成功挖除白蚁主巢并将蚁王蚁后彻底灭杀。

白蚁危害堤坝本是很常见的现象,因为很多堤坝是土质结构,宜于白蚁生存。但该堤段经过除险加固并修筑了防渗墙,白蚁是如何穿透厚重坚固的防渗墙,又是怎样在堤身内自由穿行的;究竟是白蚁本领超强,还是防渗墙本身存在缺陷或质量问题,这是值得深入探究的问题。

## 1 问题提出

这次堤防白蚁治理采用的是水利工程白蚁防治措施中最为常见且最有效的挖巢灭治方法。值得关注的是,本次白蚁挖巢灭治现场与以往白蚁危害堤坝的现象有所不同,主要在于白蚁蚁道穿过了堤内防渗墙,贯穿了整个大堤(图1),这在水利工程白蚁防治中是极其罕见的。

现场观测发现,该处防渗墙内坡侧共找到5个深入防渗墙的蚁道,外坡侧有6个深入防渗墙的蚁

道,且位于水泥土搅拌柱状桩的搭接处,呈3排垂直排列,其中2个蚁道在防渗墙中汇合。此类危害,不仅贯穿了整个堤身,还破坏了防渗墙的防渗能力,给堤防防汛造成了巨大的安全隐患,必须引起高度重视。

## 2 深度剖析

### 2.1 水利工程白蚁挖巢灭治技术

水利工程白蚁防治工作,一直以来都是水利工程建设和管理的一项基础性工作,主要是通过综合普查防治,消除工程险情隐患,保障工程安全运行。如果检查发现有白蚁活动迹象,就要认真分析,采取行之有效的措施加以灭治,挖巢法就是其中最常见也是最直接有效的方法之一。专业技术人员通过检查堤坝附近白蚁活动迹象,研究移殖孔的分布情况,判断白蚁出入蚁道,然后人工追踪蚁道挖掘,直至挖取主巢并灭杀蚁王蚁后。本案例就是一个典型的水利工程白蚁防治挖巢灭杀过程。

### 2.2 深层搅拌桩防渗施工工艺

有经验的白蚁防治专业人员都知道,白蚁一般是不太可能也不愿意去直接穿透坚固的堤坝防渗墙。在本案例挖巢现场,通过检查证实了白蚁的确不是直接洞穿坚实的防渗墙体,而是在防渗墙桩柱搭接处,开筑蚁道,洞穿防渗墙。

为了进一步探究真相,查阅该堤段除险加固防渗墙工程的设计和施工资料显示,此段堤防是采用深层湿喷搅拌桩技术,在堤身中单排布孔,搅拌压浆

成桩构筑的防渗墙。

深层搅拌桩是利用水泥作为固化剂的主剂,通过深层搅拌机械在地基深部就地将原位土和固化剂强制拌和,由于固化剂和土粒之间产生一系列物理化学反应,便形成水泥土桩柱体,从而提高地基的强度。在施工方法上,分为单轴、双轴和三轴搅拌桩。按其使用加固材料的状态,可分为浆液搅拌法湿法和粉体搅拌法干法两种施工类型。这种施工工艺在水利工程实践中形成了一套较为成熟的深层搅拌桩防渗技术,通过采用不同钻头和排列组合进行搅拌,形成柱状、壁状、格栅状等水泥土固结体,从而达到加固和防渗的作用,因此被广泛应用于水利工程堤坝的防渗加固处理中。在本案例中,搅拌桩防渗墙工程使用的是 P·O42.5 普通硅酸盐水泥,配制浆液

水灰比控制在 1:0.5 ~ 1:2,按施工工序下钻压浆拌和,最后固结成防渗墙,成墙厚度 50 cm,最小不低于 30 cm,强度设计值控制在 1 ~ 5 MPa。

2.3 防渗墙蚁道形成原理与现场

首先,白蚁穿透的不是通常说的混凝土防渗墙,而是水泥土防渗墙。通常的混凝土主要使用水、水泥、砂和碎石,通过一定配比搅拌后的凝固体,最关键的是不含土粒,其抗压强度和防渗防腐能力都远远大于这种水泥土;其次,案例中的白蚁蚁道贯穿了堤坝,但在穿越水泥土防渗墙时,不是直接在相对坚实的墙体上挖掘蚁道,而是在相邻的桩柱搭接不足处或钻机垂直导向偏斜的间隙处下手(图 2),实际上是“避实就虚”,这就与白蚁在普通土质堤身中开筑蚁道的难度差别不大了。

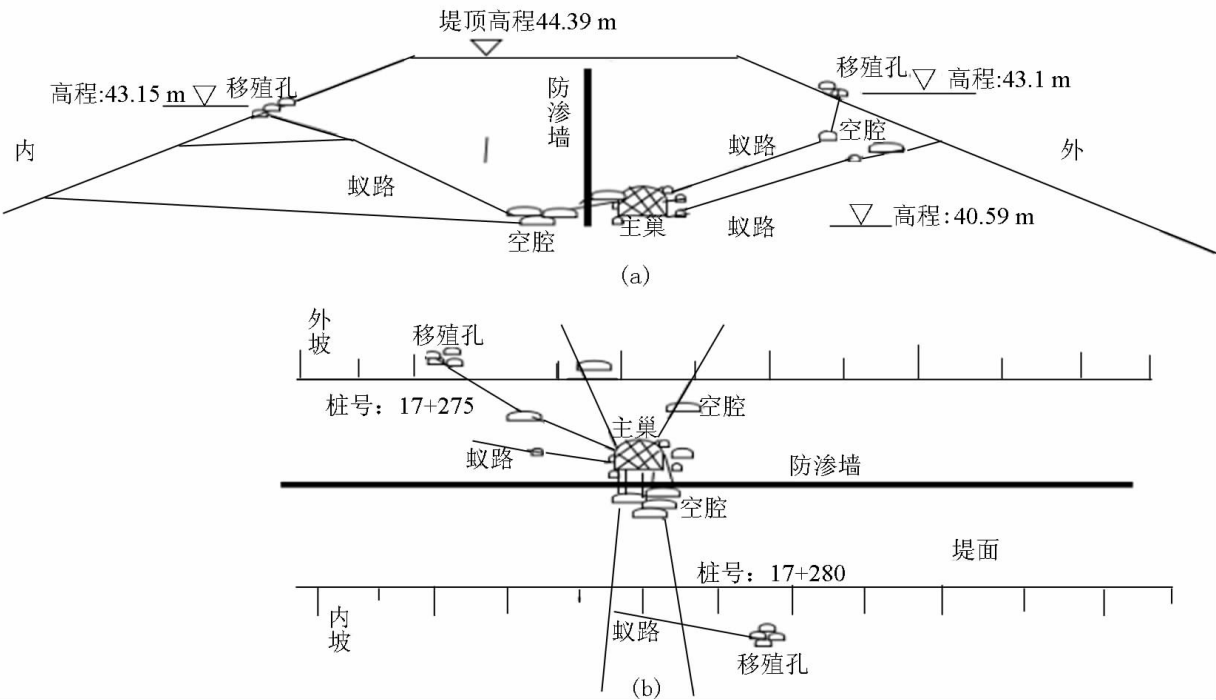
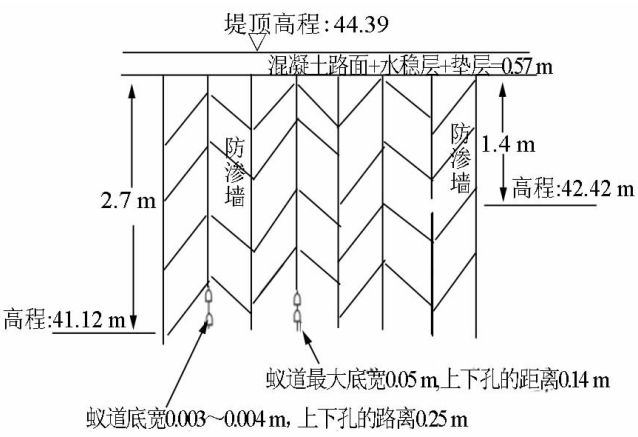


图 1 白蚁危害分布示意图



(a) (b)  
图 2 防渗墙蚁道分布示意图(a)和蚁道现场实景(b)

白蚁族群经过千百万年的进化,练就了自身的看家本领,它能感知由于防渗墙孔洞间隙形成渗漏造成的土壤干湿差异和渗压趋向,并且不懈地探寻,从而准确地在搅拌桩搭接的间隙处开筑穿墙蚁道;反过来,可以认为正是因为水泥土搅拌桩防渗墙存在质量缺陷和薄弱环节,才使白蚁有机可趁,成功洞穿防渗墙并贯穿整个堤身。

2.4 深层搅拌桩施工工艺与成墙质量

在施工中,深层搅拌桩施工控制是成墙质量的重要环节,而严格遵从施工工艺规范和技术参数则是成墙质量的关键。从搅拌桩施工工艺和成桩效果来看(图3),成排下钻固结成墙,从设计、材料和工艺过程方面都有严格的规范要求。比如,浆液的制备与输送、施工钻孔前测放轴线和桩位、搅拌桩机下钻的偏斜率、输浆及停浆的时间、搅拌轴下钻提钻的

速度、喷浆压力以及工序、移位等等环节,都会影响最后成桩成墙的质量。

2.5 防渗墙工艺质量对蚁道形成的影响

对比图4两种深层搅拌桩防渗墙,从设计、施工和质量角度来看,形成了鲜明的反差效果,最显著的外观差异就是搅拌桩的搭接宽度不同。类似图4-b所示的成桩效果,工程质量显然不尽人意。

深层搅拌桩成墙效果除设计参数差异之外,施工工艺和过程控制对成墙质量的影响也非常大。钻孔布置尺寸间隔和下钻垂直偏斜率偏大,是造成桩柱间搭接不够紧密、桩柱倾斜、上下有间隙的主要原因,并且也难以能保证设计要求的最大成墙厚度。俗话说:苍蝇不叮无缝的蛋;其实白蚁也穿不过无隙的墙,而图4-b这样的防渗墙对白蚁开筑蚁道来说,其阻碍也就形同虚设。

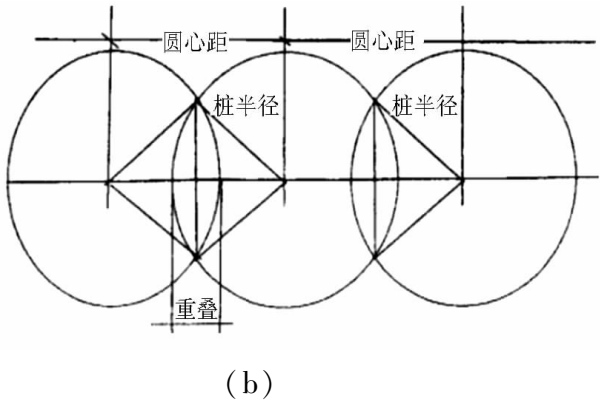
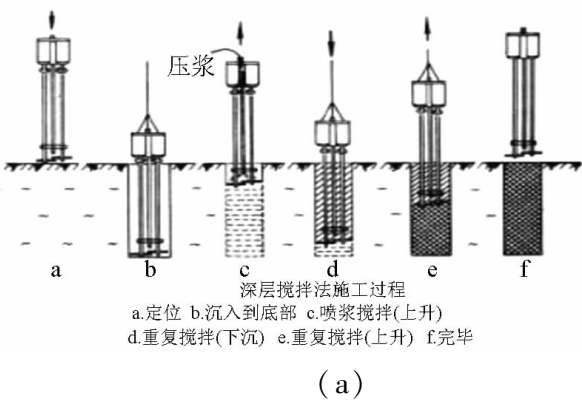


图3 深层搅拌桩施工示意图(a)与桩柱示意图(b)



图4 标准(a)与不达标(b)深层搅拌桩防渗墙对比

3 讨论

3.1 深层搅拌桩质量对防治白蚁至关重要

从表面看,利用深层搅拌桩防渗技术加固堤坝只是一种修筑堤坝防渗墙的施工工艺,白蚁防治挖巢也是堤防治理蚁害的常用方法,两者之间似乎毫

无关联,但通过对白蚁挖巢现场的深入探究,揭示出两者相互影响的必然联系。在白蚁危害严重的地区,不仅会给白蚁防治工作增加难度和成本,还会加大堤坝渗漏的机率和程度,既达到不水利工程应有的防渗要求,也起不到通过工程措施隔离白蚁危害 (下转第38页)

## 设计与施工

## 拾桥河超大型闸门的设计方案比选

王业交 吴传惠 罗 华 丛景春 马 骥

(湖北省水利水电规划勘测设计院 武汉 430064)

**摘 要** 鉴于引江济汉工程拾桥河左岸节制闸的工程任务、特定条件、运行管理等要求,对其门型研究十分必要。拾桥河左岸节制闸孔口宽度为 60 m,闸门有防洪和航运要求。由于闸门孔口宽度较大,工作闸门采用对开弧形钢闸门型式,弧门半径 45 m,采用单根钢丝绳双向出绳的绳鼓卷扬式启闭机操作,启闭机容量为 800 kN;检修闸门采用横拉闸门,采用 150 kN 卧式液压启闭机操作。

**关键词** 引江济汉工程;大型闸门;拾桥河;启闭机

引江济汉工程是南水北调中线汉江中下游综合治理四项工程之一,该工程的主要目的是将长江水通过人工渠道引入汉江,补充因中线从丹江口水库调水后汉江中下游的水源不足,避免产生严重的生态问题。该工程以调水为主要目的,兼顾航运,拾桥河枢纽左岸节制闸按限制性Ⅲ级航道、1 000 t 级双排单列一顶二驳船队的标准设计,在拾桥河与引江济汉主干渠交叉处设置通航孔,其单孔净宽 60 m。通航孔配设闸门,主要承担防御拾桥河洪水、满足上下游干渠检修的任务。为此,超大型闸门设计成为本工程一大技术难点。

## 1 方案提出

### 1.1 闸门类型选择

拾桥河左岸节制闸要求 60 m 宽航道内无碍航水工建筑物,通航净空为 8.5 m。通航孔配设工作闸门,要求有检修条件。根据拾桥河左岸节制闸的工程任务、特定条件、运行管理等要求,对门型的研究十分必要。在水利工程中应用的闸门门型较多,而大跨度的闸门相对较少,从国内外工程闸门实例来看,没有重复案例。通过对国内类似已建工程的了解,江苏常州新闻防洪控制工程“一字型”浮箱式钢闸门孔口净宽 60 m,南京市外秦淮河整治工程三汊河口闸护镜闸门孔口净宽 40 m,常州钟楼防洪控

制工程超大型平面弧形双开闸门孔口净宽 90 m,上海苏州河河口水闸工程大型翻板闸门孔口净宽 100 m,合肥市塘西河河口闸站枢纽工程立轴式双向旋转闸门孔口净宽 30 m,闸门宽度 50 m。各项目的工程任务、特定条件、运行管理要求均不相同,因此闸门需要进行不同类型选择和创新。

### 1.2 门型方案比较

在拾桥河门型的初设过程中,通过 3 个方案的比较,推荐采用平面对开弧形钢闸门,双向挡水;该门型为介于三角闸门和横拉门之间的一种新型闸门,目前全国类似的门型仅有一例。推荐方案能够满足防洪、航运、检修功能,60 m 航道内无妨碍通航的水工建筑物,河面通透,对通航运量和速度无影响,闸孔上方无高大建筑物,没有通航高度的限制,布置简洁,与相关建筑物的布局及周围环境相协调。闸门设计工况组合如表 1。

## 2 方案设计

### 2.1 闸门平面布置

闸孔宽度 60 m,采用 1 孔平面对开弧形工作闸门,由 2 台容量为 800 kN 固定卷扬式启闭机操作,并配设 2 扇横拉式平面检修闸门(孔口宽 4.7 m,闸门高 5.0 m),检修闸门采用 150 kN 卧式液压机操作。闸门平面布置如图 1。

表1 拾桥河闸门设计工况组合

| 设计工况    | 拾桥河(m)          | 引江济汉干渠(m)  | 底槛高程(m) | 设计水头差(m) |
|---------|-----------------|------------|---------|----------|
| 防洪/正向挡水 | 校核洪水位 33.45     | 相应水位 31.21 | 26.17   | 2.24     |
|         | 设计洪水位 32.84     | 相应水位 30.70 | 26.17   | 2.14     |
| 退洪/反向挡水 | 闸上水位 30.50      | 闸下水位 31.24 | 26.17   | -0.54    |
|         | 闸上水位 30.50      | 闸下水位 31.92 | 26.17   | -1.42    |
| 防洪/闭门   | 闸上水位 31.92      | 闸下水位 31.42 | 26.17   | ≤0.50    |
| 退洪/启门   | 闸上、闸下水头差小于 0.50 |            | 26.17   | ≤0.50    |
| 检修/双向挡水 | 一侧水位 30.50      | 一侧无水       | 26.17   | 4.33     |
| 检修/启闭   | 闸上水位 30.50      | 闸下水位 30.00 | 26.17   | ≤0.50    |

注:检修工况指左岸节制闸上、下游引江济汉干渠检修。

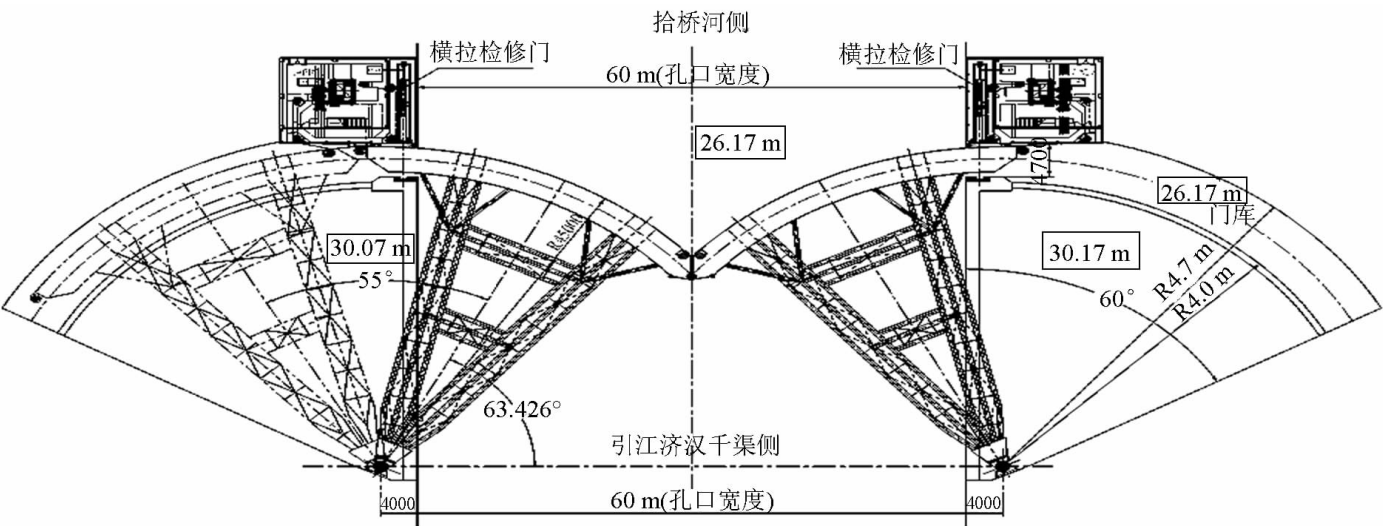


图1 闸门平面布置图

2.2 闸门及启闭机设计和结构

采用对开弧形钢闸门,共1孔,通航孔口净宽60 m,底槛高程26.17 m。对开弧形工作门由2扇弧形闸门组成,沿闸纵轴线对称布置,2个支铰装置分别布置在左右两岸,弧门各自绕支铰在水平面内转动。单扇弧门面板外缘半径为45 m,弧门外侧面板总弧长40 m,门高8.9 m,支铰中心距闸孔边墙5 m。通航时,闸门转动至门库内,门库为扇形状,对称布置在河道两岸。拾桥河侧的校核洪水位33.45 m、下游相应为31.21 m,闸门设计水头差2.24 m,单扇弧门总水压力4 656 kN;干渠检修水位30.50 m,下游无水,闸门设计水头差4.33 m,单扇弧门总水压力3 164 kN。

门体主材Q235B,为增加闸门的整体刚度,保证满足规范要求,保证闸门止水的可靠性,门叶整体采用箱型结构,但门叶在水中必然产生浮力。因此,可利用门体内的部分空箱作为水舱,部分空箱作为设备舱,通过内置充排水系统调节舱内充水量,控制闸门

对轨道的下压力,减小闸门启闭运行时的摩擦阻力。

闸门在水平面内设双支臂结构,为尽量避免支臂长期浸没水下,设计中尽可能地将支臂和支铰高程抬高,支铰高程为32.67 m。支臂是传力的唯一体系,也是闸门安全运行的保障。由于支臂长细比较大,为解决支臂刚度和失稳问题,其截面采用稳定的三角形桁架结构,支臂在面板系受力段沿总水压力作用线对称布置,采用3根φ520 mm×18 mm钢管组成的等腰三角形桁架格构杆,下面两根钢管最大中心距3 m,上、下钢管中心距端部3.0 m,跨中3.3 m。3根φ520 mm之间的联系弦杆采用φ245 mm×15 mm钢管,两个支臂单元之间设两道格构连接杆以提高支臂的刚度和整体稳定性。

闸门挡洪时,由于在支铰位置不仅要承受较大的径向力,也要承受一定的轴向力,支铰最大径向力为4 656 kN,最大轴向力约370 kN(主要由支臂的自重引起的)。因此,支铰采用自润滑球关节轴承,轴

的直径 600 mm,材质为 45 钢,铰座和铰链的材质为 ZG310-570。支铰在水平面内的最大转动角为  $55^\circ$ ,支铰中心距底槛高度为 6.5 m,安装高程 32.67 m。

为满足闸门双向挡水的需要,侧止水和中缝止水采用双 P 头,底止水采用双 L 形止水橡胶对称布置,侧止水、底止水和中缝止水形成一道密封圈。闸门门叶的底部支承型式采用弧面滑块,工作曲面半径 300 mm,为自润滑复合材料。由于弧门埋件长期淹没水下,检修困难,为避免埋件锈蚀,同时也为了减小门底滑块对底槛的摩擦阻力,弧门埋件的表面采用复合钢板(1Cr18Ni9Ti/Q235B),钢板表面为不锈钢复合层。因单扇闸门结构重量达 600 t,如果不采取其他措施而直接启门,其启闭力将达 2 000 kN,导致选择启闭机十分困难。因此,通过对门体内的充、排水调节,控制闸门作用在滑块上的总下压力,以尽量减小滑块运行过程中的摩擦阻力,从而选择合适的启闭容量,初步确定滑块上的总下压力控制在 1 000 kN 左右,必要时可进行调整。

鉴于闸门静水启闭时最大启闭水压差不能超过 0.5 m。根据本闸门的结构型式,启闭机型式最终选定绳鼓卷扬式启闭机。绳鼓卷扬式启闭机采用单根钢丝绳双向出绳的方式,双向卷筒使一根钢丝绳收而另一根钢丝绳放,钢丝绳通过转向滑轮的定位和导向,从而完成对平面弧门的启闭操作。

绳鼓卷扬式启闭机每侧各设 1 台,容量均为 800 kN,启闭机运行速度为 1 m/min,钢丝绳直径为 60 mm,运行绳长约 45 m,闸门绕支铰由门库转至挡水位置约需 45 min。因钢丝绳较长,可通过配重进行约束,解决钢丝绳松弛的限度问题。启闭机设在上游侧的平台上,高程为 34.87 m。

为尽可能减小启闭力,拟采用两种措施清淤:

一是门体内配备高压水枪,沿门端部方向进行喷射;二是改变闸门底部端头结构,使其自然形成一套犁形挤淤装置。

闸门平常存放在旁边的扇形门库内,防洪或河道检修时启用。因受该门型限制,闸门长期浸泡在水中,给检修维护带来一定的困难,故将闸门支臂设在门高的上半部,其下面两根钢管的中心线高程为 31.57 m,而最低通航水位为 29.37 m,因而可以考虑在闸孔口两侧各设一道混凝土边墙,边墙顶部高程为 30.97 m,离支臂下部的净空为 340 mm,以保证边墙顶部混凝土不干扰支臂在水平面内的旋转,边墙上游端弧形门叶通行处设宽 4.7 m 的通道,并设置

检修闸门,检修闸门平时放置门库内,以免干扰工作闸门的正常运行。当枯水期(11~2月)弧形工作门需要检修时(水位不高于 30.57 m,水深不超过 4.4 m),将检修闸门推出封闭门库通道,通过水泵将门库内的水抽干,满足工作闸门的无水检修条件。

## 2.3 超大型平面对开弧形闸门

### 2.3.1 闸门结构及支臂动力稳定性

通过有限元模型分析计算闸门结构静动力特性,并与模型试验结果进行对照。根据模型试验及计算分析成果,论证闸门运行的可靠性及适宜的运行条件。

(1)有限元分析模型。显示单元形态的有限元模型如图 2 所示。

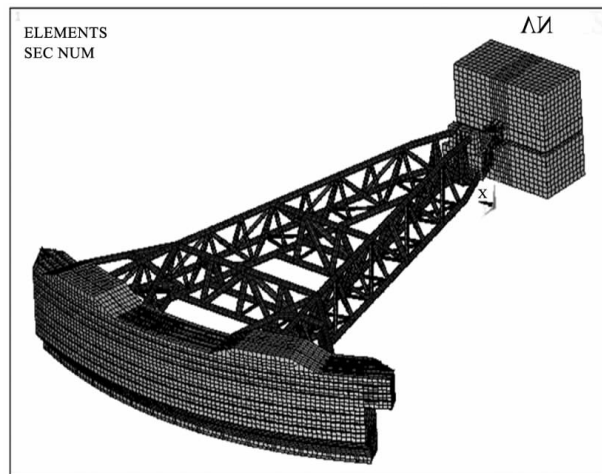


图 2 拾桥河枢纽闸门有限元模型图

(2)闸门结构动力特征。闸门在自由状态下一阶振动基频为 4.8389 Hz,考虑水体流固耦合条件下闸门结构模态分析 2.439 Hz,反映闸门整体弯曲变形振动;考虑支铰部位约束状态下闸门一阶振动基频为 3.5153 Hz,反映闸门整体扭转变形振动,考虑水体流固耦合条件下闸门结构模态分析 2.439 Hz;若同时考虑支铰和底部导轨约束时闸门的振动频率上升(图 3),一阶基频上升为 4.1152 Hz,反映支臂的一阶弯曲振型,考虑水体流固耦合条件下闸门结构模态分析 2.4388 Hz。

(3)闸门结构静力特征。通过考虑支铰闸墩部位的闸门结构应力与位移分析,取得了闸门在正向和反向挡水状态的静态特征,主要结果如下:

①在拾桥河校核洪水位 33.45 m、下游(引江济汉干渠)水位 31.21 m 的情况下,闸门上总支反力  $F=5\,366\,642\text{ N}$ 。闸门最大变形值为 21.619 mm,位于近河岸端闸门上游面板底部(图 4)。最大应力为 74.773 MPa(压应力),位于闸门 3 号截面底甲板下

方纵隔板(腹板)与上游面板交接之处,各纵隔板截面底甲板下方腹板与上游面板交接处应力值基本都

接近于最大应力值。支臂三向综合挠度 12.5 mm,垂向单向挠度位移 8.1 mm,为向上弯曲变形。

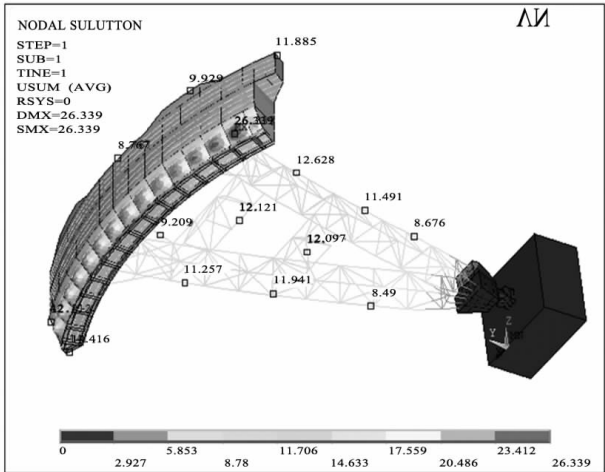
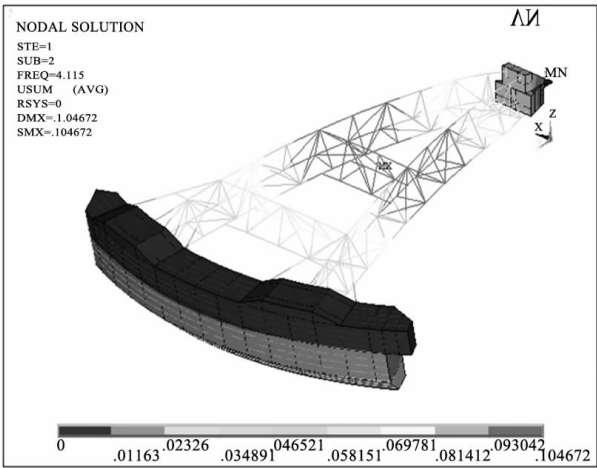


图3 考虑支铰和底缘约束条件下闸门第2阶振型图

图4 闸门变形数值云图

②考虑反向挡水最不利工况即闸上水位(拾桥河)26.17 m、闸下水位(引江济汉干渠)31.92 m,水头差-5.75 m,此时闸门上总支反力合力 $F=5\,774\,042\text{ N}$ 。该工况下闸门最大变形值28.23 mm,位于近河岸端闸门上游面板底部;最大拉应力值为132.769 MPa,位于闸门3号截面纵隔板(腹板)底甲板下方腹板与上游面板交接之处(图5)。各纵隔板截面底甲板下方腹板与上游面板交接处应力值均接近于最大应力值。支臂三向综合挠度14.86 mm,垂向单向挠度位移11.31 mm,为向下弯曲变形。

特性研究。通过对闸门的水弹性模型试验,研究动水作用下闸门流激振动特性。重点测试了门内水位与下游水位持平、闸门处于稳定状态下并逐渐减少箱体水位直至闸门浮起情况的振动加速度及应变数据,主要用以说明闸门自重的变化(即通过对门内液位的控制,调整闸门的自重和浮力的关系,改变闸门对底槛的压力值)对闸门振动性质(强振/弱振,高频/低频)的影响,并为计算启闭力时所获取的不稳定状态作参考。试验的主要目的在于分析不同工况下的位移振动特性,确定合适的门内液位的控制值,为闸门操作提供参考

流激振动模型试验数据表明,随着门内液位的降低,门体的振动加速度、振动应力加大。闸门端部的脉动压力与门内液位的关系较弱。随着闸门轨道处的垂向下压力下降到某一临界值时,闸门首先出现低频小幅度的上下方向的振动,当门内水体进一步略微减小时,闸门出现低频大幅度的振动,闸门较强振动的主能量主要集中在0.25~0.53 Hz,由于门体尾部在门槽内,且起到一定锁定作用的钢丝绳尾部亦在相近位置,因此闸门振动时门槽及钢丝绳组对门体有一定约束作用,门体端部(河道侧)与尾部(门库侧)振动不在一个水平面内。闸门出现大幅度振动时,一方面对上下游水流造成较大影响,上下游水面波动加剧;另一方面,从振动响应来看,闸门自身在振动后,对金属结构部分如闸门结构、活动轨道、侧止水处必将造成严重破坏,从而影响工程安全。因此这种振动状态必须予以避免。

为获取闸门结构振动特性,用以说明不同上下游水位、闸门开度,门内液位下不同位置振动位移的

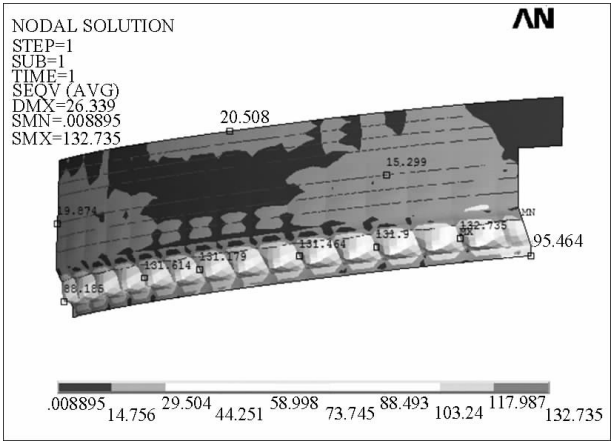


图5 闸门上游面板上应力分布数值云图

2.3.2 闸门结构流激振动特性及抗振措施

由于该闸门结构特殊,运行方式与常规闸门有较大区别,除平面内启闭外,还有门缝过水的可能性,下游流态复杂,因此在多组变化的水力学参数下,闸门运行过程中可能出现振动需要高度重视。

模型试验的闸门门体及支臂结构采用完全水弹性模型进行制作,并展开动水作用下闸门流激振动

分布特点,并结合观察从振动位移幅值、均方根值和频谱的角度给出评价,从而确定合适的运行区间以及下压力范围。不同水位差条件下,出现的振动位移均方根值和峰峰值量值有较大差异,目前测量范围内的观测发现:

(1)下压力 3 000 ~4 000 kN 时,水位差小于 0.8 m,闸门端部振动位移均方根值范围 0.018 ~0.030 mm,尾部振动位移均方根值范围 0.016 ~0.03 mm;闸门端部振动位移峰峰值范围 0.133 ~0.259 mm,尾部振动位移峰峰值范围 0.111 ~0.386 mm。

(2)下压力 2 000 ~3 000 kN 条件下,按照实际运行条件水位差小于 0.6 m 的情况来看,闸门端部振动位移均方根值范围 0.019 ~0.064 mm,尾部振动位移均方根值范围 0.016 ~0.052 mm;闸门端部振动位移峰峰值范围 0.133 ~0.306 mm,尾部振动位移峰峰值范围 0.111 ~0.342 mm。

(3)下压力 1000 ~2000 kN 条件下,按照实际运行条件水位差小于 0.6 m 的情况来看,闸门端部振动位移均方根值范围 0.018 ~0.065 mm,尾部振动位移均方根值范围 0.016 ~0.063 mm;闸门端部振动位移峰峰值范围 0.133 ~0.310 mm,尾部振动位移峰峰值范围 0.111 ~0.392 mm。

(4)下压力 500 ~1000 kN 条件下,按照实际运行条件水位差小于 0.6 m 的情况来看,闸门端部振动位移均方根值范围 0.018 ~0.067 mm,尾部振动位移均方根值范围 0.016 ~0.092 mm;闸门端部振动位移峰峰值范围 0.133 ~0.316 mm,尾部振动位移峰峰值范围 0.111 ~0.565 mm。

(5)下压力 200 ~500 kN 条件下,按照实际运行条件水位差小于 0.6 m 的情况来看,闸门端部振动位移均方根值大值到 0.045 mm,尾部振动位移均方根值大值到 0.278 mm;闸门端部振动位移峰峰值大值到 0.274 mm,尾部振动位移峰峰值大值到 1.619 mm。

(6)下压力 0 ~200 kN 条件下,按照实际运行条件水位差小于 0.6 m 的情况来看,闸门端部振动位移均方根值大值到 0.074 mm,尾部振动位移均方根值大值到 0.211 mm;闸门端部振动位移峰峰值大值到 0.676 mm,尾部振动位移峰峰值大值到 2.004 mm,

表明在计算下压力 0 ~200 kN 时已经有较多工况下发生较强烈的振动,在多个水位差条件下并不稳定,已经不是线性变化。

(7)在下压力小于 0 的条件下,由于存在浮起的工况,对于位移来说更不稳定,按照实际运行条件水位差小于 0.6 m 的情况来看,闸门端部振动位移均方根值大值到 0.288 mm,尾部振动位移均方根值大值到 0.361 mm;闸门端部振动位移峰峰值大值到 3.087 mm,尾部振动位移峰峰值大值到 4.154 mm,表明在计算下压力小于 0 的情况下,已经有较多工况下发生较强烈的振动,这是需要值得注意的。当水位差加大发生强烈振动后,出现的值更大。

(8)在下压力 2 000 ~3 000 kN 情况下,当水位差加大后,闸门振动位移量值上升较快,尤其是在水位差大于 1.5 m 后振动位移量值迅速加大,可以认为在此后发生的振动量值较大。在下压力 1 000 ~2 000 kN 情况下,水位差加大到 1.2 m 后,振动位移量值迅速加大。

结合流态观测,初步确定闸门振动位移按良好、容许、可容忍、不允许分为 4 级。在小于 0.6 m 水位差下,如果从试验情况认为良好等级对应闸门压力在 1 000 ~2 000 kN 情况下所出现的最大值,而容许工况时对应闸门在小于 0.6 m 水位下压力在 500 ~1 000 kN 情况下所出现的最大值,可容忍工况对应闸门在小于 0.6 m 水位下压力在 0 ~500 kN 情况下所出现的最大值,则可建立位移量值等级表 2。但事实上,闸门振动分级是及其复杂的,牵涉到材料结构破坏机理等各个方面,目前仅是从观察到的现象对应闸门振动位移的大小,实际上从模型试验归纳出的闸门振动分级需要接受原型观测的相互验证,可以根据观测结果,进行比对等方法提出,表 2 提供的允许振动位移量值供参考。

由于本工程闸门结构巨大,各测量部位之间的量值差异非常明显,局部与整体之间的关系密切,但局部间出现较大振动位移的时候并不直接表明整体即将面临破坏,可以肯定的是,当各测点均出现较大且异于平常的量值的时候,必然出现异常情况,需要关注。因此从实际出发,按照实际测量得到的数据进

表 2 供参考的闸门浮运允许振动位移量值 (单位:mm)

| 状态     | 良好     | 容许           | 可容忍          | 不允许    |
|--------|--------|--------------|--------------|--------|
| 尾部均方根值 | <0.063 | 0.063 ~0.092 | 0.092 ~0.278 | >0.278 |
| 尾部峰峰值  | <0.392 | 0.392 ~0.565 | 0.565 ~1.904 | >1.904 |

行分析,可供试运行阶段采用,而将来具体用以实际运行中的分级振动位移值应通过原型观测结果验证后确定。从试验结果来看,闸门在局部开启运行或运行到局部开度范围内的情况下:

(1)如果不考虑浮运,也不考虑水位差大于0.5 m的情况,在上游水位大于30.5 m的情况下,则闸门可以在考虑下压力为1 000 kN左右的情况下运行。

(2)如果考虑到水位差可能加大,则可以考虑下压力适当加大,如果水位差可能达到1.0 m,则下压力可以考虑为2 000 kN,如果水位差加大到1.5 m及以上,则下压力可以考虑为3 000 kN或更大。

(3)闭门过程中,上下游水位差可能会逐渐增大,门内液位需要考虑适当增加。开门过程中,上下游水位差通常是逐渐减小的,对门内液位不需要特殊考虑,但如果上涨过快,可能存在浮力过大的情况,仍然对门内液位需要考虑适当增加。

### 2.3.3 闸门对底槛压力值的确定及调控措施

因单扇闸门结构重量达545 t,如果不采取其它措施而直接启门,其启闭力将达2 000 kN,因本闸门布置型式特殊,无法采用动滑轮组,钢丝绳的牵引力倍率只能为单倍率,导致选择启闭机十分困难,启闭机的制造难度和投资也将大为增加。因此,寻求通过对门体内的充、排水调节,控制闸门作用在滑块上的总下压力显得尤为重要,以尽量减小滑块运行过程中的摩擦阻力,从而选择合适的启闭容量。

#### (1)启闭时闸门对底槛压力值的确定

根据闸门流激振动模型试验成果,闸门对底槛的压力值越小,闸门振动位移值就越大,对闸门结构就越不利,而对启闭机的容量选择来说,闸门对底槛的压力值越小,启闭力就越小,工程投资就越节省。分为以下两种启闭工况:

①闸门启闭时全部浮起,闸门对底槛无下压力。闸门流激振动试验表明,当下压力小于0后条件下,由于存在闸门浮起的工况,已经有较多工况下发生较强烈的振动。当水位差加大发生强烈振动后,出现的值更大,因而这种工况不可取。

②闸门启闭时不浮起,闸门对底槛有下压力。根据闸门流激振动试验数据结论,在下压力1 000~2 000 kN条件下,按照实际运行条件水位差小于0.6 m的情况来看,闸门振动位移均方根值及振动位移峰峰值均在允许振动位移量值范围以内,闸门振动位移的分级为允许。

从流激振动测量的角度出发,在水位差较小的情

况下,控制下压力在100~200 t均可满足要求;但在水位差较大的情况下,各部位的动水作用加大,控制下压力宜大一些(150~200 t);若控制下压力为200 t,按照0.2的摩擦系数考虑,仅摩擦力转换的钢丝绳拉力约为40 t,占启闭机总容量的50%,考虑实际的端部水作用力转换为钢丝绳拉力后,在不考虑淤泥、不确定因素产生的其他额外作用力的情况下,总启闭机容量仍有一定的安全裕度。因此,确定闸门启闭时滑块上的总下压力控制在1 000 kN和1 500 kN两种工况,闸门最大启闭水压差不能超过0.5 m。

#### (2)控制闸门启闭时对底槛压力值的措施

不考虑浮力作用,闸门自重对底槛的下压力为4 820 kN,现在需要将闸门启闭时滑块上的总下压力控制为1 000 kN或1 500 kN的基本恒定值,就必须借助闸门的浮力。为此,闸门门叶整体须采用浮力可调式浮箱结构,利用门体内的部分空箱作为水舱,部分空箱作为设备舱,通过内置充排水系统调节舱内充水量,控制闸门对轨道的下压力在不同水位工况条件下基本恒定,既减小闸门启闭运行时的摩擦阻力,又能保持门体平稳移动。每扇闸门设2个设备舱,每个设备舱内均设置立式自吸泵(2套,一用一备,必要时水泵同时运行以加快排水速度)、电磁阀、闸阀、压力表、进排水管道等设备。水泵启动为远程控制。门叶内的水泵设备舱平面图见图6。水泵设备舱截面图见图7。

闸门基本上为静水启闭,通过渠道上下游的其他节制闸调节水平压,最大启闭水位不超过0.5 m。通过计算编制闸门对底槛的不同下压力下渠道上下游水位、门叶内部液位高度的对应关系表,作为指导闸门充泄水操作的依据。上下游水位、门叶内部液位高度经数据采集,传送到中控室,管理员可以根据上下游水位通过控制水泵运行,调节门内液位达到表中的对应水位,以保证在启闭过程中闸门对底槛压力值基本恒定,使闸门平稳运行。

通过门内液位的调控来控制下压力,对于闸门启闭十分有利,其设置的初衷是可以有效减小闸门启闭力数值,同时尽量加大门内液位高度,增大下压力,对于减小闸门振动、保持闸门稳定运行又有着重要意义。在实际控制中需要密切关注水位变化并快速响应门内液位的控制以利安全,尤其是在运行中由于诸多原因(如突降大雨、突然来流等)出现的水位突变时更加需要快速控制门内液位。

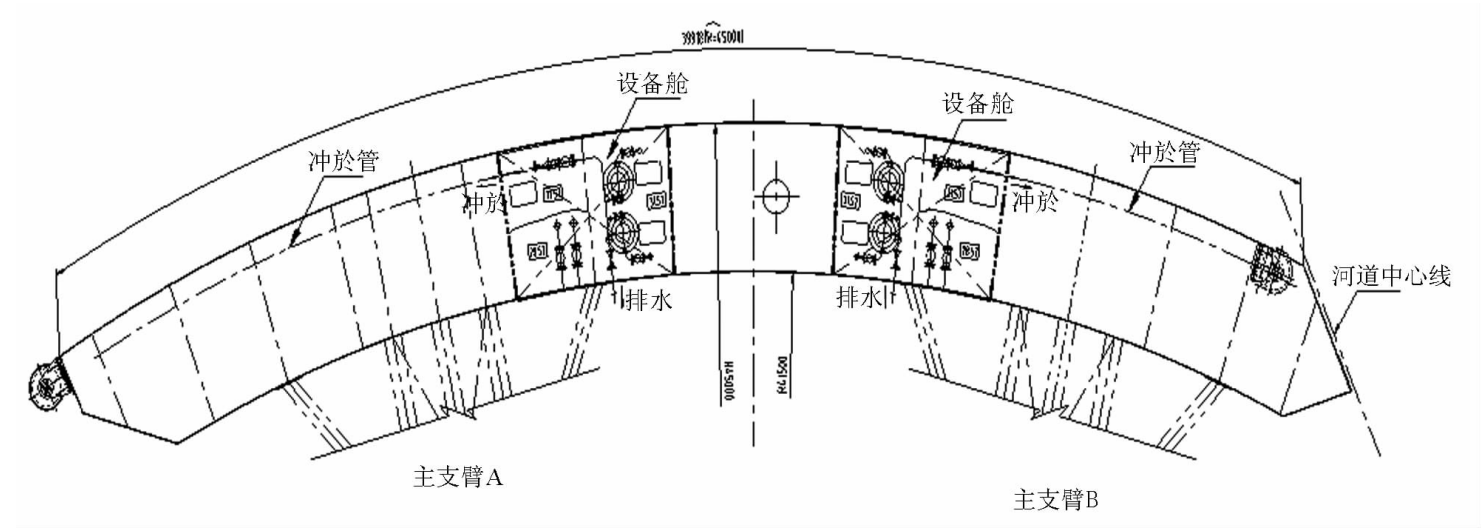


图 6 闸门门叶内的水泵设备舱平面布置图

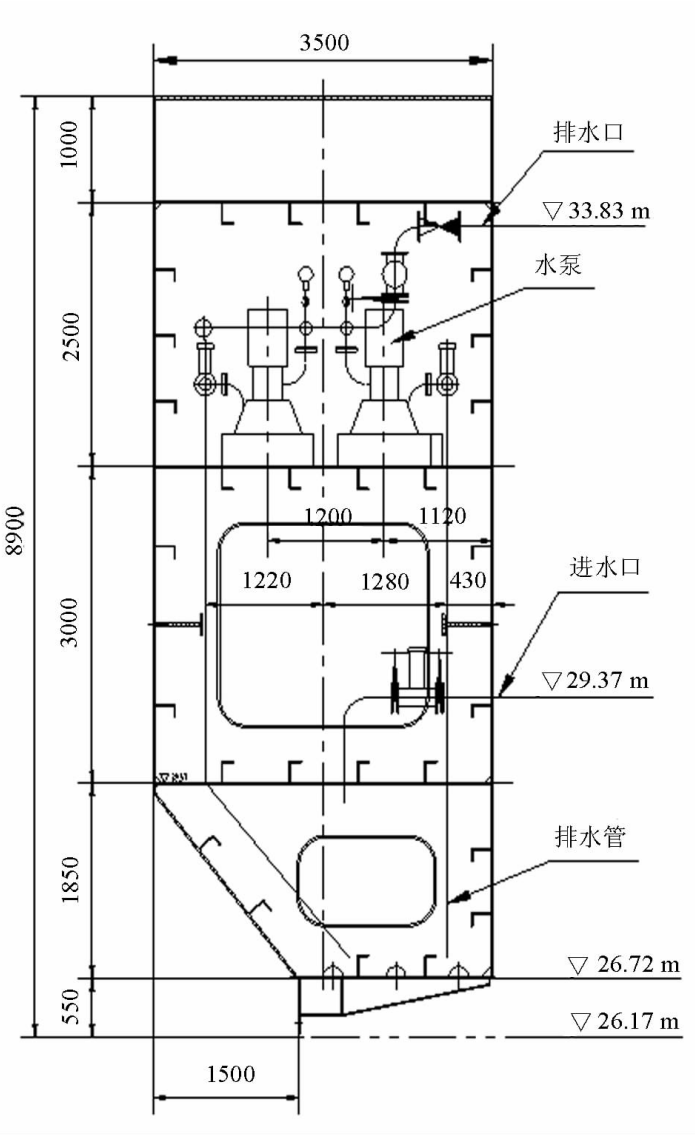


图 7 闸门门叶内的水泵设备舱截面图

在上下游均为高水位情况且可能泄水的条件下,门内液位的控制更显重要,因为由于上下游的浮力较大,一旦上下游某一侧水位迅速壅高的话,浮力将迅速加大,而如果液位控制没有跟上的话,将可能导致闸门浮起并可能发生振动破坏情况。

3 结语

在广泛收集国内现有资料的基础上,根据工程运行管理的要求,对门型的选择进行了全面的比选和研究,借鉴荷兰鹿特丹马斯兰特阻浪闸的优点,采用了一种介于三角闸门和横拉门之间的一种新门型——超大型对开弧形闸门。迄今为止,该门型在国内国际水利水电工程中仅有类似的一例(常州钟楼防洪控制工程)。

在确定工程基本门型的基础上,对闸门的结构型式、启闭装置(包括检修闸门)等进行了设计研究和优化布置,采用了浮箱式门体结构、管系空间桁架式支臂结构、自润滑球铰、闸门对底槛压力值的测定传感装置等一系列技术和方法,使闸门具有更好的可靠性和实用性。

本工程超大型对开弧形闸门在设计思路、结构动力稳定性、抗振、冲淤措施等关键技术方面均有所创新和突破,对于大跨度低水头的河道防洪景观工程具有一定的应用价值。

(收稿日期:2020-06-20)

## 设计与施工

# 高压闸门水封的研究现状与应用实例

杨 威 罗 华 吴传惠 丛景春 肖云鹏

(湖北省水利水电规划勘测设计院 武汉 430064)

**摘 要** 介绍了我国高压闸门水封的研究历程以及前沿研究现状,提出了高效闸门水封研究方法应以计算机仿真与模型实验相结合。先通过计算机仿真,比选出最佳的止水断面型式;再通过模型实验,实际验证其水封性能。在实际工程中,运用计算机仿真与模型实验相结合的方法,能够在高水头闸门水封设计过程中提高设计效率、缩短设计周期、减少实验成本。

**关键词** 高压闸门;橡胶水封;有限元仿真;拉西瓦水电站;瀑布沟水电站

止水装置是水工金属结构重要的组成部分。闸门水封系统虽然在整个水工金属结构设备中占比较小,但其拆卸与安装耗时长、难度大、检修维护耗时耗力。如果闸门水封效果不好,会导致闸门漏水,造成水资源浪费,无法满足挡水要求。尤其是在高水头闸门的情况,水压极大,细小的缝隙就会形成缝隙气穴,不仅会造成埋件受到气蚀,还会引起闸门振动,威胁到闸门甚至整个水工建筑物的安全。因此,对闸门水封尤其是高水头闸门的安全性和可靠性研究就显得十分重要。

随着我国水利事业的不断发展,水电工程建设规模也不断增大,许多在建或待建的水电工程都涉及到高水头闸门的止水问题。特别是2000年后,国家提出了“西部大开发”战略,水电作为国家优先发展的绿色可再生能源,西部地区今后可能会出现高水头、特高水头的水电站,这将对高水头闸门的水封技术提出更高的要求。

## 1 高压水封的发展历程

目前,对高压闸门水封的研究包括水封材质和水封结构型式两方面。

### 1.1 闸门水封材质

在建国初期,由于技术落后,闸门孔口和水头较小,曾经采用过木质和麻织物作为水封材料。20世

纪60年代初,随着技术不断成熟,闸门孔口增大、水头增高,水封开始逐步选用橡胶材料。在闸门运行过程中,将橡皮预压25 mm,利用橡胶的受压变形使闸门封水。由于长期处于挤压变形的状态下,橡胶处于剧烈的拉裂和磨损状态,严重影响其使用寿命,且橡胶挤压变形形成的接触面增大和橡胶的高摩擦系数都加大了闸门启闭力,提高了工程投资。

进入20世纪80年代后,南京橡胶厂与上海材料研究所合作,完成了聚四氟乙烯橡塑复合水封的研制,开启了我国第二代止水橡胶的研发;之后,蜀都水利水电工程配件总厂在此基础上改进了工艺,将传统配方中的有机防老剂替换为无机防老剂,大幅增加了聚四氟乙烯薄膜与橡胶的粘接强度,同时将短节薄膜改为长薄膜生产工艺,增加了水封的使用寿命;90年代初,蜀都水利水电工程配件总厂又与相关科研院校共同研发了喷涂型聚四氟乙烯橡塑复合水封,解决了整体模压水封的搬运问题。橡塑复合水封的应用,极大地减小了止水橡皮与埋件之间的摩擦力和闸门启闭力,该材料表面张力很小,不易黏附其他物质,也极大地延长了水封的耐磨寿命。

### 1.2 高压闸门水封结构型式

国内对于高压闸门水封结构型式的研究始于20世纪80年代。为了完成黄河上游龙羊峡水电站泄水底孔弧门和事故检修门的水封设计,原陕西机械学院

水利水电研究所首先开展了此项技术研究,通过对“T”形、“E”形、“山”形等众多型式橡胶试件的受力变形研究,发现“山”形止水无论在受力稳定性还是装夹配合性上的表现相比其他型式都更加优异。在确定了“山”形型式后,该所又通过对不同体型和尺寸的比较,最终确定了 10 多种“山”形止水断面型式。

1987 年,原武汉水利电力大学水工摩擦与磨损实验室受西北院的委托,又对陕西机械学院水利水电研究所同组试件进行了变形与摩擦实验,测试了不同材质橡胶水封在多种压力下的压缩量和变形量以及在空气中、清水中和各种含沙量浑水中的摩擦情况,探究了多种压力、滑行速度、承压时间下止水橡胶摩擦系数的变化规律。之后,为解决小浪底、三峡、卢瓦提、水布垭等一些列高水头闸门水封问题,南京水利科学研究院、昆明水利水电研究院水科所、中国水利水电科学研究院也相继进行了高压水封结构型式方面的研究,验证了多种材质和断面型式的闸门水封在水密性实验中的止水效果。

## 2 高压水封的前沿研究

过去,闸门水封的研究方法主要是模型实验,即通过对不同材质和不同截面型式的水封试件进行测试,利用测点的实验结果分析各种类型止水元件的应力-应变关系、滑动摩擦系数以及不同介质对止水元件摩擦力和使用寿命的影响。这种方法的缺点是对材质和截面型式的选择具有一定的盲目性,研究人员只能凭借经验和猜测去尝试各种截面型式与材质的组合,不仅费钱费时,而且还不一定能选到最优组合。

### 2.1 计算机仿真与模型实验结合

随着计算机技术的发展和有限元理论的不完善,闸门水封的研究方法也从单纯的模型实验发展到计算机仿真与模型实验相结合。首先对不同截面型式与材质的组合进行非线性有限元仿真计算,然后在仿真计算的结果中选取相对较优的组合有针对性地进行模型实验。将计算机仿真技术与传统模型实验相融合,可以对闸门水封的变形、应力分布、封水宽度、接触压缩量等模型实验难以测量的参数进行全面模拟,同时又能大幅减少模型制作的时间和费用。

要对闸门水封进行非线性有限元计算,首先就要对水封材料的物理特性、受压变形特性进行模拟和建模,得到其基本变化规律。除了材料的初始弹性模量、初始剪切模量、泊松比、材料硬度摩擦系数等基本力学特性之外,橡胶材料由于其高弹性的特

殊物理特性,使得闸门水封的计算机仿真还涉及材料非线性(超弹性性质、黏弹性性质)问题、止水橡胶受压发生大变形时的几何非线性问题以及止水元件与压板、止水面板之间的接触非线性等问题。因此,闸门水封的有限元仿真建模需要基于特殊的非线性理论模型。

### 2.2 橡胶水封材料的非线性问题

#### 2.2.1 橡胶材料的超弹性特性

闸门开始下闸封水至闸门完全关闭的过程中,止水元件承受短期荷载,产生较大变形,此时其应力与应变的关系虽不是线性的,但与荷载时间无关,可以看做是超弹性材料,其变形具有以下特征:①应力和应变的关系是非线性的;②材料体积具有不可压缩性,即在加载时,只发生变形但总体积不发生变化;③材料可承受大变形,不能简单用小变形理论描述其变形过程。

对于超弹性材料的本构关系,通常根据 Green 法进行建模<sup>[1]</sup>,从势能函数出发来得到弹性体的本构方程:

$$\begin{cases} I_1 = \lambda_1^2 + \lambda_2^2 + \lambda_3^2 \\ I_2 = \lambda_1^2 \lambda_2^2 + \lambda_2^2 \lambda_3^2 + \lambda_1^2 \lambda_3^2 \\ I_3 = \lambda_1^2 \lambda_2^2 \lambda_3^2 \end{cases}$$

式中: $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$  为拉伸比。

(1) Mooney - Rivlin 模型。Rivlin 在 Green 法模型的基础上提出了橡胶在形变前和体积不可压缩状态下,其弹性行为是各向同性的,并由此将材料应变能密度函数表达为:

$$W = W(I_1, I_2) = \sum_{i,j=0}^n C_{ij} (I_1 - 3)^i (I_2 - 3)^j$$

Rivlin 模型的一般形式较为复杂,研究时通常采用其基于  $I_1$  和  $I_2$  展开的一阶二项模型,即 Mooney - Rivlin 公式:

$$W(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3) = C_1 (\lambda_1^2 + \lambda_2^2 + \lambda_3^2 - 3) + C_2 (\lambda_1^2 \lambda_2^2 + \lambda_2^2 \lambda_3^2 + \lambda_1^2 \lambda_3^2 - 3)$$

式中: $C_1$ 、 $C_2$  可视为材料特性参数,但没有明确的物理含义,仅作为实验回归系数处理。

(2) Ogden 模型。在 Rivlin 模型中,为了限制函数形式,Rivlin 假设应变能只能是拉伸比的偶次幂函数,但这一假设没有物理依据,只是单纯为了计算方便而提出。因此,Ogden 教授首次放弃应变能只能是拉伸比偶次幂函数的假设,提出了以级数的形式描述体积不可压缩材料的应变能函数,即 Ogden 公式:

$$W = \sum_{n=1}^N \frac{\mu_n}{a_n} (\lambda_1^{a_n} + \lambda_2^{a_n} + \lambda_3^{a_n} - 3)$$

式中:  $a_n$  为常数, 可取任意值;  $\mu_n$  为材料待定常数。

实验证明, 在一般应变范围内的单向拉伸和纯剪实验中, 采用 2 项的 Ogden 公式已经能够很好地模拟超弹性材料的应力 - 应变关系, 但为了表示 3 种应变, 需要用 Ogden 公式的 3 项表达式, 即:

$$\sigma_i = \sum_{n=1}^n \mu_n \lambda_i^{an} + \sigma_0$$

$$\sigma_1 - \sigma_2 = \sum_{n=1}^n \mu_n (\lambda_1^{an} - \lambda_2^{an})$$

式中:  $\sigma_0$  为任意静水压力值。

## 2.2.2 橡胶材料的黏弹性特性

有学者提出橡胶类材料不仅具有超弹性性质, 同时也具有一定的黏弹性性质, 即在闸门封堵的持续期间, 止水元件在长期的荷载下, 其应力应变表现出与时间相关的黏性性质<sup>[2]</sup>。反映在橡胶水封材料上就是蠕变和松弛两方面, 其流变特性可以通过改进的 Mooney - Rivlin 公式进行模拟。材料的蠕变和松弛是由 Mooney - Rivlin 公式中材料的特性参数随时间变化所引起的, 因此改进后的公式可以表示为:

$$\sigma_{ij}(t) = \frac{\partial I_1}{\partial E_{ij}} C_1(t) + \frac{\partial I_2}{\partial E_{ij}} C_2(t)$$

式中:  $C_1(t)$ 、 $C_2(t)$  均为随时间变化的材料特性函数。

根据 Mooney - Rivlin 的改进公式, 可以得到单轴拉伸、压缩情况下应力与应变的关系函数:

$$\sigma(t) = 2(\lambda - \lambda^{-2}) C_1(t) + 2(1 - \lambda^{-3}) C_2(t)$$

式中:  $\lambda$  为单轴拉伸比。

由于准确的  $C_1(t)$  和  $C_2(t)$  函数无法确定, 只能根据实际经验假定其函数形式, 再由实验数据计算函数中的待定参数, 进而得到实验材料近似的 Mooney - Rivlin 黏弹性函数  $C_1(t)$ 、 $C_2(t)$ 。因为橡胶材料的应力流变规律为先快后慢, 且随着时间的推移趋于平稳, 因此假定其黏弹性函数的形式<sup>[2]</sup>为:

$$C_k(t) = C_k - D_k(1 - e^{-qt}) = C_k - D_k(t) \quad (k=1, 2)$$

将假定的橡胶粘弹性函数代入其应力应变关系函数中可得到:

$$\sigma(t) = 2(\lambda - \lambda^{-2}) C_1 + 2(1 - \lambda^{-3}) C_2 - 2(\lambda - \lambda^{-2}) D_1(t) - 2(1 - \lambda^{-3}) D_2(t)$$

根据实验可测得一组  $\sigma$ 、 $\lambda$  关于时间的试验数据  $\sigma(t_i)$ 、 $\lambda(t_i)$ , 可利用最小二乘法, 将试验数据代入上式中求得近似的  $C$ 、 $D$ 、 $q$  值, 从而得到止水材料的 Mooney - Rivlin 黏弹性函数。

## 2.3 橡胶水封的几何非线性问题

高水头闸门工作时, 橡胶水封受力产生大变形, 其平衡条件应该建立在变形之后的形态上, 因此其应力应变的关系式中应包含位移参数的二次项。对于这类涉及几何非线性的问题, 一般采用增量分析法<sup>[3]</sup>。假定材料各点在时间 0、 $t$ 、 $t + \Delta t$  的坐标和位移, 然后再表示出  $t + \Delta t$  位置时的平衡条件和力边界条件状态关系。该关系可采用完全拉格朗日法或更新的拉格朗日法进行求解。两种方法的区别在于, 完全 Lagrange 格式(T. L. 格式)中, 所有变量的参考位形为初始时间 0 的位形; 更新的 Lagrange 格式(U. L. 格式)中, 所有变量的参考位形为任意时间  $\Delta t$  的位形并在求解过程中不断更新。

## 2.4 橡胶水封的接触非线性问题

由于闸门水封的受力结构中包含止水橡胶与水封压板、门槽止水面板之间的接触, 而这一接触面将使得止水整体结构的受力响应与荷载的关系不再保持线性关系, 这种因接触面而产生的非线性关系称为接触非线性问题。解决这类问题的方法有拉格朗日乘子法、罚函数法、增广拉格朗日乘子法及直接约束法等<sup>[4]</sup>。

拉格朗日乘子法的原理是在原状态函数中引入一个拉格朗日乘子, 该乘子的物理意义即为接触力, 从而将接触面上的约束与原状态函数联系在一起, 但由于拉格朗日乘子的引入, 状态方程的求解也变得更加复杂了。罚函数法可以理解为在接触面上引入了一个弹簧力为罚因子的弹簧, 将该弹簧做的功加入到系统总势能中进行求解。通过设置合适的值, 将求解有约束最优化问题转化为求解无约束最优化问题。由于罚函数的弊端是罚因子的取值难以把握, 取值太小难以模拟出真实的接触约束, 取值太大则可能会造成方程求解困难。增广拉格朗日乘子法是将拉格朗日乘子法与罚函数法结合在一起, 改善了线性方程因罚因子取值过大而造成的不适应性和罚因子的选取限制。直接约束法则是利用有限元分析软件直接约束物体运动, 当探测到发生接触时, 直接将运动约束(如法向无位移)和接触力作为边界条件引入到接触点上。

## 3 高水头闸门水封设计实例

### 3.1 拉西瓦水电站导流洞封堵闸门水封

拉西瓦水电站位于我国青海省内黄河干流上, 是黄河上游龙羊峡至青铜峡河段规划的一座大型梯

级电站,总库容 10.56 亿  $\text{m}^3$ ,共 6 台机组,总装机容量 420 万 kW。其施工导流洞的封堵闸门口尺寸为  $6\text{ m} \times 11.574\text{ m}$ (宽  $\times$  高),强度设计水头高达 165 m,总水压力达 11.75 万 kN。封堵闸门原止水方案为“山”形充压压紧式水封,利用库水位压力向水封背面压力腔加压,使水封头部紧贴水封座板止水。但由于门槽埋件安装时偏差超标,原设计无法达到止水要求,设计单位西北水电设计院选择将原止水方案更改为伸缩式水封<sup>[5]</sup>,其断面形式如图 1 所示。

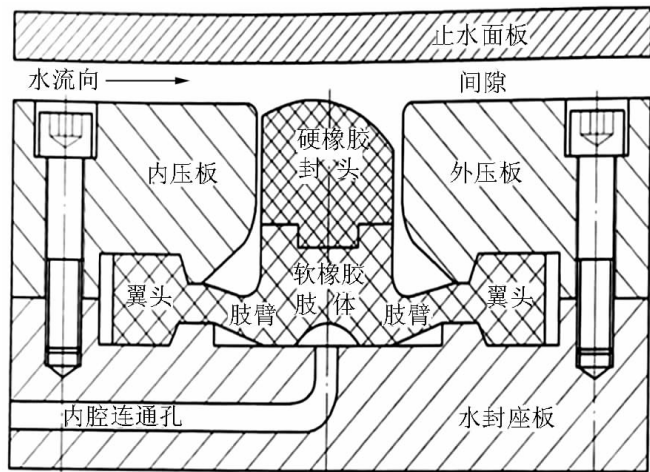


图 1 拉西瓦水电站导流洞封堵闸门伸缩式水封断面

设计单位首先对拟选取的橡胶水封截面型式进行了非线性有限元仿真计算,分析止水元件在止水过程中的应力分布状况以及止水橡皮与水封压板、水封垫板、水封座板之间的接触应力分布状况。由于门槽埋件安装偏差超标,计算时设计者按照水封与水封座板之间间隙量划分为 0、4、8、12、16、20 mm 共 6 组进行计算比较。实验结果显示,只需保证水封与水封座板之间间隙量控制在 12 mm 之内,伸缩式水封就能保证闸门有效封水。

在计算机仿真结果满足工程需求的情况之下,工程参建单位对水封试件进行了打压模型试验,水封试件断面比例为 1:1。试验测试了不同水封与水封座板之间间隙量和不同库水位下水封试件的水密性,得出了该水封试件能够满足本工程封水要求的结论,而且试验数据与计算机仿真计算结果的吻合度较高。

### 3.2 瀑布沟水电站放空洞弧门水封

瀑布沟水电站位于四川省汉源县和甘洛县境内的大渡河中游,是一座以发电为主、兼有防洪拦沙等综合效益的特大型水利水电枢纽工程,电站总装机容量 3 300 MW。瀑布沟水电站放空洞弧门门口尺寸(宽  $\times$  高)为  $6.5\text{ m} \times 8.6\text{ m}$ ,强度设计水头 126.28 m,

设计单位为成都勘测设计院。通过比较,设计单位最终选择了充压伸缩式水封作为放空洞弧门止水型式,止水元件断面选择“山”字形。为验证所选止水断面和止水材料的适用性,设计单位对所选止水型式进行了非线性有限元计算仿真。共比较了 9 种翼头型式和 15 种封头型式,最后选取了最佳的水封断面组合,并对该断面的水密性能、位移时程、应力应变时程、接触应力时程进行了仿真计算<sup>[6]</sup>。结果显示,所选取的止水型式能够满足工程止水要求。

为了验证水封仿真计算结果,设计单位随后对推荐的最优断面水封进行了模型实验。实验选取了 1:1 原型断面、中心距  $0.9\text{ m} \times 0.9\text{ m}$  的方形水封模型。结果表明,模型实验的检测数据与仿真计算数据基本吻合。

## 4 结语

(1) 在拉西瓦水电站工程中,运用有限元仿真计算验证所选断面的方案可行性;在瀑布沟水电站中,设计单位则是通过计算机仿真技术比选出最佳的止水断面型式。模型实验数据都验证了非线性计算仿真结果的可信度。无论是测试值与计算值的吻合度,还是数值变化规律的一致性,都达到了仿真计算与实验测试相互验证的效果。

(2) 在实际工程中,运用计算机仿真与模型实验相结合的方法,能够在高水头闸门水封设计过程中提高设计效率、缩短设计周期、减少实验成本。

(3) 在描述橡胶类材料粘弹性性质的改进 Mooney-Rivlin 公式中,对橡胶粘弹性函数的假定衰减形式:  $C_k(t) = C_k - D_k(1 - e^{-q_k t})$ ;其合理性以及与实际情况的贴合度还有待进一步论证。

## 【参考文献】

- [1] 刘礼华,欧珠光,陈五一,等. 高压闸门水封的非线性计算理论与应用[M]. 北京:中国水利水电出版社,2010.
- [2] 刘礼华,熊威,顾因,等. 高水头弧形闸门伸缩式水封的黏弹性仿真计算方法[J]. 水利学报,2006,37(9):1147-1150.
- [3] 李自冲,薛小香,吴一红,等. 高水头平面闸门 P 型水封非线性有限元模拟[J]. 水利水电技术,2012,43(4):33-36.
- [4] 薛小香,吴一红,李自冲,等. 高水头平面闸门 P 型水封变形特性及止水性能研究[J]. 水利发电学报,2012,31(1):56-61,92.
- [5] 孙丹霞,朱增兵,方寒梅. 拉西瓦水电站高水头闸门伸缩式水封研究及运用[J]. 水利发电,2009,35(11):54-56.
- [6] 贾爱军,吕念东,张万秋. 瀑布沟水电站金属结构设计[J]. 四川水力发电,2011,30(5):117-119,122.

(收稿日期:2020-06-15)

## 设计与施工

# 龙背湾水电站超大型水库放空阀设计

胡新益

(湖北省水利水电规划勘测设计院 武汉 430064)

**摘 要** 现有技术设计的放空阀存在流量小、耐压低等问题,难以作为超大型水库的放空设施。选择大口径(直径3.0 m)、耐中压(1.6 MPa)的超大型水库放空阀设计方案,经龙背湾水电站工程检验,具有结构简单、使用方便、适用范围广的特点。

**关键词** 超大型水库;放空阀;设计;特点

## 1 工程概况

### 1.1 水库参数

龙背湾水电站工程位于湖北省竹山县堵河流域南支官渡河中下游,龙头水库为第一级电站,下游距松树岭水电站15.7 km,距竹山县城90 km。工程开发以发电为主,兼有库区航运、养殖及库边人畜饮水供应等综合效益。总库容8.3亿 $\text{m}^3$ ,调节库容4.24亿 $\text{m}^3$ ,正常蓄水位520.00 m,属多年调节水库。电站装机2台( $2 \times 90 \text{ MW}$ ),多年平均发电量4.19亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ ,年利用小时数2 328 h,保证出力32.2 MW。

### 1.2 工程参数

龙背湾水电站工程规模属Ⅱ等大(二)型工程,面板堆石坝最大坝高为158.3 m,大坝为1级建筑物,但洪水标准不提高;溢洪道、发电引水隧洞、厂房为2级建筑物。工程区地震基本烈度为Ⅵ度。龙头水库放空洞由导流洞改建而成,进口底板高程423.00 m。在进口设3 m $\times$ 3 m平面检修门1扇,由设置在排架上的QP-400 KN-108 m固定卷扬式启闭机操作。在放空洞出口401.80 m高程设置DN 3 000 mm锥型流量调节阀1台,由16 MPa液控站液压操作,放空阀兼作生态放水阀使用。主体工程于2010年12月28日开工兴建,2015年5月和7月两台机组相继并网发电。在溢洪道土建未完工的情况下,利用放

空阀进行了施工渡汛,使用效果全面达到设计要求。工程总投资21.79亿元。

### 1.3 水库放空

结合“引江补汉”规划、水库提前下闸蓄水、工程截流工期、大坝检修的需要,龙背湾水电站采用放空洞下泄水。龙背湾水电站在初步设计阶段采用可爆堵头放空水库,由于该放空方式在爆破的同步性研究及爆破可操作性方面还有些亟待解决的问题,在可靠性方面不及传统的阀门(闸门)放空方式,且可爆堵头的放空方式在国内并未经实践检验,“一次性”较强,尽管其投资较其他放空方式节省,但并不适合本工程的需要。为满足水库应急检修和后期增容施工所需的工期要求,确保水库能及时和安全放空,在施工阶段增补弧型闸门和阀门两种放空方式进行比较。经可靠性、消能和投资比较,本工程采用进口检修闸门+出口放空阀结构。

## 2 超大型水库放空阀设计

### 2.1 放空阀参数要求

龙背湾水电站工程对水库放空阀技术参数要求:

- (1)放空阀及其附件的工作压力(包括最大水锤压力在内的最大承压水头)不小于1.60 MPa;
- (2)放空阀直径为3.0 m,额定过流量为152  $\text{m}^3/\text{s}$ ;

(3)放空阀在工作范围的任意水头下,应确保全开、全闭及任意开度工况的安全稳定运行。

## 2.2 放空阀型式选择

目前,可供选择的放空阀型式主要有活塞式流量调节阀和固定锥形放空阀(中空喷射阀)。由于活塞式流量调节阀的适用水头较低,一般在 1.0 MPa 以内。因此,本工程选用固定锥形放空阀较为合适。

### 2.2.1 锥形放空阀的特点

中国实用新型专利介绍了一种用于水库放空的锥形放空阀,该结构包括一个可移动的套管,内设导流锥,通过套管的前后移动,改变与导流锥之间的空隙大小,控制放空水流的大小,套管还设置有一个可以随套管移动的导流罩。该实用新型放空阀的导流效果良好,整体结构简单,重量轻,成本低,并且执行结构完全不会浸没在水中,保证了工作环境,材料要求不高,成本低。

### 2.2.2 锥形放空阀的弊病

(1)套管上设置一个可以随套管移动的导流罩,为封闭型导流罩,对于中小型的固定锥形放空阀应用没有问题,但应用于直径大于 2.2 m 和水压大于 90 m 的大型放空阀时,喷射水流会对导流罩和套管产生很大的压强,长期使用时容易破坏套管结构,导致整个放空阀的寿命大幅度降低,甚至损毁放空阀。封闭型导流罩上需要添加补气设备,增加了锥阀的结构成本,也增加了后期的维修成本,对于大型锥阀的补气效果不理想,缩小了其应用范围,不利于其推广应用。

(2)移动套管的开启通过一套蜗轮蜗杆来实现,对于中小型的固定锥形放空阀应用没有问题,但应用于直径大于 2.2 m 的大型放空阀时,驱动移动套管的蜗轮蜗杆仅有一套,移动套管的受力极不均匀,套管移动过程中会产生一个倾斜的力矩,蜗轮蜗杆很容易扭曲变形而损毁;另外,在水库水位较深的情况下,蜗轮蜗杆驱动力太小,难以开启锥形阀。

(3)现有结构的固定锥形放空阀只能适用于中小口径和承受较低的水压。由于过阀流量较小,使得水库的放空时间很长,往往满足不了大中型水库的放空时间要求。由于只能承受较低的水压,对于放空阀安装高程以上的水压大于 90 m 的大中型水库,现有结构的固定锥形放空阀不适用。

## 2.3 放空阀结构设计

### 2.3.1 部件结构

超大型水库放空阀的阀体和套筒采用了固定锥

形放空阀(中空喷射阀)类似的技术。控制套管轴向位移的驱动装置设计为液压驱动。在阀体外侧面的上下两端安装有两个对称的驱动油缸,活塞杆端部固定在套筒上。油缸的操作油压为 16 MPa。为了控制移动套筒沿圆周方向的位移,在阀体外侧设置有向外凸起的支撑板,固定有两根相互对称且与阀体轴线平行的导向杆。在阀体外侧面上还设置有多根与阀体轴线平行的条状铜质导轨,套筒内侧面与铜质导轨滑动配合。套筒和锥体之间设有两层密封,主密封为金属密封,次密封为橡胶密封,实现零泄漏。

导流罩设计成为开敞式导流罩,为直径大于导流锥直径的环形结构,布置于导流锥的外侧与之同轴布置,固定安装在钢筋混凝土基础上。在导流罩与钢筋混凝土基础之间设计有补气圆环。为了控制两个油缸的同步运行,在阀体上设置有反馈两个驱动油缸运动行程的位移传感器。

超大型水库放空阀的结构设计见图 1。

### 2.3.2 设计优点

(1)通过在阀体的上下两端设置两个对称的驱动油缸,采用液压驱动,使套筒开启和关闭时受力更加均匀稳定,解决了传统涡轮蜗杆驱动在受力较大的情况下容易损坏的问题。

(2)本设计设置有控制两个液压油缸同时运行的液压操作系统和 PLC 控制装置,能够更加稳定地调控放空阀的开启或关闭,套筒在阀体上的运行更为顺畅,避免两个油缸不能同时运行造成的套筒卡壳问题。

(3)在阀体上设置有导向杆,能够使套筒沿阀体轴线滑动,避免套筒的绕轴偏转,使套筒规则地沿其轴线滑动,有利于整个锥阀的开启或关闭,锥阀的控制效果更好。

(4)在阀体表面上设置有铜质导轨,减少了套筒在阀体上滑动时的阻力(摩擦力),使套筒的运转更为流畅,有利于锥阀的开启或者是关闭。

(5)导流罩采用开敞式结构,有效解决了放空阀的补气问题,免除了封闭型导流罩上需要添加的补气设备,减小了锥阀的结构成本和后期的维修成本。

(6)导流罩固定安装在钢筋混凝土基础上,水流冲击的力度传递不到阀体上,延长了阀体的使用寿命。

(7)通过开敞式导流罩对喷出水流进行引导,使出水射程可根据需要设计,减少对边坡的冲刷。高

速水流以宽广的放射状对空喷射扩散,通过水流和空气大面积的摩擦,产生雾化效果,实现大气消能,保护了下游河道的设施和环境安全。

(8)导流锥直接固定在阀体内侧面上,解决了通过轴体固定连接的不稳定性和易损坏性的问题,延长了整个阀体的使用寿命。

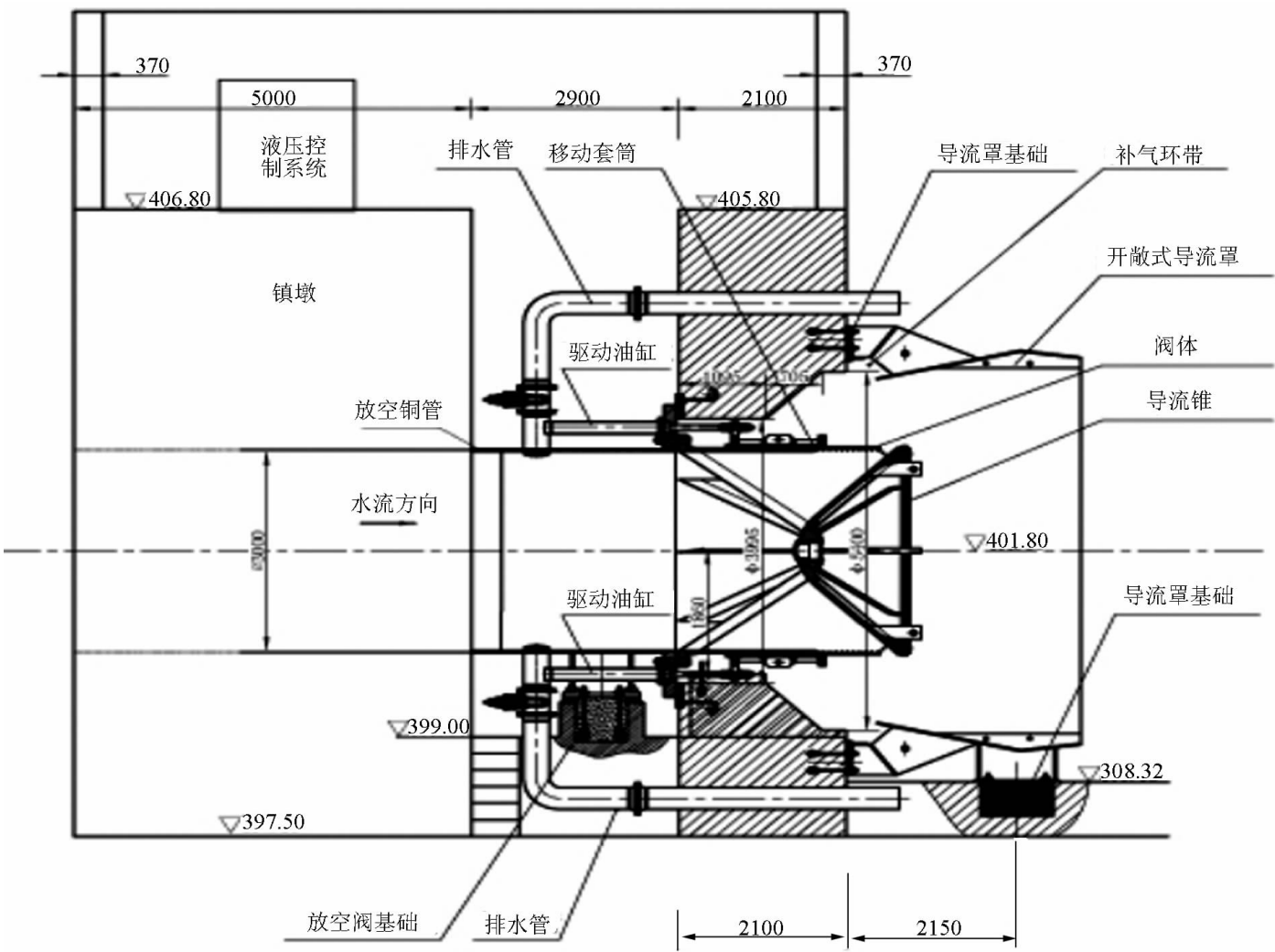


图1 超大型水库放空阀的结构设计

2.4 放空阀液压操作系统

2.4.1 作用原理

一种超大型水库放空阀的液压驱动系统,包括安装于放空阀阀体上的两个液压油缸和驱动两个液压油缸同步运行的液压控制系统。液压控制系统包括油箱、电机、油泵、蓄能器、PLC控制装置、液压控制回路和用于检测液压油缸活塞位移的信号反馈装置。液压操作系统的额定油压采用16 MPa。本设计通过液压油缸来驱动放空阀,控制放空水流的大小,使放空阀开启和关闭时受力更加均匀稳定。

2.4.2 设计效果

(1)通过在阀体上设置两个对称的液压油缸,采用液压系统控制液压油缸,驱动放空阀上的套管前后移动,控制放空水流的大小,使放空阀开启和关闭时受力更加均匀稳定,解决了传统涡轮蜗杆驱动在受力

较大的情况下容易损坏的问题。

(2)通过液压系统控制2个液压油缸同步运行,能够更加稳定地调控放空阀的开启或关闭,避免两个油缸不能同步运行造成放空阀套筒卡壳的问题。

(3)采用液压驱动系统后,超大型水库放空阀的开度可以随意控制,在任意开度工况时都能安全稳定运行。

(4)本设计的液压驱动系统工作油压为16 MPa,所有液压控制元器件均采用成熟的、广泛使用的工业液压阀件和可编程控制器及自动化元件,结构简单,质量可靠,易于维护。

(5)本设计的超大型水库放空阀口径为3.0 m,压力为1.6 MPa,现已投入运行,应用效果全面满足设计要求。现场放水实景见图2。



图 2 龙背湾水电站放空阀运行实景

### 3 小结

相较于一些大中型水库来说,特别是对于放空管

以上水压超过 90 m 的混凝土面板堆石坝水库,现有技术的放空阀难以作为水库的主要放空结构,存在流量小、耐压低等问题,需要开发一种能应用于各种大中型水库的大口径、耐中压的超大型放空阀。

本次设计的超大型水库放空阀结构简单、使用方便、应用广泛,具有大口径、大流量、耐中压的特点,特别适用于大中型水库的放空;不仅能节省水库建造成本,还能降低施工难度,缩短工期和蓄水时间,提高水库放空安全。由于阀门的开启和关闭采用液压驱动,可以在任意开度放水,因此可兼作生态放水阀使用,并可作为大中型水电站施工期防洪度汛设施使用,有很大的推广应用价值。

(收稿日期:2020-06-15)

## 简 讯

## 省国家水资源监控项目(二期)顺利通过水利部评估

8月3~6日,南京水利水文自动化研究所受水利部水资源管理中心委托,组织专家组对我省国家水资源监控能力建设项目(二期)开展现场技术评估工作。8月6日上午,专家组在武汉组织召开现场技术评估反馈会,厅一级巡视员徐少军,省水文局党委书记、局长杨金春,厅水文水资源处主要负责人和省水资源监控能力建设项目办以及项目设计、监理及承建单位等人员参加会议。

会上,徐少军首先对项目专家组莅临湖北指导我省水资源监控能力建设表示感谢。他指出,湖北省自2012年以来积极开展水资源监控能力建设,经过国控一期、省控、国控二期等项目建设,基本建成全省水资源监控体系,建设完善了湖北省水资源管理信息系统,为提高全省水资源管理工作水平夯实了基础、提供了支撑。他要求,一是按照专家组提出的意见,倒排工期,抓紧做好项目整改、完善工作,按期将整改报告上报水利部;二是按照国家技术评估整体时间要求,扎实做好迎接国家技术评估的相关

工作;三是紧紧围绕“合理分水,管住用水”工作目标,建立健全水资源监测体系,进一步强化水资源监管基础,提升监管能力水平,加强取用水管控,严格水资源管理保护,切实提高水资源治理能力。

杨金春代表湖北省水资源监控能力建设项目办作表态发言。他表示,项目办将认真根据专家组意见,逐条逐项保质保量及时完成整改,确保国控二期水资源监控能力建设项目平稳运行,为湖北水利行业强监管提供强有力的技术支撑。

8月4~5日,专家组分成3组分别开展检查工作。其中,2个站点现场检查组分别对我省武汉、襄阳、随州、孝感、黄冈、荆门、潜江等地的33个取用水户监测点和3个饮用水源地水质自动监测站进行现场检查,1个软件平台检查组对湖北省水资源管理信息系统和建设资料等进行检查。

(摘自《湖北省水利厅网》2020年8月11日)

# 碾盘山智能水电厂体系架构研究

刘 伟 刘学知 梅 岭 黄 戡

(湖北省水利水电规划勘测设计院 武汉 430064)

**摘 要** 结合碾盘山水利水电枢纽工程,基于一体化平台为核心构建智能水电厂的总体设计思路,通过研究智能水电厂“安全分区、网络专用、横向隔离、纵向认证”的总体构架和技术特点,提出了智能水电厂的主要建设内容,分析了该技术架构的优势。

**关键词** 碾盘山水电厂;体系架构;智能化建设;一体化平台

水电是目前世界公认的最主要、最成熟并且能源效率最高的可再生能源。2018 年我国水力发电总装机容量和年发电量均位居世界第一,其中总装机容量约 352 GW,占全球水电装机总量的 27.2%;年发电量约 1 202.4 TW·h,占全球水力发电量的 28.7%。从我国的能源结构来看,2018 年水力发电量占电力产量的 16.9%,占再生能源发电总量的 65%。因此,水力发电在我国能源结构特别是再生能源发电中占据重要地位。

经过多年的技术积累和积极推广,我国现有水电厂已普遍部署计算机监控、微机继电保护、在线监测、安全监测、水情水调等面向各类业务应用的自动化系统,但各系统基本采用独立构建的方式,缺少统一的接口标准和数据模型,使得系统的整体性和协调性不足、数据信息共享困难、业务流程耦合性差、运维成本居高不下,无法满足电力生产过程的智能控制、流程运行、智能管理、优化调度等需求。

在水电厂智能化技术系统性研究与应用方面,国内外都还处于起步阶段,问题很多,难度很大。国外研究重点集中在区域数据共享与可视化辅助运维技术的应用方面;国内在技术体系方面的研究进展较快,部分自主研发的关键技术将逐步进入应用研究阶段,但完成全面推广与应用将是一个长期的过程。

## 1 智能水电厂平台建设与系统结构

智能水电厂以一体化平台为核心,制定各类自动化系统和管理信息系统的技术规范 and 标准,全面耦合电调、水调、安全监测、状态检修等水电厂核心业务,研究覆盖设计阶段、制造阶段、基建阶段、运营阶段、退役阶段等水电厂全生命周期的建设方案。

### 1.1 体系架构

根据《电力二次系统安全防护规定》的要求,系统采用“纵向分层、横向分区”的架构,实现“安全分区、网络专用、横向隔离、纵向认证”。

纵向分层从逻辑上分为“过程层—单元层—厂站层”共 3 个层级,各层级内部及各层之间采用安全、可靠、高速的通信机制。横向分区划分生产控制大区和管理信息大区。生产控制大区划分控制区(安全区 I)和非控制区(安全区 II),安全区 I 实现对电力一次系统的实时监控,安全区 II 部署在线运行但不具备控制功能的业务系统。管理信息大区部署其它类水电厂管理业务系统。

生产控制大区与管理信息大区之间设置横向单向安全隔离装置,隔离强度接近或达到物理隔离。生产控制大区内部的 I 区和 II 区之间采用具有访问控制功能的网络设备、防火墙等,实现逻辑隔离。纵

向认证采用认证、加密、访问控制等技术措施,实现数据安全传输及边界防护。

智能水电厂体系架构如图 1 所示。

## 1.2 纵向分层结构

### 1.2.1 过程层

过程层对电厂生产过程进行全面检测和感知。

将配置智能组件及智能电子装置(IED)各类机电设备的关键参数、设备状态及其它信息以数字化格式进行高效处理和智能传输,为单元层和厂站层提供数据支持。过程层将各智能终端采集的测点信息通过 GOOSE 网发布,订阅并执行单元层控制命令;采样电流/电压互感器的一次值,通过 SV 网发布。

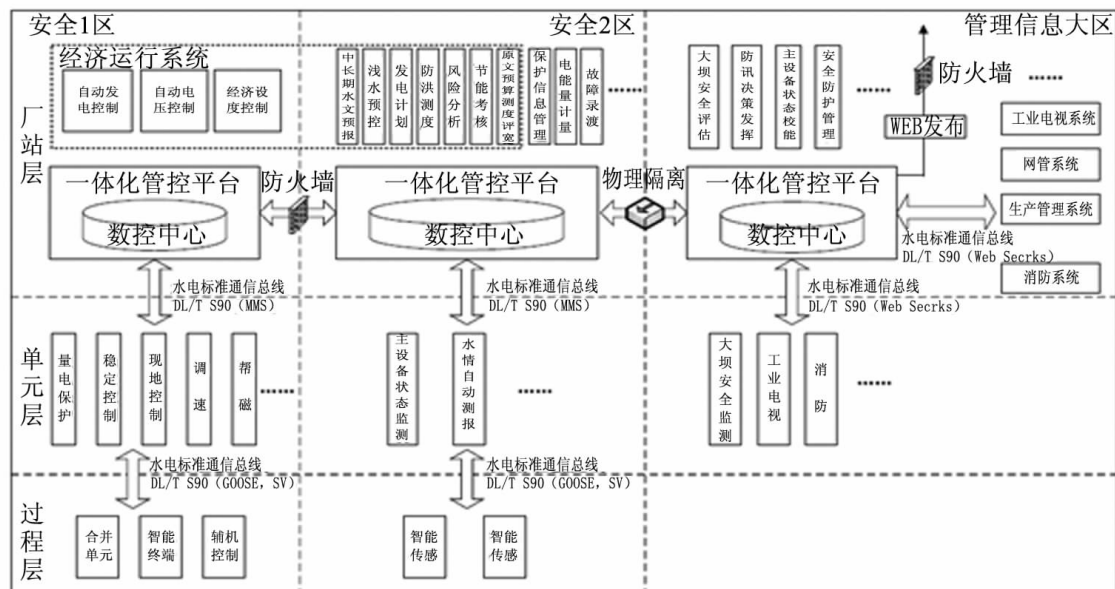


图 1 智能水电厂体系架构

### 1.2.2 单元层

单元层部署二次系统主控设备,实现使用一个单元的数据并且作用于该单元机电设备的功能。各单元的智能控制器、同期装置、采样装置、励磁、调速等通过 GOOSE/SV 网采集和处理过程层的各类信息,接收厂站层通过 MMS 网发出的控制指令。智能单元设备根据预先设定的逻辑算法和控制闭锁流程,对数据和指令进行判断,通过 GOOSE 网下发到过程层智能终端。

### 1.2.3 厂站层

厂站层完成厂级运行监视、分析评估、自动发电控制、优化调度、经济运行等功能,部署各类工作站、服务器、一体化平台、业务系统、管理系统等各类软硬件设施,实现发电控制、运行决策、生产管理的智能化。

## 1.3 横向分区结构

### 1.3.1 控制区(安全区 I)

安全区 I 运行电厂监控系统的核心业务。运行人员通过业务系统直接实现一次设备的数据采集和控制,具有最高安全级别,是安全防护的重点与核心。

### 1.3.2 非控制区(安全区 II)

安全区 II 的业务系统在线运行,但不具备控制功能,是电力生产的必要环节,各系统与安全区 I 的系统或功能模块联系紧密。

### 1.3.3 管理信息大区

管理信息大区的业务系统不具备控制功能,不在线运行,实现电力信息管理和办公自动化等功能。

## 2 应用实例

湖北省碾盘山水利水电枢纽工程位于汉江中下游湖北省钟祥市境内,是国务院批复的《长江流域综合规划》推荐的汉江梯级开发方案中湖北境内的第 8 级,已纳入国务院确定的 172 项节水供水重大水利工程。碾盘山枢纽为 II 等大(二)型工程,电站总装机容量  $6 \times 30.0$  MW,年平均发电量 6.16 亿 kW·h,年利用小时数 3 421 h。电站 110 kV 出线两回,采用分散接入方式,发变组接线采用两机一变扩大单元接线。碾盘山水电厂的电气设计采用统一的标准、协议、模型,实现一次设备智能化、二次设备网络化、信息平台一体化;核心建设内容包括监控、保护、一体化平台等。

2.1 监控与保护

2.1.1 监控系统

监控系统采用“三层两网”的逻辑结构。三

层结构包括过程层、单元层、厂站层,两层网络分别是 MMS 网和 GOOSE/SV 网,其系统架构如图 2 所示。

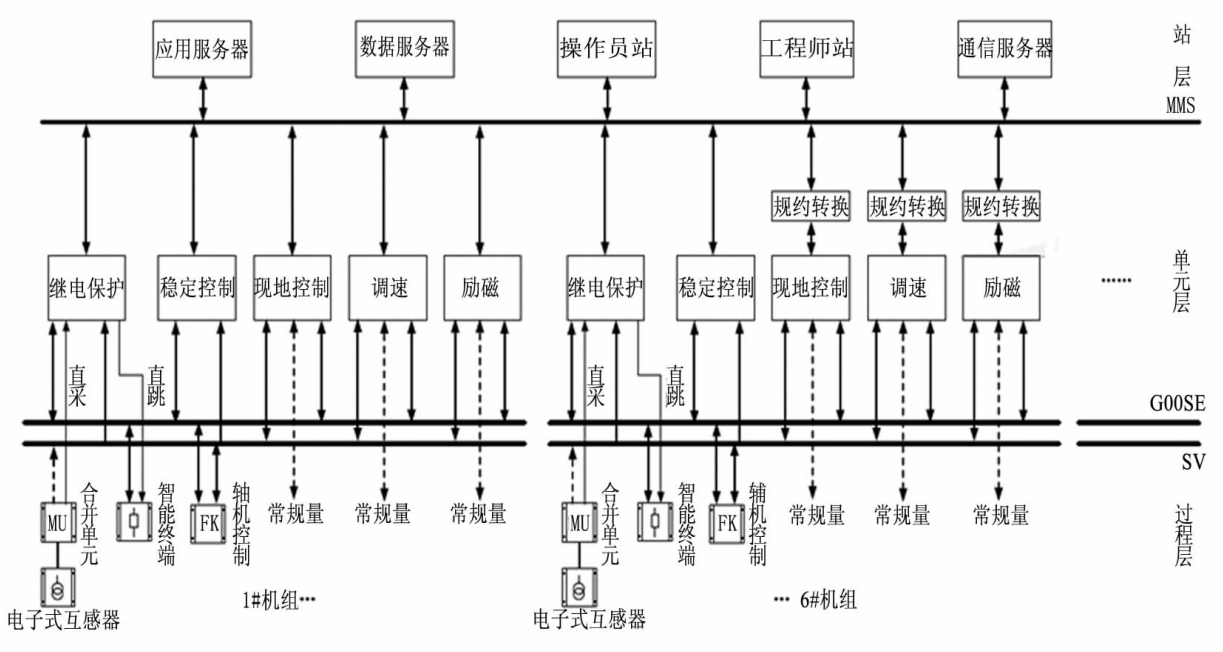


图 2 监控系统“三层两网”架构

过程层主要由互感器、合并单元、智能终端、智能传感等构成,完成现场终端数据的采集、测量、控制,包括实时运行电气量的采集、非电气量的采集、设备运行状态在线监测、控制指令执行等。

单元层负责现地数据采集和监控,各单元的智能装置实时获取 SV 网的模拟量数据和 GOOSE 网的开关量及 SOE 量数据。本层可脱离厂站层直接对现地设备监控。

厂站层完成实时数据处理、历史数据存储与备份、设备管理与控制以及与其它智能系统通信。系统以 MMS 网为核心,实现各服务器、工作站功能分担,数据分散处理;各工作站/服务器在系统中处于平等地位。厂站层设备以 IEC61850 标准接入 MMS 网,直接从 MMS 网读取关联数据并下发控制指令。

2.1.2 继电保护系统

智能水电厂的继电保护系统应满足“可靠性、选择性、灵敏性、速动性”的要求,并对保护的智能化水平有更高要求。继电保护装置处于“三层两网”结构的单元层,通过连接 GOOSE/SV 网与过程层设备交互,实现对一次设备的数据采集与控制;并通过连接 MMS 网与站控层进行信息交互及数据共享。各保护装置具备满足 IEC61850 规约的通讯接口,实现与厂站层设备的信息交互,具备满足 GOOSE/SV 网规约的通讯接口,采集 GOOSE/SV 网

设备信息。

2.2 一体化平台

水电厂生产过程中涉及大量设备及海量数据,各应用系统的数据需求、控制方式存在差异,因此需要建立统一完整的管控平台。一体化管控平台以水电公共信息模型 (Hydropower Common Information Model, HCIM) 和水电标准通信总线 (Hydropower Standard Communication Bus, HSCB) 为基础,实现不同电力二次安全分区之间的可靠数据信息同步机制。以数据中心、基础服务、一体化应用为主体,基于面向服务的体系架构 (Service - Orinted Architecture, SOA),进行系统整合与集成,规范传统水电厂中孤立、异构的应用系统和数据,提供统一的存储、访问、控制和预警平台,实现水电厂全景数据监视,为计算机监控、水调自动化、安全监测等基本业务提供应用服务;对外提供标准化的二次开发接口,实现与第三方模型及业务系统的相互接入和有效协同,为不同安全区内的各类系统提供统一的运行平台并实现不同系统间的友好互动。

一体化平台软件架构如图 3 所示。

2.2.1 规范层

规范层包括水电公共信息模型 (HCIM) 和水电标准通信总线 (HSCB) 两部分。其中,水电公共信息模型 (HCIM) 依据水电厂对象及其属性特征,对 IEC

61850(DL/T 860)标准进行扩展,实现水电厂生产运行设备及资源统一规范定义的模型,具有面向对象组织、全厂统一建模、信息自描述等特点。水电标准通信总线(HSCB)则采用 IEC 61850(DL/T 860)和 IEC 61970(DL/T 890)标准,实现单元层设备和厂站级应用系统与一体化平台数据交互,确保了系统的统一性和开放性。

### 2.2.2 数据层

水电厂生产运行过程中涉及大量不同类型的数据,并且不同应用间对于数据的实时性、数据量要求差异较大。因此,数据层的设计应充分考虑各类水

电厂不同应用的数据需求,对海量、实时数据的需求均提供可靠的解决方案。

数据层采用基于 HCIM/HCIS 规范,以 IEC61970/IEC61850 标准为参考,建立水电厂统一的数据模型和横跨安全区、管理区及电调与厂站间的数据交换总线。提供对实时数据库、关系数据库、文件数据库的标准接口,从而实现计算机监控、水情、水调、生产管理、安全监测等系统的信息交换与共享。数据层包括实时数据库和历史数据库两部分,通过具有分布式、跨平台特性的 HSCB 实现两者之间的双向信息同步。

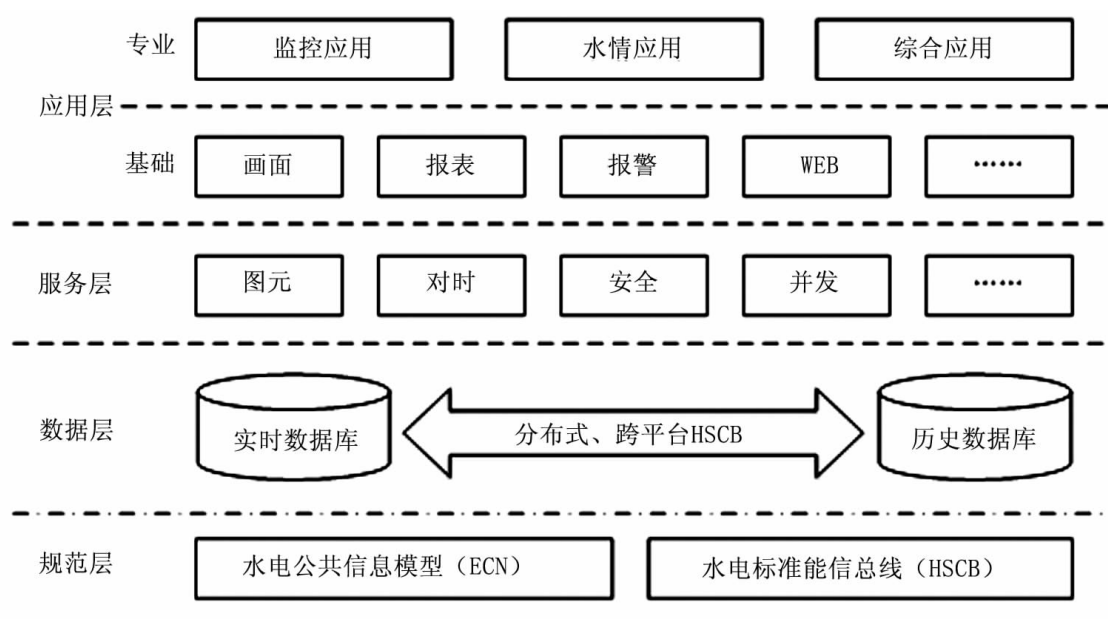


图3 一体化平台软件架构

### 2.2.3 服务层

服务层实现图元、对时、安全控制、并发控制等各类后台服务,需采用分布式的服务组件管理模式。

### 2.2.4 应用层

应用层细分为基础应用和专业应用两个子层,基础应用实现画面、报表、报警、WEB等通用可视化界面;专业应用则实现针对不同业务的差异性可视化界面。其中,监控应用部署在安全Ⅰ区,水情应用部署在安全Ⅱ区,综合信息展示功能部署在管理信息大区。

## 2.3 技术特点

### 2.3.1 统一建模及管理

遵循 IEC61850 标准,针对自动监控、水情测报、水库调度、安全监测、状态检测等专业领域所需要的设备、数据建立模型,形成标准、稳定、唯一的数据表示和访问的路径,构建水电监控、调度专业的标准化

模型库;此外,平台与各个系统进行数据交换的接口采用 IEC 61970 系列标准,这样平台可实现生产运行控制相关系统的整合,确保整个电厂的信息单点维护、自动同步、统一使用。

### 2.3.2 标准通信总线

基于 IEC61850/61970 国际标准建立水电厂统一、标准的数据模型,建立横跨安全Ⅰ区、Ⅱ区、管理信息大区以及集控与厂站之间的数据交换总线,同时提供对实时数据库、关系数据库等标准接口,从而实现监控系统、水情水调、状态监测、生产管理、大坝监测以及 OA 等系统的信息交换与共享,各系统间的数据传输更加全面且不占用硬件 IO,可以有效避免由于 IO 点调整或接口数量变动造成的各种变更。

### 2.3.3 精细化调节控制

调速、励磁系统承担着机组的启动、停止、工况转换、负荷调整等重要任务,直接关系到机组和电网

的安全稳定经济运行。传统的 TCP/IP 网络、GPS 对时、信息冗余、状态监测、仿真与测试等已不能满足智能电网的要求。采用先进的智能传感技术、冗余可靠的设计、高级控制策略、方便灵活的仿真测试接口和高速可靠的通信网络,实现调速、励磁系统等的数据交换和设备调节,大大提高了水电经济运行水平。

2.3.4 成本控制

传统水电厂的保护、励磁、调速、辅机控制等设备都是通过现地 LCU 接入计算机监控系统,而智能水电厂在过程层部署智能终端、智能传感、合并单元等装置,现场数据通过 GOOSE/SV 网实现信号共享。智能设备(Intelligent Device)在水电厂的应用,将减少重复配置各类变送器和相应的 IO 模件,降低二次系统设备成本。智能设备间采用光纤(双绞线)连接,传统的 IO 信号电缆将大大减少,可显著降低现场信号电缆采购和施工成本。

3 小结

(1)国内水电厂的勘测设计单位、计算机监控系统研发企业、发电企业等正在积极开展智能化水电厂建设的研究工作,相关技术的研究及工程实践正在积极推进。

(2)在广泛调研新建、改建水电厂对生产过程智

能化的需求和设备制造商自主创新能力的基礎上,针对碾盘山水利水电枢纽工程提出了基于一体化平台的智能水电厂总体设计思路,明晰了智能水电厂“安全分区、网络专用、横向隔离、纵向认证”的总体构架和主要建设内容。

(3)总结并分析了智能水电厂在统一建模、标准通信、精细化调节、成本控制等方面的技术优势。纵观水电智能化技术发展趋势,文中阐述的建设方案遵循 DL/T1547《智能水电厂技术导则》,但需在工程实践中不断创新与完善。

【参考文献】

[1] 刘吉臻,胡勇,曾德良,等. 智能发电厂的架构及特征[J]. 中国电机工程学报,2017,37(22):6463-6470.

[2] 芮钧,徐洁,李永红,等. 基于一体化管控平台的智能水电厂经济运行系统构建[J]. 水电自动化与大坝监测,2014,38(4):1-4.

[3] 郑健兵,花胜强. 智能水电厂一体化管控平台关键技术研究[J]. 水电与抽水蓄能,2017,3(3):24-28.

[4] 国家能源局. DL/T1547-2016. 智能水电厂技术导则[S]. 北京:中国电力出版社.

[5] 尹峰,陈波,苏烨,等. 智慧电厂与智能发电典型研究方向及关键技术综述[J]. 浙江电力,2017,36(10):1-6.

(收稿日期:2020-06-15)



全省非法采砂整治案例获  
“湖北省十大法治创新案例”提名奖

日前,省委全面依法治省委员会办公室、省委政法委、省司法厅联合印发了《关于2019年度“湖北省十大法治人物 十大法治事件 十大法治创新案例”评选结果的通报》,我厅选送的“创新机制全力开展全省河道非法采砂专项整治”获得2019年度“十大法治创新案例”提名奖。

此次评选经过专家初评、网络投票、专家组评审和评审委员会审定等程序,最后评选出十大法治人物、十大法治事件、十大法治创新案例及三个类别的10个提名奖。我厅报送的“创新机制全力开展全省河道非法采砂专项整治”获得“湖北省十大法治创新

案例”提名奖,体现了全省各级水行政主管部门用法治思维和法治方式破解河道采砂管理难题、用法治精神和法治力量护航经济社会发展的成效,展现了我省全面依法开展河道采砂管理工作的法治力量,为推进法治湖北、法治水利建设贡献了力量。

与此同时,我厅主创的“疏堵结合整治河道非法采砂”案例获评荆楚网(湖北日报网)和华中科技大学国家治理研究院共同主办发起的“楚治——首届湖北社会治理创新十大案例评选”优秀案例。

(摘自《湖北省水利厅网》2020年8月10日)

# 机组发电耗水率测试技术在水电站发电效益中的应用

胡鹏玉<sup>1</sup> 曹增龙<sup>2</sup> 张卫军<sup>1</sup> 张 年<sup>2</sup>

(1. 湖北省水利水电科学研究院 武汉 430070;

2. 湖北正平水利水电工程质量检测有限公司 武汉 430070)

**摘 要** 水利工程质量检测作为确定工程质量的一项专业技术,除了在工程建设领域广泛应用外,也可以在社会生产领域发挥服务功能。本文以湖北省 Y 水电站发电效益分析为例,阐述了机组发电耗水率这一水利工程质量检测技术的原理,完成了该水电站因跨流域引水工程实际引水量测算以及新增发电效益的比例测算,协助解决了该水电站运营方与引水工程投资方的经济纠纷,可为检测同行在开展类似工作提供参考。

**关键词** 发电耗水率;发电效益;检测技术;水电站;引水工程

湖北省 Y 水库建成于 20 世纪 70 年代,是一座以防洪、发电为主的多年调节型中型水库,该水库建有 Y 水电站。通过对往年的水文情况复核与水轮机组的工作状态进行分析论证,该水电站运行管理机构发现机组尚未充分发挥其发电效能,于是积极规划和寻求跨流域引水,以提升该水电站的经济效益。

## 1 水事纠纷由来

在 Y 水电站的运行历史上进行了两次引水扩能,第一次是 20 世纪 90 年代修建的明渠,引进临近流域 C 水库来水;第二次引水来自某投资公司于近年投资建成的 T 引水工程见(图 1)。通过 2 次引水,Y 水电站发电效益得到显著提升。2014 年,T 引水工程的投资方又开发建设了漂流等旅游项目,分流了 T 引水工程用于发电的引水量,导致 Y 水电站的发电增益下降,双发就此发生了水事纠纷并诉诸司法仲裁。

应司法机构的邀请和委托,笔者所就职的科研机构 and 检测公司做了初步研究。由于新开发漂流旅游项目分流,传统上单纯利用降水量与集雨面积来

测算 T 引水工程的径流量已经不是实际引水量,进而设计了水文计算和机组发电耗水率测试相结合的测算方案,重新测算了 T 引水工程实际引水量,并测算了其新增发电效益的比例。

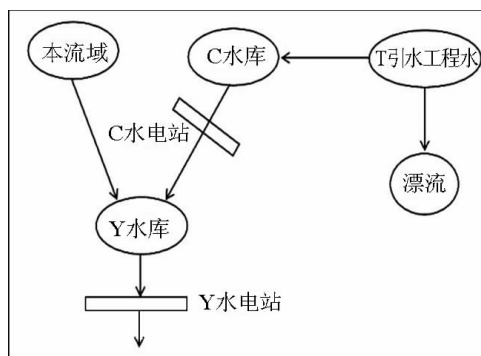


图 1 Y 水电站来水组成示意图

## 2 数据与方法

### 2.1 水文数据选择

Y 水电站所在流域可供参考的水文测站总计有 6 个,考虑到收集年份和测站权威性,选择了距离水电站最近且年限最长的某水文站数据作为水文计算依据,该水文站为省级重点基本站,得到该流域相关

参数如下:集水面积 670 km<sup>2</sup>,资料年数 61 年,1958 ~ 2018 年的年径流系数为 0.51。

通过选用的水文站数据,绘制历史上各个时段径流深度与降雨量关系曲线,降雨径流点数据基本呈带状分布,径流随降水增大而增大的趋势明显,各年代降水径流关系无系统偏离,年径流系列的丰、平、枯水期交替出现,较为稳定。

总体来说,本流域内降雨量与径流的年内分配不均,汛期 4 ~ 9 月降雨和径流集中,降水量占全年降水总量的 74.92%,径流量占全年径流总量的 79.11%,是历年最大暴雨和洪水产生期。降雨量与径流两者具有较好的同步性,符合一般规律,选用的水文数据较为合理。

2.2 多年平均年水量计算

根据水文数据统计得到逐月长系列流量,考虑到水库水面蒸发、库渠渗漏、生态用水等,计算得到本流域多年平均径流成果见表 1 所示。由表 1 可以看出,该流域多年平均径流量为 0.685 m<sup>3</sup>/s;又知 Y 水电站坝址以上控制流域承雨面积为 28.7 km<sup>2</sup>,相应的多年平均年流量为 2160.2 万 m<sup>3</sup>。

| 表 1 流域多年平均径流成果 (单位:m <sup>3</sup> /s) |          |       |       |       |       |
|---------------------------------------|----------|-------|-------|-------|-------|
| 年均径流量                                 | 不同频率的年径流 |       |       |       |       |
|                                       | 10%      | 25%   | 50%   | 75%   | 90%   |
| 0.685                                 | 1.127    | 0.924 | 0.623 | 0.406 | 0.329 |

2.3 C 水库来水量

按照前述计算本流域来水量的方法,计算出 Y 水电站第一次引水——来自 C 水库原 4.1 km<sup>2</sup> 承雨面积的多年平均径流量为 0.098 m<sup>3</sup>/s,相应的多年平均年径流量为 308.8 万 m<sup>3</sup>。

2.4 分析方案确定

如前所述,Y 水电站第二次引水来自 T 引水工程,该工程投资方近年来又开发了漂流旅游项目,分流了 T 引水工程用于发电的水,传统上单纯利用降水量与集雨面积来测算 T 引水工程的径流量已经不等于实际引水量。得益于 C 水电站发电用水正是 C 水库来水和 T 引水工程实际引水(见图 1)。通过 C 水电站的发电量和机组发电耗水率,计算通过 C 水电站的年过水量(Q<sub>D</sub>);之前已经计算过 C 水库的来水量(Q<sub>K</sub>);这样就可以计算出 T 引水工程的实际来水量(Q<sub>T</sub>)。用公式表示为:

$$Q_T = Q_D - Q_K$$

因此,问题就转化为 C 水电站过水流量的计算,

也就是 C 水电站发电量的确定和机组发电耗水率的测算。

3 结果与分析

3.1 C 水电站发电量

查询国家电网数据,C 水电站在 2014 年 8 月至 2018 年 12 月的 53 个月各月发电量见表 2。选取 2015 ~ 2018 年共 4 个完整年度的各月发电量进行统计,得到各月发电量统计结果见图 2。从表 2 和图 2 可以看出,该期间总计发电量为 718.33 万度,年均发电量为 162.64 万度,发电量与汛期 4 ~ 9 月降雨和径流的集中特点高度吻合。

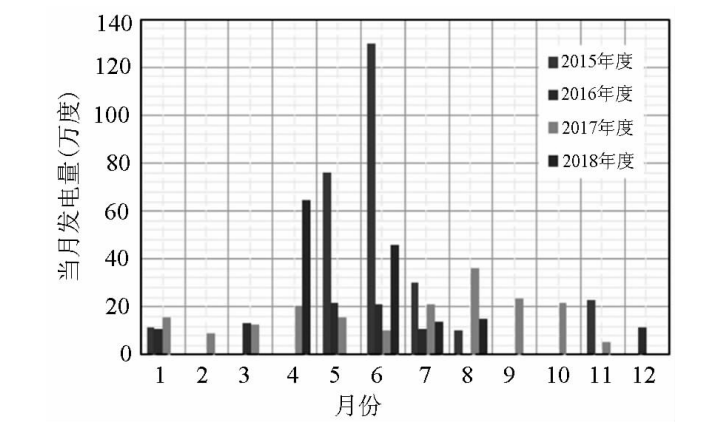


图 2 C 水电站各月发电量统计

3.2 C 水电站机组发电耗水率

3.2.1 主要计量仪器设备

机组发电耗水率试验所使用的计量仪器设备均检定校准合格,且在计量有效期内,主要仪器设备(忽略厂家型号)见表 3 所示。

3.2.2 机组发电耗水量测试布置

本次水电站机组发电耗水量测试系统布置示意图见图 3。将超声波流量计安装在电站进水管主管道的直管段处(流量测点),在水轮机高压侧和低压侧的压力测孔位置安装压力传感器,将功率变送器安装于电站出线母线上的二次侧。

3.2.3 水电站机组装置效率计算

水电站机组装置效率( $\eta_{plant}$ )为水电站的输出功率除以水轮机输入功率,计算公式为:

$$\eta_{plant} = \frac{P_{out}}{p \times g \times H_0 \times Q} \times 100\%$$

式中: $\eta_{plant}$  为水电站机组装置效率; $P_{out}$  为电站输出功率(kW); $p$  为水的密度(kg/m<sup>3</sup>); $g$  为重力加速度(m/s<sup>2</sup>); $H_0$  为毛水头(m); $Q$  为水电站发电机组流量(m<sup>3</sup>/s)。

表 2 C 水电站各月发电量统计

| 月份<br>与统计 | 不同年度的发电量(万度) |        |        |        |        |
|-----------|--------------|--------|--------|--------|--------|
|           | 2014 年       | 2015 年 | 2016 年 | 2017 年 | 2018 年 |
| 1         |              | 13.65  | 11.10  | 15.90  | 0      |
| 2         |              | 0      | 0      | 9.00   | 0      |
| 3         |              | 0      | 13.20  | 12.60  | 0      |
| 4         |              | 0      | 0      | 20.40  | 64.53  |
| 5         |              | 75.83  | 21.60  | 15.50  | 0      |
| 6         |              | 130.13 | 21.00  | 10.18  | 46.01  |
| 7         |              | 30.00  | 11.10  | 21.19  | 14.00  |
| 8         | 2.97         | 10.20  | 0      | 36.43  | 14.98  |
| 9         | 2.97         | 0      | 0      | 23.24  | 0      |
| 10        | 2.97         | 0      | 0      | 21.99  | 0      |
| 11        | 2.97         | 22.80  | 0      | 5.24   | 0      |
| 12        | 2.97         | 0      | 11.70  | 0      | 0      |
| 年度合计      | 14.85        | 282.61 | 89.70  | 191.67 | 139.50 |
| 总计        |              |        | 718.33 |        |        |
| 年均        |              |        | 162.64 |        |        |

注:2014 年 8 月至 2015 年 1 月的 6 个月发电量为 28.50 万度,本表统计时按月做了分配。

表 3 主要计量仪器设备

| 序号 | 设备类型   | 精度       | 数量 |
|----|--------|----------|----|
| 1  | 数据采集系统 | 32D 转换   | 1  |
| 2  | 压差传感器  | ±0.2% FS | 2  |
| 3  | 超声波流量计 | ±1%      | 1  |
| 4  | 功率变送器  | 0.2 级    | 1  |
| 5  | 旋浆式流速仪 | ±0.5%    | 5  |

变化曲线见图 4。机组装置流量与输出功率变化曲线见图 5。

经查阅 C 水电站运行记录表,总结得到该水电站机组装置的常规运行区间为 500 kW ~ 660 kW,电站机组装置常规运行毛水头区间为 59.0 ~ 64.0 m。根据 C 水电站在不同水头 and 不同输出功率情况下的装置效率曲线,可插值拟合计算出该水电站在 62.5 m 毛水头工况下,输出功率在 500 kW ~ 660 kW 工况下的装置加权平均效率值为 77.9%,最终由此计算得到 C 水电站平均机组发电耗水率为 7.55 m³/度。

3.3 T 引水工程引水量

按照 C 水电站年平均发电量 162.64 万度与发电耗水率 7.55 m³/度,计算 C 水电站多年年均过水量为 1 227.9 万 m³,扣除 C 水库承雨面积径流多年平均年水量 308.8 万 m³,得到 T 引水工程引水通过 C 水电站的多年平均年水量为 919.1 万 m³,即 T 引水工程实际流入 Y 水电站的多年平均年水量为 919.1 万 m³。

3.4 Y 水电站来水组成

Y 水电站各来水多年平均年水量和比例见表 4。Y 水电站流域承雨面积多年平均年流量为 2 160.2 万 m³,比例为 63.8%。第一次引水 C 水库承雨面积径流的多年平均年水量为 308.8 万 m³,比例为 9.1%;第二次从 T 引水工程实际流入 Y 水电站的多年平均年水量为 919.1 万 m³,比例为 27.1%。

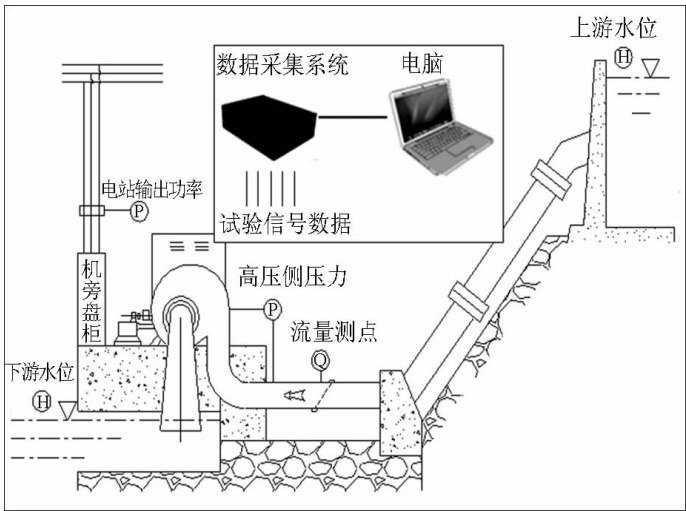


图 3 水电站机组发电耗水率测试布置

3.2.4 机组发电耗水量测算

C 水电站为引水式水电站,采用一管两机引水方式。根据记录统计得到机组装置效率与输出功率

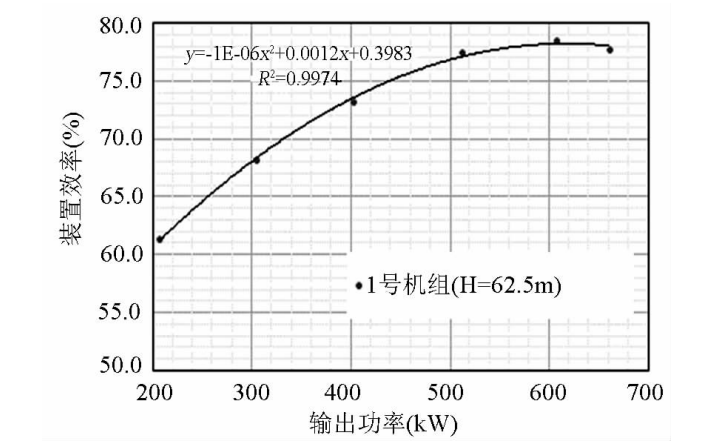


图4 C水电站机组输出功率与装置效率变化

| 表4 Y水电站来水的多年平均水量和比例   |         |       |         |         |
|-----------------------|---------|-------|---------|---------|
| 来水名称                  | 本流域径流   | C水库径流 | T引水工程来水 | 合计      |
| 水量(万 m <sup>3</sup> ) | 2 160.2 | 308.8 | 919.1   | 3 388.1 |
| 比例(%)                 | 63.8    | 9.1   | 27.1    | 100.0   |

3.5 新增发电效益

在T引水工程开发漂流旅游项目后的2014年8月至2018年12月期间,Y水电站新增发电量分析见表5。由表5可知,Y水电站在该期间的总发电量为7 548.73万度,年均发电量为1 709.15万度。T引水工程在该期间的新增发电总量为2 045.71万度,年均新增发电量为463.18万度。

| 表5 T引水工程(开发漂流分水后)新增发电量分析 |             |          |           |
|--------------------------|-------------|----------|-----------|
| 指标                       | Y水电站发电量(万度) | T引水比例(%) | 新增发电量(万度) |
| 总量                       | 7 548.73    | 27.1     | 2 045.71  |
| 年均                       | 1 709.15    | 27.1     | 463.18    |

4 结语

机组发电耗水率测试是传统发电效率测试的一

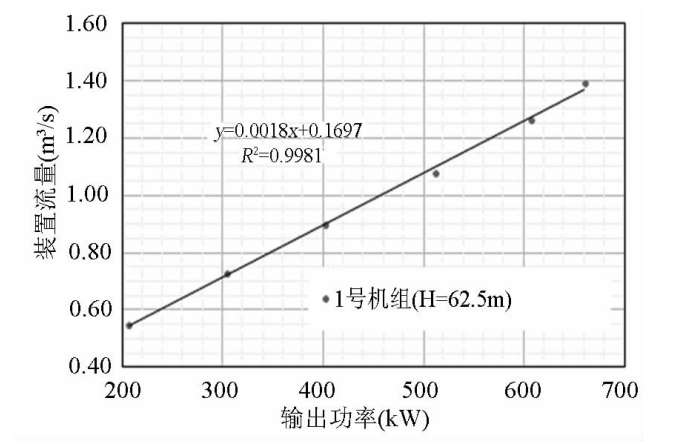


图5 C水电站机组输出功率与装置流量变化

个分支,涉及测算的指标有水头(水位)、流量、电压、电流等,使用的设备比较多,计算参数的选择也较为复杂,是水电领域多学科测试技术交叉融合的一项检测技术。

湖北省Y水电站水事纠纷的关键是T引水工程在开发漂流旅游项目分流后实际用于发电的引水量测算。本案例根据实际条件,成功运用了水文计算和机组发电耗水率测试相结合的技术方案,重新测算了T引水工程的实际引水量,并测算了实际新增发电效益的比例,为该水事纠纷仲裁提供了科学的专业支持。

【参考文献】

[1] 邢正锋. 小型水电站增容改造中存在的问题及对策措施[J]. 农业科技与信息, 2016(22):133-134.

[2] 周惠成, 刘莎, 程爱民, 等. 跨流域引水期间受水水库引水与供水联合调度研究[J]. 水利学报, 2013(8):5-13.

[3] 沈燕舟, 秦智伟, 刘其发. 湖北省典型小流域设计洪水分析[J]. 水利水电快报, 2002, 23(19):18-20.

[4] 杨文凯. 浅谈无正常年径流量资料的几种实用计算方法及实例[J]. 中国水运(下半月), 2008(5):154-155.

(收稿日期:2020-06-20)

水利课堂

农田基本建设

通过水利和农业等综合措施,改造不利农业生产的自然条件,建设旱涝保水、高产稳产农田。农田基本建设的主要任务是以治水改土为中心,实行山、水、田、林、路综合治理,大搞园田化,做好田间工程。

# 湖北省水利厅文件交换系统建设与思考

李 进 付冬勇 黄碧梅 阳 丽

(湖北省水利厅 武汉 430070)

**摘 要** 通过分析湖北省水利厅文件交换中存在的问题,探究运用现代化信息手段,建设安全可靠的公文流转保障体系和公文交换系统,大大提高了全厅公文流转的安全性与效率。

**关键词** 公文流转;信息化;文件交换系统

文件运转效率直接关系机关工作效率。近年来,湖北省水利厅办公室以提能增效为目标,大力推行“无纸化”办公,取得了明显成效。尤其是自 2016 年厅协同办公系统(OA)与全省市、县水利部门及厅直水利系统各单位互联互通以来,省水利厅与基层水利部门之间行文通过网络专用系统传递、指定电子邮箱收发,文件运转效率大为提升。以往为了送文件而不得不安排专人差旅、舟车劳顿、耗时费支的局面得到显著改观,不仅节约了大量人力和财力,更通过“让信息跑路”,推进了“让基层减负”。

在实际工作中,湖北省水利厅机关仍有一些必须纸质运转的文件(如上级机关发来的明传电报等),尚采用传统的“面对面”“手转手”方式传递,成为制约机关工作效率提升的新“瓶颈”。为此,湖北省水利厅于 2019 年底启动了文件交换系统建设,努力提高纸质文件运转信息化水平。参建各方积极推进研发工作,保证了系统于 2020 年 6 月初步建成,并投入试运行。

## 1 纸质文件运转状况及存在问题

长期以来,湖北省水利厅办公室按照“办文零差错”“急事不过夜”等相关要求开展文件交换工作。对确需纸质运转的文件,由厅办公室收文登记,提出拟办意见并报厅领导批示;随后,对照文件所涉及处

室(单位)数量相应复印若干份数,再以打电话或 QQ 群发消息等方式通知处室(单位)文件运转岗位人员到厅办公室履行签名手续方可取件(即“面对面”“手转手”)。应当说,这一系列操作在规则制定上执行了《党政机关公文处理工作条例》有关规定,在流程设置上基本符合水利部门文件处理程序,有效保障了省水利厅纸质文件平稳有序运转。但其缺点也在于“稳”有余而“快”不足,由此造成 3 方面的问题。

### 1.1 人力紧张加剧

省水利厅办公室文书运转定岗 2 人,分别承担普通类和机要类文件处理工作,均涉及纸质文件。近几年来,纸质文件运转数量持续处于高位。2019 年机构改革后,原省水利厅、原省三峡办、原省移民局、原省南水北调办(局)合并组成新省水利厅,厅机关处室(单位)由改革前的 28 个增至 37 个,厅职能变化较大,收文数量大幅增加,文件运转岗位工作强度加重,人少事多的矛盾进一步凸显。

### 1.2 工作效率不高

纸质文件“面对面”“手转手”的传递方式,要求厅办公室和处室(单位)必须安排专人现场发件、取件。由于日常事务较多,时常出现处室(单位)未能及时派员取件情形,导致“文等人”;或者到厅办公室取件时无人守候,导致“人等人”;另一方面,当文件

传递涉及多个处室(单位)时,众多人员短时集中到厅办公室取件,又会因履行签名等程序耗时过长,导致“人等文”,严重影响文件传递效率。

### 1.3 文件流向难溯

纸质文件传递记录用本子、动笔头,取件人员在记录本上签名登记,事后查询文件流向和开展督查工作既不方便、也不快捷,降低了工作效率。

## 2 文件交换系统建设原则

湖北省水利厅文件交换系统以进一步提能增效为目标,以信息化为实现途径,着力提高厅机关纸质文件传递效率。系统包含文件交换柜、门禁、安保设施等硬件部分以及文件交换管理信息系统等软件部分,其研发建设应遵循“可靠、保密、高效、易用”4项原则。

### 2.1 可靠

文件处理工作质量好坏最重要的检验标准是“零差错”,而要确保“零差错”就必须保证文件交换系统的设计、建设符合机关公文处理规程规范,满足湖北水利工作实际需要。尤其要科学处理文件运转“稳”与“快”的关系,不能一味求快而随意改变、删减文件传递流程关键环节,更不能消除了老“瓶颈”,又形成新“卡点”。为此,系统建设人员专程到省委办公厅、省商务厅等单位考察学习,借鉴吸收成功经验,在原有工作基础上进行优化,定制了既满足实际需求,又适应信息化模块架构的水利纸质文件交换新流程。登记→投件→取件等各个环节均有纠偏设计,即便使用人员出现操作失误,系统也能引导回到正确流程上来,保障文件交换工作畅通无碍。

### 2.2 保密

各类文件记载有大量工作信息,特别是纸质文件所涉信息大都比较敏感,必须依法依规加强保护。建设文件交换系统,要强化“保密责任重于泰山”的意识,做到规划设计、项目实施、建后管理全过程严格落实保密工作规定,确保不发生失密、泄密情况。为此,湖北省水利厅隔离出专门的文件交换系统建设用房,室内安设红外报警器和多路监控视频,门禁连入省水利厅安防系统,实行24 h联网联控。系统自身也按照“涉密不上网、上网不涉密”要求,组建了单独的局域网。厅机关各处室(单位)文件运转岗位人员相对固定,经系统赋予权限后才能取件,进一步

增强了文件交换的保密性与安全性。

### 2.3 高效

提能增效是本次系统建设的核心目标。要实现这一目标,就要坚持问题导向,把原人工处理的工作尽可能以信息化、自动化替代,主要采取了“一码一信一卡通”方案。“一码”,就是由系统为每份文件配给唯一的二维码,收文登记、分发派送、取件复核等工作均有二维码自动关联记录,以解决各环节多次人工登记影响效率的问题;“一信”,就是文件进入交换柜后,由系统自动向取件处室(单位)文件运转岗位人员发送手机短信,通知其取件,如遇取件超时(一般为当日下班前尚未领取的),系统还会继续发短信催取;“一卡通”,就是文件交换室门禁、文件交换柜凭省水利厅工作证“一卡”开启,取件人无需与厅办公室人员当面交接,以解决“人等人”“人等文”“文等人”等诸多问题。

### 2.4 易用

文件交换系统建设要坚持以人为本、服务至上理念,使之易用管用、长期见效。为此,要努力追求系统界面简洁、操作简明、功能实用,建设过程中要广泛征求厅机关各处室(单位)意见,推动建立厅办公室主导、各处室(单位)参与、全厅共建共享共管的文件交换系统建设管理工作机制。

## 3 文件交换系统试运行效果

进入试运行阶段的文件交换系统包含文件交换、文件借阅、政务督查三大模块。相比系统建成前,实现了“三个升级”。

### 3.1 文件交换模式由“串联式”升级为“并联式”

系统建成前,省水利厅纸质文件交换为人工分发→人工联系→人工取件的单线串联模式。系统建成后,文件交换升级为“人←→系统”多线并联模式,发件人、取件人分别在文件交换系统上进行操作,发件与取件流程互不干扰,文件传递效率明显提高。

### 3.2 文件交换主体由“一对多”升级为“多对多”

系统建成前,省水利厅纸质文件交换的发送主体为厅办公室,其他处室(单位)只能被动取件,也即“一对多”。建设过程中,很多处室(单位)提出运用文件交换系统向其他处室(单位)交换文件的意愿(即“多对多”)。厅办公室和研发单位从技术可行性、经济效益比等方面深入分析研究,积极响应予以

满足。系统建成后,文件交换“多对多”顺利实现,系统使用频次明显增多,更大程度地提升了工作效能。

### 3.3 文件交换记录由“流水账”升级为“电子簿”

系统建成后,文件交换记录由原纸质笔记本模式全面调整为系统自动电子记录,文件发放和领取时间、责任人等要素做到了全程有痕可查。既把有限的人力资源从一般性、重复性工作中解放出来;又

保证了文件流向的实时追溯,安全性得到有效保障。

总体而言,湖北省水利厅文件交换系统已基本实现设计目标。参建各方将按照“可靠、保密、高效、易用”要求,继续听取各方面的意见和建议,推动系统建设趋于更加完善,为提高文件运转效率、保障机关平稳高效运作,提供有力的科技与信息支撑。

(收稿日期:2020-06-25)

## 简 讯

# 水利补短板就是算大账 算长远账

防汛救灾,我们不能只满足于眼前能“过关”,短期能应急,更要算大账、算长远账,将水利设施补短板这件造福人民、造福子孙后代的事情坚持下去、做实做好。

8月5日,省减灾委、应急管理厅宣布,终止省级自然灾害救助应急Ⅲ级响应。从防汛大考中走来,“防范胜于救灾”已成为一种广泛共识。

自然灾害具有不可预测性,但平时所做的每一份努力,往往会在灾害来临时得到检视。汉阳南岸嘴曾有“十年九淹水”之说,通过整体搬迁加固堤防、提升疏捞抽排能力,如今已无惧外洪内涝;今年富河水位超过了1998年的历史最高洪水水位,通过下游网湖分洪闸泄洪,防汛压力得以大大缓解;66年过去,武汉昔日大战洪水的九个地点,已变身时尚街区、绿色公园……兴水利、建设施、补短板,在今年的防汛战场上,我省的水利补短板工程发挥了重要作用,也经受了重大考验。面对今夏我省遭受到的新中国成立以来历史同期最大降雨量,正是因为水利设施补短板上做的大量工作,为防汛救灾特别是防御大江大河超标准洪水打下了坚实的基础,增添了我们保大江大河大湖安全度汛的信心。

应对防汛大考,首要在“防”。稳固完备的水利基础设施,始终是我们应对汛情的最大底气。把短板补齐、把堵点疏通、把隐患排除,全面提高水利工程和排涝系统在旱涝灾害中的防御能力,关乎到人

民群众的生命财产安全,对优化发展环境、推动疫后重振意义重大。防汛救灾,我们不能只满足于眼前能“过关”,短期能应急,更要站在全力保障人民群众生命财产安全、实现安全发展的角度,算大账、算长远账,将水利设施补短板这件造福人民、造福子孙后代的事情坚持下去、做实做好。

7月17日召开的中央政治局常务委员会会议强调,要全面提高灾害防御能力,坚持以防为主、防抗救相结合,把重大工程建设、重要基础设施补短板、城市内涝治理、加强防灾备灾体系和能力建设等纳入“十四五”规划中统筹考虑。统筹“应急”和“谋远”,我们要摸清水利基础设施和排水系统建设中存在的短板,把水利工程建设作为提升防汛救灾能力的关键,按照“除险保安、排灌结合、生态改善、功能提升”的要求,把长远思维贯注到“补短板”工作中去,体现在日益增长的防汛抗灾能力中去。

古训讲“治荆楚必先治水”,湖北是长江流经里程最长的省份,是千湖之省,水利建设是湖北管长远、管根本的重要基础设施建设。算大账、算长远账,就要把问题想得更充分些,把该补的水利设施短板一个个补齐,以“功成不必在我”的境界,一代接着一代干下去。

(摘自《湖北省水利厅网》2020年8月11日)

## 水利管理

## 宜都红花套大溪库区的精准扶贫之路

李广彦

(湖北省宜都市水利与湖泊局 宜都 443300)

**摘要** 介绍了宜都市红花套镇库区的基本情况,剖析了库区贫困的原因。通过实施“精准扶贫”策略,采取政府帮扶、产业帮扶和项目帮扶措施,改变了群众的思想面貌,提升了劳动技能,获得了稳定收入,实现库区群众的真正脱贫。

**关键词** 精准扶贫;光伏项目;大溪库区;宜都市

湖北省宜都市红花套镇地处鄂西山区向江汉平原过渡地带,北与宜昌市点军区接壤,东与猇亭区隔长江相望,西与长阳土家族自治县龙舟坪镇相连,有“鄂西门户”“三峡门城”之称。红花套镇境内长江岸线长 15 km,清江岸线长 5 km。该镇具有典型库区特点,地处高坝洲库区,辖区内有 大溪、白洪溪 2 座中型水库,属于三峡大坝经济辐射区。通过深入偏远库区大溪村,走访镇内企业,调查库区精准扶贫工作,了解当地政府及企业帮扶库区群众和移民现状,成功脱贫之道令人耳目一新。

## 1 库区概况

大溪发源于宜昌文佛山,全长 25.6 km,流域面积 64.8 km<sup>2</sup>,流经宜都市 16.3 km 后,在红花套汇入清江高坝洲库区。大溪水库是建于 20 世纪 70 年代的一座中型水库,库容 1 094 万 m<sup>3</sup>,坝顶高程 141.5 m,1975 年正式投入运行,是目前湖北省乃至全国少有的双曲拱坝之一。水库建设之初,宜都县调集红花套、古老背等公社的数千民工参入水库建设。近年来,水库通过除险加固,防洪保安能力大大提高;库区环境秀美,水质优良,野鸭水鸟众多;两岸竹林茂盛,树木多样,层林尽染,具有较高的水利工程研究价值和旅游观赏价值。

### 1.1 基本村情

红花套镇版图面积 149 km<sup>2</sup>,现有红花套、吴家

岗、周家河、窑坡塆、南桥、杨家畈、渔洋溪、鄢家沱、大溪 9 个村和 1 个社区居委会,村民小组 55 个。在全面实施精准扶贫前,全镇有贫困户 255 户、772 人,贫困人口年龄集中在 35~70 岁,90% 集中在大溪等库区村。

### 1.2 基础设施

贫困村大溪村共有 5 个村民小组,256 户、842 人。村民居住分散,除少数新建两层小楼外,多数农户住的是土坯房,多为危房。村公路组组通、班车覆盖率为 55%;适宜建沼气农户有近 65%,自来水入户率 50%;光缆覆盖率、广播电视人口综合覆盖率 70%,农村电话入户率 95%。有村卫生室,但无村小学,适龄儿童均在外村和镇上上学。

### 1.3 产业发展

大溪村耕地面积 57.4 hm<sup>2</sup>,人平不足 0.06 hm<sup>2</sup>,村民经济来源以柑桔、毛竹、山羊为主,大部分村民通过外出务工来增加经济收入,贫困家庭没有稳定的收入来源,是全省为数不多的贫困村之一。

## 2 贫困成因分析

目前我国贫困群体致贫原因主要集中在 6 个方面:一是家庭成员或年老体弱,或残疾智障,缺乏健壮劳动力;二是长期患病或突患疾病、重病;三是交通闭塞,缺少建设资金和发展项目;四是贫困户自身文化素质低,年年帮扶,年年坐吃山空;五是自然环

境差,或水资源匮乏,或缺少农业生产资源;六是自然灾害,库区“精准扶贫”须在搞清贫困人口主要分布、贫困原因等前提下对症下药。

### 2.1 地理位置偏远,交通不便

大溪库区偏远贫困户往返一趟集镇,先要坐渡船出来,然后步行3 h才能到达集镇。多因交通闭塞、信息不畅,难以有效开发和输出农产品。“出门是挑,进门是挑,离开扁担,生活无靠。”这是偏僻村民艰苦环境的真实写照。

### 2.2 产品附加值低,开发不够

大溪库区生态植被好,资源丰富,但树木不能任意砍伐,金竹资源限量,旅游资源未开发利用,农民经济收入主要靠责任田和山竹,传统农业收入比重大,产业附加值不高,青壮劳力外出务工,老弱病残发展产业有心无力。

### 2.3 文化程度偏低,缺乏技能

贫困户受教育程度多为初中及以下文化,传统小农意识根深蒂固,思想观念和行为习惯落后,习惯靠救济,自主脱贫意识不强。

### 2.4 教育医疗负担重,难抗风险

有些贫困家庭为孩子上学负债累累;农户因病返贫现象严重,因病致贫占80%。一旦遇到干旱、洪涝等自然灾害,村民收入大幅下降,迅速返贫。

## 3 库区扶贫策略

### 3.1 政府帮扶

安居乐业,民之福本。针对库区贫困户普遍存在住房简陋甚至不安全现象,根据群众普遍意愿原则,红花套镇党委、政府按照“统一规划、统一样式、统一建设、分期推进”的办法,统一建设农村公租房,整体搬迁安置居住在库区土坯房的农户。农村公租房采取二室一厅、一厨一卫、一附属屋、一小院工程施工设计方案。由于资金有限,施工单位都嫌价格低而放弃投标。宏宇土石方工程有限公司老板陈启全在扶贫事业感召下,自愿承担工程建设。有的农户主动无偿支助木材,有的参加义务劳动,有的被征地农户不讲价钱。大溪村四组村民陈则全,得知要征他家耕地建公租房时,一周之内便腾出0.33 hm<sup>2</sup>耕地。

大溪村首期建设公租房2栋657 m<sup>2</sup>,首批9个深山农户告别土屋入住公租房。贫困户周培林家老房子遇到下大雨老是提心吊胆,生怕房子塌了,住进公租房后,结束了单身生活,还娶了媳妇。目前,已连续4期建设农村公租房7栋2482 m<sup>2</sup>,安置库区

贫困户34户110人,统一配套了水、电、路、绿化、通讯等基础设施,户户吃上了安全卫生的自来水,人居环境得到明显优化,群众幸福指数大幅提升。

### 3.2 企业帮扶

湖北土老憨生态农业集团是农业产业化国家重点龙头企业、湖北省农业产业化综合十强龙头企业,公司围绕精准扶贫目标,结合库区“山上桔、水中鱼”的产业特色,创建“培训就业一体化”农村实用人才培训基地,课堂时常爆满,其中不乏库区贫困户和移民。通过技能培训,移民学有所获,由“闲人”向“能人”转变。集团还重点解决年龄偏大、无技能的贫困移民就业。大溪村窑坡垸村7组移民陈召清,过去只会种田,被集团安置到调味品罐装车间工作,平均每个月能拿到2000多元,淡季还能在家做农活、照顾老人。她说:“家里有老人不能出门打工,在家门口就业能互相照顾”。

### 3.3 项目帮扶

项目开发始终是发展的发动机。红花套镇与九州方圆新能源股份有限公司合作,启动光伏扶贫工厂项目。该项目由镇级财政投资648万元,电站装机容量为810 kW,年发电81万度,预计最低使用寿命20年。电费最高收益1.37元/度(其中,用户电价0.70元/度,国家补贴0.42元/度,省级补贴0.25元/度),光伏电站最高年收益预计将达到110.97万元,扣除5%的管理成本及7%的税收成本,每年净收益预计达97.65万元。镇政府决定每年将50%的收益用于扶贫开发,即每年为库区255户贫困户补贴资金2000元左右,50%的收益用于偿还电站建设成本,支付方式为第一年向九州方圆支付100万元,剩下部分每年安排镇财政资金50万元,电站收益50万元,6年内支付完所有建设成本。2019年光伏扶贫电站正式并网发电,建设成本全部收回后,所产生的收益全部用于镇级扶贫事业发展。

## 4 库区扶贫思路及建议

### 4.1 立足生态拔穷根

扶贫不只是帮助困难群众一时脱贫,更应是拔掉穷根,有个稳定的小康生活环境。比如,没有青山绿水,养殖致富就是空话,“扶贫羊”会挨饿,“扶贫鱼”会死亡,来年贫困依旧。精准脱贫要在治本上下功夫,斩断“穷根”必须走可持续发展的生态之路。欲实现这一目标,既要大力建设生态工程,实施农村环境综合治理,做到水源、家园、田园“三清洁”,杜绝有害农药、家禽粪便流入河道等水域,全面改善农村

居住环境,确保贫困人口经济收入的稳定和山水自然环境的可持续利用;也要树立“回归自然”意识,不与大自然争地,让出“一方水土不能养一方人”的地方,通过搬迁扶贫,修复山川河流、湖泊湿地等生态系统,实现生态与扶贫“双赢”。

贫困户原分散居住偏远库区,多为留守老人,土坯房,不安全,吃水挑,出门难,要想解决水、电、路、通讯等基础设施,需投资1 200多万元。集中新建农村公租房,统一配套完善相关基础设施,至少节约投资800多万元。红花套镇对居住库区深山的农户整体式搬迁安置,探索出了一条政府投入少、移民住得好的库区扶贫攻坚新路子。库区最偏远的4组农户李克金住进公租房后高兴说:“过去在山里想去村中心点购物、看病,往返要步行25 km山路,来回一整天,现在下楼就有超市。”贫困老人有的子女不在身边,有的丧偶,生活起居困难,孤独无助,现在集中居住,互相帮助,老有所伴。

#### 4.2 立足政策找出路

精准扶贫,办法多样,不能等靠,要发掘现有自然资源和社会资源。目前,我国光伏产业产能过剩,位于红花套镇的九州方园新能源股份有限公司也未幸免。红花套镇贯彻国家有关政策,依托清江绿色产业园区大量的企业厂房,与九州方园新能源股份有限公司合作,推进光伏扶贫工程,走出了一条产业扶贫、生态发展扶贫和清洁能源建设扶贫的崭新路子。

#### 4.3 立足发展强产业

产业扶贫是村民彻底脱贫致富的重要途径。农业产业投入大、周期长,市场风险也很大,移民个体无法承担投入成本,这就需要抗风险能力强的龙头企业保护和带动。以产业扶贫为主导,做到户户有产业,人人能脱贫,同时联系龙头企业,建立产业合作社,推行“龙头企业+基地(合作社)+农户”的经营模式,是库区产业扶贫的捷径。土老憨集团正在

规划国家农业公园项目,建成后预计柑橘增收2.5亿元,旅游收入1.5亿元,农家乐收入1.5亿元,柑橘等体验式采摘及土特产品收入1亿元,柑橘全产业链商品化处理及柑橘深加工收入3亿元。带动库区500人自主创业,组建柑橘、乡村游、农家乐合作社50家,解决红花套镇周边地区2 000多农民就地就业,库区贫困人口可得到全部消化。

#### 4.4 立足移民强素质

劳动力资源是最关键、最活跃的因素。目前,农村有一定能力的年轻人常年在外打工,留守的多是老、弱、病、残、少,劳动能力有限,导致贫困村缺乏“造血”功能,给精准扶贫增加了难度。靠“输血”脱贫只管一时,提高库区贫困人口素质,是解决脱贫问题的长远之策。移民素质应与农业产业化同步推进,要像土老憨集团这样,既授人以鱼,也授人以渔,创建移民就业培训基地,加快精准扶贫步伐。

#### 4.5 立足创新补短板

“精准扶贫”既有物质的,也有精神的;既有工程建设方面的支持,也应有管理机制的跟进。近年来,公路、电力、水利等基础设施投入不可谓不大,为什么总是难管长久,甚至当年建、来年毁,农民年年叫“电荒”、闹“水荒”、怨路堵,其根本原因是工程项目建设缺乏后期的有效管理机制,导致工程老化失修,作用不能有效发挥,不仅造成投入浪费,也直接影响扶贫效果和新农村建设,这是精准扶贫的短板。在“精准扶贫”歼灭战中,应该加快建立各种农村工程管理新机制,推广已有改革经验,把短板补上,确保“精准扶贫”成果的长效持续。红花套镇利用光伏电站项目,不仅让贫困户月月有收入、年年有经济来源,还通过扶贫项目分配机制,解决未来10年、20年甚至更长时期的经济发展问题,帮助贫困户长期脱贫,不再返贫,这种“光伏扶贫”模式可在全国库区推广。

(收稿日期:2020-07-15)

## 水利课堂

### 节水灌溉

以最低限度的用水量获得最大的产量或收益,也就是最大限度地提高单位灌溉水量的农作物产量和产值的灌溉措施。主要措施有:渠道防渗、低压管灌、喷灌、微灌和灌溉管理制度。

## 饮水安全

## 实施城乡一体化建设 高质量保障饮水安全

陶家顺

(武汉市新洲区人民政府 武汉 430400)

**摘 要** 介绍了武汉市新洲区在推进城乡供水一体化建设、高质量保障农村饮水安全方面的经验和做法,指出了目前供水工作中存在的水源地水质不稳定和供水设施能力不足的问题,提出了下一步改进方法和工作计划。

**关键词** 城乡供水;饮水安全;新洲区

新洲地处大别山南麓、长江中游北岸,鄂东北部、武汉市东部。全区版图面积 1 500 km<sup>2</sup>,人口近 100 万;境内地势北高南低,滨江带湖,三河纵贯。主要水务设施概括为 1 江、3 河、12 湖、3 座拦河坝、40 座水库、千里堤防、港渠、万口塘堰,12 座水厂、14 座污水处理厂及配套管网,共同构成水务大区格局。

近年来,新洲区认真贯彻落实习近平总书记新时代治水重要论述和共抓长江大保护指示精神,按照中央、省、市水生态文明建设新要求,突出“工程补短板、行业强监管”工作主旋律,坚持“四水共治”,重点建成郟城防洪圈工程和武湖三泵站工程,完成水库除险,更新改造了五大排涝泵站和街镇污水处理厂提标改造;“河湖长制”全面发力,小微水体同步建立“河湖长”体系,责任延伸到村,河湖“四乱”清理整改到位,划界确权稳步推进,巡查保洁经常化,坚持水岸同治,源头治污措施加强,河湖水环境得到改善,为农村饮水安全长效保障提供了良好的水源支撑。

## 1 农村饮水安全工作推进情况

饮水安全是最基本的民生要求,也是实现乡村振兴的基础保障。区委、区政府高度重视,多措并举,推动农村饮水安全工作,注重建后管护,重建强管,确保全区供水工程“建得成、管得好、用得起、长受益”。

### 1.1 高起点大投入,构筑供水系统

实施农村饮水安全工程建设之初,区政府就注重城乡供水一体化布局和谋划。“十二五”以来,坚持政府主导与市场运作,累计投入资金 7 亿元以上,先后新建、改建规模水厂 12 座,配套管网 1.04 万 km、转压站 52 座,日供水 23.6 万 t,自来水“村湾通”,完成全覆盖。

### 1.2 保源头抓联动,确保水质水量

(1)严格水源地保护。全区 12 座水厂规范设立取水口警示标识,强化重点保护;实行禁采、禁网、禁养、禁牧,生态种养,防止面源污染,确保源头安全。

(2)规范水质检测。对照《国家生活饮用水卫生标准》,原水实行日检制,出厂水分时段检测到位,42 项指标按月实行第三方机构与卫生部门“双检”机制。郟城、阳逻水厂还落实半年 106 项指标全检测、全分析;区农村饮水检测中心联合区疾控中心,定期对 12 个水厂的出厂水、管网水、末梢水进行监督性监测,全区水厂供水合格率达到 98% 以上。

(3)加大管网巡查。组织专班人员不定期对供水管网进行巡查,及时处置跑、冒、漏、渗和管网破损情况;在保证供水质量的前提下,满足用水户水质、水量、水压需要。

### 1.3 设机构强建管,追求长效机制

(1)健全监管机构。成立区级“供用水管理总站”,明确职能,足额落实人员编制,纳入财政全额供

给。

(2)健全管理制度。及时制定出台《新洲区农村饮用水管理暂行办法》《新洲区农村饮水安全工程维修养护基金管理办法》,同时指导供水企业修订完善《水厂运行管理制度》《供水突发事件应急预案》等一系列规章和规程,做到有章可循,规范运行。

(3)健全水价机制。全面落实农村供水“两部制”水价政策,3 m<sup>3</sup> 用水以下,收取基本水费6元,超过3 m<sup>3</sup>,按2元/m<sup>3</sup>水价收费。全区各水厂依规收费,实现保本微利,正常安全运行。

(4)健全管护投入。区委、区政府将农村饮水安全工程管护纳入年度财政预算,每年安排管护经费220万元以上,有力保障了供水设施安全维护需要,促进了供用水工程持久发挥效益。

**1.4 创示范引竞争,推行“四化”管理**

(1)激发竞争意识。区委、区政府与武汉市水务集团签署战略合作协议,布局阳逻开发区、武汉新港、航天科工城西部区域供水安全格局;同时,又积极招引中国水务、湖北银龙入驻新洲,收购长源供水公司,布局中部地区安全供水格局,形成专业化管理示范。全区各水厂对标示范,争先创优,比学赶超,掀起了“百佳十优”水厂创建工作高潮。

(2)完善规程和制度。在完善生产规程、工作制度的同时,各水厂定岗、定责,责任到人,探索建立6S管理模式,实行绩效量化考核,强化标准意识,实现标准化、规范化管理。

(3)改进制水工艺。全区各水厂通过改进制水工艺,实现了节水、节能,提高了产品质量;同时,通过完善厂网信息化建设,实现远程监控和精细化管理。

(4)优化供水服务。实行窗口化、一站式服务。兑现服务承诺,对供水投诉,城区半小时内到达故障点抢修,农村边远管网末端,2 h内到达抢修,在最短

时间内恢复安全正常供水,全力做到用水户满意。

**2 存在的主要问题**

**2.1 饮用水水源地问题**

我区饮用水源地主要来自“一江三河”,受季节性和干旱缺水少雨以及农村面源污染的影响,长江、举水和道观河水库之外的饮用水源地,供给质量和水量都不能全面保障供水安全的需要。

**2.2 供水设施能力问题**

现在12个规模水厂及其配套管网系统,除长江、举水、道观河水库取水的规模水厂除外,其他规模水厂不仅存在源水水质偏差等主要问题外,而且还存在水厂生产工艺落后,出厂的水质、水量和水压均不稳定。

**3 下一步工作计划**

**3.1 加大城乡水厂集并**

进一步完善《武汉市新洲区供水巩固提升建设规划(2017-2030年)》,按照东、中、西三大区域规划布局,对全区现有12个水厂进行管网集并,最终形成道观、邾城、阳逻三大水厂服务全区100万城乡居民的供水格局。

**3.2 创建“百佳十优”水厂**

注重水厂环境建设,把花园建在水厂,把水厂建在花园;一厂一品,创建精品,把每一个水厂建成一道靓丽的水利风景线。

**3.3 加快项目建设**

实施农村饮水安全保障3年行动计划,按时完成农村饮水安全巩固提升任务。突出阳逻二厂新建工程与道观水厂扩建工程建设,加快现有5个水厂管网延伸改造提升,补短板,强功能,满足民生供水安全需要,确保供水工作高质量发展。

(收稿日期:2020-07-15)

水利课堂

灌溉系统

人工补给农田分水的工程技术措施。通过这些工程措施可以随时按农作物的需要,将水从水源输送到田间。灌溉系统主要的工程技术设备,包括有取水、输水、配水及泄水建筑物和渠道系统。

## 政策解读

# 《湖北省生产建设项目水土保持监督管理办法》解读

(湖北省水利厅 武汉 430071)

水土资源是全民族共有、全社会受益的资源。近年来,在社会各界的关注和支持下,全省各级水行政主管部门认真依法履职,积极推动水土保持监督管理各项工作,水土保持在生态文明建设中发挥了重要作用。为进一步规范和加强全省生产建设项目水土保持监督管理,推动水行政主管部门更好地履行生产建设项目水土保持监督管理职责,督促生产建设单位依法全面履行水土流失防治主体责任,湖北省水利厅制定了《湖北省生产建设项目水土保持监督管理办法》(以下简称《办法》)。

## 1 《办法》的出台背景

### 1.1 推进生态文明建设的需要

党的十八大、十九大明确提出大力加强生态文明建设,水土资源是全民族共有、全社会受益的资源,随着生态文明的深入推进,人民群众对生态环境需求越来越高。经济社会的快速发展,现代化、工业化、城镇化进程的加快,涉及水土资源开发利用的生产建设项目越来越多,大规模的经济建设活动也不断造成新的水土流失,防治人为活动造成水土流失的监督管理任务越来越重。水土保持承载能力凸显瓶颈,生态文明建设发展面临的新形势、新问题逐渐彰显,人民群众对优美生态环境的需求与水土保持监管能力不足的矛盾日益突出,需制定《办法》来规范提升监管效能,以适应当前和未来一个时期全省水土保持生态环境建设发展需要。

### 1.2 落实水利改革发展总基调的需要

《办法》制定出台,是践行新时代“水利工程补短

板,水利行业强监管”的水利改革发展总基调和全面贯彻落实水土保持“监管强手段,治理补短板”要求的重要举措,为各级水行政主管部门强化对生产建设项目水土保持管理提供了更加详实的依据,为建设单位和技术服务单位规范水土保持工作提供了遵循。

### 1.3 规范水土保持监督管理的需要。

近年来,全省生产建设项目水土保持监督管理各项工作已基本步入正轨。但离社会发展的新形势、新要求还有较大差距,仍存在生产建设单位落实生产建设项目水土流失防治和监测责任的主体不明确,水土保持监督检查职责不清、程序不规范,对水土保持技术服务单位处理边界不清,管理手段薄弱,导致生产建设单位落实水土保持防治责任距离法律法规的要求还有较大的差距。各级水行政主管部门监督管理效果不理想,特别是政府机构改革之后,基层水土保持监督管理人员相对不足,监督检查和执法分离,程序繁琐、执法困难,水土保持监督管理“宽松软”的问题比较明显,迫切需要出台《办法》进一步明确生产建设单位的主体责任,理清技术服务单位的边界,强化对水行政主管部门履职的监管,为生产建设项目水土保持“强监管”提供规范依据。

## 2 《办法》的制定依据

主要包括:

### 2.1 有关法律

2011年修订的《中华人民共和国水土保持法》和2015年我省修订的《湖北省实施〈中华人民共和国水土保持法〉办法》。

## 2.2 国家标准

《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)等。

## 2.3 有关文件规定

《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》(水保〔2019〕160号)《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持监督管理办法的通知》(办水保〔2019〕172号)《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持问题方案变更管理规定的通知》(办水保〔2016〕65号)《水利部水土保持司关于印发生产建设项目水土保持问题分类及责任单位责任追究标准》(水保监督函〔2019〕20号)等。

# 3 《办法》的主要内容解读

《办法》共分八章六十七条,包括总则、水土保持方案编报与审批、水土保持设计与施工,监测与监理,监督检查与验收报备,以及对水行政主管部门履行监督管理职责的督查、责任追究和有关附则附件。

1、关于各级水行政主管部门的职责划分。《办法》第四条规定了各级水行政主管部门按照分级负责与属地管理相结合的方式开展生产建设项目监督管理工作。对省、市、县水行政主管部门应该履行的审批、补偿费征收、监督检查等监督管理职责进行了明确和划分。

2、关于水土保持方案报告书与报告表的编制界线。《办法》第六条根据党中央、国务院、水利部、省委省政府“放管服”改革部署要求,取消了编制水土保持方案登记表,规定征占地面积在5公顷以上或者挖填土石方总量在5万立方米以上的生产建设项目编制水土保持方案报告书;征占地面积在0.5公顷及以上5公顷及以下或者挖填土石方总量在1千立方米及以上5万立方米及以下的生产建设项目编制水土保持方案报告表;征占地面积不足0.5公顷且挖填土石方总量不足1千立方米的生产建设项目不需办理水土保持方案报批手续,大大减少了水土保持方案报告书编报量,为企业单位减轻了负担。《办法》第八条明确了各类开发区开展水土保持区域评估,由开发区管理机构在“五通一平”之前编制水土保持区域评估报告,报批准设立开发区的同级水行政主管部门或者其他审批部门审批。开发区内的

生产建设项目只须编报水土保持方案报告表。

3、关于水土保持方案审批有关界定条件。《办法》第十五~十八条明确了水土保持方案技术评审通过的10条标准,变更报批的5个要素,以及弃渣场变更的具体措施要求,水土保持方案批准后5年内未开工建设的,水土保持方案批准文件自行失效等规定。《办法》第十四条提出了在主体功能区规划确定的禁止开发区、重要江河、湖泊水功能水源保护区建设项目,以及涉及崩塌、滑坡危险区和泥石流易的建设项目,同一投资主体其前期项目存在水土保持措施落实不够的,水土保持方案不予审批通过等限批条件。

4、关于生产建设项目开展水土保持设计的规定和施工管理的要求。《办法》第十九条规定生产建设单位要根据水土保持法律法规及规范标准,开展主体工程设计时,同步开展水土保持初步设计,并单独成册或在主体设计中列专章,落实水土流失防治措施和投资概算,无设计的水土保持措施,不得通过水土保持设施自主验收。《办法》第二十一、二十二条规定了生产建设单位要在施工场所显著位置公示水土保持设施布局及水土流失防治措施。对施工单位要加强管理,在项目招标文件和施工合同中要明确水土流失防治责任等有关要求。

5、关于生产建设项目开展水土保持监测监理的要求。《办法》第二十四~二十八条明确了编制水土保持方案报告书的生产建设项目,要依法开展水土保持监测工作,落实水土保持监测成果报告制度和监测成果公开的要求。《办法》第三十、三十一条规定了征占地面积在20公顷以上或者挖填土石方总量在20万立方米以上的项目,主体工程监理要配备具有水土保持专业监理资格的工程师;征占地面积在200公顷以上或者挖填土石方总量在200万立方米以上的项目,要由具有水土保持工程施工监理专业资质的单位承担水土保持监理任务。同时明确了监理单位和人员要按照国家建设监理的有关规定、技术标准开展水土保持监理工作。

6、关于水土保持设施自主验收与报备程序、标准和要求。《办法》第三十三、三十四条明确了验收责任主体是生产建设单位,在生产建设项目投产使用或者竣工验收前,自主开展水土保持设施验收,完成报备并取得报备回执。简化了验收程序,编制水

水土保持方案报告书的生产建设项目,由生产建设单位组织第三方机构编制水土保持设施验收报告。编制水土保持方案报告表的生产建设项目,只需一名省级水行政主管部门水土保持专家库专家参加并签署意见,不需要编制水土保持设施验收报告。《办法》第三十五条明确了验收通过的 9 个条件。第三十六条要求生产建设单位在水土保持设施验收合格后,及时在其官方网站或者其他公众知悉的网站将水土保持设施验收材料公示 20 个工作日,并按时向水行政主管部门报备。

7、关于水行政主管部门开展水土保持监督检查流程和对检查发现问题的分类处理标准。《办法》第四十一条要求各级水行政主管部门采取卫星遥感监管等多种方式,实现在建项目监管全覆盖。现场检查随机确定检查对象,每年现场检查的项目数量不低于本级审批方案在建项目的 10%。第四十二~四十六条规范了检查内容、程序及要求,跟踪检查单位应当在现场检查完成后 20 个工作日内向被检查单位反馈检查意见。将检查意见以书面形式告知生产建设单位,并公开跟踪检查和整改落实情况,将相关信息及时录入全国水土保持监督管理系统。《办

法》第四十七~五十二条明确了水行政主管部门要按照规定开展生产建设项目水土保持自主验收后的核查工作,对核查的项目选择,核查的时间、内容、标准、回复等提出了明确要求。《办法》第五十三~五十八条对水土保持检查常见的问题进行了细化和分类,对有关责任单位的追责情形及分类都进行了明确,对相关水土保持问题责任单位责任追究标准也进行了明确,如一般问题采取约谈,较重问题采取通报批评,严重问题纳入重点监管名单或实行信用惩戒等方式。

8、关于对水行政主管部门履职督查的内容和责任追究的方式。《办法》第五十九~六十四条依据水利部《生产建设项目水土保持监督管理办法》和《湖北省实施〈中华人民共和国水土保持法〉办法》的有关规定,进一步明确了各级水行政主管部门的水土保持监督管理权责清单及水土保持违法行为情况行政处罚执行标准,提出了上级水行政主管部门对下级水行政主管部门履职情况督查要求及追责方式。水行政主管部门不依法依规履行水土保持监督管理职责,将被受到责任追究。

(收稿日期:2020-07-07)

(上接第 3 页)

的目的。通过这个具体案例的展开和引深,揭开了白蚁穿透堤坝防渗墙的真相,并从中总结经验,吸取教训,对保障水利工程安全和蚁害防治具有指导意义。

### 3.2 提升安全防范意识与创新白蚁防治思路

水利工程白蚁危害具有较强隐蔽性、顽固性和较大破坏性,并且不断变化发展,出现一些新的动向和趋向,形势日渐严峻,需要高度警觉。应进一步加强对水利工程白蚁防治工作的重视,加大白蚁危害普查力度,切实提升安全防范意识;同时,要创新白蚁防治工作思路,适应新形势,解决新问题,全面提升水利工程建设管理水平和品质。

### 3.3 工程设计应充分考虑白蚁防治理化措施

对于存在白蚁危害的地区,工程设计上应该将

白蚁防治充分考虑进来。要从工程设计的源头开始,做好白蚁危害调查,采取有效的应对措施,预防和减少白蚁对水利工程的危害。在具体的设计方案中,增加切实可行的白蚁预防和灭治措施,细化清基灭治白蚁方案,消除蚁患;还可考虑增加药物隔离措施或物理隔离设施,或在灌浆工程中添加药剂等措施,根据不同的情况对设计方案进行相应的调整。

综上,严格遵循施工工艺是保证工程质量的关键。透过本案例,应从中汲取教训,总结经验,规范水利工程施工过程控制和强化工艺管理,死守工程质量这条生命线。一次普通的水利工程白蚁灭治工作,不仅充分说明了蚁害防治在水利工程建设管理中的重要性,还揭示出白蚁防治工作应该贯穿于水利工程设计、施工和运行管理全过程的深刻道理。

(收稿日期:2020-06-15)

## 水文化

## 提气养神,回味悠长

## ——水与饮食

李红光 马 凯 程 麟

(中国水利水电出版社 北京 100038)

## 4 水与汤文化

中国的汤文化不仅种类繁多,即便是同一品种,在不同地方也会风味独特,绝少雷同。

## 4.1 羊肉汤

山东单县羊肉汤已有数千年历史。原始社会末期,舜的老师单卷(亦写作善卷、亶卷)及其部落就生活在单县一带,他们过着半耕半渔半牧的生活,当时饲养的家畜主要是青山羊,吃法由烧烤演变为以吃肉喝汤为主。1807年,单县徐柱立等三人首先开设了“三义和”羊肉汤馆。1935年春,正宗传人周永歧、窦宝德和吕运法共同出资,开设羊肉汤馆,并效仿“桃园三结义”,请当地文化名人陈布经在长三尺、宽六寸的花梨木牌匾上题写了“三义春”三个隶书大字。当时所经营的汤种有天花(羊脑)汤、口条汤、三孔桥汤、马蜂窝汤等共72个品种。

全羊汤是沂蒙名吃。莒县人讲究“东方日出先喝汤”的养生之道,而且据说头锅的汤是最好喝的。进馆喝汤,“文喝”或“武喝”,喝多喝少,各自随意,完全开放。但必须自己动手,羊汤、佐料等都是自己拿着碗去盛的,如果不够,还可以续添;喝羊汤时所搭配的饼,也是依据个人的饭量各取所需,自己掰了泡在汤里吃,完全是自助,店主只是负责随时往锅中添加鲜羊肉。

山东莱芜金家老店羊汤的来源还具有神话色彩。相传在乾隆末年,其创始人金茂胜经营了多年羊汤生意,却依然未解腥膻之气的难题。一日,老人出城,十几里山路走来,觉得疲惫,便在路旁一板状顽石上半倚半卧,不知不觉进入梦境。梦中遇一白发道人笑曰:“水之精为玉,土之精为羊,羊乃吉祥之

物,毛可织衣,皮可御寒,肉味鲜美,今念尔意诚,特赐予《烹羊天书秘方》一份,如方炮制,则其味愈加香浓,腥之气皆除也…”老人梦醒,不敢怠慢,即速回家。按“天书秘方”精心配料,煮熬羊汤,果然汤汁清逸,香倾四邻,沁人心脾。闻者馋涎欲滴,食者赞不绝口,生意日渐红火。

山西“郭氏羊汤”系晋东南地区传统名吃壶关羊汤中的代表,有“一碗汤中有全羊”之说。即一碗汤中有三五个羊肉丸子、七八个羊肉饺子,炖肉、血条、脂油与头、蹄、口条及胃、肠、心、肝、肺、腰等内脏切成的条条块块,除羊的皮毛之外,应有尽有,连羊骨髓也熬在老汤中,有大补元气之功效。

徐州的羊肉汤绝不放粉丝、白菜之类,是真正的羊肉汤。桌子上有醋。醋在羊肉汤馆叫“忌讳”,喝羊肉汤要大大地放下“忌讳”,一口下去,酸、辣、膻俱陈,香溢满口。

辽宁本溪小市羊汤驰名东北,伏天里暴喝一顿羊汤,为的是以热驱热,类似于以毒攻毒。

羊肉冲汤是河南部分地区对羊肉汤的另一种叫法,其做法是用箬篱或漏勺装满切好的熟羊肉或羊杂,另一只手掌汤勺不断地在热气翻滚的浓汤锅里热汤冲羊肉或羊杂,至羊肉或羊杂变色、浮油被冲去,便盛入碗中,并加入浓汤,泡上登封烧饼。许昌丈地羊肉汤需先将鲜肉冷冻一番,切大薄片,加盐、嫩肉粉腌制,锅上大火加精炼五香牛羊油,爆炒羊肉片,再加骨汤、调料煮制。未成,便香气四溢,牛羊油的膻香、骨汤的醇香、肉片的鲜香,全钻进鼻子。

## 4.2 胡辣汤

油饼包子油条加上酸辣胡辣汤,是一道典型河南风味的早餐。它源于清代中叶,大兴于民国初年,

之后花样不断翻新。胡辣汤味道辛辣、浓烈、醇厚、刺激。它是先将红薯粉条和切碎的肉放入铁锅里炖,同时加入花生仁、芋头、山药、金针、木耳、干姜、桂仔、面筋泡等,待八成熟后勾入适量精粉并搅拌,然后兑配好的调料及花椒、胡椒、茴香、精盐和酱油,加食糖少许,一锅色香味俱佳的胡辣汤就做成了。

胡辣汤最知名的诞生地都是渡口,例如河南西华的逍遥镇和舞阳的北舞渡。有学者认为,胡辣汤是渡口文化的一个组成部分。渡口,行人匆匆,人来车往,熙熙攘攘,商机多多。但是流动性强,很难做得慢的大生意。真要是开个大酒楼,会有多少游客商贾能坐下来,细斟慢用呢?倒是这事先就加工好的胡辣汤,汤稠味浓,随时热乎,人手一碗,来得方便。在大风凛冽、寒气逼人的渡口,还有什么食物能比这刺激又顶饥的胡辣汤更提神、更御寒的呢?这就是渡口文化派生出来的、别具地方风格的快餐食品。

至于逍遥镇胡辣汤的由来,也有说道。在明朝嘉靖年间,阁老严嵩为了讨皇帝欢心,从一个道士手中得到一剂助寿延年的调味药献给皇帝,以烧汤饮之。该汤美味无穷,龙颜大喜,命名为“御汤”。明朝亡后,御厨赵纪携带此药逃至逍遥(今西华县逍遥镇)受逍遥胡氏收留厚待之恩,遂将此方传授于胡氏。因此汤香辣味美,并为胡氏所经营,后慢慢被当地老百姓传称为“胡辣汤”

更古老的传说可追溯到宋徽宗年间。宫中一名赵姓御厨,以少林寺“醒酒汤”和武当山“消食茶”二方为基础,做出了一种色香味俱佳的汤,既消减了茶之苦味,又去掉了汤之辣味,且能醒酒提神,开胃健脾。徽宗品尝后龙颜大悦,问之何汤,御厨答“延年益寿汤”。靖康之乱时,金兵攻破宋都开封,赵御厨落魄于西华逍遥镇,“延年益寿汤”也随之落户于此。

#### 4.3 汤菜名吃——佛跳墙

佛跳墙,又名“满坛香”“福寿全”,是福州的首席名菜,属闽菜系。

“佛跳墙”以18种主料、12种辅料互为融合,几乎囊括人间美食,如鸡鸭肉、羊肘、猪肚、蹄尖、蹄筋、火腿、鸡鸭肫;如鱼唇、鱼翅、海参、鲍鱼、干贝、鱼高肚;如鸽蛋、香菇、笋尖、竹蛰等。30多种原料及辅料分别加工调制后,分层装进坛中。佛跳墙之煨器,多年来一直选用绍兴酒坛,坛中有绍兴名酒与料调和。煨佛跳墙讲究储香保味,料装坛后先用荷叶密封坛口,然后加盖。煨佛跳墙之火种乃严格质纯无烟的炭火,旺火烧沸后用微火煨五六个小时而成。

在煨成开坛之时,只需略略掀开荷叶,便有酒香扑鼻,直入心脾。盛出来汤浓色褐,却厚而不腻。食时酒香与各种香气混合,香飘四座,烂而不腐,口味无穷。

关于“佛跳墙”名的由来,在福州民间有好几种传说。

其一,清朝同治末年(1876年),福州官钱庄一位官员设家宴请福建布政司周莲,他的绍兴籍夫人亲自下厨做了一道菜,名叫“福寿全”,内有鸡、鸭、肉和几种海产,一并放在盛绍兴酒的酒坛内煨制而成。周莲命衙厨郑春发仿制。郑春发多用海鲜,少用肉类,使菜越发荤香可口。以后郑春发经营聚春园菜馆,“福寿全”成了主打菜。因福州话“福寿全”与“佛跳墙”的发音相似,久而久之,“佛跳墙”便名扬四海了。

其二,按照福建风俗,新媳妇出嫁后的第三天,要亲自下厨,待奉公婆。传说一位富家女,不习厨事,出嫁前愁苦不已。她母亲把山珍海味做成各式菜肴,一一用荷叶包好,告诉她如何烹煮。谁知这位小姐竟把烧制方法忘光,情急之间就把所有的菜一股脑儿倒进一个绍酒坛子里,盖上荷叶,搭在灶头。第二天浓香飘出,全家上下均称好菜,这就是“十八个菜一锅煮”的“佛跳墙”的来头了。

其三,一群乞丐每天提着陶钵瓦罐四处讨饭,把讨来的各种残剩菜倒在一起烧煮,热气腾腾,香味四溢、和尚闻了,禁不住香味引诱,跳墙而出,大快朵颐。

其四,与其一类似。厨郑春发开设“聚春园”菜馆后,继续研究,广受称赞。几名秀才来馆饮酒品菜,闻香陶醉。有人问此菜何名,堂信答“尚未起名”。秀才即席吟作赋,其中有诗句云:“坛启蒙香飘四邻,佛闻弃禅跳墙来”。众人应声叫绝。引用诗之意,“佛跳墙”便成了此菜的正名。

## 5 与地方小吃

地方小吃种类繁多。但其中不少也与水有关联,或者直接表现在食物的形态上,或与地形特征、交通条件、风物特产有关系、有的索性就是带有浓厚水因素的典故或传说。

### 5.1 水煎包

水煎包,北方多见。但以山东利津县乔庄镇(蔡寨村)最为著名,距今已有500多年的历史。利津是万里黄河入海的地方,明清时期,这里是海河陆路的交汇中枢和著名商埠。交通口岸,宾客纷至沓来,美食

兴隆,声名远扬。水煎包在烹制过程中融煮、蒸、煎于一体。刚出锅的水煎包,因兼得水煮、汽蒸、油煎之妙,色泽金黄,一面焦脆,三软嫩,脆而不硬,香而不腻,味道鲜美至极,食者皆赞不绝口。

### 5.2 道口烧鸡

道口烧鸡是河南省安阳市滑县道口镇“义兴张”世家烧鸡店所创制,是我国著名的特产。道口烧鸡由张炳始创于清朝顺治十八年(1661年),至今已有350多年的历史,开始制作不得法,生意并不兴隆,后从清宫御膳房的御厨那里求得制作烧鸡秘方,做出的鸡果然香美。此后,道口烧鸡的制作技艺历代相传,形成自己的独特风格。道口烧鸡与北京烤鸭、金华火腿齐名,被誉为“天下第一鸡”。清嘉庆年间,嘉庆皇帝巡路过道口,忽闻奇香而振奋,向左右人:“何物发出此香?”左右答道:“烧鸡。”随从将烧鸡献上,嘉庆尝后大喜道:“色、香、味三绝。”

道口在近代是交通要道,卫运河直通天津,河南第一条铁路道口—博爱清华铁路横亘东西,东西南北的水陆联运使这里成为豫北经济重镇,繁荣的经济为道口烧鸡的经营插上了翅膀。后来,受此名品的影响,河南和北方许多地方都开始仿制烧鸡。

### 5.3 胡卜

胡卜,是山西省运城市樊村镇的传统小吃。其制作方法是,把烙熟的白面薄饼切成丝条,加鲜羊肉汤煮成,再加香油、葱花、红辣椒面等调料,味道清爽,油而不腻,滋补身体,为当地百姓的名品小吃。与运城毗邻的陕西韩城、河南三门峡市亦有胡卜,只是各地做法略有不同。

### 5.4 老鸭汤

由于夏季气候炎热而又多雨,暑热夹湿,常使人脾胃受困,食欲不振。因此需要用饮食来调补,增加营养物质的摄入,达到祛暑消疲的目的。营养物质应以清淡、滋阴食品为主,即“清补”。老鸭不仅营养丰富,而且因其常年在水中生活,性偏凉,有滋五脏之阳、清虚劳之热、补血行水、养胃生津的功效。《名医别录》中称鸭肉为“妙药”和滋补上品。民间亦有“大暑老鸭胜补药”的说法。老鸭炖食时可加入莲藕、冬瓜等蔬菜煲汤食用,既可荤素搭配起到营养互补的效果,又能补虚损、消暑滋阴,实为夏日滋补佳品。如加配芡实、薏苡仁同炖汤则滋阴效果更佳,且能健脾化湿、增进食欲。

据说,鸭血粉丝汤最早是镇江落第秀才梅茗所创,其所创的鸭血粉丝汤曾经被晚清《申报》第一任主编蒋芷湘题诗称赞“镇江梅翁善饮食,紫砂万两煮

银丝。玉带千条绕翠落,汤白中秋月见熈。布衣书生餐饕客,浮生为食不为诗。欲赞茗翁神仙手,春江水暖鸭鲜知。”还有说法,鸭血粉丝汤是镇江朝阳楼大兴池浴池附近一家小吃摊在1988年的时候发明的,当时用的是鹅血而不是鸭血,叫鸭血是因为叫的顺口,所以现在镇江的鸭血粉丝汤多是鹅血。

### 5.5 碗仔翅

这是一款常见于香港街头的仿鱼翅汤羹,其材料以粉丝为主,以淀粉将汤煮至浓稠,并加入老抽和生抽弄成棕色,佐以麻油、浙醋、白胡椒粉、辣椒油等。碗仔翅本身没有鱼翅成分,但其外观与高汤鱼翅相近,并以小碗盛载,因而叫做“碗仔翅”。从20世纪60年代起,香港街头涌现一批小贩专门出售这类平民仿翅,同时兼售生菜鲮鱼肉汤,后者以鱼肉混入淀粉打成鱼肉浆,再以类似刀削面的手法削进汤里煮成长条状的鱼肉条,不少人买碗仔翅时,喜欢加鱼肉同吃。90年代后,碗仔翅亦在香港一些酒楼出售。除了肉丝分量增加,亦会加入香菇丝、蛋花,或者金华火腿、猪皮、鱼肚。鱼肉蛋白质含量较高,且易被人体吸收利用,有增强体力、强壮身体的作用,含有对人体生长发育有重要作用的磷脂类,是中国人膳食结构中脂肪和磷脂的重要来源之一。

### 5.6 贡丸

这似乎是进献给皇帝的贡品。其实,根据台湾贡丸世家的人考据:贡丸原名是“扛(闽南音 gong')丸”。闽南话中的“贡”通“扛”,意思是捶打,捶打日“贡”,圆球形日“丸”。贡丸的质地富弹性,香脆可口,深受消费者喜爱。又因为它很有弹性,所以又叫做跳丸。

相传古代泉州市石狮县有一孝子,为了给母亲做出鲜美的汤,到处找材料。在一次沉思的时候,无意间拿着木槌一直捶打着一块猪腿肉,当他把捶打过的猪肉放入汤中煮出后,发现味道无比鲜美,再多次实践后便创造出贡丸的做法。泉州很多特色小吃都是打成泥的,比如鱼肉羹、鱼丸、牛肉羹、萝卜糕等,都是当地家家户户会做的传统菜。

### 5.7 炒肝

作为北京传统早点的重要组成部分,炒肝已经问世百余年了。它是由开业于清代同治元年(1862年)的“会仙居”发明的,即在原来售卖的“白汤杂碎”基础上,去掉心和肺并且勾了芡,从而形成流传至今的炒肝。1930年,另一家炒肝老店天兴居在会仙居对面开业,因为选料更精,并采用了味精、酱油等当时的新式调料代替原来的口蘑汤等,生意逐渐

盖过了会仙居。1956 年两店合并,就只留下天兴居的招牌了。

### 5.8 涮羊肉

涮羊肉,是北京的地方名吃,传说起源于元代。当年元世祖忽必烈统帅大军南下远征,一日,人困马乏饥肠辘辘,他想起家乡的清炖羊肉,就吩咐部下杀羊烧火。正当伙夫宰羊割肉时,探马飞奔进帐报告敌军逼近。饥饿难忍的忽必烈一面下令部队开拔,一面大喊:“羊肉!羊肉!”厨师知道他性情暴躁,急中生智,飞刀切下十多片薄肉,放在沸水里搅拌几下,待肉色一变,马上捞入碗中,撒下细盐。忽必烈连吃几碗,精神大振,翻身上马、率军迎敌,结果旗开得胜。

筹办庆功酒宴时,忽必烈特别点了那道羊肉片。厨师选了绵羊嫩肉,切成薄片,再配上各种佐料,将帅们吃后赞不绝口。厨师忙迎上前说:“此菜尚无名称,请帅爷赐名。”忽必烈笑答:“我看就叫‘涮羊肉’吧!”从此“涮羊肉”就成了宫廷佳肴。《旧都百话》云:“羊肉锅子,为岁寒时最普通之美味,须与羊肉馆食之。此等吃法,乃北方游牧遗风加以研究进化,而成为特别风味。”

1854 年,北京前门外正阳楼开业,是汉民馆出售涮羊肉的首创者。1914 年,北京东来顺羊肉馆重金礼聘正阳楼的切肉师傅,专营涮羊肉。历经数十年,从羊肉的选择到切肉的技术,从调味品的配制到火锅的改良,东来顺都进行了研究和改进,因而名噪京城,赢得了“涮肉何处好,东来顺最佳”的美誉。

## 6 农作物的生产和成品加工

从靠天吃饭到发明工具来抵御自然灾害的侵扰和破坏,从手工把作物脱壳到利用机械装置来批量加工,这是人类的进步史。这些工具和装置的发明与使用,不仅体现着人类的聪明才智,也是技术史和社会史上的里程碑。古人发明了很多与水有关的工具和装置,如浇灌用的水车、舂米用的水碓、粉碎谷物用的水磨等。它们的普遍使用明显地提高了工作效率,改变了人类的生产和生活条件。首先是农事生产的工具。

### 6.1 水车

水车又称孔明车、天车,相传为汉灵帝时毕岚造出锥形,经三国时孔明改造完善后在蜀国推广使用,隋唐时广泛用于农业灌溉,至今已有 1700 余年历史。

水车建在水流湍急的地方,利用上游的水流推

动水车运动。车高 10 米至 20 多米,由一根长 5 米、口径 0.5 米的车轴支撑着 24 根木辐条,呈放射状向四周展开。每根辐条顶端都带着一个刮板和水斗。刮板刮水,水斗装水。河水冲来,借着水势的运动惯性缓缓转动着辐条,一个个水斗装满了河水被逐级提升上去。临顶,水斗又自然倾斜,将水注入高出的渡槽。提水高度可达 15 米至 18 米。一般大水车可灌溉农田六七百亩,小的也可灌溉一二百亩。水车省工、省力、省资金,在古代算是最先进的灌溉工具了。

### 6.2 水磨

晋代,我国发明了用水作动力的水磨。水磨的发展与杜诗发明水排有关。水磨的动力部分是一个卧式水轮,在轮的主轴上安装磨的上扇,流水冲动水轮带动磨转动。磨盘多用坚硬的石块制作,上下磨盘上刻有相反的螺旋纹,通过下磨盘的转动,达到粉碎谷物的目的。

马钧大约在公元 227 ~ 239 年间创造一个由水轮转动的大型歌舞木偶机械,包括以此水轮带动舂、磨。在马钧之后,杜预造连机碓,其中也可能包括水磨。祖冲之在南齐明帝建武年间(494 ~ 498 年)于建康城(今南京)乐游苑造水磨,这显然是以水轮同时驱动与磨的机械。几乎与祖冲之同时,崔亮在雍州“造水碾磨数十区,其利十倍,国用便之”。宋叶适在《财总论二》中记载:“坊场、河渡免引,茶场、水磨之额,止以给吏禄而已。”吴伯箫则在《北极星·难老泉》中提到:“这道泉水……除了供应居民食用,可以灌溉三万亩农田,开动一百盘水磨。”

水磨出现后,利用自然源源不断的水资源作为动力,极大地提高了制粉工艺的精细度。加工后的粮食粉末细腻、均匀、口感舒适。比如用水磨加工而成的糯米粉,其品质就很高,并直接推动了汤圆、糕团、米饼、糍粑等食物的创新和品质提升。而机械化生产可以保证产量和供给,又促进了高品质食物的传播和普及。

糯米磨成的粉,称为江米粉,是制作汤圆、元宵的主要原料。水磨糯米粉以柔软、韧滑、香糯而著称。糯米含有蛋白质、脂肪、糖类、钙、磷、铁、维生素 B1、维生素 B2、烟酸及淀粉等,营养丰富,为温补强壮食品。

### 6.3 水碓

水碓,是利用水力舂米的器械,又称机碓、水捣器、翻车碓、斗碓或鼓碓水碓。水碓的动力机械是一个大的立式水轮,轮上装有若干板叶,转轴上装有一

些彼此错开的拨板,拨板用来拨动碓杆的梢,使碓头一起一落地进行舂米。古代水碓分为地碓和船碓,船碓到明代才有。

建水碓的位置多选择在河畔。还可根据水势大小设置多个水碓,设置两个以上的叫做连机碓,最常用是设置4个碓。《天工开物》中绘有一个水轮带动4个碓的图画。为防止所碓之物不受日晒雨淋,方便使用,各地的水碓都建有水碓房,建房资金多由村民集资。为避免拥挤,村民按一定的顺序轮流使用水碓,有的地方还收些租金作为维修之用。夏允彝的《小有天记》中云:“自高注下,势愈奔激。居民以运轮舂,碓声如桔槔,数十边位,原田幽谷为震。”

我国在汉代就发明了水碓。《古今图书集成》中载:“凡水碓,山国之人,居河滨者之所为也,攻稻之法,省人力十倍。”

浙东山区在唐代已有了使用滚筒式水碓记载。新中国成立前,余姚市大隐镇共有水碓56处。据当地老农介绍,20世纪60年代中期,下磨村农民还在用水碓磨制蚊香木粉销往上海、宁波等地。

北京有个地名叫做水碓子,位于朝阳区西部。东起水碓子东里,西至水碓子西里,北始团结湖南路,南抵朝阳北路。据云,此地旧有水碓。而今,水碓早无踪影,而地名却保留了下来。

## 7 水产海味

中国的江河湖海中盛产鱼、虾等水产,人们很早就将其作为食物的来源之一,天然的出产和后天人工的选择和培育,再加上名人、雅士的鉴赏和推介,使得许多名品流传下来。

### 7.1 武昌鱼

武昌鱼,俗称团头鲂、缩项鳊,属名贵淡水鱼菜。13根鱼刺的鱼叫鳊鱼,只有13根半鱼刺的鱼才是武昌鱼。鄂城(今鄂州市)古称武昌,其西南有个60万亩水面的梁子湖,这里是武昌鱼的原产地。

东吴甘露元年(265年),末帝孙皓欲再度从建业(南京)迁都武昌,左丞相陆凯上疏劝阻,疏中引用了“宁饮建业水,不食武昌鱼”这两句“单谣”。北周庾信诗中写道:“还思建业水,终忆武昌鱼”。唐代岑参称颂:“秋来倍忆武昌鱼,梦魂只在巴陵道”。宋代苏轼吟咏:“长江绕廓知鱼美,好竹连山觉笋香”。宋代范成大诗:“却笑鲈江垂钓手,武昌鱼好便淹留”。元代马祖常留下诗句:“携幼归来拜丘陵,南游莫忘武昌鱼”。清代的梁鼎芬因喜食武昌鱼,曾将其书房名为“食鱼斋”。

1958年,毛泽东同志写有“才饮长沙水,又食武昌鱼”的诗句。武昌鱼更是声名鹊起,名扬五洲。大名鼎鼎、流传久远的武昌鱼,不仅是天下美食,更成了国政方略和时政方向的代言和象征!

### 7.2 太湖银鱼

太湖银鱼形如玉簪,细嫩透明,色泽如银,故名。太湖银鱼,历史悠久,据《太湖备考》记载,吴越春秋时期,太湖盛产银鱼。宋人有“春后银鱼霜下鲈”的名句,将银鱼与鲈鱼并列为鱼中珍品。清康熙年间,银鱼被列为贡品,与白虾、梅鲚并称“太湖三宝”。

银鱼体形细长而洁白如银,肉密无刺且滋味鲜美,素有“鱼类皇后”的誉称。银鱼,古称脰残鱼。唐朝皮日休“分明数得脰残鱼”和宋代司马光“银花脰鱼肥”的诗句,指的都是银鱼。曝晒制成的银鱼干,色、香、味、形经久不变。银鱼烹制成的银鱼炒蛋、干炸银鱼、银鱼煮汤、银鱼丸、银鱼春卷、银鱼馄饨等,都是别具风味的湖鲜美食。

### 7.3 中华鲟

中华鲟是一种大型的溯河洄游性鱼类,是世界现存鱼类中最原始的种类之一。鲟类最早出现于2.3亿年前的早三叠世,古鲟的化石出现在中生代白垩纪,距今约1.4亿年,堪称“水中活化石”。这种古老的脊椎动物,是鱼类的共同祖先——古棘鱼的后裔,和恐龙生活在同一时期。周代,中华鲟被称为王鲙鱼,古时又称大腊子。

中华鲟具有自己独有的生活习性,繁衍生息需要往返于长江、大海之间。每年夏秋,成群结队的中华鲟由长江口外的浅海域回游到长江,溯流搏击3000多公里,回到“故乡”金沙江一带产卵繁殖。产后,待幼鱼长大到15厘米左右,这些“游子”又携带儿女们,顺流而下,旅居海外。由于这种执著回归、寻根的习性,表现出惊人的耐饥、耐劳、识途和辨别方向的能力,所以人们称赞它的故土情怀和坚韧毅力,亲切地尊称它为“中华鲟”。

### 7.4 香鱼

香鱼,又名山溪魮、鱼桀鱼等。其鱼肉醇厚,肉质细嫩鲜美,并有滋补的药用价值,福建南部一带百姓把它作为产妇的营养品。它还能治疗痢疾病,是“瓯江八珍”之一,又被国际市场誉为“淡水鱼之王”。近20年来,由于受外界环境的影响而造成数量急剧减少,香鱼的数量已处于“易危”阶段。

传说,香鱼原产于湖北兴山王昭君故乡。昭君出身贫寒,从来不涂脂抹粉,但身上会自然飘散出芳香。她到香溪去洗衣服,其中有条小鱼居然钻进她

的裤筒里,不肯离去。王昭君捧起小鱼细看,十分漂亮,活泼可爱,就高兴地捧回家去了。

不巧,昭君母亲卧病在床,家庭贫寒,无食物滋补。昭君只好把小鱼烹煮了给母亲吃。母亲的病很快就好了。昭君还惦记着家乡乡亲们的贫困和辛苦,就挑了一个黄道吉日,把自己浴身后的水投进溪里。她边倒边唱:“溪百里,生贵鱼,济贫穷,上宴席。”从此,香溪河就有了这种背脊上有香脂腔道、能芳香四溢的香鱼。

后来有人把香鱼从湖北放养到闽南。明朝郑成功率兵收复台湾岛,把香鱼带到台北市溪碧潭放养成功,台湾也盛产香鱼了。为了纪念郑成功,谓之为“国姓鱼”。台湾诗人连横赞道:“春水初添新店溪,溪流停蓄绿玻璃,香鱼上钩刚三寸,斗酒双相去听鹈。”香鱼还远播于日本和朝鲜。海外侨胞亲切地把“香鱼”称为“乡鱼”。

## 8 茶与水

茶叶与咖啡、可可并称为世界三大饮料。在此之前,文古是用“茶”表示。稍后,《茶经》采用了“茶”字。

茶树为常绿灌木,适宜生长在北纬 40°至南纬 30°之间的地区。高品质的茶树对生长环境的要求较高,多生长在亚热带或热带地区,在年降水量 1500 毫米至 2500 毫米、温度 20℃至 25℃、海拔数十米至 2000 米的环境中生长最为旺盛。土壤则以表土深、质疏松、排水畅的砂土或砂质黏土为宜。茶树性喜潮湿,需要多而均匀的雨水。湿度太低,雨量偏少,都会影响茶叶的品质。如果年降水量超过 3 000 毫米,而蒸发量不到 1/2 至 1/3,即湿度过大时,茶树易发生烟霉病、茶饼病等。

凡空气湿度较大或云雾量大的山地区域,多适合茶树生长。我国许多茶叶产区多沿江河而上,例如杭州西湖、武夷九曲、陕南紫阳的汉水、湖北宜昌的秭归溪、台湾文山的淡水河、新竹东头前溪等。

茶叶中的有机化学成分主要有茶多酚类、植物碱、蛋白质、氨基酸、维生素、果胶素、有机酸、脂多糖、糖类、酶类、色素等,无机矿物元素主要有钾、钙、镁、钴、铁、铝、钠、锌、铜、氮、磷、氟、碘、硒等。

我国是茶树的原产地。历史记载最早的茶是蒙顶山茶,始于西汉,距今已有 2000 年。史料中有“蒙山在雅州,凡蜀茶尽出此”的记载。公元前 53 年,僧人甘露普慧禅师吴理,在蒙顶山发现野生茶的药用功能,于是在蒙顶山五峰之间的一块土地上,移植种

下 7 株茶树。吴理种植的 7 株茶树,被后人称作“仙茶”,而他是世界上种植驯化茶叶的第一人,被后人称为“茶祖”。他所创“天风十二品”茶艺用于祭祀女娲,后历经 2000 年的风雨,演变成著名的蒙顶茶艺,包括“玉壶蓄清泉”“甘露润仙茶”“饮客风点头”等 12 道程序,表演者通常需要沐浴焚香后在山顶表演。

我国的第一部药学专著《神农本草经》中记载:“神农尝百草,日遇七十二毒,得茶而解之。”人类利用茶叶,可能是从药用开始的。

茶叶作为一种饮料,从唐朝开始,流传到我国西北各个少数民族地区,成为当地人民生活的必需品,“一日无茶则滞,三日无茶则病”。在未知饮茶前,“古人夏则饮水,冬则饮汤”,恒以温汤生水解渴。以茶为饮则改变了人们喝生水的陋习,较大地提高了人民的健康水平。至于茶在欧美一带,被认为“无疑是东方赐予西方的最好礼物”“欧洲若无茶与咖啡之传入,饮酒必定更加无度”“茶是人类的救主之一”“茶是伟大的慰藉品”等。

明代大家张大复在《梅花草堂笔谈》中写道:“十分茶七分水;茶性必发于水,八分之茶遇十分之水亦十分矣;十分之茶遇八分水亦八分耶。”这说明了泡茶之水对茶的重要性。张大复认为:要泡出好茶,七成靠水,茶的特性由水来体现;就算只有八分好的茶,如果水有十分好,则能泡出十分好的茶,但如果十分好的茶用只有八分好的水来泡,就只能泡出八分好的茶,白白浪费了茶的两分。茶寄于水,方显其味。好茶无好水则难得其真味,水的好坏直接影响到茶的色、香、味。

茶圣陆羽曾经在《茶经》中这样论述泡茶之水:“其水,用山水为上,江水次之,井水为下。”其中所指“山水”即山泉水。山泉自古被奉为第一等的泡茶用水。山泉水经山体常年孕育、循环、净化而自涌,常年水温温度较为恒定,常呈弱碱性,富含多种矿物质和微量元素。

山泉水水质清、活、轻、甘、冽,分子团小,渗透力强,浸出溶解率高,有利于茶叶中有益物质的溶出。山泉水溶出茶叶中的茶多酚类和维生素等物质的含量,可达到用其他水溶出的一倍。优质山泉水富含硒、钙、镁、钾、钠、锶、锂等多种矿物元素,可以通过泡茶饮用水补充人体需要的矿物质和微量元素,它又是一种矿物质饮用水,常饮能祛病健体,延年益寿。泡茶后,茶汤色泽鲜艳、清澈明亮,茶香浓郁、芬芳四溢,口感清润、不苦不涩,放置 24 小时后,不挂

碗,不浑不浊,无异味,尚存茶香。

中国人饮茶,注重一个“品”字。“品茶”不但是鉴别茶的优劣,也带有神思遐想和领略饮茶情趣之意。品茶的环境一般由建筑物、园林、摆设、茶具等因素组成。饮茶要求安静、清新、舒适、干净。利用园林或自然山水间,搭设茶室,让人们小憩,意趣盎然。

客来敬茶,这是我国汉族同胞最早重情好客的传统美德与礼节。直到现在,宾客至家,总要沏上一杯香茗。喜庆活动,也喜用茶点招待。开个茶话会,既简便经济,又典雅庄重。所谓君子之交淡如水,也是指清香宜人的茶水。

我国汉族同胞还有种种以茶代礼的风俗。在南宋都城杭州,每逢立夏,家家各烹新茶,并配以各色细果,馈送亲友毗邻,称为“七茶”。这种风俗,就是在茶杯内放两颗青果(即橄榄或金橘),表示新春吉祥如意的意思。

茶礼还是我国古代婚礼中一种隆重的礼节。明代的许次纾在《茶疏考本》中说:“茶不移本,植必子生。”古人以为茶树只能从种子萌芽成株,不能移植,否则就会枯死,因此把茶看作是一种至性不移的象征。所以,民间男女订婚以茶为礼,女方接受男方聘礼,叫下茶或茶定,有的叫受茶,并有一家不吃两家茶的谚语。同时,还把整个婚姻的礼仪总称为三茶六礼。三茶,就是订婚时的下茶,结婚的定茶、同房时的合茶。婚礼时,还要行三道茶仪式。现代婚礼的敬茶之礼,则演变成对长辈的侍奉和敬意了。

中国古人曾认为茶有十德:以茶散郁气,以茶驱睡气,以茶养生气,以茶除病气,以茶利礼仁,以茶表敬意,以茶尝滋味,以茶养身体,以茶可行道,以茶可雅志。

宋代林洪撰的《山家清供》中,也有“茶,即药也”的论断。茶不但有对多科疾病的治疗功效,而且还有延年益寿、抗老强身的作用。茶功效主要包括:少睡、安神、明目、清头目、止渴生津、清热、消暑、解毒、消食、醒酒、去减肥、下气、利水、通便、治痢、去痰、祛风解表、坚齿、治心痛、疗疮治痿、疗饥、益气力、延年益寿、杀菌治脚气。科学家甚至发现,煮制的茶水可释放出更多的抗癌物质,因此说,茶还有抗癌的作用。

中医还认为,一年有春夏秋冬四季之分,茶叶也有寒热温凉性味,因此,四季饮茶也要有所区别。春天,属温,阳气上升,阴气下降,万物复苏,应注意驱寒御邪、扶阳固气,此时宜饮花茶。夏天,属热,赤日

炎炎,气候闷热,出汗甚多,宜喝绿茶。因为绿茶性味苦寒,清新爽口,具有消暑解热、生津止渴和消食利导等作用。秋天,属凉,有萧杀之象,叫“秋燥”,宜喝青茶,可以润肤、除燥、生津、润肺、清热、凉血。冬天,属寒,天寒地冻,寒气袭人,宜饮红茶。红茶醇厚干温,滋养阳气,增热添暖,可以加奶、加糖,可以去油腻、舒肠胃。

我国名茶众多,其中久负盛名、享誉中外的有西湖龙井、黄山毛峰、洞庭碧螺春、蒙顶甘露、信阳毛尖、都匀毛尖、庐山云雾、六安瓜片、安溪铁观音、苏州茉莉花茶等。近年来,普洱、安吉白茶、金骏眉等品种又异军突起,大受欢迎。茶成了世界风行的绿色饮品和健康饮品。在英国流行不衰的下午茶就是高雅生活与讲究品位的象征。美联社和《纽约时报》也曾公布中国十大名茶,下边,挑选几种略作介绍。

### 8.1 龙井茶

龙井茶是中国著名绿茶,产于浙江杭州西湖一带,已有1200余年的历史,龙井茶色泽翠绿、香气浓郁、甘醇爽口、形如雀舌,有“色绿、香郁、味甘、形美”四绝的特点。龙井茶得名于龙井。龙井位于西湖之西翁家山西北麓的龙井茶村。龙井原名龙泓,是一个圆形的泉池,大旱不涸,古人以为此泉与海相通,其中有龙,因称龙井,传说晋代葛洪曾在此炼丹。龙井现为直径2米左右的圆形泉池,泉水经饮马桥、黄泥岭,出茅家埠流入西湖。龙井之水的奇特之处在于搅动它时,水面上就出现一条分水线,仿佛游丝一样不断摆动,好似“龙须”,然后会慢慢消失。狮峰山、龙井村、灵隐、五云山、虎跑、梅家坞一带土地肥,周围山峦重叠,林木葱郁,地势北高南低。上空常年凝聚成一片云雾,富有山泉雨露之灵气。传说乾隆皇帝下江南时,来到杭州龙井狮峰山下,学着茶女采茶。刚采了一把,忽然太监来报:“太后有病,请皇上急速回京。”乾隆皇帝赶回京城,也带回了一把已经干了的杭州狮峰山的茶叶。太后泡上喝了一口,双眼顿时舒适多了,喝完了茶,红肿消了,胃不胀了。太后高兴地说:“杭州龙井的茶叶,真是灵丹妙药,如同神仙一般。”乾隆皇帝传旨,将杭州龙井狮峰山下胡公庙前那18棵茶树封为御茶,每年采摘新茶,专门进贡太后。此典故广为流传,成为天下行孝的范例。

龙井茶、虎跑泉素称“杭州双绝”。据说以前有大虎和二虎俩兄弟,想在虎跑的小寺院里安家。和尚告诉他俩,这里吃水困难,要翻几道岭去挑水。兄弟俩答应承担挑水的任务。有年夏天,天旱无雨,吃

水更困难了。兄弟俩想起南岳衡山的“童子泉”，决定去衡山移来童子泉。一路奔波，到衡山山脚下时，兄弟俩都昏倒了。待他俩醒来，眼前站着一位手拿柳枝的小仙人。听他俩诉说后，小仙人用柳枝一指，水洒在他俩身上，二人变成两只斑斓猛虎。小仙人跃上虎背，老虎仰天长啸，带着“童子泉”飞奔杭州而去。

从天而降，猛虎落在寺旁竹园里，前爪刨地，刨出一个深坑。突然，狂风暴雨大作，雨停后，深坑里涌出一股清泉。大虎和二虎带来的泉水，起名叫“虎刨泉”，后来为了顺口就改称“虎跑泉”。用虎跑泉泡龙井茶，色香味才是绝佳。

## 8.2 铁观音

据福建《安溪县志》记载，安溪产茶始于唐末，兴于明清，盛于当代，自古就有“龙凤名区”“闽南茶都”之美誉。安溪人在清雍正三年至十三年(1725 - 1735 年)创制了青茶，并传入闽北及台湾省。铁观音品质优异、香味独特，各地相互仿制，先后传遍闽南、闽北广东、台湾等乌龙茶区。

## 8.3 普洱茶

普洱茶是云南独有的大叶种茶树所产的茶，是中国名茶中最讲究冲泡技巧和品饮艺术的茶类，其

使用方法异常丰富，既可清饮，也可混饮。清饮指不添加任何辅料来冲泡，多见于汉族；混饮是指于茶中随意添加自己喜欢的辅料，多见于港澳台地区。如香港喜欢在普洱茶中加入菊花、枸杞、西洋参等养生食料。

早在 3000 多年前武王伐纣时期，云南种茶先民濮人就已经献茶给周武王。元朝时有一地名叫“步日部”，由于后来写成汉字，就成了“普耳”，直到明朝末年，才改称普洱茶。《滇海虞衡志》中记载：“茶山有茶王树，较五山独大，本武侯遗种，至今夷民祀之。”

中国茶叶的兴盛，除了中华民族以饮茶为风尚外，更重要的是因为“茶马市场”以茶叶易换西蕃之马，开拓了与西域各国的商业往来。明朝，茶马市场在云南兴起，来往穿梭云南与西藏之间的马帮如织。在茶道的沿途上，聚集而形成许多城市。以普洱府为中心点，通过茶马古道极频繁的东西交通往来，进行着庞大的茶马交易。茶马古道，不仅是商品流通的要道，也是文化交流的通道。

(未完待续)

(收稿日期:2020 - 07 - 05)

## 简 讯

# 省水利厅召开全省小水电清理整改工作视频会

8 月 13 日下午，省水利厅组织召开全省长江经济带小水电清理整改工作视频会议。在主会场参加会议的有厅党组成员、副厅长唐俊，二级巡视员张从银。在各分会场参加会议的有各市州、各相关县(市、区)水利和湖泊局以及有关厅直属单位负责小水电清理整改工作的同志。

会议通报了各地小水电清理整改、水电站安全生产、绿色水电创建等工作进展情况。十堰市水利和湖泊局介绍了该市小水电清理工作的经验做法。咸宁市、黄石市水利和湖泊局等单位分别查找了小水电清理整改工作存在的问题、分析了问题原因、汇报了下一步工作打算。

唐俊充分肯定了前期清理整改工作取得的进展。他指出，我省小水电清理整改工作进展和质量位居全国全列，2019 年全国小水电清理整改工作现

场会在宜昌召开，水利部副部长田学斌对我省创新解决脱水河段生态问题的做法给予了充分肯定。针对下半年小水电清理整改工作，唐俊要求，一是要坚持生态优先，切实解决生态环境突出问题。二是要确保安全稳定，积极稳妥推进小水电站退出。三是要加大工作力度，确保清理整改工作按期完成。唐俊强调，今年是决胜全面建成小康社会、决战脱贫攻坚之年，也是“十三五”规划收官之年。剩余 4 个月时间，全省农电工作者务必要发扬决战决胜的拼搏精神、以百米冲刺的劲头，全面完成“十三五”农村水电各项工作。

张从银主持会议，并就贯彻会议精神，扎实推进小水电清理整改工作提出了具体要求。

(摘自《湖北省水利厅网》2020 年 8 月 14 日)