

国家能源局华北监管局

华北能源监管局关于征求蒙西电力市场 调频和备用辅助服务交易实施细则意见的函

各有关市场主体:

为深化蒙西电力现货市场试点工作,按照国家发展改革委、国家能源局关于电力现货试点建设的有关要求,我局组织有关单位起草了《蒙西电力市场调频辅助服务交易实施细则(征求意见稿)》和《蒙西电力市场备用辅助服务交易实施细则(征求意见稿)》,现向各相关单位公开征求意见,细则电子版可在华北能源监管局网站(hbj.nea.gov.cn)“通知公告”栏目下载。请 5 月 15 日(周五)17:00 前将反馈意见发至我局联系人邮箱 guangrui@nea.gov.cn。

- 附件: 1. 蒙西电力市场调频辅助服务交易实施细则(征求意见稿)
2. 蒙西电力市场备用辅助服务交易实施细则(征求意见稿)

(此页无正文)

国家能源局华北监管局

2020年5月9日

蒙西电力市场调频辅助服务交易实施细则

（征求意见稿）

第一章 总则

第一条 [概述]为进一步规范内蒙古电网调频辅助服务运行，探索建立辅助服务市场化新机制，发挥市场在调频资源配置中的决定性作用；充分考虑新能源出力波动性和间歇性对调频需求的影响，保障内蒙古电网安全稳定运行，制定本细则。

第二条 [引用文件]本细则依据《中共中央国务院关于进一步深化电力体制改革的若干意见》（中发〔2015〕9号）及相关配套文件、《电力监管条例》（国务院第432号）、《内蒙古自治区电力体制改革综合试点方案》（发改经体〔2016〕2192号）、《国家能源局关于印发2017年体制改革工作要点的通知》（国能综法改〔2016〕57号）、《完善电力辅助服务补偿（市场）机制工作方案》（国能发监管〔2017〕67号）、《内蒙古电网发电厂并网运行管理实施细则》（华北监能市场〔2015〕264号）、《内蒙古电网并网发电厂辅助服务管理实施细则》（华北监能市场〔2015〕264号），以及国家相关法律、法规制定。

第三条 [前提条件]本细则适用于内蒙古电网调频辅助服务市场。参与调频辅助服务市场的成员应严格执行调度指令，要以确保电力安全、供热安全为前提，不得以参与调频辅助服

务市场为由，影响电力安全及居民供热质量。

第二章 调频辅助服务相关定义

第四条 [调频定义] 本细则所指的调频辅助服务，是指发电机二次调频备用容量通过自动发电控制装置（AGC）自动响应区域控制偏差（ACE），按照一定调节速率实时调整有功功率，满足 ACE 控制要求的服务。

第五条 [综合调频性能指标] 以 AGC 单元为单位进行综合调频性能指标的统计。

综合调频性能指标按次计算，AGC 单元 i 第 j 次 AGC 调节的综合调频性能指标为：

$$K_p^{i,j} = K_1^{i,j} \times K_2^{i,j} \times K_3^{i,j}$$

式中， $K_p^{i,j}$ 衡量的是 AGC 单元 i 第 j 次调节过程中的调节性能好坏程度。 $K_1^{i,j}$ 衡量的是 AGC 单元 i 第 j 次实际调节速率与其应该达到的标准速率相比达到的程度。 $K_2^{i,j}$ 衡量的是该 AGC 单元 i 第 j 次实际调节偏差量与其允许达到的偏差量相比达到的程度。 $K_3^{i,j}$ 衡量的是该 AGC 单元 i 第 j 次实际响应时间与标准响应时间相比达到的程度。

综合调频性能指标日平均值 K_{pd}^i ：

$$K_{pd}^i = \begin{cases} \frac{\sum_{j=1}^n K_p^{i,j}}{n}, & \text{AGC单元} i \text{被调用}(n > 0) \\ 1, & \text{AGC单元} i \text{未被调用}(n = 0) \end{cases}$$

式中， K_{pd}^i 反映了 AGC 单元 i 一天内 n 次调节过程中的性能

指标平均值。

综合调频性能指标计算方法及具体含义见附录。

第三章 市场准入

第六条 [市场准入]调频市场的服务提供主体为电力调度机构直调 AGC 单元。新建 AGC 单元试运期结束后，即开始纳入调频市场管理范围。

第七条 [最低技术标准]根据每台 AGC 单元最近 7 个在网运行日的综合调频性能指标 K_p 平均值由高到低进行排序，市场初期，以综合调频性能指标前 70% 的最小 K_p 值作为 AGC 单元参与调频市场报价的最低技术标准，最低技术标准按周统计。

第四章 调频市场组织方式

第八条 [市场参与方式]市场主体可同时参与调频市场和现货电能量市场。同时参与调频市场和现货电能量市场的市场主体，可获得调频容量及调频里程补偿；仅参与调频市场的市场主体仅获得调频里程补偿。调频里程定义为每日调节量的总和。

第九条 [调频容量需求] 调频容量是指为保持联络线功率及系统频率稳定所预留的容量，调频市场的总供给容量应满足总需求容量，以保障电力系统的稳定运行。电力调度机构综合考虑负荷预测、系统实际运行情况等因素确定调频容量需求，市场初期暂定调频需求为对应时段统调负荷预测最大值的

3%—7%。

第十条 [组织方式]调频辅助服务市场采用“日前报价、日内集中出清”的组织方式开展，日前申报信息封存到运行日，运行日4小时为一个交易时段，每个交易时段集中出清。

第十一条 [市场申报]调频市场为全年全天运行的市场，各AGC单元需每日向电力交易机构提交申报信息，迟报、漏报或不报者将默认以该市场主体所属AGC单元报价上一次申报信息为最终报价参与调频市场。各AGC单元需申报的内容为调频里程价格和参与竞标的调频容量。申报调频里程价格的最小单位是0.1元/MW，申报价格范围暂定为6-15元/MW；申报调频容量的最小单位是1MW，申报上下限计算公式如下：

AGC调频容量申报上限=MIN（AGC单元额定容量×10.5%，标准速率*7分钟）；

AGC调频容量申报下限=MIN（AGC单元额定容量×7.5%，标准速率*5分钟）；

系统将对各AGC单元的申报价格和调频容量可调范围进行自动审核，确认申报价格是否在上限范围以内，对于申报价格超出范围的，系统自动识别为上限价格。

第十二条 [排序价格]每天组织交易前对准入的AGC单元最近一个运行日的综合调频性能指标日平均值 K_{pd}^i 进行归一化处理，所有AGC单元的综合调频性能指标平均值为 $\overline{K_{pd}}$ ， k 为调节系数，调频市场开展初期取1，后续根据实际情况调整。归

一化后的综合调频性能指标 P^i 为:

$$P^i = \frac{K_{pd}^i}{k \times K_{pd}}$$

AGC 单元的调频里程排序价格=调频里程报价 / P^i 。

第十三条 [交易流程]调频辅助服务交易具体流程如下:

(一) 每日 09:30, 电力交易机构向市场成员发布调频市场信息, 包括但不限于可参与调频市场的服务提供者, 次日每 4 小时的调频容量需求值 (MW), 调频市场的里程报价上、下限, 调频市场申报开始、截止时间, 调频市场其他要求等。

(二) 每日 10:30 前, 市场主体对 AGC 单元次日调频里程价格及调频容量进行申报。

(三) 每日 10:30-11:30, 电力调度机构在机组开机组合的基础上, 进行调频辅助服务市场预出清, 并以出清结果为边界条件进行中长期曲线分解。

(四) 每日 11:30-12:00, 电力交易机构向相关市场主体发布调频辅助服务市场预出清结果。

(五) 次日运行中, 电力调度机构对调频市场进行以 4 小时为间隔的滚动出清, 并根据实时需求调用调频资源。

第十四条 [出清方式]调频市场出清方式如下:

(一) 综合考虑调频市场需求、AGC 单元的数据、综合调频性能指标等, 按调频里程排序价格从低到高依次出清, 直至中标的 AGC 单元容量总和满足电网调频需求。

（二）当 AGC 单元的排序价格相同时，优先出清 K_{pd}^i 高的 AGC 单元；当 AGC 单元的排序价格与 K_{pd}^i 均相同时，优先出清申报容量大的 AGC 单元；当边际 AGC 单元不止一台时，按申报容量大小比例确定每台 AGC 单元的中标容量。

（三）最后一个中标的 AGC 单元调频里程排序价格为调频市场的统一出清价格。

第十五条 [特殊情况处理]调频市场的出清结果不满足电网运行要求时的处理：

（一）AGC 单元因市场主体申报的有效总调频容量不足导致的市场无法出清，按当日可提供调频服务的 AGC 单元在其历史上最后一个运行日的综合调频性能指标日平均值 K_{pd}^i 的排序对 AGC 单元从高到低进行选取，按前三个运行日同时段调频市场出清价格平均值进行结算。

（二）实际运行中中标调频 AGC 单元不能满足电网调频需求时，电力调度机构按调频里程排序价格，从低到高依次调用未中标的 AGC 单元，相关收益按其排序价格进行结算。

（三）未按照调度指令擅自退出 AGC 装置的。该时段调度机构因调频容量不足征用其他未中标 AGC 单元，相关费用由退出 AGC 装置的相关责任方共同分摊，不纳入调频市场费用分摊。

（四）当日中标 AGC 单元因电网安全需要无法提供调频服务时，中标 AGC 单元暂停提供调频服务，待条件允许后继续提供，当日调频服务费用予以计入。

第五章 市场结果执行与考核

第十六条 [结果执行]实时运行中，电力调度机构按照当日调频市场出清结果切换 AGC 投入方式，由中标 AGC 单元提供调频服务。

第十七条 [市场考核]调频市场中标 AGC 单元出现以下情况，将接受调频市场考核。

（一）中标 AGC 单元因自身原因出现非停、受阻、退出 AGC 等情况无法提供调频服务，同一中标时段累计超过 30 分钟的，该交易时段调频服务费用不予计入；当日累计超过 60 分钟的，当日不再参与调频市场。因其退出导致的调频容量不足征用其他未中标 AGC 单元的，相关费用由引起问题的 AGC 单元的按其引发的调频容量缺失比例进行费用分摊，该部分费用不进入市场费用分摊。

（二）中标时段内综合调频性能指标平均值低于最低技术标准时，相应时段的调频服务费用不予计入。

（三）中标 AGC 单元连续三个中标时段综合调频性能指标低于最低技术标准时，暂停该 AGC 单元参与当日及下一日调频市场资格。

（四）当市场主体出现伪造数据、故意向电力现货市场技术支持系统传输虚假错误信息、串通或煽动其他市场主体采用影响市场公平性的策略或行为等情况时，视情况采取暂停该市场主体参与调频市场资格等考核措施。

(五) 电力调度机构发现某调频 AGC 单元不跟踪 AGC 指令或出现反调情况, 影响电网 ACE 调整时, 电力调度机构可取消其参与调频市场交易资格并做好记录。若此时调频备用容量不满足系统要求, 需征用其他调频 AGC 单元。

第六章 计量与结算

第十八条 [计量依据] 电力调度机构应详细记录所辖并网发电厂调频辅助服务交易、调用、费用计算等情况。调频市场计量的依据为: 电力调度指令、能量管理系统 (EMS)、智能电网调度控制系统采集的实时数据、电能量采集系统的电量数据等。

第十九条 [结算方式] 电力调度机构负责按照收支平衡原则、以日清月结的方式进行调频市场相关费用结算。调频市场结算与当月电费结算同步完成。参与调频市场的市场主体在当月电费总额基础上加(减)应获得(支付)的调频服务补偿(分摊)费用额度, 与当月电费一并结算。

第二十条 [费用计算] 调频市场费用包括调频容量补偿、调频里程补偿两部分。

调频容量补偿: 中标的 AGC 单元容量补偿按日统计, 按月结算, AGC 单元日容量补偿 COM_{CP}^i 计算公式如下:

$$COM_{CP}^i = \sum_{t=1}^N C_{CP}^{i,t} \times B_{CP}$$

其中, $C_{CP}^{i,t}$ 为 AGC 单元 i 在交易时段 t 内的中标容量, B_{CP} 为

调频容量补偿价格，市场初期价格暂定为 60 元/MW。 N 为交易时段数量。

调频里程补偿：AGC 单元在调频市场上提供调频服务可以获得相应的调频里程补偿。AGC 单元的调频里程补偿按日统计、按月进行结算，AGC 单元日调频里程补偿 COM_M^i 计算公式如下：

$$COM_M^i = \sum_{t=1}^N D^{i,t} \times K_p^{i,t} \times B_{AGC}^t$$

其中， $D^{i,t}$ 为 AGC 单元 i 在交易时段 t 内的调节里程， $K_p^{i,t}$ 为 AGC 单元 i 在交易时段 t 内的综合调频性能指标， B_{AGC}^t 为交易时段 t 内的调频里程出清价格。

第二十一条 [费用分摊]调频服务费用在包括火电（燃煤、燃气）、新能源（风电、光伏）等发电企业之间按照其实际上网电量比例进行分摊。

对于时段 t ，第 i 个 AGC 单元需要承担的分摊费用 $R_{\text{分摊}}^{i,t}$ 计算公式为：

$$R_{\text{分摊}}^{i,t} = R_{\text{总费用}}^t \times \frac{k_{\text{分摊}}^i \times F^{i,t}}{\sum_{i=1}^{N^t} (k_{\text{分摊}}^i \times F^{i,t})}$$

式中， $R_{\text{总费用}}^t$ 为调频市场 t 时段调频服务总费用。 $F^{i,t}$ 为第 i 个电厂在时段 t 的上网电量。 N^t 为 t 时段上网发电电厂的总数。 $k_{\text{分摊}}^i$ 为不同电源类型分摊系数，市场初期，火电机组取 1，新能源机组取 1。

第七章 信息披露

第二十二条 [信息分类] 市场信息按公开对象分为公众信息、公开信息和私有信息。公众信息是指向社会公众披露的数据和信息，公开信息是指向所有市场成员公开提供的数据和信息，私有信息是指特定的市场成员有权访问且不得向其他市场成员披露的数据和信息。

第二十三条 [信息披露原则] 电力交易机构应准确、及时、完整披露调频市场有关信息。报价阶段，公开披露信息主要包括：市场主体名单、次日 6 个调频窗口的调频容量需求、市场供给信息、市场申报范围、市场限价信息、主要系数取值等。日前，披露信息主要包括：次日 6 个调频窗口的市场预出清结果等。调频服务结束后，披露信息主要包括：实际中标结果等。

第八章 市场监管与干预

第二十四条 [市场备案] 调频市场结算信息应按月报国家能源局华北监管局、内蒙古自治区电力市场主管部门备案。

第二十五条 [市场监管] 国家能源局华北监管局、内蒙古自治区电力市场主管部门对本规则实施情况开展检查，对市场主体和市场运营机构违反相关规定的行为进行处理。

第二十六条 [市场中止] 发生以下情况时，国家能源局华北监管局、内蒙古自治区电力市场主管部门可以做出中止调

频辅助服务市场的决定，并向市场成员公布中止原因：

- （一）调频市场未按照规则运行和管理的；
- （二）调频市场交易规则不适应电力市场交易需要，必须进行重大修改的；
- （三）调频市场交易发生恶意串通操纵市场的行为，并严重影响交易结果的；
- （四）电力现货市场技术支持系统（含自动化系统、数据通信系统等）发生重大故障，导致交易长时间无法进行的；
- （五）因不可抗力导致市场交易无法正常运行；
- （六）其他必要情况。

第二十七条 [市场干预]发生以下情况时，市场运营机构可对市场进行干预，并尽快报告国家能源局华北监管局、内蒙古自治区电力市场主管部门：

- （一）电力系统或电力现货市场技术支持系统发生故障、电力现货市场技术支持系统技术升级，导致市场无法正常进行时；
- （二）电网出现电力平衡紧张、调频困难、断面约束矛盾严重等其它必要情况；
- （三）其他影响电网安全运行的重大突发情况。

第二十八条 市场干预的主要手段包括：

- （一）改变调频市场交易时间或暂停调频市场交易；
- （二）调整调频市场限价；

(三) 调整调频市场最低技术标准;

(四) 调整调频市场交易结果。

并将调整原因报国家能源局华北监管局、内蒙古自治区电力市场主管部门。

第二十九条 [市场暂停期间服务] 市场暂停期间优先选取 AGC 单元综合调频性能指标高的 AGC 单元提供调频服务, 按报价上限的 50% 进行结算, 分摊方法不变。

第三十条 [扰乱秩序处罚] 对于存在严重扰乱市场秩序行为的 市场成员, 一经核实, 未支付的所有调频服务费用将不予支付并取消其被调用资格一年, 但仍需要参与辅助服务费的分摊, 同时, 按照相关法规进行相应行政处罚。

第三十一条 [争议裁决] 因调频服务交易、调用、统计等情况存在争议的, 提出争议方应在争议发生 30 天内向国家能源局华北监管局、内蒙古自治区电力市场主管部门提出申请, 由国家能源局华北监管局、内蒙古自治区电力市场主管部门裁决, 逾期不予受理。

第九章 附则

第三十二条 [规则解释] 本细则由国家能源局华北监管局、内蒙古自治区电力市场主管部门负责解释。

第三十三条 [规则修订] 国家能源局华北监管局、内蒙古自治区电力市场主管部门可根据市场实际运行情况, 对相关

标准和条款进行修订。

第三十四条 [其他规则适用性] 本细则实施后,《内蒙古并网发电厂辅助服务管理实施细则》中 AGC 补偿相关条款不再执行,《内蒙古发电厂并网运行管理实施细则》的 AGC 考核继续执行。

第三十五条 [规则实施] 本细则自 年 月 日起施行。

蒙西电力市场备用辅助服务交易实施细则

(征求意见稿)

第一章 总则

第一条 [概述] 为提高系统安全可靠性和激励市场主体积极参与提供备用，通过市场手段发现价格，制定本细则。内蒙古电网备用辅助服务交易由电力调度机构在内蒙古电网区域内组织开展。

第二条 [备用定义] 本细则所指备用辅助服务为旋转备用，即在规定时间内可供调用的备用容量，用以满足负荷预计误差、设备的意外停运和维保地区负荷等所需的额外有功容量。

第三条 [市场准入] 参与备用辅助服务交易的市场主体必须通过电力调度机构的备用性能测试才具备资格提供备用服务。电力调度机构制定并公布对市场主体备用性能进行测试的流程，主要包括备用响应时间等。若市场主体在一定时段内未达到电力调度机构规定的备用性能阈值，电力调度机构可取消其提供备用服务的资格。此时市场主体必须重新通过认证后才能提供备用服务。

第二章 组织方式

第四条 [组织方式] 备用辅助服务市场采用报量报价的组织方式，日前申报，日内边际出清。市场初期独立于电能量市场运行。

第五条 [市场信息发布] 电力调度机构发布市场信息，包括次日统调用户负荷预测、日前曲线分解出清结果以及备用需求等。

第六条 [市场申报] 日前备用市场与电能量市场、调频市场统一申报。申报信息为可提供的备用容量及价格。在市场运行初期，为保证市场稳定，对发电厂报价进行限制，火电机组申报价格区间为 0-500 元/MW。

第七条 [交易流程] 备用市场的出清顺序依次为：中长期日分解机组组合、调频市场预出清、备用市场预出清、日前电能量市场出清、调频市场日内出清、备用市场日内出清、实时电能量市场出清。

日前电力调度机构根据申报信息，在考虑安全校核的条件下，按机组报价从低到高依次出清，直至出清容量满足该时段备用需求。若日前电能量市场出清后，在备用市场中标的机组开机状态变为停机，则从申报但未中标的机组中按价格由低到高依次补进。

日内备用市场不再申报，沿用日前申报信息。日

内备用市场以 4 小时为间隔滚动出清。电力调度机构根据日内备用市场需求，以及日前市场报价排序，在满足安全校核的条件下，按机组报价从低到高依次出清，直至出清容量满足该时段备用需求。边际出清价格作为统一结算价格。

第三章 计量与结算

第八条 [计量依据] 市场运营机构应详细记录所辖并网发电厂备用辅助服务交易、调用、费用计算等情况。备用市场计量的依据为：电力调度指令、能量管理系统（EMS）、智能电网调度控制系统采集的实时数据、电能量采集系统的电量数据等。

第九条 [市场结算] 备用市场费用以日清月结的方式进行结算，每日收益为各交易时段收益之和，对于备用提供方 i ，一个交易时段内备用市场收益为：

$$C_i = \text{中标备用容量} \times \text{日内出清价格}$$

第十条 [市场费用分摊] 备用市场所产生的费用由内蒙古电网所有发电企业（除备用市场中标的机组外）按月度上网电量的比例进行分摊。

第十一条 [市场执行考核] 市场初期按照原“两个细则”的考核模式执行。

第四章 信息披露

第十二条 [市场信息发布] 电力交易机构应通过市场技术支持系统发布市场相关信息。市场信息分为月度交易信息、日信息，交易信息内容包括备用需求、市场出清、市场结算等方面。每个工作日 12:00 前发布前一日交易信息。每月第 5 个工作日前发布上月度交易信息。

市场出清信息：市场出清后，发布备用辅助服务市场出清结果，包含但不限于市场主体、中标时段、中标备用容量、出清价格等信息。

市场结算信息：结算信息内容应体现所有市场成员的备用辅助服务提供、需求和执行情况，包含但不限于市场主体、中标时段、中标备用容量、备用出清价格等信息。

第五章 附则

第十三条 [规则解释] 本细则由国家能源局华北监管局、内蒙古自治区电力市场主管部门负责解释。

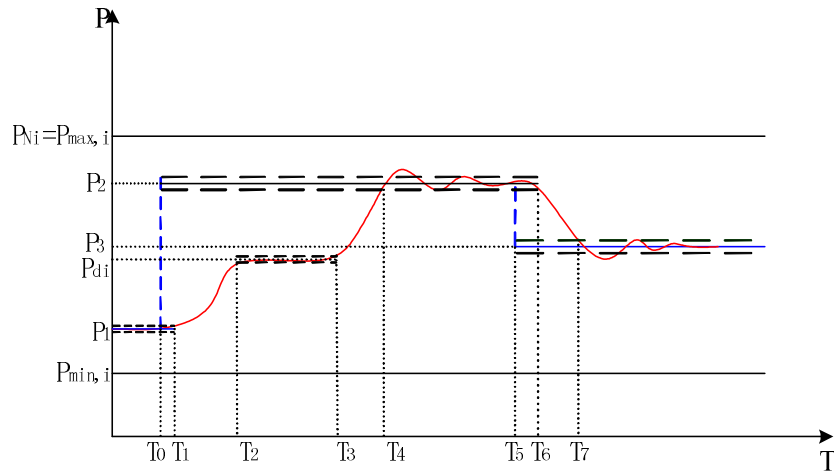
第十四条 [规则修订] 国家能源局华北监管局、内蒙古自治区电力市场主管部门可根据市场实际运行情况，对相关标准和条款进行修订。

第十五条 [规则实施] 本细则自 年 月 日起施行。

附录 指标说明

综合调频性能指标

如下图所示,这是某台 AGC 单元一次典型的 AGC 单元设点控制过程。



图中, $P_{\min,i}$ 是该 AGC 单元可调的下限出力, $P_{\max,i}$ 是其可调的上限出力, P_N 是其额定出力, P_d 是其启停磨临界点功率。整个过程可以这样描述: T_0 时刻以前, T_1 时刻以前, 该 AGC 单元稳定运行在出力值 P_1 附近, T_0 时刻, AGC 控制程序对该 AGC 单元下发功率为 P_2 的设点命令, AGC 单元开始涨出力, 到 T_1 时刻可靠跨出 P_1 的调节死区, 然后到 T_2 时刻进入启磨区间, 一直到 T_3 时刻, 启磨过程结束, AGC 单元继续涨出力, 至 T_4 时刻第一次进入调节死区范围, 然后在 P_2 附近小幅振荡, 并稳定运行于 P_2 附近, 直至 T_5 时刻, AGC 控制程序对该 AGC 单元发出新的设点命令, 功率值为 P_3 , AGC 单元随后开始降出力的过程, T_6 时刻可靠跨出调节死区, 至 T_7 时刻进入 P_3 的调节死区, 并稳定运行于其附近。

(一) 调节速率

调节速率是指 AGC 单元响应设点指令的速率，可分为上升速率和下降速率。第 i 台 AGC 单元第 j 次调节的调节速率考核指标计算过程描述如下：

在涨出力阶段，即 $T_1 \sim T_4$ 区间，由于跨启磨点，因此在计算其调节速率时必须消除启磨的影响；在降出力区间，即 $T_5 \sim T_6$ 区间，未跨停磨点，因此计算时勿需考虑停磨的影响。综合这两种情况，实际调节速率计算公式如下：

$$v_{i,j} = \begin{cases} \frac{P_{Ei,j} - P_{Si,j}}{T_{Ei,j} - T_{Si,j}} & P_{di,j} \notin (P_{Ei,j}, P_{Si,j}) \\ \frac{P_{Ei,j} - P_{Si,j}}{(T_{Ei,j} - T_{Si,j}) - T_{di,j}} & P_{di,j} \in (P_{Ei,j}, P_{Si,j}) \end{cases}$$

式中 $v_{i,j}$ 是 AGC 单元 i 第 j 次调节的调节速率 (MW/分钟)， $P_{Ei,j}$ 是其结束响应过程时的出力 (MW)， $P_{Si,j}$ 是其开始动作时的出力 (MW)， $T_{Ei,j}$ 是结束的时刻 (分钟)， $T_{Si,j}$ 是开始的时刻 (分钟)， $P_{di,j}$ 是第 j 次调节的启停磨临界点功率 (MW)， $T_{di,j}$ 是第 j 次调节启停磨实际消耗的时间 (分钟)。

$$K_1^{i,j} = \frac{v_{i,j}}{v_{N,i}}$$

式中， $v_{N,i}$ 为 AGC 单元 i 标准调节速率，单位是 MW/分钟，其中：一般的直吹式制粉系统的汽包炉的 AGC 单元为机组额定有功功率的 1.5%；一般的带中间储仓式制粉系统的 AGC 单元为 AGC 单元额定有功功率的 2%；循环流化床 AGC 单元和燃用特殊煤种（如劣质煤，高水分低热值褐煤等）的 AGC 单元为 AGC 单

元额定有功功率的 1%；超临界定压运行直流炉 AGC 单元为 AGC 单元额定有功功率的 1%，其他类型直流炉 AGC 单元为 AGC 单元额定有功功率的 1.5%。 $K_1^{i,j}$ 衡量的是 AGC 单元 i 第 j 次实际调节速率与其应该达到的标准速率相比达到的程度。

（二）调节精度

调节精度是指 AGC 单元响应稳定以后，实际出力和设点出力之间的差值。调节精度的考核指标计算过程描述如下：

在第 i 台 AGC 单元平稳运行阶段，即 $T_4 \sim T_5$ 区间，AGC 单元出力围绕 P_2 轻微波动。在类似这样的时段内，对实际出力与设点指令之差的绝对值进行积分，然后用积分值除以积分时间，即为该时段的调节偏差量，如下式：

$$\Delta P_{i,j} = \frac{\int_{T_{Si,j}}^{T_{Ei,j}} |P_{i,j}(t) - P_{i,j}| \times dt}{T_{Ei,j} - T_{Si,j}}$$

其中， $\Delta P_{i,j}$ 为第 i 台 AGC 单元在第 j 次调节的偏差量 (MW)， $P_{i,j}(t)$ 为其在该时段内的实际出力， $P_{i,j}$ 为该时段内的设点指令值， $T_{Ei,j}$ 为该时段终点时刻， $T_{Si,j}$ 为该时段起点时刻。

$$K_2^{i,j} = 2 - \frac{\Delta P_{i,j}}{\text{调节允许的偏差量}}$$

式中调节允许的偏差量为 AGC 单元额定有功功率的 1%。 $K_2^{i,j}$ 衡量的是该 AGC 单元 i 第 j 次实际调节偏差量与其允许达到的偏差量相比达到的程度。

如果 $K_2^{i,j}$ 的计算值小于 0.1，则取为 0.1。

（三）响应时间

响应时间是指 EMS 系统发出指令之后，AGC 单元出力在原

出力点的基础上，可靠地跨出与调节方向一致的调节死区所用的时间。即

$$t_{i,j}^{up} = T_1 - T_0 \text{ 和 } t_{i,j}^{down} = T_6 - T_5$$

$$K_3^{i,j} = 2 - \frac{t_{i,j}}{\text{标准响应时间}}$$

式中， $t_{i,j}$ 为 AGC 单元 i 第 j 次 AGC 单元的响应时间。火电 AGC 单元响应时间应小于 1 分钟，水电 AGC 单元的响应时间应小于 20 秒。 $K_3^{i,j}$ 衡量的是该 AGC 单元 i 第 j 次实际响应时间与标准响应时间相比达到的程度。

如果 $K_3^{i,j}$ 的计算值小于 0.1，则取为 0.1。

（四）调节性能综合指标

每次 AGC 动作时综合调频性能指标为：

$$K_p^{i,j} = K_1^{i,j} \times K_2^{i,j} \times K_3^{i,j}$$

式中， $K_p^{i,j}$ 衡量的是 AGC 单元 i 第 j 次调节过程中的调节性能好坏程度。

综合调频性能指标日平均值 K_{pd}^i ：

$$K_{pd}^i = \begin{cases} \frac{\sum_{j=1}^n K_p^{ij}}{n}, & \text{AGC单元}i\text{被调用}(n > 0) \\ 1, & \text{AGC单元}i\text{未被调用}(n = 0) \end{cases}$$

式中， K_{pd}^i 反映了第 i 台 AGC 单元一天内 n 次调节过程中的性能指标平均值。当其值为 1 时，代表 AGC 单元具备 AGC 功能但一天内未被调用。