

提升光伏组件效率-降低效率衰减技术研讨会

光伏系统的质量保障和效益提升



王斯成

2015年9月15日

北京万芳苑国际酒店

光伏发电五要素

- 1、**政策和融资**：国家激励政策（上网电价，分布式自发自用），解决融资困境（企业融资/项目融资）；
- 2、**质量**：部件质量和工程质量；
- 3、**成本**：建设成本（元/Wp），发电成本（元/kWh），运行维护成本；
- 4、**安全**：人身安全（绝缘、接地），设备安全（抗风、防雷击、防火/防电弧），建筑安全，电网安全（电能质量、防孤岛，高低电压穿越）；
- 5、**能效比（PR）**：组件串并联损失、逆变器效率、变压器效率、其它设备效率、温升损失、直流线损、交流线损、组件衰减、遮挡损失、污渍损失、光反射损失、MPPT偏差、测量误差、故障情况和运行维护水平。

质量要求：

部件质量和工程质量

什么是质量？

- 1、系统和部件寿命期内的稳定性和可靠性。
不出或少出故障；
- 2、系统和部件寿命期内的高效率；
- 3、系统和部件寿命期内的安全性。

光伏系统常见故障统计

故障原因



闪电



操作



安装



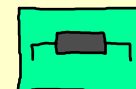
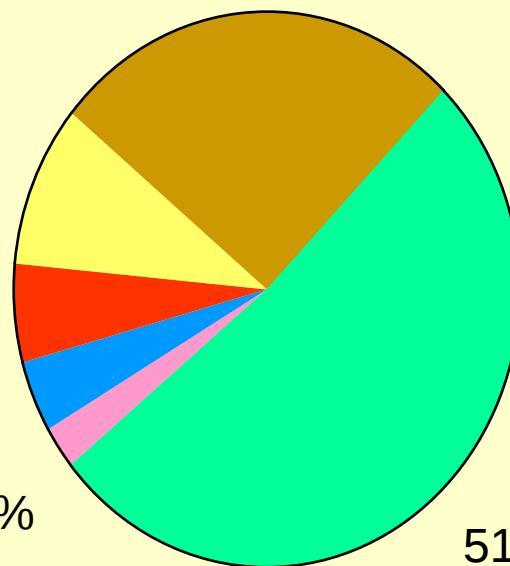
图纸



设备和部件质量



技术方案



部件质量

- 1、最基本的是要求厂家提供具有权威性的检测和认证报告，以保证送检产品的技术性能符合技术标准且通过了**第三方的检测**，并且批量生产的产品与送检产品按照同一标准生产；
- 2、为了保证光伏部件的长期可靠性和质量的长期稳定性，可以要求厂家提供**产品质量保险**，这是一种降低开发商风险的趋势（目前一些保险公司，如英大泰和，已经推出了出口光伏组件**25年功率担保**的险种）；
- 3、如果产品不能提供质量保险，则可以在产品交货前，对该批次产品进行**抽检**；
- 4、鉴于光伏组件和逆变器都不是短期消费品，在现场运行**1年**后需要再次抽检，“**婴儿期**”失效率应在合同约定范围内。

电子产品的失效曲线 (澡盆曲线)

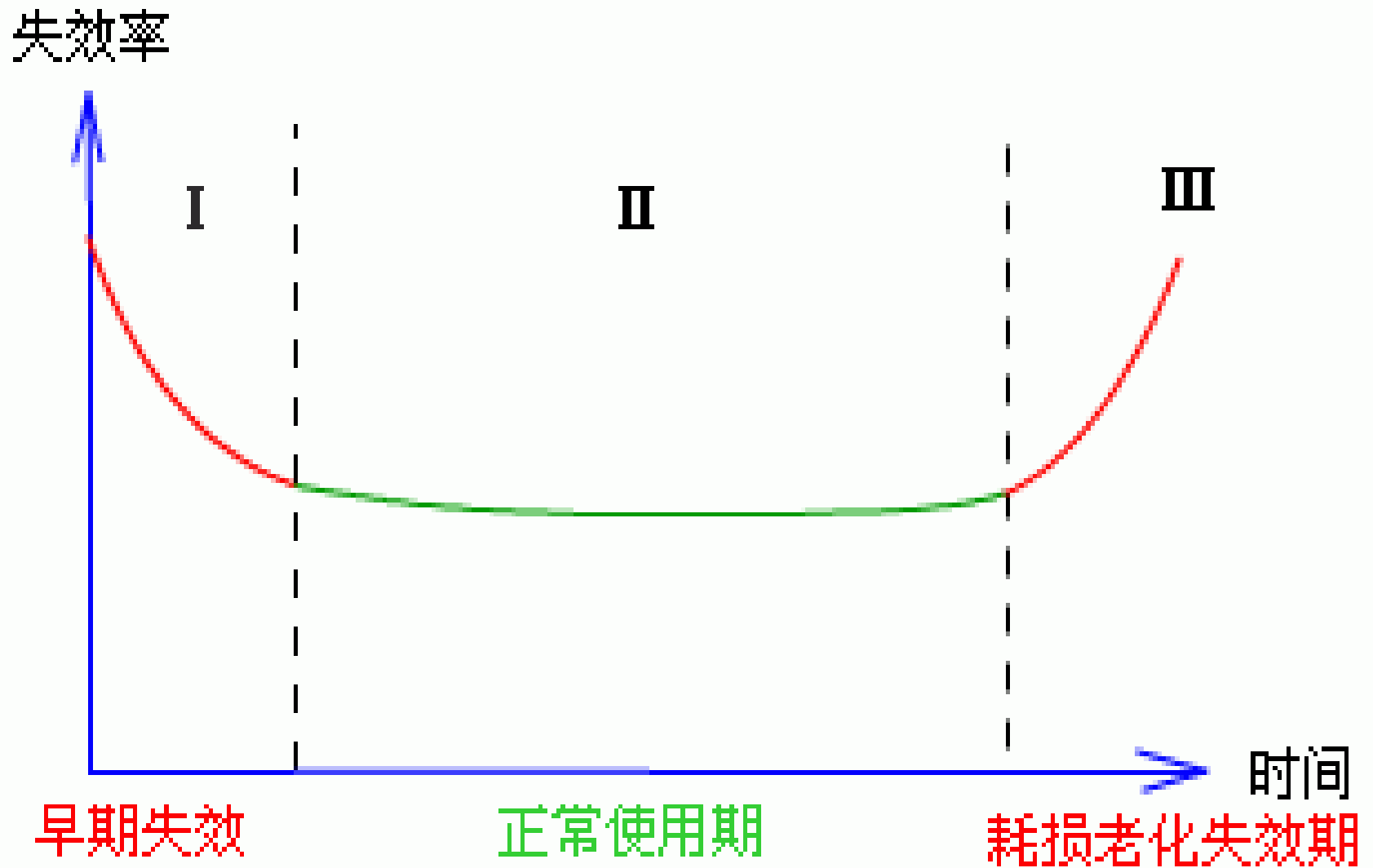


图 1

工程质量

- 1、技术方案（工程设计）是最为重要的，根据统计，现场出现问题**51%**属于设备和部件本身质量，**26%**属于设计方案的问题；
- 2、工程全过程的细节：包装、运输、装卸、仓储、土建（建筑、通道、支架基础、电缆沟、接地网、围栏）、设备安装（支架、光伏组件、电气设备、监控系统）、设备调试、试运行、工程投运验收；
- 3、委托有资质、有经验的第三方对工程设计、施工安装、项目验收等进行全过程审查和监管；
- 4、光伏工程的验收除了需要进行投运验收外，也需要在光伏系统运行**1年后**进行后评估，电站的评价指标应当以“综合能量效率（**PR**）”为准。

安全要素：

人身安全，建筑安全，电网安全，防火，
防雷，抗风，防盗，抗震，防洪。。。。

安全因素成为最重要的考虑

火灾防范越来越受到重视，重要性非常高，也较难做好



5月26日早晨，位于美国亚利桑那州平顶山的苹果工厂发生火灾，起火点位于该公司数据处理中心屋顶的光伏组件。消防人员35分钟后才扑灭大火。

对新能源信心负面影响很大，FirstSolar股价当天重挫8%

2014年8月国内某电站发生大火

火灾原因经分析为直流熔丝没有正常熔断，导致线缆过热引发火灾

40%光伏系统的火灾时由直流电弧引起的。

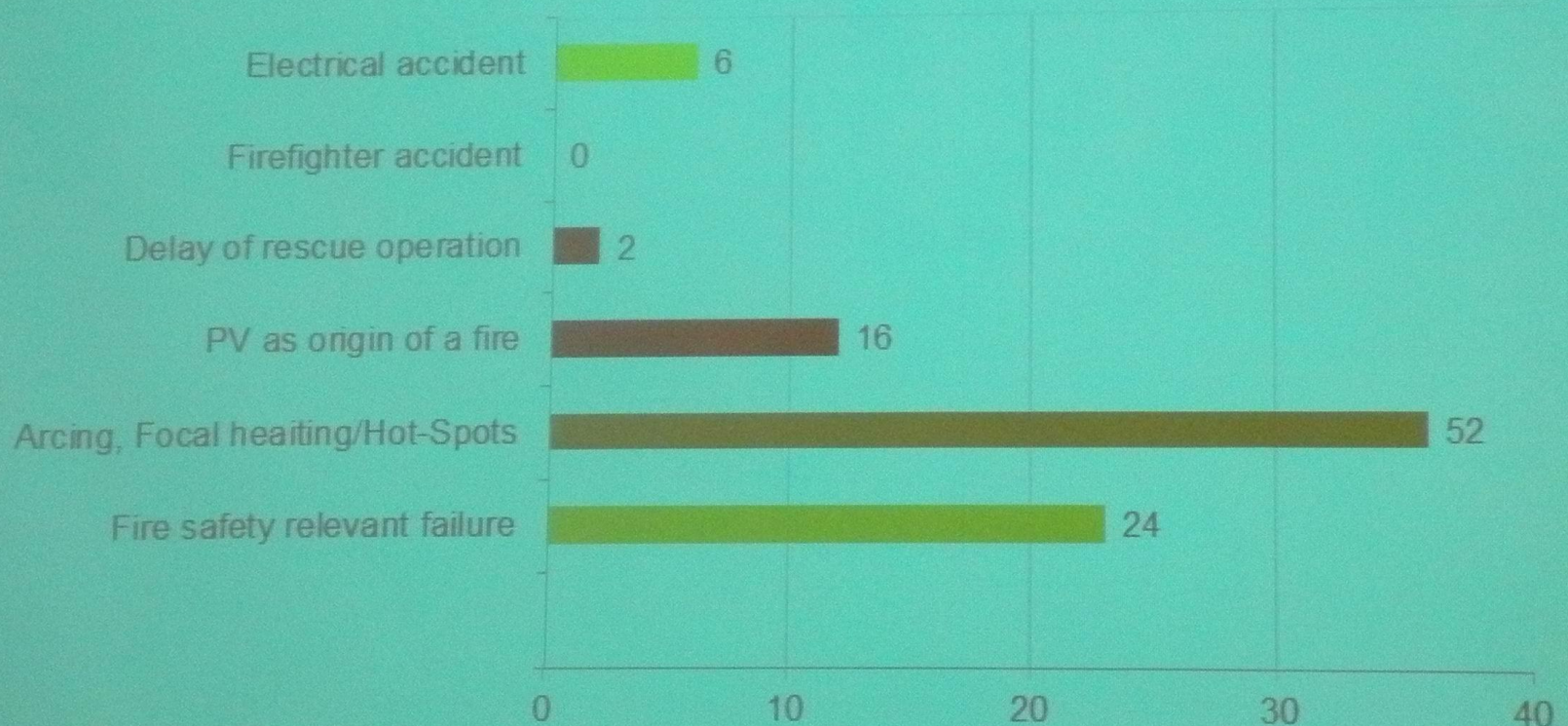


光伏系统发生火灾的原因

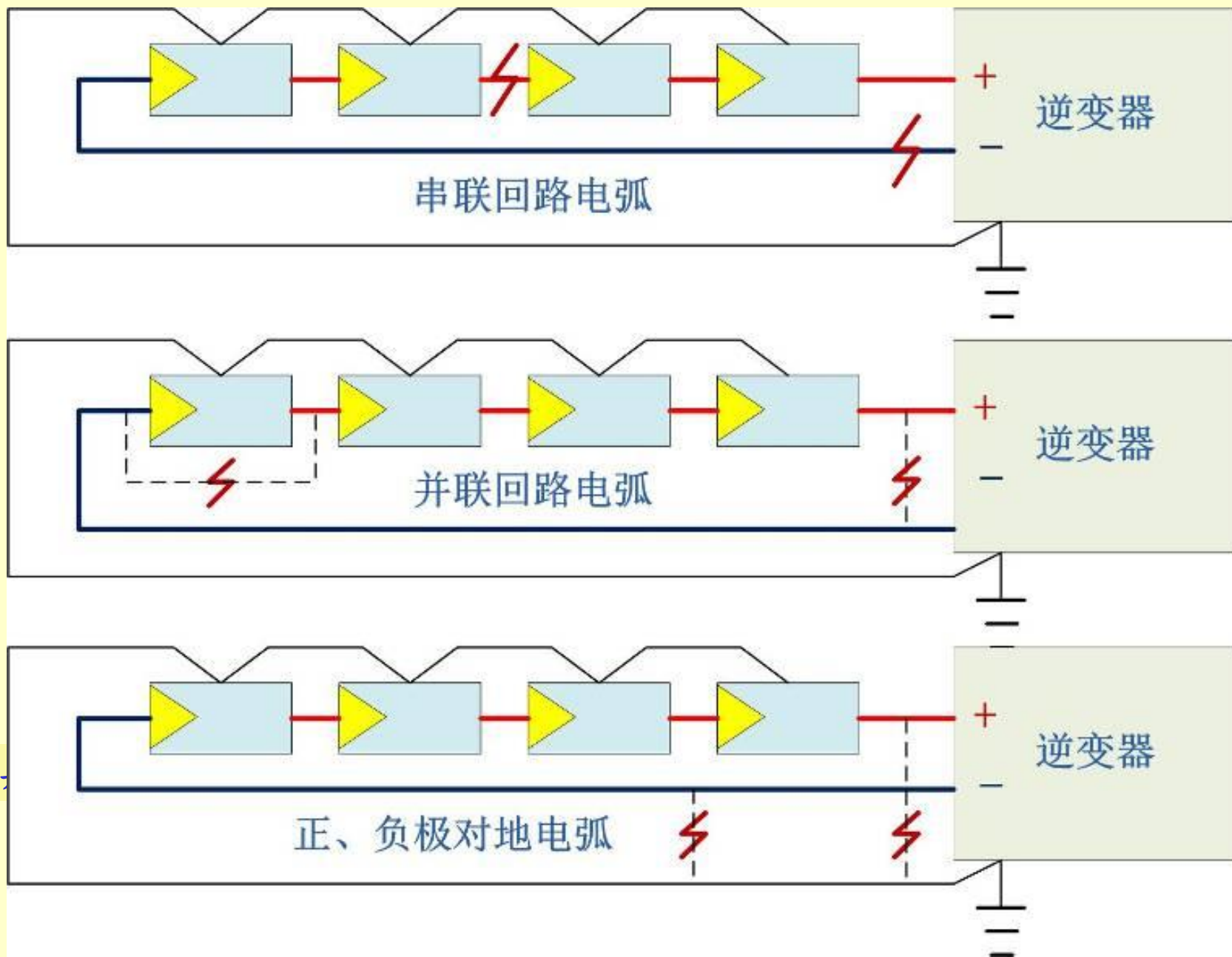
Research on fire incidents at buildings with PV involved and local heatings at PV systems

Online poll www.pv-brandsicherheit.de, June 2012

- 363 requests.
- Out of this 132 evaluable results



光伏系统电弧发生的位置



防电弧：电气间隙和爬电距离

光伏直流系统电气间隙和爬电距离的规定
IEC62109-4 Combining Box（汇流箱技术要求）

额定直流工作电压 (V)	最小电气间隙 (mm)	最小爬电距离 (mm)
≤ 250	15	20
$> 250 \sim 690$	20	25
$> 690 \sim 1000$	25	35

- 1) 电气间隙与海拔和连接器的形状等有关；
- 2) 爬电距离与绝缘体材料和污染程度有关；
- 3) 更详细的要求可参考IEC60664-1（低压电器的绝缘要求）

安全因素成为最重要的考虑

渔塘和农田与光伏结合的场景，防止直流漏电，人体触电成为越来越关键的因素



IEC62548-2012 要求光伏电站实时监测对地绝缘。



人身安全：防电击 IEC62548 (PV Arrays-Design Requirements)

光伏方阵对地绝缘电阻的最低要求

光伏方阵功率 kW	绝缘电阻最低要求 kΩ
≤ 20	30
> 20 ~ ≤ 30	20
> 30 ~ ≤ 50	15
> 50 ~ ≤ 100	10
> 100 ~ ≤ 200	7
> 200 ~ ≤ 400	4
> 400 ~ ≤ 500	2
> 500	1

要求逆变器具有实时监测光伏方阵对地绝缘电阻的要求，一旦发现绝缘电阻低于要求值，对于悬浮方阵（正负极均不接地）必须发出警告，直到故障排除，对于一端接地的光伏方阵，则不但要求立即告警，还需要断开逆变器的输出。

注：GB/T29196-2012（独立光伏系统技术规范）中规定：光伏系统直流接线端子与接地端的绝缘电阻不应小于10MΩ (DC500V)。

MAINTENANCE OF PV SYSTEMS

1 Scope and object

This clause of Part 1 is applicable with the following exception:

Addition:

1.1 Scope

This Part 2 of IEC 62446 describes basic preventative, corrective, and performance related maintenance requirements and recommendations for grid-connected PV systems. The maintenance procedures cover:

- Basic upkeep of the system components and connections for reliability, safety and fire

IEC NP 62446-2 光伏系统的维护

Maintenance of PV systems is often lumped into the catch all term operations and maintenance (O&M.) This standard does not address business or management operational processes (e.g. forecasting, utility pricing incentives, etc.) or other considerations driven by factors outside of basic system working condition and performance.

1.2 Object

The objectives of the [final version of this] standard are to:

- Identify a baseline set of mandatory maintenance requirements which may differ by system type (residential, commercial, utility scale), owner, or financing requirements.
- Identify additional maintenance steps that are recommended or optional.
- Identify required vs. recommended maintenance intervals.
- Ensure that remote diagnostic methods are not disallowed as means for periodic verification and problem identification.
- Ensure that alternate means of achieving maintenance related requirements are allowed to accommodate for innovation, manufacturer specific methods, evolving customer requirements, etc.

2 Normative references

This clause of Part 1 is applicable, with the following exception:

Addition

IEC 62446-1, Grid connected photovoltaic systems - Requirements for system documentation, commissioning tests and inspection

IEC 61724-1 Ed. 1.0 (future), Photovoltaic system performance - Part 1: Monitoring

DC Arc detection and interruption in photovoltaic power systems

1 Scope

This standard applies to devices responsible for the detection of electric d.c. arcs in photovoltaic systems. The standard covers the testing of arc detection and response times of interruption devices used in the following PV circuits:

- Serial arcs within circuits of PV sources
- Parallel arcs between circuits of PV sources
- Ground Parallel arcs between PV source circuits and ground

The standard defines reference scenarios according to which the testing should be conducted:

IEC NP 60904-9-1 光伏系统直流电弧检测 and 断开

IEC 60947 (all parts), Low-voltage switchgear and control gear

IEC 61000-4-2:2008, Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-2: Testing and measurement techniques - Electrostatic discharge immunity test

IEC 61000-4-3:2006, Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-3: Testing and measurement techniques - Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test

IEC 61000-4-4:2004, Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-11: Testing and measurement techniques - Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests

IEC 61000-4-5:2005, Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4-5: Testing and measurement techniques - Surge immunity test

IEC 61000-4-6:2003 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-6: Testing and measurement techniques - Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields

IEC 62109-1, Safety of power converters for use in photovoltaic power systems – Part 1: General requirements

IEC 62606 Ed. 1.0: General requirements for arc fault detection devices

Further references under discussion

光伏电站性能评价指标：能效比PR（综合能量效率）

$$\begin{aligned} PR &= Y_f / Y_r = (E / P_0) / (H / G) \\ &= E / (PH \times P_0) \end{aligned}$$

性能比 = 满功率发电小时数 / 峰值日照时数
= 输出能量 / 输入能量

IEC61724-2014提出：

标准能效比 PR_{stc} 统一修正到 25°C ，消除了环境温度对能效比的影响。

光伏电站综合发电效率（PR）检测结果

平均：75.68%（青海格尔木）

电站1（30492.21 kW）：

倾斜面全年辐射量：2321.03kWh/m²， $Y_r = 70773.33\text{MWh}$ 全年
上网电量： $Y_f = 54262.68\text{MWh}$ ，PR：76.67%；

电站2（19922.78 kW）：

倾斜面全年辐射量：2371.26kWh/m²， $Y_r = 47237.42\text{MWh}$ 全年
上网电量： $Y_f = 37356.60\text{MWh}$ ，PR：79.06%；

电站3（20022.00 kW）：

倾斜面全年辐射量：2096.28kWh/m²， $Y_r = 41971.70\text{MWh}$ 全年
上网电量： $Y_f = 30774.98\text{MWh}$ ，PR：73.32%；

电站4（10027.00 kW）：2013/10 – 2014/04（169天）

倾斜面辐射量：1359.00kWh/m²， $Y_r = 13626.69\text{MWh}$
上网电量： $Y_f = 10138.83\text{MWh}$ ，PR：74.40%。

并网光伏系统的性能监测和分析 IEA PVPS Task13
Analytical Monitoring of Grid-connected Photovoltaic Systems
Good Practices for Monitoring and Performance Analysis

不同国家不同时期光伏系统综合能量效率（PR）统计

2000s	Taiwan	<0.3 - >0.9	0.74	[63]
Installed	Location	Range of <i>PR</i>	Average <i>PR</i>	Reference
1980s	Worldwide	0.50 - 0.75	Individual estimates	
1990s	Worldwide	0.25 - 0.90	0.66	[6]
1990s	Worldwide	0.50 - 0.85	0.65 - 0.70	[5]
1990s	Germany	0.38 - 0.88	0.67	[3]
2000s	France	0.52 - 0.96	0.76	[61]
2000s	Belgium	0.52 - 0.93	0.78	[62]
2000s	Taiwan	<0.3 - >0.9	0.74	[63]
2000s	Germany	0.70 - 0.90	0.84	[33]

光伏电站综合发电效率 (PR) 是否可以>90%

PROGRESS IN PHOTOVOLTAICS: RESEARCH AND APPLICATIONS

Prog. Photovolt: Res. Appl. (2012)

Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com). DOI: 10.1002/pip.1219

PAPER PRESENTED AT 26TH EU PVSEC, HAMBURG, GERMANY 2011

Performance ratio revisited: is $PR > 90\%$ realistic?

Nils H. Reich^{1*}, Bjoern Mueller¹, Alfons Armbruster¹, Wilfried G. J. H. M. van Sark², Klaus Kiefer¹ and Christian Reise¹

¹ Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems (ISE), Heidenhofstr. 2, D-79110 Freiburg, Germany

² Science, Technology and Society (STS), University of Twente, Enschede, Netherlands

检测了德国100个光伏系统，平均PR=84%，没有超过90%的，但相信现有技术和部件是有可能达到90%的。

ABSTRACT

In this study, we investigate the performance ratio (PR) of about 100 German photovoltaic system installations. Monitored PR is found to be systematically lower by ~2–4% when calculated with irradiation data obtained by pyranometers (henceforth denoted as PR_{pyr}) as compared with irradiation amounts measured by reference cells (denoted as PR_{Si}). Annual PR_{Si} for the ~100 systems is found to be between ~70% and ~90% for the year 2010, with a median PR of ~84%. Next, simulations were performed to determine loss mechanisms of the top 10 performing systems, revealing a number of these loss mechanisms may still allow for some optimization. Despite the fact that we do not see such values from our monitoring data base up to now, we believe PR_{Si} values above 90% are realistic even today, using today's commercially available components, and should be expected more frequently in the future. This contribution may help in deepening our knowledge on both energy loss mechanisms and efficiency limits on the system level and standardization processes of system-related aspects. Copyright © 2012 John Wiley & Sons, Ltd.

归一化的发电成本（LCOE）的定义

LCOE = 寿命期成本/寿命期发电量（元/kWh）

影响LCOE的参数：初投资、运行维护费用、固定资产残值、初始年发电量、性能衰降率、折旧、贴现率、税率、

$$\text{LCOE} = \frac{\text{Total Life Cycle Cost}}{\text{Total Lifetime Energy Production}}$$

The above LCOE equation can be disaggregated for solar generation as follows:

$$= \frac{\text{Initial Investment} - \sum_{n=1}^N \frac{\text{Depreciation}^n}{(1 + \text{Discount Rate})^n} \times (\text{Tax Rate}) + \sum_{n=1}^N \frac{\text{Annual Costs}^n}{(1 + \text{Discount Rate})^n} \times (1 - \text{Tax Rate}) - \frac{\text{Residual Value}}{(1 + \text{Discount Rate})^N}}{\sum_{n=1}^N \frac{\text{Initial kWh/kWp} \times (1 - \text{System Degradation Rate})^n}{(1 + \text{Discount Rate})^n}}$$

LCOE是光伏电站经济性的考核指标

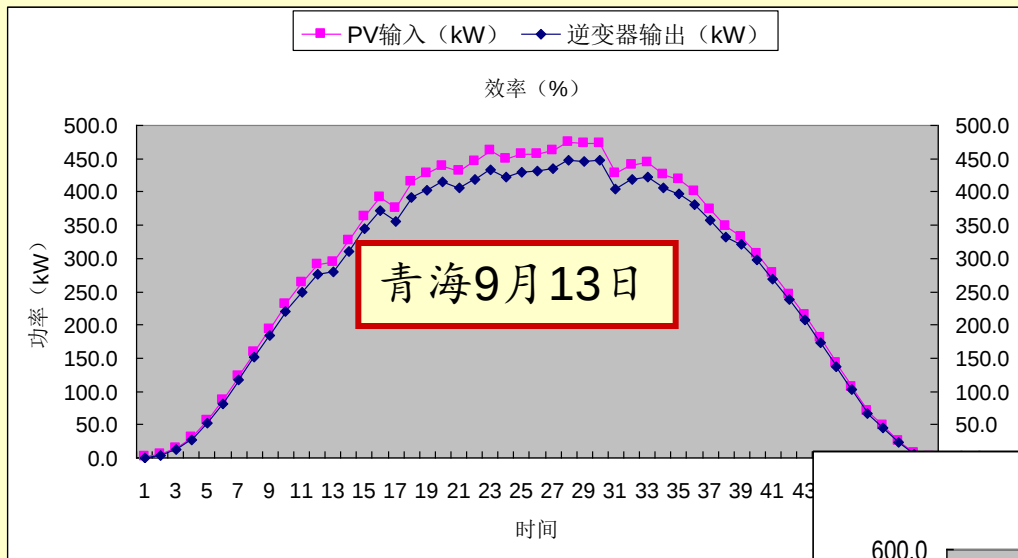
降低LCOE是我们提高效益所追求的目标

降低电站度电成本（**LCOE**）的最新技术动态

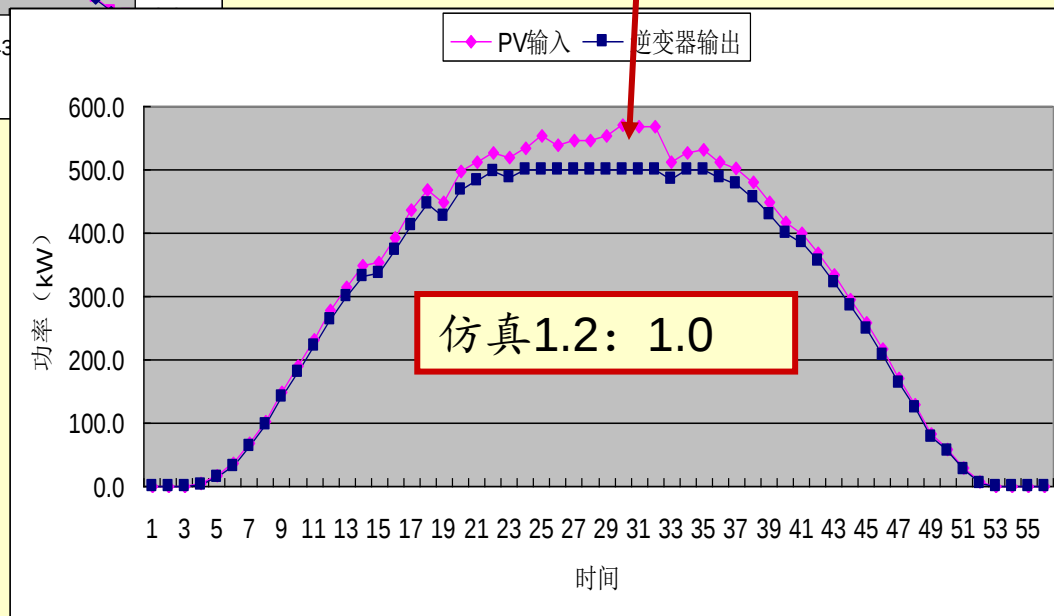
- 1、光伏-逆变器容量比 **PVIR**（投入产出比**1: 2**，净收益提高至少**10%**）；
 - 2、带有“反向跟踪”技术的、高可靠、低成本的太阳跟踪器（投入产出比**1: 3**，净收益提高**20-30%**）；
 - 3、分布式**MPPT**或组串逆变器（成本不变，提高**3%**）；
 - 4、智能化运维：降低运行维护成本，减少故障发电损失（成本不变，提高**3%-5%**）；
 - 5、光伏电站“能效比”（**PR**）从现在**75%**提高到**80%**。
- 结论：通过技术创新可以将光伏度电成本直降**40%**。

光伏系统设计新概念

- 光伏-逆变器容量比：过去：**1.0: 1.0**，现在：**1.2-1.4: 1.0**；
- 光伏系统的容量定义：过去：光伏直流功率，现在：并网交流功率。



限功率运行



100kW增加投资45万元，考虑
1.24%弃光率，年增收12.79万元。

新增投资回收期：3.52年；

新增投资IRR：>28%!

PV/逆变器 容量比 与 LCOE的关系 (10MW)

PV: 逆变器	寿命期总投资 (万元)	限光率 (%)	寿命期发电量 (MWh)	LCOE (元/kWh)
1.00	13500.00	0.00	259200.00	0.573
1.10	14175.00	0.00	285120.00	0.547
1.20	14850.00	1.24	307183.10	0.532
1.25	15187.50	2.85	314766.00	0.531
1.30	15525.00	4.83	320684.83	0.533
1.40	16200.00	8.74	331164.29	0.538

最优PVIR方案的发电量提高了24.4%，LCOE降低了7.3%。

100MW初投资（万元）	80000	8元/Wp
100MW扩装25%增加投资（万元）	10000	4元/Wp
100MW扩装前年发电量（kWh）	150000000	年1500小时
100MW扩装后年发电量（kWh）	187500000	提高25%发电量
扩装25%后净增发电量（kWh）	37500000	
扩装25%后净增收益（万元）	3375	资金回收期2.96年

IEC 62738 TS Ed.1

Design guidelines and recommendations for photovoltaic power plants

CD Rev D June 2014

CD Rev E June 2014 Busan Comments

1379 **PV power to inverter power ratio (PVIR)**

1380 PVIR = PV nominal maximum power at STC/Inverter maximum a.c. output power

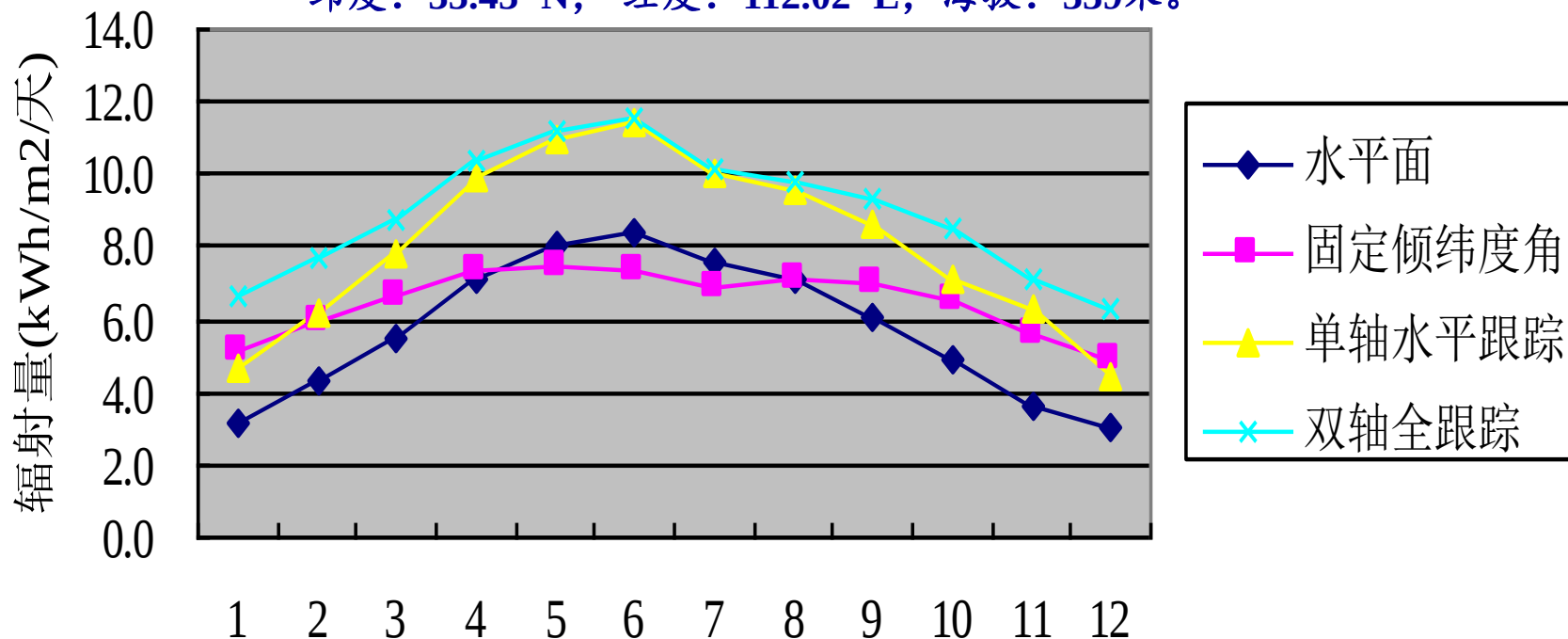
1381 In assessing the size of the inverter (d.c. to a.c.) ratio (PVIR), the most important thing to
1382 consider is the safe operation of the inverter. If the PVIR is too high the input rating of the
1383 inverter may be exceeded depending on the inverter manufacturer's specification of the input.

IEC62738 TS 光伏电站设计导则

设置了专门章节对光伏-逆变器容量比（PVIR）提出了技术要求。

不同跟踪方式全年太阳能收益对比

纬度：33.43 °N， 经度：112.02 °E， 海拔：339米。



美国Arizona州Phenix WBAN No.: 23183气象站1961-1990的测试数据:

纬度：33.43 °N， 经度：112.02 °W， 海拔：339 米， 气压：974 毫巴

固定纬度角：比水平面提高**14%**；单轴水平跟踪：提高**40%** (**23.1%**)；单轴跟踪倾纬度角：提高**51%** (**32.3%**)；双轴高精度跟踪：提高**56%** (**36.9%**)。

高效电池的应用将进一步提升跟踪式光伏系统的效益

跟踪方阵与固定方阵效益对比

固定纬度角：比水平面提高**14%**；单轴水平跟踪：提高**40%** (**23.1%**)；单轴跟踪倾纬度角：提高**51%** (**32.3%**)；双轴高精度跟踪：提高**56%** (**36.9%**)。

10MW固定电站年发电量 (kWh)	15000000	年1500小时
10MW跟踪电站年发电量 (kWh)	18000000	提高 20%
10MW跟踪电站年发电量 (kWh)	19500000	提高 30%
10MW固定电站投资 (万元)	8000	8元/Wp (支架0.5元)
10MW跟踪电站投资 (万元)	9000	跟踪支架1.5元/Wp
净增加投资 (万元)	1000	扣除固定支架费用
提高20%净增发电量 (kWh)	3000000	
提高30%净增发电量 (kWh)	4500000	
提高 20% 净增收益 (万元)	270	资金回收期 3.70 年
提高 30% 净增发电量 (kWh)	405	资金回收期 2.47 年

高效电池的应用将进一步提升跟踪式光伏系统的效益

光伏发电分类电价测算条件

光伏系统初投资 Capital Invest.	0.8万元/kW	固定资产折旧率 Depreciation Rate	80%
年满发小时数 Annual Full Run Hrs	固定安装 1600	年运行费用 O&M Cost	4%
贷款比例 Loan	80%	进项增值税率 VAT Rate	17%
贷款年限 Loan Duration	15年	销项增值税率 VAT Rate	8.5%
贷款利息 Interest	6.55%	所得税率 Income Tax	25%
运营期 Operation Years	20年	附加税率 Other Tax	8%
折旧期 Depreciation Period	15年	建设期 Construction Period	1年

应用技术创新对于光伏电价下降的贡献

PVIR: 1: 1, 固定式安装。

装机容量 (kW)	10000	建设期 (年)	1
流动资金 (%)	5 (400万)	O&M (含工资) %	4 (320万)
基准收益率 (%)	15	资本金回收期 (年)	7.6
测算电价 (元/kWh) LCOE		0.810	

采用光伏扩装和自动跟踪系统2项创新措施

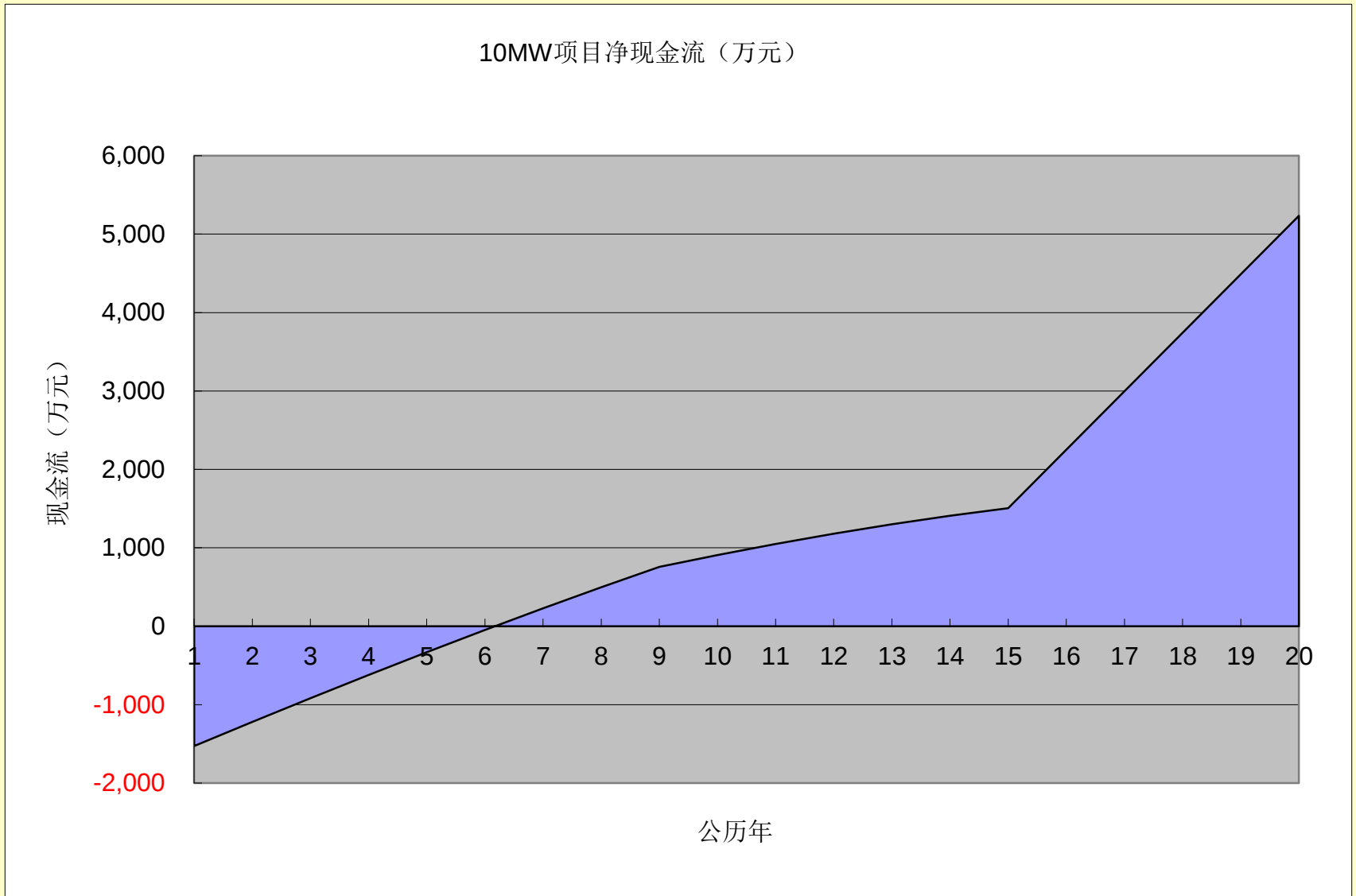
PVIR: 1.25: 1, 初投资增加12.5%, 自动跟踪增加0.8元/Wp, O&M增加20%, 发电量增加: $(1600 \times 1.25) \times 1.3$

装机容量 (kW)	10000	建设期 (年)	1
流动资金 (%)	5 (500万)	O&M (含工资) %	384万
基准收益率 (%)	15	资本金回收期 (年)	7.6
测算电价 (元/kWh) LCOE		0.616	

0.616元/kWh比0.81元/kWh下降了24%，比0.9元/kWh下降了32%；

如果PR和运维在不增加成本基础上再贡献**10%**发电量，则电价将达到**0.56元/kWh**，比之于0.9元/kWh，则下降了**38%**。

10MW光伏电站采用2项技术创新的现金流



自有资金：1840万元，贷款：7360万元，初投资：9200万元

地平坐标系光伏跟踪系统

$$\cos \theta = \cos Z' \sin \alpha + \sin Z' \cos \alpha \cos(\gamma - \beta)$$

式中， Z' 为方阵任意时刻的倾角， γ 为太阳电池方阵任一时刻方位角； β 为太阳方位角。

固定安装： $Z'=Z$ ， $\gamma=0$ ；

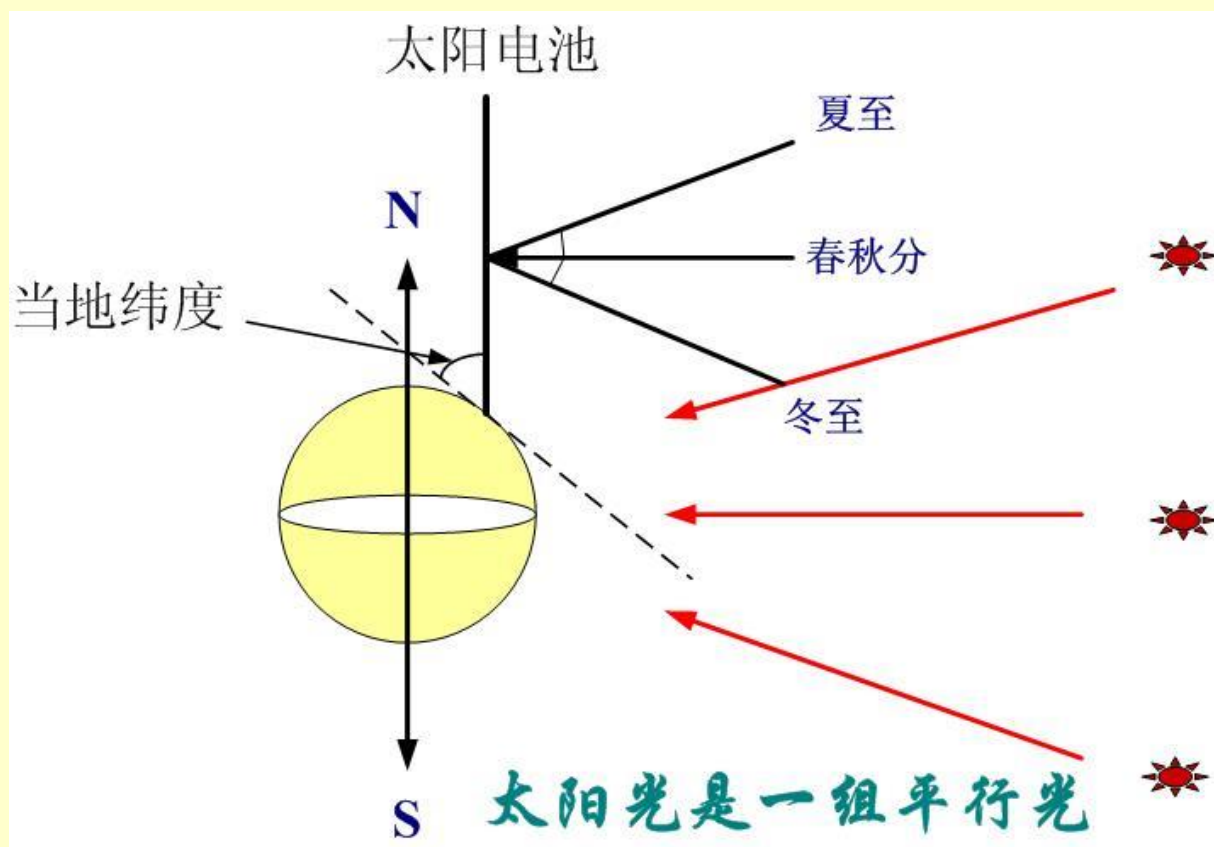
东西跟踪： $Z'=Z$ ， $\gamma=\beta$ ；

全跟踪： $Z'=90^\circ-\alpha$ ， $\gamma=\beta$ 。

分别代入太阳入射角的通式即可求得相应的结果。

赤道坐标跟踪系统

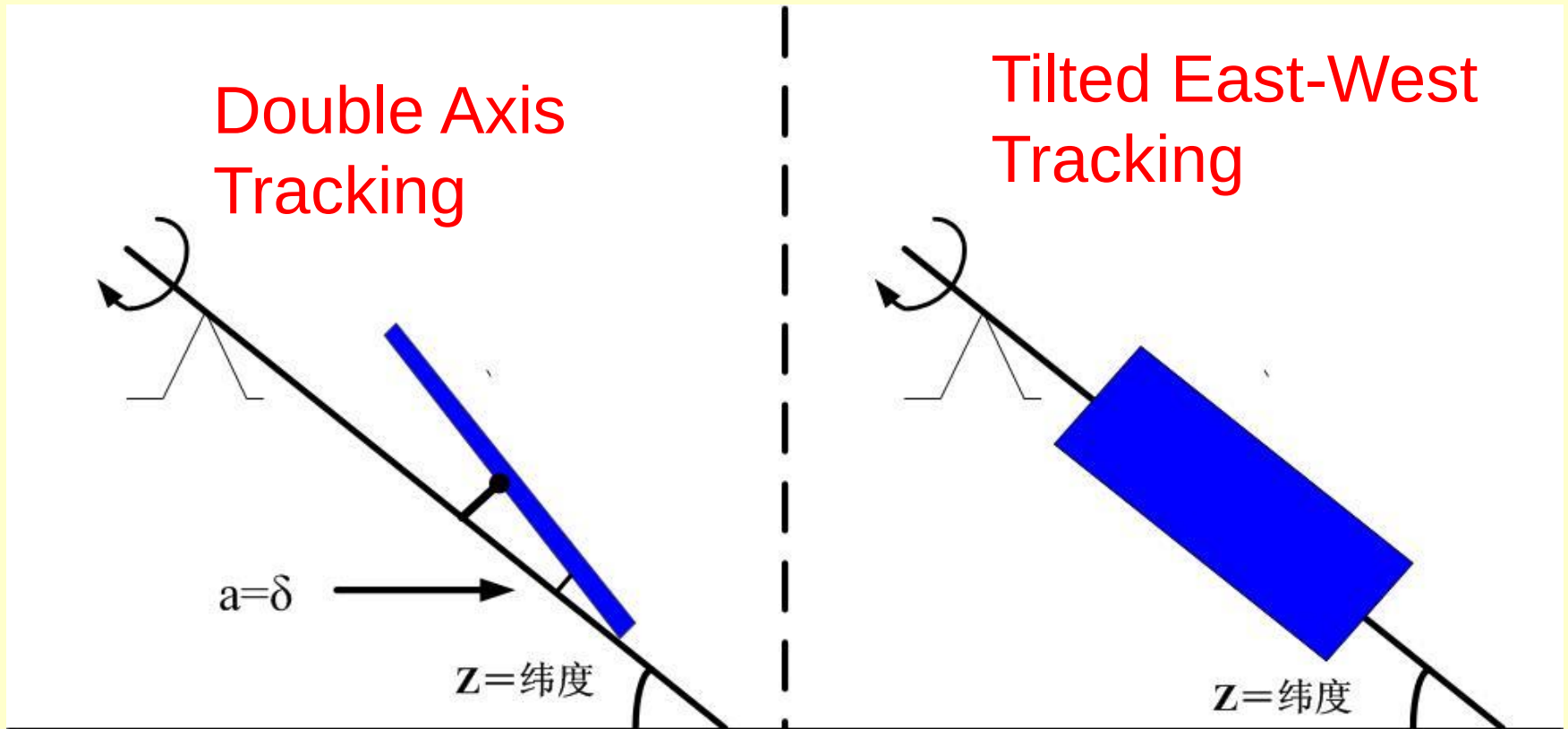
以赤道平面为参照系，跟踪的是2个参数：太阳赤纬角（太阳射线与赤道平面的夹角）和太阳时角（地球自转的角度，正午为零，上午为正，下午为负）。



赤道坐标跟踪分为极轴跟踪、全跟踪和水平轴跟踪。

$$\delta = 23.5 \sin \left[360 \frac{284 + N}{365} \right]$$

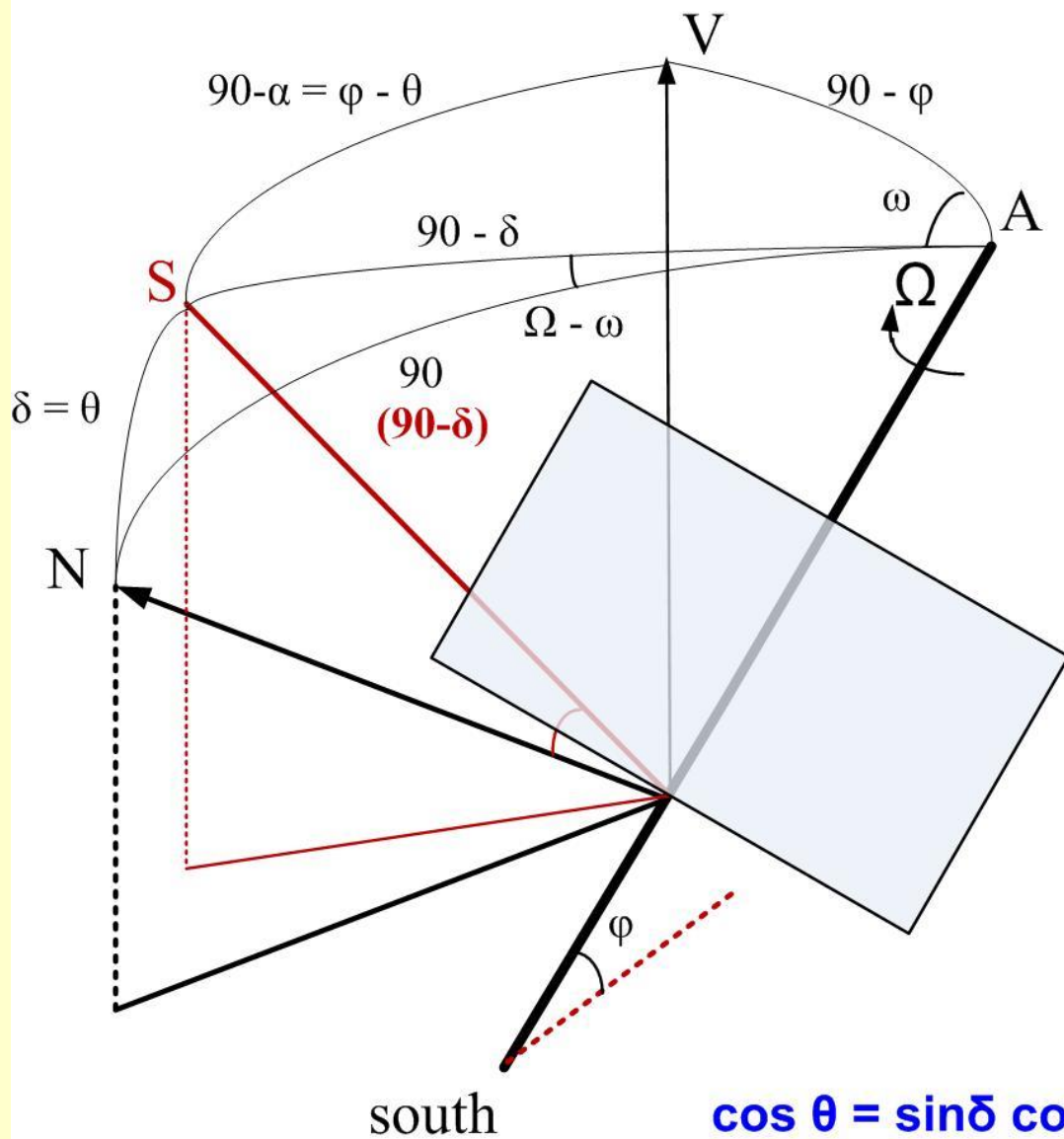
Equatorial Tracking Systems



The largest incidence error: ± 23.45 degree;

$\cos 23.45 = 0.917$, highest cos losses is only 8.3%, the average cos losses annually is only: 4% comparing with accurate double axis tracking.

在天球球面上的方阵-太阳射线的关系



PV array on main axis
without tilted angle,
then: $N-A = 90^\circ$

In case of double-Axis tracking, the tilted angle of PV array equal to declination δ , then $N-A = 90-\delta$.

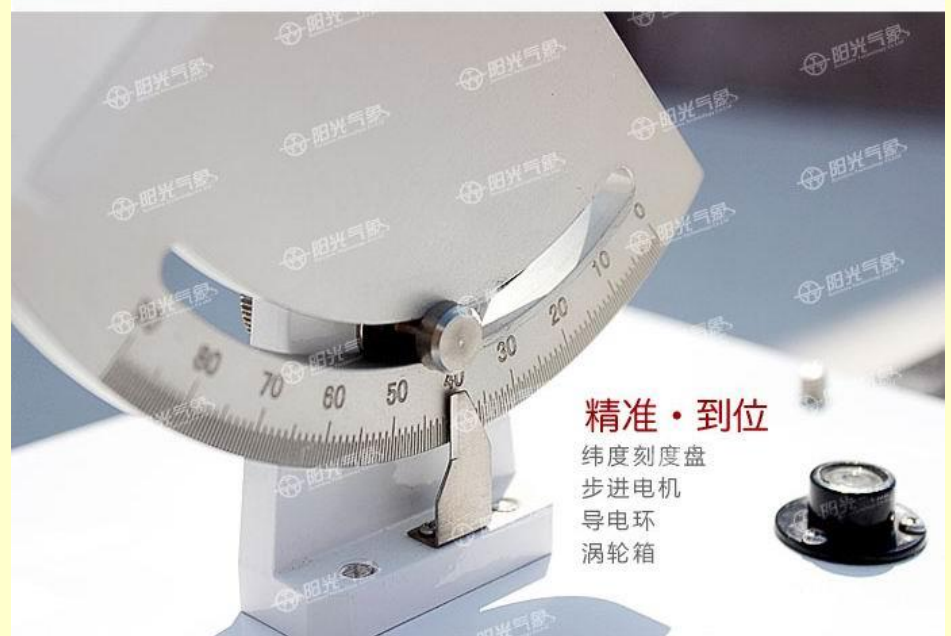
$$\cos \theta = \sin \delta \cos 90 + \cos \delta \sin 90 \cos(\Omega - \omega)$$

This picture can more easier to get relationship between solar beam and PV array in Equatorial Tracking Systems

pyrheliometer



Single Axis hour-angle Tracking



Regulate the tilted angle to local latitude

Pyrheliometer takes the principle of equatorial tracking to direct-face the sunlight

地平坐标方位角跟踪光伏方阵



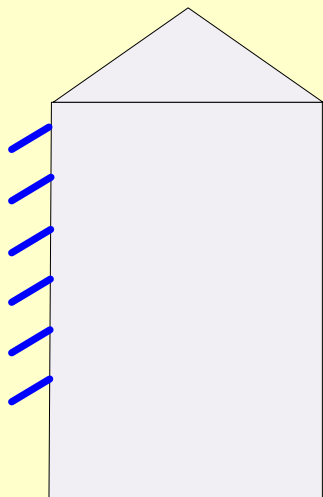
倾角固定在大圆盘
上转动-方位角跟踪



倾角固定，方阵左
右转动-方位角跟踪



地平坐标倾角调节光伏方阵和遮阳板



地平坐标聚光光伏双轴跟踪方阵



地平坐标平板电池双轴跟踪方阵



赤道坐标平单轴跟踪光伏方阵



保定科诺伟业平单轴
光伏方阵



美国Prasscort平单轴
光伏方阵



赤道坐标斜单轴跟踪光伏方阵



几种形式的斜单轴跟踪方阵，平单轴上方阵加倾角，相当于将地平面升高而已，跟踪原理一致。

黄山睿机 (RunSol) 斜单轴连排跟踪光伏方阵

重点解决了重力配平和可靠性的问题

。



赤道坐标**平板**电池**双轴**跟踪方阵



1、浙江同景，解决了赤道坐标跟踪系统的“重力矩”驱动的问题，利用绳索将力臂扩大了60倍，做到了“四两拨千斤”；

2、解决了赤道坐标连排驱动“不用找平”的问题。

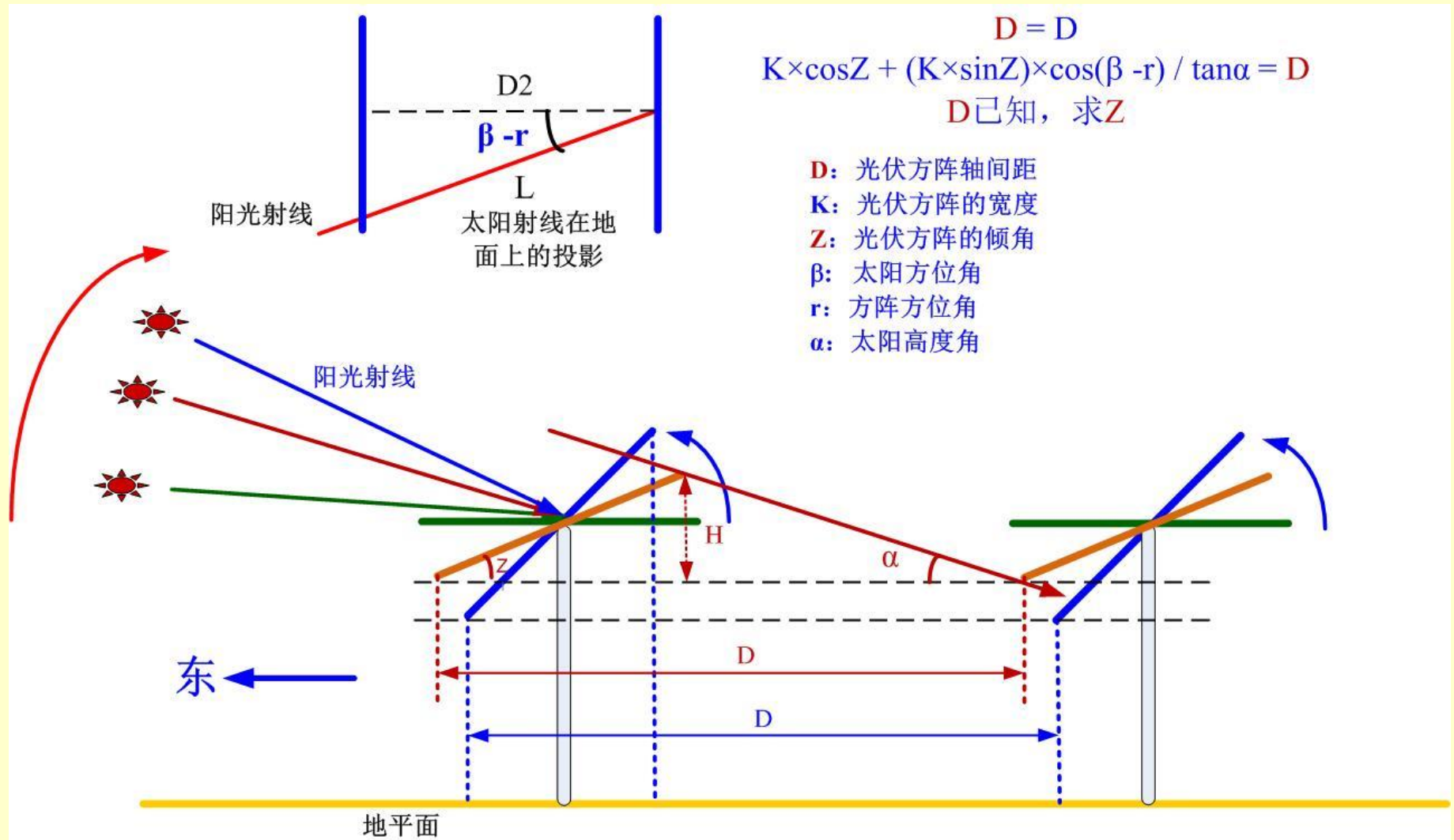


赤道坐标聚光光伏双轴跟踪方阵



太阳跟踪器的“反向跟踪”原理

IEC/TS 62727-2012 太阳跟踪器技术标准



采用“反向跟踪”（Backtracking）技术可以使带有太阳跟踪器的光伏方阵100%不受遮挡，一早、一晚提高发电量5%。

太阳跟踪器的“反向跟踪”效果



智能光伏电站的实质

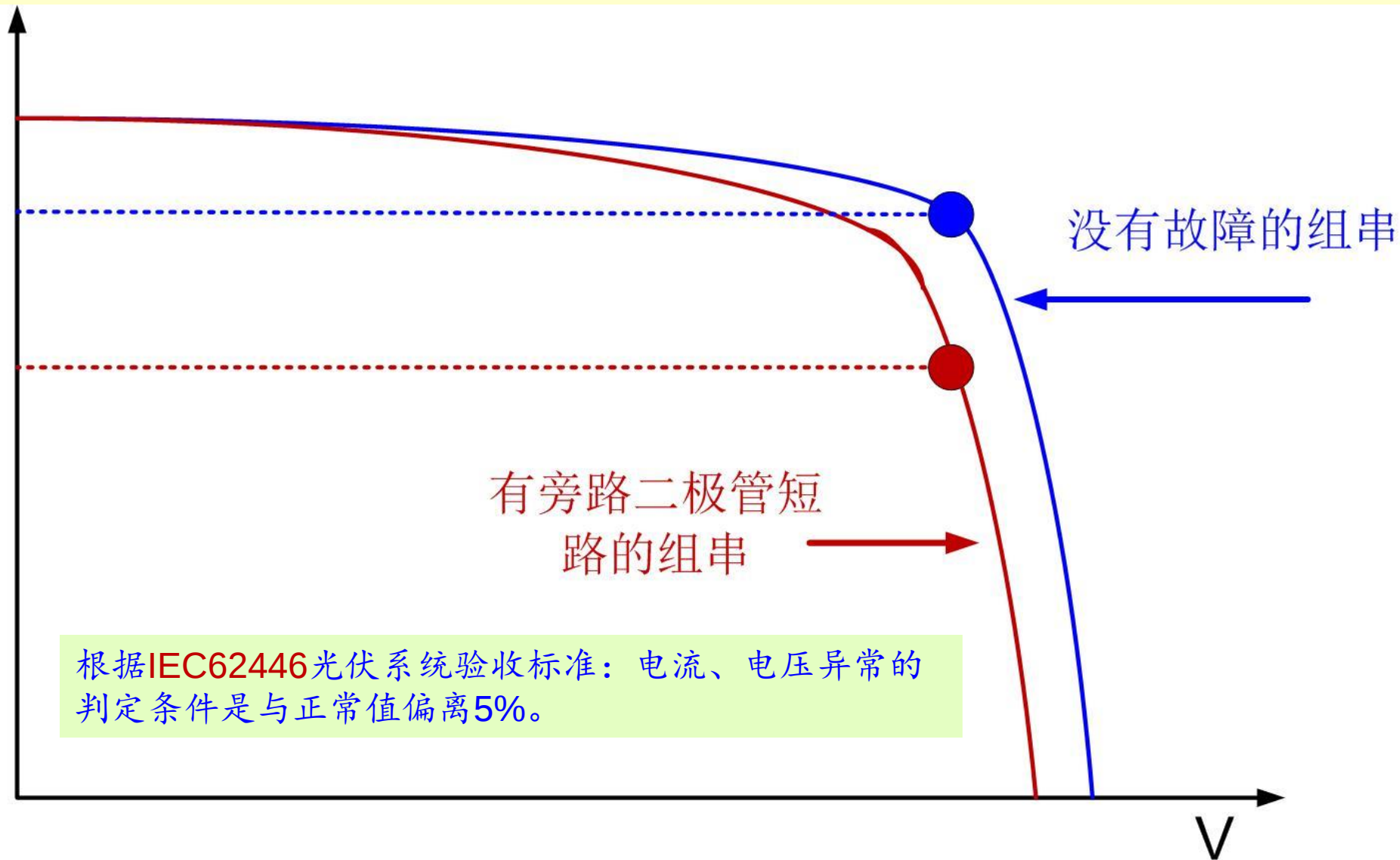
- ◆ 完整、准确、运行良好的电站监控系统；
 - ◆ 全面、正确的数据分析和故障检出；
 - ◆ 必要的控制能力；
 - ◆ 故障显示、告警、故障排除和故障隔离（注意隐性故障）；
 - ◆ 数据传输和远程监控；
 - ◆ 目的是降低运维成本、及时发现问题、消除安全隐患、减少故障损失。
-
- ◆ 对于大型光伏电站，关键是是否能够随时给出该光伏电站包括主要性能指标和故障现象的“健康诊断书”。
-
- ◆ 对于分布式发电和微电网，需要有并网侧和负载端主动调节功能和能量管理系统。（电网调峰、恒功率输出、计划性孤岛运行、无缝切换、实时供需平衡、负荷侧调节、收益最大化、智能电表响应、防非计划性孤岛、防逆流。。。。。）

光伏电站的主要性能指标和故障现象

- 1、组件功率衰减：不能准确在线监测，但可以大致判断。需要建立组件和组串的功率基准，在相同光强和温度条件下进行比较。越限可以告警；
- 2、积尘损失：可以在线监测，通知清洗。需要建立积尘基准，而且需要即时修正基准值；
- 3、温升损失：可以在线监测组件结温，判断温升损失。一般采用背板测温法，不能用开路电压法。但开路电压法最准确不受封装性能和风速的影响，但要避免性能衰减引起的误差；
- 4、光伏组件、组串和方阵的串并联失配损失：可以大致判断，根据结温判断最大功率点电压。然而电压低于最大功率点地原因是多样化的：温升、失配、旁路二极管短路、热斑、PID、虚焊、霍尔传感器故障。。。；
- 5、旁路二极管短路故障：可以在线监测，通过比较工作电流判断；
- 6、组件/组串/汇流箱电流和电压异常（热斑、内部短路/开路、遮挡、传感器故障等）：通过比较工作电流判断；
- 7、直流线损：可以在线监测。区分在线直流线损和最大直流线损（与设计指比较）；
- 8、方阵遮挡损失：不能在线监测；
- 9、热斑和隐裂：不能在线测试；
- 10、逆变器效率和工作温度：可以在线监测，加权效率和最高效率；
- 11、对地绝缘：可以在线测试，并按照要求自动进行故障处理；
- 12、电网接入性能：可以在线测试，可选（电能质量、功率因数、防孤岛、有功/无功、电压频率适应性等）；
- 13、其它故障：故障停机、弃光、电弧、传感器失效。。。。
- 14、气象数据：水平面/倾斜面辐射量，环境/背板温度，风速/风向；
- 15、电性能和发电量：逆变单元和电站：电流/电压/功率，发电量；
- 16、单元能效比（PR），电站能效比（PR）：日/月/年；
- 17、坏数据过滤，避免误判断。

- 1、至少有多重要参数需要按照IEC/GB标准修正后得出的；
- 2、隐性故障。

旁路二极管短路故障属于隐性故障 直接导致该组串电流变小



中国质量认证中心认证技术规范

CNCA/CTS0016-2015

并网光伏电站性能检测与质量 评估技术规范

Guideline of Performance Testing and Quality Assessment for Grid-connected PV
Power Plants

18个检查项和21个测试项，3天完成，做到质量控制点和效率控制点全覆盖。

2015-01-01 发布

2015-01-01 实施

中国质量认证中心 发布

目 录

前 言	II
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	4
3.1 质量评估周期 quality assessment duration	4
3.2 水平面太阳能总辐照度 horizontal solar Irradiance	4
3.3 光伏方阵辐照度 in plane solar irradiance	4
3.4 辐射量 solar irradiation	4
3.5 环境温度 ambient air temperature	4
3.6 光伏组件温度 PV module temperature	4
3.7 光伏电池结温 PV cell junction temperature	4
3.8 标准测试条件 standard test condition (STC)	4
3.9 正常工作条件 normal operating condition (NOC)	4
3.10 正常工作条件下光伏电池温度 normal operating cell temperature (NOCT)	4
3.11 修正光伏电参数 adjusted PV electric parameters	4
3.12 光伏组件衰降率 degradation of PV module	4
3.13 积尘遮挡损失 soiling losses	5
3.14 失配损失 mismatch losses	5
3.15 直流线损 DC cable losses	5
3.16 交流线损 AC cable losses	5
3.17 逆变器效率 inverter efficiency	5
3.18 逆变器加权效率 weighted efficiency of inverter	5
3.19 最大功率点跟踪 Maximum Power Point Tracking (MPPT)	5
3.20 光伏方阵额定功率 PV array rated power	5
3.21 光伏电站发电量 net energy to utility grid	5
3.22 光伏等效利用小时数 equivalent utilization hours	6
3.23 峰值日照时数 solar peak hours	6
3.24 能效比参数集 performance ratio matrix	6
4 实时参数监测、处理和存储	6
4.1 采样、存储、报表	6
4.2 气象环境参数	7
4.2.1 太阳辐照度	7
4.2.2 环境温度	7
4.2.3 光伏组件温度和电池结温	7
4.2.4 风速/风向测量	7
4.2.5 环境气象参数监测系统的数量	7
4.2.6 气象环境数据的存储格式	7
4.3 电气参数的监测	8
4.3.1 直流电压、电流和功率的监测	8
4.3.2 交流电压、电流和功率的监测	8
4.3.3 电能质量和功率因数的监测	8

应用技术创新效益明显，精细化的设计保证质量

1. 新的能源转型战略提出了新的目标-20%非化石能源；
2. 新的目标导致2030年新的装机规模：4亿kW；
3. 新的装机规模要求更近的平价上网时间；
4. “中国光伏发电发展路线图”中提出2020年实现用电侧平价上网，光伏上网电价低于0.8元/kWh，2025年实现发电侧平价上网，达到0.5-0.6元/kWh；
5. 按照新的要求，2020年就必须实现光伏发电全面达到平价上网，即光伏上网电价达到0.5-0.6元/kWh，不再需要国家补贴；
6. 光伏电价要从现在的0.9-1.0元/kWh下降30%-40%。通过光伏制造业和应用技术创新的共同努力，2020年实现全面平价上网的目标是完全可以实现的。

光伏发电的利好和障碍

利好：

- 1、中国已经是世界的光伏巨人；
- 2、中国能源和环境压力迫使中国必须大力发展光伏发电，30年之内完成向高比例可再生能源的转型，前景乐观；
- 3、光伏发电通过应用技术创新还有很大降低LCOE（度电成本）的空间，有望2020年实现平价上网，为规模化发展奠定基础；
- 4、高比例波动性电力（装机 $\geq 50\%$ ，发电量 $\geq 30\%$ ）的实现在技术上是可行的。

障碍：梁志鹏的发言讲得很清楚。

梁志鹏 - 三个优先权，两个200亿，一个降增长

三个优先权：RE的发电优先权，发展优先权和消费优先权；

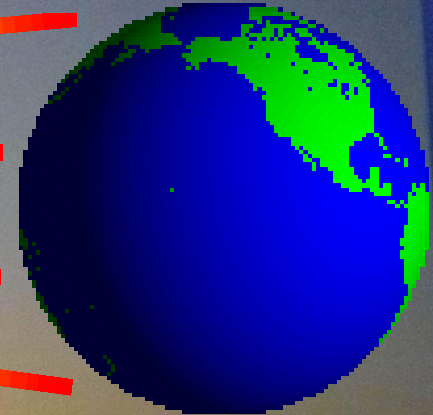
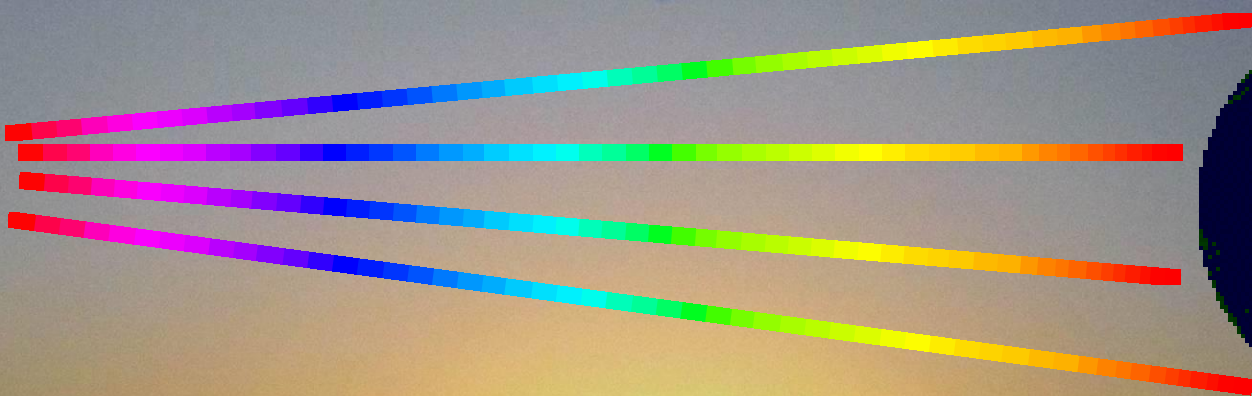
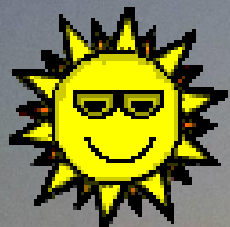
两个200亿：补贴拖欠200亿元，弃风/弃光200亿度电；

一个降增长：要降低燃煤发电的比例（2014年火电新增装机40GW）。

2015年上半年全国电力负荷增长率：0.1%，负荷低增长、零增长、负增长成为新常态。

解决“弃光”问题的酒泉经验：风力发电/光伏发电与高耗能企业签订直供电协议，替代自备电厂，电网做服务，是立即解决弃风/弃光问题的最好办法。 送出通道？负荷西移？储能？压火电？

如果这些问题解决不好，“能源转型”，“高比例可再生能源”，“2030年非化石能源占比20%”，“2030年中国碳排放达到峰值”，“2020-2030光伏年平均装机25GW”，“2050年中国光伏装机达到20亿kW”就都只是空谈。



谢谢！ 问题？

wangsc@eri.org.cn