



宜宾市某产业园光伏并网项目报告案例

编制单位：北京尚普华泰工程咨询有限公司

联系电话：010-82885739 传真：010-82885785

邮编：100083 邮箱：hfchen@shangpu-china.com

北京总公司：北京市海淀区北四环中路 229 号海泰大厦 11 层

网址：<https://www.sunpul.cn>

第一章 项目概况

第一节 项目基本情况

一、项目名称

宜宾市某产业园光伏并网项目

二、项目单位

三、项目性质

新建

四、项目拟建地点

五、项目建设内容及规模

本项目拟在***产业园的厂房屋顶建设分布式光伏电站，将分为***期项目逐渐完成，一期项目可完成***厂房屋顶的光伏电站建设。

项目拟采用 540Wp 单晶 PERC 半片组件沿屋面紧贴平铺，项目共计铺装组件***张，光伏装机容量达***KWp；一期项目铺装***张组件，光伏装机容量为***KWp。

六、项目周期

一期项目总体周期约***个月，其中前期规划设计***个月、建设期约为***个月。

七、项目总投资

一期项目的总投资包括分布式光伏的设备购置费用、安装调试费用和服务费用，总计***万元。

图表 1：项目总投资估算表

序号	费用名称	数量	单位	单价(元)	合计(万元)	备注
一	设备系统购置费					

序号	费用名称	数量	单位	单价(元)	合计(万元)	备注
1	单晶太阳 电池组件					
2	逆变器					
3	光伏支架					
4	断路器、隔离开关、 计量装置、防雷接 地装置					
5	光伏 汇流箱					
6	交流防雷配电柜					
7	微电网智能控制系 统					
二	系统安装费					
1	安装材料					
2	运输安装调试					
3	设备租赁					
三	税收服务费					
四	合计					

第二节 可行性研究主要结论

一、符合国家政策导向

分布式光伏发电属于可再生能源，能有效减少碳排放和调整能源结构，符合我国“3060”双碳战略和能耗双控政策的发展方向。且分布式发电属于国家发改委《产业结构调整指导目录（2019年本）》中的鼓励类产业“分布式供电及并网（含微电网）技术推广应用”。

二、项目投资效益良好

（1）经济效益

该项目的财务内部收益率（税前）为***%，财务内部收益率（税后）为***%，均高于行业基准收益率（ $i_c=6\%$ ），总投资收益率为***%，动态投资回收期（税前）为***年，投资回收期（税后）为***年（不含建设期），处于项目运营期内。项目经济效益良好。

（2）环境效益

光伏发电项目的建设与其他化石能源发电方式相比，可使有害物质排放量明

显减少，大大减轻了对环境的污染。还可以促进当地能源电力结构调整，及当地经济和旅游业的发展。

一期项目建成运行后，若按照 20 年运营期，其发电总量达***万 kwh。相比同等发电量的燃煤电厂，一期项目可累计减少***吨标煤，减少排放***吨 CO₂、***吨 SO₂、***吨 NO_x。项目环境效益良好。

(3) 社会效益

1) 社会经济影响

根据本项目的建设对社会影响的分析、项目与所在地区互适性分析和项目社会风险分析，可以看出，本项目的实施有利促进当地经济的增长，有力地推动地区的发展，促进当地的建设发展做出积极贡献。

2) 增加可再生能源比重

国家要求每个省（区）都有一定比例的可再生能源消纳比例，2022 年四川省消纳比例预期为 70%。积极调整能源结构，推进太阳能、沼气能和地热能的开发利用，大力发展太阳能发电，将改善当地能源结构，有利于增加再生能源的比例。

第三节 可行性研究主要编制依据

- 1、《中华人民共和国可再生能源法（修正案）》；
- 2、《国务院关于促进光伏产业健康发展的若干意见》；
- 3、《2030 年前碳达峰行动方案》；
- 4、《完善能源消费强度和总量双控制度方案》；
- 5、《关于建立健全可再生能源电力消纳保障机制的通知》；
- 6、《关于报送整县（市、区）屋顶分布式光伏开发试点方案的通知》；
- 7、《关于落实好 2021 年新能源上网电价政策有关事项的函》；
- 8、《关于 2021 年新能源上网电价政策有关事项的通知》；
- 9、《工程设计资质标准》；
- 10、《建设工程勘察设计管理条例》；
- 11、《电力建设工程施工安全监督管理办法》；
- 12、业主提供的项目其他项目资料。

第二章 项目建设背景及必要性、可行性分析

第一节 项目建设背景

一、政策背景

我国于 2006 年 1 月 1 日起实施了《中华人民共和国可再生能源法》，将可再生能源的开发利用列为能源发展的优先领域，增加能源供应，改善能源结构，推动可再生能源市场的建立和发展。

2006 年以来，为鼓励和扶持光伏产业的发展，国家发改委、财政部、工信部、国家能源局、住房和城乡建设部等机构密集出台支持和规范光伏产业发展的政策性文件，通过财政补贴、政策优惠等途径扶持新能源发电行业的成长与发展，并最终实现平价上网的目标。

1、“3060”双碳成为部委和地方未来的重点工作，能源替代和节能减排为两大抓手

《2030 年前碳达峰行动方案》（国发【2021】23 号）

2021 年 10 月 24 日，国务院印发了《2030 年前碳达峰行动方案》，提出到**2030 年，非化石能源消费比重达到 25%左右，单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 65%以上，顺利实现 2030 年前碳达峰目标。**在能源绿色低碳转型方面，要大力实施可再生能源替代，加快构建清洁低碳安全高效的能源体系。全面推进风电、**太阳能发电大规模开发和高质量发展，坚持集中式与分布式并举，加快建设风电和光伏发电基地。**加快智能光伏产业创新升级和特色应用，创新“光伏+”模式，推进光伏发电多元布局。到 2030 年，风电、**太阳能发电总装机容量达到 12 亿千瓦以上。**

《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》

2021 年 9 月 22 日，国务院发布《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》，提出到 2025 年，**绿色低碳循环发展的经济体系初步形成，重点行业能源利用效率大幅提升，单位国内生产总值能耗比 2020 年下降 13.5%；单位国内生产总值二氧化碳排放比 2020 年下降 18%；非化石能源消费比重达到 20%左右；森林覆盖率达到 24.1%，森林蓄积量达到 180 亿立方米，为实现碳达峰、碳中和奠定坚实基础。**大力推动节能减排，**全面推进清洁生产，坚决**

遏制高耗能高排放项目盲目发展。加快发展新一代信息技术、生物技术、新能源、新材料、高端装备、新能源汽车、绿色环保以及航空航天、海洋装备等战略性新兴产业，建设绿色制造体系。

《完善能源消费强度和总量双控制度方案》

2021年9月，国家发改委发布《完善能源消费强度和总量双控制度方案》提出，到2025年，能耗双控制度更加健全，能源资源配置更加合理、利用效率大幅提高；到2030年，能耗双控制度进一步完善，能耗强度继续大幅下降，能源消费总量得到合理控制，能源结构更加优化；**到2035年，能源资源优化配置、全面节约制度更加成熟和定型，有力支撑碳排放达峰后稳中有降目标实现。**《方案》表示要合理设置国家和地方能耗双控指标，对国家重大项目实行能耗统筹，坚决管控高耗能高排放项目，建立在建、拟建、存量高耗能高排放项目清单，明确处置意见。

为积极响应能耗双控政策，全国各省份纷纷出台了一系列举措，通过限制高耗能企业用电总量、提高电价、限制用电时段等方式促进能耗减排，具体执行措施见下表。

图表 2：全国部分省市限电政策

地区	政策名称	颁布部门	政策内容
内蒙古	《关于明确蒙西地区电力交易市场价格浮动上限并调整部分行业市场交易政策相关事宜的通知》	内蒙古工信厅	提高电价，并开始执行高峰期限电要求，限电时间为每天晚上7点至10点。
江苏省	《2021年夏季尖峰电价调整政策》	江苏省发改委	从7月15日至8月31日，最高气温达到或超过35℃时，针对315千伏安及以上大工业用户，尖峰段（10点11点，14点到15点）在峰段电价基础上，每千瓦时加价0.1元，实施季节性尖峰电价。 开展2021年年综合能耗5万吨以上企业专项节能监察行动，本次专项节能监察围包括全省年综合能耗5万吨标准煤以上323家企业，综合能耗5万吨标准煤以上29家“两高”项目，2020年以来投产的综合能耗5000吨标准煤以上存量。

地区	政策名称	颁布部门	政策内容
贵州	《2021年贵州省有序用电方案》，	贵州省能源局	为保证当地电网运行和经济社会健康发展，根据省内电力缺口规模分红、橙、黄、蓝4个等级进行预警。出现不同等级的预警，启动相应级别的响应。当省内电力供应出现缺口，需启动实施有序用电的，应报经省人民政府同意后方可实施。电网企业按预警响应等级和有序用电响应企业序位表，并结合实际情况合理安排有关企业错、避峰生产。
四川	《节约用电错峰用电倡议书》	四川明星电力股份有限公司	倡议工业客户暂停非必要性生产、照明、办公负荷

2、消纳保障机制为可再生能源提供长期发展空间

消纳保障机制，即可再生能源电量在电力消费中的占比，强制要求配额主体消纳一定比例的可再生电力，并通过核算各配额义务主体可再生能源电力绿色证书（即“绿证”）的数量来考核其配额完成情况，将电力消费中可再生能源的比重作为约束性指标，鼓励、支持、保障可再生能源电力的“优先发展”和“充分利用”。这一创新性机制的建立和启动实施，对促进我国可再生能源电力健康发展、持续推进能源转型将起到重要的保障作用，未来可再生能源消纳前景值得期待。

《关于建立健全可再生能源电力消纳保障机制的通知》（发改能源【2019】807号）

2019年5月10日，国家发展改革委、国家能源局发布《关于建立健全可再生能源电力消纳保障机制的通知》，明确确定各省级区域的可再生能源电量在电力消费中的占比目标，即“可再生能源电力消纳责任权重”，包括可再生能源电力总量消纳责任权重（简称“总量消纳责任权重”）和非水电可再生能源电力消纳责任权重（简称“非水电消纳责任权重”），建立健全消纳保障机制。《通知》按省级行政区域确定了消纳责任权重，要求售电企业和电力用户协同承担消纳责任，各承担消纳责任的市场主体以实际消纳可再生能源电量为主要方式完成消纳量，同时可通过绿证和超额消纳量两种补充（替代）方式完成消纳量。

图表 3：2020年部分省市可再生能源电力总量消纳责任权重

省（区、市）	2020年最低消纳责任权重	2020年激励性消纳责任权重
北京	15.0%	16.5%

省（区、市）	2020 年最低消纳责任权重	2020 年激励性消纳责任权重
河北	15.0%	16.5%
山西	16.5%	18.1%
辽宁	12.5%	13.7%
贵州	31.5%	34.7%
重庆	45.0%	49.5%
四川	80.0%	88.0%

《关于 2021 年可再生能源电力消纳责任权重及有关事项的通知》（发改能源【2021】704 号）

2021 年 5 月 25 日，国家发展改革委、国家能源局发布《关于 2021 年可再生能源电力消纳责任权重及有关事项的通知》，表示为锚定碳达峰、碳中和任务，实现 2025 年非化石能源占一次能源消费比重提高至 20%左右的目标，按照逐年提升、适度从紧的原则，各省（区、市）2021 年消纳责任权重，较 2020 年有不同程度提升强化可再生能源电力消纳责任权重引导机制，引导各省依据本区域非水电可再生能源电力消纳责任权重和新能源合理利用率目标，确定本省年度新增并网规模和新增核准（备案）规模，对超额完成激励性权重的，在能源双控考核时按国家有关政策给予激励。《通知》中规定四川省 2022 年的预期可再生能源电力总量消纳责任权重最低值为 70.0%。

3、分布式光伏产业符合“碳中和”和“碳达峰”长期目标得到政策支持

在以煤炭和油气资源为主的能源结构面临着资源紧缺和高消耗的双重困境，我国国家能源战略发展重点在于发展新一代高效清洁发电技术，分布式光伏发电在内的可再生能源得到国家顶层设计的大力支持。

《关于提前下达 2022 年可再生能源电价附加补助地方资金预算的通知》（财建【2021】346 号）

2021 年 11 月 16 日，财政部中央预算公共平台官网发布《关于提前下达 2022 年可再生能源电价附加补助地方资金预算的通知》显示，本次下达总计新能源补贴资金 38.7 亿元，其中，光伏 22.8 亿元、风电 15.5 亿元、生物质 3824 万元，光伏比例占到近 6 成。

《关于报送整县（市、区）屋顶分布式光伏开发试点方案的通知》

2021 年 6 月 20 日，国家能源局综合司正式下发《关于报送整县(市、区)屋顶分布式光伏开发试点方案的通知》，拟在全国组织开展整县（市、区）推进屋

顶布式光伏开发试点工作。《通知》明确，党政机关建筑屋顶总面积可安装光伏发电比例不低于 50%；学校、医院、村委会等公共建筑屋顶总面积可安装光伏发电比例不低于 40%；工商业厂房屋顶总面积可安装光伏发电比例不低于 30%；农村居民屋顶总面积可安装光伏发电比例不低于 20%。《通知》还表示，试点方案应按照“宜建尽建”的原则，合理确定建设规模、运行模式、进度安排、接网消纳等相关内容。

《新时代的中国能源发展白皮书》

2020 年 12 月 21 日，国务院发布了《新时代的中国能源发展白皮书》，指出要全面推动储能与新能源发电、电力系统协调优化运行，开展电化学储能等调峰试点。其中就包括**推进分布式可再生能源发展**，推行终端用能领域多能协同和能源综合梯级利用；推动太阳能多元化利用，统筹光伏发电的布局与市场消纳，**集中式与分布式并举开展光伏发电建设**，实施光伏发电“领跑者”计划，采用市场竞争方式配置项目，加快推动光伏发电技术进步和成本降低；完善**光伏发电分布式应用的电网接入**等服务机制。

4、分布式光伏项目补贴政策持续优化，开始平价上网

《关于落实好 2021 年新能源上网电价政策有关事项的函》

2021 年 6 月 11 日，国家发改委发布《关于落实好 2021 年新能源上网电价政策有关事项的函》，进一步明确“对 2021 年纳入当年中央财政补贴规模的新建户用分布式光伏项目，其全发电量补贴标准按每千瓦时 0.03 元执行；对国家能源局确定的首批光热发电示范项目，于 2021 年底前全容量并网的，上网电价继续按每千瓦时 1.15 元执行，之后并网的中央财政不再补贴。”

《关于 2021 年新能源上网电价政策有关事项的通知》（发改价格〔2021〕833 号）

2021 年 6 月 7 日，国家发改委发布《关于 2021 年新能源上网电价政策有关事项的通知》，对 2021 年新建新能源项目的上网电价进行了规定，提出：

一、2021 年起，对新备案集中式光伏电站、工商业分布式光伏项目和新核准陆上风电项目（以下简称“新建项目”），中央财政不再补贴，**实行平价上网**；

二、2021 年新建项目上网电价，**按当地燃煤发电基准价执行**；新建项目可自愿通过参与市场化交易形成上网电价，以更好体现光伏发电、风电的绿色电力

价值；

三、2021年起，新核准（备案）海上风电项目、光热发电项目上网电价由当地省级价格主管部门制定，具备条件的可通过竞争性配置方式形成，上网电价高于当地燃煤发电基准价的，基准价以内的部分由电网企业结算。

四、鼓励各地出台针对性扶持政策，支持光伏发电、陆上风电、海上风电、光热发电等新能源产业持续健康发展。

《关于2020年光伏发电上网电价政策有关事项的通知》（发改价格〔2020〕511号）

2020年3月31日，国家发展改革委发布了《关于2020年光伏发电上网电价政策有关事项的通知》，对2020年光伏发电上网电价进行了规定，具体如下图所示：

图表 4：2020 年光伏发电上网电价规定

执行时间	2020年6月1日起				
政策依据	20200331 发改价格〔2020〕511号				
	指导价	工商业 分布式	工商业 分布式	村级	
资源区	集中式电站 竞价上限	全额上网 (竞价)	自发自用	扶贫	户用
I类资源区	0.35	竞价上限 0.35 & 补贴≤0.05	0.05	0.65	0.08
II类资源区	0.4	竞价上限 0.4 & 补贴≤0.05	0.05	0.75	0.08
III类资源区	0.49	竞价上限 0.49 & 补贴≤0.05	0.05	0.85	0.08

《四川省分布式光伏建设管理相关政策》

2021年1月26日，四川省发改委发布了《四川省分布式光伏建设管理相关政策》，对四川省分布式光伏发电项目建设管理相关政策进行了梳理如下。首先明确了分布式光伏定义“分布式光伏分为户用光伏和工商业分布式光伏两大类。其中，户用光伏项目为业主自建的户用自然人分布式光伏项目；工商业分布式光伏发电项目为就地开发、就近利用且单点并网装机容量小于6兆瓦的户用光伏以外的各类分布式光伏发电项目”。对于项目补贴，表示“户用光伏根据切块的补

贴额度确定的年度装机总量和固定补贴标准（2020年补贴标准为每千瓦时0.08元）进行单独管理。”“自2020年起，我省工商业分布式光伏发电上网指导价0.4元/千瓦时，低于我省燃煤发电上网基准价0.4012元/千瓦时，已无补贴。”

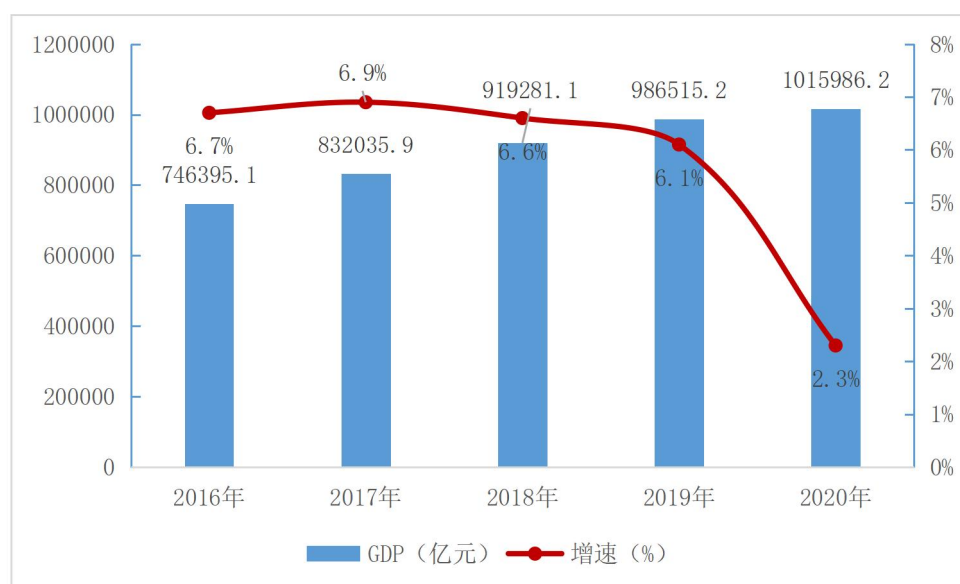
在我国双碳战略和能耗双控的环保政策背景下，高耗能高排放企业成为重点管控对象，为保证工商业生产正常，分布式光伏有望受到企业青睐。而国家对分布式光伏产业的补贴支持使得分布式光伏技术提升、成本下降，2021年开始实现平价上网，参与市场运营，分布式光伏产业在政策的影响下将继续高质量发展。

二、经济背景

1、国内经济发展充满韧性，增长空间仍然巨大

2020年在中央领导下，各地方政府积极开展疫情防控措施，国内经济迅速复苏，全年国内生产总值达101.6万亿元，比上年增长2.3%，是全球唯一实现经济正增长的主要经济体，成为全球经济复苏的主要力量。这足以说明，尽管外部环境的严峻变化对国内经济造成了一定冲击，但我国的经济发展充满韧性，增长空间依然存在，国内经济长期向好的发展趋势不会因为外部力量的阻碍而改变。

图表 5：2016-2020 年国内生产总值及增速

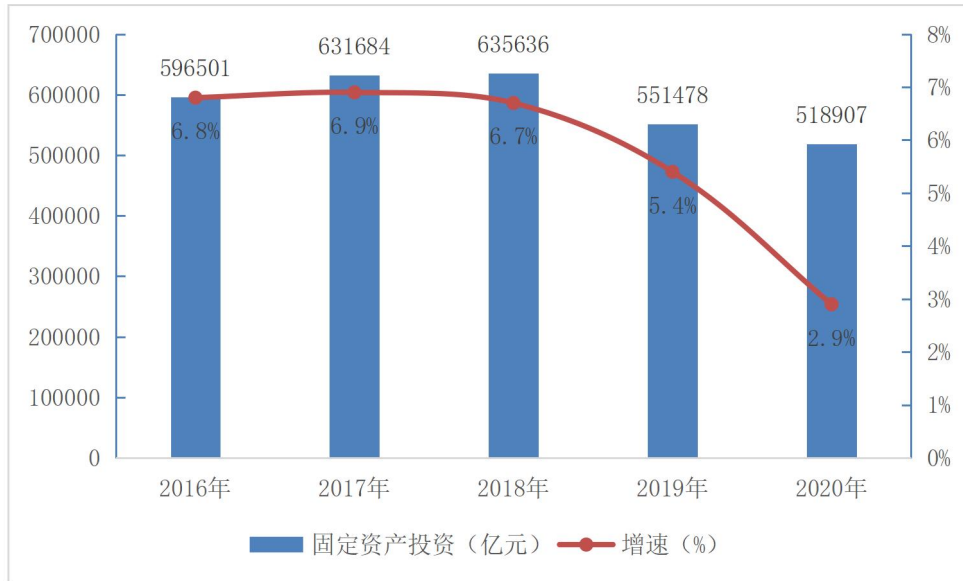


数据来源：国家统计局

2020年全国固定资产投资527270亿元，其中固定资产投资（不含农户）518907亿元，比上年增长2.9%。在固定资产投资（不含农户）中，第一产业投资13302亿元，比上年增长19.5%；第二产业投资149154亿元，增长0.1%；第

三产业投资 356451 亿元，增长 3.6%。民间固定资产投资 311159 亿元，增长 4.7%。

图表 6：2016-2020 年国内固定资产投资及增速

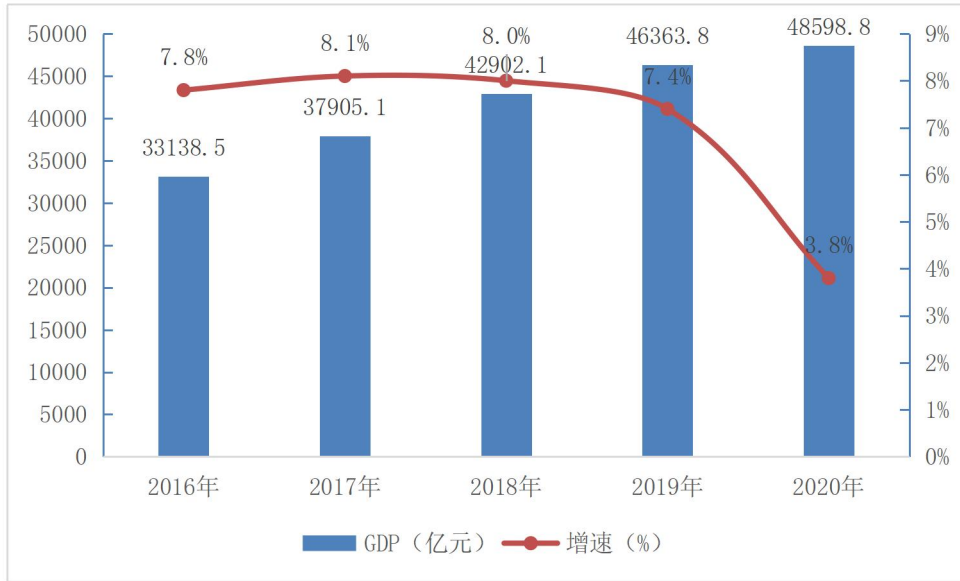


数据来源：国家统计局

2、四川省经济再上新台阶，固定资产投资较快

根据四川省统计局数据，2020 年四川省地区实现生产总值 48598.8 亿元，按可比价格计算，比上年增长 3.8%。其中，第一产业增加值 5556.6 亿元，增长 5.2%；第二产业增加值 17571.1 亿元，增长 3.8%；第三产业增加值 25471.1 亿元，增长 3.4%。三次产业对经济增长的贡献率分别为 14.1%、43.4%和 42.5%。三次产业结构由上年的 10.4:37.1:52.5 调整为 11.4:36.2:52.4。分区域看，成都平原经济区地区生产总值 29523.3 亿元，比上年增长 4.0%，其中环成都经济圈地区生产总值 11806.7 亿元，增长 3.9%；川南经济区地区生产总值 7883.7 亿元，增长 4.2%；川东北经济区地区生产总值 7595.5 亿元，增长 3.8%；攀西经济区地区生产总值 2774.0 亿元，增长 3.9%；川西北生态示范区地区生产总值 822.4 亿元，增长 3.4%。

图表 7：2016-2020 年四川省生产总值及增速

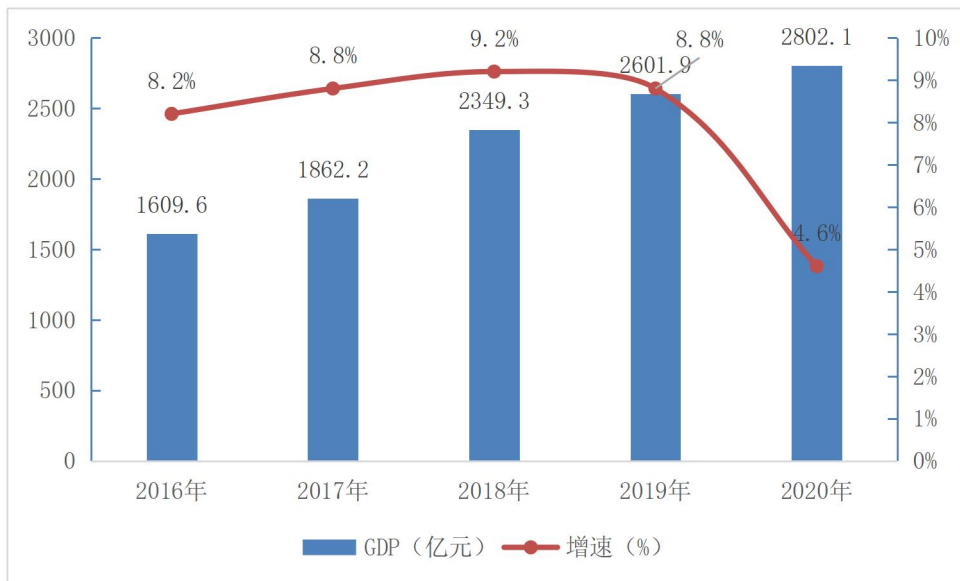


数据来源：四川省统计局

3、宜宾经济增长稳定，电力生产增加值持续增长

根据宜宾统计局数据，2020年宜宾市地区生产总值为2802.1亿元，按可比价格计算，比上年增长4.6%。其中，第一产业增加值344.6亿元，增长5.7%；第二产业增加值1349.3亿元，增长4.9%；第三产业增加值1108.3亿元，增长3.9%。三次产业对经济增长的贡献率分别为15.2%、55.3%和29.5%。三次产业结构由上年的10.7:50.3:39.0调整为12.2:48.2:39.6。

图表 8：2016-2020 年宜宾地区生产总值规模及增速

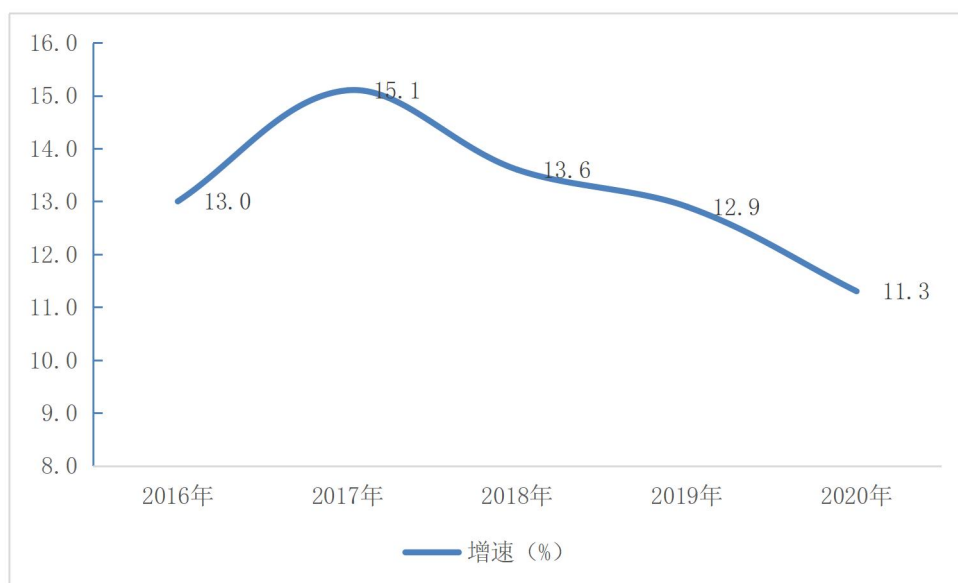


数据来源：宜宾市统计局

全年全社会固定资产投资比上年增长11.3%。分产业看，第一产业投资增长

53.1%；第二产业投资增长 4.8%，其中工业投资增长 4.5%，第三产业投资增长 11.6%。基础设施投资增长 21.0%。

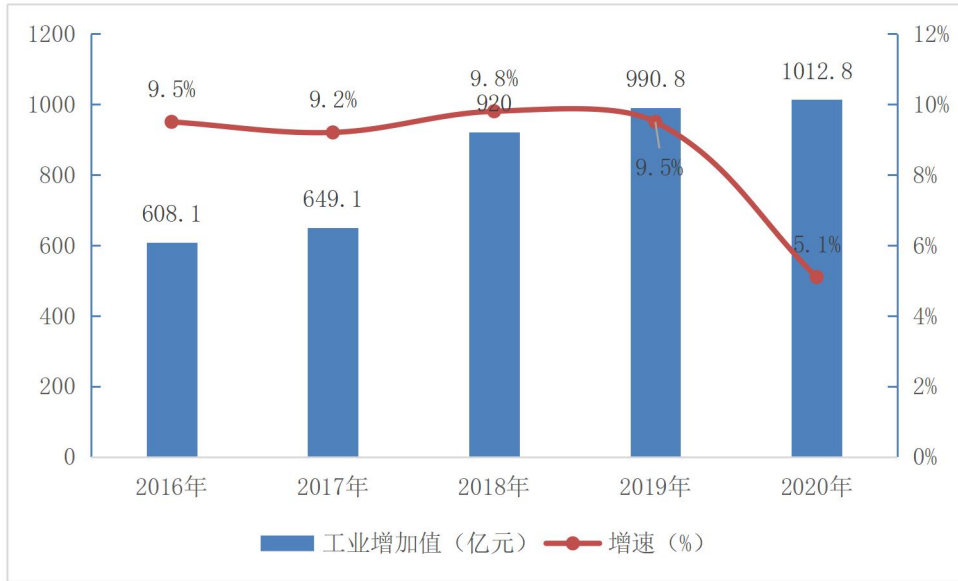
图表 9：2016-2020 年宜宾固定资产投资增长速率



数据来源：宜宾市统计局

全年工业增加值 1012.8 亿元，比上年增长 5.1%，对经济增长的贡献率为 46.5%。年末规模以上工业企业 879 户，全年规模以上工业增加值增长 5.6%。分行业看，规模以上工业 32 个行业大类中有 18 个行业增加值增长。其中，计算机、通信和其他电子设备制造业比上年增长 47.6%，纺织业增长 22.6%，化学纤维制造业增长 12.8%，石油和天然气开采业增长 3.9%，酒、饮料和精制茶制造业增长 3.0%，电力、热力生产和供应业增加值增长 1.6%，化学原料和化学制品制造业增长 0.7%。

图表 10：2016-2020 年宜宾工业增加值规模及增速



数据来源：宜宾市统计局

三、行业背景

1、发展循环经济是我国经济社会发展的一项重大战略

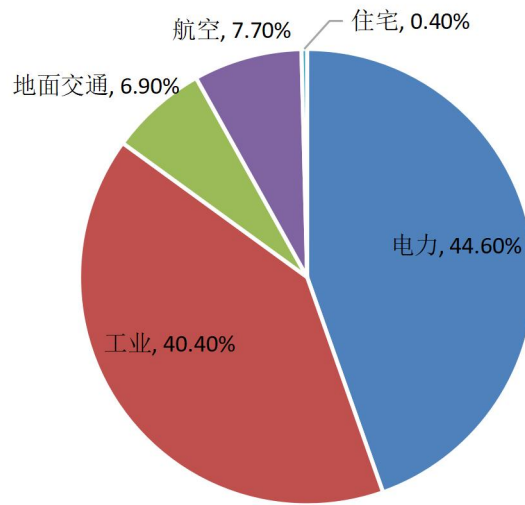
“十四五”时期我国进入新发展阶段，开启全面建设社会主义现代化国家新征程。大力发展循环经济，推进资源节约集约利用，构建资源循环型产业体系和废旧物资循环利用体系，对保障国家资源安全，推动实现碳达峰、碳中和，促进生态文明建设具有重大意义。目前世界主要经济体普遍把发展循环经济作为 破解资源环境约束、应对气候变化、培育经济新增长点的基本路径。美国、欧盟、日本等发达国家和地区已系统部署新一轮循环经济行动计划，加速循环经济发展布局，应对全球资源环境新挑战。加上目前世界格局深刻调整，国际资源供应不确定性、不稳定性增加，因此我国将着力构建以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局。

一方面，我国将释放内需潜力，扩大居民消费，提升消费层次，建设超大规模的国内市场，建筑建材、交通运输、医疗卫生等硅基新材料的下游领域的资源能源需求仍将刚性增长；另一方面，我国循环经济发展仍面临重点行业资源产出效率不高，再生资源回收利用规范化水平低，单位 GDP 能源消耗、用水量仍大幅高于世界平均水平的问题，再生资源的高效利用将成为未来产业的重点发展方向。

2、电力和工业是碳排放前两大行业

我国能源消费总量仍在高速增长。2020年，我国一次能源消费总量49.8亿吨标准煤，同比增长3.2%。2020年我国二氧化碳净排放量98.94亿吨，同比增长0.9%，在“碳中和”的背景下，碳强度有明显下降，但仍然有进步空间。将中国碳排放总量按行业分解，电力和工业约占总量的85%，是中国二氧化碳排放的主要来源。在国内能耗双控背景下，高耗能高排放企业成为重点管控对象，为保证工商业生产正常，分布式光伏有望受到企业青睐。

图表 11：2020 年中国碳排放按行业分类占比



数据来源：全球实时碳数据

四、技术背景

度电成本下降是光伏行业发展主线，技术进步是推动降本增效主旋律。建设成本和发电量是影响 LCOE 的根本因素，技术进步带来转换效率提升和生产效率提升，转换效率提升不仅可提升发电量增益而且可摊薄面积相关的建设成本，生产效率提升通过规模化效应可实现组件成本的优化。随着多晶硅片、太阳能电池等方面的新技术涌现，目前技术进步已经成为光伏行业降本增效主旋律。

1、多晶硅硅片技术持续发展

目前多晶硅环节存在两种技术路线：改良西门子法（产物为棒状硅）和硅烷流化床法（产物为粒）。

其中改良西门子法在 1100°C 左右的高纯硅芯上用高纯氢还原高纯三氯氢

硅，生成多晶硅沉积在芯上，而烷流化床法一般是以烷或氯烷作为硅源气、以氢气作为载气。在添加四氯化硅的基础上，将工业硅在烷流化床内转化为颗粒多晶。由于烷流化床法生产工艺与改良西门子法相比程更短，项目固定单位投资将有所下降，且具备生产效率高、可连续生产、含碳量少等优势。在考虑了电耗、人工、水耗、氢气消耗等因素后，若不考虑硅成本，综合生产成本下降幅度约 30%。

2、太阳能级硅片大尺寸化

太阳能级硅片从 1981 年的 100mm 增大到 2019 年的 210mm，大尺寸硅片的转换效率更高，同时可有效降低成本和提高光伏发电效率。自 2019 年下半年开始，以隆基股份、中环股份为代表的企业相继推出 166mm、182mm、210mm 大尺寸硅片叠加 PERC、MBB、高密度封液等电池组件高校技术，光伏组件功率不断突破，有效降低 LCOE、BOS 成本。

3、太阳能电池技术不断突破

薄膜太阳能电池具有衰减低、重量轻、材料消耗少、制备能耗低、适合与建筑结合（BIPV）等特点，目前能够商品化的薄膜太阳能电池主要包括铜铟镓硒（CIGS）、碲化镉（CdTe），砷化镓（GaAs）等。当前，全球碲化镉薄膜电池实验室效率纪录达到 22.1%，组件实验室效率达 19.5%左右，产线平均效率在 17-18%；铜铟镓硒（CIGS）薄膜太阳能电池实验室效率纪录达到 23.35%，组件产线平均效率在 16-17%；III-V 族薄膜太阳能电池，具有超高的转换效率，稳定性好，抗辐射能力强，在特殊的应用市场具备发展潜力，但由于目前成本高，市场有待开拓，生产规模不大。

III-V 族薄膜电池由于能隙与太阳光谱匹配较适合，具有较高的理论效率，主要应用于空间高效太阳电池，目前主流技术是金属有机化合物气相外延（MOCVD），及衬底剥离转移技术。较为成熟的电池结构有晶格匹配的单结 GaAs 电池、晶格匹配的 GaInP/GaAs 双结电池，以及晶格失配的 GaInP/GaAs/GaInAs 三结电池。由于该领域的设备及技术独特性，进行研发的研究机构及企业较少。国内已没有企业、研究机构研究生产聚光电池，所以不再统计聚光电池效率。预计到 2021 年，双结电池研发效率达到 33.5%左右，三结电池的研发效率超过 35%。

图表 12：2019-2025 年国内 III-V 族薄膜太阳能电池转换效率变化趋势

III-V 族薄膜太阳能电池转换效率 (%)	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	2025 年
砷化镓 GaAs 小电池片单结实验室最高转换效率	29.1%	29.4%	30.0%	30.0%	30.0%	30.0%
砷化镓 GaAs 小电池片单结量产转换效率	27.1%	28.0%	28.3%	28.4%	28.5%	29.0%
砷化镓 GaAs 小电池片双结实验室最高转换效率	32.1%	33.0%	33.5%	33.5%	33.5%	33.5%
砷化镓 GaAs 小电池片三结研发平均转换效率	32.7%	34.0%	35.0%	36.0%	37.0%	38.0%

4、云存储、云计算、数字孪生、大数据等技术助力光伏发电高效率发展

新信息技术的使用可帮助光伏电厂实现智能化，帮助光伏电厂实现智能化运维监控，提供发电预测等分析功能，降低并网难度，提高发电效率。

在国内，上海上科信息技术研究所顺应光伏产业发展趋势，进行光伏系统集成开发，与中国电建上海能源装备有限公司联合建立与运作能源装备智能化联合实验室。基于数字孪生的光伏电厂智能化平台，将智能电网、物联网、云计算等技术紧密结合，为解决光伏电厂加入储能环节后的优化调功分配问题和分级分层的控制问题，建立面向光伏电厂光储一体化的分级多目标调功算法模型。通过该平台可有效掌握光伏电站完整信息，提高运维效率，加快决策，保障光伏电厂安全、稳定、高效、经济的运行。

第二节 项目建设必要性

一、项目建设是助力双碳目标实现的需要

现代经济的发展造成全球过量碳排放，导致地球气候变暖、温室效应，以及出现极端恶劣天气。习近平主席在第七十五届联合国大会一般性辩论上指出，中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和。根据《2030 年前碳达峰行动方案》到 2030 年，我国非化石能源消费比重达到 25%左右，单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 65%以上。

项目属于可再生能源，既不排放污染物、也不排放温室气体，是天然的绿色能源。一期项目建设完成后，20 年发电总量达***万 kwh，可累计减少***吨标

煤，减少排放***吨 CO₂。项目建设将助力我国双碳目标的实现。

二、项目建设是合理开发利用光能资源，加快能源结构调整的需要

世界能源问题位列世界十大焦点问题之首，特别是随着世界经济的发展、世界人口的剧增和人民生活水平的不断提高，世界能源需求量持续增大，由此导致全球化石能源逐步枯竭、环境污染加重和环保压力加大等问题日趋严重。

我国目前的能源将近 75%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。

照射在地球上的太阳能非常巨大，大约 40 分钟照射在地球上的太阳能，便足以供全球人类一年能量的消费，可谓取之不尽、用之不竭的可再生能源。而且太阳能发电属于无污染的清洁能源，被认为是传统化石能源最重要的替代品之一。本分布式光伏发电项目，将太阳能转换为电能，合理开发利用光能资源，有利于增加可再生能源的比例，优化系统电源结构，且没有任何污染，减轻环保压力。

三、项目建设是改善生态，保护环境的需要

保护与改善人类赖以生存的环境，实现可持续发展，是世界各国人民的共同愿望。我国政府已把可持续发展作为经济社会发展的基本战略，并采取了一系列重大举措。合理开发和节约使用自然资源，改进资源利用方式，调整资源结构配置，提高资源利用率，都是改善生态、保护环境的有效途径。

我国一次能源消费中煤占到 75%左右，比世界平均水平高出 40 多个百分点。燃煤造成的二氧化硫和烟尘排放量约占排放总量的 70%~80%，二氧化硫排放形成的酸雨面积已占国土面积的 1/3。环境质量的总体水平还在不断恶化，世界十大污染城市我国一直占多数。环境污染给我国社会经济发展和人民健康带来了严重影响。世界银行估计 2020 年中国由于空气污染造成的环境和健康损失达到 GDP 总量的 13%。

太阳能是清洁的、可再生的能源，开发太阳能符合国家环保、节能政策。宜宾市拥有比较丰富的太阳能资源，从屏山县的光照条件看，可以建设分布式光伏发电项目。光伏电站的开发建设可有效减少常规能源尤其是煤炭资源的消耗，保

护生态环境。

本项目的建设可以减少大量煤炭及其他化石燃料的燃烧，每年可减少多种大气污染物的排放，包括二氧化碳（CO₂）、一氧化碳（CO）、二氧化氮、烟尘等等，还有其他有害物质排放量的减少，减轻了大气污染，改善生态。

四、项目建设促进当地国民经济可持续发展的需要

本项目是太阳能分布式光伏发电项目，是一个科技环保型、国家政策扶持的新能源项目，对推动宜宾市经济结构调整，实现绿色发展具有重要意义。同时，太阳能分布式光伏发电产生的经济效益也有利于地区国民经济可持续健康发展。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。可见，本项目的开发建设将有利于宜宾的能源供应和经济发展。

五、项目建设是落实国家政策的需要

根据《关于报送整县（市、区）屋顶分布式光伏开发试点方案的通知》，我国试点区域的党政机关建筑屋顶总面积光伏可安装比例不低于 50%，学校、医院等不低于 40%，工商业分布式不低于 30%，农村居民屋顶不低于 20%，预计第一批试点工程将于 2025 年基本完成。

项目建设是积极落实国家关于分布式光伏发展指导规划的需要，将提高宜宾市及四川省工商业分布式光伏建设的比例，助力到 2025 年达成试点目标。

第三节 项目建设可行性

一、太阳能资源丰富，适合项目建设

项目所在地年均总辐射量为 1300-1400kwh/m²，根据《太阳能资源评估方法》（QX/T89-2008）中太阳能资源丰富程度的分级评估方法，该区域的太阳能资源丰富程度属四类区，适宜建设分布式光伏电站。

二、符合国家和产业规划导向

分布式光伏发电属于可再生能源，能有效减少碳排放和调整能源结构，符合我国“3060”双碳战略和能耗双控政策的发展方向。且分布式发电属于国家发改

委《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中的鼓励类产业“分布式供电及并网（含微电网）技术推广应用”。

第三章 项目所在市场分析

第一节 行业概述

一、定义

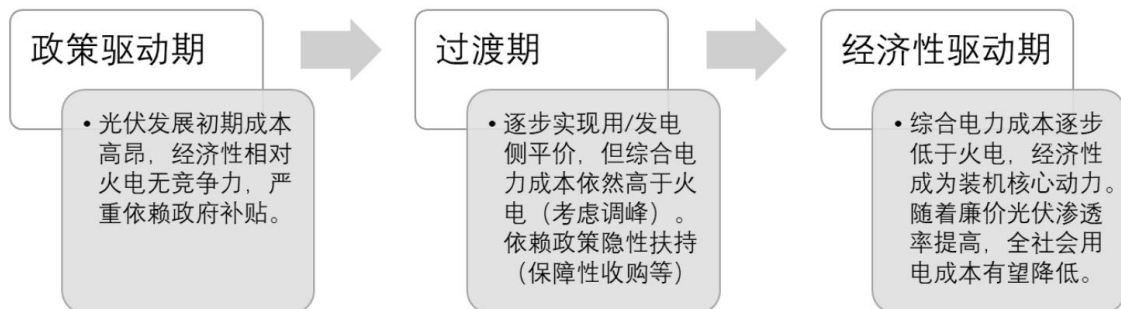
光伏发电系统分为两种类型，一是集中式光伏发电系统，主要是在广阔地面上安装十几兆瓦以上的大型地面电站；二是分布式光伏发电系统，主要是在各种屋顶上安装的兆瓦级以下的光伏发电系统。

分布式光伏电站通常是指利用分散式资源，装机规模较小的、布置在用户附近的发电系统，它一般接入低于 35 千伏或更低电压等级的电网。分布式光伏电站特指采用光伏组件，将太阳能直接转换为电能的分布式光伏电站系统。

应用最为广泛的分布式光伏电站系统，是建在城市建筑物屋顶的光伏发电项目。该类项目必须接入公共电网，与公共电网一起为附近的用户供电。

二、行业发展历程

光伏产业发展可以分为三个阶段，经济性增强驱动行业从政策驱动期迈向过渡期，未来逐步步入经济性驱动期。光伏发展初期成本高昂，经济性相对火电无竞争力，严重依赖政府补贴。随着光伏产业链各环节不断降本增效，光伏发展进入过渡期，逐步实现用/发电侧平价，但综合电力成本依然高于火电（考虑调峰），尚依赖政策隐性扶持（保障性收购等）。未来随着光伏发电及储能技术的进步，光伏发电综合电力成本将逐步低于火电，经济性成为装机核心动力。



三、分布式发电的特点

1、输出功率相对较小。传统的集中式电站动辄几十万千瓦，甚至几百万千瓦，规模化的应用提高了其经济性。光伏发电的模块化设计，决定了其规模可大可小，可根据场地的要求调整光伏系统的容量。一般而言，一个分布式光伏电站项目的容量在数千千瓦以内。与集中式电站不同，光伏电站的大小对发电效率的影响很小，因此对其经济性的影响也很小，小型光伏系统的投资收益率并不会比大型的低。

2、污染小，环保效益突出。分布式光伏电站项目在发电过程中，没有噪声，也不会对空气和水产生污染。但是，需要重视分布式光伏与周边城市环境的协调发展，在利用清洁能源的时候，考虑民众对城市环境美感的关切。

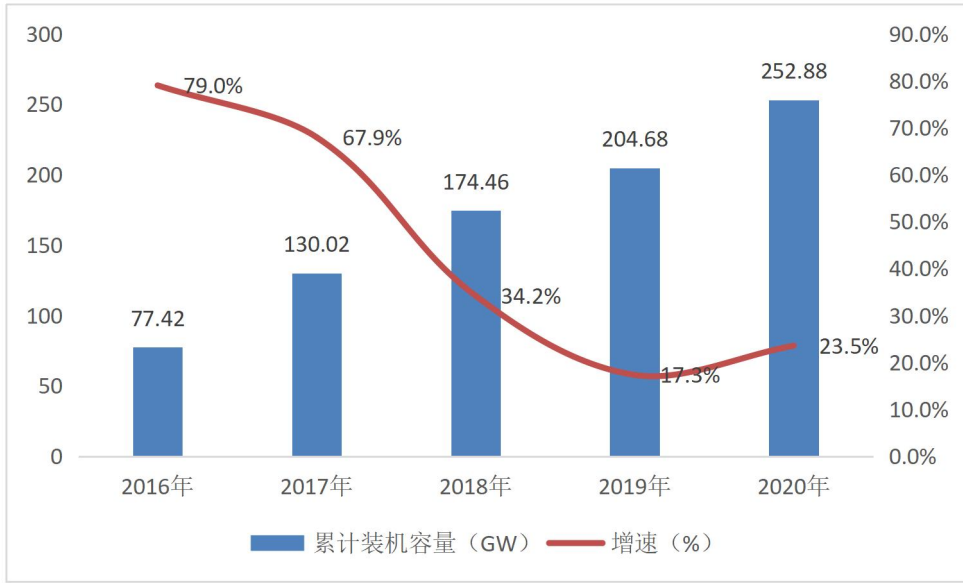
3、可解决电力分布不平衡的问题。世界其他国家，主要以分布式发电为主，占光伏发电系统总量的 80%以上，我国由于前期政策导向主要以集中式光伏发电系统为主。但集中式光伏发电系统一般建在西部开阔荒芜地区，这些地区的用电负荷低，电力就地消纳能力差，需要将光伏系统发出的电力经长距离输送出去。而我国的电力输送能力有限，加之光伏发电具有波动性，使得大规模电力输送更加困难。因此，出现了在西部地区弃光而在经济发达地区电力负荷高或者县城地区电力难以运输进来的现象。为解决这种大规模集中发电与负载应用的不平衡现象，在经济发达或者县城地区大力发展分布式光伏系统具有非常大的意义。

第二节 分布式发电市场发展现状

一、装机规模不断扩大

截止 2020 年底，全国光伏发电累计装机达到 253GW，同比增长 23.5%，增速较 2019 年的 17%有所回升。尽管受到疫情的影响，全国光伏发电累计装机规模仍然连续 6 年位居全球首位。其中分布式光伏累计装机容量为 78.31GW，占比 31%，同比提升 0.2 个百分点。

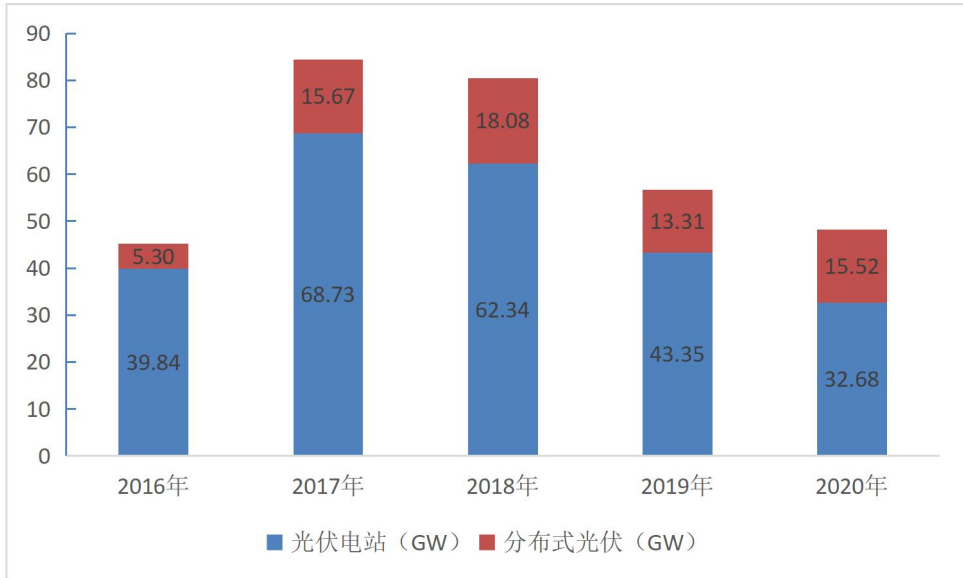
图表 13：2016-2020 年全国光伏发电累计装机量及增速



数据来源：国家能源局

我国光伏新增装机容量波动增加。2020 年，光伏发电新增装机数据为 48.2GW，继续保持全球第一，创历史第二新高，同比增长 60%。其中，集中式光伏电站 3268 万千瓦，占 68%；分布式光伏 1552 万千瓦，占 32%。

图表 14：2016-2020 年全国集中式光伏及分布式光伏新增装机容量



数据来源：国家能源局

2020 年四季度，全国光伏新增并网装机 3010 万千瓦，同比增长 113.2%。新增装机规模较大的省份包括贵州 522 万千瓦、河北 491 万千瓦、青海 410 万千瓦、山东 320 万千瓦、宁夏 214 万千瓦、新疆 180 万千瓦。

2020 年四季度分布式光伏增长较快，新增分布式光伏占全国新增光伏装机

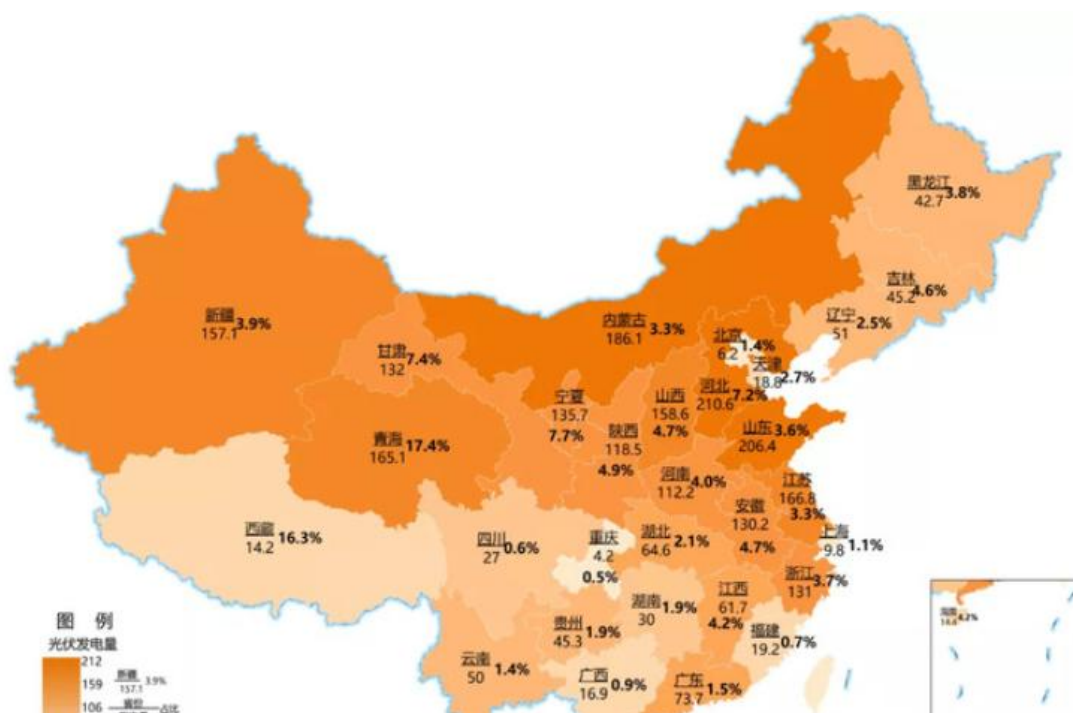
总量的 23.3%，新增并网分布式光伏装机 701 万千瓦，同比增长 78.4%。

二、发电量占比不断上升

2020 年全国风电、太阳能累计发电量 7270 亿千瓦时，同比增长 15.1%。风电、太阳能累计发电量占全部发电量的比重为 9.5%，同比提升 0.9 个百分点，风电、太阳能累计发电量占比稳步提升，新能源绿色电能替代作用不断增强。

2020 年，全国光伏项目发电 2605 亿千瓦时，同比增长 16.1%；2020 年四季度，全国光伏发电量 601 亿千瓦时，同比增长 13.8%。

图表 15：2020 年各地区累计光伏发电量（亿千瓦时）及占本地区总发电量比重



数据来源：全国新能源消纳监测预警中心

第三节 市场发展趋势

一、光伏行业有望进入高速发展阶段

2021 年 11 月 13 日，长三角（宣城）光储产业联盟成立大会暨新能源产业发展论坛的论坛报告指出，新能源将超常规、跨越式发展，年均新增装机规模可能会在“十三五”基础上倍增，到 2025 年，新能源发电系计装机容量有望突破 1000GW，装机占比超过 30%，发电量占比接近 20%。此前预计到 2030 年，中

国风电、太阳能发电总装机容量将达到 1200GW 以上。若新能源发展趋势持续向好，2030 年 1200GW 目标有望提前实现。

国家能源局统计 2021 年 1-9 月我国光伏新增装机量 25.56GW，下游装机需求推后，2022 年或将迎来光伏装机的较快增长。根据 CPIA 预测，乐观情况下，2022 年我国新增光伏装机量有望超 70GW，若 2021 年我国新增光伏装机量达 50GW，2022 年相较于 2021 年增长 40%。

图表 16：我国新增光伏装机量预测情况



数据来源：CPIA

二、分布式光伏占比将持续上升

目前我国集中式光伏占光伏应用市场的主导地位，但相比于分布式光伏，集中式光伏受产业链价格波动影响较大，受到光伏供应链价格持续高位的影响，国内光伏电站新增装机速度延缓，2020 年 H1 国内集中式光伏新增装机占新增装机总量的 38%。分布式光伏单个项目体量较小，有利于清洁能源渗透率提高，分布式光伏发展态势良好。根据 CPIA 预测，未来我国分布式光伏电站比例将继续上升，乐观预计 2025 年分布式光伏电站占比将达 50%。

三、整县推进项目将推动国内分布式光伏进一步整合

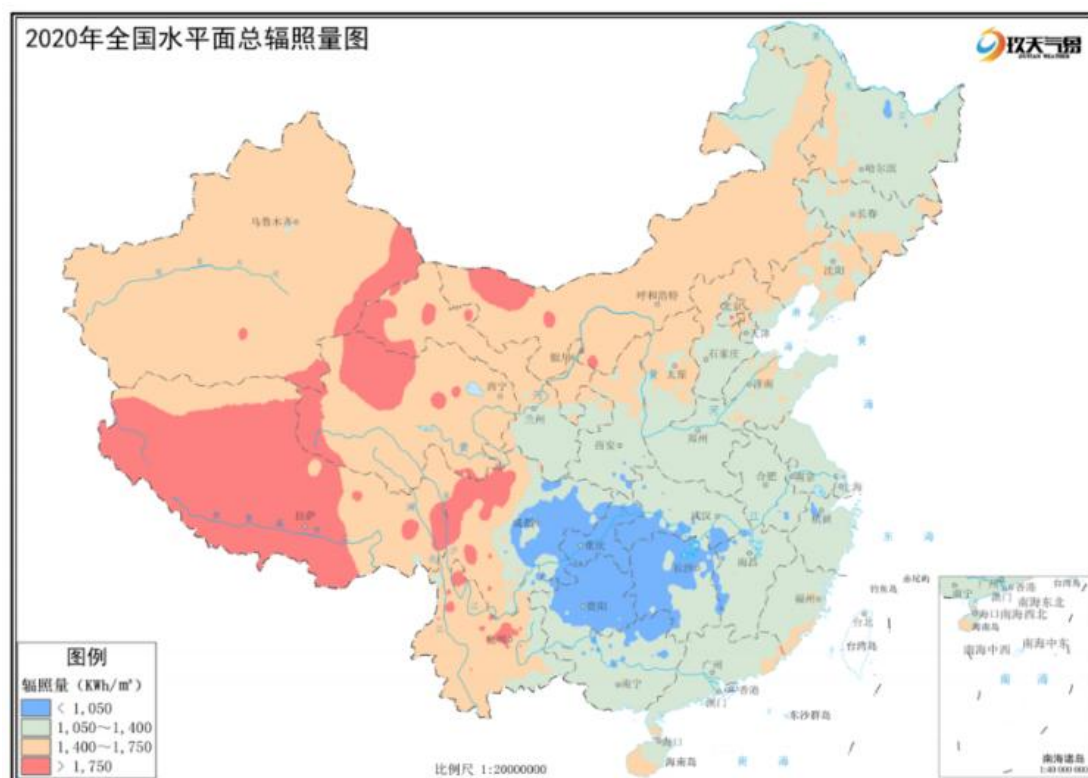
根据国家能源局发布的《公布整县（市、区）屋顶分布式光伏开发试点名单的通知国能综通新能 2021〕84 号》，全国共 676 个县（市、区）列为屋顶分布式光伏开发试点，整体规模或将达 200GW，预计该批整县推进项目将早于 2025 年完成。

第四章 太阳能资源

第一节 我国太阳辐射资源分布

我国地处北半球，土地辽阔，幅员广大，国土总面积 960 万平方公里，为世界陆地总面积的 7%，在我国广阔富饶的土地上，有着丰富的太阳能资源。以下两图分别为我国太阳辐照量分布图和我国最佳斜面利用小时数分布图。

图表 17：2020 年我国太阳水平面总辐照量分布图



数据来源：《2020 年中国风能太阳能资源年景公报》

图表 18：2020 年全国最佳斜面发电利用小时数



数据来源：《2020 年中国风能太阳能资源年景公报》

一、太阳总辐照量

从上图可以看出，我国太阳能资源地区性差异较大，总体上呈现高原、少雨干燥地区大；平原、多雨高湿地区小的特点。2020 年，我国西北大部、西南地区中西部、内蒙古大部、山西北部、河北北部、辽宁西部和东北部、吉林东北部等地年水平面总辐照量超过 1400kWh/m^2 ，其中，甘肃西南部、内蒙古西部、青海西部、西藏中西部以及四川西部等地年水平面总辐照量超过 1750kWh/m^2 ，太阳能资源最丰富；新疆大部、内蒙古大部、青海中东部、甘肃中部、宁夏、陕西北部、山西中北部西藏东部、云南、海南西部等地年水平面总辐照量 1400kWh/m^2 - 1750kWh/m^2 ，太阳能资源很丰富；西北东南部、内蒙古东北部、黑龙江大部、吉林大部、山西南部、河北中南部、北京、天津、黄淮、江淮、江汉、江南及华南大部年水平面总辐照量 1050kWh/m^2 - 1400kWh/m^2 ，太阳能资源丰富；四川东部、重庆、贵州中北部、湖南中西部及湖北西南部地区年水平面总辐照量不足 1050kWh/m^2 ，为太阳能资源一般地区。

按照太阳能年辐射总量从高到低，可以将我国划分为五类地区，具体如下表所示。

图表 19：全国各地太阳能总辐射量与年均日照峰值时间

地区类别	主要地区	年辐射量 (MJ/m ² Y)	年辐射量 (kWh/m ² Y)	年日照时间 (h/Y)	年平均日照峰值时间 (h)	日平均日照峰值时间 (h)
一类地区	宁夏北部、甘肃北部、新疆南部、青海西部、西藏西部；	6680-8400	1855-2333	3200-3300	1854-2300	5.08-6.3
二类地区	河北西北部、山西北部、内蒙古南部、宁夏南部、甘肃中部、青海东部、西藏东南部；	5852-6680	1625-1855	3000-3200	1624-1854	4.45-5.08
三类地区	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、福建南部、江苏北部、安徽北部、台湾西南部；	5016-5852	1393-1625	2200-3000	1387-1624	3.8-4.45
四类地区	湖南、湖北、广西、江西、浙江、福建北部、广东北部、陕西南部、江苏南部、安徽南部、黑龙江、台湾东北部；	4190-5016	1163-1393	1400-2200	1132-1387	3.1-3.8
五类地区	四川、贵州	3344-4190	928-1163	1000-1400	913-1132	2.5-3.1

(1) 一类地区

全年日照时数为 3200~3300h。在每平方米面积上一年内接受的太阳辐射总量为 6680~8400MJ，相当于 225~285kg 标准煤燃烧所发出的热量。主要包括宁夏北部、甘肃北部、新疆东南部、青海西部和西藏西部等地，是中国太阳能资源最丰富的地区，与印度和巴基斯坦北部的太阳能资源相当。尤以西藏西部的太阳能资源最为丰富，全年日照时数达 2900~3400h，年辐射总量高达 7000~8000MJ/m²，仅次于撒哈拉大沙漠，居世界第 2 位。

(2) 二类地区

全年日照时数为 3000~3200h。在每平方米面积上一年内接受的太阳能辐射总量为 5852~6680MJ，相当于 200~225kg 标准煤燃烧所发出的热量。主要包括河北西北部、山西北部、内蒙古南部、宁夏南部、甘肃中部、青海东部、西藏东南部和新疆南部等地，为中国太阳能资源较丰富区。相当于印度尼西亚的雅加达一带。

(3) 三类地区

全年日照时数为 2200~3000h。在每平方米面积上一年接受的太阳辐射总量为 5016~5852MJ，相当于 170~200kg 标准煤燃烧所发出的热量。主要包括山东东南部、河南东南部、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、福建南部、江苏北部、安徽北部、天津、北京和台湾西南部等地，为中国太阳能资源的中等类型区。相当于美国的华盛顿地区。

(4) 四类地区

全年日照时数为 1400~2200h。在每平方米面积上一年内接受的太阳辐射总量为 4190~5016MJ，相当于 140~170kg 标准煤燃烧所发出的热量。主要包括湖南、湖北、广西、江西、浙江、福建北部、广东北部、陕西南部、江苏南部、安徽南部、四川西部、黑龙江、台湾东北部等地，是中国太阳能资源一般地区。相当于意大利的米兰地区。

(5) 五类地区

全年日照时数为 1000~1400h。在每平方米面积上一年内接受的太阳辐射总量为 3344~4190MJ 相当于 115~140kg 标准煤燃烧所发出的热量。主要包括四川东部、贵州、重庆等地，此区是中国太阳能资源最少的地区。相当于欧洲的大部分地区。

二、最佳斜面发电利用小时数

2020 年，我国东北、华北、黄淮东部、西北中西部、西南中西部等地年最佳斜面总辐照量超过 1400kWh/m²，首年利用小时数在 1000 小时以上，其中，新疆大部、西藏大部、青海、甘肃中西部、内蒙古以及四川西部年最佳斜面总辐照量超过 1800kWh/m²，首年利用小时数在 1400 小时以上，西藏中南部的部分地区首年利用小时数超过 1800 小时；陕西南部、甘肃东部、四川东部、黄淮中西部、江淮、江汉、江南大部、华南大部年最佳斜面总辐照量在 1000-1400kWh/m² 之间，除黄淮中西部、江淮东部、江南东部以及华南南部首年利用小时数在 1000-1400 小时之间外，其他地区首年利用小时数一般低于 1000 小时；重庆中南部、贵州中北部、湖南西部以及湖北西南部年最佳斜面总辐照量在 1000kWh/m² 以下，首年利用小时数低于 1000 小时。

第二节 项目区域太阳辐射资源分析

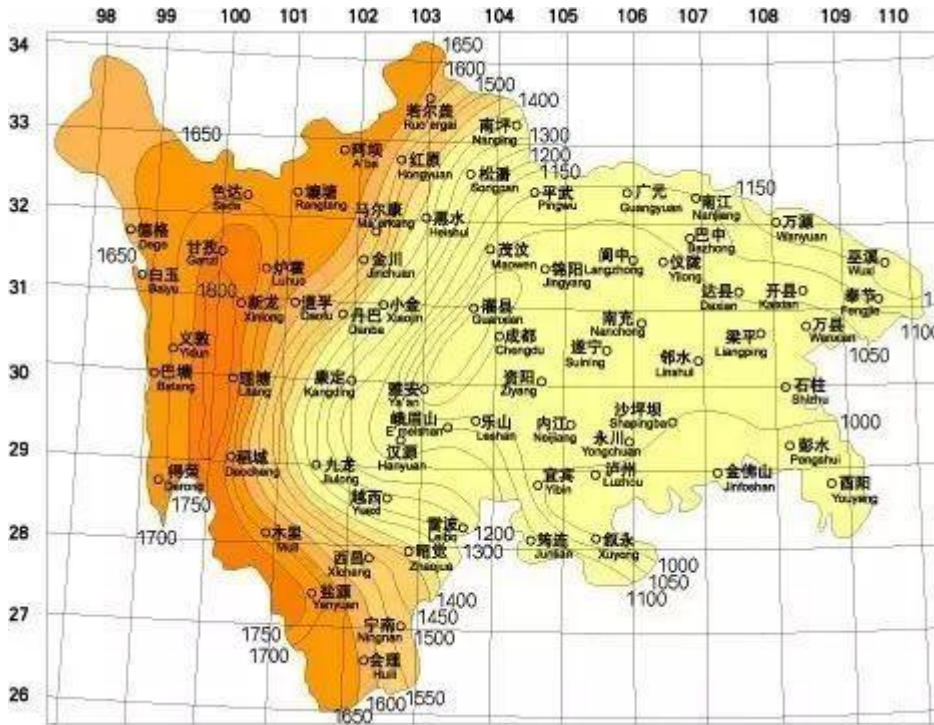
一、四川太阳资源概况

四川介于东经 $97^{\circ} 21'$ — $108^{\circ} 33'$ 和北纬 $26^{\circ} 03'$ — $34^{\circ} 19'$ 之间,位于中国西南腹地,地处长江上游,东西长 1075 公里,南北宽 921 公里,东西边境时差 51 分钟。与 7 个省(区、市)接壤,东邻重庆,北连青海、甘肃、陕西,南接云南、贵州,西衔西藏。

四川省太阳能年总辐射由西向东逐渐增加,其值的变化在 3200-6390 兆焦耳/平方米之间。除盆地西北部和西南部个别地方外,4000 兆焦耳/平方米等值线沿四川盆地西部边缘将四川省分为东西两部分,盆地西部边缘为等值线最为密集的地区,川西高原是四川省乃至我国太阳能主要分布区。

四川省太阳能资源最丰富的地区是石渠、色达至理塘、稻城、攀枝花一带,年总辐射量达 6000 兆焦耳/平方米以上,年日照时数在 2400-2600 小时;太阳能较丰富的地区是川西高原大部分地区,全区覆盖面较大,年总辐射量基本在 5000 兆焦耳/平方米以上,地区年日照时数在 1800 小时以上;太阳能较贫乏的地区主要是川西高原向盆地过度山地区,年总辐射量 4000-5000 兆焦耳/平方米,大部分地区年日照时数在 1700 小时以下;盆地区是四川省及我国太阳能最弱区,总辐射量基本在 4000 兆焦耳/平方米以下,日照时数也少。

图表 20：四川太阳能年均总辐射分布图（单位 kWh/m²）



数据来源：国家气象局

从全国太阳资源及最佳斜面发电利用小时数来看，四川地区属于全国二类电价区，整体太阳能资源在 1000-1800kWh/m²，固定最佳斜面首年发电小时数在 920-1660h。太阳能建设资源和条件较好。

图表 21：2020 年我国部分二类电价区

地点	太阳能资源范围 (kWh/m ²)		固定最佳斜面发电利用小时数范围 (h)	
四川	1000	1800	920	1660
云南	1200	1750	1100	1650
北京、天津、河北承德、张家口、唐山、秦皇岛	1400	1700	1250	1600
山西大同、朔州	1550	1700	1400	1600
黑龙江	1200	1400	1150	1400

数据来源：国家气象局

二、项目所在地太阳辐射资源分析

项目所在地为四川省宜宾市***县，经查询当地气象局数据，该区域年均水平总辐照数据为 1300-1400kwh/m²（4680-5040MJ/m²），根据行业标准《太阳能

资源评估方法》（QX/T89-2008）划定的等级，属于四类区，可以建设光伏分布式电站。

图表 22：2016-2020 年宜宾市太阳能资源年均辐照量



数据来源：四川省气象局

第五章 系统总体方案设计及发电量计算

第一节 方案设计依据

- 1、《光伏电站设计规范》
- 2、《光伏电站施工规范》
- 3、《光伏发电工程验收规范》
- 4、《光伏 PV 系统电网接口特性》
- 5、《光伏系统性能监测测量、数据交换和分析导则》
- 6、《电力工程电缆设计规范》
- 7、《供配电系统设计规范》
- 8、《交流电气装置的接地》

9、《电测量及电能计算装置设计技术规程》

10、《多功能电度表》

第二节 总体设计方案

本项目拟在***产业园厂房屋顶建设分布式光伏电站，预留采光带、通风口部分，其余面积沿屋面紧贴平铺光伏组件。

根据实地勘察和建设方提供的资料，.....。

第三节 光伏组件选择

光伏组件的选择应综合考虑目前已商业化的各种光伏组件的产业形势、技术成熟度、运行可靠性、未来技术发展趋势等，并结合电站周围的自然环境、施工条件、交通运输的状况，经技术经济综合比较选用适合分布式大型并网光伏电站使用的光伏组件类型。

本工程装机容量大，组件数量多，占地面积广，因此优先选用单位面积功率大的光伏组件（即转化率高的组件），以减少占地面积，降低组件安装量；组件数量少意味着组件间连接点少，施工进度快；且故障几率减少，接触电阻小，线缆用量少，系统整体损耗相应降低。

综合考虑组件效率、技术成熟性、市场占有率，以及项目建设工期、厂家供货能力等多种因素，本工程采 540Wp 单晶 PERC 半片组件。项目光伏组件产品规格及参数情况如下：

图表 25：项目光伏组件产品规格

项目	内容
电池类型	
型号	
组件重量	
组件尺寸	
线缆截面积	
电池片数量	
接线盒	
连接器	
线缆长度（包含连接器）	

图表 26：项目光伏组件在 STC 下的电性参数

参数名称	参数值
------	-----

参数名称	参数值
最大功率 (W)	
最大系统电压	
开路电压 (V)	
最大功率点的工作电压 (V)	
最大保险丝额定电流 (A)	
短路电流 (A)	
最大功率点的工作电流 (A)	
工作温度 (°C)	
组件效率 (%)	
功率公差 (W)	
短路电流 (Isc) 的温度系数 (%/°C)	
开路电压 (Voc) 的温度系数 (%/°C)	
最大功率 (Pmax) 的温度系数 (%/°C)	

第四节 光伏阵列的运行方式设计

一、运行方式分类

光伏方阵的运行方式有简单的固定式、倾角季度调节式和自动跟踪式三种类型。自动跟踪式又可分为“单轴跟踪”、“双轴跟踪”两种类型。固定式：光伏方阵固定安装在支架上，一般朝正南方向放置，且有一定的倾角。倾角可根据当地辐射和地理位置进行优化选择。

单轴跟踪式：它通过围绕位于光伏方阵面上的一个轴旋转来跟踪太阳。该轴可以有任一方向，但通常取东西横向，南北横向，或平行于地轴的方向。最常见的是轴取为南北横向，且有一定的倾角。斜单轴跟踪系统能够提高安装组件整体发电量 20%以上。

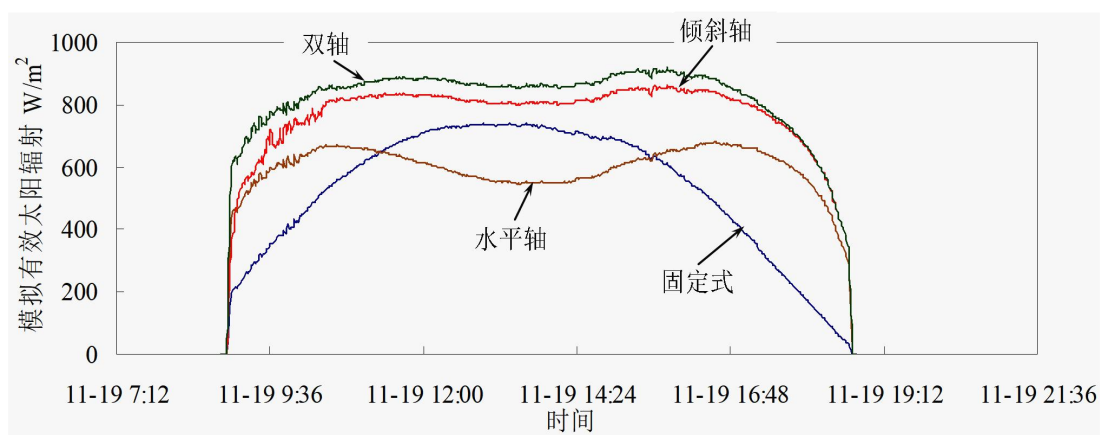
双轴跟踪式：它有两个可以旋转的轴，通过旋转这两个轴可使得方阵面始终和太阳光垂直，从而最大可能捕获太阳能。双轴跟踪系统能够提高安装组件整体发电量 35%以上。

二、运行方式的比较

水平单轴支架在大型光伏电站使用较少，倾角设为最优的固定式相比，年总发电量提高 5%左右，考虑其造价的增加以及人力成本的增加，该运行方式不适合本项目。固定式与自动跟踪式各有优缺点：固定式初始投资较低、且基本免维

护；自动跟踪式初始投资稍高、需要一定的维护，但年发电量较倾角最优固定式相比有较大的提高。固定式和常见的几种跟踪系统的发电量比对见下图：

图表 28：固定式和常见的几种跟踪系统的发电量



图表 29：1MWp 电池阵列三种运行方式比较

项目	固定式	斜单轴跟踪式	双轴跟踪式
发电量 (%)	100	120.7	129.8
占地面积 (万平方米)	2.2	8	8.4
直接投资增加百分比 (%)	100	114	122
运行维护	工作量小	有旋转机构, 工作量大	有旋转机构, 工作量更大
支撑点	多点支撑	多点支撑	单点支撑
板面清洗	布置集中	布置分散, 需逐个清洗, 清洗量较大	布置分散, 需逐个清洗, 清洗量较大

图表 30：光伏发电系统安装方式对比表

序号	比较项目	固定式	单轴跟踪式		双轴跟踪式	比较结果
			仰角跟踪	极轴跟踪式		
1	增加的太阳能转换率	按当地最佳倾角安装，比水平面安装增加 15% 左右的发电量。	比按最佳倾角固定安装增加 5~10% 左右的发电量。	比按最佳倾角固定安装增加 13~20 %左右的发电量。	比按最佳倾角固定安装增加 20~30%左右的发电量。	跟踪式对太阳能的转换效率要比固定式高。
2	抗风能力、土建基础	根据 IEC 标准要求，固定安装支架按抗风能力需满足 42m/s；但由于采用固定安装，东西方向风载较小，对土建基础的承载要求一般。	根据 IEC 标准要求，单轴跟踪式太阳能光伏阵列支架按抗风能力满足 27m/s；由于采用仰角跟踪式安装，东西方向风载较大，对土建基础的承载要求较高	根据 IEC 标准要求，单轴跟踪式太阳能光伏阵列支架按抗风能力满足 27m/s；由于采用单轴跟踪式安装，东西方向风载更大，对土建基础的承载要求更高。	根据 IEC 标准要求，双轴跟踪式太阳能光伏阵列支架按抗风能力满足 27m/s；由于采用双轴跟踪式安装，东西方向风载最大，对土建基础的承载要求也最高。	跟踪式的抗风能力对土建基础设计比固定式高。
3	安装要求	固定式支架因没有转动部件，安装相对简单，安装精度要求相对较低。	单轴跟踪式支架因有部分转动部件，为保证跟踪精度，安装相对复杂，安装精度要求较高	极轴跟踪式支架转动部件增多，为保证跟踪精度，安装更加复杂，安装精度要求也更高。	双轴跟踪式支架的传动机构最为复杂，跟踪精度要求很高，安装要求也最高。	跟踪式的安装要求对比固定式高。
4	经济性	支架系统价格可以控制 0.75 元/Wp 以内。	支架系统价格约 2.2 元/Wp	支架系统价格约 2.5 元/Wp,	支架系统价格约 2.8 元/Wp	跟踪式系统发电量的增加比例小于投资的增量，故经济性较固定式差。
5	技术成熟性	组件安装最通用的一种方式，支架系统简单，应用广泛。	机械跟踪系统相对复杂，使用不广泛，应用经验缺乏，技术不够成熟。	机械跟踪系统更复杂，使用不广泛，缺乏相应的应用经验，技术不够成熟。	机械跟踪系统最复杂，使用不广泛，缺乏相应的应用经验，技术不够成熟。	固定式支架系统简单，应用广泛。系统输出效率有保证。
7	可靠性	简单可靠	跟踪机械、光学仪器可靠性相对较低，维护要求高，使用成本高。	跟踪机械、光学仪器可靠性相对较低，维护要求更高，使用成本更高。	跟踪机械、光学仪器可靠性相对较低，维护要求最高，使用成本也高。	固定式简单可靠，维护成本低。

序号	比较项目	固定式	单轴跟踪式		双轴跟踪式	比较结果
			仰角跟踪	极轴跟踪式		
8	使用寿命及运行维护	可保证 25 年使用期，基本免维护。	机械设备使用期有限，运行维护要求高，运行成本大。	机械设备使用期有限，运行维护要求更高，运行成本更大。	机械设备使用期有限，运行维护要求最高，运行成本最大。	固定式使用寿命长，运行维护简单，费用低

三、运行方式选择

四、光伏阵列设计

五、方阵接线方案设计

- 1、概述
- 2、汇流箱的选择及布置方案
- 3、子方阵直流电缆敷设方案

第五节 逆变器的选择

一、主要技术要求

作为光伏发电系统中将直流电转换为交流电的关键设备之一，其选型对于发电系统的转换效率和可靠性具有重要作用。结合《国家电网公司光伏电站接入电网技术规定》的及其它相关规范的要求，在本工程中逆变器的选型主要考虑以下技术指标：

1、单台容量大

对于大中型并网光伏电站工程，一般选用大容量集中型并网逆变器。目前市场的大容量集中型逆变器额定输出功率在 100kW~1000kW 之间，通常单台逆变器容量越大，单位造价相对越低，转换效率也越高。从初期投资、工程运行及维护方面考虑，若选用单台容量小的逆变器，则逆变器数量较多，初期投资相对较高，系统损耗大，并且后期的维护工作量也大；在中大型并网光伏电站工程中，应尽量选用单台容量大的并网逆变器，可在一定程度上降低投资，并提高系统可靠性；但单台逆变器容量过大，则故障时对发电系统出力影响较大。因此，在实际选型时，应全面综合考虑。

2、转换效率高

逆变器转换效率越高，则光伏发电系统的转换效率越高，系统总发电量损失越小，系统经济性也越高。因此在单台额定容量相同时，应选择效率高的逆变器。

本工程要求大容量逆变器在额定负载时效率不低于 98%，在逆变器额定负载 10%的情况下，也要保证 90%（大功率逆变器）以上的转换效率。逆变器转换效

率包括最大效率和欧洲效率，欧洲效率是对不同功率点效率的加权，这一效率更能反映逆变器的综合效率特性。而光伏发电系统的输出功率是随日照强度不断变化的，因此选型过程中应选择欧洲效率高的逆变器。

3、直流输入电压范围宽

光伏组件的端电压随日照强度和环境温度变化，逆变器的直流输入电压范围宽，可以将日出前和日落后太阳辐照度较小的时间段的发电量加以利用，从而延长发电时间，增加发电量。如在落日余晖下，辐照度小光伏组件温度较高时光伏组件工作电压较低，如果直流输入电压范围下限低，便可以增加这段时间的发电量。

4、最大功率点跟踪

光伏组件的输出功率随时变化，因此逆变器的输入终端电阻应能自适应于光伏发电系统的实际运行特性，随时准确跟踪最大功率点，保证光伏发电系统的高效运行。

5、输出电流谐波含量低，功率因数高

光伏电站接入电网后，并网点的谐波电压及总谐波电流分量应满足《电能质量公用电网谐波》的规定，光伏电站谐波主要来源是逆变器，因此逆变器必须采取滤波措施使输出电流能满足并网要求。要求谐波含量低于 3%，逆变器功率因数接近于 1。

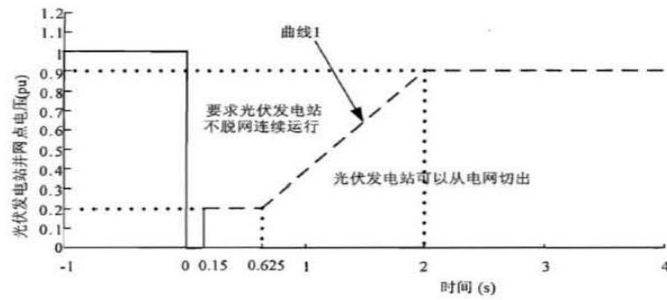
6、具有低电压耐受能力

光伏电站应具备一定的低电压耐受能力。当电力系统事故或扰动引起光伏电站并网点的电压跌落时，在一定的电压跌落范围和时间间隔内，光伏电站能够保证不脱网连续运行，具体要求如下：

(1) 光伏电站的并网点电压跌至 0 时，光伏电站应不脱网连续运行 0.15s；

(2) 光伏电站并网点电压跌至曲线 I 以下时，光伏电站可以从电网切除。

图表 31：光伏发电站低电压穿越能力要求



7、系统频率异常响应

《国家电网公司光伏电站接入电网技术规定》中要求大型和中型光伏电站应具备一定的耐受系统频率异常的能力，逆变器频率异常时的响应特性至少能保证光伏电站在此所示电网频率偏离下运行。

图表 32：大、中型光伏电站在电网频率异常时的运行时间要求

电网频率	运行时间要求
$f < 48\text{Hz}$	根据光伏电站逆变器允许运行的最低频率或电网要求而定
$48\text{Hz} \leq f < 49.5\text{Hz}$	每次低于 49.5Hz 时要求至少能运行 10min
$49.5\text{Hz} \leq f < 50.2\text{Hz}$	连续运行
$50.2\text{Hz} \leq f < 50.5\text{Hz}$	每次频率高于 50.2Hz 时，光伏电站应具备能够连续 2min 的能力，同时具备 0.2s 内停止向电网线路送电的能力，实际运行时间由电网调度机构决定；不允许处于停运状态的光伏发电站并网
$\geq 50.5\text{Hz}$	在 0.2s 内停止向电网送电，且不允许停运状态的光伏发电站并网

8、可靠性和可恢复性

逆变器应具有一定的抗干扰能力、环境适应能力、瞬时过载能力，如在一定程度过电压情况下，光伏发电系统应正常运行；过负荷情况下，逆变器需自动向光伏组件特性曲线中的开路电压方向调整运行点，限定输入功率在给定范围内；故障情况下，逆变器必须自动从主网解列。

系统发生扰动后，在电网电压和频率恢复正常范围之前逆变器不允许并网，且在系统电压频率恢复正常后，逆变器需要经过一个可调的延时时间后才能重新并网。

9、具有保护功能

根据电网对光伏电站运行方式的要求，逆变器应具有交流过压、欠压保护，超频、欠频保护，防孤岛保护，短路保护，交流及直流的过流保护，过载保护，反极性保护，高温保护等保护功能。

10、监控和数据采集

逆变器应有多种通讯接口进行数据采集并发送到主控室，其控制器还应有模拟输入端口与外部传感器相连，测量日照和温度等数据，便于电站数据处理分析。

二、逆变器的选型

根据前述选型原则，结合场址区域实际气候、海拔等特性，并考虑本工程所选的光伏组件与逆变器的匹配性，尽量降低投资的提前下，经对比分析，故本工程推荐选用 230kW/台的逆变器，其主要规格及技术参数如下：

图表 33：项目逆变器主要规格及参数

项目	内容
型号	
最大输入电压 (V)	
工作电压范围 (V)	
MPPT 数/每格 MPPT 组串数	
每格 MPPT 最大输入电流 (A)	
额定输出功率 (KW)	
最大输出电流 (A)	
额定输出电压 (V)	
防护等级	
直流端子类型	
交流端子类型	

第六节 上网电量计算

一、装机规模

图表 34：项目整体装机规模

	占地面积(m ²)	厂房长度(m)	厂房宽度(m)	理论可铺光伏板数量(块)	长度方向光伏板数量(块)	宽度方向光伏板数量(块)	实际可铺光伏板数量(预留通道)	每个厂房光伏发电功率(KW)
1#厂房								
2#厂房								
3#厂房								
4#厂房								
5#厂房								
6#厂房								
合计总光伏组件数量(块)								
合计装机规模(kw)								

二、发电量计算

图表 35：项目整体发电量

时间段	发电量(万度)	时间段	发电量(万度)
第1年		第14年	
第2年		第15年	
第3年		第16年	
第4年		第17年	
第5年		第18年	
第6年		第19年	
第7年		第20年	
第8年		第21年	
第9年		第22年	
第10年		第23年	
第11年		第24年	
第12年		第25年	
第13年		总计	

图表 36：一期项目发电量

时间段	发电量(万度)	时间段	发电量(万度)
-----	---------	-----	---------

时间段	发电量（万度）	时间段	发电量（万度）
第 1 年		第 14 年	
第 2 年		第 15 年	
第 3 年		第 16 年	
第 4 年		第 17 年	
第 5 年		第 18 年	
第 6 年		第 19 年	
第 7 年		第 20 年	
第 8 年		第 21 年	
第 9 年		第 22 年	
第 10 年		第 23 年	
第 11 年		第 24 年	
第 12 年		第 25 年	
第 13 年		总 计	

第七节 辅助技术方案

- 1、环境监测方案
- 2、组件清洗方案

第六章 电气设计

第一节 电气一次

一、设计依据

- 1、GB/T 19964-2012《光伏发电站接入电力系统技术规定》；
- 2、GB 311.1-2012《绝缘配合 第1部分：定义、原则和规则》；
- 3、GB/T 11022-2011《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》；
- 4、GB 11032-2010《交流无间隙金属氧化物避雷器》；
- 5、GB 17467-2010《高压/低压预装式变电站》；
- 6、GB/T 17468-2008《电力变压器选用导则》；
- 7、GB/T 19964-2012《光伏发电站接入电力系统技术规定》；
- 8、GB/T 29321-2012《光伏发电站无功补偿技术规范》；
- 9、GB 50060-2008《3~110kV高压配电装置设计规范》；
- 10、GB 50065-2011《交流电气装置的接地设计规范》；
- 11、GB 50217-2007《电力工程电缆设计规范》；
- 12、GB 50229-2006《火力发电厂与变电站设计防火规范》；
- 13、GB 50797-2012《光伏发电站设计规范》；
- 14、DL/T 537-2002《高压/低压预装箱式变电站选用导则》；
- 15、DL/T 620-1997《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》；
- 16、DL/T 5056-2007《变电站总布置设计技术规程》；
- 17、DL/T 5222-2005《导体和电器选择设计技术规定》；
- 18、Q/GWD 617-2011《光伏电站接入电网技术规定》；
- 19、Q/GDW 203-2008《国家电网公司110kV变电站通用设计规范》；
- 20、GD003-2011《光伏发电工程可行性研究报告编制办法（试行）》；
- 21、国网十八项电网重大反事故措施(2011 修改版)；
- 22、防止电力生产事故的二十五项重点要求（国能安全 2014【161】号）；
- 23、其它相关的国家、行业标准规范，设计手册等其它相关的国家、行业标准规范，设计手册等。

二、电气主接线

三、防雷、接地及过电压保护设计

- 1、光伏阵列部分
- 2、管理区过压保护

第二节 电气二次

一、编制依据

- 1、GB 14285-2006《继电保护及安全自动装置技术规程》；
- 2、GB 50116-2008《火灾自动报警系统设计规范》；
- 3、GB 50217-2007《电力工程电缆设计规范》；
- 4、GB/T 50063-2008《电力装置的电测量仪表装置设计规范》；
- 5、DL/T 448-2000《电能计量装置管理规定》；
- 6、DL/T 553-2013《电力系统动态记录装置通用技术条件》；
- 7、DL/T 5002-2005《地区电网调度自动化设计技术规程》；
- 8、DL/T 5003-2005《电力系统调度自动化设计技术规程》；
- 9、DL/T 5044-2004《电力工程直流系统设计技术规程》；
- 10、DL/T 5136-2001《火力发电厂、变电所二次接线设计技术规程》；
- 11、DL/T 5137-2001《电测量及电能计量装置设计技术规程》；
- 12、Q/GDW617-2011《国家电网公司光伏电站接入电网技术规定》；
- 13、GB50797-2012《光伏发电站设计规范》；
- 14、GB/T 19939-2005《光伏系统并网技术要求》；
- 15、GB/T 19964-2012《光伏发电站接入电力系统技术规定》；
- 16、十八项电网重大反事故措施 国家电网生技[2005]400号；
- 17、《国家电网公司十八项电网重大反事故措施>（试行）继电保护专业重点实施要求》调继[2005]222号；
- 18、《电力二次系统安全防护规定》电监会5号令；
- 19、《电力二次系统安全防护总体方案》、《变电站二次系统安全防护方案》电监安全[2006]34号；

20、其它相关的国家、行业标准规范，设计手册等其它相关的国家、行业标准规范，设计手册等。

二、电站二次设计原则

1、电站按“无人值班”（少人值守）的方式进行设计。

2、电站监控系统采用以计算机监控系统为基础的集中监控方案，中控室不设置常规监控设备。

3、综合自动化系统采用开放式分层分布系统结构。

4、计算机监控系统必须满足中国国家标准《计算机信息系统安全等级划分准则》及电监会5号令《电力二次系统安全防护规定》和“关于印发《电力二次系统安全防护总体方案》等安全防护方案的通知”的要求。并按国家电力监管委员会“关于印发《电力行业信息系统等级保护定级工作指导意见》的通知”确定电站信息安全保护等级。

三、调度管理

四、电站自动化系统

1、计算机监控系统主要任务

2、计算机监控系统功能

3、计算机监控系统结构

4、计算机监控系统配置

5、光伏发电系统监控

五、继电保护和安全自动装置

1、设计原则

(1) 所有保护均选用微机型保护装置。

(2) 保护装置出口一律采用继电器无源接点的方式。

(3) 继电保护和安全自动装置应满足可靠性、选择性、灵敏性和速动性的要求。

2、继电保护及安全自动装置配置

六、控制电源系统

七、电站二次接线

八、火灾自动报警系统

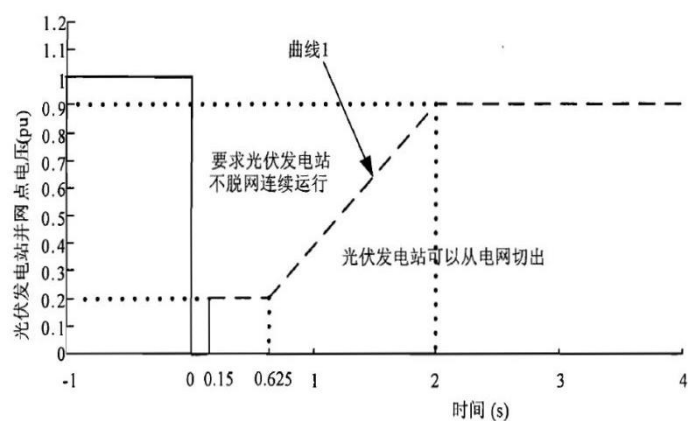
九、光功率预测系统

十、有功、无功功率自动控制系统

十一、孤岛保护

十二、低电压穿越

图表 37：光伏电站低电压穿越能力要求



十三、设备布置

第三节 主要设备表

图表 38：一期项目主要设备清单

序号	名称	规格型号	单位	数量	备注
1					
2					

序号	名称	规格型号	单位	数量	备注
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

第七章 总平面设计及土建工程

第一节 项目建设地点

一、基本概况

- 1、地理位置
- 2、地形地貌
- 3、气候特征

二、经济环境

三、交通设施概况

第二节 总平面布置

一、场址描述

项目所在地太阳能资源丰富，年均辐射 1300-1400kwh/m²，属于太阳能资源一般丰富地区。

二、总体布置原则

本光伏发电系统由若干发电单元组成，利用厂区原有建筑布置配电室和继电设备室，不需新建建筑。建设期需建设一定的临时施工场所，建设完毕后统一拆除。

太阳能电池方阵阵列的布置原则是：合理利用屋顶，利于运营生产管理及维护，便于电气接线，并尽量减少电缆长度，减少电能损耗。

三、总体布置方案

第三节 土建工程

一、设计依据

- 1、GB50352-2005《民用建筑设计通则》；
- 2、GJ67-2006《办公建筑设计规范》；
- 3、GB50189-2005《公共建筑节能设计标准》；
- 4、GB50009-2012《建筑结构荷载规范》；
- 5、GB50153-2008《工程结构可靠性设计统一标准》；
- 6、GB50011-2010《建筑抗震设计规范》；
- 7、GB50007-2011《建筑地基基础设计规范》；
- 8、GB50003-2011《砌体结构设计规范》；
- 9、GB50017-2003《钢结构设计规范》；
- 10、GB50018-2002《冷弯薄壁型钢结构技术规范》；
- 11、GB50046-2008《工业建筑防腐蚀设计规范》；
- 12、GB50010-2010《混凝土结构设计规范》；
- 13、JGJ79-2012《建筑地基处理技术规范》；
- 14、GB50013-2006《室外给水设计规范》；
- 15、GB50014-2006《室外排水设计规范》（2014年版）；
- 16、GB50015-2003（2009年版）《建筑给水排水设计规范》；
- 17、GB50019-2003《采暖通风与空气调节设计规范》；
- 18、GB50016-2006《建筑设计防火规范》；
- 19、GB50797-2012《光伏发电站设计规范》。

二、光伏阵列基础设计

1、光伏阵列基础设计

本项目光伏组件采用固定式支架安装方式,光伏组件为 540Wp 单晶 PERC 半片组件。光伏组件阵列支架钢结构设计参照《建筑结构荷载规范》及《钢结构设计规程》要求设计。主要设计参数如下：

图表 41：光伏阵列主要设计参数

序号	指标	指标值
1	30 年一遇十分钟平均最大风速	
2	抗震设防烈度	

序号	指标	指标值
3	冻土深度	
4	电池组件规格	
5	电池组件重量	

2、光伏子方阵选择

3、光伏系统支架方案

三、光伏阵列安装方案

四、防风砂设计

第四节 防雷保护及接地

第五节 工程消防设计

一、主要场所及主要机电设备消防设计

二、消防电气

三、通风空调系统防火排烟设计

四、火灾自动探测报警及消防控制系统

五、施工消防设计

第六节 其他辅助工程

一、安保系统

二、照明及通信

第八章 施工组织设计

第一节 主要建筑材料来源

本工程主要建筑物料来源充足，所以建筑材料均可通过公路运至施工现场。

生活用品可从附近村镇采购。

第二节 施工总布置

一、施工总布置规划

根据分布式光伏电站工程建设投资大、工期紧、建设地点集中等特点，结合工程具体情况，本着充分利用、方便施工的原则进行场地布置，合理的布置施工现场不但可以满足施工需要，加速工程进度，减少现场混乱，还可以促进文明施工目标的实现，减少临时设施，节省施工费用，因此布置施工现场应遵循以下基本原则：

1、施工场、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，尽量减少二次搬运，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、机械布置合理，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，又不产生机械的浪费。

3、总平面布置尽可能做到永久、临时相结合，节约投资，降低造价。

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

二、施工总平面布置的规划

图表 42：施工临时建筑工程量表

名称	建筑面积 (m ²)	备注
施工生活区		
综合加工场		
综合仓库		
小计		

三、施工电源

四、施工用水

第三节 主体工程施工

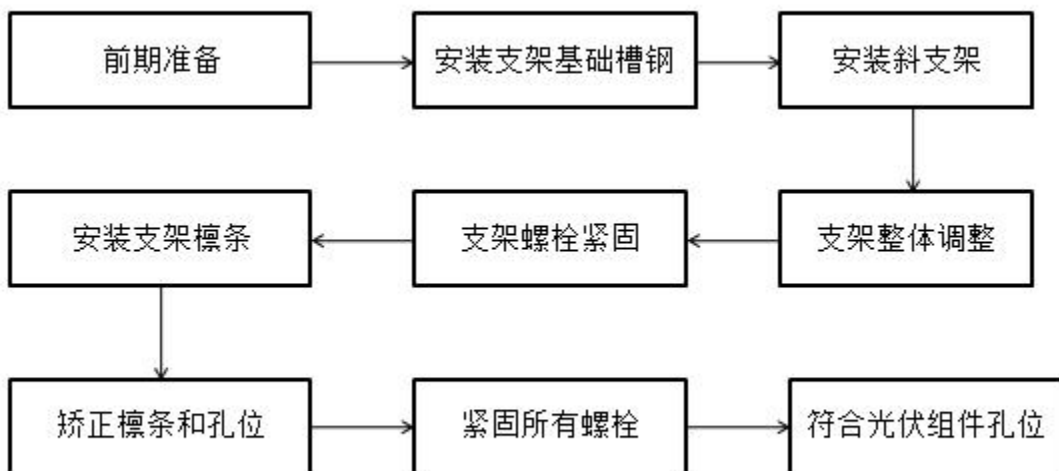
一、施工前的准备

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。

二、光伏电池组件安装

本工程光伏电池组件全部采用固定式安装，待光伏电池组件基础验收合格后，再进行安装，光伏发电组件的安装分为两部分：支架安装、电池组件安装。光伏阵列支架表面应平整，固定电池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：倾角必须符合设计要求：构件连接螺栓必须加防松垫片并拧紧。电池组件支架安装工艺见下图：

图表 43：电池组件支架安装工艺



三、逆变器及相应配电装置安装

四、电缆敷设

五、特殊天气下的施工措施

1、高温季节施工措施

2、冬季施工措施

第四节 施工总进度

一、施工总进度设计

二、施工总进度设计原则

依据光伏电站建设特点和经济条件对本电站主要工程的施工进度作原则性的安排，为工程的施工招标及设备招标提供依据，为编制工程施工组织设计指定基本方向。

1、坚持以人为本的原则

在工程前期准备阶段，进行施工生活设施、办公场所及生产设施建设，为工程建设人员提供较好的办公及生活条件，使工程建设人员在开工前就全身心的投入到工程建设之中，同时可以提高工作效率降低管理费用。

2、综合办公室和光伏阵列基础工程先期开工建设

根据光伏组件分批到货、光伏电站土建开工至光伏电站全部设备安装调试完成时间较短的特点，配套工程应有合理的顺序并优先考虑工，以便每一套光伏系统安装完成后即可调试。

3、其他工程项目的施工

在保证上述两项的前提下，仓库、临时辅助建筑、混凝土基础等其他工程项目的施工可以同步进行，平行建设。其分部分项工程可以流水作业，以加快进度，保证工期。

三、分项施工进度安排

图表 44：项目实施进度表

项目工期			
项目立项、规划设计			
电站及配套设施建设			
项目验收并投入使用			

四、施工图交付计划

五、主要设备交付计划

第五节 安全文明施工措施

一、安全施工措施

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4米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。

二、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、围墙砖砌、刷白、压顶，入口设导向牌，施工人员安全帽、工作服、胸卡统一制作佩带等。

10、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共关系，争取有关单位和群众的理解和支持。

第九章 项目环境保护及水土保持

第一节 设计依据及目的

一、设计依据

- 1、《中华人民共和国环境保护法》
- 2、《中华人民共和国环境影响评价法》
- 3、《中华人民共和国水污染防治法》
- 4、《中华人民共和国水土保持法》
- 5、《中华人民共和国可再生能源法》
- 6、《中华人民共和国野生动物保护法》
- 7、《中华人民共和国水污染防治法》
- 8、《中华人民共和国大气污染防治法》
- 9、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》
- 10、《中华人民共和国环境噪声污染防治法》
- 11、《中华人民共和国传染病防治法》

- 12、《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ/T2.1-2011）
- 13、《环境影响评价技术导则 地面水环境》（HJ/T2.3-93）
- 15、《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ/T2.2-2008）
- 16、《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ/T2.4-2009）
- 17、《环境空气质量监测规范（试行）》（国家环保总局公告 2007 年第 4 号）
- 18、《辐射环境监测技术规范》（DL/T61-2001）
- 19、《电力行业劳动环境监测技术规范 生产性噪声监测》（DL/T799.3-2002）
- 20、《建设项目环境保护管理条例》(1998-11-18)

二、设计目的

经过对本工程的环境保护和水土保持设计，分析环境与本工程间的相互影响要素，并采取有效措施使不利影响因素减至最低程度，使环境和水土在本工程建设与运行期内都得到很好的保护，进而使工程与其周围环境之间达到相互和谐发展的目的。

第二节 环境概况

第三节 环境和水土影响分析

一、项目选址的环境合理性

二、施工期的影响分析

- 1、施工噪声环境影响分析
- 2、施工期对空气质量的影响
- 3、施工污、废水对环境的影响
- 4、施工期固体废物对环境的影响
- 5、对人群健康的影响
- 6、环境对项目的影响

三、运行期的影响分析

- 1、声环境
- 2、光伏电站噪光的影响
- 3、电站潜在的电磁辐射影响

第四节 环境保护措施

- 一、生态环境保护对策措施
- 二、废气和扬尘污染防治对策措施
- 三、噪声污染防治对策措施

第五节 环境和水土影响评价结论及建议

一、环境和水土影响评价结论

- 1、生态
- 2、治理措施及对环境的影响
- 3、场址选择可行性分析结论
- 4、项目环境效益分析结论
- 5、项目可行性结论

二、建议

1、做好施工期的环境管理工作，做到文明施工，避免施工期扬尘、噪声对周围环境产生污染，施工结束后施工场地应尽量恢复原貌。

2、加强对设备的维护，确保其正常运转，避免设备带病运行产生高噪声对环境造成影响。

3、在下一步设计中，优化弃渣场选址，尽量利用坑洼地弃渣，减少弃渣占地；优化施工道路设计，合理安排施工工序，减轻对场地原始地貌的破坏。

第十章 项目能源节约方案设计

第一节 编制原则和目标

1、贯彻“安全可靠、先进适用，符合国情”的电力建设方针。本工程按照建设节约型社会及降低能源消耗和满足环保的要求，以经济实用、系统简单、最少设备、安全可靠、高效环保、以人为本为原则；

2、通过经济技术比较，尽量采用成熟的技术及合理的工艺系统，优化设备选型和配置，满足合理适用的要求。尽量做到技术方案可靠实用，内容新颖，材料节约，结构简单；

3、运用先进、成熟、可靠的设计技术手段，优化布置。使设备布置紧凑，建筑体积小，维护使用方便，施工周期短，工程造价低；

4、严格控制电站用地指标、节约土地资源；

5、电站水耗、污染物排放、定员、发电成本等各项技术经济指标，尽可能达到先进水平；

6、贯彻节约用水的原则，积极采取节水措施，一水多用；

7、提高电站综合自动化水平，实现全场监控和信息系统网络化，提高电站运行的安全性和经济性，为电站运行后的现代化企业管理创造条件；

8、满足国家环保政策和可持续发展的战略，高效、节水、控制各种污染物排放，珍惜有限资源。设计应满足各项环保要求，确保将该光伏电站建成环保绿色发电企业。

本项目注意采用节能新工艺、新技术、合理利用能源。在方案设计中，实行专业化协作。本工程建筑按照节能要求进行设计，设计选用的材料和设备均采用推荐的节能型产品，不选用已公布淘汰的设备以及产业政策限制的产品序列。在项目实施和生产过程中，积极采用节能措施，从而达到合理节约能源的目的。

第二节 用能标准和节能规范

该项目的设计、建造和实施主要遵循以下国家和地方的合理用能标准及节能设计规范：

一、相关法律、法规、规划和产业政策

- 1、《中华人民共和国节约能源法》；
- 2、《中华人民共和国可再生能源法》；
- 3、《中华人民共和国电力法》；
- 4、《中华人民共和国建筑法》；
- 5、《中华人民共和国计量法》；
- 6、《国务院关于加强节能工作的决定》（国务院令 28 号）；
- 7、《节能中长期专项规划》（国家发改委发改环资[2004]2505 号）；
- 8、《节约用电管理办法》（国家经贸委国家发展计划委[2000]1256 号）；
- 9、《建设工程质量管理条例》（国务院令 279 号）；
- 10、《重点用能单位节能管理办法》（国家经贸委 1999.3.10）；
- 11、《建设工程勘察设计管理条例》（国务院令 293 号）；
- 13、《公共建筑节能设计标准》；
- 14、《机械行业节能设计规范》 JBJ14-2004；
- 15、《能源效率标识管理办法》（国家发改委、国家质检总局 2004 年 17 号令）；
- 16、《中华人民共和国强制检定的工作计量器具检定管理办法》（1987 年 4 月 15 日国务院颁布）；
- 17、《关于印发固定资产投资节能评估和审查指南（2006）的通知》（国家发展和改革委员会文件发改环资[2007]21 号）；
- 18、有关节能设计规范。

二、建筑类相关标准及规范

- 1、《全国民用建筑工程设计技术措施—节能专篇》；
- 2、《建筑给水排水设计规范》 GB50015-2003；
- 3、《通风与空调工程施工质量验收规程》 GB50243-2002；
- 4、《民用建筑热工设计规范》 GB50176-93；
- 5、《建筑照明设计标准》 GB50034-2004；
- 6、《建筑采光设计标准》 GB/T50033-2001；

- 7、《绿色建筑技术导则》（建科[2005]199号）；
- 8、《外墙外保温工程技术规程》JGJ144-2004；
- 9、《绿色建筑评估标准》DBJ/T01-101-2005；
- 10、《建筑给水及采暖工程质量验收规范》GB50242-2002；
- 11、《绿色照明工程技术规程》DBJ01-607-2001；
- 12、《城镇燃气设计规范》GB50028—2006；
- 13、《空调通风系统运行管理规范》GB50365-2005；
- 14、《城市热力网设计规范》CJJ34-2002；
- 15、《采暖通风与空气调节设计规范》GB50019-2003。

三、相关终端用能产品能耗标准

- 1、《三相配电变压器能效限定值及节能评价值》GB20052-2006；
- 2、《管形荧光灯镇流器能效限定值及节能评价值》GB17896-1999；
- 3、《普通照明用双端荧光灯能效限定值及能效等级》GB19043-2003；
- 4、《普通照明用自镇流荧光灯能效限定值及能效等级》GB19044-2003；
- 5、《单端荧光灯能效限定值及节能评价值》GB19415-2003；
- 6、《单元式空气调节机能效限定值及能源效率等级》GB19576-2004；
- 7、《建筑外窗气密性能分级及检测方法》GB/T7107-2002；
- 8、《用能单位能源计量器具配备和管理通则》GB17167-2006；
- 9、《工业设备及管道绝热工程设计规范》GB50264-1997；
- 10、《设备及管道保温保冷技术通则》GB04272-92。

第三节 施工期能耗分析

本工程施工期消耗能源主要为电力、水资源、油料、临时施工用地和建筑材料等。

一、施工用电

二、施工用水

三、施工临时用地

四、建筑用材料

第五节 主要节能降耗措施

一、电气设计节能降耗措施

- 1、系统工程
- 2、变电工程
- 3、线路工程
- 4、其他电气部分

二、水资源节约

三、建设管理的节能措施建议

第六节 结论及建议

一、结论

本工程光伏电站是将太阳能转化成电能的过程，在整个工艺流程中，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。从节约煤炭资源和环境保护角度来分析，本电场的建设具有较为明显的经济效益、社会效益及环境效益。

二、建议

近年来，随着社会的快速发展，资源消耗多、能源短缺等问题日益突出，已成为危及国家安全的战略问题。本项目为达到节能、环保的目标，在建筑热工设计、采暖节能设计方面严格执行国家及地方相关方面的标准、规范。

1、为贯彻节能降耗原则，通过经济技术比较，采用新工艺、新结构、新材料。拟定合理的工艺系统，优化设备选型和配置，满足合理备用要求。优先采用先进的国内外成熟的新工艺、新方案、新材料、新结构的技术方案。建议下阶段进行相关方面的工艺技术性课题研究。

2、加强施工管理，施工期间砂石及其它所需建材、部分保温材料、酸、碱、水泥、木材等均可就地解决或采购，减少大距离运输及二次倒运造成的浪费。

3、施工现场应建立相应的质量管理体系，施工质量控制和检验制度，具有相应的施工技术标准，严格控制施工过程中对能源的浪费。

4、建筑节能工程使用的材料、设备等，必须符合设计要求及国家有关标准的规定。严禁使用国家明令禁止使用与淘汰的材料和设备。

5、提高电站综合自动化水平，实现全场监控和信息系统网络化，提高电站运行的安全性和经济性，为实现现代化企业管理创造条件。满足国家环保政策，确保将该光伏电站建成环保绿色发电企业。

第十一章 劳动安全与卫生

第一节 设计总则

一、设计目的、基本原则

为贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，做到电站投产后符合劳动安全与工业卫生的要求，保障劳动者在劳动过程中的安全与健康，为建设项目的的设计、施工、监理、运行提供科学依据，推动工程项目安全程度的提高，根据国家有关设计标准、规程规范进行本项目劳动安全与工业卫生专项设计。

本工程劳动安全与工业卫生专项设计，必须遵守国家的有关方针、政策，并结合工程的具体情况，积极采用先进的技术措施和设施，做到安全可、经济合理，设施符合国家规定的标准，为业主的工程招标管理、工程竣工验收和并网光伏电站的安全运行管理提供参数依据，确保施工人员生命与财产的安全。

二、设计范围和主要内容

本项目的劳动安全与工业卫生设计范围是对设备及其光伏作业岗位和场所

的劳动安全与工业卫生进行分析评价，主要包括光伏阵列、生产楼、逆变器室、水泵房、设备用房等。

电站劳动安全与工业卫生设计的重点：分析评价电站运行过程中可能出现的劳动安全与工业卫生等方面的主要危险有害因素；从设计、运行、管理的角度提出相应的消除或减免措施；提出劳动安全与工业卫生建议。对施工过程中的主要危险有害因素只作一般性分析，不作具体评价说明。

三、主要依据文件

1、国家有关主要法律、法规、条例

- (1) 《中华人民共和国劳动法》
- (2) 《中华人民共和国安全生产法》
- (3) 《中华人民共和国消防法》
- (4) 《中华人民共和国职业病防治法》
- (5) 《中华人民共和国电力法》
- (6) 《建设工程安全生产管理条例》
- (7) 《建设项目（工程）劳动安全卫生监察规定》

2、设计采用的主要技术规范、规程和标准

- (1) GB18218-2009《危险化学品重大危险源辨识》；
- (2) GB12158-2006《防止静电事故通过导则》；
- (3) GB8196-2003《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》；
- (4) GB12801-2008《生产过程安全卫生要求总则》；
- (5) GB5083-1999《生产设备安全卫生设计总则》；
- (6) GB7231-2003《工业管道的基本识别色、识别符号和安全识别》；
- (7) GB2893-2008《安全色》；
- (8) GB2894-2008《安全标志及使用导则》；
- (9) 关于电力系统继电保护及安全自动装置反事故措施要点的通知（电安生 1994-191 号）；
- (10) 关于“防止电力生产重大事故的二十五项重点要求”继电保护实施细则的通知（国电调 2002-138 号）；

- (11) GBZ1-2002 《工业企业设计卫生标准》；
- (12) GBZ2-2002 《工业场所有害因素职业接触限值》；
- (13) GBJ87-85 《工业企业噪声控制设计规范》；
- (14) GBJ122-88 《工业企业噪声测量规范》；
- (15) LD80-1995 《噪声作业分级》；
- (16) GB/T4046-1983 《电气设备安全设计导则》；
- (17) GB/T3805-2008 《特低电压（ELV）限值》；
- (18) GB/T50033-2001 《建筑采光设计标准》；
- (19) DL/T5056-1996 《变电所总布置设计技术规程》；
- (20) DL/T620-1997 《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》；
- (21) DL/T621-1997 《交流电气装置的接地》；
- (22) DL/T5352-2006 《高压配电装置设计技术规程》；
- (23) DL/T 5222-2005 《导体和电器选择设计技术规定》；
- (24) GB50058-1992 《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》；
- (25) GB4387-1994 《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》；
- (26) GB50046-95 《工业建筑防腐蚀设计规范》；
- (27) GB14285-93 《继电保护和安全自动装置技术规程》；
- (28) GB20060-92 《3~110kV 高压配电装置设计规范》；
- (29) GB50052-1995 《供配电系统设计规范》；
- (30) GB50217-94 《电力工程电缆设计规范》；
- (31) GB50260-1996 《电力设施抗震设计规范》；
- (32) GB50057-1994 《建筑防雷设计规范》（2000 年版）；
- (33) GB50016-2006 《建筑设计防火规范》；
- (34) GB6566-2001 《建筑材料放射核素限量》
- (35) GB50140-2005 《建筑灭火器配置规范》；
- (36) GB50116-1998 《火灾自动报警系统设计规范》；
- (37) GB50034-2004 《建筑照明设计规范》；
- (38) GB50011-2001 《建筑抗震设计规范》；
- (39) GB50015-2003 《建筑给水排水设计规范》；

(40) GB50019-2003《采暖通风与空气调节设计规范》；

第二节 主要危险、有害因素分析

一、总体布置危险性分析

二、主要设备危险性分析

三、生产过程中主危险性分析

- 1、火灾危险性分析
- 2、高处坠落危险性分析
- 3、电伤害危险性分析
- 4、安全标志缺陷危险性分析
- 5、人的不安全行为
- 6、突发社会治安事件

第三节 设备安全设计防范对策

(1) 开关遮断容量要依据电力中心调度提供的短路阻抗值计算短路电流选择。

(2) 对电站土壤电阻率进行测量，根据测量结果，确定接地体，考虑是否采用降阻剂等措施，再敷设人工接地网。

(3) 加强真空断路器的管理维护工作，当断路器达到一定的操作和动作次数后，可能引起传动机构的疲劳、变形、断裂等问题。因此，应及时对真空断路器进行维护，定期进行真空度的检验。

(4) 电流互感器爆炸防范措施：

- a) 选择互感器产品的质量好的制造厂和产品。
- b) 要按周期安排变电设备的检修。做好运行设备测试数据的对比工作，一旦发现设备的绝缘电阻不合格，设备就要立即退出运行，换上检定合格的产品。
- c) 要做好电力安全检查和日常运行设备的巡查，特别是进入冬季要防止小动物进入配电室而影响安全供电。
- d) 为了防止水分超标导致电压互感器爆炸事故的发生，必须执行预防性试

验规程，及时发现和清除超标的水分。

(5) 断路器应考虑季节变化气温的影响，当空气潮湿，机构不灵活，易产生机构失灵。断路器较长时间未分、合闸过，应在断路器投入系统前做投切试验，认为良好时再投入系统。

(6) 认真执行《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》、《国家电网公司十八项电网重大反事故措施（修订版）》中对接地装置的试验要求，同时还应测试各种设备与地网的连接情况，严禁设备失地运行。

(7) 加强对变压器类设备从选型、定货、验收到投运的全过程管理，明确变压器专职人员及其职责。

(8) 严格按有关规定对新购变压器类设备进行验收，确保改进措施落实在设备制造、安装、试验阶段，投产时不遗留同类型问题。

(9) 变压器出厂前，应向制造厂索取短路试验的试验报告和抗短路能力动态计算报告，在设计联络会前，应取得订购变压器的抗短路能力计算报告。

(10) 变压器投运前应作详细检查，以确认变压器及其保护装置是否在良好状态，是否具备带电运行条件，特别注意临时地线是否拆除，变压器上无异物，分接开关位置是否正确，各阀门开闭是否正确等。投运前变压器的保护应按规定投入。

(11) 变压器套管安装就位后，带电前必须静放，套管静放时间不得小于24h。

(12) 户内采用五防装置运行可靠的开关柜，严禁五防功能不完善的开关柜进入系统使用。

(13) 配电装置室内通道应保持畅通无阻，不得设主门槛，并不应有与配电装置无关的管道通过。

(14) 应设置模拟电路、测试插孔、控制灯等，以便于运行检查和查找故障。

(15) 控制器、交流配电柜的设备的金属框架必须接地；交流配电柜送电出口处须安装避雷装置。

(16) 在低压架空配电线路的电源端应安装剩余电流动作保护装置。

(17) 在对电气设备的运行维护中要严格做到：

a) 结合主变、线路检修对设备严格按照厂家的要求，定期进行维护检修，

如分相绝缘检测、保护、控制回路的定期检查，液压机构压力继电器、密度继电器及气压表定期检验，开关、刀闸机械功能检查调整等。

b) 加强设备检修专用工具、设备、材料的管理，储备足够的检修材料如气体、密封件，与其它具有同样设备的电站协商，互通有无，互相提供紧急支援等。一旦出现突发事故，可以尽快地完成抢修，减少停电损失。

(18) 电站接地网运行后应定期抽样开挖检查地网腐蚀和连接情况。

(19) 远动终端设备和电网调度要求装设的电能质量在线监测装置、相量测量装置应满足与电网调度主站接口、信息采集和传送要求的定型要求。

(20) 根据《光伏发电站接入电力系统设计规范》的相关规定，确定电压等级和出线回路数导线截面以及相应电气设备。

第四节 劳动安全与工业卫生机构设置、人员配备及管理制度

为贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，加强劳动安全与工业卫生设施和技术措施的实施，以保护劳动者在劳动过程中的安全与健康，保障财产不受损失。就必须建立、健全安全生产责任制度；健全安全技术操作规程和安全规章制度；健全特种作业人员持证上岗和建档制度；完善安全生产条件，确保安全生产。实行全员、全方位、全过程的管理；根据法律法规制定相关职业安全卫生制度。制度的主要内容包括：目标、责任、承诺、奖惩规定、监督考核、总结等内容。

一、安全卫生机构设置、人员配备及管理制度

二、安全生产监督制度

三、防止电气误操作、防高空作业坠落的管理制度

四、工业卫生与劳动保护管理规定

第十二章 项目组织管理

第一节 项目实施管理

公司将充分利用现代的项目管理经验,科学合理的安排项目进度,抽派财务、工程技术、项目协调管理等相关方面的骨干人员,并聘请专家进入项目组,形成一个精干高效的项目管理团队,保证项目如期、高质量的完成建设。在项目实施过程中,以下几方面问题需严格遵守及执行。

1、本项目建设严格按照投资主管部门批准的建设内容和投资规模组织实施,不与其它项目交叉重复。

2、项目要严格实行法人制度、工程监理制度、招标制度,土建工程的施工必须明确有资质的施工单位施工,确保工程质量。

3、每项工程的设计、施工、验收,力求做到标准化、规范化,要求施工单位提供项目实施的进度表、资金需求计划表和阶段验收情况。项目建设单位接受主管部门当地政府的指导和监督管理。

4、项目建设单位要做好实施人员的分工与协调工作,项目资金的筹集和统筹安排,确保项目工程建设质量和建设进度。

5、制订详细的仪器、设备采购计划,确定合理的型号,提高采购质量,降低采购成本。

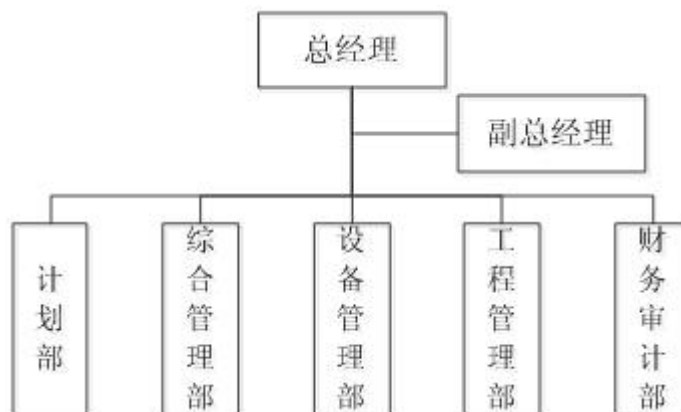
第二节 资金与信息管

1、资金管理

2、信息管理

第三节 工程管理机构的组成和编制

图表 45: 组织结构图



图表 46：本项目公司人员及部门职责分配表

岗位	职能
总经理	代表项目公司全面履行管理职责，负责整个项目内、外的协调与管理；主管项目的经营、财务、公共关系。
副总经理	协助总经理管理项目及项目公司。
计划部	管理与控制项目的工期、造价、采购招标及合同管理项目的范围管理，下达资金拨付计划。
综合管理部	项目公司的集成管理。公司标准化建设、公共关系、及企业文化建设。
设备管理部	制定设备采购计划，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	项目的设计、施工、调试。落实进度、费用和质量/安全计划，将实施信息反馈至相关部门。
财务审计部	负责项目公司财务预算，资金、资产和融资管理，公司审计。

第十三章 项目经济效益分析

第一节 估算范围

本项目经济效益分析范围包括：总投资估算、营业收入及税金测算、总成本估算、利润估算及经济效益评价。

第二节 估算依据

根据项目承建公司规划和行业情况，并原则上根据中国财政部颁布的会计准则、会计制度和有关的法律规定，对本项目进行有关的财务预测。在具体操作时遵循谨慎性及重要性原则，对预测期间费用、预测成本报表、预测损益表和预测现金流量表做了一定的合并和处理。为了保证预测的客观性和真实性，对预测数据都采取了多种途径的测算和验证，从而确保了评价结果的可信度。

本预测中各种数据比例，是通过调查国内及国外该行业的有关资料，并通过分析统计，制定出的相关比例，具有宏观性和满足统计规律的特点。在本项目的预测中，能够比较好地、大致地反映项目的收益价值状况，但在项目具体实施的过程中，还有大量的、次要的不确定因素，甚至有时还会出现重大的偶然因素，

这些因素都会影响到该项目的收益，所以，具体实施可能与本预测存在一定的差异是正常的。

主要依据：

- 1、国家发改委、建设部颁布的《建设项目经济评价方法与参考（第三版）》；
- 2、《投资项目可行性研究指南》（中国电力出版社出版）；
- 3、企业财务通则；
- 4、增值税税、所得税及其他有关税务法规；
- 5、本项目财务评价依据中国国家计委颁发的《建设项目经济评价方法与参数》（第三版）规定的评价原则与评价方法进行，评价中采用动态与静态分析相结合，以动态分析为主；
- 6、投资项目经济评估指南；
- 7、国家和有关部门颁布的有关投资的政策、法规。
- 8、项目投资相关数据资料。

第三节 编制说明

- 1、本估算以一期项为估算主体；
- 2、设备购置安装费，按照设备生产厂家报价加运杂费用或参照设备价格资料计算。
- 3、项目按一次建成投入运营进行各项财务指标计算；
- 4、项目建设期结束后即开始投入运营，项目分析计算期为 20 年；
- 5、分析过程不考虑物价变化因素的影响；
- 6、项目营业收入、成本等主要数据为现今市场价格初步估算；
- 7、按照***产业园用户用电标准***元/kwh 和《四川省分布式光伏建设管理相关政策》规定工商业分布式光伏发电上网指导价***元/kwh 进行营业收入估算；
- 8、根据国家税务总局《关于国家电网公司购买分布式光伏发电项目电力产品发票开具等有关问题的公告》（国家税务总局公告 2014 年第 32 号）规定“光伏发电项目发电户，销售电力产品时可以享受小规模纳税人月销售额 10 万元以下免税政策”，本项目不计增值税等营业税金及附加。

第四节 项目总投资估算

一期项目的总投资包括分布式光伏的设备购置费用、安装调试费用和服务费用，总计***万元。

图表 47：项目总投资估算表

序号	费用名称	数量	单位	单价(元)	合计(万元)	备注
一	设备系统购置费					
1	单晶太阳能电池组件					
2	逆变器					
3	光伏支架					
4	断路器、隔离开关、 计量装置、防雷接地装置					
5	光伏汇流箱					
6	交流防雷配电柜					
7	微电网智能控制系统					
二	系统安装费					
1	安装材料					
2	运输安装调试					
3	设备租赁					
三	税收服务费					
四	合计					

第五节 资金筹措

要保证本项目建设按计划完成，首先应落实资金计划筹措。具体措施如下：

- 1、及时准确编报项目资金使用计划。
- 2、切实做好项目年度资金计划的落实工作。
- 3、项目资金计划落实后，及时划拨到专用基建账户。

本项目计划总投资***万元，所需资金全部为企业自筹资金。

第六节 营业收入测算

一期项目的发电一部分给工商企业用户自用，余电上网，按照***用户消纳、***用于上网估算。另外该清洁能源项目还可进行碳交易，根据市场行情，目前

的碳交易平均价格为***元/吨。因此一期项目的营业收入包括电力的销售收入和碳交易收入，项目建成运营后 20 年的总收入为***万元，年均收入为***万元。营业收入测算详见附表。

第七节 成本费用测算

本项目的成本费用包括：

- 1、设备清洗维护费：按每年***万元计提。
- 2、营业及管理费用：按每年***万元计提。
- 3、设备折旧：设备折旧年限为 20 年，残值按 5%计取，每年折旧值为***万元。

经计算本项目正常运营后年均的总成本费用为***万元，其中可变费用为***万元。总成本费用测算详见附表。

第八节 利润测算

利润总额=销售收入-销售税金及附加-总成本

净利润=利润总额—所得税（税率为 25%）

经计算，项目计算期内实现利润总额总计***万元，年均实现利润总额***万元；实现净利润总计***万元，年均实现净利润***万元。

详见利润与利润分配附表。

第九节 财务效益分析

一、财务内部收益率 FIRR

财务内部收益率（FIRR）系指能使项目在计算期内净现金流量现值累计等于零时的折现率，即 FIRR 作为折现率使下式成立：

$$\sum_{t=1}^n (CI-CO)_t(1+FIRR)^{-t} = 0$$

式中：CI——现金流入量；

CO——现金流出量；

(CI-CO) t——第 t 年的净现金流量；

n——计算期。

经对项目投资现金流量表进行分析计算，所得税前项目投资财务内部收益率为***%，所得税后项目投资财务内部收益率为***%，高于项目设定基准收益率

或行业基准收益率（ $ic=6\%$ ）。

二、项目投资回收期 P_t

项目投资回收期系指以项目的净收益回收项目投资所需要的时间，一般以年为单位。项目投资回收期可采用下式计算：

$$P_t = T - 1 + \frac{\left| \sum_{i=1}^{T-1} (CI - CO)_i \right|}{(CI - CO)_T}$$

式中： T ——各年累计净现金流量首次为正值或零的年数。

经计算，项目所得税后静态投资回收期为***年（不含建设期），所得税后动态投资回收期为***年（不含建设期），均在项目运营期内，项目抗风险能力较强。

三、总投资收益率（ROI）

总投资收益率表示总投资的盈利水平，系指项目达到设计能力后正常年份的年息税前利润或运营期内年平均息税前利润（EBIT）与项目总投资（TI）的比率，总投资收益率应按下式计算：

$$ROI = \frac{EBIT}{TI} \times 100\%$$

式中：EBIT——项目正常年份的年息税前利润或运营期内年平均息税前利润；

TI——项目总投资。

经计算，本项目总投资收益率为***%。

第十节 财务评价结论

该项目的财务内部收益率（税前）为***%，财务内部收益率（税后）为***%，均高于行业基准收益率（ $ic=6\%$ ），总投资收益率为***%，动态投资回收期（税前）为***年，投资回收期（税后）为***年（不含建设期），处于项目运营期内。

图表 48：项目经济指标汇总表

序号	项 目	单 位	数 量	备 注
----	-----	-----	-----	-----

序号	项 目	单 位	数 量	备 注
1	装机规模	KWp		
2	单位组件容量	Wp		
3	年均发电量	万 kWh		20 年平均
4	工程总投资	万元		
5	单位千瓦动态投资	元/kW		
6	单位电量投资	元/kWh		
7	年均收入	万元		20 年平均
8	年缴纳所得税	万元		20 年平均
9	年均总成本	万元		20 年平均
10	年均利润总额	万元		20 年平均
11	年均所得税	万元		20 年平均
12	年均净利润	万元		20 年平均
13	总投资收益率	%		
14	财务内部收益率	%		税前
15		%		税后
16	动态投资回收期	年		税前，不含建设期
17		年		税后，不含建设期

计算期内各年经营活动现金流入均大于现金流出；从经营活动、投资活动、筹资活动全部净现金流量看，营运期各年现金流入均大于现金流出，累计盈余资金逐年增加，项目具备财务生存能力。综上所述，该项目在财务上是可行的。

第十四章 项目社会效益分析

第一节 项目实施对社会经济效应的影响

1、对居民收入的影响

项目的上网电价为***元/kwh，低于当地燃煤电价，可以让当地居民享受优惠清洁的绿电，优化当地能源结构，对当地电力形成有效补充，有利于经济可持续发展，将间接增加居民收入，而且不会扩大贫富的差距。

2、对居民生活水平与生活质量的影响

本项目施工期间有一定污染，但是经过污染治理以后对周边环境影响不大，不会对居民生活质量产生影响。

3、对当地居民就业的影响

项目施工期间将聘请部分施工人员，比如吊车司机等，一定程度上可促进当地就业。

总之，本项目的建设，有利于当地和企业的经济发展，对提高当地的生活水平 and 生活质量都有一定的促进作用。本项目的社会影响见下表。

图表 49：项目社会影响分析表

序号	社会因素	影响的范围、程度	可能出现的结果	措施建议
1	对居民收入的影响	正面影响，可提高居民长远收入水平，但程度较小。	提高生活水平，增加居民收入	有关部门注意引导
2	对居民生活水平与生活质量的影响	建成后正面影响，程度一般。但建设期内有部分负面影响。	建设期对施工场地周围居民生活产生负面影响，可能出现噪音、污染。	加强施工期管理，文明施工。
3	对居民就业的影响	正面影响，程度较小。	增加一定就业岗位	对有关管理人员加强岗前培训、指导
4	对不同利益群体的影响	建设期内会提高从事该项目建设的有关材料供应商、施工方、运输行业的收入。	会不同程度地影响建设工期和施工环境	有关部门应做好宣传，合理引导
5	对脆弱群体的影响（妇女、儿童、残疾人员）	对于妇女、儿童、残疾人员有间接正面影响，程度极小。	经济可持续发展，可以更好地帮助脆弱群体	有关部门注意扶持

第二节 互适性分析

项目建设对当地的经济的发展，增加居民就业，促进社会和谐有着积极作用，因此能够得到当地有关部门的支持和帮助。

项目承建公司拥有领先技术、一批高水平的生产技术、管理人员，能够适应项目的需要。社会对项目的适应性和可接受程度分析见下表。

图表 50：社会对项目的适应性和可接受程度分析

序号	社会因素	适应程度	可能出现的问题	措施建议
1	不同利益群体	适应并不同程度支持	工程施工建设时期将给当地居民生活带来不便	有关部门做好解释和加强宣传工作
2	当地组织机构	全力支持	通信、供水等基础设施条件的配合	有关管理部门应协调配合及大力支持

项目的建设符合地区各利益群体的利益，能够得到各类组织的支持，适合现有的技术条件和地区文化条件，具有很好的社会适应性。

第三节 社会风险分析

项目的建设和运营不会产生或者引发民族矛盾、宗教矛盾，民族矛盾、宗教问题风险发生的可能性不大。但项目施工和运营期间有可能会对周边居民日常生活产生不良影响。因此企业要做好项目施工和运营期的管理工作，尽量减少对周边居民日常生活的影响，处理好由此产生的各种矛盾，以避免由此产生的社会风险，将负面影响降到最低，使其正面影响最大化，实现项目建设的最终目的。

项目建设有利于增加当地居民收入，促进经济社会发展，都有重要的推进作用，具有显著的社会效益，基本上不存在社会风险。但应做好项目施工和运营期的管理工作，尽量减少对周边居民日常生活的影响，处理好由此产生的各种矛盾，以避免由此产生的社会风险。

第四节 社会评价结论

根据本项目的建设对社会影响的分析、项目与所在地区互适性分析和项目社会风险分析，可以看出，本项目的实施有利促进当地经济的增长，具有较大的社会效益。对促进当地就业，拉动地方经济和财政收入增长有积极的作用。综上所述，本项目的建设具有较好的社会效益。

第十五章 项目风险分析

第一节 政策风险

从产业政策来看，我国总体上是支持太阳能发电行业发展，根据行业规划，光伏制造业产值和光伏发电装机容量在“十三五”期间总量大幅增长。太阳能发电行业政策风险总体较小。

不过在光伏发电领域也存在其他新能源的发展对光伏发电存在替代关系。我国大力发展风电、垃圾发电、生物质发电的发展，近年来我国出台了多项政策支持风电、垃圾发电等其他可再生能源，其他新能源的发展在一定程度上挤压了光伏发电的市场空间。

分布式光伏发电项目 2021 年开始已开始平价上网，随着原材料成本、人力成本的提高，企业经营压力将逐渐增大。

规避措施：

企业应积极关注国家和地区政策动向，针对相关政策变动及时提出相关针对性方案，将产生不利影响降到最低。

第二节 宏观经济风险

太阳能发电行业是国家基础性行业电力行业之一，行业发展与国民经济景气度具有很高的相关性，国内外宏观经济形势变化、国家宏观经济政策调整和经济增长周期性变化等都会对太阳能发电行业产生影响。

规避措施：

企业应积极关注国家和地区经济走势，针对相关宏观经济调整及时提出相关针对性方案，将产生不利影响降到最低。

第三节 市场风险

目前，国内光伏发电产业正处于快速发展期，屋顶分布式发电市场竞争处于初期阶段，项目公司可凭借建设规模及速度处于有利地位，但是随着行业的发展，市场竞争将会逐渐加剧，主要体现在以下几个方面：

现有竞争者：国内部分光伏企业纷纷抓住机遇进入四川宜宾地区，市场现有企业数量不断增长，国内公司逐步加大对四川市场的重视程度和投资力度，市场竞争日益加剧。

市场新进入者：由于产品现阶段利好政策吸引，国内光伏产业不断出现一些新进入者参与竞争，加剧了市场竞争的激烈程度。

潜在新进入者：随着产品技术的不断成熟、产品的先进性及市场商机和利润的驱动，将会有越来越多的公司进入本行业。

规避措施：

项目公司应通过技术进步降低光伏发电成本，如提高发电效率、降低输出损耗、减少原材料消耗、规模化量产、提高光伏组件使用寿命和稳定性等。

第四节 人力资源风险及控制措施

项目对于设备装配、维护人员的依赖度较高。如果公司人员的周转率和离职率过高，将导致项目不能如期实施，进而影响整个项目的收益率和公司的持续稳定发展。项目存在劳动工人技术不熟练而给公司经营带来不利影响的风险。

规避措施：

加强人力资源的科学管理，参照当地、同类企业人力资源价值水平，制定合理的员工薪酬方案；建立公正、合理的绩效评估体系，实行包括薪酬、福利等一系列完善的激励措施，使员工充分分享到企业发展带来的成果；加强员工培训。

第十六章 项目可行性研究结论及建议

第一节 建设项目可行性研究结论

本项目符合国家产业政策和产业发展规律，项目实施后将产生较大的社会效益和经济效益。

1、社会效益

(1) 节能和减排效益

《中华人民共和国可再生能源法》已明确提出“国家鼓励和支持风能、太阳能、水能、生物质能和海洋能等非化石能源并网发电”。太阳能是清洁的、可再生的能源，开发太阳能符合国家环保、节能政策，光伏电站的开发建设可有效减

少常规能源尤其是煤炭资源的消耗，保护生态环境。

一期项目总装机容量为***kwp，项目建成运行后，若按照 20 年运营期，其发电总量达***万 kwh。相比同等发电量的燃煤电厂，一期项目可累计减少 9***吨标煤，减少排放***吨 CO₂、***吨 SO₂、***吨 NO_x。有害物质排放量的减少，减轻了大气污染。

（2）社会经济影响

根据本项目的建设对社会影响的分析、项目与所在地区互适性分析和项目社会风险分析，可以看出，本项目的实施有利促进当地经济的增长，有力地推动地区的发展，为促进当地的建设发展做出积极贡献。

（3）增加可再生能源比重

国家要求每个省（区）都有一定比例的可再生能源消纳比例，2022 年四川省消纳比例预期为 70%。积极调整能源结构，推进太阳能、沼气能和地热能的开发利用，大力发展太阳能发电，将改善能源结构，有利于增加再生能源的比例。

综上所述，本项目的建设具有较好的社会效益。

2、经济效益

该项目的财务内部收益率（税前）为***%，财务内部收益率（税后）为***%，均高于行业基准收益率（ic=6%），总投资收益率为***%，动态投资回收期（税前）为***年，投资回收期（税后）为***年（不含建设期），处于项目运营期内。

计算期内各年经营活动现金流入均大于现金流出；从经营活动、投资活动、筹资活动全部净现金流量看，运营期各年现金流入均大于现金流出，累计盈余资金逐年增加，项目具备财务生存能力。

综上，本项目用地符合选址原则，地理位置优越，地质条件良好，交通方便，水、电供应有保障，经济效益及社会效益突出。因此，本项目无论是从经济、社会效益还是说建设条件上来说，都是可行合理的，建设条件充分。

第二节 建设项目可行性研究建议

1、切实加强对项目的监管和组织，确保项目顺利实施。制定战略规划，将项目建设步骤细化到实施层面，逐层逐次开展工作。

2、项目建设和设备配置一定要严格按基本建设程序认真进行。上级有关主

管部门领导专家共同组成项目监督组。监督组对项目的招标、资金管理、建设材料、设备和工程质量进行全面监督。

3、做好建成后的管理和运营工作，努力做好社会效益和经济效益回报工作。

4、进一步落实建设资金，加快工作进度，以便项目顺利实施。

5、尽可能节约投资，并且主要设备提前定货，确保建设进度。

6、建设中引进竞争机制，通过招投标形式择优选择监理单位、施工企业，以保证工程项目质量、进度，投资按预期计划得到控制，保证项目建设的顺利进行。

尚普华泰咨询各地联系方式

北京总部：北京市海淀区北四环中路 229 号海泰大厦 11 层

联系电话：010-82885739 13671328314

河北分公司：河北省石家庄市长安区广安大街 16 号美东国际 D 座 6 层

联系电话：0311-86062302 15130178036

山东分公司：山东省济南市历下区东环国际广场 A 座 11 层

联系电话：0531-61320360 13678812883

天津分公司：天津市和平区南京路 189 号津汇广场二座 29 层

联系电话：022-87079220 13920548076

江苏分公司：江苏省南京市秦淮区汉中路 169 号金丝利国际大厦 13 层

联系电话：025-58864675 18551863396

上海分公司：上海市浦东新区商城路 800 号斯米克大厦 6 层

联系电话：021-64023562 18818293683

陕西分公司：陕西省西安市高新区沣惠南路 16 号泰华金贸国际第 7 幢 1
单元 12 层

联系电话：029-63365628 15114808752

广东分公司：广东省广州市天河区珠江新城华夏路 30 号富力盈通大厦
41 层

联系电话：020-84593416 13527831869

重庆分公司：重庆市渝中区民族路 188 号环球金融中心 12 层

联系电话：023-67130700 18581383953

浙江分公司：浙江省杭州市上城区西湖大道一号外海西湖国贸大厦 15 楼

联系电话：0571-87215836 13003685326

湖北分公司：湖北省武汉市汉口中山大道 888 号平安大厦 21 层

联系电话：027-84738946 18163306806