



重庆市涪江梯级渠化富金坝枢纽工程 调速器改造报告

(审定版)

四川水发勘测设计研究有限公司

二〇二三年六月

岗 位	姓 名	职称/注册执业 资格证书编号	签 名
审 定	郑昌银	教 高	郑昌银
	付 进	教 高	付进
审 查	冯 毅	高级工程师	冯毅
	张辛秋	高级工程师	张辛秋
	胡红燕	高级工程师	胡红燕
校 核	周成渝	高级工程师	周成渝
	杨 力	高级工程师	杨力
	邓晓思	高级工程师	邓晓思
编 写	李 由	高级工程师	李由
	陈大明	高级工程师	陈大明
	杨颖蓉	工 程 师	杨颖蓉

审 定：郑昌银 付 进

审 查：冯 毅 张辛秋 胡红燕

校 核：周成渝 杨 力 邓晓思

设 计：李 由 陈大明 杨颖蓉

目 录

1	综合说明	1
1.1	工程概况	1
1.2	主要技术经济指标	2
2	设计标准	3
3	技术方案	4
3.1	调速器系统	4
4	设计概算	错误！未定义书签。
4.1	编制说明	错误！未定义书签。
4.2	概算表	错误！未定义书签。

1 综合说明

1.1 工程概况

涪江梯级渠化富金坝枢纽工程系涪江干流重庆段航运自下而上梯级开发的第三级，位于重庆合川市太和镇上游约 2km 处，陆路至合川城区 53km，水路 60km。上游紧接潼南境内已建的三块石梯级，下游与铜梁境内已建的安居梯级相接。工程所在区左岸有太和镇至佛盐乡公路通过，交通较为方便。

涪江属嘉陵江右岸一级支流，发源于岷山东麓三舍驿的五星岩。自西北向南流经平武、江油、绵阳、三台、射洪、遂宁、潼南至合川汇入嘉陵江。流域地理坐标位于东经 $103^{\circ} 47'$ ~ $106^{\circ} 02'$ ，北纬 $30^{\circ} 05'$ ~ $32^{\circ} 58'$ 之间。干流全长 670km，流域面积 36400km²。其中富金坝枢纽工程控制流域面积 29415km²。

富金坝枢纽工程是一个以航运为主、航电结合、以电促航等综合利用的工程。包括闸坝和厂房及船闸枢纽两部分。为完全渠化河段，闸坝枢纽与厂房及船闸枢纽分开布置，闸坝枢纽布置在龙背坡，开挖闸坝枢纽上游 800m 处右岸的露水埡后修建厂房及船闸枢纽。富金坝枢纽工程水库总库容 2.37 亿 m³，正常蓄水位 229m，相应库容 0.6648 亿 m³，汛前限制水位 226m，具有日调节性能。电站为河床式，装机容量 $3 \times 20\text{MW}$ ，引用流量 678.40 m³/s，设计水头 10m，保证出力 11.6 MW，多年平均发电量 2.554 亿 KW.h，年利用时数 4257h。

1.2 主要技术经济指标

详见第 4 章投资概算。

2 设计标准

技术标准：设计的内容、深度和质量均应符合中国国家和电力行业主管部门现行以及本合同执行过程中新发布的有关规程、规范和技术标准规定的要求。

本工程采用的主要技术规范包括以下范围：

NB/T35004	《水力发电厂自动化设计技术规范》
GB/T9652.1	《水轮机调速系统技术条件》
GB/T9652.2	《水轮机调速器系统试验》
DL/T563	《水轮机电液系统调节系统及装置技术规范》
GB/T17626	《工业过程测量和控制装置的电磁兼容性》
DL/T1245	《水轮机调节系统并网运行技术导则》
GBT 30951-2014	《小型水电站机电设备报废条件》

3 技术方案

3.1 调速器系统

3.1.1 调速器系统简介及运行现状

3.1.1.1 调速器系统简介

富金坝水轮发电机机组于 2006 年投运,调速器采用东方电机股份有限公司生产的 IPC 双微机调速器,以工业控制计算机(IPC)及其系列模板作为硬件核心,采用双微机双通道冗余结构,并配以彩色显示屏。调速器具有出力控制、转速控制、开度控制、水位控制、波浪控制、电力系统频率自动跟踪、自诊断、容错、防错和纠错等功能。调速器能现地和远方进行机组自动、手动开停机和事故停机,满足机组并网和孤立运行的要求;调速器总体布置:电气部分单独成柜,液压部分采用液压集成阀块结构,布置在回油箱上。

调速器导叶主配直径为 100mm,转轮主配直径为 100mm,额定操作油压为 6.3MPa,调速器油压装置型号为 YZ-6-6.3,额定油压为 6.3MPa,压力油罐容积为 6m³。



图 1 调速器现状

3.1.2.3 调速器系统运行存在问题

富金坝电站于 2006 年投产发电，调速器至今已运行已超 17 年，运行过程中调速器出现过不同程度的问题，如电器原件老化严重，误动、软故障频繁、稳定性、可靠性等受时间、温度因素影响较大，零点飘移、机调主配阀内漏大、油泵启动频繁导致油泵寿命缩短等问题导致调速系统时常出现继电器抽动、负荷变化等不稳定现象，机组不能随时在额定水头下满发。机调主配漏油、稳定性不够，调速器油泵每隔 3-4 分钟会启动一次，严重损害调速器油泵寿命。

3.1.2 调速器改造必要性及可行性

1 近三年运行情况及检修情况：

根据电站工作人员提供资料，富金坝电站调速器近三年问题汇总如下：

- (1) 富金坝航电枢纽调速系统近三年来运行可靠性、稳定性不够；
- (2) 三台机桨叶功放板共更换 3 次；
- (3) 导叶功放板共更换 2 次；
- (4) 测频模板共更换 4 次；
- (5) 出现触摸屏死机情况共 11 次；
- (6) 与 LCU 串口通讯死机情况共出现 39 次（目前三台机组与 LCU 串口通讯失败）；



图 1：调速器交换机故障

- (7) 调速器双机通道故障共出现 21 次（目前一号机组仍处于双机通道故

障状态)；

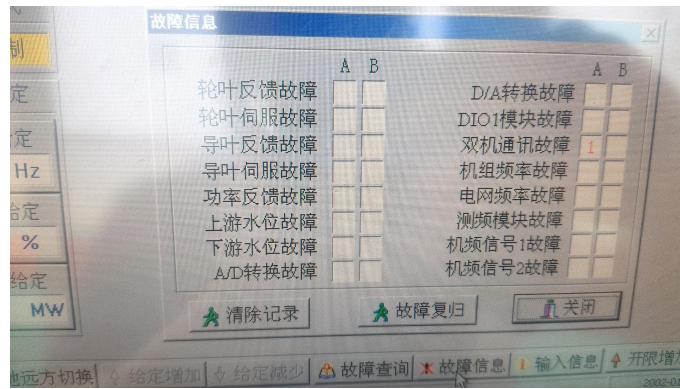


图 2：双机通道故障

(8) 近三年调速器油泵共损坏并更换 6 次；



图 3：调速器油泵更换

(9) 近三年调速器油系统滤芯堵塞并更换 15 次；



图 4：调速器滤芯更换

(10) 电调交换机死机故障共 5 次；

2 改造必要性

近三年来因调速器系统故障所导致的发电损失、设备更换（备件采购）等直接经济损失巨大，系统不稳定造成运行值班人员的担忧，同时也为检修人员增加大量的工作和困难。由于调速器年代较为久远，产品老化严重，备品备件无法购买等因素影响，富金坝调速器改造迫在眉睫，具体因素如下：

(1) 电气元件老化，机械部件的磨损影响出力稳定性。

(2) 目前所使用的调速器属于微机调速器早期产品，现调速器电气部分和液压部分出现元器件老化，原厂家相关备件已停产无法购买。

(3) 整个电网的自动化程度的不断提高，目前调速器电控部分未来无法满足电网要求。

(4) 原调速器采用东电 2000 年产品，单主配控制，其运行稳定性和可靠性不足，现技术升级后，其稳定性、可靠性、调节精度和速度都会有极大提升。

(5) 为保障水电站的运行安全，充分发挥水电站的经济效益，挖掘其发电潜力并满足公司集控中心远程调控目的。对富金坝水电站调速器进行更新改造势在必行。

(6) 参考 GBT 30951-2014《小型水电站机电设备报废条件》中第 5.3.2 条规定：“运行时间超过 12 年，电气或机械器件老化严重，故障频繁”改造无效或不经济时，调速系统应整体报废。

3 改造可行性

富金坝调速器采用东电 2000 年产品，单主配控制，其运行稳定性和可靠性不足，现技术升级后，采用比例阀加伺服电机冗余控制导叶，双伺服电机冗余控制桨叶，其稳定性、可靠性、调节精度和速度都会有极大提升，可使富金坝电站发电机组运行的安全及稳定性得到更好的保障。

3.1.3 调速器改造范围

(1) 1#、3#两台套调速器电控柜及其附属设备；

(2) 1#、2#、3#三台套调速器机调部分及其附属设备；

(3) 2 台套调速系统导叶开度反馈装置、桨叶开度反馈装置、调速系统设备内部之间连接所需要的屏蔽电缆。

(4) 复核试验（含一次调频试验）

本次改造为在不影响原来调速器土建尺寸的情况下对调速器进行升级改造，调速器厂房内平面布置图及机械柜改造范围如下：

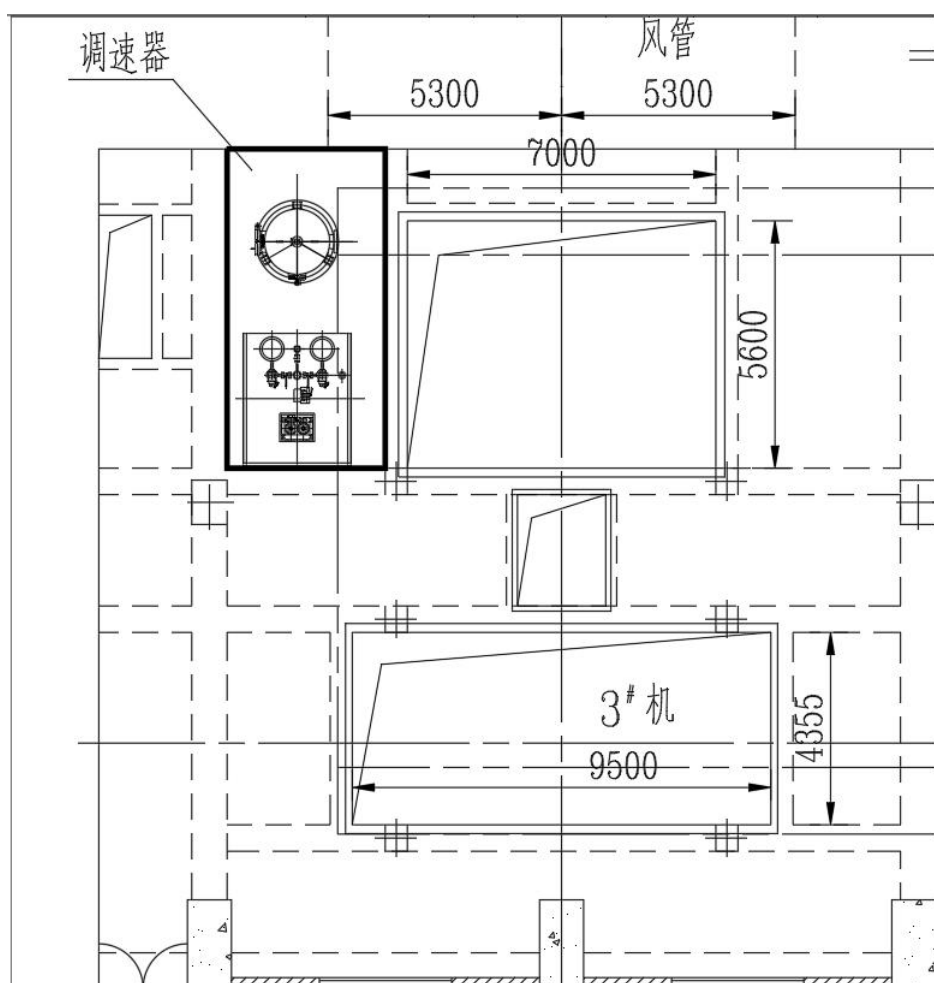


图 1：调速器平面布置图

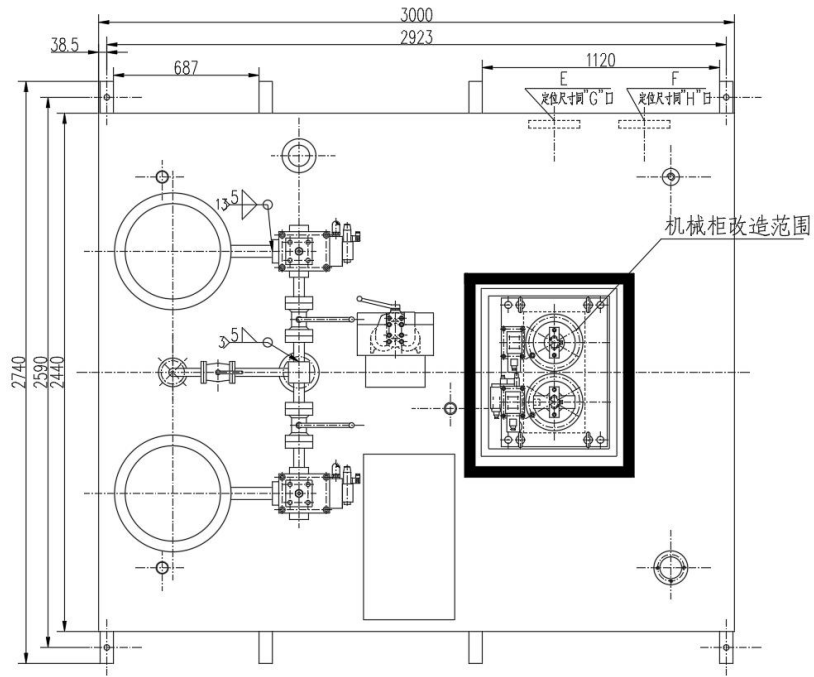


图 2：机械柜改造范围

3.1.4 主要参数

3.1.4.1 动能参数

水库调节性能	日调节
电站装机容量 (MW)	60
电站引用流量 (m ³ /s)	678.40
电站最大水头 (m)	12.39
电站最小水头 (m)	3.24
电站设计水头 (m)	10
多年平均发电量 (亿 KW.h)	2.554
年利用时数(h)	4257

保证出力 (MW) 11.6

3.1.4.2 水轮机的主要技术参数

水轮机型号:	GZA684-WP-500
额定出力:	20.5MW
额定效率:	93.00%
最高效率:	95.5%
额定水头:	10m
水头范围:	3.24~12.39m
额定流量:	225.1m ³ /S
额定转速:	120rpm
飞逸转速（非协联工况下）:	340rpm
安装高程:	204.70m

3.1.4.3 现调速器主要参数

(1)调速器型号	<u>IPC 双微机调速器</u>
(2)调速器主配压阀直径	
a. 导叶主配压阀直径	<u>100 mm</u>
b. 轮叶主配压阀直径	<u>100 mm</u>
(3)正常工作油压	<u>6.3 MPa</u>

(4)最小正常操作油压	<u>5.8 MPa</u>
(5)事故停机油压	<u>5 MPa</u>
(6)调节规律	<u>模糊变参数 PID</u>
(7)调速器工作电源(应提供足够容量的逆变电源, 且电源具有可靠性、能抗干扰)	<u>DC220V ± 15%</u> <u>AC220V ± 15% 50Hz</u>
(8)调速器转速死区	<u>≤0.02 %</u>
(9)永态转差系数范围 bp	<u>0~10 %</u>
(10)比例增益 KP	<u>0~20</u>
(11)积分增益 KI	<u>0.05~10 1/s</u>
(12)微分增益 KD	<u>0~5 s</u>
(13)频率整定范围	<u>45~55 Hz</u>
(14)功率整定范围	<u>0~115 %</u>
(15)人工转速死区	<u>±1 %</u>
(16)机组测速方式	<u>残压测频为主, 齿盘测频为备用</u>
(17)接力器全行程关闭时间调整范围	
a.导叶	<u>6~25s</u>
b.轮叶	<u>6~25s</u>
(18) 测至主接力器的转速死区不超过	<u>0.02%</u>
(19) 接力器不动时间不大于	<u>0.2 s</u>

(20) 调速系统事故间隔平均时间不少于	<u>30000</u> h
(21) 调速系统大修间隔平均时间不少于	<u>10</u> 年
(22) 自动工况可利用率	<u>99.95</u> %
(23) 电气柜外形及基础尺寸（长×宽×高）	<u>600×800×2260</u> mm
(24) 电气柜重量	<u>~0.4</u> T

1.5.2 油压装置技术参数

(1) 型号	<u>YZ-6-6.3</u>
(2) 压油箱总容积	<u>6</u> m ³
(3) 回油箱总容积	<u>8</u> m ³
(4) 压油罐贮油量	<u>2</u> m ³
(5) 回油箱正常贮油量	<u>4</u> m ³
(6) 油泵	
a. 型号	<u>3G70×6C2</u>
b. 输油量	<u>360</u> l/min
c. 最大工作压力	<u>6.3</u> MPa
d. 台数	<u>2</u> 台
(7) 油泵电动机	<u>2</u> 台
a. 额定功率	<u>55</u> kW

b.电压	<u>AC380 V</u>
(8) 回油箱尺寸:	<u>2600×2800×3000mm</u>
回油箱重量 (包括机械部分):	<u>7.7t</u>
(9) 压力油罐尺寸:	<u>5200×φ1450mm</u>
压力油罐重量:	<u>8.6t</u>
(10) 提供给液压部分的油源过滤精度为	<u>60um</u>

3.1.5 改造技术要求

3.1.5.1 型式和说明

(1) 型式和总体设计: 调速器是并联 PID 型数字式电液调速器, 以微机控制器及其系列模板作为硬件核心, 采用双微机双通道冗余结构, 并配以彩色显示屏, 具有良好的人机中文界面。调速器具有出力控制、转速控制、开度控制、水位控制、波浪控制、AGC、一次调频、电力系统频率自动跟踪、自诊断、容错、防错和纠错等功能。调速器能现地和远方进行机组的自动、手动开停机和事故停机, 满足机组并网和孤立稳定运行的要求; 并具有与电站计算机监控系统连接的接口, 包括硬件和软件。调速器采用齿盘测速和残压测速两种测量方式组成。调速器与电站计算机监控系统时钟同步采用 B 码对时, 并在触摸屏上动态显示 GPS 的 B 码时间。时钟同步误差不大于 1ms, 时钟同步信号取自电站计算机监控系统 GPS 的 B 码信号。

(2) 总体布置：电气部分单独成柜，机械液压部分做一个柜子（非标柜颜色待定），并具有必要的仪表及按钮。液压部分布置在回油箱上，采用液压集成阀块结构。柜子设有为调整和维修用的门，且底部有电缆和管道的进口，仪表和控制装置布置在柜子的正面，便于观察和手动操作。

1) 电气柜内各电气单元采用带电插入式接头的抽屉式结构。

2) 电气柜外形尺寸为 2260×800×600mm（高×宽×深），和 LCU 柜相协调（颜色：果绿 GY08）。

(3) 电气系统有过电压保护，且任何电压瞬变及外部电磁干扰，包括雷电和静电均不会引起调速器误动作。当无线电干扰环境场强在频率 0.15~500MHz 范围内不大于 126dB，磁场干扰环境不大于 800A/m 时，调速系统能维持正常工作，不产生误动。

3.1.5.2 容量和时间参数

调速器容量：调速系统应具有足够的容量，当压力油箱内操作油压最低，且作用在导叶或桨叶上的反向力矩最大时，能操作导叶继电器和桨叶继电器全行程开启或全行程关闭，全行程定义为：继电器移动 0~110%导叶开度，在开启方向没有过行程，在关闭行程终止时应有 1~2%的压紧行程。

时间参数：在规定的范围内，导叶继电器开启和关闭全行程的时间应能单独和方便的调整，继电器整定的开关全行程时间，保证使机组转速升值及过水

系统水压力升值在要求范围内。

3.1.5.3 性能保证

(1) 稳定性：机组能在各种工况下稳定运行。空载运行和并网运行时，调速系统能稳定地控制机组转速，机组无论在大电网中运行，还是在孤立电网中与其它机组并联运行或是单机运行时，调速系统也能稳定地在零到最大出力范围内控制机组出力，如果水轮机的水力系统和引水流道是稳定的，当满足下述条件时，则调速系统被认为是稳定的。

1) 发电机在空载额定转速下，或在额定转速和孤立系统恒定负荷下运行，且转差率定在 2%或以上时，调速器能保证机组转速波动值不超过额定转速的 $\pm 0.15\%$ 。

2) 电气装置工作和备用电源切换时，水轮机导叶接力器的行程变化不超过其全行程的 $\pm 1\%$ 。

3) 调速器允许带电插入或拨出故障插板。

4) 满足机组在孤立电网运行时的控制要求。

(2) 静态特性

1) 静态特性曲线近似为一直线，其最大非线性度不超过 1%。

2) 转速死区：在任何导叶开度和额定转速下，接力器的转速死区不超过额定转速的 0.02%。

(3) 动态特性：

1) 由调节器动态特性示波图上求取的 K_p 、 K_i 与理论值偏差不超过 $\pm 5.0\%$ 。

2) 机组甩 100% 额定负荷后，在转速变化过程中偏离额定转速 3% 以上的波峰不超过 2 次。

3) 从甩负荷开始至机组转速摆动相对值不超过 $\pm 1\%$ 为止的调节时间与从甩负荷开始至转速升至最高转速所经历的时间的比值不得大于 8。

4) 接力器不动时间：

机组出力突变 10% 额定负荷，从机组转速变化 $0.01 \sim 0.02\%$ 额定转速开始，到导叶接力器开始动作的时间间隔，不超过 0.2s。

(4) 频率跟踪：

调速器具有频率跟踪功能，可缩短同期时间，具有优良的调节性能，使机组和电网的频率差接近零。

(5) 稳定性调整：

调速系统动态性能具有比例、积分和微分功能，它们相互独立，且其增益连续可调，调整范围适合各受控系统的动态特性。

(6) 转轮桨叶的控制：

具有可靠的电气协联，使转轮桨叶按导叶接力器与转轮桨叶接力器之间的最优关系来使水轮机转轮桨叶定位。

(7) 水位控制：

调速器能根据上游水位的情况自动地增加或减少导叶开度或增、减开机台

数，使上游水位保持在给定的正常高水位范围内运行，上、下游水位信号（4~20mA）。

（8）波浪控制：

调速系统设有防波浪装置，避免甩负荷时上、下游水位发生较大的波浪。两台机同时甩负荷时，前池涌浪最大高度不大于 0.6m，三台机同时甩负荷时，前池最大涌浪高度不大于 1m。

（9）负荷跟踪器：

调速器无扰动自动、手动切换。调速器采用交直流双电源供电，任一电源故障均不影响机组正常运行。

（10）转速、负荷调整范围：机组空载运行，转差率定为零，通过手动或自动使转速调整机构在 90%~110%额定转速之间允许发电机进行并列运行。通过就地或远方控制转速调整机构在不少于 20s 不超过 40s 时间内从全开导叶下的出力减到零，通过手动和自动调节转速在 40s 内允许发电机由空载带至额定负荷运行。

（11）调速器根据运行状况（如空载或并网运行）自动改变调节参数（ K_i 、 K_p 、 K_D ），以适应不同工况运行。

（12）调速器具有很强的抗油污能力，并在滤油精度为 $60\ \mu\text{m}$ 时，调速器仍能正常工作。

（13）调速器电气部分温度飘移量折算到转速相对值不超过 $0.01\%/^{\circ}\text{C}$ 。

(14) 调速器电气部分与计算机监控系统通信采用 MODBUS 通信方式。

(15) 调速器具有：导叶-桨叶协联控制检查和调整功能；卡物和加速度保护功能。

3.1.5.4 运行要求

(1) 概述：调速系统满足下述规定的运行要求，不可调的出力限制装置可限制发电机在 $\cos \phi = 1$ 时的最大出力，可调的导叶和桨叶限位装置可限制导叶和桨叶位于任意位置（开度和角度）。

(2) 控制：调速器有下列控制方式，由装在电气柜上的开关选择。

1) 现地——远方转换开关：一个二位保持接点转换开关。当在“现地”时下列控制装置应能操作，在“远方”时下列控制装置被锁住。“现地—远方”转换开关位于“远方”位置信号还应以空接点形式送电站 LCU。

a 转速变更机构；

b 导叶限位的调整；

c 功率给定点的调整；

d 功率控制器投入——切除。

2) 试验——手动——自动转换开关：一个三位保持接点转换开关。所有切换无扰动。

a 自动控制：保持机组频率或机组功率在给定范围内；

b 手动现地控制：由控制开关来调节；

c 试验方式控制：由导叶限制控制开关作调节。

(3) 停机：调速器在下述情况下关机：

1) 正常停机：就地或远方控制，断路器在零出力跳闸后，完全关闭导叶。

2) 部分停机：负荷消失，断路器跳闸，调速器将机组关至空载。

3) 事故停机：设备故障，在满足调节保证前提下以最快速度关闭导叶，并能迅速自动投入防波浪装置（当甩大负荷停机时），保证涌浪和流量瞬变值在合同约定的允许范围内。

(4) 开机：现地手动起动或在自动程序控制设备的控制下起动和控制机组转速在额定值。在断路器合闸前，机组自动跟踪系统的频率。

3.1.5.5 孤立电网运行功能

调速器应具有孤网自动识别能力，带孤立负荷能稳定运行，孤立运行要求满足 DL/T 1245 相关要求。

3.1.5.6 离线功能

通过触摸屏可随时人为检查、调整、设置调节参数和运行参数，并且可以用计算机进行程序的检查、修改和调试，调速器应具有下述离线自诊断及调试功能：

- 系统硬件及软件故障检查，包括各硬件模块故障检查；

- 调节参数检查及调试;
- 程序检查及调试;
- 修改和调整程序;
- 检查、调试和电站计算机的通信及其它接口;
- 数据取样系统的精度检查
- 数字滤波器的参数检查和校准
- 导叶-桨叶协联控制检查和调整功能

3.1.5.7 在线自诊断和容错功能

调速系统有下面给出的在线自诊断和故障处理功能，故障通过电气柜上的指示灯及显示屏指示。某些故障也可通过微机插件板上的指示灯指示。各故障信息以通信口方式提供给电站计算机监控系统。每次调速器投入前应对下述故障进行自诊断一遍，无故障后方可开机。电气柜抽屉面板上应设故障指示灯。

- CPU 模块故障
- 任一模拟量/数字量输入通道故障
- 任一模拟量/数字量输出通道故障
- 通讯模块故障
- 导叶开度反馈故障
- 轮叶开度反馈故障

- 功率反馈故障
- 功率给定故障
- 电源故障
- 测速信号故障
- 水头信号故障
- 导叶主配反馈故障
- 跟踪故障（包括中接和主接）
- 时钟故障
- 液压系统故障：

3.1.5.8 安全保护装置

(1)故障保护：

发生系统故障或电源消失，除了停机回路和导叶开度限制机构保留可操作性外，调速器将保持导叶在事故之前的位置，对于大事故，机组将停机，电气柜上的指示灯指示故障，调速器有失灵接点信号输出。调速器应具有“失电关机”，和“失电自复中”并联方式控制功能。

(2) 分段关机：

调速系统具有导叶分段关闭功能。

(3)防飞逸装置：

当油压装置的油压低于事故低油压时，自动操作重锤直接关闭导叶，同时有 2 对以上电气上相互独立的接点引出，接点容量为 DC220V，5A。重锤由第三方供给。

1)当油压装置的油压为事故低油压时，自动操作停机，同时有 2 对以上电气上相互独立的接点引出，接点容量为 DC220V，5A。

2)当调速器主配压阀拒动且转速升高到 115%额定转速后，自动操作快速停机。当机组转速继续升高到 165%额定转速时，自动操作重锤关机，同时分别给出 2 对以上电气上相互独立的引出接点，接点容量为 DC220V，5A。

(4)低油压保护

当油压装置的油压低于事故低油压时，自动操作事故配压阀和重锤直接关闭导叶，同时应有 2 对以上电气上相互独立的接点引出，接点容量为 DC220V，5A。

3.1.5.9 回复机构

回复机构采用电气回复装置。

3.1.5.10 控制装置和仪表

(1)概述：随调速器提供的控制装置和仪表，安装在相应柜子仪表盘的上面或里面，安装在柜面上的控制装置和仪表便于观测且对称地排列，所有的仪表，控制装置，尺寸和外观相互协调，完整地用导线与附近的端子接线板连接，接

线板装在柜子内仪表的底部。

(2)仪表和装璜：仪表是平装型的，白盘、黑字和黑色指针，精度不低于 1.5 级，两用表盘的第二根指针和数字用红色或其它经许可的颜色。仪表有防眩玻璃盖，提供可见控制旋钮，并装璜到与柜子协调一致。

(3)机械柜上的控制装置和仪表：（机械部分布置在回油箱上）

- 1) 调速器油压表，单位(MPa)。
- 2) 导叶开度限制和导叶位置指示，刻度 0~100%
- 3) 桨叶位置指示
- 4) 导叶开度调节
- 5) 事故停机按钮及信号灯。
- 6) 导叶锁锭控制
- 7) 转速指示，刻度 0~310%额定转速。
- 8) 手动/自动切换及状态信号灯。

(4)机械液压部分控制装置和设备：

- 1) 主配压阀组

主配压阀采用立式滑阀结构，不应采用插装阀式结构，整体布置与现场位置相匹配。主配压阀组中各液压元件及油路采用组合式集成结构；主配压阀的主要零部件采用耐磨、耐蚀性能好的材料，阀芯采用锻件结构，阀壳采用锻件结构，应确保主配压阀动作灵活、耐磨损、抗油污；主配压阀、阀芯及衬套的

使用寿命长，主配压阀流量大小可调。

2) 紧急停机电磁阀

采用一只二位四通带手动应急按钮的双电磁铁换向阀。其作用是当机组或系统发生需要停机的故障时，接受来自机组或系统的故障信号紧急关闭导叶开度，强迫机组停机。本阀也可以通过现地操作手动应急按钮，实现紧急停机。

3) 位移传感器装配

采用精密位移传感器采集导叶、轮叶接力器位移，并将其转换为电气信号供指示仪表显示用。

4) 压力截止装置和导叶锁锭压力供应：

机械部分这一装置，在导叶已关闭并锁定后，将自动切断到主配压阀和其它液压系统元件的油压。在正常和紧急关机期间，保持已在工作的接力器油压，截止装置为油压操作，并在紧急情况下能手动打开，此装置快开快关，由“有压”和“无压”的单独的瞬时直流电信号控制；并且不用连续供电就能保持在其中一个位置。油压截止装置和其元件的配置原则是当油压被截止和发出“有压”信号时，操作机构将施加关闭力于导叶，并提供液压以释放导叶锁定装置，其元件安装：直到导叶锁锭已充分投入时，油压才被截断。

5) 导叶位置开关

用于调速器外其它控制回路的 12 对位置开关，位置开关是电气独立的，不接地的，单刀单投式，在导叶全行程范围的任意点可调为闭合或开启，开关具

有防振防潮措施且布置于继电器附近。

6) 一套反映桨叶位置开关的信号装置。

(5) 电气柜上的控制装置、仪表和指示灯：

1) 转速指示器，刻度 0~310%额定转速。

2) 转速调节控制装置，用于“转速—出力”整定。

3) 频率表，范围 45~55Hz。

4) 导叶限位装置，用于控制导叶开度限位整定，范围是 100%接力器行程。

5) 手动导叶开度预调控制装置。

6) 手动桨叶位置预调控制装置。

7) 两套红绿指示灯，“锁定投入—锁定拨出”和“有压—无压”显示导叶锁定装置和油压截止装置的状态。

8) 红色指示灯，显示调速系统的故障。

9) 永态转差率指示器，刻度 0~10%。

10) 桨叶位置、导叶位置、导叶开度限位指示器、双针指示型。

11) 事故紧急停机按钮及指示灯，手动—自动指示器，发电—停机指示灯。

12) 转差率调整控制装置，用于转差率整定。

13) 发电机有功功率表，刻度 0~40MW。

14) “自动—手动—试验”方式选择开关。

15) “现地—远方”转换开关。

16) 转速调整指示器，刻度 90~110%。

(6) 电气柜内的控制装置和设备：

1) 微机控制器 2 套

2) 人机界面（15 寸彩色液晶显示器）

3) 厂用交直流双路供电电源系统（DC24V）

4) 伺服比例阀功率放大模块，伺服电机控制器

5) 智能测频模块

6) 表计、指示灯、端子及开关等

7) 电气导叶位置开关：

导叶起动开度位置开关和空载位置开关各一套，每套带 4 只电气独立的，不接地的，单刀单投接点回路，2 只常开，2 只常闭，接点容量为 DC220V，5A。

此外，还提供 4 只电气导叶位置开关，可在导叶的全行程范围内开启或关闭于任意位置。

8) 电气导叶开度限位开关：提供 12 只电气独立的、不接地的、单刀单投接点回路，每个接点的整定是独立的、可在导叶全行程范围内调整，提供 1 只限位重合开关，当导叶位置与导叶开度限位一致时打开。

(7) 电液转换装置

调速器机械液压调节部分应采用成熟和先进的技术。电液转换单元应采用伺服比例阀+伺服电机电液转换装置的冗余结构。

电液伺服机构各部件采用集成化模块，各模块之间的连接应可靠，不采用管联接，各联接处不应有渗油现象。过滤器应保证控制油的质量，滤网应能方便地更换、清扫。

在电液调节装置的调节参数、指令信号及输入信号不变的条件下，油压在正常工作范围内变化时，所引起的主接力器位移不大于全行程的 0.5%。

3.1.5.11 微机控制器

采用高可靠性的可编程控制器双套冗余，每一套控制器有独立的电源系统、独立的采样传感器及 IO 为自己服务，每套控制器分别控制自己的电液装换装置，控制器之间采用高速现场工业总线连接，交换信息，双系统采用主、备运行方式，一套工作，一套备用。备用机自动跟踪工作机状态，当工作机有故障时自动无扰动切换到备用态，备用机投入工作。两机的故障信息既通过通讯方式同时也通过 IO 口交换。

3.1.5.12 软件

- 1) 信号采集及处理软件
- 2) 调节与控制软件
- 3) 信号输出软件
- 4) 故障诊断及处理软件
- 5) 显示与参数管理软件

3.1.6 复核试验

调速器改造完成后，应进行以下复核试验，调速器厂家应配合有资质的第三方完成调速器的一次调频试验。

调速器复核试验表

表 3.1-1

序号	系统	项目	项目工作方式
1	调速器油压装置	一般检查试验	复核
		阀组调整试验	复核
		油压装置的密封试验	复核
		压力信号器和油位信号器整定	复核
		油压装置自动运行模拟试验	复核
2	调速器电柜	电源检查试验	复核
		回路检查试验	复核
		频率变换电路试验	复核
		参数整定及显示检查试验	复核
		工况转换及状态显示检查试验	复核
		调节模式和控制方式切换试验	复核
		故障诊断及处理功能试验	复核

序号	系统	项目	项目工作方式
		通信功能检查	复核
		转速指令校验	复核
		功率指令校验	复核
3	调速器机柜	主阀试验及调整	监察
		电气、机械液压转换装置调整试验	复核
		充油前的检查和初步调整	复核
		额定油压下的调整试验	复核
		自动调节部分的调整试验	复核
		电液随动装置调整试验	复核
		位移变送器调整试验	复核
		继电器开关机时间调整试验	复核
		主配压阀零点调整试验	复核
		紧急停机试验	复核
4	调速器机电柜联调	静特性试验	复核
		操作回路检查及模拟动作试验	复核
		电源切换模拟试验	复核
		转速信号消失模拟试验	复核
		反馈故障模拟试验	复核

序号	系统	项目	项目工作方式
		其它故障模拟试验	复核
		双套切换试验	复核
		手自动切换试验	复核
		无水状态下其它模拟(如水头协联)试验	复核
5	联合启动试运行试验	手动开、停机试验	联合复核
		调试器空载扰动试验	
		过速试验	
		自动开、停机试验	
		动态下各种故障模拟试验	
		发电机短路试验	
		发电机升压试验(包括空载特性、励磁相关)	
		并列、带负荷、变负荷、试验	
		甩负荷试验	
		事故低油压关闭导叶试验	
		Pss、一次调频试验	
带负荷 72 小时连续运行试验			

3.1.7 改造清单

表 3.1-2 改造设备清单（单台套）

序号	项 目	型号	单位	数量	备注
1	电气柜				全厂共 2 套，以下为单套配置
1.1	微机控制器		套	2	双机冗余配置。主频不低于 600MHz，存储不低于 2G；至少 2 个不同 IP 地址的以太网口
1.2	15 寸彩色 TFT 触摸屏		套	1	
1.3	开关电源		套	1	
1.4	温湿度控制器		套	1	
1.5	测频板		套	1	
1.6	测频隔离变		套	1	
1.7	按钮、指示灯。空气开关、继电器、电源插座端子排等		套	1	

序号	项 目	型号	单位	数量	备注
	附件				
1.8	柜体及安装附件		面	1	
2	调速器机械部分				每台机 1 套，共三套
2.1	柜体	含安装附件			
2.2	主配压阀及附件		套	1	导浆叶双调
2.3	伺服比例阀		套	2	
2.4	伺服电机		台	2	
2.5	比例阀控制器		套	2	
2.6	伺服电机控制器		套	2	
2.7	比例阀位置传感器		套	2	
2.8	自复中装置		套	2	
2.9	紧急停机电磁阀		套	2	含位置开关
2.10	双精滤油器		套	2	
2.11	控制油压力信号器		套	2	
2.12	管路、法兰及其他 配套附件		套	1	
3	导叶位移传感器	L5	套	2	磁伸缩直线位移传感器
4	浆叶位移传感器	L5	套	2	磁伸缩直线位移传感器

序号	项 目	型号	单位	数量	备注
5	位置开关		套	2	
6	一次调频试验		项	1	3 台机
7	二次电缆		m	200	
8	齿盘测速探头		只	4	
9	差压变送器		只	1	净水头传感器

规定的备品备件

表 3.1-3

序号	器件名称	规格型号	单位	数量	备注
1	过滤器滤芯				
2	紧急停机电磁阀				
3	密封件		套	1	
4	电源模块		套	1	
5	指示灯、熔断器、 各类继电器		各项	1	

专用工具

表 3.1-4

序号	器件名称	规格型号	单位	数量	备注
1	专用工具		套	1	

2	调试笔记本电脑		台	1	含调试软件
---	---------	--	---	---	-------

