

诚信为先 创新为魂 共赢为本
Integrity Innovation All-Win



中国电建
POWERCHINA

西北勘测设计研究院有限公司

NORTHWEST ENGINEERING CORPORATION LIMITED

平价项目电站投资开发及系统经济性分析

新能源工程院 惠星



网站: <http://www.nwh.cn>

电话: 029-88280575

邮编: 710065

地址: 西安市丈八东路18号



目录

- 01 2020年平价项目系统经济性分析
 - 02 设计方案优化与提升收益措施
 - 03 十四五平价基地规划思路
- 



01 2020年平价项目系统经济性分析



国内平价上网项目实现条件

测算边界：以容量10万千瓦为例，资本金内部收益率满足8%反测投资

省份	脱硫煤标杆电价(元/kWh)	年均利用小时数(h)(固定式)	单位千瓦静态投资需控制在多少(元/kw)以内	单位千瓦动态投资需控制在多少(元/kw)以内	选取区域
四川	0.4012	1380	5191	5292	甘孜
黑龙江	0.374	1610	5689	5800	齐齐哈尔
		1342	4659	4750	哈尔滨市
吉林	0.3731	1489	5211	5313	白城市
冀北	0.372	1400	4853	4948	张家口
天津	0.3655	1218	4077	4156	天津市
北京	0.3598	1300	4309	4393	北京市
甘肃1类	0.3078	1672	4791	4885	酒泉市
陕西二类	0.3345	1450	4486	4574	定边县
广东	0.453	1177	4981	5078	湛江
		880	3571	3641	益阳
湖南	0.45	1022	4228	4310	彬洲
		1200	3643	3714	普洱市
云南	0.3358	1516	4733	4826	丽江
		1572	4073	4152	鄂尔多斯
蒙西	0.2829	1572	4073	4152	鄂尔多斯
山西二类	0.332	1555	4808	4901	大同市
海南	0.4298	1330	5376	5481	崖县
广西	0.4207	1133	4400	4486	北海
湖北	0.4161	1099	4202	4284	十堰市
上海	0.4155	1063	4041	4120	上海市
浙江	0.4153	1082	4120	4200	温州市
江西	0.4143	1088	4134	4214	贵溪市

测算边界：以容量10万千瓦为例，资本金内部收益率满足8%反测投资

省份	脱硫煤标杆电价(元/kWh)	年均利用小时数(h)(固定式)	单位千瓦静态投资需控制在多少(元/kw)以内	单位千瓦动态投资需控制在多少(元/kw)以内	选取区域
宁夏	0.2595	1612	3801	3875	银川
新疆一类	0.25	1758	4018	4096	哈密市
甘肃二类	0.3078	1323	3686	3758	兰州市
蒙东	0.3035	1603	4501	4589	兴安盟
重庆	0.3964	671	2235	2279	重庆市
山东	0.3949	1330	4898	4994	威海市
福建	0.3923	1166	4202	4284	厦门市
江苏	0.391	1081	3846	3921	苏州市
安徽	0.3844	1099	3844	3919	阜阳市
河南	0.3779	1180	4084	4163	安阳市
		1620	3292	3357	德令哈
青海一类	0.2277	1885	3914	3990	格尔木
		1120	3696	3768	曲阳市
冀南	0.3644	1120	3696	3768	曲阳市
新疆二类	0.25	1419	3148	3209	吐鲁番市
		1688	3840	3914	塔城
陕西三类	0.3545	1350	4420	4506	渭南市
贵州	0.3515	1100	3476	3544	威宁
		1292	3910	3986	太原市
山西三类	0.332	1179	3525	3594	运城市
		1520	3059	3119	共和县
青海二类	0.2277	1752	3601	3671	达日
		1921	4436	4523	日喀则
西藏	0.25	1921	4436	4523	日喀则



国内平价上网项目实现条件

2018-2019年光伏发电各省规模统与市场环境监测结果统计表

排序	省区	资源分区（市场环境监测）	2018年光伏累计装机（万千瓦）	排序	省区	资源分区（市场环境监测）	2019年光伏累计装机（万千瓦）
1	山东	山东	1361	1	山东	山东	1619
2	江苏	江苏	1332	2	江苏	江苏	1486
3	河北	河北承德、张家口、唐山、秦皇岛 河北除II类外其他地区	1234	3	河北	河北承德、张家口、唐山、秦皇岛 河北除II类外其他地区	1474
4	浙江	浙江	1138	4	浙江	浙江	1339
5	安徽	安徽	1118	5	安徽	安徽	1254
6	新疆自治区	新疆哈密、塔城、阿勒泰、克拉玛依 新疆除I类外其他地区	992	6	青海	青海海西 青海除I类外其他地区	1101
7	河南	河南	991	7	山西	山西大同、朔州、忻州、阳泉 山西除II类外其他地区	1088
8	青海	青海海西 青海除I类外其他地区	956	8	内蒙古	内蒙古赤峰、通辽、兴安盟、呼伦贝尔 内蒙古除赤峰、通辽、兴安盟、呼伦贝尔以外地区	1081
9	内蒙古	内蒙古赤峰、通辽、兴安盟、呼伦贝尔 内蒙古除赤峰、通辽、兴安盟、呼伦贝尔以外地区	945	9	新疆自治区	新疆哈密、塔城、阿勒泰、克拉玛依 新疆除I类外其他地区	1080
10	山西	山西大同、朔州、忻州、阳泉 山西除II类外其他地区	864	10	河南	河南	1054
11	甘肃	甘肃嘉峪关、武威、张掖、酒泉、敦煌、金昌 甘肃除I类外其他地区	828	11	陕西	陕西榆林、延安 陕西除II类外其他地区	939
12	宁夏	宁夏	816	12	宁夏	宁夏	918
13	陕西	陕西榆林、延安 陕西除II类外其他地区	716	13	甘肃	甘肃嘉峪关、武威、张掖、酒泉、敦煌、金昌 甘肃除I类外其他地区	908
14	江西	江西	536	14	江西	江西	630
15	广东	广东	527	15	湖北	湖北	621
16	湖北	湖北	510	16	广东	广东	610
17	云南	云南	343	17	贵州	贵州	510
18	辽宁	辽宁	302	18	云南	云南	375
19	湖南	湖南	292	19	湖南	湖南	344
20	吉林	吉林	265	20	辽宁	辽宁	343
21	黑龙江	黑龙江	215	21	吉林	吉林	274
22	四川	四川	181	22	黑龙江	黑龙江	274
23	贵州	贵州	178	23	四川	四川	188
24	福建	福建	148	24	福建	福建	169
25	海南	海南	136	25	天津	天津	143
26	天津	天津	128	26	海南	海南	140
27	广西	广西	124	27	广西	广西	135
28	西藏	西藏	98	28	西藏	西藏	110
29	上海	上海	89	29	上海	上海	109
30	重庆	重庆	43	30	重庆	重庆	65
31	北京	北京	40	31	北京	北京	51

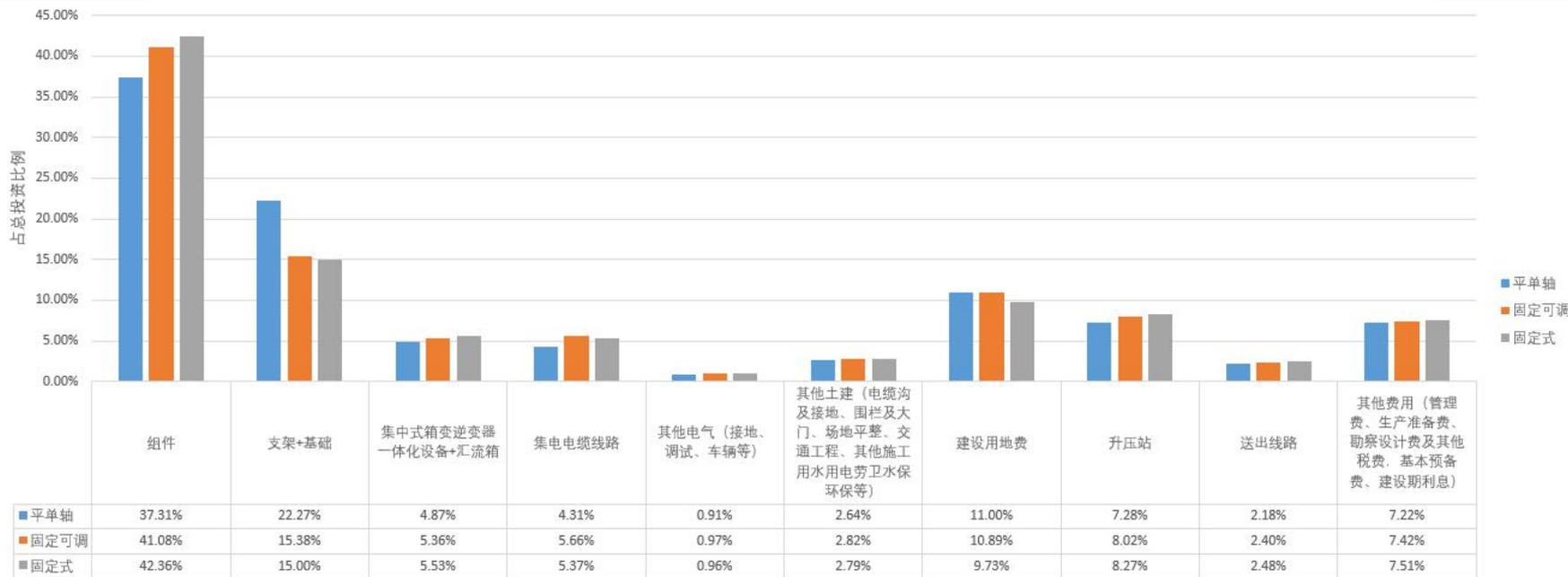


- ◆ 累计装机超过1000万的由2018年末5个增加到2019年末10个。中东部增长快。
- ◆ 环境监测平价为绿色，可平价、部分平价的地区2020年平价项目发展潜力大。如山东、内蒙古、山西、广东、广西、辽宁、吉林、黑龙江、海南、陕西三类、云南。



国内某平价项目的成本构成 (100MW)

序号	项目名称	单位	平单轴	固定可调	固定式
1	组件	元/W	1.71	1.71	1.71
2	支架+基础	元/W	0.85+0.17	0.47+0.17	0.44+0.16
3	箱变+逆变器+汇流箱	元/W	0.22	0.22	0.22
4	集电电缆线路	元/W	0.20	0.24	0.22
5	其他电气（接地、调试、车辆等）	元/W	0.04	0.04	0.04
6	其他土建（电缆沟及接地、围栏及大门、场地平整、交通工程、其他施工用水用电、劳卫水保环保复垦费用等）	元/W	0.12	0.12	0.11
7	建设用地费	元/W	0.50	0.45	0.39
8	升压站	元/W	0.33	0.33	0.33
9	送出线路	元/W	0.10	0.10	0.10
10	其他费用（管理费、生产准备费、勘察设计费及其他税费，基本预备费、建设期利息）	元/W	0.33	0.31	0.30
	合计	元/W	4.58	4.16	4.03



光伏电站投资占比构成

国家能源局综合司

国家能源局综合司关于征求《清洁能源消纳行动计划（2018-2020年）（征求意见稿）》意见的函



具体指标：2018年，确保全国平均弃风率低于12%（力争控制在10%左右）、弃光率低于5%，确保弃风、弃光电量比2017年进一步下降。全国水能利用率95%以上。全国核电利用小时数同比增加。

2019年，确保全国平均弃风率低于10%（力争控制在8%左右）、弃光率低于5%。全国水能利用率95%以上。全国核电利用小时数同比增加。

2020年，确保全国平均弃风率控制在合理水平（力争控制在5%左右）、弃光率低于5%。全国水能利用率95%以上。核电实现安全保障性消纳。

（重点省份分年度目标见附件。）

国家能源局文件

国能发新能〔2019〕49号

国家能源局关于2019年风电、光伏发电项目建设有关事项的通知



六、2019年工作安排

根据财政部《可再生能源电价附加补助资金管理暂行办法》等要求，2019年度安排新建光伏项目补贴预算总额为30亿元，其中，7.5亿元用于户用光伏（折合350万千瓦）、补贴竞价项目按22.5亿元补贴（不含光伏扶贫）总额组织项目建设，两项合计不突破30亿元预算总额。在全国排序累计补贴总额时，各项目年补贴额为“度电补贴强度×装机容量×年利用小时数”，其中年利用小时数按《关于做好风电、光伏发电全额保障性收购管理工作的通知》（发改能源〔2016〕1150号）规定的最低保障收购年利用小时数计算，未规定最低保障收购年利用小时数的，按II类地区1300、III类地区1100基础小时数计算。

平价

竞价

国内平价上网项目消纳政策情况

特急

国家发展和改革委员会 国家能源局 文件

发改能源〔2019〕19号

国家发展改革委 国家能源局关于积极推进风电、 光伏发电无补贴平价上网有关工作的通知

三、保障优先发电和全额保障性收购。对风电、光伏发电平价上网项目和低价上网项目，电网企业应确保项目所发电量全额上网，并按照可再生能源监测评价体系要求监测项目弃风、弃光状况。如存在弃风弃光情况，将限发电量核定为可转让的优先发电计划。经核定的优先发电计划可在全国范围内参加发电权交易（转让），交易价格由市场确定。电力交易机构应完善交易平台和交易品种，组织实施相关交易。

四、鼓励平价上网项目和低价上网项目通过绿证交易获得合理收益补偿。风电、光伏发电平价上网项目和低价上网项目，可按国家可再生能源绿色电力证书管理机制和政策获得可交易的可再生能源绿色电力证书（以下简称绿证），通过出售绿证获得收益。国家通过多种措施引导绿证市场化交易。

建议经济性测算要分条件考虑：

条件1（平价项目）：考虑全部消纳不限电或限电5%的情况；

条件2（竞价项目）：不限电或限电5%，补贴仅考虑最低保障小时数，其它电量全部平价；

条件3（竞价项目）：补贴仅考虑最低保障小时数，其它电量不计入财务评价测算，或其他电量以市场化交易价格来测算。

2019年4月12日，国家能源局《关于推进风电、光伏发电无补贴平价上网项目建设的工作方案

附件。

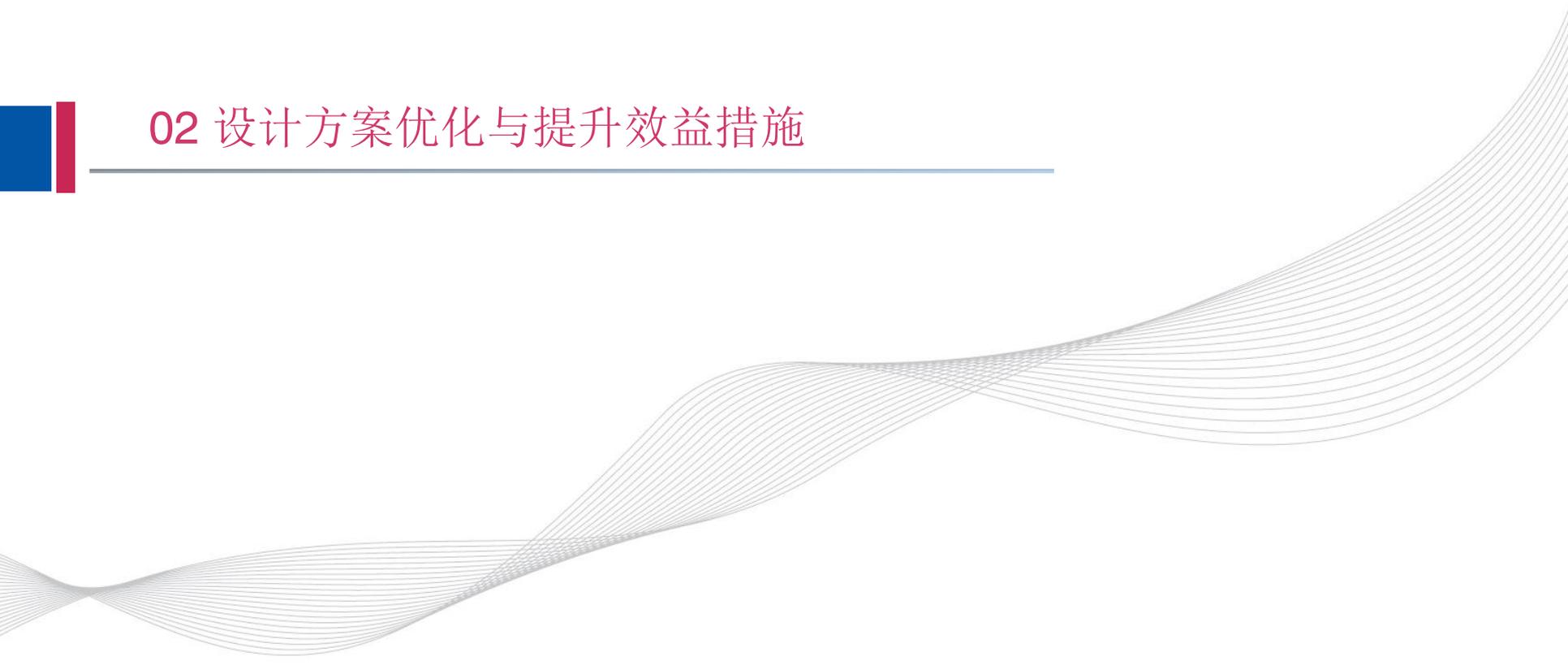
有关政策落实事项及任务分工。

序号	有关政策措施	主要内容	牵头单位	完成时限
4	限发电量核定为可转让的优先发电计划。	有关地方政府部门会同电力企业测算限发电量，核定优先发电计划，组织电力交易机构落实交易转让。	国家发展改革委指导有关地方政府部门和电力交易机构实施。	2019年6月30日。
5	绿色证书核发及交易。	在有关绿证管理机制中明确平价上网项目绿证核发机制，明确绿证参与自愿认购和消纳权重责任交易的具体方式。	国家能源局指导国家可再生能源信息管理中心实施。	2019年6月30日。

2019年4月12日，国家能源局综合司关于报送2019年度风电、光伏发电平价上网项目名单的通知中第二项：鼓励存量项目自愿转为平价上网项目。鼓励2018年及以前年度已核准（备案）或已配置的陆上风电、光伏发电项目自愿转为平价上网项目。对项目单位承诺自愿转为平价上网项目和2019年度新建平价上网项目，电网企业应优先落实电力送出和消纳方案。



02 设计方案优化与提升效益措施





◆ 《光伏电站设计规范》最新修编

◆ 2.1.20条 额定容量rated capacity

光伏电站中安装的逆变器的额定有功功率之和，计量单位是（W）。

该条是为了更直观准确的衡量光伏发电交流功率而定义，计量单位是瓦（W），而安装容量的计量单位是峰瓦（Wp）。

◆ 2019年底已发布征求意见稿。

■ 《光伏发电系统效能标准》

定义部分涉及内容：

■ 定义双面组件的背面功率

■ 定义交直流容配比

■ 定义度电成本（用LCOE表示）

标准评价指标涉及内容：

■ 双面率

■ 容配比

■ 度电成本

■ 安装容量对应的土地面积

该标准目前正在开展编制工作

基本方案	安装容量： 额定容量	占地面积 (km ²)	单位千瓦 投资 (元/kW)	发电小时数 (按直流侧安 装容量计算)	发电小时数 (按交流侧额 定容量计算)
单晶双面组件 固定式支架 1500V系统	1.18	1.79	4250	1875	2214
	1.3	1.94	4210	1835	2360
	1.4	2.1	4180	1785	2482

国家能源局综合司

国能综通科技〔2018〕191号

国家能源局综合司关于下达2018年能源领域行业标准制（修）订补充计划（第二批）的通知

各有关单位：

经研究，现将2018年能源领域行业标准制（修）订补充计划（第二批共计23项，见附件）下达给你们，请认真组织各有关标准化技术委员会、标准起草单位抓好落实，按时完成任务。

附件：2018年能源领域行业标准制（修）订补充计划（第二批）项目汇总表

6	能源 20180920	光伏发电系统效能 标准	方法	制定	2019	本标准适用于光伏发电的系统效能。主要技术内容包括术语解释、 <u>直流和交流系统</u> 、发电系统效能、 <u>双面组件背面增益</u> 、转换效率的计算方法和标准、系统综合利用及经济性标准等。	水电水利规划设计总院	水电水利规划设计总院	水电水利规划设计总院、中国光伏行业协会
---	----------------	----------------	----	----	------	--	------------	------------	---------------------



图 29 2019-2025 年不同尺寸硅片市场占比变化趋势

注：156.75mm 尺寸硅片包括 M2 单晶硅片、标准多晶硅片、157mm 多晶硅片；

160-166mm 尺寸硅片主要包括 161.7mm 全方片、161.7mm 类方片、163mm 类方片、166mm 类方片硅片。

表 3 2019-2025 年不同类型组件功率变化趋势

晶硅电池 60 片全片组件平均功率 (W)		2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	2025 年
多晶	BSF 多晶硅组件	285	290	295	-	-	-
	PERC P 型多晶硅组件	300	305	310	315	320	330
	PERC P 型铸锭单晶组件	315	320	325	330	335	345
P 型单晶	PERC P 型单晶组件	320	325	330	335	340	350
N 型单晶	N-PERT/TOPCon 单晶组件	330	335	340	345	350	355
	异质结组件	330	340	345	350	360	370
	IBC 组件	342	345	350	353	363	370
MWT 封装	MWT 多晶组件	305	310	315	320	325	335
	MWT 单晶组件	330	337	344	351	358	365

注：1、组件采用 5BB 电池为基准

2、双面组件只记正面功率；

3、MWT 组件采用 PERC 电池。

主流电池效率及组件功率比选

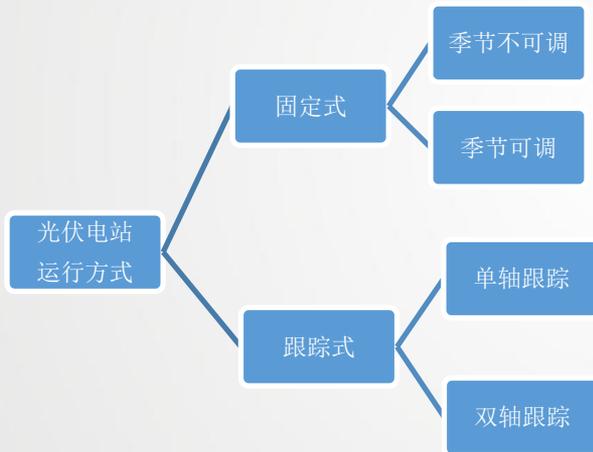
序号	硅片尺寸 (型号)	电池片效率 (%)	组件功率 (w)	支架用钢量降幅	集约土地 (%)	备注
1	156.75	22.3	395	/	/	
2	158.75	22.3	405	100%	100%	推荐
3	166	22.3	440	94%	96%	推荐
4	210	22.3	495	90%	93%	应考虑产能



◆ 选择合适的运行方式

充分考虑地形地貌、地质条件、用地面积、各项税费、环保要求、**限电因素**等；

条件允许时，推荐采用固定可调、平单轴跟踪、仰角可调双轴跟踪等先进技术提升发电量；



比较内容	固定	固定可调	水平单轴跟踪	双轴跟踪	备注
发电量增加率 (%)	100	104-106	108-112	120-125	应考虑实际运行数据、故障率、设备品牌的影响因素 土地费用高的地区，应结合运行期实际税费进行测算
1MW占地面积 (万m ²)	1.3	1.5	1.6	2.5	
直接投资增加率 (%)	100	102	107	122	



容配比，高还是低？

- 项目用地面积是否允许
- 非技术成本高低（城镇土地使用税等）
- 发电量应考虑弃电率与保障收购小时数
- 综合考虑各项成本与发电量情况下的 LCOE 最优为目标

绿色设计、全生命周期考虑

- 集约化土地资源利用--风光同场布置
- 环境友好、景色优美
- 生态效益、经济效益
- 重视设备稳定性，运营期间减少检修次数



降本

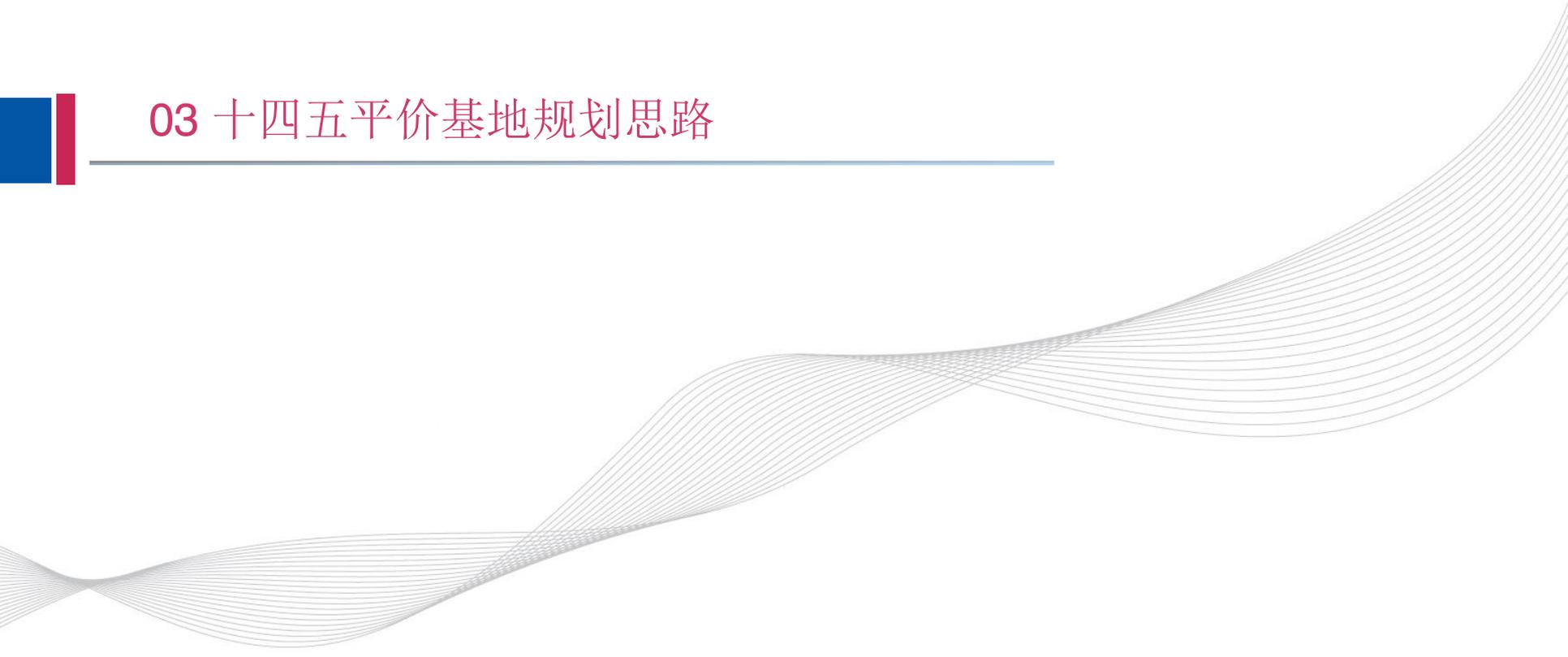
- 选用先进设备、高效组件、
- 大方阵、大尺寸组件、大容量逆变器
- 1500V系统
- EPC模式建设

光伏+

- 水光互补、风光柴储、光伏+光热
- 光伏+农业、牧业、渔业
- 光伏+储能、光伏+制氢
- 光伏+旅游



03 十四五平价基地规划思路





01 规模化集中开发

目前存在问题：部分地区存在圈地、无科学规划现象，仅考虑个别项目的经济性，导致非技术成本增加；在平价项目规模不断扩大的情况下，应加强科学规划与论证，合理布局，有效降低技术及非技术成本。

02 结合外送通道布局，保障消纳

建议选址应靠近特高压通道，同时建议取得地方政府和省级电网公司有承诺性文件。

03 坚持竞争优选配置

平价项目即使没有补贴，依然是稀缺资源，由各级政府组织竞争优选，可保证技术进步与行业可持续发展等。



04 提升技术能力、适应高质量发展

光伏+多种形式的储能；电源、电网侧储能的应用；
消费侧电气化替代、火电灵活性改造提升调峰能力、耦合发电等
提升输电通道的实际利用小时数。

05 提升管理能力

建立综合能源平台，提高需求侧响应能力，提升能源利用效率；
建立绿证交易平台，建立调峰补偿机制；
加大光伏在电力消费中的占比。

诚信为先 创新为魂 共赢为本
Integrity Innovation All-Win



西北勘测设计研究院有限公司
NORTHWEST ENGINEERING CORPORATION LIMITED



谢谢！



主讲：惠星



欢迎扫描二维码
与我们团队进一
步交流！