

虚拟电厂自动响应技术规范

1 范围

本文件规定了虚拟电厂自动响应模块与虚拟电厂管理云平台、需求侧实时管理平台、自动响应终端之间的自动响应交互架构、交互信息和接口，虚拟电厂自动响应功能，虚拟电厂自动响应性能等要求。

本文件适用于聚合资源容量大于 6 兆瓦的虚拟电厂自动响应模块的设计、建设、安装、调试及运行和检测。

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 30149
GB/T 31464 电网通用模型描述规范
GB/T 36572 电网运行准则

电力监控系统网络安全防护导则

DL/T 476 电力系统实时数据通信应用层协议

DL/T 634.5104 远动设备及系统 第 5-104 部分：传输规约 采用标准传输协议集的 IEC 60870-5-101 网络访问

DL/T 860 电力自动化通信系统和网络

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 虚拟电厂 Virtual powerplant

为满足参与电网调节运行和市场运营业务需求，在本地或云端部署自动化信息系统，实现分布式电源、储能系统、可控负荷、电动汽车等资源的聚合、数据采集、协调优化、控制指令分解，形成虚拟等效的对外功率调节服务，作为一个特殊电厂参与电力市场和电网运行的逻辑实体，可由负荷聚集商、虚拟电厂运营商等第三方独立主体运营。

3.2 虚拟机组 Virtual power-generating unit

虚拟机组是指由软件系统远程控制和优化的一组分布式能源资源，如小型发电站、储能单元和可控负荷，它们作为一个整体参与电网的运行和电力市场交易，以提高电网的灵活性和效率。

3.3 虚拟电厂管理云平台 Virtual powerplant management platform

基于调控机构调度控制系统平台部署的满足相关网络安全防护等级要求的，可接入调控业务平台，承担与聚合商平台间交互监视、控制和电力市场等相关数据的功能模块和系统级应用，是传统调度自动

化系统功能的外延拓展，具备虚拟电厂接入管理、可调节能力评估、调控邀约发布与组织交易，出清计算、调度指令下发、自动功率控制、收益计算分配、资源统计查询等功能。

3.4 需求侧实时管理平台 Demand sidereal-time management platform

基于调控机构调度控制系统平台部署的满足相关网络安全防护等级要求的，可接入调控业务平台，承担与聚合商平台间交互监视、控制和电力市场等相关数据的功能模块和系统级应用，是传统调度自动化系统功能的外延拓展，具备虚拟电厂接入管理、可调节能力评估、调控邀约发布与组织交易，出清计算、调度指令下发、自动功率控制、收益计算分配、资源统计查询等功能。

3.5 虚拟电厂自动响应 Virtual powerplant automatic response

虚拟电厂的自动响应是指虚拟电厂利用先进的信息通信技术和智能控制系统，对电网运行状态和电力市场的需求变化进行实时监测和分析，自动调整其聚合的分布式能源资源（如分布式发电、储能系统、可控负荷等）的运行模式和输出功率，以响应电网供需平衡、优化能源配置和提高电力系统运行效率的能力。这种自动响应能力使得虚拟电厂能够灵活地参与电力市场的需求响应和辅助服务，有效支撑电网的安全稳定运行，并在电力市场中获取经济收益。

3.6 虚拟电厂自动响应模块 Virtual powerplant automatic response module

基于虚拟电厂运营管控平台部署的满足相关网络安全防护等级要求的，可实现自动调控的模块。根据电力市场情况，自动发现、自动聚合可响应资源；接收电网调度指令后自动决策、自动执行响应策略，向自动响应终端发出控制响应信号，接收响应结果后自动评价响应效果。

4 符号、代号和缩略语

下列符号、代号和缩略语适用于本文件。

VPP：虚拟电厂（Virtual powerplant）

AGC：自动发电控制（Automatic generation control）

SOC：荷电状态（State of charge）

5 总则

- a) 虚拟电厂自动响应模块，应符合国家有关的技术标准、行业标准和有关的国际标准的基本原则，满足 GB/T 32672-2016《电力需求响应系统通用技术规范》总则要求；
- b) 虚拟电厂自动响应应符合 GB/T 31464-2022《电网运行准则》的基本要求；
- c) 虚拟电厂自动响应模块应符合 DL/T 1759-2017《电力负荷聚合商需求响应系统技术规范》平台总体架构要求；
- d) 参与虚拟电厂自动响应的资源应根据资源特性、时间尺度、地理区域、控制区域、公共连接点、市场主体等灵活选择；
- e) 虚拟电厂自动响应投入运行前应通过相应的验证和检测。

6 虚拟电厂自动响应交互架构、交互信息和交互接口

6.1 虚拟电厂自动响应交互架构

虚拟电厂自动响应模块依托虚拟电厂运营管控平台，同时与虚拟电厂管理云平台、需求侧实时管理平台互动，面向参与电网供需互动的工业园区用户、高新技术产业园区用户、工业企业用户和商业楼宇等用户提供应用服务，支持典型工业负荷、集中式空调系统、分散式空调系统、电热水器、电热锅炉、电冰箱、用户侧分布式电源、电动汽车、充电站、换电站、智能家电等各类型灵活资源接入，具备响应资源自动发现、响应资源自动聚合、响应策略自动决策、响应策略自动执行、响应效果自动评价等功能，满足削峰、新能源消纳、能效提升等不同场景应用，支撑需求侧资源参与电网互动。虚拟电厂自动响应交互架构示意图如图 6-1 所示。

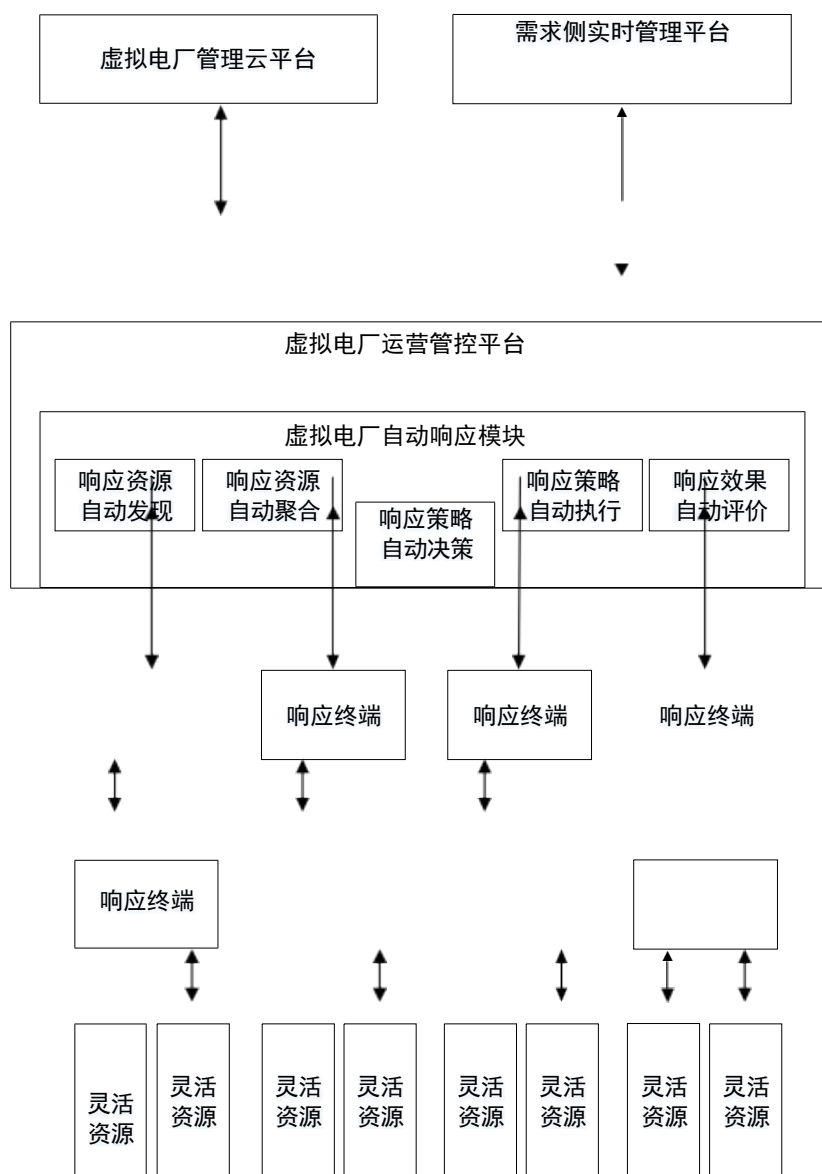


图6-1：虚拟电厂自动响应交互架构示意图

6.2 虚拟电厂自动响应交互信息

虚拟电厂自动响应交互信息包括：

- a) 用户信息；
- b) 灵活资源信息；
- c) 响应终端信息；
- d) 响应类型信息；
- e) 响应功率信息；
- f) 响应策略信息；
- g) 资源实时运行数据信息；
- h) 设备实时状态数据信息；
- i) 实时响应数据信息；

j) 响应效果评价交互信息。

虚拟电厂自动响应交互信息包括对上与对下两部分，对上与虚拟电厂管理云平台、需求侧实时管理平台分别交互，对下与响应终端交互。交互信息示意图如图 6-2 所示。

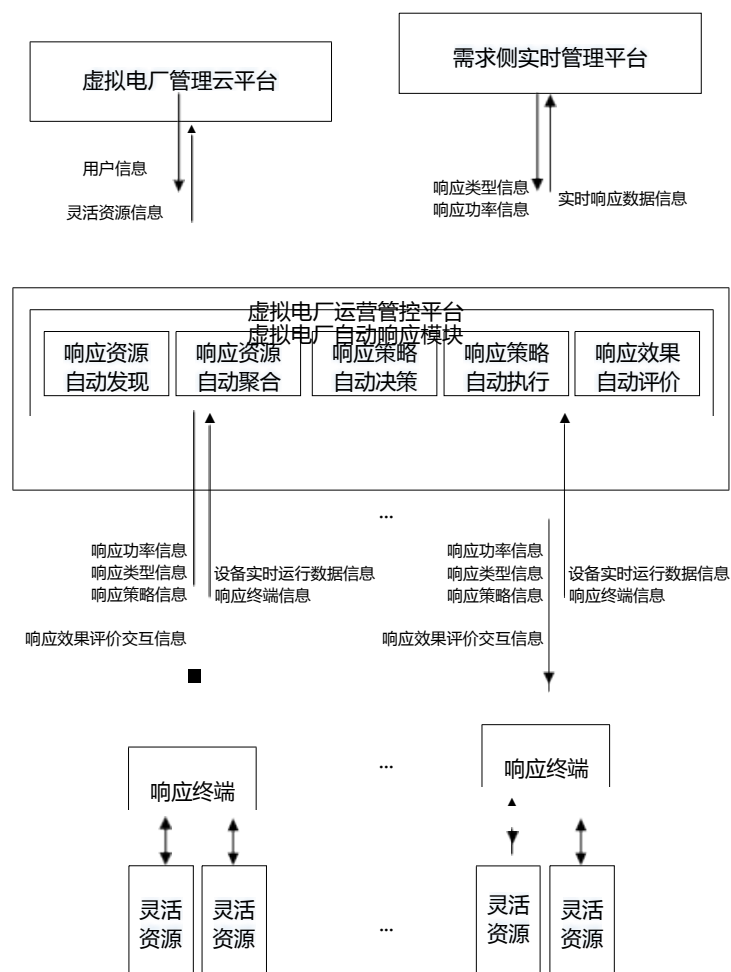


图6-2：虚拟电厂自动响应交互信息

6.2.1 虚拟电厂自动响应模块与虚拟电厂管理云平台的交互信息

虚拟电厂自动响应模块与电网调度的虚拟电厂管理云平台进行交互，应根据虚拟电厂参与的业务类型确定数据构成和频次，包含模型类数据和运行类数据，应符合《虚拟电厂系统通用技术条件》的要求。

虚拟电厂自动响应电网业务包括但不限于：

- a) 虚拟电厂自动响应电网调峰业务：虚拟电厂作为一个整体，接受调度调峰指令，并通过主站平台将调度调节指令下发至各接入资源进行调节响应，实现上调峰、下调峰的功能。日前，虚拟电厂向调度报送最大技术出力、最小技术出力、可深度调峰能力、调峰容量、最大运行时间、最小运行时间、最小停机时间等信息。调度机构根据次日供需情况或现货市场运行情况，安排（或市场出清）虚拟电厂次日的开停机计划及发电出力曲线。在执行当日，虚拟电厂按照日前计划出力曲线调峰运行。当系统有深度调峰需求时，调度机构可通知虚拟电厂开展深度调峰、降低出力（可以降低到负值）的指令，虚拟电厂按调度要求退出 AGC，提供深度调峰服务。业务流示意图如图 6-3 所示。

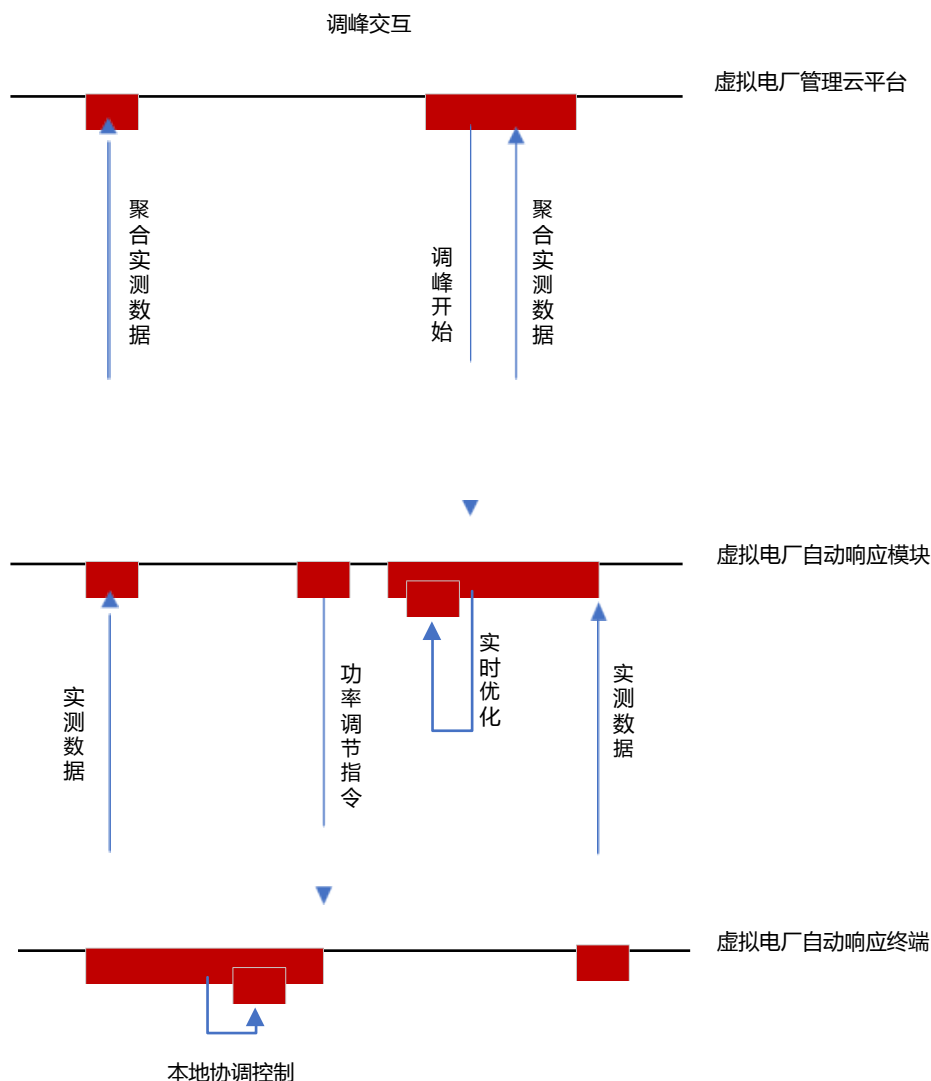


图6-3：虚拟电厂自动响应电网调峰业务

- b) 虚拟电厂自动响应电网调频业务：虚拟电厂通过终端接入的储能电池、分布式燃机等快速调频资源，自动响应调频业务，采用“日前申报，日内调用”的方式参与。在执行日前，虚拟电厂向电力系统调度机构申报调频容量、最大运行时间、最小停机时间等基本参数，调度机构根据负荷预测、各机组出力、电网安全校核等情况，在日前进行出清，并将中标量（计划模式）或中标量价（现货辅助服务模式）等信息下达给虚拟电厂；在运行当日，虚拟电厂接收调度调频指令（AGC 功率指令），通过协调控制用户侧储能、分布式燃机等快速调频资源出力，跟踪并响应调度系统的 AGC 指令，响应的结果满足二次调频的性能要求。业务流程示意图如图 6-4 所示。

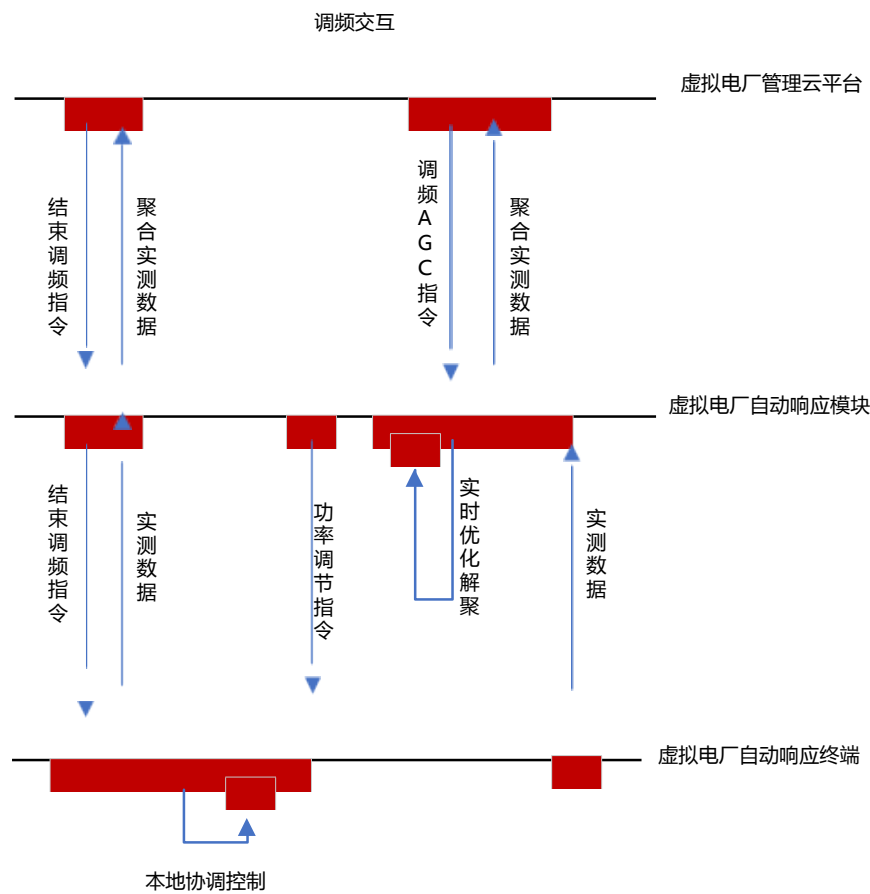
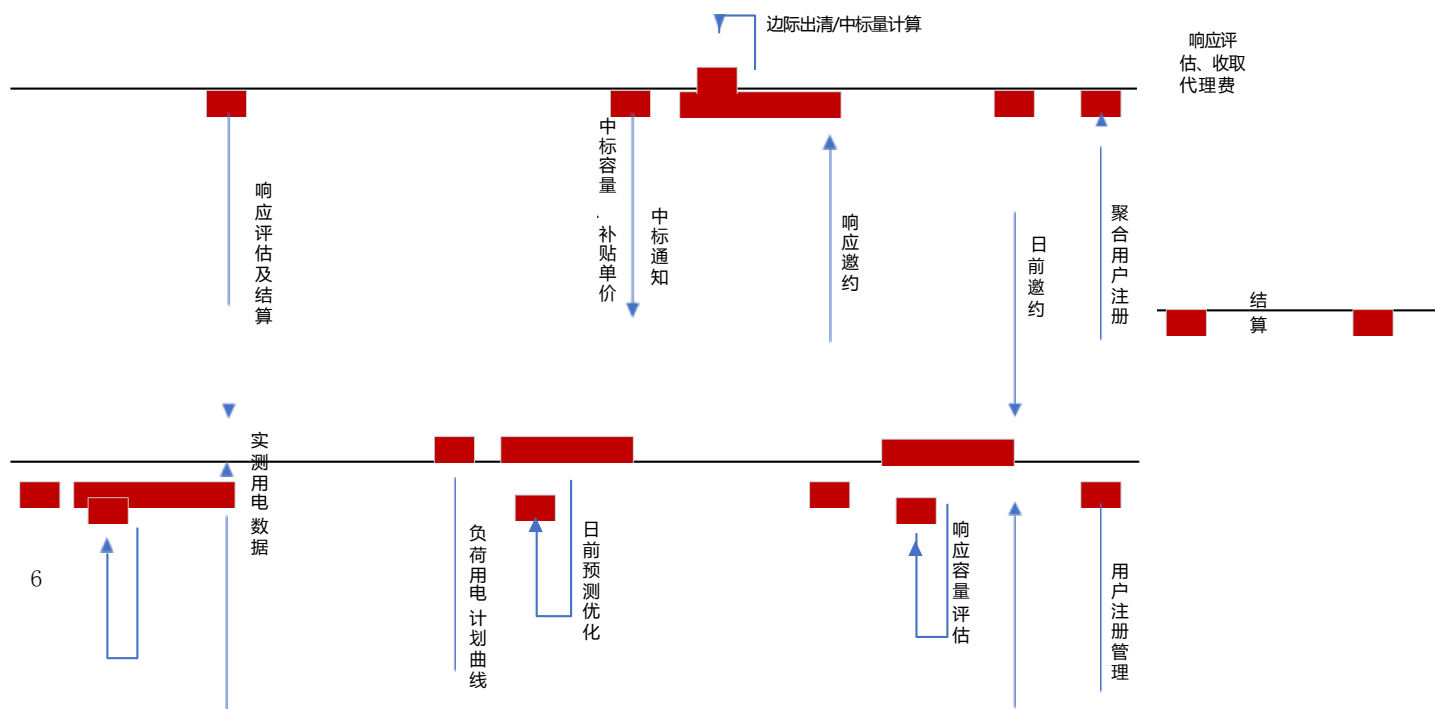


图6-4：虚拟电厂自动响应电网调频业务

c) 虚拟电厂自动响应需求响应业务：虚拟电厂运营管控平台通过评估接入资源可响应的容量范围，根据评估结果优化日前需求响应策略参与需求响应。此外，虚拟电厂平台的需求响应功能也将包含实时优化功能，在未来实时需求响应市场中，接收调节指令，并将调节指令下发给参与的用户资源进行实时调节。业务流程示意图如图 6-5 所示。



T/ZJSEE XXXX-YYYY

需求侧实时 管理平台

虚拟电厂自 动响应模块

虚拟电厂自
动响应终端

本地响应调节

图6-5：虚拟电厂自动响应需求响应业务

6.2.2 虚拟电厂自动响应模块与需求侧实时管理平台的交互信息

虚拟电厂自动响应模块通过评估接入资源可响应的容量范围，根据评估结果优化日前需求响应策略参与需求响应。此外，平台的需求响应功能也将包含实时优化功能，在未来实时需求响应市场中，接收调节指令，并将调节指令下发给参与的用户资源进行实时调节。虚拟电厂自动响应模块与需求侧实时管理平台的交互信息示意图如图 6-6 所示。

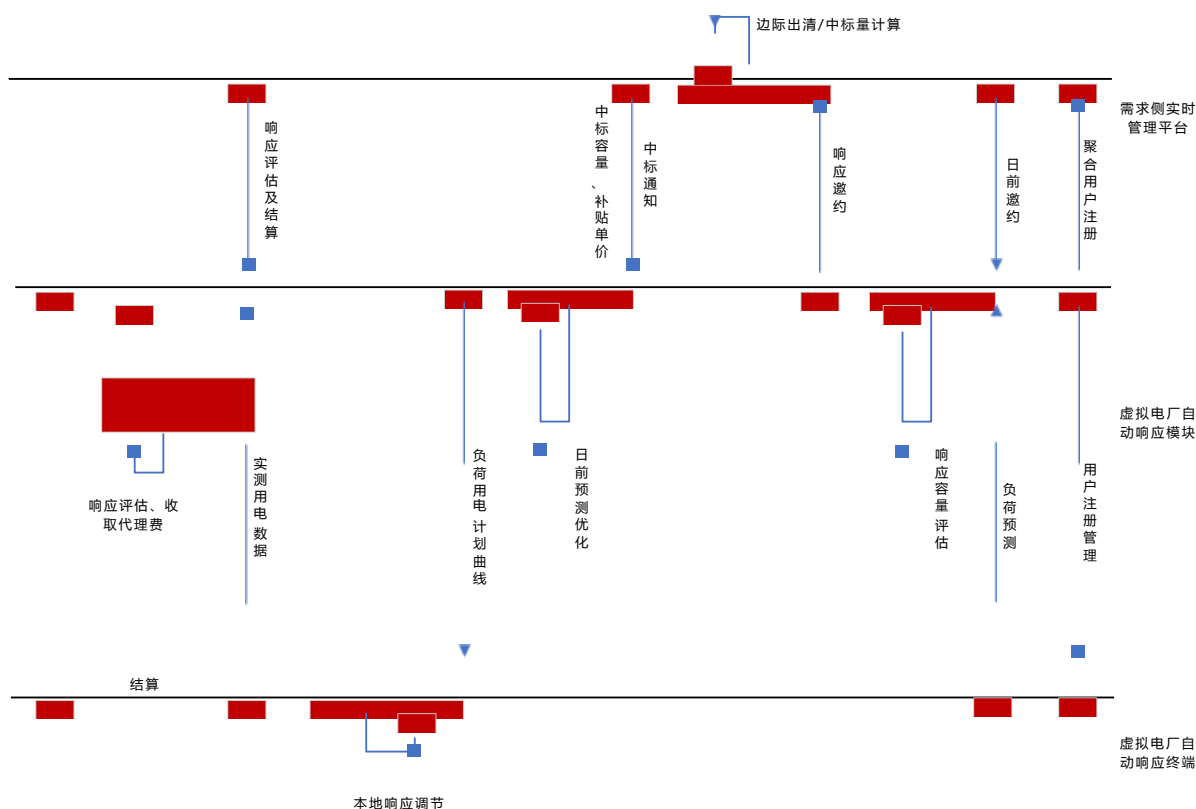


图6-6：与需求侧信息管理平台信息交互图

6.2.3 虚拟电厂自动响应模块与响应终端的交互信息

6.2.3.1 交互信息描述应符合GB/T 30149-2019《电网通用模型描述规范国家标准》的要求；

6.2.3.2 实时交互数据应符合DL/T 476-2012《电力系统实时数据通信应用层协议》和DL / T 634.5104-2009《远动设备及系统-第5-104部分：传输规约采用标准传输规约集的IEC 60870-5-101网络访问》的要求；

6.2.3.3 交互信息的格式和内容见附录A。

6.2.4 虚拟电厂自动响应业务交互信息流程图

虚拟电厂自动响应业务交互信息流程图如图 6-7 所示：

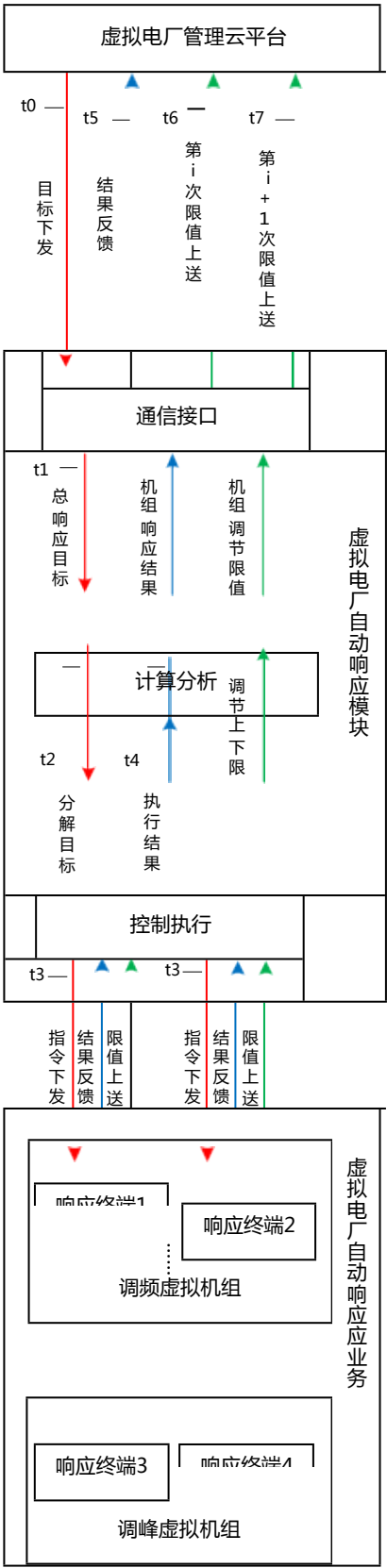


图6-7：虚拟电厂自动响应业务信息交互流图

其中：

- a) t_5-t_0 为虚拟机组单次自动响应时间；
- b) t_2-t_1 为虚拟电厂自动响应模块自动决策分析计算时间；
- c) t_4-t_3 虚拟电厂自动响应模块下发控制命令到响应终端执行响应的的时间；
- d) t_7-t_6 虚拟电厂自动响应模块信息上送时间间隔。

6.3 虚拟电厂自动响应交互接口

虚拟电厂自动响应模块对上包括与虚拟电厂管理云平台、需求侧实时管理平台的交互接口，对下包括与各响应终端的交互接口。

6.3.1 虚拟电厂自动响应模块与虚拟电厂管理云平台的交互接口

虚拟电厂自动响应模块与虚拟电厂管理云平台的交互信息内容包括各响应虚拟机组的基本信息、可调节功率、调节速率、调节时间、虚拟机组聚合实时数据、聚合响应信息及调度下发的调节功率目标

值等。

虚拟电厂实时交互接口应遵循 DL/T 634.5104 《远动设备及系统 第 5-104 部分：传输规约 采用标准传输协议集的 IEC 60870-5-101 网络访问》的要求；支持 IEC 60870-5-104 规约；支持 DL 476-92 《电力系统实时计算机数据通信应用层协议》的要求；支持 Web Service、E 文件等通用接口：

- a) 模型数据接口：模型数据交互包括虚拟电厂管理云平台发起召唤、虚拟电厂运营管控平台主动上送以及模型信息下发等方式。业务标识中的应用业务描述和子描述扩展说明见附录 A；
- b) 量测数据接口：量测数据交互包括实时数据召唤、实时数据变化上送和历史数据补招等方式。数据召唤分为总加数据召唤和单体数据召唤。业务标识中的应用业务描述和子描述扩展说明见附录 A；
- c) 控制数据接口：虚拟电厂自动响应模块调节互动采用“预置-预置反校-执行-执行反校-上送结果”方式，如图 6-7 所示。业务标识中的应用业务描述和子描述扩展说明见附录 B。虚拟电厂自动响应模块与虚拟电厂管理云平台之间控制数据交互应满足预置、执行等交互过程，要求如下：
 - 1) 负荷虚拟电厂管理云平台向虚拟电厂自动响应模块发送负荷调节预置指令；
 - 2) 虚拟电厂自动响应模块平台接收到预置指令后，对调节指令进行校核确认，并向虚拟电厂管理云平台返回负荷调节预置反校指令。

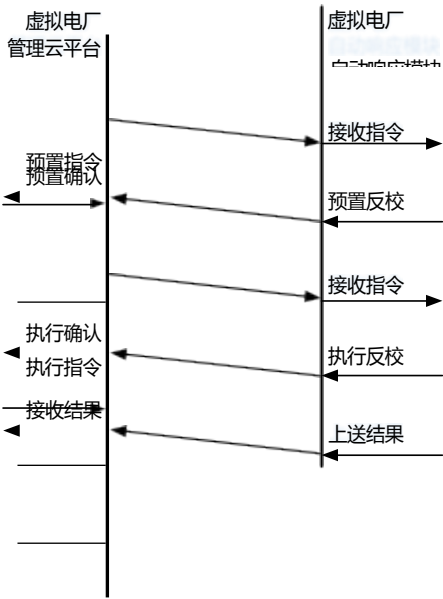


图6-8：虚拟电厂自动响应模块调节互动图

- d) 计划数据接口：计划数据交互包括虚拟电厂管理云平台发起计划数据召唤和虚拟电厂运营管控平台计划数据主动上送两种方式。市场数据交互包括聚合商上送市场申报数据、收益分配数据和虚拟电厂管理云平台下发市场出清结果、市场收益结果两部分。按照电力通信规约如 DL/T 634.5101 《DL/T 634.5101-远动设备及系统-第 5-101 部分：传输规约基本远动任务配套标准》、DL/T 634.5104-2009 《远动设备及系统-第 5-104 部分：传输规约采用标准传输规约集的 IEC 60870-5-101 网络访问》、DL/T 476-92 《电力系统实时计算机数据通信应用层协议》等规范，实现基于串口通信协议或 TCP/IP 网络协议的数据交互。

6.3.2 虚拟电厂自动响应模块与需求侧实时管理平台的交互接口

虚拟电厂自动响应模块与需求侧实时管理平台的接口，主要用于交互需求侧响应计划实施过程中的计划信息、执行效果信息等：

- a) 虚拟电厂自动响应模块与需求侧实时管理平台之间，可按照信息交互的实际需要，选择合适的接口实现方式，包括但不限于 Message Queue、WebService 等方式。虚拟电厂自动响应模块与需求侧实时管理平台间信息交互，应选择使用统一的信息交换模型、数据模型，并保证数据交互的时效性；
- b) 明确定义接口的名称、功能和作用，确保接口的一致性和可识别性；
- c) 数据格式与结构：规定数据交换的格式（如 JSON、XML），并详细描述数据结构和字段含义；
- d) 通信协议：指定使用的通信协议（如 HTTP、MQTT），并详细说明协议的使用方法和参数；

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/328070060024006117>