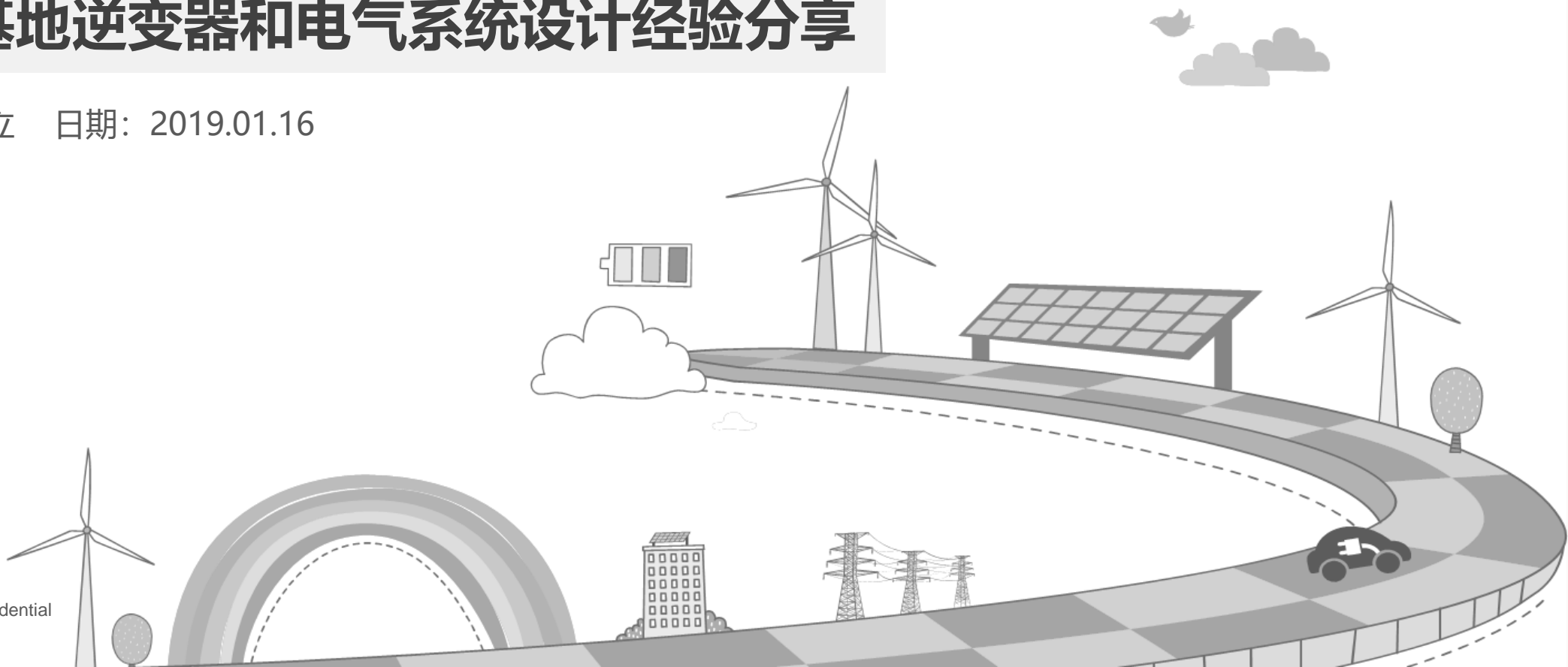


## 领跑者基地逆变器和电气系统设计经验分享

报告人：张显立 日期：2019.01.16



## 目录

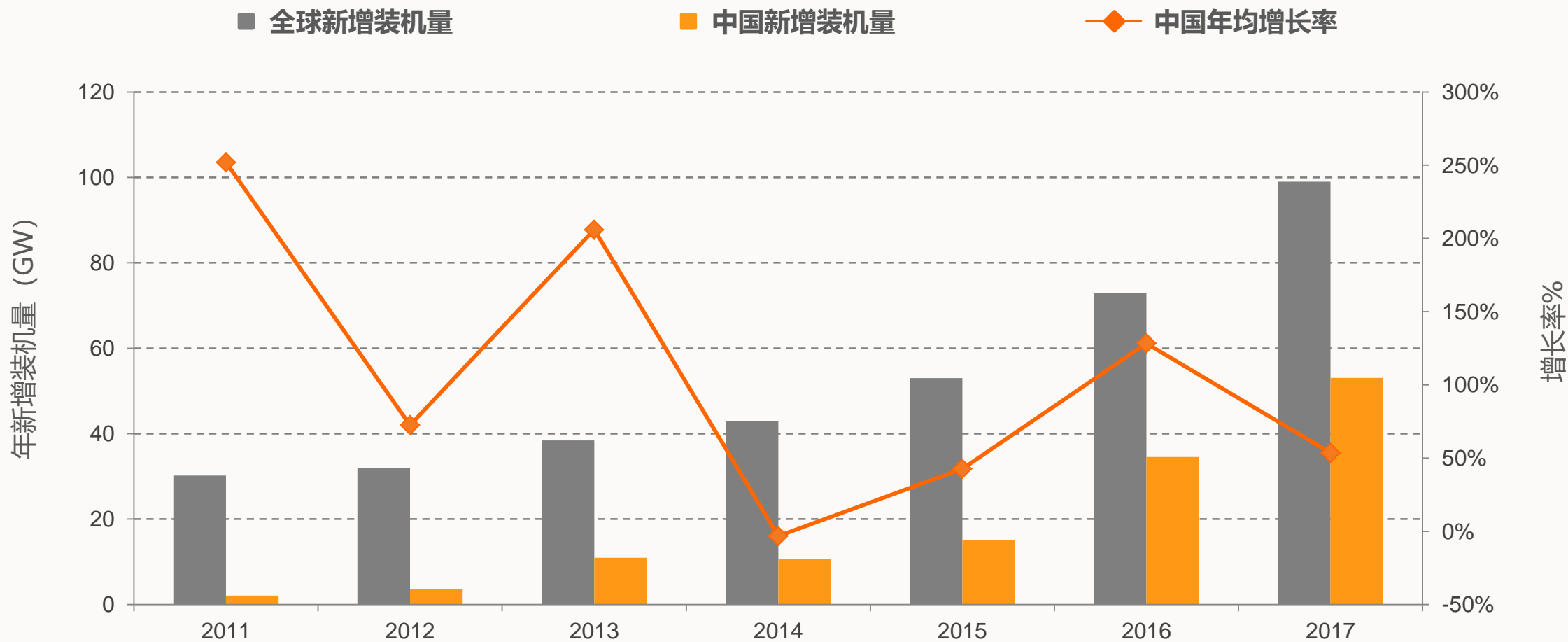
---

- 01 领跑者基地推动光伏快速发展
- 02 领跑者基地经验分享
- 03 系统优化将是实现平价的主要方向

# 1.领跑者基地推动光伏快速发展

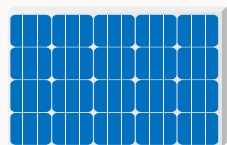


## 装机容量快速增加



## 光伏技术快速发展

### 设备持续升级，技术指标提升



组件

16.5%+



18.9%+  
双面组件



支架

人工可调支架



智能跟踪支架



逆变器

1000V



1500V

### 先进系统应用技术

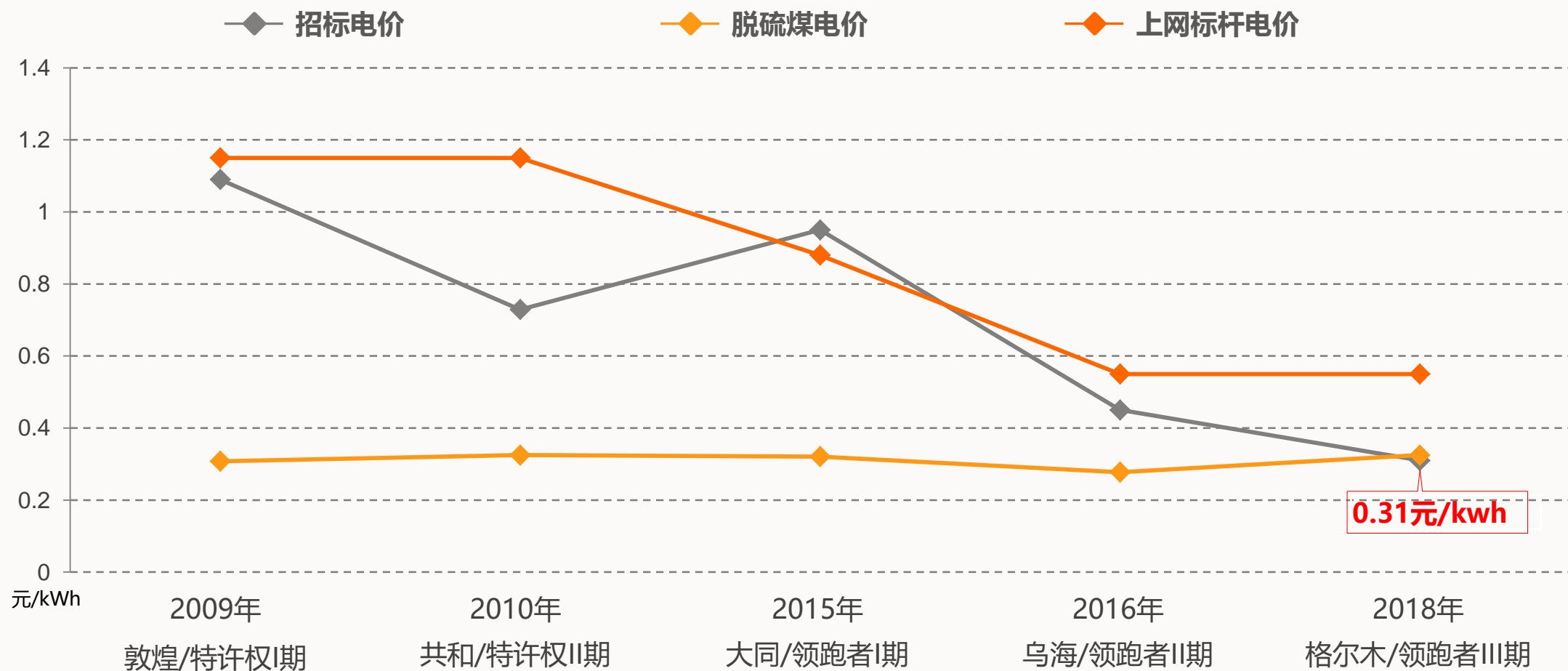


- 国内首个1500V电站
- 综合生态治理方案



- 大型水面电站应用方案

## 促进光伏电价持续降低



## 改善区域生态文明建设

### 阳光电源渔光一体电站及监控系统解决方案 泗洪方案



## 2.领跑者基地经验分享

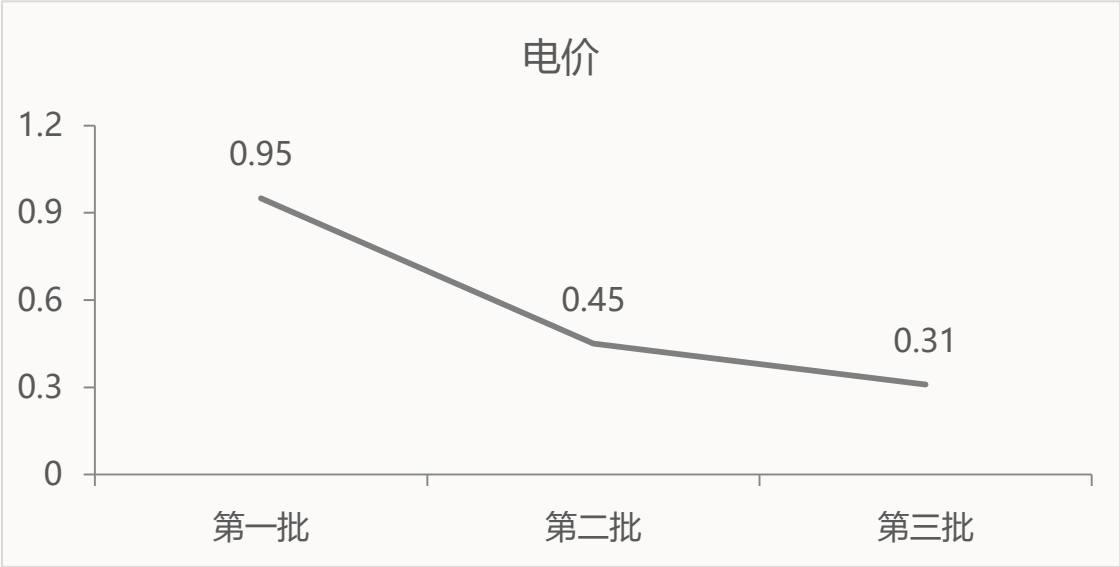
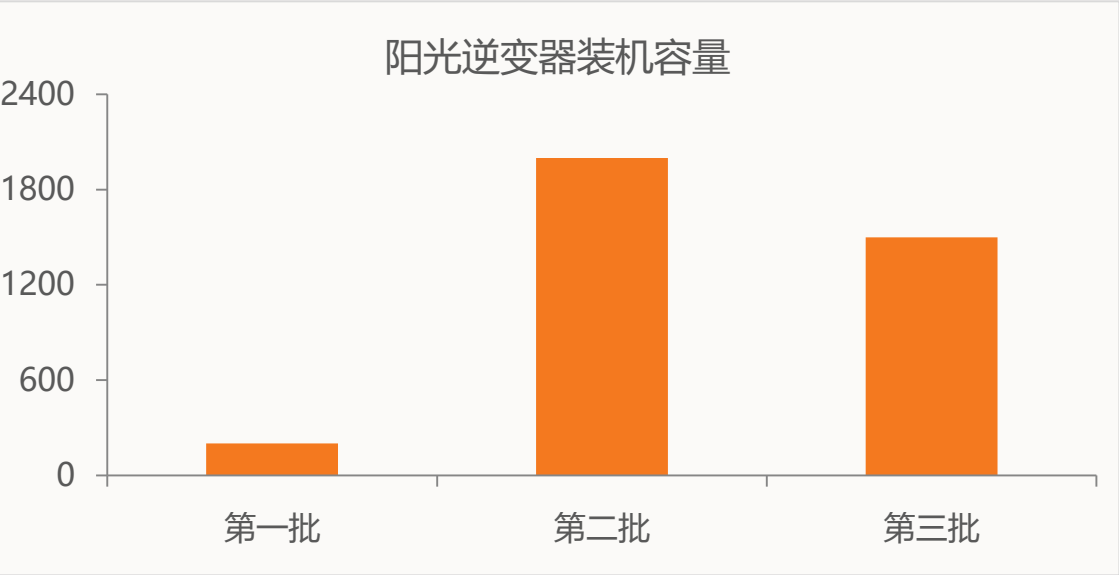




## 阳光电源领跑者参与情况

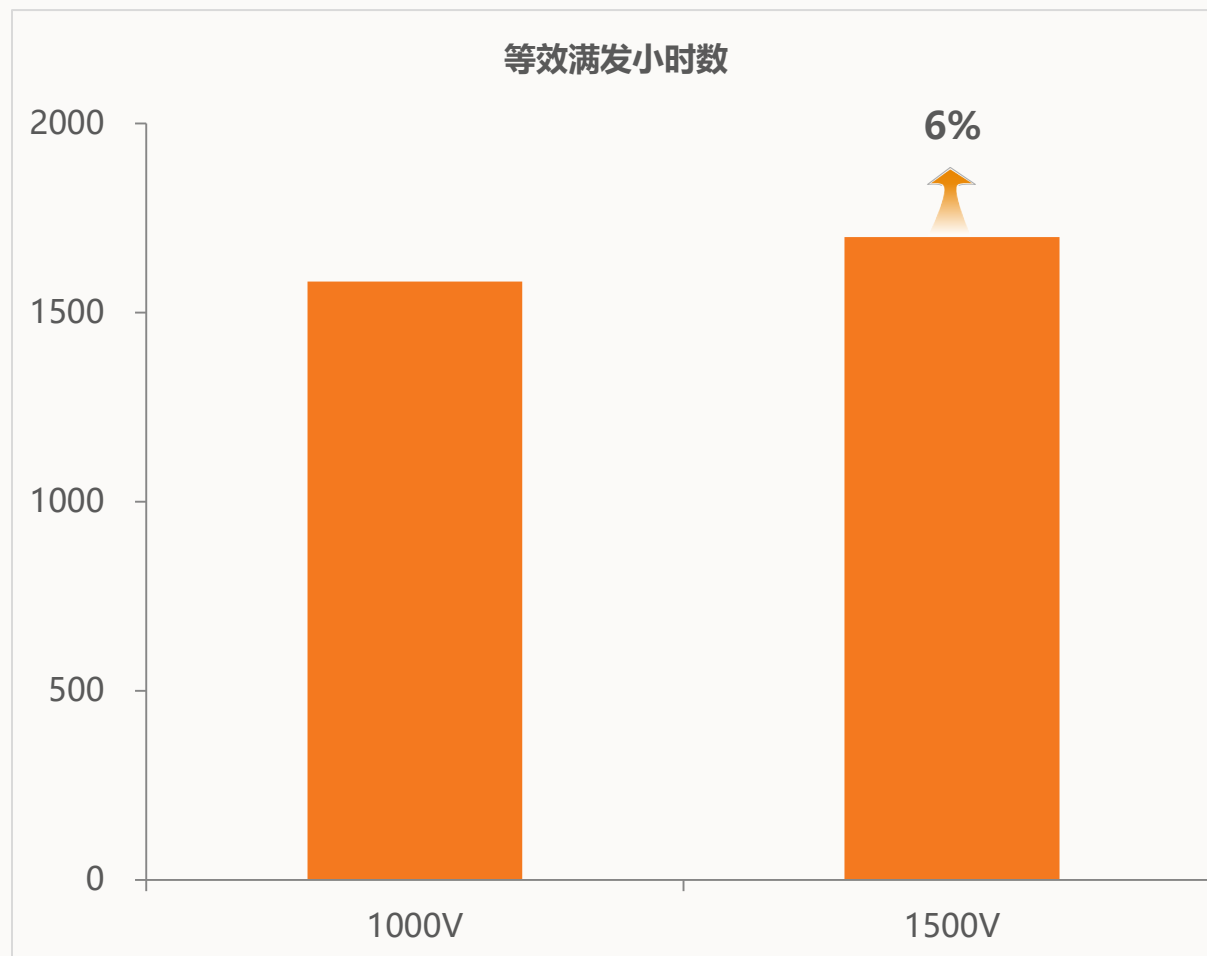
➤ 阳光电源三批领跑者共投建950MW，参与力度逐年增强，上网电价越来越低。

批次	项目名称	阳光逆变器安装容量	最低电价：元/kWh	逆变器型号
第一批	大同领跑者项目	> 200MW	0.95	SG2000HV+SG1000TS
第二批	山西、安徽等领跑者项目	> 2GW	0.45	SG2500-MV+SG50KTL
第三批	青海、陕西等领跑者项目	> 1.5GW	0.31	SG2500HV-MV+SG2500UD-MV



## 一期领跑者：首批1500V系统规模应用

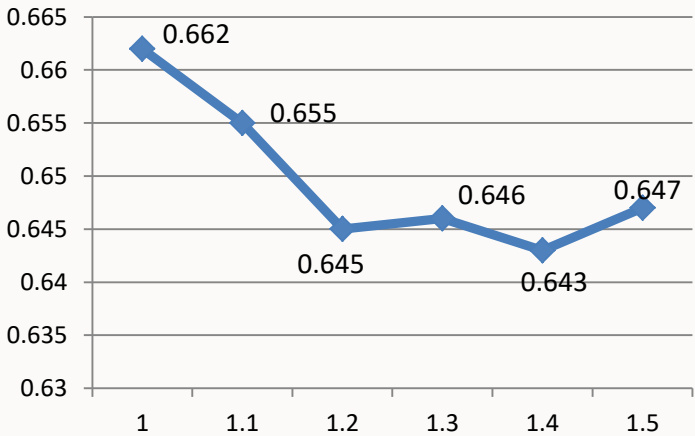
- 1500V系统设计降低成本约0.2元/Wp，提升发电量约6%。



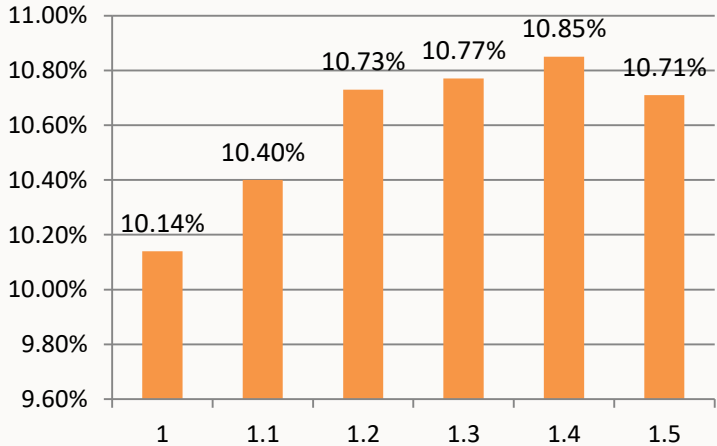
# 一期领跑者：超配设计规模化应用

## ➤ 1.2倍超配设计降低LCOE

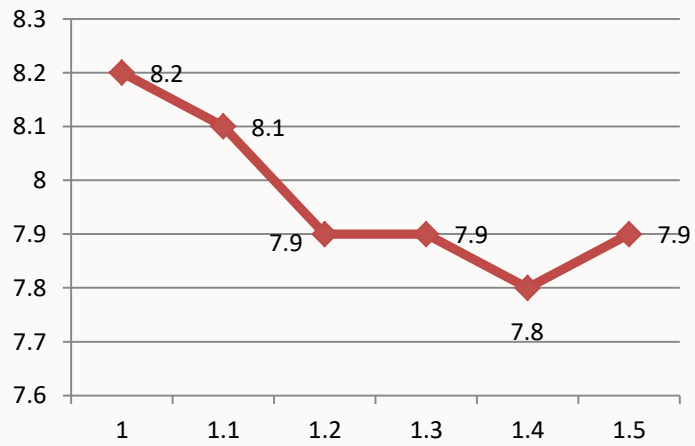
容配比	25年总投资（万元）	25年总发电量（万度）	系统效率PR	弃光率	LCOE（元/kWh）	IRR	投资回收年
1	84925.299	163669.761	84.20%	0.00%	0.662	10.14%	8.2
1.1	92899.141	180035.115	84.20%	0.00%	0.655	10.40%	8.1
1.2	99603.812	196138.648	84.10%	0.02%	0.645	10.73%	7.9
1.3	108293.418	211659.301	83.90%	0.19%	0.646	10.77%	7.9
1.4	114699.611	225431.403	83.40%	0.75%	0.643	10.85%	7.8
1.5	120737.891	236328.439	82.40%	1.82%	0.647	10.71%	7.9



LCOE降低 0.7分/kWh



IRR提升0.26%



投资回收年限减少1.2%

## 二期领跑者：漂浮式电站规模化应用

➤ 多项专利技术设计，确保水面光伏电站可靠运行（漂浮系统累计装机超500MW）

淮南顾桥150MW光伏漂浮项目



- 2.5MW 1500V一体化解决方案
- IP67汇流箱
- 专利PID技术

淮南新集102MW光伏漂浮项目



- 专利保护锚固大方阵
- 专利保护高耐候柔性浮体
- 专利保护浮动逆变船



## 三期领跑者：格尔木500MW，中国最低价“领跑者”光伏项目

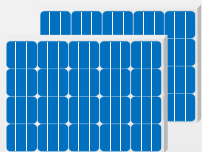
### ➤ 平价上网光伏电站设计经验



### 3.系统优化将是实现平价的主要方向



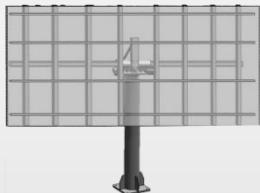
## 系统优化将是实现平价的主要方向



### 组件

双面高效组件

1500V,  
10KV 组件



### 支架

智能跟踪

双轴跟踪



### 汇流箱

组串升压

多路输入



### 逆变器

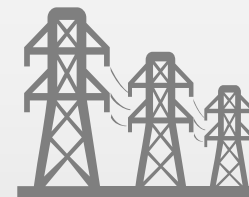
高效智慧

大容量/高电压



### 箱变

固态变压器



### 电网

直流

储能变电站

双面 + 跟踪

1500V, 10000V系统

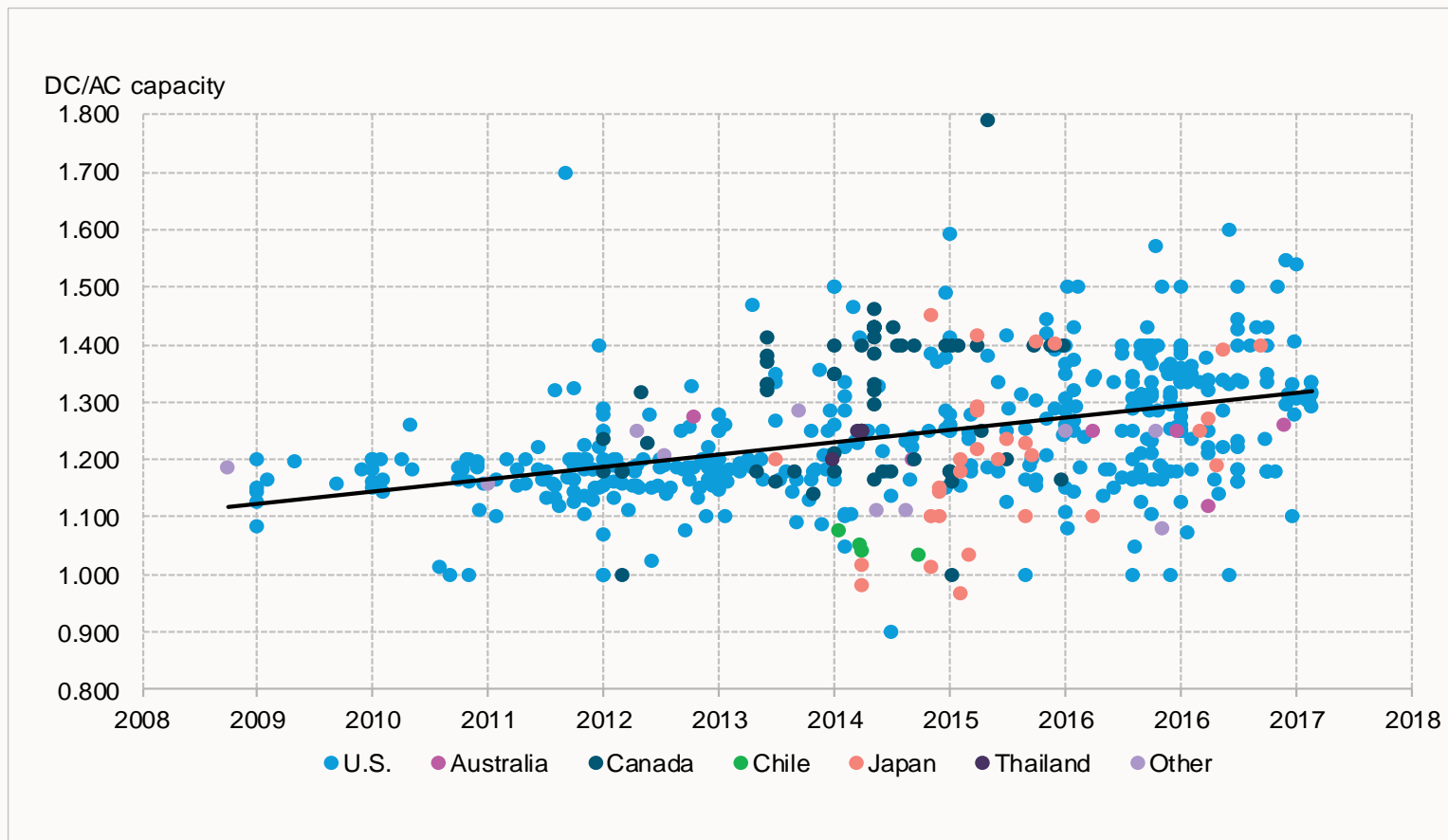
1.3 - 2.5 倍容配比

5MW - 10MW 逆变器

逆变器具备支撑电网功能

储能实现功率平滑、能量搬移

## 直流侧围绕度电成本降低不断优化



欧洲: 1.2-1.4倍

美国 印度: > 1.4倍

日本: 2倍

### ◆ 过去电站设计原则

组件成本高，占系统成本大，  
以发电量最大化为原则

### ◆ 未来电站设计原则

组件成本快速下降，以LCOE最  
低为原则。更高容配比、更优的  
组件布局设计等

### ◆ “非技术成本”需不断下降

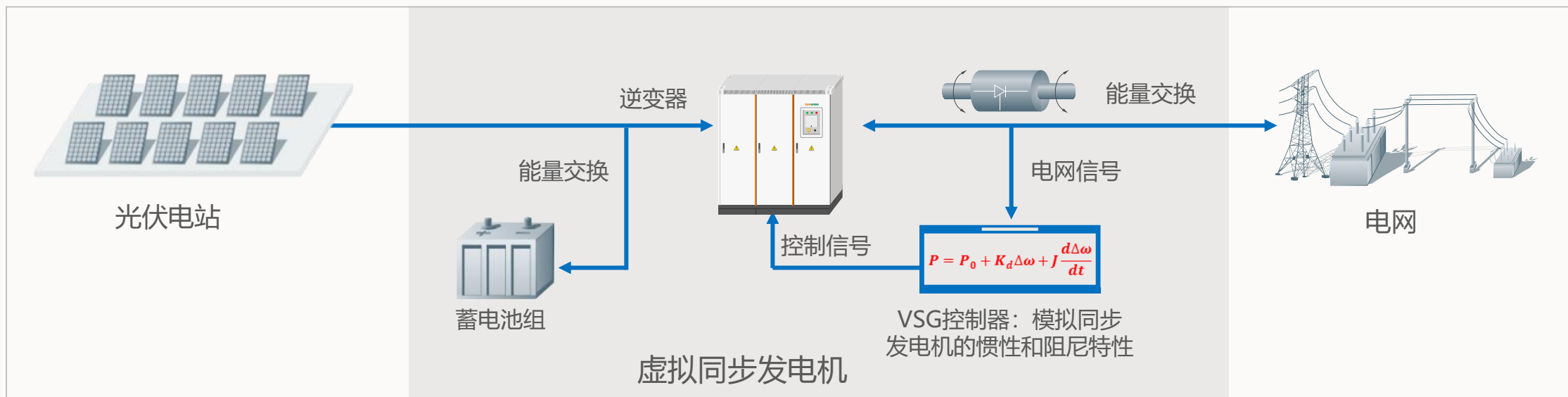
限电、土地费用

融资成本、送出费用

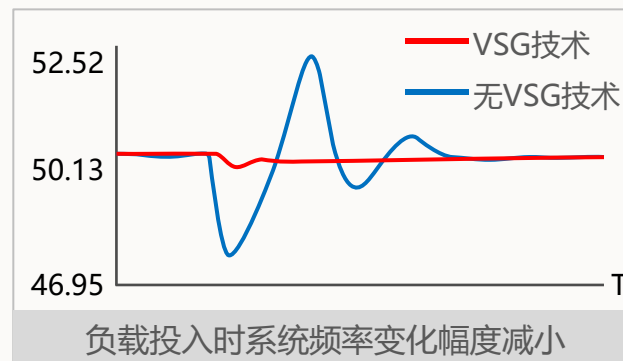


## 电网侧围绕提升电网稳定性进行创新

- 虚拟同步机VSG技术，提升调频调压能力及电网安全稳定运行水平



- 传统逆变器:** 只负责发送功率，无惯性支撑电网，控制系统将功率控制和电网特性解耦
- VSG逆变器:** 根据频率偏差以及频差变化率进行功率控制，实现电网特性与功率控制的耦合，维持电压和频率稳定



# 电网侧围绕提升电网稳定性进行创新

## 两个细则

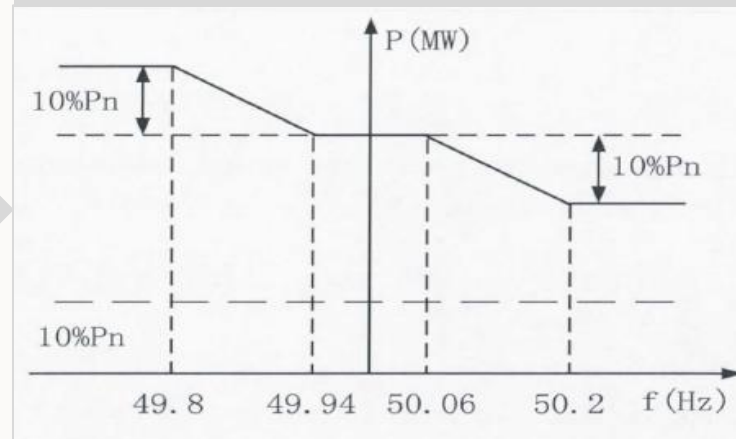
### 国家能源局西北监管局文件

西北监能市场〔2018〕66号

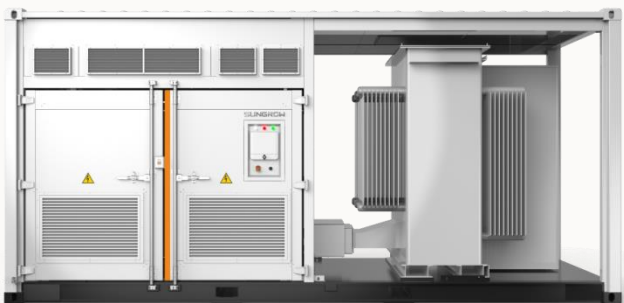
国家能源局西北监管局关于印发《西北区域发电厂并网运行管理实施细则》及《西北区域并网发电厂辅助服务管理实施细则》的通知

要求新能源场站快速频率响应功能

## 快速频率响应要求



## 1、光伏系统解决方案



- 逆变器具备快速响应调度能力
- 逆变器具备快速输出控制能力

## 2、利用储能系统实现快速调频解决方案

光伏系统

储能系统

35kV



储能调频控制



AGC



能量管理系统



储能逆变器

## 高容配比、大方阵设计，降低度电成本，提升出力稳定性



DC 10MWp AC 6.8MVA

3~6.8MW逆变器

平滑输出，更大容量无功支撑电网



## 美国案例



- 直流侧1.4倍超配, 2.5MW (ac) 方阵
- 采用平单轴跟踪支架
- 荒漠地带防沙尘要求
- UL1741-SA标准, PRC-024-2电网标准



- 直流侧1.4超配
- 1500V直流系统, 逆变器1.15倍过载
- 单个方阵容量6.25MW
- 逆变升压 (含子阵通讯) 一体化解决方案

## 越南案例



- 直流侧1.4超配
- 1500V直流系统
- 单个方阵容量6.25MW
- 逆变升压（含子阵通讯）  
一体化解决方案
- 逆变器1.15倍过载



## 印度案例：单个子阵12.5MW



- 直流侧1.46超配
- 单个方阵容量12.5MW
- 逆变器替代SVG
- 环境温度40度以上
- 逆变器1.1倍过载

## 虚拟集中式解决方案





## 阳光电源2019年主要解决方案：1100V集中式

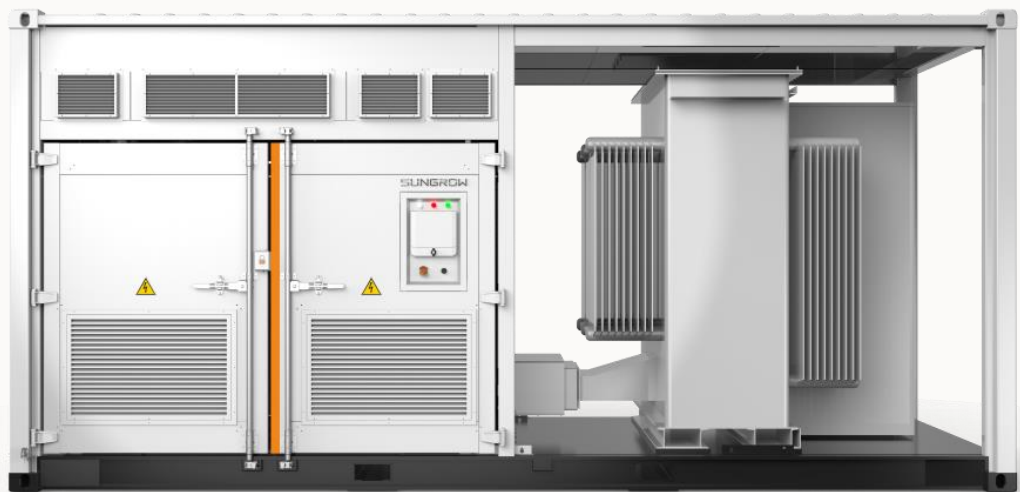


**SG3000UD-MV**

- 三电平技术，最大效率99%，中国效率98.48%
- 45°C 1.1倍长期过载，50°C满载运行
- “逆” “变” 一体，快速部署，易维护
- 电子部分IP65高防护等级
- 集成智能控制单元，发电量异常实时分析诊断
- 统一方阵内通讯接口，调试运维更便捷



## 阳光电源2019年主要解决方案：1500V集中式



**SG3125HV-MV**

- 1500V直流系统，国内单机功率最大
- 三电平技术，最大效率99%，中国效率98.5%
- 45℃ 1.1倍长期过载，50℃满载运行
- “逆” “变” 一体，快速部署，易维护
- 防护等级IP55，防腐等级可达C5
- 集成智能通讯单元，调试运维更便捷

## 阳光电源2019年主要解决方案：1100V组串式



SG136TX

- 单串直流输入电流13A，支持双面组件接入
- 轻载更高效，最大化发挥双面组件弱光发电优势
- 45°C 1.1倍长期过载，50°C满载运行
- 整机IP66防护等级，防腐等级C5设计
- 支持铝线接入，节省交流线缆成本
- 组串检测及IV扫描，精确定位异常组串

## 阳光电源2019年主要解决方案：1500V组串式



**SG110HV-M**

- 单串直流输入电流12.5A，支持双面组件接入
- 轻载更高效，最大化发挥双面组件弱光发电优势
- 50℃环境额定功率持续输出，不降额
- 五电平技术，最大效率99%，中国效率98.49%
- 直流1500V，交流800V，降低系统损耗
- 组串检测及IV扫描，精确定位异常组串

## 阳光电源2019年主要解决方案：分布式逆变器

### 户用屋顶/小型商业屋顶

2 ~ 20kW, 单/双路MPPT, 220/380V并网



SG3K-S  
SG4~8K-D



SG5/6KTL-MT  
SG8KTL-M



SG10KTL-M  
SG12KTL-M



SG15/17KTL-M  
SG20KTL-M

### 工商业屋顶/村级扶贫

400V并网



SG33/40/50CX



SG100CX

# THANK YOU!

让人人享用清洁电力  
Clean power for all