

ICS 国际标准分类号
CCS 中国标准文献分类号



团 体 标 准

T/CES XXX-XXXX

充放电虚拟电厂负荷聚合调控技术要求

Technical requirements for charging and discharging load control of virtual power plant

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国电工技术学会发布

目次

目次	I
前言	II
引言	III
1 范围	4
2 规范性引用文件	4
3 术语和定义	4
4 基础数据	5
4.1 充电场站基本信息	5
4.2 运行数据	5
4.3 数据预处理	6
5 负荷聚合调控系统	7
5.1 基本构成	7
5.2 功能要求	8
5.3 软件要求	8
6 充放电负荷调控	8
6.1 负荷调控指令	8
6.2 指令下发	8
6.3 负荷调控交互过程	9
7 数据上报	9
7.1 充放电设备状态数据	9
7.2 充放电设备指令数据	9
7.3 充放电设备调节性能评价	9
附录 A (规范性附录) 基础数据规范化管理	10

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》给出的规则起草。

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。

本文件由中国电工技术学会提出。

本文件由中国电工技术学会标准工作委员会能源智慧化标工组归口。

本文件起草单位哈尔滨工业大学、华北电力大学、国网黑龙江省电力有限公司、北京清大科越公司、深圳航天工业技术研究院、广东电网有限责任公司、黑龙江省发电装备智能制造创新中心、哈尔滨能创数字科技有限公司、海南电网有限责任公司、特来电新能源股份有限公司。

本文件主要起草人：徐英、丁肇豪、于海瀛、王鹏、于继来、吴永峰、杨瑞哲、华科、匡洪辉、仪忠凯、黄媛、路忠峰、刘亚、朱发国、蔡新雷、庞松岭、胡英健、韩亚宁。

本文件为首次发布。

引言

随着电动汽车的全面推广以及配套充换电基础设施的建设完善，充放电负荷资源规模逐渐庞大。如何借助电动汽车用户充放电行为的可调度潜力来实现虚拟电厂精准调控成为当前面临的严峻挑战之一。充电负荷聚合商以及充放电设施运营商接入需要满足虚拟电厂平台对数据的多元需求，提供调度人员更多有价值的参考信息。与此同时，虚拟电厂需要参考数据分析完成充放电负荷聚合调控。然而现有标准主要面向电动汽车充电设施的管理以及充电场站建设，需要考虑充放电负荷接入虚拟电厂后的聚合调控开展本标准的制定工作。

本文件侧重于充放电虚拟电厂聚合调控的技术要求，明确了充电场站运营商、负荷聚合商在开展虚拟电厂充放电负荷聚合调控工作或服务时所满足的基础数据、充放电负荷聚合调控、数据上报方面的技术要求。

充放电虚拟电厂负荷聚合调控技术要求

1 范围

本文件规定了充放电虚拟电厂负荷聚合调控相关的基础数据、负荷聚合调控系统、数据上报方面技术要求。

本文件适用于充电场站运营商、负荷聚合商、虚拟电厂开展充放电负荷聚合调控工作或服务。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 18487.1 电动汽车传导充电系统 第1部分：通用要求

GB/T 19596 电动汽车术语

GB/T 28569 电动汽车交流充电桩电能计量

GB/T 29317 电动汽车充换电设施术语

GB/T 29781 电动汽车充电站通用要求

NB/T 33005 电动汽车充电站及电池更换站监控系统技术规范

NB/T 33018 电动汽车充换电设施供电系统技术规范

NB/T 33019 电动汽车充换电设施运行管理规范

3 术语和定义

GB/T 19596《电动汽车术语》、GB/T 29317《电动汽车充换电设施术语》界定的以及下列术语和定义适用于本规范。

3.1 充电站 **charging station**

为电动汽车提供充电服务的专用场所。

注：充电站由多台集中布置的充电设备以及相关的供电设备、监控设备、配套设施组成。

3.2 充换电设施 **charging swap infrastructure**

为电动汽车提供电能的相关设施的总称。

注：充换电设施包括充电设施和换电设施。

3.3 交流充电 **AC charging**

采用交流电源为电动汽车提供电能的方式。

3.4 直流充电 **DC charging**

采用直流电源为电动汽车提供电能的方式。

3.5 充电功率 **charging power**

为电动汽车充电时的功率。

3.6 虚拟电厂 **virtual power plant**

利用软件系统和信息通信技术，将分布式发电、储能和可控负荷资源聚合起来，并进行电力调度的协调优化，作为一个特殊电厂参与电力市场和电网运行的电力协调管理系统。

3.7

	置信度 confidence coefficient 总体参数值落在样本统计值某一区间内的概率。
3.8	聚合 aggregation 对有关的数据进行内容挑选、分析、归类，最后分析得到人们想要的结果
3.9	聚合调控 aggregation regulation 将资源聚集起来参与特定辅助服务。
3.10	聚合商 aggregator 资源整合者，通过整合分散的资源来参与系统运营。
3.11	聚合模块 aggregation module 将整体资源分解为多个部分，每个部分单独进行聚合操作。
3.12	聚合平台 aggregation platform 负责进行聚合操作的主体。

4 基础数据

4.1 充电场站基本信息

4.1.1 充电场站概况数据

充电场站概况数据应至少包括：

- 充电场站占地面积；
- 充电站交通位置信息；
- 充电站环境温度、湿度；
- 充电设施类型、数量及分布；
- 电压等级和线路名称。

4.1.2 充电场站设备的参数信息

充电场站设备的参数信息应至少包括：

- 充电桩编号；
- 充电桩类型；
- 充电桩额定输出功率；
- 交流充电桩输入电压、输出电流；
- 直流充电桩输入电压、输出电压、输出电流；
- 充电桩工作环境温度、湿度要求。

4.2 运行数据

4.2.1 充换电设施运行数据统计

参与虚拟电厂负荷聚合调控的充换电设施运营商运行数据统计应符合 NB/T 33019 中 6.6 的规定。运行数据库的建立与维护应符合 NB/T 33005 中 6.1.1 的规定。

4.2.2 历史充电桩运行数据

历史充电桩运行数据应至少包括：

- 交易流水号；
- 交易单位；
- 充电桩编号；
- 订单所在充电站位置；
- 订单创建时间、开始充电时间、结束充电时间；

- f) 订单状态;
- g) 电费、服务费;
- h) 交易金额、优惠金额、实际交易金额;
- i) 交易结束原因;
- j) 尖电量、峰电量、平电量、谷电量;
- k) 抄表电量、电表总起值、电表总止值。

4.2.3 实时检测数据

实时检测数据应至少包括:

- a) 充电桩编号;
- b) 充电桩输出电流;
- c) 充电桩输出有功功率;
- d) 充电桩输出无功功率;
- e) 充电桩功率因数;
- f) 充电桩运行状态及运行状态变化数据;
- g) 充电桩故障状态检测;
- h) 充电计量与计费。

4.3 数据预处理

4.3.1 数据校验

数据校验应至少包括以下步骤:

- a) 对上传数据的完整性进行校验, 数据内容应与 4.2.2、4.2.3 内容保持数量一致;
- b) 对上传数据的可用性进行校验, 数据内容应满足数值约束;
- c) 对上传数据的合理性进行检验, 应对充电桩历史订单数据充电时间顺序、交易电量、交易金额进行检验。

4.3.2 数据缺失值清理

数据缺失值清理应至少包括以下步骤:

- a) 变量的缺失率较高(大于 80%), 且变量与目标变量的相关性较低, 允许删除变量;
- b) 变量的缺失率较低(小于 50%), 且变量与目标变量的相关性较低, 允许填充数据, 对于数据符合均匀分布, 用该变量的均值填补缺失, 对于数据存在倾斜分布情况, 采用中位数进行填补;
- c) 变量的缺失率较低(小于 20%), 且变量与目标变量的相关性较高, 允许根据历史数据进行预测填充;
- d) 所有经过修改的数据均应特殊标记;
- e) 所有缺失数据、异常数据均可由人工修改。

4.3.3 数据集成

数据集成应至少包括以下步骤:

- a) 数值型变量应计算相关系数矩阵, 标称型变量应计算卡方检验;
- b) 删除不相关的属性, 来减少数据量;
- c) 分析单变量和目标变量的相关性, 删除预测能力较低的变量;
- d) 将现有数据降低到更小的维度, 并对数据进行规范化、离散化、稀疏化处理;
- e) 不同数据源, 应保持规范化, 可以通过对数据进行缩放, 放到统一的量纲中。通过使用 Min-max 规范化方法处理原始数据。其计算公式表示为: 新数值 = (原数值 - 极小值) / (极大值 - 极小值)。从而将原始数据变换到[0, 1]的空间中。

4.3.4 数据规约变换

数据规约变换应至少包括以下步骤:

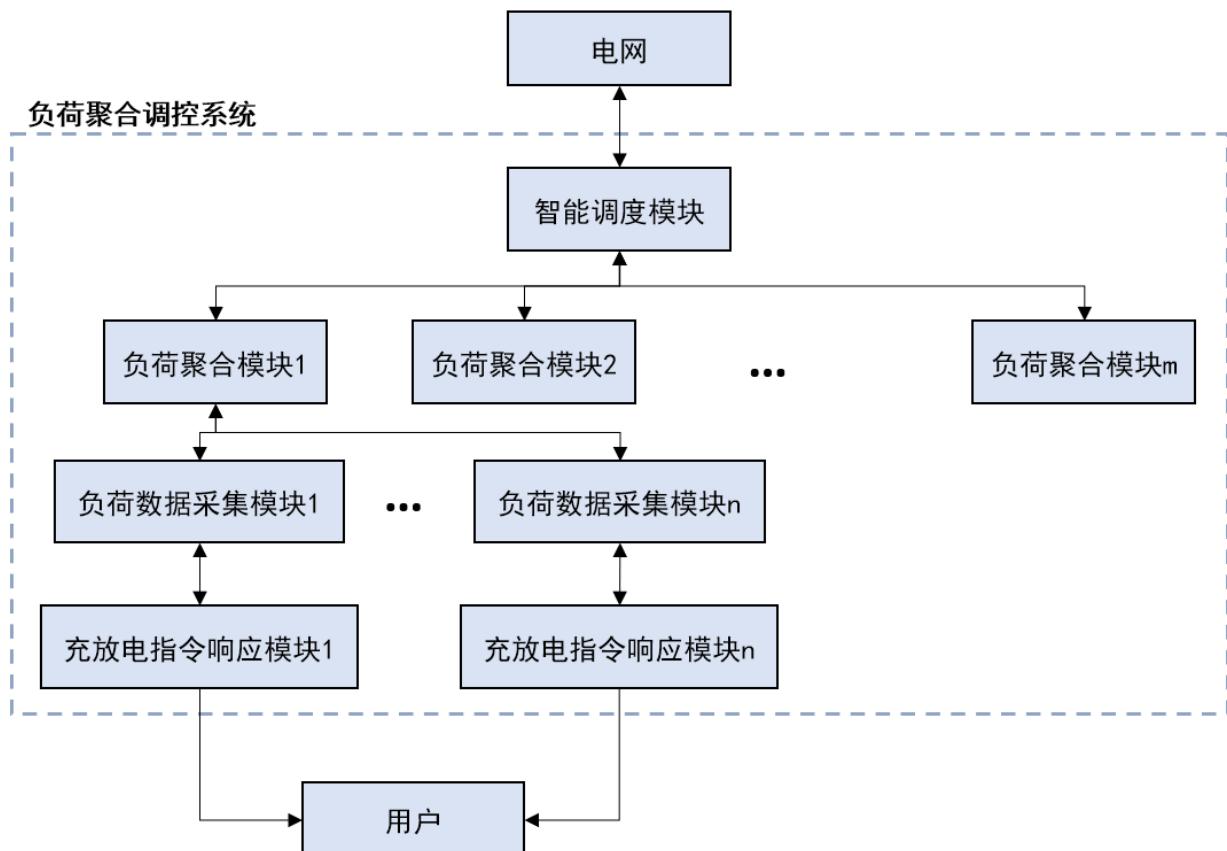
- a) 利用文件传输协议实现数据共享和交换;
- b) 在应用系统之间约定文件服务器地址、文件命名规则、文件内容格式等参数;

- c) 通过文件服务器的文件上传和下载，完成数据交互；
- d) 进行属性规约，通过属性合并来创建新的属性维数，或者直接通过删除不相关的属性来减少数据维数；
- e) 通过属性合并，将一些旧属性合并为新属性；
- f) 进行数值规约，通过选择替代的、较小的数据来减少数据量；
- g) 利用参数回归，使用一个模型来评估数据，只需存放参数，而不需要存放实际数据。

5 负荷聚合调控系统

5.1 基本构成

负荷聚合调控系统基本构成应至少包括智能调度模块、负荷聚合模块、负荷数据采集模块、充放电指令响应模块。在智能调度模块的主导下，负荷采集模块应采集台区负荷变化曲线数据上报系统。根据上述数据，智能调度模块应下达调控指令，实施有序负荷调控，系统架构如下图。



5.1.1 智能调度模块

智能调度模块负责多个台区负荷的协同控制管理，应至少包括电力需求分析、充放电负荷优化调度、充放电负荷有序调控策略生成及下达的功能。换电站电动汽车完成更换电池后，电池充电行为与充电型电动汽车充电过程相类似，可视作同一充电过程，同样对电池充电过程进行有序充放电调控。

5.1.2 负荷聚合模块

负荷聚合模块负责每个台区实时的充放电负荷监控及聚合，台区内的充电站可以通过闵可夫斯基求和等方法，实现大规模电动汽车可调度域的聚合，并通过负荷数据采集模块上报台区预测的可调度充放电负荷数据，负荷聚合模块应具有计算各个台区内的总负荷量及可调度量的功能。

5.1.3 负荷数据采集模块

负荷终端作为充放电设施负荷采集管理设备，应可实现充放电设施负荷数据收集、上报告区负荷曲线数据等作用。充电设备监控系统基本功能应满足 GB/T 29781 中 8.2 的规定。

5.1.4 充放电指令响应模块

接入虚拟电厂平台负荷聚合调控的充放电设施供电系统应符合 NB/T 33018 的规定。其中，负责响应充电指令的交流、直流充电桩在参与指令响应时，充电桩性能需符合 GB/T18487. 1-2015 标准要求。并以利润激励参与虚拟电厂的电动汽车聚合商，为电网提供各类辅助服务。

5.2 功能要求

5.2.1 充放电负荷聚合计划调度周期应不超过 5 分钟，可根据充放电峰谷期实际情况进行调整。尽量将电动汽车电池充放电聚合负荷调控到谷段充电，若台区充电站上报的预测可调度容量充足，则做满功率调度安排，容量不足，则在保证需求侧负荷的前提下做减载调度安排；预测谷段不能满足充放电需求（含容量、用车时间），峰段尽早补充空缺。

5.2.2 虚拟电厂监测容量不足时，应采取减小充电功率或调度少量换电资源等措施，监测容量充足时，应提升到额定功率充电或调度更多换电电池进行充电；考虑较为极端的情况，监测容量严重不足时，最小功率充电措施；当台区越限时，应依序切除后来充电负荷及换电电池充电负荷；若通过以上措施仍不能保证电网安全运行时，虚拟电厂应切除全部充放电负荷。

5.2.3 虚拟电厂监测容量充裕时，应恢复先来充电负荷。上述实时调度策略是根据电动汽车的充电功率可调节功能进行规定，若电动车辆具备延时启动、断电续充功能时，则可参照实施更优的充电计划调度方式。

5.2.4 评估告警。负荷聚合平台监测台区充放电负荷，当充放电负荷占满谷段、拉平峰段后仍不满足台区内充电需求时，主站平台应发出扩容评估告警。

5.3 软件要求

5.3.1 聚合调控软件应包含完善的、通用的、安全的数据库存储模块，用于存储电动汽车充电起始和结束时间、电动汽车充电功率、换电电池充放电时间、各台区充电容量等 4.1、4.2 包括的数据。

5.3.2 聚合调控软件应采用模块化架构，各模块之间相互独立，协作运行，避免单个模块故障时影响整个系统。

5.3.3 聚合调控软件应具备较强的安全性，对各账户进行分权限管理，确保系统安全运行。

5.3.4 聚合调控软件应具有较强的可扩展性。

5.3.5 聚合调控软件应具有良好的人机交互操作，界面至少具有以下功能：实时充放电负荷数据的曲线展示界面，并支持动态展示更新；指定日期的历史充放电负荷数据查询界面；数据统计分析界面，包含饼状图、柱状图、表格多种可视化展示方式。

6 充放电负荷调控

6.1 负荷调控指令

6.1.1 应支持充电站负荷调节量、设备响应开始时间、负荷调节方向以及设备响应持续时间的设定。

6.1.2 应支持终端负荷响应级别设定，如秒级、分钟级、15 分钟、30 分钟等。

6.1.3 应支持不同区域范围内的充电站进行负荷调节指令设定。

6.2 指令下发

应支持按照终端响应设备类型，对下发指令进行安全校验，包括但不限于：

- a) 调节能力校验：下发至终端的负荷调控指令应不超过负荷聚合模块实时上送的聚合对象负荷调节范围、调控市场和用电状态约束等（如电池电量状态）；
- b) 数据质量校验：当终端负荷调控对象状态数据检测异常时，不应下发调控指令，可结合中间环节的环境不确定性和负荷时间延迟特性，进行自适应预控；
- c) 安全约束校验：负荷调控指令方向以及目标值不应恶化调控对象安全运行要求；
- d) 调节响应校验：终端负荷调控对象未实际跟踪上次指令并反向调节超过限值时不应下发新的指令。

6.3 负荷调控交互过程

- 6.3.1 应支持智能调度模块根据分析决策计算生成负荷调控策略。
- 6.3.2 应支持根据负荷调控策略，自动完成响应负荷调控指令的终端设备选择以及调控指令设定。
- 6.3.3 应支持人工发起负荷调控流程，应支持手动调整调控指令值并对设定的调控指令进行修改。
- 6.3.4 智能调度模块与充电站运营商平台间进行负荷调控时应满足调控指令预置、调控指令执行等交互过程，具体技术要求如下：
 - a) 智能调度模块向负荷聚合模块发送负荷调控预置指令；
 - b) 充电站运营商平台在收到负荷调控预置指令后，对调控指令进行校核确认，并向发送指令的系统返回反校指令；
 - c) 智能调度模块接收到返回的负荷调节预置反校指令后，对反校指令进行判断，如反校失败则终止交互过程，并下发调节撤销指令；如反校成功，则下发负荷调节执行指令；
 - d) 充电站运营商平台接收到负荷调控系统发出的调节执行指令后，回复负荷调节执行确认指令，并按时间要求，由充放电指令响应模块完成调节过程，并上送调节执行结果信息。

7 数据上报

7.1 充放电设备状态数据

- 7.1.1 充电场向负荷聚合平台实时上传充电桩运行状态数据、充电功率、实时上报充电站充放电负荷预测数据、故障计划检修，时间分辨率不小于 5 分钟。
- 7.1.2 充电场向负荷聚合平台报送运行充电桩数量、充电桩运行状态变化数据、充电订单状态数据，时间分辨率不小于 5 分钟。
- 7.1.3 充电桩设备应实时自动向充电场上传实时单充电桩充电量需求数据、充电功率变化数据、开始充电时间、结束充电时间数据，充电计量数据，时间分辨率不小于 5 分钟。

7.2 充放电设备指令数据

- 7.2.1 负荷聚合商应每 5 分钟向充电场下发负荷调控要求数据、升降充电负荷数据、调控时间数据。
- 7.2.2 充电场应每 5 分钟向每个充电桩下发充电负荷调整数据、运行状态调整指令、充电功率调整指令、充电功率调整数据。

7.3 充放电设备调节性能评价

- 7.3.1 响应设备应向负荷聚合平台上传接收调控指令时间、负荷调控要求、响应调控指令时间、实际响应负荷数据，以每 5 分钟一组数据形式上报。
- 7.3.2 应能根据虚拟电厂主站下发负荷调控指令情况，实时计算统计充放电负荷调控性能指标，按照指定周期将统计结果通过文件或数据库同步等方式提供给考核分析类应用。
- 7.3.3 调节性能指标至少应包括充电站设备响应速率、终端设备响应延时度、调节相似度和调节精准度等指标。
- 7.3.4 调节性能评价应支持对聚合商单次调节指令性能评价、固定周期（例如 5 min）调节性能评价以及长周期（日、月、年）整体调节性能指标统计评价。
- 7.3.4 调节性能评价不仅包括各区域充电站聚合负荷控制对象，还应包括对终端单体负荷调节贡献评价。

附录 A
(规范性附录)
基础数据规范化管理

A.1 完善数据字段

- A.1.1 建立规范数据字段，在数据输入前明确需要使用的字段内容。
- A.1.2 若输入数据所含字段少于所规定的字段，则空置相应字段。
- A.1.3 若输入数据所含字段多于所规定的字段，则舍弃多余字段。

A.2 统一编码规则

- A.2.1 命名：较短的单词可通过对掉“元音”形成缩写；较长的单词可取单词的头几发符的优先级，并用括号明确表达式的操作顺序，避免使用默认优先级。
- A.2.2 变量：去掉没必要的公共变量；构造仅有一个模块或函数可以修改、创建，而其余有关模块或函数只访问的公共变量，防止多个不同模块或函数都可以修改、创建同一公共变量的现象；仔细定义并明确公共变量的含义、作用、取值范围及公共变量间的关系。
- A.2.3 编码规则：统一使用 UNICODE 编码。