

目 录

第一章 综合说明	1
1.1 项目概况.....	1
1.2 编制依据.....	1
1.3 研究内容.....	1
1.4 场址概况.....	2
1.5 投资方简况.....	2
1.6 10MW 太阳能光伏电站概况.....	3
第二章 太阳能资源和当地气象地理条件	4
2.1 太阳能资源条件.....	4
2.2 巢湖市其它气象条件.....	9
2.3 项目所在地地理条件.....	11
2.4 光伏电站场址建设条件.....	17
第三章 其他必要的背景资料	18
3.1 国际光伏发电现状.....	18
3.2 国内光伏发电现状.....	20
3.3 某某省 电力现状及发展规划.....	21
3.4 巢湖市电力建设基本情况及发展规划.....	24
3.5 项目所在地电 现状及规划.....	26
第四章 项目任务与规模	28
4.1 项目建设的必要性.....	28
4.2 项目任务与规模.....	32
第五章 总体设计方案	35
5.1 光伏组件及其阵列 设计.....	35
5.2 电气设计.....	35
5.3 工程消防.....	35
5.4 土建设计及抗风沙设计.....	36
5.5 采暖通风设计.....	36
5.6 施工组织设计.....	36
5.7 工程管理设计.....	37
5.8 环境保护与水土保持设计.....	37
5.9 劳动安全与工业卫生.....	37
5.10 工程设计概算.....	38
第六章 电站的技术设计	39
6.1 光伏组件及其阵列 设计.....	39
6.2 电气设计.....	49
6.3 土建工程设计.....	59
6.4 采暖通风设计.....	62
第七章 消防	64
7.1 范围.....	64
7.2 设计主要原则.....	64
7.3 防火间距与交通要求.....	65
7.4 建筑物与构筑物要求.....	65
7.5 灭火器的配置.....	65
7.6 消防给水和电厂各系 统的消防措施.....	66

7.7 火灾报警及控制系统	67
7.8 防排烟设计	67
7.9 消防供电及应急照明	68
第八章 施工组织设计	69
8.1 指导思想及实施目标	69
8.2 工程概况及编制依据	69
8.3 施工组织	72
8.4 施工准备	74
8.5 建筑主要分部工程的施工方法	77
8.6 安装主要分部分项工程的施工方法	82
8.7 工程施工组织计划	86
第九章 环境保护与水土保持设计	87
9.1 法律法规依据	87
9.2 环境现状	87
9.3 建设施工期环境影响评价及减排措施	88
9.4 运行期环境影响评价及减排措施	88
9.5 节能及减排效益分析	90
9.6 综合评价	90
第十章 劳动安全与工业卫生	91
10.1 工程概述	91
10.2 劳动安全与工业卫生设计依据	91
10.3 工程安全与卫生潜在的危害因素	91
10.4 劳动安全与工业卫生对策措施	91
第十一章 投资估算及经济评价	94
11.1 项目概况	94
11.2 项目投资估算	94
11.3 经济评价	102
11.4 总体经济评价结果	115
第十二章 结论	118
附件一 财务评价基本表（附 EXCEL 文件：项目所在地 25 年-经济评价）	119
附件二 名词解释	133
附件三 涉及的主要技术标准和技术规范 目录	136
附件四 设备及材料表	142
1 工艺（光伏）设备及材料表	142
2 电气设备及材料表	143
3 消防设备及材料表	145
4 暖通设备及材料表	147

第一章 综合说明

1.1 项目概况

- (1) 项目名称：10MW 并 光伏发电示范 项目
- (2) 建设单位：XXXXXX 总承包公司
- (3) 建设规模：建设总容 量 10MW
- (4) 主要发电设备：普通晶体硅光伏组件、非晶硅薄膜光伏组件、低倍聚光式光
伏发电组件。
- (5) 关键电气设备：光伏发电专用逆变器。
- (6) 光伏组件支撑系 统：固定倾角式金属支架、向日跟踪支架系 统
- (7) 选址：XX 省 XX 县 XXXXX，建设光伏电站及办公生活设施，建设工程总面积
约 XXX 亩。 站区坐标范 围：东经 $112^{\circ} 23' 41.6'' \sim 112^{\circ} 23' 58.5''$ ，北纬 $40^{\circ} 15' 29.4'' \sim 40^{\circ} 16' 4.3''$ 。

1.2 编 制依据

本可行性研 究报告主要根据下列 文件和资料进行编 制的：

- (1) 《中华人民共和国可再生能源法》，202*年 1 月 1 日
- (2) 《可再生能源发电有关管理规定》，国家发改委 202*年 1 月 5 日
- (3) 《可再生能源发电价格和费用分摊 管理试行办法》，国家发改委 202*年 1 月
4 日
- (4) 《可再生能源电价附 加收入调配暂 行办法》，国家发改委 202*年 1 月 11 日
- (5) 《可再生能源发展专项资金管理暂 行办法》，财政部 202*年 5 月 30 日
- (6) 《国家发展改革委关于某某某某、某某崇明太阳 能光伏电站上 电价的批
复》，国家发改委发改价格[202*]1868 号

1.3 研 究内容

- (1) 本可研 报告主要对项目建设的原始条件及必要性、可行性等进行研 究论证。
- (2) 通过对工程规模、建设条件、工程布 置、工程实施以及对社会、环境的影
响等方面的研 究，评价项目实施的可行性。
- (3) 本可行性研 究的工作范 围包括：太阳 能资源分析，光伏发电工程的建设
条件，接入系 统方案推荐，工程规模的确定论证和拟定太阳 能光伏发电系 统配置方
案，设备选择和布 置设想，编 制工程投

资估算、工程设想、环境保护、生产组织和劳动定员、实施轮廓进度，经济评价等内容。

(4) 项目的范围：本工程建设规划容量约为 10MW，主要采用晶体硅太阳能电池固定安装作为光电转换装置的方案，同时部分采用向日跟踪系统，以提高示范效应和收集实验对比数据，根据建设方案配置相应的接入系统。项目主要组成包括光电转换系统、直流系统、逆变系统、交流升压系统和高压输电系统等。

1.4 场址概况

XXX 县位于 XXX 省的 XXX 端，地理坐标为东经 000°00'00"~00°00'00"，北纬 000°00'00"~00°00'00"。北隔 XXX 县、和 XXX 县为邻，西接 XXX 区，某某 XXX 县，东临 XXX 县，北与西北以 XXX 为界，全县东西宽 000 公里，南北长 000 公里，总面积 1964 平方公里。

该县属黄土丘陵缓坡区，四周环山，沟壑纵横，南高北低，山多川少，年平均气温 8.6℃，极端最高气温 36℃，极端最低气温零下 40℃。年平均降水 410 毫米，雨量最多在 7~8 月份，占年降水量 65%，无霜期限为 104 天。平均海拔 1400 米，县成所在地海拔 XXX 米。该县属 X 水区，主河 XX 河，属 XX 水系，年径流量 XXXX 万立方米，源于 XXX，向北入 XXX 县，本县境内干流长 XX 公里，流域面积 XXXX 平方公里，10 公里以上的支流 11 条。南部的 XXX 河属 XXX 水系，本县境内干流长 XX 公里，流域面积 XXX 平方公里。

XX 县成座落在 XXXX，位于县域 XX。近几年，县委、县政府不断加大基础设施建设力度，使生产、生活和投资环境得到了极大改善，县成东、西、南、北环路已建成开通，XX 线、XXX 国道在县成交汇，形成四通八达的交通网络。全县通讯网络与全国联，XX 万伏变电站已列入建设规划；XX 万伏和 XX 万伏变电站已开通使用。

经过多年发展 XX 县的交通变得四通八达。内部交通方面，村村通公路沟通了各条主干道，也开通了“村村通”班车，全县有多条道路通往周边省份和成市。去往 XX，驱车沿 XX 国道 X 小时即可到达；去往 XX，XX 小时可以到达，并且可选择三条道路前往；去往 XXX，也只需要 XX 小时。目前，通过 XX 的 XX 高速公路已经修建完成。

1.5 投资方（总承包公司）简况

(略)

1.6 10MW 太阳 能光伏电站概况

本可行性研 究报告的编 制深度 满足初步设计深度 要求，拟建的 XXXX 兆瓦光 伏并 发电示范 项目的电站概况见下列 特性表。

表 1-1 10MW 太阳 能光伏电站概况特性表

序号	项目名称	规格型号	数量
1	总装机容量	10MW	
2	太阳 能光伏组件	多晶 200W/块	
3		薄膜 40 W/块	
4		低倍聚光光伏发电系 统	
5	向日跟踪支架	APOLO 112	
6	低倍聚光支架系 统		
7	固定支架	镀锌角钢	
8	主变压器（含二期 预留容 量）	SFZ10—20000/110kV， 20000kVA	
9	低压干式变压器	SCB10-1000/35	
10	低压干式变压器	SCB10-500/35 ， 500kVA,35±2×2.5%/0.4kV , Dyn11,Ud=6%	
11	无功补偿装置	4000kVar, 35kV	
12	35kV 开关柜	i-AY1-40.5 系 列	
13	低压抽屉式开关柜	MNS 系 列	
14	逆变器	500kW	
15	直流汇流箱	12 路	
16	直流配电柜		
17	直流屏	FED	
18	UPS	10kVA	
19	电度 表屏		
20	综合自动化系 统		
21	火灾报警系 统		

第二章 太阳能资源和当地气象地理条件

2.1 太阳能资源条件

2.1.1 我国太阳能资源分析

地球上太阳能资源的分布与各地的纬度、海拔高度、地理状况和气候条件有关。资源丰度一般以全年总辐射量和全年某某总时数表示。就全球而言，美国西南部、非洲、澳大利亚、中国某某、中东等地区的全年总辐射量或某某总时数最大，为世界太阳能资源最丰富地区。

我国属太阳能资源丰富的国家之一，全国总面积 2/3 以上地区年某某时数大于 2000 小时。

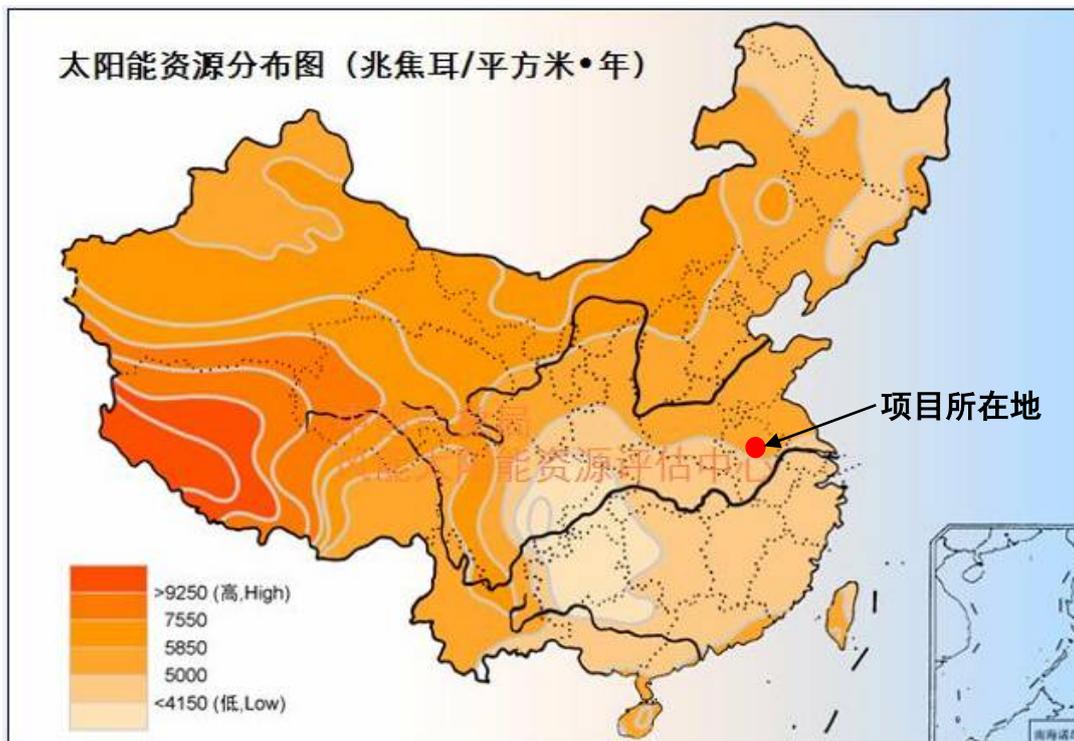


图 2-1 我国太阳能资源分布

我国将图 2-1 中某某辐射强度超过 $9250\text{MJ}/\text{m}^2$ 的某某西部地区以外的地区分为五类。

一类地区 全年某某时数为 3200~3300 小时，年辐射量在 $7500\sim 9250\text{MJ}/\text{m}^2$ 。相当于 225~285kg 标准煤燃烧所发出的热量。主要包括青藏高原、某某北部、宁夏北部和某某南部等地。

二类地区 全年某某时数为 3000~3200 小时，辐射量在 $5850\sim 7500\text{MJ}/\text{m}^2$ ，相当于 200~225kg 标准煤燃烧所发出的热量。

主要包括某某西北部、某某北部、某某南部、宁夏南部、某某中部、某某东部、某某东南部和某某南部等地。此区为我国太阳能资源较丰富区。

三类地区 全年某某时数为 2200~3000 小时，辐射量在 5000~5850 MJ/m²，相当于 170~200kg 标准煤燃烧所发出的热量。主要包括某某、某某、某某东南部、某某南部、某某北部、吉林、某某、某某、某某北部、某某东南部、某某南部、某某南部、某某中北部和某某北部等地。

四类地区 全年某某时数为 1400~2200 小时，辐射量在 4150~5000 MJ/m²。相当于 140~170kg 标准煤燃烧所发出的热量。主要是长江中下游、某某、浙江和某某的一部分地区，春夏多阴雨，秋冬季太阳能资源还可以。

五类地区 全年某某时数约 1000~1400 小时，辐射量在 3350~4190MJ/m²。相当于 115~140kg 标准煤燃烧所发出的热量。主要包括某某、某某两省。此区是我国太阳能资源最少的地区。

一、二、三类地区，年某某时数不小于 2200h，是我国太阳能资源丰富或较丰富的地区，面积较大，约占全国总面积的 2 / 3 以上，具有利用太阳能的良好条件。四、五类地区虽然太阳能资源条件较差，但仍有一定的利用价值。

2.1.2 XX 县太阳能资源分析

参考气象站的选择

本报告中，除某某辐射强度数据的其它气象数据取自距离本项目最近且环境状况最相近的 XXX 市气象局。距离 XXX 最近的一个具有某某辐射强度数据的气象观测站是 XX 气象局，但根据对两地的 1980 年之前（1950 年到 1980 年之间 XX 当地具有某某辐射强度观测点）某某辐射强度测量数据的对比来看，该两地气象局的测量数据存在较大差别。

鉴于上述情况，决定不使用 XX 气象站的近年某某辐射数据。本报告中所采用数据来自加拿大自然资源部和美国宇航局（NASA）联合开发的软件 RetScreen 全球气象数据库。该数据库的某某辐射数据来源有两种情况：1、当地基础气象台；2、若附近无基础气象台，则根据当地经纬度，通过卫星定位测量数据。此卫星测量数据所组成数据库已被全球认同，并广泛应用于工程设计。

项目实施地的太阳能资源分析

某某省 XX 市 10MW 并网光伏发电示范项目选址位于 XX 县，纬度跨域范围小于 0.1 度，选址朝南的山地缓坡，地势较为连续和平整。项目实施地的太阳

能资源如表 4-1。

表 2-1 项目实施当地某某辐射 总量分布

月份	空气温度 (°C)	相对湿度 (%)	月平均日辐 射量 (MJ/m ²)	大气压力 (kPa)	平均风速 (m/s)
一月					
二月					
三月					
四月					
五月					
六月					
七月					
八月					
九月					
十月					
十一月					
十二月					
年平均					
年某某辐射 总量(MJ/m ²)					

表 2-2 XX 市主要气象数据与其它典型阳光资源丰富地区对比

月份	空气温度 (°C)	相对湿度 (%)	月平均某某辐射量 (MJ/m ²)	空气温度 (°C)	相对湿度 (%)	月平均某某辐射量 (MJ/m ²)	空气温度 (°C)	相对湿度 (%)	月平均某某辐射量 (MJ/m ²)	空气温度 (°C)	相对湿度 (%)	月平均某某辐射量 (MJ/m ²)	空气温度 (°C)	相对湿度 (%)	月平均某某辐射量 (MJ/m ²)	空气温度 (°C)	相对湿度 (%)	月平均某某辐射量 (MJ/m ²)
	一月																	
二月																		
三月																		
四月																		
五月																		
六月																		

安全、节能、高效、优质

七月																		
八月																		
九月																		
十月																		
十一月																		
十二月																		
年平均																		
年某某辐射总量																		

团结、开拓、务实、求精

2.1.3 项目所在地太阳能资源分析结论

XX 地处 XXXX，某某充足。全年某某时数为 000 小时~000 小时，年某某率为 63%~65%。各月某某数以 5 月份和 6 月份最多，月平均 281.9 小时~284.2 小时；11 月~12 月最少，月平均 191.1 小时~198.2 小时。一日中，某某时数 1 月~2 月和 11 月~12 月每天平均 6 小时，3 月和 9 月~10 月每天平均 7 小时，4 月和 7 月~8 月每天平均 8 小时，5 月~6 月每天平均 9 小时。年平均接受太阳辐射量为 6071.78(MJ/m²)，属我国第二类太阳能资源区域，非常适合建设光伏电站项目。

2.2 XXX 县其它气象条件

2.2.1 气温

2.2.2 某某

2.2.3 降水

2.2.4 蒸发

XXX 多年平均蒸发量 1700 毫米~2300 毫米，降水与蒸发之比在 1: 4~1: 5 之间。一年中，1 月份最小，5 月、6 月为蒸发量旺盛期。

2.2.5 湿度

XXX 年平均相对湿度 54%。7 月、8 月空气比较湿润，相对湿度也最大。相对湿度的日变化比较明显，最大值在日出之前，最小值在下午 2 时左右，与气温日变化正好相反。

2.2.6 风霜

年平均风速 2.4 米/秒~4.2 米/秒。年均 7 级~8 级的大风日数有 14.3 天~44.5 天。最大风力达 9 级，最高风速 22 米/秒。历年 8 级或 8 级以上大风平均日数 23 天，一般在春季，大风日数最多可达 50 天，沙尘暴日数是 10 天左右。境内无霜期短，年均 102 天~137 天。最长 132 天~162 天，最短 81 天~122 天。初霜最早年份出现在 9 月 1 日~10 日，最晚年份开始于 9 月 28 日，一般年开始于 9 月 12 日。春霜最早年份终止于 5 月 11 日，最晚年份终止于 6 月 12 日，一般年终止于 6 月 1 日左右。

2.2.7 冰冻

一般年份 XX 月封冻，XX 月解冻，封冻期为 000 天左右。最大冻土深度 000 厘米~000 厘米，平均 000 厘米。

XXX 地境属温带大陆性季风气候区。多年平均气温 3.68℃，极端最高 00

℃，极端最低-00℃,气温高于和等于 30℃的日数多年平均为 9 天，最多年 19 天，最少年 3 天。 高温出现在 5 月上旬到 8 月下旬。 无霜期 多年平均为 104 天，最长年分 184 天，最短年份 84 天。 最大冻土为 169cm 。 多年平均降水量为 410mm。 多年平均蒸发 1743.5mm，其中 4、5、6 三个月是同期 降水量的 7.35 倍，7、8 月份蒸发量是同期 降水量的 3.68 倍。 该区季风性气候明显。 夏季多东风，其它季节为西和西北风。 多年平均风速 2.6 米 / 秒，一年中 6 级以上大风平均为 28 天，最多年达 52 天，风力最大达到 9 级。 多年平均冰雹日数为 4 天。 多年平均湿度 47.8%。

2.3 项目所在地地理条件

XXX县地貌特征是四周环山，地势由东向西北倾斜。 一般海拔 00~00米。 最高的XX山000米，最低的XXX100米。 境内西部为土石山区，植被较稀疏，形成岩石裸露和切割较深的沟谷。 东部和东南部为丘陵地貌，坡面宽阔，地势较平缓，沟壑相对也浅，土质疏松。 北部和东北部为中低山及台地区，山顶平缓，台面被黄土覆盖，局部地带沙化比较明显。 中部的XXX河谷由南向北蜿蜒曲折，连接着XX、XX等断陷盆地。 东南边境是XX水系的XXX河谷。

境内地址表层特征是：深厚的第四纪黄土覆盖在第三纪红土之上，地表组织物黄土为主。 也分布着部分红土。 土石山区地表为砾石夹粗沙的粗骨土，在河川阶地主要为风积某某粉土和冲积物。

XXX国道与XX线在此交汇，交通便利。

(附 项目所在地图)

图2-2 XXX地图

2.3.1 工程地质

该光伏发电工程选址紧邻XXXX，基本地质情况引用自《XXXXX岩土工程勘察报告书》。

工程概况

XXX10MW光伏电站选址位于XXX东南方向150米至1000米之内，总面积24万平方米，呈南北长、东西窄的长方形分布，该场地地势为朝向正南的缓坡，坡度 5度到10度 之间。

工程总装机容量为00MW，发电设备为晶体硅光伏电池 组件，安装方式主要为固定倾角，辅以部分向日跟踪方式（旋转支架系统），安装高度 为00m到00m

之间，单个光伏组件自重为000N以内，固定倾角安装模式的支架系统重量平均到每块光伏组件上为000N以内，埋深000m左右，考虑到风载荷和雪载荷，最大负载强度为000N。电气控制室建筑物单层布置，采用混凝土基础，基础埋深为0m。

地形地貌

光伏电站场区为土石山区，地形较平缓。场地西南部、发育2条南北向冲沟，东北部发育1条南北向冲沟，宽00~00m，深约00~00m。

地基岩土层的工程特性

地基岩土层及分布特性：在30m勘探深度内上部为第四系粉土，下部为第三系上新统（N2）粉质粘土层和玄武岩。

地基土的物理力学特性：根据地基土室内试验物理力学性质指标，现场原位测试结果，按工程分区分层进行数理统计，详见表2-3。

表 2-3 物理力学指标统计表

分区	指标	含水率 %	湿密度 g/cm ³	干密度 g/cm ³	饱和度 %	孔隙比	塑性 指数	液性 指数	压缩 模量 MPa	湿陷 系数	凝聚力 kPa	摩擦 角 °
	地层											
北区	粉土											
南区	粉土											
	粉质 粘土											
变电站	粉土											

表2-4 各岩土层承载力特征值一览表

场地	岩土名称	承载力特征值 (f_{ak}) kPa	压缩模量 E_{s1-2} MPa	弹性模量 E 10^3 MPa
南区	粉土			
	粉质粘土			
	强风化 玄武岩			
	中等风化玄武岩			
北区	粉土			
	强风化 玄武岩			
	中等风化玄武岩			
变电站	粉土			
	粉质粘土			
	强风化 玄武岩			
	中等风化玄武岩			

2.3.2 结论与建议

拟建场地位于 XXXX 地区，场地内断裂不发育，未发现不良地质作用，场地稳定性好，适宜建设。工程场地设计基本地震加速度为 $0.0g$ ，抗震设防烈度为 7 度。工程场地土的标准冻结深度为 $0.0m$ 。工程场地内地下水位埋藏较深，对基础和施工无影响。

附图：所附“区域地质构造图”及“工程地质剖面图”均引用自《XXXX 电场岩土工程勘察报告书》。

图2-3 区域地质构造图

2.4 光伏电站场址建设条件

2.4.1 场址宏观建设条件分析

XXX光伏发电示范项目在水文、气象、太阳 光照资源、交通运输条件、接入系统以及岩土工程条件方面符合建设条件。

2.4.2 场址微观建设条件分析

XXX通过建设生态XX、绿色XX，森林覆盖000万亩，新增造林000万亩，森林覆盖率50%，建成绿化通道000公里，形成大面积防风林带。因此项目选址不受风沙影响。

XXX北面靠近XX，由于山势较高，从北面和西北面刮来的风，在XXX上空形成回流，云层无法停留，且带走大量水气，使 XX地区空气干燥、湿度 低、无云层遮挡、透光率高。其独特的地理位置为其创造了明显区别于周边地区的“小气候”环境。为太阳 能发电提供了良好的自然环境条件。

2.4.3 场址建设条件分析结论

项目所在地具有富集的太阳 光照资源，保证了高发电量；靠近主干电 ，能减少新增输电线路的投 资；主干电 的线径具有足够的承载能力，在基本不改造的情况下有能力输送光伏电站的电力；离用电负荷中心市区近，可以减少输电损失；场地开阔 、平坦，扩容 空间大；交通运输、生活条件便利；能产生附 加的经济、生态效益，有助于抵消部分电价成本；在此建设太阳 能发电站，既可以方便地将太阳 能电力电 场升压站接入电 系 统，减少输电损失，同时还可以起到积极的宣传示范 作用。

第三章 其他必要的背景资料

3.1 国际光伏发电现状

全球人口202*年是66亿，能源需求折合成装机是16TW；到2050年全世界人口至少要达到100—110亿，按照每人每年GDP增长1.6%,GDP单位能耗按照每年减少1%，则能源需求装机将是30—60TW，届时主要靠可再生能源来解决。可是，世界上潜在水能资源4.6TW，经济可开采资源只有0.9TW；风能实际可开发资源2TW；生物质能3TW。只有太阳能是唯一能够保证人类能源需求的能量来源，其潜在资源TW，实际可开采资源高达600TW。由于光伏发电能为人类提供可持续能源，并保护我们赖以生存的环境，世界各国都在竞相发展太阳能光伏发电，尤其以德国、日本和美国发展最快。在过去的10年中，世界光伏发电的市场增长迅速，连续8年年增长率超过30%，202*年当年发货量达到733MW，年增长率达到42%。图3-1给出了1990到202*年的世界太阳能电池发货量的增长情况：

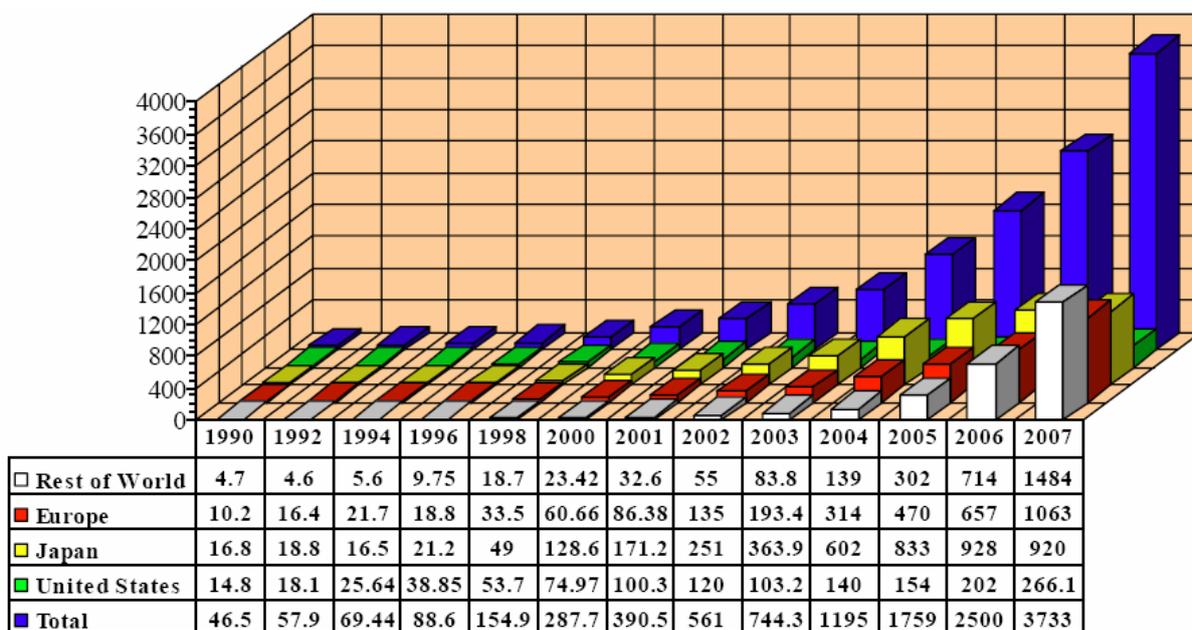


图3-1 世界太阳能电池发货量 (PVNET202*)

数据来源—PVNewsPaulMaycock

光伏组件成本30年来降低了2个多数量级。根据SolarbuzzLLC. 年度PV工业报告，202*年世界光伏系统安装量为2826MW，比202*年增长了62%，202*年世界光伏发电累计装机容量已经超过8.5GW，202*年年底，世界光伏系统累计装机约12GW，其中并网光伏发电约10GW，占总市场份额的83%。发电成本50美分/度；预计202*年世界光伏累计装机容量将达到15GW，发电成本达到15美分/kWh以下；202*

年世界光伏发电累计装机将达到200GW，发电成本降至5美分/度以下；到2050年，太阳能光伏发电将达到世界总发电量的10—20%，成为人类的基础能源之一。

光伏发电的应用形式包括：边远无电农牧区的离网发电系统、通信和工业应用、太阳能应用产品、与建筑结合的并网发电系统以及大型并网电站。国际能源机构(IEA)特别将超大规模光伏发电(VLS-PV)列为其第8项任务(Task8)，主要研究、追踪超大规模光伏发电的技术和信息，并在此领域开展国际间的交流与合作。光伏电站正在从小规模(100kW以下)、中规模(100kW~1MW)向大规模(1MW~10MW)和超大规模(10MW以上)发展。

世界光伏产业的技术发展：

技术进步是降低光伏发电成本、促进光伏产业和市场发展的重要因素。几十年来围绕着降低成本的各种研究开发工作取得了显著成就，表现在电池效率不断提高、硅片厚度持续降低、产业化技术不断改进等方面，对降低光伏发电成本起到了决定性的作用。

(1)商业化电池效率不断提高

先进技术不断向产业注入，使商业化电池技术不断得到提升。目前商业化晶硅电池的效率达到15%~20%(单晶硅电池16%~20%，多晶硅15%~18%)；商业化单结非晶硅电池效率5%~7%，双结非晶硅电池效率6%~8%，非晶硅/微晶硅的迭层电池效率8%~10%，而且稳定性不断提高。电池效率的提高是光伏发电成本下降的重要因素之一。

(2)商业化电池硅片厚度持续降低

降低硅片厚度是减少硅材料消耗、降低晶硅太阳能电池成本的有效技术措施，是光伏技术进步的重要方面。30多年来，太阳能电池硅片厚度从70年的450~500微米降低到目前的180~200微米，降低了一半以上。硅材料用量的大幅度降低是技术进步促进成本降低的重要范例之一。预计到202*年硅片厚度降低到160~180微米，硅用量降到7吨/MW以内。

(3)产业化规模不断扩大

生产规模不断扩大和自动化程度持续提高是太阳能电池生产成本降低的重要因素。太阳能电池单厂生产规模已经从上世纪80年代的1~5MW/年发展到90年代的5~30MW/年，202*年25~500MW/年，202*年25~1000MW/年。生产规模与成本降低的关系体现在学习曲线率LR(LearningCurveRate，即生产规模扩大1倍，生产成本降低的百分比)上。

对于太阳能电池来说，30年统计的结果，LR20%(含技术进步在内)，是所有可再生能源发电技术中最大的，是现代集约代经济的最佳体现者之一。

3.2 国内光伏发电现状

202*年，我国光伏发电设备新增装机容量26MW，我国到202*年底，光伏发电的累计装机为100MW，202*年中国共计安装约20MW光伏系统，累计安装量达到120MW。主要应用在如下几个方面：

3.2.1 通信和工业应用：

- 微波中继站；
- 光缆通信系统；
- 无线寻呼台站；
- 卫星通信和卫星电视接收系统；
- 农村程控电话系统；
- 部队通信系统；铁路和公路信号系统；
- 灯塔和航标灯电源；
- 气象、地震台站；
- 水文观测系统；
- 水闸阴极保护和石油管道阴极保护。

农村和边远地区应用：

- 独立光伏电站（村庄供电系统）；
- 小型风光互补发电系统；
- 太阳能户用系统；
- 太阳能照明灯；
- 太阳能水泵；
- 农村社团（学校、医院、饭馆、旅社、商店等）

3.2.2 光伏并网发电系统

并网光伏发电系统包括成市与建筑结合的并网光伏发电系统（BIPV）和大型光伏电站。目前这类应用尚处于试验示范阶段，到202*年底，此类应用的全国装机容量大约已有约7MW。

3.2.3 其它太阳能商品

- 太阳能路灯；
- 太阳能草坪灯；
- 太阳能信号标识；
- 太阳能广告灯箱等；
- 太阳能充电器；
- 太阳能电动汽车；
- 太阳能游艇，等。

目前我国大型并网光伏电站刚刚起步，安装量还很少，全国只有某某绿博园1MW并网光伏项目、某某崇明岛前卫村1MW并网光伏电站等为数不多的几座。

3.3 某某省电力现状及发展规划

3.3.1 某某省电力系统现状

本工程所属电网为某某电网。某某电网拥有000kV线路00条，总长度 0000km；220kV线路000条，总长度 6600km；500kV变电站0座，开闭站0座，主变压器0台，总容量00000MVA。220kV变电站000座（含用户站9座），开闭站0座，主变压器000台，总容量23086.8MVA。

项目所在地XXX电网具备500kV、220kV线路，其中500kV电网线路经XXX电网与XXX电网相连，并直接与XXX南网相连，其中220kV线路经XXX电网至XXX电网，并延伸至XXX南部。

某某电网分布示意图如图3-2：

图 3-2 某某电网结构图

3.3.2 某某省 电力系统规划

表 3-1 某某电力需求预测表

	项目	202*年	202*年	202*年
高方案	全社会用电量			
	发电负荷			
	符合利用小时数			
中方案	全社会用电量			
	发电负荷			
	符合利用小时数			
低方案	全社会用电量			
	发电负荷			
	符合利用小时数			

根据某某电力调整 优化结构 的目标，到 202*年，关停 5 万 kW 以下小火电机组 250 万 kW，使 高参数、大容 量空冷环保燃煤机组达 75%以上，风电、水电，煤层气发电、生物质能发电等清洁、可再生能源发电装机达到 6%以上

3.4 XX 市电力建设基本情况及发展规划

3.4.1 XX 市电力建设现状

3.4.2 XX 市电力发展规划

考虑 成市经济和社会发展综合因素，预测 XX 市 202*年供电量为 $56 \times 10^8 \text{kW} \cdot \text{h}$ ，最大供电负荷达到 890MW。“十一五”期 间供电量、供电负荷年均增长分别为 9.7%、11%。XX 市负荷预测详见表 3-2:

表 3-2 XX 市 202*~202*年供电量、供电负荷预测 单位: $\times 10^8 \text{kW} \cdot \text{h}$ 、MW

年度	202*	202*	202*	递增率
供电量				
最大供电负荷				

目前纯 火电这样一种单一的电源结构 难以满足 XX 地区用电需求和电力系 统可 持续发展的战略要求。从长期 看，XX 未来电力需求巨大，为新能源的发展提供了巨 大的潜在市场。

3.5 XX 县电 现状及规划

3.5.1 XX 县电力发展现状

XXX 供电 由 110kV、35kV 两 级电压组成，目前只有 XX1 座 110kV 变电站，为双变双线运行，主变容 量 36MVA。XX 县 1 座 110kV 站主供电源来自 XXXX110kV 变电站。 另有在建的 XXX110kV 变电站，该变电站建成后的主供电源为在建的 XXX220kV 变电站。

202*年，XXX 县供电量 00000kW·h，最高供电荷 000MVA。

3.5.2 XXX 县电力发展规划

表 3-3 右玉 县最大负荷预测结果表

年 度	202*	202*	202*
供电量（万 kWh）			
最大负荷利用小时数			
最大负荷（万 kW）			

第四章 项目任务与规模

4.1 项目建设的必要性

4.1.1 项目的建设符合国家产业政策

开发利用可再生能源是国家能源发展战略的重要组成部分，《中华人民共和国电力法》规定：“国家鼓励和支持利用可再生能源和清洁能源发电”。我国《可再生能源中长期 发展规划》提出到 202*年，太阳 能发电总容 量达到 30 万千瓦，到 202*年达到 180 万千瓦的装机目标，并在（202*）2517 号文件中将并 型的光伏发电列 为可再生能源产业发展指导目录，本项目利用当地丰富的太阳 能资源建设光伏发电场，符合国家产业政策。

在 202*年国家新能源和可再生能源司在全国能源工作会议《太阳 能开发利用状况及工作思路》中提出：“结合太阳 能资源及光伏电站建设特点，以及已建成光伏项目和敦煌示范 项目实践经验，拟在全国范 围内开展大型并 光伏电站建设前期 工作，在资源较好的省 份，选择若干个 10MW 以上的大型并 光伏发电场”，“全国安排电站项目拟综合考虑资源特点及地区布 局 ， 发电场址主要选择资源丰富地区的沙漠、戈壁、荒地等非耕地”。

4.1.2 优化能源和电力结构

XXX省是我国能源生产大省，是国内少数几个以煤为主要能源的省份之一，这种消费结构给环境造成的压力巨大，逐步优化能源结构、提高能源效率、发展新能源与可再生能源是某某省可持续发展战略中不可缺少的重要组成部分。为满足电力系统可持续发展的战略要求，积极地开发利用本地区的太阳能等清洁能源已势在必行、大势所趋，以多元化能源开发的方式满足经济发展的需求是电力发展的长远目标。

太阳能光伏发电作为重要的可再生能源形式，发电产业快速发展，市场应用规模迅速扩大，太阳能光伏发电有可能在不远的将来很大程度上改变能源生产、供应和消费方式，给能源发展带来革新。中国光伏产业在国家大型工程项目、推广计划和国际合作项目的推动下，以前所未有的速度迅速发展。在202*~202*年期间大力推广光伏屋顶发电系统，在可再生能源领域内仅次于水电和风力发电，对优化能源结构起到非常重要的作用。装机容量的增长，也是光伏发电成本降低的主导因素之一。

光伏发电本身的优越性

- 不需要耗费燃料，太阳辐射为其提供取之不竭的能源。
- 发电系统无噪声、无污染、无任何排放物、不消耗水资源。
- 系统构成简单，施工难度小，周期短，可模块化施工，易于增容，便于检修。
- 可方便的与建筑结合，可大规模利用荒漠、荒地、空地。
- 无人值守，维护成本极低，运行可靠，使用安全。
- 寿命长，经济寿命为20年，使用寿命可超过25年。
- 技术和工艺正在走向成熟。
- 降价潜力大，成本阶段性降低。

光伏电价和常规电价的发展趋势

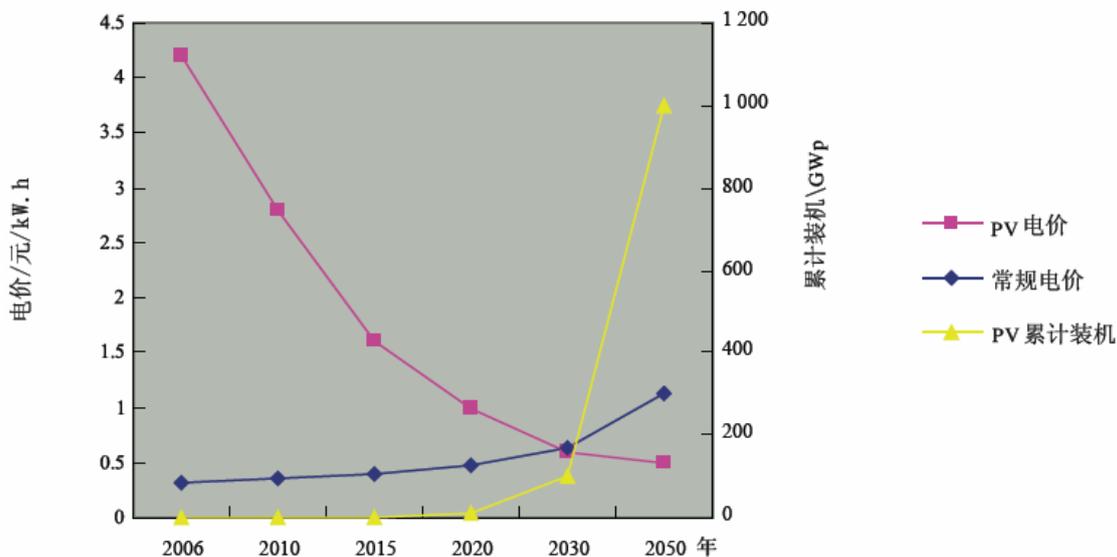


图 4-1 光伏系统发电价格随装机容量的变化 (202* 年中国光伏产业发展报告)

202*年,全球光伏组件及系统新增装机容量 2249MW,同比增速达 40.74%;全球累计光伏组件装机容量为 9100MW,同比增速为 32.83%。我国光伏发电项目也进入快速增长阶段,大型光伏电站建设项目也越来越多。例如 202*年,已有某某敦煌 10MW 和某某石林 100MW 并网光伏发电项目开始启动。



图 4-2 202*-202*年中国光伏发电装机预测 (202* 年中国光伏产业发展报告)

大规模并网型光伏发电项目积极性、建设性示范作用

1. 清洁能源

在常规能源短缺 已经成为制约我国经济发展瓶颈的今天，清洁、无穷的太阳能利用应有更大空间，太阳能光伏发电也有更大的市场潜力可挖，因此实施本工程对推广太阳能利用、推进光伏产业发展是十分必要的。

2 进入规模化发展起步阶段

我国太阳能光伏技术开始于 20 世纪 70 年代，开始时主要用于空间技术，而后逐渐扩大到地面并形成了中国的光伏产业。目前，我国已安装光伏电站约 100MW，应用范围主要为边远地区居民供电，应用形式主要为离型独立系统，累计总投资 90 多亿元人民币。

3 大型并网光伏电站是光伏发电迈向电力规模应用的必然结果

国际能源机构（IEA）特别将超大规模光伏发电（VLS-PV）列为其第 8 项任务（Task8），主要研究、追踪超大规模光伏发电的技术和信息，并在此领域开展国际间的交流与合作。荒漠光伏电站正在从小规模（100kW 以下）、中规模（100kW~1MW）向大规模（1MW~10MW）和超大规模（10MW 以上）发展。我国可再生能源中长期发展规划已于 202*年 8 月 31 日正式发布。

小结

出于优化电 能源结构 考虑，我国尚处于兆瓦及以上级别的太阳能光伏发电上项目的起步阶段，而欧美及日本在此领域已经发展相对成熟。结合我国电 特点，兆瓦级光伏发电上 亟需在当前基础上利用在太阳能资源较有优势的地区建设更多示范性项目，以推动我国在该领域的成功运作。某某省 自然条件、产业条件都具备先天优势，当前，在此基础上建设太阳能光伏发电示范 项目必将起到显著的示范 效果。

4.1.3 响应国家号召，支持政府完成“十一五”节能目标

由于经济全球 化进程加快给中国带来资源环境新挑战，能源问题已引起党中央、国务院高度 重视，党的十六届五中全会提出把节约资源作为基本国策，“十一五”规划《纲要》进一步把“十一五”时期 单位 GDP 能耗 降低 20%左右作为约束性指标。但是我国是发展中国家，正处于工业化、 城镇化进程快速发展的阶段，同时又处于产业转型期，传统的粗放型增长方式加剧了资源消耗，因此，实现 202*年单位 GDP 能耗比 202*年下降 20%的目标压力巨大，需要全社会共同努力。因此开发利用太阳能是对政府完成“十一五”节能目标的大力支持，具有重要意义。

4.1.4 保护环境，节省 能源、减少温室气体排放

根据目前某某省 的能源结构，基本上尚属于纯 煤电的电力系

统，燃煤产生大量的 CO₂、SO₂、NO_x、烟尘、灰渣等，对环境和生态造成不利的影响。为提高环境质量，在对煤电进行改造和减排的同时，积极开发利用太阳能等清洁能源是十分必要的。

4.1.5 结论

XXX 某某资源丰富，无灾害性天气，具备发电上条件，交通便利。

建设光伏电站对于改善当地电力系统的能源结构、减少燃煤发电厂的环境污染、满足用电负荷迅速增长的需要都是有意义的。此外，该光伏电站建成后，形成风力发电与光伏发电对电的互补作用，使得两个新能源发电项目每年约 1 亿千瓦时的发电量能够满足 XXX 的用电负荷，同时也将成为该地区一道独特的景观，可开发为一个新的旅游景点，带来相应的经济效益。因此，本工程的建设是必要的。

根据初步规划的地域面积以及光伏资源情况，该项目建设规模按 30MW 设计，仅占 XXX 地区电总装机容量的 0.03%，不会对电的安全运行产生影响。

XXX 10MW 并网光伏发电示范项目的建设，符合我国 21 世纪可持续发展能源战略规划；也是发展循环经济模式，建设和谐社会的具体体现；同时对推进太阳能利用及光伏组件产业的发展进程具有非常重大的示范意义，其社会政治、经济、环保等效益显著。源于上述有利条件和新能源建设机遇。

4.2 项目任务与规模

随着某某省国民经济的快速发展，对于电力工业的发展提出了更高的要求。本项目建成后可进一步满足所在地区的能源需求。根据初步规划的地域面积以及当地某某辐射资源情况，该项目建设规模为 10MW，可供给当地用电负荷，也可通过公共电外送。初步计算表明，本项目装机容量不会对电的安全运行产生影响。

4.2.1 发电量预测

大规模地面并网光伏电站的效率：建立在开阔地的并网光伏发电系统基本没有朝向损失。当前大规模地面并网光伏电站总体运行综合电效率已能达到 80%。

其中，逆变器效率 93%，变压器效率 97%，组件组合损失 4%，低压直流输电损失和低压交流输电损失共 1%，灰尘遮挡损失 4%，弱光及遮挡损失 3%。采用加拿大环境署和美国 NASA 联合开发的光伏发电系统设计软件 RetScreen，对 XXX10MW 并网光伏发电示范项目所需倾角平面的某某辐射量进行测算，并进一步测算该光伏发电项目的年发电量和发电利用小时数：

- XXX 水平面年辐射 量为：0000kWh/m²；
- 固定最佳倾角光伏组件方阵面年辐射 量为：000 kWh/m²，相当于标准某某（某某辐射 强度 为 1000W/m²）峰 值小时数 0000 小时；
- 年发电利用小时数（发电当量小时数）初始值：
0000×80%（综合效率）=0000.0 小时；
- 低倍聚光光伏发电系 统效率理论上比固定最佳倾角安装方式高 20%，其年发电利用小时数：
00000×(1+5%)=小时；
- 安装在 APOLO 跟踪支架系 统之上的光伏发电系 统效率比固定最佳倾角安装方式高 30%，其年发电利用小时数：
00000×(1+10%)=00000 小时；
- 发电系 统装机构 成：最佳固定倾角安装方式 000MW（含 000MW 非晶硅组件）；低倍聚光光伏发电系 统 000MW；向日跟踪系 统 000MW；
- 系 统初始年发电量：
00MW×1000 小时+00MW×00000+00MW×00000 小时=000000MWh

该 10MW 光伏发电项目初始年发电量约为：000000MWh，对应初始年发电利用小时数 00000 小时。

本项目拟采用的光伏电池 组件的光电转换效率衰减速率按照每年初始值的 000% 计算，第 N 年发电量约为：

$$\text{初始年发电量} - (N-1) \times \text{第一年发电量} \times 000\%$$

25 年运营期 内发电量预测数据见表 4-1。

表 4-1 XXX 10MW 并 光伏发电示范 项目逐年发电量预测（MWh）

第一年	第二年	第三年	第四年	第五年
00000	00000	00000	00000	00000
第六年	第七年	第八年	第九年	第十年
00000	00000	00000	00000	00000
第十一年	第十二年	第十三年	第十四年	第十五年
00000	00000	00000	00000	00000
第十六年	第十七年	第十八年	第十九年	第二十年
00000	00000	00000	00000	00000
第二十一年	第二十二年	第二十三年	第二十四年	第二十五年

00000	00000	00000	00000	00000
-------	-------	-------	-------	-------

根据上表计算得知，XXXX”10MW 并光伏发电示范项目 25 年寿命期内平均年发电量 00000MWh，对应平均年发电利用小时数 00000 小时。

4.2.2 具有节能、环保效益

目前，某某省电基本属于火电电，发电厂多为燃煤机组，电源结构较单一。光伏发电是一种清洁的能源，建成投产后既不消耗燃料资源和水资源，同时又不释放污染物、废料，也不产生温室气体破坏大气环境，也不会有废渣的堆放、废水排放等问题，有利于保护周围环境，是一种绿色可再生能源。

XXX10MW 光伏发电项目的建设，将在节省燃煤、减少 CO₂、SO₂、NO_x、烟尘、灰渣等污染物排放效果上，起到积极的示范作用。

根据国际能源署(IEA)《世界能源展望 202*》，中国的 CO₂ 排放指数为：0.814kg/kWh，同时，我国火电厂每发电上 1kWh，需消耗标准煤 305g，排放 6.2 克的硫氧化物(SO_x)（脱硫前统计数据）和 2.1 克的氮氧化物(NO_x)（脱氮前统计数据），对环境和生态造成不利的影响。

项目初始年发电量约为 15820MWh。静态总投资约为 24354 万元，初始年有效发电利用小时数 1582 小时；25 年寿命期内平均年发电量为 14380MWh，对应平均年发电利用小时数 1438 小时，无污染排放，有力支持了右玉作为全国首个生态示范县和洁净能源县的可持续发展。年减排温室效应气体 CO₂ 约 12494 吨，每年减排大气污染气体 SO_x 约 95 吨、NO_x 约 32.25 吨。

同时该项目可节约用水，不存在废水和温排水等对水环境的污染，有明显的环境效益。因此，本工程的建设是完全必要的。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/958124136136006071>