甘肃玉门抽水蓄能电站

输水系统调节保证计算分析

**（中间报告）**

武汉浪淘石科技有限公司

2018年12月

目录

[1 前言 1](#_Toc533406454)

[2 基本资料 1](#_Toc533406455)

[2.1 方案与图纸 1](#_Toc533406456)

[2.2 水位基本资料 1](#_Toc533406457)

[2.3 机组特性参数 1](#_Toc533406458)

[2.4 调保限制 2](#_Toc533406459)

[2.5 机组特性曲线 2](#_Toc533406460)

[2.6 管道糙率 3](#_Toc533406461)

[3 计算理论与计算方法 4](#_Toc533406462)

[3.1 管道非恒定流数学模型和特征线法 4](#_Toc533406463)

[3.2 电机组边界条件 5](#_Toc533406464)

[3.2.1 机组事故甩负荷 5](#_Toc533406465)

[3.2.2 机组增、减负荷 6](#_Toc533406466)

[3.3 岔管边界条件 8](#_Toc533406467)

[推荐方案过渡过程计算结果 9](#_Toc533406468)

[4 特征参数计算 9](#_Toc533406469)

[4.1 计算简图及管道参数 9](#_Toc533406470)

[4.2 恒定流水头损失计算 10](#_Toc533406471)

[4.3 Tw值及Ta值计算及尾水调压室稳定断面 10](#_Toc533406472)

[4.3.1 Tw值及Ta值 10](#_Toc533406473)

[4.3.2 尾水调压室稳定断面 11](#_Toc533406474)

[5 大波动过渡过程计算及分析（清远特性曲线结果） 12](#_Toc533406475)

[5.1 计算工况 12](#_Toc533406476)

[5.2 导叶启闭规律 15](#_Toc533406477)

[5.2.1 水轮机工况导叶关闭规律 15](#_Toc533406478)

[5.2.2 水轮机工况导叶启闭规律 17](#_Toc533406479)

[5.2.3 水泵工况导叶启闭规律 17](#_Toc533406480)

[5.2.4 球阀关闭规律 18](#_Toc533406481)

[5.3 大波动过渡过程计算结果 19](#_Toc533406482)

[5.4 恒定流计算结果 19](#_Toc533406483)

[5.5 大波动计算结果 21](#_Toc533406484)

[5.5.1 机组参数结果 21](#_Toc533406485)

[5.5.2 上游进出水口闸门井结果 29](#_Toc533406486)

[5.5.3 尾水调压室结果 30](#_Toc533406487)

[5.5.4 下游进出水口闸门井结果 31](#_Toc533406488)

[5.5.5 大波动计算结果分析 32](#_Toc533406489)

[8 结论 34](#_Toc533406490)

# 前言

福建云霄抽水蓄能电站站址位于云霄县火田镇，站址距漳州市、厦门市、泉州市的直线距离分别为52km、81km、150km。本电站水头约500m，装机容量 1800MW，机组台数6台，转速428.6 r/min，是一座日调节纯抽水蓄能电站。

电站引水系统与尾水系统均采用二洞六机的布置方式；厂房初步推荐方案采用中部开发方式。输水系统主要建筑物包括上库进/出水口、引水隧洞、引水钢岔管、压力钢支管、尾水钢支管、尾水混凝土岔管、尾水调压室、尾水隧洞、下库进/出水口等。输水系统总长约2778 m，其中：引水系统长约1871m，尾水系统长约907m。

# 基本资料

## 方案与图纸

**表2-1 玉门输水系统图纸目录**

| 方案 | 图 纸 |
| --- | --- |
| 推荐方案 | 玉门输水系统方案布置-地面厂房（异侧4洞） |

## 水位基本资料

**表2-2 水库水位**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 水位 (m) | 正常高水位 | 死水位 |
| 上库 | 2807 | 2780 |
| 下库 | 2374.5 | 2345 |

## 机组特性参数

**表2-3 机组参数表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | | 主要参数 |
| 机型 | | 立轴单级混流可逆式水泵水轮机 |
| 机组台数 | 台 | 4 |
| 转轮直径 | m | 4.2 |
| 额定转速 | r/min | 428.6 |
| 水轮机额定功率 | MW | 306.1 |
| 水泵最大入力 | MW |  |
| 吸出高度 | m | -70 |
| 安装高程 | m | 2275 |
| 转动惯量（发电机和水轮机） | t-m2 |  |
| 最大净水头 | m | 459.26 |
| 最小净水头 | m | 395.86 |
| 最大扬程 | m | 466.57 |
| 最小扬程 | m | 433.75 |

## 调压室基本参数

**表2-4 上游进出水口闸门井参数表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 调压室高程 | 调压室断面面积 |
| 闸门井高程/面积 | 2772.6 | 34.245 |
| 2811 | 34.245 |
| 流入阻抗系数 | 0.000088697（流量系数φ取0.7，阻抗孔面积取34.245） | |
| 流出阻抗系数 | 0.000088697（流量系数φ取0.7，阻抗孔面积取34.245） | |

**表2-5 上游调压室参数表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 调压室高程 | 调压室断面面积 |
| 升管高程/面积 | 2707.580000 | 44.15625 |
| 2757.000000 | 44.15625 |
| 大井高程/面积 | 2757.000000.1 | 105.6296 |
| 2813.00000000 | 105.6296 |
| 流入阻抗系数 | 0.000053348（流量系数φ取0.7） | |
| 流出阻抗系数 | 0.000053348（流量系数φ取0.7） | |

**表2-6 尾水调压室参数表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 调压室高程 | 调压室断面面积 |
| 升管高程/面积 | 2295.86 | 26.4074 |
| 2322.00000000 | 26.4074 |
| 大井高程/面积 | 2322.00000001 | 52.7834 |
| 2378.50000000 | 52.7834 |
| 流入阻抗系数 | 0.000149160 （流量系数φ取0.7） | |
| 流出阻抗系数 | 0.000149160（流量系数φ取0.7） | |

**表2-7 下游进出水口闸门井参数表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 调压室高程 | 调压室断面面积 |
| 闸门井高程/面积 | 2326 | 25.71 |
| 2379 | 25.71 |
| 流入阻抗系数 | 0.000157362（流量系数φ取0.7，阻抗孔面积取25.71） | |
| 流出阻抗系数 | 0.000157362（流量系数φ取0.7，阻抗孔面积取25.71） | |

## 调保限制

依据《水电站调压室设计规范》(NB/T 35021-2014)及《水力发电厂机电设计规范》（DL/T5186-2004），暂定调保参数计算控制值如下：

机组允许最大速率上升：≤621.5 r/min（额定转速428.6r/min，飞逸转速不超过45%）；

蜗壳进口中心线处的最大压力值：≤749.1 mH2O（30%）（相对压力，不含压力脉动和计算误差），≤800 mH2O（相对压力，含压力脉动和计算误差）；

转轮出口处最低水压值：≥2mH2O（相对压力，包含压力脉动和计算误差）；

整个输水系统内的各点压力：≥2 mH2O（相对压力）；

其余满足规范要求。

机组采用特性曲线：参考类似比转速机组曲线，对推荐方案和比选方案的控制工况要求采用不同厂家的2~3套特性曲线进行计算。

参照水电水利规划设计总院文件（水电规机电（2013）12号）的规定，压力脉动、计算余量和调压室涌浪误差如下：

(1)压力脉动

甩负荷工况时压力钢管的最大压力——甩负荷前净水头的7%；

甩负荷工况时尾水管的最小压力——甩负荷前净水头的3.5%；

甩入力工况时压力钢管的最小压力——甩入力前净扬程的2%。

(2)计算余量

任何工况的压力——上升或下降计算值与初始压力差值的10%；

## 机组特性曲线

由于缺乏真机资料，本阶段玉门抽水蓄能电站调节保证只能借用其它已建抽水蓄能电站工程的水泵水轮机特性曲线。通过对国内外多个抽水蓄能电站工程机组参数的比较，本设计套用清远抽水蓄能电站和蒲石河抽水蓄能电站的全特性数据，该电站与玉门抽水蓄能电站的特征参数如表2.5所示。

**表2.8**  **电站特征参数比较表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 机组参数 | 玉门 | 清远 |
| 最大水头/m | 501.2（毛） | 502.73 |
| 额定水头/m | 455 | 470 |
| 最小水头/m | 446.6（毛） | 440.39 |
| 额定流量/(m3/s) | 75.78 | 77.65 |
| 额定转速/rpm | 428.6 | 428.6 |
| 额定功率/MW | 306.1 | 326.5 |
| 转轮直径/m | 4.33 | 4.326 |

清远水泵水轮机四象限特性曲线经加密后如图2.1所示。



**图2.1（a）清远流量特性曲线**



**图2.1（b）清远力矩特性曲线**

## 管道糙率

（1）混凝土衬砌； n=0.014

（2）钢衬衬砌； n=0.012

# 计算理论与计算方法

## 管道非恒定流数学模型和特征线法

有压管道非恒定流基本方程为：

|  |  |
| --- | --- |
| 连续方程 | （3-1） |
| 动量方程 | （3-2） |

其中H为以某一水平面为基准的测压管水头；V为管道断面的平均流速；A为管道断面面积；管道断面面积随x轴线的变化率，若，则式（3-1）即简化为棱柱体管道中的水流连续性方程；为管道各断面形心的连线与水平面所成的夹角；S为湿周；f为Darcy-Weisbach摩阻系数；为水击波传播速度。

本报告数值计算采用当量管计算方法，因此式（3-1）中。

方程（3-1）和方程（3-2）是一组拟线性双曲型偏微分方程，可采用特征线法将其转化为两个在特征线上的常微分方程：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （3-3） |
|  | （3-4） |

上述方程沿特征线C+和C－积分，其中摩阻损失项采取二阶精度数值积分，并用流量代替断面流速，经整理得：

|  |  |
| --- | --- |
| C+： | （3-5） |
| C－： | （3-6） |

式（3-5）和式（3-6）为二元一次方程组，十分便于求解管道内点的QP和HP。计算中时间步长和空间步长的选取，需满足库朗稳定条件，否则计算结果不能收敛。

## 电机组边界条件

### 机组事故甩负荷

在甩负荷过渡过程计算中，机组边界共有九个未知数，分别为：转轮进口侧测压管水头、流量，转轮出口侧测压管水头、，单位转速，单位流量，单位力矩，水轮机力矩，转速。对应该九个变量的机组边界方程如下：水轮发电机组的边界条件包括九个方程：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （3-7） |
|  | （3-8） |
|  | （3-9） |
|  | （3-10） |
|  | （3-11） |
|  | （3-12） |
|  | （3-13） |
|  | （3-14） |
|  | （3-15） |
| 式中, | （3-16） |

在上述公式中：转轮直径。下标0表示上一计算时段的已知值。式（3-12）和式（3-13）是以直线方程的型式分别代表水轮机瞬时工况点的流量特性和力矩特性。

|  |  |
| --- | --- |
| 令： |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

上述九个方程可以化成：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （3-17） |
|  | （3-18） |

用牛顿辛普生方法解上述两个方程。求出X，n后，将其回代，可依次求出各未知变量。

### 机组增、减负荷

#### 频率调节

在已知的机组边界方程（3-7）～（3-15）基础上，加入一个调速器方程。考虑测频微分环节（加速度回路）的辅助接力器型调速器方框图如图4-1所示，其调速器方程如下：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （3-19） |



图4.1 辅助接力器型调速器方块图

式中y为接力器相对行程；为机组相对转速；、分别为暂态转差系数和永态转差系数；、、、分别为微分回路时间常数、测频微分时间常数、接力器反应时间常数和缓冲时间常数。

并且水轮发电机组的运动方程（3-15）改写为：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （3-20） |

式中是机组加速时间常数，电网负荷自调节系数，下标t、g分别表示水轮机和发电机，下标 0表示上一计算时段的已知值，下标r表示额定值。随时间的变化需给定。

#### 功率调节

在无穷大电网条件下，增、减负荷时，机组未脱离电网，而且是在接到增、减负荷的脉冲信号后按正常规律操作的，所以可以认为在增、减负荷情况下，机组始终维持正常转速。因此，机组边界共有九个未知数，分别为：转轮进口侧测压管水头、流量，转轮出口侧测压管水头、，单位转速，单位流量，单位力矩，水轮机力矩，接力器行程。已知机组边界方程分别为式（3-7）～（3-14），共8个方程，需求解9个未知数，因此需要引入调速器方程。



图4.2 简化后直接式功率调节模式结构图

根据图4-2得出功率调节模式的调速器方程为：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （3-21） |

式中，为开环放大系数，、、为调速器参数，为功率给定值，为机组实际功率测量值。

方程（3-21）与方程（3-7）～（3-14）联立，组成功率调节模式下的机组边界条件。

#### 开度调节

水轮机调速器工作于“功率调节”模式时，若检测出机组功率传感器有故障，则自动切换至“开度调节”模式下工作。此时开度随时间的变化关系曲线给定，机组转速为额定转速不变，则将方程（3-7）～（3-14）、（3-16）联立并简化为一元二次方程，用求根公式得出X后，将其回代，再求出各未知变量。

## 岔管边界条件

岔管的边界条件可表示为：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （3-22） |
| ： | （3-23） |
| ： | （3-24） |

岔管流量连续方程

|  |  |
| --- | --- |
|  | （3-25） |



图4.3 岔管示意图

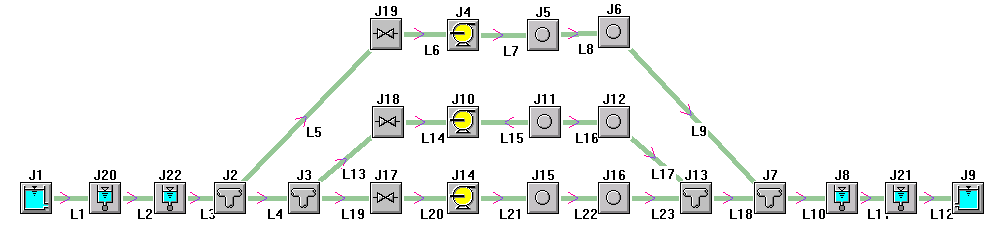
联立上面几个方程，在等时段网格中可求解。

# 推荐方案过渡过程计算结果

# 特征参数计算

## 计算简图及管道参数

根据玉门抽水蓄能电站引水发电管道系统布置方案，对该电站一个水力单元进行计算，拟将管道系统分成22段，其计算简图如图4.1，对应计算简图的引水发电系统计算参数见表4-1。其中图4.1中J4、J10、J14分别代表4#、5# 和6#机组，J20代表上游进/出水口事故检修闸门井，J8代表下游调压室，J21代表下游进/出水口事故检修闸门井。



|  |
| --- |
| 图4.1 玉门抽水蓄能电站推荐方案过渡过程计算简图  表4-1 玉门抽水蓄能电站推荐方案的管道系统参数（2号水力单元） |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 位置 | 管段编号 | 长度L(m) | 当量直径(m) | 波速(m/s) | 糙率 | 发电局部水头损失系数 | 抽水局部水头损失系数 | 发电岔管水头损失系数 | 抽水岔管水头损失系数 | 备注 |
| 2#水力单元引水隧洞 | L1 | 197.555 | 9.653 | 1100 | 0.014 | 0.104 | 0.951 | 0.000 | 0.000 | 上库进出水口至上库启闭机房中心线 |
| L2 | 449.743 | 8.017 | 1100 | 0.014 | 0.109 | 0.153 | 0.000 | 0.000 | 上库启闭机房中心线至上游调压室 |
| L3 | 914.146 | 8.000 | 11000 | 0.014 | 0.383 | 0.383 | 0.000 | 0.000 | 上游调压室至1#引水岔点 |
| 4#机组所在管线 | L5 | 17.396 | 3.000 | 1100 | 0.012 | 0.165 | 0.165 | 0.717 | 1.514 | 1#引水岔点2至蜗壳进口 |
| L6 | 20.152 | 3.069 | 1200 | 0.0001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 蜗壳段 |
| L7 | 92.442 | 4.600 | 1200 | 0.0001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 尾水管段 |
| L8 | 72.269 | 4.600 | 1100 | 0.0012 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 尾水管末至尾闸洞中心线 |
| L9 | 25.000 | 8.000 | 1100 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.771 | 0.979 | 尾闸洞中心线至2#尾水岔点 |
| 5#机组所在管线 | L4 | 20.000 | 5.660 | 1100 | 0.014 | 0.000 | 0.000 | 0.115 | 0.022 | 1#引水岔点至2#引水岔点 |
| L13 | 204.000 | 3.000 | 1200 | 0.012 | 0.165 | 0.165 | 0.693 | 2.758 | 2#引水岔点至蜗壳进口 |
| L14 | 17.396 | 3.000 | 1200 | 0.0001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 蜗壳段 |
| L15 | 20.152 | 3.069 | 1100 | 0.0001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 尾水管段 |
| L16 | 92.442 | 4.600 | 1100 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 尾水管末至尾闸洞中心线 |
| L17 | 58.269 | 4.600 | 1100 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.731 | 0.836 | 尾闸洞中心线至1#尾水岔点 |
| L18 | 25.120 | 6.250 | 1000 | 0.014 | 0.000 | 0.000 | 0.249 | 0.008 | 1#尾水岔点至2#尾水岔点 |
| 6#机组所在管线 | L4 | 20.000 | 5.660 | 1100 | 0.014 | 0.000 | 0.000 | 0.115 | 0.022 | 1#引水岔点至2#引水岔点 |
| L19 | 177.260 | 3.000 | 1200 | 0.012 | 0.064 | 0.064 | 0.045 | 0.078 | 1#引水岔点至蜗壳进口 |
| L20 | 17.396 | 3.000 | 1200 | 0.0001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 蜗壳段 |
| L21 | 20.152 | 3.069 | 1100 | 0.0001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 尾水管段 |
| L22 | 92.442 | 4.600 | 1100 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 尾水管末至尾闸洞中心线 |
| L23 | 70.269 | 4.600 | 1100 | 0.012 | 0.109 | 0.109 | 0.211 | 0.053 | 尾闸洞中心线至1#尾水岔点 |
| L18 | 25.120 | 6.250 | 1000 | 0.014 | 0.000 | 0.000 | 0.249 | 0.008 | 1#尾水岔点至2#尾水岔点 |
| 2#水力单元尾水隧洞 | L10 | 25.000 | 8.000 | 1000 | 0.014 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 尾水岔管口至尾水调压室 |
| L11 | 704.000 | 8.009 | 1000 | 0.014 | 0.202 | 0.158 | 0.000 | 0.000 | 尾水调压室至下库启闭机房 |
| L12 | 127.210 | 10.573 | 1000 | 0.014 | 1.458 | 0.354 | 0.000 | 0.000 | 下库启闭机房至下库进出水口 |

## 恒定流水头损失计算

局部水头损失,为依据规范查得有关损失系数，*A*、*Q*分别为管道断面面积和流量。沿程损失，*n*、*L*、*R*分别为管道糙率、长度、水力半径，其它参数相同，总水头损失。计算中考虑了进水口、拦污栅等局部水头损失。

**表4-2 引水发电系统水头损失计算表 单位：m**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 管线  工况 | | 4# | 5# | 6# |
| 三机  运行 | 发电 | 13.724 | 13.772 | 7.754 |
| 抽水 | 10.571 | 12.512 | 5.799 |

注：1）引水隧洞和压力管道均取平均糙率计算； 2）总水头损失发电按额定水头下发额定出力时的单机流量Qr=75.65m3/s计算，抽水按最小扬程时的单机流量Q=64.02m3/s计算。

## Tw值及Ta值计算及尾水调压室稳定断面

### Tw值及Ta值

管线水流惯性时间常数为，机组加速时间常数为  ，其中是管线上各管道长度，是引水管道中的最大流速，是重力加速度，是电站设计水头455（m）。为机组飞轮力矩6010，为机组额定转速428.6r/min，为机组额定力矩，为机组额定出力306.122MW。计算结果见表4-3。

**表4-3 *Tw*值及*Ta*值计算**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 管线代号 | Tw1值（s）  (上库到机组) | Tw2值（s）  (机组到下调) | Tw3值（s）  (下调到下库) | (Tw1+Tw2)值（s） | Ta值（s） | （Tw1+Tw2）/Ta |
| 4 | 2.157 | 0.240 | 0.811 | 2.397 | 9.881 | 0.243 |
| 5 | 2.076 | 0.253 | 0.811 | 2.330 | 9.881 | 0.236 |
| 6 | 2.012 | 0.266 | 0.811 | 2.278 | 9.881 | 0.231 |

注：管线代号4、5、6分别指4#、5#和6#机组所在管线。

# 大波动过渡过程计算及分析（清远特性曲线结果）

## 计算工况

大波动过渡过程计算工况如表5-1所示：

**表5-1 水轮机设计工况**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工况 编号 | 上库水位（m） | 下库水位（m） | 负荷变化 | 水位组合说明及导叶关闭方式 | 计算目的 |
| SJT1 | 608.0 | 108.00 | 3台→0 | 上库正常蓄水位，下库死水位，同一调压室的三台机额定出力运行，同时突甩全负荷，导叶正常关闭 | 蜗壳最大压力、尾水管进口最小压力 |
| TDT2 | 2793.5 | 123.88 | 3台→0 | 额定水头，额定流量，同一调压室的三台机额定出力运行，同时突甩全负荷，导叶正常关闭 | 机组最大转速上升率 |
| SJT3 | 580.00 | 133.5 | 3台→0 | 上库死水位，下库正常蓄水位，同一调压室的三台机满出力运行，同时突甩全负荷，导叶正常关闭 | 上平段末端最小压力 |
| SJT4 | 580.00 | 133.5 | 2台→3台 | 上库死水位，下库正常蓄水位，同一调压室的三台机组，两台机满出力运行，另一台机由空载增至满出力 | 上平段末端最小压力 |
| SJT5 | 608.0 | 108.00 | 2台→0 | 上库正常蓄水位，下库死水位，同一调压室的一台机停机，另两台机额定出力运行，同时突甩全负荷，导叶正常关闭 | 蜗壳最大压力、尾水管进口最小压力 |
| SJT6 | 595.69 | 123.88 | 2台→0 | 额定水头，额定流量，同一调压室的一台机停机，另两台机额定出力运行，同时突甩全负荷，导叶正常关闭 | 机组最大转速上升率 |
| SJT7 | 580.00 | 133.5 | 2台→0 | 上库死水位，下库正常蓄水位，同一调压室的一台机停机，另两台机满出力运行，同时突甩全负荷，导叶正常关闭 | 上平段末端最小压力 |
| SJT8 | 609.5 | 试算 |  | 上库校核洪水位，最大水头，下库试算水位（高于死水位），所有机组甩负荷，导叶正常关闭。 | 上游调压井最高涌浪 |

**表5-2 水轮机校核工况**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工况  编号 | 上库水位（m） | 下库水位（m） | 负荷变化 | 水位组合说明及导叶关闭方式 | 计算目的 |
| JHT1 | 608.0 | 108.00 | 3台→0 | 上库正常蓄水位，下库死水位，同一调压室的三台机额定出力运行，同时突甩全负荷，两台机导叶关闭，另一台机导叶拒动 | 机组最大转速上升率、尾水管进口最小压力 |
| JHT2 | 595.69 | 123.88 | 3台→0 | 额定水头，额定流量，同一调压室的三台机额定出力运行，同时突甩全负荷，两台机导叶关闭，另一台机导叶拒动 | 机组最大转速上升率 |
| JHT3 | 580.00 | 133.5 | 3台→0 | 上库死水位，下库正常蓄水位，同一调压室的三台机满出力运行，两台机导叶关闭，另一台机导叶拒动 | 上平段末端最小压力 |
| JHT4 | 608.0 | 108.00 | 3台→0 | 上库正常蓄水位，下库死水位，同一调压室的一台机停机，另两台机额定出力运行，同时突甩全负荷，一台机导叶关闭，另一台机导叶拒动 | 机组最大转速上升率、尾水管进口最小压力 |
| JHT5 | 595.69 | 123.88 | 3台→0 | 额定水头，额定流量，同一调压室的一台机停机，另两台机额定出力运行，同时突甩全负荷，一台机导叶关闭，另一台机导叶拒动 | 机组最大转速上升率 |
| JHT6 | 580.00 | 133.5 | 3台→0 | 上库死水位，下库正常蓄水位，同一调压室的一台机停机，另两台机额定出力运行，同时突甩全负荷，一台机导叶关闭，另一台机导叶拒动 | 上平段末端最小压力 |
| JHT7 | 608.0 | 108.00 | 2台→3台→0 | 上库正常蓄水位，下库死水位，同一调压室的三台机组，两台机额定出力运行，另一台机正常启动，增至满负荷，在流入上库进/出水口闸门井流量最大时刻，三台机同时突甩全负荷，导叶正常关闭 | 上闸最高涌波水位 |
| JHT8 | 608.0 | 108.00 | 2台→3台→0 | 上库正常蓄水位，下库死水位，同一调压室的三台机组，两台机额定出力运行，另一台机正常启动，增至满负荷，在流出尾水调压井流量最大时刻，三台机同时突甩全负荷，导叶正常关闭 | 尾调最低涌波水位 |
| JHT9 | 608.0 | 108.00 | 2台→3台→0 | 上库正常蓄水位，下库死水位，同一调压室的三台机组，两台机额定出力运行，另一台机正常启动，增至满负荷，在流出下库进/出水口闸门井流量最大时刻，三台机同时突甩全负荷，导叶正常关闭 | 下闸最低涌波水位 |
| JHT10 | 580.00 | 133.5 | 3台→0 | 上库死水位，下库正常蓄水位，同一调压室的三台机满出力运行，同时突甩全负荷，导叶正常关闭，在流出上游闸门井流量最大时刻，一台机增负荷 | 上闸最低涌波水位 |
| JHT11 | 580.00 | 133.5 | 3台→0 | 上库死水位，下库正常蓄水位，同一调压室的三台机满出力运行，同时突甩全负荷，导叶正常关闭，在流入下游调压井流量最大时刻，一台机增负荷 | 尾调最高涌波水位 |
| JHT12 | 580.00 | 133.5 | 3台→0 | 上库死水位，下库正常蓄水位，同一调压室的三台机满出力运行，同时突甩全负荷，导叶正常关闭，在流入下游闸门井流量最大时刻，一台机增负荷 | 下闸最高涌波水位 |
| JHT13 | 608.0 | 108.00 | 3台→2台→0 | 上库正常蓄水位，下库死水位，同一调压室的三台机额定出力运行，两台机突甩全负荷，导叶正常关闭，另一台机延迟一段时间（最不利时刻试算）后突甩全负荷，导叶正常关闭 | 尾水管进口最小压力 |
| JHT14 | 608.0 | 108.00 | 3台→1台→0 | 上库正常蓄水位，下库死水位，同一调压室的三台机额定出力运行，一台机突甩全负荷，导叶正常关闭，另两台机延迟一段时间（最不利时刻试算）后突甩全负荷，导叶正常关闭 | 尾水管进口最小压力 |
| JHT15 | 608.0 | 108.00 | 2台→3台→0 | 上库正常蓄水位，下库死水位，同一调压室的三台机组，两台机额定出力运行，另一台机正常启动，增至满负荷，在流入上游调压井流量最大时刻，三台机同时突甩全负荷，导叶正常关闭 | 上游调压井最高涌波水位 |
| JHT16 | 580.00 | 133.5 | 3台→0 | 上库死水位，下库正常蓄水位，同一调压室的三台机满出力运行，同时突甩全负荷，导叶正常关闭，在流出上游调压井流量最大时刻，一台机增负荷 | 上游调压井最低涌波水位 |

**表5-3 水泵设计工况**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工况 编号 | 上库水位（m） | 下库水位（m） | 负荷变化 | 水位组合说明及导叶关闭方式 | 计算目的 |
| SJP1 | 580.00 | 133.5 | 3台→0 | 上库死水位，下库正常蓄水位，最小扬程，同一调压室的三台水泵正常运行时，同时抽水断电，导叶正常关闭 | 上平段末端最小压力，尾水道最大压力 |
| SJP2 | 608.0 | 108.00 | 3台→0 | 上库正常蓄水位，下库死水位，最大扬程，同一调压室的三台水泵正常运行时，同时抽水断电，导叶正常关闭 |  |
| SJP3 | 580.00 | 133.5 | 0→3台 | 上库死水位，下库正常蓄水位，最小扬程，同一调压室的三台水泵同时抽水启动 |  |
| SJP4 | 608.00 | 108.00 | 0→3台 | 上库正常蓄水位，下库死水位，最大扬程，同一调压室的三台水泵同时抽水启动 | 尾水道最小压力 |
| SJP5 |  | 135.9 |  | 下库校核洪水位，最小扬程，上库试算水位（高于正常蓄水位），同一调压室的三台水泵正常运行时，同时抽水断电，导叶正常关闭 | 下闸和尾调最高涌波水位 |
| SJP6 |  | 135.9 |  | 下库校核洪水位，最小扬程，上库试算水位（高于正常蓄水位），同一调压室的三台水泵正常运行时，同时抽水断电，三台机组的导叶全部拒动。 | 下闸和尾调最高涌波水位 |

**表5-4 水泵校核工况**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工况  编号 | 上库水位（m） | 下库水位（m） | 负荷变化 | 水位组合说明及导叶关闭方式 | 计算目的 |
| JHP1 | 580.00 | 133.5 | 3台→0 | 上库死水位，下库正常蓄水位，最小扬程，同一调压室的三台水泵正常运行时，同时抽水断电，两台泵导叶正常关闭，另一台泵导叶拒动 | 上平段末端最小压力，尾水道最大压力 |
| JHP2 | 580.00 | 133.5 | 2台→3台→0 | 上库死水位，下库正常蓄水位，最小扬程，同一调压室的三台水泵，两台正常抽水，另一台启动抽水，在流出上库进/出水口闸门井流量最大时刻，三台水泵同时断电，导叶全部拒动 | 上平段末端最小压力，上闸最低涌波水位 |
| JHP3 | 580.00 | 133.5 | 2台→3台→0 | 上库死水位，下库正常蓄水位，最小扬程，同一调压室的三台水泵，两台正常抽水，另一台启动抽水，在流入尾水调压室流量最大时刻，三台水泵同时断电，导叶全部拒动 | 上平段末端最小压力，尾水调压室最高涌波水位 |
| JHP4 | 580.00 | 133.5 | 2台→3台→0 | 上库死水位，下库正常蓄水位，最小扬程，同一调压室的三台水泵，两台正常抽水，另一台启动抽水，在流入下库进/出水口闸门井流量最大时刻，三台水泵同时断电，导叶全部拒动 | 上平段末端最小压力，下库进/出水口闸门井最高涌波水位 |
| JHP5 | 580.00 | 133.5 | 2台→3台→0 | 上库死水位，下库正常蓄水位，最小扬程，同一调压室的三台水泵相继抽水启动，在流入尾水调压室流量最大时刻，三台水泵同时断电，导叶全部拒动 | 上平段末端最小压力，尾水调压室最高涌波水位 |
| JHP6 | 580.00 | 133.5 | 2台→3台→0 | 上库死水位，下库正常蓄水位，最小扬程，同一调压室的三台水泵，两台正常抽水，另一台启动抽水，在流出上游调压井流量最大时刻，三台水泵同时断电，导叶全部拒动 | 上平段末端最小压力，上游调压井最低涌波水位 |

## 导叶启闭规律

### 水轮机工况导叶关闭规律

采用导叶直线关闭规律，并以蜗壳进口最大压力的控制工况SJT1、JHT5，尾水管进口最小压力控制工况SJT1、JHT13，机组转速最大上升率的控制工况JHT2为依托工况进行水轮机工况导叶关闭时间的敏感性分析，结果如表5-5所示。

**表5-5 导叶关闭时间优化结果**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 导叶关闭时间(s) | 工况 | 机组号 | 净水头 | 初始值 | 计算极值 | 极值发生时间 | 压力脉动(%) | 计算误差(%) | 修正后极值 |
| 蜗壳进口最大压力(m) | | | | | | | | | |
| 35 | SJT1 | 4# | 508.65 | 560.96 | 708.71 | 8.76 | 0.07 | 0.10 | 759.09 |
| 5# | 508.55 | 561.25 | 702.28 | 8.57 | 0.07 | 0.10 | 751.99 |
| 6# | 511.22 | 563.31 | 696.90 | 8.45 | 0.07 | 0.10 | 746.04 |
| SJT5 | 4# | 510.69 | 562.81 | 688.90 | 8.03 | 0.07 | 0.10 | 737.26 |
| 5# | 513.32 | 564.84 | 684.11 | 7.94 | 0.07 | 0.10 | 731.97 |
| 6# | —— | —— | —— | —— | —— | —— | —— |
| 40 | SJT1 | 4# | 508.65 | 560.96 | 705.03 | 8.82 | 0.07 | 0.10 | 755.05 |
| 5# | 508.55 | 561.25 | 698.63 | 8.88 | 0.07 | 0.10 | 747.97 |
| 6# | 511.22 | 563.31 | 693.12 | 8.57 | 0.07 | 0.10 | 741.88 |
| SJT5 | 4# | 510.69 | 562.81 | 683.74 | 8.15 | 0.07 | 0.10 | 731.58 |
| 5# | 513.32 | 564.84 | 680.10 | 8.03 | 0.07 | 0.10 | 727.56 |
| 6# | —— | —— | —— | —— | —— | —— | —— |
| 45 | SJT1 | 4# | 508.65 | 560.96 | 702.17 | 8.94 | 0.07 | 0.1 | 751.90 |
| 5# | 508.55 | 561.25 | 696.49 | 8.88 | 0.07 | 0.1 | 745.62 |
| 6# | 511.22 | 563.31 | 690.53 | 8.92 | 0.07 | 0.1 | 739.04 |
| SJT5 | 4# | 510.69 | 562.81 | 680.04 | 8.18 | 0.07 | 0.1 | 727.51 |
| 5# | 513.32 | 564.84 | 676.43 | 8.05 | 0.07 | 0.1 | 723.52 |
| 6# | —— | —— | —— | —— | —— | —— | —— |
| 尾水管进口最小压力(m) | | | | | | | | | |
| 35 | SJT1 | 4# | 508.65 | 52.31 | 46.29 | 8.38 | 0.04 | 0.10 | 27.89 |
| 5# | 508.55 | 52.70 | 44.71 | 8.48 | 0.04 | 0.10 | 26.12 |
| 6# | 511.22 | 52.08 | 42.68 | 8.26 | 0.04 | 0.10 | 23.85 |
| JHT14 | 4# | 508.65 | 52.31 | 48.84 | 3.09 | 0.04 | 0.10 | 30.69 |
| 5# | 508.55 | 52.70 | 48.99 | 3.10 | 0.04 | 0.10 | 30.82 |
| 6# | 511.22 | 52.08 | 18.96 | 11.00 | 0.04 | 0.10 | -2.25 |
| 40 | SJT1 | 4# | 508.65 | 52.31 | 46.55 | 8.45 | 0.04 | 0.10 | 28.17 |
| 5# | 508.55 | 52.70 | 44.67 | 8.52 | 0.04 | 0.10 | 26.07 |
| 6# | 511.22 | 52.08 | 41.91 | 8.52 | 0.04 | 0.10 | 23.00 |
| JHT14 | 4# | 508.65 | 52.31 | 48.83 | 3.09 | 0.04 | 0.10 | 30.68 |
| 5# | 508.55 | 52.70 | 49.14 | 3.10 | 0.04 | 0.10 | 30.98 |
| 6# | 511.22 | 52.08 | 21.59 | 11.21 | 0.04 | 0.10 | 0.64 |
| 45 | SJT1 | 4# | 508.65 | 52.31 | 47.58 | 8.45 | 0.035 | 0.1 | 29.31 |
| 5# | 508.55 | 52.70 | 45.46 | 8.52 | 0.035 | 0.1 | 26.94 |
| 6# | 511.22 | 52.08 | 42.89 | 8.52 | 0.035 | 0.1 | 24.07 |
| JHT14 | 4# | 508.65 | 52.31 | 48.93 | 3.09 | 0.035 | 0.1 | 30.79 |
| 5# | 508.55 | 52.70 | 48.90 | 24.31 | 0.035 | 0.1 | 30.72 |
| 6# | 511.22 | 52.08 | 23.22 | 11.44 | 0.035 | 0.1 | 2.44 |
| 机组最大转速(rpm) | | | | | | | | | |
| 35 | JHT2 | 4# | 481.86 | 428.60 | 591.87 | 6.45 | 0.00 | 0.00 | 591.87 |
| 5# | 481.75 | 428.60 | 589.92 | 6.36 | 0.00 | 0.00 | 589.92 |
| 6# | 484.88 | 428.60 | 604.67 | 7.32 | 0.00 | 0.00 | 604.67 |
| 40 | JHT2 | 4# | 481.86 | 428.60 | 592.62 | 6.45 | 0.00 | 0.00 | 592.62 |
| 5# | 481.75 | 428.60 | 590.77 | 6.37 | 0.00 | 0.00 | 590.77 |
| 6# | 484.88 | 428.60 | 603.95 | 7.29 | 0.00 | 0.00 | 603.95 |
| 45 | JHT2 | 4# | 481.86 | 428.60 | 593.48 | 6.54 | 0 | 0 | 593.48 |
| 5# | 481.75 | 428.60 | 591.67 | 6.46 | 0 | 0 | 591.67 |
| 6# | 484.88 | 428.60 | 603.41 | 7.28 | 0 | 0 | 603.41 |

综上，水轮机工况下，导叶采用45s直线关闭方案，关闭规律示意图如下。

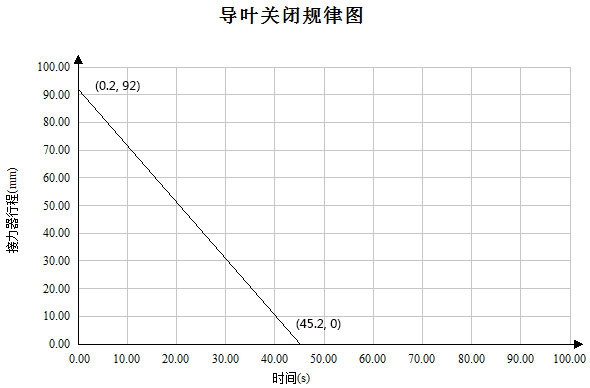


图5.1 水轮机工况导叶关闭规律

### 水轮机工况导叶启闭规律

水轮机工况下，导叶开启从空载开度到额定开度开启时间为35.71s，从空载开度增加到额定开度的开启规律见图5.2。

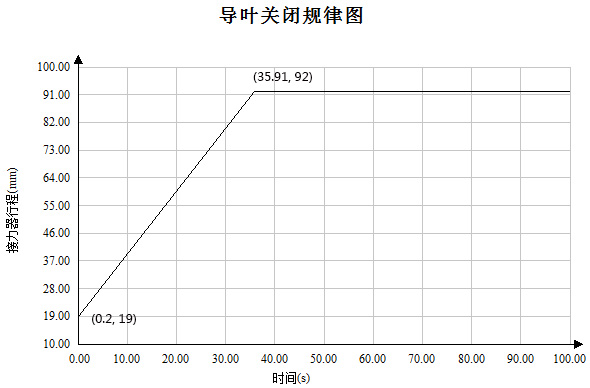


图5.2 水轮机工况导叶开启规律

### 水泵工况导叶启闭规律

水泵水轮机处于水泵工况时，依据上库死水位580.0m，下库正常133.5m、最小扬程，三台泵满入力运行进行优化，当导叶开度为72%时，水泵的的流量达到最大流量64.02m3/s。

水泵工况下，导叶的启闭规律，启闭规律见图5.3~5.4。

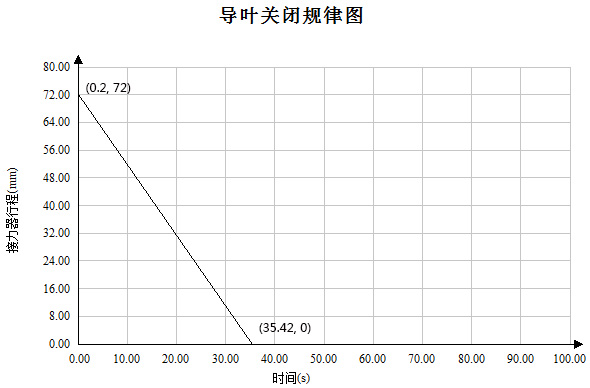


图5.3 水泵工况导叶关闭规律

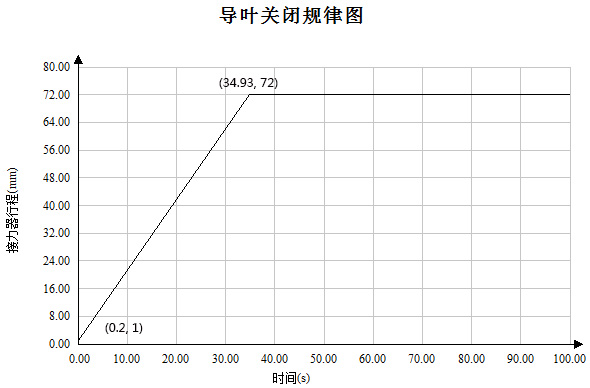


图5.4 水泵工况导叶开启规律

### 球阀关闭规律

根据公式可求得球阀水头损失系数，式中*A*为球阀处管道面积，*C*为球阀流量系数。*C*随角度的变化规律表如表5-6所示。

**表5-6 球阀流量系数*C*随角度的变化规律表**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 角度 | 0.0100 | 0.1000 | 1.0000 | 4.5296 | 6.2077 | 7.0093 |
| 流量系数*C* | 0.0000 | 0.0002 | 0.0010 | 0.0353 | 0.0398 | 0.0427 |
| 角度 | 8.6649 | 9.2868 | 10.0058 | 10.4602 | 10.8984 | 11.6075 |
| 流量系数*C* | 0.0513 | 0.0550 | 0.0601 | 0.0627 | 0.0650 | 0.0678 |
| 角度 | 13.4712 | 14.1699 | 15.0183 | 16.0052 | 16.6411 | 17.3613 |
| 流量系数*C* | 0.0751 | 0.0778 | 0.0816 | 0.0862 | 0.0892 | 0.0923 |
| 角度 | 19.2069 | 20.0354 | 21.9403 | 23.3613 | 25.0152 | 26.9836 |
| 流量系数*C* | 0.1002 | 0.1044 | 0.1155 | 0.1242 | 0.1348 | 0.1494 |
| 角度 | 30.0321 | 32.5343 | 35.0240 | 40.0473 | 42.9788 | 45.0418 |
| 流量系数*C* | 0.1768 | 0.1955 | 0.2137 | 0.2656 | 0.2986 | 0.3146 |
| 角度 | 54.9674 | 59.9721 | 62.5128 | 64.9801 | 69.9784 | 74.9747 |
| 流量系数*C* | 0.4566 | 0.5544 | 0.7051 | 0.7417 | 0.8241 | 1.4095 |
| 角度 | 82.5347 | 86.0206 | 87.5314 | 88.9651 | 90.0021 |  |
| 流量系数*C* | 15.0000 | 42.5182 | 67.2272 | 95.0737 | 300.6493 |  |

导叶关闭时，球阀不动作；导叶拒动时，球阀关闭使机组退出飞逸，选择球阀的关闭规律如图5.5所示。

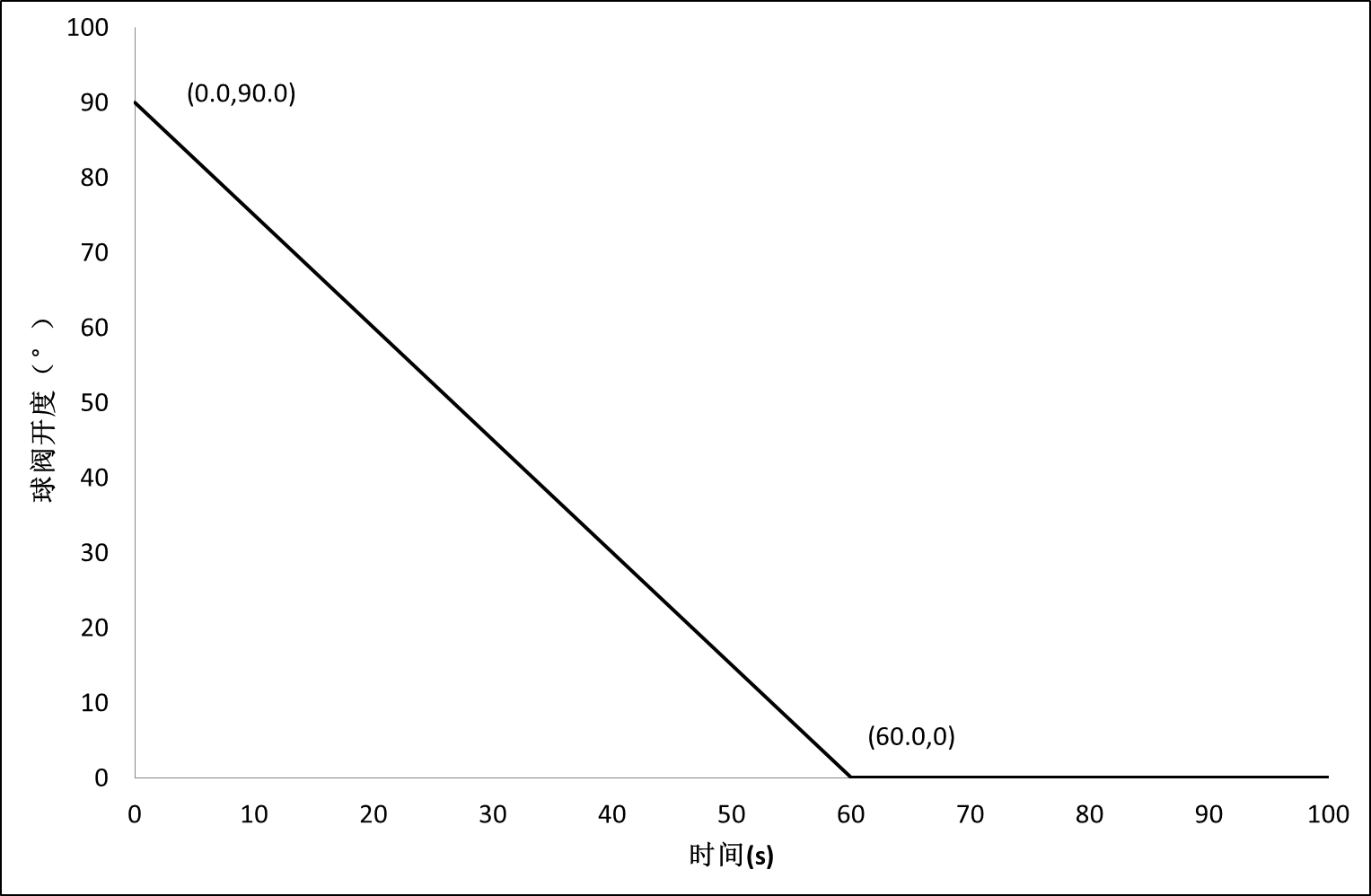


图5.5 球阀关闭规律

## 恒定流计算结果

推荐方案恒定流结果如表5-7~5-8。

表5-7水轮机工况恒定流计算结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工况 | 机组 | 开度  （%） | 净水头(m) | 流量(m3/s) | 出力(MW) | 工况 | 机组 | 开度  （%） | 净水头(m) | 流量(m3/s) | 出力(MW) |
| SJT1 | 4# | 77.00 | 488.68 | 69.96 | 305.81 | SJT5 | 4# | 76.00 | 490.92 | 69.52 | 305.43 |
| 5# | 77.00 | 488.59 | 69.95 | 305.71 | 5# | 76.00 | 493.34 | 69.78 | 308.13 |
| 6# | 77.00 | 491.05 | 70.21 | 308.48 |  |  |  |  |  |
| SJT2 | 4# | 92.00 | 458.55 | 75.59 | 305.30 | SJT6 | 4# | 92.00 | 461.82 | 75.93 | 308.92 |
| 5# | 92.00 | 458.45 | 75.57 | 305.19 | 5# | 92.00 | 462.88 | 76.04 | 310.10 |
| 6# | 92.00 | 461.32 | 75.87 | 308.36 |  |  |  |  |  |
| SJT3 | 4# | 92.00 | 434.21 | 72.87 | 278.21 | SJT7 | 4# | 92.00 | 437.24 | 73.23 | 281.61 |
| 5# | 92.00 | 434.11 | 72.86 | 278.11 | 5# | 92.00 | 438.22 | 73.35 | 282.71 |
| 6# | 92.00 | 436.78 | 73.17 | 281.09 |  |  |  |  |  |
| SJT4 | 4# | 92.00 | 437.34 | 73.24 | 281.72 | SJT8 | 4# | 76.00 | 490.34 | 69.47 | 304.79 |
| 5# | 92.00 | 438.35 | 73.36 | 282.86 | 5# | 76.00 | 490.26 | 69.46 | 304.69 |
| 6# | 12.60 | 444.57 | -3.12 | -95.03 | 6# | 76.00 | 492.68 | 69.71 | 307.39 |
| JHT1 | 4# | 77.00 | 488.68 | 69.96 | 305.81 | JHT9 | 4# | 77.00 | 491.15 | 70.22 | 308.60 |
| 5# | 77.00 | 488.59 | 69.95 | 305.71 | 5# | 77.00 | 491.97 | 70.31 | 309.52 |
| 6# | 77.00 | 491.05 | 70.21 | 308.48 | 6# | 12.60 | 497.67 | 9.93 | 0.53 |
| JHT2 | 4# | 92.00 | 458.55 | 75.59 | 305.30 | JHT10 | 4# | 92.00 | 434.21 | 72.87 | 278.21 |
| 5# | 92.00 | 458.45 | 75.57 | 305.19 | 5# | 92.00 | 434.11 | 72.86 | 278.11 |
| 6# | 92.00 | 461.32 | 75.87 | 308.36 | 6# | 92.00 | 436.78 | 73.17 | 281.09 |
| JHT3 | 4# | 92.00 | 434.21 | 72.87 | 278.21 | JHT11 | 4# | 92.00 | 434.21 | 72.87 | 278.21 |
| 5# | 92.00 | 434.11 | 72.86 | 278.11 | 5# | 92.00 | 434.11 | 72.86 | 278.11 |
| 6# | 92.00 | 436.78 | 73.17 | 281.09 | 6# | 92.00 | 436.78 | 73.17 | 281.09 |
| JHT4 | 4# | 76.00 | 491.64 | 69.60 | 306.24 | JHT12 | 4# | 92.00 | 434.21 | 72.87 | 278.21 |
| 5# | 76.00 | 492.53 | 69.69 | 307.23 | 5# | 92.00 | 434.11 | 72.86 | 278.11 |
|  |  |  |  |  | 6# | 92.00 | 436.78 | 73.17 | 281.09 |
| JHT5 | 4# | 92.00 | 461.82 | 75.93 | 308.92 | JHT13 | 4# | 77.00 | 488.68 | 69.96 | 305.81 |
| 5# | 92.00 | 462.88 | 76.04 | 310.10 | 5# | 77.00 | 488.59 | 69.95 | 305.71 |
|  |  |  |  |  | 6# | 77.00 | 491.05 | 70.21 | 308.48 |
| JHT6 | 4# | 92.00 | 437.24 | 73.23 | 281.61 | JHT14 | 4# | 77.00 | 488.68 | 69.96 | 305.81 |
| 5# | 92.00 | 438.22 | 73.35 | 282.71 | 5# | 77.00 | 488.59 | 69.95 | 305.71 |
|  |  |  |  |  | 6# | 77.00 | 491.05 | 70.21 | 308.48 |
| JHT7 | 4# | 77.00 | 491.15 | 70.22 | 308.60 | JHT15 | 4# | 77.00 | 491.15 | 70.22 | 308.60 |
| 5# | 77.00 | 491.97 | 70.31 | 309.52 | 5# | 77.00 | 491.97 | 70.31 | 309.52 |
| 6# | 12.60 | 497.67 | 9.93 | 0.53 | 6# | 12.60 | 497.67 | 9.93 | 0.53 |
| JHT8 | 4# | 77.00 | 491.15 | 70.22 | 308.60 | JHT16 | 4# | 92.00 | 434.21 | 72.87 | 278.21 |
| 5# | 77.00 | 491.97 | 70.31 | 309.52 | 5# | 92.00 | 434.11 | 72.86 | 278.11 |
| 6# | 12.60 | 497.67 | 9.93 | 0.53 | 6# | 92.00 | 436.78 | 73.17 | 281.09 |

**表5-8 水泵工况恒定流计算结果**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工况 | 机组 | 开度  （%） | 净水头(m) | 流量(m3/s) | 出力(MW) | 工况 | 机组 | 开度  （%） | 净水头(m) | 流量(m3/s) | 出力(MW) |
| SJP1 | 4# | 72.00 | 456.58 | -63.28 | -321.12 | SJP4 | 4# | 1.00 | 500.00 | -2.34 | -88.24 |
| 5# | 72.00 | 458.33 | -62.93 | -320.70 | 5# | 1.00 | 500.00 | -2.34 | -88.24 |
| 6# | 72.00 | 453.53 | -63.88 | -321.68 | 6# | 1.00 | 500.00 | -2.34 | -88.24 |
| SJP2 | 4# | 62.00 | 506.62 | -52.04 | -294.52 | SJP5 | 4# | 64.00 | 480.65 | -58.27 | -308.56 |
| 5# | 62.00 | 507.77 | -51.79 | -293.97 | 5# | 64.00 | 482.13 | -57.92 | -307.81 |
| 6# | 62.00 | 504.61 | -52.46 | -295.47 | 6# | 64.00 | 478.07 | -58.87 | -309.87 |
| SJP3 | 4# | 1.00 | 446.50 | -2.83 | -93.84 | SJP6 | 4# | 64.00 | 480.65 | -58.27 | -308.56 |
| 5# | 1.00 | 446.50 | -2.83 | -93.84 | 5# | 64.00 | 482.13 | -57.92 | -307.81 |
| 6# | 1.00 | 446.50 | -2.83 | -93.84 | 6# | 64.00 | 478.07 | -58.87 | -309.87 |
| JHP1 | 4# | 72.00 | 456.58 | -63.28 | -321.12 | JHP4 | 4# | 72.00 | 453.78 | -63.83 | -317.20 |
| 5# | 72.00 | 458.33 | -62.93 | -320.70 | 5# | 72.00 | 453.39 | -63.90 | -317.27 |
| 6# | 72.00 | 453.53 | -63.88 | -321.68 | 6# | 1.00 | 448.04 | -2.81 | -93.69 |
| JHP2 | 4# | 72.00 | 453.78 | -63.83 | -317.20 | JHP5 | 4# | 1.00 | 446.50 | -2.83 | -95.16 |
| 5# | 72.00 | 453.39 | -63.90 | -317.27 | 5# | 1.00 | 446.50 | -2.83 | -95.16 |
| 6# | 1.00 | 448.04 | -2.81 | -93.69 | 6# | 1.00 | 446.50 | -2.83 | -95.16 |
| JHP3 | 4# | 72.00 | 453.78 | -63.83 | -317.20 | JHP6 | 4# | 72.00 | 453.78 | -63.83 | -321.64 |
| 5# | 72.00 | 453.39 | -63.90 | -317.27 | 5# | 72.00 | 453.39 | -63.90 | -321.71 |
| 6# | 1.00 | 448.04 | -2.81 | -93.69 | 6# | 1.00 | 448.04 | -2.81 | -95.01 |

## 大波动计算结果

### 机组参数结果

根据图5.1~图5.5所示导叶、球阀启闭规律，大波动计算结果如下：

**表5-9 水轮机工况大波动机组参数计算结果**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工况 | 控制参数 | 机组 | 净水头 | 初始值 | 计算极值 | 极值发生时间(s) | 压力脉动(%) | 计算误差(%) | 修正值 |
| SJT1 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 508.65 | 568.34 | 690.53 | 8.91 | 0.07 | 0.1 | 738.35 |
| 5# | 508.55 | 566.24 | 696.49 | 8.87 | 0.07 | 0.1 | 745.12 |
| 6# | 511.22 | 565.95 | 702.17 | 8.93 | 0.07 | 0.1 | 751.58 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 508.65 | 560.96 | 702.17 | 8.94 | 0.07 | 0.1 | 751.90 |
| 5# | 508.55 | 561.25 | 696.49 | 8.88 | 0.07 | 0.1 | 745.62 |
| 6# | 511.22 | 563.31 | 690.53 | 8.92 | 0.07 | 0.1 | 739.04 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 508.65 | 560.96 | 470.21 | 15.7 | 0 | 0 | 470.21 |
| 5# | 508.55 | 561.25 | 479.72 | 15.51 | 0 | 0 | 479.72 |
| 6# | 511.22 | 563.31 | 487.41 | 15.53 | 0 | 0 | 487.41 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 508.65 | 83.68 | 90.59 | 93.38 | 0 | 0 | 90.59 |
| 5# | 508.55 | 84.06 | 91.79 | 15.09 | 0 | 0 | 91.79 |
| 6# | 511.22 | 83.63 | 92.09 | 15.08 | 0 | 0 | 92.09 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 508.65 | 52.31 | 47.58 | 8.45 | 0.035 | 0.1 | 29.31 |
| 5# | 508.55 | 52.70 | 45.46 | 8.52 | 0.035 | 0.1 | 26.94 |
| 6# | 511.22 | 52.08 | 42.89 | 8.52 | 0.035 | 0.1 | 24.07 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 508.65 | 428.60 | 591.33 | 6.76 | 0 | 0 | 591.33 |
| 5# | 508.55 | 428.60 | 589.77 | 6.72 | 0 | 0 | 589.77 |
| 6# | 511.22 | 428.60 | 588.57 | 6.6 | 0 | 0 | 588.57 |
| SJT2 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 481.86 | 554.87 | 660.98 | 8.07 | 0.07 | 0.1 | 705.32 |
| 5# | 481.75 | 552.43 | 664.58 | 8.87 | 0.07 | 0.1 | 709.51 |
| 6# | 484.88 | 552.08 | 670.83 | 26.19 | 0.07 | 0.1 | 716.64 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 481.86 | 546.25 | 670.83 | 26.2 | 0.07 | 0.1 | 717.01 |
| 5# | 481.75 | 546.60 | 664.58 | 8.88 | 0.07 | 0.1 | 710.10 |
| 6# | 484.88 | 549.00 | 660.98 | 8.08 | 0.07 | 0.1 | 706.12 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 481.86 | 546.25 | 471.74 | 16.39 | 0 | 0 | 471.74 |
| 5# | 481.75 | 546.60 | 480.87 | 16.41 | 0 | 0 | 480.87 |
| 6# | 484.88 | 549.00 | 488.45 | 16.34 | 0 | 0 | 488.45 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 481.86 | 99.84 | 106.00 | 94.49 | 0 | 0 | 106.00 |
| 5# | 481.75 | 100.29 | 106.13 | 95.5 | 0 | 0 | 106.13 |
| 6# | 484.88 | 99.78 | 106.09 | 94.02 | 0 | 0 | 106.09 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 481.86 | 64.39 | 61.25 | 3.09 | 0.035 | 0.1 | 44.07 |
| 5# | 481.75 | 64.85 | 60.97 | 3.1 | 0.035 | 0.1 | 43.72 |
| 6# | 484.88 | 64.12 | 60.15 | 25.65 | 0.035 | 0.1 | 42.78 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 481.86 | 428.60 | 595.45 | 6.58 | 0 | 0 | 595.45 |
| 5# | 481.75 | 428.60 | 593.84 | 6.5 | 0 | 0 | 593.84 |
| 6# | 484.88 | 428.60 | 592.57 | 6.43 | 0 | 0 | 592.57 |
| SJT3 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 455.88 | 539.76 | 640.73 | 8.07 | 0.07 | 0.1 | 682.73 |
| 5# | 455.77 | 537.50 | 644.00 | 8.31 | 0.07 | 0.1 | 686.55 |
| 6# | 458.70 | 537.18 | 650.66 | 26.64 | 0.07 | 0.1 | 694.11 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 455.88 | 531.76 | 650.66 | 26.65 | 0.07 | 0.1 | 694.46 |
| 5# | 455.77 | 532.08 | 644.00 | 8.32 | 0.07 | 0.1 | 687.10 |
| 6# | 458.70 | 534.30 | 640.73 | 8.08 | 0.07 | 0.1 | 683.48 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 455.88 | 531.76 | 462.59 | 17.04 | 0 | 0 | 462.59 |
| 5# | 455.77 | 532.08 | 469.98 | 16.41 | 0 | 0 | 469.98 |
| 6# | 458.70 | 534.30 | 477.23 | 16.53 | 0 | 0 | 477.23 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 455.88 | 109.32 | 114.36 | 0.25 | 0 | 0 | 114.36 |
| 5# | 455.77 | 109.74 | 114.60 | 0.4 | 0 | 0 | 114.60 |
| 6# | 458.70 | 109.27 | 114.01 | 0.25 | 0 | 0 | 114.01 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 455.88 | 75.88 | 73.17 | 2.31 | 0.035 | 0.1 | 56.94 |
| 5# | 455.77 | 76.31 | 72.32 | 3.1 | 0.035 | 0.1 | 55.97 |
| 6# | 458.70 | 75.61 | 71.44 | 26 | 0.035 | 0.1 | 54.97 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 455.88 | 428.60 | 579.64 | 6.52 | 0 | 0 | 579.64 |
| 5# | 455.77 | 428.60 | 578.07 | 6.44 | 0 | 0 | 578.07 |
| 6# | 458.70 | 428.60 | 576.83 | 6.37 | 0 | 0 | 576.83 |
| SJT4 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 459.32 | 545.81 | 547.67 | 0.51 | 0.07 | 0.1 | 580.01 |
| 5# | 460.42 | 539.97 | 543.63 | 0.18 | 0.07 | 0.1 | 576.23 |
| 6# | 444.56 | 539.01 | 543.78 | 0.22 | 0.07 | 0.1 | 575.38 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 459.32 | 533.54 | 543.78 | 0.23 | 0.07 | 0.1 | 576.96 |
| 5# | 460.42 | 534.48 | 543.63 | 0.19 | 0.07 | 0.1 | 576.78 |
| 6# | 444.56 | 545.80 | 547.67 | 0.52 | 0.07 | 0.1 | 578.98 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 459.32 | 533.54 | 526.68 | 9.48 | 0 | 0 | 526.68 |
| 5# | 460.42 | 534.48 | 526.11 | 9.2 | 0 | 0 | 526.11 |
| 6# | 444.56 | 545.80 | 514.99 | 8.74 | 0 | 0 | 514.99 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 459.32 | 107.93 | 116.39 | 40.9 | 0 | 0 | 116.39 |
| 5# | 460.42 | 107.86 | 116.94 | 27.71 | 0 | 0 | 116.94 |
| 6# | 444.56 | 108.29 | 117.78 | 9.09 | 0 | 0 | 117.78 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 459.32 | 74.22 | 74.02 | 0.01 | 0.035 | 0.1 | 57.92 |
| 5# | 460.42 | 74.05 | 73.86 | 0.01 | 0.035 | 0.1 | 57.72 |
| 6# | 444.56 | 101.24 | 77.17 | 124.61 | 0.035 | 0.1 | 59.20 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 459.32 | 428.60 | 429.04 | 300.01 | 0 | 0 | 429.04 |
| 5# | 460.42 | 428.60 | 429.04 | 300.01 | 0 | 0 | 429.04 |
| 6# | 444.56 | 428.60 | 429.84 | 300.01 | 0 | 0 | 429.84 |
| SJT5 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 510.69 | 569.81 | 676.43 | 8.04 | 0.07 | 0.1 | 722.84 |
| 5# | 513.32 | 567.74 | 680.04 | 8.17 | 0.07 | 0.1 | 727.20 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 510.69 | 562.81 | 680.04 | 8.18 | 0.07 | 0.1 | 727.51 |
| 5# | 513.32 | 564.84 | 676.43 | 8.05 | 0.07 | 0.1 | 723.52 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 510.69 | 562.81 | 478.99 | 14.25 | 0 | 0 | 478.99 |
| 5# | 513.32 | 564.84 | 487.56 | 13.9 | 0 | 0 | 487.56 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 510.69 | 83.19 | 94.54 | 14.1 | 0 | 0 | 94.54 |
| 5# | 513.32 | 82.76 | 96.13 | 14.08 | 0 | 0 | 96.13 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 510.69 | 52.12 | 47.21 | 3.1 | 0.035 | 0.1 | 28.85 |
| 5# | 513.32 | 51.52 | 45.50 | 8.23 | 0.035 | 0.1 | 26.93 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 510.69 | 428.60 | 581.73 | 6.35 | 0 | 0 | 581.73 |
| 5# | 513.32 | 428.60 | 580.54 | 6.28 | 0 | 0 | 580.54 |
| SJT6 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 485.43 | 555.01 | 652.81 | 7.95 | 0.07 | 0.1 | 696.57 |
| 5# | 486.58 | 554.00 | 662.68 | 24.54 | 0.07 | 0.1 | 707.61 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 485.43 | 548.12 | 662.68 | 24.55 | 0.07 | 0.1 | 708.12 |
| 5# | 486.58 | 549.11 | 652.81 | 7.96 | 0.07 | 0.1 | 697.24 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 485.43 | 548.12 | 469.91 | 15.27 | 0 | 0 | 469.91 |
| 5# | 486.58 | 549.11 | 481.12 | 15.06 | 0 | 0 | 481.12 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 485.43 | 98.40 | 109.11 | 16.16 | 0 | 0 | 109.11 |
| 5# | 486.58 | 98.32 | 106.46 | 14.8 | 0 | 0 | 106.46 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 485.43 | 62.69 | 60.30 | 3.09 | 0.035 | 0.1 | 43.07 |
| 5# | 486.58 | 62.53 | 60.86 | 3.13 | 0.035 | 0.1 | 43.66 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 485.43 | 428.60 | 589.14 | 6.25 | 0 | 0 | 589.14 |
| 5# | 486.58 | 428.60 | 586.68 | 6.15 | 0 | 0 | 586.68 |
| SJT7 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 459.20 | 539.89 | 632.85 | 7.89 | 0.07 | 0.1 | 674.28 |
| 5# | 460.28 | 538.95 | 639.62 | 24.64 | 0.07 | 0.1 | 681.91 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 459.20 | 533.48 | 639.62 | 24.65 | 0.07 | 0.1 | 682.38 |
| 5# | 460.28 | 534.40 | 632.85 | 7.9 | 0.07 | 0.1 | 674.91 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 459.20 | 533.48 | 457.86 | 15.76 | 0 | 0 | 457.86 |
| 5# | 460.28 | 534.40 | 469.77 | 15.21 | 0 | 0 | 469.77 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 459.20 | 107.98 | 118.26 | 16.15 | 0 | 0 | 118.26 |
| 5# | 460.28 | 107.91 | 115.70 | 14.68 | 0 | 0 | 115.70 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 459.20 | 74.28 | 71.97 | 3.09 | 0.035 | 0.1 | 55.67 |
| 5# | 460.28 | 74.12 | 72.24 | 24.11 | 0.035 | 0.1 | 55.94 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 459.20 | 428.60 | 573.56 | 6.18 | 0 | 0 | 573.56 |
| 5# | 460.28 | 428.60 | 571.16 | 6.07 | 0 | 0 | 571.16 |
| SJT8 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 510.02 | 569.93 | 691.48 | 8.81 | 0.07 | 0.1 | 739.33 |
| 5# | 509.93 | 567.87 | 697.23 | 8.87 | 0.07 | 0.1 | 745.87 |
| 6# | 512.56 | 567.58 | 703.09 | 8.93 | 0.07 | 0.1 | 752.52 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 510.02 | 562.65 | 703.09 | 8.94 | 0.07 | 0.1 | 752.84 |
| 5# | 509.93 | 562.94 | 697.23 | 8.88 | 0.07 | 0.1 | 746.36 |
| 6# | 512.56 | 564.97 | 691.48 | 8.82 | 0.07 | 0.1 | 740.01 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 510.02 | 562.65 | 472.40 | 15.7 | 0 | 0 | 472.40 |
| 5# | 509.93 | 562.94 | 482.55 | 15.62 | 0 | 0 | 482.55 |
| 6# | 512.56 | 564.97 | 489.19 | 15.53 | 0 | 0 | 489.19 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 510.02 | 83.66 | 90.52 | 92.89 | 0 | 0 | 90.52 |
| 5# | 509.93 | 84.03 | 91.35 | 15.07 | 0 | 0 | 91.35 |
| 6# | 512.56 | 83.61 | 92.01 | 14.82 | 0 | 0 | 92.01 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 510.02 | 52.63 | 47.48 | 8.48 | 0.035 | 0.1 | 29.12 |
| 5# | 509.93 | 53.01 | 45.47 | 8.52 | 0.035 | 0.1 | 26.86 |
| 6# | 512.56 | 52.41 | 42.95 | 8.52 | 0.035 | 0.1 | 24.06 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 510.02 | 428.60 | 590.40 | 6.81 | 0 | 0 | 590.40 |
| 5# | 509.93 | 428.60 | 588.86 | 6.69 | 0 | 0 | 588.86 |
| 6# | 512.56 | 428.60 | 587.66 | 6.62 | 0 | 0 | 587.66 |
| JHT1 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 508.65 | 568.34 | 658.28 | 6.73 | 0.07 | 0.1 | 702.88 |
| 5# | 508.55 | 566.24 | 690.28 | 8.56 | 0.07 | 0.1 | 738.28 |
| 6# | 511.22 | 565.95 | 697.33 | 8.75 | 0.07 | 0.1 | 746.26 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 508.65 | 560.96 | 697.33 | 8.76 | 0.07 | 0.1 | 746.58 |
| 5# | 508.55 | 561.25 | 690.28 | 8.57 | 0.07 | 0.1 | 738.78 |
| 6# | 511.22 | 563.31 | 658.23 | 6.74 | 0.07 | 0.1 | 703.51 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 508.65 | 560.96 | 489.13 | 14.92 | 0 | 0 | 489.13 |
| 5# | 508.55 | 561.25 | 502.14 | 14.17 | 0 | 0 | 502.14 |
| 6# | 511.22 | 563.31 | 259.91 | 155.48 | 0 | 0 | 259.91 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 508.65 | 83.68 | 89.55 | 14.51 | 0 | 0 | 89.55 |
| 5# | 508.55 | 84.06 | 89.85 | 14.36 | 0 | 0 | 89.85 |
| 6# | 511.22 | 83.63 | 105.12 | 16.83 | 0 | 0 | 105.12 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 508.65 | 52.31 | 47.44 | 8.7 | 0.035 | 0.1 | 29.15 |
| 5# | 508.55 | 52.70 | 45.05 | 8.52 | 0.035 | 0.1 | 26.49 |
| 6# | 511.22 | 52.08 | 41.48 | 38.29 | 0.035 | 0.1 | 22.53 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 508.65 | 428.60 | 589.41 | 6.75 | 0 | 0 | 589.41 |
| 5# | 508.55 | 428.60 | 587.69 | 6.69 | 0 | 0 | 587.69 |
| 6# | 511.22 | 428.60 | 596.98 | 6.78 | 0 | 0 | 596.98 |
| JHT2 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 481.86 | 554.87 | 652.18 | 7.44 | 0.07 | 0.1 | 695.64 |
| 5# | 481.75 | 552.43 | 661.20 | 8.07 | 0.07 | 0.1 | 705.80 |
| 6# | 484.88 | 552.08 | 666.53 | 8.27 | 0.07 | 0.1 | 711.92 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 481.86 | 546.25 | 666.53 | 8.28 | 0.07 | 0.1 | 712.29 |
| 5# | 481.75 | 546.60 | 661.20 | 8.08 | 0.07 | 0.1 | 706.38 |
| 6# | 484.88 | 549.00 | 652.06 | 7.45 | 0.07 | 0.1 | 696.30 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 481.86 | 546.25 | 481.50 | 16.39 | 0 | 0 | 481.50 |
| 5# | 481.75 | 546.60 | 493.03 | 16.28 | 0 | 0 | 493.03 |
| 6# | 484.88 | 549.00 | 264.92 | 125.89 | 0 | 0 | 264.92 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 481.86 | 99.84 | 105.53 | 0.25 | 0 | 0 | 105.53 |
| 5# | 481.75 | 100.29 | 105.69 | 0.4 | 0 | 0 | 105.69 |
| 6# | 484.88 | 99.78 | 112.55 | 34.64 | 0 | 0 | 112.55 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 481.86 | 64.39 | 61.51 | 3.09 | 0.035 | 0.1 | 44.36 |
| 5# | 481.75 | 64.85 | 61.43 | 3.1 | 0.035 | 0.1 | 44.22 |
| 6# | 484.88 | 64.12 | 58.29 | 23.4 | 0.035 | 0.1 | 40.74 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 481.86 | 428.60 | 593.48 | 6.54 | 0 | 0 | 593.48 |
| 5# | 481.75 | 428.60 | 591.67 | 6.46 | 0 | 0 | 591.67 |
| 6# | 484.88 | 428.60 | 603.41 | 7.28 | 0 | 0 | 603.41 |
| JHT3 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 455.88 | 539.76 | 631.95 | 7.44 | 0.07 | 0.1 | 673.08 |
| 5# | 455.77 | 537.50 | 640.85 | 8.31 | 0.07 | 0.1 | 683.08 |
| 6# | 458.70 | 537.18 | 646.14 | 8.09 | 0.07 | 0.1 | 689.15 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 455.88 | 531.76 | 646.14 | 8.1 | 0.07 | 0.1 | 689.49 |
| 5# | 455.77 | 532.08 | 640.85 | 8.32 | 0.07 | 0.1 | 683.63 |
| 6# | 458.70 | 534.30 | 631.83 | 7.45 | 0.07 | 0.1 | 673.70 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 455.88 | 531.76 | 471.29 | 16.39 | 0 | 0 | 471.29 |
| 5# | 455.77 | 532.08 | 481.93 | 16.41 | 0 | 0 | 481.93 |
| 6# | 458.70 | 534.30 | 262.15 | 140.53 | 0 | 0 | 262.15 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 455.88 | 109.32 | 114.36 | 0.25 | 0 | 0 | 114.36 |
| 5# | 455.77 | 109.74 | 114.60 | 0.4 | 0 | 0 | 114.60 |
| 6# | 458.70 | 109.27 | 120.16 | 34.93 | 0 | 0 | 120.16 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 455.88 | 75.88 | 73.08 | 2.31 | 0.035 | 0.1 | 56.85 |
| 5# | 455.77 | 76.31 | 72.56 | 3.1 | 0.035 | 0.1 | 56.24 |
| 6# | 458.70 | 75.61 | 68.89 | 23.4 | 0.035 | 0.1 | 52.17 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 455.88 | 428.60 | 577.71 | 6.47 | 0 | 0 | 577.71 |
| 5# | 455.77 | 428.60 | 575.95 | 6.4 | 0 | 0 | 575.95 |
| 6# | 458.70 | 428.60 | 586.92 | 7.23 | 0 | 0 | 586.92 |
| JHT4 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 511.48 | 568.58 | 644.79 | 7.29 | 0.07 | 0.1 | 688.21 |
| 5# | 512.44 | 567.73 | 680.94 | 8.12 | 0.07 | 0.1 | 728.13 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 511.48 | 562.79 | 680.94 | 8.13 | 0.07 | 0.1 | 728.56 |
| 5# | 512.44 | 563.63 | 644.71 | 7.3 | 0.07 | 0.1 | 688.69 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 511.48 | 562.79 | 486.79 | 13.75 | 0 | 0 | 486.79 |
| 5# | 512.44 | 563.63 | 267.11 | 153.09 | 0 | 0 | 267.11 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 511.48 | 82.43 | 91.57 | 13.94 | 0 | 0 | 91.57 |
| 5# | 512.44 | 82.37 | 97.72 | 15.67 | 0 | 0 | 97.72 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 511.48 | 51.31 | 47.36 | 8.38 | 0.035 | 0.1 | 29.06 |
| 5# | 512.44 | 51.19 | 48.74 | 20.33 | 0.035 | 0.1 | 30.56 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 511.48 | 428.60 | 581.16 | 6.38 | 0 | 0 | 581.16 |
| 5# | 512.44 | 428.60 | 588.03 | 6.44 | 0 | 0 | 588.03 |
| JHT5 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 485.43 | 555.01 | 640.34 | 7.29 | 0.07 | 0.1 | 682.85 |
| 5# | 486.58 | 554.00 | 655.10 | 7.93 | 0.07 | 0.1 | 699.28 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 485.43 | 548.12 | 655.10 | 7.94 | 0.07 | 0.1 | 699.78 |
| 5# | 486.58 | 549.11 | 640.24 | 7.3 | 0.07 | 0.1 | 683.41 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 485.43 | 548.12 | 479.20 | 15.11 | 0 | 0 | 479.20 |
| 5# | 486.58 | 549.11 | 252.43 | 148.29 | 0 | 0 | 252.43 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 485.43 | 104.05 | 111.39 | 15.42 | 0 | 0 | 111.39 |
| 5# | 486.58 | 103.98 | 117.61 | 16.2 | 0 | 0 | 117.61 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 485.43 | 62.69 | 60.61 | 3.09 | 0.035 | 0.1 | 43.41 |
| 5# | 486.58 | 62.53 | 59.98 | 21.05 | 0.035 | 0.1 | 42.69 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 485.43 | 428.60 | 587.17 | 6.21 | 0 | 0 | 587.17 |
| 5# | 486.58 | 428.60 | 595.42 | 6.85 | 0 | 0 | 595.42 |
| JHT6 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 459.20 | 539.89 | 620.76 | 7.29 | 0.07 | 0.1 | 660.99 |
| 5# | 460.28 | 538.95 | 634.72 | 7.81 | 0.07 | 0.1 | 676.52 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 459.20 | 533.48 | 634.72 | 7.82 | 0.07 | 0.1 | 676.99 |
| 5# | 460.28 | 534.40 | 620.67 | 7.3 | 0.07 | 0.1 | 661.52 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 459.20 | 533.48 | 468.56 | 15.11 | 0 | 0 | 468.56 |
| 5# | 460.28 | 534.40 | 258.05 | 143.7 | 0 | 0 | 258.05 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 459.20 | 107.98 | 115.48 | 14.78 | 0 | 0 | 115.48 |
| 5# | 460.28 | 107.91 | 120.15 | 16.2 | 0 | 0 | 120.15 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 459.20 | 74.28 | 71.97 | 2.3 | 0.035 | 0.1 | 55.67 |
| 5# | 460.28 | 74.12 | 71.15 | 21.05 | 0.035 | 0.1 | 54.75 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 459.20 | 428.60 | 571.65 | 6.13 | 0 | 0 | 571.65 |
| 5# | 460.28 | 428.60 | 579.19 | 6.8 | 0 | 0 | 579.19 |
| JHT7 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 511.33 | 573.59 | 689.84 | 60.13 | 0.07 | 0.1 | 737.25 |
| 5# | 512.22 | 568.21 | 693.99 | 60.24 | 0.07 | 0.1 | 742.42 |
| 6# | 498.01 | 567.40 | 699.22 | 60.3 | 0.07 | 0.1 | 747.26 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 511.33 | 562.37 | 699.22 | 60.31 | 0.07 | 0.1 | 748.70 |
| 5# | 512.22 | 563.17 | 693.99 | 60.25 | 0.07 | 0.1 | 742.93 |
| 6# | 498.01 | 573.48 | 689.84 | 60.14 | 0.07 | 0.1 | 736.33 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 511.33 | 562.37 | 475.32 | 67.19 | 0 | 0 | 475.32 |
| 5# | 512.22 | 563.17 | 484.21 | 67.07 | 0 | 0 | 484.21 |
| 6# | 498.01 | 573.48 | 492.20 | 66.94 | 0 | 0 | 492.20 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 511.33 | 82.59 | 91.49 | 44.81 | 0 | 0 | 91.49 |
| 5# | 512.22 | 82.56 | 91.72 | 44.79 | 0 | 0 | 91.72 |
| 6# | 498.01 | 82.96 | 92.41 | 31.61 | 0 | 0 | 92.41 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 511.33 | 51.03 | 50.15 | 59.91 | 0.035 | 0.1 | 32.17 |
| 5# | 512.22 | 50.95 | 48.69 | 59.93 | 0.035 | 0.1 | 30.54 |
| 6# | 498.01 | 75.47 | 46.46 | 60.03 | 0.035 | 0.1 | 26.13 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 511.33 | 428.60 | 589.93 | 58.18 | 0 | 0 | 589.93 |
| 5# | 512.22 | 428.60 | 588.38 | 58.09 | 0 | 0 | 588.38 |
| 6# | 498.01 | 428.60 | 587.17 | 58 | 0 | 0 | 587.17 |
| JHT8 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 511.33 | 573.59 | 692.40 | 77.43 | 0.07 | 0.1 | 740.08 |
| 5# | 512.22 | 568.21 | 696.73 | 77.52 | 0.07 | 0.1 | 745.44 |
| 6# | 498.01 | 567.40 | 702.00 | 77.6 | 0.07 | 0.1 | 750.32 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 511.33 | 562.37 | 702.00 | 77.61 | 0.07 | 0.1 | 751.76 |
| 5# | 512.22 | 563.17 | 696.73 | 77.53 | 0.07 | 0.1 | 745.95 |
| 6# | 498.01 | 573.48 | 692.40 | 77.44 | 0.07 | 0.1 | 739.16 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 511.33 | 562.37 | 473.73 | 84.46 | 0 | 0 | 473.73 |
| 5# | 512.22 | 563.17 | 482.77 | 84.18 | 0 | 0 | 482.77 |
| 6# | 498.01 | 573.48 | 490.68 | 84.21 | 0 | 0 | 490.68 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 511.33 | 82.59 | 91.49 | 44.81 | 0 | 0 | 91.49 |
| 5# | 512.22 | 82.56 | 91.72 | 44.79 | 0 | 0 | 91.72 |
| 6# | 498.01 | 82.96 | 92.41 | 31.61 | 0 | 0 | 92.41 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 511.33 | 51.03 | 46.74 | 77.18 | 0.035 | 0.1 | 28.42 |
| 5# | 512.22 | 50.95 | 44.84 | 77.29 | 0.035 | 0.1 | 26.30 |
| 6# | 498.01 | 75.47 | 42.67 | 77.08 | 0.035 | 0.1 | 21.96 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 511.33 | 428.60 | 592.88 | 75.46 | 0 | 0 | 592.88 |
| 5# | 512.22 | 428.60 | 591.30 | 75.4 | 0 | 0 | 591.30 |
| 6# | 498.01 | 428.60 | 590.09 | 75.31 | 0 | 0 | 590.09 |
| JHT9 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 511.33 | 573.59 | 692.05 | 74.6 | 0.07 | 0.1 | 739.69 |
| 5# | 512.22 | 568.21 | 696.47 | 74.72 | 0.07 | 0.1 | 745.15 |
| 6# | 498.01 | 567.40 | 701.66 | 74.78 | 0.07 | 0.1 | 749.95 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 511.33 | 562.37 | 701.66 | 74.79 | 0.07 | 0.1 | 751.39 |
| 5# | 512.22 | 563.17 | 696.47 | 74.73 | 0.07 | 0.1 | 745.66 |
| 6# | 498.01 | 573.48 | 692.05 | 74.61 | 0.07 | 0.1 | 738.77 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 511.33 | 562.37 | 474.21 | 81.65 | 0 | 0 | 474.21 |
| 5# | 512.22 | 563.17 | 483.37 | 81.37 | 0 | 0 | 483.37 |
| 6# | 498.01 | 573.48 | 491.04 | 81.41 | 0 | 0 | 491.04 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 511.33 | 82.59 | 91.49 | 44.81 | 0 | 0 | 91.49 |
| 5# | 512.22 | 82.56 | 91.72 | 44.79 | 0 | 0 | 91.72 |
| 6# | 498.01 | 82.96 | 92.41 | 31.61 | 0 | 0 | 92.41 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 511.33 | 51.03 | 47.26 | 74.39 | 0.035 | 0.1 | 28.98 |
| 5# | 512.22 | 50.95 | 45.43 | 74.48 | 0.035 | 0.1 | 26.95 |
| 6# | 498.01 | 75.47 | 43.36 | 74.27 | 0.035 | 0.1 | 22.71 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 511.33 | 428.60 | 592.53 | 72.65 | 0 | 0 | 592.53 |
| 5# | 512.22 | 428.60 | 590.97 | 72.59 | 0 | 0 | 590.97 |
| 6# | 498.01 | 428.60 | 589.76 | 72.48 | 0 | 0 | 589.76 |
| JHT10 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 455.88 | 539.76 | 640.73 | 8.07 | 0.07 | 0.1 | 682.73 |
| 5# | 455.77 | 537.50 | 644.00 | 8.31 | 0.07 | 0.1 | 686.55 |
| 6# | 458.70 | 537.18 | 650.66 | 26.64 | 0.07 | 0.1 | 694.11 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 455.88 | 531.76 | 650.66 | 26.65 | 0.07 | 0.1 | 694.46 |
| 5# | 455.77 | 532.08 | 644.00 | 8.32 | 0.07 | 0.1 | 687.10 |
| 6# | 458.70 | 534.30 | 640.73 | 8.08 | 0.07 | 0.1 | 683.48 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 455.88 | 531.76 | 462.59 | 17.04 | 0 | 0 | 462.59 |
| 5# | 455.77 | 532.08 | 469.98 | 16.41 | 0 | 0 | 469.98 |
| 6# | 458.70 | 534.30 | 477.23 | 16.53 | 0 | 0 | 477.23 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 455.88 | 109.32 | 114.81 | 79.51 | 0 | 0 | 114.81 |
| 5# | 455.77 | 109.74 | 115.55 | 75.69 | 0 | 0 | 115.55 |
| 6# | 458.70 | 109.27 | 123.22 | 75.58 | 0 | 0 | 123.22 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 455.88 | 75.88 | 73.17 | 2.31 | 0.035 | 0.1 | 56.94 |
| 5# | 455.77 | 76.31 | 72.32 | 3.1 | 0.035 | 0.1 | 55.97 |
| 6# | 458.70 | 75.61 | 70.71 | 191.9 | 0.035 | 0.1 | 54.16 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 455.88 | 428.60 | 579.64 | 6.52 | 0 | 0 | 579.64 |
| 5# | 455.77 | 428.60 | 578.07 | 6.44 | 0 | 0 | 578.07 |
| 6# | 458.70 | 428.60 | 576.83 | 6.37 | 0 | 0 | 576.83 |
| JHT11 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 455.88 | 539.76 | 640.73 | 8.07 | 0.07 | 0.1 | 682.73 |
| 5# | 455.77 | 537.50 | 644.00 | 8.31 | 0.07 | 0.1 | 686.55 |
| 6# | 458.70 | 537.18 | 650.66 | 26.64 | 0.07 | 0.1 | 694.11 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 455.88 | 531.76 | 650.66 | 26.65 | 0.07 | 0.1 | 694.46 |
| 5# | 455.77 | 532.08 | 644.00 | 8.32 | 0.07 | 0.1 | 687.10 |
| 6# | 458.70 | 534.30 | 640.73 | 8.08 | 0.07 | 0.1 | 683.48 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 455.88 | 531.76 | 462.59 | 17.04 | 0 | 0 | 462.59 |
| 5# | 455.77 | 532.08 | 469.98 | 16.41 | 0 | 0 | 469.98 |
| 6# | 458.70 | 534.30 | 477.23 | 16.53 | 0 | 0 | 477.23 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 455.88 | 109.32 | 114.45 | 94.78 | 0 | 0 | 114.45 |
| 5# | 455.77 | 109.74 | 114.76 | 95.67 | 0 | 0 | 114.76 |
| 6# | 458.70 | 109.27 | 123.55 | 78.85 | 0 | 0 | 123.55 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 455.88 | 75.88 | 73.17 | 2.31 | 0.035 | 0.1 | 56.94 |
| 5# | 455.77 | 76.31 | 72.32 | 3.1 | 0.035 | 0.1 | 55.97 |
| 6# | 458.70 | 75.61 | 70.77 | 192.75 | 0.035 | 0.1 | 54.23 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 455.88 | 428.60 | 579.64 | 6.52 | 0 | 0 | 579.64 |
| 5# | 455.77 | 428.60 | 578.07 | 6.44 | 0 | 0 | 578.07 |
| 6# | 458.70 | 428.60 | 576.83 | 6.37 | 0 | 0 | 576.83 |
| JHT12 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 455.88 | 539.76 | 640.73 | 8.07 | 0.07 | 0.1 | 682.73 |
| 5# | 455.77 | 537.50 | 644.00 | 8.31 | 0.07 | 0.1 | 686.55 |
| 6# | 458.70 | 537.18 | 650.66 | 26.64 | 0.07 | 0.1 | 694.11 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 455.88 | 531.76 | 650.66 | 26.65 | 0.07 | 0.1 | 694.46 |
| 5# | 455.77 | 532.08 | 644.00 | 8.32 | 0.07 | 0.1 | 687.10 |
| 6# | 458.70 | 534.30 | 640.73 | 8.08 | 0.07 | 0.1 | 683.48 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 455.88 | 531.76 | 462.59 | 17.04 | 0 | 0 | 462.59 |
| 5# | 455.77 | 532.08 | 469.98 | 16.41 | 0 | 0 | 469.98 |
| 6# | 458.70 | 534.30 | 477.23 | 16.53 | 0 | 0 | 477.23 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 455.88 | 109.32 | 114.59 | 74.83 | 0 | 0 | 114.59 |
| 5# | 455.77 | 109.74 | 114.86 | 85.57 | 0 | 0 | 114.86 |
| 6# | 458.70 | 109.27 | 121.96 | 71.14 | 0 | 0 | 121.96 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 455.88 | 75.88 | 73.17 | 2.31 | 0.035 | 0.1 | 56.94 |
| 5# | 455.77 | 76.31 | 72.32 | 3.1 | 0.035 | 0.1 | 55.97 |
| 6# | 458.70 | 75.61 | 70.71 | 186.74 | 0.035 | 0.1 | 54.16 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 455.88 | 428.60 | 579.64 | 6.52 | 0 | 0 | 579.64 |
| 5# | 455.77 | 428.60 | 578.07 | 6.44 | 0 | 0 | 578.07 |
| 6# | 458.70 | 428.60 | 576.83 | 6.37 | 0 | 0 | 576.83 |
| JHT13 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 508.65 | 568.34 | 694.53 | 11.31 | 0.07 | 0.1 | 742.76 |
| 5# | 508.55 | 566.24 | 680.20 | 8.87 | 0.07 | 0.1 | 727.19 |
| 6# | 511.22 | 565.95 | 686.49 | 8.87 | 0.07 | 0.1 | 734.33 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 508.65 | 560.96 | 686.49 | 8.88 | 0.07 | 0.1 | 734.65 |
| 5# | 508.55 | 561.25 | 680.20 | 8.88 | 0.07 | 0.1 | 727.69 |
| 6# | 511.22 | 563.31 | 694.53 | 11.32 | 0.07 | 0.1 | 743.44 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 508.65 | 560.96 | 505.68 | 16.39 | 0 | 0 | 505.68 |
| 5# | 508.55 | 561.25 | 525.47 | 14.07 | 0 | 0 | 525.47 |
| 6# | 511.22 | 563.31 | 465.35 | 16.45 | 0 | 0 | 465.35 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 508.65 | 83.68 | 91.03 | 93.05 | 0 | 0 | 91.03 |
| 5# | 508.55 | 84.06 | 91.12 | 92.74 | 0 | 0 | 91.12 |
| 6# | 511.22 | 83.63 | 96.89 | 15.27 | 0 | 0 | 96.89 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 508.65 | 52.31 | 48.93 | 3.09 | 0.035 | 0.1 | 30.79 |
| 5# | 508.55 | 52.70 | 48.96 | 24.31 | 0.035 | 0.1 | 30.78 |
| 6# | 511.22 | 52.08 | 23.22 | 11.44 | 0.035 | 0.1 | 2.44 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 508.65 | 428.60 | 583.77 | 6.59 | 0 | 0 | 583.77 |
| 5# | 508.55 | 428.60 | 581.48 | 6.54 | 0 | 0 | 581.48 |
| 6# | 511.22 | 428.60 | 600.32 | 10.27 | 0 | 0 | 600.32 |
| JHT14 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 508.65 | 568.34 | 693.26 | 12.02 | 0.07 | 0.1 | 741.35 |
| 5# | 508.55 | 566.24 | 700.12 | 12.02 | 0.07 | 0.1 | 749.10 |
| 6# | 511.22 | 565.95 | 671.42 | 8.81 | 0.07 | 0.1 | 717.76 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 508.65 | 560.96 | 671.42 | 8.82 | 0.07 | 0.1 | 718.08 |
| 5# | 508.55 | 561.25 | 700.12 | 12.03 | 0.07 | 0.1 | 749.60 |
| 6# | 511.22 | 563.31 | 693.26 | 12.03 | 0.07 | 0.1 | 742.04 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 508.65 | 560.96 | 520.24 | 21.76 | 0 | 0 | 520.24 |
| 5# | 508.55 | 561.25 | 474.78 | 17.23 | 0 | 0 | 474.78 |
| 6# | 511.22 | 563.31 | 480.82 | 17.23 | 0 | 0 | 480.82 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 508.65 | 83.68 | 92.42 | 12.84 | 0 | 0 | 92.42 |
| 5# | 508.55 | 84.06 | 96.70 | 17.66 | 0 | 0 | 96.70 |
| 6# | 511.22 | 83.63 | 97.72 | 16.85 | 0 | 0 | 97.72 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 508.65 | 52.31 | 41.63 | 17.38 | 0.035 | 0.1 | 22.76 |
| 5# | 508.55 | 52.70 | 37.48 | 11.67 | 0.035 | 0.1 | 18.16 |
| 6# | 511.22 | 52.08 | 33.60 | 11.71 | 0.035 | 0.1 | 13.86 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 508.65 | 428.60 | 575.85 | 6.39 | 0 | 0 | 575.85 |
| 5# | 508.55 | 428.60 | 595.03 | 10.45 | 0 | 0 | 595.03 |
| 6# | 511.22 | 428.60 | 593.82 | 10.38 | 0 | 0 | 593.82 |
| JHT15 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 511.33 | 573.59 | 690.92 | 65 | 0.07 | 0.1 | 738.45 |
| 5# | 512.22 | 568.21 | 695.03 | 65.11 | 0.07 | 0.1 | 743.57 |
| 6# | 498.01 | 567.40 | 700.34 | 65.18 | 0.07 | 0.1 | 748.49 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 511.33 | 562.37 | 700.34 | 65.19 | 0.07 | 0.1 | 749.93 |
| 5# | 512.22 | 563.17 | 695.03 | 65.12 | 0.07 | 0.1 | 744.07 |
| 6# | 498.01 | 573.48 | 690.92 | 65.01 | 0.07 | 0.1 | 737.53 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 511.33 | 562.37 | 475.32 | 71.83 | 0 | 0 | 475.32 |
| 5# | 512.22 | 563.17 | 484.22 | 71.93 | 0 | 0 | 484.22 |
| 6# | 498.01 | 573.48 | 492.15 | 71.82 | 0 | 0 | 492.15 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 511.33 | 82.59 | 91.49 | 44.81 | 0 | 0 | 91.49 |
| 5# | 512.22 | 82.56 | 91.72 | 44.79 | 0 | 0 | 91.72 |
| 6# | 498.01 | 82.96 | 92.41 | 31.61 | 0 | 0 | 92.41 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 511.33 | 51.03 | 48.98 | 64.78 | 0.035 | 0.1 | 30.88 |
| 5# | 512.22 | 50.95 | 47.52 | 64.79 | 0.035 | 0.1 | 29.25 |
| 6# | 498.01 | 75.47 | 45.37 | 64.89 | 0.035 | 0.1 | 24.93 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 511.33 | 428.60 | 590.94 | 63.05 | 0 | 0 | 590.94 |
| 5# | 512.22 | 428.60 | 589.37 | 62.95 | 0 | 0 | 589.37 |
| 6# | 498.01 | 428.60 | 588.15 | 62.87 | 0 | 0 | 588.15 |
| JHT16 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 455.88 | 539.76 | 640.73 | 8.07 | 0.07 | 0.1 | 682.73 |
| 5# | 455.77 | 537.50 | 644.00 | 8.31 | 0.07 | 0.1 | 686.55 |
| 6# | 458.70 | 537.18 | 650.66 | 26.64 | 0.07 | 0.1 | 694.11 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 455.88 | 531.76 | 650.66 | 26.65 | 0.07 | 0.1 | 694.46 |
| 5# | 455.77 | 532.08 | 644.00 | 8.32 | 0.07 | 0.1 | 687.10 |
| 6# | 458.70 | 534.30 | 640.73 | 8.08 | 0.07 | 0.1 | 683.48 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 455.88 | 531.76 | 462.59 | 17.04 | 0 | 0 | 462.59 |
| 5# | 455.77 | 532.08 | 469.98 | 16.41 | 0 | 0 | 469.98 |
| 6# | 458.70 | 534.30 | 477.23 | 16.53 | 0 | 0 | 477.23 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 455.88 | 109.32 | 114.58 | 80.87 | 0 | 0 | 114.58 |
| 5# | 455.77 | 109.74 | 114.99 | 79.42 | 0 | 0 | 114.99 |
| 6# | 458.70 | 109.27 | 119.72 | 91.5 | 0 | 0 | 119.72 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 455.88 | 75.88 | 73.17 | 2.31 | 0.035 | 0.1 | 56.94 |
| 5# | 455.77 | 76.31 | 72.32 | 3.1 | 0.035 | 0.1 | 55.97 |
| 6# | 458.70 | 75.61 | 70.71 | 185.83 | 0.035 | 0.1 | 54.17 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 455.88 | 428.60 | 579.64 | 6.52 | 0 | 0 | 579.64 |
| 5# | 455.77 | 428.60 | 578.07 | 6.44 | 0 | 0 | 578.07 |
| 6# | 458.70 | 428.60 | 576.83 | 6.37 | 0 | 0 | 576.83 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工况 | 控制参数 | 机组 | 净水头 | 初始值 | 计算极值 | 极值发生时间(s) | 压力脉动(%) | 计算误差(%) | 修正值 |
| SJT1 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 508.65 | 568.34 | 690.53 | 8.91 | 0.07 | 0.1 | 738.35 |
| 5# | 508.55 | 566.24 | 696.49 | 8.87 | 0.07 | 0.1 | 745.12 |
| 6# | 511.22 | 565.95 | 702.17 | 8.93 | 0.07 | 0.1 | 751.58 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 508.65 | 560.96 | 702.17 | 8.94 | 0.07 | 0.1 | 751.90 |
| 5# | 508.55 | 561.25 | 696.49 | 8.88 | 0.07 | 0.1 | 745.62 |
| 6# | 511.22 | 563.31 | 690.53 | 8.92 | 0.07 | 0.1 | 739.04 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 508.65 | 560.96 | 470.28 | 15.7 | 0 | 0 | 470.28 |
| 5# | 508.55 | 561.25 | 479.87 | 15.51 | 0 | 0 | 479.87 |
| 6# | 511.22 | 563.31 | 487.53 | 15.53 | 0 | 0 | 487.53 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 508.65 | 83.68 | 90.58 | 93.38 | 0 | 0 | 90.58 |
| 5# | 508.55 | 84.06 | 91.82 | 15.09 | 0 | 0 | 91.82 |
| 6# | 511.22 | 83.63 | 92.08 | 15.08 | 0 | 0 | 92.08 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 508.65 | 52.31 | 47.58 | 8.45 | 0.035 | 0.1 | 29.31 |
| 5# | 508.55 | 52.70 | 45.46 | 8.52 | 0.035 | 0.1 | 26.94 |
| 6# | 511.22 | 52.08 | 42.89 | 8.52 | 0.035 | 0.1 | 24.07 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 508.65 | 428.60 | 591.33 | 6.76 | 0 | 0 | 591.33 |
| 5# | 508.55 | 428.60 | 589.77 | 6.72 | 0 | 0 | 589.77 |
| 6# | 511.22 | 428.60 | 588.57 | 6.6 | 0 | 0 | 588.57 |
| SJT2 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 481.86 | 554.87 | 660.98 | 8.07 | 0.07 | 0.1 | 705.32 |
| 5# | 481.75 | 552.43 | 664.58 | 8.87 | 0.07 | 0.1 | 709.51 |
| 6# | 484.88 | 552.08 | 670.83 | 26.19 | 0.07 | 0.1 | 716.64 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 481.86 | 546.25 | 670.83 | 26.2 | 0.07 | 0.1 | 717.01 |
| 5# | 481.75 | 546.60 | 664.58 | 8.88 | 0.07 | 0.1 | 710.10 |
| 6# | 484.88 | 549.00 | 660.98 | 8.08 | 0.07 | 0.1 | 706.12 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 481.86 | 546.25 | 471.74 | 16.39 | 0 | 0 | 471.74 |
| 5# | 481.75 | 546.60 | 480.87 | 16.41 | 0 | 0 | 480.87 |
| 6# | 484.88 | 549.00 | 488.45 | 16.34 | 0 | 0 | 488.45 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 481.86 | 99.84 | 106.00 | 94.49 | 0 | 0 | 106.00 |
| 5# | 481.75 | 100.29 | 106.13 | 95.5 | 0 | 0 | 106.13 |
| 6# | 484.88 | 99.78 | 106.09 | 94.02 | 0 | 0 | 106.09 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 481.86 | 64.39 | 61.25 | 3.09 | 0.035 | 0.1 | 44.07 |
| 5# | 481.75 | 64.85 | 60.97 | 3.1 | 0.035 | 0.1 | 43.72 |
| 6# | 484.88 | 64.12 | 60.15 | 25.65 | 0.035 | 0.1 | 42.78 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 481.86 | 428.60 | 595.45 | 6.58 | 0 | 0 | 595.45 |
| 5# | 481.75 | 428.60 | 593.84 | 6.5 | 0 | 0 | 593.84 |
| 6# | 484.88 | 428.60 | 592.57 | 6.43 | 0 | 0 | 592.57 |
| SJT3 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 455.88 | 539.76 | 640.73 | 8.07 | 0.07 | 0.1 | 682.73 |
| 5# | 455.77 | 537.50 | 644.00 | 8.31 | 0.07 | 0.1 | 686.55 |
| 6# | 458.70 | 537.18 | 650.66 | 26.64 | 0.07 | 0.1 | 694.11 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 455.88 | 531.76 | 650.66 | 26.65 | 0.07 | 0.1 | 694.46 |
| 5# | 455.77 | 532.08 | 644.00 | 8.32 | 0.07 | 0.1 | 687.10 |
| 6# | 458.70 | 534.30 | 640.73 | 8.08 | 0.07 | 0.1 | 683.48 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 455.88 | 531.76 | 462.59 | 17.04 | 0 | 0 | 462.59 |
| 5# | 455.77 | 532.08 | 469.98 | 16.41 | 0 | 0 | 469.98 |
| 6# | 458.70 | 534.30 | 477.23 | 16.53 | 0 | 0 | 477.23 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 455.88 | 109.32 | 115.62 | 94.94 | 0 | 0 | 115.62 |
| 5# | 455.77 | 109.74 | 115.40 | 93.27 | 0 | 0 | 115.40 |
| 6# | 458.70 | 109.27 | 115.52 | 94.62 | 0 | 0 | 115.52 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 455.88 | 75.88 | 73.17 | 2.31 | 0.035 | 0.1 | 56.94 |
| 5# | 455.77 | 76.31 | 72.32 | 3.1 | 0.035 | 0.1 | 55.97 |
| 6# | 458.70 | 75.61 | 71.44 | 26 | 0.035 | 0.1 | 54.97 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 455.88 | 428.60 | 579.64 | 6.52 | 0 | 0 | 579.64 |
| 5# | 455.77 | 428.60 | 578.07 | 6.44 | 0 | 0 | 578.07 |
| 6# | 458.70 | 428.60 | 576.83 | 6.37 | 0 | 0 | 576.83 |
| SJT4 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 459.32 | 545.81 | 547.67 | 0.51 | 0.07 | 0.1 | 580.01 |
| 5# | 460.42 | 539.97 | 543.63 | 0.18 | 0.07 | 0.1 | 576.23 |
| 6# | 444.56 | 539.01 | 543.78 | 0.22 | 0.07 | 0.1 | 575.38 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 459.32 | 533.54 | 543.78 | 0.23 | 0.07 | 0.1 | 576.96 |
| 5# | 460.42 | 534.48 | 543.63 | 0.19 | 0.07 | 0.1 | 576.78 |
| 6# | 444.56 | 545.80 | 547.67 | 0.52 | 0.07 | 0.1 | 578.98 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 459.32 | 533.54 | 526.68 | 9.48 | 0 | 0 | 526.68 |
| 5# | 460.42 | 534.48 | 526.11 | 9.2 | 0 | 0 | 526.11 |
| 6# | 444.56 | 545.80 | 514.99 | 8.74 | 0 | 0 | 514.99 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 459.32 | 107.93 | 118.16 | 45.56 | 0 | 0 | 118.16 |
| 5# | 460.42 | 107.86 | 118.44 | 44.79 | 0 | 0 | 118.44 |
| 6# | 444.56 | 108.29 | 119.31 | 37.77 | 0 | 0 | 119.31 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 459.32 | 74.22 | 74.02 | 0.01 | 0.035 | 0.1 | 57.92 |
| 5# | 460.42 | 74.05 | 73.86 | 0.01 | 0.035 | 0.1 | 57.72 |
| 6# | 444.56 | 101.24 | 77.02 | 102.08 | 0.035 | 0.1 | 59.04 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 459.32 | 428.60 | 429.04 | 300.01 | 0 | 0 | 429.04 |
| 5# | 460.42 | 428.60 | 429.04 | 300.01 | 0 | 0 | 429.04 |
| 6# | 444.56 | 428.60 | 429.84 | 300.01 | 0 | 0 | 429.84 |
| SJT5 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 510.69 | 569.81 | 676.43 | 8.04 | 0.07 | 0.1 | 722.84 |
| 5# | 513.32 | 567.74 | 680.04 | 8.17 | 0.07 | 0.1 | 727.20 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 510.69 | 562.81 | 680.04 | 8.18 | 0.07 | 0.1 | 727.51 |
| 5# | 513.32 | 564.84 | 676.43 | 8.05 | 0.07 | 0.1 | 723.52 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 510.69 | 562.81 | 479.00 | 14.25 | 0 | 0 | 479.00 |
| 5# | 513.32 | 564.84 | 487.56 | 13.9 | 0 | 0 | 487.56 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 510.69 | 83.19 | 94.54 | 14.1 | 0 | 0 | 94.54 |
| 5# | 513.32 | 82.76 | 96.14 | 14.08 | 0 | 0 | 96.14 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 510.69 | 52.12 | 47.21 | 3.1 | 0.035 | 0.1 | 28.85 |
| 5# | 513.32 | 51.52 | 45.50 | 8.23 | 0.035 | 0.1 | 26.93 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 510.69 | 428.60 | 581.73 | 6.35 | 0 | 0 | 581.73 |
| 5# | 513.32 | 428.60 | 580.54 | 6.28 | 0 | 0 | 580.54 |
| SJT6 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 485.43 | 555.01 | 652.81 | 7.95 | 0.07 | 0.1 | 696.57 |
| 5# | 486.58 | 554.00 | 662.68 | 24.54 | 0.07 | 0.1 | 707.61 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 485.43 | 548.12 | 662.68 | 24.55 | 0.07 | 0.1 | 708.12 |
| 5# | 486.58 | 549.11 | 652.81 | 7.96 | 0.07 | 0.1 | 697.24 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 485.43 | 548.12 | 469.91 | 15.27 | 0 | 0 | 469.91 |
| 5# | 486.58 | 549.11 | 481.12 | 15.06 | 0 | 0 | 481.12 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 485.43 | 98.40 | 109.11 | 16.16 | 0 | 0 | 109.11 |
| 5# | 486.58 | 98.32 | 106.46 | 14.8 | 0 | 0 | 106.46 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 485.43 | 62.69 | 60.30 | 3.09 | 0.035 | 0.1 | 43.07 |
| 5# | 486.58 | 62.53 | 60.86 | 3.13 | 0.035 | 0.1 | 43.66 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 485.43 | 428.60 | 589.14 | 6.25 | 0 | 0 | 589.14 |
| 5# | 486.58 | 428.60 | 586.68 | 6.15 | 0 | 0 | 586.68 |
| SJT7 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 459.20 | 539.89 | 632.85 | 7.89 | 0.07 | 0.1 | 674.28 |
| 5# | 460.28 | 538.95 | 639.62 | 24.64 | 0.07 | 0.1 | 681.91 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 459.20 | 533.48 | 639.62 | 24.65 | 0.07 | 0.1 | 682.38 |
| 5# | 460.28 | 534.40 | 632.85 | 7.9 | 0.07 | 0.1 | 674.91 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 459.20 | 533.48 | 457.86 | 15.76 | 0 | 0 | 457.86 |
| 5# | 460.28 | 534.40 | 469.77 | 15.21 | 0 | 0 | 469.77 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 459.20 | 107.98 | 118.26 | 16.15 | 0 | 0 | 118.26 |
| 5# | 460.28 | 107.91 | 115.70 | 14.68 | 0 | 0 | 115.70 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 459.20 | 74.28 | 71.97 | 3.09 | 0.035 | 0.1 | 55.67 |
| 5# | 460.28 | 74.12 | 72.24 | 24.11 | 0.035 | 0.1 | 55.94 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 459.20 | 428.60 | 573.56 | 6.18 | 0 | 0 | 573.56 |
| 5# | 460.28 | 428.60 | 571.16 | 6.07 | 0 | 0 | 571.16 |
| SJT8 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 510.02 | 569.93 | 691.48 | 8.81 | 0.07 | 0.1 | 739.33 |
| 5# | 509.93 | 567.87 | 697.23 | 8.87 | 0.07 | 0.1 | 745.87 |
| 6# | 512.56 | 567.58 | 703.09 | 8.93 | 0.07 | 0.1 | 752.52 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 510.02 | 562.65 | 703.09 | 8.94 | 0.07 | 0.1 | 752.84 |
| 5# | 509.93 | 562.94 | 697.23 | 8.88 | 0.07 | 0.1 | 746.36 |
| 6# | 512.56 | 564.97 | 691.48 | 8.82 | 0.07 | 0.1 | 740.01 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 510.02 | 562.65 | 472.66 | 15.7 | 0 | 0 | 472.66 |
| 5# | 509.93 | 562.94 | 482.87 | 15.62 | 0 | 0 | 482.87 |
| 6# | 512.56 | 564.97 | 489.50 | 15.53 | 0 | 0 | 489.50 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 510.02 | 83.66 | 90.52 | 92.89 | 0 | 0 | 90.52 |
| 5# | 509.93 | 84.03 | 91.32 | 15.07 | 0 | 0 | 91.32 |
| 6# | 512.56 | 83.61 | 92.09 | 14.82 | 0 | 0 | 92.09 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 510.02 | 52.63 | 47.48 | 8.48 | 0.035 | 0.1 | 29.12 |
| 5# | 509.93 | 53.01 | 45.47 | 8.52 | 0.035 | 0.1 | 26.86 |
| 6# | 512.56 | 52.41 | 42.95 | 8.52 | 0.035 | 0.1 | 24.06 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 510.02 | 428.60 | 590.40 | 6.81 | 0 | 0 | 590.40 |
| 5# | 509.93 | 428.60 | 588.86 | 6.69 | 0 | 0 | 588.86 |
| 6# | 512.56 | 428.60 | 587.66 | 6.62 | 0 | 0 | 587.66 |
| JHT1 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 508.65 | 568.34 | 658.28 | 6.73 | 0.07 | 0.1 | 702.88 |
| 5# | 508.55 | 566.24 | 690.28 | 8.56 | 0.07 | 0.1 | 738.28 |
| 6# | 511.22 | 565.95 | 697.33 | 8.75 | 0.07 | 0.1 | 746.26 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 508.65 | 560.96 | 697.33 | 8.76 | 0.07 | 0.1 | 746.58 |
| 5# | 508.55 | 561.25 | 690.28 | 8.57 | 0.07 | 0.1 | 738.78 |
| 6# | 511.22 | 563.31 | 658.23 | 6.74 | 0.07 | 0.1 | 703.51 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 508.65 | 560.96 | 489.16 | 14.92 | 0 | 0 | 489.16 |
| 5# | 508.55 | 561.25 | 502.16 | 14.17 | 0 | 0 | 502.16 |
| 6# | 511.22 | 563.31 | 262.43 | 147 | 0 | 0 | 262.43 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 508.65 | 83.68 | 89.57 | 14.51 | 0 | 0 | 89.57 |
| 5# | 508.55 | 84.06 | 89.87 | 14.36 | 0 | 0 | 89.87 |
| 6# | 511.22 | 83.63 | 105.12 | 16.83 | 0 | 0 | 105.12 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 508.65 | 52.31 | 47.44 | 8.7 | 0.035 | 0.1 | 29.15 |
| 5# | 508.55 | 52.70 | 45.05 | 8.52 | 0.035 | 0.1 | 26.49 |
| 6# | 511.22 | 52.08 | 41.49 | 38.29 | 0.035 | 0.1 | 22.53 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 508.65 | 428.60 | 589.41 | 6.75 | 0 | 0 | 589.41 |
| 5# | 508.55 | 428.60 | 587.69 | 6.69 | 0 | 0 | 587.69 |
| 6# | 511.22 | 428.60 | 596.98 | 6.78 | 0 | 0 | 596.98 |
| JHT2 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 481.86 | 554.87 | 652.18 | 7.44 | 0.07 | 0.1 | 695.64 |
| 5# | 481.75 | 552.43 | 661.20 | 8.07 | 0.07 | 0.1 | 705.80 |
| 6# | 484.88 | 552.08 | 666.53 | 8.27 | 0.07 | 0.1 | 711.92 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 481.86 | 546.25 | 666.53 | 8.28 | 0.07 | 0.1 | 712.29 |
| 5# | 481.75 | 546.60 | 661.20 | 8.08 | 0.07 | 0.1 | 706.38 |
| 6# | 484.88 | 549.00 | 652.06 | 7.45 | 0.07 | 0.1 | 696.30 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 481.86 | 546.25 | 481.50 | 16.39 | 0 | 0 | 481.50 |
| 5# | 481.75 | 546.60 | 493.03 | 16.28 | 0 | 0 | 493.03 |
| 6# | 484.88 | 549.00 | 264.92 | 125.89 | 0 | 0 | 264.92 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 481.86 | 99.84 | 105.53 | 0.25 | 0 | 0 | 105.53 |
| 5# | 481.75 | 100.29 | 105.69 | 0.4 | 0 | 0 | 105.69 |
| 6# | 484.88 | 99.78 | 112.55 | 34.64 | 0 | 0 | 112.55 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 481.86 | 64.39 | 61.51 | 3.09 | 0.035 | 0.1 | 44.36 |
| 5# | 481.75 | 64.85 | 61.43 | 3.1 | 0.035 | 0.1 | 44.22 |
| 6# | 484.88 | 64.12 | 58.29 | 23.4 | 0.035 | 0.1 | 40.74 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 481.86 | 428.60 | 593.48 | 6.54 | 0 | 0 | 593.48 |
| 5# | 481.75 | 428.60 | 591.67 | 6.46 | 0 | 0 | 591.67 |
| 6# | 484.88 | 428.60 | 603.41 | 7.28 | 0 | 0 | 603.41 |
| JHT3 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 455.88 | 539.76 | 631.95 | 7.44 | 0.07 | 0.1 | 673.08 |
| 5# | 455.77 | 537.50 | 640.85 | 8.31 | 0.07 | 0.1 | 683.08 |
| 6# | 458.70 | 537.18 | 646.14 | 8.09 | 0.07 | 0.1 | 689.15 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 455.88 | 531.76 | 646.14 | 8.1 | 0.07 | 0.1 | 689.49 |
| 5# | 455.77 | 532.08 | 640.85 | 8.32 | 0.07 | 0.1 | 683.63 |
| 6# | 458.70 | 534.30 | 631.83 | 7.45 | 0.07 | 0.1 | 673.70 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 455.88 | 531.76 | 471.29 | 16.39 | 0 | 0 | 471.29 |
| 5# | 455.77 | 532.08 | 481.93 | 16.41 | 0 | 0 | 481.93 |
| 6# | 458.70 | 534.30 | 258.85 | 139.69 | 0 | 0 | 258.85 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 455.88 | 109.32 | 114.92 | 96.27 | 0 | 0 | 114.92 |
| 5# | 455.77 | 109.74 | 115.10 | 95.5 | 0 | 0 | 115.10 |
| 6# | 458.70 | 109.27 | 120.16 | 34.93 | 0 | 0 | 120.16 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 455.88 | 75.88 | 73.08 | 2.31 | 0.035 | 0.1 | 56.85 |
| 5# | 455.77 | 76.31 | 72.56 | 3.1 | 0.035 | 0.1 | 56.24 |
| 6# | 458.70 | 75.61 | 68.89 | 23.4 | 0.035 | 0.1 | 52.17 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 455.88 | 428.60 | 577.71 | 6.47 | 0 | 0 | 577.71 |
| 5# | 455.77 | 428.60 | 575.95 | 6.4 | 0 | 0 | 575.95 |
| 6# | 458.70 | 428.60 | 586.92 | 7.23 | 0 | 0 | 586.92 |
| JHT4 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 511.48 | 568.58 | 644.79 | 7.29 | 0.07 | 0.1 | 688.21 |
| 5# | 512.44 | 567.73 | 680.94 | 8.12 | 0.07 | 0.1 | 728.13 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 511.48 | 562.79 | 680.94 | 8.13 | 0.07 | 0.1 | 728.56 |
| 5# | 512.44 | 563.63 | 644.71 | 7.3 | 0.07 | 0.1 | 688.69 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 511.48 | 562.79 | 486.79 | 13.75 | 0 | 0 | 486.79 |
| 5# | 512.44 | 563.63 | 270.68 | 143.93 | 0 | 0 | 270.68 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 511.48 | 82.43 | 91.57 | 13.94 | 0 | 0 | 91.57 |
| 5# | 512.44 | 82.37 | 97.72 | 15.67 | 0 | 0 | 97.72 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 511.48 | 51.31 | 47.36 | 8.38 | 0.035 | 0.1 | 29.06 |
| 5# | 512.44 | 51.19 | 48.74 | 20.33 | 0.035 | 0.1 | 30.56 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 511.48 | 428.60 | 581.16 | 6.38 | 0 | 0 | 581.16 |
| 5# | 512.44 | 428.60 | 588.03 | 6.44 | 0 | 0 | 588.03 |
| JHT5 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 485.43 | 555.01 | 640.34 | 7.29 | 0.07 | 0.1 | 682.85 |
| 5# | 486.58 | 554.00 | 655.10 | 7.93 | 0.07 | 0.1 | 699.28 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 485.43 | 548.12 | 655.10 | 7.94 | 0.07 | 0.1 | 699.78 |
| 5# | 486.58 | 549.11 | 640.24 | 7.3 | 0.07 | 0.1 | 683.41 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 485.43 | 548.12 | 479.20 | 15.11 | 0 | 0 | 479.20 |
| 5# | 486.58 | 549.11 | 252.43 | 148.29 | 0 | 0 | 252.43 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 485.43 | 98.40 | 105.65 | 15.42 | 0 | 0 | 105.65 |
| 5# | 486.58 | 98.32 | 111.88 | 16.2 | 0 | 0 | 111.88 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 485.43 | 62.69 | 60.61 | 3.09 | 0.035 | 0.1 | 43.41 |
| 5# | 486.58 | 62.53 | 59.98 | 21.05 | 0.035 | 0.1 | 42.69 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 485.43 | 428.60 | 587.17 | 6.21 | 0 | 0 | 587.17 |
| 5# | 486.58 | 428.60 | 595.42 | 6.85 | 0 | 0 | 595.42 |
| JHT6 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 459.20 | 539.89 | 620.76 | 7.29 | 0.07 | 0.1 | 660.99 |
| 5# | 460.28 | 538.95 | 634.72 | 7.81 | 0.07 | 0.1 | 676.52 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 459.20 | 533.48 | 634.72 | 7.82 | 0.07 | 0.1 | 676.99 |
| 5# | 460.28 | 534.40 | 620.67 | 7.3 | 0.07 | 0.1 | 661.52 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 459.20 | 533.48 | 468.56 | 15.11 | 0 | 0 | 468.56 |
| 5# | 460.28 | 534.40 | 257.73 | 143.7 | 0 | 0 | 257.73 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 459.20 | 107.98 | 115.48 | 14.78 | 0 | 0 | 115.48 |
| 5# | 460.28 | 107.91 | 120.15 | 16.2 | 0 | 0 | 120.15 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 459.20 | 74.28 | 71.97 | 2.3 | 0.035 | 0.1 | 55.67 |
| 5# | 460.28 | 74.12 | 71.15 | 21.05 | 0.035 | 0.1 | 54.75 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 459.20 | 428.60 | 571.65 | 6.13 | 0 | 0 | 571.65 |
| 5# | 460.28 | 428.60 | 579.19 | 6.8 | 0 | 0 | 579.19 |
| JHT7 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 511.33 | 573.59 | 689.84 | 60.13 | 0.07 | 0.1 | 737.25 |
| 5# | 512.22 | 568.21 | 693.99 | 60.24 | 0.07 | 0.1 | 742.42 |
| 6# | 498.01 | 567.40 | 699.22 | 60.3 | 0.07 | 0.1 | 747.26 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 511.33 | 562.37 | 699.22 | 60.31 | 0.07 | 0.1 | 748.70 |
| 5# | 512.22 | 563.17 | 693.99 | 60.25 | 0.07 | 0.1 | 742.93 |
| 6# | 498.01 | 573.48 | 689.84 | 60.14 | 0.07 | 0.1 | 736.33 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 511.33 | 562.37 | 475.51 | 66.97 | 0 | 0 | 475.51 |
| 5# | 512.22 | 563.17 | 484.48 | 67.07 | 0 | 0 | 484.48 |
| 6# | 498.01 | 573.48 | 492.45 | 66.94 | 0 | 0 | 492.45 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 511.33 | 82.59 | 91.49 | 44.81 | 0 | 0 | 91.49 |
| 5# | 512.22 | 82.56 | 91.72 | 44.79 | 0 | 0 | 91.72 |
| 6# | 498.01 | 82.96 | 92.41 | 31.61 | 0 | 0 | 92.41 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 511.33 | 51.03 | 50.15 | 59.91 | 0.035 | 0.1 | 32.17 |
| 5# | 512.22 | 50.95 | 48.69 | 59.93 | 0.035 | 0.1 | 30.54 |
| 6# | 498.01 | 75.47 | 46.46 | 60.03 | 0.035 | 0.1 | 26.13 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 511.33 | 428.60 | 589.93 | 58.18 | 0 | 0 | 589.93 |
| 5# | 512.22 | 428.60 | 588.38 | 58.09 | 0 | 0 | 588.38 |
| 6# | 498.01 | 428.60 | 587.17 | 58 | 0 | 0 | 587.17 |
| JHT8 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 511.33 | 573.59 | 692.40 | 77.43 | 0.07 | 0.1 | 740.08 |
| 5# | 512.22 | 568.21 | 696.73 | 77.52 | 0.07 | 0.1 | 745.44 |
| 6# | 498.01 | 567.40 | 702.00 | 77.6 | 0.07 | 0.1 | 750.32 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 511.33 | 562.37 | 702.00 | 77.61 | 0.07 | 0.1 | 751.76 |
| 5# | 512.22 | 563.17 | 696.73 | 77.53 | 0.07 | 0.1 | 745.95 |
| 6# | 498.01 | 573.48 | 692.40 | 77.44 | 0.07 | 0.1 | 739.16 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 511.33 | 562.37 | 473.92 | 84.46 | 0 | 0 | 473.92 |
| 5# | 512.22 | 563.17 | 482.90 | 84.17 | 0 | 0 | 482.90 |
| 6# | 498.01 | 573.48 | 490.84 | 84.21 | 0 | 0 | 490.84 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 511.33 | 82.59 | 91.49 | 44.81 | 0 | 0 | 91.49 |
| 5# | 512.22 | 82.56 | 91.72 | 44.79 | 0 | 0 | 91.72 |
| 6# | 498.01 | 82.96 | 92.41 | 31.61 | 0 | 0 | 92.41 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 511.33 | 51.03 | 46.74 | 77.18 | 0.035 | 0.1 | 28.42 |
| 5# | 512.22 | 50.95 | 44.84 | 77.29 | 0.035 | 0.1 | 26.30 |
| 6# | 498.01 | 75.47 | 42.67 | 77.08 | 0.035 | 0.1 | 21.96 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 511.33 | 428.60 | 592.88 | 75.46 | 0 | 0 | 592.88 |
| 5# | 512.22 | 428.60 | 591.30 | 75.4 | 0 | 0 | 591.30 |
| 6# | 498.01 | 428.60 | 590.09 | 75.31 | 0 | 0 | 590.09 |
| JHT9 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 511.33 | 573.59 | 692.05 | 74.6 | 0.07 | 0.1 | 739.69 |
| 5# | 512.22 | 568.21 | 696.47 | 74.72 | 0.07 | 0.1 | 745.15 |
| 6# | 498.01 | 567.40 | 701.66 | 74.78 | 0.07 | 0.1 | 749.95 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 511.33 | 562.37 | 701.66 | 74.79 | 0.07 | 0.1 | 751.39 |
| 5# | 512.22 | 563.17 | 696.47 | 74.73 | 0.07 | 0.1 | 745.66 |
| 6# | 498.01 | 573.48 | 692.05 | 74.61 | 0.07 | 0.1 | 738.77 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 511.33 | 562.37 | 474.42 | 81.65 | 0 | 0 | 474.42 |
| 5# | 512.22 | 563.17 | 483.53 | 81.37 | 0 | 0 | 483.53 |
| 6# | 498.01 | 573.48 | 491.22 | 81.4 | 0 | 0 | 491.22 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 511.33 | 82.59 | 91.49 | 44.81 | 0 | 0 | 91.49 |
| 5# | 512.22 | 82.56 | 91.72 | 44.79 | 0 | 0 | 91.72 |
| 6# | 498.01 | 82.96 | 92.41 | 31.61 | 0 | 0 | 92.41 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 511.33 | 51.03 | 47.26 | 74.39 | 0.035 | 0.1 | 28.98 |
| 5# | 512.22 | 50.95 | 45.43 | 74.48 | 0.035 | 0.1 | 26.95 |
| 6# | 498.01 | 75.47 | 43.36 | 74.27 | 0.035 | 0.1 | 22.71 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 511.33 | 428.60 | 592.53 | 72.65 | 0 | 0 | 592.53 |
| 5# | 512.22 | 428.60 | 590.97 | 72.59 | 0 | 0 | 590.97 |
| 6# | 498.01 | 428.60 | 589.76 | 72.48 | 0 | 0 | 589.76 |
| JHT10 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 455.88 | 539.76 | 640.73 | 8.07 | 0.07 | 0.1 | 682.73 |
| 5# | 455.77 | 537.50 | 644.00 | 8.31 | 0.07 | 0.1 | 686.55 |
| 6# | 458.70 | 537.18 | 650.66 | 26.64 | 0.07 | 0.1 | 694.11 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 455.88 | 531.76 | 650.66 | 26.65 | 0.07 | 0.1 | 694.46 |
| 5# | 455.77 | 532.08 | 644.00 | 8.32 | 0.07 | 0.1 | 687.10 |
| 6# | 458.70 | 534.30 | 640.73 | 8.08 | 0.07 | 0.1 | 683.48 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 455.88 | 531.76 | 462.59 | 17.04 | 0 | 0 | 462.59 |
| 5# | 455.77 | 532.08 | 469.98 | 16.41 | 0 | 0 | 469.98 |
| 6# | 458.70 | 534.30 | 477.23 | 16.53 | 0 | 0 | 477.23 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 455.88 | 109.32 | 119.53 | 99.32 | 0 | 0 | 119.53 |
| 5# | 455.77 | 109.74 | 119.75 | 100.05 | 0 | 0 | 119.75 |
| 6# | 458.70 | 109.27 | 125.08 | 101.62 | 0 | 0 | 125.08 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 455.88 | 75.88 | 73.17 | 2.31 | 0.035 | 0.1 | 56.94 |
| 5# | 455.77 | 76.31 | 72.32 | 3.1 | 0.035 | 0.1 | 55.97 |
| 6# | 458.70 | 75.61 | 70.23 | 154.35 | 0.035 | 0.1 | 53.63 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 455.88 | 428.60 | 579.64 | 6.52 | 0 | 0 | 579.64 |
| 5# | 455.77 | 428.60 | 578.07 | 6.44 | 0 | 0 | 578.07 |
| 6# | 458.70 | 428.60 | 576.83 | 6.37 | 0 | 0 | 576.83 |
| JHT11 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 455.88 | 539.76 | 640.73 | 8.07 | 0.07 | 0.1 | 682.73 |
| 5# | 455.77 | 537.50 | 644.00 | 8.31 | 0.07 | 0.1 | 686.55 |
| 6# | 458.70 | 537.18 | 650.66 | 26.64 | 0.07 | 0.1 | 694.11 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 455.88 | 531.76 | 650.66 | 26.65 | 0.07 | 0.1 | 694.46 |
| 5# | 455.77 | 532.08 | 644.00 | 8.32 | 0.07 | 0.1 | 687.10 |
| 6# | 458.70 | 534.30 | 640.73 | 8.08 | 0.07 | 0.1 | 683.48 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 455.88 | 531.76 | 462.59 | 17.04 | 0 | 0 | 462.59 |
| 5# | 455.77 | 532.08 | 469.98 | 16.41 | 0 | 0 | 469.98 |
| 6# | 458.70 | 534.30 | 477.23 | 16.53 | 0 | 0 | 477.23 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 455.88 | 109.32 | 119.20 | 101.78 | 0 | 0 | 119.20 |
| 5# | 455.77 | 109.74 | 119.52 | 95.66 | 0 | 0 | 119.52 |
| 6# | 458.70 | 109.27 | 124.55 | 78.87 | 0 | 0 | 124.55 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 455.88 | 75.88 | 73.17 | 2.31 | 0.035 | 0.1 | 56.94 |
| 5# | 455.77 | 76.31 | 72.32 | 3.1 | 0.035 | 0.1 | 55.97 |
| 6# | 458.70 | 75.61 | 70.32 | 157.61 | 0.035 | 0.1 | 53.73 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 455.88 | 428.60 | 579.64 | 6.52 | 0 | 0 | 579.64 |
| 5# | 455.77 | 428.60 | 578.07 | 6.44 | 0 | 0 | 578.07 |
| 6# | 458.70 | 428.60 | 576.83 | 6.37 | 0 | 0 | 576.83 |
| JHT12 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 455.88 | 539.76 | 640.73 | 8.07 | 0.07 | 0.1 | 682.73 |
| 5# | 455.77 | 537.50 | 644.00 | 8.31 | 0.07 | 0.1 | 686.55 |
| 6# | 458.70 | 537.18 | 650.66 | 26.64 | 0.07 | 0.1 | 694.11 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 455.88 | 531.76 | 650.66 | 26.65 | 0.07 | 0.1 | 694.46 |
| 5# | 455.77 | 532.08 | 644.00 | 8.32 | 0.07 | 0.1 | 687.10 |
| 6# | 458.70 | 534.30 | 640.73 | 8.08 | 0.07 | 0.1 | 683.48 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 455.88 | 531.76 | 462.59 | 17.04 | 0 | 0 | 462.59 |
| 5# | 455.77 | 532.08 | 469.98 | 16.41 | 0 | 0 | 469.98 |
| 6# | 458.70 | 534.30 | 477.23 | 16.53 | 0 | 0 | 477.23 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 455.88 | 109.32 | 119.74 | 94.09 | 0 | 0 | 119.74 |
| 5# | 455.77 | 109.74 | 120.14 | 95.54 | 0 | 0 | 120.14 |
| 6# | 458.70 | 109.27 | 125.11 | 99.34 | 0 | 0 | 125.11 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 455.88 | 75.88 | 73.17 | 2.31 | 0.035 | 0.1 | 56.94 |
| 5# | 455.77 | 76.31 | 72.32 | 3.1 | 0.035 | 0.1 | 55.97 |
| 6# | 458.70 | 75.61 | 70.12 | 153.41 | 0.035 | 0.1 | 53.52 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 455.88 | 428.60 | 579.64 | 6.52 | 0 | 0 | 579.64 |
| 5# | 455.77 | 428.60 | 578.07 | 6.44 | 0 | 0 | 578.07 |
| 6# | 458.70 | 428.60 | 576.83 | 6.37 | 0 | 0 | 576.83 |
| JHT13 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 508.65 | 568.34 | 694.53 | 11.31 | 0.07 | 0.1 | 742.76 |
| 5# | 508.55 | 566.24 | 680.20 | 8.87 | 0.07 | 0.1 | 727.19 |
| 6# | 511.22 | 565.95 | 686.49 | 8.87 | 0.07 | 0.1 | 734.33 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 508.65 | 560.96 | 686.49 | 8.88 | 0.07 | 0.1 | 734.65 |
| 5# | 508.55 | 561.25 | 680.20 | 8.88 | 0.07 | 0.1 | 727.69 |
| 6# | 511.22 | 563.31 | 694.53 | 11.32 | 0.07 | 0.1 | 743.44 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 508.65 | 560.96 | 505.77 | 16.39 | 0 | 0 | 505.77 |
| 5# | 508.55 | 561.25 | 525.45 | 14.07 | 0 | 0 | 525.45 |
| 6# | 511.22 | 563.31 | 465.44 | 16.45 | 0 | 0 | 465.44 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 508.65 | 83.68 | 91.03 | 93.05 | 0 | 0 | 91.03 |
| 5# | 508.55 | 84.06 | 91.12 | 92.74 | 0 | 0 | 91.12 |
| 6# | 511.22 | 83.63 | 96.90 | 15.27 | 0 | 0 | 96.90 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 508.65 | 52.31 | 48.93 | 3.09 | 0.035 | 0.1 | 30.79 |
| 5# | 508.55 | 52.70 | 48.90 | 24.31 | 0.035 | 0.1 | 30.72 |
| 6# | 511.22 | 52.08 | 23.22 | 11.44 | 0.035 | 0.1 | 2.44 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 508.65 | 428.60 | 583.77 | 6.59 | 0 | 0 | 583.77 |
| 5# | 508.55 | 428.60 | 581.48 | 6.54 | 0 | 0 | 581.48 |
| 6# | 511.22 | 428.60 | 600.32 | 10.27 | 0 | 0 | 600.32 |
| JHT14 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 508.65 | 568.34 | 693.26 | 12.02 | 0.07 | 0.1 | 741.35 |
| 5# | 508.55 | 566.24 | 700.12 | 12.02 | 0.07 | 0.1 | 749.10 |
| 6# | 511.22 | 565.95 | 671.42 | 8.81 | 0.07 | 0.1 | 717.76 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 508.65 | 560.96 | 671.42 | 8.82 | 0.07 | 0.1 | 718.08 |
| 5# | 508.55 | 561.25 | 700.12 | 12.03 | 0.07 | 0.1 | 749.60 |
| 6# | 511.22 | 563.31 | 693.26 | 12.03 | 0.07 | 0.1 | 742.04 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 508.65 | 560.96 | 520.49 | 21.76 | 0 | 0 | 520.49 |
| 5# | 508.55 | 561.25 | 474.81 | 17.23 | 0 | 0 | 474.81 |
| 6# | 511.22 | 563.31 | 480.85 | 17.23 | 0 | 0 | 480.85 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 508.65 | 83.68 | 92.42 | 12.84 | 0 | 0 | 92.42 |
| 5# | 508.55 | 84.06 | 96.71 | 17.66 | 0 | 0 | 96.71 |
| 6# | 511.22 | 83.63 | 97.75 | 16.85 | 0 | 0 | 97.75 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 508.65 | 52.31 | 41.68 | 17.38 | 0.035 | 0.1 | 22.82 |
| 5# | 508.55 | 52.70 | 37.48 | 11.67 | 0.035 | 0.1 | 18.16 |
| 6# | 511.22 | 52.08 | 33.60 | 11.71 | 0.035 | 0.1 | 13.86 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 508.65 | 428.60 | 575.85 | 6.39 | 0 | 0 | 575.85 |
| 5# | 508.55 | 428.60 | 595.03 | 10.45 | 0 | 0 | 595.03 |
| 6# | 511.22 | 428.60 | 593.82 | 10.38 | 0 | 0 | 593.82 |
| JHT15 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 511.33 | 573.59 | 690.92 | 65 | 0.07 | 0.1 | 738.45 |
| 5# | 512.22 | 568.21 | 695.03 | 65.11 | 0.07 | 0.1 | 743.57 |
| 6# | 498.01 | 567.40 | 700.34 | 65.18 | 0.07 | 0.1 | 748.49 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 511.33 | 562.37 | 700.34 | 65.19 | 0.07 | 0.1 | 749.93 |
| 5# | 512.22 | 563.17 | 695.03 | 65.12 | 0.07 | 0.1 | 744.07 |
| 6# | 498.01 | 573.48 | 690.92 | 65.01 | 0.07 | 0.1 | 737.53 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 511.33 | 562.37 | 475.51 | 71.84 | 0 | 0 | 475.51 |
| 5# | 512.22 | 563.17 | 484.48 | 71.93 | 0 | 0 | 484.48 |
| 6# | 498.01 | 573.48 | 492.38 | 71.81 | 0 | 0 | 492.38 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 511.33 | 82.59 | 91.49 | 44.81 | 0 | 0 | 91.49 |
| 5# | 512.22 | 82.56 | 91.72 | 44.79 | 0 | 0 | 91.72 |
| 6# | 498.01 | 82.96 | 92.41 | 31.61 | 0 | 0 | 92.41 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 511.33 | 51.03 | 48.98 | 64.78 | 0.035 | 0.1 | 30.88 |
| 5# | 512.22 | 50.95 | 47.52 | 64.79 | 0.035 | 0.1 | 29.25 |
| 6# | 498.01 | 75.47 | 45.37 | 64.89 | 0.035 | 0.1 | 24.93 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 511.33 | 428.60 | 590.94 | 63.05 | 0 | 0 | 590.94 |
| 5# | 512.22 | 428.60 | 589.37 | 62.95 | 0 | 0 | 589.37 |
| 6# | 498.01 | 428.60 | 588.15 | 62.87 | 0 | 0 | 588.15 |
| JHT16 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 455.88 | 539.76 | 640.73 | 8.07 | 0.07 | 0.1 | 682.73 |
| 5# | 455.77 | 537.50 | 644.00 | 8.31 | 0.07 | 0.1 | 686.55 |
| 6# | 458.70 | 537.18 | 650.66 | 26.64 | 0.07 | 0.1 | 694.11 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 455.88 | 531.76 | 650.66 | 26.65 | 0.07 | 0.1 | 694.46 |
| 5# | 455.77 | 532.08 | 644.00 | 8.32 | 0.07 | 0.1 | 687.10 |
| 6# | 458.70 | 534.30 | 640.73 | 8.08 | 0.07 | 0.1 | 683.48 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 455.88 | 531.76 | 462.59 | 17.04 | 0 | 0 | 462.59 |
| 5# | 455.77 | 532.08 | 469.98 | 16.41 | 0 | 0 | 469.98 |
| 6# | 458.70 | 534.30 | 477.23 | 16.53 | 0 | 0 | 477.23 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 455.88 | 109.32 | 119.79 | 95.5 | 0 | 0 | 119.79 |
| 5# | 455.77 | 109.74 | 120.06 | 92.31 | 0 | 0 | 120.06 |
| 6# | 458.70 | 109.27 | 124.99 | 91.5 | 0 | 0 | 124.99 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 455.88 | 75.88 | 73.17 | 2.31 | 0.035 | 0.1 | 56.94 |
| 5# | 455.77 | 76.31 | 72.32 | 3.1 | 0.035 | 0.1 | 55.97 |
| 6# | 458.70 | 75.61 | 70.09 | 154.27 | 0.035 | 0.1 | 53.48 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 455.88 | 428.60 | 579.64 | 6.52 | 0 | 0 | 579.64 |
| 5# | 455.77 | 428.60 | 578.07 | 6.44 | 0 | 0 | 578.07 |
| 6# | 458.70 | 428.60 | 576.83 | 6.37 | 0 | 0 | 576.83 |

**表5-10 水泵工况大波动机组参数计算结果**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工况 | 控制参数 | 机组 | 净水头 | 初始值 | 计算极值 | 极值发生时间(s) | 压力脉动(%) | 计算误差(%) | 修正值 |
| SJP1 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 473.42 | 552.73 | 570.99 | 36.16 | 0.02 | 0.1 | 582.29 |
| 5# | 475.02 | 557.05 | 572.31 | 31.61 | 0.02 | 0.1 | 583.34 |
| 6# | 470.62 | 555.31 | 573.48 | 31.72 | 0.02 | 0.1 | 584.71 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 473.42 | 551.23 | 573.48 | 31.73 | 0.02 | 0.1 | 585.17 |
| 5# | 475.02 | 553.01 | 572.31 | 31.62 | 0.02 | 0.1 | 583.74 |
| 6# | 470.62 | 548.56 | 570.99 | 36.17 | 0.02 | 0.1 | 582.65 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 473.42 | 551.23 | 382.84 | 7.36 | 0 | 0 | 382.84 |
| 5# | 475.02 | 553.01 | 383.70 | 8.02 | 0 | 0 | 383.70 |
| 6# | 470.62 | 548.56 | 387.41 | 7.36 | 0 | 0 | 387.41 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 473.42 | 104.75 | 173.34 | 8.03 | 0 | 0 | 173.34 |
| 5# | 475.02 | 104.71 | 158.27 | 8.3 | 0 | 0 | 158.27 |
| 6# | 470.62 | 105.26 | 166.39 | 8.03 | 0 | 0 | 166.39 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 473.42 | 77.81 | 73.55 | 7.73 | 0.035 | 0.1 | 56.56 |
| 5# | 475.02 | 77.99 | 78.40 | 0.01 | 0.035 | 0.1 | 61.81 |
| 6# | 470.62 | 77.94 | 78.31 | 0.01 | 0.035 | 0.1 | 61.88 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 473.42 | -428.60 | 368.62 | 32.2 | 0 | 0 | 368.62 |
| 5# | 475.02 | -428.60 | 368.93 | 32.17 | 0 | 0 | 368.93 |
| 6# | 470.62 | -428.60 | 369.17 | 32.14 | 0 | 0 | 369.17 |
| SJP2 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 518.20 | 578.87 | 597.03 | 28.07 | 0.02 | 0.1 | 609.21 |
| 5# | 519.31 | 581.80 | 598.17 | 28.09 | 0.02 | 0.1 | 610.19 |
| 6# | 516.28 | 580.62 | 599.34 | 28.05 | 0.02 | 0.1 | 611.54 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 518.20 | 577.86 | 599.34 | 28.06 | 0.02 | 0.1 | 611.86 |
| 5# | 519.31 | 579.07 | 598.17 | 28.1 | 0.02 | 0.1 | 610.47 |
| 6# | 516.28 | 576.06 | 597.03 | 28.08 | 0.02 | 0.1 | 609.46 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 518.20 | 577.86 | 411.48 | 4.46 | 0 | 0 | 411.48 |
| 5# | 519.31 | 579.07 | 416.54 | 4.45 | 0 | 0 | 416.54 |
| 6# | 516.28 | 576.06 | 418.50 | 6.28 | 0 | 0 | 418.50 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 518.20 | 80.14 | 149.06 | 7.74 | 0 | 0 | 149.06 |
| 5# | 519.31 | 80.11 | 138.90 | 7.74 | 0 | 0 | 138.90 |
| 6# | 516.28 | 80.49 | 146.93 | 8.06 | 0 | 0 | 146.93 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 518.20 | 59.65 | 28.83 | 8.05 | 0.035 | 0.1 | 7.61 |
| 5# | 519.31 | 59.76 | 43.49 | 6.93 | 0.035 | 0.1 | 23.69 |
| 6# | 516.28 | 59.78 | 49.58 | 7.75 | 0.035 | 0.1 | 30.49 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 518.20 | -428.60 | 305.63 | 30.53 | 0 | 0 | 305.63 |
| 5# | 519.31 | -428.60 | 306.24 | 30.51 | 0 | 0 | 306.24 |
| 6# | 516.28 | -428.60 | 306.87 | 30.49 | 0 | 0 | 306.87 |
| SJP3 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 446.51 | 547.01 | 655.23 | 2.06 | 0.02 | 0.1 | 674.98 |
| 5# | 446.51 | 547.02 | 658.58 | 2.08 | 0.02 | 0.1 | 678.67 |
| 6# | 446.50 | 547.02 | 660.27 | 2.21 | 0.02 | 0.1 | 680.52 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 446.51 | 547.01 | 660.27 | 2.22 | 0.02 | 0.1 | 680.52 |
| 5# | 446.51 | 547.01 | 658.58 | 2.09 | 0.02 | 0.1 | 678.67 |
| 6# | 446.50 | 547.00 | 655.23 | 2.07 | 0.02 | 0.1 | 674.98 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 446.51 | 547.01 | 484.72 | 0.43 | 0 | 0 | 484.72 |
| 5# | 446.51 | 547.01 | 489.02 | 0.04 | 0 | 0 | 489.02 |
| 6# | 446.50 | 547.00 | 489.54 | 0.03 | 0 | 0 | 489.54 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 446.51 | 107.50 | 122.45 | 3.02 | 0 | 0 | 122.45 |
| 5# | 446.51 | 107.50 | 120.02 | 2.95 | 0 | 0 | 120.02 |
| 6# | 446.50 | 107.50 | 117.65 | 2.97 | 0 | 0 | 117.65 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 446.51 | 100.50 | 61.42 | 2.55 | 0.035 | 0.1 | 41.88 |
| 5# | 446.51 | 100.50 | 68.39 | 2.66 | 0.035 | 0.1 | 49.56 |
| 6# | 446.50 | 100.50 | 60.83 | 2.52 | 0.035 | 0.1 | 41.23 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 446.51 | -428.60 | -428.60 | 0.01 | 0 | 0 | -428.60 |
| 5# | 446.51 | -428.60 | -428.60 | 0.01 | 0 | 0 | -428.60 |
| 6# | 446.50 | -428.60 | -428.60 | 0.01 | 0 | 0 | -428.60 |
| SJP4 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 500.01 | 575.01 | 661.64 | 2.21 | 0.02 | 0.1 | 680.31 |
| 5# | 500.01 | 575.01 | 659.84 | 2.08 | 0.02 | 0.1 | 678.32 |
| 6# | 500.00 | 575.01 | 668.52 | 2.19 | 0.02 | 0.1 | 687.87 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 500.01 | 575.01 | 668.52 | 2.2 | 0.02 | 0.1 | 687.87 |
| 5# | 500.01 | 575.01 | 659.84 | 2.09 | 0.02 | 0.1 | 678.32 |
| 6# | 500.00 | 575.00 | 661.64 | 2.22 | 0.02 | 0.1 | 680.31 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 500.01 | 575.01 | 524.07 | 0.43 | 0 | 0 | 524.07 |
| 5# | 500.01 | 575.01 | 527.04 | 0.04 | 0 | 0 | 527.04 |
| 6# | 500.00 | 575.00 | 527.47 | 0.03 | 0 | 0 | 527.47 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 500.01 | 82.00 | 95.20 | 2.2 | 0 | 0 | 95.20 |
| 5# | 500.01 | 82.00 | 92.52 | 3.01 | 0 | 0 | 92.52 |
| 6# | 500.00 | 82.00 | 92.03 | 2.24 | 0 | 0 | 92.03 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 500.01 | 75.00 | 42.66 | 2.55 | 0.035 | 0.1 | 21.92 |
| 5# | 500.01 | 75.00 | 46.76 | 2.66 | 0.035 | 0.1 | 26.44 |
| 6# | 500.00 | 75.00 | 40.39 | 2.52 | 0.035 | 0.1 | 19.43 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 500.01 | -428.60 | -428.60 | 0.01 | 0 | 0 | -428.60 |
| 5# | 500.01 | -428.60 | -428.60 | 0.01 | 0 | 0 | -428.60 |
| 6# | 500.00 | -428.60 | -428.60 | 0.01 | 0 | 0 | -428.60 |
| SJP5 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 494.93 | 579.86 | 596.70 | 32.8 | 0.02 | 0.1 | 608.29 |
| 5# | 496.27 | 583.52 | 598.10 | 29.03 | 0.02 | 0.1 | 609.49 |
| 6# | 492.58 | 582.05 | 599.21 | 29.05 | 0.02 | 0.1 | 610.78 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 494.93 | 578.59 | 599.21 | 29.06 | 0.02 | 0.1 | 611.17 |
| 5# | 496.27 | 580.10 | 598.10 | 29.04 | 0.02 | 0.1 | 609.83 |
| 6# | 492.58 | 576.33 | 596.70 | 32.81 | 0.02 | 0.1 | 608.59 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 494.93 | 578.59 | 402.78 | 7.51 | 0 | 0 | 402.78 |
| 5# | 496.27 | 580.10 | 410.46 | 7.25 | 0 | 0 | 410.46 |
| 6# | 492.58 | 576.33 | 411.97 | 7.19 | 0 | 0 | 411.97 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 494.93 | 107.56 | 157.80 | 7.26 | 0 | 0 | 157.80 |
| 5# | 496.27 | 107.54 | 156.83 | 7.16 | 0 | 0 | 156.83 |
| 6# | 492.58 | 108.00 | 159.02 | 7.21 | 0 | 0 | 159.02 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 494.93 | 83.66 | 54.44 | 7.52 | 0.035 | 0.1 | 34.19 |
| 5# | 496.27 | 83.83 | 66.87 | 7.53 | 0.035 | 0.1 | 47.80 |
| 6# | 492.58 | 83.74 | 68.99 | 7.56 | 0.035 | 0.1 | 50.27 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 494.93 | -428.60 | 305.66 | 31.33 | 0 | 0 | 305.66 |
| 5# | 496.27 | -428.60 | 305.80 | 31.34 | 0 | 0 | 305.80 |
| 6# | 492.58 | -428.60 | 306.26 | 31.32 | 0 | 0 | 306.26 |
| SJP6 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 494.93 | 579.86 | 603.73 | 29 | 0.02 | 0.1 | 616.02 |
| 5# | 496.27 | 583.52 | 604.73 | 28.99 | 0.02 | 0.1 | 616.78 |
| 6# | 492.58 | 582.05 | 607.19 | 29 | 0.02 | 0.1 | 619.55 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 494.93 | 578.59 | 596.38 | 29 | 0.02 | 0.1 | 608.06 |
| 5# | 496.27 | 580.10 | 594.32 | 29 | 0.02 | 0.1 | 605.67 |
| 6# | 492.58 | 576.33 | 593.54 | 29 | 0.02 | 0.1 | 605.12 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 494.93 | 578.59 | 407.54 | 4.71 | 0 | 0 | 407.54 |
| 5# | 496.27 | 580.10 | 413.35 | 4.58 | 0 | 0 | 413.35 |
| 6# | 492.58 | 576.33 | 418.21 | 4.51 | 0 | 0 | 418.21 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 494.93 | 107.56 | 140.88 | 5.76 | 0 | 0 | 140.88 |
| 5# | 496.27 | 107.54 | 139.71 | 5.83 | 0 | 0 | 139.71 |
| 6# | 492.58 | 108.00 | 141.19 | 5.86 | 0 | 0 | 141.19 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 494.93 | 83.66 | 84.04 | 0.01 | 0.035 | 0.1 | 66.75 |
| 5# | 496.27 | 83.83 | 84.22 | 0.01 | 0.035 | 0.1 | 66.89 |
| 6# | 492.58 | 83.74 | 84.10 | 0.01 | 0.035 | 0.1 | 66.89 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 494.93 | -428.60 | 524.67 | 29 | 0 | 0 | 524.67 |
| 5# | 496.27 | -428.60 | 524.70 | 29 | 0 | 0 | 524.70 |
| 6# | 492.58 | -428.60 | 524.79 | 29 | 0 | 0 | 524.79 |
| JHP1 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 473.42 | 552.73 | 583.44 | 31.88 | 0.02 | 0.1 | 595.98 |
| 5# | 475.02 | 557.05 | 579.19 | 31.61 | 0.02 | 0.1 | 590.90 |
| 6# | 470.62 | 555.31 | 580.32 | 31.72 | 0.02 | 0.1 | 592.23 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 473.42 | 551.23 | 580.32 | 31.73 | 0.02 | 0.1 | 592.70 |
| 5# | 475.02 | 553.01 | 579.19 | 31.62 | 0.02 | 0.1 | 591.31 |
| 6# | 470.62 | 548.56 | 576.22 | 31.93 | 0.02 | 0.1 | 588.40 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 473.42 | 551.23 | 382.45 | 7.36 | 0 | 0 | 382.45 |
| 5# | 475.02 | 553.01 | 380.64 | 8.02 | 0 | 0 | 380.64 |
| 6# | 470.62 | 548.56 | 311.20 | 99.84 | 0 | 0 | 311.20 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 473.42 | 104.75 | 169.30 | 8.03 | 0 | 0 | 169.30 |
| 5# | 475.02 | 104.71 | 163.64 | 8.03 | 0 | 0 | 163.64 |
| 6# | 470.62 | 105.26 | 156.83 | 8.3 | 0 | 0 | 156.83 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 473.42 | 77.81 | 78.20 | 0.01 | 0.035 | 0.1 | 61.67 |
| 5# | 475.02 | 77.99 | 78.40 | 0.01 | 0.035 | 0.1 | 61.81 |
| 6# | 470.62 | 77.94 | 78.31 | 0.01 | 0.035 | 0.1 | 61.88 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 473.42 | -428.60 | 365.25 | 32.42 | 0 | 0 | 365.25 |
| 5# | 475.02 | -428.60 | 365.46 | 32.41 | 0 | 0 | 365.46 |
| 6# | 470.62 | -428.60 | 527.25 | 31.32 | 0 | 0 | 527.25 |
| JHP2 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 471.08 | 548.12 | 602.42 | 0.51 | 0.02 | 0.1 | 617.27 |
| 5# | 470.71 | 553.32 | 580.63 | 2.05 | 0.02 | 0.1 | 592.77 |
| 6# | 448.16 | 553.59 | 577.07 | 2.1 | 0.02 | 0.1 | 588.38 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 471.08 | 549.44 | 577.07 | 2.11 | 0.02 | 0.1 | 589.26 |
| 5# | 470.71 | 549.15 | 580.63 | 2.06 | 0.02 | 0.1 | 593.19 |
| 6# | 448.16 | 548.12 | 602.42 | 0.52 | 0.02 | 0.1 | 616.81 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 471.08 | 549.44 | 391.89 | 56.47 | 0 | 0 | 391.89 |
| 5# | 470.71 | 549.15 | 398.63 | 56.34 | 0 | 0 | 398.63 |
| 6# | 448.16 | 548.12 | 401.78 | 56.19 | 0 | 0 | 401.78 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 471.08 | 105.64 | 136.02 | 59.52 | 0 | 0 | 136.02 |
| 5# | 470.71 | 105.78 | 136.98 | 59.36 | 0 | 0 | 136.98 |
| 6# | 448.16 | 106.99 | 136.79 | 57.2 | 0 | 0 | 136.79 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 471.08 | 78.36 | 66.55 | 0.7 | 0.035 | 0.1 | 48.88 |
| 5# | 470.71 | 78.45 | 65.49 | 0.64 | 0.035 | 0.1 | 47.72 |
| 6# | 448.16 | 99.95 | 68.13 | 0.66 | 0.035 | 0.1 | 49.27 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 471.08 | -428.60 | 113.48 | 70.01 | 0 | 0 | 113.48 |
| 5# | 470.71 | -428.60 | 116.37 | 70.01 | 0 | 0 | 116.37 |
| 6# | 448.16 | -428.60 | 118.38 | 70.01 | 0 | 0 | 118.38 |
| JHP3 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 471.08 | 548.12 | 602.42 | 0.51 | 0.02 | 0.1 | 617.27 |
| 5# | 470.71 | 553.32 | 589.81 | 93.43 | 0.02 | 0.1 | 602.88 |
| 6# | 448.16 | 553.59 | 592.71 | 93.29 | 0.02 | 0.1 | 605.58 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 471.08 | 549.44 | 584.14 | 93.85 | 0.02 | 0.1 | 597.03 |
| 5# | 470.71 | 549.15 | 581.64 | 93.93 | 0.02 | 0.1 | 594.31 |
| 6# | 448.16 | 548.12 | 602.42 | 0.52 | 0.02 | 0.1 | 616.81 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 471.08 | 549.44 | 391.12 | 65.11 | 0 | 0 | 391.12 |
| 5# | 470.71 | 549.15 | 397.98 | 65.01 | 0 | 0 | 397.98 |
| 6# | 448.16 | 548.12 | 402.28 | 64.83 | 0 | 0 | 402.28 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 471.08 | 105.64 | 137.99 | 68.12 | 0 | 0 | 137.99 |
| 5# | 470.71 | 105.78 | 138.11 | 67.93 | 0 | 0 | 138.11 |
| 6# | 448.16 | 106.99 | 138.64 | 68.05 | 0 | 0 | 138.64 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 471.08 | 78.36 | 66.55 | 0.7 | 0.035 | 0.1 | 48.88 |
| 5# | 470.71 | 78.45 | 65.49 | 0.64 | 0.035 | 0.1 | 47.72 |
| 6# | 448.16 | 99.95 | 68.13 | 0.66 | 0.035 | 0.1 | 49.27 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 471.08 | -428.60 | 530.00 | 93.03 | 0 | 0 | 530.00 |
| 5# | 470.71 | -428.60 | 528.83 | 92.93 | 0 | 0 | 528.83 |
| 6# | 448.16 | -428.60 | 527.96 | 92.84 | 0 | 0 | 527.96 |
| JHP4 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 471.08 | 548.12 | 602.42 | 0.51 | 0.02 | 0.1 | 617.27 |
| 5# | 470.71 | 553.32 | 588.31 | 95 | 0.02 | 0.1 | 601.23 |
| 6# | 448.16 | 553.59 | 590.81 | 94.62 | 0.02 | 0.1 | 603.50 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 471.08 | 549.44 | 577.56 | 95 | 0.02 | 0.1 | 589.79 |
| 5# | 470.71 | 549.15 | 580.63 | 2.06 | 0.02 | 0.1 | 593.19 |
| 6# | 448.16 | 548.12 | 602.42 | 0.52 | 0.02 | 0.1 | 616.81 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 471.08 | 549.44 | 390.94 | 67.89 | 0 | 0 | 390.94 |
| 5# | 470.71 | 549.15 | 398.27 | 67.76 | 0 | 0 | 398.27 |
| 6# | 448.16 | 548.12 | 402.63 | 67.62 | 0 | 0 | 402.63 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 471.08 | 105.64 | 138.50 | 68.32 | 0 | 0 | 138.50 |
| 5# | 470.71 | 105.78 | 138.26 | 70.73 | 0 | 0 | 138.26 |
| 6# | 448.16 | 106.99 | 138.23 | 70.64 | 0 | 0 | 138.23 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 471.08 | 78.36 | 66.55 | 0.7 | 0.035 | 0.1 | 48.88 |
| 5# | 470.71 | 78.45 | 65.49 | 0.64 | 0.035 | 0.1 | 47.72 |
| 6# | 448.16 | 99.95 | 68.13 | 0.66 | 0.035 | 0.1 | 49.27 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 471.08 | -428.60 | 528.85 | 95 | 0 | 0 | 528.85 |
| 5# | 470.71 | -428.60 | 528.00 | 95 | 0 | 0 | 528.00 |
| 6# | 448.16 | -428.60 | 527.33 | 95 | 0 | 0 | 527.33 |
| JHP5 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 446.51 | 547.01 | 597.59 | 2.91 | 0.02 | 0.1 | 611.58 |
| 5# | 446.51 | 547.02 | 606.48 | 2.87 | 0.02 | 0.1 | 621.35 |
| 6# | 446.50 | 547.02 | 601.77 | 2.96 | 0.02 | 0.1 | 616.17 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 446.51 | 547.01 | 601.77 | 2.97 | 0.02 | 0.1 | 616.17 |
| 5# | 446.51 | 547.01 | 606.48 | 2.88 | 0.02 | 0.1 | 621.36 |
| 6# | 446.50 | 547.00 | 597.59 | 2.92 | 0.02 | 0.1 | 611.58 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 446.51 | 547.01 | 391.25 | 66.96 | 0 | 0 | 391.25 |
| 5# | 446.51 | 547.01 | 397.66 | 66.81 | 0 | 0 | 397.66 |
| 6# | 446.50 | 547.00 | 401.59 | 66.71 | 0 | 0 | 401.59 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 446.51 | 107.50 | 142.10 | 69.98 | 0 | 0 | 142.10 |
| 5# | 446.51 | 107.50 | 143.35 | 69.81 | 0 | 0 | 143.35 |
| 6# | 446.50 | 107.50 | 143.39 | 69.77 | 0 | 0 | 143.39 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 446.51 | 100.50 | 62.33 | 0.86 | 0.035 | 0.1 | 42.88 |
| 5# | 446.51 | 100.50 | 63.06 | 0.01 | 0.035 | 0.1 | 43.69 |
| 6# | 446.50 | 100.50 | 54.98 | 0.32 | 0.035 | 0.1 | 34.80 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 446.51 | -428.60 | 530.16 | 94.78 | 0 | 0 | 530.16 |
| 5# | 446.51 | -428.60 | 528.98 | 94.68 | 0 | 0 | 528.98 |
| 6# | 446.50 | -428.60 | 528.10 | 94.59 | 0 | 0 | 528.10 |
| JHP6 | 球阀上游最大动水压力(m) | 4# | 471.08 | 548.12 | 602.42 | 0.51 | 0.02 | 0.1 | 617.27 |
| 5# | 470.71 | 553.32 | 580.63 | 2.05 | 0.02 | 0.1 | 592.77 |
| 6# | 448.16 | 553.59 | 577.07 | 2.1 | 0.02 | 0.1 | 588.38 |
| 蜗壳最大动水压力(m) | 4# | 471.08 | 549.44 | 624.01 | 94.98 | 0.02 | 0.1 | 640.89 |
| 5# | 470.71 | 549.15 | 624.19 | 94.87 | 0.02 | 0.1 | 641.11 |
| 6# | 448.16 | 548.12 | 624.99 | 94.95 | 0.02 | 0.1 | 641.64 |
| 蜗壳最小动水压力(m) | 4# | 471.08 | 549.44 | 540.73 | 0.72 | 0 | 0 | 540.73 |
| 5# | 470.71 | 549.15 | 538.28 | 0.36 | 0 | 0 | 538.28 |
| 6# | 448.16 | 548.12 | 490.99 | 0.04 | 0 | 0 | 490.99 |
| 尾水管出口最大动水压力 (m) | 4# | 471.08 | 111.32 | 128.31 | 4.25 | 0 | 0 | 128.31 |
| 5# | 470.71 | 111.46 | 126.80 | 0.35 | 0 | 0 | 126.80 |
| 6# | 448.16 | 112.74 | 133.97 | 0.23 | 0 | 0 | 133.97 |
| 尾水管进口最小动水压力 (m) | 4# | 471.08 | 78.36 | 66.55 | 0.7 | 0.035 | 0.1 | 48.88 |
| 5# | 470.71 | 78.45 | 65.49 | 0.64 | 0.035 | 0.1 | 47.72 |
| 6# | 448.16 | 99.95 | 68.13 | 0.66 | 0.035 | 0.1 | 49.27 |
| 机组最大转速 (rpm) | 4# | 471.08 | -428.60 | -428.60 | 0.01 | 0 | 0 | -428.60 |
| 5# | 470.71 | -428.60 | -428.60 | 0.01 | 0 | 0 | -428.60 |
| 6# | 448.16 | -428.60 | -428.60 | 0.01 | 0 | 0 | -428.60 |

### 上游进出水口闸门井结果

**表5-11 水轮机工况上游进出水口闸门井最高/最低涌浪水位计算结果**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工况 | 初始水位(m) | 最高涌浪(m) | 极值发生时间（s） | 最低涌浪(m) | 极值发生时间（s） | 底板向下最大压差(m) | 极值发生时间（s） | 底板向上最大压差(m) | 极值发生时间（s） |
| SJT1 | 607.86 | 612.65 | 13.39 | 606.05 | 71.89 | 0.15 | 36.09 | 0.47 | 11.09 |
| SJT2 | 595.48 | 602.08 | 15.03 | 593.26 | 72.11 | 0.67 | 18.88 | 0.42 | 27.55 |
| SJT3 | 579.85 | 586.15 | 15.09 | 577.67 | 72.29 | 0.6 | 19.1 | 0.37 | 27.55 |
| SJT4 | 579.93 | 580.48 | 75.6 | 578.82 | 35.68 | 0 | 14.78 | 0 | 53.84 |
| SJT5 | 607.94 | 611.65 | 13.87 | 606.08 | 70.27 | 0.18 | 18.38 | 0.18 | 11.09 |
| SJT6 | 595.58 | 599.73 | 14.85 | 593.59 | 71.18 | 0.28 | 35.06 | 0.24 | 26.96 |
| SJT7 | 579.93 | 583.92 | 14.89 | 577.99 | 71.36 | 0.26 | 35.3 | 0.21 | 26.96 |
| SJT8 | 609.36 | 613.03 | 13.58 | 608.28 | 75.77 | 0.01 | 40.34 | 0.52 | 12.08 |
| JHT1 | 607.86 | 613.72 | 14.77 | 605.53 | 55.53 | 0.54 | 18.88 | 0.36 | 26.91 |
| JHT2 | 595.48 | 601.72 | 15.2 | 593.35 | 57.22 | 0.59 | 19.1 | 0.37 | 27.55 |
| JHT3 | 579.85 | 585.8 | 15.26 | 577.84 | 57.51 | 0.52 | 19.1 | 0.32 | 27.72 |
| JHT4 | 607.94 | 611.42 | 14.77 | 605.98 | 55.15 | 0.21 | 35.3 | 0.16 | 26.93 |
| JHT5 | 595.58 | 599.44 | 15.13 | 593.59 | 56.29 | 0.25 | 36.1 | 0.19 | 27.61 |
| JHT6 | 579.93 | 583.63 | 15.19 | 578.05 | 56.62 | 0.21 | 36.38 | 0.16 | 27.61 |
| JHT7 | 607.93 | 615.11 | 65.72 | 605.53 | 122.03 | 0.84 | 69.5 | 0.53 | 77.95 |
| JHT8 | 607.93 | 614.78 | 83.14 | 605.52 | 139.29 | 0.69 | 87.14 | 0.44 | 95.3 |
| JHT9 | 607.93 | 614.88 | 80.27 | 605.51 | 136.45 | 0.71 | 84.26 | 0.44 | 92.41 |
| JHT10 | 579.85 | 586.15 | 15.09 | 577.73 | 72.38 | 0.6 | 19.1 | 0.37 | 27.55 |
| JHT11 | 579.85 | 586.15 | 15.09 | 577.76 | 72.32 | 0.6 | 19.1 | 0.37 | 27.55 |
| JHT12 | 579.85 | 586.15 | 15.09 | 577.54 | 72.54 | 0.6 | 19.1 | 0.37 | 27.55 |
| JHT13 | 607.86 | 612.39 | 14.42 | 606.05 | 72.46 | 0.13 | 36.38 | 0.31 | 12.14 |
| JHT14 | 607.86 | 612.31 | 15.83 | 606.09 | 73.84 | 0.11 | 37.82 | 0.31 | 13.55 |
| JHT15 | 607.93 | 612.84 | 69.34 | 606.05 | 128.38 | 0.13 | 92.54 | 0.48 | 67.52 |
| JHT16 | 579.85 | 586.15 | 15.09 | 577.09 | 72.24 | 0.6 | 19.1 | 0.37 | 27.55 |

**表5-12 水泵工况上游进出水口闸门井最高/最低涌浪水位计算结果**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工况 | 初始水位(m) | 最高涌浪(m) | 极值发生时间（s） | 最低涌浪(m) | 极值发生时间（s） | 底板向下最大压差(m) | 极值发生时间（s） | 底板向上最大压差(m) | 极值发生时间（s） |
| SJP1 | 580.41 | 584.14 | 38.06 | 571.13 | 13.03 | 0.92 | 8.77 | 0.68 | 33.01 |
| SJP2 | 608.28 | 611.51 | 36.73 | 600.12 | 12.61 | 0.78 | 8.38 | 0.6 | 16.78 |
| SJP3 | 580 | 582.8 | 32.18 | 579.41 | 74.6 | 0.01 | 38.38 | 0.03 | 10.06 |
| SJP4 | 608 | 610.4 | 31.53 | 607.3 | 73.13 | 0.01 | 37.56 | 0.02 | 10.78 |
| SJP5 | 608.35 | 611.56 | 37.04 | 599.67 | 12.79 | 0.88 | 8.61 | 0.65 | 16.95 |
| SJP6 | 608.35 | 608.35 | 0.01 | 599 | 13.15 | 0.84 | 8.79 | 0.51 | 17.12 |
| JHP1 | 580.41 | 584.74 | 38.53 | 571.05 | 13.17 | 0.88 | 8.78 | 0.8 | 33.31 |
| JHP2 | 580.19 | 581.29 | 32.8 | 570.34 | 64.21 | 0.86 | 59.87 | 0.56 | 68.23 |
| JHP3 | 580.19 | 581.29 | 32.8 | 570.47 | 72.93 | 0.8 | 68.56 | 0.93 | 93.9 |
| JHP4 | 580.19 | 581.29 | 32.8 | 570.55 | 75.76 | 0.77 | 71.38 | 0.7 | 95 |
| JHP5 | 580 | 582.88 | 34.02 | 569.35 | 74.94 | 0.29 | 70.56 | 0.55 | 96.53 |
| JHP6 | 580.19 | 581.29 | 32.8 | 579.84 | 85.5 | 0 | 52.58 | 0 | 12.09 |

### 上游调压室结果

**表5-11 水轮机工况上游调压室最高/最低涌浪水位计算结果**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工况 | 初始水位(m) | 最高涌浪(m) | 极值发生时间（s） | 最低涌浪(m) | 极值发生时间（s） | 底板向下最大压差(m) | 极值发生时间（s） | 底板向上最大压差(m) | 极值发生时间（s） |
| SJT1 | 607.16 | 617 | 16.37 | 603.1 | 73.57 | 2.9 | 43.55 | 14.62 | 10.33 |
| SJT2 | 594.66 | 605.23 | 17.76 | 591.33 | 73.88 | 2.43 | 34.4 | 12.75 | 10.57 |
| SJT3 | 579.08 | 589.46 | 17.88 | 575.74 | 73.84 | 2.35 | 47.12 | 11.91 | 10.57 |
| SJT4 | 579.61 | 581.67 | 81.74 | 575.1 | 38.03 | 0.42 | 18.06 | 0.55 | 57.83 |
| SJT5 | 607.63 | 615.02 | 26.99 | 603.8 | 72.16 | 1.91 | 43.04 | 8.08 | 9.82 |
| SJT6 | 595.21 | 602.84 | 29.09 | 591.96 | 73.16 | 1.82 | 32.48 | 7.27 | 10.44 |
| SJT7 | 579.59 | 586.9 | 29.44 | 576.38 | 73.11 | 1.7 | 32.84 | 6.81 | 10.52 |
| SJT8 | 608.67 | 618.38 | 16.29 | 604.56 | 73.16 | 2.86 | 46.84 | 14.47 | 10.27 |
| JHT1 | 607.16 | 616.54 | 17.1 | 604.08 | 70.62 | 2.39 | 34.76 | 12.04 | 10.27 |
| JHT2 | 594.66 | 604.93 | 17.91 | 592.43 | 70.59 | 3.22 | 37.34 | 11.58 | 10.64 |
| JHT3 | 579.08 | 589.16 | 18.03 | 576.82 | 70.35 | 3.18 | 39.26 | 10.76 | 10.64 |
| JHT4 | 607.63 | 613.96 | 28.63 | 604.94 | 66.94 | 1.42 | 33.93 | 6.04 | 10.07 |
| JHT5 | 595.21 | 602.14 | 16.74 | 593.04 | 66.94 | 2.14 | 35.55 | 6.58 | 10.93 |
| JHT6 | 579.59 | 586.4 | 16.88 | 577.44 | 66.91 | 2.05 | 36.23 | 6.12 | 10.93 |
| JHT7 | 607.57 | 617.87 | 80.04 | 602.72 | 124.9 | 3.42 | 98.62 | 16.93 | 61.67 |
| JHT8 | 607.57 | 619.03 | 84.88 | 602.77 | 138.64 | 3.53 | 112.19 | 14.38 | 78.96 |
| JHT9 | 607.57 | 619.02 | 82.11 | 602.73 | 135.87 | 3.59 | 109.37 | 14.83 | 76.14 |
| JHT10 | 579.08 | 589.46 | 17.88 | 575.26 | 84.8 | 2.35 | 47.12 | 11.91 | 10.57 |
| JHT11 | 579.08 | 589.46 | 17.88 | 575.73 | 83.32 | 2.35 | 47.12 | 11.91 | 10.57 |
| JHT12 | 579.08 | 589.46 | 17.88 | 573.96 | 82.72 | 2.35 | 47.12 | 11.91 | 10.57 |
| JHT13 | 607.16 | 617.49 | 29.62 | 602.89 | 74.18 | 2.9 | 47.37 | 10.82 | 12.54 |
| JHT14 | 607.16 | 617.44 | 30.7 | 602.86 | 77.19 | 3.1 | 47.53 | 11.66 | 13.05 |
| JHT15 | 607.57 | 618.32 | 72.75 | 602.7 | 126.71 | 3.56 | 99.74 | 16.33 | 66.54 |
| JHT16 | 579.08 | 589.46 | 17.88 | 572.87 | 80.26 | 2.35 | 47.12 | 11.91 | 10.57 |

**表5-12 水泵工况上游调压室最高/最低涌浪水位计算结果**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工况 | 初始水位(m) | 最高涌浪(m) | 极值发生时间（s） | 最低涌浪(m) | 极值发生时间（s） | 底板向下最大压差(m) | 极值发生时间（s） | 底板向上最大压差(m) | 极值发生时间（s） |
| SJP1 | 581.01 | 588.78 | 61.03 | 563.73 | 21.65 | 21.74 | 8.35 | 11.31 | 37.32 |
| SJP2 | 608.69 | 616.16 | 59.5 | 593.6 | 20.61 | 19.18 | 7.27 | 8.89 | 36.1 |
| SJP3 | 580 | 590.32 | 30.8 | 576.95 | 74.85 | 2.25 | 48.03 | 2.79 | 13.33 |
| SJP4 | 608 | 616.8 | 30.11 | 604.88 | 73.24 | 1.88 | 48.06 | 2.15 | 13.21 |
| SJP5 | 608.86 | 616.29 | 60.31 | 592.88 | 21.09 | 22.04 | 8.22 | 9.42 | 36.93 |
| SJP6 | 608.86 | 608.86 | 0.01 | 589.65 | 23.5 | 18.98 | 8.22 | 5.87 | 29 |
| JHP1 | 581.01 | 589.06 | 63.05 | 562.86 | 22.5 | 20.91 | 8.37 | 13.34 | 36.45 |
| JHP2 | 580.48 | 584.52 | 32.03 | 562.22 | 70.01 | 20.63 | 59.55 | 0.42 | 15.54 |
| JHP3 | 580.48 | 584.52 | 32.03 | 559.71 | 83.77 | 19.16 | 68.2 | 16.87 | 95 |
| JHP4 | 580.48 | 584.52 | 32.03 | 559.67 | 86.48 | 18.69 | 70.97 | 11.7 | 95 |
| JHP5 | 580 | 590.3 | 31.3 | 558.38 | 85.03 | 19.26 | 69.28 | 17.49 | 97 |
| JHP6 | 580.48 | 584.52 | 32.03 | 578.64 | 78.98 | 0.41 | 50.9 | 0.42 | 15.54 |

### 尾水调压室结果

**表5-13 水轮机工况尾水调压室最高/最低涌浪水位计算结果**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工况 | 初始水位(m) | 最高涌浪(m) | 极值发生时间（s） | 最低涌浪(m) | 极值发生时间（s） | 底板向下最大压差(m) | 极值发生时间（s） | 底板向上最大压差(m) | 极值发生时间（s） |
| SJT1 | 109.51 | 116.18 | 93.12 | 96.31 | 35.31 | 8.29 | 11.22 | 2.34 | 60.92 |
| SJT2 | 125.65 | 131.8 | 94.76 | 111.67 | 33.25 | 8.13 | 11.22 | 2.15 | 62.32 |
| SJT3 | 135.14 | 138.15 | 103.04 | 121.61 | 33.7 | 7.58 | 11.32 | 2.05 | 62.32 |
| SJT4 | 134.21 | 137.75 | 56 | 132.32 | 124.95 | 0.3 | 93.82 | 0.28 | 20.85 |
| SJT5 | 108.67 | 114.47 | 92.23 | 99.53 | 36.84 | 4.02 | 10.2 | 1.33 | 61.18 |
| SJT6 | 124.67 | 130.13 | 93.75 | 115.02 | 31.07 | 4.16 | 10.7 | 1.22 | 62.32 |
| SJT7 | 134.24 | 137.65 | 99.02 | 124.87 | 31.45 | 3.9 | 10.86 | 1.16 | 62.32 |
| SJT8 | 109.49 | 116.19 | 92.99 | 96.28 | 37.06 | 8.18 | 11.22 | 2.34 | 61.28 |
| JHT1 | 109.51 | 115.25 | 93.52 | 97.23 | 32.6 | 6.92 | 11.31 | 1.55 | 63.72 |
| JHT2 | 125.65 | 130.9 | 95.16 | 112.78 | 34.36 | 7.45 | 11.22 | 1.44 | 64.16 |
| JHT3 | 135.14 | 137.88 | 101.97 | 122.72 | 34.78 | 6.92 | 11.32 | 1.37 | 64.16 |
| JHT4 | 108.66 | 113.21 | 92.49 | 100.58 | 31.24 | 3.21 | 10.86 | 0.73 | 55.94 |
| JHT5 | 124.67 | 128.96 | 93.84 | 116.04 | 32.38 | 3.69 | 10.91 | 0.67 | 56.72 |
| JHT6 | 134.24 | 137.33 | 96.66 | 125.9 | 32.84 | 3.45 | 10.87 | 0.63 | 56.72 |
| JHT7 | 108.78 | 116.73 | 147.07 | 95.14 | 90.55 | 10.16 | 62.58 | 2.72 | 114.44 |
| JHT8 | 108.78 | 116.95 | 161.05 | 94.57 | 101.22 | 10.13 | 79.82 | 2.93 | 129.52 |
| JHT9 | 108.78 | 116.95 | 158.75 | 94.63 | 100.91 | 10.26 | 77.02 | 2.93 | 126.85 |
| JHT10 | 135.14 | 139.55 | 116.38 | 121.61 | 33.7 | 7.58 | 11.32 | 2 | 60.8 |
| JHT11 | 135.14 | 139.51 | 117.31 | 121.61 | 33.7 | 7.58 | 11.32 | 2.05 | 62.32 |
| JHT12 | 135.14 | 139.63 | 113.75 | 121.61 | 33.7 | 7.58 | 11.32 | 2.73 | 72.12 |
| JHT13 | 109.51 | 116.27 | 94.69 | 96.09 | 37.68 | 7.12 | 11.8 | 2.4 | 62.76 |
| JHT14 | 109.51 | 116.28 | 96.15 | 96.09 | 39.3 | 6.53 | 12.78 | 2.4 | 63.92 |
| JHT15 | 108.78 | 116.84 | 151 | 94.88 | 94.21 | 10.37 | 67.37 | 2.83 | 118.58 |
| JHT16 | 135.14 | 139.61 | 110.45 | 121.61 | 33.7 | 7.58 | 11.32 | 3.24 | 65 |

**表5-14 水泵工况尾水调压室最高/最低涌浪水位计算结果**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工况 | 初始水位(m) | 最高涌浪(m) | 极值发生时间（s） | 最低涌浪(m) | 极值发生时间（s） | 底板向下最大压差(m) | 极值发生时间（s） | 底板向上最大压差(m) | 极值发生时间（s） |
| SJP1 | 132.51 | 140.79 | 32.2 | 124.67 | 106.94 | 2.86 | 73.34 | 13.31 | 8.22 |
| SJP2 | 107.33 | 124.08 | 24.89 | 97.45 | 77.19 | 4.66 | 44.27 | 11.36 | 7.93 |
| SJP3 | 133.5 | 137.42 | 97.81 | 120.88 | 37.08 | 2.17 | 16.86 | 1.81 | 61.67 |
| SJP4 | 108 | 112.98 | 93.97 | 97.39 | 36.33 | 1.62 | 14.44 | 1.38 | 60.07 |
| SJP5 | 135.06 | 141.17 | 34.76 | 128.84 | 123.27 | 1.73 | 82.96 | 12.65 | 9.46 |
| SJP6 | 135.06 | 142.11 | 29 | 135.06 | 0.26 | 0 | 0.22 | 12.91 | 12.26 |
| JHP1 | 132.51 | 141.14 | 32.49 | 125.89 | 100 | 3.06 | 71.21 | 13.31 | 8.21 |
| JHP2 | 133.03 | 139.68 | 70.01 | 128.57 | 38.82 | 0.27 | 18.89 | 15.18 | 61.97 |
| JHP3 | 133.03 | 142.22 | 94.2 | 128.57 | 38.82 | 0.27 | 18.89 | 15.26 | 70.57 |
| JHP4 | 133.03 | 142.26 | 95 | 128.57 | 38.82 | 0.27 | 18.89 | 15.18 | 73.37 |
| JHP5 | 133.5 | 142.75 | 96.37 | 120.91 | 37.53 | 2.13 | 16.74 | 19.61 | 70.54 |
| JHP6 | 133.03 | 136.88 | 95 | 128.57 | 38.82 | 0.27 | 18.89 | 0.28 | 66.85 |

### 下游进出水口闸门井结果

**表5-15 水轮机工况下游进出水口闸门井最高/最低涌浪水位计算结果**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工况 | 初始水位(m) | 最高涌浪(m) | 极值发生时间（s） | 最低涌浪(m) | 极值发生时间（s） | 底板向下最大压差(m) | 极值发生时间（s） | 底板向上最大压差(m) | 极值发生时间（s） |
| SJT1 | 108.38 | 109.03 | 94.35 | 106.35 | 27.16 | 0.06 | 23.94 | 0.06 | 17.57 |
| SJT2 | 124.33 | 124.79 | 94.8 | 122.41 | 27.66 | 0.04 | 23.94 | 0.05 | 17.83 |
| SJT3 | 133.92 | 134.1 | 81.79 | 132.12 | 27.63 | 0.04 | 23.94 | 0.04 | 17.83 |
| SJT4 | 133.68 | 134.2 | 76.96 | 133.65 | 133.45 | 0 | 95.22 | 0 | 14.72 |
| SJT5 | 108.17 | 108.84 | 93.63 | 106.81 | 26.44 | 0.02 | 22.9 | 0.02 | 16.79 |
| SJT6 | 124.08 | 124.65 | 94.58 | 122.74 | 27.35 | 0.02 | 23.94 | 0.02 | 17.57 |
| SJT7 | 133.69 | 134.07 | 82.04 | 132.44 | 27.36 | 0.02 | 23.94 | 0.01 | 17.57 |
| SJT8 | 108.38 | 109.04 | 94.32 | 106.34 | 27.14 | 0.06 | 23.94 | 0.05 | 17.57 |
| JHT1 | 108.38 | 108.87 | 94.12 | 106.65 | 27.3 | 0.04 | 23.94 | 0.04 | 17.57 |
| JHT2 | 124.33 | 124.75 | 94 | 122.55 | 14.7 | 0.03 | 11.22 | 0.04 | 17.83 |
| JHT3 | 133.92 | 134.19 | 81.39 | 132.23 | 14.7 | 0.03 | 11.22 | 0.03 | 17.83 |
| JHT4 | 108.17 | 108.62 | 93.89 | 107.08 | 27.13 | 0.01 | 23.94 | 0.01 | 16.8 |
| JHT5 | 124.08 | 124.49 | 93.94 | 122.97 | 27.43 | 0.01 | 23.94 | 0.01 | 17.57 |
| JHT6 | 133.69 | 134.03 | 81.64 | 132.65 | 27.4 | 0.01 | 23.94 | 0.01 | 17.57 |
| JHT7 | 108.2 | 109.09 | 145.96 | 106.23 | 78.67 | 0.07 | 74.9 | 0.06 | 68.53 |
| JHT8 | 108.2 | 109.11 | 162.92 | 106.14 | 95.7 | 0.06 | 92.06 | 0.06 | 85.95 |
| JHT9 | 108.2 | 109.11 | 160.17 | 106.14 | 92.92 | 0.07 | 89.46 | 0.06 | 83.09 |
| JHT10 | 133.92 | 134.25 | 118.66 | 132.12 | 27.63 | 0.04 | 23.94 | 0.04 | 17.83 |
| JHT11 | 133.92 | 134.22 | 118.96 | 132.12 | 27.63 | 0.04 | 23.94 | 0.04 | 17.83 |
| JHT12 | 133.92 | 134.17 | 117.78 | 132.12 | 27.63 | 0.04 | 23.94 | 0.04 | 17.83 |
| JHT13 | 108.38 | 109.02 | 95.38 | 106.42 | 28.21 | 0.04 | 24.46 | 0.04 | 18.09 |
| JHT14 | 108.38 | 108.98 | 96.54 | 106.54 | 29.29 | 0.03 | 25.76 | 0.03 | 19.39 |
| JHT15 | 108.2 | 109.1 | 150.75 | 106.19 | 83.43 | 0.07 | 79.84 | 0.06 | 73.52 |
| JHT16 | 133.92 | 134.23 | 82.59 | 132.12 | 27.63 | 0.04 | 23.94 | 0.04 | 17.83 |

**表5-16 水泵工况下游进出水口闸门井最高/最低涌浪水位计算结果**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工况 | 初始水位(m) | 最高涌浪(m) | 极值发生时间（s） | 最低涌浪(m) | 极值发生时间（s） | 底板向下最大压差(m) | 极值发生时间（s） | 底板向上最大压差(m) | 极值发生时间（s） |
| SJP1 | 133.41 | 135.79 | 11.55 | 132.55 | 103.84 | 0.07 | 14.58 | 0.1 | 8.25 |
| SJP2 | 107.94 | 110.18 | 11.64 | 106.86 | 78.37 | 0.04 | 14.64 | 0.07 | 8.55 |
| SJP3 | 133.5 | 133.85 | 98.07 | 132.36 | 35.27 | 0 | 8.97 | 0 | 49.96 |
| SJP4 | 108 | 108.44 | 91.21 | 107.03 | 35.91 | 0 | 8.89 | 0 | 51.36 |
| SJP5 | 135.82 | 137.81 | 11.21 | 135.06 | 127.37 | 0.06 | 14.61 | 0.07 | 8.06 |
| SJP6 | 135.82 | 137.95 | 11.45 | 135.81 | 0.7 | 0.04 | 14.58 | 0.06 | 7.95 |
| JHP1 | 133.41 | 135.8 | 11.73 | 132.79 | 100 | 0.07 | 14.56 | 0.09 | 8.24 |
| JHP2 | 133.46 | 136.06 | 63.07 | 133.05 | 37.1 | 0.06 | 66.06 | 0.09 | 59.68 |
| JHP3 | 133.46 | 136.08 | 71.45 | 133.05 | 37.1 | 0.06 | 74.38 | 0.09 | 68.01 |
| JHP4 | 133.46 | 136.06 | 74.18 | 133.05 | 37.1 | 0.06 | 77.24 | 0.08 | 70.87 |
| JHP5 | 133.5 | 136.72 | 73.16 | 132.37 | 37.85 | 0.04 | 76.52 | 0.04 | 69.64 |
| JHP6 | 133.46 | 133.8 | 95 | 133.05 | 37.1 | 0 | 10.16 | 0 | 63.85 |

### 沿线压力分布

以4#机组为例，上、下游侧沿程测压管水头最大、最小压力包络线见图5.5～5.6。

**表5-17 4#机组上游侧沿线压力**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 桩号 | 距进水口距离（m） | 管道中心线高程（m） | 最大压力值(m) | 最小压力值(m) |
| 1 | 0.000 | 569.000 | 40.500 | 11.000 |
| **2** | 55.210 | 569.000 | 42.601 | 8.032 |
| 3 | 197.832 | 557.610 | 58.250 | 11.790 |
| 4 | 647.787 | 521.750 | 108.130 | 30.070 |
| 5 | 691.288 | 517.210 | 114.781 | 32.799 |
| 6 | 1025.622 | 279.840 | 381.258 | 240.063 |
| 7 | 1143.467 | 274.000 | 396.265 | 233.434 |
| 8 | 1474.487 | 39.560 | 651.111 | 438.347 |
| 9 | 1561.927 | 35.500 | 660.060 | 435.370 |
| 10 | 1571.927 | 33.000 | 664.128 | 433.461 |
| 11 | 1811.322 | 33.000 | 703.090 | 385.850 |

**表5-18 4#机组下游侧沿线压力**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 桩号 | 距进水口距离（m） | 管道中心线高程（m） | 最大压力值(m) | 最小压力值(m) |
| 1 | 1848.870 | 24.200 | 174.590 | 55.980 |
| 2 | 1941.312 | 26.500 | 165.639 | 62.050 |
| 3 | 2003.581 | 26.500 | 157.170 | 65.990 |
| 4 | 2013.581 | 28.200 | 141.780 | 64.610 |
| 5 | 2053.581 | 28.200 | 133.873 | 65.153 |
| 6 | 2742.644 | 96.080 | 42.329 | 10.051 |
| 7 | 2814.935 | 97.500 | 39.610 | 9.655 |
| 8 | 2870.145 | 97.500 | 38.400 | 10.500 |

其中，4#机组上游段最小压力发生在上游进、出水口转折处（距上游进、出水口55.21m），最小压力值为8.032m，相应管道顶部压力值为4.032m，满足2m正压的要求。

下游侧最小压力发生在进、出水口转折处（距上游进、出水口55.21m），最小压力值为9.665m，相应管道顶部压力值为4.665m，满足2m正压要求。

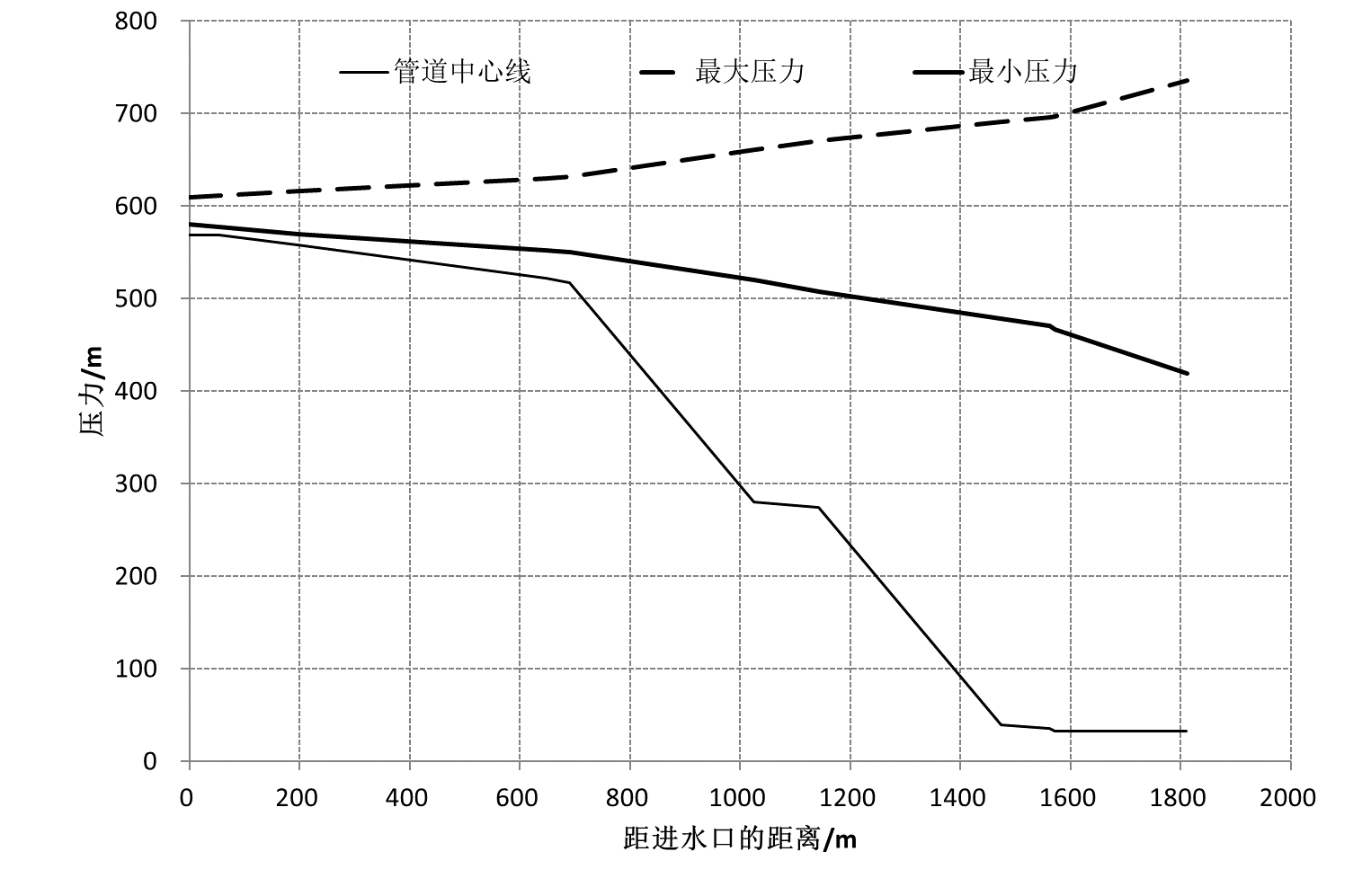


图5.5 4#上游侧沿线压力包络图

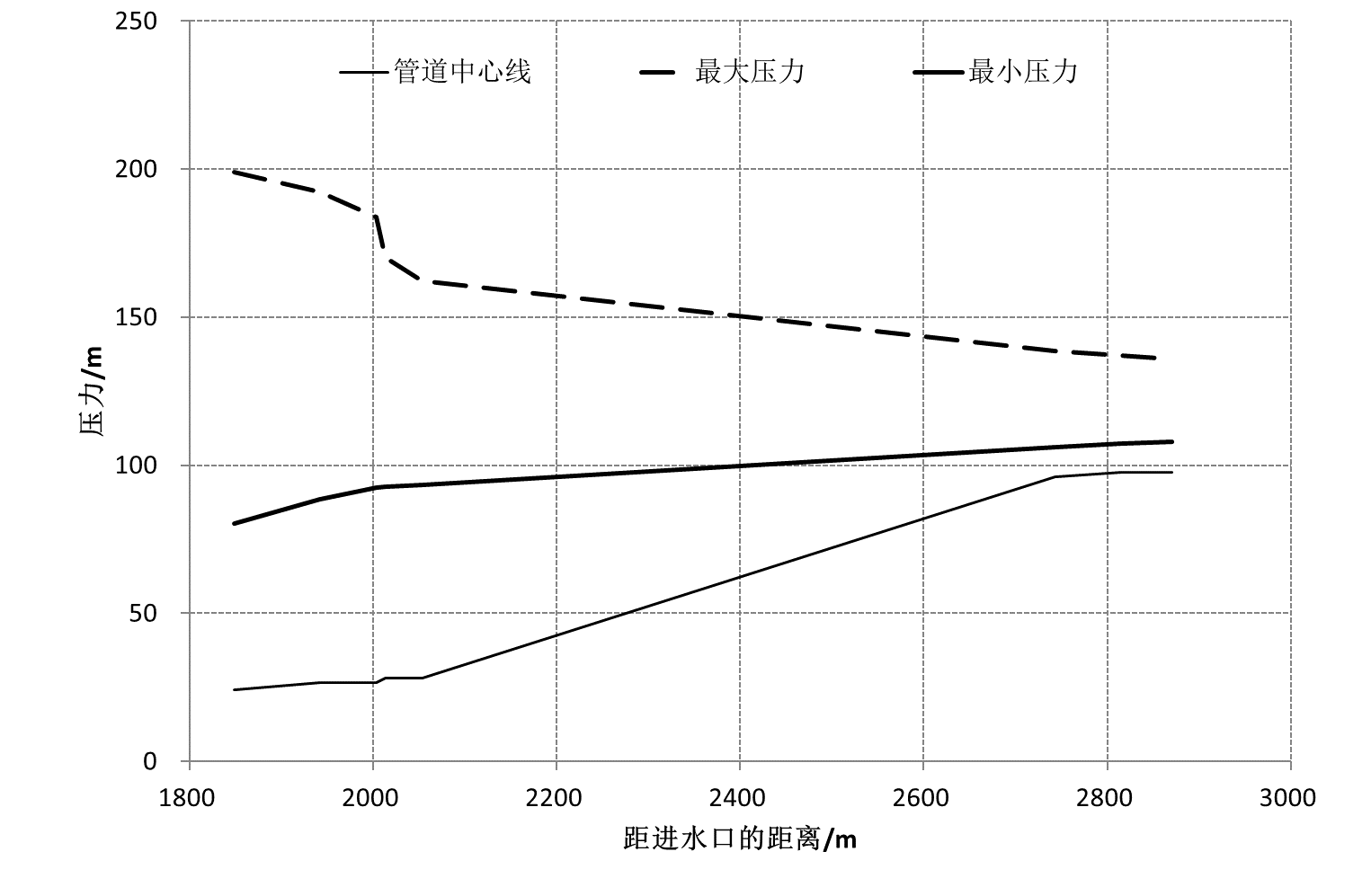


图5.6 4#下游侧沿线压力包络图

### 大波动计算结果分析

大波动计算极值结果见下表：

**表5-19 参数极值统计表**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | 蜗壳末端最大动水压力(m) | 尾水管最小压力(m) | 转速最大上升率(rpm) | 上游调压室最高涌浪(m | 上游调压室最低涌浪(m) | 上闸最高涌浪(m) | 上闸最低涌浪(m) | 尾水调压室最高涌浪(m) | 尾水调压室最低涌浪(m) | 下闸最高涌浪(m) | 下闸最低涌浪(m) |
| 控制标准 | | 800.00 | 2.00 | 621.5 | 622 | 543.40 | 615.00 | 561.6 | 153.5 | 90.0 | 138 | 94.30 |
| 设计  工况 | 极值 | 752.84 | 19.43 | 595.45 | 618.38 | 563.73 | 613.03 | 571.13 | 142.27 | 96.28 | 106.34 | 106.34 |
| 时间(s) | 8.94 | 2.52 | 6.58 | 16.29 | 21.65 | 13.58 | 13.03 | 32.85 | 37.06 | 27.14 | 27.14 |
| 工况 | SJT8 | SJP4 | SJT2 | SJT8 | SJP1 | SJT8 | SJP1 | SJP6 | SJT8 | SJT8 | SJT8 |
| 校核  工况 | 极值 | 751.76 | 2.44 | 603.41 | 619.03 | 558.38 | 612.84 | 569.35 | 142.75 | 94.57 | 106.14 | 106.14 |
| 时间(s) | 77.61 | 11.44 | 7.28 | 84.88 | 85.03 | 69.34 | 74.94 | 96.37 | 101.22 | 95.70 | 95.70 |
| 工况 | JHT8 | JHT13  (4s) | JHT2 | JHT8 | JHP5 | JHT15 | JHP5 | JHP5 | JHT8 | JHT8 | JHT8 |

（1）蜗壳进口最大动水压力控制工况是设计工况SJT8和校核工况JHT8。设计工况SJT8蜗壳进口最大动水压力修正值752.84m；校核工况JHT8蜗壳进口最大动水压力修正值751.76m。以上两种控制工况均满足控制标准800.00m。

（2）尾水管进口最小动水压力发生在设计工况SJP4和校核工况JHT13（4.0s）。设计工况SJP4的尾水管最小压力值修正值19.43m；校核工况JHT13（4.0s）的尾水管最小压力修正值2.44m。以上两种控制工况均满足2m正压的控制要求。

（3）转速最高上升率发生在设计工况SJT2和校核工况JHT2，设计工况SJT2的机组最大转速595.45rpm；校核工况JHT2的机组最大转速603.41rpm。以上两种控制工况均满足控制标准621.5rpm。

（4）上游进出水口闸门井最高涌浪水位出现在控制工况SJJ8，极值为613.03m，高于启闭机操作平台高程（615.00m）**；**最低涌浪水位的出现在工况JHP5，极值为569.35m，高于闸门井底部高程（561.6m）。

（5）上游调压室最高涌浪水位出现在工况JHT8，极值为619.03m，低于调压室顶部高程（622.0m）**；**最低涌浪水位的控制工况为JHP5，极值为558.38m，高于调压室底部高程（543.4m）。

（6）尾水调压室最高涌浪水位出现在工况JHP5，极值为149.86m，低于调压室顶部高程（153.5m）**；**最低涌浪水位的控制工况为SJT8，极值为96.28m，高于调压室底部高程（90m）。

（7）下游进出水口闸门井最高涌浪水位的控制工况为SJP6，极值为137.95m，低于启闭机操作平台高程（138.00m）**；**最低涌浪水位的控制工况为JHT8，极值为106.14m，高于闸门底部高程（94.3m）m。

（8）4#机组上游段最小压力发生在上游进、出水口转折处（距上游进、出水口55.21m），最小压力值为8.032m，相应管道顶部压力值为4.032m，满足2m正压的要求。下游侧最小压力发生在进、出水口转折处（距上游进、出水口55.21m），最小压力值为9.665m，相应管道顶部压力值为4.665m，满足2m正压要求。

## 敏感性分析

### 上游调压室阻抗孔敏感性分析

根据升管管径为8m，流量系数φ= 0.7，阻抗孔直径分别为4.5 m, 4.73m, 5.0m, 5.5m,，根据公式，并以上游调压室最高涌浪控制工况JHT15，上游调压室最低涌浪控制工况JHP6，蜗壳末端最大压力SJT1为依托工况进行调压室阻抗孔面积的敏感性分析。结果如表5-20所示。

**表5-20 上游调压室阻抗孔敏感性分析**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 阻抗孔面积  /升管面积 | 流入流出阻抗  孔系数(φ= 0.7) | 上室 | 上游调压室最高涌浪(m)  JHT15 | 极值时间  (s) | 上游调压室最低涌浪(m)  JHP6 | 极值时间  (s) | 蜗壳末端最大压力（m）  SJT1 | 极值时间  (s) | 尾水管进口最小压力（m） | 极值时间  (s) |
| 4.5 | 0.000402036 | 有 | 616.26 | 84.22 | 560.16 | 74.05 | 756.09 | 8.9 | 2.94 | 13.26 |
| 无 | 618.30 | 72.02 |
| 4.73 | 0.000336069 | 有 | 616.59 | 85.22 | 558.96 | 74.28 | 755.58 | 8.9 | 2.98 | 13.26 |
| 无 | 618.86 | 72.90 |
| 5.0 | 0.000285101 | 有 | 616.87 | 85.39 | 557.82 | 75.26 | 755.34 | 8.9 | 3.00 | 13.26 |
| 无 | 619.30 | 83.87 |
| 5.50 | 0.000184283 | 有 | 617.53 | 85.89 | 555.14 | 75.70 | 754.40 | 8.9 | 3.09 | 13.26 |
| 无 | 620.85 | 84.20 |

由表可知，上游调压室阻抗孔面积越小，最高涌浪越低、最低涌浪越高，且对蜗壳末端最大压力影响很小。在上游调压室不设上室的情况下，调压室最高涌浪仍低于调压室顶部高程（622m）。

### 下游调压室阻抗孔敏感性分析

根据升管管径为8m，流量系数φ= 0.7，阻抗孔直径分别取，根据公式，并以下游调压室最高涌浪控制工况JHP6，下游调压室低高涌浪控制工况JHT15，尾水管进口最小压力JHT13(4s)为依托工况进行调压室阻抗孔面积的敏感性分析。结果如表5-21所示。

**表5-21 下游调压室阻抗孔敏感性分析**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 阻抗孔面积  /升管面积 | 流入流出阻抗孔系数(φ= 0.7) | 下游调压室最高涌浪(m)  JHP6 | 极值时间  (s) | 下游调压室最低涌浪(m)  JHT15 | 极值时间  (s) | 尾水管进口最小压力（m）  JHT13(7s) | 极值时间  (s) |
| 4.53 | 0.000402036 | 148.21 | 92.00 | 97.34 | 100.45 | -0.06 | 13.26 |
| 4.93 | 0.000285101 | 148.77 | 93.84 | 95.99 | 101.03 | 1.37 | 13.26 |
| 5.50 | 0.000184283 | 149.44 | 94.65 | 94.54 | 101.51 | 2.44 | 13.26 |
| 6 | 0.000130113 | 149.94 | 95.37 | 93.58 | 102.06 | 3.91 | 13.26 |
| 6.50 | 0.000094466 | 150.34 | 95.96 | 92.85 | 103.77 | 4.62 | 13.26 |
| 8.00  (不设阻抗孔) | 0.000130113 | 150.81 | 83.89 | 91.72 | 94.15 | 5.89 | 13.26 |

由表可知，下游调压室阻抗孔面积越小，最高涌浪越低、最低涌浪越高，当阻抗孔直径大于5.50m时，尾水管进口最小压力大于2.44m。

### GD2敏感性分析

以工况JHT2为依托工况，进行GD2的敏感性分析（转动惯量范围：5500~6400），分析其对机组最大转速的影响，结果如下：

**表5-22 GD2敏感性分析表**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| GD2(t.m2) | 控制参数 | 机组 | 净水头 | 初始值 | 计算极值 | 极值发生时间(s) | 压力脉动(%) | 计算误差(%) | 修正值 |
|
|
| 5500 | 机组最大转速 (rpm) | 4# | 481.86 | 428.60 | 597.60 | 6.16 | 0.00 | 0.00 | 597.60 |
| 5# | 481.75 | 428.60 | 595.70 | 6.09 | 0.00 | 0.00 | 595.70 |
| 6# | 484.88 | 428.60 | 606.36 | 6.78 | 0.00 | 0.00 | 606.36 |
| 5700 | 机组最大转速 (rpm) | 4# | 481.86 | 428.60 | 595.93 | 6.31 | 0.00 | 0.00 | 595.93 |
| 5# | 481.75 | 428.60 | 594.06 | 6.23 | 0.00 | 0.00 | 594.06 |
| 6# | 484.88 | 428.60 | 605.14 | 6.98 | 0.00 | 0.00 | 605.14 |
| 5900 | 机组最大转速 (rpm) | 4# | 481.86 | 428.60 | 594.33 | 6.46 | 0.00 | 0.00 | 594.33 |
| 5# | 481.75 | 428.60 | 592.50 | 6.38 | 0.00 | 0.00 | 592.50 |
| 6# | 484.88 | 428.60 | 603.98 | 7.17 | 0.00 | 0.00 | 603.98 |
| 6010 | 机组最大转速 (rpm) | 4# | 481.86 | 428.60 | 593.48 | 6.54 | 0.00 | 0.00 | 593.48 |
| 5# | 481.75 | 428.60 | 591.67 | 6.46 | 0.00 | 0.00 | 591.67 |
| 6# | 484.88 | 428.60 | 603.41 | 7.28 | 0.00 | 0.00 | 603.41 |
| 6200 | 机组最大转速 (rpm) | 4# | 481.86 | 428.60 | 592.07 | 6.69 | 0.00 | 0.00 | 592.07 |
| 5# | 481.75 | 428.60 | 590.28 | 6.61 | 0.00 | 0.00 | 590.28 |
| 6# | 484.88 | 428.60 | 602.38 | 7.46 | 0.00 | 0.00 | 602.38 |
| 6400 | 机组最大转速 (rpm) | 4# | 481.86 | 428.60 | 590.65 | 6.84 | 0.00 | 0.00 | 590.65 |
| 5# | 481.75 | 428.60 | 588.89 | 6.76 | 0.00 | 0.00 | 588.89 |
| 6# | 484.88 | 428.60 | 601.36 | 7.64 | 0.00 | 0.00 | 601.36 |

由结果可知，GD2增加，机组最大转速减小；在给定GD2范围内， JHT2工况拒动机组最大转速能够满足控制要求（621.5 r/min）。

1. 小波动过渡过程计算与分析
   1. **计算工况**

小波动过渡过程计算如表6-1所示：

**表6-1 小波动过渡过程计算工况**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 工况 编号 | 上库水位 （m） | 下库水位 （m） | 水位组合及工况说明 | 计算目的 |
| X1 | 608.00 | 108.00 | 上库正常蓄水位，下库死水位，同一调压室的三台机额定出力运行，三机突减10%额定负荷 | 验证机组稳定性 |
| X2 | 595.69 | 123.88 | 额定水头，额定流量，同一调压室的三台机额定出力运行，三机突减10%额定负荷 | 验证机组稳定性 |
| X3 | 580.00 | 133.50 | 上库死水位，下库正常蓄水位，同一调压室的三台机组满出力运行，三机突减10%额定负荷 | 验证机组稳定性 |
| X4 | 608.00 | 108.00 | 上库正常蓄水位，下库死水位，同一调压室的三台机空载运行，其中一台机突增10%额定负荷 | 验证机组稳定性 |
| X5 | 595.69 | 123.88 | 额定水头，额定流量，同一调压室的三台机空载运行，其中一台机突增10%额定负荷 | 验证机组稳定性 |
| X6 | 580.00 | 133.50 | 上库死水位，下库正常蓄水位，同一调压室的三台机空载运行，其中一台机突增10%额定负荷 | 验证机组稳定性 |
| X7 | 608.00 | 108.00 | 上库正常蓄水位，下库死水位，同一调压室的三台机组，两台机满出力运行，另一台机空载运行，空载运行机组突增10%额定负荷 | 验证机组稳定性 |
| X8 | 595.69 | 123.88 | 额定水头，额定流量，同一调压室的三台机组，两台机满出力运行，另一台机空载运行，空载运行机组突增10%额定负荷 | 验证机组稳定性 |
| X9 | 580.00 | 133.50 | 上库死水位，下库正常蓄水位，同一调压室的三台机组，两台机满出力运行，另一台机空载运行，空载运行机组突增10%额定负荷 | 验证机组稳定性 |

* 1. **小波动过渡过程计算结果及分析**

调速器参数首先按照斯坦因建议公式取值，即，，，其中为水流加速时间常数，为机组加速时间常数。在此基础上，以工况额定水头为代表，对调速器参数进行整定。最终选定调速器参数为：，，，s，，电网负荷自调节系数取0.0。

* + 1. **恒定流计算结果**

**表6-2 小波动工况参数表**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工况 | 上游水位（m） | 下游水位（m） | 机组 | 开度  （%） | 净水头(m) | 流量(m3/s) | 出力(MW) |
| X1 | 608.00 | 108.00 | 4# | 77.00 | 489.65 | 70.06 | 306.90 |
| 5# | 77.00 | 489.56 | 70.05 | 306.80 |
| 6# | 77.00 | 492.02 | 70.31 | 309.58 |
| X2 | 595.69 | 123.88 | 4# | 92.00 | 458.59 | 75.59 | 305.34 |
| 5# | 92.00 | 458.49 | 75.58 | 305.23 |
| 6# | 92.00 | 461.36 | 75.88 | 308.41 |
| X3 | 580.00 | 133.50 | 4# | 92.00 | 434.21 | 72.87 | 278.21 |
| 5# | 92.00 | 434.11 | 72.86 | 278.11 |
| 6# | 92.00 | 436.78 | 73.17 | 281.09 |
| X4 | 608.00 | 108.00 | 4# | 18.20 | 471.81 | 11.78 | 2.46 |
| 5# | 18.20 | 471.81 | 11.78 | 2.46 |
| 6# | 18.20 | 471.81 | 11.78 | 2.46 |
| X5 | 595.69 | 123.88 | 4# | 18.20 | 471.81 | 11.78 | 2.46 |
| 5# | 18.20 | 471.81 | 11.78 | 2.46 |
| 6# | 18.20 | 471.81 | 11.78 | 2.46 |
| X6 | 580.00 | 133.50 | 4# | 23.50 | 446.24 | 14.76 | 4.22 |
| 5# | 23.50 | 446.24 | 14.76 | 4.22 |
| 6# | 23.50 | 446.29 | 14.77 | 4.27 |
| X7 | 608.00 | 108.00 | 4# | 75.00 | 492.45 | 69.01 | 304.24 |
| 5# | 75.00 | 493.23 | 69.09 | 305.11 |
| 6# | 12.60 | 498.74 | 10.05 | 1.33 |
| X8 | 595.69 | 123.88 | 4# | 90.00 | 461.68 | 74.90 | 304.92 |
| 5# | 90.00 | 462.59 | 75.00 | 305.94 |
| 6# | 19.00 | 469.07 | 12.24 | 2.97 |
| X9 | 580.00 | 133.50 | 4# | 92.00 | 436.76 | 73.17 | 281.07 |
| 5# | 92.00 | 437.60 | 73.27 | 282.02 |
| 6# | 23.50 | 443.77 | 13.80 | 0.56 |

* + 1. **小波动过渡过程计算结果及分析**

小波动工况计算结果如表6-3～表6-4所示：

**表6-3 小波动过渡过程机组转速特征值计算结果**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工况 | 机组号 | Nmax或Nmin（r/min） | 极值发生时间（s） | N1  (r/min) | N2  （r/min） | ±0.2％调节时间（s） | 最大偏差（r/min） | 振荡次数 | 衰减度 | 超调量σ |
| X1 | 4# | 441.96 | 4.40 | 428.07 | 428.96 | 16.80 | 13.36 | 0.50 | 0.97 | 0.04 |
| 5# | 441.95 | 4.40 | 428.07 | 428.96 | 17.60 | 13.35 | 0.50 | 0.97 | 0.04 |
| 6# | 441.44 | 4.40 | 428.07 | 428.96 | 17.60 | 12.84 | 0.50 | 0.97 | 0.04 |
| X2 | 4# | 445.84 | 5.40 | 427.78 | 429.14 | 16.80 | 17.24 | 0.50 | 0.97 | 0.05 |
| 5# | 445.88 | 5.40 | 427.78 | 429.14 | 17.40 | 17.28 | 0.50 | 0.97 | 0.05 |
| 6# | 445.10 | 5.40 | 427.78 | 429.14 | 17.40 | 16.50 | 0.50 | 0.97 | 0.05 |
| X3 | 4# | 446.33 | 5.60 | 427.78 | 429.14 | 17.60 | 17.73 | 0.50 | 0.97 | 0.05 |
| 5# | 446.35 | 5.60 | 427.79 | 429.13 | 18.00 | 17.75 | 0.50 | 0.97 | 0.05 |
| 6# | 445.62 | 5.60 | 427.78 | 429.14 | 18.00 | 17.02 | 0.50 | 0.97 | 0.05 |
| X4 | 4# | 428.31 | 2.80 | 428.31 | 428.72 | 0.00 | 0.29 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5# | 428.30 | 2.40 | 428.30 | 428.71 | 0.00 | 0.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| X5 | 4# | 428.31 | 2.80 | 428.31 | 428.72 | 0.00 | 0.29 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5# | 428.30 | 2.40 | 428.30 | 428.71 | 0.00 | 0.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| X6 | 4# | 428.28 | 3.20 | 428.28 | 428.86 | 0.00 | 0.32 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5# | 428.26 | 2.80 | 428.26 | 428.85 | 0.00 | 0.34 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| X7 | 4# | 428.44 | 2.00 | 428.44 | 428.67 | 0.00 | 0.16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5# | 428.45 | 2.00 | 428.45 | 428.67 | 0.00 | 0.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| X8 | 4# | 428.31 | 2.80 | 428.31 | 428.82 | 0.00 | 0.29 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5# | 428.31 | 2.80 | 428.31 | 428.82 | 0.00 | 0.29 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| X9 | 4# | 427.91 | 3.60 | 427.91 | 428.88 | 0.00 | 0.69 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5# | 427.90 | 3.60 | 427.90 | 428.88 | 0.00 | 0.70 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

**表6-4 小波动过渡过程上下游调压室水位特征值计算结果**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工况代号 | 调压室号 | 初始水位  （m） | 最高涌浪水位  （m） | 最高涌浪水位发生时间 | 最低涌浪水位  （m） | 最低涌浪水位发生时间 | 向上最大振幅  （m） | 向下最大振幅  （m） |
| X1 | 上游 | 595.56 | 595.56 | 1.60 | 596.07 | 14.40 | 0.54 | 0.45 |
| 下游 | 124.23 | 124.24 | 2.80 | 124.09 | 13.20 | 0.08 | 0.26 |
| X2 | 上游 | 595.52 | 595.52 | 0.80 | 595.52 | 1.20 | 0.68 | 0.54 |
| 下游 | 124.33 | 124.33 | 1.40 | 124.32 | 2.00 | 0.09 | 0.33 |
| X3 | 上游 | 579.85 | 579.85 | 1.60 | 580.52 | 15.20 | 0.69 | 0.55 |
| 下游 | 133.92 | 133.92 | 2.80 | 133.73 | 14.80 | 0.09 | 0.33 |
| X4 | 上游 | 123.89 | 123.94 | 37.20 | 123.94 | 37.60 | 0.06 | 0.04 |
| 下游 | 595.67 | 595.16 | 33.20 | 596.02 | 78.00 | 0.36 | 0.50 |
| X5 | 上游 | 123.89 | 123.94 | 37.20 | 123.94 | 37.60 | 0.06 | 0.04 |
| 下游 | 595.67 | 595.16 | 33.20 | 596.02 | 78.00 | 0.36 | 0.50 |
| X6 | 上游 | 133.52 | 133.56 | 25.20 | 133.56 | 28.80 | 0.05 | 0.04 |
| 下游 | 579.96 | 579.46 | 25.60 | 580.40 | 69.60 | 0.43 | 0.50 |
| X7 | 上游 | 108.19 | 108.20 | 5.60 | 108.19 | 6.40 | 0.04 | 0.00 |
| 下游 | 608.58 | 608.30 | 32.80 | 608.30 | 33.20 | 0.10 | 0.28 |
| X8 | 上游 | 124.11 | 124.12 | 5.60 | 124.12 | 8.40 | 0.07 | 0.01 |
| 下游 | 595.19 | 594.67 | 32.40 | 594.67 | 32.80 | 0.28 | 0.52 |
| X9 | 上游 | 133.72 | 133.79 | 31.60 | 133.79 | 33.60 | 0.07 | 0.02 |
| 下游 | 579.51 | 578.93 | 26.40 | 578.93 | 26.80 | 0.42 | 0.58 |

由小波动计算结果表6-3～表6-4可以得到以下结论：

额定水头工况（工况X2），机组转速在17.40s内可以进入±0.2%的转速频带偏差内，最小水头工况（工况X3），机组转速分别在18.00s进入±0.2%带宽内。额定水头工况转速波动如图6.3。

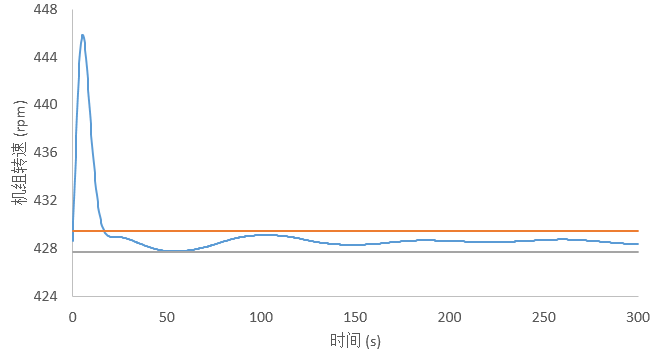


图6.3 工况X2 4#机组转速波动

1. **水力干扰过渡过程计算结果及分析**
   1. **计算参数及内容**

在水力干扰过渡过程的计算中考虑了两种情况：（1）机组联入无穷大的电网条件下，机组的频率保持不变，系统中负荷的波动由电网承担，数值计算的目的是研究正常运行机组在受扰动情况下的出力摆动对电网的冲击和对机组自身的影响；（2）机组联入有限电网，在电网中担负调频的任务，其能力将影响电网的供电质量，数值计算的目的就是研究运行机组在受扰动情况下的调节品质。

但是，联合供水单元内机组的水力干扰问题要比小波动问题剧烈得多，因此不能要求调频调峰机组的调节品质达到和小波动一样的良好品质，而只能以波动是否衰减为判断条件，以保证事故不进一步扩大，导致运行机组接踵甩负荷。

* 1. **计算工况**

在小波动过渡过程计算的基础上，为了研究玉门抽水蓄能电站在水力干扰过渡过程情况下的机组运行稳定性和出力的波动幅度，进行水力干扰过渡过程计算。对于参与调频和不参与调频两种条件下的机组出力变化和机组的调节品质进行了如下18种工况的水力干扰过渡过程计算，如表7-1所示。

**表7-1 水力干扰过渡过程计算工况**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工况 编号 | 上库水位 （m） | 下库水位 （m） | 负荷变化 | 水位组合及工况说明 | 计算目的 |
| GR1 | 608.00 | 108.00 | 3台→1台 | 上库正常蓄水位，下库死水位，同一调压室的三台机额定出力运行，其中两台机突甩负荷，导叶正常关闭 | 对未甩负荷机组的影响 |
| GR2 | 608.00 | 108.00 | 3台→1台 | 上库正常蓄水位，下库死水位，同一调压室的三台机额定出力运行，其中两台机突甩负荷，其中一台导叶正常关闭，另一台导叶拒动 | 对未甩负荷机组的影响 |
| GR3 | 595.69 | 123.88 | 3台→1台 | 额定水头，额定流量，同一调压室的三台机额定出力运行，其中两台机突甩负荷，导叶正常关闭 | 对未甩负荷机组的影响 |
| GR4 | 595.69 | 123.88 | 3台→1台 | 额定水头，额定流量，同一调压室的三台机额定出力运行，其中一台导叶正常关闭，另一台导叶拒动 | 对未甩负荷机组的影响 |
| GR5 | 580.00 | 133.50 | 3台→1台 | 上库死水位，下库正常蓄水位，同一调压室的三台机满出力运行，其中两台机突甩负荷，导叶正常关闭 | 对未甩负荷机组的影响 |
| GR6 | 580.00 | 133.50 | 3台→1台 | 上库死水位，下库正常蓄水位，同一调压室的三台机满出力运行，其中一台导叶正常关闭，另一台导叶拒动 | 对未甩负荷机组的影响 |
| GR7 | 608.00 | 108.00 | 3台→2台 | 上库正常蓄水位，下库死水位，同一调压室的三台机额定出力运行，其中一台机突甩负荷，导叶正常关闭 | 对未甩负荷机组的影响 |
| GR8 | 608.00 | 108.00 | 3台→2台 | 上库正常蓄水位，下库死水位，同一调压室的三台机额定出力运行，其中一台机突甩负荷，导叶拒动 | 对未甩负荷机组的影响 |
| GR9 | 595.69 | 123.88 | 3台→2台 | 额定水头，额定流量，同一调压室的三台机额定出力运行，其中一台机突甩负荷，导叶正常关闭 | 对未甩负荷机组的影响 |
| GR10 | 595.69 | 123.88 | 3台→2台 | 额定水头，额定流量，同一调压室的三台机额定出力运行，其中一台机突甩负荷，导叶拒动 | 对未甩负荷机组的影响 |
| GR11 | 580.00 | 133.50 | 3台→2台 | 上库死水位，下库正常蓄水位，同一调压室的三台机满出力运行，其中一台机突甩负荷，导叶正常关闭 | 对未甩负荷机组的影响 |
| GR12 | 580.00 | 133.50 | 3台→2台 | 上库死水位，下库正常蓄水位，同一调压室的三台机满出力运行，其中一台机突甩负荷，导叶拒动 | 对未甩负荷机组的影响 |
| GR13 | 608.00 | 108.00 | 2台→3台 | 上库正常蓄水位，下库死水位，同一调压室的三台机组，两台机额定负荷运行，另一台机正常启动增至全负荷 | 对另两台全负荷运行机组的影响 |
| GR14 | 595.69 | 123.88 | 2台→3台 | 额定水头，额定流量，同一调压室的三台机组，两台机额定负荷运行，另一台机正常启动增至全负荷 | 对另两台全负荷运行机组的影响 |
| GR15 | 580.00 | 133.50 | 2台→3台 | 上库死水位，下库正常蓄水位，同一调压室的三台机组，两台机满负荷运行，另一台机正常启动增至全负荷 | 对另两台全负荷运行机组的影响 |
| GR16 | 608.00 | 108.00 | 1台→3台 | 上库正常蓄水位，下库死水位，同一调压室的三台机组，一台机额定负荷运行，另两台机正常启动增至全负荷 | 对另一台全负荷运行机组的影响 |
| GR17 | 595.69 | 123.88 | 1台→3台 | 额定水头，额定流量，同一调压室的三台机组，一台机额定负荷运行，另两台机正常启动增至全负荷 | 对另两台全负荷运行机组的影响 |
| GR18 | 580.00 | 133.50 | 1台→3台 | 上库死水位，下库正常蓄水位，同一调压室的三台机组，一台机满负荷运行，另两台机正常启动增至全负荷 | 对另两台全负荷运行机组的影响 |

* 1. **水力干扰过渡过程计算结果及分析**
     1. **水力干扰过渡过程计算结果**

(1) 运行机 组参与频率调节

运行机组调速器参与频率调节即机组联入有限电网，在电网中担负调频的任务，其能力将影响电网的供电质量，调速器跟踪运行机组频率进行调节。调速器参数与小波动的调速器参数，，，s，, 相同。计算结果如表7-2~表7-3。

**表7-2 参与频率调节水力干扰机组计算结果表**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工况代号 | 运行机组 | 初始出力  （MW） | 最大出力  （MW） | 最大超出力  绝对值(MW) | 最大超出力相对值  (%) | 进入110%出力限制线时间  (s) | 转速±0.2％调节时间（s） | 振荡次数 |
| GR1 | 6# | 308.48 | 359.27 | 53.17 | 17.37 | 21.60 | 124.00 | 7.50 |
| GR2 | 6# | 308.48 | 349.97 | 43.87 | 14.33 | 23.20 | 76.00 | 4.50 |
| GR3 | 6# | 308.41 | 356.04 | 49.94 | 16.31 | 35.20 | 130.40 | 7.00 |
| GR4 | 6# | 308.41 | 359.24 | 53.14 | 17.36 | 26.40 | 125.60 | 7.00 |
| GR5 | 6# | 281.09 | 324.14 | 18.04 | 5.89 | / | 130.00 | 7.00 |
| GR6 | 6# | 281.09 | 327.01 | 20.91 | 6.83 | / | 126.40 | 7.00 |
| GR7 | 5# | 305.72 | 340.16 | 34.06 | 11.13 | 18.80 | 73.20 | 4.50 |
| 6# | 308.48 | 342.13 | 36.03 | 11.77 | 19.20 | 73.20 | 4.50 |
| GR8 | 5# | 305.72 | 334.96 | 28.86 | 9.43 | / | 70.00 | 4.50 |
| 6# | 308.48 | 337.45 | 31.35 | 10.24 | 20.80 | 70.00 | 4.50 |
| GR9 | 5# | 305.23 | 335.14 | 29.04 | 9.49 | / | 122.80 | 7.00 |
| 6# | 308.41 | 337.74 | 31.64 | 10.34 | 21.20 | 123.60 | 7.00 |
| GR10 | 5# | 305.23 | 337.22 | 31.12 | 10.17 | 22.40 | 73.60 | 4.00 |
| 6# | 308.41 | 339.69 | 33.59 | 10.97 | 23.20 | 73.60 | 4.00 |
| GR11 | 5# | 278.11 | 305.03 | / | / | / | 122.40 | 7.00 |
| 6# | 281.09 | 308.28 | 2.18 | 0.71 | / | 122.40 | 7.00 |
| GR12 | 5# | 278.11 | 307.13 | 1.03 | 0.34 | / | 73.20 | 4.00 |
| 6# | 281.09 | 309.58 | 3.48 | 1.14 | / | 73.20 | 4.00 |
| GR13 | 4# | 308.60 | 311.45 | 5.35 | 1.75 | / | 79.60 | 1.50 |
| 5# | 309.52 | 312.51 | 6.40 | 2.09 | / | 79.60 | 1.50 |
| GR14 | 5# | 307.64 | 309.85 | 3.75 | 1.22 | / | 129.60 | 2.00 |
| 6# | 310.83 | 313.06 | 6.96 | 2.28 | / | 130.40 | 2.00 |
| GR15 | 5# | 280.30 | 282.24 | / | / | / | 125.60 | 2.00 |
| 6# | 283.30 | 285.13 | / | / | / | 126.00 | 2.00 |
| GR16 | 4# | 310.71 | 315.51 | 9.41 | 3.07 | / | 128.80 | 2.00 |
| GR17 | 6# | 313.23 | 317.86 | 11.76 | 3.84 | / | 136.40 | 2.00 |
| GR18 | 6# | 285.51 | 289.68 | / | / | / | 133.20 | 2.00 |

注：表中机组为正常运行机组

**表7-3 参与频率调节水力干扰调压室计算结果表**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工况代号 | 调压室号 | 初始水位  （m） | 最高水位  （m） | 最高水位发生时间  (s) | 最低水位  （m） | 最低涌浪水位发生时间  (s) | 向上最大振幅  （m） | 向下最大振幅  （m） |
| GR1 | 上游 | 607.16 | 614.59 | 27.86 | 603.71 | 72.74 | 7.43 | 3.45 |
| 下游 | 109.51 | 114.56 | 92.46 | 100.04 | 37.46 | 5.05 | 9.47 |
| GR2 | 上游 | 607.16 | 613.80 | 16.70 | 604.94 | 67.54 | 6.64 | 2.22 |
| 下游 | 109.51 | 113.12 | 93.16 | 101.12 | 31.98 | 3.61 | 8.39 |
| GR3 | 上游 | 594.70 | 602.44 | 29.98 | 591.82 | 74.24 | 7.74 | 2.88 |
| 下游 | 125.65 | 130.27 | 93.96 | 115.55 | 32.06 | 4.62 | 10.10 |
| GR4 | 上游 | 594.70 | 602.03 | 17.08 | 593.04 | 67.16 | 7.33 | 1.66 |
| 下游 | 125.65 | 128.92 | 94.62 | 116.72 | 33.36 | 3.27 | 8.93 |
| GR5 | 上游 | 579.08 | 586.59 | 17.02 | 576.20 | 74.12 | 7.51 | 2.88 |
| 下游 | 135.14 | 139.75 | 93.80 | 125.36 | 32.50 | 4.61 | 9.78 |
| GR6 | 上游 | 579.08 | 586.27 | 17.28 | 577.39 | 67.16 | 7.19 | 1.69 |
| 下游 | 135.14 | 138.60 | 95.64 | 126.53 | 33.90 | 3.46 | 8.61 |
| GR7 | 上游 | 607.16 | 611.69 | 26.90 | 604.82 | 72.92 | 4.53 | 2.34 |
| 下游 | 109.51 | 112.25 | 92.32 | 104.28 | 37.58 | 2.74 | 5.23 |
| GR8 | 上游 | 607.16 | 610.51 | 15.76 | 606.10 | 60.40 | 3.35 | 1.06 |
| 下游 | 109.51 | 110.60 | 93.50 | 105.63 | 30.76 | 1.09 | 3.88 |
| GR9 | 上游 | 594.70 | 599.51 | 28.64 | 592.64 | 74.06 | 4.81 | 2.06 |
| 下游 | 125.65 | 128.18 | 93.68 | 120.10 | 30.54 | 2.53 | 5.55 |
| GR10 | 上游 | 594.70 | 598.60 | 16.30 | 593.69 | 60.08 | 3.90 | 1.01 |
| 下游 | 125.65 | 126.85 | 96.60 | 121.33 | 32.42 | 1.20 | 4.32 |
| GR11 | 上游 | 579.08 | 583.71 | 28.94 | 577.04 | 73.26 | 4.63 | 2.04 |
| 下游 | 135.14 | 137.66 | 93.48 | 129.75 | 30.98 | 2.52 | 5.39 |
| GR12 | 上游 | 579.08 | 582.89 | 16.52 | 578.06 | 59.88 | 3.81 | 1.02 |
| 下游 | 135.14 | 136.29 | 95.38 | 131.00 | 32.90 | 1.15 | 4.14 |
| GR13 | 上游 | 607.57 | 609.94 | 79.50 | 603.31 | 36.26 | 2.37 | 4.26 |
| 下游 | 108.78 | 113.68 | 43.38 | 106.55 | 99.04 | 4.90 | 2.23 |
| GR14 | 上游 | 595.18 | 597.43 | 80.60 | 590.98 | 37.34 | 2.25 | 4.20 |
| 下游 | 124.80 | 129.81 | 44.52 | 122.69 | 100.16 | 5.01 | 2.11 |
| GR15 | 上游 | 579.51 | 581.71 | 79.48 | 575.51 | 36.26 | 2.20 | 4.00 |
| 下游 | 134.38 | 139.11 | 43.40 | 132.32 | 99.14 | 4.73 | 2.06 |
| GR16 | 上游 | 607.84 | 611.20 | 79.60 | 600.26 | 36.10 | 3.36 | 7.58 |
| 下游 | 108.28 | 117.22 | 42.98 | 104.83 | 99.66 | 8.94 | 3.45 |
| GR17 | 上游 | 595.49 | 598.67 | 80.52 | 588.01 | 37.06 | 3.18 | 7.48 |
| 下游 | 124.23 | 133.35 | 43.98 | 121.01 | 100.68 | 9.12 | 3.22 |
| GR18 | 上游 | 579.80 | 582.96 | 79.50 | 572.64 | 35.96 | 3.16 | 7.16 |
| 下游 | 133.86 | 142.49 | 43.06 | 130.66 | 99.62 | 8.63 | 3.20 |

（2）运行机组参与功率调节

运行机组参与功率调节调速器参数如下：，，，s，, 相同水力干扰的计算结果如表7-4、7-5。

**表7-4 参与功率调节水力干扰机组计算结果表**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工况代号 | 运行机组 | 初始出力  （MW） | 最大出力  （MW） | 最大超出力  绝对值(MW) | 最大超出力相对值  (%) | 进入110%出力限制线时间  (s) |
| GR1 | 6# | 308.48 | 392.60 | 86.50 | 28.26 | 25.20 |
| GR2 | 6# | 308.48 | 377.05 | 70.95 | 23.18 | 38.40 |
| GR3 | 6# | 308.41 | 379.91 | 73.81 | 24.11 | 37.60 |
| GR4 | 6# | 308.41 | 373.27 | 67.17 | 21.94 | 28.40 |
| GR5 | 6# | 281.09 | 349.96 | 43.86 | 14.33 | 26.40 |
| GR6 | 6# | 281.09 | 342.76 | 36.66 | 11.98 | 26.40 |
| GR7 | 5# | 305.72 | 356.37 | 50.27 | 16.42 | 23.20 |
| 6# | 308.48 | 357.62 | 51.52 | 16.83 | 23.20 |
| GR8 | 5# | 305.72 | 341.94 | 35.84 | 11.71 | 10.00 |
| 6# | 308.48 | 342.97 | 36.87 | 12.04 | 10.40 |
| GR9 | 5# | 305.23 | 349.37 | 43.27 | 14.14 | 24.80 |
| 6# | 308.41 | 350.11 | 44.01 | 14.38 | 24.80 |
| GR10 | 5# | 305.23 | 341.91 | 35.81 | 11.70 | 24.80 |
| 6# | 308.41 | 343.12 | 37.02 | 12.10 | 25.20 |
| GR11 | 5# | 278.11 | 320.43 | 14.33 | 4.68 | \ |
| 6# | 281.09 | 321.63 | 15.53 | 5.07 | \ |
| GR12 | 5# | 278.11 | 313.55 | 7.45 | 2.43 | \ |
| 6# | 281.09 | 314.85 | 8.75 | 2.86 | \ |
| GR13 | 4# | 308.60 | 318.73 | 12.63 | 4.12 | \ |
| 5# | 309.52 | 320.34 | 14.24 | 4.65 | \ |
| GR14 | 5# | 307.64 | 316.84 | 10.74 | 3.51 | \ |
| 6# | 310.83 | 317.32 | 11.22 | 3.66 | \ |
| GR15 | 5# | 280.30 | 291.04 | / | / | \ |
| 6# | 283.30 | 291.40 | / | / | \ |
| GR16 | 4# | 310.71 | 321.25 | 15.15 | 4.95 | \ |
| GR17 | 6# | 313.23 | 321.69 | 15.59 | 5.09 | \ |
| GR18 | 6# | 285.51 | 295.83 | / | / | \ |

注：表中机组为正常运行机组。

**表7-5 参与频率调节水力干扰调压室计算结果表**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工况 | 调压室号 | 初始水位  (m) | 最高水位  (m) | 最高水位发生时间  (s) | 最低水位  (m) | 最低涌浪水位发生时间  (s) | 向上最大振幅  (m) | 向下最大振幅  (m) |
| GR1 | 上游 | 607.16 | 614.57 | 27.74 | 603.97 | 74.22 | 7.41 | 3.19 |
| 下游 | 109.51 | 114.24 | 94.56 | 100.18 | 37.78 | 4.73 | 9.33 |
| GR2 | 上游 | 607.16 | 613.51 | 29.38 | 605.28 | 69.10 | 6.35 | 1.88 |
| 下游 | 109.51 | 113.12 | 96.49 | 101.49 | 31.97 | 3.61 | 8.02 |
| GR3 | 上游 | 594.70 | 602.39 | 29.50 | 592.19 | 75.24 | 7.69 | 2.51 |
| 下游 | 125.65 | 129.78 | 96.20 | 116.07 | 32.08 | 4.13 | 9.58 |
| GR4 | 上游 | 594.70 | 601.36 | 17.14 | 593.41 | 67.92 | 6.66 | 1.29 |
| 下游 | 125.65 | 128.70 | 98.17 | 117.14 | 32.99 | 3.05 | 8.51 |
| GR5 | 上游 | 579.08 | 586.44 | 29.86 | 576.58 | 75.14 | 7.36 | 2.50 |
| 下游 | 135.14 | 139.25 | 96.00 | 125.87 | 32.44 | 4.11 | 9.27 |
| GR6 | 上游 | 579.08 | 585.61 | 17.28 | 577.77 | 67.86 | 6.53 | 1.31 |
| 下游 | 135.14 | 137.99 | 96.60 | 126.95 | 33.46 | 2.85 | 8.19 |
| GR7 | 上游 | 607.16 | 611.23 | 27.04 | 605.39 | 75.58 | 4.07 | 1.77 |
| 下游 | 109.51 | 111.60 | 97.02 | 104.70 | 39.92 | 2.09 | 4.81 |
| GR8 | 上游 | 607.16 | 610.02 | 28.82 | 606.75 | 60.60 | 2.86 | 0.41 |
| 下游 | 109.51 | 110.16 | 102.00 | 106.33 | 30.58 | 0.65 | 3.18 |
| GR9 | 上游 | 594.70 | 598.99 | 28.16 | 593.30 | 75.98 | 4.29 | 1.40 |
| 下游 | 125.65 | 127.38 | 98.20 | 120.86 | 39.70 | 1.73 | 4.79 |
| GR10 | 上游 | 594.70 | 597.78 | 30.38 | 594.28 | 60.04 | 3.08 | 0.42 |
| 下游 | 125.65 | 126.31 | 104.66 | 122.04 | 31.78 | 0.66 | 3.61 |
| GR11 | 上游 | 579.08 | 583.17 | 28.56 | 577.72 | 75.92 | 4.09 | 1.36 |
| 下游 | 135.14 | 136.85 | 98.12 | 130.61 | 39.64 | 1.71 | 4.53 |
| GR12 | 上游 | 579.08 | 581.99 | 16.50 | 578.64 | 59.60 | 2.91 | 0.44 |
| 下游 | 135.14 | 135.73 | 103.46 | 131.72 | 32.34 | 0.59 | 3.42 |
| GR13 | 上游 | 607.57 | 609.59 | 78.42 | 603.48 | 35.30 | 2.02 | 4.09 |
| 下游 | 108.78 | 113.57 | 42.48 | 106.82 | 100.02 | 4.79 | 1.96 |
| GR14 | 上游 | 595.18 | 597.02 | 79.14 | 591.16 | 35.88 | 1.84 | 4.02 |
| 下游 | 124.80 | 129.66 | 43.50 | 123.08 | 101.06 | 4.86 | 1.72 |
| GR15 | 上游 | 579.51 | 581.34 | 78.12 | 575.61 | 34.98 | 1.83 | 3.90 |
| 下游 | 134.38 | 139.04 | 42.40 | 132.66 | 99.98 | 4.66 | 1.72 |
| GR16 | 上游 | 607.84 | 610.89 | 79.54 | 600.46 | 36.00 | 3.05 | 7.38 |
| 下游 | 108.28 | 117.02 | 43.02 | 105.10 | 100.62 | 8.74 | 3.18 |
| GR17 | 上游 | 595.49 | 598.29 | 80.28 | 588.26 | 37.00 | 2.80 | 7.23 |
| 下游 | 124.23 | 133.07 | 43.96 | 121.38 | 101.58 | 8.84 | 2.85 |
| GR18 | 上游 | 579.80 | 582.57 | 79.26 | 572.87 | 35.82 | 2.77 | 6.93 |
| 下游 | 133.86 | 142.24 | 43.02 | 131.03 | 100.60 | 8.38 | 2.83 |

* + 1. **水力干扰过渡过程计算分析**

(1) 由参与频率调节条件下的水力干扰计算结果(表7-2～7-3)分析可知：

1)水力干扰调速器参与频率调节的条件下，各工况下转速进入±0.2％带宽最大调节时间为136.40s左右，振荡次数最多达7.5次，转速波动是衰减的。因此，同一水力单元部分机组甩负荷时，不会造成事故进一步扩大，导致运行机组随之甩负荷。

2)额定水头工况GR3，6号机最大超出力为49.94MW，超出力幅度为16.31%，进入110%出力限制线的时间为35.20s，如图7.1-图7.5所示。

(2) 由参与功率调节条件下的水力干扰计算结果(表7-4～7-5)分析可知：额定水头工况GR3，6号机最大超出力为73.81MW，超出力幅度为24.11%，进入110%出力限制线的时间为37.60s，如图7.1-图7.5所示。

|  |  |
| --- | --- |
| 图工况GR6机导叶开度变化过程线 | 图工况GR6机组出力变化过程线 |
| 图工况GR6机组转速波动变化图 | 图工况GR上游调压室水位变化过程线 |
| 图工况GR尾水调压室水位变化过程线 |  |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

8 结论

针对推荐方案，采用宜兴水泵水轮机特性曲线的过渡过程计算结果如下：

（1）大波动过渡过程计算结果

1）蜗壳进口最大动水压力控制工况是设计工况SJT8和校核工况JHT8。设计工况SJT8蜗壳进口最大动水压力修正值752.84m；校核工况JHT8蜗壳进口最大动水压力修正值751.76m。以上两种控制工况均满足控制标准800.00m。

2）尾水管进口最小动水压力发生在设计工况SJP4和校核工况JHT13（4.0s）。设计工况SJP4的尾水管最小压力值修正值19.43m；校核工况JHT13（4.0s）的尾水管最小压力修正值2.44m。以上两种控制工况均满足2m正压的控制要求。

3）转速最高上升率发生在设计工况SJT2和校核工况JHT2，设计工况SJT2的机组最大转速595.45rpm；校核工况JHT2的机组最大转速603.41rpm。以上两种控制工况均满足控制标准621.5rpm。

4）上游进出水口闸门井最高涌浪水位出现在控制工况SJJ8，极值为613.03m，高于启闭机操作平台高程（615.00m）**；**最低涌浪水位的出现在工况JHP5，极值为569.35m，高于闸门井底部高程（561.6m）。

5）上游调压室最高涌浪水位出现在工况JHT8，极值为619.03m，低于调压室顶部高程（622.0m）**；**最低涌浪水位的控制工况为JHP5，极值为558.38m，高于调压室底部高程（543.4m）。

6）尾水调压室最高涌浪水位出现在工况JHP5，极值为149.86m，低于调压室顶部高程（153.5m）**；**最低涌浪水位的控制工况为SJT8，极值为96.28m，高于调压室底部高程（90m）。

7）下游进出水口闸门井最高涌浪水位的控制工况为SJP6，极值为137.95m，低于启闭机操作平台高程（138.00m）**；**最低涌浪水位的控制工况为JHT8，极值为106.14m，高于闸门底部高程（94.3m）m。

8）4#机组上游段最小压力发生在上游进、出水口转折处（距上游进、出水口55.21m），最小压力值为8.032m，相应管道顶部压力值为4.032m，满足2m正压的要求。下游侧最小压力发生在进、出水口转折处（距上游进、出水口55.21m），最小压力值为9.665m，相应管道顶部压力值为4.665m，满足2m正压要求。

9）敏感性分析结果

①上游调压室阻抗孔面积越小，最高涌浪越低、最低涌浪越高，且对蜗壳末端最大压力影响很小。在上游调压室不设上室的情况下，调压室最高涌浪仍低于调压室顶部高程（622m）。

②下游调压室阻抗孔面积越小，最高涌浪越低、最低涌浪越高，当阻抗孔直径大于5.50m时，尾水管进口最小压力大于2.44m。

③ GD2增加，机组最大转速减小；在给定GD2范围内， JHT2工况拒动机组最大转速能够满足控制要求（621.5 r/min）。

（2）小波动过渡过程计算结果

采用优化后的调速器参数为：，，，s，，电网负荷自调节系数取0.0。额定水头工况（工况X2），机组转速在17.40s内可以进入±0.2%的转速频带偏差内，最小水头工况（工况X3），机组转速分别在18.00s进入±0.2%带宽内。

（3）水力干扰过渡过程计算结果

1）水力干扰调速器参与频率调节的条件下，调速器参数与小波动的调速器参数，，，s，, 相同。各工况下转速进入±0.2％带宽最大调节时间为136.40s左右，振荡次数最多达7.5次，转速波动是衰减的。因此，同一水力单元部分机组甩负荷时，不会造成事故进一步扩大，导致运行机组随之甩负荷。

2)额定水头工况GR3，6号机最大超出力为49.94MW，超出力幅度为16.31%，进入110%出力限制线的时间为35.20s，如图7.1-图7.5所示。

3) 由参与功率调节条件下，额定水头工况GR3，6号机最大超出力为73.81MW，超出力幅度为24.11%，进入110%出力限制线的时间为37.60s。