

团 体 标 准

T/DZJN XXXX-2026

多元主体聚合调控自动功率控制技术规范

Technical specification for automatic power control of multi-agent
polymerization control

(意见征集稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国电子节能技术协会

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 总体架构	1
5 控制技术要求	2
6 功能要求	4
7 性能要求	6
8 安全要求	6
9 接口要求	6
10 测试方法	7
11 运行和维护	7

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》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。

本文件由内蒙古电力集团有限责任公司提出。

本文件由中国电子节能技术协会归口。

本文件起草单位：内蒙古电力集团有限责任公司。

本文件主要起草人：。

多元主体聚合调控自动功率控制技术规范

1 范围

本文件规定了多元主体聚合调控自动功率控制系统的总体架构、控制技术要求、功能要求、性能要求、安全要求、接口要求、测试方法及运行和维护的要求。

本文件适用于电力调度控制中心及典型用电企业的自动功率控制装置及多元主体聚合调控系统的建设和运行。

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 22239-2019 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB 38755-2019 电力系统安全稳定导则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

多元主体聚合调控系统 multi-agent polymerization control system

由多个主体（如电厂、用户、储能设备等）组成的，通过聚合调控实现电力系统功率平衡的系统。

3.2

自动功率控制装置 automatic power control device

用于自动调节电力系统功率的设备，能够接收调度指令并自动执行。

3.3

可调节负荷 adjustable load

能够通过调节用电量来响应电力系统调度指令的负荷。

3.4

需求响应 demand response

电力用户根据市场价格信号或激励机制，调整自身用电行为，以响应电力系统供需变化的过程。

4 总体架构

多元主体聚合调控自动功率控制系统应包括安全一区、安全二区、安全三区以及相应的接入区。系统架构图见图 1。



图1 多元主体聚合调控自动功率控制系统架构图

系统架构数据交互应满足以下要求：

- 安全 I 区与前置物联模块：负荷调控管理模块将指令下发至前置物联模块，前置物联模块转发至自动功率控制装置进行执行。同时，前置物联模块接收自动功率控制装置采集的信息并转发至安全 I 区；
- 安全 II 区与前置互动模块：前置互动模块作为安全 II 区与安全 III 区的桥梁，实现数据交互和指令转发；
- 安全 III 区与多元主体聚合调控系统：多元主体聚合调控系统通过前置互动模块获取市场交易信息、调度计划信息等，并将调度指令下发至负荷调控管理模块执行；
- 终端平台与多元主体聚合调控系统：终端平台提供电网模型、机组运行数据、负荷预测数据等，多元主体聚合调控系统利用这些数据进行调度优化和负荷调控。

5 控制技术要求

5.1 基本要求

5.1.1 多元主体聚合调控自动功率控制功能主要由控制主站和自动功率控制装置组成。

5.1.2 控制主站应具有以下功能：

- 负荷调控管理：接收和处理来自网源荷储协同调度优化系统、有序用电系统、需求响应市场模块、紧急负荷控制模块等的负荷指令任务；
- 指令下发：将调度指令下发至自动功率控制装置进行执行；
- 监视与反馈：实时监视负荷资源的执行情况，并将结果反馈给相关系统；
- 数据校核：对采集到的资源量测数据进行校核和处理，确保数据质量；
- 网络安全：确保数据传输和指令执行的安全性，防止网络攻击和数据泄露。

5.1.3 自动功率控制装置应具有以下功能：

- 实时数据采集：采集负荷资源的实时数据，包括有功功率、无功功率、电流、电压、频率等；
- 指令执行：根据接收到的调度指令进行负荷调节，确保负荷资源按照指令要求运行；

- c) 状态反馈：将执行状态和结果实时反馈给控制主站；
- d) 安全防护：具备一定的安全防护功能，防止非法接入和攻击。

5.2 控制模式

5.2.1 基点调节模式

5.2.1.1 描述

在基点调节模式下，自动功率控制装置根据预设的基点值进行负荷调节，保持负荷在基点值附近运行。

5.2.1.2 应用场景

适用于需要稳定供电的场景，如重要工业用户。这些用户通常包括但不限于以下几类：

- a) 危险化学品行业：涉及危险化学品的生产、储存和使用，其供电中断可能引发安全事故，如爆炸、泄漏等，对人身安全和环境造成严重威胁；
- b) 冶金行业：包括钢铁、有色金属等重工业，其生产过程需要持续稳定的电力供应，供电中断可能导致生产事故和经济损失；
- c) 电子及特种制造业：涉及高科技产品的生产，如半导体、集成电路等，对电力质量和供电可靠性有极高要求；
- d) 军工行业：涉及国防安全，其供电中断可能影响国家安全；
- e) 其他重要行业：如玻璃、化纤等，在特定条件下，也被认定为重要电力用户。

5.2.2 计划调节模式

5.2.2.1 描述

在计划调节模式下，自动功率控制装置根据预先制定的调度计划进行负荷调节，按照计划曲线调整负荷。

5.2.2.2 应用场景

适用于需要按照计划进行电力调度的场景，如电网调度中心。

5.2.3 实时调节模式

5.2.3.1 描述

在实时调节模式下，自动功率控制装置根据实时接收到的调度指令进行负荷调节，响应快速变化的需求。

5.2.3.2 应用场景

适用于需要快速响应电力需求的场景，如需求响应市场、紧急负荷控制等。

5.3 控制策略

5.3.1 控制对象

控制对象应包括：

- 负荷资源：包括工业负荷、商业负荷、居民负荷等可调节资源；
- 自动功率控制装置：负责执行具体的负荷调节任务。

5.3.2 控制目标

控制目标如下：

- 电力平衡：电力供需平衡，避免电力短缺或过剩；
- 电网稳定：维持电网频率和电压稳定，保障供电质量；
- 经济性：优化电力调度，降低电力成本，提高经济效益。

5.3.3 控制约束

控制约束条件如下：

- 安全约束：负荷调节过程中不违反电网安全约束，如电压稳定、线路容量限制等；
- 调节能力约束：根据负荷资源的调节能力进行合理调节，避免超出负荷资源的调节范围；
- 响应时间约束：负荷资源在规定的时间内完成调节任务，满足实时性和快速性要求。

6 功能要求

6.1 安全 I 区（APC）

安全一区应具备以下功能：

- a) 负荷调控管理（APC）：部署于安全一区，实现调度指令解聚、指令下发、监视与结果反馈；
- b) 负荷指令任务：接收和处理来自网源荷储协同调度优化系统、有序用电系统、需求响应市场模块、紧急负荷控制模块等的负荷指令任务；
- c) 负荷指令校核：基于三区的可调节设置的用电负荷指令进行校核，包括最大可调负荷、最大可调速率、用户群负荷受限等；
- d) 网络安全校核：基于用户资源接入点和配网网络约束信息计算用户上/下调节负荷是否会出现网络受限或电压不稳；
- e) 负荷指令下发：将具备直控或自动执行的指令信息下发至安全一区接入区的前置物联模块，通过前置物联模块转发至自动功率控制装置进行执行；
- f) 分级协同调控：依据负荷资源所属的省调或地调，实现负荷资源分级执行管理；
- g) 采集数据校核处理：对采集到的资源量测数据进行校核和处理，实现采集数据质量校验、限值校验、多点偏差校验、突变校验等，提供量测数据修正处理功能；
- h) 负荷资源运行监视：可调节负荷资源在线监视，全网及分区监视可调节资源在线情况，可调用潜力评估；
- i) 负荷资源实时控制：负荷资源运行状态包括运行、停止、暂停。支持多种负荷资源控制模式，包括自计划控制、指令计划控制、手工控制等；
- j) 执行结果管理：实现全省及各地区执行情况查看、偏差分析、执行结果统计等功能。

6.2 安全一区接入区（前置物联模块）

安全一区接入区（前置物联模块）应具备以下功能：

- a) 通讯管理：对接入生产控制区的自动功率控制装置通讯地址进行统一的管理，包括接口认证需要的密钥等；
- b) 数据采集：获取自动功率控制装置各类实时数据，将数据转发至安全一区；
- c) 实时告警：基于上下网通通道、设备状态、数据等进行实时告警信号生成；
- d) 高速缓存：采用 RabbitMQ 消息队列以及 redis 缓存服务，保证接收存储数据的高效；

- e) 时钟同步：发布时钟同步服务，自动功率控制装置定时访问时钟同步服务进行对时，保证数据的时效性。

6.3 安全 II 区

安全二区应具备以下功能：

- a) 调度计划系统：负责制定和下发调度计划；
- b) 现货市场出清系统：进行电力市场的出清计算，确定发电和用电计划；
- c) 多元主体聚合调控自动功率控制系统：实现多元主体的聚合调控，包括负荷聚合、调度需求管理、调度需求分解等；
- d) 源网荷储协同控制系统：协调电源、电网、负荷和储能资源，实现多时间尺度的协同优化调度。
- e) 前置互动模块：作为安全 II 区与安全 III 区的桥梁，实现数据交互和指令转发。

6.4 安全 III 区（多元主体聚合调控系统）

安全三区应具备以下功能：

- a) 电网模型管理：包括主网模型管理和配网模型管理，维护电网拓扑结构和设备信息；
- b) 多元主体档案管理：包括用户信息管理、资源信息管理、量测点管理、负荷资源接入 220kV 节点管理、运营商管理等功能；
- c) 负荷分级体系管理：依据负荷响应时间、负荷响应容量、接入电压等级、管理范围等因素对负荷进行分级分类管理；
- d) 调度需求管理：包括调度需求管理和调度需求分解，将调度需求分解到各类市场或非市场进行处理，实现调度需求的维护管理，获取有序用电系统的电力缺口生成调度需求信息；

注：分类分解包括有序用电需求、需求响应市场需求和紧急负荷控制等。

- e) 协同调度优化管理：将网源荷储协同调度优化信息发布到交换区的前置互动模块，组织运营商及电力用户通过前置互动模块完成主体申报，聚合调控系统完成报价聚合后发布到网源荷储协同调度优化系统出清，获取出清结果后将调度计划发布到负荷调控管理模块执行；
- f) 有序用电管理：根据聚合调控系统分配的需求完成指标分解，将最终用户需执行的指令返回聚合调控系统，聚合调控系统将该信息发布到负荷调控模块执行；
- g) 需求侧响应市场管理：基于需求侧响应市场需求发布信息，组织市场主体进行报价，实现需求侧响应出清计算和结果发布，并具备市场结算和分析报表功能；
- h) 紧急负荷控制管理：根据紧急负荷控制需求，按照紧急负荷控制方案、控制序位等规则分解紧急负荷控制指令，将分解结果发送到负荷调控模块执行；
- i) 统计分析与报表：提供负荷调控运行查询功能，提供基于不同应用场景、不同等级、不同区域的多维统计分析及展示功能，具备运行报表自动生成功能。

6.5 安全三区接入区（前置互动子系统）

安全三区接入区（前置互动子系统）应具备以下功能：

- a) 资源监视：
 - 1) 提供用户对负荷侧资源的负荷曲线、运行状态、互动方式以及运行模式的动态感知功能；在移动应用提供负荷侧资源的运行模式、调控方式以及响应确认信息互动，并以图形化方式进行负荷资源负荷及运行状态的监视；
 - 2) 包括资源用户的所属资源列表、资源详细信息、运行场景以及历史详情等展示功能，提供运行场景设置、实时运行状态展示、运行模式设置、运行参数设置、实时运行状态监视以及设备历史详情等功能。

- b) 柔性互动：
 - 1) 提供用户在移动应用实时接收、确认、执行协同响应预案和互动响应调令的功能；
 - 2) 提供负荷侧设备调令的执行跟踪、执行结果反馈功能；
 - 3) 提供用户变更资源互动方式，进行互动响应测功能。
- c) 互动响应：
 - 1) 提供用户在移动应用接收实时接收虚拟电厂日前调度计划和日内调控指令功能；
 - 2) 提供分布式资源按照接收到的指令信息跟随，实现分布式资源实时响应。
- d) 用户信息查询：提供用户在移动应用信息查询及维护功能，包括分布式资源用户信息、企业信息及收益统计、互动信息以及当日参与响应趋势等；
- e) 调控信息查询：提供用户查看当前调控信息和历史调控信息，以及用户执行情况；
- f) 结算信息查询：提供用户在移动应用按照月度进行响应电量、收益费用的查看，并提供年度响应量、收益查询。

7 性能要求

7.1 响应时间

系统应能在规定时间内完成指令下发、数据采集和响应处理，具体要求如下：

- a) 指令下发时间：不超过 5 s；
- b) 数据采集频率：至少 15 min / 次；
- c) 响应处理时间：不超过 10 s。

7.2 可靠性

系统应保证高可靠性，具体要求如下：

- a) 系统年平均无故障时间（MTBF）应大于 8 000 h；
- b) 系统故障恢复时间应小于 30 min。

8 安全要求

8.1 网络安全

系统应符合 GB/T 22239-2019 的要求，包括但不限于以下方面：

- a) 访问控制：应设置授权用户访问系统资源权限；
- b) 数据加密：敏感数据在传输和存储过程中应进行加密处理；
- c) 安全审计：记录和监控系统的操作日志，及时发现和处理安全事件。

8.2 系统安全

系统安全性应符合 GB 38755-2019 的要求。

9 接口要求

9.1 数据交互接口

系统应提供与外部系统的数据交互接口，包括但不限于以下类型：

- a) 实时数据接口：与 SCADA 系统、OMS 系统等实时数据交互；

- b) 计划数据接口：与调度计划系统、现货市场系统等计划数据交互；
- c) 历史数据接口：与历史数据库系统交互，获取历史数据用于分析和预测。

9.2 通信协议

系统应采用标准的通信协议，确保与外部系统的兼容性和互操作性，具体要求如下：

- a) 采用 TCP/IP 协议进行网络通信；
- b) 支持 IEC 61850、IEC 61970 等电力系统标准协议。

10 测试方法

10.1 功能测试

对系统的各项功能进行测试。测试方法包括但不限于：

- a) 单元测试：对每个功能模块进行独立测试；
- b) 集成测试：对系统各模块之间的接口和交互进行测试；
- c) 系统测试：对整个系统进行综合测试，验证系统功能的完整性和正确性。

10.2 性能测试

对系统的性能进行测试。测试方法包括但不限于：

- a) 压力测试：模拟高并发场景，测试系统的响应时间和处理能力；
- b) 稳定性测试：长时间运行系统，测试系统的可靠性和稳定性。

10.3 安全测试

对系统的安全性进行测试。测试方法包括但不限于：

- a) 渗透测试：模拟攻击场景，测试系统的防御能力；
- b) 漏洞扫描：检测系统是否存在已知的安全漏洞；
- c) 安全审计：检查系统的操作日志，及时发现和处理安全事件。

11 运行和维护

11.1 系统运行

系统应定期进行运行状态监控，及时发现和处理异常情况。

11.2 系统维护

系统应定期进行维护，包括但不限于：

- a) 软件升级：及时更新系统和应用程序的补丁和版本；
- b) 硬件维护：定期检查硬件设备的运行状态，及时更换故障设备；
- c) 数据备份：定期备份系统数据，保证数据的安全性和完整性。