

光伏实证数据的挖掘与分析

DATA ANALYSIS AND INVESTIGATION FOR PV TEST FIELD



Jefferson Bor, Project Manager
Group PV Power Plants

薄中南

光伏电站组 – 项目经理

第三届光伏电站设计与设备选型研讨会
30.Jan.2018

议程

AGENDA

- 实证基地的高规格要求
- 分析监测系统概念
- 数据分析与深入挖掘
- High Standard Requirement for Test field
- Analytical Monitoring Concept
- Data Analysis and further Investigation

实证基地的高规格要求

High Standard Requirement for Test field



组件 Module



电气设备
Electrical Components



运维系统 O&M System

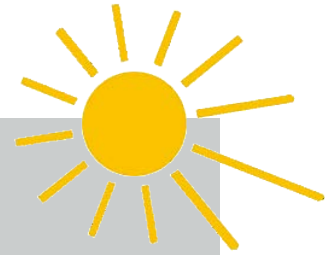


常规电站

Regular
Plant

实证基地的高规格要求

High Standard Requirement for Test field



实证电站
Test Field

- 高规格的建设标准
- 独立于厂家的设备选型

组件 Module



电气设备
Electrical Components



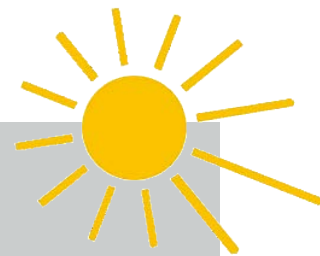
运维系统 O&M System



常规电站
Regular Plant

实证基地的高规格要求

High Standard Requirement for Test field



实证电站
Test Field

- 高规格的建设标准
- 独立于厂家的设备选型
- 高精度的测试设备
- 厂家数据以外的测试数据

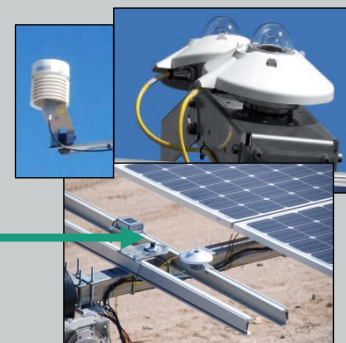
组件 Module



电气设备
Electrical Components



分析监测系统
**Analytical
Monitoring
System**



运维系统 O&M System



常规电站
Regular
Plant



分析监测系统概念 **Analytical Monitoring Concept**

核心特色 **Key characteristics**

- 运行用途 VS 分析用途
 - 全面 VS 抽样
 - 简单 VS 广泛
 - 精度较低 VS 高精度要求
 - 受制于厂家 VS 独立性

- 以全体系统为导向的监测设计
- 不同实证目的须配合不同设计方案
- 测试设备的校准, 清洁和备品

分析监测系统概念 **Analytical Monitoring Concept**

系统性监测 **Systematical Monitoring**

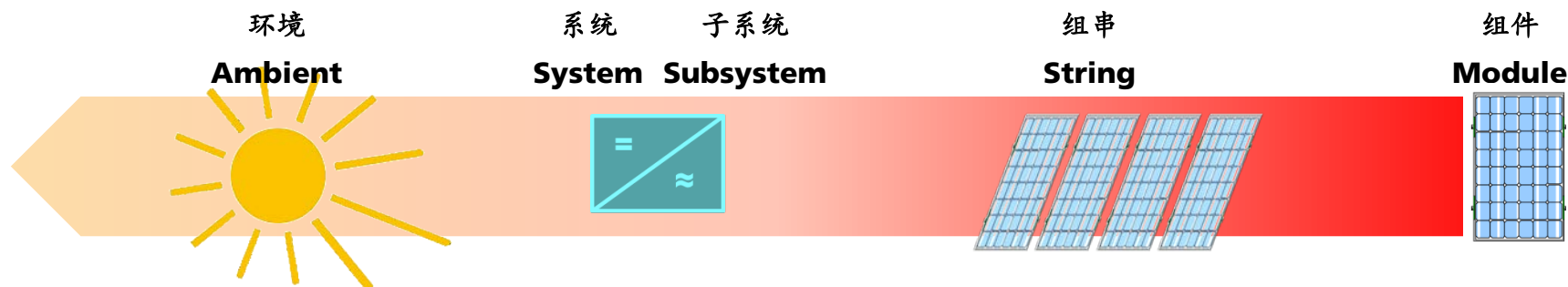
- 常规运行监控系统 (运维系统)
- Regular Operational Monitoring (O&M)



分析监测系统概念 Analytical Monitoring Concept

系统性监测 Systematical Monitoring

- 打开盒子!! 从“大”到“小”
- 从环境到组件



- 辐照
- 环境温度
- 风速风向
- 湿度
- 脏污程度
- 光谱
- ...

- DC <--> AC
- 发电量
- 功率
- 电压
- 电流
- W,VA,VAR
- 电能质量

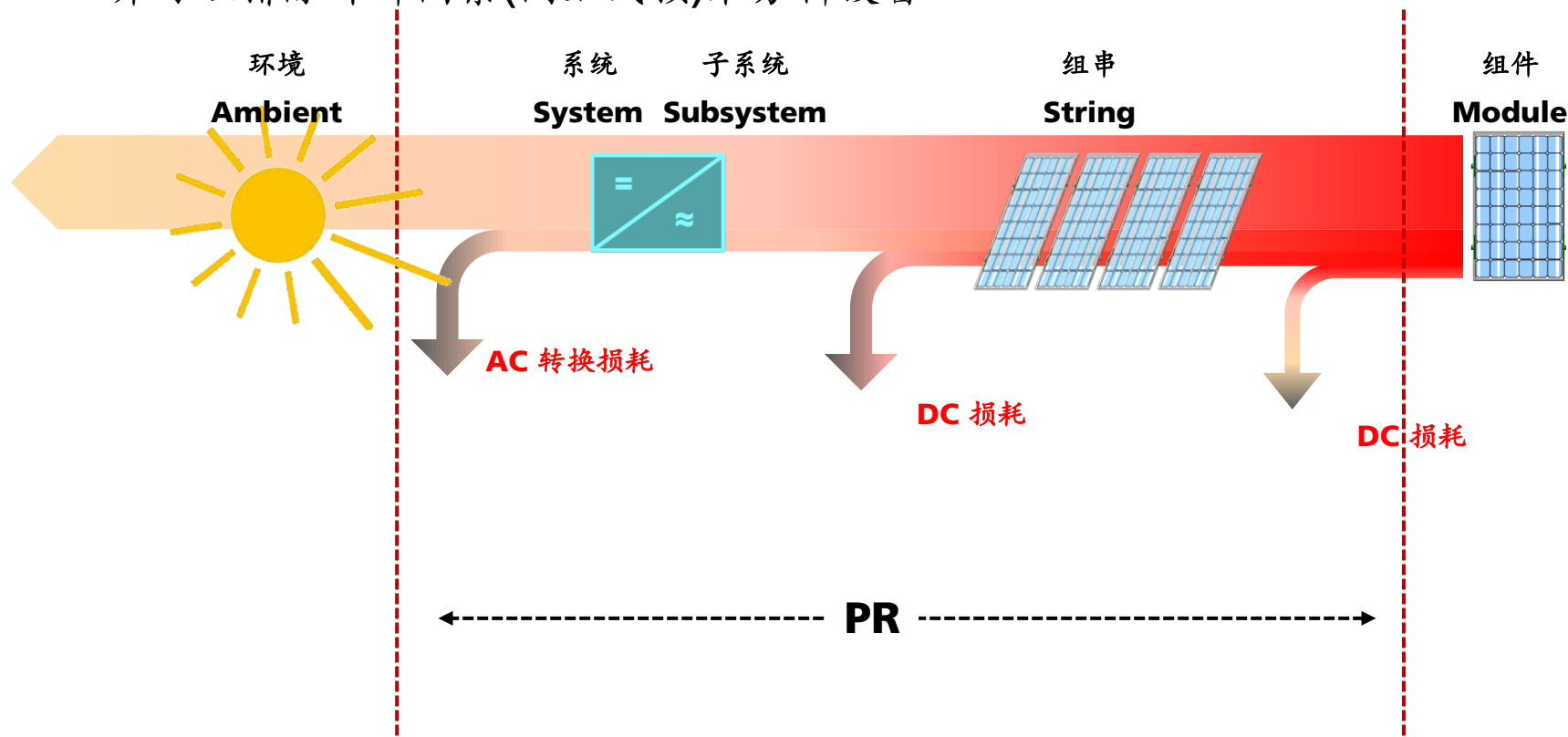
- 辐照
- DC <--> DC
- 发电量
- 功率
- 电压
- 电流

- 组件温度
- IV

分析监测系统概念 Analytical Monitoring Concept

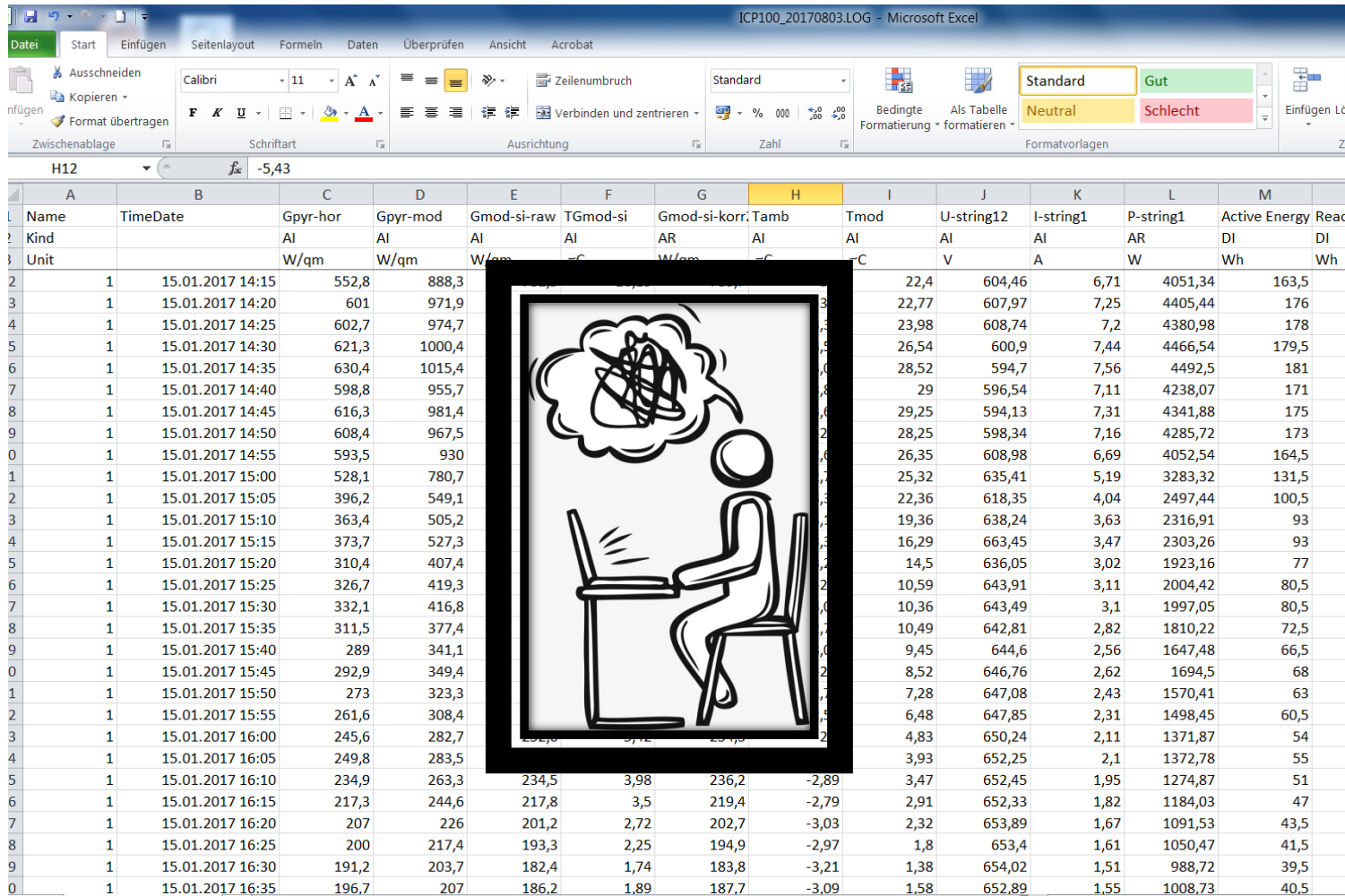
系统性监测 Systematical Monitoring

- 对整个系统达到全面的了解
- 并可以排除外部因素(例如线损)来分析设备



数据分析与深入挖掘 Data Analysis and Investigation

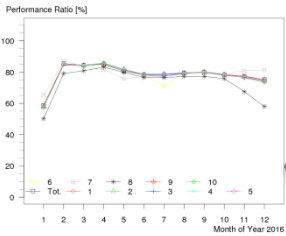
我们可以对数据做些什么? What can we do with data?



Name	TimeDate	Gpyr-hor	Gpyr-mod	Gmod-si-raw	TGmod-si	Gmod-si-korr	Tamb	Tmod	U-string12	I-string1	P-string1	Active Energy	Reac
Kind		AI	AI	AI	AI	AR	AI	AI	AI	AI	AR	DI	DI
Unit		W/qm	W/qm	W/qm	W/qm	W/qm	W/qm	W/qm	V	A	W	Wh	Wh
1	15.01.2017 14:15	552,8	888,3					22,4	604,46	6,71	4051,34	163,5	
3	15.01.2017 14:20	601	971,9					22,77	607,97	7,25	4405,44	176	
4	15.01.2017 14:25	602,7	974,7					23,98	608,74	7,2	4380,98	178	
5	15.01.2017 14:30	621,3	1000,4					26,54	600,9	7,44	4466,54	179,5	
6	15.01.2017 14:35	630,4	1015,4					28,52	594,7	7,56	4492,5	181	
7	15.01.2017 14:40	598,8	955,7					29	596,54	7,11	4238,07	171	
8	15.01.2017 14:45	616,3	981,4					29,25	594,13	7,31	4341,88	175	
9	15.01.2017 14:50	608,4	967,5					28,25	598,34	7,16	4285,72	173	
0	15.01.2017 14:55	593,5	930					26,35	608,98	6,69	4052,54	164,5	
1	15.01.2017 15:00	528,1	780,7					25,32	635,41	5,19	3283,32	131,5	
2	15.01.2017 15:05	396,2	549,1					22,36	618,35	4,04	2497,44	100,5	
3	15.01.2017 15:10	363,4	505,2					19,36	638,24	3,63	2316,91	93	
4	15.01.2017 15:15	373,7	527,3					16,29	663,45	3,47	2303,26	93	
5	15.01.2017 15:20	310,4	407,4					14,5	636,05	3,02	1923,16	77	
6	15.01.2017 15:25	326,7	419,3					10,59	643,91	3,11	2004,42	80,5	
7	15.01.2017 15:30	332,1	416,8					10,36	643,49	3,1	1997,05	80,5	
8	15.01.2017 15:35	311,5	377,4					10,49	642,81	2,82	1810,22	72,5	
9	15.01.2017 15:40	289	341,1					9,45	644,6	2,56	1647,48	66,5	
0	15.01.2017 15:45	292,9	349,4					8,52	646,76	2,62	1694,5	68	
1	15.01.2017 15:50	273	323,3					7,28	647,08	2,43	1570,41	63	
2	15.01.2017 15:55	261,6	308,4					6,48	647,85	2,31	1498,45	60,5	
3	15.01.2017 16:00	245,6	282,7					4,83	650,24	2,11	1371,87	54	
4	15.01.2017 16:05	249,8	283,5					3,93	652,25	2,1	1372,78	55	
5	15.01.2017 16:10	234,9	263,3	234,5	3,98	236,2	-2,89	3,47	652,45	1,95	1274,87	51	
6	15.01.2017 16:15	217,3	244,6	217,8	3,5	219,4	-2,79	2,91	652,33	1,82	1184,03	47	
7	15.01.2017 16:20	207	226	201,2	2,72	202,7	-3,03	2,32	653,89	1,67	1091,53	43,5	
8	15.01.2017 16:25	200	217,4	193,3	2,25	194,9	-2,97	1,8	653,4	1,61	1050,47	41,5	
9	15.01.2017 16:30	191,2	203,7	182,4	1,74	183,8	-3,21	1,38	654,02	1,51	988,72	39,5	
0	15.01.2017 16:35	196,7	207	186,2	1,89	187,7	-3,09	1,58	652,89	1,55	1008,73	40,5	

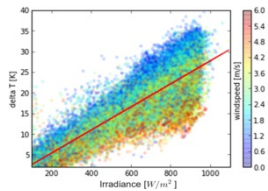
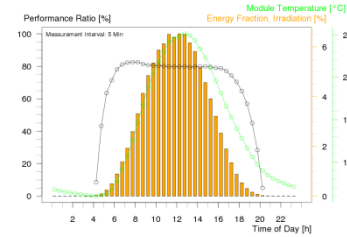
数据分析与深入挖掘 Data Analysis and Investigation

我们可以对数据做些什么? What can we do with data?



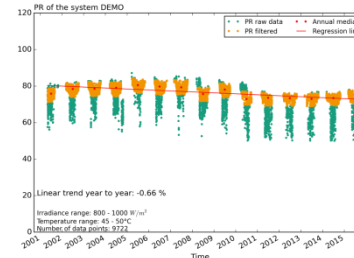
数据
组合
“比较”

数据
耦合
“关联”



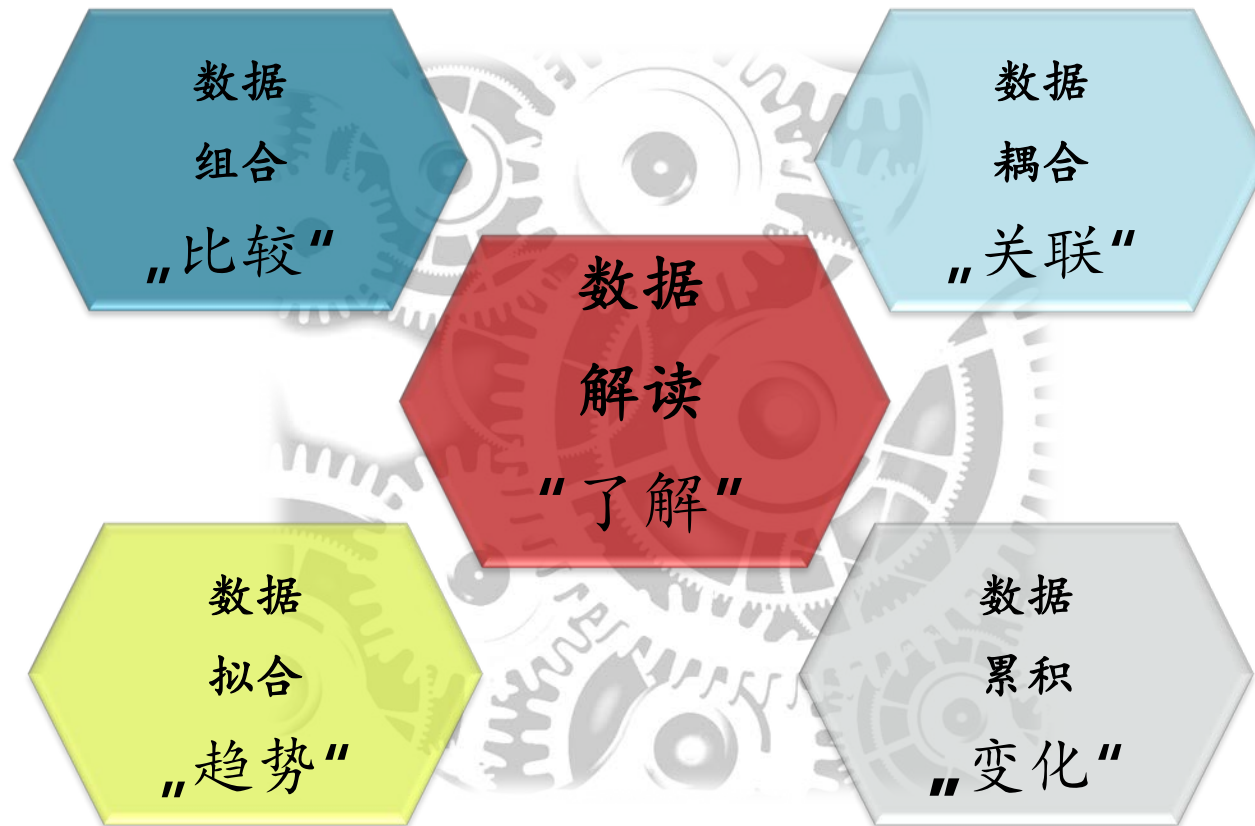
数据
拟合
“趋势”

数据
累积
“走势”



数据分析与深入挖掘 Data Analysis and Investigation

我们可以对数据做些什么? What can we do with data?



数据分析与深入挖掘 Data Analysis and Investigation

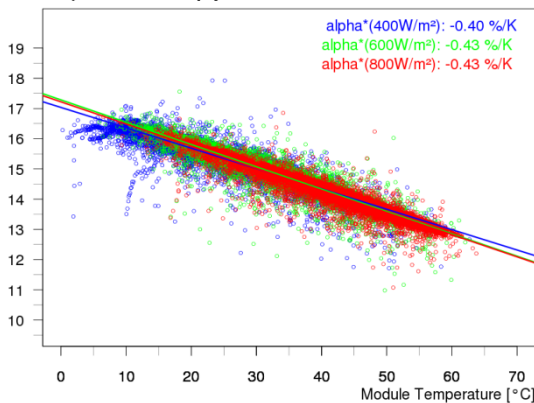
数据组合→“比较” Data Combination →“Comparison”

目标

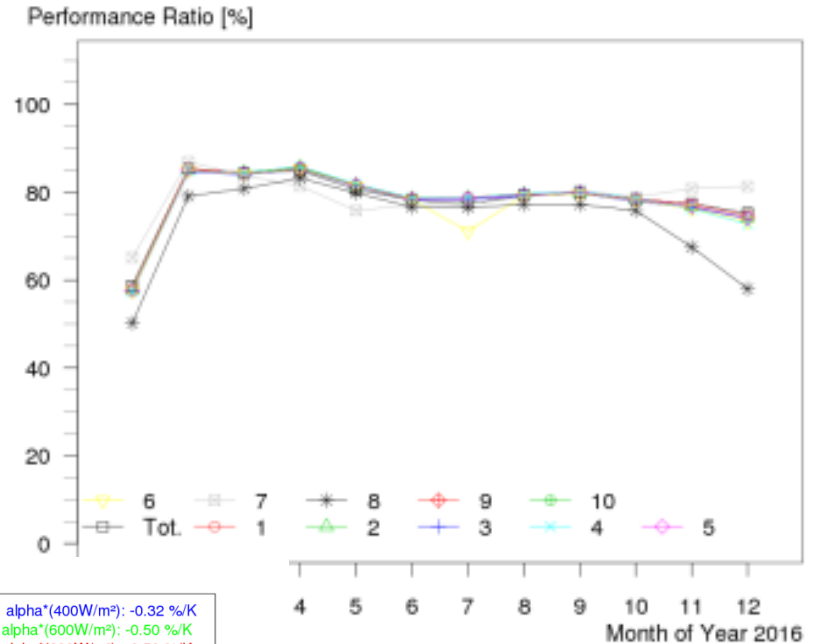
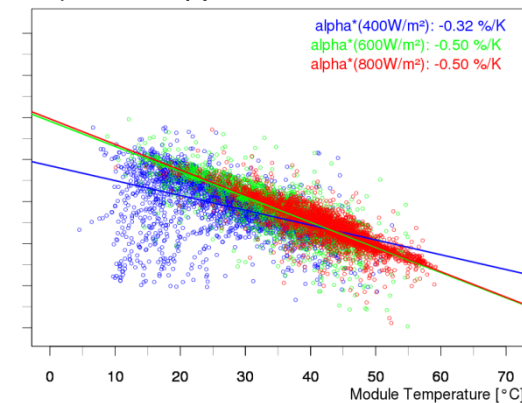
相同参照系下比较差别

- 组合不同来源的相同类型数据
- 设备与设备间结果比较
(例如: 厂家, 系统)
- 数据内分类比较
(例如: 不同辐照度下组件效率)

Efficiency Solar Generator [%]



Efficiency Solar Generator [%]



上图: 不同系统间PR对比

左图: 组件效率变化于不同辐照度下对比

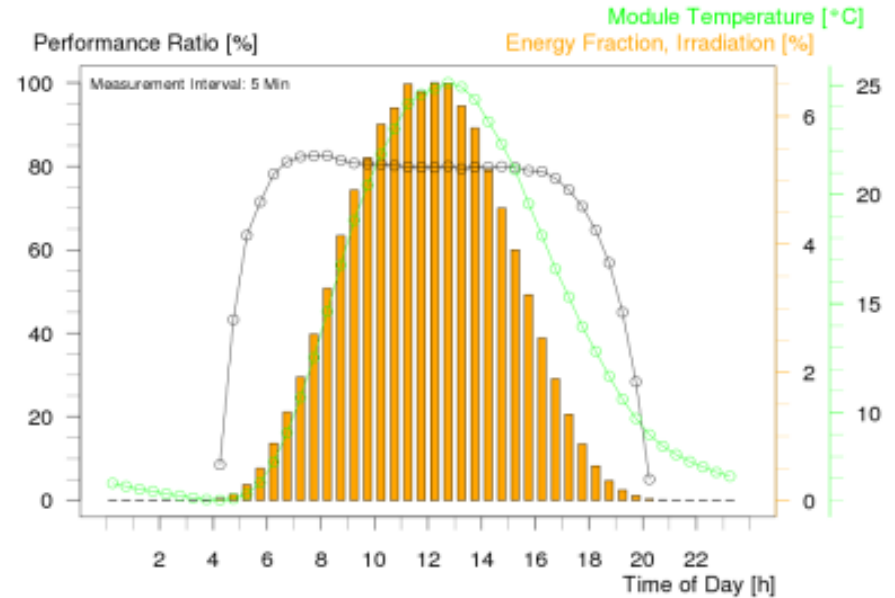
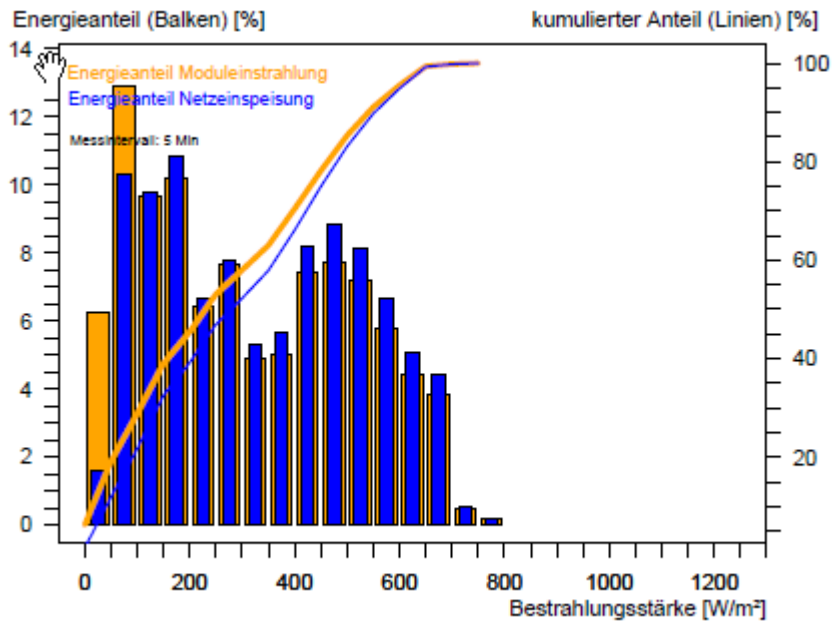
数据分析与深入挖掘 Data Analysis and Investigation

数据耦合→“关联” Data Coupling →“Connection”

目标

确认数据间相关性

- 组合相同来源的不同类型数据
- 分析特定现象成因



上图: 系统间PR, 组件温度, 相对辐照度对比

左图: 不同辐照度下组件接收光能比例vs组件发电量比例

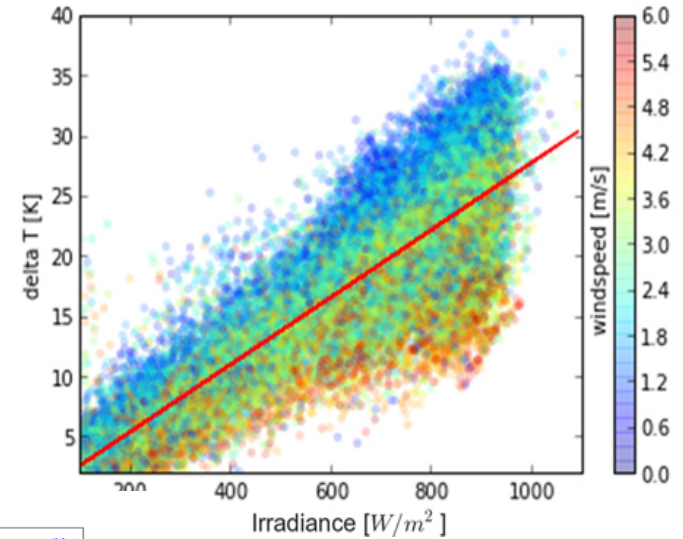
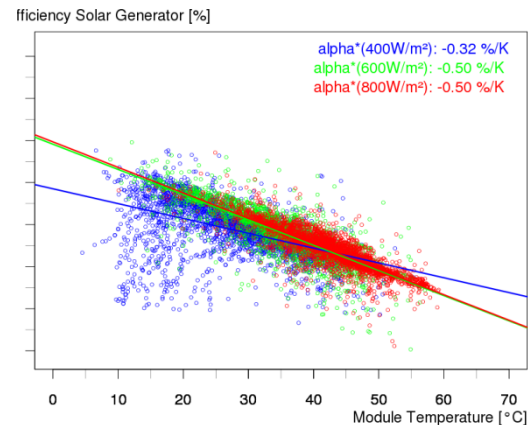
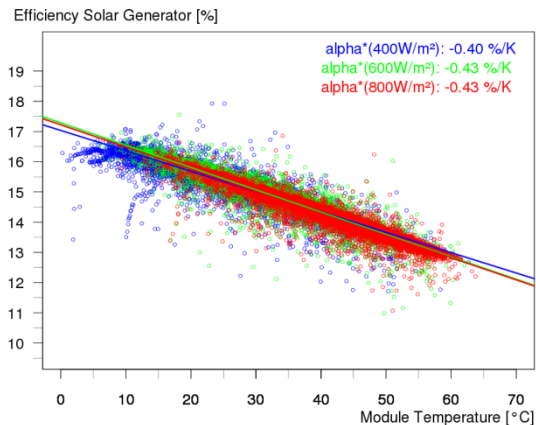
数据分析与深入挖掘 Data Analysis and Investigation

数据拟合→“趋势” Data Fitting →“Tendency”

目标

确认数据的倾向与程度

- 横轴与纵轴的选取非常重要
- 斜率代表程度



上图: 系统过热分析-- 辐照vs
组件与环境温差

左图: 组件温度系数分析-- 组
件效率vs组件温度

斜率即为温度系数

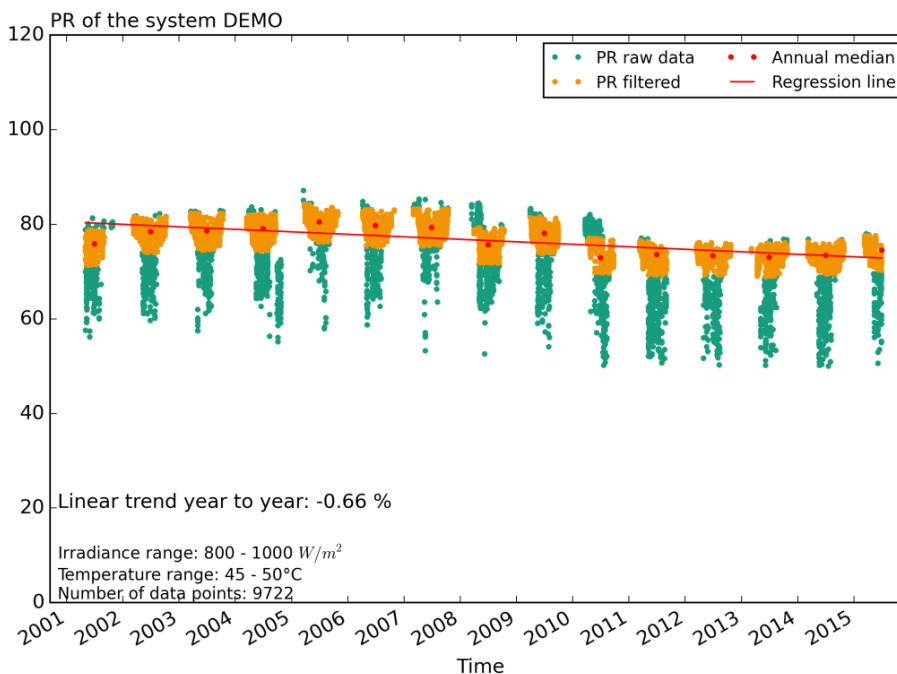
数据分析与深入挖掘 Data Analysis and Investigation

数据累积→“变化” Data Accumulation →“ Change”

目标

确认数据的长期变化

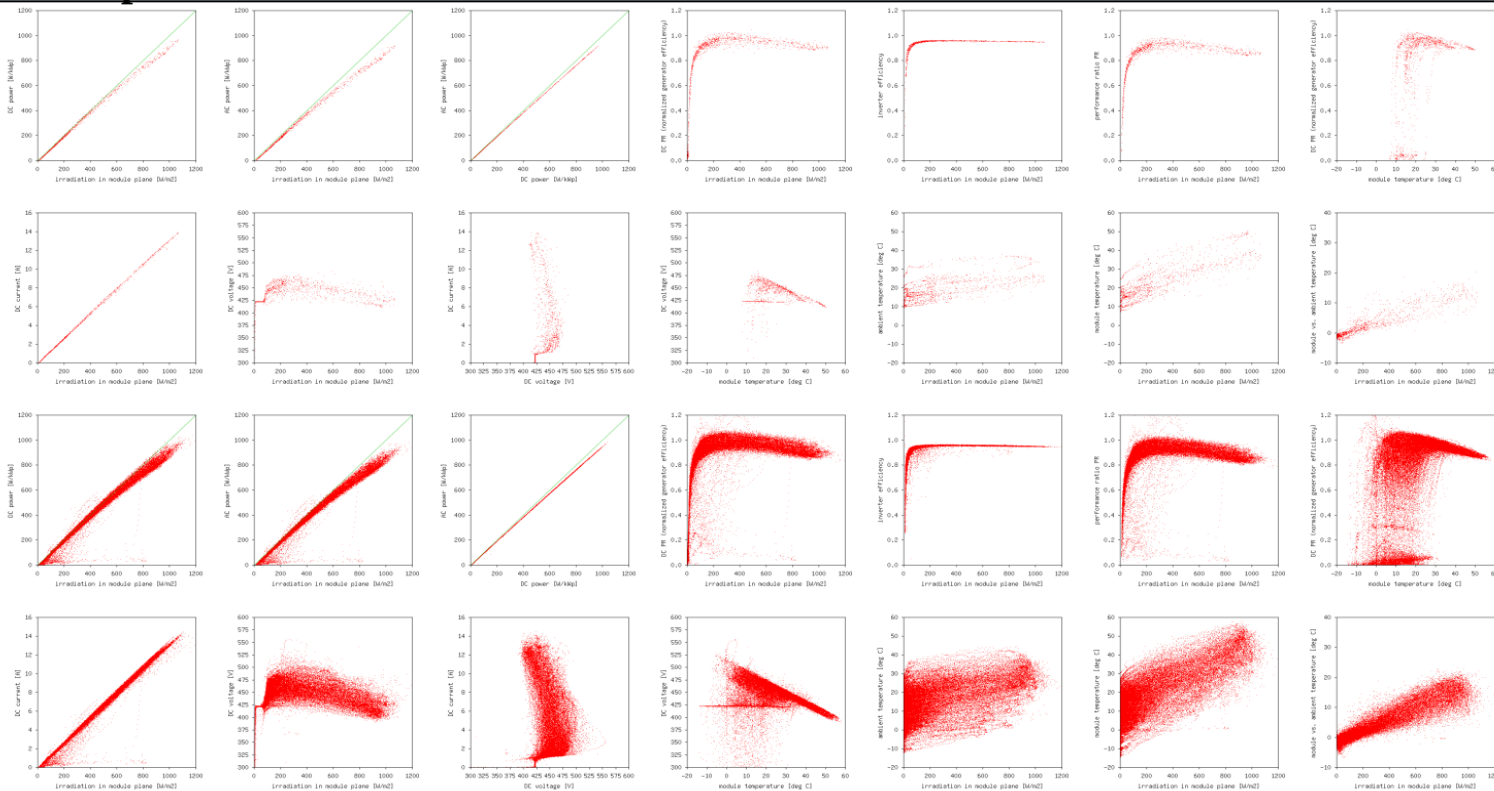
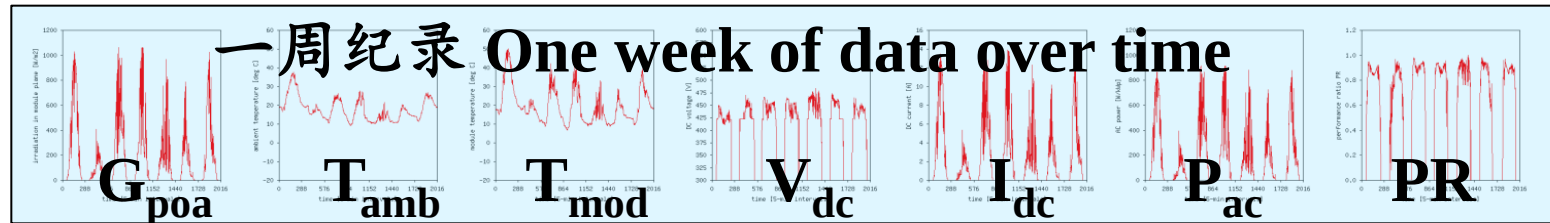
- 时间的积累
- 纪录不寻常的变化
- 起跑点虽输，是否路遥知马力？
- 详尽且准确的历史数据是无价之宝
 - 资源分析
 - 电站行为
 - 调度模式
 - 光功率预测系统训练
 - ...



上图: 某电站15年的PR纪录。0.66%平均年衰减

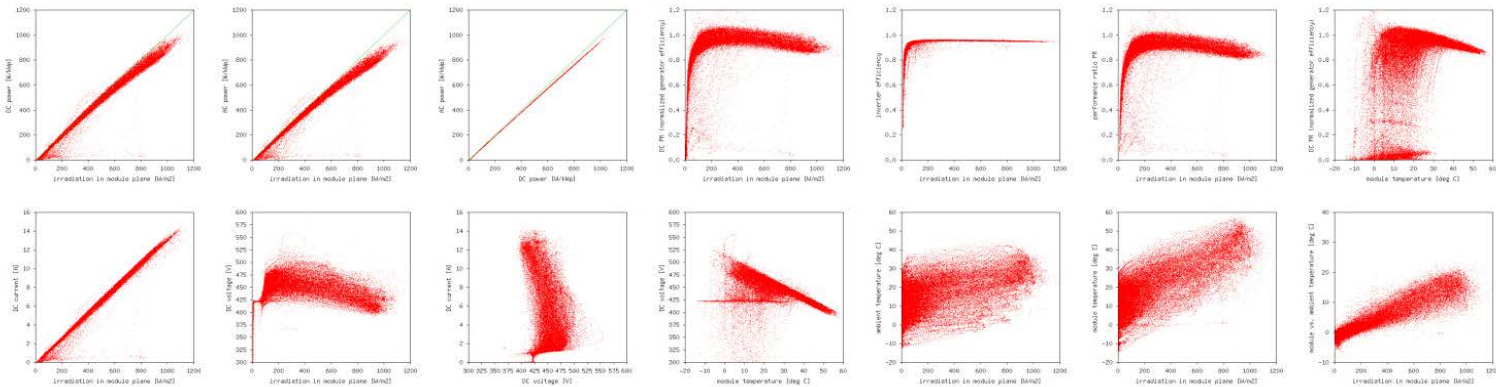
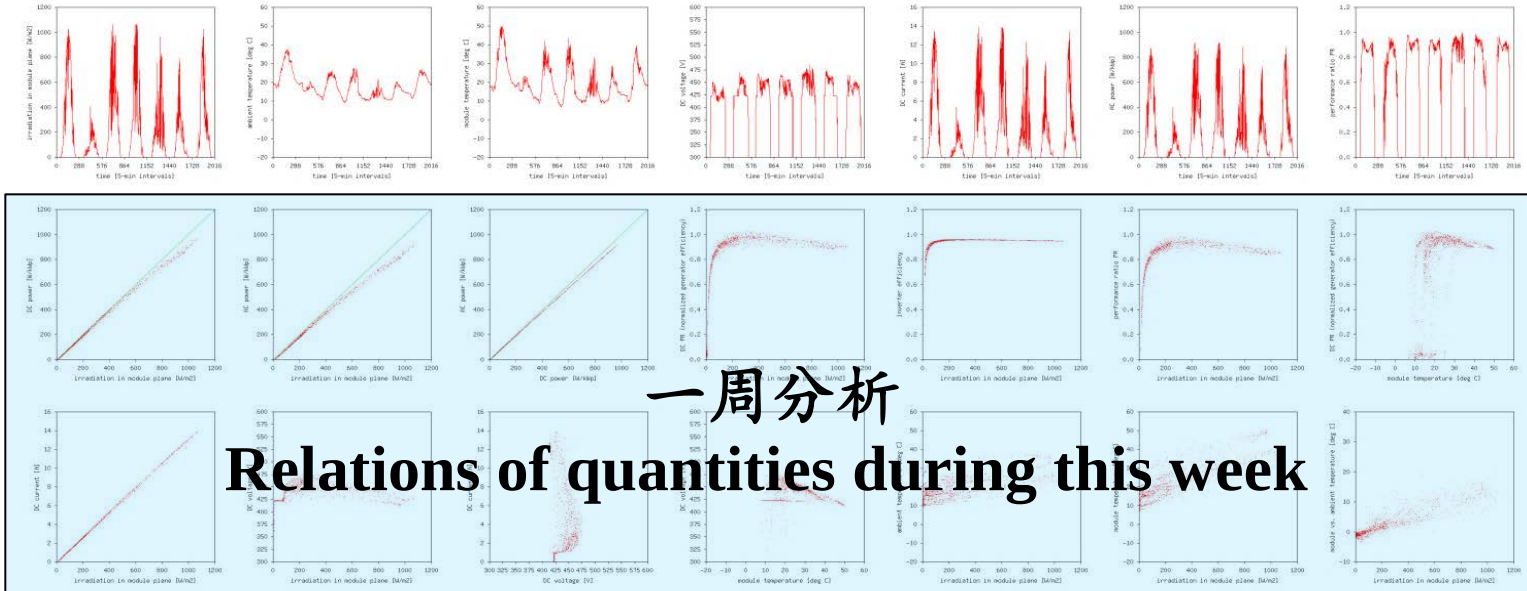
数据分析与深入挖掘 Data Analysis and Investigation

数据累积 → “变化” Data Accumulation → “Change”



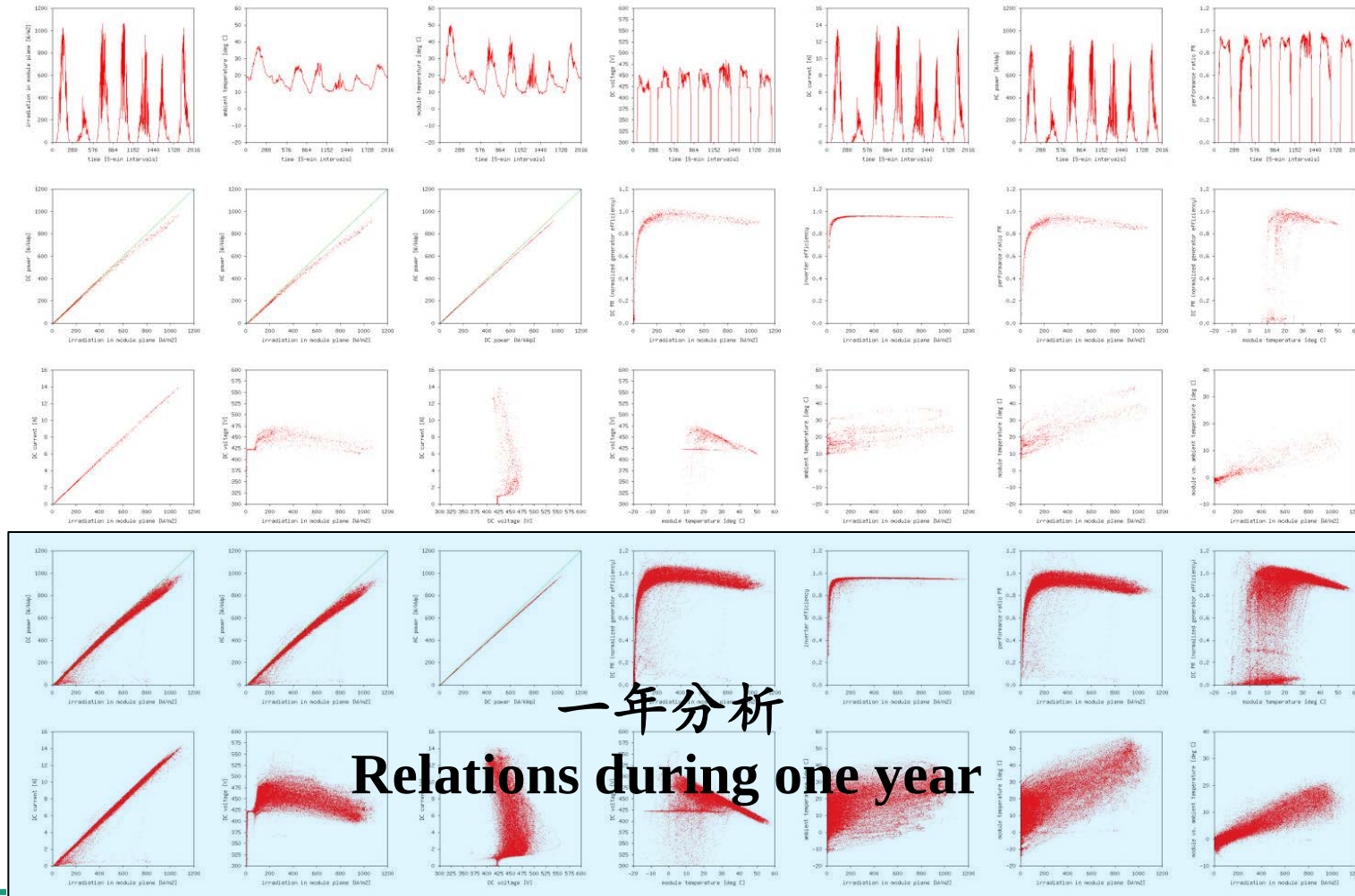
数据分析与深入挖掘 Data Analysis and Investigation

数据累积→“变化” Data Accumulation →“ Change”



数据分析与深入挖掘 Data Analysis and Investigation

数据累积 → “变化” Data Accumulation → “Change”

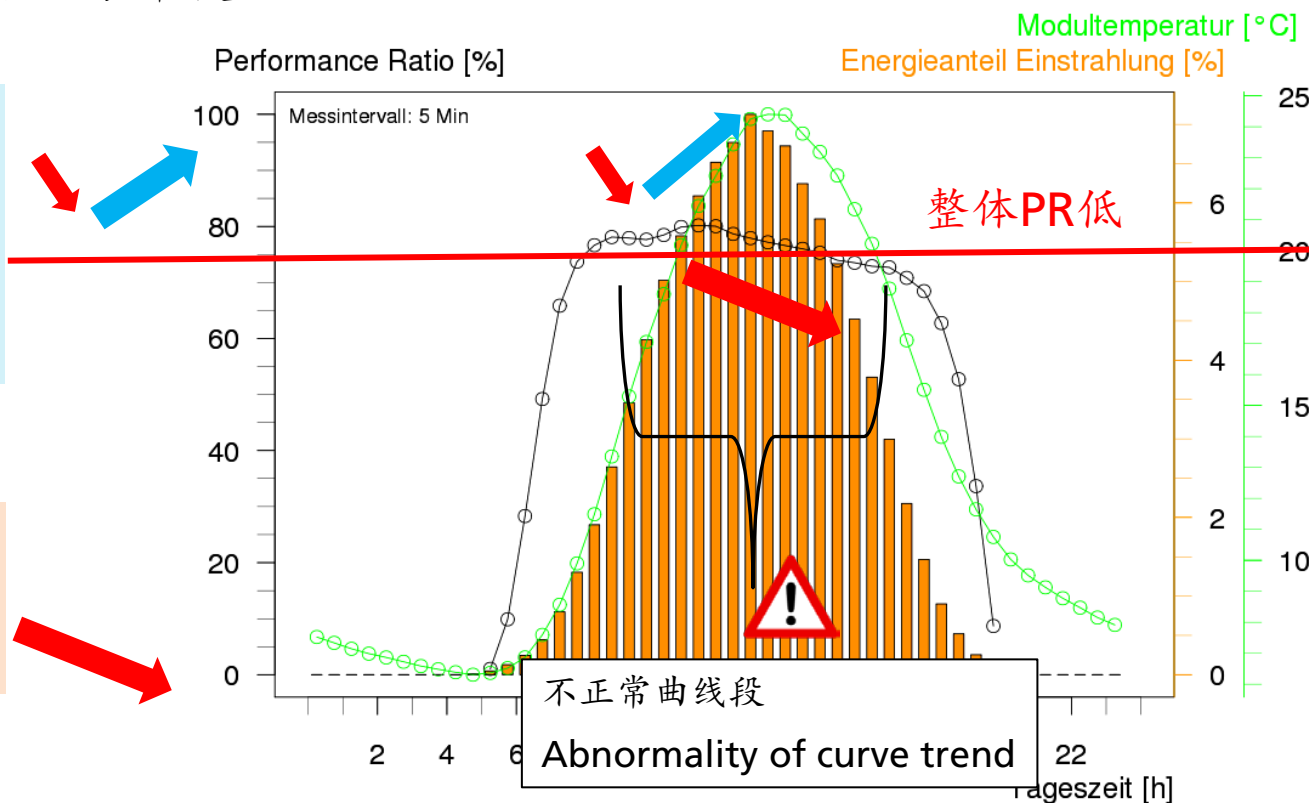


对现象提出解释

- 一切以前面的数据分析为基础!!

1. 外部阴影致PR下降
 2. 辐照增强，阳光角度增大
- 阴影遮挡变小
- PR开始回升**

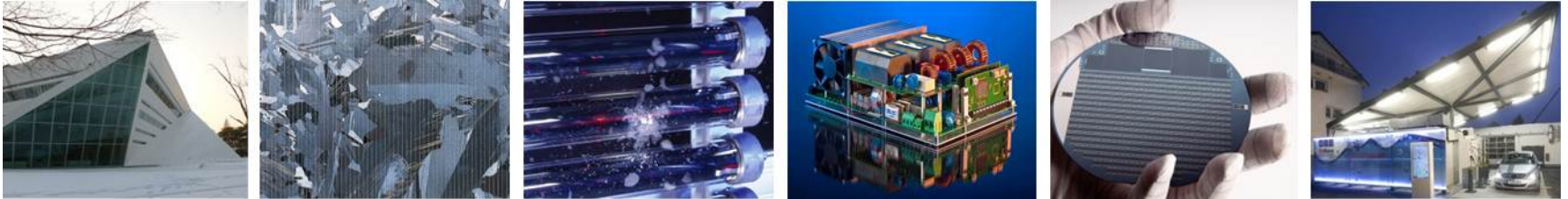
1. 辐照继续增强
→ 温度继续增高
PR再次下降





感谢您的参与!
Thank you for your Attention!

Fotos © Fraunhofer ISE



Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE

薄中南 Jefferson Bor

www.ise.fraunhofer.de

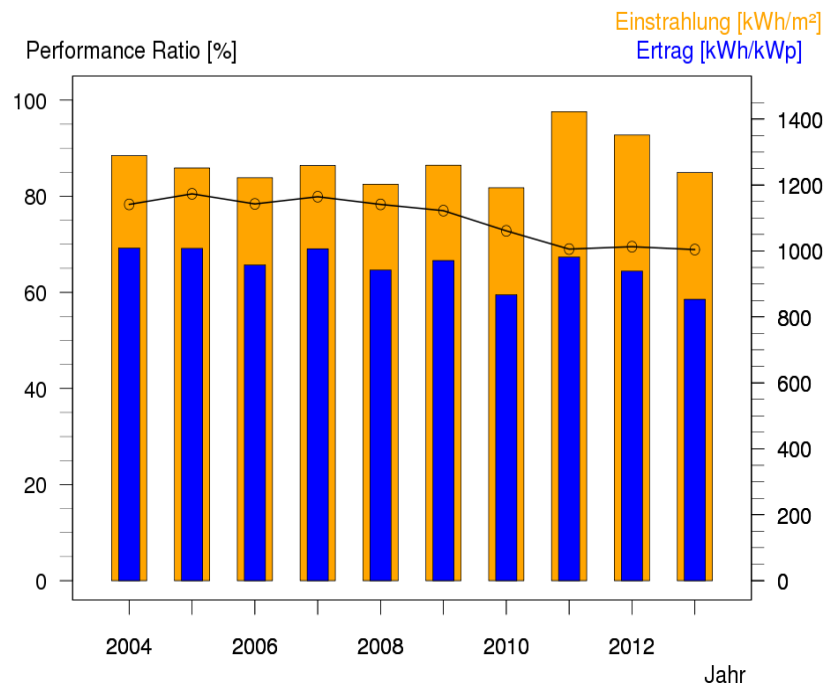
Jefferson.bor@ise.fraunhofer.de

性能分析进一步降低风险 Performance Evaluation for risk reduction 基于投产2.3年资料库 Based on Monitoring Data from 2 or 3 years

资料可用于:

- 核实当地卫星(太阳)资料修正产能分析
- 准确定义部分假设参数。
例如: 脏污程度
- 修正模拟模型
- 作为光功率预报基础

➔ 长期持续降低投资风险



系统能效比PR值监控年表

Long-term experience

PV plant in Germany with 20 years service time

Irradiation

1060 kWh/m² (± 13 %)

Yield

810 kWh/kWp (± 13 %)

Performance Ratio

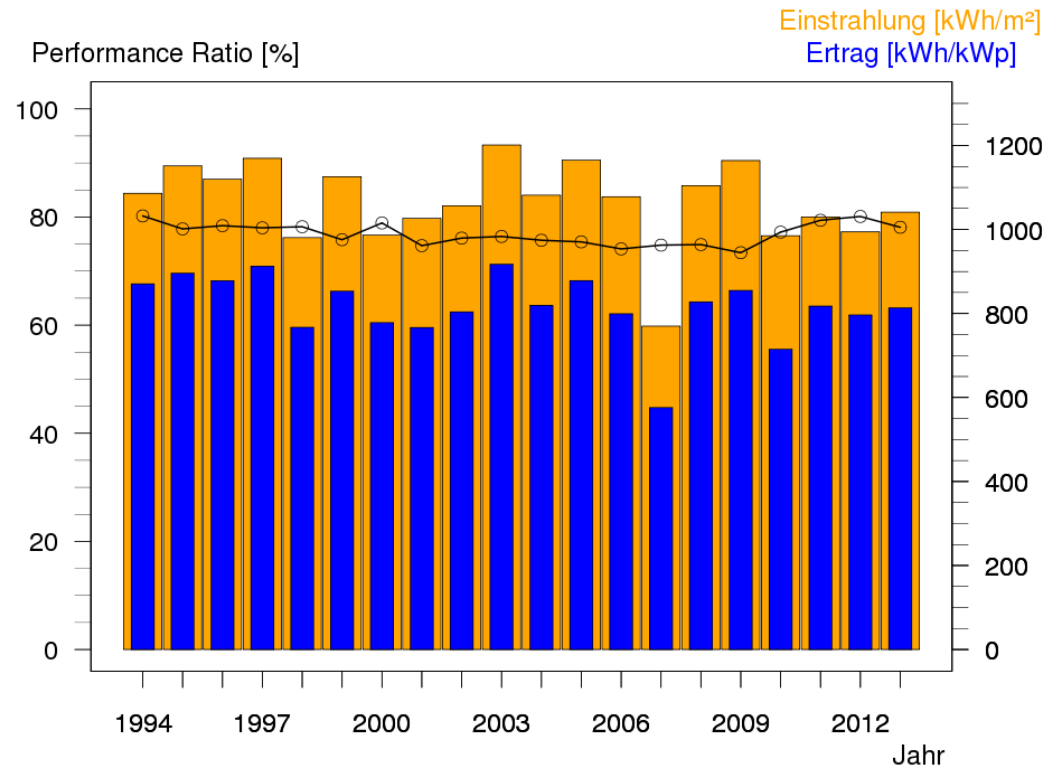
77 % ($\pm 2,7$ %)

Replacements:

2001: measurement equipment

2009: Inverter

2007: data availability 75 %



Long-term experience

PV plant in Germany with 15 years service time

Irradiation

1250 kWh/m² (+/- 5,1 %)

Yield

1000 kWh/kWp (+/- 6,3 %)

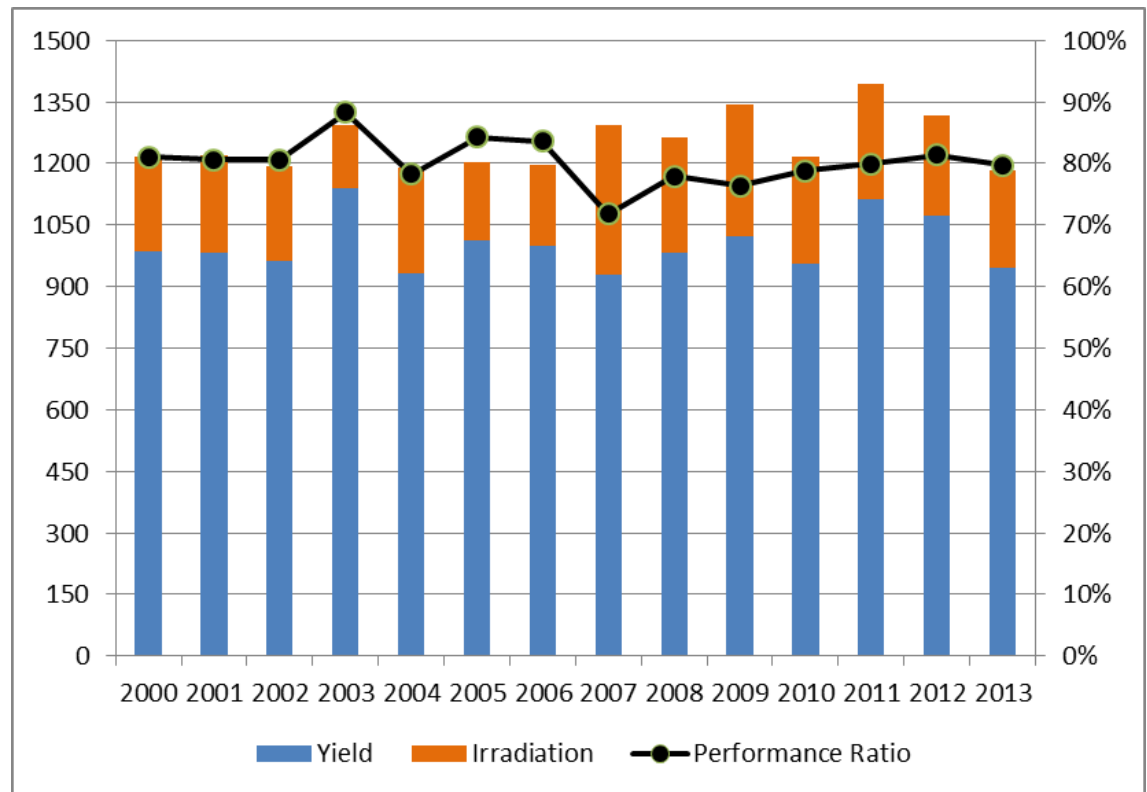
Performance Ratio

80 % (+/- 4,6 %)

Replacements:

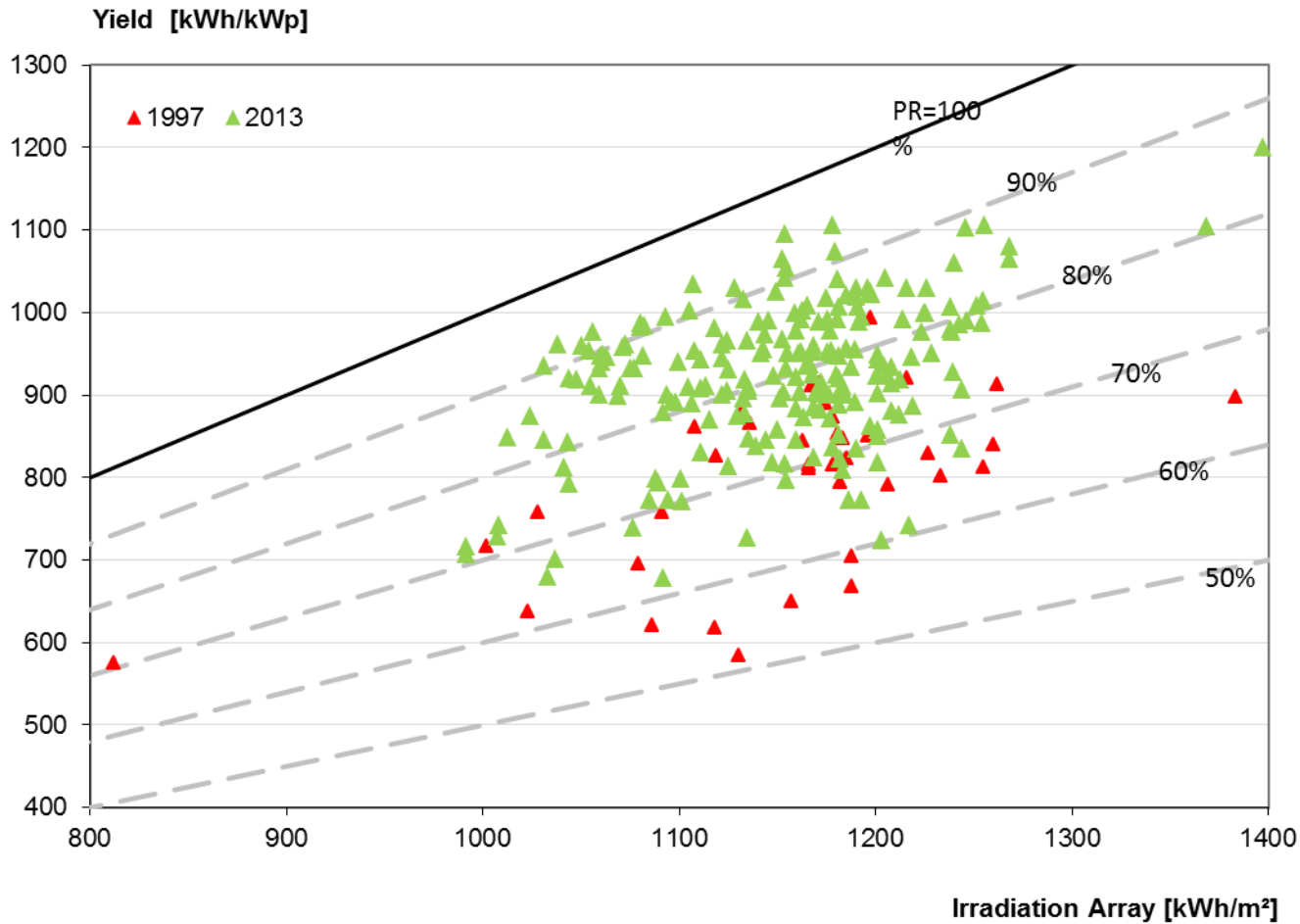
2007: measurement equipment

2013: Inverters



Performance Ratio of PV Plants

Development: 1997 to Today



光伏电站PR Performance Ratio of PV Plants

2016年德国电站综合评比 Benchmarking for 2016 in Germany

250个电站的测试结果对比

蓝色线条代表的是有进行长期测试数据监控与有效运维的电站

Measured performance ratios for 250 PV plants

blue bars represent new plants with basic initial quality assurance and continuous O&M.

