



中国电建
POWERCHINA

贵阳勘测设计研究院有限公司

GUIYANG ENGINEERING CORPORATION LIMITED

提质增效，助推光伏高质量发展

Tuesday, July 28, 2020

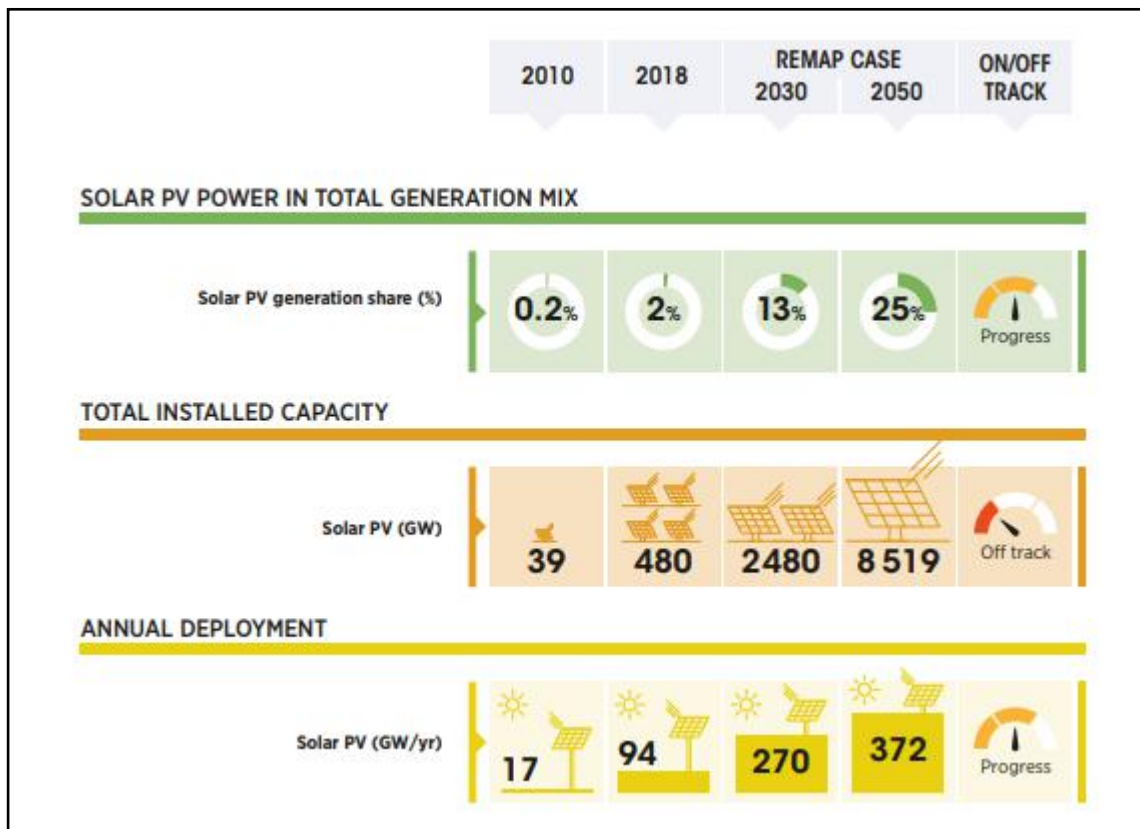
心系工程 追求更好



- 一 概述
- 二 设备选型
- 三 设计优化
- 四 EPC增效
- 五 结语

一、概述-光伏的未来

不忘初心 砥砺前行



可再生能源机构IRENA发布新的分析报告《光伏的未来》，敦促各国政府降低政策、经济、监管和技术壁垒，使全球太阳能装机量在2018年达到480 G W，2030年达到2.84 T W，2050年达到8.5 T W，全球才有机会抵御最严重的全球性气候变暖问题。而若要达到2050年全球装机8.519TW的目标，就需要将太阳能年新增装机速度从2018年的94GW提高到2050年的每年372GW。届时太阳能装机量将从2018年的2%增长到2030年的13%再到2050年的25%。

一、概述-国内光伏现状

专栏2 “十三五”电力工业发展主要目标					
类别	指标	2015年	2020年	年均增速	属性
电力总量	总装机(亿千瓦)	15.3	20	5.5%	预期性
	西电东送(亿千瓦)	1.4	2.7	14.04%	预期性
	全社会用电量(万亿千瓦时)	5.69	6.8-7.2	3.6-4.8%	预期性
	电能占终端能源消费比重	25.8%	27%	[1.2%]	预期性
	人均装机(千瓦/人)	1.11	1.4	4.75%	预期性
	人均用电量(千瓦时/人)	4142	4860-5140	3.2-4.4%	预期性
电力结构	非化石能源消费比重	12%	15%	[3%]	约束性
	非化石能源发电装机比重	35%	39%	[4%]	预期性
	常规水电(亿千瓦)	2.97	3.4	2.8%	预期性
	抽蓄装机(万千瓦)	2303	4000	11.7%	预期性
	核电(亿千瓦)	0.27	0.58	16.5%	预期性
	风电(亿千瓦)	1.31	2.1	9.9%	预期性
	太阳能发电(亿千瓦)	0.42	1.1	21.2%	预期性
	化石能源发电装机比重	65%	61%	[-4%]	预期性
	煤电装机比重	59%	55%	[-4%]	预期性
	煤电(亿千瓦)	9	<11	4.1%	预期性
气电(亿千瓦)	0.66	1.1	10.8%	预期性	
节能减排	新建煤电机组平均供电煤耗(克标煤/千瓦时)	—	300	—	约束性
	现役煤电机组平均供电煤耗(克标煤/千瓦时)	318	<310	[-8]	约束性
	线路损失率	6.64%	<6.50%		预期性
民生保障	充电设施建设	满足500万辆电动车充电			预期性
	电能替代用电量(亿千瓦时)	—	4500		预期性

注：1. []为五年累计值。

2. 2015年煤电平均供电煤耗根据中电联公布的火电平均供电煤耗估算。

2019年全国电力工业统计快报一览表

指标名称	单位	2019年	2018年	同比	
				(%)	(±)(百分点)
发电量	亿千瓦时	73253	69947	4.7	
水 电	亿千瓦时	13019	12321	5.7	
火 电	亿千瓦时	50450	49249	2.4	
核 电	亿千瓦时	3487	2950	18.2	
风 电	亿千瓦时	4057	3658	10.9	
太阳能发电	亿千瓦时	2238	1769	26.5	
全社会用电量	亿千瓦时	72255	69163	4.5	
第一产业	亿千瓦时	780	747	4.5	
第二产业	亿千瓦时	49362	47881	3.1	
其中：工业	亿千瓦时	48473	47101	2.9	
第三产业	亿千瓦时	11863	10838	9.5	
城乡居民生活用电	亿千瓦时	10250	9697	5.7	
发电装机容量	万千瓦	201066	190012	5.8	
水 电	万千瓦	35640	35259	1.1	
火 电	万千瓦	119055	114408	4.1	
核 电	万千瓦	4874	4466	9.1	
风 电	万千瓦	21005	18427	14.0	
太阳能发电	万千瓦	20468	17433	17.4	
220千伏及以上输电线路回路长度	千米	754785	724788	4.1	
220千伏及以上公用变电设备容量	万千伏安	426392	403509	5.7	
基建新增发电装机容量	万千瓦	10173	12785	-20.4	
水 电	万千瓦	417	359	-51.4	
火 电	万千瓦	4092	4380	-6.6	
核 电	万千瓦	409	384	-53.8	
风 电	万千瓦	2574	2127	21.0	
太阳能发电	万千瓦	2681	4525	-40.8	
新增220千伏及以上输电线路回路长度	千米	34022	41092	-17.2	
全国新增直流换流容量	万千瓦	2200	3200	-31.3	
新增220千伏及以上变电设备容量	万千伏安	23042	22214	3.7	
电力工程建设投资完成	亿元	7995	8161	-2.0	
其中：电源工程建设投资完成	亿元	3139	2787	12.6	
其中：水电	亿元	814	700	16.3	
火电	亿元	630	786	-19.9	
核电	亿元	335	447	-25.0	
风电	亿元	1171	646	81.3	
其中：电网工程建设投资完成	亿元	4856	5374	-9.6	
6000千瓦及以上电厂供电标准煤耗	克/千瓦时	306.9	307.6	-0.7	
6000千瓦及以上电厂发电设备利用小时	小时	3825	3880	-54	
水 电	小时	3726	3607	119	
火 电	小时	4293	4378	-85	
核 电	小时	7394	7543	-149	
风 电	小时	2082	2103	-21	
线路损失率	%	5.90	6.27		-0.37

注：1、发电量、全社会用电量和发电装机容量指标数据为中电联行业统计的全口径数据。

2、风电、太阳能发电的发电量、装机容量均为并网口径。

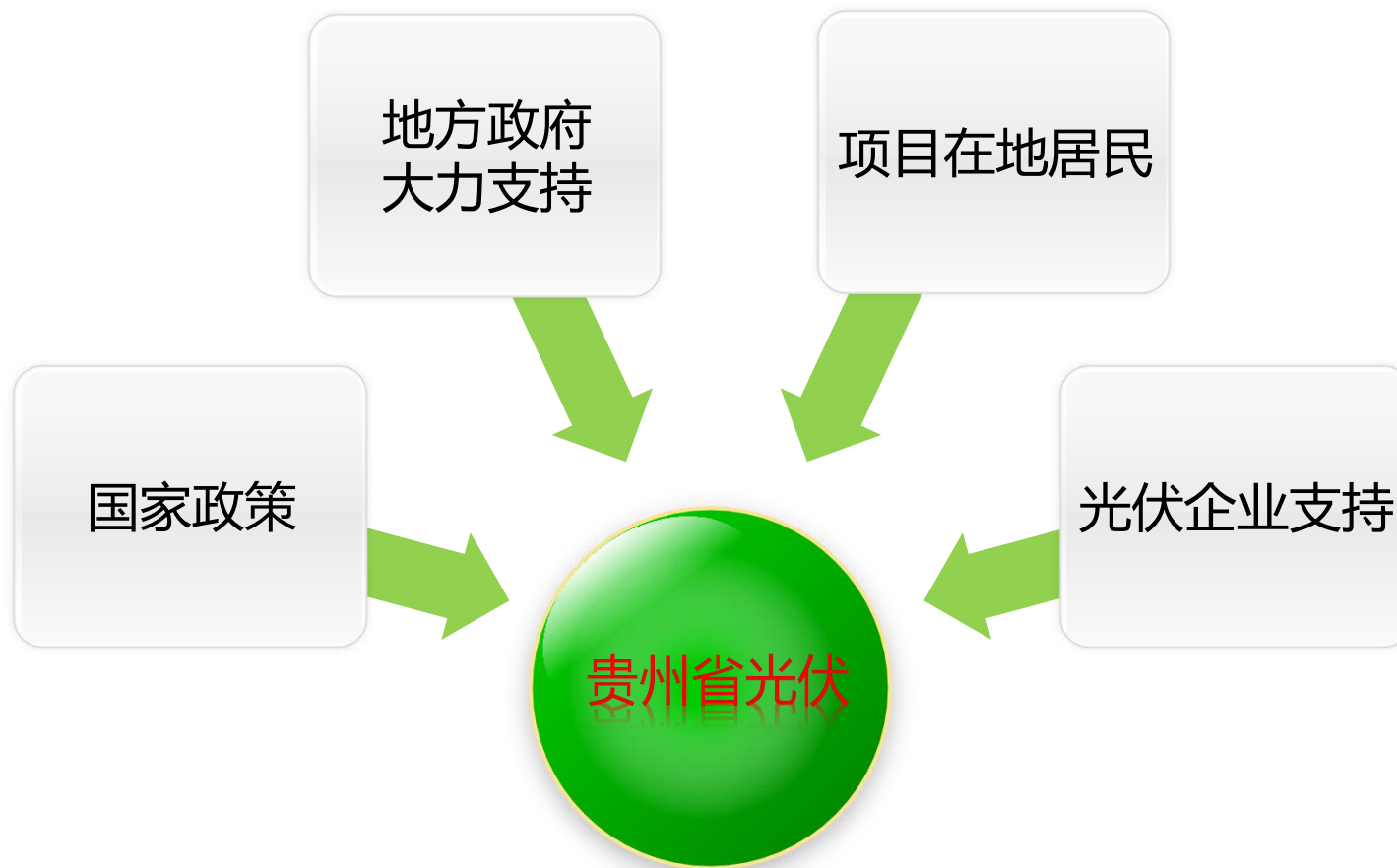
3、由于统计口径、并网时点确认等因素，基建新增装机容量和发电装机容量增量存在一定差异。

4、电力工程建设投资完成额指标数据为纳入中电联电力行业统计的大型电力企业投资完成数据；

5、本表中的“空格”表示该项统计指标数据不足本表最小单位数、不详或无该项数据。

一、概述-省内光伏现状

截至6月30日,全省光伏装机达到**534.6**万千瓦。



二、设备选型-组件

156.75mm、158.75mm、166mm、18xmm、210mm.....光伏硅片市场上已然形成了多规格并存的技术格局

大组件
高效率

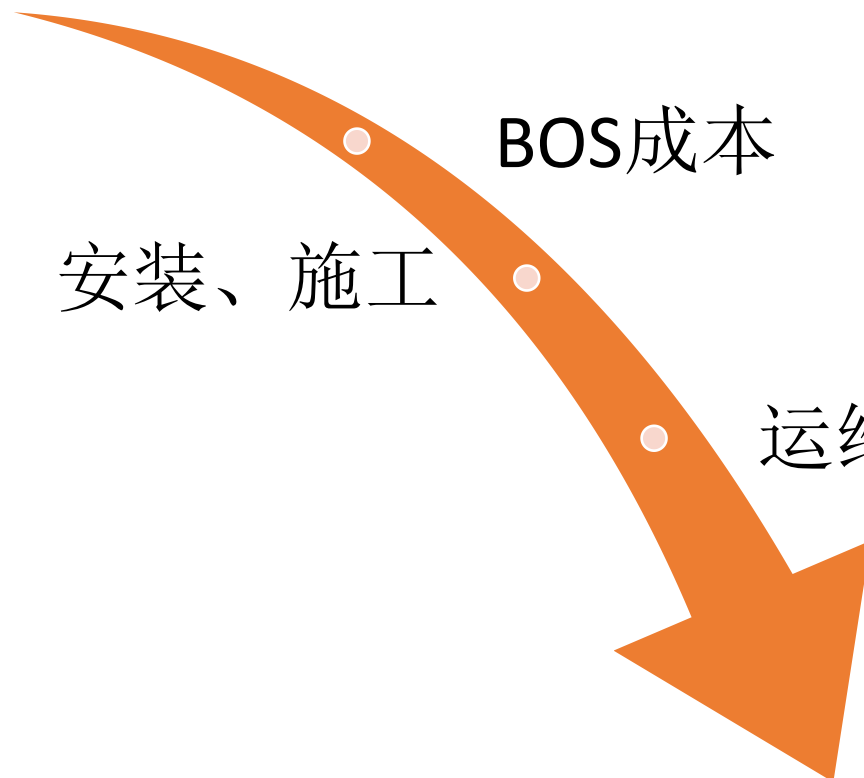
封装生产

BOS成本

安装、施工

运维、监控

单瓦成本降低



二、设备选型-逆变器

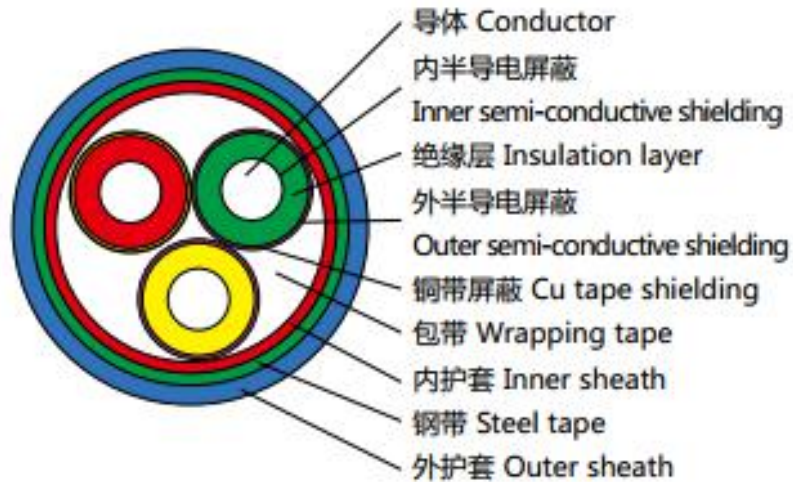


序号	规格 (kw)
1	175
2	196
3	208
4	225
5	255

优选：质量好、效率高、系统友好、智能运维、安全可靠产品；

1500V 技术有利于提升光伏发电系统效率，降低系统成本。

二、设备选型-电缆



比较项目/方案		铜芯电缆	铝芯电缆
技术、标准	优点	导体采用纯铜，技术成熟，使用范围广泛，标准体系完善。	
	缺点		标准体系较完善，使用范围和技术成熟度较铜芯少。
物理性质	优点	延展性好，便于加工和安装，强度高，抗疲劳	抗氧化，耐腐蚀。
	缺点		柔性，机械强度较差
导电率与载流量	优点	铜芯电缆的电阻率低，铜芯电缆的电压降较小，载流量大，能耗也小。	
	缺点		铝芯电缆的电阻率较高，在相同截面情况下，电压降大，载流量小。
短路热稳定能力	优点	铜电缆热稳定系数C为13700，热稳定能力好。	
	缺点		铝芯电缆热稳定系数C约为9000，通过相同的短路电流，并且短路持续时间相等的情况下，铝芯电缆的截面必须为铜电缆截面的1.5倍以上。
电缆终端	优点	铜芯电缆采用纯铜电缆终端，避免了在发电过程中发热问题。	
	缺点		铝芯电缆需采用铜铝过渡电缆终端，且截面更大，工作电流增加，在发电过程中，容易在连接点发热而产生电气故障。
重量	优点	施工工艺成熟，相应的配件齐全	比重小，相对较轻，便于运输和安装。
	缺点	铜的重量大，施工难度相对偏大	铝芯电缆的需要的的外径大于铜电缆。施工工艺较难，配套附件要求高
价格			铜杆是铝杆价格的3.5倍，铜比重为铝的3.5倍，导致铝芯电缆价格比铜芯电缆便宜很多。

二、设备选型-支架



项目	固定式	斜单轴跟踪方式	双轴跟踪方式	固定倾角 可调式	平单轴 支架方式
发电量 (%)	100	117	125	105%	110%
占地面积 (万m ²)	2.2	4.6	4.9	2.2	2.6
支架造价 (元/Wp)	0.4	1.0	2.5	0.5	0.7
支架费用 (万元)	100	100	250	125	175
估算电缆费用 (万元)	240	400	420	240	340
直接投资增加 (%)	100	110	124	107	110
运行维护	工作量小	有旋转构件, 工作量较大	有旋转构件, 工作量更大	工作量小	有旋转构件, 工作量更大
支撑点	多点支撑	多点支撑	单点支撑	多点支撑	单点支撑
板面清洗	布置集中, 清洗方便	布置分散, 需逐个清洗, 清洗量较大	布置分散, 需逐个清洗, 清洗量大	布置集中, 清洗方便	布置分散, 需逐个清洗, 清洗量大

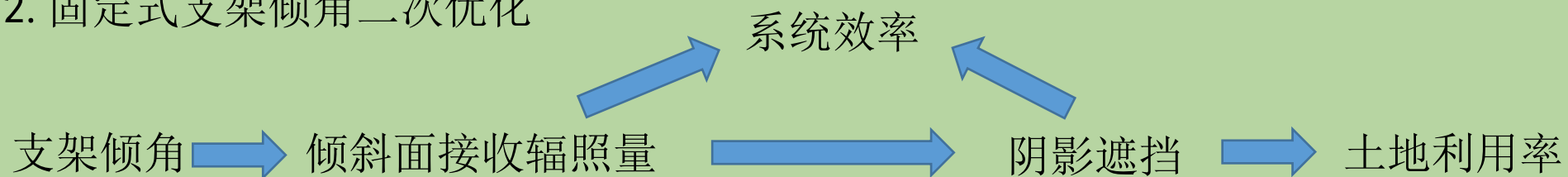
三、设计优化

光伏精细化设计

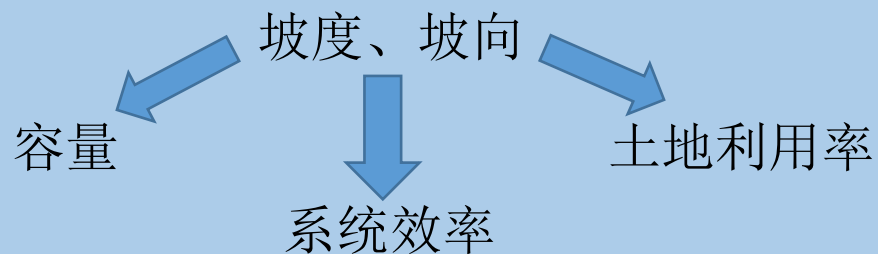
1. 阵列间距

前后排间距增加→阴影遮挡减少→发电量提高→用地成本增加
前后排间距减少→阴影遮挡增加→发电量减少→用低成本降低

2. 固定式支架倾角二次优化



3. 阵列方位角二次优化



三、设计优化

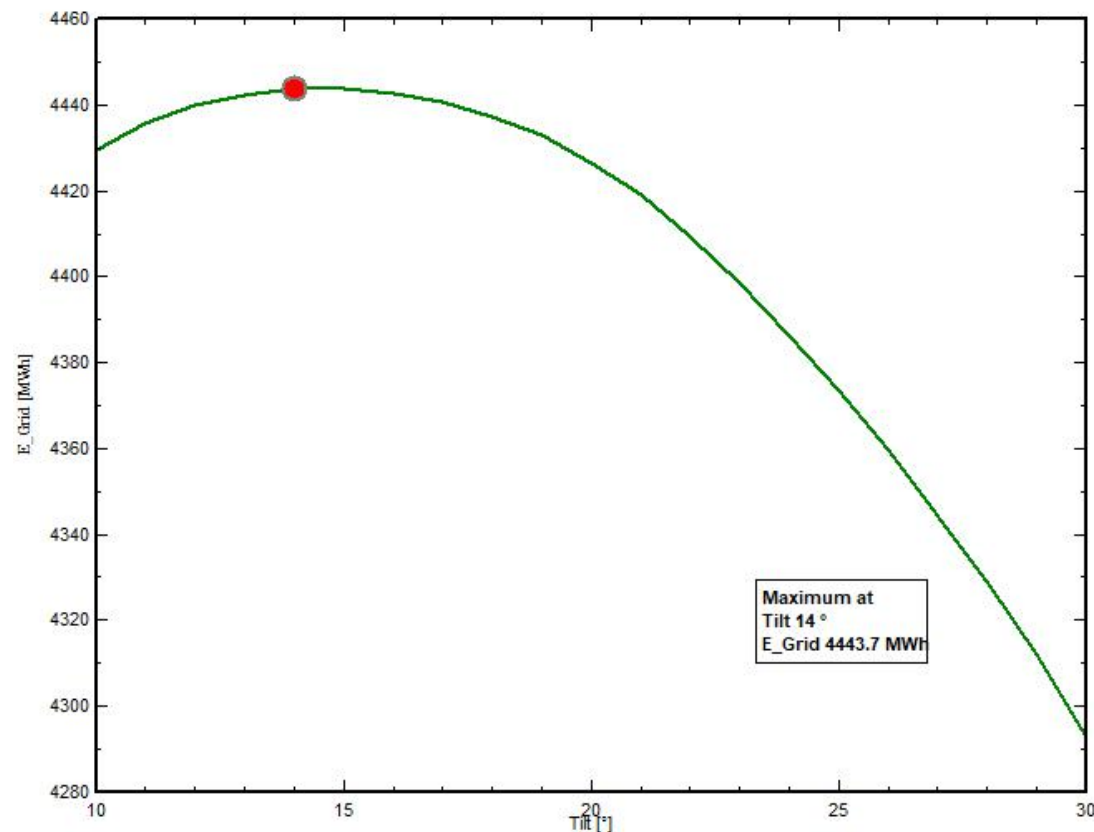
逐月太阳能辐照量

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均
辐照量 (兆焦/平方米)	238.8	288.2	408.9	467.8	481.6	402.3	497.2	511.2	415.2	315.3	323.8	264.7	4614.8

25年等效利用小时数1020小时。

三、设计优化

角度 \ 月份	20°	21°	22°	23°	24°	25°
1	288	290	292	294	295	297
2	339	341	343	344	346	347
3	453	454	455	456	457	458
4	479	478	477	477	476	475
5	462	460	458	456	453	451
6	379	377	375	373	371	368
7	471	468	466	463	461	458
8	508	507	505	503	502	500
9	440	440	440	440	440	440
10	352	353	354	355	356	357
11	406	409	413	415	418	421
12	348	351	354	357	360	363
年总辐射量	4925	4929	4932	4934	4935	4935

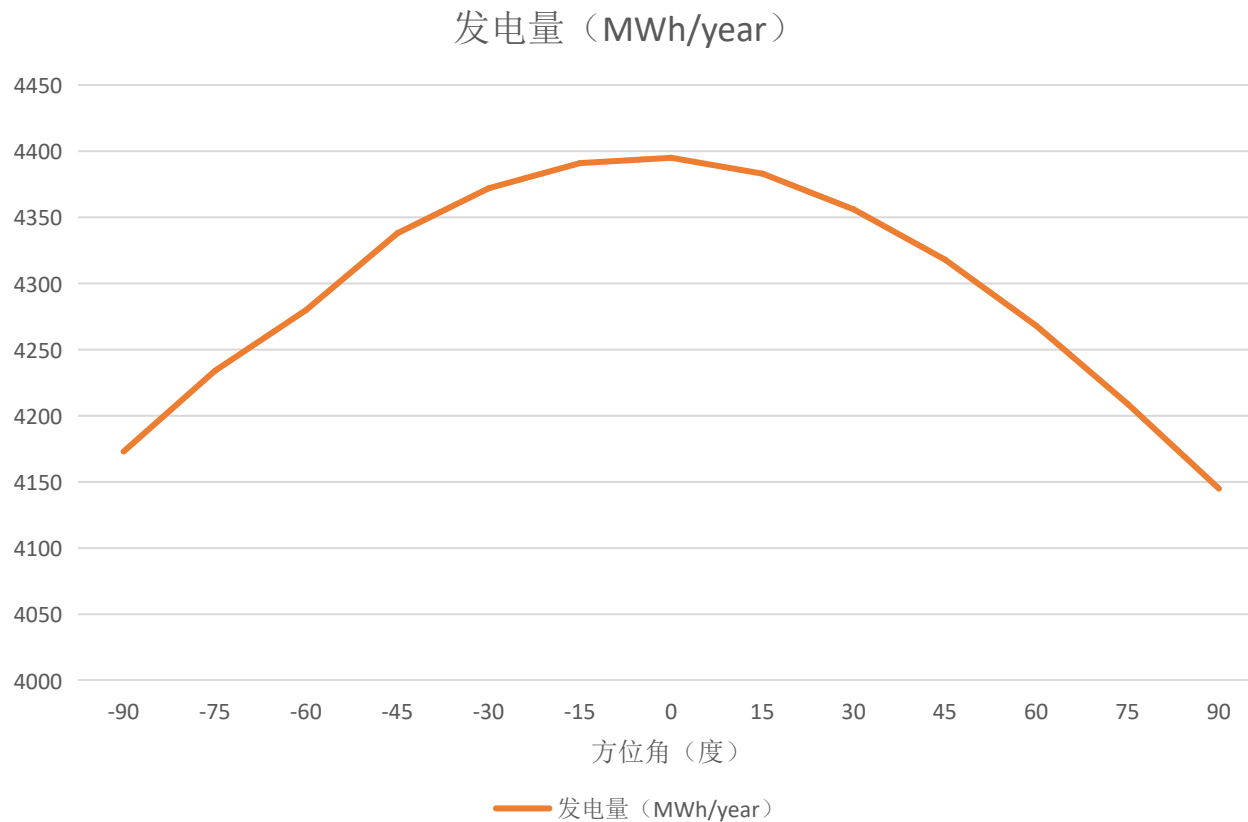


倾斜面接收到辐照量最大时的倾角为：**24度**

PVsyst软件进行二次优化推荐倾角为：**14度**

三、设计优化

阵列方位角



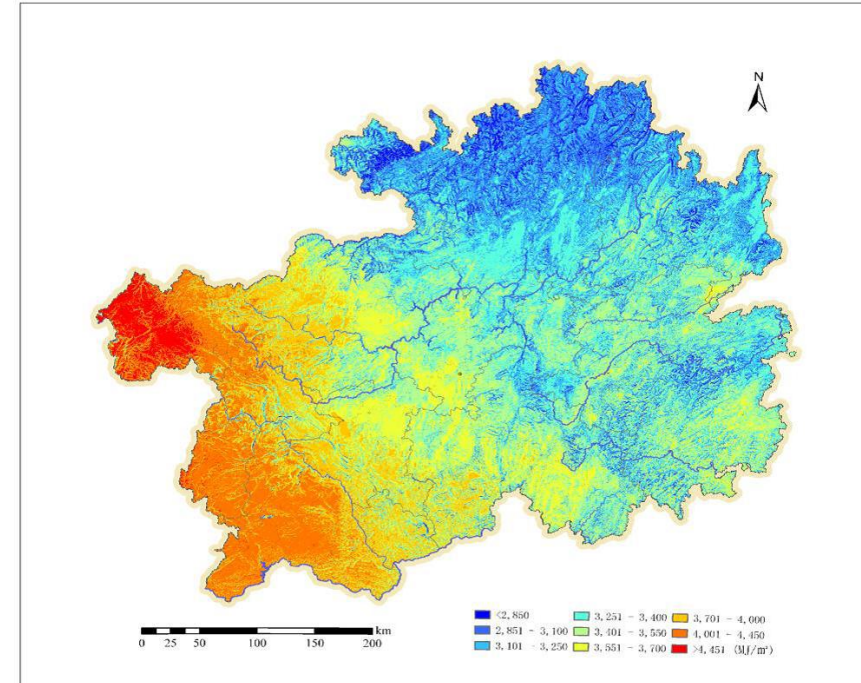
发电量随方位角增大而减小，方位角从0度调整至90度将使发电量减小5.6%左右，从0度调整至-90度将使发电量减小5.3%左右。

三、设计优化

系统容配比优化选择



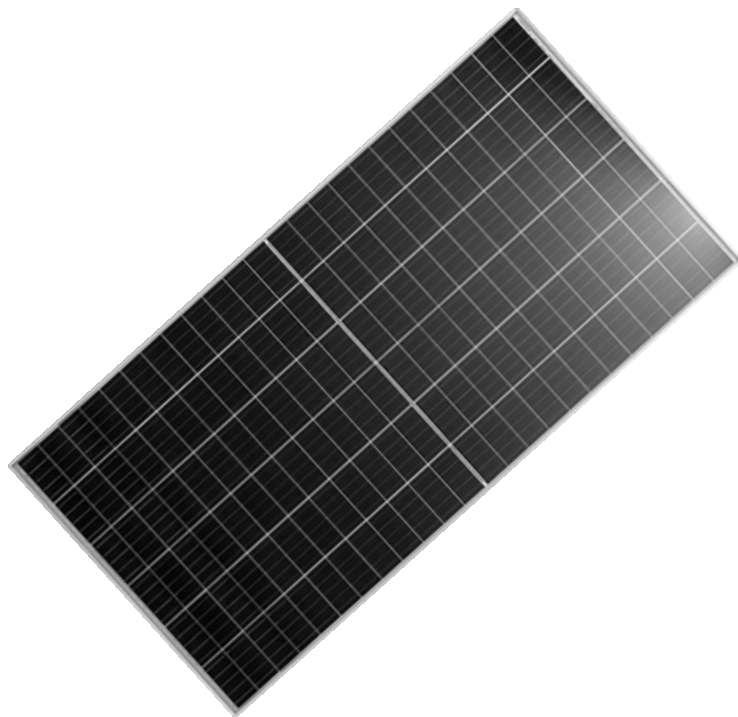
项目地点：贵州省安顺市
装机容量：150MWp



气象数据：气象站实测数据
光资源：水平面4480MJ/m²

三、设计优化

系统容配比优化选择



光伏组件：单晶单面445W_p



逆变器：组串式175kW



光伏方阵：交流侧3150kW

三、设计优化

系统容配比优化选择

	方案一	方案二	方案三	方案四	方案五	方案六
每台逆变器接入的组串数	16	18	19	20	22	25
对应容配比	1.14	1.28	1.35	1.42	1.57	1.78
逆变器超额折减	0.03%	0.04%	1.09%	2.04%	3.67%	5.63%
系统效率	81.27%	81.26%	80.21%	79.26%	77.63%	75.67%
25年平均利用小时数	973.82	973.70	961.12	949.73	930.20	906.72

三、设计优化

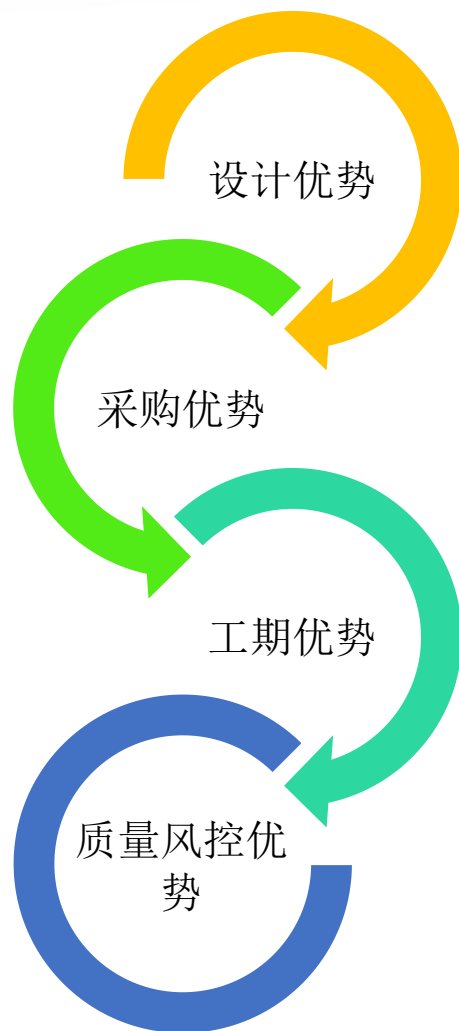
系统容配比优化选择

	方案一	方案二	方案三	方案四	方案五	方案六
单位千瓦静态投资 (元/kWp)	3592	3550	3534	3518	3492	3461
经营期平均电价 (元/kWh)	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
项目投资回收期 (年)	10.59	10.47	10.57	10.65	10.80	10.99
资本金财务内部收益率 (%)	12.27	12.62	12.34	12.08	11.64	11.10
单位电度成本	3.69	3.65	3.68	3.70	3.75	3.82

四、EPC增效

规模化采购，长期合作施工单位，
质量风险可控

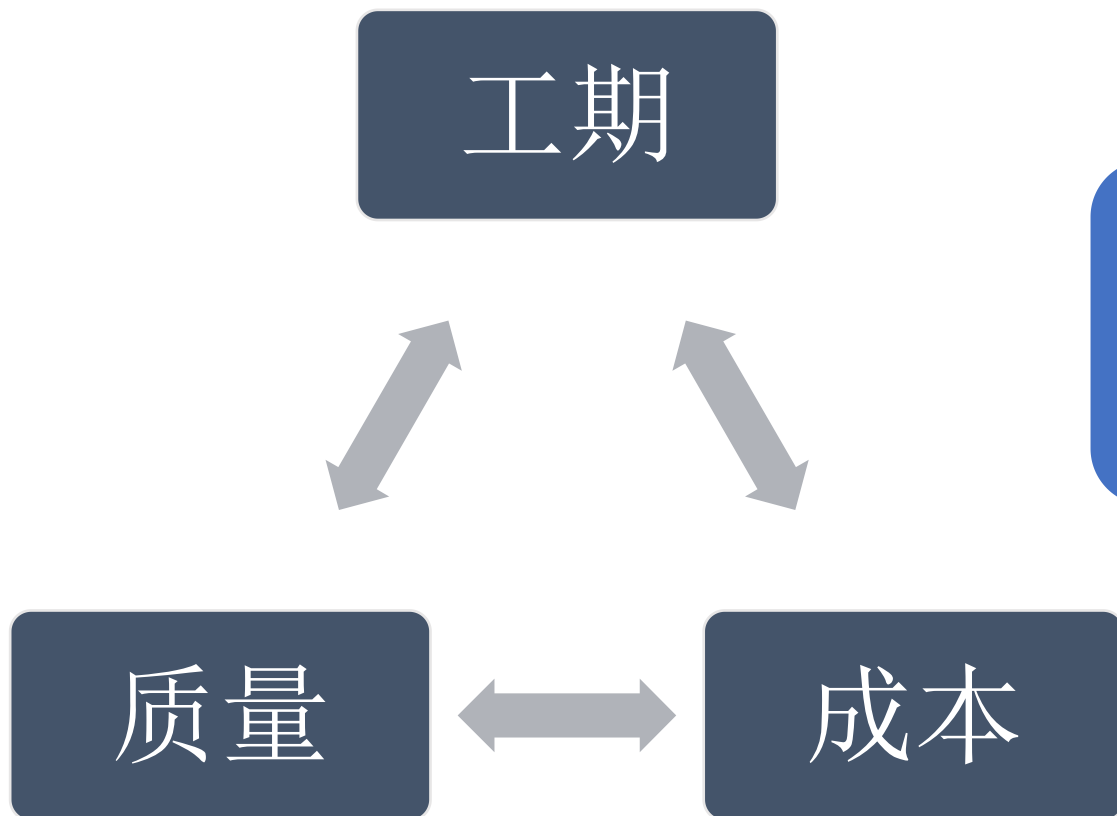
采用EPC模式有效降低业主投资方投
资风险



设计阶段提前介入质量和投资管控

整体统筹规划，协同运作，有效提高各
环节效率

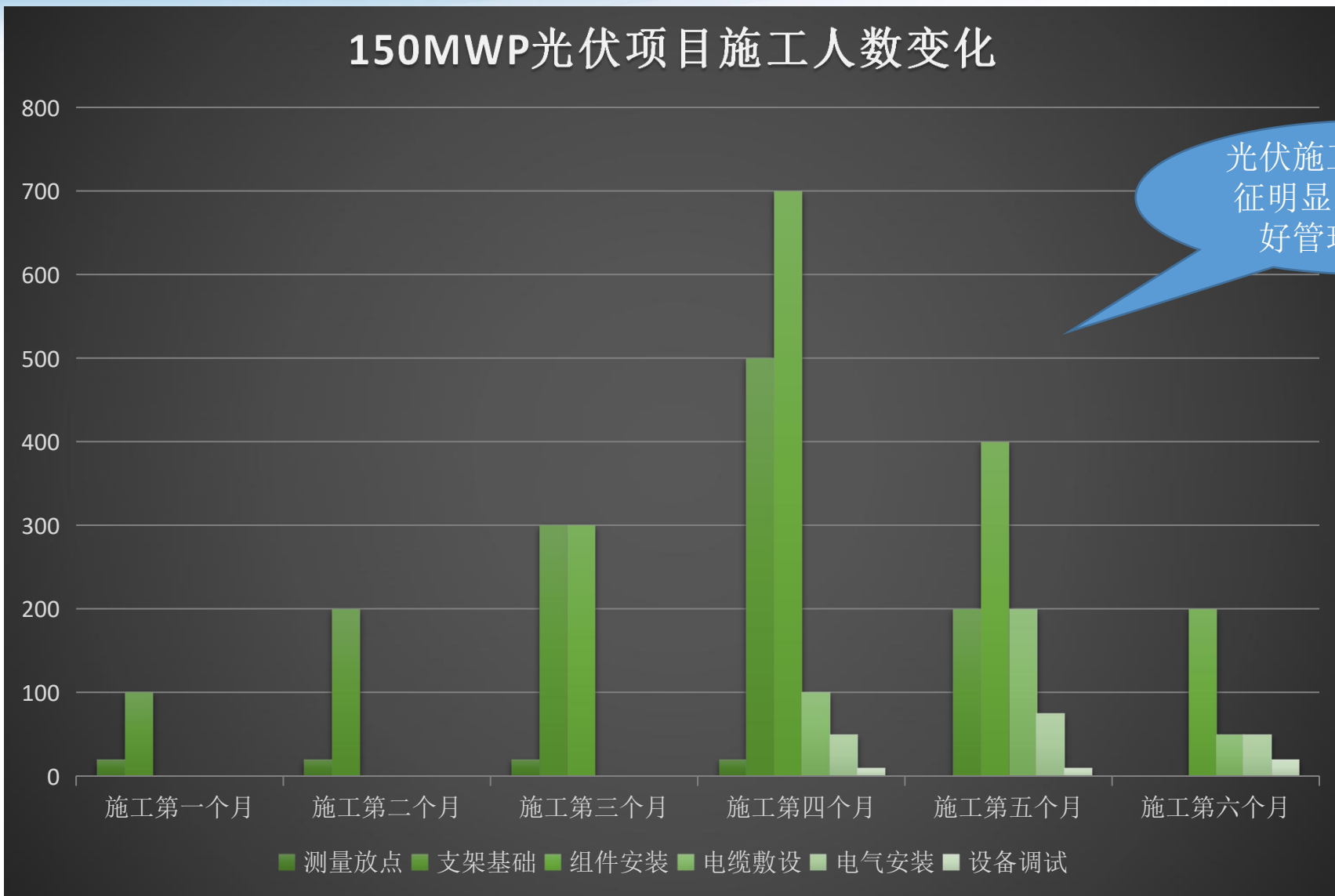
四、EPC增效



光伏项目对工期、质量及成本进行寻优，EPC实施可在三者中寻找平衡。

四、EPC增效

150MWP光伏项目施工人数变化



光伏施工人数波动特征明显，EPC预先做好管理措施准备

• 四、EPC增效



地形复杂，
坡度变化大。

软件布置+现场人工优化

合理利用各类运输车辆，控制各类大型设备入场顺序。

大坡度地形不利于施工、运输。

用地紧张

气象条件复杂，局部风速变化大、季节性山火隐患多



核对敏感性因素图斑，施工过程中利用无人机等设备加强施工范围控制管理

用地限制多，林地、耕地生态红线等分散、零散

局部风速大的区域更改为组件与支架螺栓连接

五、结语

以“科技创新、管理提升”
为支撑，全面促进光伏行业
技术成熟、成本下降、管理
增强；助推光伏高质量发展！





中国电建贵阳院

谢谢!



地址：贵阳市观山湖区兴黔路16号
电话：0851-85388101 85388599
传真：0851-85388999
邮编：550081