



广州供电局有限公司

光伏指导手册

CHINA  
SOUTHERN POWER  
GRID

广州供电局有限公司

2017年07月

---

# 前言

## 一、编制目的

为了规范广州地区客户分布式光伏并网申请及系统接入，统一光伏检验项目和检验标准，广州供电局市场营销部组织编制了《广州供电局光伏指导手册》（以下简称指导手册）。

《指导手册》遵循国家、行业及企业的相关规范、标准，明确了光伏接入电网电压等级、并网申请材料、接入系统方案制订与审查流程与时限、工程设计与建设标准以及补贴领取等事项，规范了供电企业中间检查和竣工检验的职责、范围和内容，期望为客户分布式发电项目并网的规范化、标准化管理给予指导。

《指导手册》适用于广州供电局有限公司及直属各供电局。

## 二、编制依据

《中国南方电网有限责任公司分布式光伏竣工检验服务规范》

《广州供电局分布式光伏发电营业服务实施细则》

《光伏发电并网技术标准》

《分布式光伏发电系统接入电网技术规范》

《10kV及以下电力客户受电工程中间检查和竣工检验规范》

《10kV及以下业扩受电工程典型设计》技术导则及图集（2014年修订版）

《广州供电局 10kV及以下客户受电工程施工图设计内容及深度要求》  
（2016版）

## 三、编制工作组

本手册由市场营销部提出、归口管理和负责解释。

审核： 苏志鹏

初审： 邱朝明

主要起草人： 文炳林、周 玫、王东海、沙聪华、谭致远、胡 际、  
佟佳俊、李森球、杨潘正

# 目 录

一、接入电网电压等级.....	4
二、并网申请.....	4
三、接入系统方案制订与审查.....	5
四、工程设计与建设.....	6
五、购售电合同签订、并网协议协议签订.....	13
六、装表送电.....	14
七、补贴领取.....	15
附件 1：分布式新能源发电项目接入申请表.....	16
附件 2：申请报告（参考文本）.....	18
附件 3：业主委员会或相关业主代表出具的项目同意书（参考文本）.....	19
附件 4：村委证明材料（模板）.....	20
附件 5：分布式新能源发电项目并网意向函.....	21
附件 6：分布式新能源发电项目接入系统方案确认书.....	22
附件 7：分布式新能源发电项目并网验收和并网调试申请表.....	28
附件 8：分布式新能源发电项目验收意见通知单.....	29
附件 9：居民家庭分布式光伏发电项目安全责任声明.....	33
附录 1 并网点的图例说明.....	34
附录 2：检验范围图例说明.....	35
附录 3：光伏电站接入电网技术规范.....	38

## 一、接入电网电压等级

总容量范围 (千瓦)	单点容量范围 (千瓦)	并网电压等级 (千伏)
小于 8	---	0.22
8 至 500	400 以下	0.38
500 至 6000	---	10(20)
6000 至 10000	---	10(20)
10000 至 30000	---	10(20)、110
30000 至 100000	---	110
100000 及以上	---	110、220

备注：

1. 接入电压等级应由各区供电局与用户结合实际接入条件协商确定，接入方案需满足电网安全运行要求和用户正常用电需求。
2. 超过 500 千瓦的光伏项目，原则上应优先考虑 10 千伏并网。对超过 500 千瓦且在采用 380V 还是 10kV 并网方面与用户存在较大分歧的，可由区局转由计划部审查接入方案。

## 二、并网申请

### (一) 申请窗口：

各区供电局（供电所）营业窗口统一受理分布式发电项目并网申请。

### (二) 申请材料

#### 1. 居民<sup>1</sup>

(1) 分布式光伏发电项目接入申请表<sup>2</sup>（见附件1）及申请报告（附件2）；

(2) 申请人身份证明材料（身份证、户口簿或护照，下同）；

(3) 项目拟建设地点的物业产权证明文件<sup>3</sup>；

(4) 如项目位于共有产权区域，还需提供业主委员会出具的项目同意书或所有相关居民家庭签字的项目同意书（可参考附件3）。

<sup>1</sup>居民自建按此执行，企业投资居民家庭光伏应按其他客户执行。

<sup>2</sup>其中一般分布式光伏发电项目指发电领取国家电量补贴的光伏项目，享受国家发电补贴分布式光伏发电项目指在建设时已领取国家补贴，在发电时不再领取的光伏项目。

<sup>3</sup>产权证明文件指：1. 不动产证（房产证）2. 宅基地证3. 村委开具的证明材料

## 2. 其他客户

(1) 分布式新能源发电项目接入申请表；

(2) 项目业主法人营业执照或组织机构代码证、法人代表身份证明材料；

(3) 项目拟建设地点物业产权证明文件<sup>4</sup>、土地证明等文件；

(4) 如项目采用合同能源管理方式，还需提供与电力用户签订的能源服务管理合同；导致供电营业范围调整的，还需提供能源主管部门出具的证明。

注：对于无法提供合规产权证的客户，在申请报告中还需提供承诺内容（附件2）。

### （三） 受理回执

1. 申请资料不完备的，应一次性告知需补充完善的资料，并出具受理回执；待资料补齐后方出具并网意向函。

2. 申请资料完备的，应出具业务受理回执。

### （四） 答复期限.

1. 接入10（20）千伏电网的分布式新能源发电项目，10个工作日内出具并网意向函给客户（见附件5）；

2. 接入380（220）伏电网的分布式新能源发电项目，8个工作日内出具并网意向函。

## 三、接入系统方案制订与审查

### （一） 居民

各区供电局（供电所）免费制订接入系统方案。

### （二） 其他客户

其他分布式新能源发电项目，通过政府核准或备案审核后，由

---

<sup>4</sup>产权证明文件指：1. 不动产证（房产证）2. 国有规划土地许可证、国有规划建设许可证3村委开具的证明材料

项目业主自行委托设计单位，按照相关技术规范制订接入系统方案。

### （三）答复期限

#### 1. 10（20）千伏电网的分布式新能源发电项目

在收到业主提交的备案审核意见及接入系统方案后 5 个工作日内，局组织接入系统方案评审，并在评审通过后 5 个工作日内出具接入系统方案确认书（含并网协议，见附件 6）。

#### 2. 380（220）伏电网的分布式新能源发电项目

对于非居民投资的分布式光伏发电项目，区局在收到业主提交的接入系统方案后 2 个工作日内组织评审，并在评审通过后 3 个工作日内出具接入系统方案确认书（含并网协议）。

## 四、工程设计与建设

### （一）投资界面

接入公共电网的分布式新能源发电项目，接入系统工程（不含电站）以及接入引起的公共电网改造部分（以下简称“电网配套工程”）由电网企业投资建设；接入用户内部电网的分布式新能源发电项目，接入系统工程由项目业主投资建设，接入引起的公共电网改造部分由电网企业投资建设。

低压发电的表箱及计量自动化终端由供电企业负责提供。

### （二）图纸审查

1. 接入用户内部电网的项目，业主可自行委托具备资质的设计单位开展图纸设计并组织审查，如低压并网，通知所属供电局，由所在供电局组织人员参加图纸审查，如 10 千伏并网，应发函通知广州供电局，由广州供电局组织相应人员参加图纸审查，图纸应符合《南方电网公司 10kV 及以下业扩受电工程典型设计（2014 版）第十部分-分布式光伏发电系统接入》。

2. 接入系统工程设计应遵循相关技术标准（见附录：伏发电站接入电网技术规范），并与接入系统方案审查意见保持一致。业主投资建设的接入系统工程，设计和安装应符合国家有关法律法规、设备标准、建筑工程规范和安全规范等，承担项目设计、咨询、安装和监理的单位，应具有国家规定的相应资质。

### （三）并网竣工检验

#### 1. 验收申请

分布式新能源发电项目本体工程和电网配套工程竣工后，低压并网的项目业主可向营业窗口提出分布式新能源发电项目并网验收申请（见附件 7）。居民家庭的光伏验收申请还需提供《居民家庭分布式光伏发电项目安全责任声明》。10 千伏并网的项目业主应发函通知广州供电局，由广州供电局组织相应人员进行验收。

#### 验收范围及要求

##### （1）并网工程竣工检验范围：

- 1) 从逆变器本体开始至本级系统的并网点；
- 2) 涉及客户原有设备改造的，按照《10kV 及以下电力客户受电工程中间检查和竣工检验规范(试行)》（南方电网市场〔2013〕32 号）要求执行。

检验范围图例详见附录 2。

（2）竣工检验对象包括：高压柜、低压柜、直流电源系统、电能计量装置、继电保护装置、升压变压器、逆变器。（若检验范围无该类设备，则无需检验）

##### （3）检验方法和时限

1) 采用三级检查，即施工单位自检，建设单位（监理单位）检验及供电企业检验；供电企业接到客户竣工检验申请后，应由营销

部门组织相关部门统一对并网工程进行竣工检验，不得自行多次前往检验。

2) 供电企业应规范审核客户申请材料的有效性和完整性。不符合申请条件的，供电企业应向客户一次性书面告知不符合申请条件的具体原因。客户应按要求补全相关申请材料后，再次提交申请。

3) 依据客户提交的报验资料，按照国家和电力行业颁发的技术规范、规程和标准，组织相关部门对并网工程的建设情况进行全面检验。

4) 依据经审核合格的图纸，检查是否按图施工，对于设备质量及施工工艺，应通过现场检查及查看施工记录、自检报告、试验报告等方法进行。检查时对相关实物质量、记录、自查报告等有疑问时，可采取询问、查证等方式，必要时可要求现场试验。

5) 竣工检验发现的问题，供电企业应一次性提出书面整改意见，整改完成后，客户须再次提出复检申请。检验合格的，由供电企业出具并网检验意见单。

6) 竣工检验的期限应符合如下规定：

自受理客户竣工检验申请之日起，至出具客户受电工程竣工检验意见书不超过4个工作日。

## 2. 资料提交

(1) 居民接入 380 (220) 伏分布式光伏项目：

1) 竣工检验申请表；

2) 施工人员电工进网作业许可证；

3) 工程图纸；

4) 逆变器出厂试验报告、合格证、“金太阳”或国家认可的其他产品认证证明。



(2) 非居民接入 380 (220) 伏分布式光伏项目:

- 1) 竣工检验申请表;
- 2) 工程竣工图及竣工报告;
- 3) 项目备案资料;
- 4) 用电业务办理授权书;
- 5) 设计变更证明文件 (如存在变更);
- 6) 施工、设计和试验单位委托书;
- 7) 施工、设计、试验单位资质证明及营业执照复印件;
- 8) 施工单位工程施工记录、自检报告;
- 9) 电气设备交接试验报告 (记录);
- 10) 主要电气设备一览表, 设备技术参数、产品合格证、出厂试验报告, 逆变器还需提供“金太阳”或国家认可的其他产品认证证明;
- 11) 若委托第三方管理, 提供项目管理方资料 (工商营业执照、税务登记证、与客户签署的合作协议复印件);
- 12) 提供客户受电工程电子化移交图纸资料。

(3) 接入 10 (20) 千伏分布式光伏项目:

- 1) 竣工检验申请表;
- 2) 工程竣工图及竣工报告;
- 3) 项目备案资料;
- 4) 用电业务办理授权书;
- 5) 设计变更证明文件 (如存在变更);
- 6) 施工、设计和试验单位委托书;
- 7) 施工、设计、试验单位资质证明及营业执照复印件;
- 8) 施工单位工程施工记录、自检报告;

- 9) 建设单位（监理单位）工程检验报告；
- 10) 电气设备交接试验报告（记录）；
- 11) 主要电气设备一览表，设备技术参数、产品合格证、出厂试验报告，逆变器还需提供“金太阳”或国家认可的其他产品认证证明；
- 12) 缺陷整改记录；
- 13) 运行人员值班电工名单及进网作业资格；
- 14) 若委托第三方管理，提供项目管理方资料（工商营业执照、税务登记证、与客户签署的合作协议复印件）；
- 15) 提供客户受电工程电子化移交图纸资料；
- 16) 并网启动方案。

### 3. 检验具体范围（包括但不限于）

#### (1) 居民接入 380（220）伏分布式光伏项目：

- 1) 核对受客户委托的施工人员是否具备电工进网作业证；
- 2) 核实现场与确定的接入系统方案是否一致；
- 3) 检验计量表箱安装是否符合要求；
- 4) 检验发电侧并网低压开关是否符合要求，应选用具有“CCC”认证产品；
- 5) 核实逆变器产品合格证、出厂试验报告、“金太阳”或国家认可的其他产品认证证明，逆变器进出线两侧应加装隔离开关；
- 6) 测试逆变器是否具备防孤岛保护功能；
- 7) 并网侧低压开关应具备南网典设要求的过载长延时、短路短延时、短路瞬时、接地故障保护，并加装失压脱扣线圈，具备失压闭锁功能；
- 8) 接地电阻不大于 4 欧姆。

**(2) 非居民接入 380 (220) 伏分布式光伏项目:**

- 1) 核对受客户委托施工企业的《承装(修、试)电力设施许可证》和企业法人营业执照, 对该施工单位是否具备相应资质进行核查;
- 2) 检查施工人员是否具备合格有效的进网作业许可证明;
- 3) 核实现场与批复的接入系统方案是否一致;
- 4) 检查工程是否按审批通过的设计图纸安装;
- 5) 检查工程选用的设备材料及施工工艺是否符合要求;
- 6) 检查电气设备(包括但不限于计量柜、低压开关柜)交接试验资料是否合格、完整;
- 7) 检查现场安全保障措施是否满足要求;
- 8) 核对电子化移交进行验收, 主要验收配网 GIS 绘制的沿布图、单线图、系统录入设备台账数据与现场是否一致;
- 9) 核实主要电气设备一览表, 设备技术参数、产品合格证、出厂试验报告, 逆变器还需提供“金太阳”或国家认可的其他产品认证证明, 逆变器进出线两侧应加装隔离开关;
- 10) 测试逆变器是否具备防孤岛保护功能;
- 11) 并网侧低压开关应具备南网典设要求的过载长延时、短路短延时、短路瞬时、接地故障保护, 并加装失压脱扣线圈, 具备失压闭锁功能, 应选用具有“CCC”认证产品;
- 12) 接地电阻不大于 4 欧姆。

**(3) 接入 10 (20) 千伏分布式光伏项目:**

- 1) 核对受客户委托施工企业的《承装(修、试)电力设施许可证》和企业法人营业执照, 对该施工单位是否具备相应资质进行核查;

- 2) 检查施工人员及电工是否具备合格有效的进网作业许可证;
- 3) 核实现场与批复的接入系统方案是否一致;
- 4) 检查工程是否按审批通过的设计图纸安装;
- 5) 检查工程选用的设备材料及施工工艺是否符合要求;
- 6) 检查电气设备(包括但不限于高压柜、低压开关柜、升压变压器、计量柜)交接试验资料是否合格、完整,是否有并网启动方案;
- 7) 检查现场安全保障措施是否满足要求;
- 8) 对电子化移交进行验收,主要验收配网 GIS 绘制的沿布图、单线图、系统录入设备台账数据与现场是否一致;
- 9) 检验继电保护装置是否符合要求;
- 10) 测试逆变器是否具备防孤岛保护功能。

#### 4. 设备竣工要求

(1) 高压柜、低压柜、直流电源系统、电能计量装置、升压变压器。

竣工检验应满足《南方电网公司 10kV 及以下电力客户受电工程中间检查和竣工检验工作规范(试行)》的要求。

##### (2) 逆变器

1) 逆变器应选用具有“金太阳”认证或国家认可的其他认证产品。产品合格证、出厂试验报告、产品认证证明应与现场安装产品一致。

##### 2) 逆变器外观检查

本体表面应清洁,无裂纹、破损,油漆完整;铭牌位置正确,字迹清晰;表面无放电痕迹;金属件表面无锈蚀,并做防锈处理。

### 3) 逆变器防孤岛保护功能测试方法

在并网运行状态，通过断开逆变器上一级开关，测试上级无电源的情况下逆变器是否能脱网。

#### (3) 并网低压开关

1) 应选用具有“CCC”认证产品。

2) 对于 380（220）伏居民分布式光伏项目，低压并网开关参数应符合批复的接入系统方案要求。

3) 对于 380（220）伏非居民分布式光伏项目，选用并网低压开关应符合批复的设计方案要求，其中需装设过载长延时、短路短延时、短路瞬时、接地故障保护，并加装失压脱扣线圈。

#### (4) 继电保护装置

1) 保护配置应符合批复的设计方案要求；

2) 核对继电保护整定调试记录，保护定值应符合批复的设计方案要求，满足可靠性、选择性、灵敏性和速动性的要求；

3) 二次回路接线连接应牢固、接触良好，排列应整齐，编码对应无误；

4) 继电保护装置铭牌、标识应清晰、整洁、齐全。

### 5. 答复时限

在 4 个工作日内组织竣工验收并出具《分布式光伏发电项目竣工检验意见单》（附录 4）。

项目工程经查验不合格的，供电部门应一次性书面告知项目业主存在缺陷，并指导其予以整改。项目业主整改后，供电部门再行组织查验，直至合格方可并网运行

## 五、购售电合同签订、并网调度协议签订

自受理并网验收申请后，应在 10 个工作日内出具购售电合同和并

网调度协议，通知业主一次性签署确认。

上网电费支付。在居民家庭光伏项目签订《购售电合同》及并网后，按照合同条款“7.2.2 售电人根据《电费计算单》开具发票送交给购电人。购电人在见票后 5 个工作日内支付全额上网电费”约定，请光伏项目业主根据我局提供的《光伏发电项目上网电费支付证明》（购电单价 0.385 元/千瓦时，不含税）到国税局关开具发票后提交相应区局或直接邮递至我局财务共享中心联系人。具体流程如下：

（一）各供电局出具《光伏发电项目上网电费支付证明》，通知业主提供电费发票；

（二）个人业主到国税局提供以下证明材料代开发票；

- 1、身份证明原件及复印件。
- 2、支付证明材料。
- 3、税局要求的其他资料。

（三）各供电局收集支付证明、业主代开的发票，交至财务部支付购电费用。

注：

我局按照不含税价支付给用户上网电费（购电单价 0.385 元/千瓦时，不含税）。即按照一般纳税人 0.4505 元/千瓦时（含税），小规模纳税人/自然人按 0.3966 元/千瓦时（含税）进行实际支付。

部分用户提到 500 元以下免税的问题，此为税局规定，我局按照票面金额进行支付。

## 六、装表送电

并网验收通过以及购售电合同和并网调度协议签订后由 3 个工作日内安装计量装置，进行并网。

## 七、补贴领取

国家补贴支付。我局按照《南方电网公司关于分布式光伏发电项目电费结算、转付财政补助资金有关问题的通知》，从2015年8月起，对居民光伏项目垫付补贴资金。其他由国家财政进行支付。

在居民家庭光伏项目签订《购售电合同》及并网后，按照合同条款“7.3 对于符合国家按照发电量进行补贴的光伏发电项目，双方按照国家规定周期，完成光伏发电量的抄录和确认，由购电人出具《发电电量定额补贴通知单》并向售电人支付补贴。”约定，在项目并网发电后，供电企业按照合同签订的结算周期，按双方在《发电电量定额补贴通知单》中确认的发电量（按照0.359元/千瓦时不含税）的标准计算并垫付补贴资金。具体流程如下：

- （一）各供电局通知个人业主确认《发电电量定额补贴通知单》；
- （二）各供电局将《发电电量定额补贴通知单》移交至财务；
- （三）财务部垫付补贴。

备注：关于补贴价格和上网电费价格以国家政策为准，对于个人分布式光伏发电项目由我局先行垫付，待目录公开后，再按补助目录开展补贴资金申报和转付工作。

建议：由于光伏广州供电局验收范围为逆变器后的设备，但鉴于逆变器可能故障，建议光伏安装厂商考虑在逆变器前加装开关，以便于在逆变器故障时可以修理或者更换。

## 附件 1：分布式新能源发电项目接入申请表

## 分布式光伏发电项目并网接入申请表（自然人）

项目编号	申请日期		年月日
	计划开工时间		年月日
	计划投产时间		年月日
项目业主	房屋产权人		
项目地址			
项目类型	<input type="checkbox"/> 一般分布式光伏发电项目 <input type="checkbox"/> 享受国家发电补贴分布式光伏发电项目	项目业主性质	<input type="checkbox"/> 与房屋产权人一致 <input type="checkbox"/> 与房屋产权人不一致 <input type="checkbox"/> 是否向其他地区供电
装机容量	原有规模      KW 本期规模      KW 终期规模      KW	意向并网电压等级	<input type="checkbox"/> 220V <input type="checkbox"/> 380V
发电量意向消纳方式	<input type="checkbox"/> 全部自用 <input type="checkbox"/> 全额上网 <input type="checkbox"/> 发自自用剩余电量上网	意向并网点	<input type="checkbox"/> 用户侧（个） <input type="checkbox"/> 公共电网（个）
用电方用电情况（发自自用，余量上网方式）	月用电量（      kWh） 装机容量（      kVA）	主要用电设备	
申请人/联系电话	房屋产权人/联系电话		
业主需提供的基础资料	一、1、客户居民身份证；2、光伏项目建设地点的房产证或其他房屋产权证明文件；3、如项目位于共有产权区域，还需提供业主委员会出具的项目同意书或所有相关居民家庭签字的项目同意书。		
	二、1、引起供电营业范围调整的，需提供能源主管部门出具的证明；2、项目业主和光伏建设用地提供方的合作协议（包括合同能源、房屋租赁安全责任协议、运行维护协议等）。		
	三、以及其他相关文件等。		
备注			
本表中的信息及提供的文件真实准确，谨此确认。		客户提供的文件已审核，接入申请已受理，谨此确认。	
申请个人（受委托人）签章：  年月日		受理单位：（公章）  年月日	
受理人		受理日期	年月日
告知事项： 本表 1 式 2 份，双方各执 1 份。			



分布式光伏发电项目并网接入申请表（非自然人）

项目编号	申请日期		年月日
	计划 开工时间		年月日
	计划投产时间		年月日
项目业主	房屋产权人		
项目地址			
项目类型	<input type="checkbox"/> 一般分布式光伏发电项目 <input type="checkbox"/> 享受国家发电补贴分布式光伏发电项目	项目业主性质	<input type="checkbox"/> 与房屋产权人一致 <input type="checkbox"/> 与房屋产权人不一致 <input type="checkbox"/> 是否向其他地区供电
装机容量	kW	意向并网 电压等级	<input type="checkbox"/> 10 (20) kV <input type="checkbox"/> 380V <input type="checkbox"/> 其它
发电量意向 消纳方式	<input type="checkbox"/> 全部自用 <input type="checkbox"/> 全额上网 <input type="checkbox"/> 自发自用剩余电量上网	意向 并网点	<input type="checkbox"/> 用户侧（个） <input type="checkbox"/> 公共电网（个）
用电方用电情况 （自发自用，余 量上网方式）	月用电量（ kWh） 装机容量（万 kVA）	主要用电 设备	
申请人/联系电 话		房屋产权人/联系 电话	
业主提供 基础资料清单	一、1、法人身份证原件及复印件；2、项目业主法人营业执照；3、土地证等项目合法性支持性文件； 二、1、引起供电营业范围调整的，需提供能源主管部门出具的证明；2、项目业主和光伏建设用地提 供方的合作协议（包括合同能源、房屋租赁、安全责任协议、运行维护协议等）。 三、以及其他相关文件等。		
备注			
本表中的信息及提供的文件真实准确，谨此确认。 申请单位：（公章）  年月日		客户提供的文件已审核，接入申请已受理，谨此确认。 受理单位：（公章）  年月日	
受理人		受理日期	年月日
告知事项： 本表1式2份，双方各执1份。			

## 附件 2：申请报告（参考文本）

### 关于××安装分布式光伏发电项目的申请报告

××供电局：

现申请安装分布式光伏发电项目，主要内容如下：

一、在××路××小区××栋××单位屋顶（屋面、阳台）安装××容量分布式光伏发电。拟采用全部自用/全部上网/自发自用剩余电量上网方式。

二、由于历史原因无法提供合规的产权证明文件，由此带来的后果或相关损失由我承担，与供电企业无关（无合规产权证时提供）。

三、由于光伏容量大于现有用电容量，我承诺按照原用电容量进行用电。（光伏容量大于原有用户容量时提供）

特此申请。

××：公章（或签名）

××年××月××日

### 附件 3：业主委员会或相关业主代表出具的项目同意书（参考文本）

#### 关于××家庭安装分布式光伏发电项目的同意书

××居民：

收到你家庭关于安装分布式光伏发电项目申请，经讨论，意见如下：

一、同意你家庭在××路××小区××栋××单位屋顶（屋面、阳台）安装××容量分布式光伏发电的申请。

二、请严格按照国家有关分布式光伏发电的规定，开展项目实施，并接受监督检查。

××业主委员会：公章（或代表签名）

或相关业主家庭代表签名：

××年××月××日

## 附件 4：村委证明材料（模板）

### 证明

兹有位于XX区XX街XX村（附件四置图），土地面积XX平方米，建筑面积XX平方米，由于历史原因无法取得产权证明文件，该产权属于XXX的房产（性别：X、身份证号码：xxxxxxx）。

特此证明。

广州市XX区XX街XX村（盖公章）

xxxx年xx月xx日

## 附件 5：分布式新能源发电项目并网意向函

### 关于××项目并网意向的复函

××公司（项目业主）：

贵公司（项目业主）××项目的并网申请已受理。经研究，函复意见如下：

一、同意××项目接入××电网。

二、建议贵公司（业主）尽快按照国家有关规定办理项目的备案手续，并加强与我局的沟通，保障项目顺利有序推进。

联系人及电话：××××××××××

专此函复。

××供电局

××年××月××日

## 附件 6：分布式新能源发电项目接入系统方案确认书

### 分布式新能源发电项目接入系统方案确认书

××公司（项目业主）：

贵公司（项目业主）××项目接入系统申请已受理，接入系统方案已制订完成，现将接入系统方案、并网协议告知你处，请确认后将本单返还我局。若有异议，请持本单到我局营业厅咨询。

项目单位：（公章）

××供电局：（公章）

项目个人：（经办人签字）

年月日

年月日

附件 1：并网协议

## xxx 项目并网协议

本协议由下述双方签署：

(1) 甲方：供电局

注册地：市

法定地址：

法人代表：

职务：

(2) 【情况 1，公司投资】

乙方：

注册地：

法定地址：

法人代表：

职务：

【情况 2，个人投资】

乙方：

身份证：

通信地址：

联系方式：

鉴于：

(1) 乙方在建设一座总装机容量为的 XXX 发电项目，命名为项目（以下简称“发电项目”）；

(2) 乙方申请将乙方发电项目与甲方拥有的电网（以下简称“电网”）并网运行；

(3) 甲方作为省市电网经营企业，同意根据本协议的条款将乙方发电项目并入电网运行。

为保证电网的安全、优质、经济运行，规范本协议双方并网运行的行为，维护双方的合法权益，根据国家公布的法律法规、电力行业标准及国家和省电力管理部门的有关规定，基于平等、自愿和诚实信用的原则，经协商一致，双方签订本协议。

根据本协议的原则，双方应签订购售电合同。

### 第一章定义与解释

1.1 本协议中所用术语，除上下文另有要求外，具有如下含义：

(1) “发电项目”指位于的分布式发电项目，由售电人拥有并经营管理的一座总装机容量为的发电设施以及延伸至产权分界点的全部辅助设施。

(2) “首次并网日”指本协议双方商定的，发电项目首次同期与电网进行连接的第一天。

(3) “并网方式”指发电项目与电网之间一次系统的电气连接方式。

(4) “购售电合同”指甲方与乙方发电项目所发电量的购销及甲方的有关付款等事宜签订的合同。

(5) “解列”专指将发电项目与电网相互连接在一起同步运行的发电设备与电网断开的操作。

(6) “计划检修”指本协议双方为检查、试验、检修和大修发电发电设施或其它设施而根据电力行业标准，参照设备供应商的建议、技术参数、发电项目运行经验而有计划安排的发电设施处于计划检修期内的状态，包括大修、小修、节日检修和公用系统检修。

(7) “日发电有功曲线”指甲方电力调度中心每日以乙方申报的可用容量和年度发电计划为基础而制定的乙方日计划发电的有功曲线。

(8) “电网调度规程”指由甲方制定的用于规范在本网内的调度行为的技术规范。

(9) “电力调度中心”是甲方为确保电力系统安全、优质和经济运行而设立的，专门依法对电力系统生产运行、电网调度系统及其人员职务活动进行调度管理的机构。就本协议项下有关调度中心的任何条款而言，其已获得甲方的批准和认可。

(10) “电力行业标准”是指为了电网和设备安全稳定运行，由电力技术主管部门制定的一系列技术规范。

(11) “不可抗力事件”是指双方在签署本协议时不能预见、并且对其发生及后果不能避免并且超过合理控制范围的、不能克服的自然事件和社会事件。此类事件包括：火山爆发、闪电、龙卷风、海啸、暴风雪、山体滑坡、水灾、火灾、核辐射、战争、瘟疫、流行病、骚乱、外敌入侵、敌对行动、叛乱以及超设计标准的地震、台风等。

## 1.2 解释

1.2.1 本协议中的标题仅为阅读之方便，不应被视为协议的组成部分，亦不应以任何方式影响对本协议的解释。

1.2.2 本协议对任何一方的后继者或允许的受让人具有约束力。

1.2.3 除上下文另有要求外，本协议所指的日、月、年均为公历日、月、年。

1.2.4 本协议中的“包含”一词应解释为包括但不限于。

## 第二章 陈述和保证

本协议双方保证和陈述如下：

- (1) 任何一方均具有符合中国法律的合法民事主体的地位；
- (2) 任何一方完全有权签署并有能力履行本协议；
- (3) 任何一方已为本协议的有效签署获取一切必要的同意、批准和许可。



### 第三章接入系统工程

#### 3.1 接入系统工程投产时间及发电项目并网时间

发电项目接入系统工程投产时间为年月日，发电设施并网发电时间分别为年月日，如双方不能按此时间执行，按本协议书的违约责任执行。

#### 3.2 接入系统方式

发电项目总装机容量；

以 kV 电压等级接入

和以 kV 电压等级接入

……

等个并网接入点；参见附图

未经甲方同意，乙方不得随意变更接入电网方式或自行接入用户。

#### 3.3 接入系统工程投资原则

接入系统工程由方负责投资、建设和运营管理。

#### 3.4 资产分界点

双方资产产权分界点为：

分界点的负荷侧属企业业主与发电项目方资产，线路侧（包括开关柜、铁塔、悬挂瓷瓶）属甲方资产，详见附件。

#### 3.5 电量计量点

乙方发电项目上网（计量点）利用供电局安装在计量装置进行双向计量。

乙方发电项目上网电量计量点设置在以下各点：

(1) ；

(2) ；

(3) ；

(4) ；

……

另外，该发电项目需在发电装置出口装设计量装置，满足项目发电量计量要求。

### 第四章并网条件和要求

#### 4.1 发电设施基本技术参数

乙方发电设施总额定有功功率（有功出力）为 MW，额定功率因数为，并具备有功功率为额定值时，功率因素进相的运行能力，发电其它设备的选择也应可满足发电项目进相运

行的要求；

正常最大出力为额定出力的%，正常最小稳定运行出力为额定出力的%。

4.2 发电项目升压变压器抽头为，选用阻抗变压器。

4.3 发电项目的电气主接线运行方式以及并网方式须满足甲方电网安全稳定运行的要求，执行甲方属下的电力调度中心提出的电气主接线运行方式以及并网方式的方案，确保发电项目安全并入电网运行。

4.4 发电项目的继电保护、安全自动装置、通信、调度自动化装置等应满足南方电网公司相关技术规范。

## **第五章违约责任**

5.1 甲乙双方任何一方违反本协议规定条款视为违约，另一方有权要求违约方赔偿因违约造成的经济损失，但不可抗力事件造成的损失由双方各自承担。

5.2 一旦发生违约行为，非违约方有权向违约方发出一份要求其纠正其违约行为的书面通知，违约方应在收到该通知后立即采取措施纠正其违约行为。

5.3 如果由于第三者的原因造成调度指令不能执行、信息通道受阻等使任何一方受损失的，则受损失方可依法向第三者索赔，任何一方均应为对方的此类索赔提供合理的协助。

## **第六章争议解决办法**

本协议执行过程中发生任何争议，由双方协商解决。无法协商一致的，则提交国家电力监管委员会南方监管局进行调解，调解不成的，提请佛山市仲裁委员会仲裁处理。

## **第七章其它**

7.1 双方同意，在本协议生效后，任何一方均可将其在本协议项下的全部或部分权利转让给第三方，但转让方应在转让前书面通知对方；任何一方将其在本协议项下的全部或部分义务转让给第三方，必须事先征得对方的同意。

7.2 本协议及其附件构成双方达成的全部协议，并且取代所有双方在此之前就本协议所进行的任何讨论、谈判、协议和合同。

7.3 本协议若有未尽事宜，或需要修改、补充有关条款时，须经双方协商一致并签订补充协议。在补充协议生效前，仍按本协议原条款执行。

7.4 本协议履行过程中若与国家或省新颁布的有关法律、法规及政策的强制性规定相抵触时，应进行相应的修改、补充，并按该法律、法规及政策的强制性规定执行。

7.5 本协议在符合第二章条款约定的前提下，自双方盖章和法人代表或其授权人签字之日起生效。

7.6 在本协议执行过程中，如机组参数或接入系统方案发生变化，须经双方协商一致并签

订补充协议。

7.7 本协议一式份，其中正本份，副本份，双方各持正本份，副本份。

签署协议双方：

甲方（印章）： 乙方（印章）：

代表（签字）： 代表（签字）：

签署日期： 年月日

签署地点：

## 附件 7：分布式新能源发电项目并网验收和并网调试申请表

工作单号：		申请日期	年月日
项目业主		房屋产权人	
项目名称		项目地址	
项目联系人		联系电话	
施工单位联系人		联系人电话	
业务性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 扩建	装机容量：	kW
项目类型	<input type="checkbox"/> 一般分布式光伏发电项目 <input type="checkbox"/> 享受国家发电补贴分布式光伏发电项目 <input type="checkbox"/> 生物质能发电项目 <input type="checkbox"/> 其他类型分布式发电项目	项目业主性质	<input type="checkbox"/> 与建设用地业主一致 <input type="checkbox"/> 与建设用地业主不一致 <input type="checkbox"/> 是否向其他地区供电
并网点	<input type="checkbox"/> 接入公共电网 <input type="checkbox"/> 接入用户侧	并网点	<input type="checkbox"/> 用户侧（个） <input type="checkbox"/> 公共电网（个）
计划	年月日	计划	年月日
验收完成时间		并网调试时间	
并网点位置、电压等级、发电机组（单元）容量简单描述			
并网点 1			
并网点 2			
并网点 3			
并网点 4			
并网点 5			
并网点 6			
并网点 7			
本表中的信息及提供的资料真实准确，单位工程已完成并网前验收、调试，具备并网调试条件，谨此确认。  申请单位：（公章） 申请个人：（经办人签字）  年月日		客户提供的资料已审核，并网申请已受理，谨此确认。  受理单位：（公章）  年月日	
受理人		受理日期	年月日
告知事项：			
1. 本表 1 式 2 份，双方各执 1 份。			
2. 具体调试时间将电话通知项目联系人。			

## 附件 8：分布式新能源发电项目验收意见通知单

## 分布式光伏发电项目并网验收意见单（自然人）

工作单号		验收日期	年月日
项目名称		用电地址	
装机规模	kW	并网电压	<input type="checkbox"/> 220V <input type="checkbox"/> 380V
接入方式	<input type="checkbox"/> 接入用户侧 <input type="checkbox"/> 接入公共电网	并网地点	<input type="checkbox"/> 用户侧（个） <input type="checkbox"/> 公共电网（个）
施工单位申请验收的资料验收情况			
资料	符合标准	资料	符合标准
申请并网竣工验收报告	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	建设单位竣工验收报告	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
安装单位和试验单位资质证明	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	主要电气设备一览表	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
其他	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		
现场验收情况			
并网验收内容	符合标准	并网验收内容	符合标准
并网专用开关各项性能	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
计量点安装（并网、发电处）	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
计量装置运行正常	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
逆变器测试报告	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
其他	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
业务受理	并网验收意见		客户确认验收意见
受理意见：	受理意见：		客户意见：
受理单位（盖章）：	验收单位（盖章）：		客户（盖章）：
受理人签名：	并网验收人签名：		客户（代表）签名：
受理日期：年月日	验收时间：年月日		确认日期：年月日
备注：			



## 分布式光伏发电项目并网验收意见单（非自然人）

工作单号		验收日期	年月日
项目名称		用电地址	
施工单位联系人		联系电话	
装机规模	kW	并网电压	<input type="checkbox"/> 10(20)kV <input type="checkbox"/> 380V
接入方式	<input type="checkbox"/> 接入用户侧 <input type="checkbox"/> 接入公共电网	并网点	<input type="checkbox"/> 用户侧（个） <input type="checkbox"/> 公共电网（个）
施工单位申请验收的资料验收情况			
资料	符合标准	资料	符合标准
申请并网竣工验收报告	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	建设单位竣工验收报告	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
安装单位和试验单位资质证明	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	主要电气设备一览表	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
质检管理部门出具的合格证其他	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	并网启动方案	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
项目运行人员名单	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	其他	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
备注:			
现场验收情况			
并网验收内容	符合标准	并网验收内容	符合标准
并网专用开关各项性能	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	并网专用开关电气试验报告	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
计量点安装（并网、发电处）	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	计量装置运行正常	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
继电保护、自动化和通信装置检查	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	并网点电能质量检测	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
逆变器测试报告	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	其他	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
备注:			
业务受理	并网验收意见	客户确认验收意见	
受理意见:	受理意见:	客户意见:	
受理单位（盖章）:	验收单位（盖章）:	客户（盖章）:	
受理人签名:	并网验收人签名:	客户（代表）签名:	
受理日期: 年月日	验收时间: 年月日	确认日期: 年月日	
告知事项: 验收通过后, 请配合电网公司开展并网调试工作。			





## 附件 9：居民家庭分布式光伏发电项目安全责任声明

# 居民家庭分布式光伏发电项目 安全责任声明

项目名称：

本分布式光伏发电项目（以下简称“本项目”）已经业主方、施工方检验，自检结论合格，满足并网条件和要求。

自本项目并网通电即日起，业主方负责本项目投资、建设和运行维护，承担本项目所有安全运行维护责任。公共电网侧电能计量装置之后的电气设备（含表后线、表后开关等，下同）事故引起的人身、设备和财产安全责任均由业主方承担，与供电部门无关。

项目业主方签名（盖章）：

签订时间：

## 附录 1 并网点的图例说明

分布式光伏发电系统的并网点，是指分布式光伏发电系统与电网的连接点，而该电网可能是公共电网，也可能是用户电网。

并网点的图例说明如图 1 所示：虚框为用户电网，该用户电网通过公共连接点 C 与公共电网相连。在用户电网内部，有两个分布式光伏发电系统，分别通过 A 点和 B 点与用户电网相连，A 点和 B 点均为并网点，但不是公共连接点。在 D 点，有分布式光伏发电系统直接与公共电网相连，D 点是并网点，也是公共连接点。

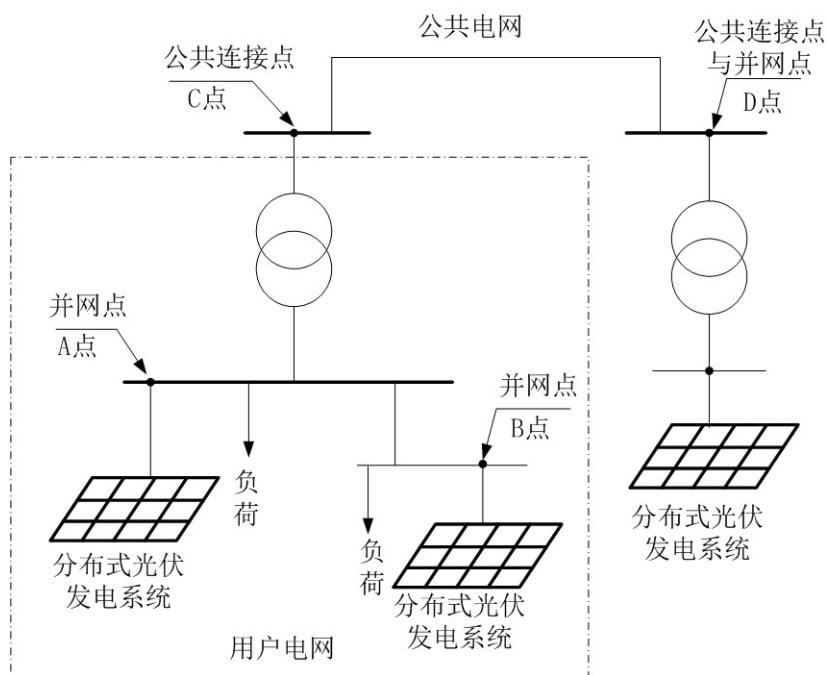


图 1：并网点图例说明

## 附录 2：检验范围图例说明

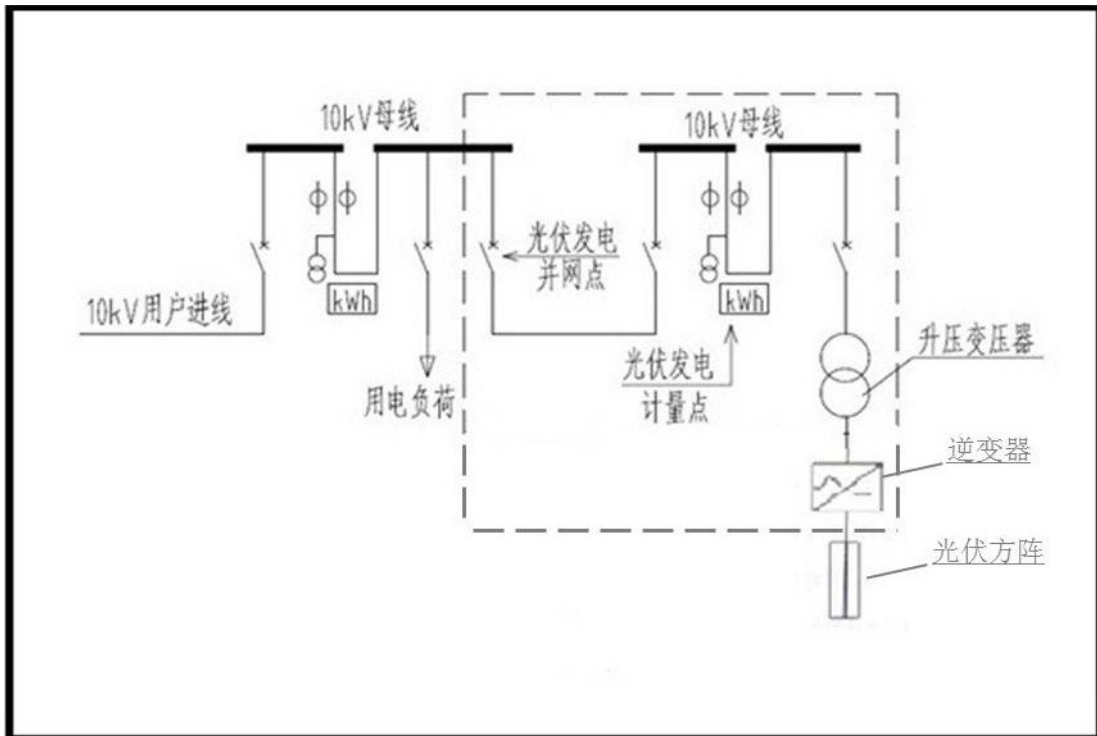


图 2 分布式光伏接入 10（20）kV 配电网

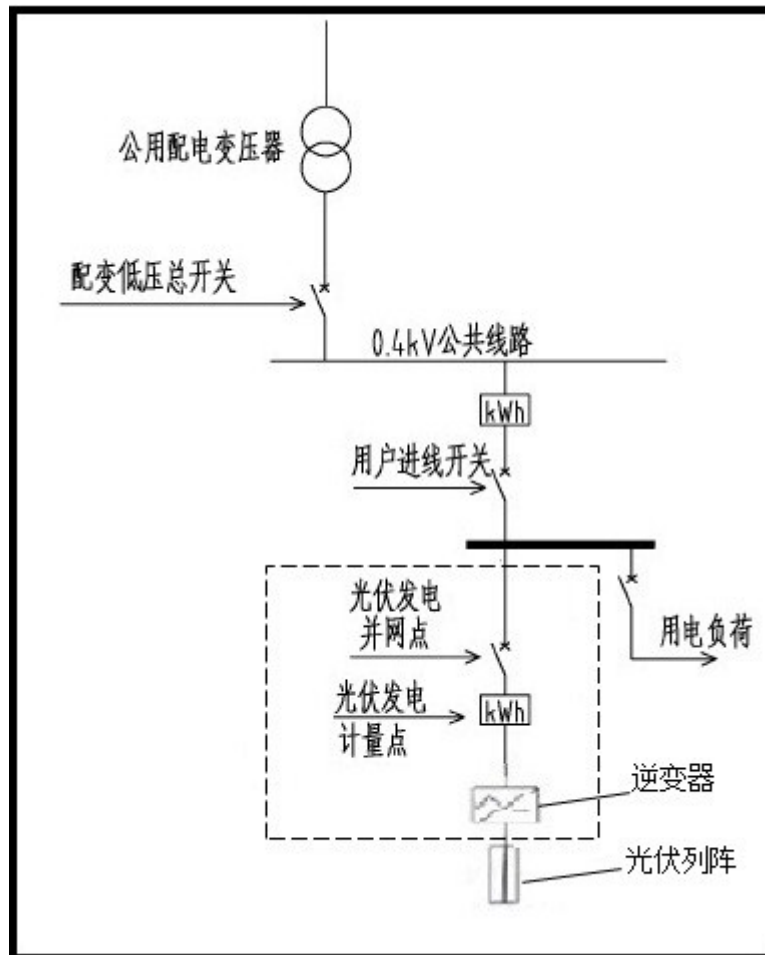


图3 分布式光伏接入公变低压侧

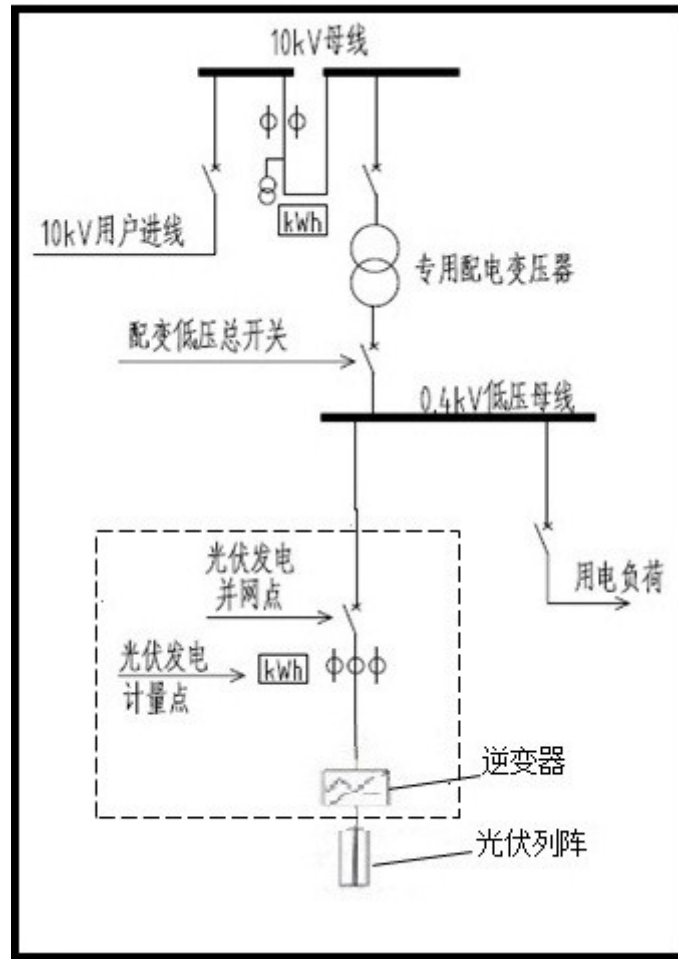


图 4 分布式光伏接入专变低压侧

附录 3：光伏电站接入电网技术规范

**Q/CSG**

中国南方电网有限责任公司企业标准

Q/CSG1211006-2016

---

## 光伏发电并网技术标准

Technical standard for photovoltaic power system connected to power grid

# 目 录

前 言 .....	1
1 范 围 .....	2
2 规范性引用文件 .....	2
3 术语与定义 .....	3
4 总体要求 .....	3
5 含光伏发电的区域电源与电网适应性规划设计 .....	4
5.1 区域光伏发电出力特性分析 .....	4
5.2 区域电网光伏发电消纳能力分析 .....	4
5.3 区域电网适应性改造分析 .....	6
6 并网一次部分 .....	7
6.1 电力电量平衡 .....	7
6.2 接入电网方案 .....	7
6.3 潮流计算 .....	8
6.4 稳定分析 .....	9
6.5 短路电流计算 .....	9
6.6 无功补偿 .....	9
6.7 并网线路一次设备配置 .....	9
7 并网二次部分 .....	10
7.1 继电保护与安全自动装置 .....	10
7.2 监测与计量 .....	10
7.3 功率预测 .....	11
7.4 功率控制 .....	11
7.5 无功控制 .....	12
7.6 运行适用性 .....	13
7.7 调度自动化 .....	14

7.8 通信.....	14
<b>附录 A.....</b>	<b>16</b>
<b>附录 B.....</b>	<b>18</b>
<b>附录 C.....</b>	<b>20</b>



## 前 言

为贯彻落实将南方电网公司建设成经营型、服务型、一体化、现代化的企业，指导和规范接入公司所属各分省公司、地（市、州）级供电企业的光伏发电并网规划设计、建设和运行，特制定本标准。

本标准以国家及行业的有关法律、法规、标准、导则为基础，结合公司各级供电企业的光伏发电并网现状、运行管理及发展需求而提出，公司及所属各分省公司、地（市、州）级供电企业，以及在公司范围内规划建设光伏发电的企业应遵照本标准。

本标准由南方电网公司计划发展部归口。

本标准起草单位：南方电网公司计划发展部，系统运行部，设备部，南网科研院，广东、广西、云南、贵州、海南电网公司。

本标准起草人：吴争荣、申展、卢斯煜、马溪原、王彤、雷金勇、许爱东、周保荣、郭晓斌、陈旭、彭波、刘利平、张雪莹、刘宝林、李小伟、郑伟、余幼璋、陈明帆、程军照。

# 光伏发电并网技术标准

## 范围

本标准提出了光伏发电并网应遵循的一般原则和技术要求，适用于南方电网范围内含光伏发电的区域电源与电网适应性规划设计，以及通过 10kV（20kV）及以下电压等级接入电网的分布式光伏发电系统和通过 35kV 及以上电压等级接入电网的光伏发电站规划设计，并指导施工建设与运行工作。

## 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本标准。凡是不注明日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

- GB 50797 光伏电站设计规范
- GB/T 14285 继电保护和安全自动化装置技术规程
- GB/T 14549 电能质量 公用电网谐波
- GB/T 19862 电能质量监测设备通用要求
- GB/T 19964 光伏电站接入电力系统技术规定
- GB/T 29319 光伏发电系统接入配电网技术规定
- GB/T 29321 光伏电站无功补偿技术规范
- GB/T 31464 电网运行准则
- GB/T 50865 光伏发电接入配电网设计规范
- GB/T 50866 光伏电站接入电力系统设计规范
- NB/T 32011 光伏电站功率预测系统技术要求
- NB/T 32015 分布式电源接入配电网技术规定
- NB/T 32016 并网光伏发电监控系统技术规范
- NB/T 32025 光伏发电调度技术规范
- NB/T 33010 分布式电源接入电网运行控制规范
- NB/T 33012 分布式电源接入电网监控系统功能规范

DL 755 电力系统安全稳定导则

DL/T 448 电能计量装置技术管理规程

DL/T 599 城市中低压配电网改造技术导则

DL/T 836 供电系统用户可靠性评价规程

DL/T 5131 农村电网建设与改造技术导则

Q/CSG 11517 电厂接入系统设计内容深度规定

Q/CSG 1211001 分布式光伏发电系统接入电网技术规范

Q/CSG 1211002 光伏电站接入电网技术规范

Q/CSG 1203004.3 20kV 及以下电网装备技术导则

国家发展和改革委员会[2014]第 14 号令 电力监控系统安全防护规定

国家能源局[2015]36 号 电力监控系统安全防护总体方案

国家能源局[2010]256 号 电网技术改造工程预算编制与计算标准

## 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**光伏电站** photovoltaic(PV) power station

利用光伏电池的光生伏特效应，将太阳辐射能直接转换成电能的发电系统，一般包含变压器、逆变器和光伏方阵，以及相关辅助设施等。一般接入 35kV 及以上电压等级。

### 3.2

**分布式光伏发电系统** distributed photovoltaic power system

接入 10（20）kV 及以下电压等级、位于用户附近、所发电能就地消纳为主的利用光伏电池的光生伏特效应，将太阳能转换为电能的发电系统。

### 3.3

**区域** area

根据电网结构和实际研究需要划分的地域范围，可按照行政区域或供电区域划分。

## 总体要求

4.1 光伏发电应按照“就近接入、就地消纳”的原则接入电力系统。

4.2 光伏发电建设规模要与电力系统、资源状况等有关条件相协调。

4.3 含光伏发电的区域电源与电网适应性规划设计需满足电力系统电力电量平衡、调峰调频、

潮流及稳定的要求，并在不满足要求的情况下进行适应性改造。

4.4 光伏发电并网一次部分设计应包括负荷预测、电力电量平衡、接入电网方案、潮流计算、安全稳定分析、短路电流计算、无功补偿、方案技术经济性分析和电气参数要求等内容。

4.5 光伏发电并网二次部分设计应包括继电保护与安全自动装置、监测与计量、功率预测、功率控制、无功电压控制、运行适用性、调度自动化、通信等内容。

4.6 光伏发电并网二次系统宜统一配置，应满足国家发展和改革委员会 2014 年第 14 号令《电力监控系统安全防护规定》的要求。

## 含光伏发电的区域电源与电网适应性规划设计

### 区域光伏发电出力特性分析

#### 区域光伏电站发电出力特性分析

区域内各光伏电站的发电出力特性应从年度出力特性、月度出力特性、日出力特性三个角度进行分析，具体要求如下：

(1) 年度出力特性分析：根据区域内已有光伏电站历史统计出力或该区域历史气象资料开展统计和趋势分析，确定区域内各光伏电站逐年太阳辐照量的预期变化以及相应的年平均发电出力变化，主要指标包括年平均出力、年最大出力、多年出力概率分布等。

(2) 月度出力特性分析：用于确定区域内光伏电站月内的发电出力分布及波动特性，采用月平均出力、月最大出力、月出力概率分布等指标进行衡量，用于指导电力系统月度电量平衡、年度发电计划等的计算和安排。

(3) 日出力特性分析：用于确定区域内光伏电站日内发电出力特性，采用光伏日平均出力、日最大出力、保证容量、出力波动率等指标进行衡量，用于指导电力系统短期开机计划、电力平衡和备用容量等的计算和安排。

指标计算方法见附录 A。

#### 区域光伏发电集群效应分析

区域内光伏发电集群效应分析应从长期出力波动的相关性和短期出力波动的互补性两方面进行，以相关性系数、最大出力比、出力波动比、峰值同时率、峰谷差比作为评价指标。

指标评价方法见附录 B。

### 区域电网光伏发电消纳能力分析

#### 一般规定

(1) 区域电网光伏发电消纳能力分析应按照基于现有电源和网架结构最大化消纳光伏

发电的原则，结合区域内所有新能源电厂、常规电源、网架结构、跨区域联网规划和电力需求预测，通过构造确定性和概率性场景，对区域内光伏建设容量进行评估，对光伏与常规电源的协调方案进行论证（确定性和概率性场景构造方法见附录 C）。

（2）区域性光伏发电电源设计以优先建设太阳能资源优越、建设条件便利、便于接入负荷集中区域的光伏发电为原则，鼓励发展分布式光伏发电系统。

#### 电力电量平衡

（1）电力电量平衡用于明确区域系统需要的装机容量、调峰容量、电源的送电方向，为拟定不同光伏发电容量并网后区域系统的电源方案、调峰方案、电网方案及计算燃料需要量、污染物排放量等提供依据。

（2）水电比重较大的区域系统一般应选择平水年、枯水年两种水文年进行平衡计算。必要时还应校核丰水年和特枯水年的电力电量平衡。一般地，电力平衡按枯水年编制，电量平衡按平水年编制。

（3）区域系统的总备用容量可按其最大发电负荷的 15%~20%考虑，低值适用于大区域系统，高值适用于小区域系统，并满足下列要求：

- a) 负荷备用为 2%~5%；
- b) 事故备用为 8%~10%，但不小于该区域内最大单机容量；
- c) 检修备用应按有关检修规程，结合系统电源结构和负荷特性统筹安排。

（4）在规划设计阶段，原则上不考虑光伏发电作为系统备用。

（5）光伏发电出力建议按高保证率（即负荷高峰时段保证容量，见附录 A.6）参与系统电力平衡，按多年平均出力参与系统电量平衡；缺乏光伏发电历史出力数据的区域，可参考类似地理位置光伏发电数据或根据该区域地理位置、光照条件进行估算。

#### 系统调峰调频

（1）结合区域电网负荷特性和光伏发电日出力特性，从确定性和概率性角度，对光伏并网后区域系统的调峰问题进行针对性研究。在区域内已有电源结构基础上，若出现调峰问题，采用如下原则进行论证：

- a) 弃光与弃水经济性论证；
- b) 新建抽水蓄能电站的可行性与经济性论证；
- c) 新建调峰火电站的可行性与经济性论证；
- d) 其他调峰手段论证，如安装储能设备、负荷侧响应等。

（2）结合光伏出力波动特性，研究在不同光伏发电并网容量、不同季节及气象条件下

区域电网的调频问题，使系统调频能力满足设计年不同季节系统调频的需求。

#### 潮流及稳定

(1) 以规划年电网、电源规划及负荷预测数据为计算基础，根据光伏发电出力的确定性和概率性场景库，对区域光伏不同分布进行潮流及稳定校核计算，并进行改变区域光伏发电接入容量的敏感性分析，确定网架约束情况下的光伏发电消纳能力。

(2) 潮流校验应包括区域规划水平年具有代表性的最大负荷、最小负荷运行方式，检修运行方式，以及事故运行方式；水电比重大的系统，需对各种水文年的运行方式进行分析，选择有代表性的季节进行潮流校核。

(3) 稳定校核应分别进行静态和暂态稳定计算，采用是正常运行的潮流最大运行方式。

(4) 需对光伏发电不同方式接入电网的保护适应性进行校核。

#### 区域电网适应性改造分析

电网适应性改造需满足以下一般性要求：

(1) 电网适应性改造应与区域光伏电源规划相适应，与相邻电压等级电网相协调。

(2) 电网改造方案应节省投资和年运行费用。

(3) 电网适应性改造所涉及的线路电压等级应综合考虑确定性和概率性的光伏发电消纳评估结果，根据电网现状、今后 10~15 年的输电容量、输电距离等因素进行论证，在解决现有区域光伏消纳问题的情况下，满足远景发展的需要。在经济性指标相差不大情况下，优先推荐电压等级较高的方案，必要时考虑初期降压运行。

(4) 电网改造方案需满足 DL/T 836 的规定。

(5) 电网改造需进行安全稳定校核，对于 220kV 及以上网架，将计划检修方式作为正常方式参与安全校核，即计划检修方式下发生 N-1 故障，应能满足高峰负荷条件下安全运行的要求以及 DL755 中规定的有关各项安全稳定标准。

(6) 各电压等级改造线路应满足短路电流限制。

(7) 电网适应性改造后，各电压等级电网电能质量应能满足电压波动范围要求。

(8) 改造后电网谐波应满足 GB/T14549 的规定。

#### 电网一次系统改造

(1) 分析改造线路所在区域相应电压等级电网结构特点。

(2) 根据电压等级确定变电站改造方案，包括主变规模、主变型式、出线规模、配电装置型式、无功补偿装置、电气主接线方式等。

(3) 变电设备的容量、台数、相数、绕组数及阻抗等选择应以满足光伏发电消纳为前

提，根据电力负荷发展，潮流变化，结合系统短路电流、系统稳定、调相调压、设备制造及运输等具体条件进行。

(4) 变电站无功补偿应按分层分区和就地平衡原则配置。

(5) 根据电压等级确定线路改造方案，包括线路型式、导线型式、导线截面等。

#### 电网二次系统改造

(1) 光伏发电接入应考虑对电网二次系统的产生影响，包括调度自动化系统、继电保护系统以及电能质量，在一次系统改造后，需校验二次系统的适应性，并进行针对性改造。

(2) 分布式光伏发电系统接入中低压配网，应分析短路容量比、渗透率，以及对馈线过电流保护选择性、灵敏性的影响。

(3) 光伏发电接入电网后，应分析其对重合闸装置、备自投装置、主变中性点过电压及变压器保护的影响，对变电站侧内配置小电源解列装置的必要性进行分析论证。

#### 适应性改造方案经济性论证

应对电网适应性改造方案工程预算成本与工程成本回收期内因消纳光伏发电带来的经济环境综合效益进行论证。电网适应性改造工程预算成本准则和计算方法参照《电网技术改造工程预算编制与计算标准》执行。

### 并网一次部分

#### 电力电量平衡

地区电网发展现状分析应充分考虑区域内所有电源出力及区域送受电情况，结合地区消纳现状和区域主要送出线路的负载情况，进行新增光伏电站消纳范围和送出能力分析。

在电力平衡计算时，应基于区域电源、负荷及电网网架增长率分析，根据负荷特性和光伏电站出力特性，列出各个水平年最大负荷、最小负荷且光伏电站零出力、50%出力及最大出力方式下电网的电力平衡表。各水平年的电力平衡宜按季度或按月进行分析。

在电量平衡计算时，应列出相关电网各水平年的电量平衡表。对于接入 10（20）kV 及以下电压等级的分布式光伏发电系统，可不进行电量平衡计算。

电力电量平衡计算，应分析系统的调峰、调频能力，并应确定电网能够接纳光伏电站的电力。对已出现送出及消纳瓶颈的地区，可允许特殊时段的弃光，并对弃光量进行估算。

#### 接入电网方案

光伏电站接入电网方案设计应以审定的中长期电力规划为基础，从实际出发，遵循分层、分区、分散接入的原则。

光伏电站接入电网方案应根据最终和分期规模、送电距离、接入条件、电网运行要求和承受能力等因素确定，并应在对提出的接入系统方案进行必要的电气计算和技术经济比较后提出推荐方案。推荐方案应包括接入电压等级、接入站点、出线方向、出线回路数、导线截面积等。

光伏发电接入电压等级选择应根据不同方案的技术经济比较确定，一般情况下可参考表 1 要求。

表 1 光伏发电（含分布式电源）并网的电压等级

总容量范围（kW）	并网电压等级（kV）	
	A、B、C 类供电区	D、E、F 类供电区
小于 8	0.22	0.22
8 至 500	0.38	0.38
500 至 6000	10(6)	10(6)
6000 至 10000	10(20)	35
10000 至 30000	10(20)、110	35、110
30000 至 100000	110	110
100000 及以上	110、220	110、220

有不同接入电压等级可供选择的时候，宜根据送电方向选取适合接入的电压等级，原则上应在本电压等级内消纳。经过技术经济比较，并考虑发展规划等原因，采用低一级的电压等级接入优于高一级的电压等级接入时，推荐采用低一级的电压等级接入。

单点容量等于或小于 400kW 的分布式光伏发电系统直接接入 380V，单点容量 400kW-6MW 的分布式光伏发电系统直接接入 10（6）kV。当采用 220V 单相接入时，应根据当地配网三相不平衡测算结果确定接入容量，一般情况下单点最大接入容量不宜超过 8kW。

一般情况下，分布式接入的光伏发电或通过单一线路接入的集中式光伏发电总容量较小，则不需开展 N-1 校核；若通过单一线路接入的集中式光伏发电总容量大于本区域最大单机容量，则送出线路应考虑 N-1 校核。

### 潮流计算

潮流计算应包括设计水平年有代表性的正常最大与最小负荷运行方式、检修运行方式以及事故运行方式，还应计算光伏电站最大出力时段的运行方式。



潮流计算应分析典型方式下光伏出力变化引起的线路功率和节点电压波动，并应避免出现节点电压越限。

潮流计算应对过渡年和远景年有代表性的运行方式进行计算。

通过潮流计算，检验光伏电站接入电网方案、选择导线截面和电器设备的主要参数以及选择调压装置、无功补偿设备及其配置。

### 稳定分析

对于通过 35kV 及以上电压等级接入电网的光伏发电站，应通过稳定性分析，验算光伏电站接入是否满足电力系统稳定运行的要求，分析是否需要采取提高稳定性的措施。

稳定性分析应进行暂态稳定计算，必要时应进行静态和动态稳定计算。

稳定计算采用的正常运行方式，应为电网正常且光伏电站出力最大的运行方式。

暂态稳定计算采用的故障类型，应符合 DL 755 的规定，暂态稳定计算还应计算光伏电站出力突变下的系统稳定性。

稳定计算中光伏电站的模型应能充分反映其机电暂态特性。

光伏电站接入存在稳定性问题时，应开展安全自动装置专题研究，并提出解决稳定性问题的方案。

### 短路电流计算

短路电流计算应包括光伏电站并网点、附近节点本期及远景规划年最大允许方式的三相和单相短路电流。应合理控制光伏电站并网点、附近节点短路电流，不宜超过节点断路器遮断容量。

电气设备选型应满足短路电流计算的要求。

### 无功补偿

光伏电站的无功功率和电压调节能力应满足 Q/CSG 1211002 的有关规定。应通过技术经济比较，选择合理的无功补偿措施，包括无功补偿装置的容量、类型、控制方式和安装位置。

光伏电站无功补偿容量的计算，应充分分析逆变器无功调节能力，以及汇集线路、变压器和送出线路的无功损耗和充电功率等因素。

光伏电站应配置无功功率控制系统或电压自动控制系统，并充分利用光伏逆变器的无功调节能力。当逆变器的无功容量不能满足系统无功或电压调节需要时，应在光伏电站集中加装适当容量的无功补偿装置，必要时加装动态无功补偿装置。

### 并网线路一次设备配置

非专线并网的光伏发电系统联络线系统侧应装设线路电压互感器，专线联络线系统侧宜装设线路电压互感器，以满足重合闸需要。

## 并网二次部分

### 继电保护与安全自动装置

220kV 光伏电站送出线路应配置两套完整的、各自独立的主后一体化全线速动电流差动保护。

110kV 光伏电站送出线路应配置一套含重合闸功能的主后一体的光纤电流差动保护。

10kV(35kV)光伏发电系统送出线路及专线并网线路应配置光纤电流差动保护；其他 10kV 及以下光伏发电系统送出线路，可采用三段式电流保护。

分布式光伏发电系统应配置防孤岛保护装置，动作时间应不大于 2 s。防孤岛保护还应与电网侧线路保护重合闸、安全自动装置动作时间相配合。

分布式光伏 10（20）kV 接入线路电网侧和分布式电源侧都应配置故障解列装置。故障解列应包含低/过频保护、低/过压保护等功能，故障解列装置联跳分布式光伏发电系统联络线断路器，条件具备时，宜联跳分布式光伏发电系统并网点断路器。

必要时，可采用主变保护动作联跳分布式光伏发电系统联络线断路器，条件具备时，宜联跳分布式发电系统并网点断路器。

110kV 及以上电压等级接入的光伏电站，应配置安全稳定控制装置。

### 监测与计量

#### 故障录波

(1) 通过 110kV 及以上电压等级接入电网的光伏电站应配备保护及故障信息系统子站，并配备至电网调度机构的数据传输通道，送出线路、主变、母线、汇集线路、无功补偿设备、站用接地变的保护及故障录波器应接入保护及故障信息系统子站。

(2) 110kV 及以上光伏电站送出线路、主变、汇集线路、无功补偿设备、站用接地变应接入所在变电站的故障录波装置；35kV 及以下光伏发电系统送出线路直接接入送出线路所在变电站的故障录波装置。

#### 电能质量监测

(1) 光伏电站应配置电能质量实时监测设备，所装设的电能质量监测设备应满足 GB/T 19862 的要求。当光伏电站电能质量指标不满足要求时，光伏电站应安装电能质量治理设备，确保光伏电站电能质量合格。

(2) 光伏电站应具备电能质量监测数据存储功能,对于 10 MW 及以上容量的光伏电站,应具备实时监测数据远程传输功能。

(3) 通过 10kV 及以上电压等级接入的光伏发电的公共连接点应装设满足 GB/T 19862 要求的电能质量在线监测装置。电能质量监测历史数据应至少保存一年,必要时可供电网企业调用。

#### 计量装置

(1) 光伏发电电能计量点(关口)应设在光伏发电与电网的产权分界处,产权分界处按国家有关规定确定。

(2) 产权分界点处不适宜安装电能计量装置的,关口计量点由光伏发电业主与电网企业协商确定。

(3) 计量装置配置和技术要求应符合 DL/T 448 的要求。

(4) 通过 10kV 及以上电压等级接入的光伏发电,同一计量点应安装同型号、同规格、准确度相同的主、副电能表各一套,主、副表应有明确标志。

#### 功率预测

装机容量 10 MW 及以上的光伏电站应配置光伏发电功率预测系统,系统应具备 0 h~72 h 短期光伏发电功率预测以及 15 min~4 h 超短期光伏发电功率预测功能。

光伏电站每 15 min 自动向电网调度机构滚动上报未来 15 min~4 h 的光伏电站发电功率预测曲线,预测值的时间分辨率为 15 min。光伏电站每天按照电网调度机构规定的时间上报次日 0~24 时光伏电站发电功率预测曲线,预测值的时间分辨率为 15 min。光伏电站发电功率预测曲线应自动上传到电网调度机构。

单个光伏电站日前的短期光伏发电功率预测月平均准确率应不低于 85%,月平均合格率应大于 80%;超短期光伏发电功率预测月平均综合准确率应不低于 90%,月平均合格率应大于 85%。

#### 功率控制

光伏电站应具备参与电力系统的调频和调峰的能力,并符合 GB/T 31464 的规定。

光伏电站应配置有功功率控制系统,具备有功功率连续平滑调节的能力,并能够参与系统有功功率控制。

光伏电站应能够接收并自动执行电网调度机构下达的有功功率及有功功率变化的控制指令。

通过 10 (20) kV 电压等级并网的分布式光伏发电系统应具有有功功率调节能力,必要时

能根据电网调度机构指令调节电源的有功功率输出。

正常运行情况下有功功率变化。

(1) 在光伏电站并网、正常停机以及太阳能辐照度增长过程中，光伏电站有功功率变化应满足电力系统安全稳定运行的要求，其限值应按电网运行要求进行整定。

(2) 光伏电站有功功率变化速率应不超过 10%装机容量/min，允许出现因太阳能辐照度降低而引起的光伏电站有功功率变化速率超出限值的情况。

#### 紧急控制

(1) 在电力系统事故或紧急情况下，光伏电站应根据电网调度机构的指令快速控制其输出的有功功率，必要时可快速降低光伏电站有功功率或切除光伏电站；此时光伏电站有功功率变化可超出电网调度机构规定的有功功率变化最大限值。

(2) 电力系统事故或特殊运行方式下按照电网调度机构的要求降低光伏电站有功功率。

(3) 当电力系统频率高于 50.2 Hz 时，按照电网调度机构指令降低光伏电站有功功率，严重情况下切除整个光伏电站。

(4) 若光伏电站的运行危及电力系统安全稳定，电网调度机构按规定暂时将光伏电站切除。

(5) 事故处理完毕，电力系统恢复正常运行状态后，光伏电站应按调度指令并网运行。

#### 无功控制

光伏电站的无功容量应按照分层分区基本平衡的原则进行配置，并满足检修备用要求。

通过 10 kV ~35 kV 电压等级并网的光伏发电系统功率因数应能在超前 0.98~滞后 0.98 范围内连续可调，有特殊要求时，可做适当调整以稳定电压水平。

通过 110 kV 及以上电压等级并网的光伏电站，其配置的容性无功容量能够补偿光伏电站满发时站内汇集线路、主变压器的感性无功及光伏电站送出线路的一半感性无功之和；其配置的感性无功容量能够补偿光伏电站自身的容性充电无功功率及光伏电站送出线路的一半充电无功功率之和。

通过 220 kV 光伏发电汇集系统升压至 500 kV 电压等级接入电网的光伏电站群中的光伏电站，其配置的容性无功容量能够补偿光伏电站满发时汇集线路、主变压器的感性无功及光伏电站送出线路的全部感性无功之和；其配置的感性无功容量能够补偿光伏电站自身的容性充电无功功率及光伏电站送出线路的全部充电无功功率之和。

光伏电站配置的无功装置类型及其容量范围应结合光伏电站实际接入情况，通过光伏电站接入电力系统无功电压专题研究来确定。

分布式光伏发电系统功率因数应在 0.95（超前）~0.95（滞后）范围内连续可调。

分布式光伏发电系统在其无功输出范围内，应具备根据并网点电压水平调节无功输出，参与电网电压调节的能力，其调节方式和参考电压、电压调差率等参数可由电网调度机构给定。

对于通过 220kV 光伏发电汇集系统升压至 500kV 电压等级接入电网的光伏电站群中的光伏电站，当电力系统发生短路故障引起电压跌落时，光伏电站注入电网的动态无功电流应满足以下要求：

(1) 自并网点电压跌落时刻起，动态无功电流的相应时间不大于 30ms。

(2) 自动态无功电流响应起直到电压恢复至 0.9pu 期间，光伏电站注入电力系统的动态无功电流  $I_T$  应实时跟踪并网点电压变化，并应满足：

$$I_T \geq 1.5 \times (0.9 - U_T) I_N \quad (0.2 \leq U_T \leq 0.9)$$

$$I_T \geq 1.5 \times I_N \quad (U_T \leq 0.2)$$

$$I_T = 0 \quad (U_T > 0.9)$$

式中：

$U_T$  ——光伏电站并网点电压标幺值；

$I_N$  ——光伏电站额定装机容量 / ( $\sqrt{3}$  × 并网点额定电压)

#### 运行适用性

在并网点电压在 90%~110%标称电压之间时，光伏发电应能正常运行。

在并网点电压在 110%~120%和 120%~130%标称电压之间时，光伏电站应至少持续运行时间分别为 10s 和 0.5s。

在并网点电压低于 90%标称电压时，光伏电站应具有低电压穿越能力，满足 Q/CSG 1211002 中第 8 章要求。

当并网点的谐波值满足 GB/T 14549、三相电压不平衡度满足 GB/T 15543、间谐波值满足 GB/T 24337 的规定时，光伏发电应能正常运行。

当并网点频率在 49.5Hz~50.2Hz 范围之内时，光伏发电应能正常运行，当并网点频率在该范围之外时，光伏电站和分布式光伏发电系统应分别满足 Q/CSG1211002 中 9.3 节和 Q/CSG1211001 中 6.3 节要求。

### 调度自动化

光伏电站应配备计算机监控系统、二次系统安全防护设备、调度数据网络接入设备等，并满足电力二次系统设备技术管理规范要求。

通过 10kV 及以上电压等级接入的光伏发电，应配置远动通信设备，应实现遥测、遥信、遥控和遥调等功能，应实现远动信息的直采直送，应能与多个相关调度通信中心进行数据通信。光伏发电系统远动通信设备的功能要求、信号输入/输出要求和可靠性要求应符合 GB/T 19964、NB/T 32016 的规定。

光伏电站调度自动化系统远动信息采集范围按电网调度自动化能量管理系统（EMS）远动信息接入规定的要求接入信息量。

光伏电站调度管辖设备供电电源应采用不间断电源装置（UPS）或站内直流电源系统供电，在交流供电电源消失后，不间断电源装置带负荷运行时间应大于 40min。

通过 10kV 及以上电压等级接入的光伏发电，需结合自身监控需要配置计算机监控系统，同时应具备向电网调度传输信息能力，具体应符合 NB/T 32015、NB/T 33012、NB/T33010 和 Q/CSG1211001 的要求。

对于接入 220kV 及以上电压等级的光伏电站应配置相角测量系统（PMU）。

### 通信

110kV 及以上新能源厂站线路保护、稳控装置、调度自动化、调度电话等关键生产业务通道应具备两条独立的通信传输通道，单一故障下不会导致同一条线路的所有继电保护通信通道、厂站间稳控装置通信通道或调度机构至电厂的调度电话、自动化业务通信通道中断。

35kV 光伏电站应至少具备一条光传输通信通道。

35kV 及以上厂站应配置调度数据网设备，提供远动、PMU、计量、电力市场、保护信息管理系统、功率预测系统等业务的数据网络通道。

线路保护业务应根据保护类型优先采用复用 2Mb/s 光通信通道作为主通道，电流差动保护复用通道不得配置 SNCP 保护；采用专用光纤通道时，通道的衰减裕度应按不小于 6dB 考虑；在不具备光纤通道的情况下，可采用复用载波通道。

稳控装置信号传输应采用光纤传输通道。

35kV 及以上厂站的调度自动化业务优先采用 2M 通道或 MSTP 数据专线通道和调度数据网

网络两路完全独立的通道。在不具备双光纤通道时，其中一路可租用公网 2M 专线通道。

35kV 及以上厂站调度电话应具备独立双通道通信方式，可采用 2M 中继、64K 模拟小号、VOIP 电话方式。

通过 10（20）kV 电压等级并网的分布式光伏发电系统应具备与电网调度机构之间进行数据通信的能力。并网双方的通信系统应以满足电网安全经济运行对电力通信业务的要求为前提，满足继电保护、安全自动装置、调度自动化及调度电话等业务对电力通信的要求。具体如下：

（1）分布式光伏发电系统作为接入层站点接入所辖地区配用电通信网络。

（2）对于实现“三遥”功能的节点可选择采用光纤通信或无线专网通信。具备光缆建设条件时，优先采用光纤通信；不具备光缆建设条件时，优先采用无线专网通信，可采用中低压载波通信；不具备无线专网条件的“一遥”或“二遥”区域，可采用公网无线通信。

（3）电力无线专网技术的应用宜选择 TD-LTE 宽带技术体制，采用无线电管理委员会批准的频率，带宽不少于 1Mbps。所采用的无线宽带系统设备应具备工信部核发的无线电发射设备型号核准证。

（4）公网无线终端采用 APN/VPN 私有虚拟专网模式接入，无线公网终端采用静态 IP 的方式。

（5）具备遥控功能的配电自动化区域优先采用专网通信方式，依赖通信技术手段实现故障自动隔离的馈线自动化区域宜采用光纤专网通信方式。

## 附录 A

### (资料性附录)

#### 光伏发电特性指标分析方法

##### A.1 月平均出力曲线

按光伏电站历史出力数据，计算各月平均出力，形成月平均出力曲线。衡量光伏电站发电量在各月的分布情况，可用于电量平衡计算，分析光伏发电对水电和火电发电量的影响。

##### A.2 月最大出力曲线

同一个月出力数据按从小到大排序，由于历史数据具有随机性，建议去除前 5% 的最大出力，取保证率 95% 时对应的出力作为月最大出力，形成月最大出力曲线。分析光伏电站 12 个月中会出现的最大出力，用于电力平衡计算。

##### A.3 月出力概率分布曲线

按照出力占装机的比例每 5% 划分一个区间，统计出力落在每个区间的概率，形成月出力概率曲线。

##### A.4 日平均出力曲线

将全年光伏发电历史出力数据按照丰枯期统计，计算每个时刻点对应的平均出力，形成丰期和枯期两条日平均出力曲线。衡量光伏电站一天内发电量的小时级分布，用于分析光伏发电出力与负荷匹配关系。

##### A.5 日最大出力曲线

同一时段出力数据按从小到大顺序排列，分别进行丰枯期统计，建议取光伏电站各时段保证率 95% 时所对应的出力，形成丰期和枯期两条日最大出力曲线。反映光伏电站日内各时段的最大出力，用于校核光伏发电外送对电网的影响。

##### A.6 负荷高峰时段保证容量

将负荷高峰时段光伏发电出力按从大到小顺序排列，建议去除前 5% 最小出力，取保证率 95% 时所对应的出力，作为保证容量。反映光伏电站在负荷高峰时段所能提供的具有保障性的出力，用于校验光伏发电对系统电力平衡的影响。

##### A.7 负荷低谷时段保证容量

将负荷高峰时段光伏发电出力按从小到大顺序排列，建议去除前 5% 最大出力，取保证率 95% 时所对应的出力，作为保证容量。反映光伏电站在该时段需要系统提供的保证容量



(建议取该时段光伏电站保证率 95%时所对应的出力)，用于校验光伏发电对系统调峰平衡的影响。

### A.8 出力波动率

单位时间段内，光伏发电出力变化量占光伏电站额定容量的比值，用于校验光伏发电对系统调频的影响。

$$C_{\Delta PT} = \frac{P_k^t - P_k^{t-1}}{P_k} \quad (\text{A.1})$$

式中， $P_k^t$  和  $P_k^{t-1}$  分别表示光伏电站  $k$  在时刻  $t$  和时刻  $t-1$  的发电出力； $P_k$  表示光伏电站  $k$  的额定容量。

## 附录 B

### (资料性附录)

#### 集群效应指标分析方法

##### B.1 相关系数

用来反映区域内不同光伏电站出力相关性,可对日特性、季特性及年特性进行相关性分析。 $r$  值为正表示正相关,  $r$  值为负表示负相关,  $r$  绝对值反映两组变量间相关关系的密切程度,绝对值越大说明相关关系越密切,绝对值等于 1 为完全相关, 0 则为零相关。公式表示如下:

$$r = \frac{\sum(X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(X - \bar{X})^2} \sqrt{\sum(Y - \bar{Y})^2}} \quad (\text{B.1})$$

式中,  $X$ 、 $Y$  分别表示两组不同的光伏电站出力,  $\bar{X}$ 、 $\bar{Y}$  为其平均出力。

##### B.2 最大出力比 $V_{PS}$

一段时间内,区域内光伏发电集群总有功出力最大值与各光伏电站额定容量之和比值。描述光伏发电集群在并网过程中削峰填谷、平抑波动的能力。一般情况,光伏电站位置距离越远,气候条件差异越大,光伏发电集群平抑波动效果越明显,  $V_{PS}$  的值越小。

$$V_{PS} = \frac{P_{\Sigma \max}}{\sum P_k} \quad (\text{B.2})$$

式中,  $P_{\Sigma \max}$  表示区域内光伏发电集群总有功出力最大值;  $P_k$  表示各光伏电站额定容量。

##### B.3 出力波动比 $C_{\Delta PS}$

一段时间内,区域内光伏发电集群总功率波动与各光伏电站总额定容量的比值。

$$C_{\Delta PS} = \frac{\Delta P_{\max}}{\sum P_k} \quad (\text{B.3})$$

式中,  $\Delta P_{\max}$  表示该时间段内区域光伏发电集群总功率波动;  $P_k$  表示各光伏电站额定容量。

##### B.4 峰谷差比 $C_{\Delta P}$

一段时间内,区域内光伏发电集群出力的峰谷差与各光伏电站额定容量之和的比值。

$$C_{\Delta P} = \frac{P_{\Sigma \max} - P_{\Sigma \min}}{\sum P_k} \quad (\text{B.4})$$

式中， $P_{\Sigma \max}$ 、 $P_{\Sigma \min}$  表示该时间段内区域光伏发电集群总有功出力最大值及最小值； $P_k$  表示各光伏电站额定容量。

### B.5 波动峰值同时率 $C_{oin}$

一段时间内，区域内光伏发电集群最大出力与各光伏电站最大出力之和的比值。

$$C_{oin} = \frac{P_{\Sigma \max}}{\sum P_{i \max}} \quad (\text{B.5})$$

式中， $P_{\Sigma \max}$  表示该时间段内区域光伏发电集群总有功出力最大值； $P_{i \max}$  表示该时间段内各光伏电站额定容量。

## 附录 C

### (资料性附录)

#### 确定性和概率性场景选取方法

##### C.1 确定性分析

根据光伏发电历史出力数据及特性，拟合出力概率分布曲线，并结合概率曲线中各区间出力（以该区间内平均出力衡量）及其概率，拟定确定性场景库。对每个确定性场景进行运行模拟，根据运行模拟结果判断限制各个场景光伏发电消纳的关键因素。改变区域光伏发电接入容量，以一定弃光比例作为限制因素（5%~10%，渗透率高的区域取低值，渗透率低的区域取高值），得到确定性场景的消纳能力。

##### C.2 概率性分析

根据光伏发电历史出力数据及特性，生成时序出力概率分布曲线，采用随机抽样方法，模拟光伏发电时序出力，生成含光伏发电的概率性场景库。改变区域光伏发电接入容量，以一定弃光比例作为限制因素，得到概率性场景的消纳能力。