

ICS 27.100

F 24

备案号: 40036-2013

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1210 — 2013

火力发电厂自动发电控制性能 测 试 验 收 规 程

Code for performance test and acceptance of
automatic generation control in fossil fuel power plant

2013-03-07 发布

2013-08-01 实施

国家能源局 发 布

目 次

前言..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件 1

3 术语、定义和缩略语..... 1

4 机组 AGC 性能测试条件 2

5 机组 AGC 性能测试内容和方法..... 3

6 性能测试考核指标 4

7 文档和资料验收 5

附录 A（资料性附录） AGC 测试负荷响应曲线及参数 6

附录 B（资料性附录） 调度和机组通信信号测试记录表..... 7

附录 C（资料性附录） 稳定负荷工况 AGC 性能测试机组主参数品质记录表 8

附录 D（资料性附录） 变负荷工况 AGC 性能测试机组主参数品质记录表..... 9

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 的规则起草。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D 为资料性附录。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业热工自动化与信息标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位：西安热工研究院有限公司。

本标准主要起草人：张长青、金国强。

本标准为首次发布。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

火力发电厂自动发电控制性能测试验收规程

1 范围

本标准规定了煤粉锅炉发电机组自动发电控制系统（简称 AGC）性能测试验收的内容、条件、方法，以及应达到的品质指标。

本标准适用于 100MW~1000MW 等级煤粉锅炉火力发电机组，其他类型及容量的火力发电机组可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

DL/T 657 火力发电厂模拟量控制系统验收测试规程

DL/T 701 火力发电厂热工自动化术语

3 术语、定义和缩略语

DL/T 701 中界定的以及下列术语、定义和缩略语适用于本文件。

3.1

负荷平均变化速率 average load ramp rate

负荷平均变化速率是指，选取负荷变化至 AGC 负荷指令目标变化幅度 10% 和 90% 的两个负荷点，其连线的斜率，按下列公式计算 [t_4 、 t_6 、 $M(t_4)$ 、 $M(t_6)$ 的定义详见附录 A]：

$$\text{负荷平均变化速率} = \frac{M(t_6) - M(t_4)}{t_6 - t_4} \quad (1)$$

3.2

负荷响应时间 load response time

负荷响应时间是指，自 AGC 指令开始变化时刻 t_1 起，至机组实际负荷开始变化，且变化幅度超过负荷稳态偏差允许范围并在趋势上不再返向的时刻 t_3 之间的时间差，按下列公式计算（ t_1 、 t_3 的定义详见附录 A）：

$$\text{负荷响应时间} = t_3 - t_1 \quad (2)$$

3.3

负荷启动时延时间 load start delay time

负荷启动时延时间是指，自 AGC 指令开始变化时刻 t_1 起，至表示负荷平均变化速率的连线和时间轴的交叉时刻 t_2 之间的时间差，按下列公式计算（ t_2 的定义详见附录 A）：

$$\text{负荷启动时延时间} = t_2 - t_1 \quad (3)$$

3.4

负荷结束时延时间 load end delay time

负荷结束响应时间是指，自 AGC 指令第一次进入稳定负荷 AGC 指令 P_1 所允许的负荷稳态偏差波动范围（ $P_{1L} \sim P_{1H}$ ）内的时刻 t_5 ，与表示负荷平均变化速率的连线进入该波动范围内的时刻 t_7 之间的时间差，按下列公式计算（ P_1 、 P_{1L} 、 P_{1H} 、 t_5 、 t_7 的定义详见附录 A）：

$$\text{负荷结束时延时间} = t_7 - t_5 \quad (4)$$

3.5

负荷动态过调量 load dynamic overshoot

负荷动态过调量是指，自 AGC 指令变化结束后的 10min 内，负荷偏离指令 P_1 的偏差值，按正向负荷动态过调量、负向负荷动态过调量分别计算，按下列公式计算 $[t_8, t_9, M(t_8), D(t_8), M(t_9), D(t_9)]$ 的定义详见附录 A]：

$$\text{正向负荷动态过调量} = M(t_8) - D(t_8) \quad (5)$$

$$\text{负向负荷动态过调量} = M(t_9) - D(t_9) \quad (6)$$

3.6

负荷稳态偏差 load static deviation

负荷稳态偏差是指，AGC 指令不变的工况下，在考核时间段内，负荷偏离 AGC 指令的偏差值，按正向负荷稳态偏差、负向负荷稳态偏差分别计算。

4 机组 AGC 性能测试条件

4.1 电网调度和机组之间通信信号品质要求

4.1.1 电网调度和机组之间通信信号应符合下列要求：

- 调度侧的 AGC 负荷指令信号与机组接收到的 AGC 负荷指令信号之间的误差应在 $\pm 0.2\%$ 之内。
- 机组送调度的负荷信号与调度接收到的负荷信号之间的误差应在 $\pm 0.2\%$ 之内。
- 机组进行 CCS 控制的负荷信号与调度接收到的负荷信号之间的误差应在 $\pm 0.2\%$ 之内。
- 调度和机组之间的其他模拟量通信信号应传输正常。
- 调度和机组之间的开关量通信信号应传输正常。

4.1.2 如机组的历史数据表明信号的通信品质满足了 4.1.1 的相应要求，可不重新进行试验确认；反之，应按 4.1.1 的要求安排对信号的通信品质进行调校并确认，并参照附录 B 将结果填在表中。

4.1.3 按 4.1.1 进行试验确认信号的通信品质时，可选在调度侧或机组 DCS 侧，一侧强制另一侧读取的方式进行；也可选在电厂 RTU 端和机组 DCS 侧，一侧强制另一侧读取的方式进行。两种测试方式下的信号品质都应达到 4.1.1 的要求。

4.2 机组 AGC 辅助控制逻辑的要求

4.2.1 机组连锁退出 AGC 控制逻辑功能应正确，主要包括：

- AGC 负荷指令信号坏质量时连锁退出 AGC 的功能；
- 调度 AGC 允许信号失去时连锁退出 AGC 的功能；
- 非 CCS 方式时连锁退出 AGC 的功能。

4.2.2 机组 CCS 的其他基本控制功能应正确，如：

- 负荷指令闭锁增和闭锁减功能；
- AGC 指令超限闭锁增减功能等。

4.3 机组各主要控制系统的要求

4.3.1 机组各主要模拟量控制系统均应在自动方式下运行，主要包括：

- 协调控制系统 CCS、锅炉给煤（或给粉）；
- 汽包水位（汽包炉）；
- 汽水分离器出口温度或焓值（直流炉）；
- 送风、引风、一次风；
- 过热蒸汽喷水减温、再热蒸汽喷水减温等。

4.3.2 在进行变负荷 AGC 性能测试时，应在避开启停磨煤机的负荷段内进行，若变负荷幅度较大且无

法避开启停磨煤机操作时，可适度放宽考核指标。

4.3.3 在较高负荷段内进行升负荷试验时，在整个过程中应保证给煤（或给粉）、送风等系统都有向上至少 $5\%P_e$ 的控制裕量（ P_e 为机组额定负荷）。

4.3.4 在较低负荷段内进行降负荷试验时，在整个过程中应保证给煤（或给粉）、送风等系统都有向下至少 $5\%P_e$ 的控制裕量。

4.3.5 试验期间宜解除机组一次调频功能。

5 机组 AGC 性能测试内容和方法

5.1 性能测试内容如下：

- a) 在 AGC 方式下机组负荷的控制品质测试。
- b) 在 AGC 方式下机组其他主要参数的控制品质测试。

5.2 稳定负荷性能测试

5.2.1 稳定负荷 AGC 性能测试应在 AGC 负荷指令或者机组负荷指令无变化的情况下进行。

5.2.2 可以选择 AGC 退出、CCS 投入情况下的稳定负荷试验来代替本试验。

5.2.3 稳定负荷 AGC 性能测试的测试时间长度应不小于 1h。

5.2.4 试验进行前 15min 的时间段内，以及试验进行期间，机组各主要控制系统应无明显的内外扰动。

5.2.5 稳定负荷 AGC 性能测试的机组主参数应包括：负荷稳态偏差、主蒸汽压力偏差、主蒸汽温度偏差、再热蒸汽温度偏差、汽包水位偏差（直流锅炉除外）、炉膛压力偏差、烟气含氧量偏差。详见表 1。

5.2.6 稳定负荷 AGC 性能测试应在机组较高和较低负荷范围内分别进行。

5.3 变动负荷性能测试

5.3.1 变动负荷 AGC 试验中，指令的设定方式分以下两种，可选用其中之一进行试验：

- a) CCS 模拟 AGC 方式下的性能测试：退出 AGC，采用机炉协调 CCS 模拟 AGC 方式，按照预先设计的机组负荷指令曲线，改变机组目标负荷设定值，测试火电机组 AGC 的性能品质。
- b) AGC 方式下的性能测试：投入 AGC，按照预先约定，由电网调度改变机组目标负荷设定值，测试火电机组 AGC 的性能品质。

5.3.2 变动负荷 AGC 试验，可选择以下一种或两种模式进行试验：

- a) 单向斜坡变动的负荷指令变动。
- b) 三角波变动的负荷指令变动。

5.3.3 单向斜坡负荷指令变动应包括：

- a) 幅度为 $5\%P_e$ 和 $10\%P_e$ 的两种单向斜坡负荷指令变动；
- b) 两种幅度的单向斜坡指令变动应在升、降负荷的方向上分别进行；
- c) 两个负荷变动试验之间的稳定时间应不少于 20min。

5.3.4 三角波负荷指令变动：幅度为 $5\%P_e$ 的连续三角波负荷指令变动，指令曲线应设计为 2.5 个以上的无间断连续三角波形式。

5.3.5 在变负荷 AGC 性能试验进行前 20min 的时间段内，以及试验结束后 20min 的时间段内，机组各主要控制系统除负荷指令外，应无明显的内外扰动。

5.3.6 变负荷 AGC 性能测试的机组主参数应包括：负荷平均变化速率、负荷响应时间、负荷启动时延时间、负荷结束时延时间、负荷动态过调量、主蒸汽压力偏差、主蒸汽温度偏差、再热蒸汽温度偏差、汽包水位偏差（直流锅炉除外）、炉膛压力偏差。详见表 2、表 3。

5.3.7 变负荷 AGC 性能测试应在机组较高和较低负荷范围内分别进行。

6 性能测试考核指标

6.1 稳定负荷 AGC 性能测试的考核指标

除负荷最大偏差外, 稳定负荷 AGC 性能指标符合 DL/T 657 规定的要求, 见表 1。

表 1 稳定负荷工况机组 AGC 测试主参数品质考核指标

指 标	负荷稳态 偏差 % P_e	主蒸汽 压力 MPa	主蒸汽 温度 ℃	再热蒸汽 温度 ℃	汽包 水位 mm	炉膛 压力 Pa	烟气含 氧量 %
300MW 等级以下 亚临界机组	±1.0	±0.2	±2.0	±3.0	±20	±50	±1
300MW 等级及以上 亚临界机组	±1.0	±0.3	±3.0	±4.0	±25	±100	±1
超临界及 超超临界机组	±1.0	±0.3	±3.0	±4.0	—	±100	±1

6.2 变动负荷 AGC 性能测试的考核指标

6.2.1 幅度为 5% P_e 的单向斜坡指令 AGC 性能指标要求, 见表 2。

表 2 变负荷工况 AGC 测试主参数品质考核指标一

参 数	亚临界机组		超临界机组	
	300MW 等级以下	300MW 等级及以上	600MW 等级及以下	1000MW 等级
负荷平均变化速率 % P_e /min	≥1.5	≥1.5	≥1.5	≥1.2
负荷响应时间 s	60	60	60	60
负荷启动时延时间 s	45	45	45	45
负荷结束时延时间 s	45	45	45	45
负荷动态过调量 % P_e	±1.5	±1.5	±1.5	±1.5
主蒸汽压力偏差 MPa	±0.4	±0.5	±0.5	±0.5
主蒸汽温度偏差 ℃	±8.0	±8.0	±8.0	±8.0
再热蒸汽温度偏差 ℃	±10.0	±10.0	±10.0	±10.0
汽包水位偏差 mm	±60	±60	—	—
炉膛压力偏差 Pa	±200	±200	±200	±200
注 1: 纯滑压机组不考核主蒸汽压力偏差。 注 2: 亚临界直流锅炉参照超临界直流锅炉。				

6.2.2 幅度为 $5\%P_e$ 的连续三角波指令 AGC 性能指标要求, 以及幅度为 $10\%P_e$ 的单向斜坡指令 AGC 性能指标要求, 见表 3。

表 3 变负荷工况 AGC 测试主参数品质考核指标二

参 数	亚临界机组		超临界机组	
	300MW 等级以下	300MW 等级及以上	600MW 等级及以下	1000MW 等级
负荷平均变化速率 $\%P_e/\text{min}$	≥ 1.5	≥ 1.5	≥ 1.5	≥ 1.2
负荷响应时间 s	60	60	60	60
负荷启动时延时间 s	45	45	45	45
负荷结束时延时间 s	45	45	45	45
负荷动态过调量 $\%P_e$	± 1.5	± 1.5	± 1.5	± 1.5
主蒸汽压力偏差 MPa	± 0.5	± 0.6	± 0.6	± 0.6
主蒸汽温度偏差 $^{\circ}\text{C}$	± 10.0	± 10.0	± 10.0	± 10.0
再热蒸汽温度偏差 $^{\circ}\text{C}$	± 12.0	± 12.0	± 12.0	± 12.0
汽包水位偏差 mm	± 60	± 60	—	—
炉膛压力偏差 Pa	± 200	± 200	± 200	± 200
注 1: 纯滑压机组不考核主蒸汽压力偏差。 注 2: 亚临界直流锅炉参照超临界直流锅炉。 注 3: 对于三角波变动, 仅考核 AGC 指令开始变化时的负荷响应时间。				

7 文档和资料验收

火电机组 AGC 性能测试结束后, 应编制 AGC 性能测试报告, 其内容应包括:

- 机组主辅设备概述;
- 机组 CCS 控制策略概述性说明 (必要时辅以关键逻辑框图说明);
- 机组主要 MCS 系统的概述性控制品质说明 (直接关系 AGC 品质的主要 MCS 系统);
- 调度和机组通信信号测试数据和结论 (详见附录 B);
- 稳定负荷 AGC 性能测试数据和指标 (详见附录 C);
- 稳定负荷 AGC 性能测试曲线;
- 变负荷 AGC 性能测试数据和指标 (详见附录 D);
- 变负荷 AGC 性能测试曲线;
- 机组 AGC 性能整体评价。

附录 A (资料性附录)

AGC 测试负荷响应曲线及参数

A.1 本标准所定义公式参数的含义详见图 A.1 所示的火电机组 AGC 负荷响应模拟曲线。

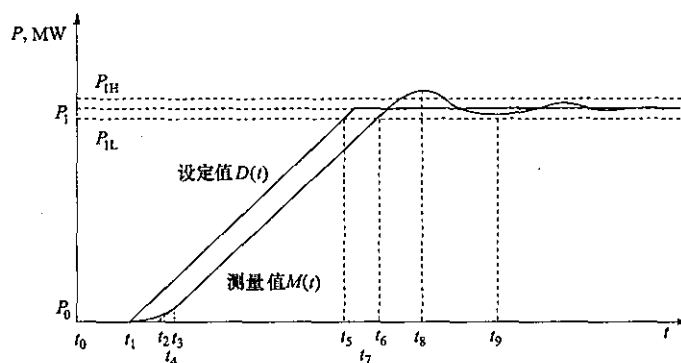


图 A.1 火电机组 AGC 负荷响应模拟曲线

参数：

P_0 ——负荷变化前的 AGC 负荷指令；

P_1 ——负荷变化结束后的 AGC 负荷指令；

P_{1H} ——稳定负荷 AGC 指令 P_1 允许负荷波动范围的上限值；

P_{1L} ——稳定负荷 AGC 指令 P_1 允许负荷波动范围的下限值；

$D(t)$ ——速率限制后的 AGC 负荷指令；

$M(t)$ ——机组负荷；

t_0 ——响应曲线计时起始时刻；

t_1 ——AGC 负荷指令开始变化时刻；

t_2 ——负荷变化至 AGC 负荷指令目标变化幅度 10% 和 90% 两负荷点的连线与时间轴的交叉时刻；

t_3 ——负荷跟随指令开始变化，且变化幅度超过负荷稳态偏差允许范围后并在趋势上不再返回的时刻；

t_4 ——负荷变化至 AGC 负荷指令目标变化幅度 10% 的时刻（图中情况与时刻 t_3 重合）；

t_5 ——AGC 指令第一次进入指令 P_1 所允许负荷稳态偏差范围的时刻；

t_6 ——负荷变化至 AGC 负荷指令目标变化幅度 90% 的时刻；

t_7 —— t_4 和 t_6 点的连线，第一次进入指令 P_1 所允许负荷稳态偏差范围的时刻（图中情况与时刻 t_6 重合）；

t_8 ——AGC 指令变化结束且指令不再变化时的 10min 内，机组负荷最大值的时刻；

t_9 ——AGC 指令变化结束且指令不再变化时的 10min 内，机组负荷最小值的时刻。

注：三角波测试负荷响应曲线的参数描述和定义同上。

附 录 B
(资料性附录)

附录 B 调度和机组通信信号测试记录表

B.1 调度和机组通信信号测试需要记录的参数见表 B.1。

表 B.1 调度和机组通信信号测试记录表

测试内容分类		信号描述	强制值 1	测量值 1	强制值 2	测量值 2	强制值 3	测量值 3
调度至 机组	模拟量	AGC 负荷指令						
	开关量	AGC 投入允许						
机组至 调度	模拟量	机组负荷						
		负荷上限设定						
		负荷下限设定						
		负荷速率设定						
	开关量	投入 AGC 方式						
		AGC 请求信号						
机组接口逻辑 正确性评价								
注：不同电网规定的机组 AGC 接口信号可能不同，可根据具体情况对本表内容进行增删。								

附 录 C
(资料性附录)

稳定负荷工况 AGC 性能测试机组主参数品质记录表

C.1 稳定负荷工况 AGC 性能测试需要记录的参数见表 C.1。

表 C.1 稳定负荷工况 AGC 性能测试机组主参数品质记录表

指标值	负荷稳态 偏差 %P _e	主蒸汽 压力 MPa	主蒸汽 温度 ℃	再热蒸汽 温度 ℃	汽包水位 mm	炉膛压力 Pa	烟气含 氧量 %
允许值	*	*	*	*	*	*	*
实测值							
实测值							
试验结果 评价							
注 1: 直流锅炉不包括上表中的汽包水位指标。 注 2: 据机组等级和表 1 中的规定, 将允许值填入本记录表中注*处。							

附 录 D

(资料性附录)

变负荷工况 AGC 性能测试机组主参数品质记录表

D.1 变动负荷工况 AGC 性能测试需要记录的参数见表 D.1。

表 D.1 变负荷工况 AGC 性能测试机组主参数品质记录表

指标值	允许值	试验一	试验二	试验三	试验四
负荷平均变化速率 % P_c /min	*				
负荷响应时间 s	*				
负荷启动时延时间 s	*				
负荷结束时延时间 s	*				
负荷动态过调量 % P_c	*				
主蒸汽压力偏差 MPa	*				
主蒸汽温度偏差 ℃	*				
再热蒸汽温度偏差 ℃	*				
汽包水位偏差 mm	*				
炉膛压力偏差 Pa	*				
试验结果 评价					
注：直流锅炉不包括上表中的汽包水位指标。					

中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
火力发电厂自动发电控制性能
测 试 验 收 规 程
DL/T 1210—2013

*

中国电力出版社出版、发行
(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)
北京九天众诚印刷有限公司印刷

*

2013年8月第一版 2013年8月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 0.75印张 20千字
印数 0001—3000册

*

统一书号 155123·1567 定价 9.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



B00EJ3BVCA (930115)
DL/T1210-2013 火力发电厂自动发电控制性能测试验收规程



采用可揭除条码标签

上架建议：规程规范/
电力工程/火力发电