

中华人民共和国电力行业标准

水电厂机组自动化元件及其系统 运行维护与检修试验规程

Code of operation maintenance overhaul and test for
automatic control components and their related
systems for hydrogenerating sets

DL/T619—1997

前 言

本标准是根据电力工业部下达的技综字 [1995] 15 号文的安排和《电力行业标准体系表》的要求而制订的；在编写规则和格式上符合 GB/T1.1—1993《标准编写的基本规定》和 DL/T600—1996《电力标准编写的基本规定》的要求。

本标准早于 1993 年已形成初稿，并经部水电站自动化设备标准化技术委员会讨论过。但随着技术的发展和进步，情况发生了变化，尤其是近年来水电厂自动化技术进步较快，水电厂计算机监控技术的推广应用和无人值班（少人值守）的试点，对机组自动化元件（或装置）及其系统提出了更新、更高的要求，故原稿中的许多内容已不适应当前的形势。为此，本标准在编写过程中作了较大的改动，除增加一些新的内容外，对有些章节已重新编写，有的作了必要的调整和删改，以便更加适应当前的情况和实际需要。

水电厂机组自动化元件（或装置）及其系统运行的可靠性，经以往多次质量调查证明，不仅与产品的制造质量有关，也与水电厂运行维护工作的好坏密不可分。因此本标准的制定，是在国际 GB11805—89《大中型水电机组自动化元件及其系统基本技术条件》颁布执行后在标准化进程中的一项重要内容，并为这一领域的标准化体系填补了一项空白；它的颁布执行，必将进一步推动水电厂自动化技术的进步和提高安全、经济运行的水平。

本标准的附录 A、附录 B 和附录 C，都是标准的附录；附录 D 是提示的附录。

本标准由电力部水电站自动化设备标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：北京石景山发电总厂，中国水利水电科学研究院，水利部、电力部机电研究所。

本标准主要起草人：陈如良、谢荣松、曹洪恩、乔金福、贾桂清。

目 次

前言.....	368
1 范围	370
2 引用标准	370
3 术语	370
4 总则	371
5 自动化元件（或装置）选用的基本技术要求	371
6 机组自动化系统投入运行应满足的基本要求	378
7 自动化元件（或装置）及辅助系统的运行维护	380
8 自动化元件（或装置）的检修及系统试验	381
9 自动化元件（或装置）及其系统运行维护的管理监督	392
10 自动化元件（或装置）及其系统技术改造的管理监督.....	393
附录 A（标准的附录）元件（或装置）的内容及分类	394
附录 B（标准的附录）元件（或装置）的保证期及使用寿命的有关规定 （按 GB11805—89）	395
附录 C（标准的附录）元件（或装置）的评级标准及“四率”统计	395
附录 D（提示的附录）一些专用名词的说明	396

1 范围

本规程规定了有关水电厂机组自动化元件(或装置)及其系统的运行、维护、检修和试验的技术要求及技术改造和监督管理的基本内容。

本规程适用于单机容量为10MW及以上水电机组自动化元件(或装置)及其系统;单机容量在10MW以下水电机组自动化元件(或装置)及其系统亦可参照执行。

2 引用标准

下列标准包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

- GB998—82 《低压电器基本试验方法》
- GB1497—79 《低压电器基本标准》
- GB2423.4—81 《电工电子产品基本环境试验规程 试验 Db: 交变湿热试验方法》
- GB4208—93 《外壳防腐等级》
- GB11120—89 《汽轮机油》
- GB11805—89 《大中型水电机组自动化元件及其系统基本技术条件》
- JB2131—77 《液压元件通用技术条件》
- JB2146—77 《液压元件出厂试验技术指标》
- JB3336—83 《电站设备自动化装置通用技术条件》
- SDJ81—79 《电力建设施工及验收技术规范》(水轮发电机组篇)
- SD246—88 《化学监督制度》
- ZBJ16002—87 《阀门电动装置技术条件》

3 术语

3.1 水电厂机组自动化元件(或装置) [Automatic control components (or equipment) for hydrogenerating sets]:

是指与水电厂机组及其辅助设备的自动操作、监测和安全保护直接有关的非电量元件(或装置),其中主要指温度、转速、液位、物位、压力、液流等非电量的监测与执行元件(或装置),以下简称“元件(或装置)”。元件(或装置)的内容和分类见附录A。

3.2 系统(或“及其系统”) [System (or their related systems)]:

是指由水电厂机组自动化元件(或装置)所组成的系统。其中包括电气系统及油、水、气管路和设备组成的机械液压、气压系统;不包括发电机继电保护、调速器及励磁系统。

3.3 正常试验大气条件 (Atmospheric condition for normal test):

是指环境温度为15~35℃、相对湿度为45%~75%、大气压力为86~108kPa的大气条件。

3.4 可靠动作最长间隔时间 (Longest time between reliable operations):

是指元件 (或装置) 相邻两次可靠动作之间的最长间隔时间 (d)。

3.5 返回系数 (Reset factor):

是指元件 (或装置) 的复归值与动作值之比。即:

$$\text{返回系数} = \frac{\text{复归值}}{\text{动作值}}$$

3.6 零转速信号 (Zero rotational speed signal):

是指转速信号器 (或装置) 的整定值为 0~5% 额定转速的信号。

3.7 二级过速信号 (Grade-2 over speed signal):

是指转速信号器 (或装置) 的动作转速大于机组调节保证计算最大瞬态转速的信号。

3.8 监测元件 (或装置) [Monitoring and measure components (or equipment)]:

是指监视和测量反映机组或其辅助设备运行状态的某种或几种参量变化的元件 (或装置); 通常将以模拟量输出为主的元件 (或装置) 称为“变送器” (或“传感器”), 其二次仪表称为“监测仪表”, 两者总称为“监测元件”; 以开关量输出为主的元件 (或装置) 称为“监视元件” (或“信号器”)。

4 总则

4.1 水电厂机组自动化元件 (或装置) 应根据水电厂的机组容量、结构型式、自动化水平、机组的安全经济运行和生产流程的程序控制等要求进行配置。

4.2 水电厂机组自动化元件 (或装置) 及其系统的运行、维护、检修、试验与技术改造的任务是通过周期性的或日常的运行监督、检验、维修和技术改进等工作, 并根据运行经验及运行中出现的问题, 不断地进行技术改造, 优化元件选型与系统配置, 使之经常处于完好、准确、可靠状态, 以保证水电厂机组的安全、经济运行。

4.3 水电厂机组自动化元件 (或装置), 是实现水电厂机组自动启停和正常可靠运行的重要设备; 是促进安全经济运行、提高劳动生产率和实现少人或无人值班不可缺少的手段; 水电厂应用计算机监控以后, 其作用更为重要。为此, 各级领导和有关专业人员, 应切实做好元件 (或装置) 的优化选型、系统优化配置、技术改造以及运行、维护、检修、试验和技术管理等工作, 使其在电力生产中发挥应有的作用。

4.4 对水电厂机组自动化元件 (或装置) 及其系统的运行维护与技术管理, 必须配备专业知识基础好、事业心强、工作认真负责、具有专业理论水平和实践经验的技术人员; 同时, 工作人员要保持相对稳定, 对于初参加工作的运行维护人员, 必须经过技术培训及考核合格。

4.5 本规程是水电厂机组自动化元件 (或装置) 及其系统运行、维护、检修、试验、技术改造与技术管理的基本依据。由于各水电厂的具体情况不同, 各有关单位可根据本规程制订本厂的实施细则, 认真贯彻执行。

5 自动化元件 (或装置) 选用的基本技术要求

5.1 一般要求

5.1.1 自动化元件 (或装置) 应具有动作准确, 工作可靠, 性能稳定, 结构简单, 易于调

试、维护、更换等特点。

5.1.2 自动化元件(或装置)应在下列环境条件下长期稳定运行。

5.1.2.1 允许的环境温度和相对湿度为:

a) 不同海拔高度允许的环境温度应符合表1规定。

表1 允许的环境温度

海拔高度 (m)	≤1000	>1000 ≤1500	>1500 ≤2000	>2000 ≤2500
最高空气温度 (°C)	40	37.5	35	32.5
最低空气温度 (°C)	5			

注:当海拔高度大于2500m时,应与生产厂家具体协商。

b) 环境的相对湿度(最湿月平均温度为25°C)应符合表2要求。

表2 允许的环境相对湿度

水轮机层及进水阀门室	≤95%
发电机层及控制室	≤90%

5.1.2.2 允许的环境振动值为:

在正常试验大气条件下,装置的关键部件在经受频率10~150Hz(偏差±2%)、双振幅3.5mm(偏差±15%)两个互相垂直的方向(同一平面内),各持续2h的振动后,其主要参数与性能仍应满足技术要求,结构与元件应无松动及损坏。

5.1.2.3 允许的电源电压变化范围为:

- a) DC12V、DC24V、DC48V ±10%,纹波系数小于5%;
 b) DC220V +10%~-15%,纹波系数小于5%;
 c) AC220V +10%~-15%,50Hz±2.5Hz。

5.1.2.4 油、水、气系统允许的环境条件为:

a) 油系统必须采用L-TSA32、L-TSA46或粘度相近的同类型油,其水分和杂质的要求应符合GB11120的规定,使用油温不超过50°C。

b) 水系统的水质,除有特殊规定外,一般可按表3要求。

表3 对水质的技术要求

项 目	技 术 指 标	
	冷 却 水	润 滑 水
外 观	无明显的漂浮物和水生物,否则应采取防治措施	
硬 度	8°~12°	
pH值(25°C)	6.5~8.5	
含沙量(kg/m ³)	≤5	≤0.1
泥沙粒径(mm)	≤0.5	≤0.025 (>0.025mm的砂粒不超过含砂量的5%)

c) 压力和流量的脉动值不得超过额定值的5%;当超过时应增设阻尼元件,以降低脉动值。

d) 压缩空气含尘量不大于 $0.1\text{g}/\text{m}^3$ ，粒径不大于 $50\mu\text{m}$ ，露点低于工作环境 10°C 。

5.1.2.5 抗电磁干扰能力不低于 $400\text{A}/\text{m}$ 。

5.1.3 自动化元件（或装置）的绝缘性能应满足以下要求。

5.1.3.1 按表 4 规定值进行交流耐压试验，持续 1min ，无击穿、闪络现象。

表 4 交流耐压试验有效值

额定电压 U_n (V)	$U_n \leq 60$	$60 < U_n \leq 380$	$380 < U_n \leq 660$
试验电压有效值 (V)	1000	2000	2500

注：耐压试验时间为 1min 。

5.1.3.2 用不同等级的兆欧表测定其绝缘电阻值，不小于 $10\text{M}\Omega$ ；湿度比较大的场合，可不小于 $5\text{M}\Omega$ 。

5.1.3.3 兆欧表等级规定为： $U_n \leq 60\text{V}$ 者使用 250V 兆欧表， $60\text{V} < U_n \leq 380\text{V}$ 者使用 500V 兆欧表； $380\text{V} < U_n \leq 660\text{V}$ 者使用 1000V 兆欧表。

5.1.4 液、气压元件的承压部件，厂家应按 GB11805—89 的有关规定经水压强度试验和材料密封性试验合格。装配后的液、气压元件，厂家应按规定进行密封性试验，其密封面渗漏量（外渗漏）不得大于 GB11805—89 中表 1 的规定。

5.1.5 液、气压元件中经常与水分或潮湿空气接触的金属部件，应采用防锈材料或采取防锈措施。

5.1.6 电器元件（包括电工、电子产品）应选用防潮性能好的产品。对使用于环境湿度为 95% 的电器元件，应按 GB2423.4 中 Db 试验方法通过湿热试验。

5.1.7 对使用于长期工作制或间断长期工作制的线圈，应按 GB998—82 中规定的方法通过温升试验，其极限温升值应符合 GB1497—79 的规定。

5.1.8 选用电器元件时，其线圈的额定电压应与水电厂自动控制电压相一致，其接线宜采用螺钉结构或标准插头。

5.1.9 元件（或装置）的可靠性，应在 3 年保证期内连续运行中不得误动或拒动。执行元件的可靠动作最长间隔时间，应不小于 180d 。

5.1.10 元件（或装置）应性能稳定，其年稳定性不得超过允许误差值。

5.1.11 装于设备、管道上的元件，其外壳的防腐等级应达到 GB4208—93 中 IP54 的规定；防水型应不低于 IP65 级。

5.1.12 元件（或装置）的输出量应满足以下规定。

5.1.12.1 模拟量输出为：电流型为 $4\sim 20\text{mA DC}$ ，电压型为 $0\sim \pm 10\text{V DC}$ ；其负载阻抗为：电流型不大于 500Ω ，电压型不小于 500Ω 。

5.1.12.2 开关量（触点）额定通断能力为：

a) DC220V，0.2A，速动型；

b) AC220V，3A，速动型；

c) 输入计算机的允许负荷电流小于 10mA 。

5.1.13 信号指示宜采用 LED 元件，信号灯颜色应符合以下规定：正常工作状态—绿色，电源灯—红色，报警灯—黄色，故障灯—红色闪动。信号灯处应有明显标志。

- 5.1.14 监测用元件的金属件宜采用铝、铜、不锈钢或镀铬、镍件，禁用普通钢材或镀锌件；元件（或装置）的电气接线盒及电缆孔，必须设密封圈，安装后填密封胶；接线端子应采用镀铬、镍或金件，不应使用镀铜、银件。
- 5.1.15 监测仪表应具有自检功能，用于控制系统的元件或仪表应保证因本身故障或瞬时断电时不致引起被控设备的误动。
- 5.1.16 监测元件（或装置）的量程应选择在其满量程 $1/2 \sim 2/3$ 处。
- 5.1.17 元件（或装置）的设计、制造，应保证当元件（或装置）本身损坏时不得损坏与之相接口的其他设备。
- 5.2 各种元件（或装置）的选用要求
- 5.2.1 电磁配压阀与电磁阀的选用要求
- 5.2.1.1 防潮性能好，宜选用密闭式结构。
- 5.2.1.2 操作功率小、零件无锈蚀、无卡涩。
- 5.2.1.3 阀处于关闭状态时应严密无内漏。
- 5.2.1.4 对单稳态电磁阀必须满足长期连续通电的要求。
- 5.2.2 电磁空气阀的选用要求
- 5.2.2.1 其额定电压应与水电厂直流系统控制电压一致，采用螺钉接线方式或标准防潮插头。
- 5.2.2.2 制动系统和空气围带系统用的空气阀，其工作压力下限不低于 0.4MPa ；压油罐的补气装置用的空气阀，应能承受比压油罐额定压力高 1.5 倍的压力，并能在压差不小于 0.3MPa 的情况下可靠动作。
- 5.2.2.3 空气阀的进气管应加气体过滤器。
- 5.2.2.4 除气压复位制动闸的系统可选用三位五通阀外，其余应选用二位三通阀或阀组。
- 5.2.2.5 滑阀应采用软配合结构，即柱塞与阀套间有密封，密封材料应耐油。
- 5.2.2.6 阀体（套）采用铝合金制造时，滑动面等重要部位应采用硬质阳极氧化处理等工艺，使其有足够的硬度和耐腐蚀能力。
- 5.2.2.7 线圈宜采用全封闭注塑或灌注环氧树脂防潮。
- 5.2.2.8 应设有手动操作机构（宜有弹簧复位），该机构应安全可靠并操作方便。
- 5.2.3 电动阀门的选用要求
- 5.2.3.1 电动装置的使用条件应适合水电厂使用环境要求，其有关技术指标应符合 ZBJ16002—87 的规定。
- 5.2.3.2 电动装置与阀门的连接形式和尺寸，应符合有关标准的规定。
- 5.2.3.3 电动装置手轮转动方向应与输出轴转动方向一致，俯视时顺时针为关，逆时针为开。
- 5.2.3.4 电动装置工作时，位置指示机构的指针与控制箱或控制室中开度表的指示应一致，且两者指示的刻度值与电动装置输出轴实际位置的误差应不大于 $\pm 5\%$ 。
- 5.2.3.5 电动装置空载下的噪声，应不大于声压级 $80\text{dB}(\text{A})$ 。
- 5.2.3.6 手、电动切换机构应灵敏可靠；电动时手轮不得转动。
- 5.2.3.7 电动装置的启动转矩和最大转矩应大于最大控制转矩，但不得超过最大控制转矩

的 1.8 倍；最大控制转矩应符合有关规定，最小控制转矩不得大于最大控制转矩的 50%。最大控制转矩用来控制阀门开启整定，最小控制转矩用来控制阀门关闭整定。

5.2.3.8 电动装置在承受 2 倍额定转矩或 2 倍额定推力的瞬时值时，所有承载零件不应损坏。

5.2.3.9 电动装置应能承受 8000 次连续运行工作的寿命试验。

5.2.3.10 转矩控制机构，控制电动装置输出转矩的重复误差应不大于 $\pm 8\%$ 。

5.2.3.11 行程控制机构应灵敏可靠，控制输出轴角度位置的重复偏差应不大于表 5 规定，并应有调整“开”、“关”的标志。

表 5 控制输出轴角度位置的重复误差值

电动装置类型	重 复 误 差	电动装置类型	重 复 误 差
多回转电动装置	$\pm 5^\circ$	部分回转电动装置	$\pm 1^\circ$

5.2.3.12 电动装置应有位置触点输出。

5.2.3.13 电动球阀应有机械限位装置及机械开度指示。

5.2.4 自动补气阀组的选用要求

5.2.4.1 压油罐自动补气阀组应具备自动补气、手动补气和排气三种功能。

5.2.4.2 自动补气阀组应带有气体过滤器，以保证进入阀组和压油罐气体的清洁度。

5.2.4.3 气体排放出口应设有消声器，以降低噪声。

5.2.4.4 阀组的结构型式应保证高压气源的气体不泄漏到高压油罐内，以免造成高压油罐压力过高。

5.2.5 流量监测元件的选用要求

5.2.5.1 对冷却、润滑系统流量监测元件的选用要求：

a) 能在本规程 5.1.2.4 规定的泥沙含量的冷却、润滑水中正常运行。

b) 在有压无流情况下能回零。

c) 重复误差不大于 5%。

d) 最低动作流量应不大于 1/4 管路设计流量。

e) 在流量监测元件前后 10 倍的直管段内不应装设阀门及其他可能造成水流扰动的管件。

5.2.5.2 对水轮机流量在线监测元件（或装置）的选用要求：

a) 精度要求，一般应在 $0.5\%F \cdot S$ 以内。

注：F·S 为满量程值。

b) 累计流量位数：6~8 位。

c) 能与计算机接口。

d) 测流时不影响机组正常发电。

e) 元件（或装置）性能应稳定可靠，使用方便，且技术先进、经济合理。

5.2.6 压力监测元件的选用要求

5.2.6.1 适用的工作介质应与使用地点的流体介质相符。

5.2.6.2 压力信号器的重复误差不大于 1.5%。

5.2.6.3 对动作较频繁的继电器触点,其使用寿命满足 1×10^6 次。

5.2.6.4 对可能出现负压的测点,应选择测量范围能过零点的元件,或选用能进行负迁移的变送器。

5.2.6.5 压力信号器的触点,一般宜采用两对或多对触点的元件。

5.2.7 转速监测元件(或装置)的选用条件

5.2.7.1 转速信号器(或装置)触点的动作转速误差,不应超过表6的规定值(零转速触点除外)。

表6 转速信号器触点的动作转速误差值

信号器类型	触点动作转速整定值	
	$\geq 100r/min$	$< 100r/min$
机械型转速信号器	$\pm 3\%$	$\pm 3r/min$
电气型转速信号器	$\pm 2\%$	$\pm 2r/min$
电子型转速信号器	$\pm 1.5\%$	

5.2.7.2 转速信号器(或装置)触点的返回系数:

对转速下降时发信号的触点,应不大于1.3;对转速上升时发信号的触点,应不小于0.8(二级过速信号除外)。

5.2.7.3 用于机组过速保护的转速信号器(或装置),应采用冗余配置,其输入信号必须取自不同的信号源。对电气型(或电子型)转速信号器,要求具有可调整的5种及以上定值的触点;对机械型转速信号器,应满足机组过速保护的要求。

5.2.7.4 采用机端残压测频的转速信号装置,其测频范围应在6%~200%的额定转速之间。

5.2.8 温度监测元件(或装置)的选用要求

5.2.8.1 精度一般应不低于1.5级,其绝对误差一般应不大于 $\pm 2.5^\circ\text{C}$ 。

5.2.8.2 压力式温度计的毛细管长度宜尽可能短,其仪表与温包应尽可能装在同一高程。

5.2.8.3 电阻式温度计宜以三线方式引出,其阻值以选用 0°C 时 100Ω 的为宜。

5.2.8.4 温度计的探头或温包(感温件)的热容量宜尽可能小,一般其热响应时间不宜大于60s;接触式的温度测量,应确保感温件良好的热接触。

5.2.8.5 选用的热电偶和热电阻要求性能稳定,与温度变化的关系线性好,反映灵敏。

5.2.9 液位监测元件的选用要求

5.2.9.1 液位信号器的重复误差应不大于2.5%,且至少应有反映液位过高或过低的各一对触点。

5.2.9.2 用于测量水位的液位信号器,宜选用防水型。

5.2.9.3 对水电厂上、下游用水位计,还应满足以下要求:

a) 水位计的相对误差不大于0.5%。

b) 当选用压力式水深传感器测量水位时,应有防止泥沙堵塞的措施;对含沙量较大的河流,应具有自动修正因泥沙引起误差的功能。

c) 对水位波动宜具有阻尼或滤波措施。

d) 以十进制数字显示, 以海拔高度为基准, 并应具有输出接口, 以便与其他设备(计算机、打印机等)相连。

e) 远传距离应满足实际需要, 且抗电磁和雷电干扰性能好。

5.2.10 振动、摆度及轴位移监测装置的选用要求

5.2.10.1 机组运行中的振动、摆度及轴向位移超过整定值时, 应能自动发出报警信号。

5.2.10.2 装置的工作频率选择范围: 低频不大于 0.75Hz, 高频不小于 250Hz。

5.2.10.3 装置的测量精度(包括探头)不低于 2.5 级, 报警继电器的输出误差不大于整定值的 $\pm 1.5\%$ 。

5.2.10.4 装置应能与计算机接口。

5.2.11 位置监测元件的选用要求

5.2.11.1 位置监测元件由于环境条件复杂, 选型时应符合以下原则:

a) 对于潮湿部位, 应选用防水型或密封型。

b) 对温度变幅较大(如闸门位置)的部位, 应选用耐高、低温的元件(或装置)。

c) 在信息传输距离较长或露天安装时, 应考虑电磁干扰及防雷措施。

5.2.11.2 精度的选择应符合下列要求:

a) 用于以状态监视为主的, 其误差(相对误差或重复误差)不大于 5%。

b) 用于控制调节或试验检测的, 其相对误差不大于 0.5%。

5.2.11.3 对接触式的位置监测元件, 其动作力不得影响被监视设备的动作。

5.2.11.4 当被监测设备存在超行程的运动状态时, 位置监测元件应具备超行程性能。

5.2.12 油混水监测装置的选用要求

5.2.12.1 油混水监测装置的结构, 应能适应水电机组轴承及其他贮油设备安装条件的要求。

5.2.12.2 装置应能监测油中混有少量水分的情况, 其含水率一般限制在 10% 以内。

5.2.12.3 测量精度应不低于 5%F·S。

5.2.12.4 装置应有报警功能。

5.2.13 轴电流监测装置的选用要求

5.2.13.1 当轴电流(50Hz 及 150Hz)发生并达到整定值时, 应能可靠发出报警及停机信号。

5.2.13.2 装置的精度应不低于 1.5 级。

5.2.13.3 轴电流互感器应有良好的防潮、绝缘性能。

5.2.14 感温、感烟灭火装置的选用要求

5.2.14.1 感温探测器, 应能在达到整定的温度时可靠动作, 温度下降后能自动返回。

5.2.14.2 感烟探测器, 应能在整定的烟雾情况下可靠动作, 无烟时能自动返回。

5.2.14.3 自动灭火装置同感温与感烟传感器连接后, 当有火警发生时, 能正确发出火警信号及停机信号。

5.2.14.4 在无人值班(少人值守)情况下, 应装设自动灭火系统, 当火警发生时, 能手动或自动投入。

5.2.14.5 在选用感温或感烟探测器时, 应考虑适应现场的实际情况, 并选用能防强磁场

与强电场干扰的产品。

5.2.14.6 灭火装置采用的灭火剂，宜选用具有灭火迅速、绝缘性好、无腐蚀性、不留痕迹、不污染空气等特点的产品。

5.3 智能型元件（或装置）

该元件（或装置）除满足本规程中环境条件的要求外，还应符合 JB3336—83 的有关规定，当需要与计算机接口时应能满足其通信要求。

6 机组自动化系统投入运行应满足的基本要求

6.1 机组监控的基本要求

- 1) 机组能手动或自动开、停机及满足机组运行工况相互转换的要求。
- 2) 能手动或自动开启与关闭机组的油、水、气管路和设备。
- 3) 能自动监视机组冷却、润滑、密封水的通断。
- 4) 能自动监视各轴承油箱油位，自动监控水轮机顶盖（或支撑盖）的水位及漏油箱油位。
- 5) 能监视机组各有关部位的温度以及机组运行中的振动和摆度。
- 6) 能自动监视与反映机组导水机构的工作状态及位置。
- 7) 能自动发出机组相应的转速信号。
- 8) 能自动监视需要监视的容器内和管路内介质的压力。
- 9) 能自动控制导水机构锁锭的投入与拔出。
- 10) 当机组需要调相运行时，应能自动控制水轮机转轮室的水位。
- 11) 当要求冷却水管路正、反向通水时，示流信号器应能正、反向运行，并对通水方向能自动或手动切换。
- 12) 当要求监视回油箱、漏油箱及各轴承油箱的油混水情况时，应能自动监测油混水的情况。
- 13) 当要求导叶按折线规律关闭时，应装设导叶分段关闭装置。
- 14) 当机组过速且调速器失控仍要求关闭导叶时，应装设过速限制器。
- 15) 当要求有二级过速保护时，对其转速信号器（或装置）应有冗余配置，且其输入信号应取自不同信号源，或者装设机械型和电气型（或电子型）两种转速信号装置。
- 16) 当轴承润滑油采用外循环冷却时，应由相应的自动化元件监控润滑油的循环和冷却水的供给。
- 17) 当油压装置要求自动补气时，应装设自动补气阀组。
- 18) 当推力轴承为水冷瓦的机组，其冷却水应能自动监控。
- 19) 当推力轴承设有高压油减载装置时，应能实现自动监控。
- 20) 当发电机需自动或手动灭火时，应装设相应的灭火装置（或灭火系统）。
- 21) 当需要监视机组转动和固定部位间隙时，应装设定、转子间隙监测装置。
- 22) 当需要监测机组运行中的轴电流时，应装设轴电流监测装置。
- 23) 当进水管不装设快速闸门或进水阀（包括蝶阀、球阀或筒形阀）的机组，应装设备用油源或备用油泵；当主油源的油压下降至规定时，备用油源（或备用油泵）能自动投

人并可靠关机。

24) 当油压装置设有冷却水时, 可根据需要自动或手动控制冷却水。

25) 当采用水润滑轴承的水轮机时, 主、备用水源应能自动相互切换; 在主水源发生故障时, 备用水源能自动投入。

26) 当机组停机后, 能自动转入备用状态, 并应具备随时自动启动的条件。

6.2 机组故障报警

1) 油压装置回油箱油面不正常。

2) 油压装置压力或油位异常。

3) 油压装置备用油泵启动。

4) 机组各轴承油箱油面不正常。

5) 漏油箱油面过高。

6) 水轮机顶盖内水位过高。

7) 导水机构剪断销剪断。

8) 机组各轴承、发电机定子、冷风及热风等温度上升至规定值。

9) 机组冷却水管内水流中断或降至一定值。

10) 水润滑轴承主用润滑水中断或降到一定值, 备用润滑水投入。

11) 机组启动或停机在规定时间内未完成。

12) 回油箱、漏油箱及各轴承油箱内油中混水量过多。

13) 机组主轴密封水压力不正常。

14) 其他异常情况。

6.3 机组事故停机并报警

1) 机组各轴承及发电机定子过热。

2) 水润滑轴承主、备用水均中断或降低到一定值并超过规定时间。

3) 机组调相运行时与电网解列。

4) 电气事故保护动作。

5) 机组甩负荷, 调速器失控, 机组转速上升至额定转速的 110%~115%。

6) 油压装置事故低压。

7) 机组发生其他事故。

6.4 机组紧急事故停机并报警

1) 机组超速到最大瞬态转速的规定值加 5% 额定转速。

2) 事故停机时剪断销剪断。

3) 按紧急停机按钮。

6.5 进水阀自动控制系统应满足的要求

1) 能按规定程序和条件实现自动或手动操作进水阀的开启与关闭, 并能调整开启与关闭速度。

2) 满足机组对进水阀动水关闭及关闭时间的要求。

3) 进水阀开启、关闭后, 应自动加锁, 保持其位置不变; 进水阀开启与关闭过程中其锁锭不许误动。

- 4) 进水阀开启、关闭终了时,能自动发出信号。
- 5) 进水阀系统用的漏油箱,当油位升高到规定值时,能自动控制油泵排油,当油位过高时,能发出信号。
- 6) 有轴端密封围带的进水阀在开启、关闭终了时,应自动给轴端围带充气;在开启与关闭时,围带应自动放气。

7 自动化元件(或装置)及辅助系统的运行维护

7.1 自动化元件(或装置)的运行维护

7.1.1 巡回检查

- 7.1.1.1 运行值班人员应对元件(或装置)及其系统进行定期或不定期的巡回检查。
- 7.1.1.2 运行中的各液压、气压元件应无外渗漏现象,当元件处在关闭状态,应无显著的内泄漏。
- 7.1.1.3 运行中各元件(或装置)应无尘土、水污、油污及锈蚀现象。元件(或装置)引线应完好,无损伤;导电部分无外露;标号齐全。
- 7.1.1.4 电磁配压阀的挂钩或锁扣应可靠,运行中无异音、无异味。
- 7.1.1.5 示流信号器的观察孔应透明无脏污,位置指示与运行方式应相符合,内部无杂物,动作正常。
- 7.1.1.6 压力信号器应随压力高低指示正确。
- 7.1.1.7 机械型转速信号器应运行正常,无异音,各零件无明显变化;电气型转速信号器触点位置应正常,无损伤,机械部分无异常;电子型转速信号器应符合电子产品及厂家说明书的有关规定。
- 7.1.1.8 温度信号器应能正确反映实际温度,整定值无变动;对玻璃外罩式信号器,还应检查触点有无氧化物及烧黑、烧损,其内部有无异常。
- 7.1.1.9 液位信号器应能正确反映液位,无发卡现象。
- 7.1.1.10 剪断销信号器的剪断销位置无变位,信号装置无异常,各连线完好。
- 7.1.1.11 对机组自动盘,应按有关运行规程的规定进行巡回检查。

7.1.2 运行中的维护

- 7.1.2.1 设备专责人应每季度至少对所管理的设备进行一次清扫,以保持设备的整洁。在清扫中应谨慎、细心,并做好必要的安全措施,以防触电或引起设备误动。
- 7.1.2.2 对自动化元件(或装置)及其系统的所有设备缺陷,应及时进行处理。对三类设备缺陷(指可以不停机组,可随时消除的设备缺陷),应在24h内及时消除;对二类设备缺陷(指需停机组才能消除的设备缺陷),有条件应及时消除,当条件不具备时应安排计划消除;对一类设备缺陷(指需结合大修或结合改进工程用较长时间才能消除的设备缺陷),在机组大小修时必须消除。
- 7.1.2.3 对动作频度低的元件,一般应结合小修每隔半年进行实际操作或模拟动作一次,以防发卡或拒动。

7.2 油、水、气系统的运行维护

7.2.1 油系统的运行维护

7.2.1.1 元件（或装置）使用的汽轮机油的油质应符合以下规定：

a) 新油应符合 GB11120 中的 L—TSA32 号或 L—TSA46 号汽轮机油的规定。

b) 运行中的油应符合（80）电技字第 26 号《电力工业技术管理法规》中的有关规定。

7.2.1.2 运行中的汽轮机油除应按 SD246—88 中的有关规定检验外，还应定期取油样目测其透明度，判断有无水分和过量杂质。如发现异常，应进行油质化验；化验不合格时，应进行过滤或更换。

7.2.1.3 在运行设备的油槽上进行滤油时，应设有专人看守。要注意油槽中的油面，以防止在过滤中因油面变化而影响设备安全运行。

7.2.1.4 运行值班人员，必须按规定检查机组各处用油的油位、油色、油流和油温是否正常。

7.2.1.5 对油库的备用油应按规定储备，并应每年至少取样化验一次，使备用油经常处于完好状态。备用油注入设备前必须经过化验合格。

7.2.2 水系统的运行维护

7.2.2.1 运行值班人员应按规定检查水压表、流量计所指示的水压和流量是否正常。

7.2.2.2 运行值班人员和设备专责人，应按规定巡回检查各处用水的水质、水压、流量、水位和水温；发现有异常时，应及时采取措施进行处理。

7.2.2.3 对机组用水的过滤器应定期清扫、维修和切换，以保证水质、水量和水压符合要求。

7.2.2.4 机组润滑油的水温最低不低于 5℃；当水温低于 5℃时，应采取提高水温的措施。

7.2.2.5 机组的冷却水和润滑油，在洪水季节应加强巡回检查并取样分析；如发现水质指标超过规定值时，应采取采取措施进行处理。

7.2.2.6 机组水导橡胶瓦的备用润滑油源，应保证可靠，并定期做投入试验。

7.2.3 压缩空气系统的运行维护

7.2.3.1 运行值班人员和设备专责人，应按规定巡回检查压缩空气系统的供气质量和压力，以保证元件（或装置）的正常运行，当发现有异常及漏气现象，应及时处理。

7.2.3.2 压缩空气系统的压力表应定期检验，并保证可靠。

7.2.3.3 机组运行中的制动给气系统和调相给气系统，应经常保持正常。在机组停机或调相过程中，运行值班人员要注意监视系统各元件（或装置）的动作情况；如发现异常，应及时处理。

7.2.3.4 运行值班人员应定期对气水分离器和储气罐进行排污，当发现其含水量和含油量过大时，应及时查明原因并进行处理。

8 自动化元件（或装置）的检修及系统试验

8.1 元件（或装置）的检修试验

8.1.1 一般规定

8.1.1.1 各元件（或装置）的检修周期，通常随机组的大小修同时进行。检修前应编制检修计划和检修定额（包括必需的备品备件、材料、工具和仪器设备等），并做好各项准备工作。主要改进项目及需更换新元件（或装置）时，应事先作出计划、方案，并经过主管领

导批准；改进及更新工作完成后，必须详细记入技术档案，并及时修改原图纸。不允许在检修中擅自改变元件（或装置）的结构及系统的连接。

8.1.1.2 各元件（或装置）的检修，应严格执行检修计划。检修、校验和调试均应按有关规程和产品说明书等规定进行，并符合检修工艺要求，做到文明检修。

8.1.1.3 开工前，必须核对设备名称、型号；检修中必须注意安全；分解元件（或装置）时，要注意各零部件的位置和方向，并做好标记；需要打开线头时，首先应核对图纸与现场是否相符，并做好记录；检修完毕后必须进行验收。

8.1.1.4 对隐蔽的元件，应按计划检修周期随机组检修时进行检查，并作详细的检查记录。

8.1.1.5 各元件（或装置）在检修后，有关分场（或车间）应严格按规程和有关规定进行分级验收（即分场验收和厂部验收）。

8.1.1.6 检修后的元件（或装置），应进行系统检查和试验，确认正确可靠后方可投入运行。

8.1.1.7 各元件（或装置）的检修、改进、校验、试验或更换元器件的各种技术资料 and 记录数据、图纸应与实际情况相符，并应在检修工作结束 15 天内整理完毕归档。

8.1.1.8 元件（或装置）进行大修后，应根据其质量情况做好评级工作；小修后如其技术状况有较大变动，也应重新评级（评级标准见附录 C）。

8.1.2 电磁阀的检修试验

8.1.2.1 检修内容：

- a) 清理内外尘土及污垢。
- b) 检查各部分的腐蚀、锈蚀情况。
- c) 线圈无变形、变色、烧焦、流油等过热现象，无受潮、浸水、浸油现象。
- d) 各焊点无开焊、虚焊现象。
- e) 触点端正，无烧损或氧化。
- f) 各螺丝无松动。
- g) 弹簧无断裂和变形。
- h) 锁扣及传动装置无异常。
- i) 易损件无老化和损坏。

8.1.2.2 试验项目：

- a) 测定线圈的直流电阻值。
- b) 测定线圈及导电回路的绝缘电阻。
- c) 进行动作电压试验。

8.1.2.3 质量标准：

- a) 影响安全运行的设备缺陷及异常，应全部消除。
- b) 各导电连接部分的油污或积垢，应用无水酒精清洗干净；触点有氧化或烧麻时，应用 0 号砂纸或金相砂纸打磨至光滑发亮，或者更换新品。
- c) 触点组应分布均匀，触点平直、上下对齐、固定牢固，测试各触点的工作情况，做到释放时有一定距离，闭合后有足够的压力。
- d) 手动开闭时，应灵活不卡，自动到位。

e) 立式电磁阀的挂钩应对称、端正，阀杆上端锁锭不应松动。

f) 测试结果应符合以下要求：

- 1) 测得的直流电阻值同原值比较，不超过 $\pm 10\%$ 。
- 2) 用兆欧表测得的绝缘电阻值，应不小于规定值。
- 3) 动作电压试验：其启动电压不应大于额定电压值的 85% 。

注：试验时，对不允许长期通电的电磁阀，其通电时间应尽可能缩短，以防烧坏线圈，注意试验设备的容量。

8.1.3 液压阀、配压阀的检修试验

8.1.3.1 检修内容：

- a) 检查锈蚀和脏污。
- b) 分解活塞和缸套，检查内部锈蚀和测量变形。
- c) 检查止口部分和密封易损件，有无损坏和异常。
- d) 根据运行中存在的缺陷，分解时注意观察和分析，找出缺陷的原因并提出消除的办法。

8.1.3.2 质量标准：

- a) 内外应清扫干净，外壳如有锈蚀，应去锈和刷漆。
- b) 活塞和缸套内如有锈斑、污垢、损伤，应用天然油石或金相砂纸进行研磨。修理活塞和缸套内部时，要注意保护搭迭量和止口的棱角，不能随意磨削。
- c) 不合格的元件和老化的易损件，应进行更换。
- d) 组装后，应采用运行介质进行泄漏试验，应无外渗漏，其内泄漏应符合 GB11805 的要求。
- e) 根据内部元件的锈斑和脏污情况，提出保证操作油质量的改进措施。

8.1.4 示流信号器的检修试验

8.1.4.1 检修内容：

- a) 清扫外部尘土，清除内部污垢。
- b) 检查外罩是否严密，标记是否清晰。
- c) 传动机构、弹簧、轴、销有无异常。
- d) 检查各部位有无腐蚀、裂痕、弯曲和变形。
- e) 触点有无损伤，连线是否良好。

8.1.4.2 试验项目及方法：

- a) 测定导电回路的绝缘电阻值。
- b) 动作值的测试：

1) 测试条件：在检修和装配完毕后进行，用标准压力表或流量计，并采用运行介质和按运行工况，在现场进行测试。

2) 测试方法：慢慢开启进口侧阀门，当介质流量逐渐增加至一定值，使信号器动作，记录此动作值，再将进口侧阀门从全开位置慢慢关闭，当介质流量逐渐减少到一定值时，信号返回，记录其返回值。

3) 对带指针的信号器，应校验其指示的正确性。

8.1.4.3 质量标准:

- a) 外无尘土、内无积垢,外罩严密、无泄漏。
- b) 示流孔和标记应透明清晰。
- c) 各传动机构灵活、不发卡,触点光滑、接触压力均匀,符合质量要求。
- d) 测量结果符合以下要求:

1) 用兆欧表测得的绝缘电阻值,应不小于规定值。

2) 动作值测试:反复测量5次,其动作值与返回值,不得超过整定值的 $\pm 10\%$;对双向示流信号器,每个方向均测试5次。

8.1.5 压力信号器的检修试验

8.1.5.1 检修内容:

- a) 内外清扫擦拭。
- b) 检查各机构有无异常。

注:分解信号器弹簧管(包括波纹管)或拆卸游丝时要小心仔细,避免人为损坏。

- c) 检查触点有无烧损、氧化或烧黑现象。
- d) 检查弹簧管(包括波纹管)及胶皮垫有无老化或变形。
- e) 检查各螺丝有无松动。
- f) 检查接线是否完整、有无断股或卡坏现象。

8.1.5.2 试验项目及方法:

a) 测定导电回路绝缘电阻值。

b) 整定值的测试。方法如下:年度小修时,在现场该校核其动作值,同整定值比较,没有明显变化;机组大修时,应将压力信号器拆下放在专用的油压校表台上用标准压力表校验,测量其精度或动作误差值。

8.1.5.3 质量标准:

- a) 内外清擦干净,外罩严密。
- b) 发现的设备缺陷应全部消除。

c) 信号器为水银触点时,其触点转换角度应合适,在整定动作压力下,触点应能可靠闭合和断开;信号器为机械触点时,其触点机构应动作灵活,触点应平整光滑,切换正确可靠。触点闭合后要有一定的压缩行程;触点断开后,要有适当的距离。对指针型信号器,其触点应端正,游丝平整均匀;可动触点在压力指针(黑针)上的位置,当正面目视时应在压力指针的正中间,转动时应无抖动及摩擦。

d) 表头连接处不能有泄漏现象。

e) 指针型信号器刻度盘的刻度线及数字、符号标志,应齐全清晰;刻度盘应清洁、无龟裂及剥落现象。

f) 测试结果应符合以下要求:

1) 用兆欧表测得的绝缘的电阻值,应不小于规定值。

2) 整定值测试:其精度不得低于厂家规定值,或其动作误差不超过整定值的 $\pm 2\%$ 。

8.1.6 转速信号器(或装置)的检修试验

8.1.6.1 电气型转速信号器的检修试验:

a) 检修内容：参照产品说明书的规定。

b) 试验项目：

1) 动作值的整定，可采用录制永磁发电机的“转速—电压特性曲线”或用变频电源（超低频型）的方法进行测试。

2) 测定返回系数。

注：停机加闸用的继电器，可不作返回系数检查。

c) 质量标准：测试结果应符合以下要求：

1) 对同一触点动作整定值的转速误差，不超过本规程 5.2.7.1 的规定。

2) 同一触点的返回系数，符合本规程第 5.2.7.2 的规定。

8.1.6.2 机械型转速信号器的检修试验：

a) 检修内容：

1) 进行内清扫，用汽油洗去油污并风干。

2) 对各机械部分进行检查，重锤、飞摆、弹簧无变形，轴、连臂杆、重锤无磨损，轴承无明显晃动及磨损，封印良好。

3) 电气触点无变形、无氧化、无尘土，导通良好，各连线无断股，各螺丝无松动，各焊点无开焊。

4) 轴承部分注高温黄油，转动部分注机油。

b) 试验项目：

1) 测量导电回路的绝缘电阻值。

2) 模拟机组实际转速，利用转速表校核和调整其动作值。

3) 测定返回系数。

c) 质量标准：

1) 所有缺陷全部消除。

注：对离心双重锤式转速信号器测试时应注意：当转速大于 100r/min 时，不能碰撞外壳，以防拒动；对齿盘式转速信号器的测试可参照厂家说明书规定。

2) 各机构转动部分灵活，不卡阻。

3) 动作值调整后用限位螺丝固定并漆封。

4) 测试结果符合以下要求：其允许的转速误差和返回系数值，同电气型转速信号器；用兆欧表测得的绝缘电阻值，应不小于规定值。

8.1.6.3 电子型转速信号器（或装置）的检修试验：

检修方法应按照厂家说明书的有关规定进行，并测定其精度或转速误差及返回系数，再按 GB11805 的有关规定进行动作试验，其质量标准同电气型转速信号器。

8.1.7 温度信号器的检修试验

8.1.7.1 检修内容：

a) 清扫信号器内外尘土和污垢。

b) 检查引出导线无断股和短路。

c) 检查触点无氧化物和尘土，并应光滑和接触良好。

d) 膨胀型温度计应检查毛细管无挤压和死弯。

8.1.7.2 试验项目及方法:

- a) 测定导电回路的绝缘电阻值。
- b) 动作值测试随机组大修时在现场进行。方法如下:

1) 用电动恒温器或用盛有汽轮机油的铁桶(在箱底加温并不断搅拌),将测温的感温包插入,同时在铁桶平面内插标准温度计多只,进行核对监视;分5次读取被测温度信号器与标准温度计的数值,计算其精度。

2) 将温度信号器整定到报警位置,记录温度信号器的动作值和标准温度计的指示值,计算其精度。

8.1.7.3 质量标准:

- a) 设备缺陷全部消除。
- b) 外壳无裂纹,密封良好。
- c) 测试结果符合以下要求:
 - 1) 用兆欧表测得的绝缘电阻值,应不小于规定值。
 - 2) 动作值测试时校核的精度,应不低于1.5级。

注:标准温度计的精度,应不低于0.5级。

8.1.8 液位监测元件的检修试验

8.1.8.1 检修内容:

- a) 浮子式信号器:
 - 1) 检查触点不应有氧化、烧伤和尘土油污。
 - 2) 检查浮筒内有无因破漏而进入液体。
 - 3) 传动机构无异常。
 - 4) 远传式水位计如发现读数不规律或不正确时,应将仪表检查清洗或更换零部件。
- b) 电极式信号器:
 - 1) 电极应无腐蚀、脱层、污垢,电极管道内无杂物。
 - 2) 电极各固定螺丝完好,无氧化和松动。
 - 3) 电缆完好,连线接触良好。

8.1.8.2 试验项目及方法:

- a) 测定导电回路的绝缘电阻值。
- b) 动作值测试:随机组的检修在现场校核其动作液位,随着液位的高低,能在规定的液位发出信号,并计算其动作误差。

8.1.8.3 质量标准:

- a) 全部消除设备缺陷。
- b) 浮子信号器检修后,用手按下或抬起浮子,传动机构应不发卡,触点切换正确,并能自行复位。
- c) 数字水位计应随水位的变化显示正确。
- d) 测试结果符合以下要求:
 - 1) 用兆欧表测得的绝缘电阻值,应不小于规定值。
 - 2) 动作误差,不得超过厂家规定值。

注：吹气式、压力式水位计和电容式油位计的检修试验，应按照国家说明书的规定进行。

8.1.9 剪断销剪断信号器的检修试验

8.1.9.1 检修内容：

- a) 清扫脏污和尘土。
- b) 检查各连线无断股、外皮无损伤，辅助触点及信号继电器符合要求。
- c) 检查剪断销无外伤、无断裂、无错位，固定良好。

8.1.9.2 试验项目、方法及质量标准：

用兆欧表测定导电回路的绝缘电阻，应不小于规定值。

注：气动式或其他类型的剪断销剪断信号器的检修，应按有关厂家说明书规定。

8.1.10 油混水监测装置的检修试验

检修方法及试验内容应按照国家说明书的有关规定进行。安装或检修后应进行装置的动作试验，方法如下：将油混水信号装置的传感器放入油桶中，其中放入一定量的 L—TSA46 或 L—TSA32 汽轮机油，将装置与传感器按图纸要求接上连线并加上电源，记录油混水信号装置的显示值，加入 1% 体积的水，用电动搅拌机搅拌一定时间，待油水基本混合后再记录装置的显示值；计算其与实际混水百分比之差，用此方法每次加水 1% 直至 5%，记录数据并整定其报警值及试验动作情况；报警后将传感器从油桶中取出，其报警信号应消失，其测试结果应与规定相符。

8.1.11 振动、摆度及轴向位移监测装置的检修试验

检修测试应按照国家说明书的有关规定进行；并与手动测量值核对其指示的正确性，其装置指示值应与实测值相符。

8.1.12 轴电流监测装置的检修试验

检修方法与试验内容应按照国家说明书有关规定进行。安装或检修后应进行装置的动作试验，方法如下：将轴电流互感器与轴电流继电器接上连线并加上电源；用模拟方法使互感器分别通以 50Hz 和 150Hz 的电流，其继电器上的显示值应与通过互感器的电流值相同，并分别试验检查在机组开机、空载、加电压及 25%、50%、75%、100% 负荷时的轴电流情况，并整定继电器的各报警触点与停机触点，停机触点应具有延迟动作及自保持性能，试验结果应符合规定要求，其精度应不低于 1.5 级。

8.1.13 感温、感烟灭火装置与自动灭火系统的检修试验

感温、感烟灭火装置的检修方法与试验内容应按照国家说明书有关规定进行。安装或检修后应进行装置的动作试验，方法如下：将感温探测器、感烟探测器与电气控制装置按要求接上连线，分别模拟动作感温与感烟探测器，其电气控制装置应发出停机信号。

如现场设有自动灭火系统，则在其安装和检修后，进行自动灭火系统的现场试验，方法如下：

- a) 按规定要求连接好所有电缆及管道。
- b) 现场模拟动作感温与感烟探测器，灭火控制装置应正常动作。
- c) 在无水时可自动操作水灭火控制柜，检查其动作及有无漏水情况。
- d) 模拟动作 CO₂ 灭火系统（如有时），检查其动作及有无漏气情况。

以上动作试验与现场试验结果应符合有关规定与设计的要求。

8.1.14 水力机械自动回路的绝缘性能试验

8.1.14.1 用兆欧表测得绝缘电阻值，不小于 $1M\Omega$ 。

8.1.14.2 机组大修时，应对 60V 以上的水力机械自动回路进行交流耐压试验；加交流电压（有效值）1000V，持续 1min，无击穿、闪络现象。

8.1.14.3 交流耐压试验的安全措施及注意事项：

a) 交流耐压试验的安全措施：

1) 将各方来的电源断开。

2) 按展开图将耐压不到的回路用导线连接上。

3) 所有电容器和半导体元件的两端用导线短路；与耐压回路相邻的其他回路的电缆和布线应接地。

4) 60V 及以下的回路从端子排处两端甩开，不参加耐压。

b) 交流耐压试验的注意事项：

1) 耐压后测得绝缘电阻值不得低于耐压前的数值。

2) 加电压前应检查试验接线无误。

3) 同运行值班人员联系好，并派人到各处看守。

4) 加电压时要认真核对电压数值，并时刻注意电压表的变化，若电压升不起来或电压突然下降，应立即将电压降到零，并断开电源及检查回路是否绝缘。

8.2 系统试验

8.2.1 一般规定

8.2.1.1 自动化元件（或装置）及其系统经分解检修或电气回路改变以及线头拆动等作业完毕后，必须进行元件（或装置）的动作试验和系统传动试验，试验无误后，方可投入运行。

8.2.1.2 应按展开图检查自动化回路的动作情况，按正常操作的步骤进行。

8.2.1.3 检查回路正确性时，不但应进行动作回路的试验，而且必须做闭锁回路的试验。

8.2.1.4 动作试验前，应全面考虑各种不安全因素，并采取有效的防范措施，如串电、触点遮断容量以及是否有不能长期通电的器具等技术问题。

8.2.1.5 试验时，应严格按照图纸和有关规程进行，不得凭记忆进行短路或拆掉任意回路，如果确实需要临时甩掉线头的，需事前填写安全措施票记入工作手册中，以便事后恢复。

8.2.1.6 在通电或充油、充水、充气试验时，事前应按试验顺序填好安全措施票。试验中应该切、合的刀闸与保险，该开、闭的阀门，该甩开的端子号，该上的短路线，该操作的把手，该记录的读数，以及试验完毕恢复到正常状态的操作，均应填入安全措施票中。试验时，应按安全措施票中明确的顺序进行操作，试验应有两人进行，一人监护，一人操作，每完成一项，都在该项的前面划“√”号，试验中出现异常情况时，应立即停止操作，并找出异常的原因，待消除后再继续做试验。

8.2.1.7 传动试验必须同运行值班人员配合进行，禁止在试验设备上作业。

8.2.2 单系统试验

8.2.2.1 压力油系统充油试验：

a) 试验条件:

- 1) 压力油系统全部检修完毕, 管路及各元件均安装好, 经检查验收合格。
- 2) 调速装置检修完毕, 其各部件均可投入使用状态。
- 3) 漏油槽的所有设备已检修完毕, 油位及油泵的控制系统投入使用。
- 4) 集油槽已充好油, 压油槽油压达到额定值。

b) 试验步骤:

- 1) 投入水力机械系统的控制电源。
- 2) 漏油泵及压油泵投入使用。
- 3) 检查蝶阀、球阀或筒形阀操作用油的总阀门, 其应处于关闭状态。
- 4) 检查导水叶在全关位置, 其锁锭在投入状态。
- 5) 开放压力油路的控制阀, 并检查压力油管路系统及其元件有无外渗漏。
- 6) 分别以手动和自动方式操作压力油系统上的各元件, 检查其动作应符合要求。
- 7) 对压力油系统的安全阀、切换阀、事故配压阀进行整定调整试验。
- 8) 试验结果无异常后, 恢复到正常运行状态。

8.2.2.2 机组技术用水系统试验:**a) 试验条件:**

- 1) 有关管路、电磁阀、示流信号器及过滤器等均检修安装完毕。
- 2) 用水设备的检修已完毕。
- 3) 自动排水装置投入运行。
- 4) 压力油系统及其元件的充油试验已完成。
- 5) 水轮机自动控制系统已检修完毕。

b) 试验步骤:

- 1) 压力油系统投入正常运行。
- 2) 机组技术用水投入正常运行。
- 3) 投入水源, 检查各管路无漏水, 水压及水流均正常。
- 4) 检查备用水源自动投入应良好。
- 5) 无异常后, 恢复到正常运行状态。

8.2.2.3 机组机械制动系统试验:**a) 试验条件:**

- 1) 压缩空气系统检修工作全部完成, 压缩机处于正常运行状态, 气压已正常。
- 2) 发电机的制动系统检修完毕, 制动器已投入运行。
- 3) 水轮机自动控制系统检修完毕。

b) 试验步骤:

- 1) 检查管路及各元件接头无漏气。
- 2) 投入控制电源。
- 3) 分别以手动和自动方式进行制动系统试验, 全过程的动作应正常。
- 4) 无异常后, 恢复正常运行状态。

8.2.3 进水阀自动控制系统试验

8.2.3.1 试验条件:

- a) 进水阀及辅助设备的机电检修已全部完毕,并投入运行。
- b) 水轮机已检修完毕,压力管道和蜗壳等部位的人孔均关闭。
- c) 导水叶已全关,并投入锁锭。
- d) 元件(或装置)及单系统的试验均已合格,油、水、气系统均处于正常运行状态。
- e) 漏油槽的控制系统和排水的控制系统均处于自动运行状态。
- f) 水轮机自动控制系统全部投入运行状态。

8.2.3.2 模拟试验(电气回路及自动化元件动作,而进水阀本体以及旁通阀不动作):

- a) 投入控制电源。
- b) 关闭进水阀、旁通阀的压力油管路的进口阀。
- c) 当有空气围带时应做好防止排气和断气的措施。
- d) 操作进水阀控制回路的把手,分别进行开启和关闭的传动试验。
- e) 检查进水阀各元件的开启和关闭的动作情况应良好。
- f) 无异常后恢复正常状态。

8.2.3.3 蜗壳充水试验(在上述试验完成后,才做此项试验):

- a) 投入进水阀、旁通阀的压力油源。
- b) 打开进水阀的手动锁锭。
- c) 在操作盘上将进水阀把手扭向开侧。
- d) 旁通阀和进水阀的自动化元件按程序动作,旁通阀先开启,蜗壳充水,同时围带气压自动排出。
- e) 蜗壳水压充满后,进水阀即自动开启。
- f) 程序完成后,进水阀开启的信号应正确。

8.2.3.4 进水阀关闭试验:

- a) 在控制盘上,将进水阀的操作把手扭向闭侧。
- b) 旁通阀和进水阀同时关闭。
- c) 全关后,空气围带自动投入压缩空气。
- d) 程序完成后,进水阀关闭的信号应正确。

8.2.4 机组整体试验

8.2.4.1 试验条件:

a) 机组及辅机、电气回路、引水系统、继电保护、自动装置等全部检修完毕,符合质量标准规定的各项测试和试验全部完成,经验收合格。

b) 进水阀、快速闸门已做过无水压情况下的关闭或开启试验以及模拟事故动作试验,远方控制和自动操作系统良好,并投入运行。

c) 机组调速装置、压油装置、接力器、导水叶检修完毕,经模拟传动试验,相互动作正确无误。

d) 油水气系统恢复正常运行,机组附属设备及共用设备,均投入自动运行且远方控制良好。

e) 水机监控回路进行了模拟传动试验,相互动作正确。

8.2.4.2 机组手动开机试验：

- a) 手动开机。
- b) 调整启动开度和空载开度。
- c) 分别比较在 50%、70% 和 100% 额定转速下，手动和自动测量机组各部的振动、摆度值。
- d) 检查各油槽的油面，并调整油位信号器。
- e) 检查各部轴承温度，校核温度信号器指示。
- f) 录制永磁发电机“转速—电压”特性曲线，为整定电气型转速继电器提供依据。
- g) 检查发电机测速元件工作应正常。
- h) 在开机过程中，检查其他自动化元件（或装置）及其系统的动作应正常。

8.2.4.3 手动停机试验：

- a) 在停机过程中，观察及测量记录各转速继电器动作时的转速及永磁发电机的电压，校核转速继电器。
- b) 整定机组在停机过程中的自动加闸时转速动作值、制动时间和风闸解除时间。
- c) 停机过程中，检查其他自动化元件（或装置）及其系统的动作应正常。

8.2.4.4 自动开机试验：

检查各自动化元件（或装置）及其系统的动作应正确无误。

8.2.4.5 保护停机关进水阀试验：

检查机组及进水阀或快速闸门的各自动化元件（或装置）及其系统的动作应正确无误。

8.2.4.6 机组调相试验和调相转发电试验：

- a) 自动开机，机组同电网并列，机组带负荷发电运行。
- b) 在中控室操作将机组由发电运行自动转调相方式运行。
- c) 各种自动化元件（或装置）均按调相程序依次动作，关闭导叶，自动给气，空压机自动启动，转轮室水位信号器及压水设备均能正确动作。
- d) 调相程序完成后，有关信号标志和表计指示符合要求。
- e) 在中控室操作将机组由调相运行自动转发电方式运行。
- f) 发电程序完成后，有关信号标志和表计指示符合要求。

8.2.4.7 机组超速限制器试验：

- a) 根据厂家对机组要求及调速装置试验数据，整定超速限制器参数。
- b) 在蜗壳没有充水的情况下做过速限制器模拟操作试验。
- c) 充水后，调速装置处于手动运行。
- d) 机组甩负荷，调速装置失控，当机组转速上升到 110%~115% 额定转速时，超速限制器动作关机正确无误，并记录有关数据。

8.2.4.8 导叶分段关闭装置试验

- a) 根据厂家对机组要求，调整分段关闭装置投入时的导叶接力器位置及接力器的延缓时间。
- b) 投入分段关闭装置。
- c) 机组甩负荷时，观测分段关闭装置的动作情况并记录有关数据。

9 自动化元件（或装置）及其系统运行维护的管理监督

9.1 职责分工

元件（或装置）及其系统运行维护的管理监督工作，应由厂部总工程师室或生产技术管理部门直接领导，并指派熟悉本专业的专责人员具体负责此项工作；同时，有关的分场（或车间）亦应明确专责人员担任此项工作，具体负责元件（或装置）的运行维护、检修、调试等工作，并协助总工程师室或生产技术管理部门共同做好有关的管理监督工作。

9.2 总工程师室或生产技术管理部门的具体职责

9.2.1 在总工程师或生产技术管理部门的领导下，贯彻执行有关元件（或装置）及其系统的国标、行标及上级有关规定，指导和推动本厂元件（或装置）及其系统运行维护的管理监督工作。

9.2.2 制订本厂元件（或装置）及其系统的有关改进计划，协调各有关分场（或车间）的工作，共同做好运行维护的管理监督工作；并督促检查各有关分场（或车间）工作的进展情况，参加元件（或装置）及其系统的设备事故责任的调查分析。

9.2.3 负责本厂元件（或装置）及其系统的更新改造和备品、配件购置计划的审核；本厂元件（或装置）及其系统的大修项目的验收工作，及管理监督元件（或装置）的等级评定与“四率”（即完好率、投入率、正确动作率、自动开停机成功率）统计工作（按附录C的要求）。

9.2.4 负责本厂的元件（或装置）及其系统的技术改造方案制订与设计审查。

9.3 各有关分场（或车间）的具体职责

9.3.1 贯彻执行有关元件（或装置）及其系统的国标、行标及上级有关规定。各有关分场（或车间）每年至少总结一次元件（或装置）及其系统的规程、制度等执行情况，每半年至少应填报一次“四率”统计报表，并报送厂部总工程师室或生产技术管理部门及上级有关主管部门存查。

9.3.2 建立和健全本分场（或车间）的各项规章制度。做到文明生产，开展技术革新，加强技术培训（包括元件或装置及其系统的基础知识培训），提高专业工作水平。

9.3.3 运行中的各元件（或装置）及其系统，应明确设备专责人，并认真做好元件（或装置）及其系统的检验、维修、调试、验收和保管等工作，不断提高“四率”指标，为机组的完全、经济运行创造更好的条件。

9.3.4 参加本厂元件（或装置）及其系统的异常或事故的调查分析，制订反事故措施，并按规定上报；结合本厂主设备检修，做好各元件（或装置）的等级评定工作（见附录C）。

9.3.5 参加元件（或装置）及其系统技术改造的方案制订、设计审查和质量验收工作。

9.4 运行中的元件（或装置）的基本技术要求

9.4.1 各元件（或装置）应保持整洁完好，标志应正确、清晰、齐全。

9.4.2 各元件（或装置）的误差或精度应符合规定要求，动作应准确、可靠，指示和记录清晰；元件（或装置）的检验周期，可参照同类仪表标准执行和考核，单位应建立完整的校验记录。

9.4.3 操作开关、按钮、操作器及执行机构手轮等操作装置应有明显的开、关方向标志，

并保持操作灵活、可靠。

9.4.4 各元件（或装置）应随主设备准确可靠地投入运行，未经主管领导批准，不得无故停运。

9.4.5 对运行中的各元件（或装置），运行值班人员和检修专责人应定期进行巡回检查，并将巡检情况记录在运行日志上。

9.4.6 对运行中的元件（或装置），应建立相应的《设备缺陷记录本》、《设备检修记录本》；对发生的设备缺陷及检修情况，应及时进行详细记录。

9.4.7 运行中的各元件（或装置），不得任意调整拨弄或改动，如必须进行调节或改动时，应经主管领导批准，并在运行日志上做好记录。

9.4.8 各元件（或装置）在运行中发生异常及故障时，运行值班人员应加强对机组的监视，防止事态扩大，并及时向领导汇报及通知检修人员处理。还应做好事故现象和现场情况的详细记录，以便组织调查分析。

9.4.9 运行中的各元件（或装置）需停运检修或处理缺陷时，应严格执行工作票制度，未经厂部主管领导批准，运行中的元件（或装置）不得进行施工或维修作业。

9.4.10 发电机层、水轮机层、控制室及进水闸门室，应装有湿度计和温度计，当湿度或温度超过规定值时，应采取相应的补救措施。

9.4.11 水系统用的水压表、流量计，油系统的油位计或玻璃透视孔和压缩空气系统的压力表，均应标出运行中的最大值和最小值的红线。运行中如发生异常现象时，应及时查明原因并进行处理。

9.4.12 机组消防水源的水龙带，通常应处在切开状态，并应每1~3个月进行放水试验一次；如设有自动投入装置，则每半年至少应做动作试验一次，以排除管内锈水，及防止元件锈死拒动。动作试验前做好安全措施，以防水进入发电机内。

10 自动化元件（或装置）及其系统技术改造的管理监督

10.1 自动化元件（或装置）及其系统的技术改造工作必须积极稳妥，应按本规程的有关要求及其他有关规定认真做好元件（或装置）的优化选型和系统的优化配置工作；对重要的优化设计方案应组织有关部门和专家审定。

10.2 在制订元件（或装置）优化选型和系统优化配置方案时，应充分考虑本厂的特点（包括机组容量、结构形式、自动化水平及安全、经济运行要求等）、自然环境和使用条件；当使用环境条件不能完全满足本规程 5.1.2 的要求时，则必须采取相应的补救措施。

10.3 对进行技术改造的元件（或装置）的系统配置及选购订货，应严格按照已确定的优化设计方案进行，不得任意更改有关图纸及文件；如必须对原优化方案进行更改和补充时，必须取得有关设计及主管部门的同意，并签订备忘录。

10.4 对新购置的元件（或装置），应按照 GB11805—89 中的有关规定，认真检查、监督产品质量，并切实做好产品的出厂验收和运输、保管等工作。

10.5 待装的元件（或装置），应按 GB11805—89 中的有关规定妥善保管。凡因保管不善或其他失误造成严重损伤的元件（或装置），必须上报总工程师并及时通知设计单位和生产技术管理部门，确定处理办法。

10.6 元件(或装置)及其系统施工前,安装调试人员必须经过严格培训,并应熟悉有关技术规程与资料,以保证元件(或装置)及其系统的安装和调试质量。

10.7 应认真做好元件(或装置)的施工质量监督和验收工作;元件(或装置)在投入运行前,必须对安装和调试情况作出记录,确认合格后方可使用。

10.8 新安装的元件(或装置)及其系统在投入使用前,必须按照SDJ81—79的规定,随主机设备整套启动并经72h试运行的考验。元件(或装置)及系统在试运行期间,应由专人负责维护管理,并事先做好有关的安全防护措施。

10.9 元件(或装置)应设有铭牌,铭牌上应标明元件(或装置)的名称、型号、技术参数、制造厂家、出厂日期、出厂编号等。

10.10 元件(或装置)及其系统投入运行前,应具备的技术资料:

a) 机组机械液压系统图及辅机系统图。

b) 电气系统图及自动操作控制原理图。各元件(或装置)原理图、逻辑框图、总装配图及安装图。

c) 各元件(或装置)的使用、维护说明书。

d) 各元件(或装置)的产品合格证书及出厂说明。

e) 各元件(或装置)及其系统的设备清单和各种备品清单。

f) 各元件(或装置)及其系统的现场调试记录及有关参数的明细表。

附录 A (标准的附录)

元件(或装置)的内容及分类

元件(或装置)的内容及分类见表 A1。

表 A1 元件(或装置)的内容及分类表

按功能分类	按型式分类		电 测 式	
	项目及名称		机 械 式	
监测元件	温度	温度信号器	温度传感器(变送器)	温度指示调节仪
	压力	压力(差压)信号器	压力(差压)传感器(变送器)	压力(差压)监视控制仪
	液位	液位信号器	液位传感器(变送器)	液位监视控制仪
	流量	示流信号器	流量传感器(变送器)	流量指示调节仪
	转速	转速信号器	转速传感器	转速信号装置
	位置	限位开关	位移传感器	位移监视仪
	振动		振动传感器	振动监视仪
	其他	剪断销信号器	火灾报警器、轴电流监测装置、油混水信号装置	
执行元件	自动调节阀		减压阀、溢流阀、节流阀	
	液压控制阀		液压闸阀、液压操作阀、油阀	
	电磁控制阀		电磁配压阀、电磁阀、电磁空气阀、电动阀门	
	中间放大元件		四通滑阀、事故配压阀、差动阀	

附录 B (标准的附录)

元件 (或装置) 的保证期及使用寿命的有关规定 (按 GB11805—89)

B1 由主机厂随机组成套供应的自动化元件 (或装置) 有关保证期的规定

B1.1 制造厂自发货之日起, 在正常贮运条件下, 应在一年内不致因包装不善而引起产品的锈蚀, 精度降低。

B1.2 制造厂自发货之日起 3 年内, 或机组投入运行两年内 (上述期限以先到为准), 因产品制造不良, 并发生损坏或不能正常工作时, 制造厂应无偿地为用户更换或修理。

B1.3 大修间隔期不少于 4 年。

B2 各类自动化元件寿命试验要求的动作次数见表 B1。

表 B1 自动化元件寿命表

元 件 名 称	动作次数
电磁铁, 电磁配压阀	20×10 ³
电磁空气阀, 液动空气阀	10×10 ³
液压操作阀, 液动截止阀	10×10 ³
其他液压元件	20×10 ³
压力信号器	15×10 ³

注: 1. 其他液压元件指使用中动作较多的液压元件。
2. 动作次数为上、下、往、复, 开、闭和升、降算一次。

附录 C (标准的附录)

元件 (或装置) 的评级标准及“四率”统计

C1 元件 (或装置) 的评级标准

C1.1 评级原则

C1.1.1 元件 (或装置) 及其系统的评级, 应结合主设备检修同时进行。

C1.1.2 由于主设备缺陷而影响元件 (或装置) 不能正常投入运行时, 不影响元件 (或装置) 进行定级。

C1.1.3 元件 (或设置) 必须在消除缺陷, 并经验收评定后, 方可按标准升级。

C1.1.4 元件 (或装置) 的投入累计时间占统计周期时间的 90% 以上时, 方可列为投入备用。

C1.2 评级标准

C1.2.1 一类设备的标准为:

- 设备完整无缺, 指示准确, 动作正确、灵敏、可靠, 运行中未发生误动、拒动。
- 接线正确、整齐。
- 安装牢固, 内外清洁, 没有三漏 (漏水、漏油、漏气)。
- 检验记录齐全, 测试结果合格。

C1.2.2 二类设备的标准为:

- 有一般缺陷, 但仍满足正常使用的要求。
- 检验时, 发现整定值有变动, 但未发生误动或拒动。
- 其他均能符合一类标准。

C1.2.3 三类设备的标准为:

不能达到二类标准者。

C2 元件 (或装置) 的“四率”统计

$$\text{完好率} = \frac{\text{一、二类元件(或装置)总数}}{\text{全厂元件(或装置)总数}} \times 100\% \quad (\text{C1})$$

$$\text{投入率} = \frac{\text{元件(或装置)投入总数}}{\text{全厂元件(或装置)总数}} \times 100\% \quad (\text{C2})$$

$$\text{正确动作率} = \frac{\text{全厂元件(或装置)正确动作累计次数}}{\text{全厂元件(或装置)应动作累计总次数}} \times 100\% \quad (\text{C3})$$

$$\text{自动开停机成功率} = \frac{\text{全厂自动开停机成功次数}}{\text{全厂开停机总次数}} \times 100\% \quad (\text{C4})$$

附录 D (提示的附录)

一些专用名词的说明

D1 精度

是指元件(或装置)的系统误差(见注1)和随机误差(见注2)的合成,即测量的精密性与准确度的综合反映。常用相对误差表示:

$$E = \frac{\Delta Y_{\max}}{Y_{F.S}} \times 100\% \quad (\text{D1})$$

式中 ΔY_{\max} ——所有示值相对误差中的最大值;

$Y_{F.S}$ ——满量程值。

注:1. 系统误差——是指服从某一确定规律的误差;系统误差主要来源于元件(或装置)构造的不完善和测量环境(如温度、压力、电场、磁场等)的影响。

2. 随机误差——是指由于某些难以控制的偶然性因素引起的误差;就总体而言,它服从统计规律,如元件(或装置)中运动件之间的摩擦、电磁场的微变等。

D2 灵敏度

用输出量与输入量的变化比值表示。线性元件(或装置)的灵敏度是常数,非线性元件(或装置)的灵敏度是一个变量。计算式为:

$$\text{静态灵敏度} = \frac{\text{输出量的变化值 } \Delta Y}{\text{输入量的变化值 } \Delta X} \quad (\text{D2})$$

$$\text{动态灵敏度} = \frac{dY}{dX} \quad (\text{D3})$$

式中 Y ——输出量;

X ——输入量。

D3 可靠性

是指产品或系统在本规定的环境条件下,在规定的检验或保证时间内,完成其预定功能能力的一种量度。一般采用平均故障间隔时间(MTBF)来反映。用公式表示:

$$MTBF = 1/n \sum_{i=1}^n t_i \quad (\text{D4})$$

式中 t_i ——各个产品样品的无故障工作时间;

n ——一批产品中随机抽取的产品个数。

D4 稳定性

是指元件(或装置)输出不随时间和使用条件变化的性能。时间稳定性用稳定度表示,即:每单位时间(以小时、日、月、年为单位的)变化量;使用条件变化,用影响误差表

示，如环境温度影响，是以温度每变化一摄氏度输出值变化多少表示。

D5 误差的表达形式及意义

$$\text{绝对误差} = \text{观测值} - \text{真值} \approx \text{观测值} - \text{观测值的算术平均值(偏差)} \quad (\text{D5})$$

$$\text{相对误差} = \frac{\text{绝对误差}}{\text{真值}} \times 100\% \quad (\text{D6})$$

$$\text{引用误差(满度误差)} = \frac{\text{绝对误差}}{\text{满量程值}} \times 100\% \quad (\text{D7})$$

注：1. 实际分析中，一般真值是未知的，常以观测值的平均值代替真值，以偏差代替绝对误差。

2. 传感器、多挡和连续刻度的仪表的精度等级，通常按引用误差划分；为减少示值误差，应尽可能在其满量程值的 1/3 以上量程内进行测量。

D6 重复误差

表示元件（或装置）按同方向作全量程连续多次重复测量时输出的不一致性。

重复误差通常采用贝塞尔公式计算：

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X)^2}{n - 1}} \quad (\text{D8})$$

式中 X_i ——整定点最大（或最小）测定值；

X ——整定点 n 次测定算术平均值；

n ——规定的测试次数。