

ICS 27.140  
F 22  
备案号：20893-2002

**DL**

# 中华人民共和国电力行业标准

DL/T 822—2002

---

## 水电厂计算机监控系统试验 验收规程

Code of test and acceptance of monitoring and control system  
for hydropower plants

2002-09-16 发布

2002-12-01 实施

---

中华人民共和国国家经济贸易委员会 发布

## 目 次

前 言	
1 范围 .....	4
2 规范性引用文件 .....	4
3 术语和定义 .....	4
4 试验的标准大气条件 .....	5
5 产品外观、软硬件配置及技术文件检查 .....	5
6 现场开箱、安装、接线检查 .....	6
7 绝缘电阻测试 .....	6
8 介电强度试验 .....	6
9 功能与性能测试 .....	7
10 电源适应能力测试 .....	16
11 抗扰度试验 .....	16
12 环境试验 .....	17
13 连续通电检验 .....	18
14 可利用率考核 .....	18
15 试验、验收规则 .....	18
参考文献 .....	21

## 前 言

在《水电厂计算机监控系统基本技术条件》(DL/T 578—1995)中已对水电厂计算机监控系统的系统功能、软硬件技术要求、系统特性等基本技术条件作了规定。本标准根据上述基本技术条件的内容规定了对水电厂计算机监控系统进行试验、验收的基本项目及测试方法。

在满足上述基本技术条件的前提下,针对某个水电厂的计算机监控系统工程设备或某个制造厂定型生产的水电厂计算机监控系统产品,其各阶段的试验、验收内容及合格判据,应由相应的受检产品技术条件规定。

本标准由电力行业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:国家电力公司电力自动化研究院。

本标准主要起草人:张在德、郭懋琦、方辉钦、施冲、钟敦美。

# 水电厂计算机监控系统试验验收规程

## 1 范围

本标准规定了对水电厂计算机监控系统设备进行试验、验收的基本项目及测试方法。

本标准适用于大、中型水电厂计算机监控系统设备的制造过程、现场安装投运等各阶段的试验、验收，梯级水电厂和小型水电厂计算机监控系统亦应参照使用。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

- GB/T 2423.1—2001 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 A：低温
- GB/T 2423.2—2001 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 B：高温
- GB/T 2423.3—1993 电工电子产品基本环境试验规程 试验 Ca：恒定湿热试验方法
- GB/T 2423.10—1995 电工电子产品环境试验 第二部分：试验方法 试验 Fc 和导则：振动（正弦）
- GB/T 2424.25 电工电子产品环境试验 第3部分：试验导则 地震试验方法
- GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
- GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验
- GB/T 17626.6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验
- GB/T 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验
- GB/T 17626.12 电磁兼容 试验和测量技术 振荡波抗扰度试验
- GB 50171 电气装置安装工程 盘、柜及二次回路结线施工及验收规范
- DL/T 578—1995 水电厂计算机监控系统基本技术条件
- DL/T 630 交流采样远动终端技术条件

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准：

### 3.1

受检产品技术条件 **requirements of inspected products**

在满足 DL/T 578—1995 规定的前提下，针对某个水电厂的计算机监控系统工程设备，供需双方应以工程合同、技术协议及其他正式提交并经双方确认的文件等形式，对该监控系统的技术条件作出进一步的规定；针对某个制造厂定型生产的水电厂计算机监控系统产品，则应以企业标准的形式对其产品的技术条件作出进一步的规定。上述内容统称为受检产品技术条件。

受检产品技术条件是决定受检产品试验、验收内容、技术指标及判断受检产品是否合格的依据。

### 3.2

共模抑制比 **common mode rejection ratio (CMRR)**

共模抑制比是指在参考点和输入端之间所施加的共模干扰电压（直流或交流）与施加共模干扰电压

前后的示值变化所对应的输入电压变化之比。

共模抑制比通常用分贝表示。

### 3.3

串模抑制比 **series mode rejection ratio (SMRR)**

串模抑制比是指在输入回路所施加的串模干扰电压（交流）与施加串模干扰电压前后的示值变化所对应的输入电压变化之比。

串模抑制比通常用分贝表示。

### 3.4

雪崩处理能力 **capability of processing signal avalanche**

雪崩处理能力是指在一台现地控制单元（LCU）的事件顺序记录量输入的  $n$  个端子上同时发生状态变位时的处理能力。

### 3.5

计算量 **calculating quantity**

计算量是指由采集到的部分模拟量、数字量原始数据经逻辑、算术运算得出的量。

### 3.6

抗扰度 **immunity**

抗扰度是指装置、设备或系统面临电磁骚扰而不降低运行性能的能力。

### 3.7

严酷度等级 **severity level**

严酷度等级为抗扰度试验规定的施加影响的电磁量的值。

## 4 试验的标准大气条件

除环境试验或受检产品技术条件中对环境条件有特殊规定的以外，本标准中其他试验在下列标准大气条件下进行：

——环境温度：15℃~35℃；

——相对湿度：45%~75%；

——大气压力：86kPa~106kPa。

当不能在标准的大气条件下进行试验时，要在试验报告上写明实际条件。

## 5 产品外观、软硬件配置及技术文件检查

### 5.1 产品外观检查

产品表面不应有明显的凹痕、划伤、裂缝、变形和污染等。表面涂镀层应均匀，不应起泡、龟裂、脱落和磨损。金属零部件不应有松动及其他机械损伤。

内部元器件的安装及内部连线应正确、牢固无松动。键盘、开关、按钮和其他控制部件的操作应灵活可靠。接线端子的布置及内部布线应合理、美观、标志清晰。

监控系统盘、柜应符合 GB 50171 规定。

### 5.2 产品软硬件配置检查

检查产品的硬件配置，其数量、型号、性能应符合受检产品技术条件规定，且布局合理。

检查产品软件的配置、文档及其载体，应符合受检产品技术条件规定。

### 5.3 产品技术文件的检查

检查产品（包括外购配套设备）的有关技术文件，应完整、详尽、统一、有效，且文图工整清晰、印刷装订美观。

卖方需提供的文件应在受检产品技术条件中规定，一般包括下列内容：

- a) 系统框图、设备清单、设备连接图。
- b) 机柜机械安装、配置图。
- c) 机柜设备布置图、布线图。
- d) 硬件技术资料（自制设备）。
- e) 软件技术资料（包括系统软件和应用软件清单等）。
- f) 软件使用说明书。
- g) 软件维护说明书。
- h) 全部外购设备所附文件。
- i) 产品出厂检验合格证。

## 6 现场开箱、安装、接线检查

### 6.1 现场开箱检查

供货设备（包括技术文件）到达目的地后，买方应负责检验货物的箱体有无破损，并检查到货件数。买方在安装前开箱检验时，应提前通知卖方，卖方在接到通知后应按时到现场，与买方一起根据运单和装箱单组织对货物的包装、外观及件数进行清点检验，如发现有任何不符合之处双方代表应签字确认。如属卖方责任，卖方应在双方商定的时间内处理解决。若卖方在开箱日期前未能到达现场，买方有权自行开箱检验，检验结果和记录对双方同样有效，并可作为买方向卖方索赔的有效证据。如买方未通知卖方而自行开箱，产生的后果由买方承担。

### 6.2 系统内部接线检查

监控系统内部各设备之间接线的正确性检查，应与设计、施工图纸一致。

### 6.3 现场安装及外部接线检查

监控系统在现场的安装及与现场生产过程、电源系统、接地系统之间连接的正确性检查，应与设计、施工图纸一致。

监控系统在现场的安装、接线应符合 GB50171 规定。

## 7 绝缘电阻测试

根据被试回路额定绝缘电压，用兆欧表（参照表 1 所示的电压等级）对装置不直接接地的带电部分和非带电金属部分及外壳之间，以及电气上无联系的各电路之间的绝缘电阻进行测试，测量时间不小于 5s。对直接接地的带电回路，还应在断开接地或拔出有关模件的情况下，进行上述测试。测量结果应满足交流回路外部端子对地的绝缘电阻不小于  $10M\Omega$ ，不接地直流回路对地绝缘电阻不小于  $1M\Omega$ ，或满足受检产品技术条件规定。

表 1 兆欧表电压等级

V

额定绝缘电压	兆欧表电压等级	额定绝缘电压	兆欧表电压等级
<60	250	≥60	500

## 8 介电强度试验

根据被试回路额定绝缘电压，按受检产品技术条件或对 60V 以下回路施加交流 500V、对 60V 及以上至 500V 以下回路施加交流 2000V 的试验电压进行介电强度试验。试验电压从零开始，在 5s 内逐渐升到规定值并保持 1min，随后迅速平滑地降到零值。测试完毕用地线对被试验回路进行放电。被试设备应无击穿、闪络及元器件损坏现象。

如果被试回路间跨接有电容器时（例如射频滤波电容器），则建议用直流电压试验。该直流试验电压值等于规定的交流试验电压峰值。

在试验过程中，那些不期望它们承受试验电压的 48V 及以下二次回路（如通信设备，状态和数据的输入输出设备）可以不进行介电强度试验。但控制输出及电压、电流互感器回路必须进行。为了检验 48V 及以下回路中除电子器件以外回路的介电强度，可以在拔出插件的条件下进行。

由于介电强度试验对设备的性能可能会造成危害，所以一般只宜在工厂全面试验前作为产品过程试验进行，而不宜在全面的功能与性能测试后再进行介电强度试验。如受检产品技术条件规定在工厂试验以后还需进行介电强度试验时，则必须在介电强度试验后再进行全面的性能与功能测试。

试验过程中的最大对地漏电流值不应超过被试回路设备每相输入电流的 5%。也可以在拆除逻辑连接的组件上进行。

9 功能与性能测试

9.1 模拟量数据采集与处理功能测试

9.1.1 模拟量输入数据的类别

根据输入信号的不同，模拟量输入数据可分为直流量、温度量（RTD）和交流量。

9.1.2 直流量、温度量输入通道数据采集误差测试

误差测试包括：

- a) 从模拟量输入端子接入相应的模拟量信号发生器及精度至少比受检产品技术条件要求高一级的测试仪表，如图 1 所示。改变模拟量信号发生器输出，按式（1）计算模拟量数据采集的误差  $E_i$ ，应满足 DL/T 578 或受检产品技术条件规定。

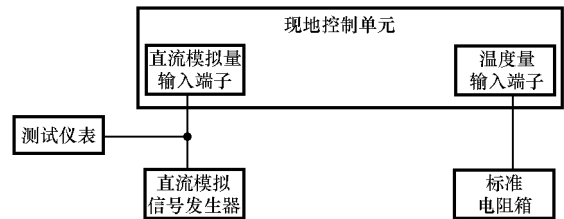


图 1 直流模拟量、温度量输入通道测试接线示意图

$$E_i = \frac{S_o - S_i}{S} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

- $S_o$ ——该模拟量测点在人机接口设备上的显示或记录值；
- $S_i$ ——由输入信号实测值乘以工程系数或比例系数后求得的理论工程值；
- $S$ ——量程的理论工程值， $S = S_{max} - S_{min}$ ；

$S_{max}$ ——测量范围上限对应的理论工程值；

$S_{min}$ ——测量范围下限对应的理论工程值。

- b) 数据采集误差测试可采用下述方式进行：

- 1) 线性测试，即对被测模拟量输入通道至少应测试  $S_i$  为  $S_{min}$ 、 $S_{min} + 0.25S$ 、 $S_{min} + 0.50S$ 、 $S_{min} + 0.75S$  及  $S_{max}$  5 点。
- 2) 满偏测试，即对被测模拟量输入通道仅测试  $S_i$  为  $S_{min}$  及  $S_{max}$  两点。

上述两种测试方式的选择可参照 15.2.1 之 b) 所推荐的原则进行。

- c) 数据采集误差是指在仲裁试验环境条件下的采集误差。若受检产品技术条件对仲裁试验大气条件及最大温度误差未作规定，则可按下列标准进行：

- 1) 仲裁试验大气条件包括环境温度（25℃±2℃）、相对湿度（45%~55%）、大气压力（86kPa~106kPa）。
- 2) 最大温度误差为±0.01%/℃。

9.1.3 直流量、温度量输入通道共模抑制比、串模抑制比测试

9.1.3.1 共模抑制比测试

本项测试应只在型式试验时进行。其共模电压值由 DL/T 578 或受检产品技术条件规定。

9.1.3.1.1 共模抑制比计算公式

共模抑制比按式 (2) 计算:

$$CMRR=20\lg\frac{U_c}{\Delta U} \quad (2)$$

式中:

$CMRR$ ——共模抑制比, dB;

$U_c$ ——共模干扰的直流或交流峰值电压;

$\Delta U$ ——施加共模干扰电压前后的示值变化所对应的输入电压变化。

#### 9.1.3.1.2 共模抑制比测试方法

本试验仅适用于对地绝缘的输入通道。

共模干扰影响试验分交流干扰影响试验和直流干扰影响试验两种。两种共模干扰影响试验接线示意图如图 2、图 3 所示。

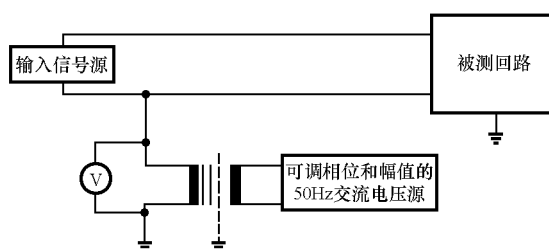


图 2 交流共模干扰影响试验接线示意图

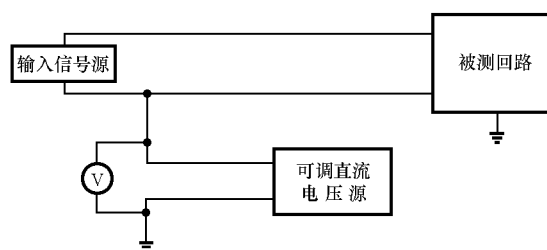


图 3 直流共模干扰影响试验接线示意图

测试时先在被试回路输入端加量程范围 50% 的输入信号, 然后逐渐加大共模干扰电压 (直流或工频交流) 至受检产品技术条件规定值, 记录所加共模干扰电压  $U_c$  及被试回路的显示或记录值变化, 并将该变化折算为等价的输入电压变化  $\Delta U$ , 按式 (2) 计算共模抑制比。测试结果应满足 DL/T 578 或受检产品技术条件规定。

#### 9.1.3.2 串模抑制比测试

本项测试应只在型式试验时进行。

##### 9.1.3.2.1 串模抑制比计算公式

串模抑制比按式 (3) 计算:

$$SMRR=20\lg\frac{U_s}{\Delta U} \quad (3)$$

式中:

$SMRR$ ——串模抑制比, dB;

$U_s$ ——串模干扰交流峰值电压;

$\Delta U$ ——施加串模干扰电压前后的示值变化所对应的输入电压变化。

##### 9.1.3.2.2 串模抑制比测试方法

测试线路如图 4 所示。

测试时先在被试回路输入端加量程范围 50% 的输入信号, 然后逐渐加大工频交流串模干扰信号至串模干扰电压峰值与输入信号电压之和不超过被试回路量程范围, 记录所加串模干扰电压  $U_s$  及被试回路的显示或记录值变化, 并将该变化折算为等价的输入变化  $\Delta U$ , 按式 (3) 计算串模抑制比。测试结果应满足 DL/T 578 或受检产品技术条件规定。

#### 9.1.4 交流量输入通道数据采集误差测试

##### 9.1.4.1 基本误差测试

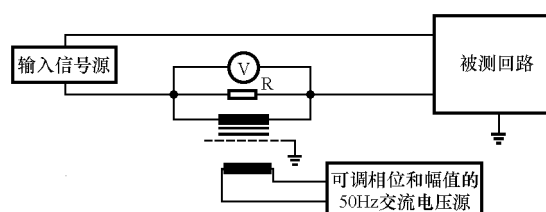


图 4 串模干扰影响试验示意图

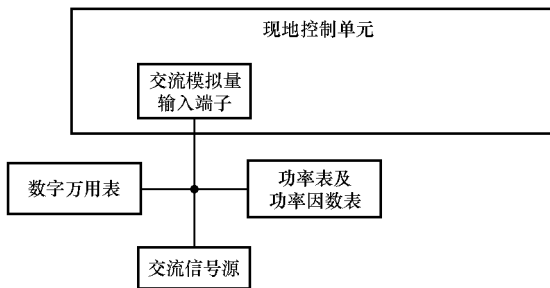


图5 交流模拟量输入通道测试接线示意图

输入信号乘以工程系数或比例系数后求得的理论工程值分别记为  $U_1$ 、 $I_1$ ；该交流量在人机接口设备上的显示值或记录值记为  $U_o$ 、 $I_o$ ，按式(4)及式(5)计算其基本误差  $E_U$  及  $E_I$ ，应满足受检产品技术条件规定。

$$E_U = \frac{U_o - U_1}{AF} \times 100\% \quad (4)$$

$$E_I = \frac{I_o - I_1}{AF} \times 100\% \quad (5)$$

式中：

$AF$ ——输出基准值（以下同）。

基本误差取  $E_U$  和  $E_I$  中的最大值。

#### 9.1.4.1.3 有功功率、无功功率基本误差测试

保持交流输入电压为 100V，频率为 50Hz，功率因数为参比条件。改变输入电流为 0A、1A、2A、3A、4A、5A。输入信号实测值乘以工程系数或比例系数后求得的理论工程值分别记为  $P_1$ 、 $Q_1$ ；该交流量在人机接口设备上的显示值或记录值记为  $P_o$ 、 $Q_o$ ，按式(6)及式(7)计算其基本误差  $E_P$  及  $E_Q$ ，应满足受检产品技术条件规定。

$$E_P = \frac{P_o - P_1}{AF} \times 100\% \quad (6)$$

$$E_Q = \frac{Q_o - Q_1}{AF} \times 100\% \quad (7)$$

输入电流在从零到标称值内任一电流时，功率因数参比条件为：

——有功功率基本误差测试时， $\cos \varphi = 0.5$ （滞后） $\sim 1 \sim 0.5$ （超前）；

——无功功率基本误差测试时， $\sin \varphi = 0.5$ （滞后） $\sim 1 \sim 0.5$ （超前）。

基本误差取  $E_P$  和  $E_Q$  中的最大值。

#### 9.1.4.1.4 频率基本误差测试

保持交流输入电压为 100V，依次改变信号频率为 45Hz、47Hz、49Hz、50Hz、51Hz、53Hz、55Hz。输入信号频率值记为  $f_1$ ；在人机接口设备上的显示值或记录值记为  $f_o$ ，按式(8)计算其基本误差  $E_f$ ，应满足受检产品技术条件规定。

$$E_f = \frac{f_o - f_1}{AF} \times 100\% \quad (8)$$

基本误差取  $E_f$  中的最大值。

#### 9.1.4.1.5 功率因数基本误差测试

保持交流输入电压为 100V，电流为 5A，频率为 50Hz。依次改变相位角  $\varphi$  为  $0^\circ$ 、 $\pm 30^\circ$ 、 $\pm 45^\circ$ 、 $\pm 60^\circ$ 、 $\pm 90^\circ$ 。输入信号功率因数记为  $PF_1$ ；在人机接口设备上的显示值或记录值记为  $PF_o$ ，按式(9)计算其基本误差  $E_{\cos \varphi}$ ，应满足受检产品技术条件规定。

$$E_{\cos \varphi} = \frac{PF_o - PF_1}{AF} \times 100\% \quad (9)$$

基本误差取  $E_{\text{max}}$  中的最大值。

#### 9.1.4.2 各种影响量引起的改变量测试

各种影响量引起的改变量测试只在产品的型式试验时进行。测试方法参见 DL/T 630。

#### 9.1.5 数据处理功能测试

本项测试可结合 9.1.2 及 9.1.4 进行。

本项测试的主要内容是核对模拟量显示、登录及越、复限记录的正确性。其越、复限报警启动值，登录及人机接口显示内容应与受检产品技术条件规定一致。

### 9.2 数字量数据采集与处理功能测试

#### 9.2.1 数字量输入数据的类别

根据输入信号的不同，数字量输入数据可分为状态量、数码量、脉冲量和事件顺序记录量。

#### 9.2.2 状态变位测试

从数字量输入端子接入相应的数字量信号发生器，如图 6 所示。按具体测点要求，进行输入信号变位及防触点抖动的性能试验，通过监控系统的人机接口检查显示及有关记录，应与实际输入及受检产品技术条件规定一致。

#### 9.2.3 事件顺序记录输入通道测试

对事件顺序记录量输入通道，除 9.2.2 所规定的测试外，为了检验事件分辨率，每一台现地控制单元还应增加下列测试。每项测试重复三次。

##### 9.2.3.1 事件分辨率测试

将分辨率测试仪的两路以上输出信号接至现地控制单元的事件顺序记录量输入端子，按受检产品技术条件规定的事件分辨率值设置分辨率测试仪的时间定值。启动分辨率测试仪，在人机接口设备上除了应有正确的画块变位、报警、事件登录外，所登录的事件顺序及时间间隔应满足受检产品技术条件要求。若该现地控制单元的事件分辨率输入通道由几个模块组成，则测试点应在不同模块中选取。

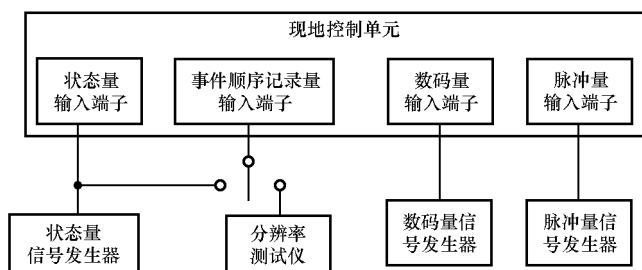


图 6 数字量输入通道测试接线示意图

##### 9.2.3.2 雪崩处理能力测试

在现地控制单元的事件顺序记录量中任意抽选  $n$  点，接入同一状态量输入信号，改变输入信号状态，检查所记录的事件名称应与所选测点名称一致且无遗漏，所记录的状态及事件发生时间应一致。

对于机组现地控制单元，宜选  $n=8$  点；对于开关站及公用现地控制单元，宜选  $n=32$  点。

### 9.3 计算量数据采集与处理功能测试

发电机、线路及电厂高压母线当前的工况、主辅设备的动作次数、运行时间、检修时间，电度量的累加及分时计量，温度保护的启动条件等都属于计算量。

根据受检产品技术条件所规定的测点数学模型，模拟其输入条件，检验其数据采集与处理的正确性，应符合受检产品技术条件规定。

### 9.4 数据输出通道测试

#### 9.4.1 数据输出的类别

根据输出方式的不同，数据输出通道一般可分为数字量输出通道和模拟量输出通道。

#### 9.4.2 数字量输出通道测试

数字量输出通道测试包括：

- a) 在数字量输出通道的输出端子上接入监测输出状态的万用表或示波器等其他监测器具。
- b) 从监控系统人机接口或调试终端将数字量输出置为“0”或“1”。
- c) 通过监控系统人机接口、模件级输出状态显示器件及接于输出端子上的外接万用表检查输出通道动作的正确性，应与实际设置一致。

#### 9.4.3 模拟量输出通道测试

模拟量输出通道测试包括：

- a) 在模拟量输出通道的输出端上接入精度至少比受检产品技术条件要求高一级的测试仪表。
- b) 从监控系统人机接口或调试终端改变模拟量输出的设置值。
- c) 根据外接仪表所测得的实测值计算模拟量输出的精度，应满足受检产品技术条件规定。

模拟量输出精度的计算公式参见式(1)；模拟量输出的测试方式见9.1.2之b)。

#### 9.5 其他数据处理功能测试

其他数据处理功能包括如事故追忆等由受检产品技术条件规定的功能。

根据受检产品技术条件规定，模拟其启动条件，检验其处理的正确性。

#### 9.6 控制功能测试

##### 9.6.1 测试要求

通过各种人机接口设备（如现地/厂站，键盘/按钮等）发出控制命令或模拟启动条件启动控制流程。

各种命令或启动条件所引发的控制操作（包括成功与失败）、提示、登录、报警及相应处理等应满足受检产品技术条件规定，且最终的控制流程及设置的有关参数应与现场设备要求一致。

##### 9.6.2 工厂试验和检验及出厂验收阶段测试

用模拟装置或仿真程序模拟控制对象行为。

工厂试验阶段应对全部控制流程及每一流程的全部分支进行测试。

出厂验收阶段，可在检查工厂试验记录的基础上按双方商定的试验大纲规定内容对部分流程进行抽检、复查。

##### 9.6.3 现场试验和验收阶段测试

###### 9.6.3.1 水轮发电机组

a) 蜗壳充水前的试验，其步骤为：

- 1) 关闭机组进口闸（阀）门，拉开机组出口隔离开关。
- 2) 断开“开启进口闸（阀）门”、“合出口隔离开关”及其他不允许操作的设备的操作回路，接入万用表或其他监测器具。
- 3) 从生产过程接口处断开机组转速、端电压等模拟量输入信号的电缆，从生产过程接口处断开进口闸（阀）门位置、出口隔离开关位置等状态量输入信号电缆，接入相应的模拟信号发生器。
- 4) 启动控制流程，并根据流程进展人工改变外加模拟信号以满足流程要求，检查流程执行的正确性及有关参数设置的正确性。

b) 水轮发电机组实际工况转换操作试验，其步骤为：

- 1) 取消蜗壳充水前试验时所做措施。
- 2) 水轮发电机组及相应现地控制单元处于正常工作状态。
- 3) 从LCU人机接口，对水轮发电机组进行实际工况转换操作试验，检查流程执行的正确性及有关参数设置的正确性。
- 4) 从上位机人机接口对水轮发电机进行实际工况转换操作试验。

### 9.6.3.2 其他设备（包括开关站、公用、坝区等的设备）

#### a) 手动模拟试验，其步骤为：

- 1) 在被控对象端将控制及信号反馈回路断开，接入相应的监测器具及模拟信号发生器。
- 2) 启动控制流程，根据流程进展人工改变外加模拟信号以满足流程要求，检查流程执行及有关参数设置的正确性。

#### b) 实际操作试验，其步骤为：

- 1) 取消手动模拟试验时所做措施，被控设备及相应现地控制单元处于正常工作状态。
- 2) 对被控对象进行实际的工况转换操作试验，检查流程执行及有关参数设置的正确性。

### 9.6.3.3 试验注意事项

- a) 在现场试验前需根据试验内容制定试验大纲，明确每项试验需要现场完成的安全防护措施和需要补充的外接监测器具及模拟信号，经电厂批准后方可实施，以确保试验安全。
- b) 试验过程中若发现受检产品技术条件所规定的控制流程或有关参数与实际生产过程不符时，应按实际生产过程要求拟订修改方案，经双方确认后实施。
- c) 控制流程作重大修改后，必要时，应在蜗壳充水前或手动模拟条件下进行包括主流程及全部分支的全面测试检查。

## 9.7 功率调节功能测试

### 9.7.1 工厂试验和检验及出厂验收阶段测试

用外部模拟装置或内部程序模拟被控对象行为。试验包括：

- a) 通过人机接口设备设置有功功率、无功功率给定值，检查功率调节执行的正确性。
- b) 根据受检产品技术条件要求或受检计算机监控系统所具有的机组功率调节的限制、保护功能（例如最大、最小功率限制，最大定子电流限制，最大转子电流限制，调节超时，负荷差保护等）及限制、保护动作条件，改变输入的模拟量信号值或数字量信号状态，检查有功功率调节的限制、保护动作的正确性。

### 9.7.2 现场试验和验收阶段的调整与测试

#### 9.7.2.1 有功功率调节试验

- a) 检查与有功功率调节有关各项限值及保护参数，应确保无误。
- b) 退出有功功率及无功功率自动调节流程。
- c) 执行机组“发电”流程，使机组开机、并网。
- d) 手动将机组有功功率带至振动区以外。
- e) 投入有功功率调节流程。
- f) 在避开振动区的前提下，有功功率给定值突变±10%或其整数倍，直至运行中可能出现的最大突变值，改变有功功率调节参数，使有功功率调节品质满足现场运行要求。
- g) 根据电厂水头变化情况，必要时应在不同水头时重复本项试验，以确定各种水头下对应的最佳有功功率调节参数。
- h) 在试验过程中监视并手动调整机组无功功率，以满足运行需要。

#### 9.7.2.2 无功功率调节试验

- a) 检查与无功功率调节有关各项限值及保护参数，应确保无误。
- b) 退出有功功率及无功功率调节流程。
- c) 执行机组“发电”流程，使机组开机、并网。
- d) 投入无功功率调节流程。
- e) 在机组运行条件允许的前提下，无功功率给定值突变±10%或其整数倍，直到运行中可能出现的最大突变值，改变无功功率调节参数，使无功功率调节品质满足现场运行要求。
- f) 在试验过程中监视并手动调整机组有功功率，以满足运行需要。

## 9.8 自动发电控制 (AGC) 功能测试

### 9.8.1 工厂试验和检验及出厂验收阶段测试

#### 9.8.1.1 试验方法

用模拟装置或仿真程序模拟控制对象行为。

#### 9.8.1.2 人机接口功能测试

a) 全厂 AGC、单机 AGC 功能的投退。

b) AGC 工作方式 (如厂站/调度, 功率调节开环/闭环, 开停机控制开环/闭环等) 的切换。

1) AGC 功率调节“开环”工作方式是指只进行功率分配运算, 作为功率调节的指导, 而不将运算结果下达到参加 AGC 的机组; 反之, 当 AGC 功率调节设置成“闭环”工作方式时, 将直接把运算结果下达到参加 AGC 的机组进行有功功率的调节。

2) AGC 开停机控制“开环”工作方式是指只进行开停机操作指导, 而不将运算结果下达到参加 AGC 的机组; 反之, 当 AGC 开停机控制设置成“闭环”工作方式时, 将直接把运算结果下达到参加 AGC 的机组进行开停机操作。

c) AGC 控制方式 (如调频、负荷曲线、全厂总有功功率给定等) 的切换, 应注意检查各种控制方式切换时是否符合受检产品技术条件规定的约束条件。

d) 各种参数 (如最大/最小功率, 振动区, 负荷曲线, 频差死区等) 的设置。

#### 9.8.1.3 各种控制方式下 AGC 运算结果正确性测试

在各种控制方式下, 对机组最佳运行组合、开停机顺序、机组间负荷分配等的正确性进行测试。

#### 9.8.1.4 AGC 的各种约束条件测试

对 AGC 给定功率的最大/最小功率限制、负荷变化梯度及避开机组的振动区等的正确性进行测试。

#### 9.8.1.5 AGC 的各种保护功能、测试

电厂发生各种事故时 AGC 全部或部分自动退出等功能进行测试。

上述各项测试结果应符合受检产品技术条件规定。

### 9.8.2 现场试验和验收阶段测试

#### 9.8.2.1 “厂站”方式下 AGC 功能测试

a) 将 AGC 设置成“厂站”、“开环”工作方式, 在不同控制方式下检查 AGC 的负荷分配运算和开停机指导等功能正确性。

b) 在 a) 项测试结果正确后, 将 AGC 工作方式设置成“厂站”、“闭环”, 在不同控制方式下检查 AGC 的负荷分配、功率调节、开停机操作执行的效果。

#### 9.8.2.2 “调度”方式下 AGC 功能测试

a) 将 AGC 设置成“调度”、“开环”工作方式, 对远方 AGC 的各项功能 (如从调度侧修改负荷曲线、全厂总有功功率给定值等) 的正确性进行测试。

b) 在 a) 项测试结果正确后, 将 AGC 工作方式设置成“调度”、“闭环”, 对远方 AGC 各项功能的执行正确性进行测试。

注: 现场试验过程中若发现受检产品技术条件所规定的 AGC 功能或参数不能满足运行要求时, 应按实际运行要求予以修改, 并试验验证修改的正确性。

## 9.9 自动电压控制 (AVC) 功能测试

### 9.9.1 工厂试验和检验及出厂验收阶段测试

#### 9.9.1.1 试验方法

用模拟装置或仿真程序模拟控制对象行为。

#### 9.9.1.2 人机接口功能测试

a) 全厂 AVC、单机 AVC 功能的投退。

b) AVC 工作方式 (如厂站/调度、功率调节的开环/闭环等) 的切换。

c) AVC 控制方式（如电压曲线、全厂总无功功率给定等）的切换，应注意检查各种控制方式切换时是否符合受检产品技术条件规定的约束条件。

d) 各种参数（如各机组的最大/最小功率、电压曲线、电压死区等）的设置。

#### 9.9.1.3 各种控制方式下 AVC 运算结果正确性测试

在各种控制方式下，对机组间负荷分配、变压器分接头控制等运算结果的正确性进行测试。

#### 9.9.1.4 AVC 的各种约束条件测试

对 AVC 给定功率的最大/最小功率限制、负荷变化梯度等的正确性进行测试。

#### 9.9.1.5 AVC 的各种保护功能测试

电厂发生各种事故时 AVC 全部或部分自动退出等功能进行测试。

上述各项测试结果应符合受检产品技术条件规定。

### 9.9.2 现场试验和验收阶段测试

#### 9.9.2.1 “厂站”方式下 AVC 功能测试

a) 将 AVC 设置成“厂站”、“开环”工作方式，在不同控制方式下检查 AVC 的负荷分配运算等功能正确性。

b) 在 a) 项测试结果正确后，将 AVC 工作方式设置成“厂站”、“闭环”，在不同控制方式下检查 AVC 的负荷分配、功率调节执行的结果。

#### 9.9.2.2 “调度”方式下 AVC 功能测试

a) 将 AVC 设置成“调度”、“开环”工作方式，对远方 AVC 的各项功能（如修改电压曲线、全厂总无功功率给定等）的正确性进行测试；

b) 在 a) 项测试结果正确后，将 AVC 工作方式设置成“调度”、“闭环”，对远方 AVC 各项功能的执行正确性进行测试。

注：现场试验过程中若发现受检产品技术条件所规定的 AVC 功能或参数不能满足运行要求时，应按实际运行要求予以修改，并试验验证修改的正确性。

### 9.10 人机接口功能检查

a) 检查画面显示和拷贝的正确性。

b) 通过改变从生产过程接口输入的数据及状态，检查画面动态显示的正确性。

c) 检查控制命令的正确性、唯一性、可靠性。

d) 检查参数、状态设置或修改的正确性、可靠性。

e) 检查报警、提示、音响、语音、登录、授权的正确性。

f) 检查各种报表、打印的正确性。

g) 检查历史资料查询的正确性。

h) 操作未定义的键，系统不得出错或出现死机。

i) 受检产品技术条件规定的其他人机接口功能的检查。

上述各项人机接口功能应符合受检产品技术条件要求。

### 9.11 系统时钟、时钟同步及不同现地控制单元间的事件分辨率、雪崩处理能力测试

a) 检查系统各人机接口设备上所显示的时钟（年、月、日、时、分、秒）应与标准时钟（例如 GPS）一致。

b) 将分辨率测试仪的不同输出信号接至不同现地控制单元的事件顺序记录量输入端子，按受检产品技术条件规定的事件分辨率值设置分辨率测试仪的时间定值，启动分辨率测试仪，检查所登录的事件发生的顺序及时间间隔；也可用同一个状态量接至不同现地控制单元的事件顺序记录量输入端子，改变输入状态，检查所登录的事件发生时间，应满足受检产品技术条件要求。

c) 在几台现地控制单元的事件顺序记录量中各任意抽选  $n$  点，接入同一状态量输入信号，改变输入信号状态，检查所记录的事件名称应与所选测点名称一致且无遗漏，各台现地控制单元所记

录的事件状态应一致。任一台现地控制单元本身所记录的发生时间应一致；不同现地控制单元所记录的事件发生时间差不应大于受检产品技术条件所规定的指标。

#### 9.12 外部通信功能测试

根据受检产品技术条件规定，对受检系统与各级调度及其他外部系统和设备（如与水情、厂内信息管理系统以及保护、自动装置、智能仪表等）的通信功能，根据通信规约用 PC 机模拟通信对侧或直接使用实际设备进行测试，应满足受检产品技术条件规定。

对具有冗余配置的通道，人为退出工作通道，其备用通道应自动投入工作，在切换过程中不得出错或出现死机。

#### 9.13 应用软件编辑功能测试

根据受检产品技术条件规定，对受检产品的应用软件编辑功能（如各种画面、测点定义、表格、控制流程的修改、增删等）进行测试，应满足受检产品技术条件规定。

##### 9.1.4 系统自诊断及自恢复功能测试

- a) 系统加电或重新启动，检查系统是否能正常启动。
- b) 模拟应用系统故障，检查系统是否自恢复。
- c) 模拟各种功能模块、外围设备、通信接口等故障，检查相应的报警和记录是否正确。
- d) 对热备冗余配置的设备（如主机、网络、现地控制单元等），模拟工作设备故障，检查备用设备是否自动升为工作设备、切换后数据是否一致、各项任务是否连续执行，不得出现死机。

#### 9.15 其他功能测试

其他功能是指除 9.1~9.14 所列以外的功能，如电厂设备运行管理及指导等功能，根据受检产品技术条件进行其他功能测试。

其他功能应满足受检产品技术条件规定。

#### 9.16 实时性性能指标检查及测试

##### 9.16.1 实时性性能指标检查

检查数据采集周期及 AGC、AVC 有关执行周期等参数的设置值，应符合受检产品技术条件规定。

##### 9.16.2 实时性性能指标测试

- a) 模拟量输入信号突变到画面上数据显示改变时间测试，结合 9.1.2 在模拟量输入信号突变条件下进行。
- b) 数字量输入变位到画面上画块或数据显示改变或发出报警信息、音响的时间测试，结合 9.2.2 进行。
- c) 控制命令执行时间测试，结合 9.6 进行：
  - 1) 命令发出到画面响应时间。
  - 2) 命令发出到现地控制单元开始执行控制输出时间。
- d) 人机接口响应时间测试，结合 9.10 进行：
  - 1) 调用新画面响应时间。
  - 2) 在已显示画面上实时数据刷新时间。
  - 3) 模拟量事件产生到画面上报警信息显示和发出音响时间。
  - 4) 事件顺序记录事件产生到画面上报警信息显示和发出音响的时间。
  - 5) 计算量事件产生到画面上报警信息显示和发出音响时间。
- e) 双机切换时间测试：人为退出正在运行的主机，这时备用机应自动投入工作，测出其切换时间，在切换过程中不得出错或出现死机。
- f) 根据受检产品技术条件进行其他实时性性能指标测试。

实时性性能指标应符合受检产品技术条件规定。

#### 9.17 CPU 负荷率等性能指标测试

对 CPU 负荷率等性能指标有明确规定的系统，应在计算机上通过命令或操作系统界面显示并记录 CPU 负荷率、内存占有率、磁盘使用率等指标，并通过统计，求出其最大值。

上述各项指标应满足受检产品技术条件规定。

## 10 电源适应能力测试

在正常试验大气条件下，外接电源的电压、频率、波形中的任一项参数为受检产品技术条件规定的极限值时（其余为额定值），受检系统应可靠工作，功能与性能应符合受检产品技术条件规定。

## 11 抗扰度试验

### 11.1 干扰类型及严酷度

抗扰度试验的干扰类型及严酷度等级由受检产品技术条件规定。

### 11.2 试验结果的评估

水电厂计算机监控系统可采用表 2 所示的评价标准。也可在受检产品技术条件中作出具体规定。

表 2 抗扰度试验结果的评价标准

功 能		评价标准	可接受的故障程度
命令和控制		A	短延时执行命令
测量		A	暂时偏差，但可自复
统计		0	无影响
数据传输		A	暂时丧失功能
信息和数据储存保护		0	无影响
处理	在线	0	无影响
	离线	B	停止并复归
监视		A	暂时丧失功能
人机接口		B	停止并复归
自诊断		A	暂时丧失功能
<p>0: 无故障，在规定限值内正常工作。</p> <p>A: 小故障，暂时降低或丧失功能或性能，可自复。</p> <p>B: 严重故障，暂时降低或丧失功能，需要操作人员干预或使系统复归。</p> <p>C: 损坏，降低或丧失功能，且由于设备（部件）或软件损坏或丢失数据而不能恢复。</p> <p>注：本表适用于瞬时的骚扰，对于连续性的骚扰则合格标准应为 0（无影响）。</p>			

## 11.3 试验方法

### 11.3.1 振荡波或浪涌（冲击）抗扰度试验

- a) 振荡波抗扰度试验，应按 GB/T 17626.12 规定进行；
- b) 浪涌（冲击）抗扰度试验，应按 GB/T 17626.5 规定进行。

### 11.3.2 射频场感应的传导骚扰抗扰度及射频电磁场辐射抗扰度试验

- a) 射频场感应的传导骚扰（<80MHz 频段）抗扰度试验，应按 GB/T 17626.6 规定进行。
- b) 射频电磁场辐射（>80MHz 频段）抗扰度试验，应按 GB/T 17626.3 规定进行。

### 11.3.3 静电放电抗扰度试验

应按 GB/T 17626.2 规定进行。

### 11.3.4 工频磁场抗扰度试验

应按 GB/T 17626.8 规定进行。

### 11.3.5 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

应按 GB/T 17626.4 规定进行。

## 12 环境试验

### 12.1 试验类型及试验环境条件

环境试验的试验类型、环境条件及初始检测、最后检测的内容由受检产品技术条件规定。

### 12.2 试验方法

#### 12.2.1 工作温度下限试验

应按 GB/T 2423.1—2001 进行。受检产品须进行初始检测。试验温度取受检产品技术条件规定的工作温度下限值。待环境温度达到规定并稳定后，受检产品加电运行 2h，受检产品应工作正常。恢复时间为 2h。

#### 12.2.2 工作温度上限试验

应按 GB/T 2423.2—2001 进行。受检产品须进行初始检测。试验温度取受检产品技术条件规定的工作温度上限值。待环境温度达到规定并稳定后，受检产品加电运行 2h，受检产品应工作正常。恢复时间为 2h。

#### 12.2.3 工作条件下的恒定湿热试验

应按 GB/T 2423.3—1993 进行。受检产品须进行初始检测。试验温度和湿度取受检产品技术条件规定的工作温度、湿度上限值。待环境温度、湿度达到规定并稳定后，受检产品加电运行 2h，受检产品应工作正常。恢复时间为 2h。试验结束后进行最后检测。

#### 12.2.4 工作条件下的振动试验

应按 GB/T 2423.10—1995 进行。受检产品按工作位置固定在振动台上，进行初始检测。受检产品在加电运行状态下按受检产品技术条件规定分别对三个互相垂直的轴线方向进行振动，受检产品应工作正常。试验结束后进行最后检测。

##### 12.2.4.1 初始振动响应检查

试验在规定频率范围内，在一个扫频循环上完成。试验过程中记录危险频率，包括机械共振频率和导致故障及影响性能的频率。

##### 12.2.4.2 定频耐久试验

用初始振动响应检查中记录的危险频率进行定频试验，如果两种危险频率同时存在，则不得只选其中一种。

在试验规定频率范围内如无明显共振频率或无影响性能的频率，或危险频率超过四个，则不做定频耐久试验，仅做扫频耐久试验。

在振动响应检查所发现的每一轴线中的每一频率上的耐久试验时间可在 10min±0.5min、30min±1min、90min±1min 诸值中选取。

##### 12.2.4.3 扫频耐久试验

按试验规定的频率范围由低到高，再由高到低，作为一次循环。循环次数可在 5、10、20 诸值中选取。

已做过定频耐久试验的样品，不再做扫频耐久试验。

##### 12.2.4.4 最后振动响应检查

此项试验在不工作条件下进行。对于已做过定频耐久试验的受试样品须做此项试验。对于做扫频耐久试验的样品，可将最后一次扫频试验作为最后振动响应试验。本试验须将记录的共振频率与初始振动响应检查记录的共振频率相比较，若有明显变化，应对受试样品进行修整，重新进行该项试验。

#### 12.2.5 地震试验

若受检产品技术条件有此要求时，按 GB/T 2424.25 规定进行。

### 12.2.6 其他环境试验

若受检产品技术条件还有其他环境试验要求时，可按 GB/T 2423 系列规程的有关规定进行。

## 13 连续通电检验

根据受检产品技术条件的规定，在完成其他检验、验收项目的测试后，应进行不少于 72h 的连续通电检验。检验过程中应定时（如每隔 12h）进行一次选项测试或检查，发现产品质量问题时即中止检验，待问题解决后重新开始检验。

## 14 可利用率考核

### 14.1 考核时间

当受检产品技术条件规定要进行此项考核时，当受检系统在现场正确可靠地工作达到规定的试运期后，即可进入可利用率考核期。试运行时间及考核时间由受检产品技术条件规定，但考核时间不应少于半年。

### 14.2 准备

应做好受检系统在考核期间的现场工作记录，其内容应包括 14.3 中所需的内容。

### 14.3 可利用率计算方法

可按受检产品技术条件规定的计算方法进行，或按 DL/T 578—1995 附录 A 规定进行。

## 15 试验、验收规则

### 15.1 试验、验收种类

水电厂计算机监控系统一般应有下列试验、验收：

- a) 型式试验。
- b) 工厂试验和检验。
- c) 出厂验收。
- d) 现场试验和验收。

#### 15.1.1 型式试验

15.1.1.1 有下列情况之一时应进行型式试验：

- a) 产品定型（设计定型、生产定型）时。
- b) 正式生产后，如结构、材料、工艺有重大改变，可能影响产品性能时（可只做相应部件）。
- c) 质量监督机构提出要求时。

15.1.1.2 试验中若有任何一项不符合受检产品技术条件规定者，必须消除其不合格原因。

#### 15.1.2 工厂试验和检验

- a) 与产品配套的器件应按有关规定进行质量控制。
- b) 产品在生产过程中必须进行全面的检查、试验，并应有详细、完整的记录。
- c) 产品在出厂前必须通过制造单位质量检验部门负责进行的检验，检验中若有任何一项不符合受检产品技术条件规定者，必须消除其不合格原因，检验合格后由质量检验部门签发合格证。

#### 15.1.3 出厂验收

15.1.3.1 若受检产品技术条件规定产品出厂前需进行出厂验收者，则制造单位在完成 15.1.2 条所列的工厂试验和检验后，应接受检产品技术条件规定的日期提前通知用户。

15.1.3.2 出厂验收由制造单位和用户共同负责进行。

15.1.3.3 出厂验收过程中，双方的责任一般为：

- a) 制造单位的责任：
  - 1) 向用户汇报系统配置、工厂试验和检验结果。

- 2) 起草出厂验收大纲（草稿）。
  - 3) 提供验收所需的仪器设备及有关文件、资料。
  - 4) 负责进行验收大纲中规定的各项试验。
- b) 用户的责任：
- 1) 对出厂验收大纲（草稿）进行讨论、审查、修改，最后确定出厂验收大纲。
  - 2) 对出厂验收试验进行监督、审查。

出厂验收结束后，双方应签署出厂验收纪要，对出厂验收的结果作出评价。如产品还存在不满足受检产品技术条件的缺陷时，应在出厂验收纪要中提出处理要求及完成期限，由制造单位负责处理。

#### 15.1.4 现场试验和验收

15.1.4.1 现场试验和验收是在产品到现场后，由用户和制造单位共同负责进行的安装投运的试验和验收。

15.1.4.2 现场试验和验收过程中双方的责任一般为：

- a) 制造单位的责任：
- 1) 起草现场试验和验收大纲（草稿）。
  - 2) 负责产品在现场的有关检查和投运试验。
  - 3) 提交现场投运试验报告。
- b) 用户的责任：
- 1) 对现场试验和验收大纲（草稿）进行讨论、修改，并补充涉及现场设备及安全等有关的内容，最后由用户负责审查、批准现场试验和验收大纲。
  - 2) 配合现场投运试验，负责完成可能危及现场主、辅设备及人身安全的安全措施。
  - 3) 组织、监督现场投运工作的进行。

15.1.4.3 通过现场投运试验，如产品还存在不满足受检产品技术条件的缺陷时，应在阶段性现场验收纪要中提出处理要求及处理期限，由制造单位负责处理。

15.1.4.4 现场试验和验收如果是分阶段进行的，则每阶段试验、验收合格后，双方应签署阶段性现场验收纪要；现场试验和验收全部结束后，双方应签署最终的现场验收文件。

15.1.4.5 投运设备的保修期，从签署有关该设备现场验收纪要或文件之日起算。

#### 15.2 过程通道的试验、验收规则

##### 15.2.1 模拟量过程通道的试验、验收规则

- a) 在工厂试验时，应对全部过程通道进行逐点测试。
- b) 在型式试验、工厂检验及出厂验收时，宜采用同类通道（如直流模拟量、温度量、交流量输入及模拟量输出通道等）抽样检查的方法，每一类通道的抽查数量不应小于该类通道点数的平方根值。被抽查的通道必须全部合格，否则应改为全部测试。若该类通道由几个模件组成，则抽样点应尽量在各模件中均匀分布。模拟量输入/输出通道抽样检查时，若有  $n$  点通道共用一个 A/D、D/A 转换器时，则在这  $n$  点通道中至少应对其中一点采用“线性测试”，其他点可采用“满偏测试”，见 9.1.2 之 b)。
- c) 在现场试验和验收时，也应对直流和交流模拟量输入通道及模拟量输出通道进行逐点测试，而且试验时应包含至生产过程连接电缆。测试时可只校核满量程（或一个中间值）一点。在现场试验和验收时，对温度量（RID）输入通道，在机组冷状态下，通过人机接口，直接读取机组各部实测值，采用同组测值一致性对比的方式进行检查，若同组测值的离散值在测量精度允许范围内，则认为合格，否则，应进一步对有问题的测点进行检查和处理。

##### 15.2.2 状态量过程通道的抽样与试验方法

- a) 在工厂试验时，应对全部过程通道进行逐点测试。
- b) 在型式试验、工厂检验和出厂验收时，宜采用同类通道（如状态量、事件顺序记录量输入及状

态量输出通道等) 抽样检查的方法, 每一类通道的抽查数量不应小于该类通道点数的平方根值。被抽查的通道必须全部合格, 否则就应改为全部测试。

- c) 在现场试验和验收时, 也应对全部状态量过程通道进行逐点测试, 而且试验时应包含至生产过程的连接电缆。

### 15.2.3 各类试验、验收的试验项目及内容

各类试验、验收的试验项目见表 3。表 3 中不同试验、验收阶段的试验内容及方法不完全相同, 具体见本标准有关章节。

各阶段的试验和验收项目及内容不需要全部重复。工厂试验的项目应尽可能全面完整, 包括有完整仿真的控制和功率调节等试验。某些试验内容, 如“模拟量数据采集与处理功能测试”中的直流量、温度量输入通道的共模抑制比和串模抑制比及交流量输入通道的各种影响量引起的改变量试验等, 在型式试验时已做过, 根据试验的完整性和真实性, 在其他试验、验收时可以免除。

表 3 各类试验、验收的推荐试验项目

检 验 项 目	型式 试验	工厂试验 及验收	出厂 验收	现场试验 及验收
产品外观、软硬件配置及技术文件检查	✓	✓	✓	✓
现场开箱、安装、接线检查				✓
绝缘电阻测试	✓	✓	✓	✓
介电强度试验	✓	✓		
功能与性能测试				
1) 模拟量数据采集与处理功能测试	✓	✓	✓	✓
2) 数字量数据采集与处理功能测试	✓	✓	✓	✓
3) 计算量数据采集与处理功能测试	✓	✓	✓	✓
4) 数据输出通道测试	✓	✓	✓	✓
5) 其他数据处理功能测试	✓	✓	✓	✓
6) 控制功能测试	✓	✓	✓	✓
7) 功率调节功能测试	✓	✓	✓	✓
8) 自动发电控制 (AGC) 功能测试	✓	✓	✓	✓
9) 自动电压控制 (AVC) 功能测试	✓	✓	✓	✓
10) 人机接口功能测试	✓	✓	✓	✓
11) 系统时钟、时钟同步及不同现地控制单元间的事件分辨率、雪崩处理能力测试	✓	✓	✓	✓
12) 通信功能测试	✓	✓	✓	✓
13) 应用软件编辑功能测试	✓	✓	✓	✓
14) 系统自诊断及自恢复功能测试	✓	✓	✓	✓
15) 其他功能测试	✓	✓	✓	✓
16) 实时性性能指标检查及测试	✓	✓	✓	✓
17) CPU 负荷率、内存占有率、磁盘使用率等性能指标测试	✓	✓	✓	✓
电源适应能力测试	✓	✓	✓	
抗扰度试验	✓			
环境试验	✓			
连续通电检验	✓	✓		✓
可用性 (或可利用率) 考核				✓

参 考 文 献

- GB/T 1.1 标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则  
GB/T 2421 电工电子产品环境试验 第1部分：总则  
GB 4943 信息技术设备的安全  
GB/T 9813 微型计算机通用规范  
GB/T 11464 电子测量仪器术语  
GB/T 13639 工业过程测量和控制系统用模拟输入数字式指示仪  
GB/T 15145 微机线路保护装置 通用技术条件  
GB/T 15153.1 远动设备及系统 第2部分：工作条件 第1篇：电源和电磁兼容性  
GB/T 17626.1 电磁兼容 试验和测量技术 抗扰度试验总论  
GB 50150 电气装置安装工程电气设备交接试验标准
-