



中华人民共和国国家标准

GB

虚拟电厂资源配置与评估技术规范

Specification for virtual power plant resource allocation and
evaluation technology

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 术语和定义	1
3 总则	1
4 虚拟电厂性能要求	2
5 虚拟电厂资源分析	3
6 虚拟电厂资源配置	4
7 虚拟电厂项目评估	4
附录 A（资料性） 虚拟电厂资源配置与评估实例	13
参考文献	16

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。

本文件由中国电力企业联合会提出。

本文件由全国电力需求侧管理标准化技术委员会（SAC/TC575）归口。

本文件主要起草单位：

本文件主要起草人：

虚拟电厂资源配置与评估技术规范

1 范围

本文件规定了虚拟电厂性能要求、资源分析、资源配置、项目评估技术规范。
本文件适用于虚拟电厂运营商进行合理配置、开发与评估。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

2.1

虚拟电厂 virtual power plant; VPP

实现分布式发电、储能设备和可控负荷的聚合、优化和控制的组织或系统。

注：该组织或系统的目的是参与电力系统运行和电力市场。

2.2

虚拟电厂资源 VPP resources

可纳入虚拟电厂管理的能够提供电能量或功率调节能力的资源，包括分布式发电、储能设备和可控负荷等。

注：分布式发电、储能设备和可控负荷不一定在同一地理区域内。

2.3

虚拟电厂资源聚合 VPP resource aggregation

通过对分布式资源模型进行挑选、分析、归类、整合，形成能够被系统调用的聚合单元的过程。

2.4

虚拟电厂运营商 VPP operator

开展虚拟电厂资源聚合业务，并参与电力系统运行或电力市场的主体。

2.5

虚拟电厂发电量 VPP generation

一段时间内虚拟电厂资源生产电能量的累加值。

2.6

虚拟电厂资源配置 VPP resource allocation

考虑资源类别、资源电气位置、资源容量等因素，选择接入资源或新建资源的过程。

2.7

虚拟电厂项目评估 VPP project evaluation

针对虚拟电厂资源配置方案，计算各类经济性或技术性指标，并进行方案评估。

3 总则

3.1 目标

通过调研当地能源资源，确定虚拟电厂建设需求、技术要求、基础构成、设计流程、资源配置方案和评估技术，为虚拟电厂建设提供指导。

3.2 原则

虚拟电厂资源配置应足够灵活，实现不同虚拟电厂外特性需求，促进能源与信息深度融合，服务电力市场，取得社会效益，满足当前及未来的电网发展需求。

虚拟电厂资源配置应促进智能配电和能源互联网应用创新，实现供电可靠、运行灵活、节能环保、远近结合、适度超前。

3.3 工作流程

虚拟电厂资源配置与评估流程如图 1：

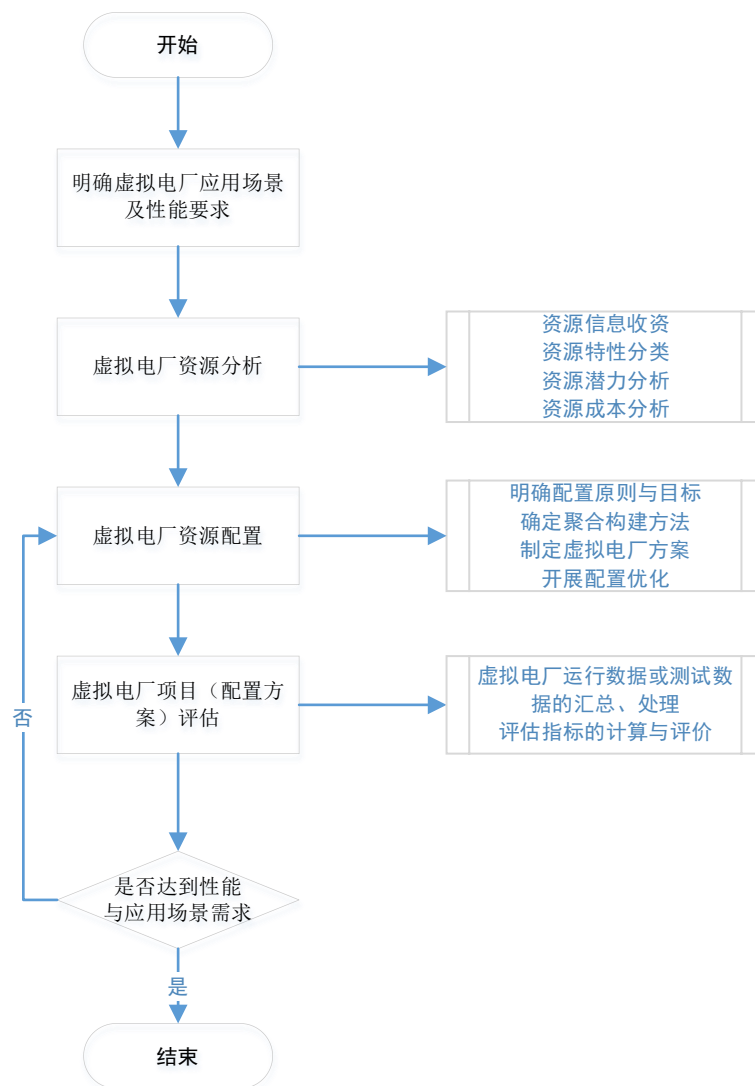


图1 虚拟电厂资源配置与评估流程

4 虚拟电厂性能要求

4.1 性能指标

虚拟电厂主要性能指标应包括但不限于：

- 发电容量：虚拟电厂输出功率最大值。
- 年发电量：虚拟电厂全年累计输出电量。
- 调节容量：虚拟电厂能达到的最大功率与最小功率的差值。
- 响应时间：虚拟电厂自接收指令开始到开始动作的时间。
- 爬坡率：虚拟电厂每分钟的最大调节功率占调节容量的百分比。
- 调节偏差率：虚拟电厂实际调节功率与目标调节功率的差值占目标调节功率的百分比。
- 持续时间：虚拟电厂达到目标功率，且维持在一定范围内的稳定输出时间。

4.2 应用场景及性能要求

4.2.1 概述

虚拟电厂应具备提供电能量或功率平衡的能力，并参与电网互动服务或电力市场交易，提供削峰填谷、调频、备用等服务。

4.2.2 参与电能量市场

虚拟电厂作为独立主体参与电能量市场。通过基于市场电价、负荷预测以及可再生能源出力的预测，考虑各分布式资源的调节成本，协调各分布式能源单元的发电计划，提供电能量交易功能。虚拟电厂应满足发电容量、年发电量、爬坡率、持续时间等指标要求。

4.2.3 参与电力辅助服务市场

在参与辅助服务市场时，需要在满足基本准入条件的基础上，根据调峰、调频、备用等不同辅助服务交易品种在调节容量、响应时间、调节偏差率等方面不同的技术要求，严格确定虚拟电厂参与辅助服务需满足的技术条件，调配可控资源提供发电功率，保证电网稳定运行。

- a) 参与调峰：虚拟电厂基于聚合资源的上下可调特性，来调节自身总出力，维持电网电量平衡。虚拟电厂应满足调节容量、响应时间等指标要求。
- b) 参与调频：当电力系统频率偏离目标时，虚拟电厂通过调节聚合资源的运行状态，调整有功出力，提供调频服务。虚拟电厂应满足调节容量、响应时间、持续时间等指标要求。
- c) 提供备用：根据实时调度需求，虚拟电厂将调用响应时间合适的分布式资源的备用容量。虚拟电厂应满足调节容量、响应时间等指标要求。

5 虚拟电厂资源分析

5.1 类型分析

虚拟电厂资源可根据其资源属性分为能量输出型和功率调节型，资源可具有双重属性。

能量输出型资源能够向外输出电能量，应具备参与电能量市场等功能，主要包含小型燃气机组、分布式光伏、分散式风电等。

功率调节型资源能够接受调控指令，并在秒级、分钟级或更长时间尺度进行功率调节，调节方向可上调或下调，应具备参与电网调峰、调频等功能，主要包含储能、电动汽车、可控负荷、小型燃气机组等。

5.2 特性分析

5.2.1 信息收集

虚拟电厂运营商应通过用电信息采集系统、新型电力负荷管理系统获取档案信息，包括用户基本信息、报装容量、用户变压器数量及容量、用户上一年签约负荷等。通过用户普查获取用户负荷特性信息、回路开关信息、负荷分路资源信息、用户内部电气拓扑信息，并进行数据校验。

宜通过资源普查构建高精度负荷模型库，形成常态负荷排查流程，建成成套负荷排查工具，形成用户标签，并对普查资源进行数据校核。

5.2.2 指标选取

虚拟电厂资源特性指标宜选取发电容量、调节容量、爬坡率、持续时间、建设成本、运营成本等。

5.2.3 指标测算

——发电容量：资源输出功率的最大值，可由历史数据或实测获取。

——调节容量：资源输出功率能达到的最大值与最小值的差值，可由历史数据或实测获取。

——爬坡率：虚拟电厂每分钟的最大调节功率占调节容量的百分比，可由历史数据或实测获取。

——持续时间：资源达到目标功率，且维持在一定范围内的稳定输出时间，可由历史数据或实测获取。

——建设成本：资源参与虚拟电厂的初期投资成本，包括资源接入虚拟电厂所需通信、控制、终端设备成本，以及资源签约成本。可由资源类型、资源规模等信息估算得到。

——运营成本：资源在虚拟电厂运营中每生产 1 单位电能增加的成本，可由历史数据获取。

6 虚拟电厂资源配置

6.1 原则

虚拟电厂在进行资源配置时应遵循外部有效性原则、节能环保原则以及经济型原则：

- a) 外部有效性原则：虚拟电厂在资源配置过程中应考虑资源聚合所形成虚拟电厂外特性的有效性，应作为一个整体对外展现出有效、可量测的调节特性，实现功率调节或电量调节；
- b) 节能环保原则：虚拟电厂在资源配置过程中应综合考虑节能减排、促进新能源消纳等效果；
- c) 经济性原则：虚拟电厂在资源配置过程中应综合考虑投资改造成本、运行成本与收益、调节成本与收益等因素。

6.2 方法

虚拟电厂资源配置应基于虚拟电厂目标参与的电能量、调频、调峰、备用等不同场景需求，满足电力规划或虚拟电厂运营商自身生产经营的性能指标要求，满足电网调度对于资源接入地理位置或电气位置的要求，综合考虑资源调节性能和成本，对资源的类型、容量进行优化配置。

虚拟电厂资源配置优化目标可包括：

- a) 虚拟电厂经济性，如建设成本、运行成本、年化综合成本或年化净收益等；
- b) 虚拟电厂发电规模，包括发电容量、年发电量等；
- c) 虚拟电厂调节性能，包括调节容量、响应时间、爬坡率、调节偏差率等；
- d) 虚拟电厂环境效益，可通过加入环境影响因子（如碳排放量）来表达。

前述优化目标也可以转化为虚拟电厂资源配置约束，针对市场电价、可再生能源、用户负荷等带来的不确定性因素，可采用随机优化法、鲁棒优化法进行处理。虚拟电厂运营商通过求解优化问题，得到虚拟电厂资源配置方案。

7 虚拟电厂项目评估

7.1 评估指标计算

7.1.1 经济性指标评估

7.1.1.1 总成本

指虚拟电厂全生命周期成本：

$$TC = FC + E_{lc}VC \cdots \cdots \cdots (1)$$

式中：

TC ——总成本；

E_{lc} ——虚拟电厂全生命周期预计发电量；

FC ——固定成本，即虚拟电厂初期投资成本与运营中的不可变成本；

VC 为可变成本，即虚拟电厂运营中每生产 1 单位电能增加的成本。

$$FC = C_0 + \sum (C_{dev,i} + C_{con,i}) \cdots \cdots \cdots (2)$$

式中：

C_0 ——人员工资、场地、办公设备等成本之和；

$C_{dev,i}$ ——资源 i 参与虚拟电厂所需通信控制设备成本；

$C_{con,i}$ ——资源 i 签约参与虚拟电厂的一次性给付价格。

$$VC = \frac{\sum C_{i,T}}{E_T} \cdots \cdots \cdots (3)$$

式中：

$C_{i,T}$ ——资源 i 在 T 时段内的运行成本；

E_T ——虚拟电厂在 T 时段内的总发电量。

总成本的评估指标为相对于总预算金额的使用率。

$$\eta_{TC} = \frac{TC}{TC_0} \times 100\% \cdots \cdots \cdots (4)$$

式中：

TC_0 ——总预算。

7.1.1.2 收益成本比

指开发虚拟电厂的过程中，在经济运行期内所获得的节能净现金流的现值与运行成本的比值：

$$BC = \frac{B_{VPP}}{VC} \cdots \cdots \cdots (5)$$

GB

式中:

BC ——收益成本比;

B_{VPP} ——虚拟电厂的运行收益。

收益成本比的评估指标为相对于参照值的提升率。

$$\eta_{BC} = \frac{BC - BC_0}{BC_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

BC_0 ——收益成本比的参照值。

7.1.1.3 寿期净收益

指在虚拟电厂的使用期限内，开发资源的收益与成本之差，是虚拟电厂项目开发能否获益的指标:

$$R = E_{lc} B_{VPP} - TC \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

R ——寿期净收益。

寿期净收益的评估指标为相对于参照值的提升率。

$$\eta_R = \frac{R - R_0}{R_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中: R_0 为寿期净收益的参照值。

7.1.2 技术性指标评估

7.1.2.1 发电容量

指虚拟电厂输出功率的最大值:

$$S = \sum_{i=1}^L P_{g,i} - \sum_{j=1}^M P_{l,j} + \sum_{k=1}^N P_{storage,k} \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中:

S ——发电容量指标;

L ——分布式电源序列;

M ——负荷序列;

N ——储能序列;

$P_{g,i}$ ——第 i 个分布式电源装机容量;

$P_{l,j}$ ——第 j 个负荷的最小负荷功率，即最大负发电功率;

$P_{storage,k}$ ——第 k 个储能的最高放电功率。

评估发电容量相对于设定值的超出率:

$$\eta_S = \frac{S - S_0}{S_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (10)$$

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/377126030162006030>