

# DB4403

深 圳 市 地 方 标 准

DB4403/T 343—2023

## 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

2023-06-12 发布

2023-07-01 实施

深圳市市场监督管理局 发 布



目 次

前言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 缩略语 ..... 2

5 总体原则和要求 ..... 2

6 数据交互方式和架构 ..... 3

6.1 通过计量自动化系统交互 ..... 3

6.2 通过聚合平台或直采直控终端交互 ..... 4

7 数据采集信息模型 ..... 6

7.1 光伏运营商信息模型 (OperatorInfo) ..... 6

7.2 光伏业主信息模型 (OwnerInfo) ..... 6

7.3 逆变器设备信息模型 (EquipmentInfo) ..... 7

7.4 光伏实时数据模型 (PVrealTimeData) ..... 7

7.5 日前计划模型 (DayaheadPlan) ..... 9

7.6 日内计划模型 (IntradayPlan) ..... 10

7.7 光伏历史数据模型 (PVHistoryData) ..... 10

8 光伏聚合平台技术要求 ..... 11

8.1 性能要求 ..... 11

8.2 功能要求 ..... 11

8.3 网络安全要求 ..... 14

8.4 通信要求 ..... 14

9 光伏发电单元技术要求 ..... 15

9.1 数据采集与处理要求 ..... 15

9.2 光伏发电控制要求 ..... 15

9.3 数据交互接口要求 ..... 15

9.4 网络安全防护要求 ..... 15

9.5 虚拟电厂安全加密终端技术要求 ..... 16

9.6 通信要求 ..... 16

10 验收测试要求 ..... 16

10.1 验收测试流程和内容 ..... 16

10.2 测试结果评定 ..... 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》的规定起草。

本文件由深圳市发展和改革委员会提出并归口。

本文件起草单位：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。

本文件主要起草人：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、数据交互架构、信息采集模型、验收测试等技术要求。

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、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 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 31365 光伏电站接入电网检测规程
- 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 341 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

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

通过先进通信技术和软件架构，实现地理位置分散的各种分布式负荷的聚合和协调优化，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。

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

一种基于现有调度控制系统部署的，实现对虚拟电厂统一管理的技术支持系统。

注：是传统调度自动化系统功能的外延拓展，具备实时数据采集、日前计划下发、实时控制及组织市场交易等功能。

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。

注：具备对光伏发电资源实时信息接入、实时监控、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

一种由光伏组件、汇流箱、逆变器、变压器及配电设备构成，与电网相连并向电网输送电力的发电系统。

3.8

**虚拟电厂安全加密终端** virtual power plant security encryption terminal

一种部署于光伏聚合平台或光伏发电单元，实现传输数据加密、身份认证和信息交换等功能的终端设备。

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

4G：第四代移动通信技术（4th-Generation）

5G：第五代移动通信技术（5th-Generation）

AGC：自动发电控制（Automatic Generation Control）

AVC：自动电压控制（Automatic Voltage Control）

PLC：可编程逻辑控制器（Programmable Logic Controller）

HTTPS：超文本传输安全协议（Hypertext Transfer Protocol Secure）

MQTT：消息队列遥测传输协议（Message Queuing Telemetry Transport）

SSL：安全套接层（Secure Socket Layer）

TLS：传输层安全（Transport Layer Security）

## 5 总体原则和要求

5.1 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 GB/T 19964、GB/T 31365、GB/T 34932、GB/T 36572、DL/T 448、DL/T 476、DL/T 516 等对光伏发电并网的基本要求。

5.2 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。

- 5.3 所有分布式光伏应根据不同的业务场景，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。
- 5.4 所有分布式光伏申请并网前，应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。

6 数据交互方式和架构

6.1 通过计量自动化系统交互

6.1.1 适用场景

分布式光伏通过计量自动化系统进行数据交互的架构适用于光伏发电余量上网或全量上网的场景。

6.1.2 数据交互架构

6.1.2.1 专变并网的分布式光伏数据交互架构

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交易结算和光伏发电补贴计算。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虚拟电厂管理云平台，如图1所示。

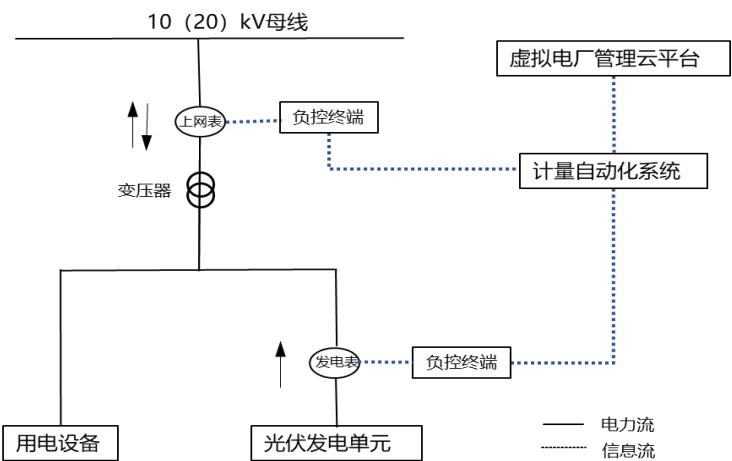


图1 专变接入系统架构

6.1.2.2 公变并网的分布式光伏数据交互架构

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交易结算和光伏发电补贴计算。各处的电能量数据通过宽承载波通信模式经集中器汇总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虚拟电厂管理云平台，如图2所示。

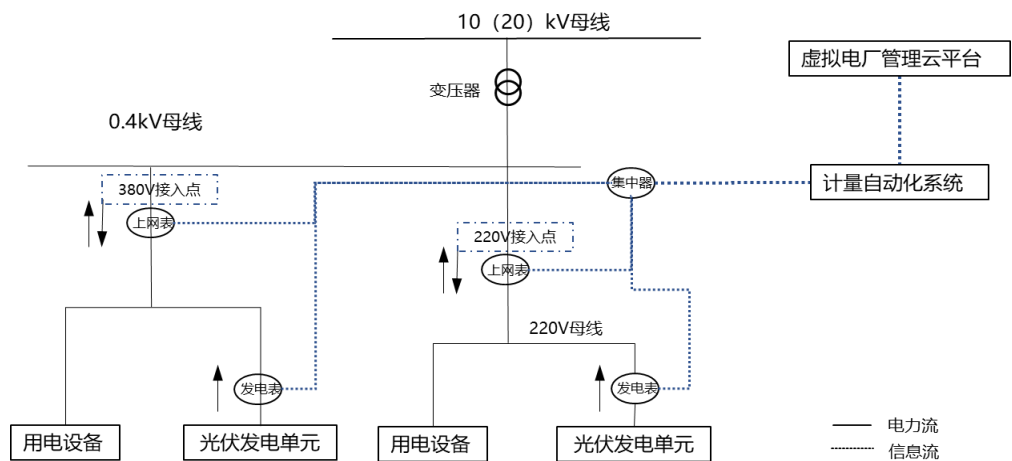


图2 公变接入网络拓扑

6.1.3 数据采集频率

通过专变、公变并网的分布式光伏，远程通信宜采用5G切片、APN网络等公用通信网络模式，本地通信采用宽带载波、光纤等模式，确保按15分钟间隔采集光伏发电功率并向计量主站推送。

6.1.4 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7.2、7.4定义的数据采集信息模型进行交互。

6.2 通过聚合平台或直采直控终端交互

6.2.1 适用场景

通过聚合平台或直采直控终端交互架构适用于分布式光伏发电在全量发电上网或余电上网的基础上，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。

6.2.2 数据交互架构

6.2.2.1 通过光伏聚合平台接入的数据交互架构

本架构适用于光伏发电单元具有光伏聚合平台，且具备有功功率、无功功率等数据采集和控制功能。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，如图3所示。光伏聚合平台通过虚拟电厂安全加密终端与虚拟电厂管理云平台进行数据交互，光伏聚合平台与光伏发电单元之间的数据采集和控制指令交互应符合DB4403/T 341的安全加密要求。



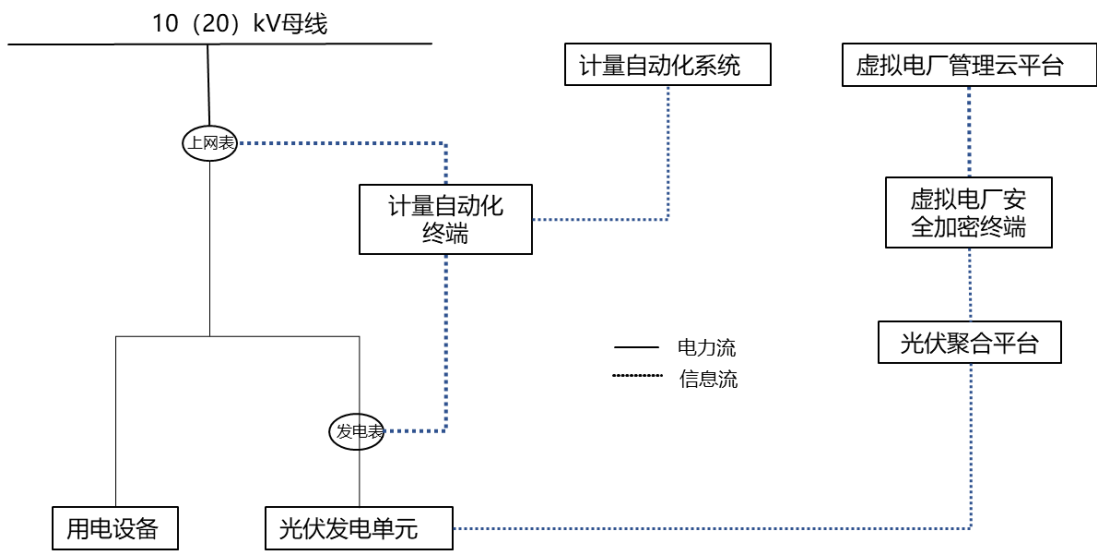


图3 光伏聚合平台接入方式及架构

6.2.2.2 光伏发电单元直接接入的数据交互架构

本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。光伏发电单元通过加装虚拟电厂安全加密终端，将数据上传至虚拟电厂管理云平台，实现对光伏有功功率、无功功率等数据采集和发电控制指令交互。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云平台交互，计量结算数据通过计量自动化终端进行交互，如图4所示。

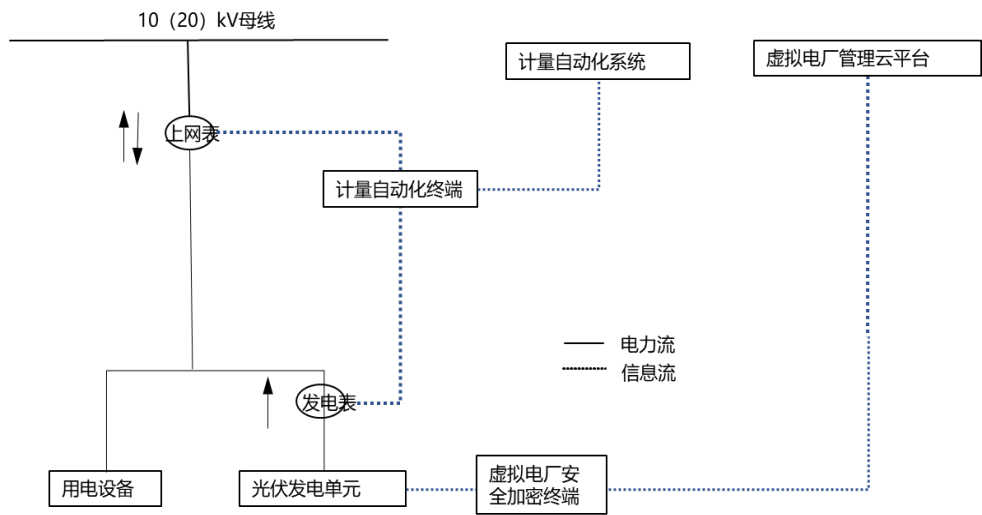


图4 光伏发电单元直接接入方式及架构

6.2.3 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。

#### 6.2.4 数据交互内容

数据交互内容应按照第7章定义的数据采集信息模型进行交互。

### 7 数据采集信息模型

#### 7.1 光伏运营商信息模型 (OperatorInfo)

光伏运营商信息模型应按照表1进行建模和传输。

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

#### 7.2 光伏业主信息模型 (OwnerInfo)

光伏业主信息模型应按照表2进行建模和传输。

表2 光伏业主信息

名称	字段	描述	必填	类型	长度
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 2 位小数
额定发电功率	ratedPower	单位：MW	是	浮点型	保留 2 位小数
额定电压	ratedVoltage	单位：kV <sup>a</sup>	是	浮点型	保留 2 位小数
经度	longitude	百度地图坐标系	是	浮点型	保留 6 位小数

表2 光伏业主信息（续）

名称	字段	描述	必填	类型	长度
纬度	latitude	百度地图坐标系	是	浮点型	保留 6 位小数
备注	ownerRemark	备注信息	否	字符串	≤255 字符
<sup>a</sup> 注：关口表处电压。					

### 7.3 逆变器设备信息模型(EquipmentInfo)

逆变器设备信息模型应按照表3进行建模和传输。

表3 逆变器信息

名称	字段	描述	必填	类型	长度/范围
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	由设备生厂商定义的设备型号	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	保留 2 位小数
逆变器总功率	equipmentPower	单位：kW	是	浮点型	保留 2 位小数
设备状态	equipmentStaQtus	传编码值（1 表示新增，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 6 位小数
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 6 位小数
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（组串）数量	pvpanelNum	光伏面板（组串）数量	否	浮点型	保留 0 位小数
光伏面板（组串）额定发电功率	pvpanelPower	单块光伏面板（组串）额定发电功率	否	浮点型	保留 2 位小数
光伏面板（组串）电压	pvpanelPower	单块光伏面板（组串）额定电压	否	浮点型	保留 2 位小数
光伏面板（组串）电流	pvpanelPower	单块光伏面板（组串）额定电流	否	浮点型	保留 2 位小数

### 7.4 光伏实时数据模型(PVrealTimeData)

光伏实时数据模型应按照表4进行建模和传输。

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	—
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
最大上调调节能力	maxupCapacity	单位: kW	否	浮点型	保留 2 位小数
最大上调调节速率	maxupRate	单位: kW/分钟	否	浮点型	保留 2 位小数
最大上调持续时长	maxupLength	单位: 分钟	否	浮点型	保留 2 位小数
最大下调调节能力	maxdownCapacity	单位: kW	否	浮点型	保留 2 位小数
最大下调调节速率	maxdownRate	单位: kW/分钟	否	浮点型	保留 2 位小数
最大下调持续时长	maxdownLength	单位: 分钟	否	浮点型	保留 2 位小数
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
设备实时数据集合	data	设备实时数据集合	是	Object	/
总有功功率	P	并网点关口表有功功率, 单位: kW	是	浮点型	保留 2 位小数
总无功功率	Q	并网点关口表无功功率, 单位: kVar	是	浮点型	保留 2 位小数
A 相有功功率	Pa	并网点关口表 A 相有功功率, 单位: kW	是	浮点型	保留 2 位小数
B 相有功功率	Pb	并网点关口表 B 相有功功率, 单位: kW	是	浮点型	保留 2 位小数
C 相有功功率	Pc	并网点关口表 C 相有功功率, 单位: kW	是	浮点型	保留 2 位小数
A 相无功功率	Qa	并网点关口表 A 相无功功率, 单位: kVar	是	浮点型	保留 2 位小数
B 相无功功率	Qb	并网点关口表 B 相无功功率, 单位: kVar	是	浮点型	保留 2 位小数
C 相无功功率	Qc	并网点关口表 C 相无功功率, 单位: kVar	是	浮点型	保留 2 位小数
计算电量	C	1 分钟内的总发电量, 可用电度值相减获得, 单位: kWh	是	浮点型	保留 2 位小数
A 相电压	Ua	并网点关口表 A 相电压, 单位: kV	是	浮点型	保留 2 位小数
B 相电压	Ub	并网点关口表 B 相电压, 单位: kV	是	浮点型	保留 2 位小数
C 相电压	Uc	并网点关口表 C 相电压, 单位: kV	是	浮点型	保留 2 位小数
A 相电流	Ia	并网点关口表 A 相电流, 单位: kA	是	浮点型	保留 2 位小数

表 4 光伏实时数据模型（续）

名称	字段	描述	必填	类型	长度/范围
B 相电流	Ib	并网点关口表 B 相电流, 单位: kA	是	浮点型	保留 2 位小数
C 相电流	Ic	并网点关口表 C 相电流, 单位: kA	是	浮点型	保留 2 位小数
总功率因数	COS	总有功功率/视在功率, 单位: %	是	浮点型	保留 2 位小数

7.5 日前计划模型（DayaheadPlan）

光伏日前计划模型应按照表5进行建模和传输。

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	—
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	—
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	结构体	—
	00:15	00:00~00:15 区间运行价格曲线 (元/MWh)	是	浮点型	保留 2 位小数
	00:30	00:15~00:30 区间运行价格曲线 (元/MWh)	是	浮点型	保留 2 位小数
	00:45	00:30~00:45 区间运行价格曲线 (元/MWh)	是	浮点型	保留 2 位小数
	.....	—	—	—	—
	23:45	23:30~23:45 区间运行价格曲线 (元/MWh)	是	浮点型	保留 2 位小数
	00:00	23:45~00:00 区间运行价格曲线 (元/MWh)	是	浮点型	保留 2 位小数
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	结构体	—
	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 2 位小数
	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 2 位小数
	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 2 位小数
	.....	—	—	—	—

表5 日前计划模型（续）

名称	字段	描述	必填	类型	长度/范围
日前调度计划曲线	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 2 位小数
事件类型	eventType	填：“dayaheadPlan”	是	字符串	≤16 字符
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	结构体	—
	00:15	00:00~00:15 区间运行的平均功率值（kW）	否	浮点型	保留 2 位小数
	00:30	00:15~00:30 区间运行的平均功率值（kW）	否	浮点型	保留 2 位小数
	00:45	00:30~00:45 区间运行的平均功率值（kW）	否	浮点型	保留 2 位小数
	.....	—	—	—	—
	23:45	23:30~23:45 区间运行的平均功率值（kW）	否	浮点型	保留 2 位小数

## 7.6 日内计划模型（IntradayPlan）

光伏日内计划模型应按照表6进行建模和传输。

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	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，格式： yyyy-mm-dd hh:mm:ss	是	日期型	—
	endTime	结束时间，格式： 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 2 位小数

## 7.7 光伏历史数据模型（PVHistoryData）

光伏历史数据模型应按照表7进行建模和传输。

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	—
用户 ID	resourceId	光伏发电单元唯一标识	是	字符串	9 字符
设备实时数据集合	data	设备实时数据集合	是	结构体	—
总有功功率	P	单位：kW	是	浮点型	保留 2 位小数
总无功功率	Q	单位：kVar	是	浮点型	保留 2 位小数
A 相有功功率	Pa	单位：kW	是	浮点型	保留 2 位小数
B 相有功功率	Pb	单位：kW	是	浮点型	保留 2 位小数
C 相有功功率	Pc	单位：kW	是	浮点型	保留 2 位小数
A 相无功功率	Qa	单位：kVar	是	浮点型	保留 2 位小数
B 相无功功率	Qb	单位：kVar	是	浮点型	保留 2 位小数
C 相无功功率	Qc	单位：kVar	是	浮点型	保留 2 位小数
计算电量	C	单位：kWh	是	浮点型	保留 2 位小数
A 相电压	Ua	单位：kV	是	浮点型	保留 2 位小数
B 相电压	Ub	单位：kV	是	浮点型	保留 2 位小数
C 相电压	Uc	单位：kV	是	浮点型	保留 2 位小数
A 相电流	Ia	单位：kA	是	浮点型	保留 2 位小数
B 相电流	Ib	单位：kA	是	浮点型	保留 2 位小数
C 相电流	Ic	单位：kA	是	浮点型	保留 2 位小数

## 8 光伏聚合平台技术要求

### 8.1 性能要求

8.1.1 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。同时，还应符合以下要求：

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

8.1.2 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%。

8.1.3 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%。

8.1.4 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小于等于 1 分钟，电能量按 15 分钟冻结，数据储存时间应大于等于 6 个月。

8.1.5 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。

8.1.6 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%。

### 8.2 功能要求

#### 8.2.1 数据采集处理功能

8.2.1.1 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。

#### 8.2.1.2 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。

### 8.2.2 统计分析功能

#### 8.2.2.1 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) 提供光伏发电单元报表，支持按日、月、年等周期查询光伏发电单元运行收益。

#### 8.2.2.2 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。

#### 8.2.2.3 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。

#### 8.2.2.4 光伏聚合平台宜具备报表自动导出功能，但不限于 8.2.2.1 和 8.2.2.3 中规定的报表，格式应包含但不限于 Excel、CSV。

### 8.2.3 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。

#### 8.2.4 身份认证和安全加密要求



#### 8.2.4.1 身份认证

8.2.4.1.1 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标识和平台密钥，并存储在虚拟电厂安全加密终端中，发放给光伏聚合平台。

8.2.4.1.2 身份认证中应以光伏聚合平台标识和平台密钥向虚拟电厂管理云平台发出身份认证请求，请求成功后被授予令牌和公钥。后续所有业务接口的请求头中均应带上令牌。令牌有效期应设置为不大于 30 分钟，令牌失效后需重新发起身份认证请求。

#### 8.2.4.2 参数签名

请求参数应按顺序拼接后调用虚拟电厂安全加密终端中的 SM3 算法进行签名，参数签名要求小写。

注：SM3算法为密码杂凑算法，用于对称密钥生成和完整性校验，输出为256比特。

#### 8.2.4.3 传输数据加密

应对业务参数进行加密处理，不准许明文传输，加密算法应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，加密密钥应该通过密钥协商产生。

注：SM4算法为对称密码算法，用于密钥协商数据的加密保护和报文数据的加密保护。

#### 8.2.5 光伏发电控制功能

8.2.5.1 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。

8.2.5.2 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。

8.2.5.3 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。

#### 8.2.6 通信监视功能

8.2.6.1 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。

8.2.6.2 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。

8.2.6.3 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。

#### 8.2.7 高级应用功能

8.2.7.1 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。

8.2.7.2 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。

8.3 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，并取得网络安全等级保护测评二级证书。对于采用光伏聚合平台接入的，若平台采用云部署方式，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用防火墙及符合GB/T 20279或GB/T 37934要求的虚拟电厂专用网络安全隔离装置进行边界防护，确保电网公司内部网络不遭受来自互联网的网络攻击。

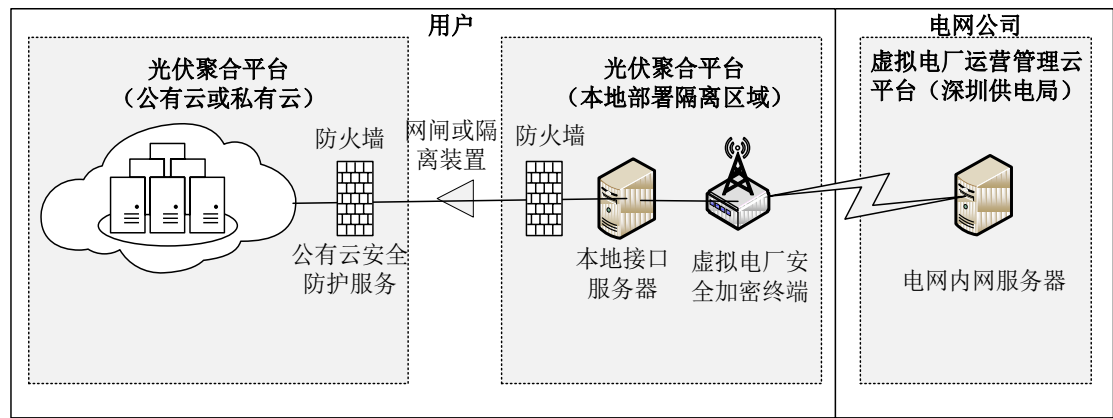


图5 信息安全交互架构

8.4 通信要求

8.4.1 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/5GAPN）等公用通信网络或专用通信网络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100 Mbps、上行应不低于50 Mbps，网络延时不超过500毫秒，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-100 dBm。信号强度不足时，应采取部署信号增强器等措施。

8.4.2 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、有线光纤等各类公用通信网络或专用通信网络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20 Mbps，网络延时（含加解密时间）不超过500毫秒，丢包率不高于0.5%。

8.4.3 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协议或使用DL/T 634.5104通信规约。

8.4.4 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30秒。

9 光伏发电单元技术要求

9.1 数据采集与处理要求

9.1.1 采集准确度

光伏发电单元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，应符合GB/T 17215.211、GB/T 17215.321、GB/T 17215.323 的有关规定。光伏发电单元的规格要求与推荐常数见表8。

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	3×57.7/100V	1（10）A
		3×100V	
		3×220/380V	
直接接入式	有功 1 级 无功 2 级	3×220/380V	5（80）A

9.1.2 上送周期

光伏发电单元数据上送周期应具备自定义配置和调整的能力，上送周期可根据调峰、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。

9.1.3 数据采集质量

光伏发电单元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，但拟合数据每天不能超过总采集点数的0.5%。

9.2 光伏发电控制要求

光伏发电单元应具备通过输出开关量直接控制或通过通信协议交互间接控制的功能。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PLC或者通信控制板下行通信接口，实现对用电设备的控制。

9.3 数据交互接口要求

数据交互接口交互模型应按照第7章要求执行，交互接口应按照8.2.3要求执行。

9.4 网络安全防护要求

光伏发电单元应通过虚拟电厂安全加密终端接入虚拟电厂管理云平台，实现身份认证、参数签名和传输加密功能。

## 9.5 虚拟电厂安全加密终端技术要求

- 9.5.1 虚拟电厂安全加密终端应通过集成国密加密芯片实现密钥和证书的安全存储。
- 9.5.2 虚拟电厂安全加密终端或使用的安全密码模块应通过相关机构检测，应获得商用密码二级及以上型号证书。
- 9.5.3 虚拟电厂安全加密终端应支持直接采集电气回路数据和通过逆变器等设备读取电气量两种模式。
- 9.5.4 虚拟电厂安全加密终端应支持北斗定位和对时功能，定位误差不大于 10 米，对时精度为毫秒级。电压、电流采集量应支持北斗时标，确保所有设备数据时标一致性。
- 9.5.5 虚拟电厂安全加密终端应支持 TLS/SSL 等传输协议加密。
- 9.5.6 虚拟电厂安全加密终端应支持 DL/T 634.5104、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。
- 9.5.7 虚拟电厂安全加密终端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和证书，实现终端的身份认证和数据传输加密。

## 9.6 通信要求

通信要求应遵循 8.4。

## 10 验收测试要求

### 10.1 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 6.1 或者 6.2 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) 项测试直接向电网公司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按第 8 章的功能要求、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，按第 9 章的功能要求、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。

### 10.2 测试结果评定

#### 10.2.1 合格判定依据如下：

- 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。

#### 10.2.2 不合格判定依据如下：

- 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。