# 技术文件

### **第一条 工程执行标准**

本招标工程项目的材料、设备、施工须达到下列现行中华人民共和国以及省、自治区、直辖市或行业的工程建设标堆、规范的要求，但不限于下列规范：

1.1 工程测量规范(GB50026-2007)

1.2 设计单位设计的施工图中涉及到的规范、规程和标准集及相关技术要求。

《光伏发电站设计规范》 GB 50797-2012

《光伏发电工程施工组织设计规范》 GB 50795-2012

《光伏发电工程验收规范》 GB\T 50796-2012

《光伏电站施工规范》 GB 50794-2012

《民用建筑设计通则》 GB 50608-2005

《混凝土结构设计规范》 GB 50010-2010

《砌体结构设计规范》 GB 50003-2011

《混凝土结构耐久性设计规范》 GB/T 50476-2008

《工业建筑防腐蚀设计规范》 GB 50009-2012

《建筑结构荷载规范》 GB 50009-2012

《建筑抗震设计规范》 GB 50011-2010

《构筑物抗震设计规范》 GB 50191-2012

《火力发电厂与变电站设计防火规范》 GB 50229-2006

《建筑设计防火规范》 GB 50016-2014

《太阳能发电站支架基础技术规范》 GB 51101-2016

《建筑地基基础设计规范》 GB50007-20011

《建筑地基处理技术规范》 JGJ 79-2012

《钢结构设计规范》 GB 50017-2003

《冷弯薄壁型钢技术规范》 GB50018-2002

《钢—混凝土组合结构设计规程》 DL/T 5085-1999

《工业企业设计卫生标准》 GBZ 1-2010

《建筑地面设计规范》 GB 50037-2013

《电力工程制图标准 第4部分：土建部分》 DL/T5028.4-2015

《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204-2015

《钢结构工程施工质量验收规范》 GB 50205-2001

《光伏(PV)发电系统过电压保护—导则》 SJ/T11127-1997

《光伏系统并网技术要求》 GB/T 19939-2005

《光伏发电站接入电力系统的技术规定》 GB/Z 19964-2005

《光伏系统电网接口特性》(IEC 61727：2004)GB/T 20046-2006

《电能质量电压波动和闪变》 GB 12326-2000

《电能质量电力系统供电电压允许偏差》 GB12325-2003

《电能质量公用电网谐波》 GB／T14549-1993

《建筑物防雷设计标准》 GB50057-2000

《电能计量装置技术管理规程》 DL/T 448-2000

《电力工程电缆设计规范》 GB50217-2007

电能质量 三相电压允许不平衡度 GB/T 15543-1995电能质量 电力系统频率允许偏差 GB/T15945-1995

外壳防护等级(IP代码) GB 4208-2008

低压电器外壳防护等级 GB/T4942.2-1993电力工程直流系统设计技术规程 DL/T 5044-2004《火力发电厂、变电所二次接线设计技术规程》 NDGJ8-89《交流电气装置的接地》 DL/T 621-1997

《电测量及电能计量装置设计技术规程》 SDJ9-1999

《电力工程直流系统设计技术规程》 DL/T5044-2004

建筑结构荷载规范 GB50009-20012钢结构工程施工质量验收标准 GB50205-2020钢结构设计标准 GB50017-2017冷弯薄壁型钢结构技术规范 GB50018-2002建筑地基基础设计规范 GB50007-2011建筑抗震设计规范 GB50011-2010（2016年版）

门式刚架轻型房屋钢结构技术规范 GB51022-2015混凝土结构设计规范 GB50010-2010（2015年版）

钢结构高强度螺栓连接技术规程 JGJ 82-2011

钢结构焊接规范 GB50661-2011建筑设计防火规范 GB 50016-2014（2018年版）

门式刚架轻型房屋钢构件 JG 144-2016

**上述标准、规范及规程仅是本工程建设的基本依据，并未包括实施中所涉及到的所有标准、规范和规程，并且所用标准和技术规范均应为合同签订之日为止时的最新版本。**

### **第二条 技术条件**

**2.1 现场自然条件**

重庆城开高速公路全长总计约128公里，建设总共分A、B、C三段，城开高速目前已建成通车的C标段有50余公里，包含谭家服务区、开州北服务区，隧道6座，收费站5个；正在修建的AB标段共计70余公里，包含北屏服务区、鸡鸣停车区，隧道16座，收费站5个。

根据《城开高速分布式光伏项目选址报告》、《银百高速歇凤服务区分布式光伏项目设计说明书》，在城口—开州段高速路沿途的隧道口开展分布式光伏项目，根据现场实地勘察，本次工程选址1处，站址均位于城开高速沿线的隧道口，不涉及城开高速红线外用地。本次工程的详细选址明细见表2.1-1所示（最终数据以审定版施工图为准），本次工程站址相对位置示意图，如图2.1-1所示。

**表2.1-1 城开高速分布式光伏装机情况**

| 序号 | 光伏安装地点 | 装机(KWp） | 年均发电量（万kWh） | 自用电比例（%） |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 黄家梁隧道口开州端 | 0.1555 | 13.11 | 68.10% |

注：（1）隧道口光伏布置点均在隧道口开州端。



图2.1-1 站址相对位置示意图

**2.2 气象资料**

开州区隶属于重庆市，位于重庆市东北部，三峡库区小江支流回水末端，介于北纬30°49′30″～31°41′30″、东经107°55′48″～108°54′之间，西邻四川省达州市开江县，北依大巴山接城口县和四川省达州市宣汉县，东毗云阳县和巫溪县，南近长江邻万州区。

城口县属北亚热带山地气候，具有山区立体气候的特征。特点是：气候温和，雨量充沛，日照较足，四季分明，冬长夏短。春季气温回升快，但不稳定，常有“倒春寒”天气出现；夏季降水集中，七、八月多干旱，伏前、伏后多洪涝；秋季降温快，多连阴雨天气；冬季时间较长、气温低。年均气温13.8℃；年均日照时数1534h；平均无霜期234d；年均降雨日166d；年均降水量1261.4mm，降水趋势由西南向东北渐少，年均风速为0.2m/s，风向多为西南风。

综合多种数据源数据，城开高速分布式光伏电站项目的太阳年总辐射约为1108kWh/m2，按照《太阳能资源评估方法》中的太阳能资源丰富程度等级标准进行评估，项目建设区域的太阳能资源达到丰富等级，初步判断可以适度开发太阳能资源。

**2.3 地质地貌**

本项目场区地层岩性较单一，地质构造简单，岩层产状稳定，断层不发育，未发现活动性断裂构造，构造基本稳定，场地类别以简单~中等场地为主。

各规划工程区场地第四系松散堆积物厚度较薄，出露基岩为大多为泥岩、粉砂质泥岩、长石砂岩、长石石英砂岩、中厚层灰岩、白云质灰岩和泥质灰岩，岩性稳定。

根据现场勘察实际情况，结合《重庆城开高速公路工程地质详细勘察报告》，本项目场区整个场地地势相对较平缓，周围无高陡天然边坡、崩塌、滑坡等不良地质现象。天然地基（利用弱风化岩体作为持力层）能满足拟建光伏支架对地基的要求，建议基础置于碎石土层或强风化基岩上，但需避开岩溶发育地区。宏观判断，场地稳定性较好，适宜光伏电站工程建设。

交通运输条件：本项目位于城开高速沿线，交通运输条件较好。

### **第三条 设计和设备采购**

**3.1 设计方面**

承包方所采用的设计方案、选用的主要设备必须经发包人进行审定确认后方可实施。

包括如下内容（不限于）：工程总平面布置（含植被恢复）；主要设备选型和安装工程设计，包括光伏组件、逆变器（投标人采购光伏组件和逆变器等主要设备，须满足发包人提供的设计文件要求。光伏组件采用540W型单晶硅组件，逆变器采用组串式逆变器）、并网箱、防雷汇流箱、监控设备等；消防、场区道路；光伏场区内土建工程。

主要设备应遵循的原则和要求具体如下：

3.1.1 主要技术指标

必须保证电站的系统效率不得低于82%，投标人应采取技术措施予以保证。本项目为PC承包模式（采购+施工），光伏组件和逆变器等主要设备的采购需按照发包人提供的设计文件提供。

3.1.1.1光伏阵列支架及基础

隧道口地面组件低端离地高度不得小于1.4m，方案必须充分考虑支架风载荷、雪载荷、抗倾覆等，必须满足国家规范要求。

（1）支架的布置形式

本项目暂定固定式方案。光伏阵列的固定式运行方式根据设计文件提供的方式安装。

（2）支架的基本技术要求

1）支架系统包含从基础连接件至光伏电池板下部钢支架之间（含组件板固定配件）的支撑结构。材质满足发包人提供的设计文件要求，无论选用何种材质，必须满足支架刚度、强度、稳定性和抗腐蚀性的相关国家现行规范和标准要求。

支架材料采用热浸镀锌防锈处理方式，热浸镀锌满足《金属覆盖层钢铁制件热浸镀锌层技术要求及试验方法》GB/T13912-2002中规定，镀锌层平均厚度不小于65μm，防腐寿命不低于25年，用于主梁和柱的板厚不宜小于2.5mm，用于次梁的板厚不宜小于1.5mm，须由国家权威机构出具检测报告或评估报告。

2）镀锌厚度检测：镀锌层厚度按照《金属覆盖层 钢铁制件热浸镀锌层技术要求及实验方法》提供方法进行检测。

3）热浸镀锌防变形措施：投标人须在投标文件中给出具体防变形镀锌方案，以防止构件在热浸镀锌后产生明显的变形。

4）为防止紧固件腐蚀，全部紧固件包括螺栓、螺母、垫片等必须采用不锈钢或渗锌工艺处理，满足《钢铁制件粉末渗锌》JB/T5067-1999（机械行业标准）中规定，渗锌厚度不小于30μm。

5）支架受力要求，支架在各种荷载作用下应满足规范对钢结构强度、刚度及稳定性的要求。

6）隧道口部分光伏基础与支架底座的连接采用螺栓穿透式连接形式。支架系统应具有在高度方向调整施工偏差的可靠方法，可调整高差范围为设计标高±400mm，且在此±400mm的调整范围内为无级式调节.

7）为保证防腐质量满足25年工程使用周期及工程进度，所有构件均需在工厂内生产，现场组装支架系统。构件之间的连接全部为螺栓连接，不允许现场焊接。如果采用圆管构件，管壁厚应不小于2.5mm，且投标人须提供可靠的杆件之间的连接方式并得到设计院或发包方认可。

8）光伏组件阵列排布整齐。按照发包人提供的设计文件实施，钢材、钢筋、水泥、砂石料的材质应满足国家标准。

（3）支架基础要求

光伏组件支架基础按照发包人提供的设计文件实施。支架基础上作用的主要荷载为风荷载。支架基础在极端风荷载作用下，有可能出现倾覆等破坏现象，最终导致整体结构失稳。

（4）场平要求

各投标人自行踏勘或根据项目经验确定场平工程量，亦可采用切实可行的基础或支架调节方式避免场地内大范围的挖填方。

3.1.1.2工程总平面布置、土建、建筑物要求

1）本工程设计装机容量155.52KWp，工程建设选址1处，采用288块540Wp光伏板进行铺设，涉及土地面积约2000平方米。本工程施工时应充分考虑固定支架及支架基础、电力设备等应具有一定的防潮、防腐蚀能力。

2）阵列基础埋深和大小要按照发包人提供的设计文件实施。

基本风压值：ω50=0.40kN/m2，ω25=0.36kN/m2。

基本雪压值为0。

抗震设防烈度：6度。

地震加速度：0.05g。

周期特征值：0.40s。

地区场地类别：II类。

地震设计分组：第一组。

年平均气温（℃）：16.6～18.7。

极端最高气温（℃）：42.9。

极端最低气温（℃）：-4。

本电站发电场区域构筑物工程抗震设防类别为标准设防类，结构安全等级为二级，支架设计使用年限25年，支架基础、停车棚结构主体基础设计使用年限50年。

3）在模板施工中，要编制基础模板施工方案，符合模板支撑牢固，尺寸准确，确保混凝土外观质量。

4）在混凝土施工中，应根据项目当地自然环境，从混凝土的抗压、抗冻、耐腐蚀等方面进行考虑，同时考虑混凝土内的配筋。

施工过程中，应严格按设计要求确定的强度进行浇筑，严格按混凝土操作工艺标准进行施工，特别要注意混凝土的施工进入初冬阶段，要及时掌握天气变化，采取有效的养护措施，防止可能发生的冻害影响工程质量。

3.1.1.3电气一次(以下方案供投标人参考)

（1）光伏电站接入

根据《国家电网分布式电源接入系统典型设计》，本工程每个分布式光伏项目采用单/多点接入，0.4kV电压等级接入到服务区或隧道口的配电所或箱变。典型设计中接入方案编号为XGF380-Z-2。

具体接入方案以《电力接入报告》和供电公司批复为准。

（2）防雷、接地及过电压保护器

为保证电力系统的安全运行和光伏发电及附属设施的安全，大型并网光伏电站必须有良好的避雷、防雷及接地保护装置。避雷、防雷装置应符合《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）要求，接地应符合《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》（GB50169-2016）要求。

光伏电站场址所在区域环境按Ⅳ级污秽区对待，电气设备的绝缘配合按照国家标准《交流无间隙金属氧化物避雷器》（GB/T 11032-2020）、《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》（GB/T50064-2014）确定的原则进行选择。

1）直击雷保护及接地

在光伏阵列中设避雷针出现阴影对电池组件的性能影响较大，根据《光伏（PV）发电系统过电压保护导则》中有关条款的规定，主要通过太阳电池阵列采取电池组件和支架与场区接地网连接进行直击雷保护，光伏阵列区接地网与光伏电池组件基础钢筋焊接做接地体辅以垂直接地极，子方阵接地体焊接成网状，各子方阵接地体相互连接，光伏阵列区接地网材料为40mm×4mm的热镀锌扁钢和2.5m的50mm×5mm镀锌角钢光伏方阵接地应连续、可靠，接地电阻应小于4Ω。接地网埋深位置应在冻土层以下。

2）电气设备接地

布置有各级电压的电气设备，均用40mm×4mm的热镀锌扁钢暗敷成闭合回路的水平接地线，各建筑物间接地网用接地线40mm×4mm的热镀锌扁钢连成一体，重要电气设备的工作和保护接地干线的连接不少于两处。

3）光伏发电系统过电压保护

为防止直流线路上侵入波雷电压，在逆变器及配电所变电站内逐级装设防雷保护装置（本次工程配电所内由城开高速设计单位考虑）。35kV以下电气设备以避雷器标称放电电流5kA时雷电过电压残压为基础进行绝缘配合，满足《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T50064-2014规范要求。

（3）集电线路

1）光伏组件—逆变器

采用PV1-F-1×4mm²光伏专用线路从光伏方阵接至组串式逆变器

2）逆变器—配电所低压母排

本分布式光伏电站各站点逆变器至配电所低压母线的电缆选择情况见下表3.1-1所示（最终数据以审定版施工图为准）：

**表3.1-1 各光伏电站并网逆变器至配电所低压电缆**

| 序号 | 光伏安装地点 | 光伏容量（kWp） | 逆变器选择(kW） | 低压交流电缆选择 | 备注 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 黄家梁隧道口开州端 | 155.52 | 100 | ZR-YJV22-0.6/1-3\*95+1\*50 | 1\*100 |

（4）电缆敷设

1）电缆敷设方式

本工程电缆敷设方式主要有：电缆敷设于槽盒、电缆沟和电缆直埋的方式。光伏组件之间的1×4mm²串联电缆可敷设于光伏板支架下方槽型檩条内，绑扎固定；组件串至逆变器1×4mm²直流电缆通过穿波纹管直埋敷设至逆变器；逆变器可通过直埋方式敷设至附近配电所，电缆穿道路部分需下地穿钢管敷设。

2）电缆防火及阻燃措施

（a）在电缆主要通道上设置防火延燃分隔措施，设置耐火隔板、阻火包等。

（b）墙洞、盘柜箱底部开孔处、电缆管两端进入建筑物入口处等采用防火封堵。

（c）全站采用C级及以上阻燃电缆。

3.1.1.4 电气二次及通信要求(以下方案供投标人参考)

本工程全站设计配套的计算机监控系统、电能量计费系统。

（1）光伏发电系统的计算机监控

1）光伏发电系统主要包括并网逆变器。

2）光伏发电系统的监控配置如下：

光伏发电系统中太阳电池组件不单独设监控装置，而是通过并网逆变器对太阳电池组串的实时数据进行测量和采集。

3）光伏发电系统的监控功能如下：

本次工程主要为逆变器的监控功能

①逆变器LCD上显示运行、故障类型、实时功率、电能累加等参数。电站运行人员可以操作键盘对逆变器进行监视和控制。

②逆变器就地监控装置可实现集中控制室微机监控的所有内容。逆变器的保护和检测装置由设备生产厂家进行配置，如：低电压穿越、孤岛保护、温升保护、过负荷保护、电网故障保护和传感器故障信号等。保护装置动作后跳逆变器出口断路器，并发出信号。

③可查看每台逆变器的运行参数，主要包括：直流电压、直流电流、直流功率、交流电压、交流电流、逆变器机内温度、时钟、频率、功率因数、当前发电功率、日发电量、累计发电量、累计CO2减排量、每天发电功率曲线图。

④监控所有逆变器的运行状态，采用声光报警方式提示设备出现故障，可查看故障原因及故障时间，监控的故障信息至少应包括以下内容：电网电压过高、电网电压过低、电网频率过高、电网频率过低、直流电压过高、直流电压过低、逆变器过载、逆变器过热、逆变器短路、散热器过热、逆变器孤岛、DSP故障、通信失败。

（2）光伏逆变器保护

逆变器保护装置由逆变器成套。有相间短路电流速断保护、单相接地短路保护、逆功率保护、过负荷保护、低电压保护、防孤岛效应保护、温度保护。逆变器保护装置的信息上传至光伏电站计算机监控系统。

（3）防孤岛保护

根据《分布式电源接入配电网运行控制规范》（Q/GDW10667-2016），接入配电网的分布式源应具备防孤岛功能。根据《分布式电源接入配电网技术规定（NB/T32015-2013），分布式电源应具备孤岛检测并与电网快速断开的能力。

本项目逆变器选择须具备防孤岛保护功能。

（4）电能计量系统

1）计量点设置

根据电能量计量关口点、考核点设置原则，每个分布式光伏电站电能量计量场站系统电能表的设置点为：

①关口计量点：

并网配电所10kV电缆并网计量箱（计量上、下网电量）

②光伏发电计量点：

光伏电站0.4kV逆变器交流并网接入点（计量光伏发电量）

2）计量表计

电能计量装置的配置和技术要求应符合DL/T 448-2016的要求，电能表采用静止式多功能电能表，应具备双向有功和四象限无功计量功能、事件记录功能，配有标准通信接口，具备本地通信和通过电能信息采集终端远程通信的功能，电能表通信协议符合DL/T 645-2007要求。计量表计按下表设置：

**表3.1-2 计量表计配置**

|  |  |
| --- | --- |
| 计量点设置 | 计量表配置 |
| 并网配电所10kV电缆并网计量箱 | 主、副双向表配置，不低于0.5s级 |
| 光伏电站0.4kV逆变器并网箱 | 单表双向表配置，不低于0.5s级 |

3）计量互感器要求

本期10kV计量电能表精度要求不低于0.5S级，并且要求有关电流互感器、电压互感器的精度需分别达到0.2S、0.2级。

（5）通信

1）信息需求

本工程采用380V低压并网，本方案只需采集发电量信息。

2）通信方案

本工程信息传输通过无线方式，信息采集通过逆变器厂家数据云实现。在各个站址的并网配电室内配置1套无线采集终端装置，380V并网运行信息统一采集后，经统一的通信通道传输至监控中心。

**3.2 主要电气设备选择及安装要求**

（1）短路电流水平

本期工程的短路电流计算及设备选型是根据2025年系统规划容量进行计算，经计算本光伏电站10kV设备短路电流水平按20kA选择。

（2）电气设备布置

1）本期工程每个光伏电站通过1回/多回电缆线送至邻近配电所。

2）电缆布置

本工程的集电电缆采用直埋敷设。

**3.3 消防设施要求**

本工程无自建升压站，场区内采用灭火器及消防沙灭火方式，不涉及消防用水。

**3.4 道路要求**

光伏电场场内检修道路与施工期施工道路宜结合使用，检修道路路宽为1.2m。混凝土路面按C20砼20cm。

**3.5 围栏要求**

本工程服务区和管理中心处光伏组件均安装在停车棚顶，不涉及围栏布置。隧道口处的光伏组件，在光伏阵列区采用2.5m浸塑围栏及高铁丝围栏防护起来（要求光伏场区全封闭），根据现场实际情况在合适地方布置围栏大门，宽度1.5m。

**3.6 主要设备推荐清单**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 设备材料名称 | 型号及规格 | 单位 | 备选品牌 |
| 1 | 组件 | 单晶硅540Wp | 件/块 | 隆基、天合光能、晶科、晶澳、东方日升、通威太阳能、正泰新能源、阿特斯 |
| 2 | 逆变器 | 组串式，1100V/380V，含子阵控制器 | kW | 阳光电源、华为科技、固德威、古瑞瓦、上海正泰、上能 |
| 3 | 电缆 | 满足设计要求 | 项 | 鸽牌、泰山、宇邦、三峡、渝丰、科宝 |

### **第四条 施工方面**

本项目所有土建及机电设备安装施工严格按照电力工程施工质量及验收规范、设计要求进行施工。承包方在工程施工项目机构中要配置足够数量的安全人员和质检人员，以满足工程施工需要。

**4.1** **工程质量(不限于以下内容)**

4.1.1 质量要求

4.1.1.1 工程质量标准必须符合现行国家有关工程施工质量验收规范和标准的要求。同时，根据行业和设备厂家技术要求，部分设备还要必须满足其安装及特殊检验、试验合格标准。

4.1.1.2 因发包方原因造成工程质量未达到合同约定标准的，由发包方承担由此增加的费用和（或）延误的工期，并支付承包方合理的利润。

4.1.1.3 因承包方原因造成工程质量未达到合同约定标准的，发包方有权要求承包方重新设计、返工直至工程质量达到合同约定的标准为止，并由承包方承担由此增加的费用和（或）延误的工期。

4.1.2 质量保证措施

4.1.2.1 发包方的质量管理

发包方应按照法律规定及合同约定完成与工程质量有关的各项工作。

4.1.2.2 承包方的质量管理

承包方按照〔施工组织设计〕约定向发包方和监理人提交工程质量保证体系及措施文件，建立完善的质量检查制度，并提交相应的工程质量文件。对于发包方和监理人违反法律规定和合同约定的错误指示，承包方有权拒绝实施。

承包方应对施工人员进行质量教育和技术培训，定期考核施工人员的劳动技能，严格执行施工规范和操作规程。

承包方应按照法律规定和发包方的要求，对材料、工程设备以及工程的所有部位及其施工工艺进行全过程的质量检查和检验，并作详细记录，编制工程质量报表，报送监理人审查。此外，承包方还应按照法律规定和发包方的要求，进行施工现场取样试验、工程复核测量和设备性能检测，提供试验样品、提交试验报告和测量成果以及其他工作。

4.1.2.3 监理人的质量检查和检验

监理人按照法律规定和发包方授权对工程的所有部位及其施工工艺、材料和工程设备进行检查和检验。承包方应为监理人的检查和检验提供方便，包括监理人到施工现场，或制造、加工地点，或合同约定的其他地方进行察看和查阅施工原始记录。监理人为此进行的检查和检验，不免除或减轻承包方按照合同约定应当承担的责任。

监理人的检查和检验不应影响施工正常进行。监理人的检查和检验影响施工正常进行的，且经检查检验不合格的，影响正常施工的费用由承包方承担，工期不予顺延；经检查检验合格的，由此增加的费用和(或)延误的工期由发包方承担。

4.1.3 隐蔽工程检查

4.1.3.1 承包方自检

承包方应当对工程隐蔽部位进行自检，并经自检确认是否具备覆盖条件。

4.1.3.2 检查程序

工程隐蔽部位经承包方自检确认具备覆盖条件的，承包方应在共同检查前48小时书面通知监理人和发包方代表检查，通知中应载明隐蔽检查的内容、时间和地点，并应附有自检记录和必要的检查资料。

监理人应按时到场并对隐蔽工程及其施工工艺、材料和工程设备进行检查。经监理人和发包方代表检查确认质量符合隐蔽要求，并在验收记录上签字后，承包方才能进行覆盖。经监理人检查质量不合格的，承包方应在监理人指示的时间内完成修复，并由监理人重新检查，由此增加的费用和(或)延误的工期由承包方承担。

监理人不能按时进行检查的，应在检查前24小时向承包方提交书面延期要求，但延期不能超过48小时，由此导致工期延误的，工期应予以顺延。监理人未按时进行检查，也未提出延期要求的，视为隐蔽工程检查合格承包方可自行完成覆盖工作，并作相应记录报送监理人，监理人应签字确认。监理人事后对检查记录有疑问的，可按第5.3本款第3)条〔重新检查〕的约定重新检查。

4.1.3.3 重新检查

承包方覆盖工程隐蔽部位后，发包方或监理人对质量有疑问的，可要求承包方对已覆盖的部位进行钻孔探测或揭开重新检查，承包方应遵照执行，并在检查后重新覆盖恢复原状。经检查证明工程质量符合合同要求的，由发包方承担由此增加的费用和（或）延误的工期，并支付承包方合理的利润；经检查证明工程质量不符合合同要求的，由此增加的费用和(或)延误的工期由承包方承担。

4.1.3.4 承包方私自覆盖

承包方未通知监理人到场检查，私自将工程隐蔽部位覆盖的，监理人有权指示承包方钻孔探测或揭开检查，无论工程隐蔽部位质量是否合格，由此增加的费用和(或)延误的工期均由承包方承担。

4.1.4 不合格工程的处理

4.1.4.1 因承包方原因造成工程不合格的，发包方有权随时要求承包方采取补救措施，直至达到合同要求的质量标准，由此增加的费用和(或)延误的工期由承包方承担。无法补救的，按照第5.11项〔发包的人接受〕约定执行。

4.1.4.2 因发包方原因造成工程不合格的，由此增加的费用和（或）延误的工期由发包方承担，并支付承包方合理的利润。

4.1.5 质量争议检测

合同当事人对工程质量有争议的，由双方协商确定的工程质量检测机构鉴定，由此产生的费用及因此造成的损失，由责任方承担。

合同当事人均有责任的，由双方根据其责任分别承担。合同当事人无法达成一致的，按照第3.20.5款执行。

**4.2 土建工程**

4.2.1 承包方在工程现场必须配备相应的土建试验室和试验人员，具备土建施工中最基本的试验，如：混凝土和砂浆试块取样，砂石骨料的超逊径、含泥量试验等。

4.2.2 质量检验及验收标准

《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 50300-2001)

《建筑工程施工质量评价标准》 (GB/T50375-2006)

《建筑地基基础工程施工质量验收规范》(GB 50202-2002)

《砌体工程施工质量验收规范》(GB 50203-2002)

《[砌体结构](http://bbs.co188.com/forum-399-1.html" \t "_blank)[工程](http://www.co188.com/jh/t76304.html" \t "_blank)[施工规范](http://www.co188.com/jh/t87916.html" \t "_blank)》(GB50924-2014)

《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB 50204-2002)

《模板工程施工质量及验收规范》(GB 50201-2002)

《建筑装饰装修工程质量验收规范》(GB 50210-2001)

《建筑装饰装修工程施工工艺标准》

《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB 50303-2002)

《砌体工程现场检测技术标准》(GB/T 50315-2000)

《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》(GB/T50080-2002)

《钢筋焊接及验收规范》JGJ18-2012

《钢筋焊接接头试验方法标准》(JGJ/T 27-2001)

《混凝土强度检验评定标准》(GBJ 107-2000)

《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》(JGJ52-2006)

《混凝土质量控制标准》(GB 50164-2011)

如上述规范和标准国家有最新的版本，按照最新出台的规范和标准执行。

4.2.3 基础工程

在基础施工过程中，严格检查基础土质结构，是否符合设计勘察结果，如果出现与设计勘察不符，低于设计要求的土质时，应立即联系设计、监理人或发包方代表，进行讨论研究，采取补救措施。在基础施工过程中，严格按照设计和规范要求进行施工，如光伏组件或建筑物基础沉陷而造成损失的，承包方应负全部责任。

基础工程所有工序和工作的检查和验收，必须经过监理人和发包方、承包方共同检查、验收签字同意后方能通过，

4.2.4 混凝土工程

4.2.4.1 原材料的使用

混凝土工程所使用的水泥、砂石骨料以及其他外加剂等所有材料，必须满足质量检验要求，水泥必须使用知名、大型水泥厂的产品，所有材料必须经过具有一级资质的第三方检测机构出具的检验合格报告，方能使用。原材料进场的每一批次必须都要进行抽样检查，满足检验合格标准后，方能进场，在原材料使用过程中，监理人和发包方有权随时进行抽查，抽查结果按合同条款中“质量保证措施”中的规定进行处理

4.2.4.2 混凝土浇筑

混凝土无论方量的多少，依据有资质的试验单位，按照设计要求出具的配合比进行拌合，必须采用机械拌合，浇筑过程中，严格控制混凝土拌合的各项指标，承包方施工技术人员、土建质检人员、安全人员必须在场，确保混凝土浇筑质量。

4.2.4.3 混凝土养护

混凝土浇筑过程中，按照混凝土试验规范，按照浇筑比例，进行取样。浇筑完成后，按照《混凝土强度检验评定标准》规定的期限，对浇筑完成的混凝土进行防护和养护，养护要符合《混凝土质量控制标准》要求，同时对该批次浇筑混凝土的取样试块进行标准条件和现场分组养护，综合评定该批次混凝土的质量标准。

4.2.5 模板工程

严格按照电力工程《模板工程施工质量及验收规范》进行施工，反复使用的模板必须采用定型模板，要确保模板的平整度和光洁度，安装模板时，要牢固稳定、横平竖直、缝隙精密，结构尺寸要符合设计要求，确保混凝土外观质量达到镜面混凝土的验收要求。

反复使用的模板不采用定型模板，监理人和发包方有权要求承包方停工，由此产生的所有损失由承包方承担。

4.2.6 钢筋工程

承包方在采购钢筋时，必须符合设计要求，要“三证”齐全，进入现场后，在监理人和发包方的监督下，分批次进行取样，送具有一级资质的试验单位进行各项物力试验，并出具检验合格报告后，方能使用。对于检验不合格、变形严重、生锈的钢筋严禁入场。

钢筋进入施工现场后，承包方应妥善保管，如保管不善造成钢筋生锈，监理人和发包方有权要求承包方禁止使用。

钢筋在制作安装过程中，严格按照设计要求的型号和尺寸进行安装。所有焊接头必须严格按照《钢筋焊接及验收规范》进行施工，监理人和发包方可以要求承包方随机抽取已焊接好的钢筋接头，送试验单位进行抗拉试验，试验费用由承包方承担。如试验不合格，将加倍抽取试样，如还不合格，将该批次的已完工程返工处理，承包方将承担由此造成的一切损失。

4.2.7 砌体工程

本项目承包方采购的砌体，必须经过具有一级资质的第三方检测机构出具的检验合格报告，方能使用。在砌体施工过程中，对于砌体本身和使用的砂浆或其他胶凝材料以及砌筑工序，严格按照《[砌体结构](http://bbs.co188.com/forum-399-1.html" \t "_blank)[工程](http://www.co188.com/jh/t76304.html" \t "_blank)[施工规范](http://www.co188.com/jh/t87916.html" \t "_blank)》进行施工，整个砌体工程要横平竖直、棱角分明、错落有致、砌体灰缝砂浆应密实饱满，满足《砌体工程施工质量及验收规范》要求。

4.2.8 装饰、装修工程

承包方在本项目拟使用的所有装饰、装修材料必须采购知名、正品材料，要“三证”齐全，并经过环保和消防验收鉴定的产品，将拟使用的材料详单报监理人和发包方审查通过后方能使用。

本项目地处要根据本项目现场实际情况进行选用，特别是长期暴露在户外的材料，如涂料和油漆等。另外还应考虑防火、防盗。

承包方在进行装饰装修工程施工时，应严格按照《建筑装饰装修工程施工工艺标准》要求进行施工：

4.2.8.1 电缆沟工程

电缆沟工程应严格按设计要求和相关施工技术要求进行施工(如建筑材料为砌体，则按《[砌体结构](http://bbs.co188.com/forum-399-1.html" \t "_blank)[工程](http://www.co188.com/jh/t76304.html" \t "_blank)[施工规范](http://www.co188.com/jh/t87916.html" \t "_blank)》进行)。

电缆沟在施工过程中，应保持轴线垂直，电缆沟尺寸、沟道压顶截面尺寸等须符合设计要求。电缆沟沟道压顶抹灰层之间必须粘结牢固，抹灰层应无脱层、空鼓，面层应无爆灰和裂缝；压顶表面应平整、洁净、接槎平整；电缆沟底板应符合设计和地面工程质量施工要求；构件预埋根据电缆摆放形式整齐布置；

电缆沟盖板的外形不得有缺棱掉角、棱角不正、翘曲不平、飞边凸肋等质量缺陷；构件表面不得有露筋、麻面、掉皮、起砂、沾污等质量缺陷；角钢表面无毛刺、锌镏、挂锌、露铁、锌渣锌灰等附着现象。盖板安装时应平稳、顺直、无响声，表面平整度≤3mm，拼缝间隙≤3mm，室内盖板支口间隙≤1mm。

4.2.8.2 电缆直埋工程

本项目电缆直埋工程严格按照设计和规范要求，进行施工，直埋电缆施工过程中，按照要求将走向桩一同埋设完成。

**4.3 机电工程**

设备、电缆招标及工程辅助材料采购方面(不限于以下内容)

包括光伏电站所有设备、直流电缆、动力电缆、通讯电缆、光缆采购及工程辅助材料，包含各逆变器、组件方阵需要的通信电缆和光缆采购及各种施工过程中需要的金具、配件、各类器件辅材等均由承包方负责提供，发包方不提供任何设备及工程任何辅材。

全防雷和接地系统的安装施工、验收试验等，所有材料由承包方负责提供。

对设计漏项和施工漏项部分发包方有权要求增补，承包方无条件执行；设计不合理、不符合当地实际条件及不满足当地供电部分和其他部门要求的承包方无条件进行修改和完善；

安装施工过程中需要的金具、配件、各类器件辅材等均由承包方负责提供。

光伏电站变电部分光伏部分及其它所有附属设备的安装、调试及验收试验。（注：本条解释权归发包方所有）

光伏电站并网检测，通讯系统接入等；

变电部分所有设备必须符合国家和行业以及地方电力公司规定的相关交接验收试验，以及发包方认为有必要做的试验；

变电部分所有设备必须符合国家和行业以及地方电力公司规定的相关交接验收试验，以及发包方认为有必要做的试验；

负责协调解决向当地电力部提供资料及办理光伏电站并网手续事宜；同时要满足美观性、高效性、安全性等电力系统要求

### **第五条 设备选型**

在光伏电站的设备选型方面，首先需要满足发包人提供的设计文件要求，且要遵循如下原则：

可靠性高：设备余量充分，系统配置先进、合理，设备、部件质量可靠；

通用性强：设备选型尽可能一致，互换性好，维修方便。通信接口、监控软件、充电接口配置一致，兼容性好,便于管理；

安全性好：着重解决防雷击、抗大风、防火、防爆、防触电和关键设备的防寒、防人为破坏等安全问题；

操作性好：自动化程度高，监控界面好，平时能做到无人值守，设备做到免维护或少维护；

直观可视性好：现场安装有显示屏，可实时显示电站的发电量、太阳辐射、温度、瞬时功率以及二氧化碳减排量。

性能价格比高：在设备选型和土建工程设计中，在保证系统质量、性能的前提下，尽量采用性价比最优的设备，注重经济性和实用性，以节省项目费用，减少投资。

5.1 本项目电池组件性能指标要求（不限于以下内容）

本项目采用单晶硅太阳能组件，规格为单面540Wp，详细性能指标要求参考如下表5.1-1所示（最终数据以审定版施工图为准）：

**表5.1-1 单面单晶硅电池组件性能指标表**

| 序号 | 部件 | 单位 | 发包人要求 | 承包人数据 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 最大功率（Pmax） | Wp | 540 |  |
| 2 | 最佳工作电压（Vmp） | V | 40.70~41.65 |  |
| 3 | 最佳工作电流（Imp） | A | 12.97~13.27 |  |
| 4 | 开路电压（Voc） | V | 49.42~49.50 |  |
| 5 | 短路电流（Isc） | A | 13.79~13.85 |  |
| 6 | 组件效率 | % | 20.7~21.1 |  |
| 7 | 工作温度范围 | ℃ | -40～+85 |  |
| 8 | 最大系统电压 | V | 1000/1500VDC |  |
| 9 | 最大额定熔丝电流 | A | 25~30 |  |
| 10 | 输出功率公差 | W | 0～﹢5 |  |
| 11 | 最大功率(Pmax)的温度系数 | %/℃ | -0.350 |  |
| 12 | 开路电压(Voc)的温度系数 | %/℃ | -0.275~-0.284 |  |
| 13 | 短路电流(Isc)的温度系数 | %/℃ | 0.045~0.050 |  |
| 14 | 10 年功率衰降 | % | ＜7 |  |
| 15 | 25 年功率衰降 | % | ＜16 |  |
| 16 | 重量 | kg | ≤32.3kg |  |
| 17 | 光伏组件尺寸结构 | mm | 2278±2×1134±2×35±1 |  |

5.2 本项目组串式逆变器性能指标要求（不限于以下内容）

本项目采用50～100kW组串式逆变器。主要逆变器技术参数参考如表5.2-1（最终数据以审定版施工图为准）：

**表5.2-1组串式逆变器技术参数表**

| 分项 | 发包人要求 | | | | 承包人数据 | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 组串式逆变器容量 | 100 kW | 70 kW | 60 kW | 50 kW | 100 kW | 70 kW | 60 kW | 50 kW |
| 输入 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 最大输入电压 | 1100V | 1100V | 1100V | 1100V |  |  |  |  |
| 每路MPPT最大输入电流 | ≤32A | ≤32A | ≤32A | ≤32A |  |  |  |  |
| 每路MPPT最大短路电流 | ≤50A | ≤50A | ≤50A | ≤50A |  |  |  |  |
| 满载MPPT电压范围 | 180-1000V | 180-1000V | 180-1000V | 180-1000V |  |  |  |  |
| 额定输入电压 | 600V | 720V | 600V | 600V |  |  |  |  |
| 最大输入路数 | 20 | 12 | 12 | 10 |  |  |  |  |
| MPPT数量 | 10 | 6 | 6 | 5 |  |  |  |  |
| 输出 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 额定输出功率 | 100 kW | 70 kW | 60kW | 50 kW |  |  |  |  |
| 最大输出功率 | 110 kW | 77kW | 66kW | 55kW |  |  |  |  |
| 最大输出视在功率 | 110 kVA | 77kVA | 66kVA | 55kVA |  |  |  |  |
| 额定输出电压 | 220/380V | 480V | 220/380V | 220/380V |  |  |  |  |
| 输出电压频率 | 50Hz | 50Hz | 50Hz | 50Hz |  |  |  |  |
| 最大输出电流 | ≤167.1A | ≤92.6A | ≤100.3A | ≤83.6A |  |  |  |  |
| 功率因数 | 0.8（超前）~0.8（滞后） | 0.8（超前）~0.8（滞后） | 0.8（超前）~0.8（滞后） | 0.8（超前）~0.8（滞后） |  |  |  |  |
| 最大总谐波失真 | 3% | 3% | 3% | 3% |  |  |  |  |
| 效率 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 最大效率 | ≥98.70% | ≥98.70% | ≥98.70% | ≥98.70% |  |  |  |  |
| 中国效率 | ≥98.10% | ≥98.30% | ≥98.10% | ≥98.10% |  |  |  |  |
| 保护 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 输入直流开关 | 支持 | 支持 | 支持 | 支持 |  |  |  |  |
| 防孤岛保护 | 支持 | 支持 | 支持 | 支持 |  |  |  |  |
| 输出过流保护 | 支持 | 支持 | 支持 | 支持 |  |  |  |  |
| 输入反接保护 | 支持 | 支持 | 支持 | 支持 |  |  |  |  |
| 组串故障检测 | 支持 | 支持 | 支持 | 支持 |  |  |  |  |
| 直流浪涌保护 | Ⅱ级 | Ⅱ级 | Ⅱ级 | Ⅱ级 |  |  |  |  |
| 交流浪涌保护 | Ⅱ级 | Ⅱ级 | Ⅱ级 | Ⅱ级 |  |  |  |  |
| 绝缘阻抗检测 | 支持 | 支持 | 支持 | 支持 |  |  |  |  |
| 残余电流监测 | 支持 | 支持 | 支持 | 支持 |  |  |  |  |
| 显示与通信 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 显示 | LED指示灯，蓝牙+APP | LED指示灯，蓝牙+APP | LED指示灯，蓝牙+APP | LED指示灯，蓝牙+APP |  |  |  |  |
| RS485 | 支持 | 支持 | 支持 | 支持 |  |  |  |  |
| USB | 支持 | 支持 | 支持 | 支持 |  |  |  |  |
| MBUS | 支持 | 支持 | 支持 | 支持 |  |  |  |  |
| 常规参数 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 尺寸（宽/高/厚） | / | / | / | / |  |  |  |  |
| 重量（含挂架） | / | / | / | / |  |  |  |  |
| 工作环境温度范围 | -25°C~60°C | -25°C~60°C | -25°C~60°C | -25°C~60°C |  |  |  |  |
| 最高工作海拔 | 4000m | 4000m | 4000m | 4000m |  |  |  |  |
| 相对湿度 | 0~100% | 0~100% | 0~100% | 0~100% |  |  |  |  |
| 防护等级 | IP66 | IP66 | IP66 | IP66 |  |  |  |  |
| 拓扑 | 无变压器 | 无变压器 | 无变压器 | 无变压器 |  |  |  |  |

### **第六条 技术资料、产品样品**

6.1 承包方向发包方提供的技术文件及图纸等资料费用计入合同总价。

6.2 承包方所提供的各种技术资料能满足采购人对电站设计以及安装调试、运行试验和维护的要求。

6.3 承包方保证技术文件及图纸清除污物、封装良好、并按系统分类提供给发包方。

6.4 承包方保证随最后一批资料供给一套完整的全套图纸、资料和手册的总清单。

6.5 承包方提供的技术文件及图纸：

6.5.1 企业概况、资质、证书；

6.5.2 主要设备供应商概况；

6.5.3 产品外形图片、尺寸图纸和安装指导书；

6.5.4 产品参数表；

6.5.5 技术方案

6.6 发包方提供的技术文件

发包方提供的技术文件在技术谈判时，供、需双方根据设计条件共同商定。

6.7 供货及工程范围及交付进度和要求

6.7.1 供货及工程范围：

6.7.1.1 光伏发电所有系统设备。

6.7.1.2 接入系统、通信、系统保护等装置设备

6.7.1.3 随机备品备件。

6.7.1.4 安装、检修专用工具。

6.7.1.5 光伏设备的电气安装。

6.7.1.6 系统整套的设备说明书、图纸和使用维护手册。

6 2 承包方为本工程提供至少以下技术服务内容:

6.2.1 系统安装；

6.2.2 系统调试；

6.2.3 验收测试；

6.2.4 工厂检验；

6.2.5 培训；

6.2.6 售后服务；

6.3 承包方须提供一份《供货范围明细表(不含价格)》。

6.4 承包方须提供一份《工程实施进度表》(含图纸供应)。

6.5 本合同所需设备能满足工程进度，分期分批交付。

6.6 承包方交付的所有货物符合通用的包装储运指示标志的规定及具有适合长途运输、多次搬运和装卸的坚固包装。包装保证在运输、装卸过程中完好无损，并有防雨、减震、防冲击的措施。包装能防止运输、装卸过程中垂直、水平加速度引起的设备损坏。包装按设备特点，按需要分别加上防潮、防霉、防锈、防腐蚀的保护措施，保证货物在没有任何损坏和腐蚀的情况下安全运抵指定现场。产品包装前，承包方负责按部套进行检查清理，不留异物，并保证零部件齐全。

6.7 承包方对包装箱内的各散装部件在装配图中的部件号、零件号标记清楚。

6.8 承包方在组件货品外包装上标明每块电池板的编号、参数和主要性能指标。

6.9 承包方在每件包装箱的两个侧面上，采用不褪色的油漆以明显易见的中文印刷唛头，唛头有以下内容：

6.9.1 收货单位名称；

6.9.2 发货单位名称；

6.9.3 设备名称或代号；

6.9.4 箱号；

6.9.5 毛重／净重（公斤）；

6.9.6 体积（长×宽×高，以毫米表示））。

注：凡重量为二吨或二吨以上的货物，在包装箱的侧面以运输常用的标记和图案标明重心位置及起吊点，以便装卸搬运。按照货物特点，装卸和运输上的不同要求，包装箱上相应明显地印有“轻放”、“勿倒置”和“防雨”字样。

6.10 对裸装货物以金属标签或直接在设备本身上标明上述有关内容。大件货物带有足够的货物支架或包装垫木。

6.11 每件包装箱内，附有包装分件名称、图号、数量的详细装箱单、合格证。外购件包装箱内有产品出厂质量合格证明书、技术说明书各一份。

6.12 各种设备的松散零星部件采用好的包装方式，装入尺寸适当的箱内。

6.13 承包方和／或其分包商不用同一箱号标明任何两个箱件。

6.14 对于需要精确装配的明亮洁净加工面的货物，加工面采用优良、耐久的保护层（不得用油漆）以防止在安装前发生锈蚀和损坏。

6.15 承包方交付的技术资料使用适合于长途运输、多次搬运、防雨和防潮的包装。每包技术资料著名收货单位，每包资料内附有技术资料的详细清单一份。

### **第七条 检验和性能试验**

7.1 承包方向发包方保证所供设备是技术先进成熟可靠的全新产品。在图纸设计和材料选择方面准确无误，加工工艺无任何缺陷和差错。技术文件及图纸清晰、正确、完整，能满足正常运行和维护的要求。

7.2 承包方具备有效方法、控制所有外协、外购件的质量和服务，使其符合本规范的要求。

7.3 发包方有权派代表到承包方制造工厂和分包及外购件工厂检查制造过程，检查按合同交付的货物质量，检查按合同交付的元件、组件及使用材料是否符合标准及其合同上规定的要求，并参加合同规定由承包方进行的一些元件试验和整个装配件的试验。承包方提供给发包方代表相关技术文件及图纸查阅，试验及检验所必需的仪器工具、办公用具。

7.4 如在运行期间发现部件的缺陷、损坏情况，在证实设备储存安装、维护和运行都符合要求时，承包方将尽快免费更换。

7.5 在保证期内，承包方产品各部件因制造不良或设计不当而发生损坏或未能达到合同规定的各项指标时，承包方无偿地为发包方修理或更换部件，直至改进设备结构并无偿供货。

7.6 设备在验收试验时达不到合同规定的一个或多个技术指标保证值而属于承包方责任时，承包方自费采用有效措施在商定的时间内，使之达到保证指标。

### **第八条 工厂检验**

8.1 工厂检验是质量控制的一个重要组成部分。承包方严格进行厂内各生产环节的检验和试验。承包方提供合同设备的质量证明、检验记录和测试报告，并且作为交货时质量证明文件的组成部分。

8.2 检验的部分包括原材料和元器件的进厂，部分的加工组装试验至出厂试验。

8.3 工厂检验的结果满足招标文件和合同规定的要求，如有不符之处或达不到标准要求，承包方采取措施处理直至满足要求。承包方发生重大质量问题时须将情况及时通知发包方。

8.4 工厂检验的所有费用包括在所有合同总价之中（含通讯接口、电站测试、线路测试及当地电力部门要求的测试及实验和有关部门办理手续证件和验收等费用）。

### **第九条 设备验收**

9.1 设备到达安装现场后，承包方组织验收，对照装箱清单逐件清点，进行检查和验收。

9.2 由承包方外包生产的设备（部件）到达安装现场后，仍由发包方会同承包方进行检查和验收。

9.3 主要的产品验收标准：IEC，TUV，CCC和GB相关标准。

### **第十条 培训**

10.1 承包方应对发包方人员进行全面的技术培训。使发包方人员达到能独立进行管理、运营、故障处理、日常测试维护等工作，以便承包方所提供的设备能够正常、安全地运行。

10.2 培训内容应包括：监控系统、逆变器等主要设备系统厂家培训。承包方所提供设备的性能、技术原理和操作使用方法，维护管理的技术，实际操作练习。

10.3 承包方应列出具体的培训计划。

10.4 厂验及培训人数、时间等事宜在谈判时再由双方商定，承包方先报出人·天单价。