

火力发电厂分散控制系统 在线验收测试规程

DL/T 659—1998

目 次

前言	1323
1 范围	1324
2 引用标准	1324
3 定义	1324
4 测试条件	1325
5 功能测试	1325
6 性能测试	1326
7 抗干扰能力测试	1328
8 可用率考核	1329
附录 A (标准的附录) 分散控制系统加权系数	1329
附录 B (标准的附录) 运行班志摘抄表	1330

前 言

本规程是根据电力工业部技综〔1995〕44号文电力行业标准计划的安排制定的。

本规程是新编的电力行业标准。

本规程的附录 A、附录 B 都是标准的附录。

本规程由电力工业部热工自动化标准化技术委员会提出并归口。

本规程起草单位：电力工业部热工研究院。

本规程主要起草人：饶纪杭。

本规程委托电力工业部热工自动化标准化技术委员会负责解释。

火力发电厂分散控制系统在线
验收测试规程

DL/T 659—1998

Code for on-line acceptance test of distributed
control system in fossil fuel power plant

1 范围

本规程规定了火力发电厂分散控制系统在线验收测试的内容、方法以及应达到的标准。

本规程适用于具有数据采集、模拟量控制、顺序控制和锅炉炉膛安全监控功能的单机容量 300MW 及以上火电机组分散控制系统订货合同和工程建设的最终在线验收测试。也适用于仅具有上述部分功能的火电机组分散控制系统。

单机容量 200MW、125MW 火电机组的分散控制系统也可参照执行。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，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。

DL 5000—1994 火力发电厂设计技术规程

JB/T S234—1991 工业控制计算机系统验收大纲

SDJ 279—1990 电力建设施工及验收技术规范（热工仪表及控制装置篇）

电建〔1996〕第 159 号 火力发电厂基本建设工程启动及竣工验收规程

电规发〔1996〕第 214 号 单元机组分散控制系统设计若干技术问题规定

3 定义

3.1 数据采集系统（data acquisition system，简称 DAS）

采用数字计算机系统对工艺系统和设备的运行参数进行测量，对测量结果进行处理、记录、显示和报警，对机组的运行情况进行计算和分析，并提出运行指导的监视系统。

3.2 模拟量控制系统（modulating control system，简称 MCS）

是指系统的控制作用由被控变量通过反馈通路引向控制系统输入端所形成的控制系统，也称闭环控制或反馈控制。其输出量为输入量的连续函数。

火力发电厂模拟量控制系统，是锅炉、汽轮机及其辅助运行参数自动控制系统的总称。

3.3 顺序控制系统（sequence control system，简称 SCS）

对火电机组的辅机及辅助系统，按照运行规律规定的顺序实现启动或停止过程的自动控

制系统。

3.4 炉膛安全监控系统 (furnace safety supervisory system, 简称 FSSS)

当锅炉炉膛燃烧熄火时, 保护炉膛不爆炸 (外爆或内爆) 而采取监视和控制措施的自动系统。

4 测试条件

4.1 接入分散控制系统的全部现场设备, 包括变送器、执行器、接线箱以及电缆等设备均应按照有关标准进行安装、调试、试运行并按 SDJ279 要求验收合格。

4.2 分散控制系统的硬件和软件应按照制造厂的说明书和有关标准完成安装和调试, 并已投入连续运行。

4.3 火电机组及辅机在试生产阶段中已经稳定运行, 且分散控制系统随机组连续运行时间超过 90d。

4.4 分散控制系统的工作环境符合以下技术指标:

温度	15℃ ~ 30℃
湿度	45% ~ 80%, 任何情况下不许结露
温度变化率	≤ 5℃ / h
振动	振幅 < 0.5mm
含尘量	≤ 0.3mg/m ³
照明	距地面 0.8m 处照度不低于 200lx

4.5 分散控制系统投入运行后的运行记录应完整。运行记录的格式见附录 B (标准的附录)。设计、安装和调试的其他资料也应齐全。

4.6 分散控制系统的供电电源品质应符合制造厂的技术条件。

4.7 测试所需的计量仪器应具备有效的计量检定证书。计量仪器的误差限应小于或等于被校对象误差限的 1/3。

4.8 分散控制系统的接地应符合制造厂的技术条件和有关标准的规定。屏蔽电缆的屏蔽层必须单点接地。分散控制系统采用独立接地网时, 若制造厂无特殊要求, 则其接地极与电厂电气接地网之间应保持 10m 以上的距离, 且接地电阻不得超过 2Ω。当分散控制系统与电厂电力系统共用一个接地网时, 控制系统地线与电气接地网只允许有一个连接点, 且接地电阻应小于 0.5Ω。

5 功能测试

5.1 输入和输出功能的检查

选取 30 ~ 50 个具有代表性的通道进行检查。

5.1.1 输入参数真实性判断功能的检查。在输入通道接入超过量程的信号, 检查系统的故障诊断功能, 并能在 CRT 上正确显示。人为断开输入通道的回路, 检查 CRT 的显示是否正确。

5.1.2 输入参数正确性修正功能的检查。检查流量和汽包水位的温度和压力修正及热电偶冷端温度修正功能。

5.1.3 输入参数二次计算功能的检查 (包括开方值、平均值、差值、最大值、最小值和累计值等)。

- 5.1.4 输入参数数字滤波功能的检查。
- 5.1.5 输入参数超限报警功能的检查。
- 5.1.6 输入通道控制功能的检查。
- 5.2 人机接口功能的检查
 - 5.2.1 操作员站基本功能的检查。
 - 5.2.2 工程师站基本功能的检查。
 - 5.2.3 工程师站和操作员站之间的闭锁和保护功能的检查。
- 5.3 显示功能的检查
 - 5.3.1 检查显示画面的种类及数量，应与原设计相符。显示画面包括流程图、参数图、实时趋势图、历史趋势图、棒形图和报警显示等。
 - 5.3.2 检查显示画面的更新频率和画面更新数据量。
 - 5.3.3 检查显示分区的划分及其使用方法。
- 5.4 打印和制表功能的检查
 - 5.4.1 检查定时制表的类型、数量及表内包含的过程变量数。
 - 5.4.2 检查随机制表的内容及有关特性，包括参数超限打印、复位打印、开关量状态打印、事故追忆打印、事件顺序打印以及工程师站的操作打印等。
 - 5.4.3 检查请求打印的内容及其特性。包括模拟量一览打印、成组打印、机组启停参数打印、测点清单打印、CRT 画面拷贝打印等。
- 5.5 事件顺序记录和事故追忆功能的检查
 - 检查打印内容和时间。
- 5.6 历史数据存储和性能计算功能的检查
 - 检查存储数据内容、存储能力、计算项目及使用的计算公式。
- 5.7 机组安全保证功能的检查
 - 5.7.1 检查保证机组启停和正常运行工况安全的操作指导项目和内容。
 - 5.7.2 检查影响机组安全的工况计算项目及统计内容，包括重要参数超限时间累计和重要辅机运行时间累计等。
- 5.8 变送器冗余功能的测试
 - 人为断开运行中的变送器、检查相应输入通道的工作。
- 5.9 门路功能的测试
 - 检查通过门路交换的所有信息正确性。
- 5.10 各系统间相关联功能正确性和安全性功能的测试

6 性能测试

6.1 系统容错能力的测试

- 6.1.1 键盘操作的容错测试。在操作员站的键盘上操作任何未经定义的键时，系统不得出错或出现死机情况。
- 6.1.2 CPU 切换时的容错测试。人为退出控制站中正在运行的 CPU，这时备用的 CPU 应自动投入工作，在 CPU 的切换过程中，系统不得出错或出现死机情况。
- 6.1.3 通信总线冗余切换能力的测试。在任意节点人为切断每条通信总线，系统不得出错或出现死机情况。切、投通信总线上的任意节点，或模拟其故障，总线通信应正常。

6.2 供电系统切换功能的测试

人为切除工作电源，备用电源应自动投入工作。在电源切换过程中，控制系统应正常工作，中间数据及累计数据不得丢失。对于采用 $n+1$ 冗余的供电系统，切除任何一个供电装置，控制系统应正常工作，数据不得丢失。

6.3 模件可维护性的测试

任意拔出一块输入或输出模件，屏幕应显示该模件的异常状态，控制系统自动进行相应的处理（如切到手动工况、执行器保位等）。在拔出和恢复模件的过程中，控制系统的其他功能不受任何影响。

6.4 系统重置能力的测试

切除并恢复系统的外围设备，这时控制系统不得出现任何异常工况。

6.5 系统储备容量的测试

6.5.1 存储余量的测试。通过工程师工作站或其他由制造厂提供的方法检查每个控制站的内存和历史数据存储站（或相当站）的外存的容量及使用量。内存余量应大于存储器容量的40%，外存余量应大于存储器容量的60%。

6.5.2 输入输出通道可扩展容量的测试。检查系统配置的输入点数和输出点数，实际使用的输入点数和输出点数、安装机架的可扩空间及端子排的余量。输入输出通道的余量不得低于总输入输出通道数的10%~15%。安装机架的可扩容量及端子排的余量应大于输入输出通道总数的10%~15%。

6.6 输入输出点接入率和完好率的统计

6.6.1 接入率为已安装调试过的输入输出点数占原设计输入输出点数的百分比，即

$$J = \frac{I}{D} \times 100\%$$

式中： J ——接入率；

I ——已安装调试的输入输出点数；

D ——原设计输入输出点数。

6.6.2 接入率按开关量信号、模拟量信号及总输入输出信号分别统计及计算，总接入率应不小于99%。

6.6.3 完好率为抽样检查时合格的输入输出点数占总抽样检查输入输出点数的百分比，即

$$F = \frac{R}{K} \times 100\%$$

式中： F ——完好率；

R ——抽样检查时合格的输入输出点数；

K ——总抽样检查点数，抽样检查点数应不小于系统总点数的5%。

6.6.4 完好率按开关量信号、模拟量信号及两种信号总数分别统计及计算，两种信号总的完好率应不小于99%。

6.6.5 对于设计而未接入系统的测点，应按开关量信号和模拟量信号分别列表说明原因。

6.6.6 进行完好率检查时，凡与过程变量及现场状态不符合的测点，包括测量的精确度不合格的测点，均应判为不合格测点。对于不合格的测点，应按开关量信号和模拟量信号分别列表说明存在的问题。

6.7 系统实时性的测试

6.7.1 CRT 画面响应时间的测试。通过键盘调用 CRT 画面时，从最后一个调用操作完成到画面全部内容显示完成的时间为画面响应时间。画面响应时间规定如下：

a) 在调用被测画面时，对一般画面，响应时间不得超过 1s；对于复杂画面，画面响应时间不得超过 2s。

b) 在发生中断时，CRT 画面自动推出的时间也应符合 6.7.1a) 的规定。

6.7.2 模拟量信号采集实时性的测试。测试时应按不同采样周期各选 3~6 个测点进行测试。

6.7.3 开关量信号采集实时性的测试。选择 3~5 个开关量输入通道，接入测试用开关量信号，使之按设计的开关量采样周期改变状态。通过开关量状态打印功能检查开关量信号采集的实时性。

6.7.4 事件顺序记录分辨力的测试。利用一台开关量信号发生器进行测试，信号发生器应能送出间隔时间可在 1ms~5ms 之间调节的 3~5 个开关量信号。将信号发生器的信号接入事件顺序记录的输入端，改变信号发生器的间隔时间，直至事件顺序记录无法分辨时为止，即为事件顺序记录的分辨力。分辨力不得超过 1ms~2ms（按合同规定）。

6.7.5 控制器处理周期的测试。选择模拟量控制器和开关量控制器分别测试处理周期。

6.7.6 系统响应时间的测试。将系统输出的开关量操作信号直接引到该操作对象反馈信号的输入端。测量通过操作台的键盘发出操作指令，直到屏幕上显示反馈信号之间的时间，操作信号响应时间应不超过 2.0s~2.5s（按合同规定）。

6.8 系统各部件的负荷测试

6.8.1 中央处理单元的负荷率。所有控制站的中央处理单元恶劣工况下的负荷率均不得超过 60%。计算站、数据管理站等的中央处理单元恶劣工况下的负荷率不得超过 40%。

6.8.2 数据通信总线的负荷率。在繁忙工况下数据通信总线的负荷率不得超过 30%。对于以太网则不得超过 20%。

6.8.3 负荷率应在不同工况下共测试五次，取平均值，每次测试时间为 10s。

6.9 时钟同步精确度的测试

各过程站输入同一开关量信号，时间误差应小于保证的站间时间分辨力。

7 抗干扰能力测试

7.1 电缆的检查

检查引入分散控制系统的电缆选型和安装情况。模拟量信号必须采用屏蔽电缆。电缆的敷设应符合分层、屏蔽、防火和接地等有关规定。

7.2 抗射频干扰能力的测试

用功率为 5W、频率为 400MHz~500MHz 的步话机作干扰源，距离开柜门的分散控制系统机柜 1.5m 处工作。分散控制系统应正常工作。

7.3 现场引入干扰电压的测试

与模拟量信号精确度的测试同行进行。测试时，在输入端子处测量各种类型信号（电流、热电偶和热电阻）从现场引入的共模和差模干扰电压值。

7.4 实际共模干扰电压值应小于输入模件抗共模电压能力的 60%。

7.5 实际差模干扰电压所引起的通道误差应满足下式的要求：

$$U_N \% / 10^{\frac{NMR}{20}} \leq 0.05 \%$$

式中： $U_N\%$ ——变送器回路中的交流分量（峰-峰值）与变送器量程之比；
NMR——差模抑制比。

8 可用率考核

8.1 分散控制系统的可用率（A）应达到 99.9% 以上。可用率的统计范围只限于分散控制系统本身，不包括接入系统的变送器和执行器等现场设备。

8.2 可用率的统计工作自整套系统投入试运行后即开始进行。开始计算可用率的时间可以由供需双方商定。

8.3 自开始计算系统可用率的时间起，分散控制系统连续运行 90d，即 2160h，其间累计故障停用时间小于 2.2h，则可认为完成可用率试验。若累计故障停用时间超过 2.2h，可用率的统计应延长到 180d，即 4320h。在此期间，累计故障时间不得超过 4.3h。完成系统可用率考核的最高时限为 270 个连续日。若超过这一时限，系统的可用率仍不合格，则认为系统的可用率考核未能通过。

8.4 系统可用率可按下列公式计算：

$$A = \frac{t_t - t_f}{t_t} \times 100\%$$

$$t_f = \sum_{i=1}^n K_{fi} t_{fi}$$

式中： t_t ——实际试验时间，它是指整个连续考核统计时间扣除由于非本系统因素造成的空等时间；

t_f ——故障时间，它是指被考核系统中任一装置或子系统在实际试验时间内因故障而停用的时间经加权后的总和；

t_{fi} ——第 i 个装置或子系统故障停用时间；

K_{fi} ——第 i 个装置或子系统的故障加权系数，加权系数参见附录 A（标准的附录）表 A1 和表 A2。

实际试验时间和故障时间根据运行班志（依据计算机记录）确定。运行班志摘抄表见附录 B（标准的附录）。

附录 A

（标准的附录）

分散控制系统加权系数

表 A1 硬件加权系数表

装置	加权系数	装置	加权系数
操作员站、计算站、历史站	$n/N^{1)}$	每台打印机	0.10
工程师站	0.30	每台硬盘、光盘驱动器	0.20
每台 CRT	n/N	控制模块	$1.20n/N$
每台键盘	$0.50n/N$	其他各种模块	n/N
每只鼠标、光笔、触屏 ²⁾	0.05	每条数据公路	0.50

1) N 为总数，n 为故障数。

2) 用作主要操作手段时，其加权系数同键盘。

