

# 《火电机组增加调相功能实施导则》编制说明

## 一、工作简况

### 1 主要工作过程

起草（草案、调研）阶段：

2023年5月，由南阳鸭河口发电有限责任公司牵头，组织相关单位召开标准制定工作启动会，成立标准起草工作组，确定人员分工和标准制定计划。2023年5月至7月，启动标准编制工作，工作组经过充分讨论，按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》要求，制定大纲，并形成标准草案稿。

标准立项阶段：

2023年7月，经中国电工技术学会标准工作委员会专家组审议，批准《火电机组改造增加调相功能技术导则》标准立项。

编写研制阶段：

2023年7月至9月标准编写组根据立项专家组意见和建议，标准编写组进行标准编写研制，形成了征求意见稿。

2023年8月，《火电机组改造增加调相功能技术导则》工作组第一次会议在南阳鸭河口发电有限责任公司召开，工作组专家对草案稿进行了充分的论证讨论，提出总计17条建议，其中，建议将标准更名为《火电机组增加调相功能实施导则》。南阳鸭河口发电有限责任公司按照会上建议对草案稿进行了修改完善，并确定了后续工作计划。

### 2 主要参加单位和起草工作组成员及其所做的工作

本标准由南阳鸭河口发电有限责任公司提出并主导起草，中国电力科学研究院有限公司、上海发电设备成套设计研究院有限责任公司、国网河南省电力公司、河南豫能控股股份有限公司、河南黄河能源创新中心有限公司、河南省电力公司电力科学研究院、华北电力科学研究院、南京南瑞继保电气有限公司、许继电气股份有限公司、中国电建集团河南省电力勘测设计院有限公司、北京交通大学、清华大学等参与起草。

主要成员：杨根、付红军、孙冉、王建波、李戈、李增军、肖洋、何凤军、李志强、王建军、吴方元、张宇珑、史新峰、任宏、王栋材、陈瑞、周云、乔玉

峰、王建收、王涛、李程昊、田春笋、 刘明洋、武彦浩、申健、鹿俊铭、孟昭阳、温建春、马其汉、贺小光、许根超、杨欲晓、李大横、罗文俊、陈利江、孙军歌、朱智慧、刘唯、贾勐、陈政、于广耀、陈海龙、吴龙、刘腾、李伟力、刘文茂等。

所做的工作：

- 1、主导起草制定标准工作的总目标，进行资料分析、现场调研、标准技术内容把关审核、标准草案及编制说明起草和修改；
- 2、参与起草单位对标准技术内容进行审核、完善和补充，对标准草案提出修改建议。

## 二、标准编制原则和主要内容

### 1、标准编制原则

本文件的整个起草过程严格按照工作计划实施，并在编制过程中遵循以下基本原则：

(1) 规范性原则：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》的要求和规定起草，符合标准化文件的结构、起草原则和表述规则、编排格式。

(2) 科学性：归纳、总结、提炼火电机组改造增相的技术要求，给出改造前的可行性分析、改造技术和效果验证，明确操作步骤和要求，突出本文件的实用性、可操作性。

(3) 协调一致性原则：本文件总结、借鉴部分已有标准，与其他国家标准、行业标准和地方标准协调一致，不出现矛盾冲突。

### 2、标准主要内容

本文件规定了火电机组增加调相功能实施的术语和定义、缩略语、基本原则、可行性分析、发电机组设备评估、改造内容、调相机性能要求、试验与验收。

基本原则部分主要是开展火电机组增加调相功能应遵循基本原则。

可行性分析部分主要依据《电力建设工程概算定额》、DL/T 5466—2021《火力发电工程可行性研究投资估算编制导则》、《华中区域发电机组并网安全性评

价标准》等文件的要求，确定机组改造前应对设备基础、工程实施和经济性进行分析。

发电机组设备评估主要根据 GB/T 20140《隐极同步发电机定子绕组端部动态特性和振动测量方法及评定》、GB/T 20835《发电机定子铁心磁化试验导则》、DL/T 298《发电机定子绕组端部电晕检测与评定导则》、DL/T 598《电力系统自动交换电话网技术规范》、GB/T 9239.12《机械振动 转子平衡 第12部分：具有挠性特性的转子的平衡方法与允差》等标准对发电机本体、机组轴系统、润滑油、顶轴油系统、控制系统、氢系统、密封油系统、冷却水系统、除盐水系统和其他系统进行评估，明确改造和利旧的标准。

改造内容部分主要是针对发电机及其辅助设备、机组轴系、电气一次主接线系统、在线监测系统、润滑油、顶轴油系统、氢系统、密封油系统、定子冷却水系统、二次冷却水系统、除盐水系统、启动装置、励磁系统、厂用电系统、保护装置、同期装置、监控系统、其他设备、消防及火灾报警系统、土建部分、施工部分等部分进行改造的要求，参考了GB/T 37762—2019《同步调相机组保护装置通用技术条件》、DL/T 2024—2019《大型调相机型式试验导则》、《电网用调相机工程设计导则》、DL/T 2250《同步调相机控制保护系统技术导则》等。

调相机性能要求从一般要求、励磁系统、启动装置几方面对火电机组增加调相功能后的调相机性能做了规定。主要参考 GB/T 7064《隐极同步发电机技术要求》、DL/T 1348《自动准同期装置通用技术条件》、DL/T 2250《同步调相机控制保护系统技术导则》、DL/T 843《同步发电机励磁系统技术条件》等标准。

试验与验收部分主要是机组改造完成后开展的性能试验和验收标准进行规范，主要依据 DL/T 2122—2020《大型同步调相机调试技术规范》、DL/T 2024—2019《大型调相机型式试验导则》、GB/T 37762《同步调相机组保护装置通用技术条件》、DL/T 2024《大型调相机型式试验导则》、DL/T 1870—2018《电力系统网源协调技术规范》、DL/T 1210—2013《火力发电厂自动发电控制性能测试验收规程》、DL/T 656—2006《火力发电厂汽轮机控制系统验收测试规程》、DL/T 657—2016《火力发电厂模拟量控制系统验收测试规程》、DL/T 659—2006《火力发电厂分散控制系统验收测试规程》、DL/T 711—1999《汽轮机调节控制系统试验导则》等标准确定验收的要求。

### **3、主要技术差异**

本标准为首次制定，旨在填补火电机组增加调相功能标准的空白，没有新旧标准的差异对比。

### **4、解决的主要问题**

第一，河南电网发展的无功调压问题。近年来，随着河南省内新能源大规模持续并网及外电入豫的持续增加，新能源机组无功调压劣势愈加突出。同时，随着电网架构不断发展，河南电网整体无功支撑能力下降，相关仿真分析表明：在河南省网负荷中心暂态稳定性变差和南阳、平顶山地区低电压问题突出。例如，2020年青电入豫工程投运后，郑州、开商、豫东南、南平负荷中心地区接入天中、青豫两回特高压直流，并从豫西、豫北、长南I线等方向受电，形成典型的受端电网结构，受电比例达到40%~60%，外来电力替代大量本地电源，系统动态无功支撑能力下降。天中或青豫直流双极闭锁后，50%~60%潮流通过长南I线转移，无功损耗剧增，南阳站近区电压故障后10秒内无法恢复到0.9p.u.以上，成为天中和青豫直流功率无法突破600万千瓦的制约因素。河南省内部分500千伏线路三永N-1故障或同杆并架N-2故障后，存在电压暂态稳定问题，最严重情况会影响河南以及华中主网安全运行。

第二，河南省煤电机组转型发展问题。截止2020年底，河南省统调公用燃煤机组装机容量7213万千瓦，其中30万千瓦及以下机组共69台，装机容量1914.5万千瓦，占比26.54%。30万千瓦及以下机组中共有16台非供热的纯凝机组，根据国家和河南省现有能源环保政策，即将面临关停淘汰。且随着政策引导，居民采暖和工业用汽将逐步由60万千瓦及以上机组承担，未来将会有更多30万千瓦及以下供热机组退出历史舞台。作为全国煤电大省，高耗能、低等级煤电机组未来的出路问题亟待解决。

### **三、主要试验（或验证）情况**

为实现火电机组改造增加调相功能，调研分析了两条技术改造路线。一是保留现有锅炉、汽轮机及其配套设备不变，通过断开及恢复发电机与汽轮机的联轴器等方式，实现机组发电和调相机运行模式切换。二是保留现有锅炉、汽轮机及其配套设备不变，在汽轮机与新发电机之间加装3S离合器，实现机组在发电模

式和调相机运行模式的在线、灵活切换。综合考虑，按照技术路线一进行改造后，机组可根据电网系统需要，更好地实现发电机和调相机两种模式独立运行。同时将标准技术内容与其改造效果较好的改造方案进行了比对，本标准技术内容与相关改造方案内容保持一致，说明按照本标准要求实施的改造，会取得较好的改造效果。

#### 四、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利问题。

#### 五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

本标准的制定旨在填补火电机组增加调相功能标准的空白，为我国火电机组改造增加调相功能提供标准依据。本标准批准发布后，经宣贯、实施，将有助于解决电网安全稳定问题，增加电网调峰能力，提升特高压直流受电能力和新能源消纳水平，为提升电网安全稳定运行水平和调节能力提供可选手段。

#### 六、与国际、国外对比情况

目前暂无相关的国际、国外标准。

#### 七、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本标准属于火电机组改造技术标准，标准技术内容与 DL/T 1870—2018《电力系统网源协调技术规范》、DL/T 2250—2021《同步调相机控制保护系统技术导则》、GB/T 7409.3—2007《同步电机励磁系统 大、中型同步发电机励磁系统技术要求》等电网管理、火力发电设备标准要求保持协调一致。

#### 八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

#### 九、标准性质的建议说明

建议本标准的性质为团体标准，建议作为自愿性标准供相关单位自愿使用。

## **十、贯彻标准的要求和措施建议**

建议标准发布后，协会组织相关单位技术人员进行标准培训宣贯，提高对标准的理解掌握，推动标准的实施应用。

## **十一、废止现行相关标准的建议**

无。

## **十二、其他应予说明的事项**

本标准由《火电机组改造增加调相功能技术导则》更名为《火电机组增加调相功能实施导则》。