

团 体 标 准

T/CSEE XXXX—YYYY

新能源场站分布式调相机 励磁控制系统技术规范

Technical specification for excitation control system of distributed condenser in
renewable energy station

(征求意见稿)

20XX—XX—XX 发布

20XX—XX—XX 实施

中国电机工程学会 发布

目 次

前言	3
1 范围	4
2 规范性引用文件	4
3 术语和定义	4
4 功能要求	5
5 技术性能	7
6 试验要求	7
附录 A （资料性）调相机励磁控制附加功能单元.....	9

前 言

本文件按照《中国电机工程学会标准化管理办法》、《中国电机工程学会标准化管理办法实施细则》的要求，依据 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》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专利的责任。

本文件由中国电机工程学会提出。

本文件由中国电机工程学会电机标准专业委员会技术归口和解释。

本文件起草单位：、、、。

本文件主要起草人：、、、。

本文件首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电机工程学会标准执行办公室（地址：北京市西城区白广路二条 1 号，100761，网址：<http://www.csee.org.cn>，邮箱：cseebz@csee.org.cn）。

新能源场站分布式调相机励磁控制系统技术规范

1 范围

本文件规定了新能源场站内分布式调相机励磁控制系统的功能、性能以及试验要求。

本文件适用于新能源场站内单机容量为 50Mvar 及以下的分布式调相机，其他容量等级的分布式调相机可参照执行。

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/T 7409.1 同步电机励磁系统 定义
- GB/T 7409.2 同步电机励磁系统 第2部分：电力系统研究用模型
- GB/T 7409.3 同步电机励磁系统 大、中型同步发电机励磁系统技术要求
- GB/T 17626 (所有部分) 电磁兼容试验和测量技术
- GB/T 40589 同步发电机励磁系统建模导则
- GB/T 40604 新能源场站调度运行信息交换技术要求
- GB 50150 电气装置安装工程电气设备交接试验标准
- DL/T 843 同步发电机励磁系统技术条件
- DL/T 1391 数字式自动电压调节器涉网性能检测导则
- DL/T 1707 电网自动电压控制运行技术导则
- DL/T 1767 数字式励磁调节器辅助控制技术要求
- DL/T 2122 大型同步调相机调试技术规范
- DL/T 2658 快速动态响应同步调相机技术规范

3 术语和定义

GB/T 7409.1、GB/T 7409.2、GB/T 7409.3、DL/T 843 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

新能源场站 renewable energy station

由一批风电机组或风电机组群(包括机组单元变压器)、汇集线路、主升压变压器及其他设备组成的风电场或由光伏阵列、逆变器、变压器以及相关辅助设施组成的光伏电站。

[来源：GB/T 40604—2021，3.1]

3.2

分布式调相机 distributed condenser

分散安装在新能源场站、汇集站等场合，通常容量不大于 50Mvar 的同步调相机。

[来源：DL/T 2658—2023，3.2]

3.3

励磁控制系统 excitation control system

包括运行在电力系统的同步电机及其励磁系统的反馈控制系统。

3.4

电压控制主环 main voltage control loop

将同步电机机端电压的实际测量值与给定值进行比较，并按其偏差以适当的控制规律调节励磁输出的环节。

3.5

V/Hz 限制 volts per hertz limiter

一种电压调节器的附加单元或功能，目的是防止调相机或与其相连变压器过磁通。

3.6

过励限制 over excitation limiter (OEL)

一种电压调节器的附加单元或功能，目的是防止调相机励磁系统输出电流超过规定范围。

3.7

定子电流限制 stator current limiter (SCL)

一种电压调节器的附加单元或功能，目的是通过调整调相机的定子电流防止定子电流超过规定范围。

3.8

欠励限制 under excitation limiter (UEL)

一种电压调节器的附加单元或功能，目的是在调相机进相运行时，防止无功功率低于规定值。

3.9

无功电流补偿率与无功电流补偿系数 current compensative ratio and current compensative coefficient

因无功电流补偿器投入而产生的电压调差率的增量为无功电流补偿率，对应的补偿控制参数称为无功电流补偿系数。

3.10

AVC 子站 automatic voltage control slave station

安装在电厂或变电站的就地无功电压控制装置及软件，用于接收 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 AVC 主站回馈信息。

[来源：DL/T 1707—2017，3.3]

3.11

场站电压控制 voltage station control

一种电压控制主环的附加单元或功能，目的是接收 AVC 子站或调相机监控系统下发的指令，采用一定的控制策略参与新能源场站电压控制，控制策略可在 AVC 子站或调相机监控系统实现，也可在电压调节器实现。

4 功能要求

4.1 通用要求

4.1.1 调相机励磁系统设备选型应考虑所在电网运行需求和稳定控制要求，励磁调节器应通过有资质单位的涉网性能检测，并满足 DL/T 1391 的要求，励磁调节器控制模型应满足 GB/T 7409.2、GB/T 40589 的要求。

4.1.2 调相机励磁调节器应配置两个独立的通道，包含各自的电压互感器、测量环节、调节环节、脉冲控制环节和工作电源等。两个通道应互为热备用，运行通道出现故障时应首先切至备用通道。

4.1.3 调相机励磁调节器每个通道应配置自动电压调节、手动励磁调节两种方式。

4.1.4 调相机励磁调节器应具有 V/Hz 限制、过励限制、定子电流限制、欠励限制、无功电流补偿和场站电压控制等附加功能单元，通过叠加或比较方式接入电压控制主环，典型实现方式参见附录 A。

4.1.5 调相机励磁调节器应具有在线参数整定功能，时间应以秒表示，增益应以实际值或标么值表示。采用标么值时应提供标么值的基准值确定方法。

4.1.6 调相机励磁调节器应具有电压互感器回路失压和高压熔丝熔断时防止误强励的功能。

4.1.7 调相机励磁装置应显示调相机电压、电流、有功功率、无功功率、励磁电压和励磁电流。

4.1.8 调相机励磁装置应具有就地、远方起停，调节方式和通道切换，以及增减励磁、辅助限制功能投退、场站电压控制功能投退等操作功能。

4.1.9 调相机励磁装置应具有与自动准同期装置、自动电压控制（AVC）、静止变频器（SFC）和监控系统等装置的接口，并协调配合。

4.1.10 调相机励磁装置应向 AVC、监控系统、相量测量单元（PMU）和故障录波器提供必要的测量信号、状态信号、报警和故障信号。

4.1.11 调相机励磁装置应能够按照新能源场站要求提供对时接口，并能够就地显示励磁调节器的时间。

4.2 辅助限制要求

4.2.1 V/Hz 限制环节应符合以下技术要求：

- a) 应在调相机空载及负载下均有效；
- b) 应具备定时限或反时限特性，反时限特性宜采用 5 点及以上的折线方式实现；
- c) 定值设置应与调相机及主变压器的过激磁能力相适应；
- d) 启动值、限制值应与调相机及主变压器过激磁保护定值相互配合，应在调相机和主变压器过激磁保护动作之前限制 V/Hz 到规定值。

4.2.2 过励限制环节应符合以下技术要求：

- a) 定值设置应与调相机磁场绕组过电流能力相适应；
- b) 启动值、限制值应与调相机转子绕组过负荷保护定值相互配合，应在调相机转子绕组过负荷保护动作之前限制励磁电流到规定值；
- c) 应采用反时限特性，反时限特性曲线应能独立设置，与启动值、限制值等其它参数无关。对于最大励磁电流限制，应采用瞬时动作特性；
- d) 动作过程中，励磁电流调节应快速平稳。过励限制动作后，调相机励磁系统应稳定运行。

4.2.3 定子电流限制环节应符合以下技术要求：

- a) 定值设置应与调相机定子绕组过电流能力相适应；
- b) 启动值、限制值应与调相机定子绕组过负荷保护定值相互配合，应在调相机定子绕组过负荷保护动作之前限制定子电流到规定值；
- c) 应采用反时限特性，反时限特性曲线应能独立设置，与启动值、限制值等其它参数无关；
- d) 在调相机滞相和进相两种工况下应分别整定控制参数定值，并分别设置独立的投入/退出软压板；
- e) 动作过程中，定子电流调节应快速平稳。定子电流限制动作后，调相机及励磁系统应稳定运行。

4.2.4 欠励限制环节应符合以下技术要求：

- a) 定值设置应与调相机进相试验结果相配合，在调相机失磁保护之前动作；
- b) 启动值、限制值应与调相机机端电压相关，限制值采用单点设置；
- c) 应采用定时限动作特性，动作时间不应大于 0.3s；
- d) 动作过程中，无功功率应快速平稳。欠励限制动作后，调相机及励磁系统应稳定运行。

4.3 场站电压控制要求

- 4.3.1 调相机场站电压控制应能接收 AVC 子站或监控系统下发的指令，参与新能源场站 AVC 调节。当长时间无法接收到指令或者指令通不过校验时，应报警并退出场站电压控制。
- 4.3.2 调相机场站电压控制不宜采用无功功率闭环控制方式，不应制约调相机快速电压支撑能力。
- 4.3.3 调相机场站电压控制应与电压控制主环、辅助限制环节协调配合，并在励磁系统故障、辅助限制动作时闭锁场站电压控制功能。
- 4.3.4 调相机场站电压控制应监视新能源场站并网点电压，应具备并网点电压调节和越限闭锁功能。

5 技术性能

- 5.1 当调相机机端电压为额定值的 80%时，励磁系统应能保证 3.5 倍额定励磁电压输出。
- 5.2 调相机励磁系统应能保证调相机 2.5 倍额定励磁电流持续时间不小于 15s，并能保证 1.1 倍额定励磁电流下长期连续稳定运行的要求。
- 5.3 调相机自动电压调节方式下空载阶跃响应特性应满足：机端电压上升时间不大于 0.3s，振荡次数不超过 2 次，调节时间不超过 5s，超调量不大于 30%。阶跃量宜为 2%-5%。
- 5.4 调相机自动电压调节方式下励磁系统的稳态增益不应小于 200 倍，动态增益不应小于 60 倍。
- 5.5 无功电流补偿环节应投入运行并设置合理的无功电流补偿系数，无功电流补偿系数整定范围不应小于±15%，分档不应大于 1%。
- 5.6 调相机机端电压互感器 TV 断线时，通道切换时间不宜大于 0.3s。
- 5.7 调相机励磁装置应在机端频率 37.5Hz~55Hz 内维持正常工作。
- 5.8 调相机存在 SFC 交叉启动模式时，励磁装置应至少具有与两套 SFC 通讯的接口及硬接线，应能实现调相机启动时与不同 SFC 有效配合。
- 5.9 调相机应在励磁调节器自动电压调节方式下运行，自动投入率应大于 99%，发生故障时应及时修复并投入运行。调相机不应长期在手动励磁调节方式下运行。
- 5.10 调相机场站电压控制的调节速度和控制精度应能满足 AVC 子站要求，不应造成新能源场站设备间的无功功率环流。
- 5.11 调相机励磁调节器 V/Hz 限制、过励限制、定子电流限制、欠励限制失效后，应由相应的调相机及主变压器保护完成解列灭磁。
- 5.12 其他要求参见 GB/T 7409.3、DL/T 843、DL/T 2658。

6 试验要求

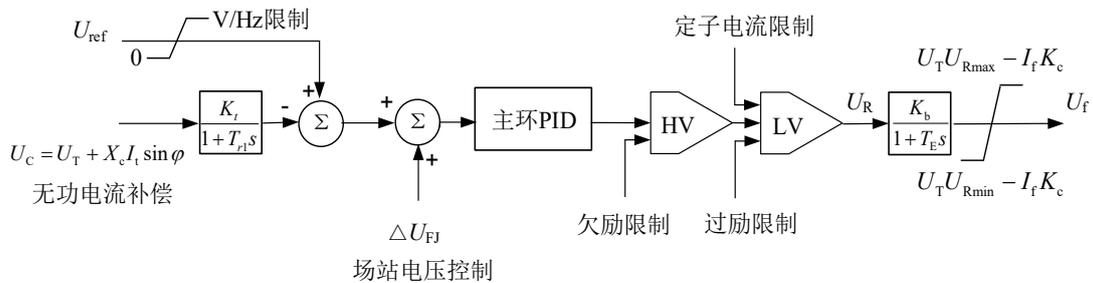
- 6.1 调相机励磁系统试验应包括型式试验、出厂试验、交接试验、定期检查试验。
- 6.2 励磁装置定型生产应进行型式试验，型式试验应按 GB/T 7409.1、GB/T 7409.2、GB/T 7409.3 和 GB/T 17626 执行。
- 6.3 励磁装置交货时应按 GB/T 7409.1、GB/T 7409.2、GB/T 7409.3 进行出厂试验并提供出厂试验报告，包括励磁系统部件及整体试验方法、参数整定及特性要求。
- 6.4 调相机投产前，励磁装置应按 GB 50150、GB/T 7409.1、GB/T 7409.2、GB/T 7409.3、DL/T 2122 进行交接试验，交接试验应核对厂家提供的试验结果，并按新能源场站情况和电力系统要求整定参数。
- 6.5 调相机投产前，新能源场站应根据调相机场站电压控制策略完成 AVC 子站升级改造，并在交接试验中完成场站电压控制功能验证。
- 6.6 新建调相机、励磁系统改造及其他原因更换励磁系统的调相机，应在交接试验中完成涉网试验，并按电力调度机构规定将试验结果上报。

T/CSEE #####—#####

- 6.7 励磁装置应定期开展检查试验，试验周期可与调相机检修周期相同或根据励磁装置运行情况确定。
- 6.8 励磁装置改造、软件升级、参数修改和控制逻辑变更等影响励磁控制技术性能的应重新试验。
- 6.9 调相机宜定期进行励磁系统复核试验。

附录 A
(资料性)
调相机励磁控制附加功能单元

调相机励磁控制附加功能单元主要包括 V/Hz 限制、过励限制、定子电流限制、欠励限制、无功电流补偿和场站电压控制等，典型实现方式如图 A.1 所示。



说明：

U_{ref} —电压调节器设定值；

U_C —电压测量和补偿器输出；

U_T —调相机端电压；

I_t —调相机机端电流；

X_c —无功电流补偿增益常数；

K_t —无功电流补偿环节增益；

T_{r1} —无功电流补偿环节时间常数；

ΔU_{FJ} —场站电压控制输出；

U_R —励磁调节器输出；

K_b —电压调节器增益系数；

T_E —电压调节器时间常数；

U_{Rmax} 、 U_{Rmin} —电压调节器限幅值；

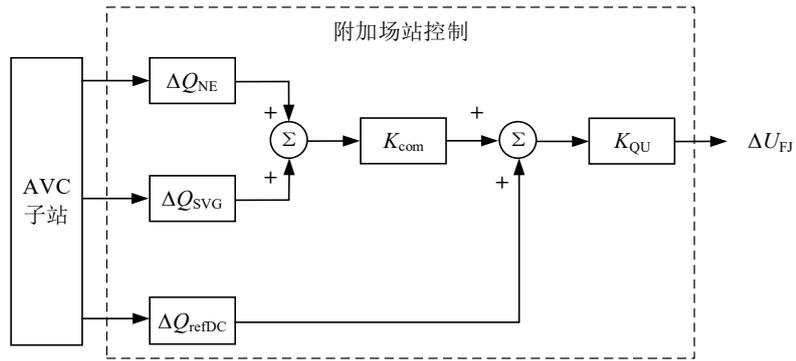
I_f —调相机磁场电流；

K_c —电势源变换器的整流器负载系数；

U_f —调相机磁场电压、励磁系统输出。

图 A.1 场站电压控制单元接入调相机励磁系统电压控制主环典型方式图

其中，场站电压控制通过接收 AVC 子站或调相机监控系统下发的指令，经一定的控制策略将电压变化量 ΔU_{FJ} 作为输出叠加至调相机电压控制主环，参与新能源场站 AVC 调节。 ΔU_{FJ} 应包含调相机自身调节电压以及防止 AVC 子站调节场站其他无功设备引发无功分流的补偿电压，一种典型实现方式如图 A.2 所示。



说明:

ΔQ_{NE} —AVC 子站下发的新能源机组单次无功变化量;

ΔQ_{SVG} —AVC 子站下发的 SVG 单次无功变化量;

ΔQ_{refDC} —AVC 子站下发的调相机单次无功变化量;

K_{com} —无功分流抑制增益系数;

K_{QU} —调相机无功电压转换增益系数;

ΔU_{FJ} —场站电压控制输出。

图 A.2 一种实现场站电压控制输出 ΔU_{FJ} 原理图