ICS 29.020
CCS F 20

团　　体　　标　　准

T/CSHE　00xx—2026

水电厂自动电压控制测试规程

Testing code for automatic voltage control of hydropower plants

2026-xx-xx 发布　　2026-xx-xx 实施

中国水力发电工程学会　发布

目　　次

前　　言 II
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 1
4 总则 2
4.1 测试目的 2
4.2 测试对象 2
4.3 测试步骤 2
4.4 安全要求 3
4.5 功能与性能要求 3
5 测试条件 3
5.1 AVC 技术条件 3
5.2 水电厂运行条件 3
6 基础功能测试 4
6.1 AVC 基础功能测试 4
6.2 AVC 安全闭锁功能测试 5
7 本地测试 6
7.1 本地静态测试 6
7.2 本地动态测试 6
8 远方联调测试 7
8.1 远方联调开环测试 7
8.2 远方联调闭环测试 8
9 测试报告 9
附　录　A　　动态调节性能指标及判定要求 10
附　录　B　　水电厂自动电压控制测试报告技术资料 12

前　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第1部分：标准化文件的结构和起草规则》和《中国水力发电工程学会标准化管理办法实施细则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国水力发电工程学会提出并归口。

本文件起草单位：国能大渡河瀑布沟水力发电总厂、国网四川省电力公司、国能大渡河流域生产指挥中心、哈尔滨工业大学、溪洛渡电厂、白鹤滩电厂、向家坝电厂、四川华电泸定水电有限公司、能事达电气股份有限公司、上海利乾电力科技有限公司

本文件主要起草人：胡应春、王军、李春艳、严映峰、童松、钟青祥、王少华、贺增良、李雪梅、孙虎强、徐英、涂正宏、赵明、孙大根、陈艳琼、黄福强、金天硕、周永、杨海、周丰、邓权、赵亮、蒋彬卿、向青海、崔敏、王瑞清、晋兆安、胡伟

本文件主要审查人：陈小明、李世东、陈俊、梁浩、陈向宜、夏建华、何宏江、常中原、单鹏珠、陈默、张力

水电厂自动电压控制测试规程

1 范围

本文件规定了水电厂自动电压控制测试的测试条件、基础功能测试、本地测试、远方联调测试和测试报告要求。

本文件适用于接入110kV及以上电网的水电厂自动电压控制测试工作，接入110kV以下电网的水电厂参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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。

GB 38755 电力系统安全稳定导则
GB/T 7409 同步电机励磁系统
GB/T 7894 水轮发电机基本技术要求
GB/T 28566 发电机组并网安全条件及评价
GB/T 31464 电网运行准则
GB/T 40427 电力系统电压和无功电力技术导则
DL/T 489 大中型水轮发电机静止整流自动电压调节器试验规程
DL/T 578 水电厂计算机监控系统基本技术条件
DL/T 583 大中型水轮发电机静止整流自动电压调节器技术条件
DL/T 822 水电厂计算机监控系统试验验收规程
DL/T 1013 大中型水轮发电机微机励磁调节器试验与调整导则
DL/T 1166 大型发电机自动电压调节器现场试验导则
DL/T 1167 同步发电机自动电压调节器建模导则
DL/T 1231 电力系统稳定器（PSS）整定试验导则
DL/T 1391 数字式自动电压调节器涉网性能检测导则
DL/T 1523 同步发电机进相试验导则
DL/T 1707 电网自动电压控制运行技术导则
DL/T 1860 自动电压控制试验技术导则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件

3.1

自动电压控制 automatic voltage control（AVC）

应用计算机系统、通信网络和可调控设备，根据电网实时运行工况在线计算控制策略，自动闭环控制无功和电压调节设备，以实现合理的无功电压分布。

[来源：DL/T 1707]

3.2

调度AVC主站 AVC master station

安装在各级电力调度机构的计算机系统及软件，用于完成AVC分析计算和优化，并发出调控指令，同时接受AVC子站的反馈信息。

3.3

厂站AVC子站 AVC slave station

安装在水电厂的就地无功电压控制装置及软件，用于接收调度AVC主站的控制调节指令并执行，也可进行站内无功电压控制决策并完成就地控制，并向调度AVC主站反馈信息。

3.4

AVC目标节点 AVC target node

AVC的电压控制考核节点，为调度指定的电压监测母线，以该节点电压实测值作为AVC闭环控制与电压指标考核依据。

3.5

调节周期 regulation cycle

人工设定的固定时间间隔，AVC子站在一个周期内完成一轮功率分配计算、调节指令下发，当前周期结束后启动下一轮无功功率调节。

3.6

调节速率限值 regulation rate limit

水电厂响应无功控制指令时，单位时间内全厂AVC受控设备无功出力变化量的最大值。

4 总则

4.1 测试目的

4.1.1 开展水电厂自动电压控制测试，建立统一、可重复的测试方法和评价尺度，确认AVC能够正确响应调度控制目标、合理分配机组无功功率，在设备运行限值和电网安全约束范围内实施电压调节，及时识别和阻断异常控制，为系统投运验收、运行评价及持续改进提供依据。

4.1.2 水电厂自动电压控制测试内容主要包括但不限于基础功能测试、本地静态/动态测试以及远方联调测试。相关测试适用于AVC投运、验收、定期检验以及改造后的复测工作。

4.2 测试对象

4.2.1 水电厂自动电压控制测试对象应包括AVC及其相关接口设备。

4.2.2 测试对象应包括调度AVC主站、厂站计算机监控系统、厂站AVC子站、机组现地控制单元（LCU）、机组自动电压调节器等相关调压设备及通信通道。

4.3 测试步骤

4.3.1 测试步骤应按照测试准备、条件确认、过程实施、数据记录、结果判定和系统恢复的顺序进行。

4.3.2 闭环测试应在相应开环测试结果符合要求后进行。

4.3.3 远方联调测试应在本地测试结果符合要求后进行。

4.3.4 各测试项目应按下列步骤进行：

a） 明确测试目的、测试对象、测试方法、判定依据和安全措施；
b） 确认运行方式、设备状态及测试条件，记录测试前的初始状态；
c） 按照规定的测试方法开展测试，记录控制指令、系统响应及主要运行数据；
d） 依据规定要求分析测试数据，判定测试结果，结果不符合要求时，应查明原因并进行复测；
e） 测试结束或中止后，恢复系统及设备状态，确认其运行正常，并形成测试结论。

4.4 安全要求

测试应满足下列安全要求：
a） 测试前应制定测试方案和安全技术措施，明确测试项目、测试步骤、风险控制措施、异常处理措施及人员职责；
b） 测试过程中应对高压侧母线电压、发电机端电压、厂用电电压、机组有功功率、机组无功功率、定子电流、转子电流、定子温度、自动电压调节器、监控系统和通信系统进行监视；
c） 测试过程中出现控制指令异常、测点异常、通信异常、母线电压越限、机组运行参数越限、自动电压调节器异常、保护动作或其他影响安全运行的情况时，应中止测试，并按现场运行规程处理；
d） 闭环控制测试期间，电压目标值、无功目标值、调节步长及调节死区应满足电网运行要求和现场安全约束要求；
e） 测试过程中，机组自动电压调节器应运行在电压闭环控制方式。

4.5 功能与性能要求

4.5.1 水电厂 AVC 由厂站 AVC 子站及相关数据采集、通信和控制接口组成，并与调度 AVC 主站、厂站计算机监控系统、机组现地控制单元（LCU）、机组自动电压调节器等共同构成无功电压闭环控制系统，其 AVC 典型逻辑拓扑见附录 A.1。

4.5.2 厂站 AVC 子站功能及性能要求见附录 A.2。

4.5.3 厂站 AVC 子站安全性功能要求见附录 A.3。

5 测试条件

5.1 AVC 技术条件

AVC应具备下列条件：
a） AVC应已完成相应出厂测试和功能检查，控制逻辑和安全性应符合GB/T 28566、GB/T 31464的规定；
b） AVC软、硬件运行正常，程序版本、参数定值、数据库和画面配置与现场实际一致；
c） AVC与计算机监控系统、机组自动电压调节器及相关无功调节设备通信正常；
d） 厂站AVC子站与调度AVC主站通信正常，遥测、遥信、遥调、遥控等信息传输正确；
e） AVC及计算机监控系统时钟同步正常；
f） 厂站AVC子站可正常采集系统所需的升压站、变压器、机组、自动电压调节器等参数，具备将控制指令送出至自动电压调节器等受控设备的能力。

5.2 水电厂运行条件

水电厂运行条件应满足：

a) 测试前，水电厂高压母线电压、厂用电电压及参与测试机组的运行参数应在允许范围内，参与测试机组应具有满足测试项目需要的无功调节裕度；
b) 参与测试机组的自动电压调节器应已完成与AVC测试相关的调节性能试验，自动电压调节器调节性能应满足DL/T 1391、DL/T 583及现场运行要求；
c) 参与测试机组应具备相应的进相运行能力并已完成进相试验，其进相运行限值及无功调节范围应满足DL/T 1523有关要求；
d) 水电厂继电保护及安全自动装置按照电网和现场整定定值并投入功能，机组自动电压调节器、发电机保护、变压器保护等定值满足协调配合关系；
e) 参与测试机组的自动电压调节器应运行正常， PSS、V/Hz限制、过励限制、欠励限制等功能应按调度和现场运行要求投入，AVC测试的机组P-Q能力曲线及相关限值应与现场参数一致；
f) 测试期间水电厂并网容量、运行方式等不因测试过程而改变。

6 基础功能测试

6.1 AVC 基础功能测试

6.1.1 投入/退出功能测试

AVC投入/退出功能测试按以下步骤进行：
a) 投入AVC功能，记录厂站AVC子站投入状态及状态上送信息；
b) 确认AVC功能已投入，将厂站内水电机组逐台投入AVC控制，分别记录各机组AVC投入状态及机组LCU接收状态；
c) 将已投入AVC控制的水电机组逐台退出，分别记录各机组AVC退出状态及机组LCU接收状态；
d) 退出AVC功能，记录厂站AVC子站退出状态及状态上送信息；
e) 检查上述操作过程中AVC运行状态、机组联控状态、事件记录、告警记录及上送信号正确。

6.1.2 控制权切换功能测试

控制权切换测试应在开环状态下进行，切换过程中不应产生异常调节指令。切换完成后，AVC应仅接受当前控制权所属侧的控制指令。AVC控制权切换功能测试按以下步骤进行：
a) 将AVC控制权设置为本地控制方式，检查厂站AVC子站对厂站侧控制指令接收正确，并记录本地控制权状态；
b) 将AVC控制权切换为远方控制方式，检查厂站AVC子站对调度侧控制指令接收正确，并记录远方控制权状态；
c) 检查控制权切换过程中的厂站AVC子站状态及信号，控制权状态应与所选控制方式一致，告警信息及上送信号应与实际状态一致，切换过程中不应产生异常调节指令。

6.1.3 控制模式切换功能测试

AVC控制模式切换功能测试按以下步骤进行：
a) 将AVC设置为电压控制模式并记录电压控制模式状态；
b) 在电压控制模式下，将电压给定方式设置为电压目标值给定，记录电压目标值给定状态；
c) 在电压控制模式下，将电压给定方式设置为电压曲线给定，记录电压曲线给定状态及当前时段电压曲线目标值；
d) 将AVC设置为无功控制模式并记录无功控制模式状态；

e） 检查控制模式切换过程中系统显示、事件记录及状态信号正确。

6.2 AVC 安全闭锁功能测试

6.2.1 异常信号闭锁功能测试

AVC异常信号闭锁功能测试按以下步骤进行，各项异常信号应分别模拟触发，记录闭锁动作、告警及事件信息；每项测试后，应复归相应异常信号并记录复归信息，恢复测试条件后再进行下一项测试：

a） 水电机组投入AVC控制；
b） 模拟触发水电厂高压母线电压、无功测量异常信号；
c） 对于配置冗余量测或多源量测校验功能的AVC，模拟相关量测之间的偏差超过设定限值；
d） 模拟触发参与测试的水电机组有功功率、无功功率、定子电流、转子电流、机端电压、厂用电电压测量异常信号；
e） 模拟触发参与测试的水电机组自动电压调节器异常信号。

6.2.2 越限闭锁功能测试

AVC越限闭锁功能测试按以下步骤进行，各越限条件应分别模拟，记录闭锁动作、告警及事件信息；每项测试后，应复归相应异常信号并记录复归信息，恢复测试条件后再进行下一项测试：

a） 水电机组投入AVC控制；
b） 模拟水电厂高压母线电压越上下限；
c） 模拟水电机组机端电压越上下限；
d） 模拟水电机组无功功率越上下限；
e） 模拟水电机组定子电流越上下限；
f） 模拟水电机组转子电流越上下限；
g） 模拟厂用电电压越上下限（根据实际情况选做）。

6.2.3 通信异常闭锁功能测试

AVC通信异常闭锁功能测试按以下步骤进行，各通信异常情况应分别模拟，记录闭锁动作、告警及事件信息；每项测试后，应复归相应异常信号并记录复归信息，恢复测试条件后再进行下一项测试：

a） 水电机组投入AVC控制；
b） 模拟厂站AVC子站与机组LCU通信中断；
c） 模拟机组LCU与自动电压调节器通信异常；
d） 模拟厂站AVC子站与调度AVC主站通信瞬时中断后恢复和通信永久性中断；
e） 对冗余调度通信通道、远动装置（通信机）、厂站AVC子站进行主备切换，检查切换正常且无异常遥调和遥控指令发出。

6.2.4 控制对象异常闭锁功能测试

AVC控制对象异常闭锁功能测试按以下步骤进行，各控制对象异常情况应分别模拟，记录闭锁动作、告警及事件信息；每项测试后，应恢复相应控制方式或状态信号并记录复归信息，恢复测试条件后再进行下一项测试：

a） 水电机组投入AVC控制；
b） 将参与测试机组自动电压调节器切换至现地控制；
c） 模拟断开参与测试机组并网状态信号。

7 本地测试

7.1 本地静态测试

本地静态测试应验证厂站AVC子站在本地控制权、开环方式下的目标值接收、控制逻辑、无功计算、无功分配等功能，分别在单台、多台机组参与控制时，按无功分配算法校核计算及分配结果。测试期间，厂站AVC子站不应向机组LCU或机组自动电压调节器下发实际调节指令。

7.1.1 本地电压目标开环控制测试

本地电压目标开环控制测试按以下步骤进行：

a) 投入AVC功能；
b) 将AVC控制权切换至本地控制，调节方式设置为开环，控制模式设置为电压控制；
c) 将电压给定模式切换为“电压目标值给定”模式，电压目标值设置为超出电压调节死区且处于允许范围内；
d) 分别设置升压、降压方向目标值，检查厂站AVC子站计算的全厂无功目标值和机组无功分配值符合设定控制策略；
e) 将电压给定模式切换为“电压曲线给定”模式，分别设置包含升压时段和降压时段的电压曲线；
f) 检查厂站AVC子站读取的电压曲线目标值与对应时段的曲线设定值一致，计算的全厂无功目标值和机组无功分配值符合设定控制策略；
g) 调整系统时间，检查过零点时厂站AVC子站读取电压曲线目标值正确；
h) 检查厂站AVC子站指令下发情况，开环方式下不应向机组LCU或自动电压调节器下发实际调节指令；
i) 分别在单台机组参与控制和多台机组参与控制的方式下重复步骤c)-h)，并记录两种方式下的测试结果。

7.1.2 本地无功目标开环控制测试

本地无功目标开环控制测试按以下步骤进行：

a) 投入AVC功能；
b) 将AVC控制权切换至本地控制，调节方式设置为开环，控制模式设置为无功控制；
c) 分别设置增加无功、减少无功方向目标值，使目标值超出无功调节死区且处于允许范围内；
d) 检查厂站AVC子站计算的全厂无功偏差和机组无功分配值，计算及分配结果应符合设定控制策略；
e) 检查厂站AVC子站指令下发情况，开环方式下不应向机组LCU或自动电压调节器下发实际调节指令；
f) 分别在单台机组参与控制和多台机组参与控制方式下重复步骤c)-e)，并记录两种方式下的测试结果。

7.2 本地动态测试

本地动态控制测试应验证厂站AVC子站在本地控制权、闭环方式下，对电压目标值和全厂无功目标值的跟踪能力，并分别在单台、多台机组参与控制时，检查厂站AVC子站下发值、机组LCU接收值、机组自动电压调节器动作方向、机组无功调节及AVC目标节点电压调节结果。

7.2.1 本地电压目标闭环控制测试

本地电压目标闭环控制测试按以下步骤进行：

a) 投入AVC功能；
b) 将AVC控制权切换至本地控制，将调节方式设置为闭环，控制模式设置为电压控制；
c) 将电压给定模式切换为“电压目标值给定”模式，分别设置升压、降压方向的电压目标值，目标值应超出电压调节死区且处于允许范围内；
d) 核对厂站AVC子站下发的机组调节指令、机组LCU接收值及自动电压调节器动作方向。下发指令应与机组无功分配结果一致，接收值应与下发值一致，动作方向应符合调节要求；
e) 记录电压目标值、AVC目标节点电压、高压母线电压、全厂无功功率、参与测试机组有功功率、无功功率及无功分配值，并记录调节时间和稳态电压偏差；无功分配结果应符合设定控制策略，调节时间和稳态电压偏差应符合附录A相应性能要求；
f) 设置电压目标值，使目标值与实测值的偏差处于电压调节死区内，子站不应产生新的调节指令；
g) 将电压给定模式切换为“电压曲线给定”模式，分别设置包含升压时段和降压时段的电压曲线；
h) 检查厂站AVC子站读取的电压曲线目标值与对应时段的曲线设定值一致，对升压、降压时段，按步骤d)-e)核对指令及动作方向，记录调节过程和结果；
i) 分别在单台机组参与控制和多台机组参与控制的方式下重复步骤c)-h)，并记录两种方式下的测试结果。

7.2.2 本地无功目标闭环控制测试

本地无功目标闭环控制测试按以下步骤进行：

a) 投入AVC功能；
b) 将AVC控制权切换至本地控制，将调节方式设置为闭环，控制模式设置为无功控制；
c) 分别设置增加、减少无功方向的全厂无功目标值，使目标值超出无功调节死区且处于允许范围内；
d) 核对厂站AVC子站下发的机组调节指令、机组LCU接收值及自动电压调节器动作方向。下发指令应与机组无功分配结果一致，接收值应与下发值一致，动作方向应符合相应调节要求；
e) 记录无功目标值、AVC目标节点无功、高压母线电压、全厂无功功率、参与测试机组有功功率、无功功率及无功分配值，并记录调节时间和稳态无功偏差；无功分配结果应符合设定控制策略，调节时间和稳态无功偏差应符合附录A相应性能要求；
f) 设置全厂无功目标值，使目标值与实测值的偏差处于无功调节死区内，子站不应产生新的调节指令；
g) 分别在单台机组参与控制和多台机组参与控制的方式下重复步骤c)-f)，并记录两种方式下的测试结果。

8 远方联调测试

远方联调测试应验证在远方控制权下，调度AVC主站与厂站AVC子站之间的通信交互、控制权切换、目标值下发、执行反馈及异常处理功能，并核对主站下发值、子站接收值及执行反馈信息，检查机组无功调节及母线电压调节结果。

8.1 远方联调开环测试

远方联调开环测试按以下步骤进行：

a) 投入AVC功能；
b) 将AVC控制权切换至远方控制，将调节方式设置为开环，控制模式设置为电压控制；
c) 将电压给定模式切换为“电压目标值给定”模式，由调度AVC主站分别下发升压、降压方向的电压目标值，目标值应超出电压调节死区且处于允许范围内；
d) 检查厂站AVC子站接收的目标值、计算的全厂无功目标值和机组无功分配值应符合设定控制策略；
e) 将电压给定模式切换为“电压曲线给定”模式，由调度AVC主站分别下发包含升压时段和降压时段的电压曲线；
f) 检查厂站AVC子站读取的电压曲线目标值与对应时段的曲线设定值一致，计算的全厂无功目标值和机组无功分配值符合设定控制策略；
g) 将控制模式切换为无功控制，由调度AVC主站分别下发增加无功、减少无功方向目标值，目标值应超出无功调节死区且处于允许范围内；
h) 检查厂站AVC子站接收的目标值、计算的全厂无功偏差和机组无功分配值应符合设定控制策略；
i) 检查厂站AVC子站指令下发情况，开环方式下不应向机组LCU或自动电压调节器下发实际调节指令；
j) 选取单台机组参与控制和一组多台机组参与控制的方式下重复步骤c)-i)。

8.2 远方联调闭环测试

远方联调闭环测试按以下步骤进行：
a) 投入AVC功能；
b) 将AVC控制权切换至远方控制，将调节方式设置为闭环，控制模式设置为电压控制；
c) 将电压给定模式切换为“电压目标值给定”模式，由调度AVC主站分别下发升压、降压方向的电压目标值，目标值应超出电压调节死区且处于允许范围内；
d) 检查厂站AVC子站接收的目标值、下发的机组调节指令、机组LCU接收值及自动电压调节器动作方向；子站接收的目标值应与主站下发值一致，机组调节指令应与无功分配结果一致，LCU接收值应与子站下发值一致，动作方向应符合调节要求；
e) 记录相应目标值、AVC目标节点电压或无功、高压母线电压、全厂无功功率、参与测试机组有功功率、无功功率及无功分配值，并记录调节时间和稳态电压/无功偏差；无功分配结果应符合设定的控制策略，调节时间和稳态电压/无功偏差应符合附录A相应性能要求；
f) 将电压给定模式切换为“电压曲线给定”模式，由调度AVC主站分别下发包含升压时段和降压时段的电压曲线；
g) 检查厂站AVC子站读取的电压曲线目标值与对应时段的曲线设定值一致，对升压、降压时段，分别按步骤d)-e)核对指令及动作方向，记录调节过程和结果；
h) 将控制模式切换为无功控制，由调度AVC主站分别下发增加无功、减少无功方向的全厂无功目标值，目标值应超出无功调节死区且处于允许范围内；
i) 对增加无功、减少无功两种情况，分别按步骤d)-e)核对指令及动作方向，记录调节过程和结果；
j) 分别在电压控制和无功控制模式下，由调度AVC主站下发与实测值的偏差处于相应调节死区内的目标值，子站不应因该偏差产生新的调节指令；
k) 分别在单台机组参与控制和多台机组参与控制的方式下重复步骤c)-j)，并记录两种方式下的测试结果。

9 测试报告

测试结束后应编制测试报告，测试报告应满足以下要求：

a) 水电厂自动电压控制测试报告应包含以下基本信息：试验对象、方法、日期、地点；常规机组参数或调相机组参数、并网点升压站参数、P-Q能力曲线、进相能力、AVC控制和闭锁参数，详见附录B。

b) 水电厂自动电压控制测试报告应包含以下测试内容：基础功能测试、安全闭锁功能测试、本地静态/动态测试和远方联调开环/闭环测试的步骤、数据、结论。

c) 测试报告应由具备测试资质的单位编写，试验人员及审核人员签名，应按照统一格式编写，内容应真实、完整、清晰，便于存档和查阅。

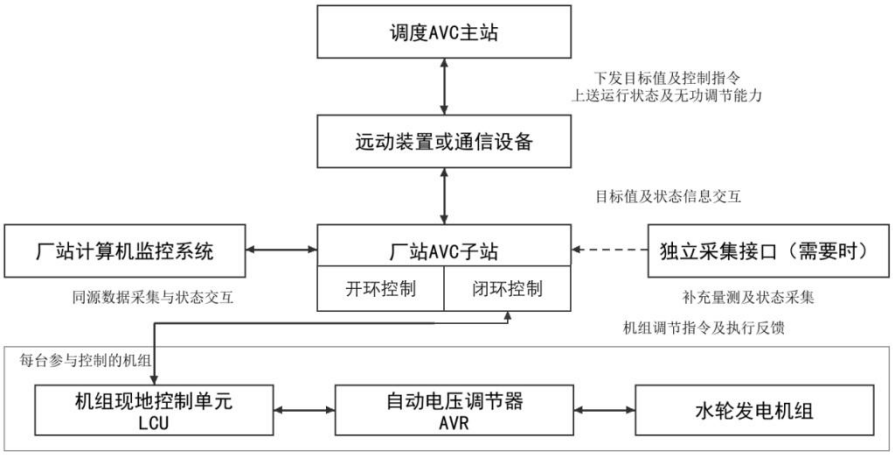
附 录 A

（资料性）

水电厂自动电压控制测试功能与性能要求

A.1 AVC 典型逻辑拖拓扑

水电厂AVC典型逻辑拓扑见图A.1。



图A.1 水电厂AVC典型逻辑拓扑

图中连线表示逻辑数据和控制关系。AVC子站独立配置或集成配置时，其实际接口与通信路径应与厂站设计一致，并在测试方案中明确。

A.2 厂站 AVC 子站功能及性能要求

A.2.1 数据采集与通信

a）子站应满足数据采集的实时性和同步性。数据时间偏差不宜大于3s，数据分辨率不应大于数据准确度的1/3，数据刷新周期不应大于3s。

b）调度主站与子站应保持数据同源。子站应优先从远动通信设备或厂站计算机监控系统获取数据，对已有数据源未提供的数据应具备独立采集功能。

c）子站应正确接收主站下发的目标值、控制及闭锁指令，上送运行状态、无功调节能力、控制方式、目标值、闭锁告警及执行反馈等信息，数据上送周期不应大于15s。

A.2.2 控制与无功分配

a）子站应具备本地、远方控制权及开环、闭环运行方式。开环方式下应完成控制计算和无功分配，不应下发实际调节指令；闭环方式下应执行调节并反馈结果。

b）子站应具备电压和无功控制模式。电压控制应支持电压目标值、电压曲线给定，正确读取各时段及跨零点的曲线目标值；无功控制应根据全厂无功目标值进行分配和调节。

c）本地运行应满足调度下达的电压限值和控制目标。子站应按现场采用的无功分配算法，在设备可调范围和运行限值内合理分配无功，减少无功环流。

d）以AVC目标节点电压为目标时，子站应具备自动计算电压对无功调节灵敏度的功能，并采用适当的步长和周期，减少电压过调、欠调。

A.2.3 调节性能要求

调节性能要求适用于本地电压目标闭环控制测试、本地无功目标闭环控制测试及远方联调闭环测试。调节速率和调节精度应符合DL/T 1860，调节死区、调节速率限值、调节周期、调节步长及表A.1所列性能限值应满足电网运行要求，并与经调度机构确认的现场控制参数一致。

表 A.1 动态调节性能指标及判定要求

指标或参数	单位	判定要求
电压调节时间	s	以现场测试结果为依据，不大于经确认的电压控制调节时间限值
稳态电压偏差	kV 或 %	不大于经确认的允许稳态电压偏差；采用百分数时应明确基准电压
无功调节时间	s	以现场测试结果为依据，不大于经确认的无功控制调节时间限值
稳态无功偏差	MVar 或 %	不大于经确认的允许稳态无功偏差；采用百分数时应明确基准无功功率
电压调节死区	kV	以现场测试结果为依据，与经确认的整定值一致
无功调节死区	MVar	以现场测试结果为依据，与经确认的整定值一致
调节速率限值	MVar/s 或 MVar/min	以现场测试结果为依据，满足本地/远方调控速率要求
调节周期	s	以现场测试结果为依据，并与数据刷新及机组响应特性相协调
调节步长	按控制接口确定	以现场测试结果为依据，与经确认的整定值及接口定义一致，不超过允许的单次调节量

A.3 厂站 AVC 子站安全性功能要求

a）子站应对主站下发的控制指令进行安全校核，拒绝执行异常指令，并报警、记录相关事件。

b）子站应自动识别和处理异常量测信息，按预设策略闭锁相关控制功能。

c）在机组机端电压、定子电流、有功、无功、厂用电母线电压、励磁电流等电气量越限情况下，闭锁AVC相应控制功能。

d）子站应监视与主站、机组LCU及自动电压调节器的通信状态。

e）AVC投退、开闭环切换、控制权及控制模式切换，以及子站、远动装置和通信通道主备切换时，应保持电压和无功平稳，不应产生错误调节、遥调或遥控指令；切换后应仅执行当前控制权所属侧的有效指令。

附 录 B

（资料性）

水电厂自动电压控制测试报告技术资料

表 B.1 机组参数表

名称	单位	参数	名称	单位	参数
水轮机型号	--		额定功率因数 cosΦ	--	
发电机型号	--		额定励磁电压 U_{fN}	V	
额定视在功率 S_N	MVA		额定励磁电流 I_{fN}	A	
额定有功功率 P_N	MW		额定空载励磁电压 U_{f0}	V	
额定定子电压 U_{gN}	kV		额定空载励磁电流 I_{f0}	A	
额定定子电流 I_{gN}	A		机组调差系数×C	--	

表 B.2 并网点升压站参数表

名称	单位	设定值	名称	单位	设定值
母线电压等级	kV		升压变档位	档	
母线类型			机端电压等级	kV	
升压变变比					

表 B.3 AVC 装置基本信息

装置型号	装置厂家	软件版本号	主备配置
			（是/否）

表 B.4 厂站 AVC 子站系统控制参数定值

名称	单位	定值	名称	单位	定值
母线电压调节死区	kV		无功分配方式	--	

母线单次调节最大电压	kV		无功电压灵敏度系数	MVar/kV	
无功调节死区	MVar		调度设定电压值和实际值最大差值	kV	
单次调节最大无功	MVar		电厂连续未收到主站指令退出时限	min	
控制周期（≤30）	s		电厂连续收到主站异常指令退出次数（≥3）	次	

表 B.5 AVC 闭锁功能定值

内容	单位	定值	内容	单位	定值
机组无功上限增闭锁	MVar		母线电压控制下限减闭锁	kV	
机组无功下限减闭锁	MVar		母线电压退出高限制值	kV	
定子电压上限闭锁	kV		母线电压退出低限制值	kV	
定子电压下限闭锁	kV		厂用电压上限闭锁	kV	
定子电流上限闭锁	A		厂用电压下限闭锁	kV	
定子电流下限闭锁	A		发电态时机组有功突变定值	MW	
转子电流上限闭锁	A		发电态时无功突变超限定值	MVar	
转子电流下限闭锁	A		线路实发电压突变（1s 内）超限定值	kV	
母线电压控制上限增闭锁	kV		线路有功品质&线路有功突变超限定值	MW	

T/CSHE 00XX—2026

水电厂自动电压控制测试规程

编　制　说　明

目　次

1 编制背景 1
2 编制主要原则 1
3 主要工作过程 1
4 标准结构和内容说明 2
5 相关标准对比说明 3
6 标准实施措施说明 3

1 编制背景

本标准根据水电学字【2026】99 号《关于水电厂自动电压控制测试规范团体标准立项的通知》所确定的任务制定，项目名称为《水电厂自动电压控制测试规范》，根据本标准初稿审查情况，更名为《水电厂自动电压控制测试规程》。

本标准由中国水力发电工程学会提出并归口，由【国能大渡河瀑布沟水力发电总厂】负责起草，【国网四川省电力公司、国能大渡河流域生产指挥中心、哈尔滨工业大学、溪洛渡电厂、白鹤滩电厂、向家坝电厂、四川华电泸定水电有限公司、能事达电气股份有限公司、上海利乾电力科技有限公司】共同参加编制。

2 编制主要原则

2.1 与相关标准协调一致

2.1.1 标准编写规则

本标准按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》和《中国水力发电工程学会标准化管理办法实施细则》的规定编写。章节设置、术语使用和条款表述围绕测试对象、测试条件、测试方法及结果判定展开，保持技术要求与相应测试项目的一致性。

2.1.2 技术要求的衔接

本标准与电力系统安全稳定、电网运行、无功电压控制、机组并网及励磁系统等相关标准相衔接。机组运行限值、励磁系统性能和进相运行能力等，以相应标准及经确认的现场参数作为依据；调节死区、调节周期、调节步长和调节速率等控制参数，结合电网运行要求及设备实际能力确定，保证测试指令处于设备允许的调节范围内。

2.2 按照实际控制过程设置测试项目

测试覆盖目标值接收、控制逻辑计算、机组无功分配、指令下发、设备执行和信息反馈等环节。对单台机组参与控制和多台机组成组参与控制分别进行验证，对电压目标和无功目标分别进行测试，对增加、减少无功及升高、降低电压两个方向分别检查，避免仅依据单一工况或最终调节结果判定系统功能。异常测试按照量测异常、运行量越限、通信异常和控制对象异常分类设置，分别核查异常识别、闭锁、告警及复归情况，使测试内容与系统实际运行中需要处理的异常情形相对应。

2.3 兼顾现场适用性和结果可追溯性

本标准兼顾独立配置和集成于计算机监控系统的 AVC 子站，以及不同机组无功分配方式。测试以功能和控制结果为评价对象，分配结果按现场实际采用的算法核查。测试记录保留初始状态、目标值、分配值、执行状态、运行数据及异常信息，使测试结论能够对应到具体项目和原始记录，为问题分析、整改及复测提供依据。

3 主要工作过程

3.1 前期工作

前期技术梳理围绕水电厂 AVC 的控制对象、接口关系和运行约束展开，将无功电压控制要求、厂站监控及励磁系统相关要求与测试项目相对应，确定以基础功能测试、本地测试和远方联调测试为主要内容的标准结构。在测试内容设置上，分别考虑控制逻辑核查、实际调节验证和调度联调的实施条件，将机组运行限值、励磁系统性能及保护限制配合要求纳入测试准备和安全约束，明确各类测试的对象、顺序及记录内容。

3.2 征求意见稿形成

标准文本围绕总体要求、测试条件、测试步骤及报告要求组织编写，将系统投退、控制权和控制模式切换列入基础功能测试，将量测、越限、通信及控制对象异常列入安全闭锁功能测试。本地测试区分开环计算核查和闭环实际调节，远方联调测试核查主站与子站的指令交互及执行反

馈；同时设置测试前技术资料清单和测试报告主要内容，衔接测试准备、实施和结果整理。现已形成由九章和两个附录组成的征求意见稿。

3.3 意见收集与处理

征求意见拟重点听取水电厂、调度机构、设备制造单位及测试单位对适用范围、测试条件、安全闭锁、调节结果判定和现场实施可行性的意见。反馈意见按条款汇总，逐项记录意见内容、处理结果及理由。涉及技术要求变化的意见，结合相关标准、设备能力和现场运行条件研究处理；涉及术语、引用文件和文字表述的意见，统一核对并修改相应内容。

3.4 审查及报批

征求意见处理完成后，拟形成送审稿及意见处理汇总材料，按规定提交专业委员会或分会审查；根据审查意见修改形成送审初稿，提交管理委员会审查，并按审查结论完成报批稿及相关报批材料。

4 标准结构和内容说明

4.1 标准结构及研究内容的确定

本标准由九章和两个附录组成。第 1 章至第 3 章规定适用范围、规范性引用文件及术语和定义；第 4 章和第 5 章规定总则及测试条件；第 6 章至第 8 章规定基础功能测试、本地测试及远方联调测试；第 9 章规定测试报告要求。附录 A 列出动态调节性能指标及判定要求，附录 B 列出测试报告技术资料。

研究内容以厂站 AVC 子站及其相关接口为中心，覆盖调度指令接收、机组无功分配和励磁调节执行等环节。励磁系统性能、机组进相能力及保护配合关系作为测试条件和运行约束，AVC 测试不替代相应设备的专项试验。

测试项目按控制功能及现场实施顺序组织，分别核查计算逻辑、实际调节和主子站配合情况。通过基础功能、本地测试和远方联调的分阶段验证，明确不同环节的测试内容及其相互关系。

4.2 主要内容及条款说明

4.2.1 范围

第 1 章规定测试总体内容，适用于接入 110kV 及以上电网的水电厂自动电压控制测试工作，接入 110kV 以下电网的水电厂参照执行。

4.2.2 规范性引用文件及术语和定义

第 2 章引用电力系统安全稳定、无功电压控制、机组并网、励磁系统及计算机监控系统等相关标准，为测试提供技术依据。第 3 章统一自动电压控制、调度 AVC 主站、厂站 AVC 子站、AVC 目标节点、调节周期、调节速率限值等术语，明确指令来源、执行方式和控制状态的含义。

4.2.3 总则

第 4 章规定测试目的、对象、步骤、安全要求、功能及性能要求。测试对象覆盖 AVC 系统及相关接口设备，测试过程包括准备、条件确认、实施、记录、判定和恢复，并明确开环与闭环、本地与远方测试的先后关系。系统功能及安全性能要求作为后续测试的依据。

4.2.4 测试条件

第 5 章从 AVC 技术、水电厂运行两个方面规定实施条件，重点确认系统配置与通信正常、机组具备必要的无功调节裕度、保护及励磁限制功能正确投入，以及测试设备满足精度要求。机组能力曲线、进相限值和励磁限制应与现场参数一致，保证测试范围符合设备实际能力。

4.2.5 基础功能测试

第 6 章规定系统投退、控制权及控制模式切换等基础功能测试，以及异常信号、运行量越限、通信异常和控制对象异常等安全闭锁测试。重点核查状态及信息上送的正确性、异常触发后的闭锁和告警、异常消除后的复归，以及冗余设备和通道切换时的控制行为。

4.2.6 本地测试

第 7 章区分本地静态测试和本地动态测试。静态测试在开环方式下核查目标值及电压曲线读取、无功计算和机组分配结果，确认不下发实际调节指令；动态测试在闭环方式下核查指令下发、LCU 接收、励磁动作及实际调节结果。两类测试均覆盖电压和无功控制、单机和多机成组方式，动态测试同时检查调节方向及死区内外的控制行为。

4.2.7 远方联调测试

第 8 章规定主子站开环及闭环联调测试，核查目标值接收、无功分配、指令执行和状态反馈，验证调度指令至机组执行的完整控制过程。同时设置通信中断、指令超时、目标值越限及连续指令异常等项目，检查系统挂起、退出、控制权切换及告警上送情况。

4.2.8 测试报告及附录

第 9 章规定测试报告的主要内容，使测试结论与实施条件及原始记录相对应。附录 A 列出动态调节性能指标及判定要求，供测试参考和分析判断；附录 B 列出测试报告技术资料，供整理测试结果和编写报告。

5 相关标准对比说明

5.1 与 AVC 运行及试验标准的关系

DL/T 1707—2017《电网自动电压控制运行技术导则》规定电网 AVC 在各电压等级、各控制环节的协调控制关系及控制要求。本标准结合水电厂 AVC 的控制过程，规定相应功能及接口的测试方法，与其运行控制要求相衔接。

DL/T 1860—2018《自动电压控制试验技术导则》规定 AVC 试验的基本技术条件、试验内容、方法及技术要求，适用于接入调度主站的多类厂站。本标准针对水电厂的机组无功分配、LCU 与励磁系统接口、进相运行及励磁限制配合等特点，细化测试条件、功能核查步骤和运行数据记录，并按本地静态、本地动态和远方联调组织测试项目。

DL/T 1802—2018《水电厂自动发电控制及自动电压控制技术规范》涉及水电厂自动发电控制和自动电压控制。本标准集中规定 AVC 测试，围绕电压目标、无功目标、机组参与方式及异常闭锁设置项目，与水电厂 AVC 相关技术要求配套使用。

5.2 与无功电压控制及设备试验标准的关系

GB/T 40427《电力系统电压和无功电力技术导则》等标准为无功电压控制提供技术依据。本标准将电网电压要求和设备运行限值作为测试约束，不以测试目标代替调度运行限值。

DL/T 1391、DL/T 2286 及 DL/T 1523 等标准分别用于励磁调节器涉网性能、机组励磁控制系统性能及进相运行相关试验。本标准将有关性能和能力确认作为 AVC 测试的前提，重点验证 AVC 与励磁系统及机组能力限值之间的配合，不重复规定设备专项试验方法。

DL/T 578 和 DL/T 822 等标准用于水电厂计算机监控系统相关技术要求及试验验收。本标准关注 AVC 所需量测、状态、指令及反馈信息的正确性，按 AVC 控制过程验证相关接口，与监控系统试验相衔接。

6 标准实施措施说明

6.1 标准宣贯及测试准备

标准发布后，建议面向水电厂运行、检修及自动化人员，以及设备制造和测试单位开展宣贯，重点说明适用范围、测试顺序、闭锁项目及结果记录要求。结合厂站实际编制测试方案和项目记录表，核实程序版本、通信点表、控制参数、机组能力曲线及保护限制配合关系，明确各项目的测试条件、操作步骤、记录内容和判定依据。

6.2 现场测试组织

现场测试应按调度及电厂有关管理要求履行手续，明确测试、运行和异常处置人员职责。厂内测试与远方联调分别组织，远方联调由厂站与调度协调测试时段、控制方式和目标值。严格按

开环、闭环及本地、远方的规定顺序实施，异常测试采取与现场安全要求相适应的方式。测试过程中持续监视相关运行参数，发现异常及时中止并处理，测试结束后确认系统及设备恢复正常运行状态。

6.3 测试评价及资料管理

测试单位依据标准及经确认的现场要求判定结果，整理原始数据、系统事件记录、异常处置及复测资料，形成测试报告。

对不符合要求的项目，应查明原因、完成整改并复测；涉及控制逻辑、接口配置或运行限值调整的，应在重新确认相关条件后开展测试，保证报告结论与实际配置一致。

测试方案、参数记录、原始数据、整改及复测资料应与测试报告一并归档，便于后续运行评价和系统改造时查证。

6.4 实施反馈及修订

建议在系统投运验收、改造后验证和运行评价中应用本标准，收集不同 AVC 配置、机组参与方式及运行工况下的实施反馈。对测试方法适用性、记录要求和判定口径等问题进行汇总，结合相关标准更新及运行要求变化，研究后续修订内容。