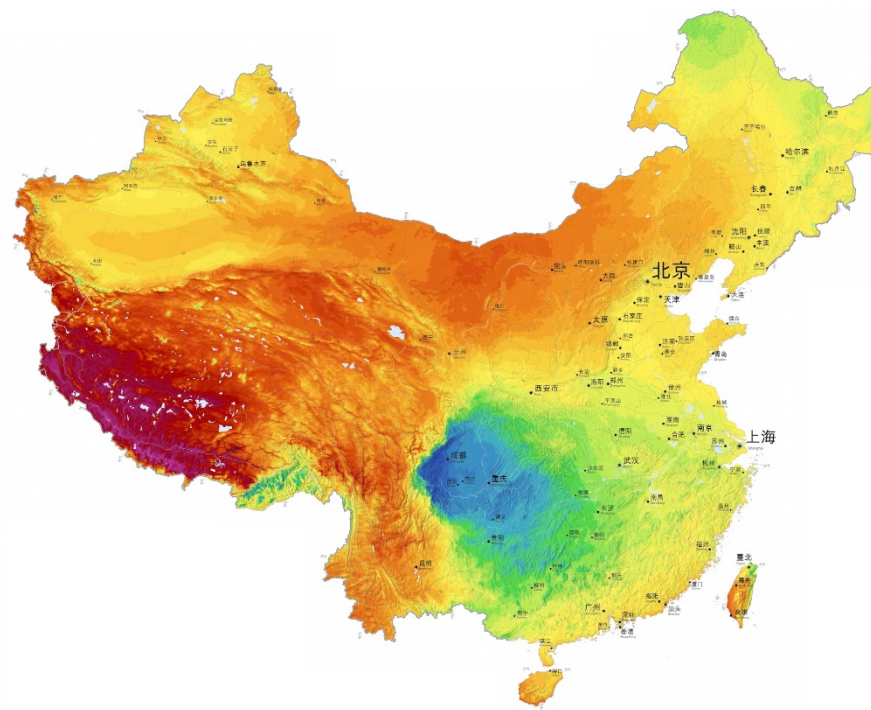


辐照气象数据的特性、选择及注意事项

Allen Long , Solarmeteo

Tel: 13506222465



-
- 1、辐照数据的偏差对项目的收益影响有多大？
 - 2、你了解你目前所采用的辐照数据吗？
 - 3、怎么样来选择合适的辐照数据？

A. 2016年6月30日前—粗放式

在国家划定的等级区域内的项目上网电价全部统一规定，企业的主要注意力在获取项目资源。这样导致实际安装量大大超出政府的规划。

B. 2016年6月30日之后--精细化

大部分省份开始采用竞争上网的政策，没有拿到项目指标的电站项目将不能并网和获取国家补贴，而在竞争上网的评价中，上网电价往往占总分的30%左右，因此这就需要电站项目投资方对项目的度电成本进行一个精准的核算。

表 1：地面光伏电站的标杆电价(单位：元/kWh)

资源区	降价前	降价后	差值	降幅
I类资源区	0.8	0.55	0.25	31.3%
II类资源区	0.88	0.65	0.23	26.1%
III类资源区	0.98	0.75	0.23	23.5%

部分两淮领跑者基地开标电价

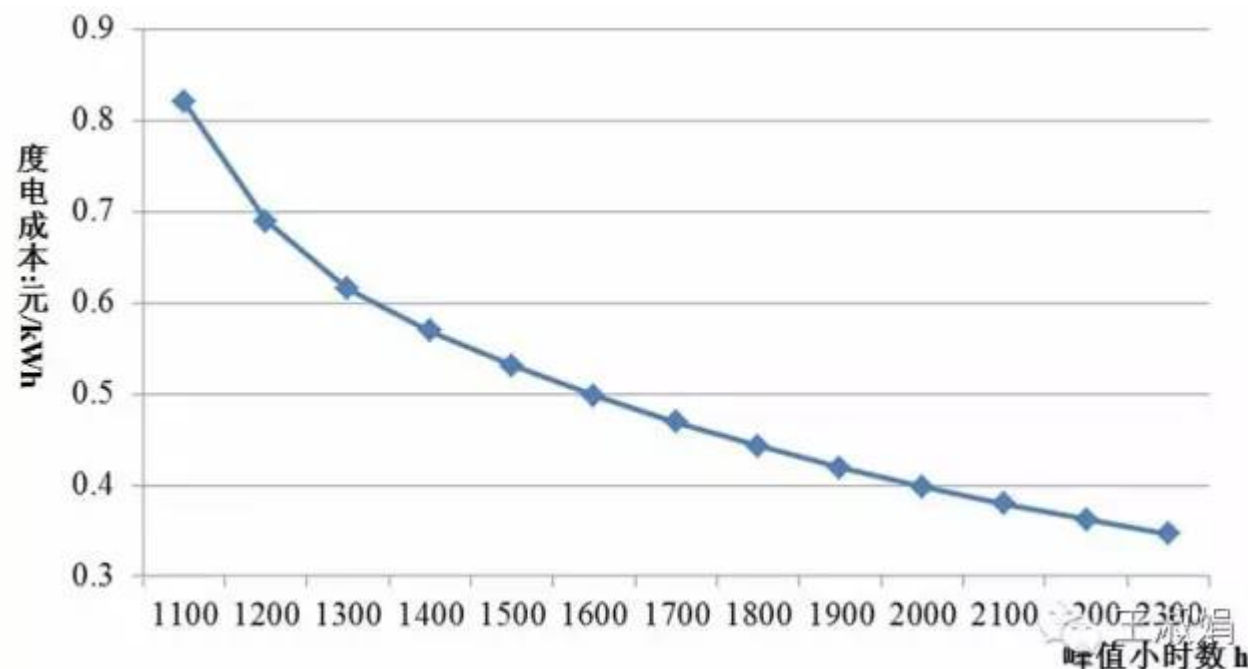
1	力诺	0.65	6	中节能	0.748
2	山西漳泽	0.688	7	大唐	0.753
3	中建材	0.696	8	正泰	0.755
4	协鑫	0.71	9	江山永泰	0.76
5	联合光伏	0.74	10	信义	0.78

气象数据偏差案例分析

A. 案例分析

1) 发电量的影响

下图为初始全投资为8000元/kW时，不同峰值小时数对度电成本的影响。



2) 不同峰值小时数下的度电成本

经计算，当发电量

减少10%，度电成本增加11.2%；

减少20%，度电成本增加25.4%；

减少30%，度电成本增加49.9%。

度电成本的准确与否，将决定项目的成败！

B. 投资回报率分析

财务差异

NASA 和地面气象站数据

数据来源	NASA 数据	气象站观测数据
水平面上总辐射量 (MJ/m ²)	4865	4317
最佳倾角 (°)	27	22
倾斜面上总辐射量 (MJ/m ²)	5216	4684
25 年平均发电量 (万 kWh)	26374	23685
25 年平均满发小时数 (h)	1055	947

财务指标		差值
内部收益率	融资前税前	21.41%
	全部投资税后	21.14%
	资本金税后	58.02%
投资利润率		34.73%
投资利税率		34.31%
资本金净利润率		36.78%
总投资收益率		22.09%

气象数据偏差案例分析及后果

C. 不够精准的气象数据-后果

- 导致电站选址错误
- 电站设计错误
- 电量承诺失效
- 无法支持运维
- 无法提供预测



气象数据的必要特征及来源

A. 专业辐照数据 – 必须具备的特征

- 高精度的
- 长时间历史纪录的（10年以上）
- 全覆盖的（任何时间、任何地点）
- 连续性（包含历史、近期及未来）
 - a) 历史数据（可研、财务分析）
 - b) 近期数据（实时监控、评估）
 - c) 未来数据（发电预测、并网协调）

III. 光伏气象数据包含的主要参数

GHI: 水平总辐射

RH: 相对湿度

GTI: 倾斜面辐射

WD: 风向 (离地面10米)

DNI: 直接辐射

WS: 风速 (离地面10米)

DIF: 散射

TEMP: 温度 (离地面2米)

DNI :在光热及光伏追踪项目上，需要重点考虑



气象数据的必要特征及来源

III. DNI占比和追踪系统发电量增加比

从右表中可以看出，DNI 在总辐射总的占比越高，那么追踪系统的发电量增加越高，因此在投资相同的情况下是否需要采用追踪系统就需要参考DNI 的比率问题。

地点	直射比	发电量提高比例
格尔木	0.68	38%
包头	0.64	35%
呼和浩特	0.61	34%
拉萨	0.61	33%
乌兰察布	0.58	34%
乌海	0.58	33%
同德	0.57	33%
张家口	0.57	32%
阳泉	0.52	27%
兰州	0.51	28%
新泰	0.43	24%
芮城	0.41	22%
淮北	0.39	22%
济宁	0.37	23%
淮南	0.37	20%



气象数据的必要特征及来源

C. 太阳能数据主要功能

- **历史数据 ——通常为超过10年以上的数据**
 - a) 用于选址和电站设计；金融和技术评估
- **实时数据 ——每日更新的短期数据**
 - a) 用于光伏电站监控及性能评估
 - b) 用于发电过程中的故障排查，进而提高发电量
- **预测数据 ——通常为3天后的预测数据；最多7天**
 - a) 用于电站及电网管理
 - b) 将储能效应最大化

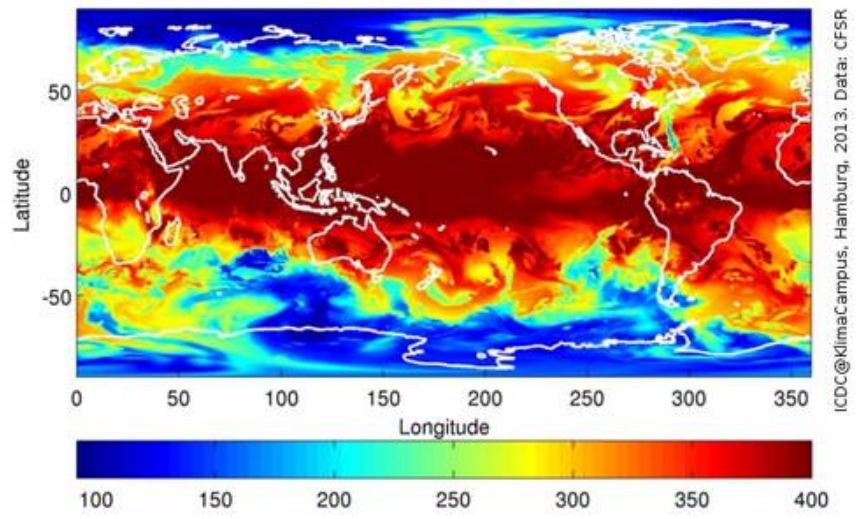
气象数据的必要特征及来源

D. 辐照数据 – 来源

地面测量站



卫星数据模型



气象数据的必要特征及来源

E. 光照数据来源 – 地面测量

日照强度计



"Hukseflux pyranometer SR20-D1" by Hukseflux - Own work. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Commons

日照热量计



"Hukseflux solarradiation dr01 photo" by Hukseflux - Own work. Licensed under Public Domain via Commons

仪器	测量参数
日照强度计	GHI, DIF
日照热量计	DNI



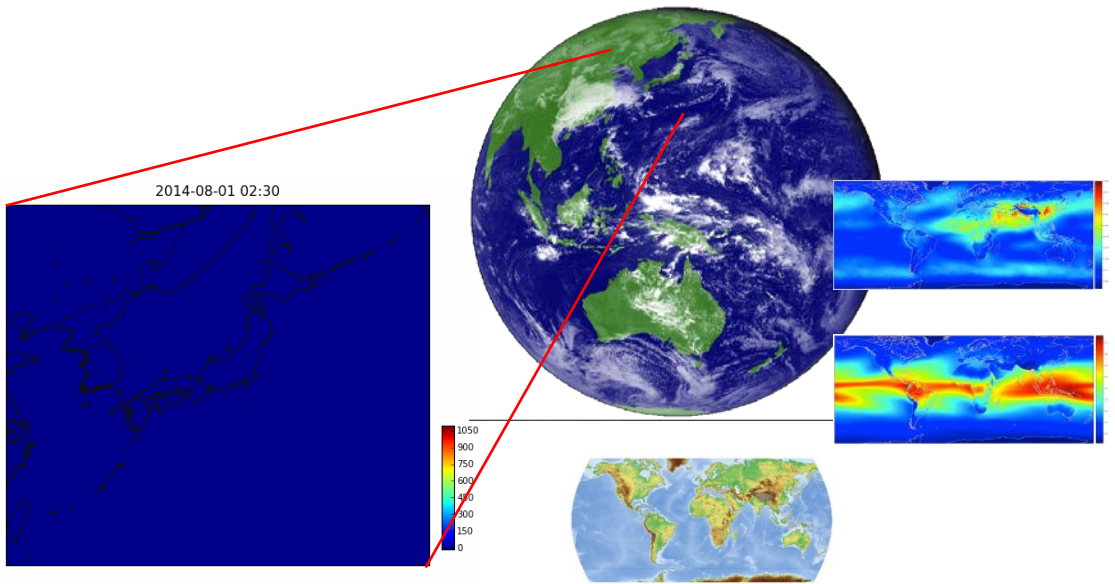
气象数据的必要特征及来源

E. 卫星模型数据

	PRIME 0°	IODC 57.5°	GOES East -75°	Pacific 145°	GOES West -135°			
2013	MSG 1,2,3	MFG 5,7	GOES 8,12,13,14	MTSAT 1,2	GOES 10, 11, 15			
2012								
2011								
2010								
2009								
2008								
2007								
2006	MFG 4-7			GOES 9				
2005								
2004				GMS 5				
2003								
2002								
2001								
2000								
1999								
1998								
1997								
1996								
1995								
1994								

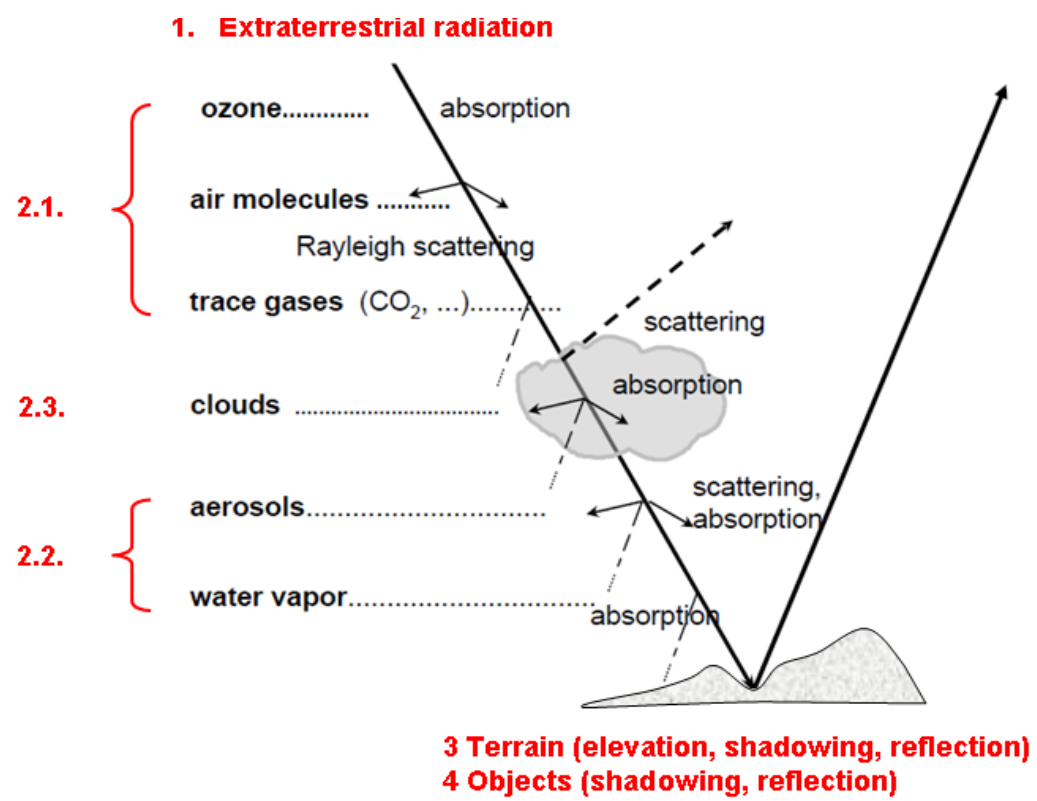
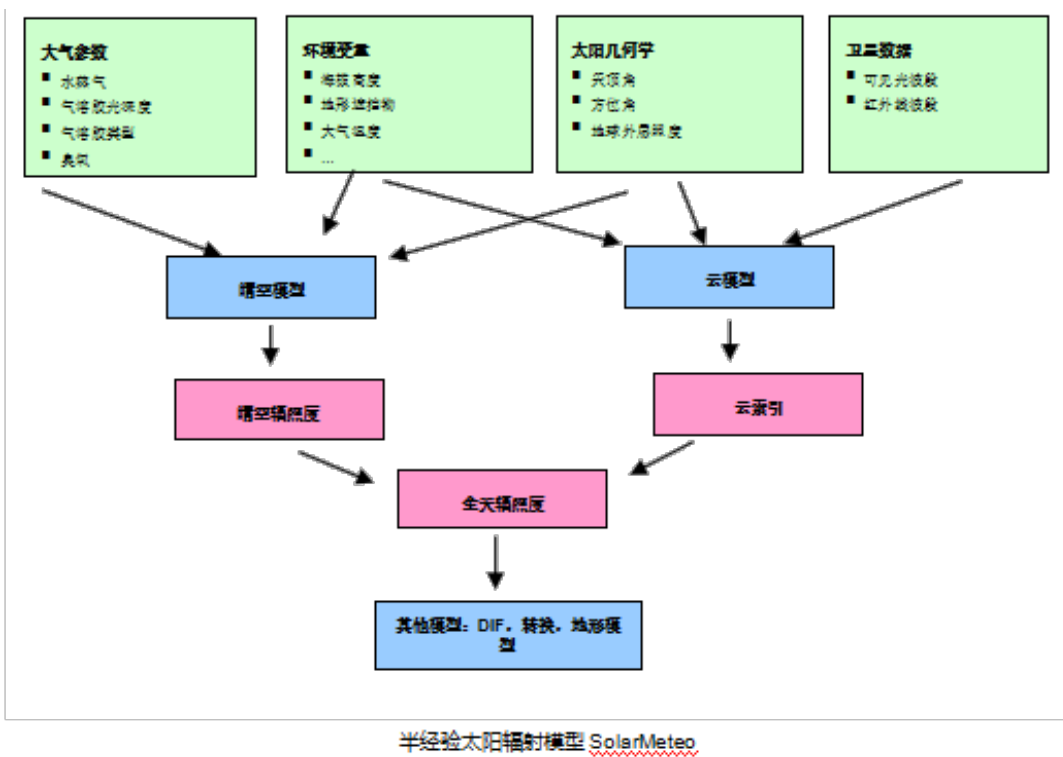
+ 根据HIMAWARI8

+ 根据HIMAWARI8卫星数据进行实时更新



气象数据的必要特征及来源

F. 卫星数据计算模型



地面数据和卫星数据的对比及优缺点

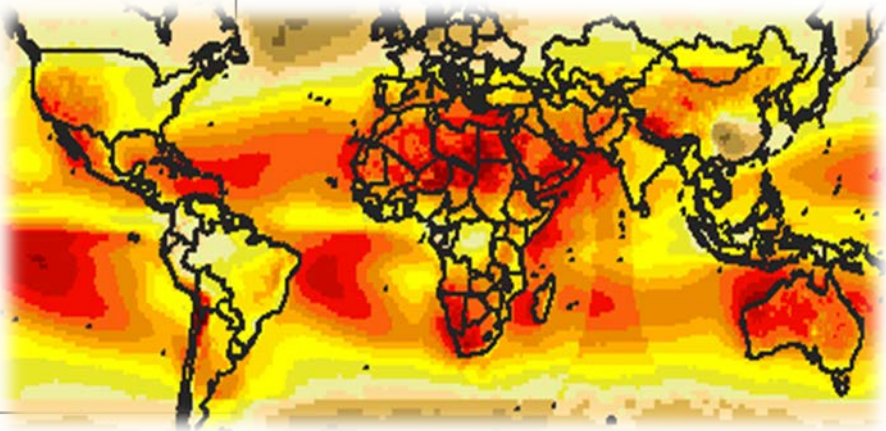
A. 地面和卫星数据 – 优缺点

	优点	不足
地面 气象数据	a) 高频率 b) 高精度	a) 无法覆盖全部区域 b) 时间比较短 c) 成本高 d) 维护和校验困难 e) 数据质量比较难以控制。
卫星 模型数据	a) 全地域覆盖 b) 连续且稳定 c) 可调整性 d) 中国地区9-17年的历史数据	a) 短期精度偏低

全球几个主流气象数据提供方的对比

A. NASA数据库基本情况介绍

NASA SSE 6.0	
空间分辨率	约每110X110千米
时间跨度	22年（1983年至2005年），但不包括上个十年的数据
卫星图像覆盖范围	每3小时、每日、每月平均值；对每日平均值图像进行仿真
气溶胶数据分辨率	仅采用每月平均值
是否包含年际变率信息	是，但该信息仅基于较低空间分辨率数据之上
是否包含该站点特定不确定度	没有
是否更新	没有（或很少）



全球几个主流气象数据提供方的对比

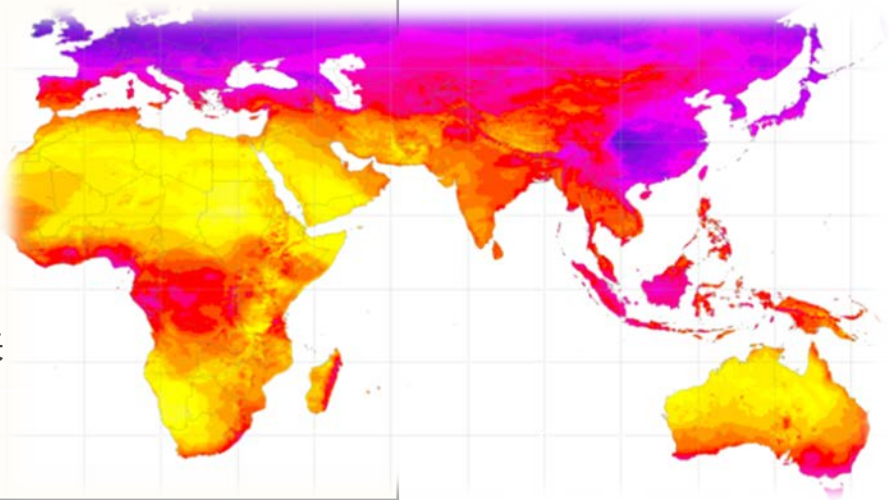
B. Meteonorm数据库基本情况介绍

- 1、Meteonorm是由Meteotest开发的一个广泛用于太阳能行业从业人员获取光资源辐照数据的数据库。它拥有超过30年的历史（第一版发布于1985年），已经成为了太阳能模拟发电中用到的一个标准的数据库，同时也是众多光伏发电设计软件默认自带的数据库，包括PVsyst 和PVSOL。
- 2、Meteonorm是一个基于实测和卫星模型组合的数据库。在欧洲地区是采用Heilomont 卫星模型的数据。在非洲地区它采用的是CM-SAF的数据库。
- 3、在Meteonorm中获取某个具体地点的数据的方法是通过获取附近气象站的长年月平均数据，而其基于卫星模型的数据主要是在附近没有气象站的情况下，在距离10/20/30公里（在欧洲/非洲/世界其他地区）。

全球几个主流气象数据提供方的对比

B. Meteonorm数据库基本情况介绍

Meteonorm 7.1 版本	
空间分辨率	取气象站卫星图像的空间插值
时间跨度	20年 (1991年至2010年) – 不同站点的时间跨度不同
卫星图像覆盖范围	长期平均值
气溶胶数据分辨率	每月长期平均值
是否包含年际变率信息	否
是否包含该站点特定不确定度	是，但仅限于部分站点，通过对比月度值得来
是否更新	偶尔



Solargis 数据库介绍

SolarGIS是由Marcel Suri 博士于2008年成立的一个专业的从事于光资源的数据库，该数据库的本质是由一系列太阳辐射、光伏数据、气象和地理要素构成的数据库，以此数据库为基础，经科学算法计算之后，提供太阳能资源评估和光伏模拟数据服务，以有交互特点的iMaps、climData、pvPlanner、pvShot四种应用为主要软件工具。

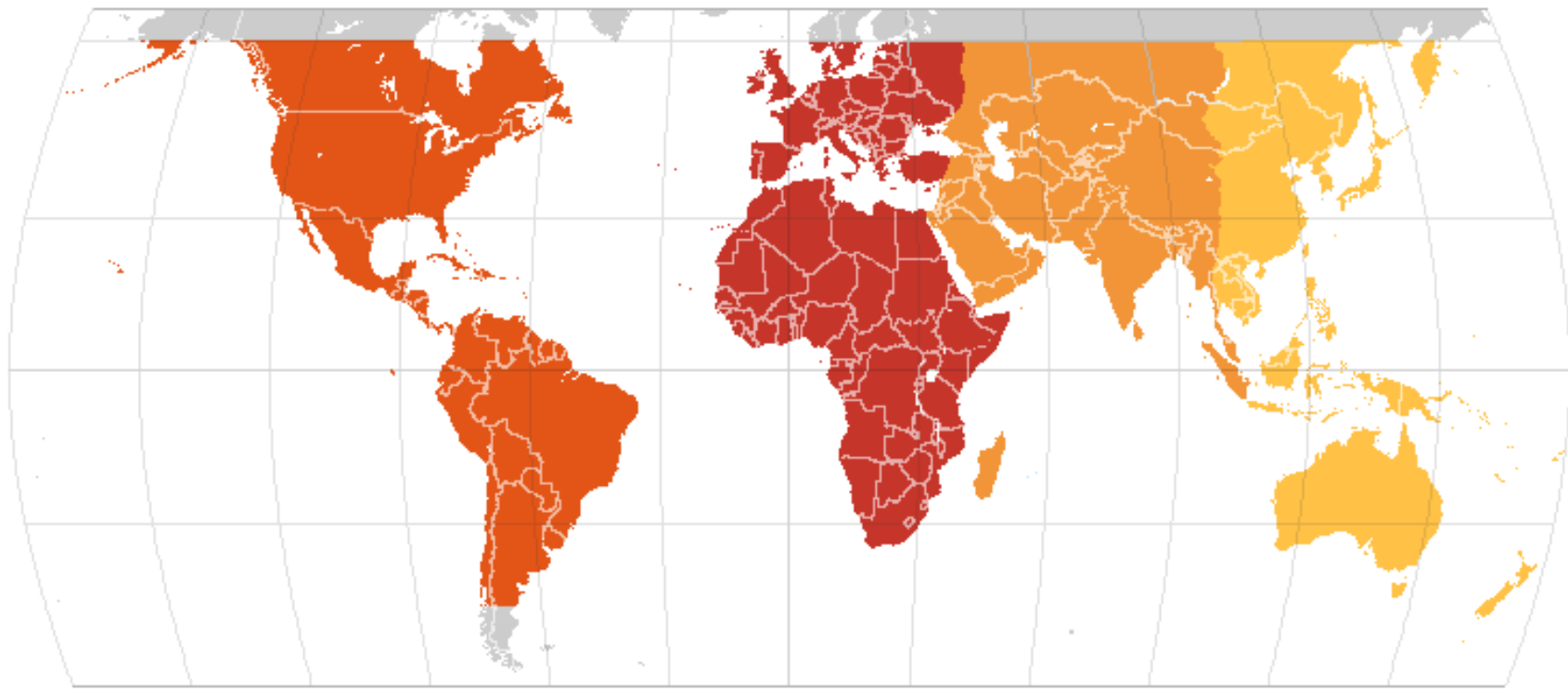
它可以提供10年以上的、时间分辨率为30分钟的GHI、GTI、DNI、DIF和温度的时间序列，环境参数的分辨率可以达到250米。



Marcel Suri

Solargis辐照数据库的基本情况

B. 技术参数 – 时间分辨率（时间间隔最短的每15/30分钟）



1999-2015 1994-2015 1999-2015 2007-2015 no data

Solargis辐照数据库的基本情况

C. 数据验证

- Solargis在全球选取了189个GHI、110个DNI的站点数据和我们自己的数据进行了对比得出的结果。

统计	缩写	单位	所有选址的平均偏差	所有选址的标准偏差
水平面辐射量	GHI	[%]	0.3	3
直射太阳光辐射量	DNI	[%]	-0.4	5.8

An independent Expert Survey (International Energy Agency, SHC Task 36) has identified SolarGIS as the best database in the market, in terms of accuracy, reliability and data representativeness.

D. 技术参数 – 准确度

➤ 80%的观测值

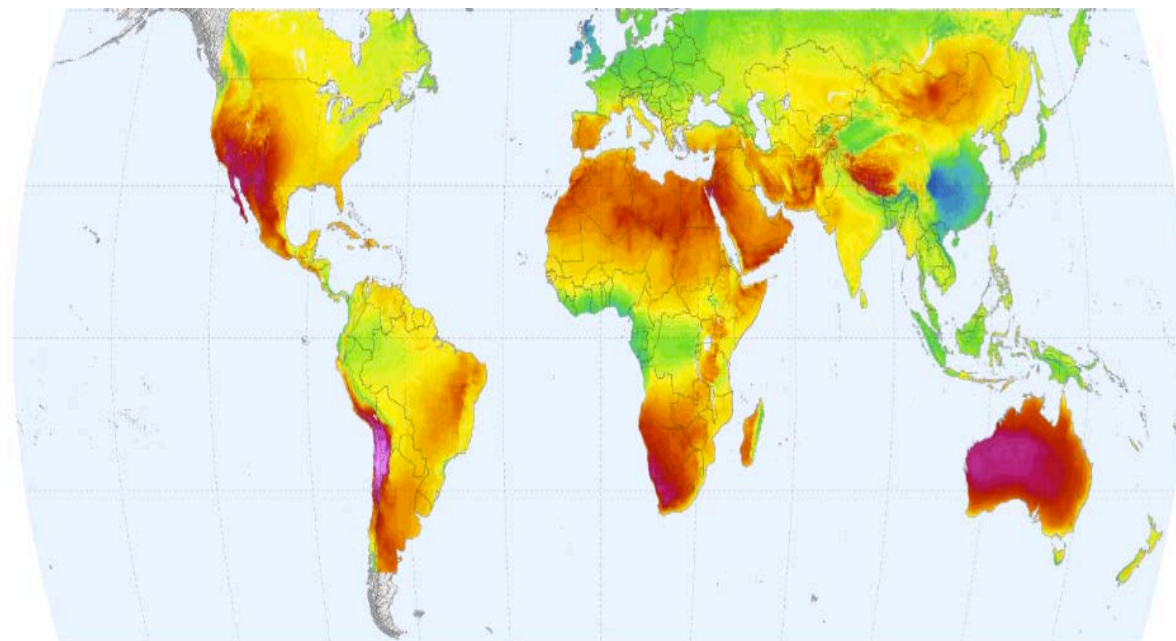
年度不确定度小于：4%（GHI），8%（DNI）

➤ 90%的观测值

年度不确定度小于：5%（GHI），10%（DNI）

➤ 极端情况

年度不确定度不高于：8%（GHI），15%（DNI）



全球几个主流气象数据提供方的对比

E. Solargis太阳能数据

SOLARGIS v. 2.0	
空间分辨率	每3千米至每0.25千米
时间跨度	至少17年/10年（从1999年/2006年至今）
卫星图像覆盖范围	每30分钟（每10分钟）
气溶胶数据分辨率	每日平均值
是否包含年际变率信息	是
是否包含该站点特定不确定度	是
是否更新	是（每日更新）

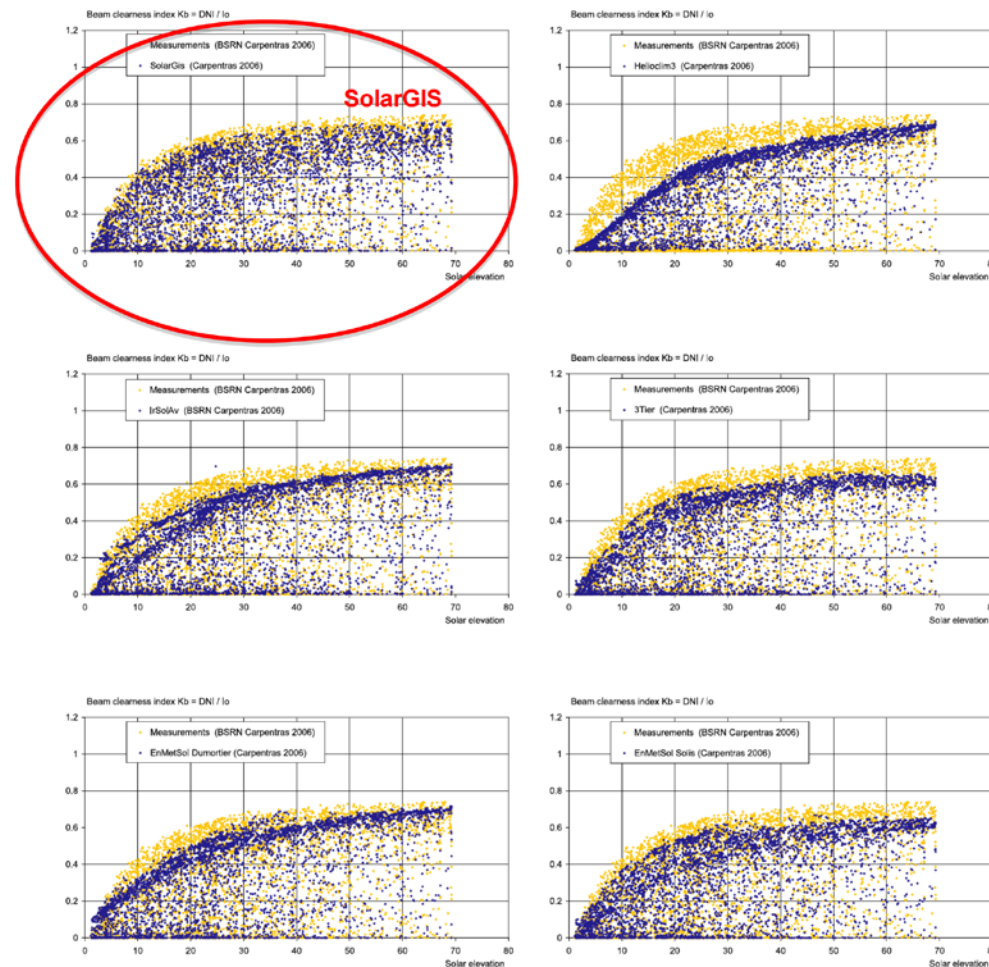
气象数据的必要特征及来源

G. 准确度

瑞士日内瓦大学公开发表的现有卫星数据提供商独立调查报告。

论文出处：

http://www.unige.ch/cupe/pub/ineichen_valid-sat-2011-report.pdf



全球几个主流气象数据提供方的对比

F. 主流气象数据的关键参数对比

	NASA	Meteonorm 7.1	Solargis
空间分辨率	110 X110公里	30X30 公里	0.25X0.25公里
数据时间跨度	22 年 (1983-2005)但是不包含近 10年的数据	20 years (1999-2010)但是不包含近 6年的数据	西部地区17年，东部地区 10以上的实时更新的数据
数据时间步长	每3小时、每日、每月平均 值；对每日平均值图像进行 仿真	3小时	30分钟
大气溶胶数据	月平均	月平均	天平均
是否包含年际变量	是、但该数据只是基于较低 的空间分辨率数据上	是，但仅限于部分站点， 通过对比月度值得来	是
是否包含该点的不确定度	否	否	是
是否实时更新	否（或很少）	偶尔	是

全国辐照监测站分布图

A. 中国国家气象局 气象站等级分布情况：

- 中国气象局目前共有98个太阳能辐射观测站，其中一级站17个，二级站33个，三级站48个。
- 一级站测量参数：GHI,DNI,DIF
- 二级站测量参数：GHI,DIF
- 三级站测量参数：GHI



国内地面气象站数据分析

B, 气象站数据案例分析

侯马2006-2015年辐射资料，单位MJ/M2

气象站位置，山西省侯马市，

经度： 111.3321

纬度： 33.6191

时间跨度： 2006.01-2015.12

数据统计显示10年平均总辐照为：

1266KWH/M2

年 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年合计
2006	143.98	254.44	431.92	484.83	557.15	582.35	481.6	408.13	310.4	272.36	203.93	146.72	4277.81
2007	195.7	237.76	352.47	481.28	600.35	481.46	477.33	502.03	362.47	248.33	231.37	165.09	4335.64
2008	152.51	286.56	445.97	479.11	586.8	481.81	571.77	509.6	348.01	321.95	256.46	215.72	4656.27
2009	198.67	184.05	398.69	517.76	506.36	607.89	536.4	468.63	354.67	314.24	205.33	201.46	4494.15
2010	228.56	254.29	351.71	459.75	552.86	621.06	519.97	461.99	374.61	340.63	260.25	188.16	4613.84
2011	139.06	126.89	482.67	552.7	554.3	558.02	506.4	457.14	303.64	315.54	168.96	197.51	4362.83
2012	193.22	256.76	384.12	535.46	625.59	608.59	558.45	482.12	444.7	347.95	266.69	190.24	4893.89
2013	220.98	246.39	426.02	540.34	540.78	604.98	495.5	607.41	395.77	346.03	242.44	196.8	4863.44
2014	246.08	198.46	428.81	439.98	635.99	595.28	669.1	494.39	339.45	300.87	229.86	222.92	4801.19
2015	185.58	254.05	378.72	535.35	539.57	416.17	550.25	442.32	335.44	312.55	163.59	182.22	4295.81

国内地面气象站数据分析

C, 气象站数据案例分析

➤ 该站点数据的判定：

- 1、维度比改点低4度左右的盱眙地区的年均辐照在1300以上，比该气象站的数据要高3%。
- 2、依据今年山西省发布的临近地区阳泉的领跑者基地显示，阳泉地区的辐照数据在1400左右。

因此我们可以推断该气象站的数据与实际数据偏差在10%左右。

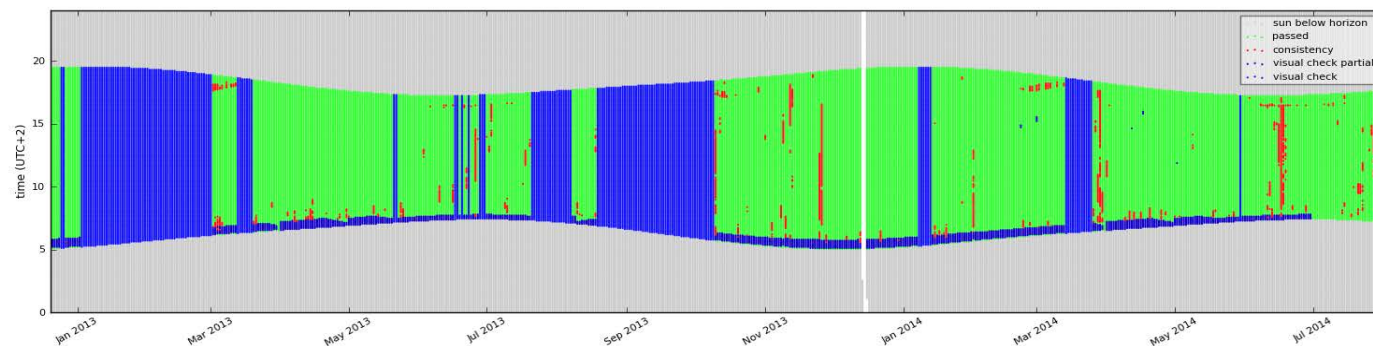
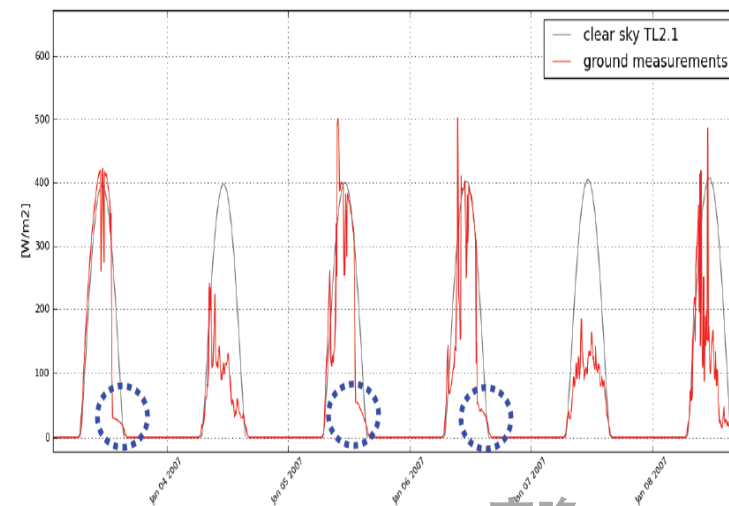
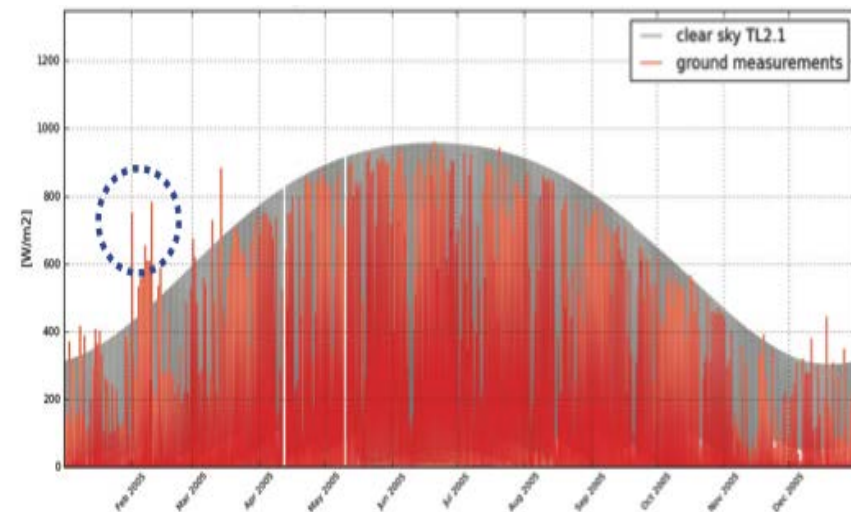
➤ 原因分析：

- 1、重视度不够，全国有超过2000个气象站，但是其中只有98个站测量辐照方面的数据；
- 2、站点位置问题；
- 3、设备仪器的维护和校验问题；
- 4、缺乏专业的数据分析，筛选，校验。

Solargis对地面气象站数据的筛选

D, 地面气象站数据的筛选与应用

- 地面气象站由于受环境的和设备的影响，会出现非线性的偏移，因此在采用之前必须对其进行筛选补充后才能采用。
- 这个是个非常专业的工作，而国内的气象站往往不具备这方面的能力。



夜晚
通过质量筛选
阴影
超过理论值
其他问题

长期历史数据的选用

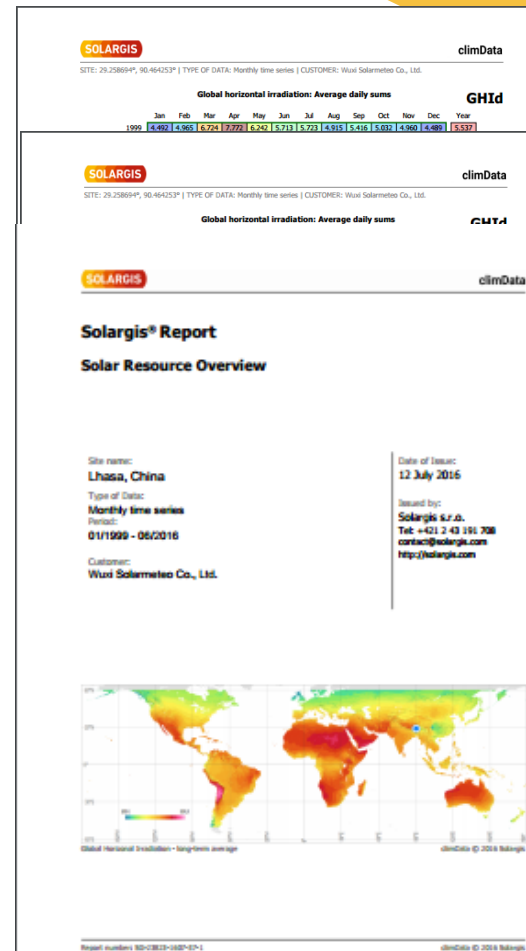
A, 历史数据种类

➤ 历史时间序列数据

历史时间序列数据指的是有历史记录以来的按照时间排列的数据，比如：1999年1月、2月、3月.....,Solargis能够向全球客户提供11年以上的月级别、小时级别和30分钟级别的数据。

➤ 典型气象年数据（工程年数据）

典型气象年（Typical Meteorological Year，TMY）是指以近11年以上的月平均值为依据，从近10年的资料中选取一年各月接近10年的平均值。Solargis 能够为客户提供典型气象年P50,P90的数据，能够让客户针对项目潜在发电量进行不同概率的发电量进行模拟。



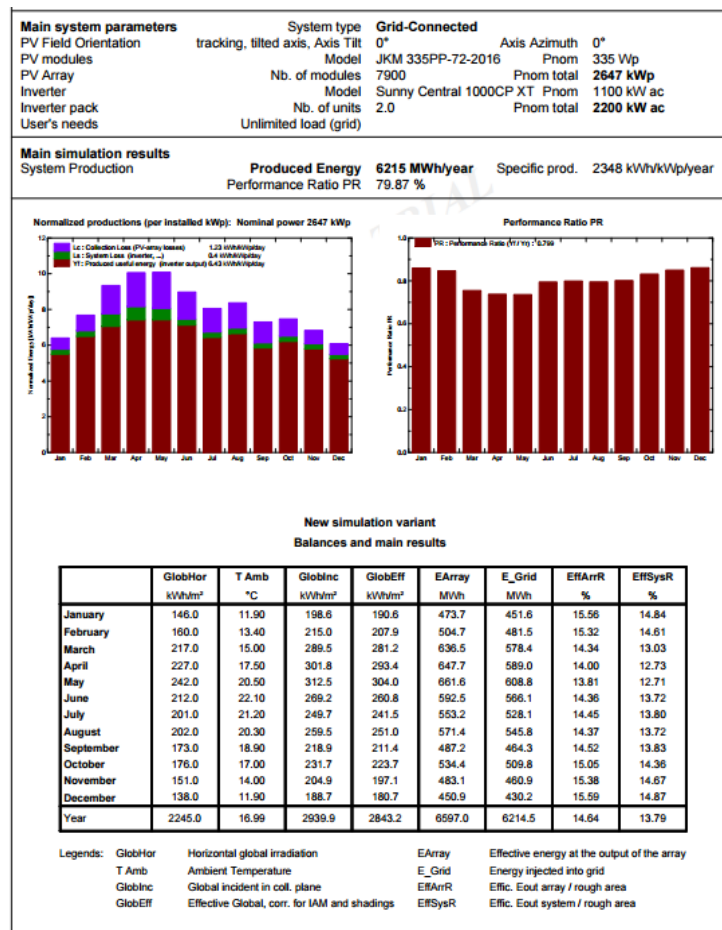
长期历史数据的选用

30/33

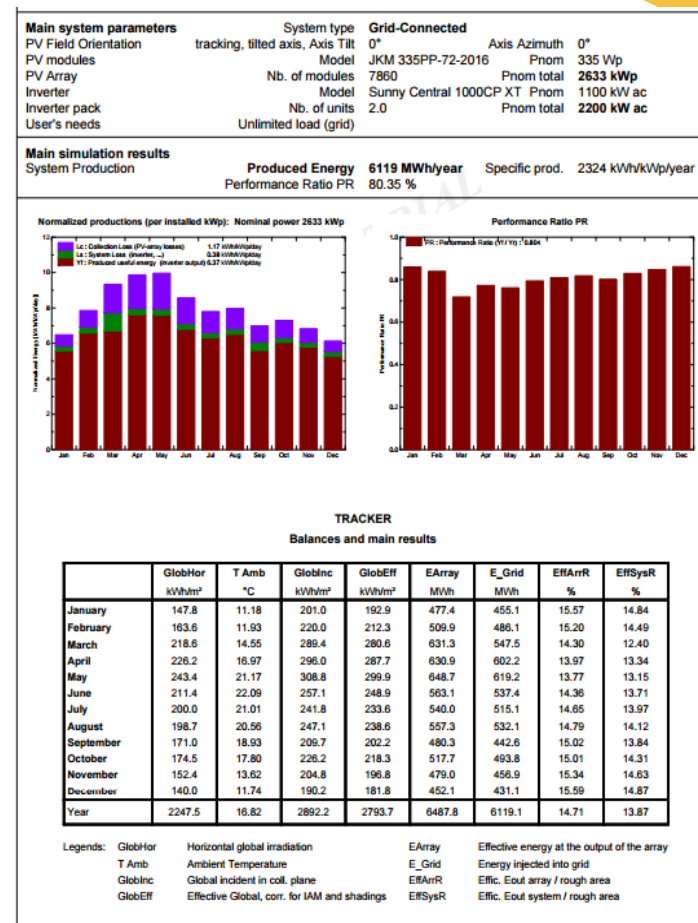
B, 历史时间序列

➤ 历史时间序列数据

系统模拟发电量原理是微积分的过程，因此数据越详细越接近实际发电量，即使两者总辐照相同的情况下，采用月度数据和小时数据的模拟发电量也有±2%差异。



月度数据PR=79.87%



小时数据PR=80.33%

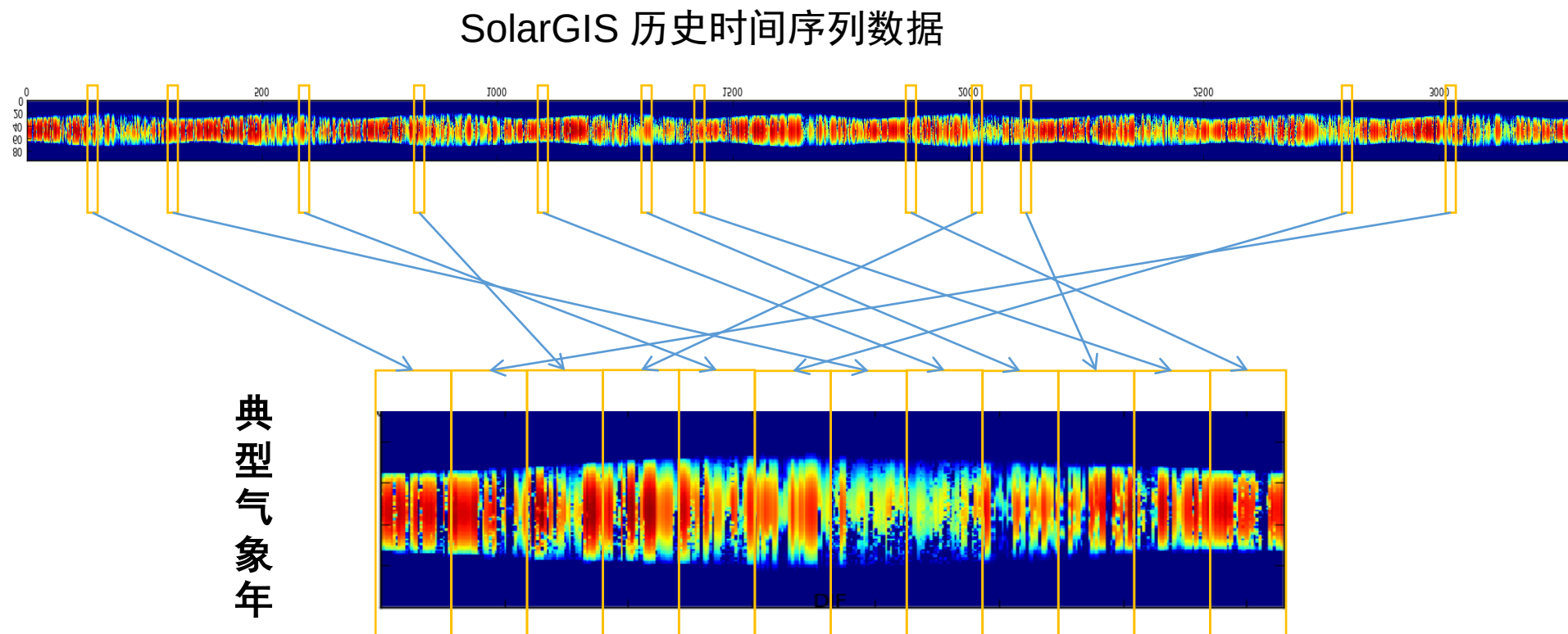
SOLARMETEO
powered by Solargis

SOLARGIS

长期历史数据的选用

C、典型气象年数据（工程年数据）

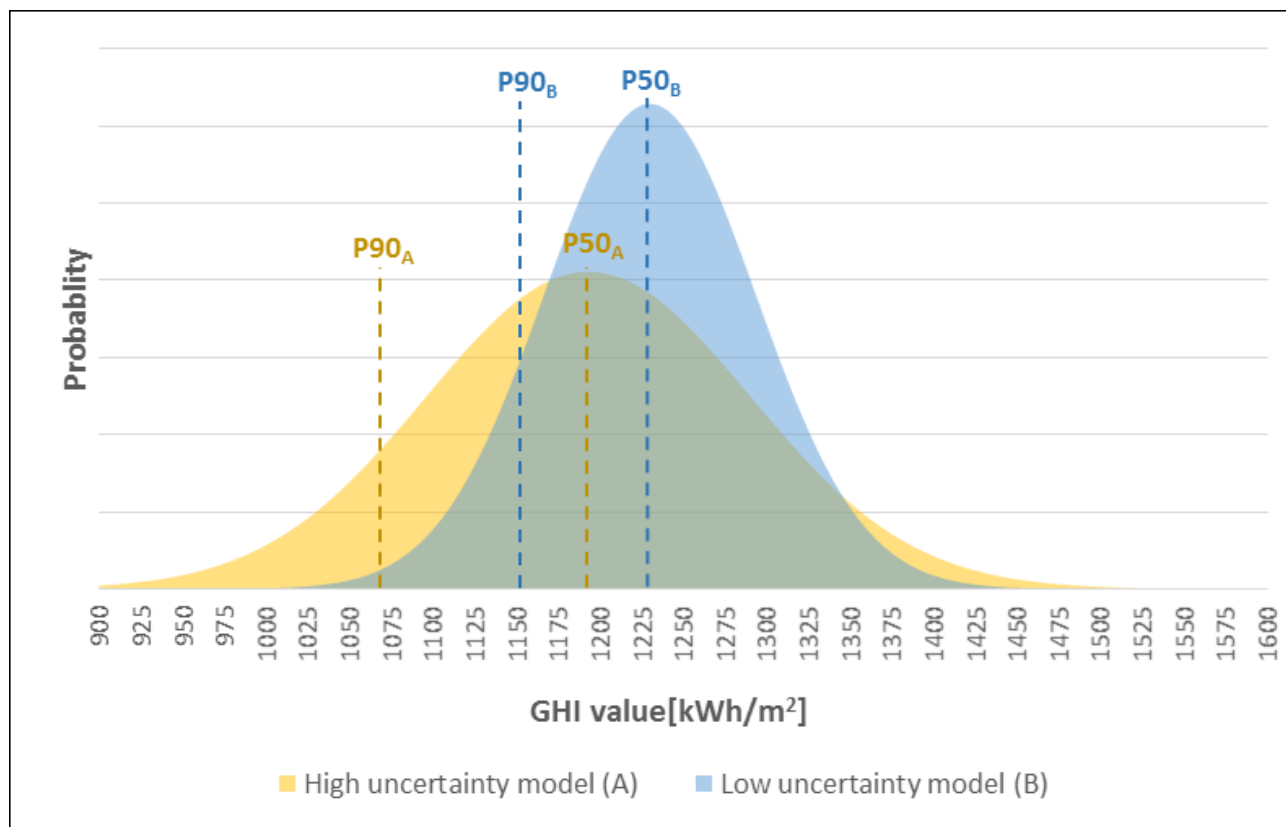
- 典型气象年的数据是通过计算，在历史年份中选取最接近平均年份的月份数据，并采用小时数据形成一个气象年份。



长期历史数据的选用

D、典型气象年P50、P90的意义

- Solargis能够向客户提供典型气象年P50、P90的数据，其中的P50表示，我们给出的数据处于中位，未来年份中有50%的年份数据大于我们给出的数据，P90表示未来90%年份的数据要大于我们给的数据。这样便于客户做不同风险项下的发电量模拟。



长期历史数据的选用

E, 不同年份及概率情况下的数据对比分析

数据类型	有效小时	PR	水平辐射	水平散射	斜面辐射	温度	有效小时 (PR=80%)
Pvplanner	1235	82.58%	1429.0	807.0	1495.8	19.1	1196
P50	1242	81.17%	1443.6	840.2	1516.4	18.7	1224
P90	1133	82.16%	1315.2	807.0	1379.5	18.5	1103
hourly-2007	1283	81.11%	1501.0	860.1	1581.6	19.7	1265
hourly-2008	1251	81.90%	1437.2	818.6	1527.8	19.3	1222
hourly-2009	1347	82.69%	1539.1	872.5	1629.6	19.6	1303
hourly-2010	1177	82.16%	1360.7	805.2	1432.3	19.1	1146
hourly-2011	1238	82.01%	1429.8	830.4	1509.7	18.4	1208
hourly-2012	1122	82.22%	1324.1	818.7	1365.0	18.8	1092
hourly-2013	1219	81.78%	1396.7	804.0	1490.7	19.0	1192
hourly-2014	1293	81.99%	1489.3	833.1	1577.4	19.1	1262
hourly-2015	1293	81.61%	1514.8	873.8	1584.9	19.8	1267

➤ **备注：**国内某个点的典型气象年P50,P90和2007年-2015年具体年份的数据情况。

最可靠和准确的辐照数据提供商

END

无锡烁日气象数据

龙宝海 /13506222465

baohai.long@solarmeteo.com

www.solarmeteo.com



SOLARMETEO
powered by Solargis

SOLARGIS®