

甲级设计证书号：A134004998
甲级勘察证书号：B134004998

# 荆山湖进退洪闸工作门启闭机改造工程

## 实施方案

工程编号：2021013

（报批稿）



安徽省水利水电勘测设计研究总院有限公司

Anhui Survey & Design Institute of Water Resources & Hydropower co.,LTD

2021.5 合肥

<b>批 准</b>	<b>江永强</b>
<b>核 定</b>	<b>刘兴华</b>
<b>项目负责人</b>	<b>陈洪涛</b>
<b>审 查</b>	<b>刘兴华 陈洪涛 王彤</b>
<b>校 核</b>	<b>范万里 费章贵</b>
<b>编 写</b>	<b>杨士博 余珊珊 汪茉莉</b>

“未加盖院勘察设计文件图纸专用章者对外无效”

# 荆山湖进退洪闸工作门启闭机改造工程实施方案（报批稿）

## 修改说明

2021年5月5日，安徽省水利厅在合肥市组织召开了《荆山湖进退洪闸工作门启闭机改造工程实施方案》审查会。针对专家审查意见逐条修改如下：

1、进一步查明闸门启闭困难原因。

回复：管理单位对每孔闸门的导向轮和滚轮都进行了检查，经检查闸门中除了长期淹没在水下的2个滚轮多为不转动，其他6个滚轮基本转动正常。验证了复核结论中关于闸门主滚轮存在一定的卡阻现象。

2、补充对启闭机的电机增加变频器控制运行比选方案，与推荐方案进行比选，择优选用。

回复：报告中补充了电机增加变频器控制运行的比较方案，经比较仍采用原设计推荐方案。

3、复核启闭机控制柜内相关设备运行安全性。

回复：报告中补充复核了控制柜内的电气设备容量。

4、加强闸门支承滚轮维护、保养等，防止闸门滚轮卡阻、转动失灵。

回复：管理单位进一步加强该项工作。

5、复核电机设备单价、建设管理费费率，取消联合试运转费用。

回复：对电机设备单价等进行了复核，并取消了联合试运转费。

# 目 录

1、工程概况.....	1
2、存在问题.....	2
3、启闭机复核.....	3
3.1 启闭机容量复核.....	3
3.2 启闭机主要参数复核.....	4
3.3 复核结论.....	5
4、启闭机改造方案比选.....	5
4.1 更换电机方案.....	5
4.2 更换减速器方案.....	8
4.3 电动机增设恒转矩变频器方案.....	10
4.4 方案比较及建议.....	10
5、施工组织设计.....	12
5.1 主要改造内容.....	12
5.2 施工条件.....	12
5.3 工程施工.....	12
5.4 施工进度.....	12
6、设计概算.....	13
6.1 编制说明.....	13
6.1.1 工程概况.....	13
6.1.2 编制依据.....	13
6.1.3 概算编制.....	14
6.2 概算表.....	15

# 1、工程概况

荆山湖行洪区位于安徽省怀远县，进洪闸位于行洪区上口门附近，采用开敞式水闸型式，水闸设计流量均为  $3500\text{m}^3/\text{s}$ ，退洪闸位于行洪区下口门附近，采用开敞式水闸型式，水闸设计流量为  $3500\text{m}^3/\text{s}$ 。

荆山湖进洪闸孔口宽度为  $10.0\text{m}$ ，孔数 31 孔，底槛高程  $17.5\text{m}$ ，检修平台高程  $26.0\text{m}$ ，启闭机台高程  $36.1\text{m}$ ，最高挡水位为  $24.75\text{m}$ 。闸门门高  $8.0\text{m}$ ，门顶高程为  $25.5\text{m}$ 。荆山湖退洪闸孔口宽度为  $10.0\text{m}$ ，孔数 30 孔，底槛高程  $17.0\text{m}$ ，检修平台高程  $25.8\text{m}$ ，启闭机台高程  $35.8\text{m}$ ，最高挡水位为  $24.35\text{m}$ 。闸门门高  $8.0\text{m}$ ，门顶高程为  $25.0\text{m}$ 。

工作闸门门型为平面定轮钢闸门，支承型式选择为悬臂式铸钢滚轮，门叶宽度为  $9.95\text{m}$ ，闸门分为 2 节，上下节均为实腹式变截面双主梁焊接构件，主材 Q235，主梁跨中梁高  $0.95\text{m}$ ，支端、顶梁梁高  $0.5\text{m}$ 。闸门面板布置在上游侧，止水为前止水型式，侧止水采用“L<sub>1</sub>-145”型（预压角  $\alpha=100^\circ$ ）外 R 直角止水橡皮，底止水采用“I<sub>1</sub>20-4”型楔形止水橡皮，均布置在面板侧。闸门工程量为  $32.97\text{t}/\text{扇}$ ，共 61 扇，启闭机选用 QPQ- $2\times 320\text{kN}-9\text{m}$  卷扬式启闭机，吊点间距为  $6.0\text{m}$ ，手电两用，一门一机，共 61 台。启闭机运行速度约  $1.70\text{m}/\text{min}$ ，电机型号为 YZR200L，转速  $690\text{rpm}$ ，电机功率  $22\text{kW}$ ，单电机集中驱动，采用刚性轴保证双吊点同步。由于采用的是绕线式电机，故每台启闭机均配置频敏变阻器以满足启动要求。

荆山湖进退洪闸工程于 2004 年 2 月开工建设，2006 年 7 月完工。2015 年 6 月对进、退洪闸分别进行了安全鉴定，鉴定为一类闸。

2007 年，淮河流域发生了 1954 年以来的大洪水，荆山湖进退洪闸于 7 月 19 日首次启用进洪。进洪时水位条件为：进洪闸上游  $23.07\text{m}$ ，闸门挡水高度为  $5.57\text{m}$ ，退洪闸上游  $22.22\text{m}$ ，闸门挡水高度为  $5.22\text{m}$ 。

荆山湖进退洪闸工作闸门及启闭机的设计参数及特性见表 1.1。

表 1.1 荆山湖进退洪闸工作闸门及启闭机技术特性表

序号	名 称	单位	进洪闸工作门	退洪闸工作门
1	孔口型式		露顶式	露顶式
2	孔口尺寸(宽×高)	m	10.0×8.0	10.0×8.0
3	孔口数量	孔	31	30
4	底槛高程	m	17.5	17.0
5	闸门型式		平面定轮钢闸门	平面定轮钢闸门
6	检修平台高程	m	26.0	25.8
7	启闭机平台高程	m	36.1	35.8
8	设计水位	m	上游 24.75m, 下游无水	上游 24.35m, 下游无水
9	设计总水压力	kN	2628.1	2701.1
10	运行条件		动水启门	动水启门
11	闭门条件	m	上游 24.25m, 下游 19.0m	上游 23.85m, 下游 19.0m
12	闭门总水压力	kN	2165.6	2146.1
13	门槽尺寸(宽×深)	m	0.61×0.35	0.61×0.35
14	闸门尺寸(宽×高)	m	9.95×8.0	9.95×8.0
15	闸门数量	扇	31	30
16	支承跨度	m	10.36	10.36
17	吊点间距	m	6.0	6.0
18	闸门重量	t/扇	32.97	32.97
19	埋件重量	t/孔	5.29	5.43
20	启闭机型号		QPQ—2×320kN—9m 手电两用卷扬机	QPQ—2×320kN—9m 手电两用卷扬机
21	启闭机行程-台数		9.0m—31 台	9.0m—30 台
22	启闭机电机功率	kW/台	22	22

## 2、存在问题

2020 年 7 月 21 日,荆山湖行洪区尚未进洪,进洪闸水位条件为:上游 22.04m,

下游无水，闸门挡水高度为 4.54m；退洪闸上游 21.4m，下游无水，闸门挡水高度为 4.4m。水位未达到 2007 年首次进洪时的挡水高度。

经试机，启闭机电机启动时出现短暂的堵转现象及异常噪音，启动困难，然后才能进入正常的启动状态，显示启闭机已达临界状态，且各孔闸门启闭机均出现电机超负荷运转现象。据管理人员介绍，2007 年运行时启闭机也出现过类似的超载现象。

该闸为行洪区进、退洪闸，一般闸门均为挡水或无水状态，仅在进洪时才会运行。荆山湖进退洪闸建成 15 年以来仅进洪 2 次，故闸门主滚轮很少运转，仅起支承作用，易产生锈蚀卡阻，转动不灵。首次进洪时闸门较新，运转件尚未出现锈蚀、卡阻等，故 2007 年进洪时水位较高，但未出现严重的电机超载现象，故未引起重视。

分析认为启闭机超载的原因主要为：

- 1) 闸门滚轮卡阻，转动不灵，造成启门力增大。
- 2) 启闭机容量偏小，启闭力不足。
- 3) 电动机功率偏小，输出扭矩不足。

为保证水闸行洪安全，受安徽省茨淮新河工程管理局委托，对荆山湖进退洪闸出现的问题进行分析和排查，并提出改造方案。

### 3、启闭机复核

#### 3.1 启闭机容量复核

退洪闸设计挡水高度较大，故按退洪闸总水压力进行复核。

设计参数：总水压力  $P=2701.1\text{kN}$ ，闸门自重  $32.97\text{t}$ ，滚轮外径  $\Phi 600\text{mm}$ ，轴径  $\Phi 160\text{mm}$ 。止水橡皮头直径为  $\Phi 40\text{mm}$ ，长度  $8.0\text{m}$ ，止水座板埋件为复核不锈钢板。

启门力计算：

$$F_Q = n_T(T_{zd} + T_{zs}) + n'_G G$$

式中：

$n_T$ ——摩擦阻力安全系数，取 1.2；

$n'_G$ ——计算启门力用的闸门自重修正系数，取为 1.1；

G——闸门自重，（kN）；G=329.7kN

$T_{zd}$ ——支承摩擦阻力，（kN）（自润滑轴套滑动摩擦系数取 0.2）；

$T_{zs}$ ——止水摩擦阻力，（kN）（橡皮对不锈钢摩擦系数取 0.5）；

$$P = 2701.1kN$$

$$T_{zd} = \frac{P}{R} (f_1 r + f) = \frac{2701.1}{300} \times (0.2 \times 80 + 1) = 153.1kN$$

$$T_{zs} = f_3 P_{zs} = 0.5 \times 40 \times 0.04 \times 16 = 12.8kN$$

$$F_Q = n_T (T_{zd} + T_{zs}) + n_G G = 561.8kN$$

启闭机容量为 2×320kN，满足启门力要求。

### 3.2 启闭机主要参数复核

#### 1) 启闭机电机参数

启门力	2×320kN	开式齿轮	m=12,z1=18,z2=86
启门速度	1.7m/min	联轴器	/
扬程	H	联轴器	/
工作级别	Q2-轻	手摇机构	/
滑轮组倍率	4	主令控制器	/
卷筒直径	Φ600mm	荷载限制器	/
吊点距	/	钢丝绳	20ZAB6X19W+IWR1570ZS
减速器	ZSY224-40	电动机	YZR200L-8, 22kW , 690rpm, FC=15%
制动器	YWZ5-315/50	电源	380V/50HZ, 三相四线

现启闭机电机型号为 YZR200L-8，功率为 22kW，负载持续率 FC=15%

$$\text{电机静功率: } P_j = 2(Q+q) v / 1000 \eta$$

其中：  $\eta = 0.77$ （机械总效率）

$$Q = 320000N \text{（启门力）}$$

$$q = 6400N \text{（动滑轮及钢丝绳等重量）}$$

$$v = 1.7m/min = 0.028m/s$$

启门力：  $2 \cdot Q = 1000 P_j \eta / v - 2q = 2 \times 295kN$ ，达不到设计启门力。

按照《水利水电工程启闭机设计规范》SL41-2018，启闭机工作级别为 Q2-轻时，电机负载持续率应为 FC=25%，按照 25%的负载持续率计算，原电机的实际功率只有 18.5kW，按此实际功率计算。



启门力：  $2 \times Q = 1000 P_j \eta / v - 2q = 2 \times 248 \text{kN}$

启闭机的实际启门力更加达不到  $2 \times 320 \text{kN}$  的设计启门力。

### 3.3 复核结论

根据复核结果，启闭机容量满足启门要求，但目前启闭机的实际启门力达不到设计要求，造成启闭机启动时电机超负荷工作，出现异常噪音。

按照 2020 年实际运行时的水位条件（闸门挡水高度 4.54m）复核，水压力为 1031kN，理论计算启门力为 442kN，按临界状态考虑，启闭机实际启门力为 496kN，说明运转件存在一定程度的卡阻，摩擦系数大于理论值，通过闸门运行检查也进一步得到了验证。故应加强工作闸门的汛前检查，采取措施确保所有的滚轮运转灵活。

## 4、启闭机改造方案比选

经现场勘察，启闭机改造可采用以下方案：

方案 1：更换功率更大的电动机，满足设计启门力要求；

方案 2：更换传动比更大的减速器，降低启门速度，满足启门力要求。

方案 3：增设恒转矩变频器。

### 4.1 更换电机方案

按照设计启门力  $2 \times 320 \text{kN}$  的要求，在目前启闭机其他所有部件不做更换调整的基础上计算，电机功率最低应达到 24.6kW。更换后的电机型号为 YZR225M-8，转速为 701rpm，负载持续率 FC=25%，功率为 26kW。

#### 1) 电动机选择

(1) 电机静功率：  $P_j = 2 (Q + q) v / 1000 \eta$

其中  $v = 3.14 \times 701 \times 0.6 / (4 \times 4.78 \times 40) / 60 = 0.029 \text{m/s}$

$$P_j = 2 \times (320000 + 6400) \times 0.029 / 1000 \times 0.77 = 24.6 \text{kW}$$

(2) 选电动机型号： YZR225M-8

电机功率： N=26kW

电机转速： n=701r/min

式中  $\eta_z=0.925$  (滑轮组效率, 采用滑动轴承)

$\eta_k=0.93$  (开式齿轮对, 滚动轴承)

$\eta_t=0.97$  (卷筒效率, 滚动轴承)

$\eta_{Ch}=0.92$  (三级减速器)

故  $\eta=0.925 \times 0.93 \times 0.97 \times 0.92=0.77$

## 2) 制动器复核

制动器型号为 YWZ5-315/45 型液压推杆制动器, 制动力矩为  $400 \sim 630 \text{ N} \cdot \text{m}$ 。

制动力矩:  $M = 2K\eta(Q+q)D_o / 2m_i$

$= 2 \times 1.75 \times (320000 + 6400) \times 0.6 \times 0.77 / 2 \times 4 \times 191.2$

$= 345.1 \text{ N} \cdot \text{m}$

选用制动器: YWZ5-315/50,  $[M] = 400 \sim 630 \text{ N} \cdot \text{m}$

$[M] = 400 \sim 630 \text{ N} \cdot \text{m} > M = 345.1 \text{ N} \cdot \text{m}$

故原制动器 YWZ5 电动液压块式制动器满足要求。

## 3) 减速器复核

机构采用集中驱动, 两套起升机构上采用一台 ZSY224-40 型减速器, 速比为 40。

作用于卷筒轴上的力矩:  $M_j = (Q+q)D_o / (2m\eta_t\eta_z)$

$= 2 \times (320000 + 6400) \times 0.6 / 2 \times 4 \times 0.97 \times 0.925 = 54567 \text{ N} \cdot \text{m}$

开式齿轮传递的转矩:

$M_k = M_j / (i_k \times \eta_k) = 54567 / 4.78 \times 0.93 = 12275 \text{ N} \cdot \text{m}$

作用于电动机输出轴上的力矩:

$M_d = M_{ch} / (i_j \times \eta_{ch}) = 12275 / 40 \times 0.92 = 334 \text{ N} \cdot \text{m}$

其中: 输入转速:  $n = 750 \text{ r/min}$

高速轴许用功率:  $31 \text{ kW}$

高速轴许用转矩:  $M = 9550P/n = 9550 \times 31 / 750 = 395 \text{ N} \cdot \text{m}$

故原减速器 ZSY224-40 满足要求。

## 4) 钢丝绳复核

该启闭机所用钢丝绳型号为 20ZAB6x19W+IWR1570ZS。

钢丝绳最大工作拉力:  $S = (Q+q) / (2m\eta_z) = 44.1 \text{ kN}$

钢丝绳的破断拉力： $F_0 \geq S \times n/k$

钢丝绳最大工作拉力： $S = 44.1\text{kN}$

钢丝绳最小安全系数： $n = 5$

故： $F_0 \geq 44.1 \times 5 = 220.5\text{kN}$

钢丝绳单层缠绕，钢芯，镀锌。

直径： $d=20\text{mm}$ ，公称抗拉强度： $R=1570\text{MPa}$

该型号钢丝绳最小破断拉力： $F_0 = 223\text{kN}$

安全系数：5.05

故钢丝绳安全系数满足要求。

### 5) 电器元件复核

由于电机功率变化不大，对控制柜内的元器件进行了复核，现有空气开关、交流接触器能满足改造后的要求，故不需要更新。

### 6) 电机起动器改造

更换后的绕线式电机与原频敏变阻器无法匹配，故拆除原频敏变阻器（含箱体），采用在电机轴外端部安装新型无刷无环起动器作为绕线式电机起动装置。

无刷无环电机起动器采用无刷无环运行，操作简单，安装拆卸方便，可大大减少维修费用，并可根据机械负载的特性，自动改变起动电阻的大小，调节起动转矩和起动电流，使电动机处于最佳起动状态。

无刷无环电机起动器能在保持电机起动转矩不变的情况下，使起动电流从 $7I_e$ 降到 $1.6I_e$ ，并能以最大转矩起动电机。它由电阻起动装置发展而来，具有如下优点：

- (1) 彻底根除使用滑环、碳刷时所造成的各种危害。去掉传统、复杂的起动装置，操作方便，并可减少维修费用。
- (2) 节省安装空间和二次回路电缆，减少起动装置的功率消耗，节约了电能。
- (3) 起动控制由起动器根据电机的转速自动完成，彻底避免了其它起动装置不能根据负载的大小，自动跟踪电机起动过程而造成电机或起动器损坏等不良现象。
- (4) 电机运转过程中，如出现堵转现象，随着电机转速的降低，起动器会自动投入运行，达到增加电机转矩，减少起动电流的目的。

(5) 起动电阻直接安装在电动机的转轴上, 利用电机旋转时产生离心力作为动力, 控制电阻的大小, 达到减少电机起动电流、增加起动转矩, 实现无刷自控运行的目的。

(7) 采用防锈、防变质、防冻(冰点 $-25^{\circ}\text{C}$ )、防沸(沸点为 $120^{\circ}\text{C}$ )的四防起动液, 提高起动器的使用寿命。

(8) 设置安全排气阀, 在电机转速达到额定转速后, 自动打开排气阀, 保证起动器的安全可靠运行。

## 4.2 更换减速器方案

如更换传动比为56的减速器, 运行速度由原设计 $1.7\text{m/min}$ 降低为 $1.2\text{m/min}$ 。要达到设计要求的 $2\times 320\text{kN}$ 启门力要求, 按25%负载持续率计算, 电机功率需达到 $17.8\text{kW}$ 。原启闭机上的电机按照25%负载持续率计算的功率为 $18.5\text{kW}$ , 满足要求。

### 1) 电动机复核

(1) 电机静功率:  $P_j = 2(Q+q)v/1000\eta$

其中  $v = 3.14 \times 690 \times 0.6 / (4 \times 4.78 \times 56) / 60 = 0.020\text{m/s}$

$P_j = 2 \times (320000 + 6400) \times 0.020 / 1000 \times 0.77$   
 $= 17.0\text{kW}$

(2) 电动机型号: YZR200L-8

电机功率:  $N = 18.5\text{kW}$

电机转速:  $n = 697\text{r/min}$

式中  $\eta_z = 0.925$  (滑轮组效率, 采用滑动轴承)

$\eta_k = 0.93$  (开式齿轮对, 滚动轴承)

$\eta_t = 0.97$  (卷筒效率, 滚动轴承)

$\eta_{Ch} = 0.92$  (三级减速器)

故  $\eta = 0.925 \times 0.93 \times 0.97 \times 0.92 = 0.77$

### 2) 制动器复核

制动器型号为 YWZ5-315/45 型液压推杆制动器, 制动力矩为  $400 \sim 630\text{N} \cdot \text{m}$ 。

制动力矩:  $M = 2K\eta(Q+q)D_0 / 2m_i$

$$=2 \times 1.75 \times (320000+6400) \times 0.6 \times 0.77 / 2 \times 4 \times 267.7$$

$$=246.4 \text{ N} \cdot \text{m}$$

制动器: YWZ5-315/50,  $[M] = 400 \sim 630 \text{ N} \cdot \text{m}$

$$[M] = 400 \sim 630 \text{ N} \cdot \text{m} > M = 246.4 \text{ N} \cdot \text{m}$$

故原制动器 YWZ5 电动液压块式制动器满足要求。

### 3) 减速器选择

机构采用集中驱动, 两套起升机构上采用一台减速器, 速比为 56。

作用于卷筒轴上的力矩:  $M_j = (Q+q)D_0 / (2m\eta_t\eta_z)$

$$=2 \times (320000+6400) \times 0.6 / 2 \times 4 \times 0.97 \times 0.925 = 54567 \text{ N} \cdot \text{m}$$

开式齿轮传递的转矩:

$$M_k = M_j / (i_k \times \eta_k) = 54567 / 4.78 \times 0.93 = 12275 \text{ N} \cdot \text{m}$$

作用于电动机输出轴上的力矩:

$$M_d = M_k / (i_j \times \eta_{ch}) = 12275 / 56 \times 0.92 = 238 \text{ N} \cdot \text{m}$$

选用减速器:

由《机械设计手册》, 选用中硬齿面减速器 ZSY224-56。

其中: 输入转速:  $n = 750 \text{ r/min}$

高速轴许用功率: 23kW

高速轴许用转矩:  $M = 9550P/n = 9550 \times 23/750 = 293 \text{ N} \cdot \text{m} > M_d$

故所选减速器 ZSY224-56 满足要求。

### 4) 钢丝绳复核

该启闭机所用钢丝绳型号为 20ZAB6x19W+IWR1570ZS。

钢丝绳最大工作拉力:  $S = (Q+q) / (2m\eta_z) = 44.1 \text{ kN}$

钢丝绳的破断拉力:  $F_0 \geq S \times n/k$

钢丝绳最大工作拉力:  $S = 44.1 \text{ kN}$

钢丝绳最小安全系数:  $n = 5$

故:  $F_0 \geq 44.1 \times 5 = 220.5 \text{ kN}$

钢丝绳为单层缠绕, 6×19W+IWR 型钢芯镀锌

直径:  $d = 20 \text{ mm}$ , 公称抗拉强度:  $R = 1570 \text{ MPa}$

该型号钢丝绳最小破断拉力:

$$F_0 = 0.02 \times 0.02 \times 0.356 \times 1570 \times 1000 = 223 \text{ kN}$$

安全系数：5.05  
故钢丝绳安全系数满足要求。

4.3 电动机增设恒转矩变频器方案

在电动机馈电回路中增设变频器，让变频器恒转矩运行。即在变频器低频运行时增加其输出电压，以补偿定子电阻上电压降引起的输出转矩损失，从而改善电机的输出转矩。本工程中，对电动机功率复核结果显示，电机静功率应达到24.6kW，而目前的电机功率仅为22kW，启闭机的实际启门力只有2×248kN，达不到2×320kN的设计启门力，相差较大，无法通过变频器恒转矩运行来满足要求。且电动机长期低于额定速度运行，易产生发热等不良现象，对电机寿命影响较大。对本工程，电动机增设恒转矩变频器方案不可行，故不采用。

4.4 方案比较及建议

4.4.1 更换电机方案说明

更换电机选用YZR225M-8型，转速为701rpm，负载持续率FC=25%，功率为26kW。经咨询，可按照目前电机外形安装尺寸定制，并保证新电机的输出轴中心高与原电机一致，这样现场更换安装就较为方便，不需要对与电机配合的制动器等其他部件进行任何调整，可以在原电机的安装底座上直接进行安装。一方面可以确保更换后运行平稳可靠，另一方面可以大大减少现场工作量，缩短工期。

更换电机后，电机直径及长度方向尺寸有所增加，与启闭机原来配置的手摇机构干涉，考虑荆山湖进退洪闸有可靠的电源保证，故建议取消原手摇机构。同时利用电机尾部空间安装无刷无环起动器作为绕线式电机起动装置。拆除原频敏变阻器箱。

更换电机方案工程量清单：

序号	项目名称	数量	规格型号
1	非标定制电动机采购及安装	61 台	YZR225M-8
2	无刷无环起动器	61 套	
3	原电机拆除	61 台	
4	手摇装置拆除	61 台	
5	频敏变阻器箱拆除	61 台	

6	油漆修复		
7	设备调试	61 台	

#### 4.4.2 更换减速器方案说明

更换减速器方案可保留原启闭机锁定装置、频敏变阻器等，但由于减速器与小齿轮及中间轴联轴器内齿圈是过盈配合，在现场无法拆开，需要整体拆除后返厂进行拆解，然后再把小齿轮、中间轴联轴器内齿圈与新减速器重新装配成套后送至现场整体安装。该方案更换难度大，尤其是将原减速器与小齿轮、中间轴等部件拆解开的难度极大，并且不能保证原减速器与小齿轮等部件可以完好地拆解，在拆解过程中可能会对减速器以及这些部件造成损坏。该方案工作量大大增加，工期较长，而且由于需要集中将所有减速器全部拆解返厂，会导致现场启闭机长时间无法运行。

根据上述问题，如果选择更换减速器方案，则建议将减速器及配套的小齿轮、中间轴联轴器及内齿圈整体进行更换，这样可以在厂内将所有这些零部件加工完成后与新减速器装配成套后整体送至现场进行更换。可以大幅缩短现场工作量，同时可以保证现场启闭机无法运行时间，同时可以保障更换零部件的质量以及更换后的运行稳定与安全。

更换减速器方案工程量清单：

序号	项目名称	数量	规格型号
1	减速器采购及安装	61 台	ZSY224-40 型
2	中间轴套件制造及安装	61 套	
3	小齿轮制造及安装	61 台	
4	原减速器拆除	61 台	
5	原同步轴拆除及安装	61 台	
6	原开式齿轮拆除及安装	61 台	
7	油漆修复		
8	设备调试	61 台	

#### 4.4.3 方案比较

上述两个方案在技术上都是可行的。从施工难度来看，更换减速器需要将中间同步轴及减速器组件分别拆除更换后再重新安装，中间同步轴的安装精度要求

很高，因此安装工作量及难度都大幅提高，施工工期较长。而更换电机只需要将原电机拆下，重新安装新电机后对制动轮进行重新较准即可，更换难度及工作量大大降低，可以缩短工期，也更有利于更换后的运行稳定。

从投资、施工难度、施工工期等方面综合考虑，推荐采用更换电机方案。

## 5、施工组织设计

### 5.1 主要改造内容

根据推荐方案，荆山湖进退洪闸 61 孔闸工作闸门启闭机改造有以下主要内容。

- 1) 定制非标电动机及无刷无环起动器。
- 2) 拆除原电动机、手摇装置、频敏变阻器箱。
- 3) 复测电机安装尺寸，适当打磨原电机支架。
- 4) 安装新电动机。
- 5) 修复损坏的油漆。
- 6) 逐台调试各启闭机设备，记录相关数据。
- 7) 启闭机房设施（包括窗户、地面等）修复。

### 5.2 施工条件

根据以上改造内容，启闭机改造主要拆除、安装工作均在启闭机房内进行，设备吊装采用 25t 吊车，在交通桥上通过窗户吊装倒运。

### 5.3 工程施工

定制非标电动机及无刷无环起动器，采购前应复测机架安装尺寸及制动器连接轴相关尺寸等，确保安装无误。

施工用电：根据现场情况施工用电可在启闭机房接出电源，满足供电要求。

施工用水：启闭机房桥头堡内配有自来水。

### 5.4 施工进度

本工程视批复情况，计划 2021 年 7 月底完成招标，9 月底完成非标电机定



制，并组织进场安装调试。。

## 6、设计概算

### 6.1 编制说明

#### 6.1.1 工程概况

荆山湖行洪区位于安徽省怀远县，进洪闸位于行洪区上口门附近，退洪闸位于行洪区下口门附近。荆山湖进退洪闸建成后，启闭机运行存在超载现象。为保证水闸行洪安全，提出改造方案。

本工程更换电机方案工程部分静态投资为 289.96 万元，其中预备费 13.81 万元；更换减速器方案工程部分静态投资为 306.87 万元，其中预备费 14.61 万元。

#### 6.1.2 编制依据

本工程设计概算按水利部现行有关规定进行编制，其主要依据有：

（1）皖水建函〔2018〕258 号文关于发布《安徽省水利水电工程设计概（估）算编制规定》的通知（以下简称《258 号文》）；

（2）水利部办公厅办水总〔2016〕132 号文关于印发《水利工程营业税改增值税计价依据调整办法》的通知（以下简称《132 号文》）；

（3）水利部办公厅关于调整水利工程计价依据增值税计算标准的通知（办财务函〔2019〕448 号）；

（4）施工机械台时费采用 2002 年水利部颁发的《水利工程施工机械台时费定额》；

（5）建筑工程主要采用 2002 年水利部颁发的《水利建筑工程概算定额》、水利部水总〔2005〕389 文颁发的《水利工程概算补充定额》，缺项子目采用 2008 年安徽省颁布的《安徽省水利水电建筑工程概算补充定额》；

（6）国家、省、地方其他有关规定和标准；

（7）有关专业提供的工程量和图纸等。

### 6.1.3 概算编制

#### 6.1.3.1 机电设备及安装工程

机电设备及安装工程按照工程量乘以单价计算，设备运杂费按照设备费的 5.74% 计算，设备安装费考虑到本工程为技术改造项目，安装费按设备费的 20% 计列。

#### 6.1.3.2 施工临时工程

其他临时工程按一至四部分建安工作量的 2% 计算。

#### 6.1.3.3 独立费用

##### ①建设管理费

根据《258 号文》的规定，本工程的建设单位开办费、建设单位人员费、项目管理费合并按照一至四部分建安工作量的 6% 计算。

##### ②工程监理费

工程监理费按国家发改委、建设部发改价格〔2007〕670 号文关于印发《建设工程监理与相关服务收费管理规定》的通知中的收费标准计算。

##### ③科学研究试验费

方案编制费按照合同计列。

##### ④其 他

(1) 工程保险费按一至四部分投资的 0.45% 计算；

(2) 质量检测费按一至四部分投资的 0.50% 计算。

#### 6.1.3.4 其他

(1) 基本预备费按第一～五部分投资合计的 5% 计算；

(2) 根据国家发展计划委员会投资〔1999〕1340 号文发布的《国家计委关于加强对基本建设大中型项目概算中“价差预备费”管理有关问题的通知》精神，投资的价格指数按零计算。因此，本概算的价差预备费按零计。

(3) 本概算的价格水平为 2021 年 3 月份。

## 6.2 概算表