

DB4403

深 圳 市 地 方 标 准

DBXXX/T XXX—XXXX

分布式光伏接入虚拟电厂管理云平台 技术规范

Technical specification for distributed photovoltaic access virtual
power plant management cloud platform

(送审稿)

XXXX- XX-XX 发布

XXXX- XX-XX 实施

深圳市市场监督管理局 发布

目 次

目 次 I

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总体原则和要求 2

5 数据交互方式和架构 3

 5.1 通过计量自动化系统交互 3

 5.2 通过聚合平台或直采直控终端交互 4

6 数据采集信息模型 6

 6.1 光伏运营商信息模型 (OperatorInfo) 6

 6.2 光伏业主信息模型 (OwnerInfo) 6

 6.3 逆变器设备信息模型 (EquipmentInfo) 7

 6.4 光伏实时数据模型 (PVrealTimeData) 7

 6.5 日前计划模型 (DayaheadPlan) 8

 6.6 日内计划模型 (IntradayPlan) 10

 6.7 光伏历史数据模型 (PVHistoryData) 10

7 光伏聚合平台技术要求 11

 7.1 性能要求 11

 7.2 功能要求 11

 7.3 网络安全要求 14

 7.4 通信要求 14

8 光伏发电单元技术要求 15

 8.1 数据采集与处理要求 15

 8.2 光伏发电控制要求 15

 8.3 数据交互接口要求 15

 8.4 虚拟电厂安全加密终端技术要求 15

 8.5 网络安全防护要求 15

 8.6 通信要求 16

9 验收测试要求 16

 9.1 验收测试流程和内容 16

 9.2 测试结果评定 16

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2020给出的规则起草。

本标准由深圳市发展和改革委员会提出并归口。

本标准主要起草单位：深圳供电局有限公司、南方电网科学研究院有限责任公司、深圳市科技创新委员会、深圳国家高技术产业创新中心、深圳市特来电新能源有限公司、深圳市建筑科学研究院股份有限公司、南方电网电动汽车有限公司、深圳华茂能联科技有限公司、深圳市优力特技术有限公司、华为数字能源公司、南京德睿能源研究院有限公司。

本标准主要起草人：史 军；王 滔；程韧俐；李江南；温克欢；周保荣；赵文猛；毛 田；索思亮；陈立明；黄勇光；梁洪浩；杨 帆；张贺；李 蓉；左新兵；李林军；李雨桐；李叶茂；王 冰；韩亚宁；刘 杰；李 勋；葛 静；古云峰；刘磊；李鸿鑫；陈欢；郑英龙；金阳坤；沈琪；王劲松。

分布式光伏接入虚拟电厂管理云平台技术规范

1 范围

本文件规定了分布式光伏接入虚拟电厂管理云平台的总体原则和要求、数据交互方式和架构、信息采集模型、光伏聚合平台技术要求、光伏发电单元技术要求以及验收测试等，指导分布式光伏接入虚拟电厂管理云平台。

本文件适用于深圳市分布式光伏接入虚拟电厂管理云平台的规划、设计、建设、选型、改造、安装、调试及运行和检测等。

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 17215.211 电测量设备(交流)通用要求、试验和试验条件

GB/T 17215.321 电测量设备(交流)特殊要求 第21部分：静止式有功电能表(A级、B级、C级、D级和E级)

GB/T 17215.323 电测量设备(交流)特殊要求 第23部分：静止式无功电能表(2级和3级)

GB/T 19964 光伏电站接入电力系统技术规范

GB/T 20279 信息安全技术 网络和终端隔离产品安全技术要求

GB/T 30149 电网通用模型描述规范

GB/T 31365 光伏电站接入电网检测规程

GB/T 31464 电网运行准则

GB/T 34932 分布式光伏发电系统远程监控技术规范

GB/T 36572 电力监控系统网络安全防护导则

GB/T 37934 信息安全技术 工业控制网络安全隔离与信息交换系统安全技术要求

DL/T 448 电能计量装置技术管理规程

DL/T 476 电力系统实时数据通信应用层协议

DL/T 516 电力调度自动化系统运行管理规程

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

DB4403/T XXXX 深圳市虚拟电厂终端授信及安全加密技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

分布式光伏 distributed photovoltaic plant

是指在用户现场或靠近用户现场，采用光伏组件，将太阳辐射能直接转换为电能的发电系统。

3.2

虚拟电厂 virtual power plant

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。

3.3

专用通信网络 private communication network

包含调度数据网、综合数据网、电力专线等通信网络。

3.4

公用通信网络 private communication network

包含5G切片、APN网络、运营商专线、互联网等通信网络。

3.5

虚拟电厂管理云平台 virtual power plant 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，可接受调控业务平台，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。

3.6

光伏聚合平台 distributed photovoltaic plants aggregation platform

为满足参与电网调节运行和市场运营业务需求，由虚拟电厂运营商在本地或云端部署的自动化信息系统，具备对各类可调节负荷资源实时信息接入、实时监视、自动功率控制、市场交易申报、协同指令下达、操作控制、统计查询、计量计费等功能。

3.7

光伏发电单元 photovoltaic power generation unit

指一种利用太阳光能、采用太阳光伏组件、汇流箱、逆变器、变压器及配电设备构成的发电体系，与电网相连并向电网输送电力的光伏发电系统。

4 总体原则和要求

- 4.1 分布式光伏所采用的平台、设备、通信技术和网络安全防护技术，应符合国家有关的技术标准、行业标准和有关国际标准的基本原则。
- 4.2 分布式光伏应根据实际情况合理选择全量上网或自发自用，余量上网模式。
- 4.3 所有分布式光伏应根据所接入不同的业务场景，选择不同采集频率的光伏发电数据采集设备和数据交互架构。
- 4.4 所有分布式光伏申请并网前，均需由电网公司统一安装光伏发电功率电能表和光伏上网电能表。针对光储直流耦合一体机等无法安装光伏发电功率电能表的场景，应将光

储直流耦合一体机送深圳市计量质量检测研究院进行检定，确保光伏发电量准确可靠计量。

5 数据交互方式和架构

5.1 通过计量自动化系统交互

5.1.1 适用场景

适用于光伏发电余量上网或全量上网的场景。

5.1.2 数据交互架构

分布式光伏数据应按其并网方式选择合适的交互架构，公变和专变并网方式下的数据采集典型拓扑结构分别如图1，图2所示。

a) 通过专变并网的分布式光伏，应在发电出口和上网点处加装电网公司提供的电能表，分别计量光伏发电量、上网电量和吸网电量，用于与电网公司进行贸易结算和计算光伏发电补贴。各处的电能量数据经负控终端发送至电网公司计量自动化系统，计量自动化系统将数据推送给深圳虚拟电厂管理云平台。

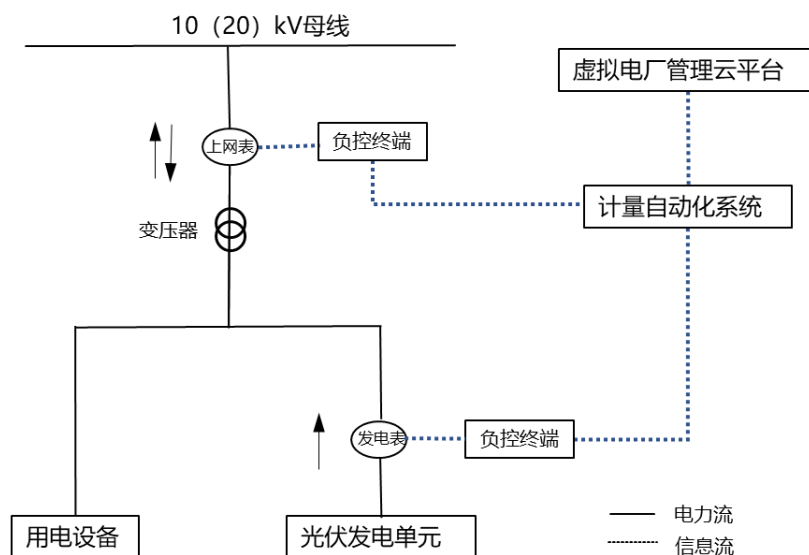


图1 专变接入系统架构

b) 通过公变并网的分布式光伏，应在发电出口和上网点处加装电网公司提供的电能表，分别计量光伏发电量、上网电量和吸网电量，用于与电网公司进行贸易结算和计算光伏发电补贴。各处的电能量数据通过宽带载波通信模式经集中器采集后发送至电网公司计量自动化系统，计量自动化系统将数据推送给深圳虚拟电厂管理云平台。

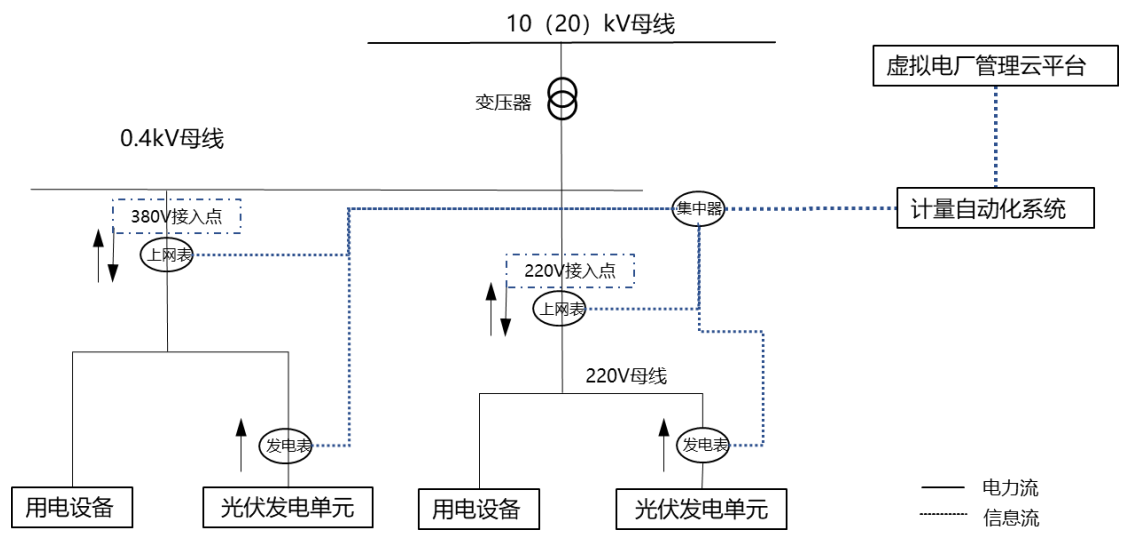


图2 公变接入网络拓扑

5.1.3 数据采集频率

通过专变、公变并网的分布式光伏，远程通信采用光纤或4G/5G等模式，本地通信采用宽带载波、光纤等模式，确保15min间隔采集光伏发电功率并向计量主站推送。

5.1.4 数据交互内容

计量终端与计量主站、计量主站与虚拟电厂管理云平台的数据交互内容按照第6.1-6.4定义的数据采集信息模型进行交互。

5.2 通过聚合平台或直采直控终端交互

5.2.1 适用场景

适用于分布式光伏发电在参与全量发电上网和余电上网的基础上，参与绿电交易、虚拟电厂、辅助服务等其他与电网互动业务的场景。

5.2.2 数据交互架构

5.2.2.1 光伏聚合平台接入方式及架构

适用于具有光伏聚合平台，具备对分布式光伏有功功率、无功功率等信息的采集和对光伏发电单元进行控制的场景。电网互动数据通过光伏聚合平台与虚拟电厂管理云平台交互，计量结算数据通过光伏发电表、光伏上网表等法定计量器具进行采集。光伏聚合平台与光伏发电单元之间的控制指令交互应符合DB4403/T XXXX—XXXX《深圳市虚拟电厂终端授信及安全加密技术规范》要求。光伏聚合平台应定期接受政府有关单位、电力调度机构开展的光伏逆变器原始采集数据真实性核查。

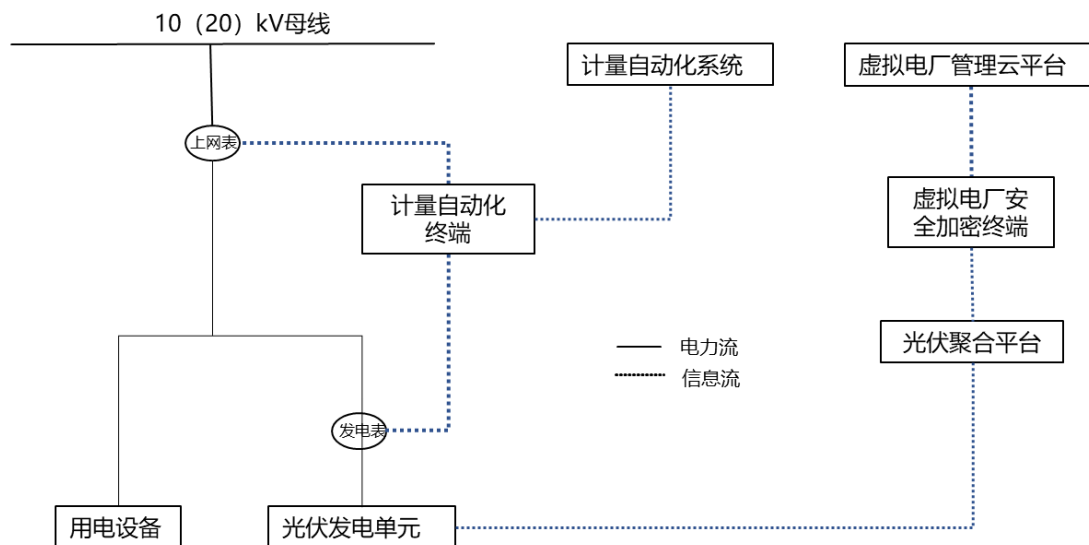


图3 光伏聚合平台接入方式及架构

5.2.2.2 光伏发电单元直接接入方式及架构

适用于无光伏聚合平台，但光伏发电单元或逆变器具备改造和接入的条件场景。通过对光伏发电单元加装虚拟电厂安全加密终端将数据上传至虚拟电厂管理平台，对分布式光伏有功功率、无功功率等信息的采集和对光伏逆变器的控制功能的场景。电网互动数据通过虚拟电厂安全加密终端与虚拟电厂管理平台交互，计量结算数据通过计量自动化终端进行采集。

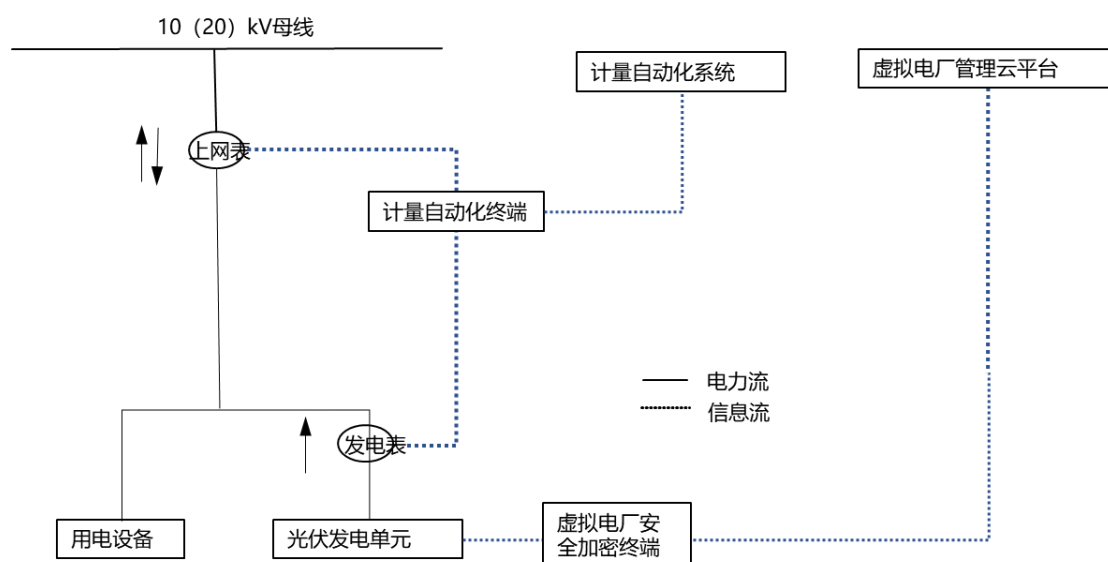


图4 光伏发电单元直接接入方式及架构

5.2.3 数据采集频率

分布式光伏采集频率应根据电网互动业务具体技术指标要求确定，一次、二次调频采集频率不低于1次/秒，调峰、需求响应不低于1次/分钟的要求。

5.2.4 数据交互内容

数据交互内容包括第6章定义的光伏运营商、业主、逆变器设备、光伏实时数据以及电网互动业务的业务数据。

6 数据采集信息模型

6.1 光伏运营商信息模型 (Operator Info)

表1 运营商信息

| 名称 | 字段 | 描述 | 必填 | 类型 | 长度 |
|---------|--------------------|-----------|----|-----|---------|
| 运营商 ID | creditCode | 统一社会信用代码 | 是 | 字符串 | 9 字符 |
| 运营商名称 | userName | 机构全称 | 是 | 字符串 | ≤64 字符 |
| 运营商联系人 | operator | 联系人姓名 | 是 | 字符串 | ≤32 字符 |
| 运营商电话 1 | operatorTel1 | 运营商客服电话 1 | 是 | 字符串 | ≤32 字符 |
| 运营商电话 2 | operatorTel2 | 运营商客服电话 2 | 是 | 字符串 | ≤32 字符 |
| 运营商注册地址 | operatorRegAddress | 运营商注册地址 | 是 | 字符串 | ≤64 字符 |
| 备注 | operatorRemark | 备注信息 | 否 | 字符串 | ≤255 字符 |

6.2 光伏业主信息模型 (Owner Info)

表2 光伏业主信息

| 名称 | 字段 | 描述 | 必填 | 类型 | 长度 |
|---------|--------------------|-----------------------------------|----|-----|------------|
| 运营商 ID | creditCode | 统一社会信用代码 | 是 | 字符串 | 9 字符 |
| 用户 ID | resourceId | 光伏业主标识（用电户号） | 是 | 字符串 | 9 字符 |
| 用户名称 | resourceName | 光伏业主中文名称 | 是 | 字符串 | ≤64 字符 |
| 资源类型 | resourceType | 传编码值（1 表示发电资源，2 表示储电资源，3 表示用电资源） | 是 | 字符串 | ≤32 字符 |
| 资源状态 | resourceState | 传编码值（2 表示测试，3 表示并网，4 表示退役，5 表示离网） | 是 | 字符串 | ≤32 字符 |
| 最大可调节功率 | maxAdjustablePower | 单位：MW | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 1 位 |
| 配变挂牌号 | listingNum | 并网接入点（公变或专变）配变挂牌号（多个的话，以英文逗号分隔） | 是 | 字符串 | ≤128 字符 |
| 额定发电容量 | ratedCapacity | 单位：MVA | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 1 位 |
| 额定发电功率 | ratedPower | 单位：MW | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 1 位 |
| 额定电压 | ratedVoltage | 单位 kV，注：关口表处电压 | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 1 位 |
| 经度 | longitude | 百度地图坐标系保留小数点后 6 位 | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 6 位 |
| 纬度 | latitude | 百度地图坐标系保留小数点后 6 位 | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 6 位 |
| 备注 | ownerRemark | 备注信息 | 否 | 字符串 | ≤255 字符 |

6.3 逆变器设备信息模型 (EquipmentInfo)

表3 逆变器信息

| 名称 | 字段 | 描述 | 必填 | 类型 | 长度/范围 |
|--------------------|------------------|---|----|-----|---------------|
| 运营商 ID | creditCode | 统一社会信用代码 | 是 | 字符串 | 9 字符 |
| 用户 ID | resourceId | 光伏业主标识 (用电户号) | 是 | 字符串 | 9 字符 |
| 逆变器编码 | equipmentID | 设备唯一编码， 由运营商对设备 编码，保证唯一 | 是 | 字符串 | ≤23 字符 |
| 逆变器名称 | equipmentName | 设备编号， 如“xxx 站 06#逆 变器” | 是 | 字符串 | ≤30 字符 |
| 逆变器生产商 统一社会信用代码 | manufacturerID | 设备生产商统一 社会信用代码中 组织机构代码 | 是 | 字符串 | 9 字符 |
| 逆变器生产商 名称 | manufacturerName | 设备生产商的名 称 | 否 | 字符串 | ≤30 字符 |
| 逆变器设备型 号 | equipmentModel | 由设备生产商定 义的设备型号 | 是 | 字符串 | ≤20 字符 |
| 逆变器生产日 期 | productionDate | yyyy-MM-dd | 否 | 字符串 | 10 字符 |
| 逆变器额定电 压 | equipmentVoltage | 单位：kV | 是 | 浮点型 | ≤32 字符 |
| 设备总功率 | powerVoltage | 单位：kW | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 1 位 |
| 设备状态 | equipmentStatus | 传编码值（2 表示 测试，3 表示并 网，4 表示退役， 5 表示离网） | 是 | 字符串 | ≤32 字符 |
| 设备经度 | equipmentLng | 百度地图坐标系 保留小数点后 6 位 | 否 | 浮点型 | 保留小数点后 6 位 |
| 设备纬度 | equipmentLat | 百度地图坐标系 保留小数点后 6 位 | 否 | 浮点型 | 保留小数点后 6 位 |
| 光伏面板厂家 名称 | pvpanelName | 光伏发电面板厂 家名称 | 否 | 字符串 | ≤30 字符 |
| 光伏面板数量 | pvpanelNum | 光伏面板数量 | 否 | 字符串 | ≤30 字符 |
| 光伏面板额定 发电功率 | pvpanelPower | 单块光伏面板额 定发电功率 | 否 | 字符串 | ≤30 字符 |

6.4 光伏实时数据模型 (PVrealTimeData)

表4 光伏实时数据模型

| 名称 | 字段 | 描述 | 必填 | 类型 | 长度/范围 |
|-------------|---------------|------------------------|----|-----|---------------|
| 采集数据时间 | dateTime | yyyy-MM-dd HH:mm:ss | 是 | 日期型 | 10 字符 |
| 用户 ID | resourceId | 光伏发电单元唯 一标识 | 是 | 字符串 | 9 字符 |
| 用户名称 | resourceName | resourceId 对应的 中文名 | 否 | 字符串 | ≤64 字符 |
| 最大上调节能 力 | maxupCapacity | 单位：kW | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |

表4 光伏实时数据模型（续）

| | | | | | |
|----------|-----------------|-------------------|---|--------|------------|
| 最大上调调节速率 | maxupRate | 单位：kW/min | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| 最大上调持续时长 | maxupLength | 单位：分钟 | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| 最大下调调节能力 | maxdownCapacity | 单位：kW | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| 最大下调调节速率 | maxdownRate | 单位：kW/min | 是 | 浮点型 | 留小数点后 2 位 |
| 最大下调持续时长 | maxdownLength | 单位：分钟 | 是 | 浮点型 | 留小数点后 2 位 |
| 资源控制状态 | controlState | 0：受控中，1：待控中；2：旁路中 | 是 | 字符串 | ≤10 字符 |
| 设备实时数据集 | data | 设备实时数据集 | 是 | Object | / |
| 总有功功率 | P | 单位：kW | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| 总无功功率 | Q | 单位：kVar | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| A 相有功功率 | Pa | 单位：kW | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| B 相有功功率 | Pb | 单位：kW | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| C 相有功功率 | Pc | 单位：kW | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| A 相无功功率 | Qa | 单位：kVar | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| B 相无功功率 | Qb | 单位：kVar | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| C 相无功功率 | Qc | 单位：kVar | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| 计算电量 | C | 单位：kWh | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| A 相电压 | Ua | 单位：kV | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| B 相电压 | Ub | 单位：kV | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| C 相电压 | Uc | 单位：kV | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| A 相电流 | Ia | 单位：kA | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| B 相电流 | Ib | 单位：kA | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| C 相电流 | Ic | 单位：kA | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |

6.5 日前计划模型（DayaheadPlan）

表5 日前计划模型

| 名称 | 字段 | 描述 | 必填 | 类型 | 长度/范围 |
|-------|------------|---------------------|----|-----|--------|
| 系统时间戳 | systemTime | yyyy-MM-dd HH:mm:ss | 是 | 字符串 | ≤16 字符 |

表5 日前计划模型（续）

| | | | | | |
|---------------|--------------|------------------------------|---|--------|------------|
| 计划编号 | planCode | 日前计划编号 | 是 | 字符串 | ≤16 字符 |
| 计划名称 | planName | 日前计划名称 | 是 | 字符串 | ≤16 字符 |
| 邀约计划 ID | invitationId | 日前计划对应的邀约计划 | 是 | 字符串 | ≤16 字符 |
| 响应日期 | planTime | yyyy-MM-dd | 是 | 字符串 | ≤16 字符 |
| 统一社会信用代码 | creditCode | 统一社会信用代码 | 是 | 字符串 | ≤16 字符 |
| 价格曲线 | vppPrices | 单位：元/MWh，仅含邀约时段内的96点价格曲线 | 是 | Object | / |
| | 00:15 | 00:00-00:15 区间运行价格曲线(元/MWh) | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| | 00:30 | 00:15-00:30 区间运行价格曲线(元/MWh) | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| | 00:45 | 00:30-00:45 区间运行价格曲线(元/MWh) | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| | | | 是 | | |
| | 23:45 | 23:30-23:45 区间运行价格曲线(元/MWh) | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| | 00:00 | 23:45-00:00 区间运行价格曲线(元/MWh) | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| 日前调度计划曲线 | vppPlans | 负荷聚合商或大用户总的日前调度计划,MW | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| | 00:15 | 00:00-00:15 区间运行总的运行功率曲线（MW） | 否 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| | 00:30 | 00:15_00:30 区间运行总的运行功率曲线（MW） | 否 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| | 00:45 | 00:30_00:45 区间运行总的运行功率曲线（MW） | 否 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| | | | | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| | 23:45 | 23:30-23:45 区间运行总的运行功率曲线（MW） | 否 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| | 00:00 | 23:45-00:00 区间运行总的运行功率曲线（MW） | 否 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| 事件类型 | eventType | 填：“dayaheadPlan” | 是 | 字符串 | ≤16 字符 |
| 不同光伏发电单元的日前计划 | responsePlan | 日前计划集合 | 是 | 数组 | / |
| | resourceId | 此处按光伏发电单元给出曲线，不细化对应至光伏发电单元。 | 是 | 字符串 | ≤16 字符 |
| | declare | 日前运行计划曲线 | 是 | Object | / |
| | 00:15 | 00:00-00:15 区间运行的平均功率值 | 否 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |

| | | | | | |
|--|-------|--------------------------------|---|-----|------------|
| | | (kW) | | | |
| | 00:30 | 00:15-00:30 区间运行的平均功率值 (kW) | 否 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| | 00:45 | 00:30-00:45 区间运行的平均功率值 (kW) | 否 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| | | | | | 保留小数点后 2 位 |
| | 23:45 | 23:30-23:45 区间运行的平均功率值 (kW) | 否 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| | 00:00 | 23:45-00:00 区间运行的平均功率值 (kW) | 否 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |

6.6 日内计划模型 (IntradayPlan)

表 6 日内计划模型

| 名称 | 字段 | 描述 | 必填 | 类型 | 长度/范围 |
|----------|--------------|----------------------------|----|-----|------------|
| 系统时间戳 | systemTime | 格式(yyyy-MM-dd HH:mm:ss) | 是 | 日期型 | |
| 统一社会信用代码 | creditCode | 统一社会信用代码 | 是 | 字符串 | ≤16 字符 |
| 任务编号 | taskCode | 任务编号 | 是 | 字符串 | ≤16 字符 |
| 任务名称 | taskName | 任务名称 | 是 | 字符串 | ≤16 字符 |
| 事件类型 | eventType | 填： “intraDayTask” | 是 | 字符串 | ≤16 字符 |
| 日内控制计划 | resourceList | 日内控制计划 | 是 | 数组 | / |
| | resourceId | 唯一标识 | 是 | 字符串 | ≤16 字符 |
| | startTime | 开始时间单位:yyyy-MM-dd HH:mm:ss | 是 | 日期型 | / |
| | endTime | 结束时间单位:yyyy-MM-dd HH:mm:ss | 是 | 日期型 | / |
| | targetPower | 功率目标值单位:kW | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |

6.7 光伏历史数据模型 (PVHistoryData)

表 7 光伏历史数据模型

| 名称 | 字段 | 描述 | 必填 | 类型 | 长度/范围 |
|---------|------------|---------------------|----|--------|------------|
| 采集数据时间 | dateTime | yyyy-MM-dd HH:mm:ss | 是 | 日期型 | 10 字符 |
| 用户 ID | resourceId | 光伏发电单元唯一标识 | 是 | 字符串 | 9 字符 |
| 设备实时数据集 | data | 设备实时数据集 | 是 | Object | / |
| 总有功功率 | P | 单位: kW | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| 总无功功率 | Q | 单位: kVar | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| A 相有功功率 | Pa | 单位: kW | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |

表 7 光伏历史数据模型（续）

| | | | | | |
|---------|----|---------|---|-----|------------|
| B 相有功功率 | Pb | 单位：kW | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| C 相有功功率 | Pc | 单位：kW | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| A 相无功功率 | Qa | 单位：kVar | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| B 相无功功率 | Qb | 单位：kVar | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| C 相无功功率 | Qc | 单位：kVar | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| 计算电量 | C | 单位：kWh | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| A 相电压 | Ua | 单位：kV | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| B 相电压 | Ub | 单位：kV | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| C 相电压 | Uc | 单位：kV | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| A 相电流 | Ia | 单位：kA | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| B 相电流 | Ib | 单位：kA | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |
| C 相电流 | Ic | 单位：kA | 是 | 浮点型 | 保留小数点后 2 位 |

7 光伏聚合平台技术要求

7.1 性能要求

7.1.1 光伏聚合平台应采用集群部署方式，避免单节点故障导致平台故障，保证聚合平台稳定运行：

- a) 光伏聚合平台系统可用率大于等于99.9%；
- b) 平均故障工作时长小于8.8h。

7.1.2 光伏聚合平台应保证数据采集稳定、可靠、准确，聚合平台采集的电压、电流、有功功率、无功功率等数据与电网公司计量自动化系统的月平均偏差率应小于 1%，日数据完整率的月度平均值应大于 99.5%。

7.1.3 光伏聚合平台应保证光伏发电单元通信网络运行稳定，光伏发电单元月平均在线率应大于 95%。

7.1.4 光伏聚合平台应将采集到的数据进行储存，以供随时查询使用。有功功率、无功功率、电压、电流等模拟量存储间隔应≤1 分钟，电能量按 15 分钟冻结，数据储存时间应≥6 个月。

7.1.5 光伏聚合平台应将告警事件进行储存，以供随时查询使用。数据储存时间大于等于 1 年。

7.1.6 光伏聚合平台应具备遥控、遥调功能。遥控、遥调操作正确率等于 100%，动作成功率大于 95%。

7.2 功能要求

7.2.1 数据采集处理功能

7.2.1.1 光伏聚合平台应具备实时信息的采集与处理功能。采集与处理的信息应包括但不限于：

- a) 开关量信息：运行模式(并网、离网)、运行状态(正常、故障)、断路器位置、隔离开关位置、保护信号动作状态。
- b) 模拟量信息：光伏电压、电流、有功功率、无功功率；并网点电压、电流、有功功率、无功功率、功率因数、频率。

c) 电能量信息：光伏发电电量、上网电量和吸网电量。

7.2.1.2 光伏聚合平台应具备告警处理功能，包括但不限于：

a) 开关量变化告警。光伏发电单元运行模式切换，运行状态异常、断路器变位等开关量变化时，应生成告警事件。

b) 模拟量越限告警。光伏发电单元电压、电流等模拟量超过限值时，应生成告警事件。

7.2.1.3 光伏聚合平台宜具备公式计算功能，宜包括但不限于：加、减、乘、除、积分、开方、绝对值、逻辑判断。

7.2.2 统计分析功能

7.2.2.1 光伏聚合平台宜具备运行收益统计分析功能，但不限于：

a) 支持光伏发电单元配置分时电价；

b) 基于分时电价统计每日的分时发电电量、发电收益；

c) 提供光伏发电单元能源报表，支持按日、月、年等周期查询光伏发电单元运行收益。

7.2.2.2 光伏聚合平台宜具备运行状态统计分析功能，但不限于：

a) 按日统计光伏发电单元故障时长，针对故障时长超过30分钟时进行报警处理；

b) 按日统计电压合格率，针对电压合格率低于99.9%时进行报警处理；

c) 按日统计功率因数合格率，针对功率因数合格率低于99.9%时进行报警处理；

d) 从告警等级、告警设备等维度，按日统计告警发生次数；

e) 提供光伏发电单元运行状态统计分析报表，支持按日、月、年等周期查询光伏发电单元运行状态。

7.2.2.3 光伏聚合平台宜具备调节响应合格率统计分析功能，但不限于：

a) 光伏聚合平台响应AGC调控指令结束后，储存调控响应记录。同时，按日统计调节响应合格率，合格率低于99%进行报警处理。

b) 光伏聚合平台响应AVC调控指令结束后，储存调控响应记录。同时，按日统计调节响应合格率，合格率低于96%进行报警处理。

c) 光伏发电单元响应AGC群控群调指令结束后，储存调控响应记录。同时，按日统计调节响应合格率，合格率低于99%进行报警处理。

d) 光伏发电单元响应AVC群控群调指令结束后，储存调控响应记录。同时，按日统计调节响应合格率，合格率低于96%进行报警处理。

e) 提供光伏聚合平台电网调控响应分析报表，支持按日、月、年等周期查询调控响应事件记录、响应合格率，以及响应事件关联光伏发电单元群控群调响应记录、响应合格率。

f) 提供光伏发电单元群控群调分析报表，支持按日、月、年等周期查询光伏发电单元群控群调响应事件、响应合格率。

7.2.3 数据交互接口

光伏聚合平台应按虚拟电厂管理云平台接口规范要求进行提供台账信息更新、实时数据上传、控制指令接收、设备状态变更等接口，与虚拟电厂管理云平台进行交互。

7.2.3.1 身份认证

a) 平台之间的身份认证模式采用中心交换认证模式，由虚拟电厂管理云平台统一生成光伏聚合平台的标识appId和平台密钥appSecret，并存储在虚拟电厂安全加密终端中，发放给光伏聚合平台。

b) 身份认证中应以appId和sign向虚拟电厂管理云平台发出身份认证请求，请求成功后被授予token和公钥pk。后续所有业务接口的请求头中均应带上Token。Token有效期宜设置为不大于30分钟，token失效后需重新发起身份认证请求。

c) 光伏聚合平台应具备固定IP地址，虚拟电厂管理云平台采取IP访问控制、时间访问控制等多种手段限制访问权限。

7.2.3.2 参数签名

a) 参数签名调用虚拟电厂安全加密终端中的SM3算法，参数签名要求小写。

b) 请求头的参数签名应将appId和appSecret拼接后执行，获得签名参数sign。虚拟电厂管理云平台对签名参数sign进行验证，确认其是否合法。

7.2.3.3 传输数据加密

为保证数据传输安全性应对业务参数值进行加密处理，严禁明文传输，加密算法为调用虚拟电厂安全加密终端中的 SM4 算法，加密对象为请求参数或者返回参数的核心数据项，加密公钥采用身份认证时返回的公钥 pk。

7.2.4 光伏发电控制功能

7.2.4.1 光伏聚合平台应具备有功调节能力，能够按照上级调度机构下发的有功功率调节指令，控制集群内的有功电源出力。宜具备以下有功功率优化控制方式：

- a) 恒定有功功率控制；
- b) 跟踪调度计划曲线控制；

7.2.4.2 光伏聚合平台应具备无功调节能力，能够执行上级调度机构下发的无功功率控制指令，控制集群内的电压保持在规定范围。宜具备以下并网点无功/电压优化控制方式：

- a) 并网点恒功率因数/恒电压控制；
- b) 跟踪调度下发的电压控制设定值；

7.2.4.3 光伏聚合平台宜具备对满足可控条件的光伏发电单元并网点开关进行分合控制的功能。

7.2.5 通信监视功能

7.2.5.1 光伏聚合平台应具备下列光伏发电单元在线状态监视功能：

- a) 基于心跳报文判断光伏发电单元在线状态；
- b) 光伏发电单元上线或离线时应进行报警处理；

7.2.5.2 光伏聚合平台应具备光伏发电单元内部二次设备在线状态监视功能：

- a) 采集光伏发电单元上传的二次设备在线状态；
- b) 二次设备上线或离线时应进行报警处理。

7.2.5.3 光伏聚合平台宜提供专门的光伏发电单元通信组网画面，直观显示光伏发电单元内部通信网络与通信状态。

7.2.6 高级应用功能

7.2.6.1 聚合平台人机界面宜满足下列要求：

- a) 提供光伏发电单元配置功能，支持按一定操作权限配置光伏发电单元内电气设备、设备参数、通信协议、计算公式。
- b) 提供光伏发电单元监控画面，支持按一定数据权限查看光伏发电单元运行信息、收益信息、通信状态。
- c) 提供光伏发电单元统计画面，展示聚合平台光伏发电单元总发电功率、预测发电功率、发电电量、收益信息、预测准确率分布统计、通信在线率分布统计等。

d) 提供电网交互分析画面，分析电网调控指令状态、可调裕度、执行效果等。

7.2.6.2 聚合平台应支持单个光伏发电单元或区域内光伏集群的发电功率预测，区域聚合策略由虚拟电厂管理云平台指定。

7.3 网络安全要求

光伏聚合平台网络安全防护应符合国家网络安全防护相关规定，并取得等级保护测评二级证书。对于采用光伏聚合平台接入的，若平台部署于公有云，应在本地机房搭建一台专用接口服务器，通过虚拟电厂安全加密终端接入虚拟电厂管理云平台。光伏聚合平台的电网互动业务应部署于本地接口服务器，与公有云上其他业务应用进行分区。本地接口服务器与公有云上的系统应采取防火墙进行边界防护，并采用符合GB/T 20279或GB/T 37934要求的网络安全隔离与信息交互装置进行安全防护，确保电网公司内部网络不遭受来自互联网的网络攻击。

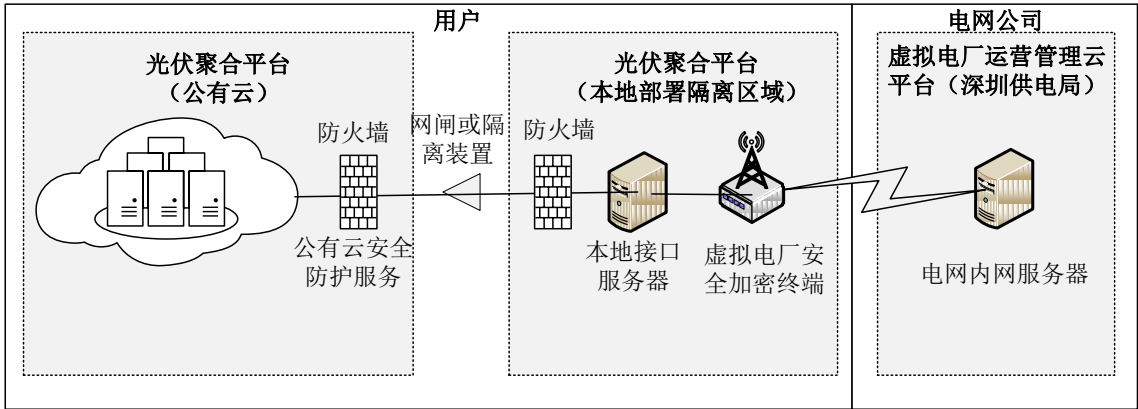


图5 信息安全交互架构

7.4 通信要求

7.4.1 虚拟电厂管理云平台与光伏聚合平台的通信延时要求

光伏聚合平台通过光纤专线、无线（含 4G/5G）APN 专网与虚拟电厂管理云平台进行数据通信时，下行网络带宽应不低于 100Mbps、上行应不低于 50Mbps，网络延时不超过 500ms，数据丢包率不高于 0.5%。采用无线（含 4G/5G）APN 专网接入时，光伏聚合平台的机房应具有良好的 4G/5G 网络信号，信号强度应大于-100dBm。信号强度不足时，应采取部署信号增强器等措施。

7.4.2 光伏聚合平台与光伏发电单元的通信延时要求

光伏聚合平台通过无线（含 4G/5G）网络、电力载波、有线光纤等各类公网或专网方式实现与运营范围内光伏发电单元的网络连接全覆盖，应确保终端网络信号稳定、可靠，终端采集接入网络带宽应不低于 20Mbps，网络延时（含加解密时间）不超过 500ms，丢包率不高于 0.5%。

7.4.3 光伏聚合平台通信协议要求

光伏聚合平台与虚拟电厂管理云平台间的通信协议宜支持 HTTPS 协议、MQTT 或 DL/T634.5-104 协议。

7.4.4 光伏聚合平台通信热备用要求

光伏聚合平台与虚拟电厂管理云平台通信应具备主备冗余的通信网关机制，主备间保

持热备状态，确保单台装置（模块）从异常发生到完成自动切换的时间应不大于 10 秒。

8 光伏发电单元技术要求

8.1 数据采集与处理要求

8.1.1 采集准确度

应具备交流模拟量采集功能时，有功功率采集准确度不低于1级，无功电能计量准确度达到2.0级，并符合GB/T 17215.211、GB/T 17215.321、GB/T 17215.323 的有关规定。

表 8 规格要求与推荐常数

| 接线方式 | 准确度等级 | 电压规格 | 电流规格 |
|-------------|-------------------------|-------------|--------|
| 经互感器 接入式 | 有功 0.5S 级、1 级 无功 2 级 | 3x57.7/100V | 1（10）A |
| | | 3x100V | |
| | | 3x220/380V | |
| 直接接入式 | 有功 1 级 无功 2 级 | 3x220/380V | 5（80）A |

8.1.2 上送周期

上送周期应具备自定义配置和调整的能力，上送周期可在根据调峰、调频、备用等不同业务应用场景中灵活选择和配置，可选范围为1秒、1分钟、5分钟、15分钟。

8.1.3 数据采集质量

应确保数据采集的完整性和规范性，并进行数据校验、合理性检查、零漂和跳变滤波、置数及采样保存、上送通道异常告警及切换，数据完整度每天不低于99%。数据丢失后可以2个点插值拟合方式进行补充，但拟合数据不能每天不能超过总采集点数的0.5%。

8.2 光伏发电控制要求

应具备通过输出开关量直接控制和通信协议交互实现控制2种方式。输出开关量直接控制是指通过终端配置的开关量输出接口实现对用电设备的控制；通信协议交互控制方式是通过下行通信接口，实现对用电设备的控制，用于对接运营商系统或者用电设备的plc或者通信控制板。

8.3 数据交互接口要求

同第6章和7.2.3节。

8.4 虚拟电厂安全加密终端技术要求

应支持IEC 104、modbus、mqtt、https等多类型逆变器的协议适配，具备自动转换为虚拟电厂管理云平台通信协议的能力，数据本地存储时间不低于6个月，使用前应通过深圳虚拟电厂管理中心统一分发初始密钥，实现终端的身份认证和数据传输加密。

8.5 网络安全防护要求

8.5.1 设备身份认证

虚拟电厂安全加密终端应由虚拟电厂管理云平台统一生成终端标识Id和平台密钥Secret。身份认证中应先调用虚拟电厂安全加密终端中的SM3国密算法对Id和Secret进行数字签名，获得签名参数sign。以appId和sign向虚拟电厂管理云平台发出身份认证请求，请求成功后被授予token和公钥pk。

8.5.2 参数签名

在业务交互过程中，应对请求头参数进行参数签名。参数签名调用虚拟电厂安全加密终端中的SM3算法，参数签名要求小写。请求头的参数签名是将appId和appSecret拼接后执行，获得签名参数sign。虚拟电厂管理云平台对该请求参数进行验证，确认其是否合法、是否被篡改。

8.5.3 传输数据加密

同7.2.3.3。

8.6 通信要求

虚拟电厂安全加密终端与云平台之间的通信网络应采用供电局4G APN网络、5G通用或专用切片网络。其余通信要求同7.4节。

9 验收测试要求

9.1 验收测试流程和内容

测试流程分为以下步骤：

- a) 分布式光伏业主或运营商聘请具备电力调试甲级资质的第三方机构开展接入前测试；
- b) 第三方机构根据用户情况按 5.1 或者 5.2 节接入架构制定测试方案，并按方案逐项开展测试；
- c) 检查分布式光伏系统、设备的资料合规性和完整性；
- d) 通过计量自动化系统交互方式接入的，在光伏安装电表后，可跳过 d)-i)项测试直接向深圳供电局申请接入虚拟电厂管理云平台。
- e) 通过光伏聚合平台接入的通过按第 7 章功能要求、性能要求逐项开展测试；
- f) 通过光伏发电单元加装设备直接接入的，通过按第 8 章功能要求、性能要求逐项开展测试；
- g) 开展分布式光伏系统连续试运行稳定性测试；
- h) 第三方测试机构整理测试结果，编制测试报告，签字盖章后交付给分布式光伏业主或运营商；
- i) 分布式光伏业主或运营商凭测试报告向电力调度机构申请接入虚拟电厂管理云平台。

9.2 测试结果评定

9.2.1 合格判定规矩

- a) 必备功能项目检验全部合格。
- b) 各项性能指标测试全部合格。

9.2.2 不合格判定依据

- a) 必备项目检验中有任意一项不合格。

b) 各项性能指标测试有任意一项不合格。
