

PVsyst对组件失配效应的模拟

讲师：陈建国（ Kin Chen ）

坎德拉学院

1

- PVsyst中组件失配设置和计算界面简介

2

- PVsyst组件失配损失计算方法

3

- 对于组件混装的电站失配计算方法

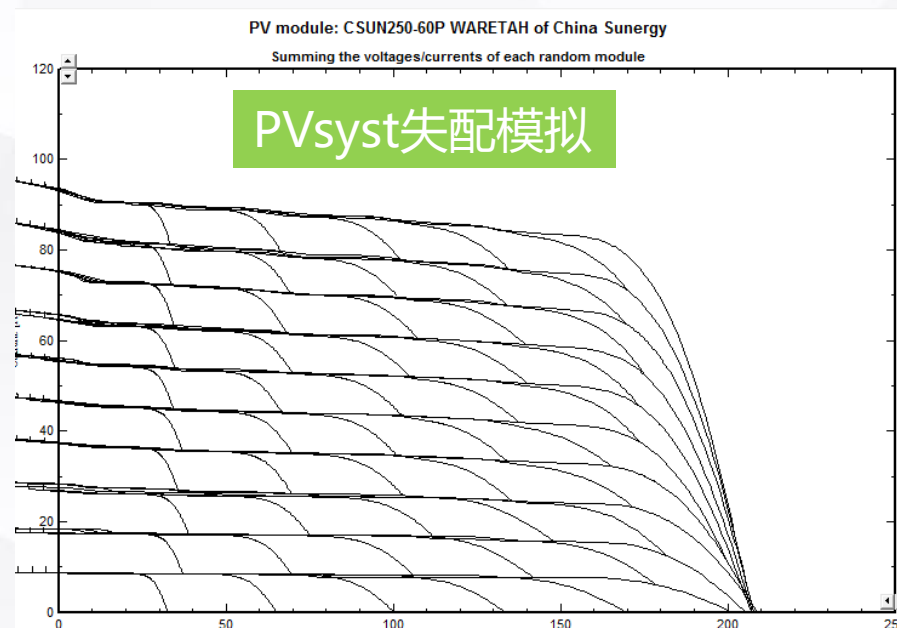
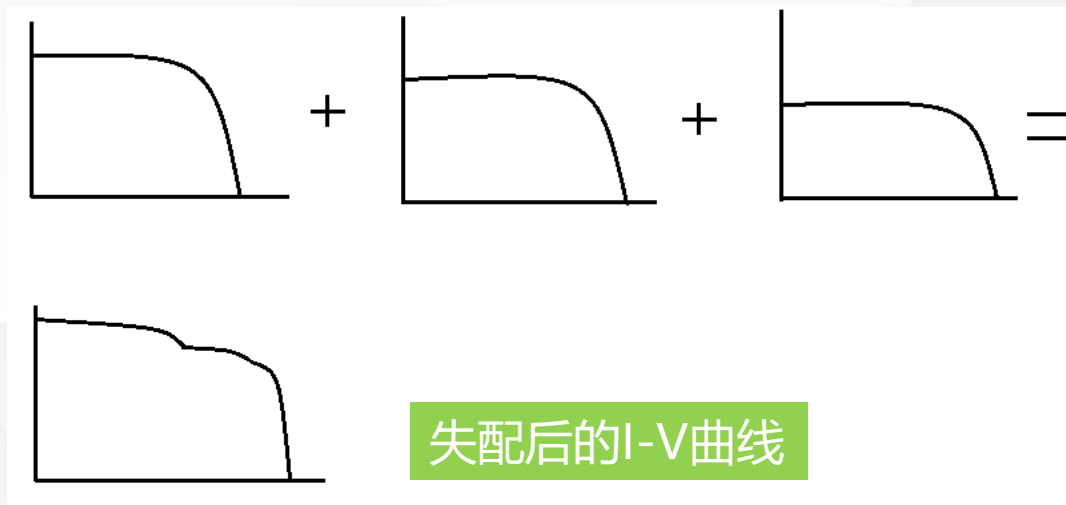
4

- 通过电流分档减少组件失配损失

✓安装在户外的组件，每块组件的电性能特性严格来讲是不一致的，组件的Voc、Isc、Pm通常呈现一定的统计分布，如高斯分布、卡方分布，不匹配损失（MML）主要由于组件开路电压Voc、短路电流Isc的差异及组串到逆变器的之间的压降不同造成，在串联电路中，串电流取决于电流最低的那一片组件，在并联电路中，串电压取决于电压最低的那一串。其中Voc、Isc的差异带来的不匹配损失可以用PVsyst中的Electrical behavior of PV arrays来估算，而压降问题该软件暂时无法模拟。

$$\text{MismatchLoss} = 1 - \frac{\text{DCArrayOut}}{\sum \text{ModuleMPP} - \sum \text{DCWiringLosses}}$$

注意：目前计算的失配为首年，但组件失配现象随着组件运行年限的增加而明显，目前PVsyst在开发这个功能



□ PVsyst中组件失配设置和计算界面简介

Thermal parameter | Ohmic Losses | **Module quality - LID - Mismatch** | Soiling Loss | IAM Losses | Unavailability

Module quality default

Module efficiency loss % ☒

Deviation of the average effective module efficiency by respect to manufacturer specifications. 

(negative value indicates over-performance)

LID - Light Induced Degradation default

LID loss factor % ☐

Degradation of crystalline silicon modules, in the first operating hours by respect to the manufacturing flash test STC values. 

Mismatch Losses default

Power Loss at MPP % ☐

Loss when running at fixed voltage % ☒

Not relevant when MPPT operation

 **Detailed computation** 

注意：PVsyst中失配损失值是一个常量，会在模拟仿真结果中显示，默认是1%（根据高斯分布，Isc 的RMS 3%, Voc的 RMS 3%）

□ 设置窗口

Reverse characteristics | Mismatch | Array with Shaded cells | Heterogeneous arrays

Graphical tool for determining the effect of parameter mismatch, for the cells in a module, or the modules in an array.

Basic PV module | Pnom | Technol. | Model | Availability

Sun Tech Solar | 250 Wp 29V | Si-mono | XTP 250-34 | Since 2009 | Open

Group of

☐ Cells 20 Units in series

☒ Modules 2 Chains in parallel

☐ Cells/modules in series sorted according to ISC

External conditions

Irradiation 1000 W/m²

Cell temperature 25 °C

Mismatched modules parameter distribution

Short circuit current **ISC = 8.17 A** 0.41 A 5.0 %

Open circuit voltage **Voc = 42.8 V** 2.1 V 5.0 %

Random distribution type

☒ "Normal" (Gaussian) distribution

☐ Square distribution

RMS value

5.0 %

5.0 %

Histogram **Graph** **Close**

组件定义窗口

组串数

并联数

电流是否分档
(按照
电流大
小进行
排序安
装)

高斯分布

卡方分布

RMS (root mean square): 均方根值

两种分布方式下
计算所得的失配
损失也不同

□ 组件定义窗口几个功率值的区别

Pnom : The Nameplate value (组件铭牌参数) ,
一般标称功率值 , 用于PR计算

Impp*Vmpp : 组件的实际测试值 , 0-3%的正公差

The Modelled Pmpp : PVsyst单二极管模型计算值 ;
Pmpp is used as starting point for the evaluation
of the array losses in the PVsyst loss diagram ;
Pmpp用于失配损失计算 ;

参考PVsyst用户手册 “PV module - Pnom
and Pmpp(STC) definitions”

Definition of a PV module

Basic data | Additional Data | Model parameters | Sizes and Technology | Commercial | Graphs

Model: XTP 250-34 Manufacturer: Sun Tech Solar ?
File name: Suntech_XTP250_34.PAN Data source: Photon Mag. 2009

Nom. Power: 250. Wp Tol. +/-: -5.0 5.0 % Technology: Si-mono

Manufacturer specifications or other Measurements

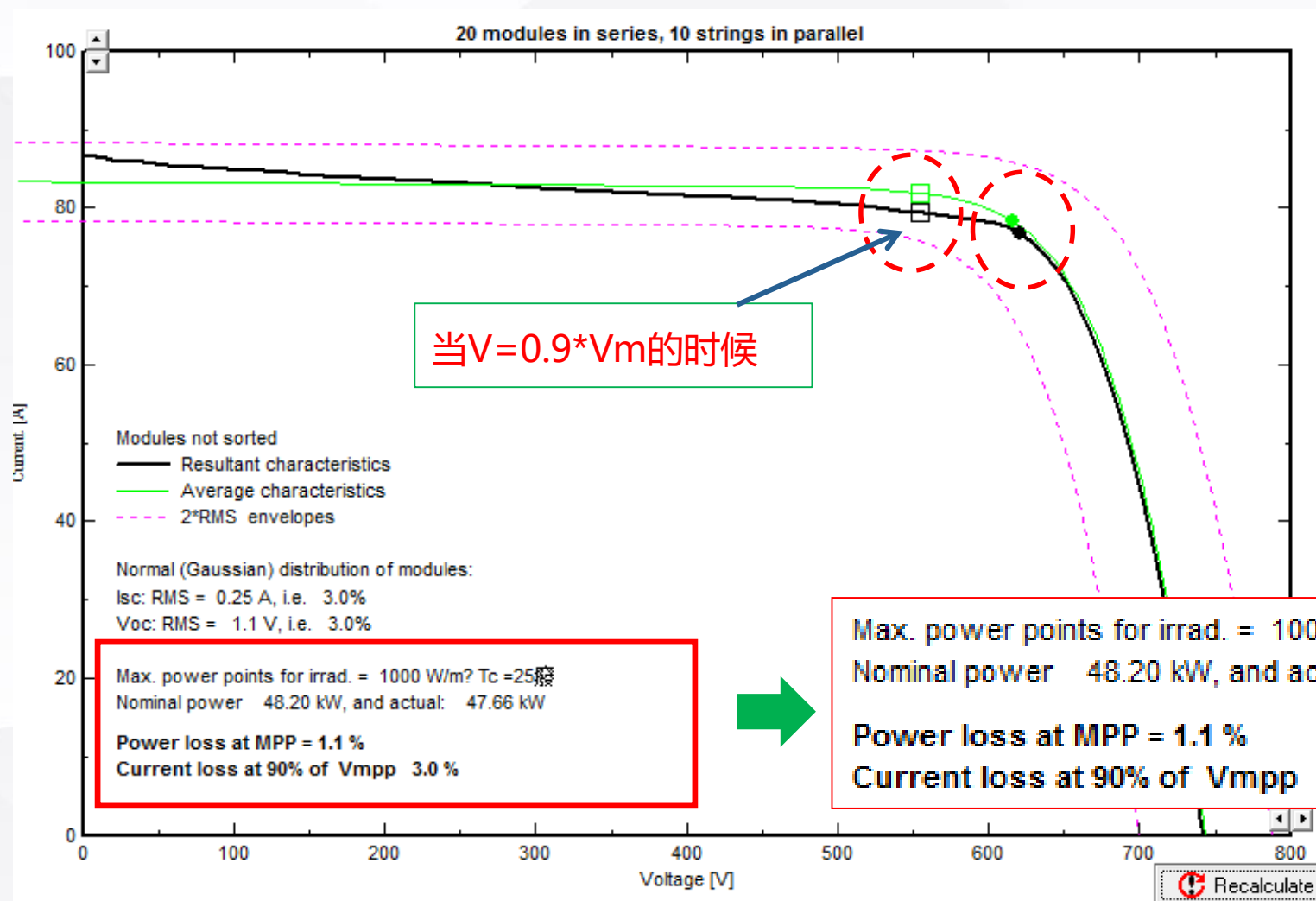
Reference conditions: GRef: 1000 W/m² TRef: 25 °C ?
Short-circuit current: Isc: 8.170 A Open circuit Voc: 42.80 V
Max Power Point: Imp: 7.270 A Vmpp: 34.40 V
Temperature coefficient: mulsc: 4.1 mA/°C Nb cells: 72 in series
or mulsc: 0.050 %/°C

Internal model result tool

Operating conditions: GOper: 1000 W/m² TOper: 25 °C ?
Max Power Point: Pmpp: 251.2 W Temper. coeff: -0.41 %/°C
Current Imp: 7.49 A Voltage Vmpp: 33.6 V
Short-circuit current Isc: 8.17 A Open circuit Voc: 42.8 V
Efficiency: / Cells area: N/A % / Module area: 12.90 %

Model s
Main pa
R shunt
Rsh(G=0)
R serie
R serie m
R serie ap
Model p
Gamma
IoRef
muVoc
muPMax

□ I-V曲线失配计算结果说明



绿色：理论上的I-V曲线

黑色：实际的I-V曲线

✓注意：由于组件呈现一定的统计分布，如RSM为 5%，所以组串中各组件是随机组合，故计算中的结果并非是不变的值，多次点下 Recalculate，出来的结果会不同。

当 $V=0.9 \cdot V_m$ 的时候，
对应的电流损失

1

- PVsyst中组件失配设置和计算界面简介

2

- PVsyst组件失配损失计算方法

3

- 对于组件混装的电站失配计算方法

4

- 通过电流分档减少组件失配损失

MML计算方法

- ✓选择组件，设置光强、和温度；
- ✓选择模拟类型（单片组件、方阵），是否设置分档；
- ✓根据组件电性能数据的真实差异，计算样本组件电流ISC和电压Voc的RMS值；
- ✓选择统计类型（高斯、卡方）；

Reverse characteristics | Mismatch | Array with Shaded cells | Heterogeneous arrays

Graphical tool for determining the effect of parameter mismatch, for the cells in a module, or the modules in an array.

Basic PV module

P _{nom}	Technol.	Model	Availability
250 Wp 29V	Si-mono	XTP 250-34	Since 2009

Group of

☐ Cells 20 Units in series

☒ Modules 2 Chains in parallel

☐ Cells/modules in series sorted according to ISC

External conditions

Irradiation 1000 W/m²

Cell temperature 25 °C

Mismatched modules parameter distribution

	RMS value
Short circuit current ISC = 8.17 A	0.41 A 5.0 %
Open circuit voltage Voc = 42.8 V	2.1 V 5.0 %

Random distribution type

☒ "Normal" (Gaussian) distribution

☐ Square distribution

设置均方差值

1

- PVsyst中组件失配设置和计算界面简介

2

- PVsyst组件失配损失计算方法

3

- **对于组件混装的电站失配计算方法**

4

- 通过电流分档减少组件失配损失

组件混装情况下如何计算MML

✓若某大型地面电站，采用集中式逆变器，组件不得不采用两种功率规格，在PVsyst中原有的正常的失配损失基础上还需要增加Additional “Mismatch” loss，由于不同组串的电压失配一般比较小，所以模拟计算的时候，可以选择使用功率较高的组件，再增加一个新的失配损失。

✓例子：某电站250Wp的组件占30%，255Wp的组件占70%，也就是说255W和250W差异2%，计算正常的失配损失时，可采用255Wp组件，那么额外的失配损失Additional Mismatch可这样计算： $2\% \times 30\% = 0.6\%$

具体原文可参考PVsyst软件开发者 [André Mermoud](#) 博士的答疑资料：

<http://forum.pvsyst.com/viewtopic.php?f=29&t=47&p=47&hilit=Mismatch+loss#p47>

1

- PVsyst中组件失配设置和计算界面简介

2

- PVsyst组件失配损失计算方法

3

- 对于组件混装的电站失配计算方法

4

- 通过电流分档减少组件失配损失

组件分档后计算失配损失

✓某500kW光伏发电单元由102串并联而成，每个组串由20块多晶组件串联，组件按照电流 I_m 进行分档，如按照0.1A，同档位的即电流一致性较好的组件统一安装成串，可大大降低失配损失。在此也建议各个电站在建设时，组件事先经过电流分档后按统一档位的一起装箱，安装时保证每一串档位相同。

✓请大家参考《光伏电站设计技术》书籍中关于不匹配损失的有关介绍，该书籍为中国电力出版社，2014年3月出版



CANDELA



**光动传媒旗下坎德拉学院
荣誉出品**

让技术创造更大价值