



PEKING UNIVERSITY
Institute of New Structural Economics

“Industrial Parks + Solar PV” in Developing Countries:
Market Potential From New Structural Economics Perspective

发展中国家的“工业园区+太阳能光伏发电”：新结构经济学视角下的市场潜

Dr Jia Yu

Institute of New Structural Economics, Peking University

Changsha, 25 October 2018

于佳博士

北京大学新结构经济学研究院

长沙，2018年10月25日



Outline of Presentation 演讲提纲



PEKING UNIVERSITY
Institute of New Structural Economics

Part 1: Solar PV Development in China

第1部分：中国的太阳能光伏发展

Part 2: Potential of Solar PV Market in Developing Countries

第2部分：发展中国家太阳能光伏市场的潜力

Part 3: “Industrial Park + Solar PV” Model

第3部分：“工业园区+太阳能光伏”模型

Part 4: Summary and Conclusions

第4部分：总结和结论

Outline of Presentation 演讲提纲



PEKING UNIVERSITY
Institute of New Structural Economics

Part 1: Solar PV Development in China

第1部分：中国的太阳能光伏发展

Part 2: Potential of Solar PV Market in Developing Countries

第2部分：发展中国家太阳能光伏市场的潜力

Part 3: “Industrial Park + Solar PV” Model

第3部分：“工业园区+太阳能光伏”模型

Part 4: Summary and Conclusions

第4部分：总结和结论



China's solar PV manufacturing started in early 2000s in response to the growing demand of European markets (Germany in particular) boosted by feed-in-tariffs (FiTs). Initially China's solar manufacturing focused on solar cell and modules, 95% of the production exported. Today, China's solar manufacturing is the world leader in all segments of the production chain.

在上网电价（FiTs）的推动下，中国的太阳能光伏制造业始于21世纪初，以应对不断增长的欧洲市场（特别是德国）的需求。最初中国的太阳能制造业专注于太阳能电池和组件，95%的产品用于出口。如今，中国的太阳能制造业已成为生产链各环节的世界领先者。



Part 1: Solar PV Development in China 第1部分：中国的太阳能光伏发展

China's PV Manufacturing Leading in all Segments of Production Chain 中国的光伏制造在生产链的各个环节处于领先地位

Production Chain 产业链		Poly-Si 多晶硅 (1000 Ton)	Wafer 晶圆 (GW)	PV Cell 光伏电池 (GW)	Module 电池组 (GW)	Market 市场 (GW)
2016	Global全球	400	74.8	75.0	72.0	73.0
	China中国	194	64.8	51.0	53.0	34.5
	Share %占比	48.5%	86.6%	68.0%	73.6%	47.3%
2017	Global全球	432	105.5	100	107	102
	China中国	242	87.6	68.0	76.0	53.0
	Share %占比	56.0%	83.0%	68.0%	71.0%	51.9%

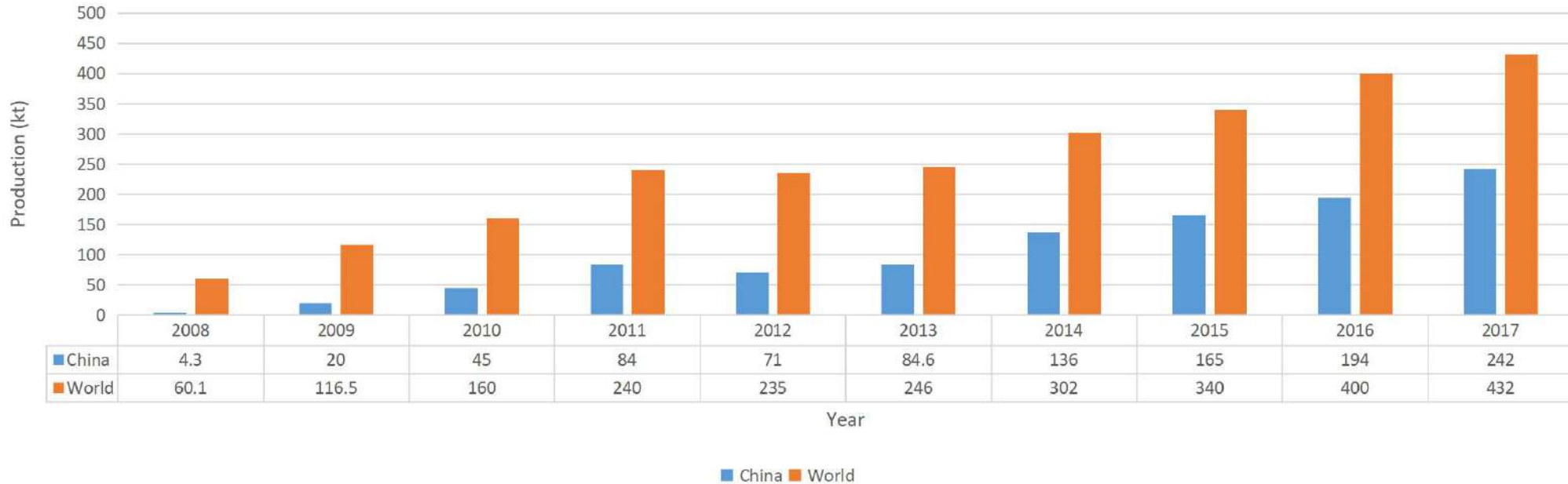
Source: China Solar PV Industry Association

资料来源：中国光伏行业协会



Part 1: Solar PV Development in China 第1部分：中国的太阳能光伏发展

Upstream: Production of Poli-Si 上游：多晶硅产量 (1000 tons)

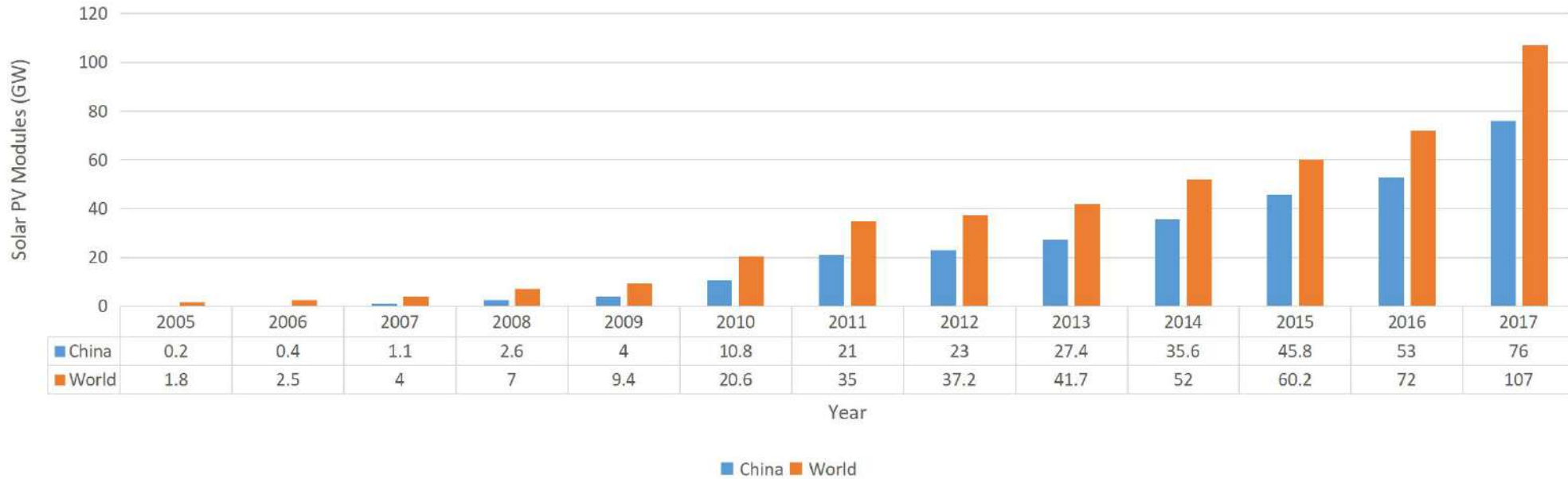


Source: China Solar PV Industry Association
资料来源：中国光伏行业协会



Part 1: Solar PV Development in China 第1部分：中国的太阳能光伏发展

Midstream: Production of Solar PV Modules 中游：太阳能光伏组件产量 (GW)



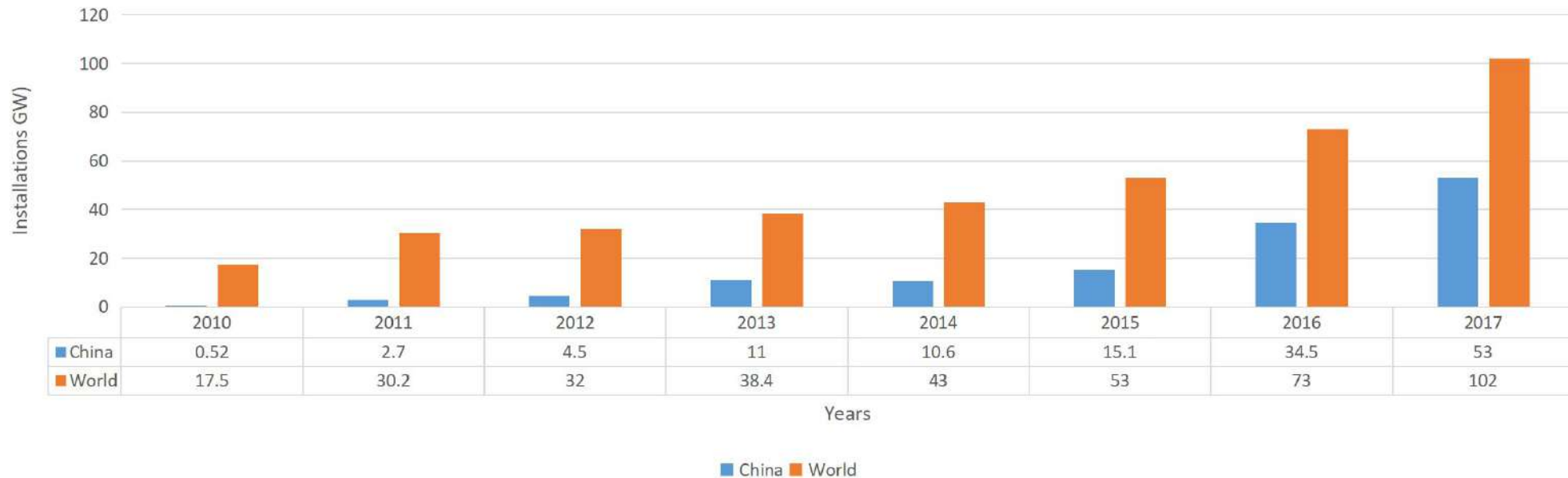
Source: China Solar PV Industry Association

资料来源：中国光伏行业协会



Part 1: Solar PV Development in China 第1部分：中国的太阳能光伏发展

Downstream: Solar PV System Installations 下游：太阳能光伏系统安装 (GW)



Source: China Solar PV Industry Association

资料来源：中国光伏行业协会



Part 1: Solar PV Development in China 第1部分：中国的太阳能光伏发展

Summary: Impact of Solar PV Development in China 总结：中国太阳能光伏发展的影响

	Description of impact 具体影响
Energy supply 能源供应	Installed solar PV capacity: 129 GW (7% of the national total); power generation 116.6 TWh (1.8% of national total) in 2017. 2017年，太阳能光伏装机容量为129GW（占全国总量的7%），发电量116.6 TWh（占全国总量的1.8%）。
Job creation 就业	More than 2000 firms in solar PV industry, with over 2 million jobs in 2017. 2017年太阳能光伏企业超过2000家，提供200多万个就业岗位。
Economic impact 经济影响	Over 1 trillion yuan direct investment in solar PV industry during 2011-2017; solar PV industry contributed 170.8 billion yuan in tax revenue (subsidies received 60 billion yuan) in 2017. 2011-2017年，太阳能光伏产业直接投资超过1万亿元，2017年该产业税收收入达1708亿元（补贴600亿元）。
Social benefit 社会效益	Solar PV provided electricity to 1.54 million rural population (contributed to the achievement of 100% of electrification by 2015); and helped 1.65 million rural households out of poverty. 太阳能光伏发电为154万农村人口提供电力（到2015年实现100%电气化），并帮助165万农村家庭脱贫。
Ecological benefit 环境效益	Cumulative solar PV power generation amounted to 256.5 TWh, equivalent to 80 million tons of standard coal consumption, reducing CO ₂ emission of 210 million tons. 累计太阳能光伏发电量达256.5 TWh，相当于8000万吨标准煤耗，减少CO ₂ 排放2.1亿吨。



Factors behind China's Success: Energy Policy + Industrial Policy 中国成功的因素：能源政策+产业政策

Energy Policy: supporting energy transition to reduce pollution

能源政策：支持能源转型以减少污染

- China intends to raise the proportion of non-fossil energy in primary energy consumption to about 20% by 2030.
- 中国计划到2030年将非化石能源在一次能源消费中的比例提高至约20%。
- China promises to cut its 2005 carbon intensity by 40-45% by 2020. Target already met by 2017 (-46%).
- 中国承诺到2020年碳排放强度比2005年降低40-45%，2017年已实现该目标（降低46%）。
- China's CO₂ emissions shall peak around 2030; by then the newly added energy demand will be met by non-fossil energy.
- 中国的CO₂排放量在2030年左右达峰，彼时将通过非化石能源来满足新增能源需求。

Industrial Policy: supporting domestic manufacturing to create jobs

产业政策：支持国内制造业发展以创造就业

- Generous feed-in-tariffs boosting the domestic market for solar PV installations
- 对上网电价的政策支持促进了国内太阳能光伏市场
- Tax credit for solar PV products (-50%), extended to 31 December 2020
- 太阳能光伏产品税收抵免（降低50%）政策延长至2020年12月31日
- Dedicated industrial park for Solar PV manufacturing
- 太阳能光伏制造工业园区



Part 1: Solar PV Development in China 第1部分：中国的太阳能光伏发展

China's Feed-in-Tariffs for Solar PV 中国太阳能光伏的上网电价

Year时间	Utility Scale Solar PV (Yuan/KWh) 公共事业规模太阳能光伏			Rooftop Solar PV 屋顶太阳能光伏 (Yuan/KWh)
	Class III Region* 三类地区*	Class II Region* 二类地区*	Class I Region* 一类地区*	
2011	1.15			-
1/2012-8/2013	1.00			-
9/2013-12/2015	1.00	0.95	0.90	0.42
2016	0.98	0.88	0.80	0.42
2017	0.85	0.75	0.65	0.42
1-5/2018	0.75	0.65	0.55	0.37
After 6/2018 2018年6月以后	0.70	0.60	0.50	0.37

*Three regions are defined based on solar resources and construction cost

*根据太阳能资源和建设成本划分为三个区域

Source: China National Energy Administration

资料来源：中国国家能源局



Outline of Presentation 演讲提纲



PEKING UNIVERSITY
Institute of New Structural Economics

Part 1: Solar PV Development in China

第1部分：中国的太阳能光伏发展

Part 2: Potential of Solar PV Market in Developing Countries

第2部分：发展中国家太阳能光伏市场的潜力

Part 3: “Industrial Park + Solar PV” Model

第3部分：“工业园区+太阳能光伏”模型

Part 4: Summary and Conclusions

第4部分：总结和结论

Part 2: Potential of Solar PV Market in Developing Countries

第2部分：发展中国家太阳能光伏市场的潜力

Population without Access to Electricity 无电人口

	2016		2030	
	million百万	%	million百万	%
Africa 非洲	588	48%	602	36%
Developing Asia 亚洲发展中地区	439	11%	54	1%
Central and South America 中美洲与南美洲	17	3%	4	1%
Middle East 中东	17	7%	14	5%
World 全球	1060	14%	674	8%

Source: World Energy Access Outlook 2017, International Energy Agency

资料来源：2017年《世界能源展望》，国际能源署



Part 2: Potential of Solar PV Market in Developing Countries

第2部分：发展中国家太阳能光伏市场的潜力

Estimated Solar PV Installations in Developing Countries (GW)

预计发展中国家的太阳能光伏装机容量（GW）

	2016 (Actual) 2016 (实际)	2030 (Scenario) 2030 (情景)	2040 (Scenario) 2040 (情景)
Developing Asia (exc. China) 亚洲发展中地区（中国除外）	25	304	576
Africa非洲	2	47	124
Middle East中东	0	17	45
Eurasia 欧亚大陆	0	2	4
Central and South America 中美洲与南美洲	3	22	36
World全球	299	1,295	2,067

Source: World Energy Outlook 2017, International Energy Agency

资料来源：2017年《世界能源展望》，国际能源署



About 30 GW: China's relocation potential

约30GW：中国的光伏转移潜力

- In developing Asia, the net increase in solar PV installations from 2016-2030 would be +279 GW and 2030-2040 another +272 GW → a major market.
- 在亚洲发展中地区，2016 - 2030年太阳能光伏装机预计将新增279吉瓦，2030-2040年预计将再新增272吉瓦→主要市场
- In Africa, the net increase in solar PV installations would be +45 GW, and 2030-2040 another +77 GW → 2nd largest market.
- 在非洲，太阳能光伏装机净增长将达到45吉瓦，2030-2040年预计将新增77吉瓦→第二大市场
- On average, the requirements of solar PV modules in developing world would be 30 GW per year during 2016-2040, which can be produced locally instead of imports.
- 2016 - 2040年，发展中国家的太阳能光伏组件平均每年需要30吉瓦，组件可在当地生产，不需要依赖进口。
- China's manufacturing capacity is about 80 GW, it is possible to relocate 30 GW of production in other developing countries.
- 中国的产能约为80吉瓦，可以向其他发展中国家转移30吉瓦。



Relocation: Chinese companies' motivations

转移：中国公司的动力

- China's solar PV exports are facing increasing trade barriers (anti-dumping) in the world.
- 中国太阳能光伏出口面临的贸易壁垒（反倾销）日益增加。
- The developing countries often require domestic content in solar PV projects.
- 发展中国家往往对太阳能光伏项目提出当地成分要求。
- The labor cost has been increasing in China so the manufacturing in other developing countries would be more competitive (e.g. 50-80% in Southeast Asia)
- 中国劳动力成本上升，其他发展中国家的制造业更具竞争力（东南亚的劳动力成本约为中国的50-80%）。
- Chinese companies have already established 6.5GW of solar cells/modules capacity abroad.
- 中国企业海外太阳能电池/组件产能已达到6.5吉瓦。

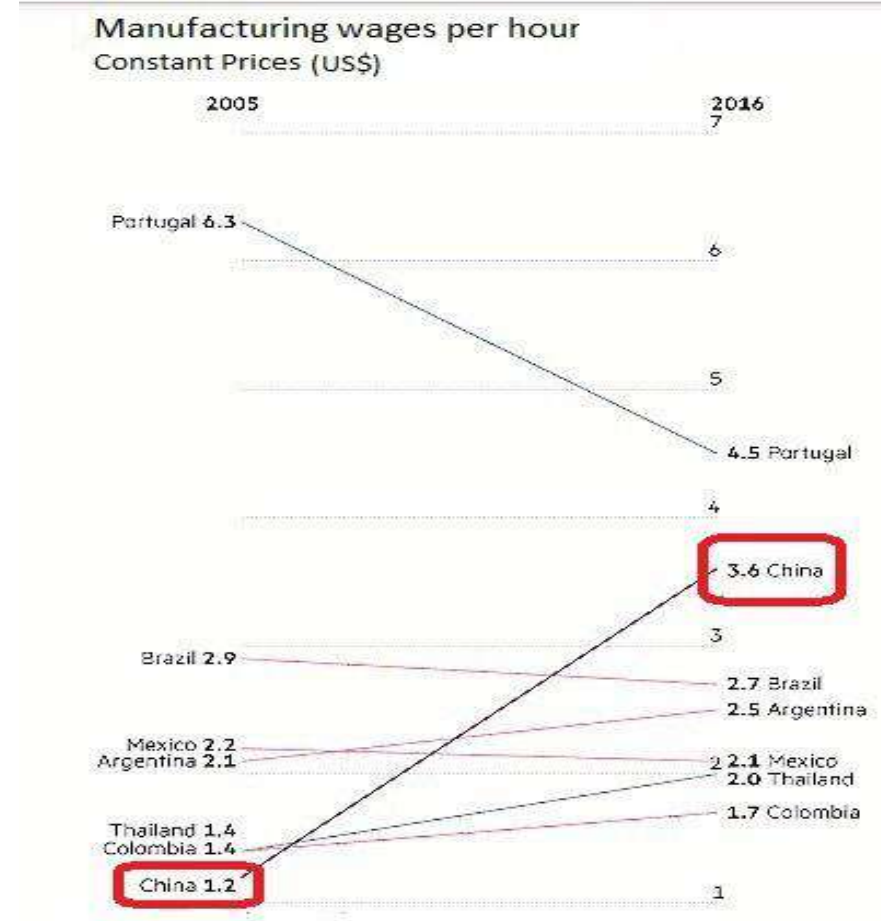


Part 2: Potential of Solar PV Market in Developing Countries

第2部分：发展中国家太阳能光伏市场的潜力

International comparison: rising wages in China

国际比较：中国工资上涨情况



Source: Euromonitor International
资料来源：欧睿国际

Outline of Presentation 演讲提纲



PEKING UNIVERSITY
Institute of New Structural Economics

Part 1: Solar PV Development in China

第1部分：中国的太阳能光伏发展

Part 2: Potential of Solar PV Market in Developing Countries

第2部分：发展中国家太阳能光伏市场的潜力

Part 3: “Industrial Park + Solar PV” Model

第3部分：“工业园区+太阳能光伏”模型

Part 4: Summary and Conclusions

第4部分：总结和结论

Part 3: “Industrial Park + Solar PV” Model 第3部分: “工业园区+太阳能光伏”模型

Solar PV Production Chain: Staged Transfer 太阳能光伏生产链: 分阶段转移

Country/ Production Chain 国家/生产链	Silicon/wafer 硅/晶片	PV cells 光伏电池	PV modules 光伏组件	PV systems 光伏系统	Marketing / Installations 营销/装机
China中国	***	*****	*****	*****	*****
Large market countries (>1GW/year) 大型市场国家 (>1吉瓦/年)		**	****	*****	*****
Middle sized market countries (0.1-1 GW/year) 中型市场国家 (0.1-1吉瓦/年)			**	*****	*****
Small market countries (<0.1 GW/year) 小型市场国家 (<0.1吉瓦/年)				*	*



Part 3: “Industrial Park + Solar PV” Model 第3部分：“工业园区+太阳能光伏”模型

Solar PV Manufacturing Investment **IN** Industrial Parks

工业园区**内**的太阳能光伏制造业投资

- Industrial parks are effective to attract foreign investment in manufacturing: one-stop shop, tax benefit, access to infrastructure (roads, ports, energy, communications).
- 工业园区能有效吸引外国企业投资制造业：一站式服务、税收优惠、基础设施（道路、港口、能源、通信）。
- Investors in solar PV manufacturing (e.g. PV cells, modules) can be among the “first movers”, and encourage other investors.
- 太阳能光伏制造业（如光伏电池、组件等）的投资者可以成为“领跑者”，并带动其他投资者。
- Supply chain within the park (manufacturing, supported by R&D, logistics, demonstration, training etc.)
- 园区内的供应链（提供制造、研发、后勤、示范、培训等支持）
- Support rural electrification in the country.
- 支持国家农村地区电气化。
- Access to export markets in neighboring countries.
- 可向邻国市场出口



Solar PV Deployment **FOR** Industrial Parks 为工业园区部署太阳能光伏发电

- In developing countries, stable energy supply is often one of the constraints, even for industrial parks.
- 在发展中国家，即便是工业园区内，能源供应不稳定往往是制约因素之一。
- Solar PV can be deployed within industrial parks as part of the energy supply.
- 可以在工业园区内部署太阳能光伏，作为能源供应的一部分。
- Solar PV based smart minigrids can help to ensure stable and affordable power supply in industrial parks, and provide demand response to the electricity grid.
- 基于太阳能光伏的智能微型电网可以帮助确保工业园区电力供应稳定且可负担，并为电网提供需求响应。
- Other new solar PV technologies such as building integrated solar PV (BIPV), energy storage can be demonstrated in industrial parks.
- 可在园区内展示其他新型太阳能光伏技术如建筑一体化太阳能光伏（BIPV）、能源储存。



Part 3: “Industrial Park + Solar PV” Model 第3部分: “工业园区+太阳能光伏”模型

Example: Smart Solar based Mini-grid **FOR** Industrial Park

案例: 为工业园区打造太阳能微型智能电网



Photo credits: Singyes Solar

图片来源: 兴业太阳能

- Singyes Renewable Energy Industrial Park, Zhuhai, China
- 中国珠海兴业新能源产业园
- Smart Minigrid, building integrated PV (BIPV), PV corridor, PV pavilion
- 智能微型电网、光伏建筑一体化、光伏走廊、光伏展馆
- Installed Capacity: 5 MW
- 装机容量: 5MW
- Installation Area: 50,000 m²
- 安装面积: 5万平方米
- Electricity generation: 5173 MWh
- 发电量: 5173MWh

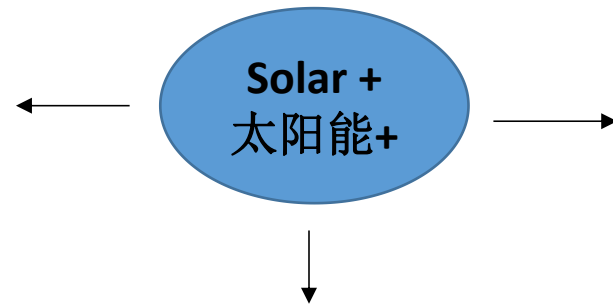


Part 3: “Industrial Park + Solar PV” Model 第3部分: “工业园区+太阳能光伏”模型

Expanding domestic Solar PV Applications: « Solar + X »

扩大国内太阳能光伏应用: « 太阳能 + X »

- “Solar +” model, i.e. “Solar + Farming”, “Solar + Fishing”, “Solar + Sheep raising” etc, can provide viable business models for expanded solar PV markets in developing countries, and reduce dependence on subsidies.
- “太阳能+”模式, 即“太阳能+农业”、“太阳能+渔业”、“太阳能+畜牧业”等, 可以作为发展中国家扩大太阳能光伏市场的可行的商业模式, 帮助其减少对补贴的依赖。



Outline of Presentation 演讲提纲



PEKING UNIVERSITY
Institute of New Structural Economics

Part 1: Solar PV Development in China

第1部分：中国的太阳能光伏发展

Part 2: Potential of Solar PV Market in Developing Countries

第2部分：发展中国家太阳能光伏市场的潜力

Part 3: “Industrial Park + Solar PV” Model

第3部分：“工业园区+太阳能光伏”模型

Part 4: Summary and Conclusions

第4部分：总结和结论

Part 4: Summary and Conclusions 第4部分：总结和结论

- Lessons learnt:
 - China's success in solar PV has been based on “energy policy + industrial policy”
 - 经验：中国在太阳能光伏领域的成功基于“能源政策+产业政策”。
- Requirement in developing countries:
 - There are still 1 billion people without access to electricity, most of these people can be provided electricity through solar power.
 - 发展中国家的需求：约10亿人无电力覆盖，太阳能可满足其中大部分人的需求。
- Opportunities:
 - China needs to relocate its solar manufacturing capacity around 30 GW by 2030.
 - 机遇：到2030年，中国需要转移约30GW太阳能产量。
- “Industrial Park + Solar PV” Model:
 - Investment in solar PV manufacturing can be among the first settlers in the industrial park; and the solar PV can provide electricity to the industrial park.
 - “工业园+太阳能光伏”模式：太阳能光伏制造企业可以成为工业园区首批入驻者；太阳能光伏发电可以为工业园区提供电力。





Motto of INSE
新结构经济学研究院院训

THINK + DO TANK
知成一体

- **Academically Rigorous**
 - 学术严谨
- **Action-Oriented**
 - 以实践为导向
- **Policy-Focused**
 - 以政策为中心

Thank you!

谢谢!

Jia YU (Ph.D)

Senior Operations Officer

Director, Dept. of International Development Cooperation

Institute of New Structural Economics, Peking University

于佳 (博士)

资深实务专家

国际发展合作部部长

北京大学新结构经济学研究院

Tel 电话: 8610 62769610

Mobile 手机: 86 13681201333

jiayu@nsd.pku.edu.cn

