

韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光 伏项目（一期）

可行性研究报告



批 准： 邓永保

审 核： 邓永保

校 核： 邓永保

编 写： 杨冬阳



目录

第一章 综合说明	5
1 概述	5
2 太阳能资源	6
3 工程地质	6
4 工程任务和规模	6
5 光伏系统总体方案设计及发电量计算	7
6 电气设计	8
6.1 电气一次	8
“全额上网”	8
“自发自用，余电上网”	9
6.2 电气二次	9
7 土建工程	9
8 消防设计	10
9 施工组织设计	10
10 工程管理设计	11
11 环境保护和水土保持设计	11
12 劳动安全与工业卫生设计	11
13 节能降耗分析	12
14 设计估算	13
15 财务评价及社会效果分析	13
15 结论及建议	14
1 气象条件分析	16
2 我国太阳能资源划分	20
3 区域太阳能资源分析	22
4 太阳能资源初步评估	24
5 气候条件影响分析	24
第三章 工程地质	26
1 场址工程地质条件	26
第四章 工程任务和规模	27
1 地区社会经济概况	27
2 韶关电网现状及发展规划	28
3 工程建设必要性	30
4 工程选址和规模	32
第五章 光伏系统总体方案设计及发电量计算	32
1 光伏系统总体方案	32
2 光伏组件选型	35
3 光伏阵列运行方式的选择	38
4 逆变器选择	39
5 光伏方阵设计	46
6 光伏电站年发电量计算	50
第六章 电气设计	60
1 电气一次设计	60
2 电气二次设计	65
3 计量设计	68
第七章 土建工程	69
1 基础资料和设计依据	69
1) 遵循的规程、规范	69
2) 场址概况及现状	69
3 光伏阵列支架设计	69
第八章 消防设计	70

1 消防总体设计	70
2 工程消防设计	70
3 施工消防设计	71
第九章 施工组织设计	72
1 编制依据	72
2 编制原则	73
3 施工条件	73
项目位于乳源县厂房屋面、混凝土屋面及车棚，交通便利。	73
4 施工总布置	74
5 施工交通运输	75
6 工程占地	76
7 主体工程施工	76
8 施工总进度	83
9 主要工期保障措施	84
10 安全文明施工措施	84
第十章 环境保护	86
1 环境保护	86
2 环境保护措施	89
3 环境保护工程投资	91
第十一章 劳动安全与工业卫生设计	91
1 总则	91
2 建设项目概况	94
3 主要危险、有害因素分析	94
4 工程安全卫生设计	96
5 工程运行期安全管理及相关设备、设施设计	100
6 安全期效果评价	101
7 主要结论和建议	102
第十二章 节能降耗分析	102
1 设计依据	102
2 主要节能降耗措施	103
3 节能降耗效益分析	104
第十三章 工程估算	105
1 编制说明	105
2 估算计算书	106
第十四章 财务评价与社会效果分析	106
1 概述	106
2 财务评价依据	106
3 资金筹措	106
4 分析和评价	107
5 社会效果分析	110
第十五章 项目可行性分析结论	111
第十六章 附表及附图	113
1 附表	113
2 附图	114

第一章 综合说明

1 概述

韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）位于乳源县厂房屋面及混凝土屋面。本项目共分为 7 个区域，分别为广东省科学院乳源产业科技服务中心屋顶（约 2540m²）、乳源县桂头镇农贸市场 1/2 号屋顶（约 2280m²）、乳源县桂头镇农贸市场 3/4 号屋顶（约 2280m²）、乳源县乳城镇金瑶山商务楼屋顶（约 2561m²）、韶关胜蓝电子科技有限公司屋顶（约 10008m²）、韶关威鸣研磨材料有限公司厂房屋顶（约 6000m²）、粤北农特产品电商物流商贸城乳源瑶街屋顶（约 6400m²）。

本项目所有光伏板均设置在屋顶，总面积约为 32069 平方米，规划装机容量约 5245.625kWp。分 7 个区域安装，分为两种并网模式：

第一种并网模式：采用“全额上网”模式，共五个项目，分别如下；

1、广东省科学院乳源产业科技服务中心屋顶，项目共设计安装 724 块 545Wp 单晶硅光伏组件，光伏电站总容量为 394.58kWp，预计 25 年运营期内平均年上网电量约为 38.24 万 kWh，年等效满负荷利用小时数约为 969h。

2、乳源县桂头镇农贸市场 1/2 号屋顶项目共设计安装 720 块 545Wp 单晶硅光伏组件，光伏电站总容量为 392.4kWp，预计 25 年运营期内平均年上网电量约为 38.14 万 kWh，年等效满负荷利用小时数约为 969h。

3、乳源县桂头镇农贸市场 3/4 号屋顶项目共设计安装 720 块 545Wp 单晶硅光伏组件，光伏电站总容量为 392.4kWp，预计 25 年运营期内平均年上网电量约为 38.14 万 kWh，年等效满负荷利用小时数约为 969h。

4、乳源县乳城镇金瑶山商务楼屋顶，项目共设计安装 504 块 545Wp 单晶硅光伏组件，光伏电站总容量为 274.68kWp，预计 25 年运营期内平均年上网电量约为 27.17 万 kWh，年等效满负荷利用小时数约为 970h。

5、粤北农特产品电商物流商贸城乳源瑶街屋顶项目共设计安装 1864 块 545Wp 单晶硅光伏组件，光伏电站总容量为 1015.88kWp，预计 25 年运营期内平均年上网电量约为 98.44 万 kWh，年等效满负荷利用小时数约为 969h。

第二种并网模式：采用“自发自用、全额上网”模式，共二个项目，分别如下；

1、韶关胜蓝电子科技有限公司屋顶项目共设计安装 3260 块 545Wp 单晶硅光伏组件，光伏电站总容量为 1776.7kWp，预计 25 年运营期内平均年上网电量约为 172.17 万 kWh，年等效满负荷利用小时数约为 931h。

2、韶关威鸣研磨材料有限公司厂房屋顶项目共设计安装 1833 块 545Wp 单晶硅光伏组件，光伏电站总容量为 998.985kWp，预计 25 年运营期内平均年上网电量约为 97.1 万 kWh，年等效满负荷利用小时数约为 969h。

2 太阳能资源

根据 Meteonorm 数据中逐年太阳总辐射数据可知，乳源多年平均总辐射值为 1288.26kWh/m²，各月太阳总辐射量值在 75-171kWh/m² 之间变化，多年月均辐射量为 113kWh/m²。5 月~10 月辐射量较大，最大辐射量出现在 7 月份，数值为 171kWh/m²；到次年 4 月辐射量较小，最小辐射量出现在 2 月份，数值为 75kWh/m²。最大月与最小月的太阳辐射量差值为 96kWh/m²，年内变化幅度较大。

根据《太阳能资源评估方法》QX/T89-2008，本项目建设地属于太阳能资源丰富区，适宜光伏电站的开发和建设。

表 1.2-1 太阳能资源丰富程度等级

等级	资源代号	年总辐射量 (MJ/m ²)	年总辐射量 (kWh/m ²)	平均日辐射量 (kWh/m ²)
最丰富	I	≥6300	≥1750	≥4.8
很丰富	II	5040-6300	1400-1750	3.8-4.8
丰富	III	3780-5040	1020-1400	2.9-3.8
一般	IV	<3780	<1020	<2.9

3 工程地质

本工程所有光伏组件均设置于乳源县厂房屋面及混凝土大楼屋面，共分为 7 区域，分别为广东省科学院乳源产业科技服务中心屋顶（约 2540m²）、乳源县桂头镇农贸市场 1/2 号屋顶（约 2280m²）、乳源县桂头镇农贸市场 3/4 号屋顶（约 2280m²）、乳源县乳城镇金瑶山商务楼屋顶（约 2561m²）、韶关胜蓝电子科技有限公司屋顶（约 10008m²）、韶关威鸣研磨材料有限公司厂房屋顶（约 6000m²）、粤北农特产品电商物流商贸城乳源瑶街屋顶（约 6400m²），所有大楼采用钢筋混凝土框架结构设计，所有厂房采用钢架结构设计。本工程原有建筑结构荷载计算由光伏投资企业委托相关单位根据本光伏项目具体情况进行专业分析，并根据荷载计算结果进行相应处理；本报告不含建筑结构荷载计算及结构处理。

4 工程任务和规模

本项目的主要任务是并网发电，项目建成后，将为电网提供大量的清洁能源，同时可减少化石资源的消耗，减少因燃煤等排放有害气体对环境的污染。

本项目采用屋面设置光伏板发电模式，可充分发挥屋面综合开发效益。本项目开发建设须

符合土地利用总体规划，涉及非农建设的需按规定办理用地报批手续。项目建设必须符合城乡规划要求，并按法定程序报批。

本项目场址区域规划总面积约为 32069 平方米。设计安装 9625 块标准功率为 545Wp 的单晶硅光伏组件，光伏电站总容量为 5245.625kWp。

5 光伏系统总体方案设计及发电量计算

本项目采用分块发电、集中并网的设计方案。通过技术与经济性综合比较，光伏组件选用 545Wp 单晶硅电池组件。

广东省科学院乳源产业科技服务中心屋顶装机容量为 394.58kWp，由 4 个屋面 1 个车棚光伏发电单元组成，安装汇流箱 3 台、0.4kV 并网柜 1 台、4 台 40kW 逆变器、5 台 30kW 逆变器，安装低压计量表 1 台，经过计量后与公共低压线路并网连接。

乳源县桂头镇农贸市场 1/2 号屋顶装机容量为 392.4kWp，由 2 个屋面光伏发电单元组成，安装汇流箱 2 台、0.4kV 并网柜 1 台、8 台 40kW 逆变器，安装低压计量表 1 台，经过计量后与公共低压线路并网连接。

乳源县桂头镇农贸市场 3/4 号屋顶装机容量为 392.4kWp，由 2 个屋面光伏发电单元组成，安装汇流箱 2 台、0.4kV 并网柜 1 台、8 台 40kW 逆变器，安装低压计量表 1 台，经过计量后与公共低压线路并网连接。

乳源县乳城镇金瑶山商务楼屋顶装机容量为 274.68kWp，由 5 个屋面光伏发电单元组成，安装汇流箱 2 台、0.4kV 并网柜 1 台、2 台 40kW 逆变器、4 台 30kW 逆变器、1 台 20kW 逆变器，安装低压计量表 1 台，经过计量后与公共低压线路并网连接。

韶关胜蓝电子科技有限公司屋顶装机容量为 1776.7kWp，由 5 个屋面光伏发电单元组成，安装汇流箱 5 台、0.4kV 并网柜 2 台、27 台 50kW 逆变器、3 台 30kW 逆变器；逆变器新敷设低压电缆接入该项目配电设备，通过 2 台 1250kVA 变压器升压接入电网。

韶关威鸣研磨材料有限公司厂房屋顶装机容量为 998.985kWp，由 3 个屋面光伏发电单元组成，安装汇流箱 3 台、0.4kV 并网柜 2 台、15 台 50kW 逆变器、2 台 30kW 逆变器、通过 1 台 200kVA 和 1 台 800kVA 变压器升压接入电网。

粤北农特产品电商物流商贸城乳源瑶街屋顶装机容量为 1015.88kWp，由 12 个屋面光伏发电单元组成，安装汇流箱 9 台、0.4kV 并网柜 1 台、3 台 50kW 逆变器、6 台 40kW 逆变器、15 台 30kW 逆变器、安装低压计量表 1 台，经过计量后与公共低压线路并网连接。

本项目总装机容量为 5245.625kWp，共安装 103 台串式并网逆变器（1 台 20kW、29 台 30kW、28 台 40kW、45 台 50kW）；逆变器额定输出电压 400V，最大转换效率 99%，中国转换效率为 98.3%。

广东省科学院乳源产业科技服务中心屋顶、乳源县桂头镇农贸市场 1/2 号屋顶、乳源县桂头镇农贸市场 3/4 号屋顶、乳源县乳城镇金瑶山商务楼屋顶、粤北农特产品电商物流商贸城乳源瑶街屋顶等光伏发电量全部输送上电网，采用全额上网模式。

韶关胜蓝电子科技有限公司屋顶、韶关威鸣研磨材料有限公司厂房屋顶供给公司使用的光伏系统年发电量约占年总发电量的 50%以上，可做到自发自用，发电不足时由市电补充，用电量低于光伏发电量时，光伏发电量剩余部分输送上电网。

经发电量测算：

1、广东省科学院乳源产业科技服务中心屋顶电站建成后首年理论发电量为 44.82 万 kW·h，25 年运营期内平均年上网电量约为 38.24 万 kWh，年等效满负荷利用小时数约为 969h。

2、乳源县桂头镇农贸市场 1/2 号屋顶电站建成后首年理论发电量为 42.92 万 kW·h，25 年运营期内平均年上网电量约为 38.14 万 kWh，年等效满负荷利用小时数约为 969h。

3、乳源县桂头镇农贸市场 3/4 号屋顶电站建成后首年理论发电量为 42.92 万 kW·h，25 年运营期内平均年上网电量约为 38.14 万 kWh，年等效满负荷利用小时数约为 969h。

4、乳源县乳城镇金瑶山商务楼屋顶电站建成后首年理论发电量为 30.64 万 kW·h，25 年运营期内平均年上网电量约为 27.17 万 kWh，年等效满负荷利用小时数约为 970h。

5、韶关胜蓝电子科技有限公司屋顶电站建成后首年理论发电量为 190.39 万 kW·h，25 年运营期内平均年上网电量约为 172.17 万 kWh，年等效满负荷利用小时数约为 931h。

6、韶关威鸣研磨材料有限公司厂房屋顶电站建成后首年理论发电量为 105.01 万 kW·h，25 年运营期内平均年上网电量约为 97.1 万 kWh，年等效满负荷利用小时数约为 969h。

7、粤北农特产品电商物流商贸城乳源瑶街屋顶电站建成后首年理论发电量为 105.55 万 kW·h，25 年运营期内平均年上网电量约为 98.44 万 kWh，年等效满负荷利用小时数约为 969h。

6 电气设计

6.1 电气一次

“全额上网”

每个屋面光伏发电单元组成，多块电池组件串联为一个电池组串，多路电池组串接入组串式逆变器，每个区域安装低压计量表箱 1 台，共安装低压计量表箱 5 台，经过计量后与用户原有低压线路并网连接。

“自发自用，余电上网”

每个屋面光伏发电单元组成，多块电池组件串联为一个电池组串，多路电池组串接入组串式逆变器，每台逆变器通过交流阻燃电缆接入低压并网柜，经低压并网柜接入原电房低压回路，利用原有变压器升压并网。

6.2 电气二次

本工程计算机监控系统按“无人值班(少人值守)”的方式设计。本工程光伏系统设备主要包括逆变器等，本项目利用逆变器自带无线通讯功能采集逆变器的信号上传到业主监控系统。

并网逆变器配置的主要保护为：极性反接保护、短路保护、孤岛效应保护、过热保护、过载保护、接地故障保护、数据处理器(DSP)故障保护等。

7 土建工程

本工程总装机容量 5245.625kWp，共安装标准功率为 545Wp 的太阳能电池组件 9625 块。光伏电站内建筑物主要为广东省科学院乳源产业科技服务中心屋顶（约 2540m²）、乳源县桂头镇农贸市场 1/2 号屋顶（约 2280m²）、乳源县桂头镇农贸市场 3/4 号屋顶（约 2280m²）、乳源县乳城镇金瑶山商务楼屋顶（约 2561m²）、韶关胜蓝电子科技有限公司屋顶（约 10008m²）、韶关威鸣研磨材料有限公司厂房屋顶（约 6000m²）、粤北农特产品电商物流商贸城乳源瑶街屋顶（约 6400m²）。

原有建筑结构荷载计算由光伏投资企业委托相关单位根据本光伏项目具体情况进行专业分析，并根据荷载计算结果进行相应处理；本报告不含建筑结构荷载计算及结构处理。

本工程 3 个区域（广东省科学院乳源产业科技服务中心屋顶、乳源县乳城镇金瑶山商务楼屋顶、粤北农特产品电商物流商贸城乳源瑶街屋顶）混凝土屋面采用安装立柱 U41*52*2.0/镀镁铝锌钢，立柱底部基础与混凝土包封，立柱上固定承重梁 U41*52*2.0/镀镁铝锌钢，承重梁用外六角螺栓 M10X30 固定檩条 U41*52*2.0/镀镁铝锌钢，檩条安装夹具采用铝合金材质边压及中压固定光伏组件。全部金属支架需进行热镀锌防锈处理。

本工程 1 个区域（韶关胜蓝电子科技有限公司屋顶）混凝土屋面采用屋顶安装立柱 100*100*4.0、斜梁 80*40*2.0、横梁 80*40*2.0、檩条 U41*52*2.0U/镀镁铝锌钢，檩条安装夹具采用铝合金材质边压及中压固定光伏组件。全部金属支架需进行热镀锌防锈处理。

本工程 3 个区域（乳源县桂头镇农贸市场 1/2 号屋顶、乳源县桂头镇农贸市场 3/4 号屋顶、

韶关威鸣研磨材料有限公司厂房屋顶)厂房屋面采用安装檩条 U41*52*2.0U/镀镁铝锌钢, 檩条安装夹具采用铝合金材质边压及中压固定光伏组件。全部金属支架需进行热镀锌防锈处理。

8 消防设计

本工程消防设计贯彻“预防为主、防消结合”的设计原则。设计中, 严格执行国家有关防火规范和标准, 积极采用先进的防火技术, 做到保障安全, 使用方便, 经济合理。

由于整个场区设置于已经建设的屋面, 根据现场地理位置及周边道路情况已具备非常良好的消防通道要求, 消防通道满足消防规范要求。

光伏电站不设专职消防队, 但需配备 1~2 名兼职消防人员, 初期火灾由兼职消防人员自行组织灭火, 同时通知当地消防队支援共同扑灭火灾。消防总体设计采用综合消防技术措施, 从防火、监测、报警、控制、灭火、排烟、逃生等各方面入手, 力争减少火灾发生的可能性, 一旦火灾发生也能在短时间内予以扑灭, 使损失减少到最低, 同时确保火灾时人员的安全疏散。

9 施工组织设计

本项目位于乳源县厂房屋面、混凝土大楼屋面及车棚。

本项目所有光伏板均设置在厂房屋面、混凝土屋面及车棚, 拟利用乳源县厂房屋面、混凝土屋面及车棚总面积约为 32069 平方米, 规划装机容量约 5245.625kWp。

施工总布置综合考虑工程规模、施工方案及工期、造价等因素, 按照因地制宜、有利生产、易于管理、安全可靠、节约用地等原则, 在满足环保与水保要求的条件下布置生产生活区、施工仓库、供电供水、堆场等。施工各项布置情况如下:

1) 施工用水

结合现场工程项目实施的具体情况, 本工程采用已经成熟的屋面建设, 现场各种设施齐备, 市政自来水及中水设施已经建设完成, 可利用现场供水设施, 增加专用施工用水水表即可使用。

2) 施工用电

结合现场工程项目实施的具体情况, 本工程采用已经成熟的屋面建设, 且混凝土屋面及厂房屋面均有 0.4kV 配电箱, 施工时可与现场相结合, 就近取施工用电即可, 施工用电需设置专用电能计量装置。考虑施工灵活方便, 或临时停电等特殊情况, 施工用电还考虑配备 1 台 50kW 移动式柴油发电机发电。

3) 建筑材料

本工程所需石料水泥以及各种钢构件等均可从乳源县城购买, 太阳能组件及支架由厂家直接供应至施工现场。

4) 施工临时用地

结合本光伏项目总布置情况及交通运输条件进行站区施工总平面布置。本工程施工临时用地占地面积共约 1400 平方米，项目建设屋面面积共约 32069 平方米。

5) 施工进度

工程建设总工期为 3 个月，其中工程准备期 15 天。

10 工程管理设计

本光伏电站的机构设置和人员编制暂参照同类工程和本工程实际条件确定。由于本光伏电站规模较小，设置专职管理人员 1 名全面负责工程的各项日常工作，其余工程管理人员由韶关分公司相关工程管理人员兼任。由韶关分公司财务部负责财务收支、财务计划、工资福利管理、计划部主持本部门组织招标工作，负责合同谈判；审查项目费用和工程量清单；审查资金拨付管理。计划的制定，调整与控制、设备管理部负责制订设备采购计划，参与设备物资的招标，负责设备及物资的采购合同的执行，配合工程管理部催交设备及物资、工程管理部负责生产运行，安全管理，以及设备技术监控、电站维护。

由于本光伏电站规模较小，不专门设置办公区及员工生活区，办公区及员工生活区可就近租用现有民宅或附近厂房临时设置。

11 环境保护和水土保持设计

因本项目采用已有建筑屋面设置光伏，已有建筑屋面为钢筋混凝土楼板和彩钢瓦屋面，所以本项目的建设对周围的自然环境和社会环境不会造成任何影响。在本光伏电站建成后将当地提供大量的清洁能源，与燃煤电厂相比，每年不仅可减少多种大气污染物的排放，还可减少大量灰渣的排放，改善环境质量。因项目建设远离人口密集区，对环境的不利影响主要体现如施工粉尘、噪声、废水和生活垃圾对施工人员的影响等，但影响的范围小、时间短，可通过采取适当的防护措施以及加强施工管理，可将不利影响降低至到满足国家有关规定的要求。

本项目的建设不存在制约工程建设的重大环境问题，不会制约当地环境资源的永续利用和生态环境的良性循环，只要采取防、治、管相结合的环保措施，工程建设对环境的不利影响将得到有效控制，而且光伏发电本身就是一个清洁能源项目，从环境角度分析，不存在制约工程开发的环境问题，本工程建设是可行的。

12 劳动安全与工业卫生设计

根据本工程特点，设计了较为完善的工程监测系统，为保证主要建筑物在施工期和运行期

的安全，生产经营单位应建立健全监测制度，掌握有关建筑物的实际运行状况，以便及时对重点部位的安全状况作出综合评价，提前作出预防及改进措施，以防患于未然。

本工程施工及生产过程中，电气伤害事故、火灾爆炸事故的危险等级较高，是该光伏发电工程的主要劳动安全问题，在工程建设以及建成投产后应作为事故预防和劳动安全卫生管理工作的一项重要内容。

本光伏电站应制定针对突发重大事故的预警机制、紧急处理措施与应急救援行动方案。对可能出现的重大事故，如火灾等典型事故做出相应的应急救援预案，以提高对突发重大事故的处理能力。建议对本光伏发电工程建设全过程建立职业安全健康管理体系(OSHMS)。并在实践中对体系进行不断修正和完善，最终实现预防和控制工伤事故、职业病及其它损失的目标。

13 节能降耗分析

本工程节能设计主要分为设备节能设计和建筑节能设计两部分。设备选型方面贯彻节能政策，选择节能型设备和产品。

a) 选用节能型、发光效率高的照明灯具，如节能型荧光灯、气体放电灯。

b) 设备布置充分考虑电缆路径，要求电缆长度短，电缆发热少。

通风与空气调节装置通过温度、湿度自动控制调节，以保证人员舒适与设备的正常运行。暖通空调设备的控制、能效比等均满足《公共建筑节能设计标准》的要求。站内照明根据《建筑照明设计标准》，房间采光系数及采光窗地面积比符合《建筑采光设计标准》的规定，照明功率密度控制在现行值以内。由于光伏电站有丰富太阳能资源，室外照明采用太阳能节能灯。

建筑节能设计中，站内建筑物朝向采用南北向，考虑避开冬季主导风向。主要建筑物的外门设门斗。

广东省科学院乳源产业科技服务中心屋顶光伏电站建成以后，平均每年可为电网提供清洁电能 38.24 万 kWh，与燃煤电厂相比，以供电标煤煤耗 326g/(kWh) 计，本工程建成后，每年可节约标煤 115.28 吨。相应每年可减少多种大气污染物的排放，其中减少二氧化硫(SO₂)排放量约 0.03 吨，氮氧化物(NO₂)0.6 吨，二氧化碳(CO₂)316.6 吨，还可减少烟尘排放量约 0.008 吨。

乳源县桂头镇农贸市场 1/2 号屋顶光伏电站建成以后，平均每年可为电网提供清洁电能 38.14 万 kWh，与燃煤电厂相比，以供电标煤煤耗 326g/(kWh) 计，本工程建成后，每年可节约标煤 114.9 吨。相应每年可减少多种大气污染物的排放，其中减少二氧化硫(SO₂)排放量约 0.03 吨，氮氧化物(NO₂)0.06 吨，二氧化碳(CO₂)315.8 吨，还可减少烟尘排放量约 0.008 吨。

乳源县桂头镇农贸市场 3/4 号屋顶光伏电站建成以后，平均每年可为电网提供清洁电能 38.14 万 kWh，与燃煤电厂相比，以供电标煤煤耗 326g/(kWh) 计，本工程建成后，每年可节约

标煤 114.9 吨。相应每年可减少多种大气污染物的排放，其中减少二氧化硫(SO₂)排放量约 0.03 吨，氮氧化物(NO₂)0.06 吨，二氧化碳(CO₂)315.8 吨，还可减少烟尘排放量约 0.008 吨。

乳源县乳城镇金瑶山商务楼屋顶光伏电站建成以后，平均每年可为电网提供清洁电能 27.17 万 kWh，与燃煤电厂相比，以供电标煤煤耗 326g/(kWh)计，本工程建成后，每年可节约标煤 81.9 吨。相应每年可减少多种大气污染物的排放，其中减少二氧化硫(SO₂)排放量约 0.03 吨，氮氧化物(NO₂)0.03 吨，二氧化碳(CO₂)224.95 吨，还可减少烟尘排放量约 0.01 吨。

韶关胜蓝电子科技有限公司屋顶光伏电站建成以后，平均每年可为电网提供清洁电能 172.17 万 kW·h，与燃煤电厂相比，以供电标煤煤耗 301.5g/(kWh)计，本工程建成后，每年可节约标煤 519.1 吨。相应每年可减少多种大气污染物的排放，其中减少二氧化硫(SO₂)排放量约 0.18 吨，氮氧化物(NO₂)0.27 吨，二氧化碳(CO₂)1425.59 吨，还可减少烟尘排放量约 0.03 吨。

韶关威鸣研磨材料有限公司厂房屋顶光伏电站建成以后，平均每年可为电网提供清洁电能 97.1 万 kWh，与燃煤电厂相比，以供电标煤煤耗 301.5g/(kWh)计，本工程建成后，每年可节约标煤 292.7 吨。相应每年可减少多种大气污染物的排放，其中减少二氧化硫(SO₂)排放量约 0.09 吨，氮氧化物(NO₂)0.149 吨，二氧化碳(CO₂)803.97 吨，还可减少烟尘排放量约 0.02 吨。

粤北农特产品电商物流商贸城乳源瑶街屋顶光伏电站建成以后，平均每年可为电网提供清洁电能 98.44 万 kWh，与燃煤电厂相比，以供电标煤煤耗 326g/(kWh)计，本工程建成后，每年可节约标煤 296.8 吨。相应每年可减少多种大气污染物的排放，其中减少二氧化硫(SO₂)排放量约 0.104 吨，氮氧化物(NO₂)0.157 吨，二氧化碳(CO₂)815.12 吨，还可减少烟尘排放量约 0.022 吨。

14 设计估算

本工程设计估算依据国家、部门及广东省现行的有关规定、定额、费率标准等进行编制。

按广东省韶关 2022 年第 2 季度价格水平计算，本工程静态总投资 2370.64 万元，单位千瓦静态投资为 4519.28 元/kW，建设期利息 14.05 万元，工程动态总投资 2384.69 万元，单位千瓦动态投资 4546.06 元/kW。

15 财务评价及社会效果分析

本项目 5 个区域采用“全额上网”模式。分别为广东省科学院乳源产业科技服务中心屋顶、乳源县桂头镇农贸市场 1/2 号屋顶、乳源县桂头镇农贸市场 3/4 号屋顶、乳源县乳城镇金瑶山商务楼屋顶，粤北农特产品电商物流商贸城屋顶，上网电价(含增值税)0.453 元/kWh 测算。

本项目 2 个区域采用“自发自用，余电上网”模式。

韶关胜蓝电子科技有限公司用户电价峰时约为 0.88 元/kW·h（10-12 时、14-19 时共 7 小时）、平时段为 0.52 元/kW·h（8-10 时、12-14 时、19-24 时共 9 小时）、谷时段 0.196 元/kW·h（0-8 时共 8 小时）。

光伏组件主要发电时段在 9~15 点（真太阳时），按照比例测算，光伏发电约占用户高峰段用电的 65%，占平段用电的 35%。综合电价约为 0.754 元/kW·h。根据用户实际用电量测算，本项目光伏发电实际本地消纳比例约为 80%，根据与用户供用电协议，消纳电价按 8.4 折结算（约为 0.633 元/kW·h）。

光伏发电实际本地消纳比例约为 80%，上网比例约为 20%；按照消纳综合电价约为 0.5972 元/kW·h，上网电价 0.453 元/kW·h 测算。

韶关威鸣研磨材料有限公司用户电价峰时约为 0.89 元/kW·h（10-12 时、14-19 时共 7 小时）、平时段为 0.5328 元/kW·h（8-10 时、12-14 时、19-24 时共 9 小时）、谷时段 0.2024 元/kW·h（0-8 时共 8 小时）。

光伏组件主要发电时段在 9~15 点（真太阳时），按照比例测算，光伏发电约占用户高峰段用电的 65%，占平段用电的 35%。综合电价约为 0.765 元/kW·h。根据用户实际用电量测算，本项目光伏发电实际本地消纳比例约为 50%，根据与用户供用电协议，消纳电价按 9 折结算（约为 0.6885 元/kW·h）。

光伏发电实际本地消纳比例约为 50%，上网比例约为 50%；按照消纳综合电价约为 0.6885 元/kW·h，上网电价 0.453 元/kW·h 测算。

项目投资回收期（税后）为 12.85 年，总投资收益率为 4.14%，资本金净利润率为 12.22%，全部投资财务内部收益率（税前）为 6.91%，全部投资财务内部收益率（税后）为 6.3%，资本金财务内部收益率（税后）为 8.58%。

由财务评价敏感性分析成果可知，对于项目投资、上网电量或上网电价在 10%以内变化有一定的抗风险能力，项目在实施过程中仍需加强风险控制。

15 结论及建议

1) 工程场址区域多年平均总太阳辐射量为 1288.26kWh/m²，太阳能资源丰富，具有一定的开发前景。

2) 本工程安装 9625 块 545Wp 单晶硅光伏组件，装机总容量为 5245.625kW。分 7 个区域安装，分别为：

1、广东省科学院乳源产业科技服务中心屋顶所发电量采用“全额上网”模式，项目共设计

安装 724 块 545Wp 单晶硅光伏组件，光伏电站总容量为 394.58kWp，预计 25 年运营期内平均年上网电量约为 38.24 万 kWh，年等效满负荷利用小时数约为 969h。

2、乳源县桂头镇农贸市场 1/2 号屋顶所发电量采用“全额上网”模式，项目共设计安装 720 块 545Wp 单晶硅光伏组件，光伏电站总容量为 392.4kWp，预计 25 年运营期内平均年上网电量约为 38.14 万 kWh，年等效满负荷利用小时数约为 969h。

3、乳源县桂头镇农贸市场 3/4 号屋顶所发电量采用“全额上网”模式，项目共设计安装 720 块 545Wp 单晶硅光伏组件，光伏电站总容量为 392.4kWp，预计 25 年运营期内平均年上网电量约为 38.14 万 kWh，年等效满负荷利用小时数约为 969h。

4、乳源县乳城镇金瑶山商务楼屋顶所发电量采用“全额上网”模式，项目共设计安装 504 块 545Wp 单晶硅光伏组件，光伏电站总容量为 274.68kWp，预计 25 年运营期内平均年上网电量约为 27.17 万 kWh，年等效满负荷利用小时数约为 970h。

5、粤北农特产品电商物流商贸城乳源瑶街屋顶所发电量采用“全额上网”模式，项目共设计安装 1864 块 545Wp 单晶硅光伏组件，光伏电站总容量为 1015.88kWp，预计 25 年运营期内平均年上网电量约为 98.44 万 kWh，年等效满负荷利用小时数约为 969h。

6、韶关胜蓝电子科技有限公司屋顶所发电量采用“余电上网”模式，项目共设计安装 3260 块 545Wp 单晶硅光伏组件，光伏电站总容量为 1776.7kWp，预计 25 年运营期内平均年上网电量约为 172.17 万 kWh，年等效满负荷利用小时数约为 931h。

7、韶关威鸣研磨材料有限公司厂房屋顶所发电量采用“余电上网”模式，项目共设计安装 1833 块 545Wp 单晶硅光伏组件，光伏电站总容量为 998.985kWp，预计 25 年运营期内平均年上网电量约为 97.1 万 kWh，年等效满负荷利用小时数约为 969h。

3) 3) 本工程静态总投资 2370.64 万元，单位千瓦静态投资为 4519.28 元/kW，建设期利息 14.05 万元，工程动态总投资 2384.69 万元，单位千瓦动态投资 4546.06 元/kW。

4) 本工程资本金财务内部收益率为 8.58%，项目投资财务内部收益率(所得税前)为 6.91%。

5) 工程具备较好的节能和环保效益，7 个区域光伏电站项目建成以后可以减少化石资源的消耗，有利于缓解环境保护压力，实现经济与环境的协调发展，项目节能和环保效益显著。

综上所述，场址所在区域具备良好的太阳能资源开发条件，场地基本稳定。经过技术经济比较，并考虑发展规划等原因比较，该项目实施方案，该方案的光伏并网发电技术设计合理，财务评价基本可行，故韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）立项条件较为充分，适于投资建设。

第二章 太阳能资源

1 气象条件分析

1.1 环境概况

广东省地处中国大陆最南部。东邻福建，北接江西、湖南，西连广西，南临南海，珠江口东西两侧分别与香港、澳门特别行政区接壤，西南部雷州半岛隔琼州海峡与海南省相望。全境位于北纬 $20^{\circ}09' \sim 25^{\circ}31'$ 和东经 $109^{\circ}45' \sim 117^{\circ}20'$ 之间。全省陆地面积 17.98 万平方公里，约占全国陆地面积的 1.85%；其中岛屿面积 1592.7 平方公里，约占全省陆地面积的 0.89%。

韶关位于广东省北部，北界湖南，东邻江西，东南面、南面和西面分别与本省河源、惠州、广州及清远等市接壤。介于北纬 $23^{\circ}53' \sim 25^{\circ}31'$ ，东经 $112^{\circ}53' \sim 114^{\circ}45'$ 之间，东起南雄市界址镇界址村，西至乐昌市三溪镇丫告岭村，全境直线距离东西跨长 186.3 公里；北自乐昌市白石镇三界圩村，南至新丰县马头镇路下村，南北为 173.4 公里。辖浈江区、武江区、曲江区、仁化县、始兴县、翁源县、新丰县和始兴瑶族自治县，代管乐昌市和南雄市，共 9 个街道办事处、4 个办事处、93 个镇、1 个民族乡。全市土地面积 1.85 万平方公里，居广东省第二位，韶关市区面积 3468 平方公里。

韶关地形以山地丘陵为主，河谷盆地分布其中，平原、台地面积约占 20%。地势北高南低，海拔 1902 米的石坑崆为广东第一高峰。河流主要属珠江水系北江流域，北江以浈江为干流，主要支流有武江、墨江、锦江、翁江、南水。属中亚热带湿润型季风气候区，气候宜人。年平均温度为 21°C ，年平均降雨量为 1700 毫米，全年无霜冻期为 310 天左右，冬季北部有雪。韶关是全国重点林区，广东用材林、水源林和重点毛竹基地，被誉为华南生物基因库和珠江三角洲的生态屏障；林业用地面积 141.9 万公顷，活立木总蓄积量 9054 万立方米，森林覆盖率 75.1%。

韶关市地处南岭山脉南部，全境在大地构造上处于华夏活化陆台的湘粤褶皱带。地质构造复杂，火成岩分布极广，地层发育基本齐全，岩溶地貌广布、种类多样，岩类以红色砂砾岩、砂岩、变质岩、花岗岩和石灰岩为主。在地质历史上属间歇上升区，流水侵蚀作用强烈，造成峡谷众多、山地陡峻以及发育成各级夷平面，以山地丘陵地貌为主。自北向南三列弧形山系排列成向南突出的弧形构成粤北地貌的基本格局：北列为蔚岭、大庾岭山地，长 140 公里；中列为大东山、瑶岭山地，长 250 公里；南列为起微山、青云山山地，长 270 公里。其间分布两行河谷盆地，包括南雄盆地、仁化董塘盆地、坪石盆地、乐昌盆地、韶关盆地和翁源盆地。红色岩系构成的丘陵、台地分布较广，特征显著。

韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）位于广东省韶关市乳源县。本项目所有光伏板均设置在厂房屋面及车棚，拟利用乳源县厂房屋面、混凝土屋面及车棚

总面积约为 32069 平方米，规划装机容量约 5245.625kWp。

1.2 气候特征

广东省属于东亚季风区，从北向南分别为中亚热带、南亚热带和热带气候，是中国光、热和水资源最丰富的地区之一。从北向南年平均日照时数由不足 1500 小时增加到 2300 小时以上，年太阳总辐射量在 4200~5400 兆焦耳/平方米之间，年平均气温约为 19℃~24℃。全省平均日照时数为 1745.8 小时、年平均气温 22.3℃。1 月平均气温约为 16℃~19℃，7 月平均气温约为 28℃~29℃。

广东降水充沛，年平均降水量在 1300~2500 毫米之间，全省平均为 1777 毫米。降雨的空间分布基本上也呈南高北低的趋势。受地形的影响，在有利于水汽抬升形成降水的山地迎风坡有恩平、海丰和清远 3 个多雨中心，年平均降水量均大于 2200 毫米；在背风坡的罗定盆地、兴梅盆地和沿海的雷州半岛、潮汕平原少雨区，年平均降水量小于 1400 毫米。降水的年内分配不均，4~9 月的汛期降水占全年的 80%以上；年际变化也较大，多雨年降水量为少雨年的 2 倍以上。

韶关属中亚热带湿润型季风气候区，气候宜人。一年四季均受季风影响，冬季盛行东北季风，夏季盛行西南和东南季风。四季特点为春季阴雨连绵，秋季降水偏少，冬季寒冷，夏季偏热。韶关冬短夏长，春秋过渡快，四季分明。春季冷暖空气交替频繁，多低温阴雨。夏季炎热酷暑。秋季晴朗，秋高气爽，昼夜温差大。冬季较为寒冷，每年均有霜冻出现，冷的年份有降雪、积雪和雨凇现象出现。

韶关年平均日照时数 1279.5 小时，日照最多的年份为 1874.5 小时，最少的年份为 1097.3 小时，空间分布上自南向北逐渐减少。全年中 1~4 月的日照时数相对较少，7 月的日照时数为全年最多，平均 175.4 小时。韶关年平均相对湿度为 77.8%，空间分布上呈北高南低。一年中 3~9 月平均相对湿度较大，其中又以 6 月湿度最大，为 83.2%，而 12 月湿度最小，为 68.4%。

武江区处于中国以四川盆地西部为中心的太阳辐射低值区的东南边缘。区境内气候资源较为丰富。太阳辐射量大，阳光充足，一年中太阳照射地面角度大，辐射量也较均匀，全年总日照时数平均值在 185 小时，一年内 6~11 月日照时数较多，2~4 月最少。日照时数长，带来太阳辐射量大，全年太阳辐射量为 111.5 千卡/cm²，平均每天每平方厘米的太阳辐射量约 305 卡，每年的 1~3 月阴雨季节太阳辐射量仅为 7.14 卡/cm²，平均每天每平方厘米为 79 卡。

辖区内雨量充沛，雨热同季。但各月雨量分布不均。由于纬度较低，日照强，季风交替的影响形成多雨，全区历年平均降雨量为 1537.4 毫米，春夏雨量较多，秋冬雨量最少。3~8 月雨量占全年雨量的 75%，9 月~次年的 2 月仅占全年雨量的 25%。

根据国家气象科学数据共享服务平台，基于《气候资料统计整编方法（1981-2010）（发布版）》，韶关（台站号 59082）气象站的主要气象特征参数统见下表：

表 1-1 主要气象要素

	累年月 平均气温 (°C)	累年月平 均最高气 温 (°C)	累年月平 均最低气 温 (°C)	累年月平 均本站气 压 (百帕)	累年 20-20 时 平均月降 水量 (毫米)	累年 08-08 时 平均月降 水量 (毫米)	累年月平 均风速 (米/秒)	累年月 平均相 对湿度 (%)
平均值	20.5	25.31	17.16	999.8	133.28	133.29	1.62	76.75
最大值	29	34	25.6	1008.7	250.3	249.6	2	82
最小值	10.3	15.1	7.2	991.1	41.6	41.7	1.5	71

韶关（台站号 59082）气象站位于地理位置：北纬 24° 48′、东经 113° 36′，观测场海拔高度 65 米，标准值统计时段为 1981 年 01-2010 年 12。与项目场址距离不到 10km，具有一定代表性。

气温、相对湿度、气压、风速等气象要素月分布情况如表 1-2 所示。气温、风速的月际变化曲线分别见图 1-3 和图 1-4 所示。

表 1-2 韶关站各气象要素分布情况表

	累年月平 均气温 (°C)	累年月平 均最高气 温 (°C)	累年月 平均最 低气温 (°C)	累年月平 均本站气 压 (百帕)	累年 20-20 时 平均月 降水量 (毫米)	累年 08-08 时 平均月 降水量 (毫米)	累年月 平均风 速 (米/秒)	累年月 平均相 对湿度 (%)
一月	10.3	15.1	7.2	1008.3	70	69.3	1.6	75
二月	12.3	16.4	9.4	1005.9	106.5	106	1.6	79
三月	15.3	19.2	12.5	1002.8	181.2	177.9	1.6	82
四月	20.7	24.6	17.8	998.8	219.9	221.1	1.6	82
五月	24.6	28.9	21.5	995.2	247.9	248.9	1.6	80
六月	27.3	31.6	24.4	991.6	250.3	249.6	1.8	80
七月	29	34	25.6	991.1	161.1	159.4	2	75
八月	29.7	33.9	25.2	991.3	126.6	129.1	1.5	77
九月	26.4	31.5	22.9	996.1	99.2	100.8	1.5	76
十月	22.5	28	18.5	1001.9	42.9	43.8	1.6	71
十一月	17	22.7	13	1005.9	52.1	51.9	1.5	72
十二月	12.04	17.8	7.9	1008.7	41.6	41.7	1.5	72
平均值	20.5	25.31	17.16	999.8	133.28	133.29	1.6	76

1-3 韶关站日平均气温月际变化曲线

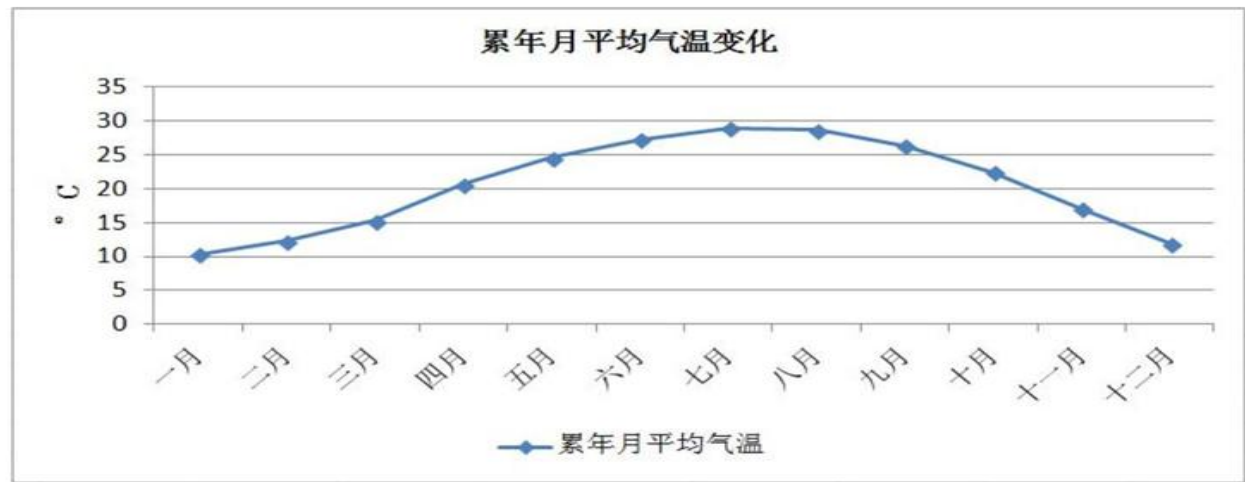
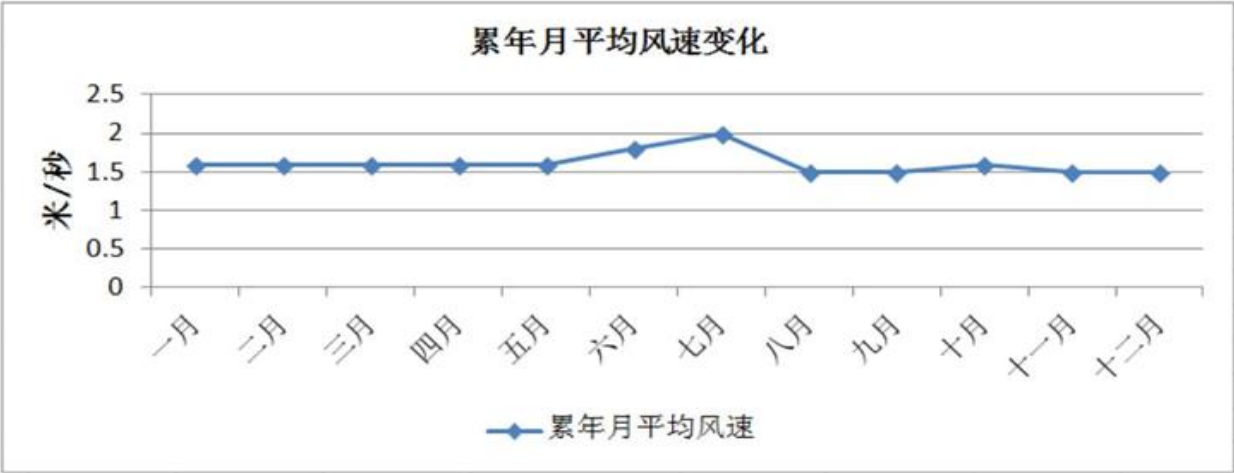


图 1-4 韶关站日平均风速月际变化曲线



可见，韶关地区气温随月度变化趋势明显，七月、八月份气温最高，一月、十二月份气温最低。累年月平均最低气温在 7℃左右，最高气温在 34℃左右。风速整体偏小，十二月份平均风速最小。该气象站观测含 30 年气象数据，取其均值用于数据分析，极端气象值仅作参考。极端情况选取韶关市公布的市内极端气象值。

1.3 场址气象灾害分析

根据《韶关市气象灾害防御规划（2013-2020 年）》，韶关境内以山地丘陵为主，全市为南亚热带季风气候，气候温和，雨水充沛，阳光充足，气象灾害频发，主要有暴雨、雷雨大风、干旱、寒潮、低温、霜冻、台风、冰雹、大雾、高温以及因气象因素引发的洪涝、地质灾害、森林火灾等。每年 5—6 月为前汛期，天气多受锋面低槽影响，5—6 月各地多年平均降雨量为 832.7 毫米—975.1 毫米，约占全年雨量的 40%—44%。前汛期灾害天气主要有暴雨、雷雨大风、冰雹等，由强降水引发的城乡积涝、洪涝、地质灾害等次生灾害也较严重。每年 7—9 月为后汛期，天气多受副热带高压、台风、东风坡等热带天气系统影响，7—9 月各地多年平均降雨量为 513.7 毫米—624.8 毫米，约占全年雨量的 30%—35%。后汛期灾害天气主要有高温、台风、暴雨、雷雨大风等。每年 10—11 月是秋季，降水锐减，主要有森林火险、干旱等灾害。每年 12

月至次年 1 月是我市的冬季，冷空气活跃，主要有寒潮、低温、霜冻（冰冻）、森林火灾等灾害。每年 2—3 月，主要有低温阴雨、干旱、雷雨大风、大雾、冰雹等灾害。

2 我国太阳能资源划分

2.1 我国太阳能资源分布

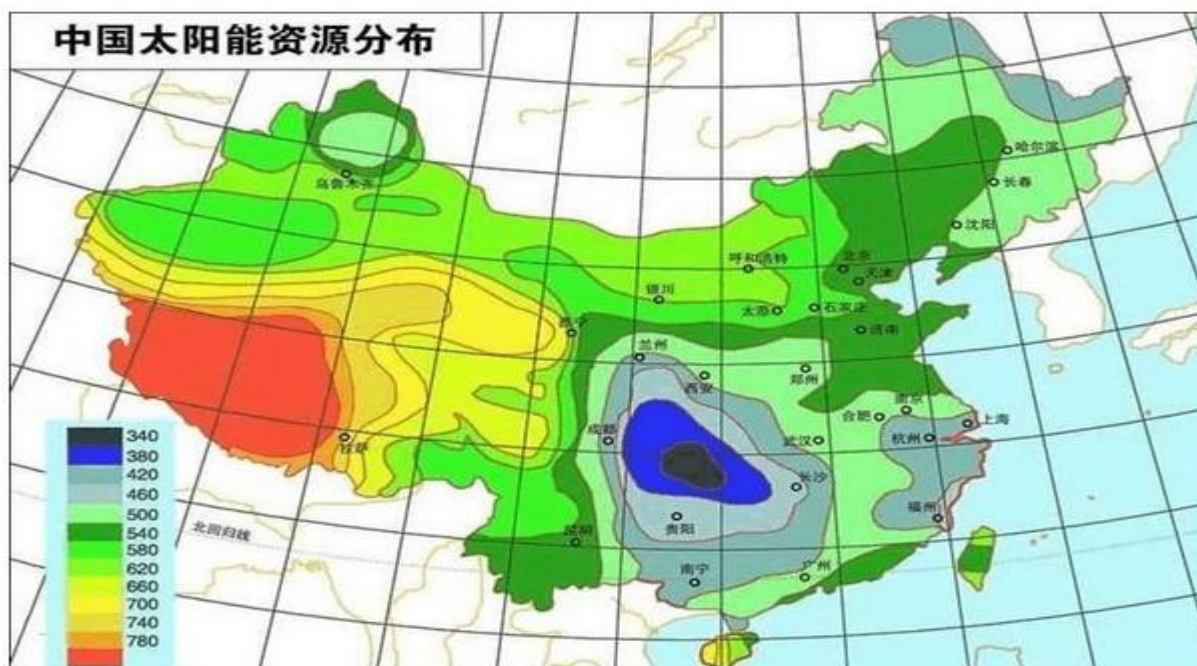
我国太阳能总辐射资源丰富，总体呈“高原大于平原、西部干燥区大于东部湿润区”的分布特点。西藏、青海、新疆、内蒙古南部、山西、陕西北部、河北、山东、辽宁、吉林西部、云南中部和西南部、广东东南部、福建东南部、海南岛东部和西部以及台湾省的西南部等广大地区的太阳辐射总量很大。尤其是青藏高原地区最大，年总辐射量超过 1800 kWh/m²，部分地区甚至超过 2000 kWh/m²。那里平均海拔高度在 4000m 以上，大气层薄而清洁，透明度好，纬度低，日照时间长。例如被人们称为“日光城”的拉萨市，1961 年至 1970 年的平均值，年平均日照时间为 3005.7 小时，相对日照为 68%，年平均晴天为 108.5 天，阴天为 98.8 天，年平均云量为 4.8。全国以四川和贵州两省的太阳年辐射总量最小，其中尤以四川盆地最为，存在低于 1000kWh/m² 的区域。那里雨多、雾多，晴天较少。例如素有“雾都”之称的成都市，年平均日照时数仅为 1152.2 小时，相对日照为 26%，年平均晴天为 24.7 天，阴天达 244.6 天，年平均云量高达 8.4。

根据各地接受太阳总辐射量的多少，可将全国划分为四类地区，如表 2-1《中国太阳能资源分布表》、图 2-1《中国太阳能资源分布图》。

表 2-1 中国太阳能资源分布表。

地区 类型	年日照时数 (h/a)	年辐射总量 (MJ/m ² ·a)	包括的主要地区	备注
一类	3200-3300	6680-8400	宁夏北部，甘肃北部，新疆南部，青海西部，西藏西部	太阳能资源最丰富地区
二类	3000-3200	5852-6680	河北西北部，山西北部，内蒙南部，宁夏南部，甘肃中部，青海东部，西藏东南部，新疆南部	较丰富地区
三类	2200-3000	5016-5852	山东，河南，河北东南部，山西南部，新疆北部，吉林，辽宁，云南，陕西北部，甘肃东南部，广东南部	中等地区
四类	1400-2000	4180-5016	湖南，广西，江西，浙江，湖北，福建北部，广东北部，陕西南部，安徽南部	较差地区
五类	1000-1400	3344-4180	四川大部分地区，贵州	最差地区

图 2-1 中国太阳能资源分布图



2.2 场址气象站

韶关（台站号 59082）气象站位于地理位置：北纬 $24^{\circ} 48'$ 、东经 $113^{\circ} 36'$ ，观测场海拔高度 65 米，该站的主要业务有地面观测、酸雨、农业气象、生态环境等基础观测。目前已收集到该站 2009~2019 年 10 年的气象资料，距离项目所在地约 10km。具有一定代表性。

一般来说，到达地面的太阳辐射主要受当地太阳高度角、天气状况、海拔高度及日照时数等因素的影响。现将本项目场址区从太阳高度角、天气状况、海拔高度等方面因素做简要分析：

（1）太阳高度角

太阳高度角是影响太阳辐射强度的最主要的因素。其影响表现在两个方面：

一是太阳高度角大，等量的光线散布的面积小，光热集中，单位面积获得的太阳辐射能量就多，反之就越少。另一方面，太阳高度角大，太阳光线穿过大气层的距离短，受到大气的削弱作用小，到达地面的太阳辐射能量就多，反之就越少。韶关气象站的太阳高度角（当地真太阳时 12 时）为 88.9° （夏至日）、 42.8° （冬至日）；而本项目场址太阳高度角（当地真太阳时 12 时）为 88.8° （夏至日）、 42.8° （冬至日）。可见，场址区的太阳高度角跟韶关气象站接近程度基本一致。

（2）天气状况

云量的多少、云层的厚度以及阴雨等对太阳辐射的影响也很大，云层越厚，云量越多，对太阳辐射的削弱越多，到达地面的太阳辐射能量就越少；阴雨，相对大气透明度就越低，日照时数也相应会减少，太阳辐射也随之减少。场址区与韶关气象站气候特征、天气状况类似，晴

好天气接近，天气状况差异很小。

（3）海拔高度

海拔高度越高时，空气就越稀薄，太阳辐射被吸收、散射的就越少，太阳光所通过的大气量越少，并且大气中的水汽和尘埃的含量也越少，大气的透明度就越高，太阳辐射强度就越大；反之则越小。韶关气象站的海拔高度为 65m，场址区海拔高度在 80m 左右，项目地海拔与韶关气象站海拔相近。

（4）日照时数

日照时数是影响地面获得太阳能量的一个重要因素。在太阳辐照度水平相近的区域，正常情况下日照时数愈长，则地面所获得的有效太阳辐射能量就愈多。场址区与韶关气象站均属同一日照时数区域，两地日照时数接近，季节变化趋势类似。

综上所述，本项目场址与韶关气象站地理位置均在 10km 以内；本项目场址与韶关气象站太阳辐射的影响因素（太阳高度角、天气状况、海拔高度及日照时数）接近程度基本一致；故本阶段选择采用韶关气象局的气象资料作为本项目太阳辐射分析研究的基础。

3 区域太阳能资源分析

3.1 数据来源

本工程目前收集到的资料来源主要为 Meteonorm 气象数据及 NASA 数据。

（1）Meteonorm 数据来源于全球能量平衡档案馆（Global Energy Balance Archive）、世界气象组织（WMO/OMM）和瑞士气象局等权威机构，包含有全球 7750 个气象站的辐射数据，我国 98 个气象辐射观测站中的大部分均被该软件的数据库收录。此外，还提供其他无气象辐射观测资料的任意地点的通过插值等方法获得的多年平均各月的辐射量。

（2）PVGIS 数据

PVGIS（光伏地理信息系统 PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM）是欧盟欧洲委员会联合中心的太阳能在线评估项目，用于光伏在欧洲的推广。历时多年的 PVGIS 项目对欧洲光伏产业和太阳能行业发展起到了很大的推动作用。

（3）SolarGIS 数据

SolarGIS 数据在市场上的太阳能数据库中具有最佳的准确度和可靠性。截至目前，SolarGIS 数据已在全球 200 多个地点得到验证，模型验证正在系统地扩展。不同气候区域可以轻松估算 SolarGIS 数据的不确定性。

（4）韶关（台站号 59082）气象站数据

韶关（台站号 59082）气象站位于地理位置：北纬 $24^{\circ} 48'$ 、东经 $113^{\circ} 36'$ ，观测场海

拔高度 65 米，该站的主要业务有地面观测、气象辐射、酸雨、农业气象、生态环境等基础观测。目前已收集到该站 2011~2021 年 10 年的太阳辐射观测资料，距离项目所在地约 20km。

3.2 太阳辐射数据分析

为更加合理的评估本项目太阳能资源，将韶关气象站、Meteonorm、Solargis、PVGIS 数据进行比较，见下表：

表3.1-1 各数据逐月辐射量对比表（单位：kWh/m²）

数据来源：	Meteonorm	韶关气象站	PVGIS	Solargis
数据周期：	1996-2015	2011-2021	2005-2016	2007-2018
1 月	73.0	74.5	72.9	73.6
2 月	56.0	65.6	73.1	73.5
3 月	65.0	77.2	91.8	80.1
4 月	83.0	87.5	100.5	92.2
5 月	109.0	113.9	117.0	123.2
6 月	113.0	126.9	124.8	128.8
7 月	149.0	156.2	164.5	169.0
8 月	146.0	146.1	156.9	158.9
9 月	130.0	126.6	133.5	131.4
10 月	118.0	114.6	123.3	120.2
11 月	90.0	100.3	89.4	93.2
12 月	81.0	90.1	87.6	84.1
合计	1210.00	1279.5	1335.31	1328.23

从上表可看出，各数据逐月辐射量变化趋势基本一致，太阳能辐射峰值出现于夏秋季，谷值出现于冬春季。各数据年辐射量在1210~1335.31kWh/m²之间，数据基本一致。

本项目水平年辐射量数据取韶关气象站、Meteonorm、Solargis、PVGIS数据的平均值，即 1288.26 kWh/ m²为本阶段设计依据。

综合上述气象资料分析所得，本项目所在地韶关地区太阳辐射数较高、属于太阳能资源利用效率较高的区域，适合建设光伏发电项目。

4 太阳能资源初步评估

本项目工程代表年太阳总辐射量为 1288.26kWh/m^2 。根据《太阳能资源等级总辐射》GB/T31155-2014，本项目太阳能资源等级属“丰富”； R_w 为 0.42，稳定度等级属稳定（B）地区。

综上所述，场址区年太阳总辐射量为 1288.26kWh/m^2 ，从资源利用的角度来讲，适合建设大型光伏电站工程，但考虑到场址周边缺乏长序列太阳辐射资料，建议下阶段增加光资源数据来源，按照《光伏电站项目管理暂行办法》（国能新能〔2013〕329 号）光伏电站项目实施实行备案管理的相关要求，在场址区域收集更长时间的太阳能辐射数据，进一步分析场址周边太阳能资源水平，为电站建设提供准确可靠的基础资源数据。

5 气候条件影响分析

5.1 气候条件概况

韶关属南亚热带和北亚热带过渡带并以中亚热带气候为主的湿润性季风型气候，一年四季均受季风影响，受南岭山脉的影响，形成相当复杂多样的气候特征。韶关地形以山地丘陵为主，河谷盆地分布其中，平原、台地面积约占 20%。地势北高南低，河流主要属珠江水系北江流域。属中亚热带湿润型季风气候区，气候宜人。年平均温度为 21°C ，年平均降雨量为 1700 毫米，全年无霜冻期为 310 天左右，冬季北部有雪。

（1）基本气象要素

韶关气象站 30 年（1971~2000 年）基本气象要素资料，见下表。

表 2.5-1 韶关气象站基本气象要素统计表

序号	项目	数值	备注
1	平均气温（℃）	21	
2	极端最高气温（℃）	34	
3	极端最低气温（℃）	-4	
4	年平均降水量（mm）	1715	
5	年最大降水量（mm）	2400	
6	平均风速（m/s）	1.6	
7	最大风速（m/s）	2	
8	极大风速（m/s）	1.8	
9	年平均气压（hPa）	11997.6	
10	空气平均相对湿度（%）	76.8	
11	年均日照时数（h）	1529.2	
12	年均日照百分率（%）	90	

（2）其他气象要素

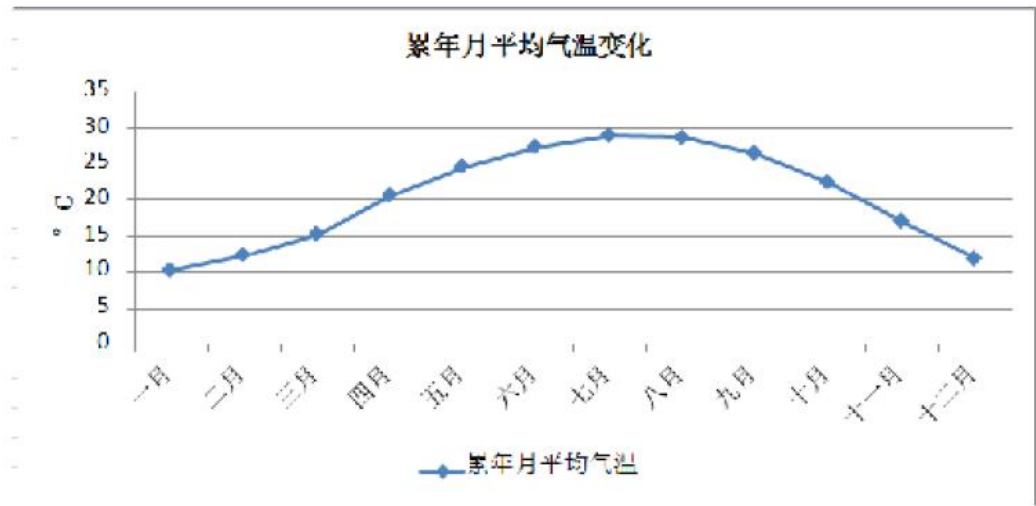
- a）雷暴：平均雷暴日数：77 天；最多雷暴日数：80 天。
- b）大风：平均大风日数：47 天；最多大风日数：53 天。
- c）降水：平均降水日数：160 天；最多降水日数：180 天。

5.2 气候条件影响分析

（1）气温条件影响分析

项目所在地气候湿润，气温日差不大，年平均气温为 21℃。其温度分布情况见图 5-1。

图 5-1 项目所在地多年个月平均气温变化图



本工程逆变器工作的环境温度范围为-25℃～60℃，光伏组件的工作温度范围为-40℃～

85℃；从上述项目所在地地区的气温数据可以看出，本工程光伏组件的工作温度可控制在其允许范围以内，但在光伏组件串并联组合中，应根据当地的实际气温情况进行温度修正计算，以确保系统有较高的运行效率。同时，对于布置在室内的设备，也应采取相应措施，控制其工作温度保持在允许工作温度范围内。

（2）风速影响分析

本工程地处中亚热带湿润型季风气候区，多年平均风速 1.6m/s，最大风速 2m/s，年平均大风日数 47 天，年最多大风日数 53 天。在该地区风速对光伏电站的影响不大，必要时可采取必要的对抗风措施。

（3）雷暴影响分析

项目所在地年平均雷暴日数 77d，最多雷暴日数为 80d。该地区雷电对光伏电站有一定的危害，光伏组件均固定金属支架之上，且阵列面积较广，电站应采取可靠的防雷接地措施。

第三章 工程地质

1 场址工程地质条件

本工程所有光伏组件均设置于乳源县厂房屋面及混凝土屋面，共分为 7 区域，分别为分别为广东省科学院乳源产业科技服务中心屋顶（约 2540m²）、乳源县桂头镇农贸市场 1/2 号屋顶（约 2280m²）、乳源县桂头镇农贸市场 3/4 号屋顶（约 2280m²）、乳源县乳城镇金瑶山商务楼屋顶（约 2561m²）、韶关胜蓝电子科技有限公司屋顶（约 10008m²）、韶关威鸣研磨材料有限公司厂房屋顶（约 6000m²）、粤北农特产品电商物流商贸城乳源瑶街屋顶（约 6400m²）所有大楼采用钢筋混凝土框架结构设计，所有厂房采用钢架结构设计。本工程原有建筑结构荷载计算由光伏投资企业委托相关单位根据本光伏项目具体情况进行专业分析，并根据荷载计算结果进行相应处理；本报告不含建筑结构荷载计算及结构处理。

第四章 工程任务和规模

1 地区社会经济概况

韶关位于广东省北部，北界湖南，东邻江西，东南面、南面和西面分别与本省河源、惠州、广州及清远等市接壤。介于北纬 $23^{\circ} 53' \sim 25^{\circ} 31'$ ，东经 $112^{\circ} 53' \sim 114^{\circ} 45'$ 之间，东起南雄市界址镇界址村，西至乐昌市三溪镇丫告岭村，全境直线距离东西跨长 186.3 公里；北自乐昌市白石镇三界圩村，南至新丰县马头镇路下村，南北为 173.4 公里。辖浈江区、武江区、曲江区、仁化县、始兴县、翁源县、新丰县和始兴瑶族自治县，代管乐昌市和南雄市，共 9 个街道办事处、4 个办事处、93 个镇、1 个民族乡。全市土地面积 1.85 万平方公里，居广东省第二位，韶关市区面积 3468 平方公里。

韶关地形以山地丘陵为主，河谷盆地分布其中，平原、台地面积约占 20%。地势北高南低，海拔 1902 米的石坑崆为广东第一高峰。河流主要属珠江水系北江流域，北江以浈江为干流，主要支流有武江、墨江、锦江、翁江、南水。属中亚热带湿润型季风气候区，气候宜人。年平均温度为 21°C ，年平均降雨量为 1700 毫米，全年无霜冻期为 310 天左右，冬季北部有雪。韶关是全国重点林区，广东用材林、水源林和重点毛竹基地，被誉为华南生物基因库和珠江三角洲的生态屏障；林业用地面积 141.9 万公顷，活立木总蓄积量 9054 万立方米，森林覆盖率 75.1%。

近几年来，韶关经济发展加快，增长速度连续三年略高于全省平均水平。2008 年地区生产总值 545.87 亿元，同比增长 10.6%。其中：第一产业增加值 77.76 亿元；第二产业增加值 262.56 亿元；第三产业增加值 205.55 亿元。按常住人口计算，人均地区生产总值 18503 元。三次产业结构由 2007 年的 14.2：48.5：37.3 调整为 2008 年的 14.2：48.1：37.7。多项重要经济指标上新台阶，经济运行呈现改革开放以来最好发展态势。

韶关是广东的重工业城市，工业基础雄厚。五、六十年代和七十年代，国家先后把韶关作为华南重工业基地和广东战略后方来建设，建立起韶关钢铁厂、韶关冶炼厂、韶关挖掘机厂、凡口铅锌矿、大宝山矿等一大批骨干工业企业，奠定了韶关工业在当地经济中的基础地位。七十年代，韶关已成为广东重要的工业基地。八十年代以来，韶关的工业得到了进一步发展。近几年，韶关工业紧紧围绕“建设粤北经济强市”的目标，因地制宜，突出特色，依托资源优势，积极培育以冶金、电力、烟草为主的支柱产业。目前基本形成了初具特色的以采掘、有色金属冶炼、钢铁工业、铸锻件、建筑材料等资源型行业组成的重点产业，以机械制造、轻工、石油化工、电力等行业为主的加工工业，以电子信息技术、机电一体化、新材料等行业为主体的高新技术产业三大类工业门类综合类工业城市。2008 年工业增加值完成 235.6 亿元，高新技术产

业产值突破 100 亿元。产业集中度不断提高，钢铁、有色金属、电力、机械、烟草、制药、玩具等七大支柱产业占全市规模以上工业增加值比重达到 78%；其中，韶钢集团年产钢能力已突破 500 万吨，跻身世界钢铁企业 100 强之列；韶冶集团经过三次的技改，生产能力现已达到年产铅锌 20 万吨水平，连续多年被列入全国 500 家最大工业企业和最佳效益企业；韶关发电厂经过六期的工程建设，现安装机组 9 台，总容量为 924MW，年发电约 70 亿千瓦时；韶关卷烟厂 2004 年年产突破 30 万大箱的生产能力，是“全国 500 家最大工业企业之一”，“广东省工业企业 200 强之一”

2 韶关电网现状及发展规划

2.1 电力系统现状

韶关电网处于广东电网北端，目前通过曲花甲、乙线、库曲甲线共 3 回 500kV 线路和韶曲丙、韶曲丁两回 220kV 线路，共 5 回线路与省主电网连接。此外，韶关还通过桥曲甲、乙线共 2 回 500kV 线路与桥口电厂、鲤鱼江电厂连接，通过 1 回 500kV 坪曲线与坪 B 电厂（2×300MW 机组）连接。各县市与市区已形成统一电网，还通过董塘至土桥、塘口至梅田、塘口至邓家塘共 3 回 110kV 联络线供电湖南郴州部分地区。

截止至 2015 年底，韶关电网 500kV 变电站 1 座，变压器 2 台、容量 1500MVA；500kV 线路共 4 条，长度 489.7km；220kV 变电站 17 座，变压器 33 台、容量 5124MVA；220kV 线路共 44 条，长度 1136.125km。

韶关电网已形成以 500kV 电网为核心，220kV 电网为主网架、110kV 电网为县域骨干网，结构相对合理、技术相对先进、安全可靠的电网，各市县 110kV 电网都可以以 220kV 变电站为枢纽构成较强供电电网分区运行。

至 2015 年底，韶关市共有 110kV 变电站 68 座，变电总容量 449.8 万 kVA，110kV 线路共 139 回，长度为 2154.7km。35kV 变电站 43 座，变电总容量 43.34 万 kVA，35kV 线路共 76 回，长度为 1056.1km。

根据《韶关供电局“十三五”配电网规划修编》（审定稿 2016 年 10 月）：2015 年，韶关市全社会用电量 111.27 亿千瓦时，同比 2014 下降 6.73%；供电量 95.11 亿千瓦时，同比下降 9.37%，售电量 92.64 亿千瓦时，同比下降 8.11%。

全社会用电最高负荷 225.97 万千瓦，同比下降 5.39%；网供最大负荷 207.97 万千瓦，同比下降 5.83%。

截至 2015 年底，韶关地区发电装机总容量 558.9 万千瓦。其中韶关市以 110 千伏及以下接入电网的电源装机总容量 220.19 万千瓦。按电源性质划分，煤电装机 12 万千瓦，自备电

厂装机 19.8 万千瓦，生物质电装机 6 万千瓦，水电装机 182.3 万千瓦，分布式光伏 0.1 万千瓦。

2.2 电力需求预测

根据《韶关供电局“十三五”配电网规划修编》（审定稿 2016 年 10 月）：“十三五”期间，韶关以发展工业、旅游和商贸业为主，将发展成交通便利、商贸及第三产业发达的经济强市和广东省独具风情特色的现代化山水城市。2015 年，韶关地区城镇区域全社会最大用电负荷 1378.6MW，乡村区域 MW；城镇区域全社会用电量 67.9 亿 kWh，乡村区域 43.4 亿 kWh；预计至 2020 年，韶关地区城镇区域全社会最大用电负荷 2181.5MW，乡村区域 MW；城镇区域全社会用电量 113.5 亿 kWh，乡村区域 58.5 亿 kWh。2015 年全市最高供电负荷 2079.7MW，较上年下降 6.91%。预计 2020 年，全市供电最高负荷为 3100.56MW。

表 2-1 韶关市全社会电缆电量需求预测表 单位：亿 kWh、MW、%、h

预测方案	项目	2015 (实绩)	2016	2017	2018	2019	2020	“十三五” 增长率
“十三五”输 电网规划	全社会用电量	111.3	137.0	145.0	153.0	162.0	172.0	9.1%
	全社会最高负荷	2259.7	2620	2770	2930	3110	3300	7.9%
	最大负荷利用小时数	4924	5170	5144	5119	5093	5068	0.6%
本次预测 (高方案)	全社会用电量	111.3	140.6	153.4	166.0	179.8	193.6	11.7%
	全社会最高负荷	2259.7	2710	2971	3224	3517	3802	11.0%
	最大负荷利用小时数	4924	5189	5163	5148	5113	5091	0.7%
本次预测 (中方案)	全社会用电量	111.3	137.0	145.0	153.0	162.0	172.0	9.1%
	全社会最高负荷	2259.7	2620	2770	2930	3110	3300	7.9%
	最大负荷利用小时数	4924	5229	5235	5222	5209	5212	1.1%
本次预测 (低方案)	全社会用电量	111.3	132.5	139.7	147.3	152.1	156.2	7.0%
	全社会最高负荷	2259.7	2510	2636	2767	2844	2907	5.2%
	最大负荷利用小时数	4924	5279	5301	5325	5348	5374	1.8%

2.3 电源发展规划

根据最新掌握的 110 千伏及以下电源信息，对照与韶关市“十三五”配网规划，有调整的部分如下：

1、周田大兴水电站

新增电源项目，田水电站位于广东省仁化县周田镇境内，总装机容量 $3 \times 3.5\text{MW}$ ，以 10 千伏电压等级接入系统，计划于 2017 年投产。

2、张滩左岸水电站

新增电源项目，张滩左岸水电站位于广东省乐昌市境内，乐昌市城区上游，装机容量 $3 \times 4\text{MW}$ ，以 35 千伏电压等级接入系统，计划于 2017 年投产。

3、新丰马头生物质电厂

新增电源项目，韶能集团新丰生物质发电项目拟建厂址位于韶关市新丰县马头产业转移园

内，距新丰县城约 15km，装机规模为 $2 \times 30\text{MW}$ 高温高压凝气式汽轮发电机组，以 110 千伏电压等级接入系统，计划于 2017 年投产。

4、大布二期风电场

新增电源项目，大布二期风电场位于广东省韶关市始兴县南部的大布镇的梁坑坳、蕉窝顶一带山区，拟安装 60 台单机容量为 2MW 的风力发电机组，装机总规模为 120MW，以 110 千伏电压等级接入系统，计划于 2018 年投产。

5、中国能建南雄工业园东区光伏电站

中国能建南雄工业园东区光伏电站项目位于位于广东省韶关南雄工业园以南，韶赣高速以北的绿化带。本项目建设装机容量为 18.5MWp，平均年最大负荷利用小时数约 900h。以 10 千伏电压等级接入系统，计划于 2016 年投产。韶关市“十三五”期间新增 110 千伏电源容量 57.6 万千瓦，新增 35 千伏及以下电源容量 4.1 万千瓦。

2.4 分布式电源发展情况

2010 年，韶关地区分布式电源全为水电，共计 1270.6MW。至 2015 分布式电源类型包括光伏和水电，年共计 1349.9MW。至 2020 年底，韶关地区将增加 2 座分布式水电电源和 44 座分布式光伏电源，届时韶关市分布式电源共 2845 座，总装机 1391.4MW。

表 2-2 分布置电源发展情况 单位：座、MW、亿 kWh

区域	年度	风电			太阳能发电			其他类型			合计		
		座数	装机容量	总发电量	座数	装机容量	总发电量	水电					
								(座)	(兆瓦)	(亿千瓦时)	(座)	(兆瓦)	(亿千瓦时)
全市	2010 年	0	0	0	0	0.00	0.00000	2539	1270.57	50.82268	2539	1270.64	50.82268
	2015 年	0	0	0	23	0.13	0.00133	2757	1349.70	53.98800	2780	1349.87	53.98933
	2016 年	0	0	0	87	19.27	0.19271	2759	1372.20	54.88800	2846	1391.47	55.08071
	2017 年	0	0	0	86	19.27	0.19271	2759	1372.20	54.88800	2845	1391.47	55.08071
	2018 年	0	0	0	86	19.27	0.19271	2759	1372.20	54.88800	2845	1391.47	55.08071
	2019 年	0	0	0	86	19.27	0.19271	2759	1372.20	54.88800	2845	1391.47	55.08071
	2020 年	0	0	0	86	19.27	0.19271	2759	1372.20	54.88800	2845	1391.37	55.08071

注：分布式电源：接入 35kV 及以下电压等级、位于用户附近、就地消纳为主的电源，包括同步发电机、异步发电机、变流器等类型。其他类型包括小型水力发电厂、生物质能、余热、圾电厂等。

3 工程建设必要性

(1) 开发利用太阳能资源，符合能源产业发展方向

我国是世界上最大的煤炭生产和消费国，能源将近 76%由煤炭供给，这种过度依赖化石燃

料的能源结构已经造成了很大的环境、经济和社会负面影响。大量的煤炭开采、运输和燃烧，对我国的环境已经造成了极大的破坏。大力开发太阳能、风能、生物质能等可再生能源利用技术是保证我国能源供应安全和可持续发展的必然选择。

根据《可再生能源中长期发展规划》中指出，发挥太阳能光伏发电适宜分散供电的优势，在偏远地区推广使用户用光伏发电系统或建设小型光伏电站，解决无电人口的供电问题。在城市的建筑物和公共设施配套安装太阳能光伏发电装置，扩大城市可再生能源的利用量，并为太阳能光伏发电提供必要的市场规模。

为促进我国太阳能发电技术的发展，做好太阳能技术的战略储备，建设若干个太阳能光伏发电示范电站和太阳能热发电示范电站。

（2）有利于地方能源供应和经济发展

广东省煤炭资源贫乏，水力资源也十分有限。省内一次能源的生产与消费极不均衡，每年需大量从省外调入煤炭。但广东沿海地区太阳能资源丰富。本工程场址处全年辐射量为 1288.26kWh/m^2 ，根据中华人民共和国气象行业标准 QX/T89—2008《太阳能资源评估方法》，初步判定工程场址处太阳能资源丰富程度等级为资源丰富，有较高的利用价值，适合建设光伏发电项目，具有较好的开发利用前景，可作为地区能源供应的有效补充，而且光伏发电工程的建设工期短，是快速缓解地区电力供应缺口的有效选择。

加快韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）的开发，将有利于促进地区相关产业如建材、旅游业的大力发展，对扩大就业和发展第三产业将起到显著作用，从而带动和促进地区国民经济的全面发展和社会进步。随着韶关市光伏发电工程的相继开发，光伏将成为韶关市的又一大产业，为地方开辟新的经济增长点，对拉动地方经济的发展，加快实现小康社会起到积极作用。

（3）改善电源系统结构，促进经济可持续发展

广东省在经济高速发展的过程中，既要解决电力供应不足问题，又要保护好生态环境，是广东省发展的必然趋势。在今后的规划建设过程中，调整能源结构，逐步开发清洁能源。兴建风力发电、光伏发电等清洁能源电站，实现电力结构多元化，是今后广东省电力发展的重要方向。

广东省电力系统燃煤发电比重大，且发电用煤主要来自省外，由于煤炭运输以及燃烧中产生的烟尘、 SO_2 和氮化物对生态环境造成的破坏和污染较大，电源建设面临较大的环境保护压力。太阳能发电是国家重点扶持的清洁可再生能源，本工程建成后，与同等规模的火电厂相比，每年可减少使用大量标准煤，同时大量减少向大气排放粉尘、 CO_2 、 SO_2 、 CO 、碳氢化合物、灰渣等污染物。因此本工程的建设将有利于改善系统电源结构，减少大气污染，缓解电力行业较大的环境保护压力，促进地区经济的可持续发展。

本光伏电站项目建成以后，平均每年可为电网提供清洁电能 291.33 万 kW·h，与燃煤电厂相比，以供电标煤煤耗 326g/(kWh)计，本工程建成后，每年可节约标煤 970.1 吨。相应每年可减少多种大气污染物的排放，其中减少二氧化硫(SO₂)排放量约 276 吨，氮氧化物(NO₂)66.78 吨，二氧化碳(CO₂)2516 吨，还可减少烟尘排放量约 66.8 吨。

综上所述，韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）太阳能资源丰富，对外交通便利，并网条件好，是建设并网光伏电站的理想场址，开发并网光伏发电工程符合可持续发展的原则，可减少化石资源的消耗，减少因燃煤等排放有害气体对环境的污染，对于促进韶关市的旅游业，带动地方经济快速发展将起到积极作用。韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）的开发建设，不仅是广东省的能源供应的有效补充，而且作为绿色电能，有利于缓解广东电力工业的环境保护压力，促进地区经济的持续快速发展。因此，开发韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）是十分必要的。

4 工程选址和规模

韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目位于广东省韶关市乳源县。

本项目所有光伏板均设置在屋面，拟利用乳源整县屋顶总面积约为 32069 平方米，共设计安装 9625 块 545Wp 单晶硅光伏组件，光伏电站总容量为 5245.625kWp。分为 7 个区域安装，其中 5 个区域（广东省科学院乳源产业科技服务中心屋顶、乳源县桂头镇农贸市场 1/2 号屋顶、乳源县桂头镇农贸市场 3/4 号屋顶乳源县乳城镇金瑶山商务楼屋顶、粤北农特产品电商物流商贸城乳源瑶街屋顶）采用“全额上网”模式，2 个区域（韶关胜蓝电子科技有限公司屋顶、韶关威鸣研磨材料有限公司厂房屋顶）采用“自发自用，余电上网”模式。

第五章 光伏系统总体方案设计发电量计算

1 光伏系统总体方案

1.1 方案概况

本工程光伏电站分为 7 个区域安装。

设计方案为 5 个区域光伏电站低压接入各发电区域的公变台区低压线路，经过低压计量后与公共低压线路并网，采用“全额上网”的模式。

广东省科学院乳源产业科技服务中心屋顶安装低压计量表箱 1 台，经过计量后与台区低压线路并网连接。项目总装机容量为 394.58kWp，共安装 9 台串式并网逆变器(4 台 40kW、5 台 30kW)；

逆变器额定输出电压 400V，最大转换效率 99%，中国转换效率为 98.3%。本项目光伏发电量全部输送上电网。

乳源县桂头镇农贸市场 1/2 号屋顶安装低压计量表箱 1 台，经过计量后与台区低压线路并网连接。项目总装机容量为 392.4kWp，共安装 8 台串式并网逆变器（8 台 40kW）；逆变器额定输出电压 400V，最大转换效率 99%，中国转换效率为 98.3%。本项目光伏发电量全部输送上电网。

乳源县桂头镇农贸市场 3/4 号屋顶安装低压计量表箱 1 台，经过计量后与台区低压线路并网连接。项目总装机容量为 392.4kWp，共安装 8 台串式并网逆变器（8 台 40kW）；逆变器额定输出电压 400V，最大转换效率 99%，中国转换效率为 98.3%。本项目光伏发电量全部输送上电网。

乳源县乳城镇金瑶山商务楼屋顶安装低压计量表箱 1 台，经过计量后与台区低压线路并网连接。项目总装机容量为 274.68kWp，共安装 7 台串式并网逆变器（2 台 40kW、4 台 30kW、1 台 20kW）；逆变器额定输出电压 400V，最大转换效率 99%，中国转换效率为 98.3%。本项目光伏发电量全部输送上电网。

粤北农特产品电商物流商贸城乳源瑶街屋顶安装 545Wp 光伏组件共 1864 块，容量为 1015.88kWp，安装 24 台逆变器（3 台 50kW、6 台 40kW、15 台 30kW）；逆变器额定输出电压 400V，最大转换效率 99%，中国转换效率为 98.3%。本项目光伏发电量全部输送上电网。

设计方案为 2 个区域光伏电站高压接入原有电房，建设低压并网柜与低压并网，采用“自发自用、余电上网”的模式。

韶关胜蓝电子科技有限公司屋顶安装 545Wp 光伏组件共 3260 块，容量为 1776.7kWp，安装 50kW 逆变器（共 27 台）、30kW 逆变器（共 3 台）；逆变器新敷设低压电缆接入该项目配电设备，通过 2 台 1250kVA 变压器升压接入电网。

韶关威鸣研磨材料有限公司厂房屋顶安装 545Wp 光伏组件共 1833 块，容量为 998.985kWp，安装 50kW 逆变器（共 15 台）、30kW 逆变器（共 2 台）；逆变器新敷设低压电缆接入该项目配电设备，通过 1 台 200kVA 和 1 台 800kVA 变压器升压接入电网。

逆变器额定输出电压 400V，最大转换效率 99%，中国转换效率为 98.3%；本项目供给公司使用的光伏系统年发电量约占年总发电量的 50%以上，可做到自发自用，发电不足时由市电补充，用电量低于光伏发电量时，光伏发电量剩余部分输送上电网。

1.2 经济分析

1.1 设计估算

本工程设计估算依据国家、部门及广东省现行的有关规定、定额、费率标准等进行编制。

按广东省韶关 2022 年第 1 季度价格水平计算，本工程投资对比表：

表 5.1.3 投资分析表

工程静态总投资	2370.64 万元
单位千瓦静态投资	4519.28 元
建设期利息	14.05 万元
工程动态总投资	2384.69 万元
单位千瓦动态投资	4546.06 元

1.2 财务评价及社会效果分析

本项目分为 7 个区域。

5 个区域（广东省科学院乳源产业科技服务中心屋顶、乳源县桂头镇农贸市场 1/2 号屋顶、乳源县桂头镇农贸市场 3/4 号屋顶乳源县乳城镇金瑶山商务楼屋顶、粤北农特产品电商物流商贸城乳源瑶街屋顶）采用“全额上网”模式。上网电价(含增值税)0.453 元/kWh 测算。

2 个区域(韶关胜蓝电子科技有限公司屋顶、韶关威鸣研磨材料有限公司厂房屋顶)采用“自发自用，余电上网”模式，区域上网电价为：

韶关胜蓝电子科技有限公司用户电价峰时约为 0.88 元/kW·h（10-12 时、14-19 时共 7 小时）、平时段为 0.52 元/kW·h（8-10 时、12-14 时、19-24 时共 9 小时）、谷时段 0.196 元/kW·h（0-8 时共 8 小时）。

光伏组件主要发电时段在 9~15 点（真太阳时），按照比例测算，光伏发电约占用户高峰段用电的 65%，占平段用电的 35%。综合电价约为 0.754 元/kW·h。根据用户实际用电量测算，本项目光伏发电实际本地消纳比例约为 80%，根据与用户供用电协议，消纳电价按 8.4 折结算(约为 0.633 元/kW·h)。

光伏发电实际本地消纳比例约为 80%，上网比例约为 20%；按照消纳综合电价约为 0.633 元/kW·h，上网电价 0.453 元/kW·h 测算。

韶关威鸣研磨材料有限公司用户电价峰时约为 0.89 元/kW·h（10-12 时、14-19 时共 7 小时）、平时段为 0.5328 元/kW·h（8-10 时、12-14 时、19-24 时共 9 小时）、谷时段 0.2024 元/kW·h（0-8 时共 8 小时）。

光伏组件主要发电时段在 9~15 点（真太阳时），按照比例测算，光伏发电约占用户高峰段用电的 65%，占平段用电的 35%。综合电价约为 0.765 元/kW·h。根据用户实际用电量测算，本项目光伏发电实际本地消纳比例约为 50%，根据与用户供用电协议，消纳电价按 9 折结算(约

光伏发电实际本地消纳比例约为 50%，上网比例约为 50%；按照消纳综合电价约为 0.6885 元/kW·h，上网电价 0.453 元/kW·h 测算。

项目投资回收期（税后）为 12.85 年，总投资收益率为 4.14%，资本金净利润率为 12.22%，全部投资财务内部收益率（税前）为 6.91%，全部投资财务内部收益率（税后）为 6.3%，资本金财务内部收益率（税后）为 8.58%。

财务分析表：

投资回收期（税后）	12.85 年
总投资收益率	4.14%
资本金净利润率	12.22%
项目投资财务内部收益率（税前）	6.91%
项目投资财务内部收益率（税后）	6.3%
资本金财务内部收益率（税后）	8.58%

1.3 建设条件

建设光伏电站区域内无需征地，线路施工难度小。

2 光伏组件选型

2.1 光伏组件选型

光伏发电系统通过将大量的同规格、同特性的太阳能电池组件，经过若干光伏组件串联成一串以达到逆变器额定输入电压，再将这样的若干串电池板并联达到系统预定的额定功率。这些设备数量众多，为了避免它们之间的相互遮挡，须按一定的间距进行布置，构成一个方阵，这个方阵称之为光伏发电方阵。其中由同规格、同特性的若干太阳能电池组件串联构成的一个回路是一个基本 阵列单元。每个光伏发电方阵包括预定功率的电池组件、逆变器和升压变等组成。若干个光伏发电方阵通过电气系统的连接共同组成一座光伏电站。

(1) 太阳能电池类型的确定

晶硅类电池与非晶硅类电池板相比，晶硅电池板效率高，技术成熟，推荐采用晶硅类电池组件。随着电池片生产技术进步，单晶硅价格与多晶硅价格相差较小，由于单晶硅具有单位面积装机大，可节约土地及其他辅材成本优势，本工程推荐采用单晶硅电池组件。

(2) 单玻与双玻的对比

双玻光伏组件是指由两片玻璃和太阳能电池片组成复合层，电池片之间由导线串、并联汇集到引线端所形成的光伏电池组件。与普通光伏组件相比，与单玻光伏组件相比，双玻光伏组件的优劣势：

1、价格略微高，单位造价双玻光伏组件比单玻组件稍贵，但双玻与背板为双面含氟“T”膜价格基本持平，目前很多厂家均采用背面发电是赠送的购买方式，不增加额外的费用。

2、双玻组件多为双面组件，但屋面光伏项目选用双面组件对发电量提升效果较小约 2%-5%。考虑工程造价及增加发电量不显著的情况，本工程推荐单面单玻组件。

（3）背钝化(perc)电池组件

PERC 电池原理:常规电池有着比较高的背表面复合。在现在的硅片厚度下，降低背表面复合速率可以显著提升效率。对于扩散长度更长的单晶来说，提升的效率更为显著。

PERC 技术采用 Al₂O₃ 膜对背表面进行钝化，可以有效的降低背表面复合，提高开路电压，增加背表面反射，提高短路电流，从而提高电池效率。温度增加，红外波段的吸收增加。PERC 电池的红外波段量子效率高，其电流温度系数高。PERC 电池的开路电压更高，电压温度系数更低。所以 PERC 电池的温度系数更低。PERC 的温度系数优于常规，其发电量受温度影响相对更小，相同条件下，系统具有更高的发电量。

综上所述：PERC 电池具有更低温度系数，更好的弱光响应，相同情况下具有更高的发电量。随着技术的进步，电池效率将不断提升，成本将不断下降年成本将降低。P 型技术将成为主流技术并逐步替代常规电池。

（3）太阳能电池组件规格的选择

光伏电池组件是太阳能光伏发电系统的核心部件，其光电转换效率、各项参数指标的优劣直接代表了整个光伏发电系统的发电性能。表征太阳能电池组件性能的各项参数有标准测试条件下组件峰值功率、最佳工作电流、最佳工作电压、短路电流、开路电压、最大系统电压、组件效率、短路电流温度系数、开路电压温度系数、峰值功率温度系数、输出功率公差等。

高效单晶组件和一般单晶组件的尺寸几乎相同，但是组件单体功率高效组件更大，这是由于高效光伏组件的效率优于一般组件所致。因此结合本项目的实际情况，高效单晶组件比一般单晶组件更适合应用在本光伏电站。

太阳能电池组件的功率规格较多，但是，在进行选型时，一般主要考虑单体功率大且已经商业化应用的太阳能电池组件。单体功率大意味着一定容量的光伏电站所使用的组件数量就少，组件数量少意味着组件间连接点少，故障几率减少，接触电阻小，线缆用量少，于是系统整体损耗也会降低，电池板后期维护检修工作量较小。今年伊始光伏龙头企业们陆续宣布扩产计划，扩的主要是“大尺寸”电池和组件的产能，半年时间，行业内都知道“大尺寸”是光伏组件的趋势。如今，以 210mm 和 182mm 组件技术代表的光伏企业狭路相逢，再度燃起光伏技术

路线之争的硝烟，产业迎来了“标准化”时代。随着产业的进步，如何引领行业的技术风向和技术路线,成为了摆在企业面前的新问题。一些有着新卖点的“大尺寸组件”，主要是采用 210mm 和 182mm 硅片的组件，随着新产能的建设相继出现。颇具代表性的有隆基、天合、晶科、中环等厂家具有代表性。

目前光伏组件的转换效率均高达 20%以上。根据组件有效使用面积及损耗计算，电池片实际效率更高，该组件的选用能有效提高光伏电站单位面积发电量。本项目为屋面，考虑屋面面积有限，应最大化屋面利用率，在尺寸相差不大情况下，本项目推荐采用功率规格更大的 545Wp 以上组件。在综合考虑组件价格、效率、技术成熟性、市场占有率，以及采购订货时的可选择等因素，本项目推荐选用 545Wp 单面单晶硅组件。各主流组件厂商单晶电池有限功率质保：首年内衰减率不高于 2.5%，每年衰减率不高于 0.55%，部分厂家可以达到首年衰减率不高于 2%，每年衰减率不高 于 0.45%。

图 5.2.1 光伏组件电流-电压及功率-电压特性曲线图

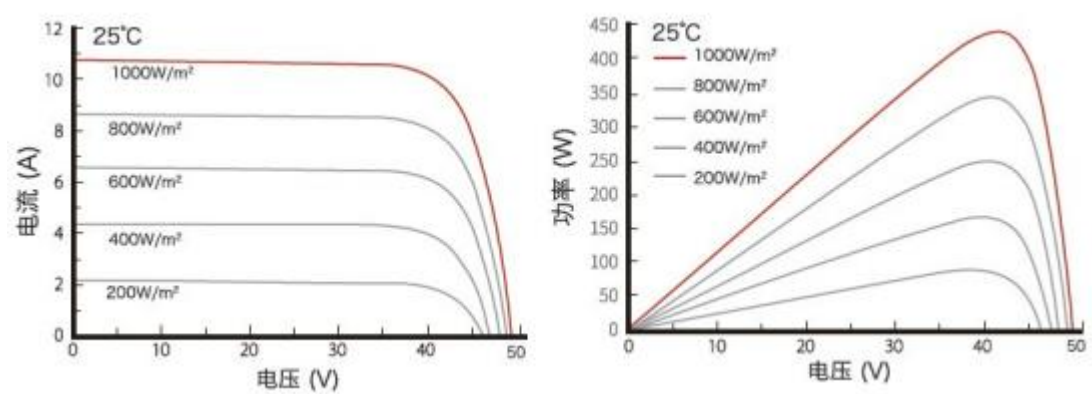


表 5.2-1 光伏组件主要参数表

序号	太阳能电池种类	545Wp 单晶硅电池
1	太阳能电池组件型号	545Wp
2	峰值参数	
2.1	峰值功率 Wp	545
2.2	开路电压 V	49.5
2.3	短路电流 A	13.85
2.4	最佳工作电压 V	41.65
2.5	最佳工作电流 A	12.97
3	组件尺寸 mm	2256×1133×35
4	重量 kg	23.5
5	峰值功率温度系数 %/K	-0.35
6	开路电压温度系数 %/K	-0.27
7	短路电流温度系数 %/K	0.038

8	第 1 年年功率衰减 %	≤ 2
9	第 2 年开始每年年功率衰减 %	≤ 0.55
10	25 年功率衰减 %	≤ 15.2

从上表可知，单晶 545Wp 单块组件容量较大，转换效率高，功率密度较大；在相同面积场址条件下，项目装机容量大，发电收益高，经过综合比选本项目暂定选择单晶硅 545Wp 光伏组件。

3 光伏阵列运行方式的选择

3.1 光伏阵列的运行方式

光伏系统方阵支架的类型有简单的固定支架和复杂的跟踪系统。跟踪系统可以精确地移动以使太阳入射光线射到方阵表面上的入射角最小，使太阳入射的辐射强度最大。

在光伏发电系统的设计中，光伏组件方阵的安装形式对系统接收到的太阳总辐射量有很大的影响，从而影响到光伏供电系统的发电能力。光伏组件的安装方式有固定安装式和自动跟踪式两种型式。自动跟踪系统包括单轴跟踪系统和双轴跟踪系统。单轴跟踪（东西方位角跟踪和极轴跟踪）系统以固定的倾角从东往西跟踪太阳的轨迹，双轴跟踪系统（全跟踪）可以随着太阳轨迹的季节性位置的变换而改变方位角和倾角。

1) 固定支架

光伏组件的安装，考虑其可安装性和安全性，目前技术最为成熟、成本相对最低、应用最广泛的方式为固定式安装。由于太阳在北半球正午时分相对于地面的倾角在春分和秋分时等于当地的纬度，在冬至等于当地纬度减去太阳赤纬角，夏至时等于当地纬度加上太阳赤纬角。如果条件允许，可以采取全年两次调节倾角的方式，也就是说在春分-夏至-秋分采用较小的倾角，在秋分-冬至-春分采用较大的倾角。

2) 单轴跟踪

单轴自动跟踪器用于承载传统平板光伏组件，可将日均发电量提高 20~35%。如果单轴的转轴与地面所成角度为 0 度，则为水平单轴跟踪；如果单轴的转轴与地面成一定倾角，光伏组件的方位角不为 0，则称为极轴单轴跟踪。对于北纬 30~40 度的地区，采用水平单轴跟踪可提高发电量约 15-20%，采用极轴单轴跟踪可提高发电量约 25-30%。但与水平单轴跟踪相比，极轴单轴跟踪的支架成本较高，抗风性相对较差，一般单轴跟踪系统多采用水平单轴跟踪的方式。

3) 双轴跟踪

双轴跟踪是方位角和倾角两个方向都可以运动的跟踪方式，双轴跟踪系统可以最大限度的提高太阳电池对太阳光的利用率。双轴跟踪系统在不同的地方、不同的天气条件下，提高太阳

电池发电量的程度也是不同的：在非常多云而且很多雾气的地方，采用双轴跟踪可提高发电量30~35%。对于跟踪式系统，其倾斜面上能最大程度的接收的太阳总辐射量，从而增加了发电量，但需要考虑以下几点：

1) 跟踪系统自动化程度高，但缺乏在场址区特殊的气候环境下的实际应用的可靠性验证。

2) 跟踪系统装置复杂，国内成熟的且有应用过高海拔、多风沙地区验证的产品很少，并且其初始成本较固定式安装高很多。

3) 对于自动跟踪式系统，其倾斜面上能最大程度的接收的太阳总辐射量，从而增加了发电量。经初步计算，若采用水平单轴跟踪方式，系统理论发电量可提高15%-20%，若采用极轴跟踪方式，系统理论发电量可提高25%-30%，若采用双轴跟踪方式，系统理论发电量可提高30%-35%。然而系统实际工作效率往往小于理论值较大，其原因有很多，例如：太阳能电池板间的相互投射阴影，跟踪支架运行难于同步等。根据已建工程调研数据，若采用斜单轴跟踪方式，系统实际发电量可提高约18%，若采用双轴跟踪方式，系统实际发电量可提高约25%。

3.2 光伏阵列的运行方式选择

固定方式与自动跟踪各有优点，固定式初始投资较低，且支架系统基本免维护；自动跟踪式初始投资较高、需要一定的维护工作，但发电量较倾角最优固定相比有较大的提高（发电量提高的比例高于直接投资增加的比例），若不考虑后期维护工作增加的成本，采用自动跟踪式运行的光伏电站单位电度发电成本将有所降低。若自动跟踪式支架造价能进一步降低，则其发电量增加的优势则更加明显；同时，若能较好解决阵列同步性及减少维护工作量，则自动跟踪式系统相对固定安装式系统将更有竞争力。斜单轴跟踪式系统发电量增加百分比与直接投资增加百分比的比值高于双轴跟踪式系统，经济性明显好于双轴跟踪系统和固定安装式系统。

自动跟踪系统缺乏大规模商业化生产和运行的经验，存在一定的商业和技术风险。自动跟踪系统很容易发生风停，且跟踪装置复杂，在大型电站中故障率会相对较高，因此发电量很难达到实验室数据，即增加40%。且该装置在本项目中均需设置于仓库屋面，一旦故障检修非常困难，再考虑仓库屋面承载力有限，不适宜设置较大重量等问题，因此，综合考虑系统的可靠性、经济性、可维护性及屋面综合荷载问题，本项目并网光伏电站光伏方阵采用固定式安装形式。

4 逆变器选择

4.1 逆变器的依据

本项目为5245.625kWp小型屋面光伏电站，电站规模大，设备分布广，对光伏电站的精细化监控管理、发电效率、电网友好性、设备和监控系统可靠性及可维护性指标要求极高，本次

的设备选型主要技术原则如下：

1) 发电效率指标

(1) 转换效率指标

逆变器作为光伏电站中的核心发电设备必须要求自身具有极高的转换效率，最大转换效率不低于 99%，中国效率不低于 98.3%。另外，根据中华人民共和国工业和信息化部颁布的《光伏制造行业规范条件（2021 年本）》中第二节“生产规模和工艺技术”的要求，“含变压器型的光伏逆变器中国加权效率不低于 96%，不含变压器型的光伏逆变器中国加权效率不得低于 98%（微型逆变器相关指标分别不低于 94%和 95%）”。

(2) MPPT 跟踪指标

逆变器的 MPPT 跟踪指标表征着其追踪光伏组串最大功率点的能力，对于大型电站来说，影响组件发电量的环境原因主要有早晚阴影对下排组件遮挡、灰尘覆盖不均匀、组件衰减不一致、线缆长度导致的直流压降等。

MPPT 功率密度：表征着每路 MPPT 管理的组件功率大小，该值越小表示精细程度越高，要求该数值应 $\leq 15\text{kW}$ （计算方法：逆变器额定功率/MPPT 跟踪路数）；

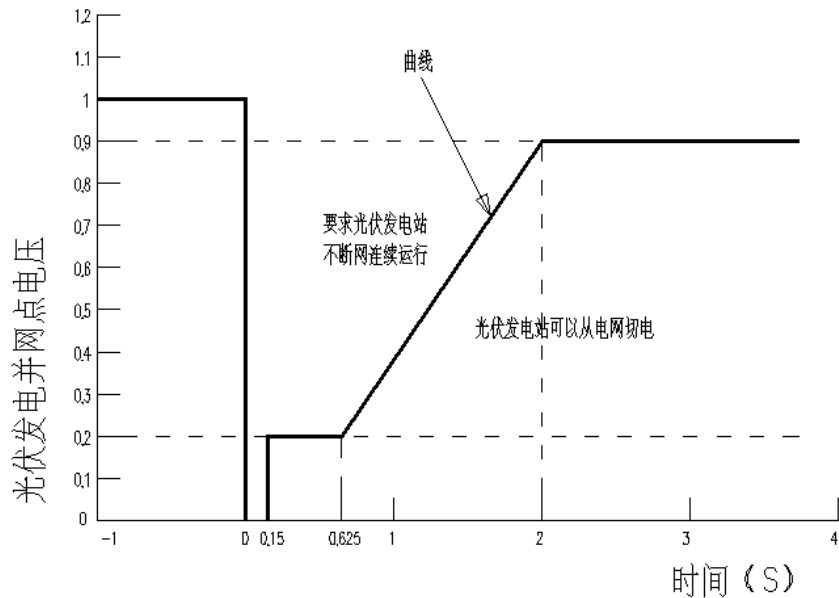
MPPT 跟踪路数：表征着每台逆变器能够追踪到最大功率点的个数，MPPT 路数 ≥ 3 路；

MPPT 跟踪效率：MPPT 效率主要包括静态效率和动态效率为 NB/T32004-2013《光伏发电并网逆变器技术规范》中要求的必测项目，按照目前光伏逆变技术的平均水平，通常要求逆变器的 MPPT 静态效率不得低于 99%，MPPT 动态效率不低于 98%。

2) 电网友好性指标

(1) 电网故障穿越

根据 GB/T 19964-2012《光伏发电站接入电力系统技术规定》中对低电压穿越故障的要求，逆变器必须具备低（零）电压穿越能力，要求逆变器能够在电网电压跌至 0 时，保持 0.15s 并网运行，当电压跌至曲线 1 以下，允许逆变器从电网中切出。



光伏电站的零电压穿越能力要求

(2) 输出电能质量

根据 GB/T 14549-1993《电能质量 公用电网谐波》、GB/T 24337-2016《电能质量公用电网间谐波》、NB/T 32004-2018《光伏发电并网逆变器技术规范》标准要求，光伏逆变器的输出的电能质量需优于上述标准要求。

奇次谐波电流含有率限值

奇次谐波次数	含有率限值 (%)
3~9	4
11~15	2
17~21	1.5
23~33	0.6
35 以上	0.3

偶次谐波电流含有率限值

偶次谐波次数	含有率限值 (%)
2~10	1
12~16	0.5
18~22	0.375
24~34	0.15
36 以上	0.075

3) 可靠性指标

(1) 环境可靠性指标

a. 防护等级

考虑到恶劣环境对于逆变器的损害问题，要求逆变器必须具备较高的防护等级。

b. 高海拔运行

要求逆变器必须能够满足海拔高度使用要求，为确保光伏电站的可靠运行，逆变器允许按

照安规要求降容运行。

c. 温度运行范围

逆变器要求必须满足在 $-25^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 温度范围内满功率运行，超过 50°C 允许逆变器降额运行。

（2）运行可靠性指标

光伏逆变器及其汇流设备在保证安全可靠的前提下应尽量减少对易损元器件的使用。

（3）监控可靠性指标

本项光伏项目电站规模大，设备分布广、数量大，所以要求监控系统具有更高可靠性和精确程度，在运行寿命内不允许出现无法排查的监控故障。另外，逆变器对电压、电流的检测精度应 $\leq 1\%$ 。

4）可维护性指标

逆变器应尽可能的降低故障影响时间和故障影响范围，对故障的定位精确，做到光伏电站的精细化管理，提升光伏电站的可维护性。

4.2 本项目逆变器的选型

1）设备选型对比

本项目属于大型光伏地面电站设备选型依据应结合发电量、初始投资、后期运维综合考量。

（1）电站发电量

光伏电站的发电量指标关乎电站的在整个生命周期内的收益情况，而在设备选型需综合考虑逆变器功率的可靠性指标、MPPT 指标、转换效率指标。

a. 可靠性指标

组串式逆变器：

（1）组串式逆变器采用全密闭设计，防护等级可达 IP65（室外安装），能够将逆变器内外部环境良好隔离，防止外部风沙、高温、高湿、严寒对逆变器造成恶劣影响；

（2）组串式逆变器方案拥有更加简化的直流环节，直流侧无需配置直流汇流箱和直流配电柜，直流电缆使用较少。

集中式逆变器：

（1）集中式逆变器的防护等级为 IP20（室内安装），需要室内安装，土建逆变器房的防护为 IP44。

（2）集中式逆变器需要在直流侧配备汇流箱和直流配电柜作为汇流设备，直流线缆很长。

（3）集中式逆变器逆变器需要散热风机进行通风散热。

b. MPPT 指标

组串式逆变器：组串式逆变器每兆瓦 MPPT 路数拥有 80 路以上 MPPT。

集中式逆变器：集中式逆变器每兆 MPPT 路数通常为 2 路。

c. 发电效率指标

组串式逆变器：

目前业界质量较好的组串式逆变器的最大转换效率可达 99%，中国效率达到 98.49%。组串式逆变器的运行自耗电 $\leq 20\text{W}$ ，待机自耗电 $\leq 1\text{W}$ 。

集中式逆变器：

目前业界质量较好的集中式逆变器的最大转换效率达到 98.7%，中国效率为 98%左右，运行自耗电 $\leq 1500\text{W}$ ，待机自耗电 $\leq 100\text{W}$ 。

本项目光伏组件安装于屋面，受屋面结构限制，不可避免的会存在早上或者下午部分方阵遮挡，各光伏组串输出差异性大，系统的匹配性低，具有多路 MPPT 的组串式逆变器比集中式逆变器，在此条件下优势明显。

发电量对比结论：上述分析，组串式可靠性更高，更多 MPPT 路数，自耗电更低，故障影响范围小，以已建成的光伏电站运营经验组串式逆变器比集中式逆变器提升发电量 1.5%左右。

（2）电站初始投资

a. 设备投资

组串式逆变器：

组串式逆变器直流侧无直流汇流箱、无直流配电柜，交流侧使用双绕组变压器，逆变器采用室外安装，自供电，无需逆变房及外供电设备。

集中式逆变器：

集中式逆变器需要直流汇流箱将组串进行一次汇流，再使用直流配电柜进行二次汇流，使用双分裂绕组变压器。集中式逆变器安装在集装箱逆变器房内，在逆变器房内需要配备暖通和外供电设备。

b. 施工投资

组串式逆变器：

（1）组串式逆变器体积小，重量轻（ $\leq 60\text{kg}$ ），两个工人可完成；

（2）组串式逆变器安装在组件支架上，无修建逆变器房和其他土建基础。

集中式逆变器：

（1）集中式逆变器体积大，重量大（ $\leq 1800\text{kg}$ ），使用吊车等大型安装设备进行辅助安装；

（2）集中式逆变器防护等级仅为 IP20，必须安装在集装箱或土建机房内。

初始投资对比结论：目前组串式逆变器价格为 0.3 元/W 左右，集装箱式逆变器为 0.2 元/W 左右，虽然组串式逆变器在单瓦价格上相比集装箱式逆变器略高，但是由于组串式逆变器在设备和施工投资上能够节省 0.1 元/W 左右，组串式方案 and 传统集中式方案在初始投资上成本基本

持平。

（3）后期运维投资

组串式逆变器：

（1）组串式逆变器具有高精度的支路组串电压、电流采样功能，采样精度可达 0.5%；

集中式逆变器：

（1）集中式逆变器方案中直流汇流箱采样精度为 3%；

（2）汇流箱熔丝需定期检修更换；

（3）通风散热风机需定期维护更换。

后期运维投资对比结论：组串式逆变器检测精度高，故障定位更精确，无需定期维护的易损易耗件，运维成本更低。

（3）容配比的选取

根据 PVsyst 软件精细化设计，随着容配比的不断增加，发电量会不断提高，也就是只要能够满足设备的最大输出功率，容配比的增加会带来更优的度电成本，但是实际上过高的容配比也会由于直流侧容量高于交流侧容量而被逆变器“削峰”，带来发电量的损失，进而降低系统效率。通过 PVsyst 软件模拟输出，当采用 1.25 容配比时，逆变器的发电量损失小。

（5）逆变器选型结论

依照本项目的逆变器选型依据和最终的对比分析，集中式和组串式逆变器都能满足电网接入的指标要求，可靠性方面，组串逆变器防护等级高，故障影响面小；效率与发电量方面组串式可提升 1.5%以上发电量；初始投资方面组串式逆变器与集中式逆变器方案建站成本基本持平；在后期运维中组串式逆变器具有检测精度高，故障定位精确，配合智能化的管理系统更能实现智能化运维，可减少运维人员及运维成本，因此本项目选择组串式逆变器方案。当前组串式逆变器厂家有华为技术、阳光电源、古瑞瓦特等厂家。

因为本工程采用两种上网模式，分别为“全额上网”与“余电上网”，并网电压为 400V，市场上主流输出电压为 400V 的逆变器峰值功率在 125kW 以下，结合本工程的特点及目前组串式逆变器的技术参数和应用业绩，及光伏电站现场实际情况考虑，推荐使用 50kW、40kW、30kW、20kW 组串式逆变器。

表 5.4-1 50kW 的组串式逆变器技术参数表

交流输出功率	50kW
交流输出最大功率	75kVA
最高直流输入电压	1100V
每路 MPPT 最大输入电流	13A
MPPT 电压范围	200V~1000V

额定输入电压	600V
最大输入路数	6
MPPT 数量	2
最大效率	99%
中国效率	98.4%
额定输出电压	400V
输出电压频率	50Hz
最大输出电流	80.5A
功率因数	0.8 超前…0.8 滞后

表 5.4-2 40kW 的组串式逆变器技术参数表

交流输出功率	40kW
交流输出最大功率	60kVA
最高直流输入电压	1100V
每路 MPPT 最大输入电流	16A
MPPT 电压范围	200V~1000V
额定输入电压	600V
最大输入路数	4
MPPT 数量	2
最大效率	99%
中国效率	98.4%
额定输出电压	400V
输出电压频率	50Hz
最大输出电流	67.3A
功率因数	0.8 超前…0.8 滞后

表 5.4-3 30kW 的组串式逆变器技术参数表

交流输出功率	30kW
交流输出最大功率	45kVA
最高直流输入电压	1100V
每路 MPPT 最大输入电流	13A
MPPT 电压范围	200V~1000V
额定输入电压	600V
最大输入路数	3
MPPT 数量	2

最大效率	99%
中国效率	98.4%
额定输出电压	380V
输出电压频率	50Hz
最大输出电流	50.5A
功率因数	0.8 超前…0.8 滞后

表 5.4-4 20kW 的组串式逆变器技术参数表

交流输出功率	20kW
交流输出最大功率	30kVA
最高直流输入电压	1100V
每路 MPPT 最大输入电流	13A
MPPT 电压范围	200V~1000V
额定输入电压	580V
最大输入路数	2
MPPT 数量	2
最大效率	99%
中国效率	98.4%
额定输出电压	380V
输出电压频率	50Hz
最大输出电流	50.5A
功率因数	0.8 超前…0.8 滞后

5 光伏方阵设计

5.1 光伏组件串联回路数量

为了使逆变器的转换效率达到最佳值，必须根据逆变器的参数将光伏组件进行串并联。每个并联支路的光伏组件串联数量主要受逆变器最大功率跟踪电压范围的限制，光伏组串的最佳工作点电压必须在逆变器的最大功率跟踪电压范围内；而总的并联支路数受逆变器最大输入功率限制，光伏组件阵列的功率不能超过逆变器最大输入功率。

1、串联数量设计要求

光伏组件正常工作时的温度范围在-40~85℃之间，其输出功率和开路电压会随温度而变化，所以必须考虑温度的影响，进行温度系数修正计算，为使逆变器的转化效率达到最佳值，

提高光伏系统的效率，以下为计算要求：

(1) 逆变器的最大直流电压为 1100V，光伏阵列的最大开路电压不能超过逆变器的最大输入电压。

(2) 组串的输入电压要在逆变器的最大跟踪电压范围内，组串式逆变器最大跟踪电压范围为 200~1000V；

根据《GB 50797 2012 光伏发电站设计规范》中的计算规定，“光伏方阵中，同一光伏组件串中各光伏组件的电性能参数宜保持一致，光伏组件串数量应按下列公式计算”：

$$N \leq \frac{V_{dcmax}}{V_{oc} \times [1 + (t - 25) \times K_v]} \quad (4-1)$$

$$\frac{V_{mpptmin}}{V_{pm} \times [1 + (t' - 25) \times K'_v]} \leq N \leq \frac{V_{mpptmax}}{V_{pm} \times [1 + (t - 25) \times K'_v]} \quad (4-2)$$

式中：N——光伏组件的串联数(取整)；

V_{dcmax}——逆变器允许的最大直流输入电压(V)；

V_{oc}——光伏组件的开路电压(V)；

t——光伏组件工作条件下的极限低温(℃)；

V_{pm}——光伏组件的工作电压(V)。

K_v——光伏组件的开路电压温度系数；

K' V——光伏组件的工作电压温度系数；

t' ——光伏组件工作条件下的极限高温(℃)；

V_{mppt max}——逆变器 MPPT 电压最大值(V)；

V_{mppt min}——逆变器 MPPT 电压最小值(V)。

光伏组件面板工作温度应由当地气象条件确定。根据由于本工程缺乏场址长序列气象资料，参考韶关市极端气象资料，极端低温为-4℃，极端高温为 41℃。本工程选用的组串式逆变器最大输入电压为 1100V，MPPT 电压范围为 200~1000V，光伏组件开路电压为 50V，光伏组件工作电压为 41.65V，光伏组件开路电压温度系数为-0.35%，光伏组件工作电压温度系数为-0.39%。根据本工程所选光伏组件参数及逆变器参数，代入上式中，求得本工程选用晶体硅太阳光伏组件的串联数 $6.1 \leq N \leq 19.6$ 。

本阶段结合逆变器最佳输入电压和光伏组件工作环境、经济性、现场环境要求及施工成本等因素综合分析，终确定本工程选用晶硅光伏组件的串联数为 14~18 块/串。

5.2 光伏方阵间距计算

根据《光伏发电站设计规范》规定，光伏组件布置应保证全年 9~15 点（真太阳时）时段内前后组件不遮挡，同时为便于将来组件运行时表面清洁维护。

规范推荐的组件阵列间距计算公式为：

$$D=L\cdot\cos\beta+L\cdot\sin\beta\cdot\left(0.707\cdot\tan\varphi+0.4338\right)/\left(0.707-0.4338\cdot\tan\varphi\right)$$

其中：L 为阵列倾斜面长度分三种情况；两块块组件 4.574m，三块块组件 6.861m，； D 为阵列之间距离；β为阵列倾角 10 度；φ为纬度 24° 48′ 。

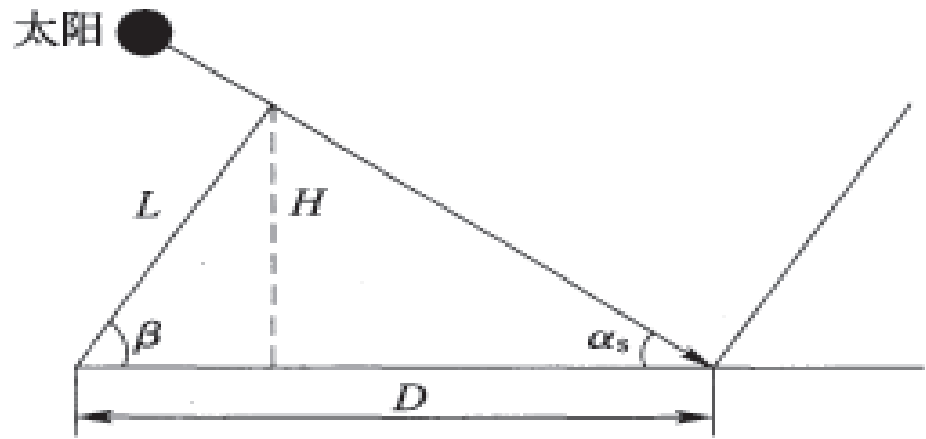


图5.2-1 方阵间距示意图

根据公式计算求得两块组件 D=5.67m，阵列间距为 1.16 米；三块组件 D=8.51m，阵列间距为 1.75 米；。

表 5.5-1 光伏阵列前后净距明细表

方位角	方位角 0 度	方位角 0 度
阵列间距计算值	1.16m	1.75m
阵列间距设计值	1.16m	1.75m

阵列间距计算值为 1.1m，因此阵列两块组件间距设计值取值≥1.16m，三块组件间距设计值取值≥1.75m。

5.3 光伏组件布置方案

在光伏电站设计过程中，阵列间距是非常重要的一个参数。由于本项目屋面面积的限制，阵列间距一般只考虑冬至日上午 9 时至下午 3 时共 6 个小时不遮挡。

5.4 光伏组件接线方案

本工程分为 7 个区域安装，组件接线方案如下：

广东省科学院乳源产业科技服务中心屋顶装机容量为 394.58kWp，由 4 个屋面 1 个车棚光伏发电单元组成，安装汇流箱 3 台、0.4kV 并网柜 1 台、4 台 40kW 逆变器、5 台 30kW 逆变器，安装低压计量表 1 台，经过计量后与公共低压线路并网连接。

乳源县桂头镇农贸市场 1/2 号屋顶装机容量为 392.4kWp，由 2 个屋面光伏发电单元组成，

安装汇流箱 2 台、0.4kV 并网柜 1 台、8 台 40kW 逆变器，安装低压计量表 1 台，经过计量后与公共低压线路并网连接。

乳源县桂头镇农贸市场 3/4 号屋顶装机容量为 392.4kWp，由 2 个屋面光伏发电单元组成，安装汇流箱 2 台、0.4kV 并网柜 1 台、8 台 40kW 逆变器，安装低压计量表 1 台，经过计量后与公共低压线路并网连接。

乳源县乳城镇金瑶山商务楼屋顶装机容量为 274.68kWp，由 5 个屋面光伏发电单元组成，安装汇流箱 2 台、0.4kV 并网柜 1 台、2 台 40kW 逆变器、4 台 30kW 逆变器、1 台 20kW 逆变器，安装低压计量表 1 台，经过计量后与公共低压线路并网连接。

粤北农特产品电商物流商贸城乳源瑶街屋顶装机容量为 1015.88kWp，由 12 个屋面光伏发电单元组成，安装汇流箱 9 台、0.4kV 并网柜 1 台、3 台 50kW 逆变器、6 台 40kW 逆变器、15 台 30kW 逆变器、安装低压计量表 1 台，经过计量后与公共低压线路并网连接。

韶关胜蓝电子科技有限公司屋顶装机容量为 1776.7kWp，由 5 个屋面光伏发电单元组成，安装汇流箱 5 台、0.4kV 并网柜 2 台、27 台 50kW 逆变器、3 台 30kW 逆变器；逆变器新敷设低压电缆接入该项目配电设备，通过 2 台 1250kVA 变压器升压接入电网。

韶关威鸣研磨材料有限公司厂房屋顶装机容量为 998.985kWp，由 3 个屋面光伏发电单元组成，安装汇流箱 3 台、0.4kV 并网柜 2 台、15 台 50kW 逆变器、2 台 30kW 逆变器、通过 1 台 200kVA 和 1 台 800kVA 变压器升压接入电网。

1) 子方阵交、直流电缆敷设方案

光伏发电系统线缆敷设工程量大，相应工程量也是除支架基础外最大的部分，对发电系统的效率、工程投资和建设工期都有很大影响。结合本工程总平面布置方案，在减少屋面扰动，做到环境保护和节省投资同行并重的前提下，对子方阵直流线缆敷设提出以下方案：

a) 支架单元上光伏组件串内部接线部分：利用组件自带的光伏专用电缆（含 MC4 接头）采用直接插拔式连线安装，线缆绑扎固定在支架檩条的凹槽内；

b) 同一个汇流区内光伏组件串出线部分：位于南北向同一排支架上组串单元，需跨南北向支架间隔敷设的连接电缆均采用穿管架空的方式布置；汇流区内各组串单元的出线需跨越方阵南北向间距进入逆变器的线路，采用穿管敷设。

c) 逆变器出线部分：每台逆变器至汇流箱低压电缆均采用套管敷设。

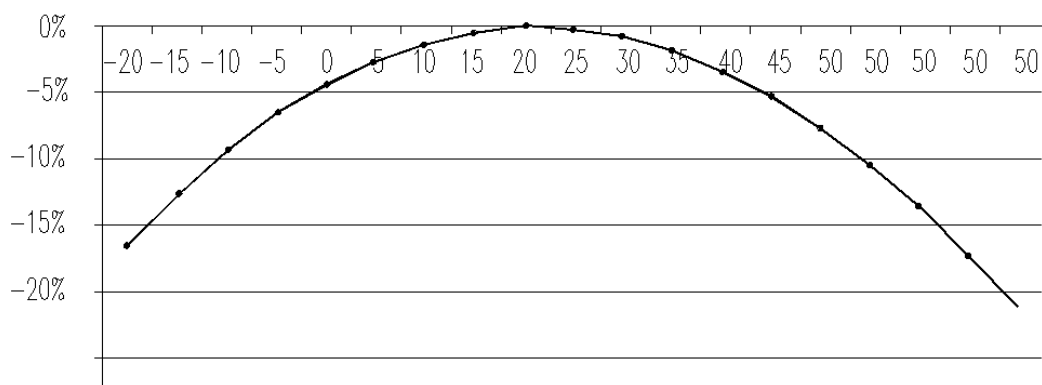
d) 电缆采用 YJLV 电力电缆，采用沿墙套管方式及电缆沟方式敷设，多根电缆并行敷设时，根据 GB50217-2007《电力电缆敷设规范》，电缆取并行敷设系数。

5.5 光伏组件方位角及倾斜角分析

一、光伏阵列最佳倾角

由于本工程光伏组件安装于支架及车棚上，佳倾角为 5~10 度，会造成一定发电损失。

图 5.5-1 纬度 24 度时电池组件倾斜角对发电效率损失



由上图可知，本光伏场地混凝土屋面南侧倾斜角为+10 度，发电效率损失约为 2.6%，车棚南侧倾斜角为+5 度，发电效率损失约为 4.5%。

角度为原屋面安装角度。厂房屋面南侧倾斜角为+5 度，发电效率损失约为 4.5%，北侧倾斜角为-5 度，发电效率损失约为 9%。

5.6 光伏组件清洗方案

结合项目地气候特点和季节性天气条件，光伏组件表面的清洗可分为定期清洗和不定期清洗。

定期清洗一般每两个月进行一次，制定清洗路线。清洗时间安排在日出前或日落后。

不定期清洗分为恶劣气候后的清洗和季节性清洗。

季节性清洗主要指春秋季位于候鸟迁徙线路下的发电区域，对候鸟粪便的清洗。在此季节应每天巡视，发现光伏组件被污染的应及时清洗。

日常维护主要是每日巡视检查光伏组件的清洁程度。不符合要求的应及时清洗，确保光伏组件表面的清洁。

由于光伏电站占地面积较大，采用人工清洗耗时耗水，故本电站的清洗方式考虑采用机械清洗。机械清洗分为粗洗和精洗两种方式。在每次大风天气之后采用移动式空气压缩机吹洗光伏组件表面进行粗洗，将光伏组件表面较大的灰尘颗粒吹落，但由于二次扬尘的问题，灰尘仍会落在光伏组件表面。之后，采用移动式节能喷水设施进行精洗。光伏组件清洗后应保持其表面干燥。

6 光伏电站年发电量计算

6.1 计算依据

(1) 韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）规划安装 9625 块功率为 545Wp 的单晶硅光伏组件，光伏电站总容量为 5245.625kWp。

(2) 本项目采用固定式支架，方位角 0° ，倾斜角为 10° 。项目地水平总辐射量为 1288.26kWh/m^2 ，在方位角为 0° ，总辐射量详见下表：

倾斜角	10 度
组件装机容量	5245.625
年平均辐射量	1288.26

(3) 根据《光伏发电站设计规范》GB 50797-2012，光伏电站上网电量 E_p 计算如下：

$$E_p = H_A \times \frac{P_{AZ}}{E_s} \times K$$

其中， E_p 为理论年上网量， H_A 为太阳能总辐照量 (kWh/m^2 ，峰值小时数)， PAZ 为光伏组件安装容量， E_s 为常数， K 为综合效率系数(发电效率 $\times$ 组件衰减)。

6.2 系统发电效率分析

根据太阳辐射资源分析所确定的光伏电场多年平均年辐射总量，结合初步选择的太阳能电池的类型和布置方案，进行光伏电场年发电量估算。

光伏电站年平均上网电量 E_p 计算如下：

根据光伏发电系统的构成以及光伏组件的光电转换特性，电站的发电量取决于太阳总辐射量及逆变器的转换效率，同时又受到多种因素影响，故：光伏电站上网电量可按以下公式计算：

$$E_p = H_A \times A \eta_i \times K$$

$$\eta_i = \frac{P_{AZ} \times 10^3}{E_s A} \times 100 \%$$

$$E_p = H_A \times \frac{P_{AZ} \times 10^3}{E_s} \times K = H_A \times P_{AZ} \times K$$

式中： A —为组件安装面积 (m^2)；

η_i —组件转换效率 (%)；

H_A —水平面太阳能总辐照量 (kWh/m^2 ，与气象标准观测数据一致)；

E_s —标准状态下的日照强度，等于 1000W/m^2 ；

PAZ —光伏系统的安装容量，是光伏系统中太阳能组件标准输出功率的总和， kWp 。

K —为综合效率系数。

综合效率系数 K 是考虑了包括：光伏组件类型、光伏方阵的倾角、方位角、光伏发电系统可用率、光照利用率、逆变器效率、集电线路损耗、光伏组件表面污染、光伏组件转换效率偏离等各种因素后的综合性的光电转换效率。

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot K_8$$

式中：K1—组件类型修正系数；

K2—光伏方阵的倾角和方位角修正系数

K3—光伏发电系统可用率

K4—光照利用率

K5—逆变器效率

K6—集电线路损耗修正系数

K7—光伏组件表面污染修正系数

K8—光伏组件转换效率修正系数

各种因素影响大小初步估算详见下表 5.3-1~5.3-7。

表5.3-1 广东省科学院乳源产业科技服务中心屋顶综合效率系数

序号	修正系数名称	沿屋面平铺安装
1	组件类型修正系数K1	1.0
2	组件阵列安装倾角、方位角系数K2	1.02
3	太阳能发电系统可用率K3	0.960
4	光照利用率K4	0.990
5	逆变器平均效率K5	0.987
6	集电线路损耗修正系数K6	0.99
7	光伏组件表面污染修正系数K7	0.98
8	电池组件转换效率修正系数K8	0.884
9	综合效率系数K	0.823

表5.3-2 乳源县桂头镇农贸市场1/2号屋顶综合效率系数

序号	修正系数名称	沿屋面平铺安装
1	组件类型修正系数K1	1.0
2	组件阵列安装倾角、方位角系数K2	1.02
3	太阳能发电系统可用率K3	0.960
4	光照利用率K4	0.990
5	逆变器平均效率K5	0.987
6	集电线路损耗修正系数K6	0.99
7	光伏组件表面污染修正系数K7	0.98
8	电池组件转换效率修正系数K8	0.884
9	综合效率系数K	0.823

表5.3-3 乳源县桂头镇农贸市场3/4号屋顶综合效率系数

序号	修正系数名称	沿屋面平铺安装
----	--------	---------

序号	修正系数名称	沿屋面平铺安装
1	组件类型修正系数K1	1.0
2	组件阵列安装倾角、方位角系数K2	1.02
3	太阳能发电系统可用率K3	0.960
4	光照利用率K4	0.990
5	逆变器平均效率K5	0.987
6	集电线路损耗修正系数K6	0.99
7	光伏组件表面污染修正系数K7	0.98
8	电池组件转换效率修正系数K8	0.884
9	综合效率系数K	0.823

表5.3-4 乳源县乳城镇金瑶山商务楼屋顶综合效率系数

序号	修正系数名称	沿屋面平铺安装
1	组件类型修正系数K1	1.0
2	组件阵列安装倾角、方位角系数K2	1.04
3	太阳能发电系统可用率K3	0.970
4	光照利用率K4	0.990
5	逆变器平均效率K5	0.987
6	集电线路损耗修正系数K6	0.99
7	光伏组件表面污染修正系数K7	0.98
8	电池组件转换效率修正系数K8	0.884
9	综合效率系数K	0.84

表5.3-5 韶关胜蓝电子科技有限公司屋顶综合效率系数

序号	修正系数名称	沿屋面平铺安装
1	组件类型修正系数K1	1.0
2	组件阵列安装倾角、方位角系数K2	1.02
3	太阳能发电系统可用率K3	0.960
4	光照利用率K4	0.990
5	逆变器平均效率K5	0.987
6	集电线路损耗修正系数K6	0.99
7	光伏组件表面污染修正系数K7	0.98
8	电池组件转换效率修正系数K8	0.884
9	综合效率系数K	0.823

表5.3-6 韶关威鸣研磨材料有限公司厂房屋顶综合效率系数

序号	修正系数名称	沿屋面平铺安装
1	组件类型修正系数K1	1.0
2	组件阵列安装倾角、方位角系数K2	1.02
3	太阳能发电系统可用率K3	0.960
4	光照利用率K4	0.990
5	逆变器平均效率K5	0.987
6	集电线路损耗修正系数K6	0.99
7	光伏组件表面污染修正系数K7	0.98
8	电池组件转换效率修正系数K8	0.884
9	综合效率系数K	0.823

表5.3-7 粤北农特产品电商物流商贸城乳源瑶街屋顶综合效率系数

序号	修正系数名称	沿屋面平铺安装
1	组件类型修正系数K1	1.0
2	组件阵列安装倾角、方位角系数K2	1.02
3	太阳能发电系统可用率K3	0.960
4	光照利用率K4	0.990
5	逆变器平均效率K5	0.987
6	集电线路损耗修正系数K6	0.99
7	光伏组件表面污染修正系数K7	0.98
8	电池组件转换效率修正系数K8	0.884
9	综合效率系数K	0.823

组件类型修正系数 K1：考虑组件类型修正系数是由于光伏组件的转换效率在不同辐照度、波长时会不同，该修正系数应根据组件类型和厂家参数确定，一般晶体硅电池由于在不同的光照强度下，转换效率是个定值，所以可取 1.0。

光伏方阵的倾角和方位角修正系数 K2：考虑电池组件安装倾角、方位角的修正系数：根据不同的电池组件阵列的安装方式，结合当地气象站太阳辐射度资料统计及当地纬度、经度，计算出安装倾角、方位角的修正系数。

光伏发电系统可用率 K3 为：

$$K_3 = \frac{8760 - (\text{故障停用小时数} + \text{检修小时数})}{8760} \times 100\%$$

太阳能光伏发电系统较为简单，设备可靠率高，维护方便，可用率较高，一般可取 99%以

上。

光照利用率 K4: 考虑太阳光照利用率是由于障碍物对光伏方阵上太阳光的遮挡以及光伏方阵各阵列之间的互相遮挡，对太阳能资源充分利用有影响，光照利用率取值范围小于等于 1.0。由于在大型光伏发电工程建设过程中希望获得较大的电量输出，一般在光伏阵列布置时都会谨慎地避开周围障碍物和拉开前后排阵列间距，以确保在全年 9~15 点（真太阳时）时段内不受光照遮挡，所以光照利用率 K4 一般可以取 0.99。

逆变器效率 K5: 逆变器效率是逆变器将输入的直流电能转换成交流电能在不同功率段下的加权平均效率。

集电线路损耗修正系数 K6: 光伏电站集电线路损耗：包括光伏方阵至逆变器之间的直流电缆损耗、逆变器至送出计量点的交流电缆损耗。该系数一般在 0.96~0.99 之间。

光伏组件表面污染修正系数 K7: 光伏组件表面污染修正系数是指光伏组件表面由于受到灰尘或其他污垢蒙蔽而减少光照到达电池片的强度，该系数的取值与大气环境的清洁度和组件的清洗方案有关。

电池组件转换效率修正系数 K8: 光伏组件转换效率修正系数应考虑组件衰减率、组件工作温度系数、输出功率偏离峰值等因素。考虑到电池组件在 25 年经济寿命会发生约 20%转换效率的衰减，故经济寿命期内的平均转换效率约为初始值 90%。加上运行过程中板面温度变化；输出电压偏离峰值工作点以及板面污染等原因会使其转换效率达不到标准值等因素综合考虑后，对在整个运行经济寿命内电池组件平均转换效率进行修正，结果见下表 5.3-2。

表5.3-2 电池组件转换效率修正系数

序号	修正系数名称	屋顶固定安装
1	组件衰减平均折减系数	0.94
2	温度修正系数	0.95
3	输出功率偏离峰值系数	0.99
4	组件转换效率修正系数（1×2×3）	0.884

总的综合效率系数包括组件阵列倾角、方位角系数；太阳能发电系统可用率；电池组件转换效率修正系数；光照有效系数；逆变器平均效率；电缆线损、变压器铁损系数。

6.3 光伏组件衰减

系统发电量衰减的主要原因是太阳能光伏组件转换效率的衰减，根据本项目所使用的光伏组件性能，第 1 年衰减大约 2%；运行期每年按照衰减 0.55%，25 年后衰减不大于 15.2%。

6.4 发电量计算

本项目装机容量为 5245.625kWp，根据根据逐时太阳能辐射数据、太阳能发电系统参数、效

率影响参数，经计算本项目 25 年内各年的发电量详见下表。

表 5.5-4 光伏方阵投产 25 年内各年发电量（万 kWh）

广东省科学院乳源产业科技服务中心屋顶

年份	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	第 6 年	第 7 年	第 8 年	第 9 年
衰减百分比 (%)	98.00	97.45	96.90	96.35	95.80	95.25	94.70	94.15	93.60
发电量 (万度)	41.00	40.77	40.54	40.31	40.08	39.85	39.62	39.39	39.16
年等效利用小时数	1039	1033	1027	1022	1016	1010	1004	998	992
年份	第 10 年	第 11 年	第 12 年	第 13 年	第 14 年	第 15 年	第 16 年	第 17 年	第 18 年
衰减百分比 (%)	93.05	92.50	91.95	91.40	90.85	90.30	89.75	89.20	88.65
发电量 (万度)	38.93	38.70	38.47	38.24	38.01	37.78	37.55	37.32	37.09
年等效利用小时数	987	981	975	969	963	957	952	946	940
年份	第 19 年	第 20 年	第 21 年	第 22 年	第 23 年	第 24 年	第 25 年	25 年平均	
衰减百分比 (%)	88.1	87.55	87	86.45	85.9	85.35	84.8	38.24	
发电量 (万度)	36.86	36.63	36.40	36.17	35.94	35.71	35.48		
年等效利用小时数	934	928	922	917	911	905	899	969	

乳源县桂头镇农贸市场 1/2 号屋顶

年份	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	第 6 年	第 7 年	第 8 年	第 9 年
衰减百分比 (%)	98.00	97.45	96.90	96.35	95.80	95.25	94.70	94.15	93.60
发电量 (万度)	40.77	40.54	40.31	40.09	39.86	39.63	39.40	39.17	38.94
年等效利用小时数	1039	1033	1027	1022	1016	1010	1004	998	992
年份	第 10 年	第 11 年	第 12 年	第 13 年	第 14 年	第 15 年	第 16 年	第 17 年	第 18 年
衰减百分比 (%)	93.05	92.50	91.95	91.40	90.85	90.30	89.75	89.20	88.65
发电量 (万度)	38.71	38.48	38.25	38.03	37.80	37.57	37.34	37.11	36.88
年等效利用小时数	987	981	975	969	963	957	952	946	940

年份	第 19 年	第 20 年	第 21 年	第 22 年	第 23 年	第 24 年	第 25 年	25 年平均
衰减百分比 (%)	88.1	87.55	87	86.45	85.9	85.35	84.8	38.14
发电量 (万度)	36.65	36.42	36.20	35.97	35.74	35.51	35.28	
年等效利用小时数	934	928	922	917	911	905	899	969

乳源县桂头镇农贸市场 3/4 号屋顶

年份	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	第 6 年	第 7 年	第 8 年	第 9 年
衰减百分比 (%)	98.00	97.45	96.90	96.35	95.80	95.25	94.70	94.15	93.60
发电量 (万度)	40.77	40.54	40.31	40.09	39.86	39.63	39.40	39.17	38.94
年等效利用小时数	1039	1033	1027	1022	1016	1010	1004	998	992
年份	第 10 年	第 11 年	第 12 年	第 13 年	第 14 年	第 15 年	第 16 年	第 17 年	第 18 年
衰减百分比 (%)	93.05	92.50	91.95	91.40	90.85	90.30	89.75	89.20	88.65
发电量 (万度)	38.71	38.48	38.25	38.03	37.80	37.57	37.34	37.11	36.88
年等效利用小时数	987	981	975	969	963	957	952	946	940
年份	第 19 年	第 20 年	第 21 年	第 22 年	第 23 年	第 24 年	第 25 年	25 年平均	
衰减百分比 (%)	88.1	87.55	87	86.45	85.9	85.35	84.8	38.14	
发电量 (万度)	36.65	36.42	36.20	35.97	35.74	35.51	35.28		
年等效利用小时数	934	928	922	917	911	905	899	969	

乳源县乳城镇金瑶山商务楼屋顶

年份	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	第 6 年	第 7 年	第 8 年	第 9 年
衰减百分比 (%)	98.00	97.45	96.90	96.35	95.80	95.25	94.70	94.15	93.60
发电量 (万度)	29.13	28.97	28.80	28.64	28.48	28.31	28.15	27.99	27.82
年等效利用小时数	1040	1034	1028	1022	1017	1011	1005	999	993
年份	第 10 年	第 11 年	第 12 年	第 13 年	第 14 年	第 15 年	第 16 年	第 17 年	第 18 年

衰减百分比 (%)	93.05	92.50	91.95	91.40	90.85	90.30	89.75	89.20	88.65
发电量 (万度)	27.66	27.49	27.33	27.17	27.00	26.84	26.68	26.51	26.35
年等效利用小时数	987	982	976	970	964	958	952	946	941
年份	第 19 年	第 20 年	第 21 年	第 22 年	第 23 年	第 24 年	第 25 年	25 年平均	
衰减百分比 (%)	88.1	87.55	87	86.45	85.9	85.35	84.8	27.17	
发电量 (万度)	26.19	26.02	25.86	25.70	25.53	25.37	25.21		
年等效利用小时数	935	929	923	917	911	906	900	970	

韶关胜蓝电子科技有限公司屋顶

年份	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	第 6 年	第 7 年	第 8 年	第 9 年
衰减百分比 (%)	98.00	97.45	96.90	96.35	95.80	95.25	94.70	94.15	93.60
发电量 (万度)	184.61	183.57	182.53	181.50	180.46	179.42	178.39	177.35	176.32
年等效利用小时数	1039	1033	1027	1022	1016	1010	1004	57	992
年份	第 10 年	第 11 年	第 12 年	第 13 年	第 14 年	第 15 年	第 16 年	第 17 年	第 18 年
衰减百分比 (%)	93.05	92.50	91.95	91.40	90.85	90.30	89.75	89.20	88.65
发电量 (万度)	175.28	174.24	173.21	172.17	171.14	170.10	169.06	168.03	166.99
年等效利用小时数	987	981	975	969	963	957	952	946	940
年份	第 19 年	第 20 年	第 21 年	第 22 年	第 23 年	第 24 年	第 25 年	25 年平均	
衰减百分比 (%)	88.1	87.55	87	86.45	85.9	85.35	84.8	172.17	
发电量 (万度)	165.96	164.92	163.88	162.85	161.81	160.78	159.74		
年等效利用小时数	934	928	922	917	911	905	899	931	

韶关威鸣研磨材料有限公司厂房屋顶

年份	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	第 6 年	第 7 年	第 8 年	第 9 年
衰减百分比 (%)	98.00	97.45	96.90	96.35	95.80	95.25	94.70	94.15	93.60
发电量 (万度)	103.80	103.22	102.63	102.05	101.47	100.89	100.30	99.72	99.14
年等效利用小时数	1039	1033	1027	1022	1016	1010	1004	998	992
年份	第 10 年	第 11 年	第 12 年	第 13 年	第 14 年	第 15 年	第 16 年	第 17 年	第 18 年
衰减百分比 (%)	93.05	92.50	91.95	91.40	90.85	90.30	89.75	89.20	88.65
发电量 (万度)	98.56	97.97	97.39	96.81	96.22	95.64	95.06	94.48	93.89
年等效利用小时数	987	981	975	969	963	957	952	946	940
年份	第 19 年	第 20 年	第 21 年	第 22 年	第 23 年	第 24 年	第 25 年	25 年平均	
衰减百分比 (%)	88.1	87.55	87	86.45	85.9	85.35	84.8	97.10	
发电量 (万度)	93.31	92.73	92.15	91.56	90.98	90.40	89.82		
年等效利用小时数	934	928	922	917	911	905	899	969	

粤北农特产品电商物流商贸城乳源瑶街屋顶

年份	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	第 6 年	第 7 年	第 8 年	第 9 年
衰减百分比 (%)	98.00	97.45	96.90	96.35	95.80	95.25	94.70	94.15	93.60
发电量 (万度)	105.55	104.96	104.37	103.78	103.18	102.59	102.00	101.41	100.81
年等效利用小时数	1039	1033	1027	1022	1016	1010	1004	998	992
年份	第 10 年	第 11 年	第 12 年	第 13 年	第 14 年	第 15 年	第 16 年	第 17 年	第 18 年
衰减百分比 (%)	93.05	92.50	91.95	91.40	90.85	90.30	89.75	89.20	88.65
发电量 (万度)	100.22	99.63	99.04	98.44	97.85	97.26	96.67	96.08	95.48

年等效利用小时数	987	981	975	969	963	957	952	946	940
年份	第 19 年	第 20 年	第 21 年	第 22 年	第 23 年	第 24 年	第 25 年	25 年平均	
衰减百分比 (%)	88.1	87.55	87	86.45	85.9	85.35	84.8	98.44	
发电量 (万度)	94.89	94.30	93.71	93.11	92.52	91.93	91.34		
年等效利用小时数	934	928	922	917	911	905	899	969	

经上表计算：

1、广东省科学院乳源产业科技服务中心屋顶电站建成后首年理论发电量为 44.82 万 kW·h，25 年运营期内平均年上网电量约为 38.24 万 kWh，年等效满负荷利用小时数约为 969h。

2、乳源县桂头镇农贸市场 1/2 号屋顶电站建成后首年理论发电量为 42.92 万 kW·h，25 年运营期内平均年上网电量约为 38.14 万 kWh，年等效满负荷利用小时数约为 969h。

3、乳源县桂头镇农贸市场 3/4 号屋顶电站建成后首年理论发电量为 42.92 万 kW·h，25 年运营期内平均年上网电量约为 38.14 万 kWh，年等效满负荷利用小时数约为 969h。

4、乳源县乳城镇金瑶山商务楼屋顶电站建成后首年理论发电量为 30.64 万 kW·h，25 年运营期内平均年上网电量约为 27.17 万 kWh，年等效满负荷利用小时数约为 970h。

5、韶关胜蓝电子科技有限公司屋顶电站建成后首年理论发电量为 190.39 万 kW·h，25 年运营期内平均年上网电量约为 172.17 万 kWh，年等效满负荷利用小时数约为 931h。

6、韶关威鸣研磨材料有限公司厂房屋顶电站建成后首年理论发电量为 105.01 万 kW·h，25 年运营期内平均年上网电量约为 97.1 万 kWh，年等效满负荷利用小时数约为 969h。

7、粤北农特产品电商物流商贸城乳源瑶街屋顶电站建成后首年理论发电量为 105.55 万 kW·h，25 年运营期内平均年上网电量约为 98.44 万 kWh，年等效满负荷利用小时数约为 969h。

第六章 电气设计

1 电气一次设计

1.1 设计依据

- 1、DL/T 620-1997 交流电气装置的过电压保护和绝缘配合
- 2、GB 50065-2011 交流电气装置的接地设计规范
- 3、中国南方电网城市配电网技术导则
- 4、DL/T 599-2018 城市中低压配电网改造技术导则

- | | |
|--------------------|----------------------------|
| 5、GB 50293-2014 | 城市电力规划规范 |
| 6、GB 50052-2016 | 供配电系统设计规范 |
| 7、GB 50053-1994 | 10kV 及以下变电所设计规范 |
| 8、GB 50217-2018 | 电力工程电缆设计规范 |
| 9、GB 50054-2011 | 低压配电设计规范 |
| 10、GB/T 50865-2013 | 光伏发电接入配电网设计规范 |
| 11、GB/T 29319-2012 | 光伏发电系统接入配电网技术规定 |
| 12、 | 工程建设标准强制性条文（电力工程部分）2006 年版 |
| 13、GB/T 50062-2008 | 电力装置的继电保护和自动装置设计规范 |
| 14、DL/T 620—2014 | 交流电气装置的过电压保护和绝缘配合 |
| 15、JGJ16-2018 | 民用建筑电气设计规范 |

1.2 接入电力系统方案

本工程光伏电站分为 7 个区域安装。

设计方案为 5 个区域光伏电站低压接入各发电区域的公变台区低压线路，经过低压计量后与公共低压线路并网，采用“全额上网”的模式。

广东省科学院乳源产业科技服务中心屋顶安装低压计量表箱 1 台，经过计量后与台区低压线路并网连接。项目总装机容量为 394.58kWp，共安装 9 台串式并网逆变器（4 台 40kW、5 台 30kW）；逆变器额定输出电压 400V，最大转换效率 99%，中国转换效率为 98.3%。本项目光伏发电量全部输送上电网。

乳源县桂头镇农贸市场 1/2 号屋顶安装低压计量表箱 1 台，经过计量后与台区低压线路并网连接。项目总装机容量为 392.4kWp，共安装 8 台串式并网逆变器（8 台 40kW）；逆变器额定输出电压 400V，最大转换效率 99%，中国转换效率为 98.3%。本项目光伏发电量全部输送上电网。

乳源县桂头镇农贸市场 3/4 号屋顶安装低压计量表箱 1 台，经过计量后与台区低压线路并网连接。项目总装机容量为 392.4kWp，共安装 8 台串式并网逆变器（8 台 40kW）；逆变器额定输出电压 400V，最大转换效率 99%，中国转换效率为 98.3%。本项目光伏发电量全部输送上电网。

乳源县乳城镇金瑶山商务楼屋顶安装低压计量表箱 1 台，经过计量后与台区低压线路并网连接。项目总装机容量为 274.68kWp，共安装 7 台串式并网逆变器（2 台 40kW、4 台 30kW、1 台 20kW）；逆变器额定输出电压 400V，最大转换效率 99%，中国转换效率为 98.3%。本项目光伏发电量全部输送上电网。

粤北农特产品电商物流商贸城乳源瑶街屋顶装机容量为 1015.88kWp, 由 12 个屋面光伏发电单元组成, 安装汇流箱 9 台、0.4kV 并网柜 1 台、3 台 50kW 逆变器、6 台 40kW 逆变器、15 台 30kW 逆变器、安装低压计量表 1 台, 经过计量后与公共低压线路并网连接。

设计方案为 2 个区域光伏电站高压接入原有电房, 建设低压并网柜与低压并网, 采用“自发自用、余电上网”的模式。

韶关胜蓝电子科技有限公司屋顶安装 545Wp 光伏组件共 3260 块, 容量为 1776.7kWp, 安装 50kW 逆变器 (共 27 台)、30kW 逆变器 (共 3 台); 逆变器新敷设低压电缆接入该项目配电设备, 通过 2 台 1250kVA 变压器升压接入电网。

韶关威鸣研磨材料有限公司厂房屋顶安装 545Wp 光伏组件共 1833 块, 容量为 998.985kWp, 安装 50kW 逆变器 (共 15 台)、30kW 逆变器 (共 2 台); 逆变器新敷设低压电缆接入该项目配电设备, 通过 1 台 200kVA 和 1 台 800kVA 变压器升压接入电网。

逆变器额定输出电压 400V, 最大转换效率 99%, 中国转换效率为 98.3%; 本项目供给公司使用的光伏系统年发电量约占年总发电量的 50%以上, 可做到自发自用, 发电不足时由市电补充, 用电量低于光伏发电量时, 光伏发电量剩余部分输送上电网。

最终接入方式以接入系统报告为准。

1.3 光伏发电系统方案

1) 光伏发电系统主接线

本工程分为 7 个区域安装:

广东省科学院乳源产业科技服务中心屋顶装机容量为 394.58kWp, 由 4 个屋面 1 个车棚光伏发电单元组成, 安装汇流箱 3 台、0.4kV 并网柜 1 台、4 台 40kW 逆变器、5 台 30kW 逆变器, 安装低压计量表 1 台, 经过计量后与公共低压线路并网连接。

乳源县桂头镇农贸市场 1/2 号屋顶装机容量为 392.4kWp, 由 2 个屋面光伏发电单元组成, 安装汇流箱 2 台、0.4kV 并网柜 1 台、8 台 40kW 逆变器, 安装低压计量表 1 台, 经过计量后与公共低压线路并网连接。

乳源县桂头镇农贸市场 3/4 号屋顶装机容量为 392.4kWp, 由 2 个屋面光伏发电单元组成, 安装汇流箱 2 台、0.4kV 并网柜 1 台、8 台 40kW 逆变器, 安装低压计量表 1 台, 经过计量后与公共低压线路并网连接。

乳源县乳城镇金瑶山商务楼屋顶装机容量为 274.68kWp, 由 5 个屋面光伏发电单元组成, 安装汇流箱 2 台、0.4kV 并网柜 1 台、2 台 40kW 逆变器、4 台 30kW 逆变器、1 台 20kW 逆变器, 安装低压计量表 1 台, 经过计量后与公共低压线路并网连接。

粤北农特产品电商物流商贸城乳源瑶街屋顶装机容量为 1015.88kWp, 由 12 个屋面光伏发电单元组成, 安装汇流箱 9 台、0.4kV 并网柜 1 台、3 台 50kW 逆变器、6 台 40kW 逆变器、15 台 30kW

逆变器、安装低压计量表 1 台，经过计量后与公共低压线路并网连接。

韶关胜蓝电子科技有限公司屋顶装机容量为 1776.7kWp，由 5 个屋面光伏发电单元组成，安装汇流箱 5 台、0.4kV 并网柜 2 台、27 台 50kW 逆变器、3 台 30kW 逆变器；逆变器新敷设低压电缆接入该项目配电设备，通过 2 台 1250kVA 变压器升压接入电网。

韶关威鸣研磨材料有限公司厂房屋顶装机容量为 998.985kWp，由 3 个屋面光伏发电单元组成，安装汇流箱 3 台、0.4kV 并网柜 2 台、15 台 50kW 逆变器、2 台 30kW 逆变器、通过 1 台 200kVA 和 1 台 800kVA 变压器升压接入电网。

2) 光伏发电系统

（一）逆变器

逆变器采用 20kW、30kW、40kW、50kW 组串式逆变器。

逆变器具有较好的人机界面和监控通讯功能，便于监控中心远端控制。配有适合的独立的交直流防雷元件，实现过电压保护。具有自动同期功能。

（二）短路电流计算

本光伏电站 0.4kV 侧电气设备短路电流水平按 31.5kA 进行选择。在选择主要电气设备时，对设备的额定电流、短路开断容量、最大关合电流峰值、额定短时耐受电流、额定峰值耐受电流等参数值的选择需考虑较大的余量，待接入系统设计正式审批，并经短路电流计算后，再进行复核和修改。

（三）防雷接地系统

因本项目设置于屋面，目前屋面边沿设置有防雷带。本系统防雷构成分为防雷击雷、防感应雷。

1、防直击雷设计：本系统太阳能光伏组件的金属紧固件和地面角钢可靠连接。

2、防感应雷设计：汇流箱安装防雷元件；逆变器自身具有防雷保护，达到二级防雷标准。

3、接地网设计：在每个屋面单元独立设置接地网，接地网的接地电阻应满足 GB/T50065-2011《交流电气装置的接地设计规范》的要求。

（四）进出线电缆选型及电缆防火

本项目屋面均采用钢筋混凝土楼板结构，能够满足 2 小时耐火要求。且该大楼已按现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 合理配置灭火器。满足光伏组件防火要求。

本项目所有进出线电缆选型参照国标《电力工程电缆设计规范》(GB50217-2007)，并具体落实以下主要措施：

1、光伏组件直流电缆型号：PV1-F-1*4mm²；

阻燃电缆阻燃特性：C 级阻燃，性能符合 IEC 62930-2017。阻燃电缆阻燃特性：C 级阻燃，性能符合 IEC 62930-2017。

外护套：外护套为黑色（负极）和红色（正极），材料为交联聚烯烃材料，绝缘厚度符合 IEC 62930-2017 的规定。

电缆具有优异的耐风雨性，抗 UV，耐油，耐脂，耐氧，耐臭氧。

电缆热寿命评定结果应符合电缆使用寿命不少于 25 年的要求。

敷设方式：光伏电缆沿支架斜梁敷设，无斜梁的地方穿 PVC 管敷设。前后排跨接处采用穿电缆套管敷设。

2、本项目逆变器为 20kW、30kW、40kW、50kW，最大交流输出电流分别为 28A、43.3A、57.7A、72A。逆变器至汇流箱电缆 0.4kV 低压电缆型号：ZR-YJV22-0.6/1kV-4×16、ZR-YJV22-0.6/1kV-4×25、ZR-YJV22-0.6/1kV-3×35+1×16，套管敷设。

温度：

1) 工作温度：电缆导体长期运行最高工作温度为 90℃。

2) 短路温度：短路时(最长持续时间不超过 5s)电缆导体的最高温度不超过 250℃。

3) 阻燃电缆阻燃特性：C 级。

4) 导体：导体应符合 GB/T 3956-2008 标准规定的第 2 种多股绞合紧压圆形结构，紧压系数不小于 0.9。

构筑物中电缆引至电气柜或控制屏/台的开孔部位，电缆贯穿墙的空洞处，均应实施阻燃封堵；

电缆沟道分支处、进配电室、控制室入口处也应实施阻燃封堵；电缆沟内每隔 60m 处设置防火墙；

屏、柜、箱底部 1 米长的电缆、户外电缆进入户内后 1 米长的电缆、防火墙两侧各 1 米长的电缆采用电缆防火包带或阻燃段。

（五）电气一次主要设备材料清册（汇总）

序号	名称	规格	数量	单位	备注
电气部分					
1	光伏组件	545Wp	9625	块	
2	逆变器	20kW	1	台	
3	逆变器	30kW	29	台	
4	逆变器	40kW	28	台	
5	逆变器	50kW	45	台	
6	更换 10kV 计量装置		2	组	
7	0.4kV 并网柜		9	台	
8	汇流箱		26	台	
9	计量柜		5	台	

10	低压导线	BLVV-240	200	米	
11	低压导线	BLVV-185	80	米	
12	低压导线	BLVV-35	400	米	
13	低压导线	BLVV-25	150	米	
14	交流电缆	ZR-YJLV ₂₂ -0.6/1kV-4×25	1160	米	
15	交流电缆	ZR-YJLV ₂₂ -0.6/1kV-3×35+1×16	3650	米	
16	交流电缆	ZR-YJLV ₂₂ -0.6/1kV-3×50+1×25	1250	米	
17	交流电缆	ZR-YJLV ₂₂ -0.6/1kV-3×70+1×35	500	米	
18	交流电缆	ZR-YJLV ₂₂ -0.6/1kV-3×150+1×70	960	米	
19	交流电缆	ZR-YJLV ₂₂ -0.6/1kV-3×185+1×95	1090	米	
20	交流电缆	ZR-YJLV ₂₂ -0.6/1kV-3×240+1×120	980	米	
21	PVC 管	ø20	9800	米	
22	PVC 管	ø50	5290	米	
23	PVC 管	ø75	2825	米	
24	PVC 管	ø110	1320	米	
25	直流电缆	PV1-F-1×4	53500	米	
26	0.4kV 低压电缆槽盒	200*150	1700	米	
接地部分					
1	组件接地导线	BVV-25（黄绿双色线）	2690	米	
2	接地安装-接地 母线-16 圆钢		3000	米	
3	接地安装-接地 极-镀锌角钢 50*50*1500		600	根	
土建及结构部分					
1	电缆沟（二管）		280	米	
2	电缆沟（四管）		1674	米	
3	混凝土防水包封		2841	座	
4	混凝土基础		18	座	
5	支架安装		140.8	吨	
消防及调试部分					
1	灭火器箱（含 2 具手提灭 火器）		62	套	
2	0.4kV 系统调试		16	段	

2 电气二次设计

2.1 设计依据及原理

《光伏发电工程可行性研究报告编制办法》(GD 003-2011)

《光伏电站设计规范》(GB 50797-2012)

《分布式电源孤岛运行控制规范》(NB/T 33013-2014)

《分布式电源接入电网监控系统功能规范》(NB/T 33012-2014)

《分布式电源接入电网运行控制规范》(NB/T 33010-2014)

《光伏电站接入电力系统技术规定》(GB/T 19964-2012)

《光伏电站接入电力系统设计规范》(GB/T 50866-2013)

《分布式电源并网技术要求》(GB/T 33693-2017)

《光伏电站并网运行控制规范》(GB/T 33599-2017)

《电力工程直流系统设计技术规程》(DL/T5044-2019)

《电力系统安全自动装置设计技术规定》(DL/T5047-2016)

《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》(GB50062-2008)

《火力发电厂、变电站二次接线设计技术规程》(DL/T5136-2012)

《电能量计量系统设计技术规程》(DL/T5202-2004)

《变电所总布置设计技术规程》(DL/T5056-2007)

《电力设备典型消防规程》(DL5027-93)

《电能质量公用电网谐波》(GB/T14549-1993)

《电能质量三相电压允许不平衡》(GB/T15543-2008)

《电能质量供电电压允许偏差》(GB/T12325-2008)

《电能质量电力系统频率偏差》(GB/T15945-2008)

2.2 继电保护

一、电网侧保护

对发电系统外部，即低压线路、用户配电变压器、配电站，现有保护装置所配置的电流速断、电流过流和非电量等保护功能，以及可满足电网侧的继电保护相关规范标准要求，均可继续使用，本工程不做硬件改动。

根据《广东电网公司分布式光伏发电接入计量方案（试行）》第 3.2 典型设计低压计量柜典型方案要求：分布式电源进线柜开关装设过载长延时、短路瞬时，带漏电（接地故障）保护；并加装失压脱扣线圈。

二、发电侧保护

本项目低压并网柜设置微机保护，设置过负荷保护、过流保护、速断保护、高电压保护、低电压保护、频率保护、零序电流保护，并单独设置防孤岛后备保护。

逆变器设过流、单相接地、过载、防孤岛效应、过压、欠压、电网异常等保护。

以上保护均动作为跳闸。

2.3 设备监控系统

本工程计算机监控系统按“无人值班(少人值守)”的方式设计。本工程光伏系统设备主要包括逆变器等，本项目利用逆变器自带无线通讯功能采集逆变器的信号上传到业主监控系统。

并网逆变器配置的主要保护为：极性反接保护、短路保护、孤岛效应保护、过热保护、过载保护、接地故障保护、数据处理器(DSP)故障保护等。

光伏并网柜开关设置过流、电流速断，低压保护、过压保护、低频保护、过频保护等安自保护，保护动作均为跳闸，并配置具有 RS-485 接口智能控制终端。

(1) 并网逆变器的控制、保护、测量和信号

并网逆变器主要通过三相桥式变换器，将光伏阵列输出直流电压变换为高频的三相斩波电压，并通过滤波器滤波变成正弦波电压并入电网发电。

a) 并网逆变器的就地监控和保护

并网逆变器的就地监控保护主要通过其配套的测控、保护装置实现。并网逆变器的就地保护测控装置由并网逆变器自带并安装在逆变器内。并网逆变器具有完善的自动控制和保护功能，其主要自动控制功能如下：

- 1) 光伏组件的最大功率点跟踪功能(MPPT)；
- 2) 先进的孤岛效应检测功能；
- 3) 过载、短路、电网异常等故障保护及告警功能；
- 4) 自动并网和断电后自动重启功能；

并网逆变器配置的主要保护为：极性反接保护、短路保护、孤岛效应保护、过热保护、过载保护、接地故障保护、数据处理器(DSP)故障保护等。

其主要功能为：

- 1) 连续记录运行数据和故障数据。

实时显示工程的当前发电总功率、日总发电量、累计总发电量、累计 CO2 总减排量以及每天发电功率曲线图。可查看每台逆变器的运行参数。

2) 监控装置可每隔 5 分钟存储一次工程所有运行数据，可连续存储 20 年以上的工程所有的运行数据和所有的故障纪录。

3) 监控主机提供对外的数据接口，即用户可以通过网络方式，异地实时查看整个电源系统的实时运行数据以及历史数据和故障数据。

b) 并网逆变器的测量和信号

并网逆变器测量逆变器主要的运行信号，具体如下：

直流电压、直流电流、交流电压、交流电流、逆变器温度、频率、功率因数、当前发电功率、电量。

不设常规音响信号系统。所有的事故、故障信号均输入控制室计算机监控系统，由计算机监控系统进行显示和语音报警，并打印记录。

主要信号为：

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、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、通讯失败。

3 计量设计

本项目 5 个区域（广东省科学院乳源产业科技服务中心屋顶、乳源县桂头镇农贸市场 1/2 号屋顶、乳源县桂头镇农贸市场 3/4 号屋顶、乳源县乳城镇金瑶山商务楼屋顶、粤北农特产品电商物流商贸城乳源瑶街屋顶）采用全额上网模式，需设置低压总计量 4 套。

屋顶新装 0.4kV 低压计量装置 5 套，配置 1 块有功 0.2S 级，无功 2.0 级(主、副)电子式多功能电能表，具有失压计时功能。计量点处的电流互感器的计量绕组精度不低于 0.2S 级，电压互感器的计量绕组精度不低于 0.2 级。

项目 2 个区域（韶关胜蓝电子科技有限公司屋顶、韶关威鸣研磨材料有限公司厂房屋顶）采用自发自用，余电上网模式，需设置高压总计量 2 套，余电上网采用原有 10kV 高压计量装置计量。

原关口计量点在配电房内，具体情况根据接入系统报告；本项目需将原有高压计量表改造为双向计量表，配置 1 块有功 0.2S 级，无功 2.0 级(主、副)电子式多功能电能表，具有失压计时功能。关口计量点处的电流互感器的计量绕组精度不低于 0.2S 级，电压互感器的计量绕组精度不低于 0.2 级。

配置 0.2 级计量专用电压互感器或计量专用二次绕组；0.2S 级计量专用电流互感器二次绕组，互感器计量二次绕组及其二次回路不得接入与电能计量无关的设备。

电能表可同时计量正、反向有功电量、感性、容性无功电量，并能分时计费表计具有串行通信接口及负荷控制接口，可实现远传。

在 10kV 高压计量关口设置 2 套厂站电量采集终端，功能应满足当地电能量计费系统的技术要求，并能接入当地用电信息采集系统。至当地省调的电能量数据传输采用数据网和四线方式，所有电能表信息均应接入厂站采集终端。

第七章 土建工程

1 基础资料和设计依据

1) 遵循的规程、规范

- 1) 《民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范》（JGJ203-2010）
- 2) 《建筑抗震设计规范》（GB20011-2010）（2016 年版）
- 3) 《太阳能发电站支架基础技术规范》（GB 51101-2016）
- 4) 《光伏支架结构设计规程》（NB/T 10115-2018）

2) 场址概况及现状

本项目位于乳源县厂房屋面、混凝土屋面及车棚。

2 电缆通道设计

本项目屋面部分电线采用套 PVC 管敷设，地面电力电缆沟沿绿化带设置，可能靠近大楼本体，尽量不影响交通，需过路处，设置热镀锌钢管保护，混凝土包封，保证重型货车安全通过。

3 光伏阵列支架设计

1) 光伏支架设计方案

本工程 2 个区域（广东省科学院乳源产业科技服务中心屋顶、乳源县乳城镇金瑶山商务楼屋顶、粤北农特产品电商物流商贸城乳源瑶街屋顶）混凝土屋面采用安装立柱 U41*52*2.0/镀镁铝锌钢，立柱底部基础与混凝土包封，立柱上固定承重梁 U41*52*2.0/镀镁铝锌钢，承重梁用外六角螺栓 M10X30 固定檩条 U41*52*2.0/镀镁铝锌钢，檩条安装夹具采用铝合金材质边压及中压固定光伏组件。全部金属支架需进行热镀锌防锈处理。

本工程 1 个区域（韶关胜蓝电子科技有限公司屋顶）混凝土屋面采用屋顶安装立柱 100*100*4.0、斜梁 80*40*2.0、横梁 80*40*2.0、檩条 U41*52*2.0U/镀镁铝锌钢，檩条安装夹具采用铝合金材质边压及中压固定光伏组件。全部金属支架需进行热镀锌防锈处理。

本工程 2 个区域（乳源县桂头镇农贸市场 1/2 号屋顶、乳源县桂头镇农贸市场 3/4 号屋顶、韶关威鸣研磨材料有限公司厂房屋顶）厂房屋面采用安装檩条 U41*52*2.0U/镀镁铝锌钢，檩条安装夹具采用铝合金材质边压及中压固定光伏组件。全部金属支架需进行热镀锌防锈处理。

光伏支架设置，详见《光伏组件布置方案平面图》。

2) 主要材料

钢材：镀镁铝锌钢，材料应具有钢铁厂出具的质量证明书或检验报告；其化学成分、力学

性能和其他质量要求必须符合国家现行标准规定。所有钢结构均应进行热镀锌防腐处理。

焊条：E43。

螺栓：檩条、支撑的连接采用普通螺栓，性能等级 4.6 级。

钢筋：采用 HPB300、HRB400 钢。

混凝土强度等级：C25。

支架防腐：钢构件采用金属保护层的防腐方式。钢结构支架均采用热浸镀锌涂层，热浸镀锌须满足《金属覆盖层 钢铁制件热浸镀锌层技术要求及实验方法》(GB/T13912-2002)的相关要求，镀锌层厚度不小于 65 μm 。

3) 屋面载荷情况

原有建筑结构荷载计算由光伏投资企业委托相关单位根据本光伏项目具体情况进行专业分析，并根据荷载计算结果进行相应处理；本报告不含建筑结构荷载计算及结构处理。

第八章 消防设计

1 消防总体设计

本期工程逆变器旁消防采用放置手提式灭火器，灭火器配置按 GB50140-2005《建筑灭火器配置设计规范》的有关规定设计。

本工程消防总体设计采用综合消防技术措施，从防火、监测、报警、控制、灭火、排烟、逃生等各方面入手，力争杜绝火灾发生的可能性，一旦火灾发生也能在最短时间内予以扑灭，使损失减少到最低，同时确保火灾时人员的安全疏散。

所有消防设施的电源均与原消防电源连接。

2 工程消防设计

机电系统的消防设计包括电缆、各级电压配电装置等。其主要消防设计原则为：

- 1) 根据《火力发电厂与变电所设计防火规范》GB50229-2006，电气设备布置全部满足电气及防火安全距离要求；
- 2) 尽可能采用阻燃、难燃性材料为绝缘介质的电气设备；电缆电线的导线截面选择不宜过小，避免过负荷发热引起火灾；
- 3) 对穿越墙壁、楼板和电缆沟道进入到其他设施的电缆孔洞，进行严密封堵；
- 4) 消防供电电源可靠，满足相应的消防负荷要求；

5) 设置完善的防雷设施及其相应的接地系统;

6) 主要电气设备室、疏散通道、楼梯间及安全出口等处按规定设置火灾应急照明及疏散方向标志灯。

因本项目设置于厂房屋面、混凝土屋面及车棚，本办混凝土屋面均采用钢筋混凝土楼板结构，厂房屋面及车棚用钢结构，能够满足 2 小时耐火要求。且该大楼已按现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 合理配置灭火器。满足光伏组件防火要求。在逆变器旁消防采用放置手提式式灭火器。

本项目所有进出线电缆选型参照国标《电力工程电缆设计规范》(CB50217-2007)，并具体落实以下主要措施：

电缆均选用阻燃电缆：YJLV 型号

3 施工消防设计

(一) 施工现场用火应符合下列要求：

1) 动火作业应办理动火许可证；动火许可证的签发人收到动火申请后，应前往现场查验并确认动火作业的防火措施落实后，再签发动火许可证。

2) 动火操作人员应具有相应资格。

3) 焊接、切割、加热等动火作业前，应对作业现场的可燃物进行清理；作业现场及其附近无法移走的可燃物应采用不燃材料对其覆盖或隔离。

4) 施工作业安排时，宜将动火作业安排在使用可燃建筑材料的施工作业前进行。确需在使用可燃建筑材料的施工作业之后进行动火作业，应采取可靠的防火措施。

5) 裸露的可燃材料上严禁直接进行动火作业。

6) 焊接、切割、加热等动火作业应配备灭火器材，并应设置动火监护人进行现场监护，每个动火作业点均应设置一个监护人。

7) 五级(含五级)以上风力时，应停止焊接、切割等室外动火作业；确需动火作业时，应采取可靠的挡风措施。

8) 动火作业后，应对现场进行检查，并应在确认无火灾危险后，动火操作人员再离开。

9) 具有火灾、爆炸危险的场所严禁明火。

10) 施工现场不应采用明火取暖。

(二) 施工现场用电，应符合下列规定：

1) 施工现场供用电设施的设计、施工、运行和维护应符合现行国家标准《建设工程施工现场供用电安全规范》GB50194-2014 的有关规定。

2) 电气线路应具有相应的绝缘强度和机械强度，严禁使用绝缘老化或失去绝缘性能的电气

线路，严禁在电气线路上悬挂物品。破损、烧焦的插座、插头应及时更换。

- 3) 电气设备与可燃、易燃易爆危险品和腐蚀性物品应保持一定的安全距离。
- 4) 有爆炸和火灾危险的场所，应按危险场所等级选用相应的电气设备。
- 5) 配电屏上每个电气回路应设置漏电保护器、过载保护器，距配电屏 2m 范围内不应堆放可燃物，5m 范围内不应设置可能产生较多易燃、易爆气体、粉尘的作业区。
- 6) 可燃材料库房不应使用高热灯具，易燃易爆危险品库房内应使用防爆灯具。
- 7) 普通灯具与易燃物距离不小于 300mm；聚光灯、碘钨灯等高热灯具与易燃物的距离不小于 500mm。
- 8) 电气设备不应超负荷运行或带故障使用。
- 9) 严禁私自改装现场供用电设施。
- 10) 应定期对电气设备和线路的运行及维护情况进行检查。

（三）施工现场用气应符合下列规定：

- 1) 储装气体的罐瓶及其附件应合格、完好和有效；严禁使用减压器及其他附件缺损的氧气瓶，严禁使用乙炔专用减压器、回火防止器及其他附件缺损的乙炔瓶。
- 2) 气瓶应分类储存，库房内应通风良好；空瓶和实瓶同库存放时，应分开放置，两者间距不应小于 1.5m。

（四）其它防火管理

- 1) 施工现场的重点防火部位或区域，应设置防火警示标识。
- 2) 施工单位应做好施工现场临时消防设施的日常维护工作，对已失效、损坏或丢失的消防设施应及时更换、修复或补充。
- 3) 临时消防车道、临时疏散通道、安全出口应保持畅通，不得遮挡、挪动疏散指示标识，不得挪用消防设施。
- 4) 施工期间，不应拆除临时消防设施及临时疏散设施。
- 5) 施工现场严禁吸烟。

第九章 施工组织设计

1 编制依据

- （1）GB/T50795-2012《光伏发电工程施工组织设计规范》
- （2）GD003-2011《光伏发电工程可行性研究报告编制办法》
- （3）国家标准和现行设计、施工规范及其他的有关法令、条例、法规、规程等。

2 编制原则

(1) 遵守和贯彻国家有关法令、条例、法规、规程和国家标准及现行设计、施工规范。

(2) 积极贯彻“安全第一、质量第一”的方针，始终按照技术可靠、措施得力、确保质量和安全的原则确定施工方案和管理措施。

(3) 从工程的具体条件出发，优化资源配置，合理地规划布局，周密地安排进度、有效地施工组织，科学地进行管理，确保安全、优质、按期、经济的完成建设施工任务。

3 施工条件

项目位于乳源县厂房屋面、混凝土屋面及车棚，交通便利。

3.1 气候条件

韶关属中亚热带湿润型季风气候区，气候宜人。一年四季均受季风影响，冬季盛行东北季风，夏季盛行西南和东南季风。四季特点为春季阴雨连绵，秋季降水偏少，冬季寒冷，夏季偏热。年平均气温 18.8°C — 21.6°C ，最冷月份（1 月）平均气温 8°C — 11°C ，最热月份（7 月）平均气温 28°C — 29°C ，冬季各地气温自北向南递增，夏季各地气温较接近。雨量充沛，年均降雨 1400—2400 毫米，3—8 月为雨季，9—2 月为旱季。日平均温度在 10°C 以上的太阳辐射占全年辐射总量的 90%，光能、温度、降水配合较好，雨热基本同季，有利植物生长和农业生产。全年无霜期 310 天左右，年日照时间 1473—1925 小时，北部乡镇冬季每年均有降雪。

3.2 地形地质条件

韶关市地处南岭山脉南部，全境在大地构造上处于华夏活化陆台的湘粤褶皱带。地质构造复杂，火成岩分布极广，地层发育基本齐全，岩溶地貌广布、种类多样，岩类以红色砂砾岩、砂岩、变质岩、花岗岩和石灰岩为主。在地质历史上属间歇上升区，流水侵蚀作用强烈，造成峡谷众多、山地陡峻以及发育成各级夷平面，以山地丘陵地貌为主。

3.3 交通运输条件

项目所在地，交通便利，运输方便。可满足光伏电站运输车辆的运输要求。

3.4 物资供应条件

本工程所需的主要材料为砂石料、水泥、钢材等建筑材料。经调查主要建筑材料来源充足，均可从韶关市内购买，砂石料可以从电站附近砂石料场采购；通过乡道运至施工现场。太阳能组件及支架由厂家直接供应。

3.5 施工用水、用电条件

施工及生活水源：本项目在原有厂区屋面和混凝土屋面内建设，有完善的供水条件，安装

专用水表即可用水。

施工电源：本项目在原有厂区屋面和混凝土屋面建设，有完善的供电条件，安装专用电能表即可用电，考虑施工灵活方便，施工用电还可考虑配备 1 台 50kW 移动式柴油发电机发电。

通讯条件：电站内临时通信采用大功率对讲机和手机。

总体来看，本项目气候条件和地形地质条件相对较好，不存在严重不利的施工影响因素；交通运输、物资供应和用水用电等条件便利，完全能满足电站建设的需要。因此本项目依靠优越、便利的外部建设条件和地方政府的大力支持与协调，总体来说建设条件良好，能满足项目建设的要求。

4 施工总布置

4.1 施工布置规划

由于光伏电站组件为单元式集中布置，阵列支架及基础相对分散，组件数量多，运输距离较远，因此，施工总布置在满足工程施工需要及环保与水保要求的前提下，根据工程规模、施工方案及工期等因素，按照因地制宜、易于管理、安全可靠、经济合理的原则。具体布置施工现场应遵循如下原则：

（1）施工现场内临建设施布置应当紧凑合理，符合工艺流程，方便施工，保证运输方便快捷，尽量做到运输距离短，减少二次搬运，充分考虑各阶段的施工过程，做到前后照应，左右兼顾，以达到合理用地，节约用地的目的。

（2）施工道路利用原有道路，宽度均大于 9m 满足设备运输及运行管理的需要。

（3）施工机械布置合理，充分考虑每道工序的衔接，使加工过程中材料运输距离最短。施工用电充分考虑其负荷能力，合理确定其服务范围，做到既满足生产需要，又不产生浪费。

（4）材料堆放场地应与加工场保持合理距离，既方便运输又要考虑防止施工过程带来的火灾可能性。

（5）总平面布置做到永久与临时相结合，节约投资，降低造价。

4.2 施工临建设施

1) 施工生活区

根据现场实际情况，由于本光伏电站规模较小，不专门设置办公区及员工生活区，办公区及员工生活区可就近租用现有民宅或附近厂房临时设置。

2) 砂石料系统

场址附近已有正在经营的料场，开采运输条件好，质量满足规范要求，电站内不单独建设砂石料系统，可直接就近购买骨料，在拌合站附近仅设砂石料堆放场。砂石料堆场按堆存混凝

土高峰期 5d 砂石骨料用量考虑，体积约为 100m³，经计算，砂石料堆放场占地面积约 100m²，堆高 3m，按照 1:1.5 放坡。

3) 混凝土系统

根据施工总布置及混凝土浇筑进度安排，为减少设备配置，本工程采用直接购买商品混凝土。

4) 综合加工厂

仅在施工区设必要的小型综合加工厂（包括钢筋加工厂、小型机械修配厂、机械停放场地等），主要承担对钢筋剪切、调直、弯曲、焊接等加工任务。机械修配厂主要承担施工机械的小修及简单零件和金属构件的加工任务，主要设有机修、机加工等车间。综合加工厂集中布置在管理区附近。

5) 综合仓库

本工程所需的仓库集中布置在综合加工系统附近，主要设有光伏组件库、综合仓库、机械停放场及设备堆场。综合仓库包括临时的生产、生活用品仓库等。

4.3 施工用电、施工用水系统

(1) 施工用水

光伏电站用水包括建筑施工用水、施工机械用水、生活用水等。根据国内已建光伏电站的施工经验，确定本工程施工高峰期用水量为 20m³/d。

(2) 施工用电

本工程施工用电可就近使用原有厂区和大楼 0.4kV 配电，均能满足本项目各项用电。

现场施工用电设施要求：场内用电线路的设计、安装、运行和维护按相关规程和规定进行，要加强施工用电的安全管理工作，从配电装置引出的低压回路，以敷设电缆为主，在施工区域的合理部位布置下级配电设施，室外布置的配电设备要有防雨设施，确保施工用电安全。同时用电单位应采取措施节约用电。

经初步计算，本工程高峰期施工用电负荷为 50kW。

5 施工交通运输

本工程场址道路均已硬化，交通便利，运输方便。进场道路均为不小于 6m 宽混凝土路面。途中弯道的宽度和承载力、路面宽度，均满足光伏电站运输车辆的通行要求。光伏电站主要设备有光伏组件、逆变器、箱式变压器、支架以及其它设备，不存在超大、超重、超长等特殊设备，均可通过汽车直接运抵场址。考虑光伏电站分区域、模块化施工特点，相应设备可结合电站的施工进度分批运至施工现场，总体的施工强度和运输强度不大，不会造成物资运输堵情况

发生

6 工程占地

项目建设用地为原有厂区屋面和混凝土屋面，符合国家有关土地利用政策，本项目用地属屋面闲置用地。根据光伏电站施工特点及各发电单元的相互独立性，电站可考虑分区施工，未施工光伏阵列区和管理区用地等均可作为临时的施工区，故本工程不考虑场址外的施工期临时占地。

施工期临时性用地包括施工中的综合加工厂、设备临时储存仓库占地、场内临时道路等，该临时性用地均考虑在工程永久用地范围之内，不需额外占用土地。

本工程永久性占地主要包括光伏阵列屋面总面积约为 3.069 万平方米。

7 主体工程施工

主体施工可考虑采用工程招标的方式，选择有类似工程施工经验的施工企业承建本工程，施工企业资质应不低于施工总承包三级(含三级)。设备安装应在设备制造厂家技术人员指导下进行。

施工方案合理与否，将直接影响到工程施工的安全、质量、工期和费用。从工程的实际情况出发，结合自身特点，用科学的方法，综合分析、比较各种因素，制定科学、合理、经济的施工方案。

本节施工方案是针对部分重点施工项目编写的，突出施工作业时采用的主要施工手段、方法，以及应注意事项，对一般性工序和工艺过程、工艺质量要求不作专题描述。对于技术要求较高的施工部分，坚持公平、公开、公正和择优定标原则，打破地域限制，积极引进全国优秀电力施工单位和外系统业绩、能力、信誉等各方面较好的队伍，通过引进竞争机制达到控制质量及造价的目的。各施工承包商应在此方案的基础上，选用更合理优化的方案，详细编制相关施工项目的作业指导书，并按编、报、审、批的程序实行各级技术把关，确保作业文件的针对性、科学性和可靠性。

7.1 施工前的准备

（1）施工技术准备

技术准备是决定施工质量的关键因素，它主要进行以下几方面的工作：

- a) 做好调查工作。
- b) 做好与设计的结合工作。
- c) 认真编制施工组织设计。

d) 确定和编制切实可行的施工方案和技术措施，编制施工进度表。

(2) 物资条件准备

a) 建筑材料的准备。

b) 公司物资部门按照设备到场先后次序，组织物资设备的运输。

c) 根据设计物资清单以及施工过程中要用到的每个小部件、小工具，需编制《施工所需物料明细表》、《施工所需工具清单》、《安全措施保护工具清单》等，制定《现场施工手册》指导施工。根据物料明细表进行物料准备，外协外购件应考虑供货周期等，提前准备申购、联系厂家，以免耽误工期。

(3) 工程设备及材料总体进场计划

a) 材料的出厂检验。

b) 设备和材料的入库。由材料员办理材料和设备的入库手续。

c) 材料和设备的准备。

d) 材料的进场检验。

e) 根据每个施工点和发货地点的距离，编制发货计划。

f) 做好施工材料和设备的入库保护工作。

(4) 施工机械准备

根据施工组织设计中确定的施工方法、施工机具、设备的要求和数量以及施工进度安排，编制施工机具设备需用量计划、组织施工机具设备需用量计划的落实，确保按期进场。

(5) 现场准备

为保证施工控制网的精确性，工程施工时设置测量控制网，各控制点均应为半永久性的坐标桩和水平基准点桩，必要时应设保护措施，以防破坏。

(6) 施工队伍准备

根据确定的现场管理机构建立项目施工管理层，选择高素质的施工作业队伍进行该工程的施工。进场后，到当地劳动部门、公安部门及时办理有关手续。

(7) 通讯准备

与当地通讯部门取得联系，建立高效率的通讯指挥系统。电站内部施工人员建立小型集团号或者配备必要数量的对讲机以便于联系。

(8) 生活设施准备

工程正式开工时，在现场布置的生活临建建设完毕，并提供满足工作人员生活需求的必需品。现场设置职工宿舍、食堂及厕所等。

7.2 支架安装

支架制造、安装工程包括固定支架的制作及安装施工。支架制作的关键问题是控制其焊接

变形和连接螺栓孔的精度。保证单个构件工作的直线度、扭曲及装配、加工后各构件连接的准确性等。要在下料、校正、组装、焊接、构件校正、加工等各道工序的制造工艺上加以保证。

1) 总体施工顺序

测量（标高）就位准备→混凝土底座浇筑→安装预埋螺栓→安装立柱→安装横梁→安装檩条等。

2) 材料

（1）支架的钢材应按施工图纸规定的品种和规格进行采购，钢材的材质应符合现行国家标准。

（2）钢材应分类堆放，挂牌注明品种、规格和批号，搁置稳妥，防止变形和损伤。

（3）焊接材料应按施工图纸的要求选用，并应符合国家标准。

（4）按施工图纸要求采购的普通螺栓及其它零件、部件应符合现行国家标准。

3) 支架的制作及安装

（1）钢构件的制作应符合国标《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB50018-2002 中第 11.1.1 及 11.1.2 的规定。

（2）钢材和构件的矫正应符合 GB50018-2002 第 11.1.3 的规定。

（3）支架的制孔应符合 GB50018-2002 第 11.1.4 的规定。

（4）支架的组装和工地拼装应符合 GB50018-2002 第 11.1.5 的规定。

（5）支架的焊接应符合 GB50018-2002 第 11.1.6 的规定。

（6）支架的安装应符合 GB50018-2002 第 11.1.8 的规定。

（7）支架和安装的质量应符合钢结构现行规范要求。

（8）支架防腐应满足 GB50018-2002 第 11.2 的要求。

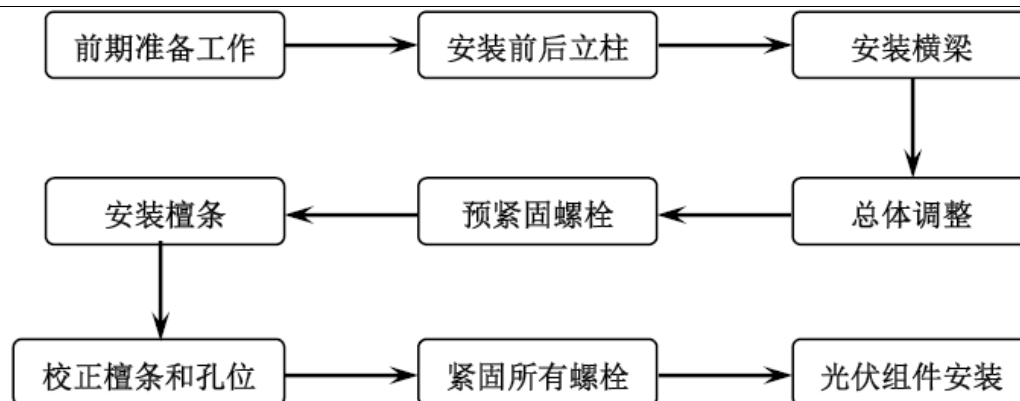
（9）支架外形尺寸的允许偏差应满足施工图纸要求，并应符合《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 的规定。

（10）支架倾斜角度应符合设计要求。

7.2 光伏组件安装

待支架基础验收合格后，进行光伏组件的安装，光伏组件的安装分为两部分：支架安装、光伏组件安装。

光伏阵列支架表面应平整，固定光伏组件的支架面必须调整在同一平面；各组件应对整齐并成一直线。光伏组件支架安装工艺见下图：



安装光伏组件前，应根据组件参数对每个光伏组件进行检查测试，其参数值应符合产品出厂指标。一般测试项目有：开路电压、短路电流。应挑选工作参数接近的组件在同一子方阵内。应挑选额定工作电流相等或相接近的组件进行串联。

安装光伏组件时，应轻拿轻放，防止硬物刮伤和撞击表面玻璃。组件在支架上的安装位置及接线盒排列方式应符合施工设计规定。组件固定面与支架表面不吻合时，应用铁垫片垫平后方可紧固连接螺丝，严禁用紧拧连接螺丝的方法使其吻合，固定螺栓应加防松垫片并拧紧。

光伏组件电缆采取插拔方式，引出线应预留一定的余量。

7.3 电缆及槽盒敷设

（1）放样画线

根据设计图纸和复测记录，按照设计单位提供的图纸和现场地形地貌的特点，测量电缆径路，在满足设计要求的前提下，选择便于缆沟开挖的径路为原则决定拟敷设电缆线路的走向，然后进行画线。画线时应尽量保持电缆沟顺直，主要采用划双线，拐弯处的曲率半径不得小于电缆的最小允许弯曲半径。

（2）电缆沟开挖

按设计测径路划双线采用机械开挖。在道床边开挖时用彩条布进行防护，避免污染道碴。

电缆线路径路测量严格按设计确定的径路进行，测量采用百米钢尺。在查明的地下管线缆径路上设立标志。

电缆沟开挖采用机械进行开挖，电缆沟开挖完成后，会同现场监理工程师对电缆沟进行检查，在监理工程师签字认可后，方可敷设电缆。同时准备好直埋电缆防护用料及电缆标志桩。

（3）电缆敷设

电缆到货后按规定进行外观检查和绝缘电阻试验、直流耐压试验及泄漏电流试验，检查电缆线路的相位，保证电缆的电气性能指标合格，方可运抵现场。

敷设电缆之前，应对挖好的电缆沟认真地检查其深度、宽度和拐角处的弯曲半径是否合格，保护管是否埋设好，管口是否已掰成喇叭口状，管内是否已穿好铁线或麻绳，管内有无其他杂物。当电缆沟验收合格后，方可在沟底铺上 100mm 厚的细土或沙层，并开始敷缆。

采用人工敷缆法时，电缆长、人员多，因此对动作的协调性要求较高。为了提高工作效率，应设专人指挥（2~3 人，其中一人指挥），专人领线，专人看盘。

在线路的拐角处，穿越公路及其他障碍点处，要派有经验的电缆工看守，以便及时发现和处理敷缆过程中出现的问题。敷缆前，指挥者应向全体施工人员交待清楚“停”、“走”的信号和口笛声响的规定。线路上每间隔 50m 左右，应安排助理指挥一名，以保证信号传达的及时和准确。

（4）电缆防护

电缆在沟内摆放整齐以后，上面应覆盖以 100mm 厚的细沙或软土层，然后盖上保护盖板（砖）。保护盖板内应有钢筋，厚度不小于 30mm，宽度以伸出电缆两侧 50mm 为准。当采用机制砖作保护盖板时，应选用不含石灰石或砂酸盐等成分（塑料电缆线路除外）的砖，以免遇水分解出碳酸钙腐蚀电缆铅皮。

电缆一般采用交联聚乙烯铠装铜芯电缆，过路应有穿管保护，每处穿管过路采用两根钢管保护管（一根穿缆、一根备用），并在保护管两端各设电缆工作井一处。穿管采用热镀锌直缝钢管，内径应不小于管内电缆外径的 1.5 倍，管壁厚度 $\geq 4\text{mm}$ ，路基以下的接头应采用钢性连接。保护管延长不得小于线路中心外 5.0m，有排水沟时应延至沟边外大于 2.0m 处。路下钢管埋深距路基面不得小于 1.0m。

（5）缆沟回填

电缆敷设好后，回填前先自检合格后，再通知监理工作师进行检查，检查合格并书面签认后，才能进行下道工序。沟槽回填应分层压实，回填时，沟槽中不得有积水，回填材料中不允许用腐植土、垃圾、胶泥等不良材料回填，应符合设计要求及施工规范规定，电缆沟回填土分层夯实，每回填 20cm~30cm 夯实一次，并应作有堆高防沉土层，整条缆沟培土应高于自然地面，中间部分高出 20cm~30cm 向两边呈斜坡，保证降雨后自然下沉，以防松土沉落形成深沟。电缆沟回填余料进行就地铺平。

（6）电缆头制安

在三相分叉处和根部包绕填充胶使其外观平整，中间略呈苹果形，最大直径大于电缆外径约 15mm。

套进分支指套，用慢火环形由指套根部往两端先向下后向上加热收缩固定，待完全收缩后，端部应有少量胶液挤出。

由分支手套指端部向上在 55mm 铜屏蔽层处，用铜丝绑扎，割断屏蔽带，断口要整齐。剥切外半导体层，距铜屏蔽保留 20mm 外半导体层，剥切要干净，且不能伤及线芯绝缘。清洁绝缘屏蔽和铜带屏蔽表面，清洁线芯绝缘表面，套入应力管，应力管下部与铜屏蔽搭接 20mm 以上。

用微火自上而下环绕给应力管加热，使其收缩。剥除主绝缘，剥切端部应削成“铅笔头”状。压接接线端子。清洁表面，用填充胶填充绝缘和端子之间以及压坑，填充胶带与线芯绝缘和接线端子均搭接 5mm-10mm，使其平滑过渡。

将绝缘管套至三叉根部，管上端应超出填充胶 10mm 以上，由根部起往上加热收缩，并将端子多余的绝缘管在加热后割除。将副管套在端子接管部位，先预热端子，由上端起加热收缩。然后套入相色管在端子接管或再往下一点加热收缩。

至此户内电缆头安装完毕。对于户外电缆头应先进行伞裙安装。清洁绝缘表面，套入三孔伞裙，将其端正后加热收缩，再进行副管及相色管安装。电缆终端头或接头制作完成后再次做绝缘电阻、耐压试验及接地装置的接地电阻测试，合格后方可进行安装或埋设。

接头注意搞好防护，电缆终端头相位要与线路相位一致。

根据电缆与设备联接的具体尺寸，测量电缆长度并做好标记。锯掉多余电缆，根据电缆头套型号尺寸及包缠尺寸要求，剥除外护套。将地线的焊接部位用钢锉处理，准备焊接。打钢带卡子时，应将多股接地铜线整齐卡在卡子内。用电缆本身钢带做卡子，采用咬口方法将卡子打牢，必须打两道，防止钢带松开，两道卡子间距离为 15mm。剥电缆铠装，在第一道卡子向上进 3mm~5mm 处锯一环形深痕，深度为钢带厚度的 2/3。用螺丝刀在锯痕尖处将钢带挑起，用钳子将钢带撕掉，随后将钢带锯口处用钢锉修理钢带毛刺，使其光滑。

地线采用焊锡接于电缆钢带上，焊接应牢固。不应有虚焊现象，应注意不要将电缆烫伤。

剥去电缆绝缘层，将头套下部先套入电缆。根据电缆头的型号尺寸，按照电缆头套长度和内径，用塑料带采用半叠法包缠电缆。塑料带包缠应紧密，形状呈枣核状。将头套上部套上，上下部对接，套严。

从芯经端头量出长度为线鼻子的深度，另加 5mm，剥去电缆芯线绝缘，并在芯线上涂上凡士林或电脂膏。

将芯线插入接线鼻子内，用压线钳压紧接线鼻子，压接应在两道上。根据不同的相位，使用黄、绿、红、黑四色塑料带分别包缠电缆各芯线至接线鼻子的压接部位。将做好电缆头的电缆，固定好，并将芯线分开。

（7）电缆试验

电缆头制作完毕后，首先使用试验仪器和工具对电缆线路进行耐压、直流电阻、泄漏电流等项目检验合格后，再聘请由建设单位认可的有资质的检测试验机构按国家标准进行试验，并出具有效有试验报告，备查。电缆线路检测试验合格后，才可试送电。

（8）电缆槽盒施工

1、施工准备

电缆槽盒安装前建筑工程应具备下列条件；

1) 井及人孔等地的地坪及抹面工作结束；

2) 电缆通道等地的施工临时设施、模板及建筑废料等应清理干净，施工道路畅通，盖板齐全；

3) 电缆桥安装后不能再进行的建筑工程工作应结束；

4) 电缆室的门窗安装完毕。

2、预埋件验收

埋入地面或墙面的预埋件应要求土建剔出，然后检查预埋铁布置是否符合设计，固定是否牢固，按照设计图纸进行验收，并与土建签写交安验收单。安装前校对出预埋件位置后再进行施工，如果预埋铁不合适，采用规格一致的铁板和铁胀管进行固定。

3、支架安装

根据土建专业给出的基准标高，确定电缆槽盒标高、立柱位置及立柱长度。依据图纸和现场实际测量尺寸下料。槽钢安装必须横平竖直，切口处无卷边，毛刺。槽钢安装时必须以最低支撑梁为标准，避免安装不能达到水平，预埋件不能满足要求的需加扁铁，误差小于 $L/1000$ (L =槽钢长度)。

角钢及槽钢支架安装前先检查支架是否符合设计，镀锌层应完整，托架布置间距为 2 米，间距误差不大于 30mm，标高符合设计，垂直度误差不大于 5mm，水平误差不大于 5mm。

安装支架时，或立柱和横担，先在两端各安装一个支架，用线坠、水平尺找好垂直度和水平度，并核对好标高，最后焊接牢固，在两端支架底端和一侧用线绳拉直绷紧，再安装中间的支架。

在三通、四通、弯通处根据实际情况调整支架档距，保证电缆敷设完，托架不变形，对于 L 型支吊架安装前要考虑加斜拉撑。

4、立柱、托臂安装

立柱安装时，立柱距盘孔的距离应适当，并且符合电缆弯曲半径 以便于电缆进线，并且在立柱上焊接花角铁用来绑扎电缆。

安装前首先检查立柱和托臂是否符合设计，镀锌层完整，立柱布置间距为 2 米，间距误差不大于 30mm，标高符合设计，立柱垂直度误差不大于 5mm。

立柱安装需使用线坠调整垂直度，确认绝对垂直后先用电焊点焊，再次确认垂直无误后，用电焊焊接牢固，垂直误差不大于 5mm。

安装托臂时，先用线绳拉水平，然后先固定两端的托臂，紧固螺丝上好平垫、弹垫，且固定牢固可靠。托臂水平误差不大于 5mm，托臂垂直误差最大为 1mm。

5、电缆槽盒安装

安装前检查槽盒是否符合设计，无显著变形，若不符合设计或外观变形，影响工艺质量的

应退厂不允许使用。

槽盒采用连板螺栓连接，锯口采用手锯。连接板的螺栓应紧固，螺母应位于托架的外侧。支架应与托架的横撑平行，各立柱上下端伸出的长度应一致。

在电缆入盘口处，用电缆托盘或花角铁与托架相连，以便于电缆进盘时的排列，保留 300mm 以上的宽度通道。

槽盒直线段超过 30 米和跨越建筑物伸缩缝时应设置伸缩缝，伸缩缝采用伸缩连接板，由电缆槽盒生产厂配套。

电缆槽盒组装时的水平、平行和垂直度误差应小于 5/1000，施工过程中随时用水平尺和线坠进行校验。转弯处电缆托架在安装时应在弯头两侧 1m 处各安装一个托臂，为防止转弯处托架弯头倾斜，可在另一侧加一个托臂加以固定。电缆托架施工完毕后，每段槽盒均应有两点及以上与屋内接地干线相连。

8 施工总进度

8.1 施工进度计划

总体而言，本工程施工条件较好，工程规模相对较大，为实现早投产、早发电的项目总体进度目标，须在各个施工环节进行精心安排。经初步分析，光伏电池组件的安装是控制本工程总工期的关键项目。

本工程主要施工项目工艺流程如下：施工前期准备→光伏电池组件支架基础施工→光伏电池组件安装→土建施工→逆变器及箱变基础施工及电气设备安装、调试→光伏组件调试、发电投产→工程竣工。

本工程的施工关键线路为：施工前期准备→光伏电池组件支架基础施工→光伏电池组件安装→光伏组件调试、发电投产→工程竣工。

8.1 总进度安排

根据施工安排，具体工程进度如下：

a) 施工准备期从第 1 月上旬开始，第 1 月中旬结束。准备工作完成后，进行有关各项分项工程施工。

b) 配电室及发电设备的土建施工从第 1 月中旬开始，至第 2 月中旬完成。

c) 光伏支架及电池组件安装从第 1 月中旬开始，至第 3 月上旬全部完成安装工作。

d) 站内电缆敷设、光缆敷设从第 2 月下旬开始，与光伏组件安装前后进行，至第 3 月上旬结束。

e) 电气设备安装及调试，以及整体带电联调，从第 2 月下旬开始，到第 3 月中旬完成。升

h) 光伏电站从第 3 月中旬开始进行光伏组件联调，到第 3 月下旬全部组件完成调试投产发电，工程完工。

工程建设总工期为 3 个月，施工总进度计划见表 8-1

项目 进度	建设周期 90 天					
	15	30	45	60	75	90
结构安装						
电气安装						
系统调试						
验收整改						

9 主要工期保障措施

（1）施工图交付

施工图是计划实现的先决条件。施工图交付进度的原则是：先总体后单项，先主体后辅助，先土建后工艺，先地下后地上，先深层后浅层，先季节性影响大的后季节性影响小的。

（2）主要设备交付

设备的按期交付是里程碑计划实现的重要保证，及时跟踪设备的实际交付时间，并根据现场工程进度的具体进展，对设备的交付进度作一定的调整和完善，以确保交付设备能够完全满足工程进度的需要。

（3）施工劳动力

结合国内光伏电站建设工期和人力资源的经验水平并参考韶关地区用工和人员技术素质的实际情况，本工程施工期的平均人数为 15 人，高峰人数为 20 人。

（4）主要施工机械

本工程施工期为 3 个月。根据光伏电站施工分散的特点，施工采用集中与分散相结合原则。所需施工机械可临时租用市场现有即可。

10 安全文明施工措施

10.1 安全文明施工措施

安全管理目标：该工程杜绝重大伤亡事故、火灾事故、交通事故，一般事故频率控制在 2% 以内。

（1）安全生产是企业的头等大事，生产必须安全是施工企业必须遵守的准则，安全生产的方针是“安全第一、预防为主”，生产活动中必须坚持全员、全过程、全方位、全天候的“四全”动态安全管理。

（2）建立以项目经理为首的安全保证体系和检查监督机构，严格实行安全生产责任制，保证安全措施的实施。

（3）施工队伍进场后，及时进行安全教育，针对工程各阶段的施工特点，教育全体施工人员自觉遵守规章制度，特别是特殊工种的人员必须有上岗证，新工人入场前完成三级安全教育。

（4）加强安全管理标准化，即坚持“五同时”、“三不放过”的原则；坚持班前安全交底，班后安全讲评活动；坚持安全周和“百日无安全事故”活动，每周安排一晚开展施工安全教育活动；建立定期检查制度，项目经理部每半月、作业班组每周各检查一次，施工现场设置安全标语，危险区域设立安全标志。

（5）公司安全部每一星期对该工程进行一次安全检查。检查的主要内容是查思想、查管理、查制度、查现场、查隐患、查事故处理，检查的重点以劳动条件、生产设备、现场管理、安全卫生设施以及生产人员的行为为主，发现危及人的安全因素时，必须果断消除。对检查出的问题，项目部要指定具体整改责任人、确定具体整改措施、整改时间。

（6）加强施工现场临时用电管理，现场用电必须符合《施工现场临时用电安全技术规程》的规定和要求。

（7）施工人员进入施工现场必须戴好安全帽，充分利用“三宝”的作用，加强“四口、五临边”的防护。

（8）各种脚手架、操作台和大型施工机械设备安装完毕后，应经有关部门人员的验收，符合要求后方可使用，各种设备、电动机具要有可靠的防雨、接地和漏电保护装置，并做到“一机、一箱、一闸、一保护”。

（9）加强施工现场的防火工作，建立用火申请制度，现场消防器材 4m 范围内不得堆放物资，并保持跑道畅通，凡是用火场所必须设有消防器材，现场严禁随意点火烧火，易燃物附近不得吸烟，做到人走火灭。

（10）夜间施工配置足够亮度的照明设施，活动灯具电压不超过 36V。

（11）做好施工用水及雨水的排向工作。

（12）注意加强对地基及基础施工的安全管理。基础开挖按规定进行放坡，并时刻注意边坡的稳定性，必要时加支撑维护。

（13）及时收听当地当日天气预报，根据大风、大雨及时采取相应的防护措施，防止意外

事故的发生。

10.2 文明施工措施

（1）施工现场管理的根本任务是推进施工现场标准化管理，提高施工现场综合水平。加强项目管理的考核评比，促进现场管理制度的转化：现场形象规范化；平面规划网络化；物资堆放定置化；工作岗位标准化；施工管理程序化；基础工作档案化。

（2）项目部每月至少组织两次综合检查，按专业、标准全面检查，按规定填写表格，算出结果，制表张榜公布。制定奖惩制度，坚持奖、惩兑现。

（3）施工现场实行封闭式管理，人员不得随意出入工地，设专业保卫人员进行值班。

（4）施工现场机械设备必须经有关人员验收后，方可使用，并设岗位职责和安全操作规程标牌。

（5）施工现场材料堆放应做到砂石成方，砖成垛，钢筋成条，堆放整齐，标识明确。

（6）建立卫生包干区，场区外无建筑料具，并及时打扫卫生，保持清洁，建筑垃圾随时清理，做到工完场院清，料完具洁，建筑垃圾统一外运。

（7）保证现场通道的畅通，现场消防设施要齐全，定期检查并保证使用方便。

（8）严格按程序组织施工，确保在施工过程中统一调度，统一管理指挥，平衡土建、安装、装饰之间的关系，保持良好的施工程序。

（9）严格遵守社会公德、职业道德、职业纪律，妥善处理施工现场周围的公内不得堆放物资，并保持跑道畅通，凡是用火场所必须设有消防器材，现场严禁随意点火烧火，易燃物附近不得吸烟，做到人走火灭。

（10）夜间施工配置足够亮度的照明设施，活动灯具电压不超过 36V。

（11）做好施工用水及雨水的排向工作。

（12）注意加强对地基及基础施工的安全管理。基础开挖按规定进行放坡，并时刻注意边坡的稳定性，必要时加支撑维护。

（13）及时收听当地当日天气预报，根据大风、大雨及时采取相应的防护措施，防止意外事故的发生。

第十章 环境保护

1 环境保护

1.1 编制依据、保护标准

1.1.1 编制依据

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》(2015 年)
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 修正)
- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》(2017 修正)
- (4) 《中华人民共和国野生动物保护法》(2018 修正)
- (5) 《中华人民共和国大气污染防治法》(2018 修正)
- (6) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》(2018 修正)
- (7) 《中华人民共和国传染病防治法》2004 年 8 月修订
- (8) HJ/T2.1-2016《环境影响评价技术导则 总纲》
- (9) HJ19-2011《环境影响评价技术导则生态影响》
- (10) HJ/T2.3-2018《环境影响评价技术导则地面水环境》
- (11) HJ/T2.2-2018《环境影响评价技术导则大气环境》
- (12) HJ/T2.4-2009《环境影响评价技术导则声环境》
- (13) HJ/T166-2004《土壤环境检测技术规范》
- (14) HJ/T164-2020《地下水环境检测技术规范》
- (15) 国务院第 253 号令《建设项目环境保护管理条例》(2017 修正)

1.1.2 环境保护标准

《环境空气质量标准》GB3095-2018，二级

《声环境直流标准》GB3096-2008，1 类

施工期无组织扬尘排放执行《大气污染综合排放标准》(GB16297-1996)表 1-2 无组织排放监控浓度限值

厂界噪声排放执行《大气污染物综合排放标准》(GB12348-2008)中 1 类标准

建筑施工噪声排放执行《建筑施工厂界噪声限值》(GB12523-2011)

1.2 环境影响分析

1) 对声环境的影响

工程建成后的运营期，光伏组件及相关电气设备基本上不产生噪声，因此对声环境影响主要为施工期。

本工程施工使用的自卸汽车等运输工具产生的噪声源，属于流动噪声源，其声级范围为 75dB~92dB(A)。场外运输主要利用的是现有公路，因此场外运输车辆经过城区时需要采取控制车速、夜间禁鸣等措施降低影响。场内运输主要利用场内临时和永久公路，由于场区内有居民，故在施工期间车辆应采取适当减速行驶、禁鸣高音喇叭等降噪措施。

工程施工使用的机械设备在作业过程中，由于碰撞、摩擦及振动而产生噪声，其声级约在 85dB~102dB(A) 范围内，根据噪声的无指向性点声源的几何发散衰减的基本公式计算可知，距

声源 50m 处，噪声即降到 70dB(A) 以下，施工场界的噪声可满足 GB12523-90《建筑施工场地噪声限值》昼间 85dB 的要求；距声源 250m 处，噪声即降到 55dB(A) 以下，基本满足 GB3096-2008《声环境质量标准》1 类标准昼间 55dB(A) 的要求。因施工区域及周围有居民点等声环境敏感点，因此施工期对周围声环境和现场施工人员将产生一定的影响。

2) 对大气环境的影响

由于太阳能发电属于清洁能源，因此对大气环境的影响仅限于施工期。

施工期大气污染源主要是混凝土拌和系统、排放废气的各类施工机械、产生粉尘和飘尘的开挖与车辆运输等工程作业。主要污染物质有：粉尘、一氧化碳、氮氧化物和烯烃类。

本工程施工规模相对小，施工相对简单，工期短，施工开挖、交通运输扬尘时间也较短，施工期短期的、暂时的、局部的影响对该地区环境空气质量不会产生质的影响。但可能在作业面及其附近区域产生粉尘与二次扬尘，造成局部区域的空气污染。

3) 对水环境的影响

工程施工期废水由施工机械的冲洗、混凝土养护和生活污水等产生。废水水质成分较简单，主要成分是 SS(悬浮物)、石油类、BOD5 和 CODCr 等。由于光伏发电是清洁能源，运行期没有生产废水，只有少量的现场运行维护与管理人员的生活污水。因此，光伏电站生产生活污水量少易处理，生产废水和生活污水经处理后绿化或者做农用。

4) 固体废弃物对环境的影响

固体废弃物主要是施工弃渣和施工人员生活垃圾。场内施工道路修建、光伏组件基础施工等将产生弃渣。工程施工人员将产生一定生活垃圾，生活垃圾成分比较复杂，有以生活燃煤炭渣为主的无机物和其他各种生活有机废弃物，还含有大量病原体。垃圾中的有机物容易腐烂，会发出恶臭，特别在高温季节，乱堆乱放的生活垃圾将为蚊子、苍蝇和鼠类的孳生提供良好的场所。垃圾中有害物质也能随水流渗入地下或随尘粒飘扬空中，污染环境，传播疾病，影响人群健康。因此，应对其进行妥善处置。

5) 潜在的电磁辐射影响

一切电气设备在运行时都会产生电磁辐射，这种辐射叫做人工工频型辐射，辐射源包括发电机、电动机、输电线路、升压站等。光伏发电站，辐射源有发电机、升压站、输电线路三部分。另外，当大强度的电磁辐射长期作用于人体时，可使其健康状况受到危害。光伏发电站运行时会产生一定能量的电磁辐射，但其强度较低，且本光伏发电站距离居民区有一定距离，可以认为光伏发电站产生的电磁辐射不会对其附近居民身体健康产生危害。

2 环境保护措施

2.1 设计原则

- 1) 依法规划设计，最大限度地恢复原有地环境功能。
- 2) 持续发展的原则。
- 3) 环保措施经济、可行、有效的原则。
- 4) 永久性措施规划设计应具有安全可靠、耐用、便于维护；临时性措施应具有安全性，且功能正常发挥。
- 5) 处理好环保措施规划设计中近期和远期、永久性和临时性的关系。
- 6) 及时性原则。根据本工程建设施工进度，合理安排环境保护措施，尽量减少对环境的不利影响。

2.2 声环境保护措施

a) 噪声源的控制

工程建设中的主要声源来自开挖、钻孔、混凝土搅拌等过程中的施工机械运行、车辆运输等。噪声的危害可通过声源、传声途径、受体三个环节进行控制，其中对声源的控制是最根本的措施。施工单位必须选用符合国家有关环保标准的施工机械，在满足上述标准情况下尽量选用低噪声设备和施工工艺。

应尽量缩短高噪音机械设备的使用时间，配备、使用减震坐垫和隔音装置，降低噪声源的声级强度。此外，施工中加强各种机械设备的维修和保养，做好机械设备使用前的检修，使设备性能处于良好状态，运行时可减少噪声。

光伏电站运营期，噪声主要来自于变压器和逆变器等部件发出的机械噪声，其中以电气设备内部的机械噪声为主。因此，运营期加强对光伏电站交直流配电房及综合控制楼的维护，使其处于良好的运行状态，避免升压站运行对工作人员以及周边居民生活产生干扰。

b) 交通噪声

交通道路噪声对环境影响较大的是对外交通干线。为了降低道路噪声对环境的影响，也为了保证施工中运输车辆的行驶安全，主要采取以下措施：

1) 加强道路交通管理

对外交通干线上的运输车辆在居民聚居点时应适当减速行驶，并禁鸣高音喇叭。

2) 加强道路养护和车辆的维修保养，降低机动车辆行驶速度。

2.3 声环境保护措施

a) 混凝土防尘降尘措施

混凝土直接采购商品混凝土，极大减少混凝土搅拌扬尘。

b) 交通运输系统

1) 燃油废气的削减与控制

本工程使用的多为中大型运输车辆，尾气排放量与污染物含量均较轻型车辆高，因此，按照国家有关规定，推行强制更新报废制度，对于发动机耗油多、效率低、排放尾气严重超标的老、旧车辆，要及时更新。

燃油机械设备应选用符合国家有关卫生标准的施工机械，使其排放的废气符合国家有关标准。

对施工区运输车辆进行监督管理，定期和不定期的对运输车辆排放的尾气进行监测，对未达标的车辆实施严厉的处罚措施或禁止其在施工区的使用。

2) 交通粉尘的消减与控制

对施工区道路进行管理、养护，使路面常年平坦、无损、清洁，处于良好运行状况；为减少运输过程中的粉尘产生量，采用密闭式自卸运输车辆，原料和成品运输实行口对口密闭传递。

2.4 水环境保护措施

本项目施工期用水较少，主要为机械清洗及混凝土养护用水。

处理目标

本工程施工区含油废水处理执行 GB8955-1996《污水综合排放标准》第二类污染物最高允许排放浓度二级标准，石油类处理目标为 10mg/L。

处理方案

考虑机械修配及加工的含油废水量较少，根据施工布置，工程设置隔油沉淀池 1 座，清水池 1 座，沉淀和隔除含油废水中的泥沙和浮油，并储存处理后的水作为回用水。污泥作为场地平整的填筑材料，浮油焚烧处理。

2.5 固体废弃物处理措施

主要为逆变升压室、施工道路和光伏组件的基础开挖的土石方。由于本工程的开挖和填筑工程量都较小，且经平衡后弃渣量较少，因此，可不设置专门渣场，就近填入附近的低洼地区。

2.6 施工区人群健康保护措施

为保护人群健康，施工承包商应对人员进驻施工区前进行健康检查，预防常见的、传染性较强的流行性疾病的传播和流行。同时加强施工区生活垃圾的管理，配备卫生设施和清扫人员，按期开展“消、杀、灭”活动，降低施工区各种病原微生物和虫媒动物的密度，预防和控制施工区传染性疾病和自然疫源性疾病，保障施工区工作和生活环境的卫生和健康，保护施工人员及当地群众的健康。

为防止污染光伏电站周围的环境，施工期需做好粪便清理管理工作，不能随意排泄。根据当地的要求，按照施工人口密度和数量，设置 1 座固定厕所，尺寸为 5m×5m，共 5 个蹲位，

男厕 4 个女厕 1 个，蹲位间距 0.9m，隔断板 1.0m。每个厕站内应配备相应的自来水冲洗系统，房顶高度 3.5m，保持空气流通，采光良好，有夜间照明设施，地面要坚硬平整，便于清扫。

3 环境保护工程投资

3.1 编制依据

本工程投资参照中华人民共和国国家能源局颁布的《光伏发电工程设计概算编制规定及费用标准》(NB/T 32027-2016)，编制此环境保护工程投资。

3.2 编制原则

本工程规划设计中具有环境保护功能的措施费用列入工程总概算。

本工程投资计算价格水平年与主体工程价格水平年一致，为 2022 年 4 季度。

3.3 环境保护工程投资

本光伏电站工程环境保护投资费用由生活垃圾处理、人群健康、环境监测等环境保护工程项目费所组成，本项目的建筑工程费、独立费和基本预备费一并计入主体工程。

第十一章 劳动安全与工业卫生设计

1 总则

1.1 基本要求

1) 设计目的

为了贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，确保本项目安全卫生设施符合国家标准，并做到与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用，并为生产过程中安全管理的系统化、标准化和科学化提供依据，同时也为政府管理部门实施安全生产综合管理提供科学依据，推动本项目安全程度的提高。

2) 设计原则

本篇编制将坚持科学性、合法性、公正性和针对性的原则，以本项目气候，水文、地质、地理等方面的资料为基础，以国家安全生产法律、法规、标准为依据，采用科学的方法和程序，以严谨的科学态度进行。

3) 主要内容

本设计的主要内容包括：对施工、生产过程中固有或潜在的危险、有害因素进行辨识，简要分析其发生条件和危害后果，并提出消除危险、有害因素及其发生条件的对策措施，并估算

4) 设计范围

本篇的设计范围主要有：在施工、生产过程中影响安全生产的主要生产设备、辅助设备、生产过程、作业环境和安全管理。凡涉及到本项目的消防、环保、地质灾害等，应执行国家有关标准和规定，并以相关的批准、批复和文件为准。

1.2 主要依据文件

1) 国家、行业及地方有关主要法律、法规、条例

- (1) 《中华人民共和国劳动法》1994 年中华人民共和国主席令第 28 号
- (2) 《中华人民共和国电力法》1995 年中华人民共和国主席令第 60 号
- (3) 《中华人民共和国防洪法》1997 年中华人民共和国主席令第 88 号
- (4) 《中华人民共和国安全生产法》2002 年中华人民共和国主席令第 70 号
- (5) 《中华人民共和国突发事件应对法》2007 年中华人民共和国主席令第 69 号
- (6) 《中华人民共和国消防法（修订）》2008 年中华人民共和国主席令第 6 号
- (7) 《中华人民共和国防震减灾法（修订）》2008 年中华人民共和国主席令第 7 号
- (8) 《中华人民共和国道路交通安全法》2011 年中华人民共和国主席令第 47 号
- (9) 《电力设施保护条例》国务院令第 239 号
- (10) 《建设工程安全生产管理条例》国务院令第 393 号
- (11) 《地质灾害防治条例》国务院令第 394 号
- (12) 《中华人民共和国道路运输条例》国务院令第 406 号
- (13) 《特种设备安全监察条例》国务院令第 549 号
- (14) 《气象灾害防御条例》国务院令第 570 号
- (15) 《危险化学品安全管理条例》国务院令第 591 号
- (16) 《电力安全事故应急处置和调查处理条例》国务院令第 599 号
- (17) 《劳动防护用品监督管理规定》国家安全生产监督管理总局令第 1 号
- (18) 《生产经营单位安全培训规定》国家安全生产监督管理总局令第 3 号
- (19) 《安全生产事故隐患排查治理暂行规定》国家安全生产监督管理总局令第 16 号
- (20) 《生产安全事故应急预案管理办法》国家安全生产监督管理总局令第 17 号
- (21) 《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》国家安全生产监督管理总局令第 30 号
- (22) 《建设项目安全设施“三同时”监督管理暂行办法》国家安全生产监督管理总局令第 36 号
- (23) 《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》国家安全生产监督管理总局令第 40 号
- (24) 《安全生产培训管理办法》国家安全生产监督管理总局令第 44 号

(25) 《建设项目职业卫生“三同时”监督管理暂行办法》国家安全生产监督管理总局令第 51 号

(26) 《起重机械安全监察规定》国家质量监督检验检疫总局令第 92 号

(27) 《特种设备作业人员监督管理办法》国家质量监督检验检疫总局令第 140 号

(28) 《企业安全生产费用提取和使用管理办法》财企[2012]16 号

(29) 《国家电力监管委员会安全生产令》国家电力监管委员会令第 1 号

(30) 《电力安全生产监管办法》国家电力监管委员会令第 2 号

(31) 《国家电网公司电力建设安全健康与环境管理工作规定》国家电网工[2003]168 号

(32) 关于印发《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》的通知 国电发〔2000〕589 号

(33) 《国家电网公司十八项电网重大反事故措施（修订版）》国家电网生[2012]352 号文

2) 设计采用的主要技术规范、规程和标准

(1) 《工业企业噪声控制设计规范》(GB/T50087-2013)

(2) 《企业职工伤亡事故分类》(GB 6441-1986)

(3) 《电磁辐射防护规定》(GB 8702-1988)

(4) 《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》(GB 50058-1992)

(5) 《防洪标准》(GB 50201-1994)

(6) 《电力设施抗震设计规范》(GB50260-2013)

(7) 《火灾自动报警系统设计规范》(GB 50116-2008)

(8) 《生产设备安全卫生设计总则》(GB 5083-1999)

(9) 《建筑设计防火规范》(GB 50016-2006)

(10) 《高耸结构设计规范》(GB 50135-2006)

(11) 《安全色》(GB 2893-2008)

(12) 《安全标志及其使用导则》(GB 2894-2008)

(13) 《粉尘作业场所危害程度分级》(GB 5817-2009)

(14) 《危险化学品重大危险源辨识》(GB 18218-2009)

(15) 《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2010)

(16) 《混凝土结构设计规范》(GB 50010-2010)

(17) 《建筑物防雷设计规范》(GB 50057-2010)

(18) 《低压配电设计规范》(GB 50054-2011)

(19) 《工业企业总平面设计规范》(GB 50187-2012)

(20) 《建筑地基基础设计规范》(GB 50007-2011)

(21) 《用电安全导则》(GB/T 13869-2008)

- (22) 《高处作业分级》(GB/T 3608-2008)
- (23) 《个体防护装备选用规范》(GB/T 11651-2008)
- (24) 《生产过程安全卫生要求总则》(GB/T 12801-2008)
- (25) 《生产过程危险和有害因素分类与代码》(GB/T 13861-2009)
- (26) 《工业企业设计卫生标准》(GBZ 1-2010)
- (27) 《建筑桩基技术规范》(JGJ 94-2008)
- (28) 《冻土地区建筑地基基础设计规范》(JGJ 118-2011)
- (29) 《生产经营单位安全生产事故应急预案编制导则》(AQ/T 9002-2006)
- (30) 《生产安全事故应急演练指南》(AQ/T 9007-2011)
- (31) 《防止静电事故通用导则》(GB12158-2006)
- (32) 《机械安全防护装置固定式和活动式防护装置设计与制造一般要求》(GB/T8196-2003)
- (33) 《工业场所有害因素职业接触限值》(GBZ2-2002)
- (34) 《电气设备安全设计导则》(GB/T25295-2010)
- (35) 《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》(GB4387-2008)
- (36) 《工业建筑防腐蚀设计规范》(GB50046-2008)
- (37) 《3-110kV 高压配电装置设计规范》(GB50060-2008)
- (38) 《电力工程电缆设计规范》(GB50217-2018)
- (39) 《建筑灭火器配置设计规范》(GB50140-2005)
- (40) 《光伏发电站设计规范》(GB50797-2012)

以上规范与标准如有最新版，均以最新版为准。

2 建设项目概况

韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）所有光伏组件设置于厂房屋面、混凝土屋面及车棚，采用立柱支撑组件倾角的布置方案，立柱支撑，竖向设置斜梁，横向搭檩条设计方案。

项目所在地，交通便利，运输方便。可满足光伏电站运输车辆的运输要求。

3 主要危险、有害因素分析

1) 施工总体布置危险性分析

电站场区内施工临建工程主要有综合加工厂、材料仓库、设备仓库、临时生产建筑等。若施工布置不合理、临建设计不合理、施工质量未得到保证、危险区域的安全设施不可靠、安全

标志不齐全，可能导致坍塌、车辆伤害、物体打击、机械伤害、触电事故和火灾事故。

2) 车辆伤害危险性分析

本项目设备需要用汽车运到现场。设备数量多，大型运输车辆、起重机械可能会发生碰撞。施工时运输车辆转弯半径不够，会发生碰撞、翻车事故。违章驾驶、酒后驾驶等也会造成车辆事故。

3) 火灾、爆炸危险性分析

施工现场为仓库屋面，本仓库主要储存物品为谷类，容易发生火灾。施工过程中还会使用、储存诸如聚苯乙烯泡沫塑料板、油漆、塑料制品及装饰、装修用可燃、易燃物品，这些物品一旦接触明火，极易引起火灾。另外，金属切割、焊接作业可能使用工业气（丙烷），乙炔气和氧气，这些工业气体都是高压瓶装，易泄漏发生火灾、爆炸。施工期采用柴油发电机自供电，油料使用和管理不当，容易发生火灾、爆炸。

4) 电气伤害危险性分析

施工现场存在着大量的电焊作业，作业多为手工电弧焊，在焊接工程中有大量的熔渣四溅，一旦遭遇可燃物，易发生火灾。同时，电焊作业避免不了要拉临时用电线，作业现场环境和场所潮湿，由于电源线敷设不规范，随意性较大，易引起触电事故。

施工现场存在着起重机、搅拌机、卷扬机、电焊机等大型用电设备，由于这些电气设备且多为露天放置，容易发生故障。主要表现在电气绝缘层容易磨损，电气负荷容易超载，线路短路，接头压接不紧密，线路电流过大，会发生漏电触电事故，严重者会发生重大起重伤害事故。

施工期因临时用电存在乱拉接线现象，或拉线时线路交叉，接头处未采取绝缘处理，会发生施工人员触电、火灾等危险。

5) 起重伤害、机械伤害危险性分析

起重设备故障、安全装置失效、操作过程中操作人员注意力不集中、安全意识不强、违章操作、起重机械安、拆不规范、管理不善等都有可能造成起吊物坠落、吊物与设备碰撞、吊物吊具打击、坠落伤害等。本项目施工期主吊车等，吊装作业起重部件大，吊程高，高空作业受限，又受到大风、雨等恶劣环境，很容易引发起重伤害事故。

本工程在施工过程中要用到大量的机械设备，如果使用方法不当，防护不到位，易引发机械伤害。

6) 高处坠落、物体打击

本工程涉及高处作业和交叉作业，若作业人员防护不到位，严重违反高处作业安全技术规定，易发生高处坠落事故。尤其在大风天气，可能性更大。

进行交叉作业时，若指挥不当、方案不周或违反操作规程、作业人员未正确佩戴安全防护用品，易发生物体打击事故。

7) 坍塌危险性分析

光伏组件主要安装于仓库屋面，屋面承载力有限，施工期间如过多设备设施过于集中，容易发生屋面局部坍塌事故；施工期间搭设的架子管或堆积的设备或材料均可能造成坍塌事故。

8) 自然灾害危险因素分析

电站建设不利的自然灾害主要有冰雹、强风、雷暴等，施工期间应特别注意气候变化。

9) 施工期不良作业环境危险性分析

工程施工过程会产生粉尘，使用金属切割、焊接作业会产生烟尘、光辐射和噪声等，如不加设安全防护措施，将会给人员造成一定的伤害。

10) 施工期管理缺陷危险性分析

工程施工作业过程各种设备、预制件、建筑材料、油料的运输、存放、保管和施工力量的调配等计划不周，现场管理不善都会给施工安全带来隐患。施工单位及分包单位较多，如管理不善、安全生产责任不明确等会影响施工安全；

若因管理不善、计划不周，导致抢工期、赶进度，分项工程不达标，会引起 10kV 升压站运行期地基沉陷、坍塌等事故；建设单位与施工单位若未明确各自的安全生产责任，施工单位违章操作、未按设计严格施工造成安装不良、建筑物不达标，带来安全隐患。

4 工程安全卫生设计

施工期的安全，除了各种施工设备、设施、临建等安全运行所必须具备的技术标准及安全防护装置，各项施工生产计划实施所必须具有的安全技术措施和施工人员必须遵守的安全操作技术规程和技术技能的行为规范，均应按国家有关标准执行外，还应采取必要的劳动安全卫生对策措施。

1、施工期劳动安全与工业卫生技术对策措施

1) 一般安全防护措施

针对本工程施工情况，提出以下一般安全防护对策措施：

a) 土方工程，根据 10kV 升压站基坑等土方开挖深度和土的种类，选择开挖的方法，确定边坡的坡度或采取护坡支撑和护壁桩，以防止土方的坍塌；

b) 脚手架等选用及设计搭设方案和安全防护措施；

c) 高处作业的安全防护；

d) 场内运输道路及人行通道的布置；

e) 施工临时用电的组织设计和绘制临时用电图纸。在建筑工程(包括脚手架具)的外侧边缘与外电架空线路的间距没有达到最小安全距离时采取的防护措施；

- f) 模板的安装与拆除安全；
- g) 做好防火、防毒、防爆、防雷等安全措施；
- h) 在建工程与周围人行通道的防护隔离设置。

2) 施工期主要危害因素及工程安全技术措施

施工期主要可能危害因素有：

- a) 光伏组件安装；
- b) 施工期防晒影响；

针对这些问题应编制单项的安全措施，并要求有设计依据，计算、详图和文字要求等。

对于光伏组件安装等施工，应制定严格的施工程序和管理措施。

考虑到本光伏电站地处我国南方沿海地区，紫外线较强，因此要求对施工人员制定安全防护、防粉尘等措施。

3) 施工安全技术措施的实施要求

a) 施工安全技术措施一般由项目经理或项目总工编制，公司安全管理部门审核，公司总工程师或主管安全的总经理批准；

b) 要认真进行安全技术措施的交底。工程开工前，总工程师或技术负责人要将工程概况、施工方法和安全技术措施，向参加施工的工地负责人、工长和职工进行安全技术交底。每个单项工程开始前，应重复进行交待单项工程的安全技术措施。对安全技术措施中的具体内容和施工要求，应向工地负责人、工长进行详细交底和讨论，使执行者了解其道理，为安全技术措施的落实打下基础，安全交底应有书面材料，有双方的签字和交底日期；

c) 安全技术措施中的各种安全、防护设施应列入施工任务单中，责任落实到班组或个人，并实行验收制度；

d) 加强安全技术措施实施情况的检查，技术负责人和安全技术人员，要经常深入工地检查安全技术措施的实施情况，及时纠正违反安全技术措施的行为、问题，必要时对其进行补充和修改，使之更加完善和有效。

2、施工期安全管理

施工期安全管理采取如下措施：

1) “准入”与“清退”

各施工单位对协作单位要实行“准入”与“清退”制度。即对其安全资质进行严格审查，凡无安全资质者一律不准进入工地；协作单位发生死亡事故，责成施工单位予以清退。施工单位要与协作单位签订安全生产协议书，明确双方责任，将安全风险抵押金列入协议，规定奖罚措施。

2) “安全管理机构”与“安全管理责任制”

企业的总经理是企业安全生产第一责任者，应建立健全的以总经理为首的分级负责的安全生产管理体系。施工现场的项目经理为安全生产的项目第一责任者，应视工地的大小设置安全专(兼)职人员或安全机构。成立以项目经理为首的，有施工员、安全员、班组长等参加的安全生产管理小组，并组成安全管理网络。

总、分包工程或多单位联合施工工程，总包单位应统一领导和管理安全工作，并成立以总包单位为主，分包单位(或施工单位)参加的联合安全生产领导小组，统筹协调、管理施工现场的安全生产工作。应建立健全安全管理责任制，明确公司总经理、管理者代表、安全管理部门、项目经理、项目总工程师、安全员、工长/施工员、班组长各自责任。

3) 安全教育

安全教育主要包括安全生产思想、安全知识、安全技能、典型事故四个方面的教育。安全生产思想教育就是提高各级人员对安全生产重要意义的认识，懂得严格执行劳动纪律对实现安全生产的重要性，反对违章指挥、违章作业，严格执行安全操作规程。

安全知识教育包括企业的生产经营，施工生产流程、主要施工方法，施工生产危险区域及其安全防护的基本知识和注意事项，机械设备场内运输知识，电气设备、高处作业、有毒有害原材料等安全防护基本知识，以及消防器材使用和个人防护用品的使用知识等。

安全技能教育包括安全技术、劳动卫生和安全操作规程，每个员工都要熟悉本工种、本岗位专业安全技能知识。

典型事故教育就是结合本部或外部事故教训、造成损失，旨在提高安全意识，防止类似事故发生。

4) “培训”与“持证”

要加强对新进场职工(含民工)的三级(班队、项目部、公司)安全教育培训，取证上岗，换岗重新取证，无证不准上岗。三级教育要求：① 班组教育：专职安全员现场安全交底视为合格；② 项目部教育：培训计划报本公司安全部审批，必须有教育材料，被培训人员签名登记，安全部备案，考试合格。满足以上条件视为合格；③ 公司安全部培训必须保证质量、时间和内容。

对无证上岗人员的班组，要坚决实行停工整改。全工地职工(含民工)实行挂牌上岗作业，凡进场不到三个月人员，必须挂红牌，实施重点监护。

从事特种作业的人员，必须经国家规定的有关部门进行安全教育和安全技术培训，并经考核合格取得操作证者，方可独立作业。

5) “职工带班”与“班前会”

施工单位安排工作(含协作单位工作)，施工现场必须有班长或技术员带班，特别是对民工队伍，必须安排职工带班，进行安全技术交底，督促开好班前会。

专职安全员对班前会和施工过程进行督促指导，特别是协作单位的班前会和施工过程更要

进行督促指导，不允许对协作单位包而不管，更不允许以包代管。

6) “安全通道”与“防护”

施工作业区及各种建筑物处应设有宽度不小于 4m 的消防通道，并保持畅通。

7) 保护装置

所有进入施工现场的人员必须戴好安全帽并系好帽带；高处危险作业，宜采用搭设符合要求的作业平台并挂好安全带；凡作业平台不能满足安全要求的，作业人员必须佩带双保险(安全带、安全绳)，且安全带和安全绳必须系在不同部位。

从事特殊作业的人员，必须配备相应的安全防护用具。如：电焊工必须配备电焊面罩和电焊手套，电工必须配备绝缘手套。

8) 安全交底

工程项目应坚持逐级安全技术交底制度。安全技术交底应具体、明确、针对性强。交底的内容应针对分部分项工程施工给作业人员带来的危险因素，讲明具体防范措施和应注意的安全事项，有关的安全操作规程和标准，以及发生事故后应及时采取的避难和急救措施。

工程开工前，技术负责人应将工程概况、施工方法、安全技术措施等情况，向工地负责人、工长、班组长进行详细交底，必要时直至向参加施工的全体员工进行交底。

两个以上施工队或工种配合施工时，应按工程进度定期或不定期地向有关施工单位和班组进行交叉作业的安全书面交底。

工长安排班组长工作前，必须进行书面的安全技术交底，班组长应每天对工人进行施工要求、作业环境等书面安全交底。

各级书面安全技术交底应有交底时间、内容及交底人和接受交底人的签字，并保存交底记录。

出现下列情况时，项目经理、项目总工程师或安全员应及时对班组进行安全技术交底。

- 因故改变安全操作规程；
- 实施重大和季节性安全技术措施；
- 实施推广使用新技术、新工艺、新材料、新设备；
- 发生因工伤亡事故、机械损坏事故及重大未遂事故；
- 出现其他不安全因素、安全生产环境发生较大变化。

9) 安全作业程序指导书

高危作业(专职安全监理工程师确定，如光伏组件安装、高排架搭设与拆除、大型施工设备安装与拆除等)施工单位必须制定安全作业程序指导书并报监理单位审核，并严格按作业程序指导书施工，否则不允许继续作业或进行下一道工序施工。

10) 交通运输

施工区内所有的交通运输道路必须设置人行道和防护栏杆，实行人车分离。并且，交通运输道路必须做好排水设施，修建必要的回车场地。

车辆在施工区内行驶，时速不得超过 15km；通过弯道、道岔或视线不良地段， 时速不得超过 5.0km； 在人员稠密地段行驶， 时速应减至 3.0km。

11) “文明施工”与“环境保护”

施工现场场地布置合理有序、道路畅通、机械设备整洁、材料堆放整齐、安全设施和安全标志齐全。

遵守国家和地方有关环境保护与水土保持方面的法律、法规和规章，按照有关环境保护、水土保持的商务文件、技术规范要求，做好施工区及生活营区的环境保护和水土保持工作。

12) “事故报告”与“说清楚”

凡发生死亡、重伤、未遂事故、险情，应及时报告监理单位。对事故要按“四不放过”原则进行严肃处理，并将处理结果按下述规定时间报送监理单位。处理时限：死亡、重伤事故一个月内，未遂事故、险情 7 天。监理单位将对事故处理进行督查。

施工单位一个月累计三次收到隐患整改通知书或一次停工整改通知书、或发生死亡事故、或发生一次重伤三人以上(含三人)事故，施工单位第一安全责任人和分管安全负责人必须以文字方式向业主和监理单位“说清楚”。同时，业主将在全工地进行通报并备案。

5 工程运行期安全管理及相关设备、设施设计

1、防火、防爆对策措施

本工程的防火、防爆设计按 GB50016-2014《建筑设计防火规范》、GB50052-94《10KV 及以下变电所设计规范》及相关规程的规定设计和选型。

为避免和减少火灾危害，主要应考虑以下几个方面：

对可能发生火灾的部位，从建筑、结构设计上应采取切实有效的防火措施，防止火灾的蔓延扩散；

对建筑物区应认真考虑通风、换气和防排烟及安全出口、疏散通道、标志等的布置，为人员疏散提供条件；

对主要火灾危险场所和主要设备应设置相应的灭火设施；

对消防水源、设备事故排油、排烟、消防配电以及自动报警等消防措施，应采用先进的防火技术，做到保障安全、使用方便、技术先进、经济合理；

设备及材料的选择在满足技术经济合理的前提下，优先选用不燃性或难燃性的电气设备和建筑材料。

本光伏电站工程具体防火、防爆的防范措施如下：

- (1) 屋顶的方形钢梁及檩条，采用预制件或远离危险区域的地方加工制作；
- (2) 屋顶的动火作业，制作专门的防火、防爆预案，并配置专职安全员现场监督施工；
- (3) 光伏组件发电上网使用的电缆电线均采用阻燃耐火电缆；
- (4) 电缆敷设管井、洞口均采用防火材料封堵等措施。

2、消防疏散通道

采用合理的布置措施保障消防车道路面宽度应大于 4m，回车场应大于 15m×15m，进场主交通公路环形相连，以保证在任何情况下的设备进厂、消防抢险和机组检修的要求。

3、防尘、防污染、防腐蚀、防毒对策措施

1) 防尘

本光伏电站周边环境较好，没有明显的粉尘来源。光伏发电生产各个工艺环节或设备亦不会产生明显的大量粉尘。

2) 防污染

按照规范要求，并针对可能造成周边环境和厂内空气污染的污染源，本光伏电站应采取如下防污染措施：

a) 设计应选用环保型无放射性、无毒性的建筑装饰材料，要求其性能均应符合国家有关卫生标准规定；

b) 厂区污水，应经过集中处理后才能排入下游尾水，厂内厕所污水经污水处理设备进行处理达到排放标准后，才能排入地面水体。

3) 防腐蚀

光伏发电生产过程基本不涉及具有腐蚀性的液体或气体。

4) 电磁辐射

本光伏电站出线电压为 0.4kV，电场强度对人体的影响是可以接受的，因此电磁辐射的影响并不突出，不需采取特殊措施。

6 安全期效果评价

在采取了安全防范措施及对生产运行人员进行安全教育和培训后，对光伏电站的安全运行提供了良好的生产条件，有助于减少生产人员错误操作而导致安全事故以及由于运行人员处理事故不及时而导致设备损坏和事故的进一步扩大，降低了经济损失，保障了生产的安全运行

7 主要结论和建议

根据本光伏电站特点，为保证主要建筑物在施工期和运行期的安全，建议生产经营单位建立健全监测制度，掌握有关建筑物的实际运行状况，以便及时对重点部位的安全状况做出综合评价，提做出预防及改进措施，以防患于未然。

本工程生产过程中，电气伤害事故、火灾爆炸事故的危险等级较高，是该光伏发电工程的主要劳动安全问题，在工程建成投产后应作为事故预防和劳动安全卫生管理工作的一项重要内容。本光伏电站应制定针对突发重大事故的预警机制、紧急处理措施与应急救援行动方案。对可能出现的重大事故，如火灾等典型事故做出相应的应急救援预案，以提高对突发重大事故的处理能力。

建议对本光伏发电工程建设全过程建立职业安全健康管理体系(OSHMS)。并在实践中对体系进行不断修正和完善，最终实现预防和控制工伤事故、职业病及其他损失的目标。

第十二章 节能降耗分析

1 设计依据

- 1) 《中华人民共和国建筑法》；
- 2) 《中华人民共和国节能能源法》；
- 3) 《中华人民共和国可再生能源法》；
- 4) 《中华人民共和国清洁生产促进法》；
- 5) 《建设工程质量管理条例》（国务院令第 279 号）；
- 6) 《建设工程勘察设计管理条例》（国务院令第 293 号）；
- 7) 《民用建筑节能管理规定》（建设部令第 76 号）；
- 8) 《实施工程建设强制性标准监督规定》（建设部令第 81 号）；
- 9) 《国家发展改革委关于加强固定资产投资项目节能评估和审查工作的通知》[发改投资[006]2787 号]；
- 10) 《国家发展改革委关于印发固定资产投资项目节能评估和审查指南(2006)的通知》；
- 11) 《公共建筑节能设计标准》GB50189-2005；
- 12) 《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2014；

- 13) 《绿色建筑技术导则》(建科[2005]199 号);
- 14) 《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JCJ75-2003;
- 15) 《民用建筑节能设计标准》(采暖居住建筑部分) JCJ26-2010;
- 16) 《采暖通风与空气调节设计规范》GB50019-2003;
- 17) 《外墙外保温工程技术规程》JGJ144-2008;
- 18) 《民用建筑热工设计规范》GB50176-93;
- 19) 《建筑照明设计标准》GB50034-2013;
- 20) 《建筑采光设计标准》GB/T 50033-2013;
- 21) 《采暖居住建筑节能检验标准》JGJ 132-2001;
- 22) 《民用建筑电气设计规范》JGJ16-2008;
- 23) 《空调通风系统运行管理规范》GB50365-2005。

2 主要节能降耗措施

1 主要电气设备节能降耗措施

主要电气设备选择以安全、可靠、低能耗、高效、舒适、节约资源、有益于环保为基本原则进行。在进行本光伏电站主机设备参数选择时，与多个类似工程和类似设备进行了对照比较，在选择过程中考虑了提高效率、降低能耗的要求。

1) 光伏组件

主要选择技术成熟和先进的光伏组件。

2) 集电线路

在布置上尽量减小集电线路的长度，减小从直流防雷配电箱到逆变升压配电室的光伏电缆的长度，以减少电能损耗。

2、主要施工技术及节能降耗措施

光伏发电工程能耗较多的项目为混凝土施工及钢制梁及檩条制作安装，施工组织设计中不仅要合理选择施工机械，降低机械能耗，而且混凝土采用商品混凝土直接运输至施工现场，是本工程降低能耗和工程造价的措施之一。

3、运行期管理维护的节能措施建议运行期管理维护措施

光伏电站投运后，应加强设备的维护，同时还应注意以下问题：

对主要电气设备运行，定期进行巡视观察，将问题处理在事故发生前，发现问题及时处理，保证设备长期安全运行。

主要照明场所应做到灯具分组控制，根据不同工作环境的照明需要调整照度，不需要照明的时候应随时关掉电源，以达到全厂节能运行。

3 节能降耗效益分析

光伏电站的生产过程是将当地的太阳能转变为电能的过程。在整个流程中，不需要消耗其他常规能源，不产生大气、液体、固体废弃物等方面的污染物，也不会产生大的噪声污染。太阳能的节能效益主要体现在光伏电站运行时不需要消耗其他常规能源，环境效益主要体现在不排放任何有害气体和不消耗水资源。

本项目光伏建设分为 7 个区域，根据《中国电力减排研究 2012》；

广东省科学院乳源产业科技服务中心屋顶光伏电站建成以后，平均每年可为电网提供清洁电能 38.24 万 kWh，与燃煤电厂相比，以供电标煤煤耗 326g/(kWh)计，本工程建成后，每年可节约标煤 115.28 吨。相应每年可减少多种大气污染物的排放，其中减少二氧化硫(SO₂)排放量约 0.03 吨，氮氧化物(NO₂)0.6 吨，二氧化碳(CO₂)316.6 吨，还可减少烟尘排放量约 0.008 吨。

乳源县桂头镇农贸市场 1/2 号屋顶光伏电站建成以后，平均每年可为电网提供清洁电能 38.14 万 kWh，与燃煤电厂相比，以供电标煤煤耗 326g/(kWh)计，本工程建成后，每年可节约标煤 114.9 吨。相应每年可减少多种大气污染物的排放，其中减少二氧化硫(SO₂)排放量约 0.03 吨，氮氧化物(NO₂)0.06 吨，二氧化碳(CO₂)315.8 吨，还可减少烟尘排放量约 0.008 吨。

乳源县桂头镇农贸市场 3/4 号屋顶光伏电站建成以后，平均每年可为电网提供清洁电能 38.14 万 kWh，与燃煤电厂相比，以供电标煤煤耗 326g/(kWh)计，本工程建成后，每年可节约标煤 114.9 吨。相应每年可减少多种大气污染物的排放，其中减少二氧化硫(SO₂)排放量约 0.03 吨，氮氧化物(NO₂)0.06 吨，二氧化碳(CO₂)315.8 吨，还可减少烟尘排放量约 0.008 吨。

乳源县乳城镇金瑶山商务楼屋顶光伏电站建成以后，平均每年可为电网提供清洁电能 27.17 万 kWh，与燃煤电厂相比，以供电标煤煤耗 326g/(kWh)计，本工程建成后，每年可节约标煤 81.9 吨。相应每年可减少多种大气污染物的排放，其中减少二氧化硫(SO₂)排放量约 0.03 吨，氮氧化物(NO₂)0.03 吨，二氧化碳(CO₂)224.95 吨，还可减少烟尘排放量约 0.01 吨。

韶关胜蓝电子科技有限公司屋顶光伏电站建成以后，平均每年可为电网提供清洁电能 172.17 万 kW·h，与燃煤电厂相比，以供电标煤煤耗 301.5g/(kWh)计，本工程建成后，每年可节约标煤 519.1 吨。相应每年可减少多种大气污染物的排放，其中减少二氧化硫(SO₂)排放量约 0.18 吨，氮氧化物(NO₂)0.27 吨，二氧化碳(CO₂)1425.59 吨，还可减少烟尘排放量约 0.03 吨。

韶关威鸣研磨材料有限公司厂房屋顶光伏电站建成以后，平均每年可为电网提供清洁电能 97.1 万 kWh，与燃煤电厂相比，以供电标煤煤耗 301.5g/(kWh)计，本工程建成后，每年可节约

标煤 292.7 吨。相应每年可减少多种大气污染物的排放，其中减少二氧化硫(SO₂)排放量约 0.09 吨，氮氧化物(NO₂)0.149 吨，二氧化碳(CO₂)803.97 吨，还可减少烟尘排放量约 0.02 吨。

粤北农特产品电商物流商贸城乳源瑶街屋顶光伏电站建成以后，平均每年可为电网提供清洁能源 98.44 万 kWh，与燃煤电厂相比，以供电标煤煤耗 326g/(kWh)计，本工程建成后，每年可节约标煤 296.8 吨。相应每年可减少多种大气污染物的排放，其中减少二氧化硫(SO₂)排放量约 0.104 吨，氮氧化物(NO₂)0.157 吨，二氧化碳(CO₂)815.12 吨，还可减少烟尘排放量约 0.022 吨。

可见，建设本工程可以减少化石资源的消耗，有利于缓解环境保护压力，实现经济与环境的协调发展，项目节能和环保效益显著。

第十三章 工程估算

1 编制说明

1、主要编制原则及依据

1) 主要编制原则及参考依据

(1) 项目划分：报告编制依据《光伏发电工程设计概算编制规定及费用标准》NB/T 32027-2016。

(2) 定额及取费：建筑，安装工程执行《光伏发电工程概算定额》NB/T32035-2016，不足部分参照《电力建设工程定额》（2013 版）进行补充。其它费用取费依据《光伏发电工程设计概算编制规定及费用标准》NB/T32027-2016。

(3) 工程量：本工程此阶段各专业提供的设计提资单、说明书及设备材料清册。主要设备、组件按照市场价格计列。

(4) 项目为资金投入；资本金比例按 20%考虑, 80%贷款。

(5) 《关于做好建筑业营改增建设工程计价依据调整准备工作的通知》（建办标〔2016〕4 号）。

(6) 关于发布《建筑业营业税改征增值税后光伏发电工程计价依据调整实施意见》-可再生定额[2016]61 号。

2) 人工预算单价的编制人工预算单价按：《光伏发电工程设计概算编制规定及费用标准》NB/T 32027-2016

2 估算计算书

详见附件《韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）工程建设估算书》

第十四章 财务评价与社会效果分析

财务评价主要是根据国家现行财税制度，分析测算项目的实际收入和支出，考察其获利能力，清偿能力等财务状况，以评价项目的财务可行性。计算期 25 年，其中建设期 3 个月。5 个区域财务评价分析以采用“全额上网”模式进行分析评价，2 个区域财务评价分析以采用“自发自用，余电上网”模式进行分析评价。

1 概述

根据施工总进度安排，该项目建设期 3 个月。本工程静态投资 2370.64 万元，单位千瓦静态投资为 4519.28 元/kW。建设利息 14.05 万元，本工程动态投资 2384.69 万元，单位千瓦动态投资为 4546.06 元/kW。

2 财务评价依据

工程财务评价依据国家计委颁发的《建设项目经济评价方法与参数(第四版)》、《CGD 光伏发电工程软件—经济评价软件》以及国家新近颁发的有关财税规定的要求进行。

3 资金筹措

项目资本金按 20%。项目建设期为 3 个月。

投资计划与资金筹措表

序号	项目名称	合计	计算期
			第 1 年
1	总投资	2400	2400
1.1	建设投资	2371	2371
1.2	建设期利息	14	14
1.3	流动资金	16	16

2	资金筹措	2400	2400
2.1	资本金（资金筹措）	480	480
2.1.1	建设投资资本金	477	477
2.1.2	流动资金资本金	3	3
2.2	借款	1920	1920
2.2.1	长期借款	1908	1908
	长期借款本金	1894	1897
	建设期利息	14	14
2.2.2	流动资金借款	13	13

4 分析和评价

4.1 总成本费用

发电总成本费用包括经营、折旧摊销和利息支出，其中修理费、职工工资及福利费、劳保统筹住房公积金材料险和其他费用。发电经营成本为不包括折旧费和利息支出的全部用。

- 1) 折旧费：项目的固定资产形成率按 95%计，残值率 5.0% ，按 25 年折旧；
- 2) 修理费：0.5%；
- 3) 本项目设计为无人值守站，但需安排 2 人巡检，工资加福利等平均按 8 万元/人年计，福利费系数为 30% ；
- 4) 保险费：保险费率按 0.25%计列；
- 5) 材料费和其它费用：材料费定额每千瓦 5 元；其它费定额每千瓦 10 元。
- 6) 摊销费：摊销费包括无形资产和递延的分期，本工程待用。
- 7) 利息支出：利息支出为固定资产和流动金在生期应从成本中付的借款息，固定资产投借款利依各年还贷情况而不同。
- 8) 职工人数：2 人。本工程拟采用无人值班，少人巡查控制方式，减少人员成本，实现一体化管理。
- 9) 屋面租金：按 6 元/m² 计算。

总成本费用计算见附表 02

4.2 发电效益计算

1) 发电量收入

发电收入是上网电量和上网电价的乘积。

本项目计算期内发电收入总额为 5901.8 万元（不含增值税）。

2) 税金

本项目应缴纳的税金包括增值税、销售税金附加和所得税。

a) 增值税

根据财政部和国家税务总局财税[2016]81 号《关于继续执行光伏发电增值税政策的通知》，对纳税人销售自产的利用太阳能生产的电力产品，实行增值税优惠政策。增值税税率为 13%。

b) 销售税金附加

销售税金附加包括城市维护建设税和教育费附加，以应交增值税税额为计算基数。本项目城市维护建设税税率取 3%，教育费附加费率取 3%。

c) 所得税

所得税按应纳税所得额计算，本项目的应纳税所得额为发电收入扣除成本、增值税和销售税金附加后的余额。光伏发电新建项目属于公共基础设施项目企业所得税优惠的项目，根据国税发[2009]80 号《国家税务总局关于实施国家重点扶持的公共基础设施项目企业所得税优惠问题的通知》，其投资经营的所得，自该项目取得第一笔生产经营收入所属纳税年度起，所得税按照 25%征收。

3) 利润及分配

发电收入扣除总成本费用、增值税和销售税金附加后即为发电利润，发电利润扣除应交所得税即为税后利润。税后利润提取 10%的法定盈余公积金后，剩余部分为可分配利润；再扣除分配给投资者的应付利润，即为未分配利润。

本项目计算期内发电利润总额为 1699.58 万元。

利润与利润分配见附表 03。

4.3 清偿能力分析

1) 借款还本付息

a) 贷款偿还期及上网电价收入

本项目 5 个区域（广东省科学院乳源产业科技服务中心屋顶、乳源县桂头镇农贸市场 1/2 号屋顶、乳源县桂头镇农贸市场 3/4 号屋顶、乳源县乳城镇金瑶山商务楼屋顶、粤北农特产品电商物流商贸城乳源瑶街屋顶）“全额上网”经营期上网电价(含增值税)0.453 元/kWh 测算。80%贷款。

本项目韶关胜蓝电子科技有限公司屋顶“自发自用，余电上网”按本地消纳 80%，上网 20%测算，本项目采用资本金加贷款模式，资本金 20%，贷款利率 4.45%，贷款偿还期 15 年。

本项目韶关威鸣研磨材料有限公司厂房屋顶“自发自用，余电上网”按本地消纳 50%，上网 50%测算，本项目采用资本金加贷款模式，资本金 20%，贷款利率 4.45%，贷款偿还期 15 年。

b) 还贷资金

电场还贷资金主要包括发电未分配利润和折旧费等。还贷期内未分配利润和折旧费全部用

于还贷。

c) 贷款还本付息

按经营期含增值税上网电价进行贷款还本付息计算。计算结果表明工程在开工后 第 15 年可还清固定资产本息

还本付息计算见附表 04。

2) 资金来源与运用

计算结果表明，项目从开工起第 5 年开始出现资金盈余，计算期内累计盈余资金为 1950 万元。

财务计划现金流量见附表 05。

3) 资产负债分析

计算表明，本项目仅在建设期负债率较高（峰值达 79.45 %），随着机组投产发电，资产负债率逐渐下降；还清固定资产本息后，资产负债率为 0%。说明该项目偿还债务的能力较强。

4.4 盈利能力分析

本项目单位千瓦投资为 4519.28 元/kW，545Wp 单晶光伏电池 2.05 元/Wp，其他分析条件详见第 14 章中相关数据和表格。

项目投资回收期（税后）为 12.85 年，总投资收益率为 4.14%，资本金净利润率为 12.22%，全部投资财务内部收益率（税前）为 6.91%，全部投资财务内部收益率（税后）为 6.3%，资本金财务内部收益率（税后）为 8.58%。

项目投资现金流量见附表 06，项目资本金现金流量见附表 07。

4.5 敏感性分析

项目财务评价敏感性分析，考虑固定资产投资、发电量等不确定因素变化时，对电量等财务指标的影响，或者考虑电价不变，固定资产投资、发电量等不确定因素变化时，对财务内部收益率的影响，本次项目财务评价主要按后者进行了敏感性分析。从国内光伏项目的实际建设资料看，场固定资产投资增加幅度一般不超过 5%，考虑到机组设备招标情况变化的可能性，本次对利率不变、投资变化±5%、±10%的情况进行了分析；考虑发电量单独变化对财务内部收益率的影响时，电量变化幅度按±5%考虑，同时考虑变化±10%对财务指标的影响。

敏感性分析表

变化因素	变化率 (%)	项目投资内部收益率 (所得税后) (%)	项目投资内部收益率 (所得税后) 变化率 (%)	项目投资内部收益率 (所得税后) 敏感度系数	资本金内部收益率 (%)	资本金内部收益率 变化率 (%)	资本金内部收益率 敏感度系数	资本金净利润率 (%)	资本金净利润率 变化率 (%)	资本金净利润率 敏感度系数
电量	-10	6.21	-1.36	0.14	8.35	-2.68	0.27	11.93	-2.36	0.24

	-5	6.26	-0.68	0.14	8.47	-1.34	0.27	12.07	-1.18	0.24
	0	6.3	0	0	8.58	0	0	12.22	0	0
	5	6.34	0.68	0.14	8.7	1.35	0.27	12.36	1.18	0.24
	10	6.38	1.35	0.14	8.81	2.7	0.27	12.51	2.36	0.24
上网电 1 价(含税)	-10	6.21	-1.36	0.14	8.35	-2.68	0.27	11.93	-2.36	0.24
	-5	6.26	-0.68	0.14	8.47	-1.34	0.27	12.07	-1.18	0.24
	0	6.3	0	0	8.58	0	0	12.22	0	0
	5	6.34	0.68	0.14	8.7	1.35	0.27	12.36	1.18	0.24
	10	6.38	1.35	0.14	8.81	2.7	0.27	12.51	2.36	0.24
静态投资	-10	7.57	20.26	-2.03	12.34	43.76	-4.38	16.56	35.51	-3.55
	-5	6.91	9.66	-1.93	10.3	20.04	-4.01	14.27	16.83	-3.37
	0	6.3	0	0	8.58	0	0	12.22	0	0
	5	5.74	-8.86	-1.77	7.11	-17.17	-3.43	10.35	-15.25	-3.05
	10	5.23	-17.03	-1.7	5.83	-32.08	-3.21	8.65	-29.16	-2.92

4.6 财务评价结论

本项目投资回收期(税后)为 12.85 年,总投资收益率为 4.14%,资本金净利润率为 12.22%,全部投资财务内部收益率(税前)为 6.91%,全部投资财务内部收益率(税后)为 6.3%,资本金财务内部收益率(税后)为 8.58%。

5 社会效果分析

光伏发电属于利用可再生的清洁能源,符合国家产业政策和可持续发展战略,具有较好的经济效益、社会效益和环境效益。根据本期工程的工程条件,是适宜建设光伏发电工程的。在光照资源充足的条件下,通过科学、合理所确定的光伏板位布置,一定能够产生最大的经济效益。按照上述内容要求就本项目建设所产生的社会效果:随着社会的发展,能源需求将不断增长,在我国化石资源已日趋紧缺,能源的过度开发导致的生态环境问题已日益突出。能源供应和环境保护是国民经济可持续发展的基本条件。光伏发电,由于其所特有的可再生性,在产生能源的同时,极少的消耗其它资源和能源,保护了生态环境,改善了电力能源结构,进而促进了国民经济的可持续发展,为创造和谐社会起到了积极的促进作用。

本项目的建设,积极响应了国家推动分布式光伏发展建设,将会极大地推动和促进当地后续光伏事业的发展。可以预计,随着光伏发电规模的扩大,直接效益体现在:建设项目的增加,

带动当地建筑业、建材业的发展；装机容量的增加，带来发电收入的增加，地方税收增加；间接效益将体现在：光伏的建设，优化了电网电源结构，增加了能源供给，势必建立起良好的经济发展硬环境；良好的硬环境下，必将促进相关产业的快速发展。将增加居民就业，就业的增加使居民平均收入水平提高；当地财税增加，公共设施得以完善，生活福利水平提高；还将促进城市化的进程，进而提高当地居民的物质和精神文明的生活水平。

第十五章 项目可行性分析结论

1) 本项目经过经济及技术比较分析。

5 个区域（广东省科学院乳源产业科技服务中心屋顶、乳源县桂头镇农贸市场 1/2 号屋顶、乳源县桂头镇农贸市场 3/4 号屋顶、乳源县乳城镇金瑶山商务楼屋顶、粤北农特产品电商物流商贸城乳源瑶街屋顶）采用“全额上网”模式。

2 个区域（韶关胜蓝电子科技有限公司屋顶、韶关威鸣研磨材料有限公司厂房屋顶）采用“自发自用，余电上网”模式

2) 工程场址区域多年平均总太阳辐射量为 1288.26kWh/m²，太阳能资源丰富，具有一定的开发前景。

3) 本工程安装 9625 块 545Wp 单晶硅光伏组件，装机总容量为 5245.625kW。分 7 个区域安装，分别为：

1、广东省科学院乳源产业科技服务中心屋顶所发电量采用“全额上网”模式，项目共设计安装 724 块 545Wp 单晶硅光伏组件，光伏电站总容量为 394.58kWp，预计 25 年运营期内平均年上网电量约为 38.24 万 kWh，年等效满负荷利用小时数约为 969h。

2、乳源县桂头镇农贸市场 1/2 号屋顶所发电量采用“全额上网”模式，项目共设计安装 720 块 545Wp 单晶硅光伏组件，光伏电站总容量为 392.4kWp，预计 25 年运营期内平均年上网电量约为 38.14 万 kWh，年等效满负荷利用小时数约为 969h。

3、乳源县桂头镇农贸市场 3/4 号屋顶所发电量采用“全额上网”模式，项目共设计安装 720 块 545Wp 单晶硅光伏组件，光伏电站总容量为 392.4kWp，预计 25 年运营期内平均年上网电量约为 38.14 万 kWh，年等效满负荷利用小时数约为 969h。

4、粤北农特产品电商物流商贸城乳源瑶街屋顶所发电量采用“全额上网”模式，项目共设计安装 1864 块 545Wp 单晶硅光伏组件，光伏电站总容量为 1015.88kWp，预计 25 年运营期内平均年上网电量约为 98.44 万 kWh，年等效满负荷利用小时数约为 969h。

5、乳源县乳城镇金瑶山商务楼屋顶所发电量采用“全额上网”模式，项目共设计安装 504 块 545Wp 单晶硅光伏组件，光伏电站总容量为 274.68kWp，预计 25 年运营期内平均年上网电

量约为 27.17 万 kWh，年等效满负荷利用小时数约为 970h。

6、韶关胜蓝电子科技有限公司屋顶所发电量采用“余电上网”模式，项目共设计安装 3260 块 545Wp 单晶硅光伏组件，光伏电站总容量为 1776.7kWp，预计 25 年运营期内平均年上网电量约为 172.17 万 kWh，年等效满负荷利用小时数约为 931h。

7、韶关威鸣研磨材料有限公司厂房屋顶所发电量采用“余电上网”模式，项目共设计安装 1833 块 545Wp 单晶硅光伏组件，光伏电站总容量为 998.985kWp，预计 25 年运营期内平均年上网电量约为 97.1 万 kWh，年等效满负荷利用小时数约为 969h。

4) 本工程静态投资 2370.64 万元，单位千瓦静态投资为 4519.28 元/kW。建设利息 14.05 万元，本工程动态投资 2384.69 万元，单位千瓦动态投资为 4546.06 元/kW。

5) 项目投资回收期(税后)为 12.85 年，总投资收益率为 4.14%，资本金净利润率为 12.22%，全部投资财务内部收益率(税前)为 6.91%，全部投资财务内部收益率(税后)为 6.3%，资本金财务内部收益率(税后)为 8.58%。财务评价基本可行。

6) 本项目分为 7 个区域安装，项目完成后具备较好的节能和环保效益。

广东省科学院乳源产业科技服务中心屋顶光伏电站建成以后，平均每年可为电网提供清洁电能 38.24 万 kWh，与燃煤电厂相比，以供电标煤煤耗 326g/(kWh)计，本工程建成后，每年可节约标煤 115.28 吨。相应每年可减少多种大气污染物的排放，其中减少二氧化硫(SO₂)排放量约 0.03 吨，氮氧化物(NO₂)0.6 吨，二氧化碳(CO₂)316.6 吨，还可减少烟尘排放量约 0.008 吨。

乳源县桂头镇农贸市场 1/2 号屋顶光伏电站建成以后，平均每年可为电网提供清洁电能 38.14 万 kWh，与燃煤电厂相比，以供电标煤煤耗 326g/(kWh)计，本工程建成后，每年可节约标煤 114.9 吨。相应每年可减少多种大气污染物的排放，其中减少二氧化硫(SO₂)排放量约 0.03 吨，氮氧化物(NO₂)0.06 吨，二氧化碳(CO₂)315.8 吨，还可减少烟尘排放量约 0.008 吨。

乳源县桂头镇农贸市场 3/4 号屋顶光伏电站建成以后，平均每年可为电网提供清洁电能 38.14 万 kWh，与燃煤电厂相比，以供电标煤煤耗 326g/(kWh)计，本工程建成后，每年可节约标煤 114.9 吨。相应每年可减少多种大气污染物的排放，其中减少二氧化硫(SO₂)排放量约 0.03 吨，氮氧化物(NO₂)0.06 吨，二氧化碳(CO₂)315.8 吨，还可减少烟尘排放量约 0.008 吨。

乳源县乳城镇金瑶山商务楼屋顶光伏电站建成以后，平均每年可为电网提供清洁电能 27.17 万 kWh，与燃煤电厂相比，以供电标煤煤耗 326g/(kWh)计，本工程建成后，每年可节约标煤 81.9 吨。相应每年可减少多种大气污染物的排放，其中减少二氧化硫(SO₂)排放量约 0.03 吨，氮氧化物(NO₂)0.03 吨，二氧化碳(CO₂)224.95 吨，还可减少烟尘排放量约 0.01 吨。

韶关胜蓝电子科技有限公司屋顶光伏电站建成以后，平均每年可为电网提供清洁电能 172.17 万 kW·h，与燃煤电厂相比，以供电标煤煤耗 301.5g/(kWh)计，本工程建成后，每年可节约标煤 519.1 吨。相应每年可减少多种大气污染物的排放，其中减少二氧化硫(SO₂)排放量约

0.18 吨，氮氧化物(NO₂)0.27 吨，二氧化碳(CO₂)1425.59 吨，还可减少烟尘排放量约 0.03 吨。

韶关威鸣研磨材料有限公司厂房屋顶光伏电站建成以后，平均每年可为电网提供清洁电能 97.1 万 kWh，与燃煤电厂相比，以供电标煤煤耗 301.5g/(kWh)计，本工程建成后，每年可节约标煤 292.7 吨。相应每年可减少多种大气污染物的排放，其中减少二氧化硫(SO₂)排放量约 0.09 吨，氮氧化物(NO₂)0.149 吨，二氧化碳(CO₂)803.97 吨，还可减少烟尘排放量约 0.02 吨。

粤北农特产品电商物流商贸城乳源瑶街屋顶光伏电站建成以后，平均每年可为电网提供清洁电能 98.44 万 kWh，与燃煤电厂相比，以供电标煤煤耗 326g/(kWh)计，本工程建成后，每年可节约标煤 296.8 吨。相应每年可减少多种大气污染物的排放，其中减少二氧化硫(SO₂)排放量约 0.104 吨，氮氧化物(NO₂)0.157 吨，二氧化碳(CO₂)815.12 吨，还可减少烟尘排放量约 0.022 吨。

可见，建设本工程可以减少化石资源的消耗，有利于缓解环境保护压力，实现经济与环境的协调发展，项目节能和环保效益显著。

综上所述，场址所在区域具备良好的太阳能资源开发条件，场地基本稳定，光伏并网发电技术设计方案合理，财务评价基本可行，故韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）项条件较为充分，适于投资建设。

第十六章 附表及附图

1 附表

1、主要设备材料表

附表 01：投资计划与资金筹措表

附表 02：总成本费用表

附表 03：利润和利润分配表

附表 04：借款还本付息计划表

附表 05：财务计划现金流量表

附表 06：项目投资现金流量表

附表 07：项目资本金现金流量表

附表 08：资产负债表

附表 09：财务指标汇总表

附表 10：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）工程建设估算书

2 附图

附图 01：广东省科学院乳源产业科技服务中心屋顶分布式光伏布置平面图

附图 02：乳源县桂头镇农贸市场 1/2 号屋顶分布式光伏布置平面图

附图 03：乳源县桂头镇农贸市场 3/4 号屋顶分布式光伏布置平面图

附图 04：乳源县乳城镇金瑶山商务楼屋顶分布式光伏布置平面图

附图 05：韶关胜蓝电子科技有限公司屋顶分布式光伏布置平面图

附图 06：韶关威鸣研磨材料有限公司厂房屋顶分布式光伏布置平面图

附图 07：粤北农特产品电商物流商贸城乳源瑶街屋顶分布式光伏布置平面图

附图 08：混凝土屋面逆变器安装固定支架图

附图 09：混凝土屋面光伏系统支架施工大样图（一~三）

附图 10：一字形车棚 光伏系统支架施工图

附图 11：基础大样图（车棚）

附图 12：M22 地脚螺栓加工图（车棚）

附图 13：彩钢瓦屋面光伏组件支架安装详图

附图 14：彩钢瓦屋面检修通道示意图

附图 15：彩钢瓦屋面桥架支架示意图

附图 16：彩钢瓦屋面逆变器支架示意图

主要工程量清单

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

序号	名称	规格	数量	单位	备注
电气部分					
1	光伏组件	545Wp	9625	块	
2	逆变器	20kW	1	台	
3	逆变器	30kW	29	台	
4	逆变器	40kW	28	台	
5	逆变器	50kW	45	台	
6	更换10kV计量装置		2	组	
7	0.4kV并网柜		9	台	
8	汇流箱		26	台	
9	计量柜		5	台	
10	低压导线	BLVV-240	200	米	
11	低压导线	BLVV-185	80	米	
12	低压导线	BLVV-35	400	米	
13	低压导线	BLVV-25	150	米	
14	交流电缆	ZR-YJLV ₂₂ -0.6/1kV-4×25	1160	米	
15	交流电缆	ZR-YJLV ₂₂ -0.6/1kV-3×35+1×16	3650	米	
16	交流电缆	ZR-YJLV ₂₂ -0.6/1kV-3×50+1×25	1250	米	
17	交流电缆	ZR-YJLV ₂₂ -0.6/1kV-3×70+1×35	500	米	
18	交流电缆	ZR-YJLV ₂₂ -0.6/1kV-3×150+1×70	960	米	
19	交流电缆	ZR-YJLV ₂₂ -0.6/1kV-3×185+1×95	1090	米	
20	交流电缆	ZR-YJLV ₂₂ -0.6/1kV-3×240+1×120	980	米	
21	PVC管	ø20	9800	米	
22	PVC管	ø50	5290	米	
23	PVC管	ø75	2825	米	
24	PVC管	ø110	1320	米	
25	直流电缆	PV1-F-1×4	####	米	
26	0.4kV低压电缆槽	200*150	1700	米	
接地部分					
1	组件接地导线	BVV-25（黄绿双色线）	2690	米	
2	接地安装-接地 母线-16圆钢		3000	米	
3	接地安装-接地 极-镀锌角钢 50*50*1500		600	根	
土建及结构部分					
1	电缆沟（二管）		280	米	

2	电缆沟（四管）		1674	米	
3	混凝土防水包封		2841	座	
4	混凝土基础		18	座	
5	支架安装		141	吨	
消防及调试部分					
1	灭火器箱（含2具 手提灭火器）		62	套	
2	0.4kV系统调试		16	段	

项目投资现金流量表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计								
			第1年	第2年	第3年	第4年	第5年	第6年	第7年	第8年
1	现金流入	6019		253	252	250	249	247	246	245
1.1	营业收入	5902		253	252	250	249	247	246	245
1.2	补贴收入									
1.3	回收固定资产余值	101								
1.4	回收流动资金	16								
2	现金流出	3518	2386	25	25	25	25	25	25	25
2.1	建设投资	2371	2371							
2.2	流动资金	16	16							
2.3	经营成本	1334		56	56	56	55	55	55	55
2.4	营业税金及附加	48								
2.5	建设期可抵扣的增值税	-250		-31	-31	-31	-31	-31	-30	-30
3	所得税前净现金流量(1-2)	2501	-2386	228	227	226	224	223	221	220
4	累计所得税前净现金流量		-2386	-2158	-1931	-1706	-1481	-1258	-1037	-817
5	调整所得税	301					8	8	8	15
6	所得税后净现金流量(3-5)	2200	-2386	228	227	226	216	215	214	205
7	累计所得税后净现金流量		-2386	-2158	-1931	-1706	-1489	-1274	-1061	-856
		所得税后(Ie = 6%)				所得税前(Ie = 7%)				
	计算指标：财务内部收益率	6.3%				6.91%				
	财务净现值	59.23万元				-17.29万元				
	投资回收期	12.85年				12.24年				

项目投资现金流量表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计	计算期							
			第9年	第10年	第11年	第12年	第13年	第14年	第15年	第16年
1	现金流入	6019	243	242	240	239	237	236	235	234
1.1	营业收入	5902	243	242	240	239	237	236	235	234
1.2	补贴收入									
1.3	回收固定资产余值	101								
1.4	回收流动资金	16								
2	现金流出	3518	24	52	57	57	56	56	56	56
2.1	建设投资	2371								
2.2	流动资金	16								
2.3	经营成本	1334	54	54	54	54	54	53	53	53
2.4	营业税金及附加	48		2	3	3	3	3	3	3
2.5	建设期可抵扣的增值税	-250	-30	-5						
3	所得税前净现金流量(1-2)	2501	219	190	183	182	181	180	179	178
4	累计所得税前净现金流量		-598	-408	-225	-43	138	318	497	675
5	调整所得税	301	15	15	14	16	16	15	15	15
6	所得税后净现金流量(3-5)	2200	204	176	169	166	165	164	163	163
7	累计所得税后净现金流量		-652	-477	-308	-141	24	188	352	515
		所得税后 (Ie = 6%)				所得税前 (Ie = 7%)				
	计算指标：财务内部收益率	6.3%				6.91%				
	财务净现值	59.23万元				-17.29万元				
	投资回收期	12.85年				12.24年				

项目投资现金流量表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计								
			第17年	第18年	第19年	第20年	第21年	第22年	第23年	第24年
1	现金流入	6019	232	230	229	227	226	225	223	222
1.1	营业收入	5902	232	230	229	227	226	225	223	222
1.2	补贴收入									
1.3	回收固定资产余值	101								
1.4	回收流动资金	16								
2	现金流出	3518	56	55	55	55	55	54	54	54
2.1	建设投资	2371								
2.2	流动资金	16								
2.3	经营成本	1334	53	52	52	52	52	52	51	51
2.4	营业税金及附加	48	3	3	3	3	3	3	3	3
2.5	建设期可抵扣的增值税	-250								
3	所得税前净现金流量(1-2)	2501	176	175	174	173	172	170	169	168
4	累计所得税前净现金流量		851	1026	1200	1373	1544	1714	1884	2052
5	调整所得税	301	15	15	15	14	14	14	14	14
6	所得税后净现金流量(3-5)	2200	161	160	159	158	157	156	155	154
7	累计所得税后净现金流量		676	836	996	1154	1311	1468	1623	1778
		所得税后 (Ie = 6%)				所得税前 (Ie = 7%)				
	计算指标：财务内部收益率	6.3%				6.91%				
	财务净现值	59.23万元				-17.29万元				
	投资回收期	12.85年				12.24年				

项目投资现金流量表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计								
			第25年	第26年						
1	现金流入	6019	220	336						
1.1	营业收入	5902	220	219						
1.2	补贴收入									
1.3	回收固定资产余值	101		101						
1.4	回收流动资金	16		16						
2	现金流出	3518	54	53						
2.1	建设投资	2371								
2.2	流动资金	16								
2.3	经营成本	1334	51	51						
2.4	营业税金及附加	48	3	3						
2.5	建设期可抵扣的增值税	-250								
3	所得税前净现金流量(1-2)	2501	167	283						
4	累计所得税前净现金流量		2219	2501						
5	调整所得税	301	13	13						
6	所得税后净现金流量(3-5)	2200	153	270						
7	累计所得税后净现金流量		1931	2200						
		所得税后 (Ie = 6%)			所得税前 (Ie = 7%)					
	计算指标：财务内部收益率	6.3%			6.91%					
	财务净现值	59.23万元			-17.29万元					
	投资回收期	12.85年			12.24年					

项目资本金现金流量表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计								
			第1年	第2年	第3年	第4年	第5年	第6年	第7年	第8年
1	现金流入	6019		253	252	250	249	247	246	245
1.1	营业收入	5902		253	252	250	249	247	246	245
1.2	补贴收入									
1.3	回收固定资产余值	101								
1.4	回收流动资金	16								
2	现金流出	4553	480	238	232	227	224	219	214	212
2.1	项目资本金	480	480							
2.2	借款本金偿还	1920		127	127	127	127	127	127	127
2.3	借款利息支付	788		86	80	75	70	64	59	53
2.4	经营成本	1334		56	56	56	55	55	55	55
2.5	营业税金及附加	48								
2.6	所得税	233					3	3	3	7
2.7	建设期可抵扣的增值税	-250		-31	-31	-31	-31	-31	-30	-30
3	净现金流量(1-2)	1466	-480	15	19	23	25	29	32	32
		所得税后 (Ie = 8%)								
	计算指标：财务内部收益率	8.58%								
	财务净现值	37.72万元								
	投资回收期	17.21年								

项目资本金现金流量表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计	计算期							
			第9年	第10年	第11年	第12年	第13年	第14年	第15年	第16年
1	现金流入	6019	243	242	240	239	237	236	235	234
1.1	营业收入	5902	243	242	240	239	237	236	235	234
1.2	补贴收入									
1.3	回收固定资产余值	101								
1.4	回收流动资金	16								
2	现金流出	4553	207	230	232	230	227	223	220	216
2.1	项目资本金	480								
2.2	借款本金偿还	1920	127	127	127	127	127	127	127	127
2.3	借款利息支付	788	48	44	39	36	32	29	25	21
2.4	经营成本	1334	54	54	54	54	54	53	53	53
2.5	营业税金及附加	48		2	3	3	3	3	3	3
2.6	所得税	233	8	8	8	10	11	11	11	12
2.7	建设期可抵扣的增值税	-250	-30	-5						
3	净现金流量(1-2)	1466	36	11	8	9	11	13	15	17
		所得税后(Ie = 8%)								
	计算指标：财务内部收益率	8.58%								
	财务净现值	37.72万元								
	投资回收期	17.21年								

项目资本金现金流量表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计								
			第17年	第18年	第19年	第20年	第21年	第22年	第23年	第24年
1	现金流入	6019	232	230	229	227	226	225	223	222
1.1	营业收入	5902	232	230	229	227	226	225	223	222
1.2	补贴收入									
1.3	回收固定资产余值	101								
1.4	回收流动资金	16								
2	现金流出	4553	80	77	73	70	69	69	68	68
2.1	项目资本金	480								
2.2	借款本金偿还	1920								
2.3	借款利息支付	788	12	8	4	1	1	1	1	1
2.4	经营成本	1334	53	52	52	52	52	52	51	51
2.5	营业税金及附加	48	3	3	3	3	3	3	3	3
2.6	所得税	233	13	14	14	14	14	14	14	14
2.7	建设期可抵扣的增值税	-250								
3	净现金流量(1-2)	1466	151	154	156	158	157	156	155	154
		所得税后(Ie = 8%)								
	计算指标：财务内部收益率	8.58%								
	财务净现值	37.72万元								
	投资回收期	17.21年								

项目资本金现金流量表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计								
			第25年	第26年						
1	现金流入	6019	220	336						
1.1	营业收入	5902	220	219						
1.2	补贴收入									
1.3	回收固定资产余值	101		101						
1.4	回收流动资金	16		16						
2	现金流出	4553	68	80						
2.1	项目资本金	480								
2.2	借款本金偿还	1920		13						
2.3	借款利息支付	788	1	1						
2.4	经营成本	1334	51	51						
2.5	营业税金及附加	48	3	3						
2.6	所得税	233	13	13						
2.7	建设期可抵扣的增值税	-250								
3	净现金流量(1-2)	1466	153	256						
		所得税后 (Ie = 8%)								
	计算指标：财务内部收益率	8.58%								
	财务净现值	37.72万元								
	投资回收期	17.21年								

利润和利润分配表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计								
			第1年	第2年	第3年	第4年	第5年	第6年	第7年	第8年
1	营业收入	5902		253	252	250	249	247	246	245
1.1	广科院服务中心量(MWh)	9559		410	408	405	403	401	399	396
1.2	上网电1价（不含增值税）	10022		401	401	401	401	401	401	401
1.3	上网电1价（含增值税）	11325		453	453	453	453	453	453	453
1.4	桂头农贸市场12量(MWh)	9506		408	405	403	401	399	396	394
1.5	上网电2价（不含增值税）	10022		401	401	401	401	401	401	401
1.6	上网电2价（含增值税）	11325		453	453	453	453	453	453	453
1.7	乳城镇金瑶山量(MWh)	6792		291	290	288	286	285	283	282
1.8	上网电3价（不含增值税）	10022		401	401	401	401	401	401	401
1.9	上网电3价（含增值税）	11325		453	453	453	453	453	453	453
1.10	商贸城乳源瑶街量(MWh)	24611		1056	1050	1044	1038	1032	1026	1020
1.11	上网电4价（不含增值税）	10022		401	401	401	401	401	401	401
1.12	上网电4价（含增值税）	11325		453	453	453	453	453	453	453
1.13	桂头农贸市场34量(MWh)	9517		408	405	403	401	399	396	394
1.14	上网电5价（不含增值税）	10022		401	401	401	401	401	401	401
1.15	上网电5价（含增值税）	11325		453	453	453	453	453	453	453
1.16	威鸣研磨量(MWh)	24202		1038	1032	1026	1021	1015	1009	1003
1.17	上网电6价（不含增值税）	12626		505	505	505	505	505	505	505
1.18	上网电6价（含增值税）	14268		571	571	571	571	571	571	571
1.19	胜蓝电子量(MWh)	43043		1846	1836	1825	1815	1805	1794	1784
1.20	上网电7价（不含增值税）	13212		528	528	528	528	528	528	528
1.21	上网电7价（含增值税）	14930		597	597	597	597	597	597	597

利润和利润分配表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计								
			第1年	第2年	第3年	第4年	第5年	第6年	第7年	第8年
2	营业税金及附加	48								
2.1	城市维护建设税	24								
2.2	教育费附加	24								
3	总成本费用	4155		229	224	218	213	207	201	196
4	补贴收入（应税）									
4.1	其中：增值税退税款									
5	利润总额(1-2-3+4)	1700		24	28	32	36	40	45	49
6	弥补以前年度亏损									
7	应纳税所得额(5-6)	1700		24	28	32	36	40	45	49
8	所得税	233					3	3	3	7
9	补贴收入（免税）									
10	净利润(5-8+9)	1466		24	28	32	34	37	41	42
11	期初未分配的利润									
12	提取法定盈余公积金	147		2	3	3	3	4	4	4
13	提取任意盈余公积金									
14	可供投资者分配的利润	1320		21	25	29	30	34	37	37
15	应付利润	1320		21	25	29	30	34	37	37
16	未分配利润									
17	息税前利润(利润总额+利息支出)	2487		109	108	107	106	105	103	102
18	息税折旧摊销前利润	4521		197	196	195	193	192	191	190

利润和利润分配表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计	计算期							
			第9年	第10年	第11年	第12年	第13年	第14年	第15年	第16年
1	营业收入	5902	243	242	240	239	237	236	235	234
1.1	广科院服务中心量(MWh)	9559	394	392	389	387	385	382	380	378
1.2	上网电1价（不含增值税）	10022	401	401	401	401	401	401	401	401
1.3	上网电1价（含增值税）	11325	453	453	453	453	453	453	453	453
1.4	桂头农贸市场12量(MWh)	9506	392	389	387	385	383	380	378	376
1.5	上网电2价（不含增值税）	10022	401	401	401	401	401	401	401	401
1.6	上网电2价（含增值税）	11325	453	453	453	453	453	453	453	453
1.7	乳城镇金瑶山量(MWh)	6792	280	278	277	275	273	272	270	268
1.8	上网电3价（不含增值税）	10022	401	401	401	401	401	401	401	401
1.9	上网电3价（含增值税）	11325	453	453	453	453	453	453	453	453
1.10	商贸城乳源瑶街量(MWh)	24611	1014	1008	1002	996	990	984	979	973
1.11	上网电4价（不含增值税）	10022	401	401	401	401	401	401	401	401
1.12	上网电4价（含增值税）	11325	453	453	453	453	453	453	453	453
1.13	桂头农贸市场34量(MWh)	9517	392	389	387	385	383	380	378	386
1.14	上网电5价（不含增值税）	10022	401	401	401	401	401	401	401	401
1.15	上网电5价（含增值税）	11325	453	453	453	453	453	453	453	453
1.16	威鸣研磨量(MWh)	24202	997	991	986	980	974	968	962	956
1.17	上网电6价（不含增值税）	12626	505	505	505	505	505	505	505	505
1.18	上网电6价（含增值税）	14268	571	571	571	571	571	571	571	571
1.19	胜蓝电子量(MWh)	43043	1774	1763	1753	1742	1732	1722	1711	1701
1.20	上网电7价（不含增值税）	13212	528	528	528	528	528	528	528	528
1.21	上网电7价（含增值税）	14930	597	597	597	597	597	597	597	597

利润和利润分配表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计	计算期							
			第9年	第10年	第11年	第12年	第13年	第14年	第15年	第16年
2	营业税金及附加	48		2	3	3	3	3	3	3
2.1	城市维护建设税	24		1	1	1	1	1	1	1
2.2	教育费附加	24		1	1	1	1	1	1	1
3	总成本费用	4155	190	185	181	167	163	159	155	151
4	补贴收入（应税）									
4.1	其中：增值税退税款									
5	利润总额(1-2-3+4)	1700	53	54	56	69	72	74	77	79
6	弥补以前年度亏损									
7	应纳税所得额(5-6)	1700	53	54	56	69	72	74	77	79
8	所得税	233	8	8	8	10	11	11	11	12
9	补贴收入（免税）									
10	净利润(5-8+9)	1466	45	46	48	59	61	63	65	68
11	期初未分配的利润									
12	提取法定盈余公积金	147	5	5	5	6	6	6	7	7
13	提取任意盈余公积金									
14	可供投资者分配的利润	1320	41	41	43	53	55	57	59	61
15	应付利润	1320	41	41	43	53	55	57	59	61
16	未分配利润									
17	息税前利润(利润总额+利息支出)	2487	101	97	96	105	104	103	102	101
18	息税折旧摊销前利润	4521	189	185	183	182	181	180	179	178

利润和利润分配表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计								
			第17年	第18年	第19年	第20年	第21年	第22年	第23年	第24年
1	营业收入	5902	232	230	229	227	226	225	223	222
1.1	广科院服务中心量(MWh)	9559	376	373	370	369	366	364	362	359
1.2	上网电1价（不含增值税）	10022	401	401	401	401	401	401	401	401
1.3	上网电1价（含增值税）	11325	453	453	453	453	453	453	453	453
1.4	桂头农贸市场12量(MWh)	9506	373	371	369	366	364	362	360	357
1.5	上网电2价（不含增值税）	10022	401	401	401	401	401	401	401	401
1.6	上网电2价（含增值税）	11325	453	453	453	453	453	453	453	453
1.7	乳城镇金瑶山量(MWh)	6792	267	265	264	262	260	259	257	255
1.8	上网电3价（不含增值税）	10022	401	401	401	401	401	401	401	401
1.9	上网电3价（含增值税）	11325	453	453	453	453	453	453	453	453
1.10	商贸城乳源瑶街量(MWh)	24611	967	961	955	949	943	937	931	925
1.11	上网电4价（不含增值税）	10022	401	401	401	401	401	401	401	401
1.12	上网电4价（含增值税）	11325	453	453	453	453	453	453	453	453
1.13	桂头农贸市场34量(MWh)	9517	373	371	369	367	364	362	360	357
1.14	上网电5价（不含增值税）	10022	401	401	401	401	401	401	401	401
1.15	上网电5价（含增值税）	11325	453	453	453	453	453	453	453	453
1.16	威鸣研磨量(MWh)	24202	951	945	939	933	927	922	916	910
1.17	上网电6价（不含增值税）	12626	505	505	505	505	505	505	505	505
1.18	上网电6价（含增值税）	14268	571	571	571	571	571	571	571	571
1.19	胜蓝电子量(MWh)	43043	1691	1680	1670	1660	1649	1639	1629	1618
1.20	上网电7价（不含增值税）	13212	528	528	528	528	528	528	528	528
1.21	上网电7价（含增值税）	14930	597	597	597	597	597	597	597	597

利润和利润分配表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计								
			第17年	第18年	第19年	第20年	第21年	第22年	第23年	第24年
2	营业税金及附加	48	3	3	3	3	3	3	3	3
2.1	城市维护建设税	24	1	1	1	1	1	1	1	1
2.2	教育费附加	24	1	1	1	1	1	1	1	1
3	总成本费用	4155	142	137	133	130	129	129	129	129
4	补贴收入（应税）									
4.1	其中：增值税退税款									
5	利润总额(1-2-3+4)	1700	87	90	93	95	94	93	92	90
6	弥补以前年度亏损									
7	应纳税所得额(5-6)	1700	87	90	93	95	94	93	92	90
8	所得税	233	13	14	14	14	14	14	14	14
9	补贴收入（免税）									
10	净利润(5-8+9)	1466	74	77	79	81	80	79	78	77
11	期初未分配的利润									
12	提取法定盈余公积金	147	7	8	8	8	8	8	8	8
13	提取任意盈余公积金									
14	可供投资者分配的利润	1320	67	69	71	73	72	71	70	69
15	应付利润	1320	67	69	71	73	72	71	70	69
16	未分配利润									
17	息税前利润(利润总额+利息支出)	2487	99	98	97	96	94	93	92	91
18	息税折旧摊销前利润	4521	176	175	174	173	172	170	169	168

利润和利润分配表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计								
			第25年	第26年						
1	营业收入	5902	220	219						
1.1	广科院服务中心量(MWh)	9559	357	355						
1.2	上网电1价（不含增值税）	10022	401	401						
1.3	上网电1价（含增值税）	11325	453	453						
1.4	桂头农贸市场12量(MWh)	9506	355	353						
1.5	上网电2价（不含增值税）	10022	401	401						
1.6	上网电2价（含增值税）	11325	453	453						
1.7	乳城镇金瑶山量(MWh)	6792	254	252						
1.8	上网电3价（不含增值税）	10022	401	401						
1.9	上网电3价（含增值税）	11325	453	453						
1.10	商贸城乳源瑶街量(MWh)	24611	919	913						
1.11	上网电4价（不含增值税）	10022	401	401						
1.12	上网电4价（含增值税）	11325	453	453						
1.13	桂头农贸市场34量(MWh)	9517	355	353						
1.14	上网电5价（不含增值税）	10022	401	401						
1.15	上网电5价（含增值税）	11325	453	453						
1.16	威鸣研磨量(MWh)	24202	904	898						
1.17	上网电6价（不含增值税）	12626	505	505						
1.18	上网电6价（含增值税）	14268	571	571						
1.19	胜蓝电子量(MWh)	43043	1608	1597						
1.20	上网电7价（不含增值税）	13212	528	528						
1.21	上网电7价（含增值税）	14930	597	597						

利润和利润分配表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计								
			第25年	第26年						
2	营业税金及附加	48	3	3						
2.1	城市维护建设税	24	1	1						
2.2	教育费附加	24	1	1						
3	总成本费用	4155	129	128						
4	补贴收入（应税）									
4.1	其中：增值税退税款									
5	利润总额(1-2-3+4)	1700	89	88						
6	弥补以前年度亏损									
7	应纳税所得额(5-6)	1700	89	88						
8	所得税	233	13	13						
9	补贴收入（免税）									
10	净利润(5-8+9)	1466	76	75						
11	期初未分配的利润									
12	提取法定盈余公积金	147	8	7						
13	提取任意盈余公积金									
14	可供投资者分配的利润	1320	68	67						
15	应付利润	1320	68	67						
16	未分配利润									
17	息税前利润(利润总额+利息支出)	2487	90	89						
18	息税折旧摊销前利润	4521	167	166						

财务计划现金流量表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计								
			第1年	第2年	第3年	第4年	第5年	第6年	第7年	第8年
1	经营活动净现金流量	4537		228	227	226	221	220	218	213
1.1	现金流入	6669		286	284	283	281	280	278	276
1.1.1	营业收入	5902		253	252	250	249	247	246	245
1.1.2	增值税销项税额	767		33	33	33	32	32	32	32
1.1.3	补贴收入									
1.1.4	其他流入									
1.2	现金流出	2132		58	57	57	60	60	60	64
1.2.1	经营成本	1334		56	56	56	55	55	55	55
1.2.2	增值税进项税额	41		2	2	2	2	2	2	2
1.2.3	营业税金及附加	48								
1.2.4	增值税	476								
1.2.5	所得税	233					3	3	3	7
1.2.6	其他流出									
2	投资活动净现金流量	-2386	-2386							
2.1	现金流入									
2.2	现金流出	2386	2386							
2.2.1	建设投资	2371	2371							
2.2.2	流动资金	16	16							
2.2.3	其他流出									
3	筹资活动净现金流量	-1641	2386	-228	-227	-225	-221	-220	-218	-212
3.1	现金流入	4511	2386	6	12	17	23	28	34	39
3.1.1	项目资本金投入	480	480							
3.1.2	建设投资借款	1894	1894							
3.1.3	流动资金借款	13	13							
3.1.4	债券									
3.1.5	短期借款	2125		6	12	17	23	28	34	39
3.1.6	其他流入									

财务计划现金流量表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计								
			第1年	第2年	第3年	第4年	第5年	第6年	第7年	第8年
3.2	现金流出	6153		234	239	243	244	248	252	252
3.2.1	各种利息支出	788		86	80	75	70	64	59	53
3.2.2	偿还债务本金	4045		127	133	139	145	150	156	161
3.2.3	应付利润（股利分配）	1320		21	25	29	30	34	37	37
3.2.4	其他流出									
4	净现金流量	510								
5	累计盈余资金	1950				1	1	1	1	2

财务计划现金流量表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计	计算期							
			第9年	第10年	第11年	第12年	第13年	第14年	第15年	第16年
1	经营活动净现金流量	4537	211	182	175	172	170	169	167	166
1.1	现金流入	6669	275	273	272	270	268	267	265	264
1.1.1	营业收入	5902	243	242	240	239	237	236	235	234
1.1.2	增值税销项税额	767	32	31	31	31	31	31	31	30
1.1.3	补贴收入									
1.1.4	其他流入									
1.2	现金流出	2132	64	91	97	98	98	98	98	98
1.2.1	经营成本	1334	54	54	54	54	54	53	53	53
1.2.2	增值税进项税额	41	2	2	2	2	2	2	2	2
1.2.3	营业税金及附加	48		2	3	3	3	3	3	3
1.2.4	增值税	476		25	30	29	29	29	29	29
1.2.5	所得税	233	8	8	8	10	11	11	11	12
1.2.6	其他流出									
2	投资活动净现金流量	-2386								
2.1	现金流入									
2.2	现金流出	2386								
2.2.1	建设投资	2371								
2.2.2	流动资金	16								
2.2.3	其他流出									
3	筹资活动净现金流量	-1641	-210	-181	-173	-170	-168	-167	-165	-164
3.1	现金流入	4511	44	75	111	158	203	249	295	340
3.1.1	项目资本金投入	480								
3.1.2	建设投资借款	1894								
3.1.3	流动资金借款	13								
3.1.4	债券									
3.1.5	短期借款	2125	44	75	111	158	203	249	295	340
3.1.6	其他流入									

财务计划现金流量表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计	计算期							
			第9年	第10年	第11年	第12年	第13年	第14年	第15年	第16年
3.2	现金流出	6153	255	256	285	327	372	416	460	504
3.2.1	各种利息支出	788	48	44	39	36	32	29	25	21
3.2.2	偿还债务本金	4045	166	171	202	239	285	331	376	422
3.2.3	应付利润（股利分配）	1320	41	41	43	53	55	57	59	61
3.2.4	其他流出									
4	净现金流量	510		1	1	2	2	2	2	2
5	累计盈余资金	1950	2	3	5	6	8	10	12	14

财务计划现金流量表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计								
			第17年	第18年	第19年	第20年	第21年	第22年	第23年	第24年
1	经营活动净现金流量	4537	163	162	160	158	157	156	155	154
1.1	现金流入	6669	262	260	259	257	256	254	252	251
1.1.1	营业收入	5902	232	230	229	227	226	225	223	222
1.1.2	增值税销项税额	767	30	30	30	30	29	29	29	29
1.1.3	补贴收入									
1.1.4	其他流入									
1.2	现金流出	2132	99	99	99	99	98	97	97	96
1.2.1	经营成本	1334	53	52	52	52	52	52	51	51
1.2.2	增值税进项税额	41	2	2	2	2	2	2	2	2
1.2.3	营业税金及附加	48	3	3	3	3	3	3	3	3
1.2.4	增值税	476	28	28	28	28	28	28	27	27
1.2.5	所得税	233	13	14	14	14	14	14	14	14
1.2.6	其他流出									
2	投资活动净现金流量	-2386								
2.1	现金流入									
2.2	现金流出	2386								
2.2.1	建设投资	2371								
2.2.2	流动资金	16								
2.2.3	其他流出									
3	筹资活动净现金流量	-1641	-167	-165	-164	-148	-72	-72	-71	-70
3.1	现金流入	4511	252	163	75					
3.1.1	项目资本金投入	480								
3.1.2	建设投资借款	1894								
3.1.3	流动资金借款	13								
3.1.4	债券									
3.1.5	短期借款	2125	252	163	75					
3.1.6	其他流入									

财务计划现金流量表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计								
			第17年	第18年	第19年	第20年	第21年	第22年	第23年	第24年
3.2	现金流出	6153	418	329	238	148	72	72	71	70
3.2.1	各种利息支出	788	12	8	4	1	1	1	1	1
3.2.2	偿还债务本金	4045	340	252	163	75				
3.2.3	应付利润（股利分配）	1320	67	69	71	73	72	71	70	69
3.2.4	其他流出									
4	净现金流量	510	-4	-4	-4	10	85	85	85	85
5	累计盈余资金	1950	10	7	3	13	98	183	268	353

财务计划现金流量表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计								
			第25年	第26年						
1	经营活动净现金流量	4537	153	152						
1.1	现金流入	6669	249	247						
1.1.1	营业收入	5902	220	219						
1.1.2	增值税销项税额	767	29	28						
1.1.3	补贴收入									
1.1.4	其他流入									
1.2	现金流出	2132	96	95						
1.2.1	经营成本	1334	51	51						
1.2.2	增值税进项税额	41	2	2						
1.2.3	营业税金及附加	48	3	3						
1.2.4	增值税	476	27	27						
1.2.5	所得税	233	13	13						
1.2.6	其他流出									
2	投资活动净现金流量	-2386								
2.1	现金流入									
2.2	现金流出	2386								
2.2.1	建设投资	2371								
2.2.2	流动资金	16								
2.2.3	其他流出									
3	筹资活动净现金流量	-1641	-69	-81						
3.1	现金流入	4511								
3.1.1	项目资本金投入	480								
3.1.2	建设投资借款	1894								
3.1.3	流动资金借款	13								
3.1.4	债券									
3.1.5	短期借款	2125								
3.1.6	其他流入									

财务计划现金流量表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计								
			第25年	第26年						
3.2	现金流出	6153	69	81						
3.2.1	各种利息支出	788	1	1						
3.2.2	偿还债务本金	4045		13						
3.2.3	应付利润（股利分配）	1320	68	67						
3.2.4	其他流出									
4	净现金流量	510	85	72						
5	累计盈余资金	1950	438	510						

资产负债表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计								
			第1年	第2年	第3年	第4年	第5年	第6年	第7年	第8年
1	资产		2400	2282	2163	2045	1926	1808	1691	1573
1.1	流动资产总额		16	16	16	16	17	17	17	17
1.1.1	累计盈余资金					1	1	1	1	2
1.1.2	流动资产		16	16	16	16	16	16	16	16
1.2	在建工程		2385							
1.3	固定资产净值			1951	1874	1797	1720	1643	1566	1489
1.4	无形及其他资产净值			96	85	75	64	53	43	32
1.5	可抵扣增值税形成资产			219	188	157	126	96	65	35
2	负债及所有者权益 (2.4+2.5)		2400	2282	2163	2045	1926	1808	1691	1573
2.1	流动负债总额			6	12	17	23	28	34	39
2.1.1	本年短期借款			6	12	17	23	28	34	39
2.1.2	其他									
2.2	建设投资借款		1908	1781	1653	1526	1399	1272	1145	1017
2.3	流动资金借款		13	13	13	13	13	13	13	13
2.4	负债小计 (2.1+2.2+2.3)		1920	1799	1678	1556	1435	1313	1191	1069
2.5	所有者权益		480	482	485	488	492	496	500	504
2.5.1	资本金		480	480	480	480	480	480	480	480
2.5.2	资本公积金									
2.5.3	累计盈余公积金			2	5	8	12	15	20	24
2.5.4	累计未分配利润									
	计算指标：									
	资产负债率（%）：		80	78.86	77.57	76.11	74.47	72.6	70.44	67.97

资产负债表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计	计算期							
			第9年	第10年	第11年	第12年	第13年	第14年	第15年	第16年
1	资产		1455	1364	1278	1202	1127	1052	977	902
1.1	流动资产总额		18	19	20	22	24	26	28	30
1.1.1	累计盈余资金		2	3	5	6	8	10	12	14
1.1.2	流动资产		16	16	16	16	16	16	16	16
1.2	在建工程									
1.3	固定资产净值		1411	1334	1257	1180	1103	1026	949	872
1.4	无形及其他资产净值		21	11						
1.5	可抵扣增值税形成资产		5							
2	负债及所有者权益 (2.4+2.5)		1455	1364	1278	1202	1127	1052	977	902
2.1	流动负债总额		44	75	111	158	203	249	295	340
2.1.1	本年短期借款		44	75	111	158	203	249	295	340
2.1.2	其他									
2.2	建设投资借款		890	763	636	509	382	254	127	
2.3	流动资金借款		13	13	13	13	13	13	13	13
2.4	负债小计 (2.1+2.2+2.3)		947	851	760	679	598	516	434	352
2.5	所有者权益		508	513	518	524	530	536	542	549
2.5.1	资本金		480	480	480	480	480	480	480	480
2.5.2	资本公积金									
2.5.3	累计盈余公积金		28	33	38	43	50	56	62	69
2.5.4	累计未分配利润									
	计算指标：									
	资产负债率（%）：		65.07	62.39	59.48	56.46	53.01	49.06	44.47	39.08

资产负债表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计								
			第17年	第18年	第19年	第20年	第21年	第22年	第23年	第24年
1	资产		821	740	660	593	601	609	617	624
1.1	流动资产总额		26	22	19	29	114	199	284	369
1.1.1	累计盈余资金		10	7	3	13	98	183	268	353
1.1.2	流动资产		16	16	16	16	16	16	16	16
1.2	在建工程									
1.3	固定资产净值		795	718	641	564	487	410	333	256
1.4	无形及其他资产净值									
1.5	可抵扣增值税形成资产									
2	负债及所有者权益 (2.4+2.5)		821	740	660	593	601	609	617	624
2.1	流动负债总额		252	163	75					
2.1.1	本年短期借款		252	163	75					
2.1.2	其他									
2.2	建设投资借款									
2.3	流动资金借款		13	13	13	13	13	13	13	13
2.4	负债小计 (2.1+2.2+2.3)		264	176	87	13	13	13	13	13
2.5	所有者权益		557	564	572	580	588	596	604	612
2.5.1	资本金		480	480	480	480	480	480	480	480
2.5.2	资本公积金									
2.5.3	累计盈余公积金		77	84	92	100	108	116	124	132
2.5.4	累计未分配利润									
	计算指标：									
	资产负债率（%）：		32.19	23.77	13.25	2.12	2.09	2.07	2.04	2.02

资产负债表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计								
			第25年	第26年						
1	资产		632	627						
1.1	流动资产总额		453	525						
1.1.1	累计盈余资金		438	510						
1.1.2	流动资产		16	16						
1.2	在建工程									
1.3	固定资产净值		178	101						
1.4	无形及其他资产净值									
1.5	可抵扣增值税形成资产									
2	负债及所有者权益 (2.4+2.5)		632	627						
2.1	流动负债总额									
2.1.1	本年短期借款									
2.1.2	其他									
2.2	建设投资借款									
2.3	流动资金借款		13							
2.4	负债小计 (2.1+2.2+2.3)		13							
2.5	所有者权益		619	627						
2.5.1	资本金		480	480						
2.5.2	资本公积金									
2.5.3	累计盈余公积金		139	147						
2.5.4	累计未分配利润									
	计算指标：									
	资产负债率 (%)：		1.99							

财务指标汇总表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

序号	项目名称	单位	指标
1	装机容量	MW	5.25
2	年上网电量	MWh	410
3	总投资	万元	2400.42
4	建设期利息	万元	14.05
5	流动资金	万元	15.74
6	销售收入总额(不含增值税)	万元	5901.8
7	总成本费用	万元	4154.61
8	营业税金及附加总额	万元	47.61
9	发电利润总额	万元	1699.58
10	经营期平均电价(不含增值税)	元/MWh	400.88
11	经营期平均电价(含增值税)	元/MWh	453
12	项目投资回收期(所得税前)	年	12.24
13	项目投资回收期(所得税后)	年	12.85
14	项目投资财务内部收益率(所得税前)	%	6.91
15	项目投资财务内部收益率(所得税后)	%	6.3
16	项目投资财务净现值(所得税前)	万元	-17.29
17	项目投资财务净现值(所得税后)	万元	59.23
18	资本金财务内部收益率	%	8.58
19	资本金财务净现值	万元	37.72
20	总投资收益率(ROI)	%	4.14
21	投资利税率	%	2.91
22	项目资本金净利润率(ROE)	%	12.22
23	资产负债率	%	80
24	盈亏平衡点(生产能力利用率)	%	71.68
25	盈亏平衡点(年产量)	MWh	273.15

投资计划与资金筹措表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计								
			第1年	第2年	第3年	第4年	第5年	第6年	第7年	第8年
1	总投资	2400	2400							
1.1	建设投资	2371	2371							
1.2	建设期利息	14	14							
1.3	流动资金	16	16							
2	资金筹措	2400	2400							
2.1	资本金（资金筹措）	480	480							
2.1.1	建设投资资本金	477	477							
2.1.2	流动资金资本金	3	3							
2.2	借款	1920	1920							
2.2.1	长期借款	1908	1908							
	长期借款本金	1894	1894							
	建设期利息	14	14							
2.2.2	流动资金借款	13	13							

投资计划与资金筹措表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计	计算期							
			第9年	第10年	第11年	第12年	第13年	第14年	第15年	第16年
1	总投资	2400								
1.1	建设投资	2371								
1.2	建设期利息	14								
1.3	流动资金	16								
2	资金筹措	2400								
2.1	资本金（资金筹措）	480								
2.1.1	建设投资资本金	477								
2.1.2	流动资金资本金	3								
2.2	借款	1920								
2.2.1	长期借款	1908								
	长期借款本金	1894								
	建设期利息	14								
2.2.2	流动资金借款	13								

投资计划与资金筹措表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计								
			第17年	第18年	第19年	第20年	第21年	第22年	第23年	第24年
1	总投资	2400								
1.1	建设投资	2371								
1.2	建设期利息	14								
1.3	流动资金	16								
2	资金筹措	2400								
2.1	资本金（资金筹措）	480								
2.1.1	建设投资资本金	477								
2.1.2	流动资金资本金	3								
2.2	借款	1920								
2.2.1	长期借款	1908								
	长期借款本金	1894								
	建设期利息	14								
2.2.2	流动资金借款	13								

投资计划与资金筹措表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计								
			第25年	第26年						
1	总投资	2400								
1.1	建设投资	2371								
1.2	建设期利息	14								
1.3	流动资金	16								
2	资金筹措	2400								
2.1	资本金（资金筹措）	480								
2.1.1	建设投资资本金	477								
2.1.2	流动资金资本金	3								
2.2	借款	1920								
2.2.1	长期借款	1908								
	长期借款本金	1894								
	建设期利息	14								
2.2.2	流动资金借款	13								

借款还本付息计划表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计								
			第1年	第2年	第3年	第4年	第5年	第6年	第7年	第8年
	长期借款									
	银行1									
1.1	年初借款余额			1908	1781	1653	1526	1399	1272	1145
1.2	当期还本付息	2587		212	206	201	195	189	184	178
	本年还本	1908		127	127	127	127	127	127	127
	本年付息	679		85	79	74	68	62	57	51
1.3	期末借款余额			1781	1653	1526	1399	1272	1145	1017
	流动资金借款									
2.1	流动资金借款累计		13	13	13	13	13	13	13	13
2.2	流动资金利息	14		1	1	1	1	1	1	1
2.3	偿还流动资金借款本金	13								
	短期借款									
3.1	偿还短期借款本金	2125			6	12	17	23	28	34
3.2	短期贷款	2125		6	12	17	23	28	34	39
3.3	短期借款利息	95			1	1	1	1	1	2
	计算指标：									
	利息备付率			1.28	1.35	1.43	1.52	1.63	1.76	1.92
	偿债备付率			0.93	0.92	0.91	0.89	0.88	0.88	0.85

借款还本付息计划表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计	计算期							
			第9年	第10年	第11年	第12年	第13年	第14年	第15年	第16年
	长期借款									
	银行1									
1.1	年初借款余额		1017	890	763	636	509	382	254	127
1.2	当期还本付息	2587	172	167	161	155	150	144	139	133
	本年还本	1908	127	127	127	127	127	127	127	127
	本年付息	679	45	40	34	28	23	17	11	6
1.3	期末借款余额		890	763	636	509	382	254	127	
	流动资金借款									
2.1	流动资金借款累计		13	13	13	13	13	13	13	13
2.2	流动资金利息	14	1	1	1	1	1	1	1	1
2.3	偿还流动资金借款本金	13								
	短期借款									
3.1	偿还短期借款本金	2125	39	44	75	111	158	203	249	295
3.2	短期贷款	2125	44	75	111	158	203	249	295	340
3.3	短期借款利息	95	2	3	5	7	9	11	13	15
	计算指标：									
	利息备付率		2.11	2.24	2.42	2.93	3.22	3.59	4.06	4.72
	偿债备付率		0.84	0.82	0.72	0.63	0.54	0.47	0.42	0.37

借款还本付息计划表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计								
			第17年	第18年	第19年	第20年	第21年	第22年	第23年	第24年
	长期借款									
	银行1									
1.1	年初借款余额									
1.2	当期还本付息	2587								
	本年还本	1908								
	本年付息	679								
1.3	期末借款余额									
	流动资金借款									
2.1	流动资金借款累计		13	13	13	13	13	13	13	13
2.2	流动资金利息	14	1	1	1	1	1	1	1	1
2.3	偿还流动资金借款本金	13								
	短期借款									
3.1	偿还短期借款本金	2125	340	252	163	75				
3.2	短期贷款	2125	252	163	75					
3.3	短期借款利息	95	11	7	3					
	计算指标：									
	利息备付率									
	偿债备付率									

借款还本付息计划表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计								
			第25年	第26年						
	长期借款									
	银行1									
1.1	年初借款余额									
1.2	当期还本付息	2587								
	本年还本	1908								
	本年付息	679								
1.3	期末借款余额									
	流动资金借款									
2.1	流动资金借款累计		13							
2.2	流动资金利息	14	1	1						
2.3	偿还流动资金借款本金	13		13						
	短期借款									
3.1	偿还短期借款本金	2125								
3.2	短期贷款	2125								
3.3	短期借款利息	95								
	计算指标：									
	利息备付率									
	偿债备付率									

资产折旧摊销估算表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计								
			第1年	第2年	第3年	第4年	第5年	第6年	第7年	第8年
1	固定资产合计									
1.1	原值			2028	2028	2028	2028	2028	2028	2028
1.2	折旧费	1927		77	77	77	77	77	77	77
1.3	净值			1951	1874	1797	1720	1643	1566	1489
2	无形资产合计									
2.1	原值			107	107	107	107	107	107	107
2.2	摊销费	107		11	11	11	11	11	11	11
2.3	净值			96	85	75	64	53	43	32
3	其他资产合计									
3.1	原值									
3.2	摊销费									
3.3	净值									

资产折旧摊销估算表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计	计算期							
			第9年	第10年	第11年	第12年	第13年	第14年	第15年	第16年
1	固定资产合计									
1.1	原值		2028	2028	2028	2028	2028	2028	2028	2028
1.2	折旧费	1927	77	77	77	77	77	77	77	77
1.3	净值		1411	1334	1257	1180	1103	1026	949	872
2	无形资产合计									
2.1	原值		107	107	107					
2.2	摊销费	107	11	11	11					
2.3	净值		21	11						
3	其他资产合计									
3.1	原值									
3.2	摊销费									
3.3	净值									

资产折旧摊销估算表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计								
			第17年	第18年	第19年	第20年	第21年	第22年	第23年	第24年
1	固定资产合计									
1.1	原值		2028	2028	2028	2028	2028	2028	2028	2028
1.2	折旧费	1927	77	77	77	77	77	77	77	77
1.3	净值		795	718	641	564	487	410	333	256
2	无形资产合计									
2.1	原值									
2.2	摊销费	107								
2.3	净值									
3	其他资产合计									
3.1	原值									
3.2	摊销费									
3.3	净值									

资产折旧摊销估算表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计								
			第25年	第26年						
1	固定资产合计									
1.1	原值		2028	2028						
1.2	折旧费	1927	77	77						
1.3	净值		178	101						
2	无形资产合计									
2.1	原值									
2.2	摊销费	107								
2.3	净值									
3	其他资产合计									
3.1	原值									
3.2	摊销费									
3.3	净值									

总成本费用估算表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计/平均								
			第1年	第2年	第3年	第4年	第5年	第6年	第7年	第8年
1	折旧费	1927		77	77	77	77	77	77	77
2	维修费	252		10	10	10	10	10	10	10
3	工资及福利	520		21	21	21	21	21	21	21
4	保险费	64		5	5	4	4	4	4	4
5	材料费	66		3	3	3	3	3	3	3
6	摊销费	107		11	11	11	11	11	11	11
7	利息支出	788		86	80	75	70	64	59	53
8	其他费用	131		5	5	5	5	5	5	5
9	租金	174		7	7	7	7	7	7	7
10	资源使用费	127		5	5	5	5	5	5	5
	固定成本	4089		227	221	216	210	204	199	193
	可变成本	66		3	3	3	3	3	3	3
	总成本费用	4155		229	224	218	213	207	201	196
	经营成本	1334		56	56	56	55	55	55	55

总成本费用估算表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计/平均	计算期							
			第9年	第10年	第11年	第12年	第13年	第14年	第15年	第16年
1	折旧费	1927	77	77	77	77	77	77	77	77
2	维修费	252	10	10	10	10	10	10	10	10
3	工资及福利	520	21	21	21	21	21	21	21	21
4	保险费	64	4	3	3	3	3	3	2	2
5	材料费	66	3	3	3	3	3	3	3	3
6	摊销费	107	11	11	11					
7	利息支出	788	48	44	39	36	32	29	25	21
8	其他费用	131	5	5	5	5	5	5	5	5
9	租金	174	7	7	7	7	7	7	7	7
10	资源使用费	127	5	5	5	5	5	5	5	5
	固定成本	4089	187	183	179	164	160	156	153	149
	可变成本	66	3	3	3	3	3	3	3	3
	总成本费用	4155	190	185	181	167	163	159	155	151
	经营成本	1334	54	54	54	54	54	53	53	53

总成本费用估算表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计/平均								
			第17年	第18年	第19年	第20年	第21年	第22年	第23年	第24年
1	折旧费	1927	77	77	77	77	77	77	77	77
2	维修费	252	10	10	10	10	10	10	10	10
3	工资及福利	520	21	21	21	21	21	21	21	21
4	保险费	64	2	2	2	1	1	1	1	1
5	材料费	66	3	3	3	3	3	3	3	3
6	摊销费	107								
7	利息支出	788	12	8	4	1	1	1	1	1
8	其他费用	131	5	5	5	5	5	5	5	5
9	租金	174	7	7	7	7	7	7	7	7
10	资源使用费	127	5	5	5	5	5	5	5	5
	固定成本	4089	139	135	131	127	127	127	126	126
	可变成本	66	3	3	3	3	3	3	3	3
	总成本费用	4155	142	137	133	130	129	129	129	129
	经营成本	1334	53	52	52	52	52	52	51	51

总成本费用估算表

工程名称：韶关市源舜新能源有限公司乳源整县屋顶分布式光伏项目（一期）

装机容量：1*5.245MW

单位：万元

序号	项目名称	合计/平均								
			第25年	第26年						
1	折旧费	1927	77	77						
2	维修费	252	10	10						
3	工资及福利	520	21	21						
4	保险费	64								
5	材料费	66	3	3						
6	摊销费	107								
7	利息支出	788	1	1						
8	其他费用	131	5	5						
9	租金	174	7	7						
10	资源使用费	127	5	5						
	固定成本	4089	126	126						
	可变成本	66	3	3						
	总成本费用	4155	129	128						
	经营成本	1334	51	51						

工程总估算表

序号	项 目 名 称	设备购置费 万元	建安工程费 万元	其他费用 万元	合计 万元	占总投资比例 %
一	设备及安装工程	1220.00	783.13		2003.12	
二	建筑工程		217.09		217.09	
三	其他费用			131.62	131.62	
	(一~三)部分合计				2351.83	
四	基本预备费				18.81	
	工程静态投资(一~四)部分合计				2370.64	
五	价差预备费					
六	建设期利息				14.05	
七	工程总投资(一~六)部分合计				2384.69	
	单位千瓦投资(元/kW)				4519.28	
	单位千瓦投资(元/kW)				4546.06	

设备及安装工程估算表

序号	名称及规格	单位	数量	单 价 元			合 计 万元		
				设备费	安装费	主材费	设备费	安装费	主材费
一	设备及安装工程						1220.00	522.61	260.51
(一)	配电设备及安装工程						67.35	6.40	0.00
1	0.4kV并网柜	台	9	40000	2500		36	2.25	0.00
2	汇流箱	台	26	8500	970		22.10	2.52	
3	计量柜	台	5	18500	2000		9.25	1.00	0.00
4	更换10kV计量装置	组	2		3160.5			0.63	0.00
(二)	光伏组件、逆变器及光伏组件支架安装						1152.65	429.38	155.64
1	光伏组件安装	块	9625	1090	280		1049.13	269.50	
4	逆变器安装50kW	台	45	11500	875		51.75	3.94	
5	逆变器安装40kW	台	28	9500	875		26.60	2.45	
6	逆变器安装30kW	台	29	8500	875		24.65	2.54	
6	逆变器安装20kW	台	1	5200	875		0.52	0.09	
7	直流电缆 PV1-F-1*4mm²	m	53500		5.5	3.3		29.43	17.66
8	支架安装	t	140.8		8625	9800		121.44	137.98
(三)	电缆敷设							51.47	84.51
1	低压导线BLVV-240	m	200		29.40	42.3		0.59	0.85
2	低压导线BLVV-185	m	80		16.40	34.6		0.13	0.28
3	低压导线BLVV-35	m	400		3.9	6.5		0.16	0.26
4	低压导线BLVV-25	m	150		3.8	5.2		0.06	0.08
5	0.4kV电缆低压电缆ZR-YJLV22-0.6/1kV-4×25	m	1160		16.2	23.3		1.88	2.70
6	0.4kV电缆低压电缆ZR-YJLV22-0.6/1kV-3×35+1×16	m	3650		16.2	27.2		5.91	9.93
7	0.4kV电缆低压电缆ZR-YJLV22-0.6/1kV-3×50+1×25	m	1250		25.6	35.5		3.20	4.44

8	0.4kV电缆低压 电缆ZR-YJLV22- 0.6/1kV-3×70+1×35	m	500		25.6	44.2		1.28	2.21
9	电缆低压 电缆ZR-YJLV22- 0.6/1kV- 3×150+1×70	m	960		47.3	96.4		4.54	9.25
10	0.4kV电缆低压 电缆ZR-YJLV22- 0.6/1kV- 3×185+1×95	m	1090		47.3	109.05		5.16	11.89
11	0.4kV电缆低压 电缆ZR-YJLV22- 0.6/1kV- 3×240+1×120	m	980		59.5	146.3		5.83	14.34
12	PVC管 20	m	9800		6.55	4.32		6.42	4.23
13	PVC管 50	m	5290		17.3	10.55		9.15	5.58
14	PE管 75	m	2825		17.3	37.55		4.89	10.61
15	PE管 110	m	1320		17.3	59.6		2.28	7.87
(四)	接地系统安装							24.16	12.93
1	接地安装-组件 接地-接地导线	m	2690		2.21	7.32		0.59	1.97
2	接地安装-接地 母线-16圆钢	m	3000		67.11	12.53		20.13	3.76
3	接地安装-接地 极-镀锌角钢 50*50*1500	根	600		57.16	120		3.43	7.20
(五)	消防系统							0.08	7.44
1	灭火器箱(含2具手提 灭火器)	套	62		156	1200		0.08	7.44
(六)	调试							3.62	
1	0.4kV系统调试	段	9		4027.14			3.62	
(七)	运输费							7.50	
1	汽车运输	项	1		30000			3.00	
2	人力运输	项	1		45000			4.50	

其他费用估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	费率(%)或 单价(元)	合 价 万元
三	其他费用				131.62
1	项目建设用地费用				0.00
1.1	施工供水	项		300	0.00
1.2	施工供电	项		500	0.00
1.3	工程场地清理费				
2	项目建设管理费				77.06
2.1	工程前期费				59.29
2.1.1	建设单位工程建设代建管理费 用	项	1.00	375132	37.51
2.1.2	造价咨询费	项	1.00	167728	16.77
2.1.3	预可行性研究费用	项	1.00	50000	5.00
2.2	工程建设监理费	项	1.00	100000	10.00
2.3	工程保险费	%	2220.21	0.35%	7.77
3	生产准备费	%	1219.995	1.50%	18.30
4	勘察设计费	项	1.00	253000	25.30
5	招标代理费	项	1.00	62348	6.23
6	结构校验费	项	1.00	47276	4.73