



全球能源互联网发展与展望 2017

全球能源互联网发展合作组织

2017年2月22日



1. 报告编制背景

2. 报告主要内容

- 2016全球能源电力发展概况
- 2016全球能源互联网发展基本情况
- 全球能源互联网发展评估
- 全球能源互联网发展展望





《全球能源互联网发展与展望2017》是全球能源互联网发展合作组织的年度研究报告。本报告面向全球能源清洁低碳转型和跨国、跨洲能源电力互联互通，全面反映了全球能源互联网2016年发展建设成效和研究合作动态，总结发展经验、评估发展水平和潜力，为全球从事能源电力发展转型和互联互通研究的专家学者及相关从业人员提供借鉴，为致力于世界能源可持续发展的决策者们提供参考。

- **分析**：2016年全球能源电力发展情况。
- **梳理**：全球能源互联网各领域发展的重要动态。
- **评估**：2016年世界范围内全球能源互联网发展水平和发展潜力。
- **展望**：近中期发展重点与远期发展愿景。

报告整体框架



Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织

介绍2016年全球能源电力生产、消费、交易的基本形势和发展变化趋势。

1
2016
全球能源电力
发展概况

总结2016年全球能源互联网在清洁能源、特高压、智能电网、互联互通四领域的新进展。

2
2016
全球能源互联网发展
基本情况

提出全球能源互联网的发展策略和近中期优先发展重点与路径。

全球能源互联网发展
与展望

4

全球能源互联网发展
评估

3

建立全球能源互联网发展评估指标体系，量化分析主要区域和典型国家的发展成熟度与潜力。

报告主要特点



Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织



- 收集、整理、分析、展示了世界各区域/国家近中期，尤其是2016年，能源电力领域的相关数据，涵盖面广，基础坚实。
- 从全球视野，以互联互通为视角，观察分析世界能源电力行业的发展与变化，深入解读全球能源电力互联的需求与效益。
- 提出了互联互通敏感度、活跃度等分析指标和模型，采用了互联互通聚类分析（“金碗”均衡）、区域能流分析等新方法，为深化完善全球能源电力互联互通研究体系做出了有益的探索。
- 坚持定量为主、定量与定性相结合的研究方法，确保逻辑严密、结论准确，可持续深化。
- 从“总量、结构、布局”入手，以契合联合国2030可持续发展议程为目标，勾勒全球能源互联网发展的方向和图景，为行业战略和规划研究决策提供依据和参考。



1. 报告编制背景

2. 报告主要内容

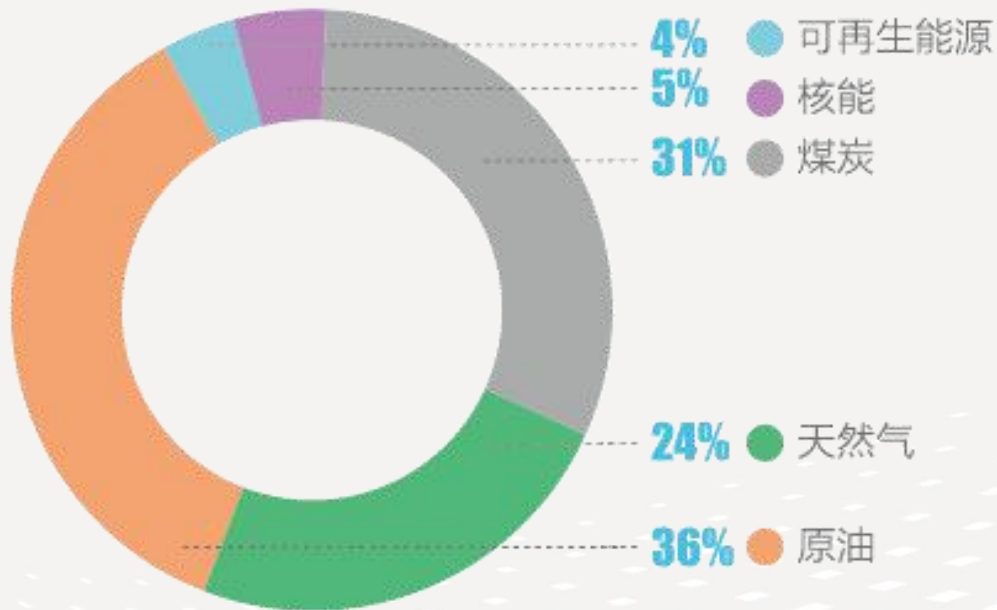
- 2016全球能源电力发展概况
- 2016全球能源互联网发展基本情况
- 全球能源互联网发展评估
- 全球能源互联网发展展望

全球一次能源生产

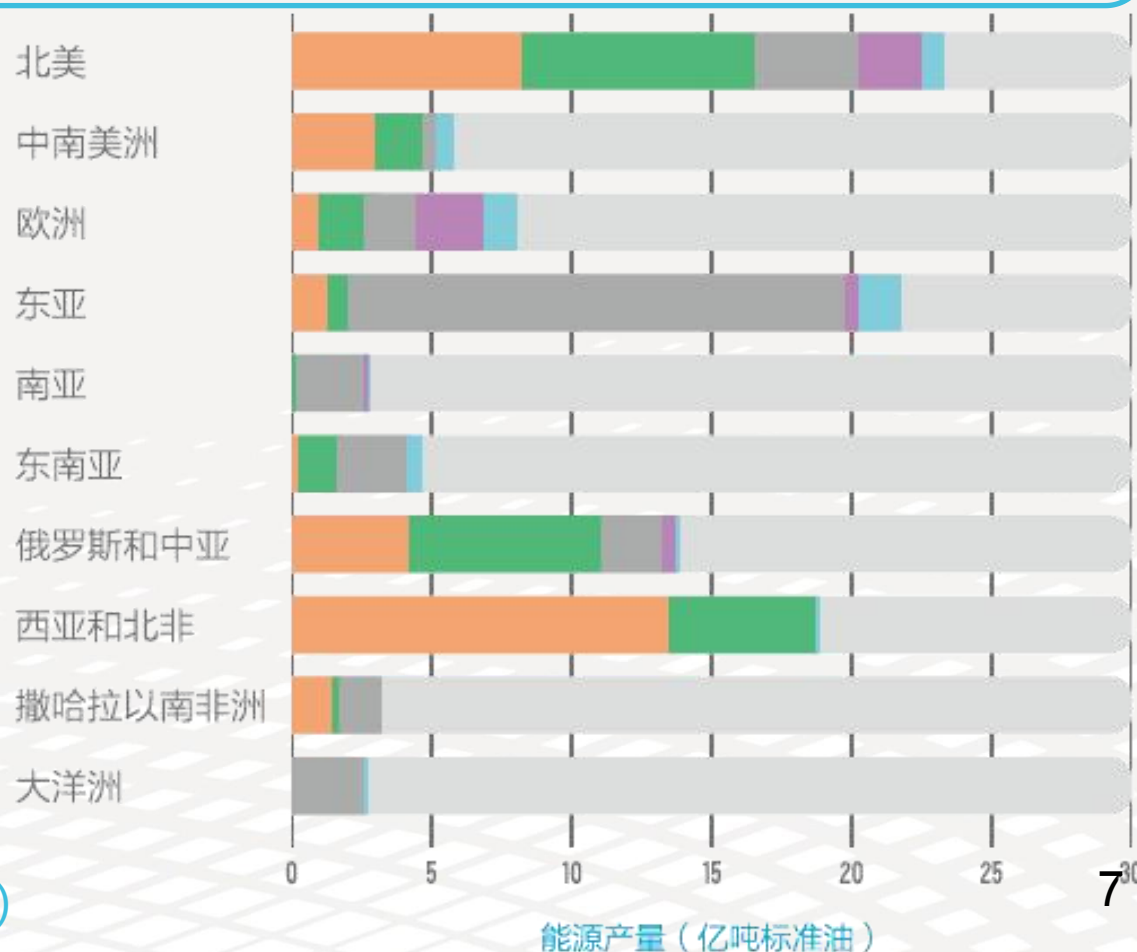


Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织

- 2016年全球一次能源生产量128亿吨标准油，其中可再生能源5.7亿吨。风能、太阳能发电保持强劲增长，2010年以来年均增速逾20%。
- 北美、东亚、西亚和北非地区能源产量位居世界前列。



2016 年各地区能源产量（不含生物质燃料）

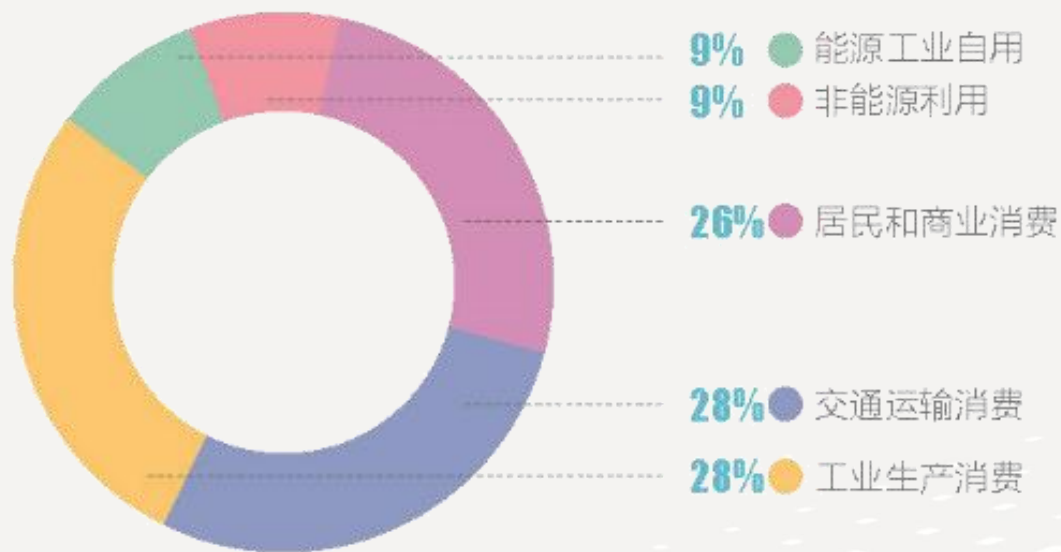


全球终端能源消费

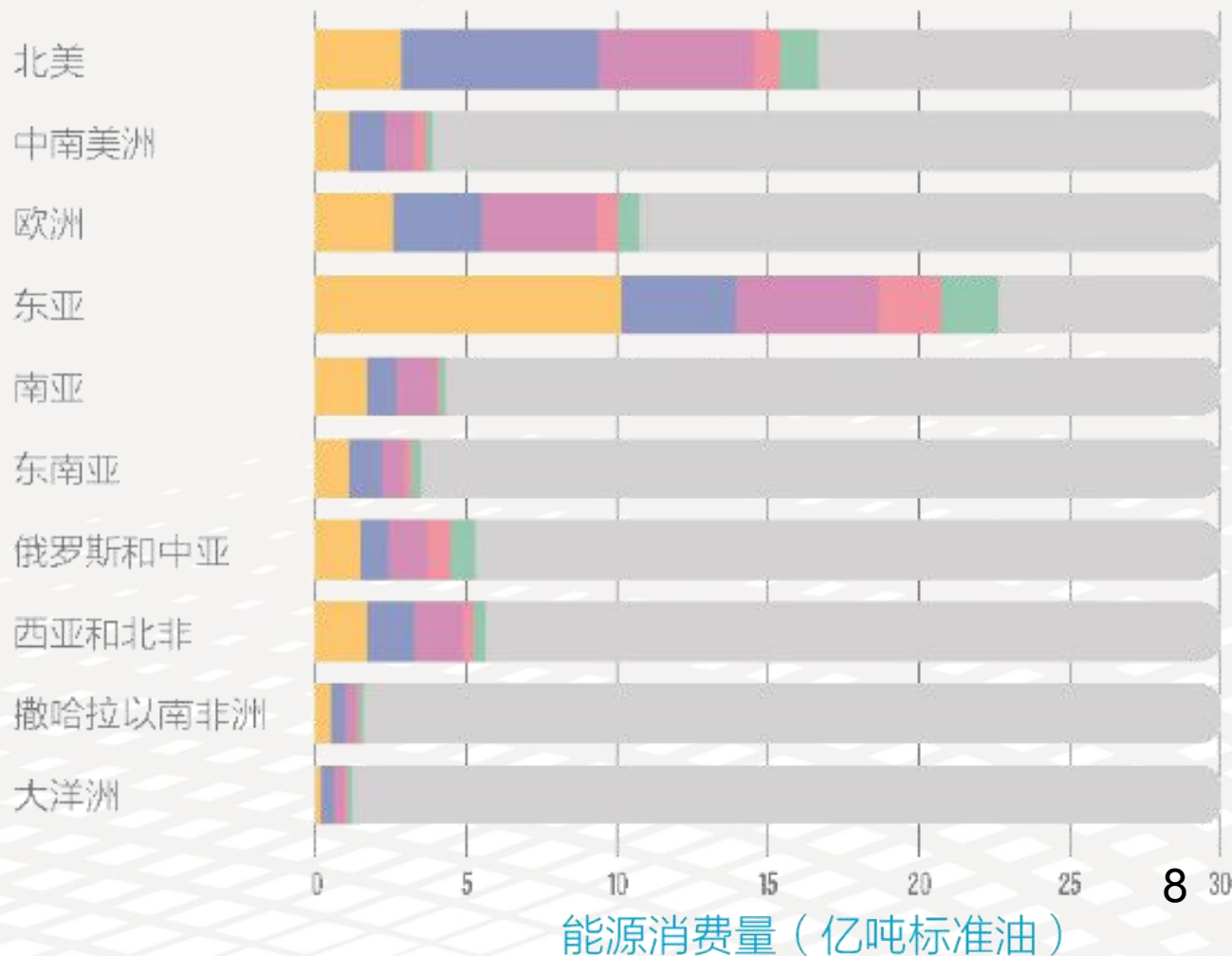


Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织

- 2016 年，全球终端能源消费约合97亿吨标准油，其中以薪柴为主的生物质燃料约12亿吨标准油。
- 东亚、北美和欧洲地区能源消费总量位居世界前列。



2016 年全球能源消费构成



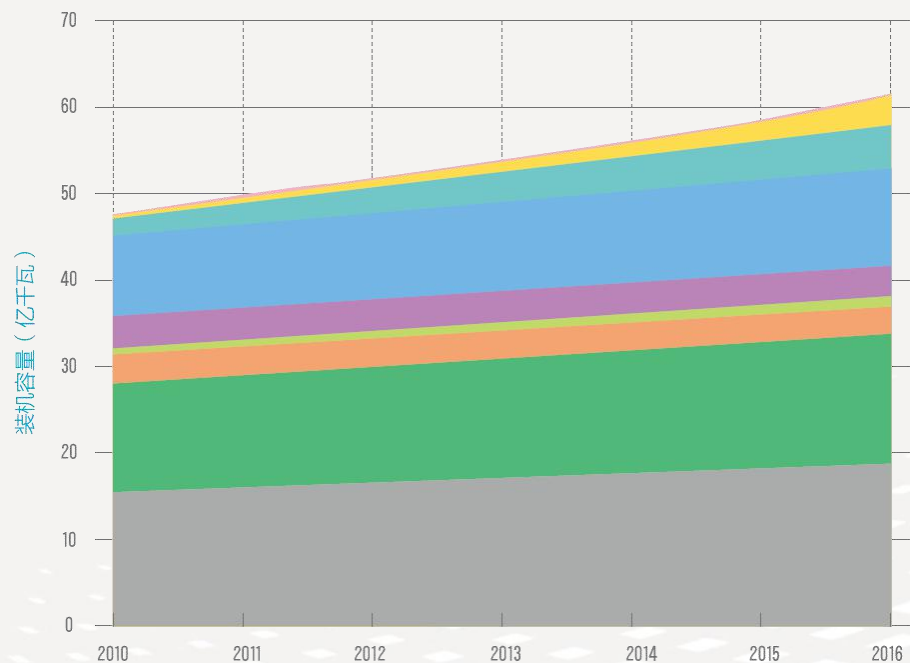
能源消费量 (亿吨标准油)

全球发电装机容量

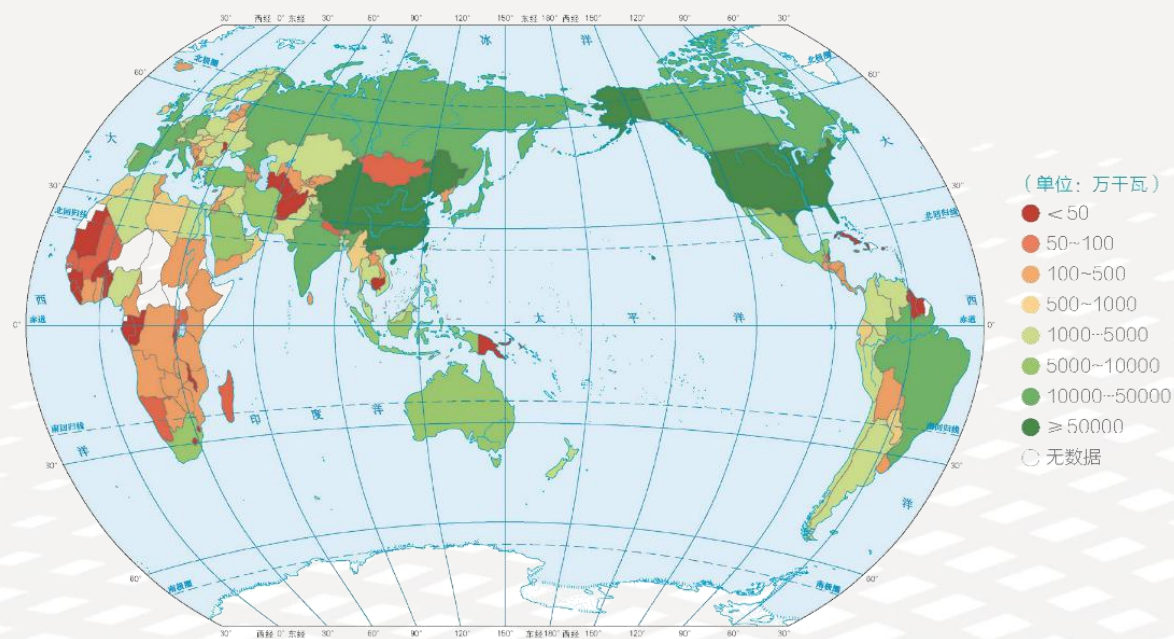


Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织

- 截至2016年，全球发电装机容量达到61.7亿千瓦，可再生能源发电装机容量20.5亿千瓦，占比达到1/3，化石能源发电装机容量仍占60%以上。
- 2016年全球新增装机2.8亿千瓦，其中可再生能源近1.7亿千瓦，占比60%。
- 2010年以来，太阳能发电装机容量增长6.6倍，风电装机容量增长1.5倍。
- 非洲全境和中亚、南美部分国家与世界平均水平仍存在巨大差距。

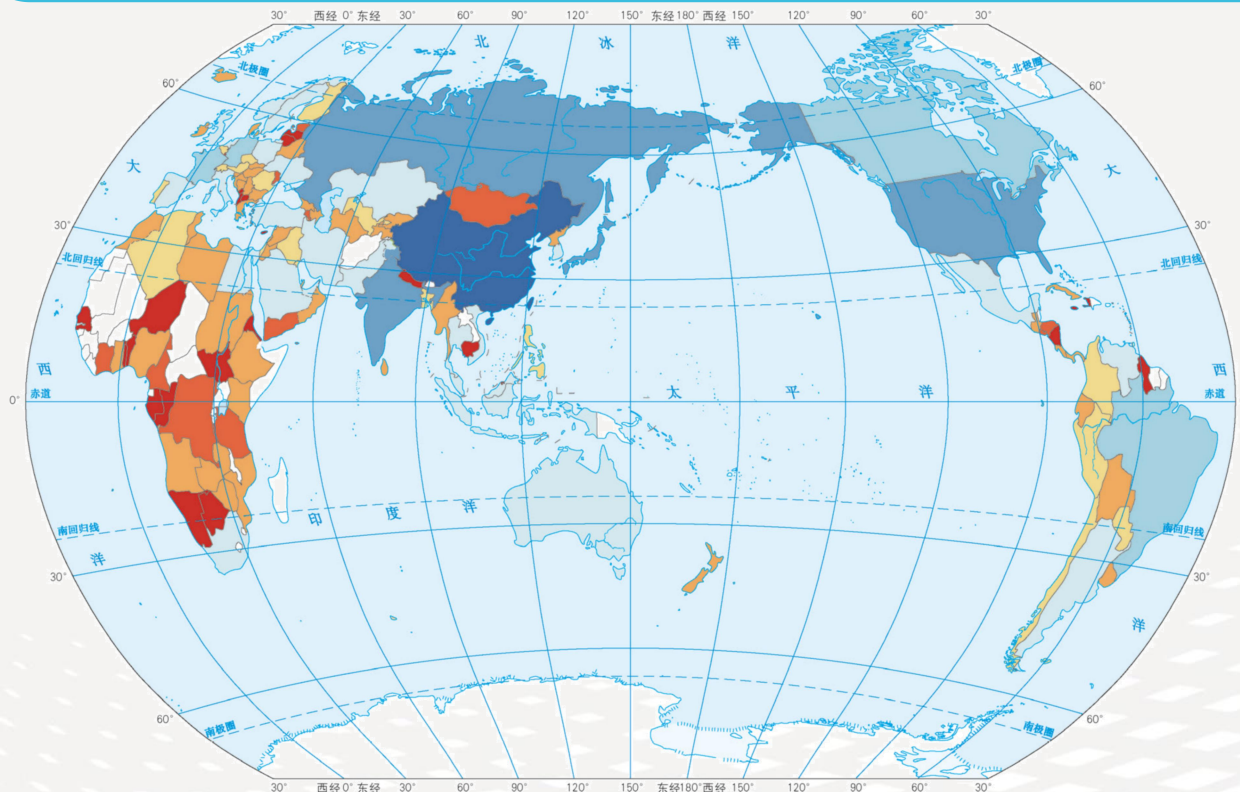


2010~2016 年全球发电装机容量

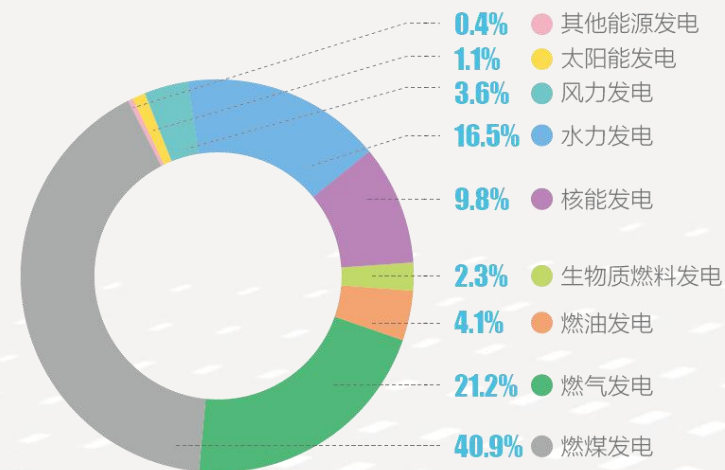


2016 年全球装机容量分布示意图

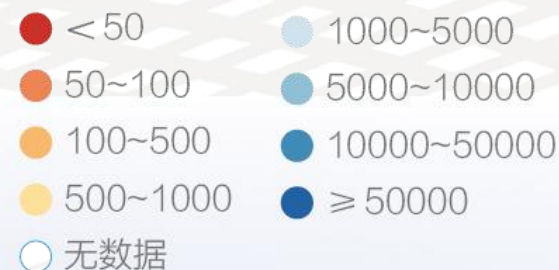
- 2016 年全球总发电量25 万亿千瓦时，其中煤电占比41%、燃气发电占比21%、水电占比16.5%、风电占比3.6%、太阳能发电占比1.1%。
- 各国总发电量与其经济总量和增速高度相关。东亚遥遥领先；北美、欧洲总量大但增速低，欧洲部分国家出现负增长；拉美、南亚、西亚和北非基础薄、增速高。



2016 年全球发电量

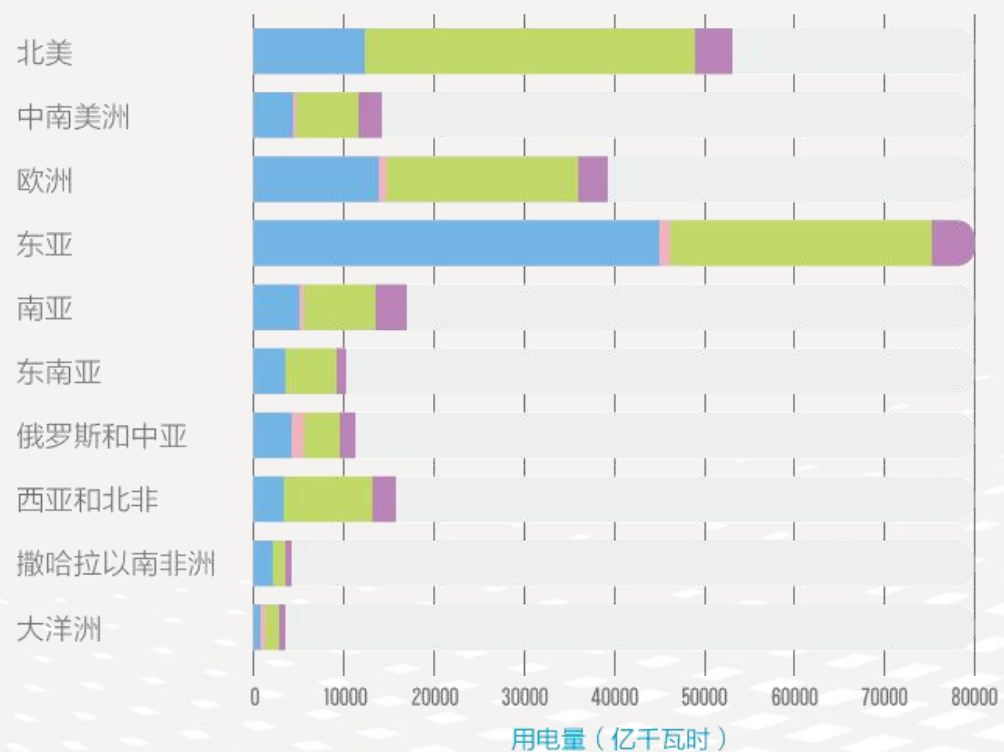


(单位: 亿千瓦时)



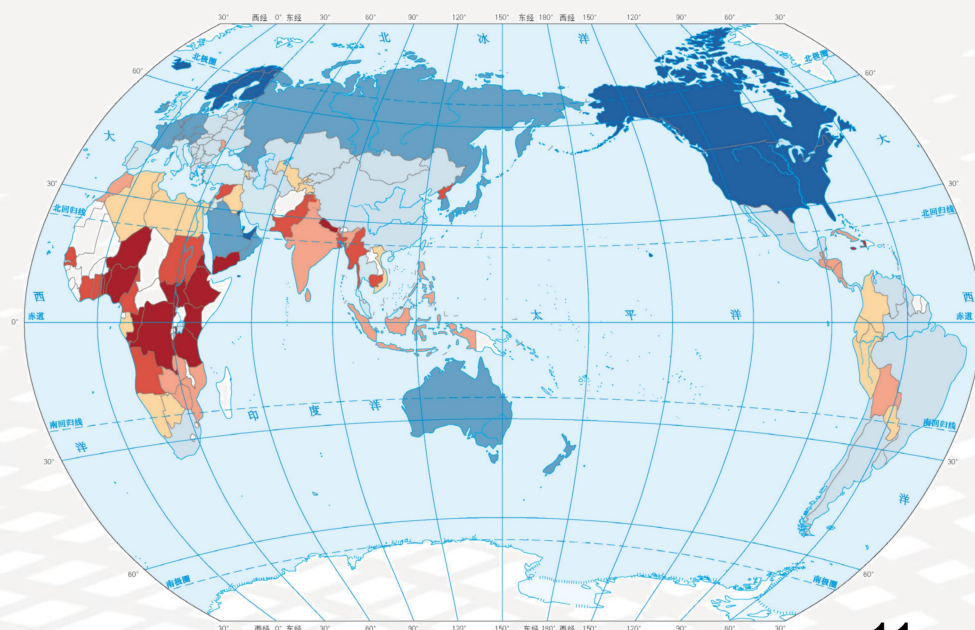
- 2016 年全球总用电量20.9 万亿千瓦时，以工业用电（ 43% ）、居民和商业用电 （ 48.1% ）为主；公路交通作为占据全球用能总量近1/4的耗能大户，在电力消费中仅占0.02%，交通电气化空间巨大。
- 人均用电量分布极为不均，人年电力消费从高于1万千瓦时到低于100 千瓦时不等。
- 从地区来看，非洲以及中亚、南美的部分国家用电增长潜力巨大。

● 工业用电 ● 交通运输用电 ● 居民和商业用电 ● 线损



2016 年各地区用电量及线损

(单位: 千瓦时)



2016 年全球人均用电量



1. 报告编制背景

2. 报告主要内容

- 2016全球能源电力发展概况
- **2016全球能源互联网发展基本情况**
- 全球能源互联网发展评估
- 全球能源互联网发展展望

清洁能源：整体研究内容



Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织

本报告对全球清洁能源的资源禀赋、2016年开发及利用水平、规划及政策发展、技术创新、标准制定以及重点工程等方面开展了细致梳理和深入研究。

资源分布研究

- 针对全球风能及太阳能资源开展储量评估及分布格局研究。

开发格局研究

- 全球各国清洁能源发电装机容量梳理。
- 全球各国清洁能源投资与成本水平分析。

利用水平分析

- 全球各国风力发电设备利用水平分析。
- 全球各国光伏发电设备利用水平分析。

规划与政策发展

- 国家级能源规划。
- 国家可再生能源发展目标。
- 支持政策。

技术创新与重点工程

- 风机、太阳能电池及波浪能开发技术创新发展。
- 亚洲、欧洲、非洲及美洲重点工程。

标准制定

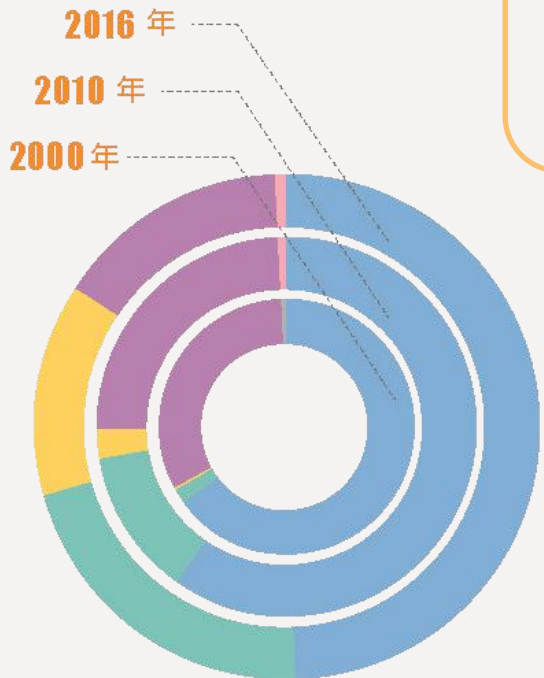
- 风力、光伏、光热及海洋能发电技术标准进展。
- 风、光等清洁能源发电并网技术标准进展。

清洁能源：投资与成本

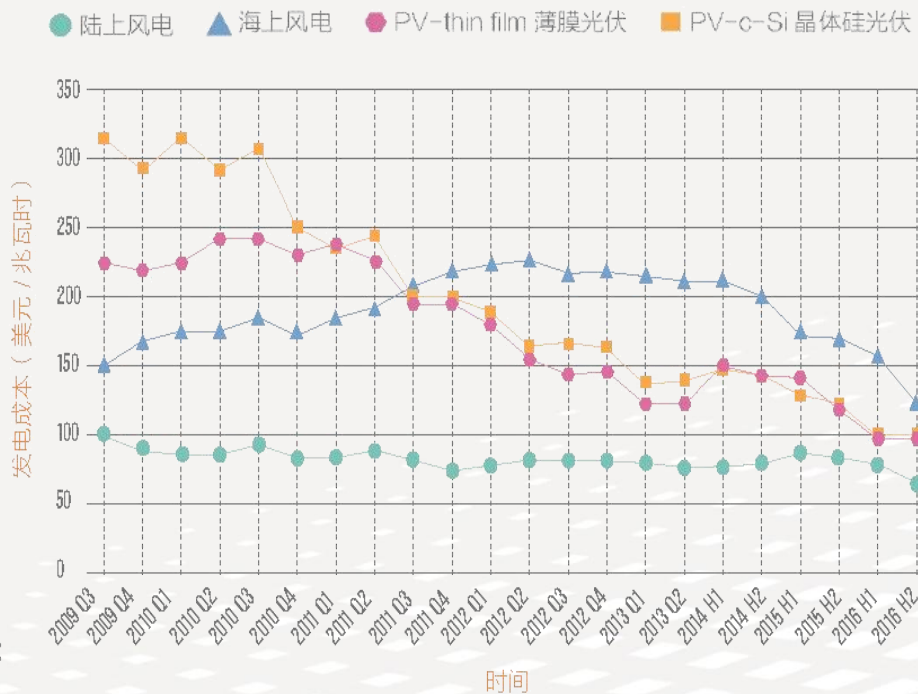


Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织

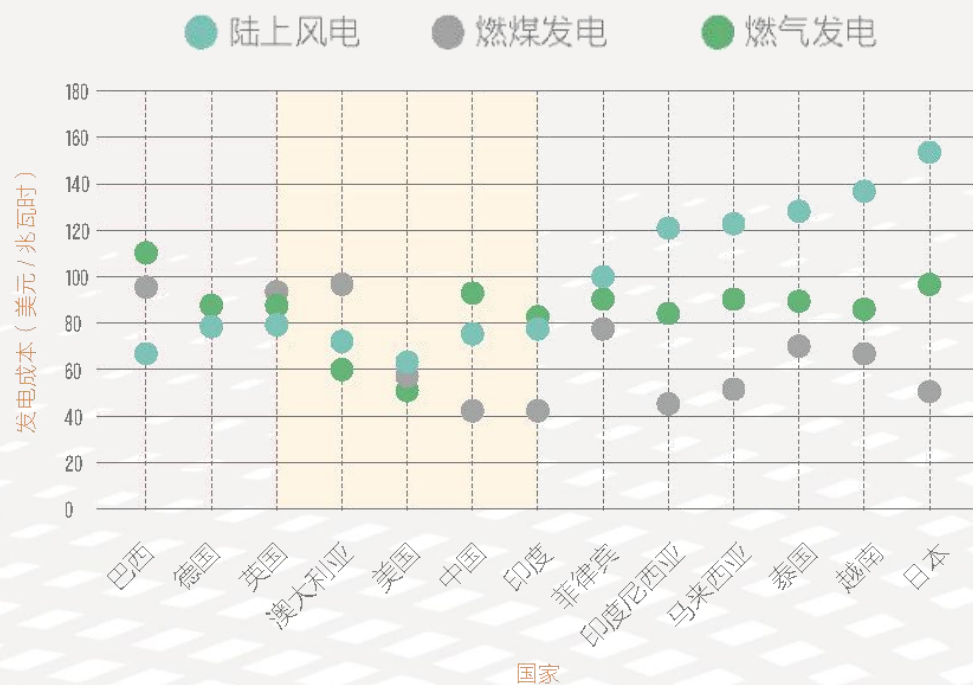
- 2016年，全球清洁能源投资总额较2015年下降18%至2875亿美元，清洁能源投资引领正逐步从发达国家向中国、印度等新兴经济体转移。
- 世界范围风力发电和光伏发电成本持续下降，各国清洁能源发电与传统能源发电的市场竞争力水平差异较大。



2000~2016 年世界各类清洁能源
装机占比



2009-2016 年世界风电和光伏发电
成本和变化趋势



世界主要国家发电成本比较¹⁴

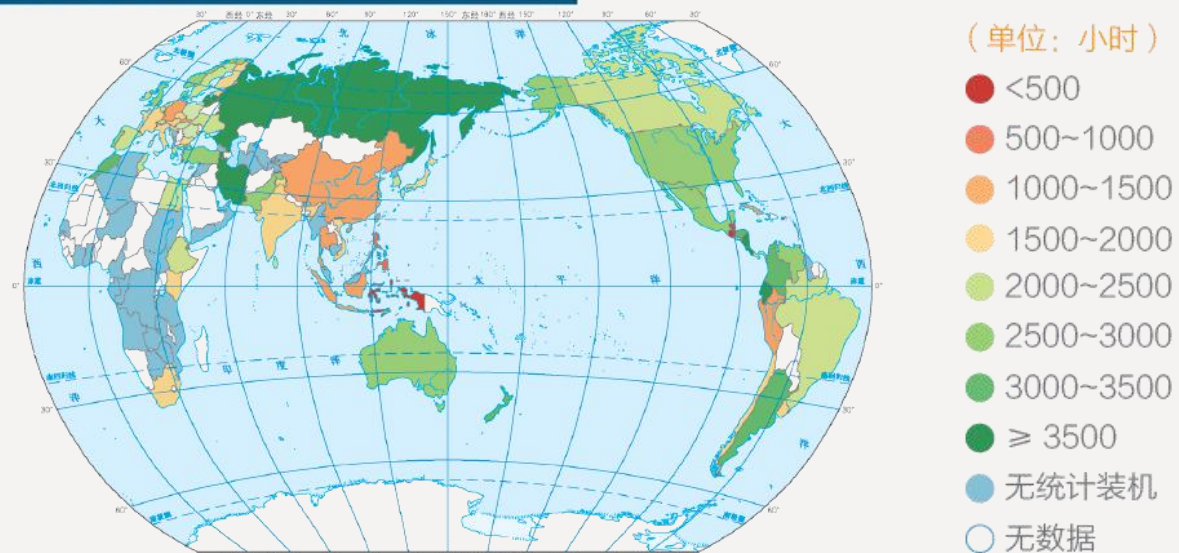
清洁能源：开发利用情况



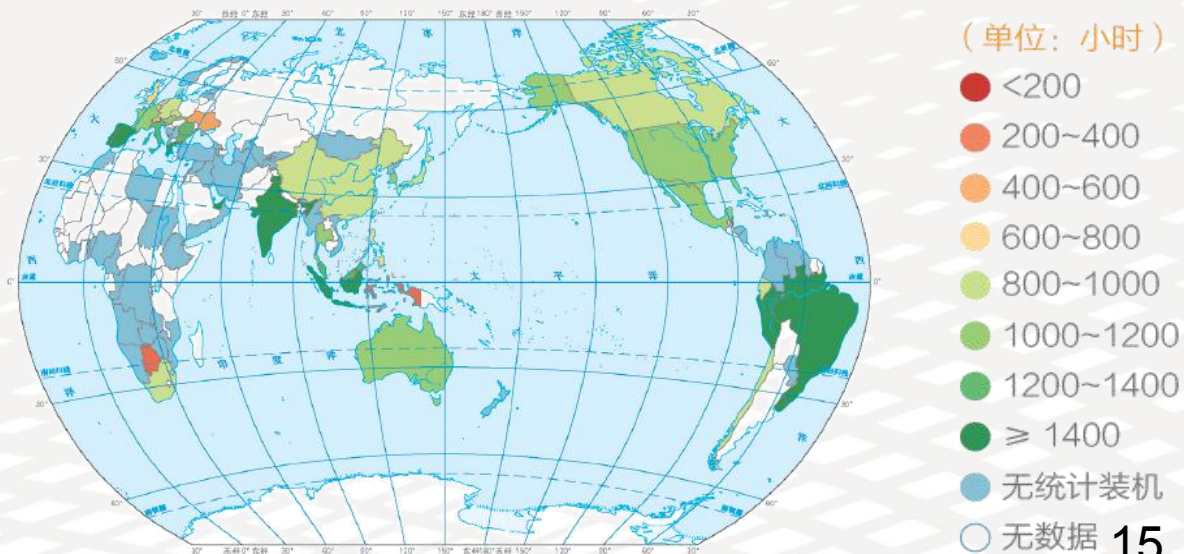
Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织

- 受资源条件、电源结构、负荷特性、电网接纳能力等因素影响，2016年不同国家风电和光伏发电利用水平差异较大。

- 丹麦风能资源丰富，与邻近国家电力互联互通且灵活调峰电源丰富，风力发电设备利用小时数高。
- 中国风能资源丰富区与负荷区之间未形成通畅的输电通道，清洁能源发电外送和消纳能力暂时受限。



风力发电设备利用小时分布示意图



光伏发电设备利用小时分布示意图

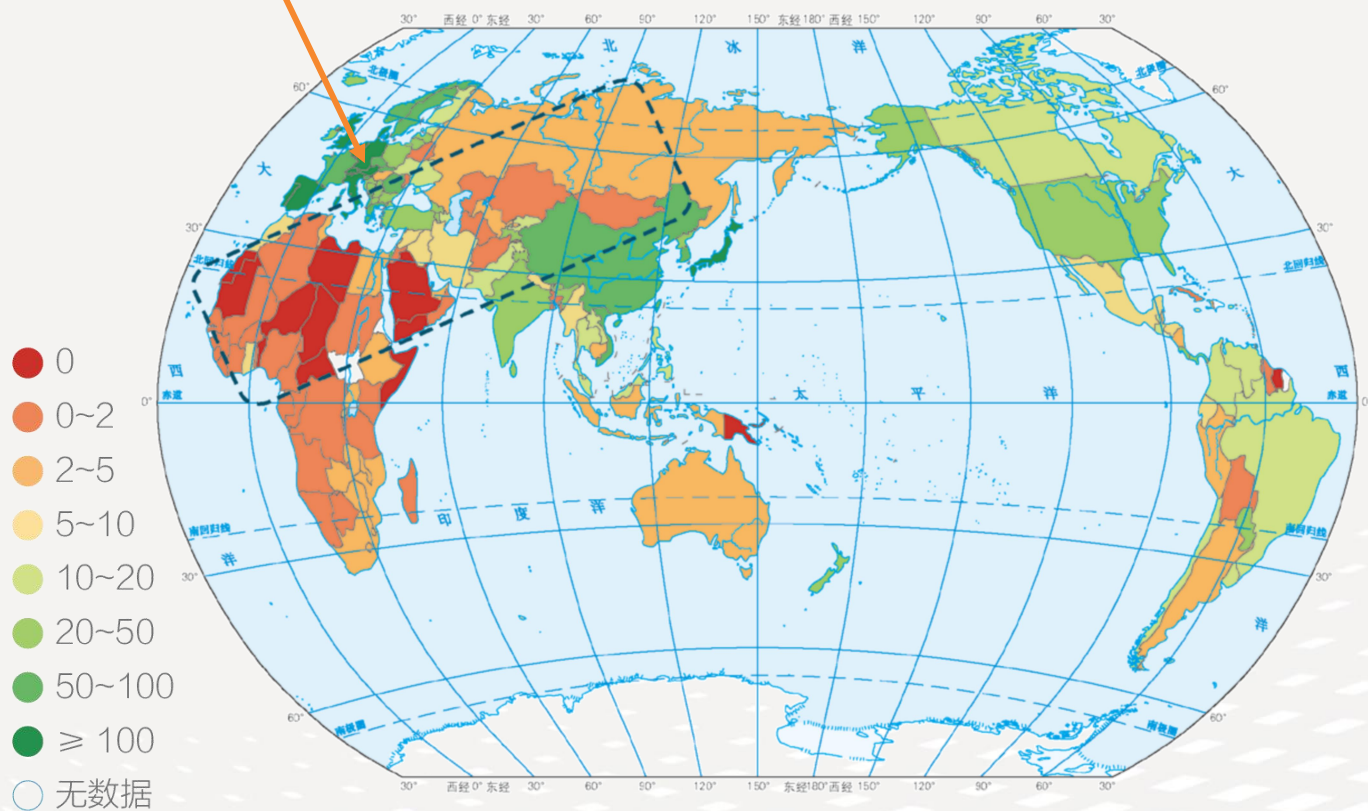
清洁能源：45° 能源带



Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织

45° 能源带：

亚欧非大陆85%的可再生能源（水、风、光）分布在一条45°倾角的带状区域内，该区域同时也是世界化石能源的主要产地。



（单位：千瓦）

- 45° 能源带上，2016年人均可再生能源装机、单位陆地面积可再生能源装机都为世界最低，**清洁能源资源未得到有效开发。**
- **原因一：**这一地区为传统化石能源出口区，过于依赖传统能源，许多国家开发可再生能源的意愿不强。
- **原因二：**可再生能源资源远离主要负荷中心，缺乏大范围配置的基础设施，难以迅速发展以满足能源消费需求。
- **能源结构转型 + 基础设施互联**，是促进45° 能源带有效开发的基础。

2016 年单位陆地面积可再生能源装机容量

从世界范围来看，作为成熟的输电技术，特高压交流、直流输电正在更多的联网工程中得到应用。本报告对2016年全球范围内特高压关键技术与设备、标准体系建设、重大工程、网架规划等方面进行了全面回顾与分析。

关键技术与设备进展

- 特高压交、直流关键技术研究及设备研制
- 电气绝缘与电磁环境研究

标准体系建设动态

- 特高压交、直流标准体系建设
- 特高压标准体系路线图制订

重大工程建设规划

- 中国开工建设“三直”，新投运“三交一直”
- 巴西美丽山外送及印度特高压工程

重大工程运营及效益

- 资源综合优化配置平台作用
- 经济、社会、环境综合效益

特高压网架电网规划介绍

- 中国特高压网架规划
- 印度特高压电网规划

特高压：技术与标准



Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织

中国国家电网公司按照**近期、中长期和远期**三个阶段，从**通用与设计、设备与试验、建设、运维**四大类描绘了特高压技术标准路线图。

中国已建立全面与系统的特高压交、直流标准体系，现已发布

33

项国家标准

41

项电力行业标准

中国建立了±800千伏特高压直流标准体系，现已发布

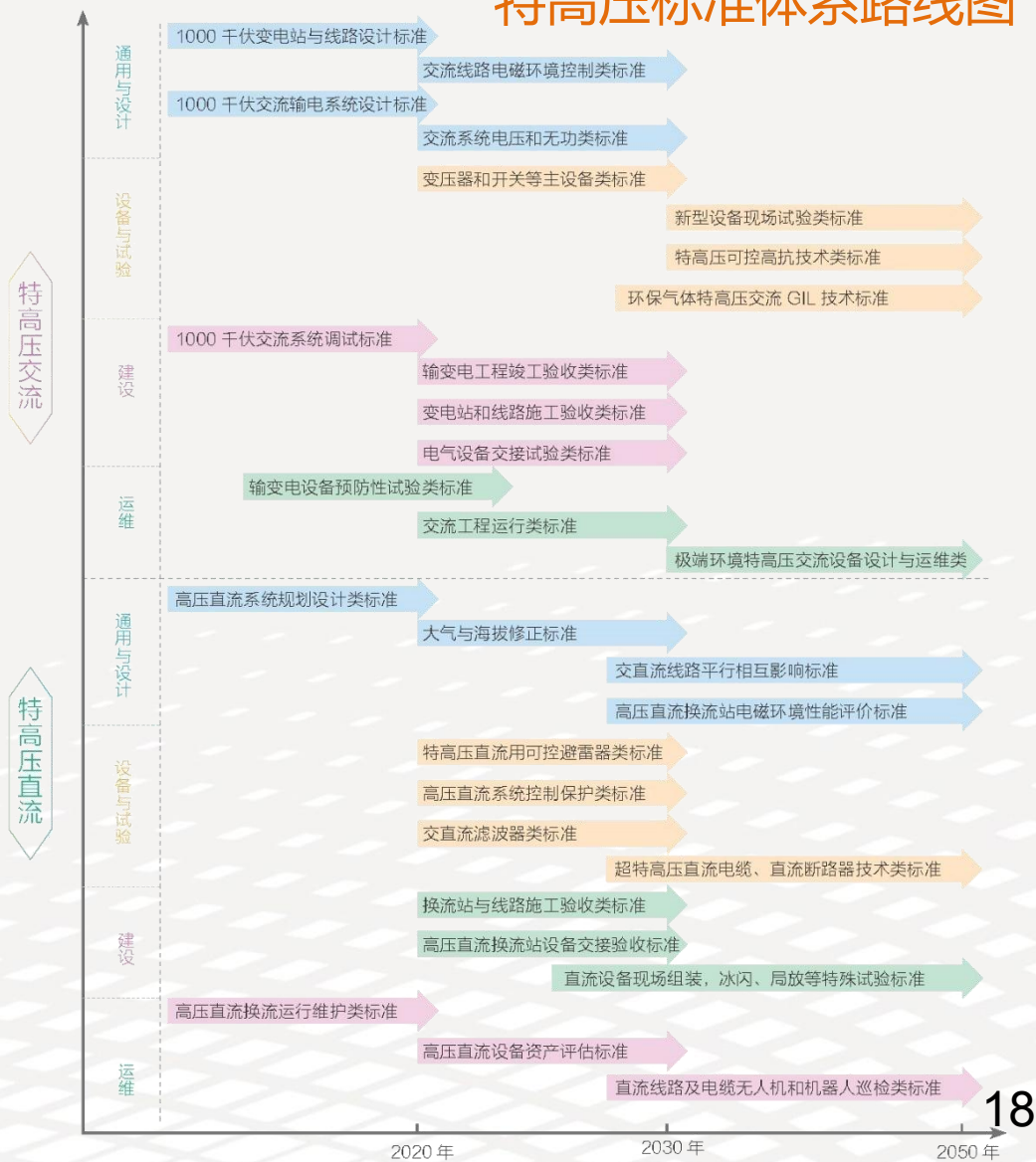
13

项国家标准

20

项行业标准

特高压标准体系路线图



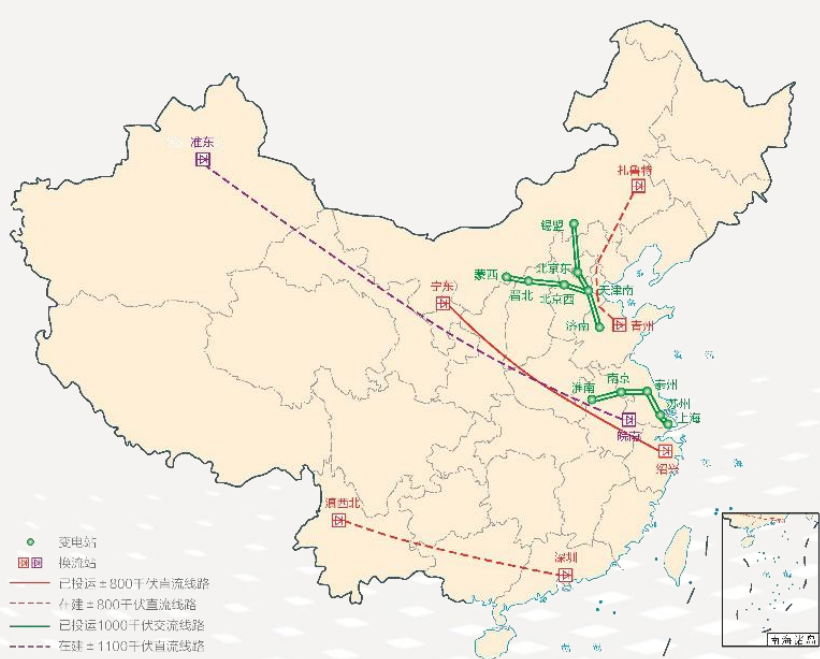
特高压：工程与效益



Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织

重大工程：2016 年中国开工建设“三直”，投运“三交一直”输电工程；巴西积极推进美丽山水电站特高压直流外送输电工程建设；印度推进两条直流特高压输电工程建设，以保障印度负荷中心的电力供应。

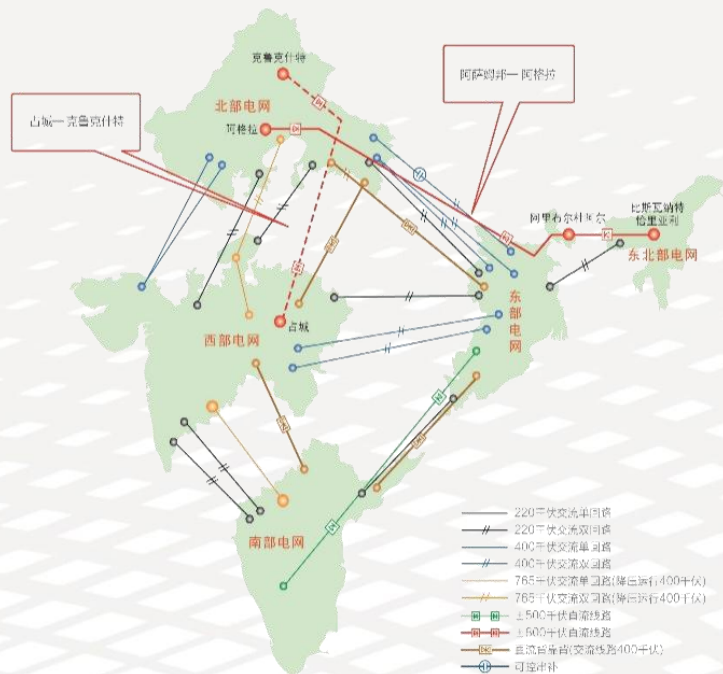
工程效益：综合优化资源配置，发挥经济、社会、环境综合效益。2016年中国特高压工程消纳清洁能源1200亿千瓦时，替代标准煤3841万吨，减排二氧化碳9574万吨。锡盟—泰州、上海庙—山东特高压工程直接带动电源等相关产业投资约1185亿元，增加就业岗位3.3万个，每年拉动GDP增长152亿元。



2016 年中国特高压工程



巴西美丽山特高压直流输电工程



印度特高压直流输电工程

智能电网：整体研究内容



Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织

2016年全球智能电网建设成果丰硕，诸多国家采取行动加快能源科技创新应用。本报告对2016年全球智能电网发展战略、技术创新及规划、标准建设、重大工程、政策及市场机制等方面开展了梳理分析。





- 2016 年，物联网、电力电子器件、电动汽车、燃料电池、储能等信息通信、新材料领域的技术装备在研发或商业应用中取得重要进展。
- 2016 年，动力电池及其充换电、智能电能表等领域的多项标准制定并发布，智能电网组织联盟、技术委员会成立以推进相关领域的标准化工作。

窄带物联网技术走向示范应用。

碳化硅开关器件在未来电网中将得到广泛应用。

技术创新

电动汽车核心技术和关键部件创新发展。

储能技术走向商业化。

美国发布乘用车无线充电相关标准。

德国发布智能电能表领域相关标准。

标准体系建设

日本成立联盟推进智能电网标准国际化。

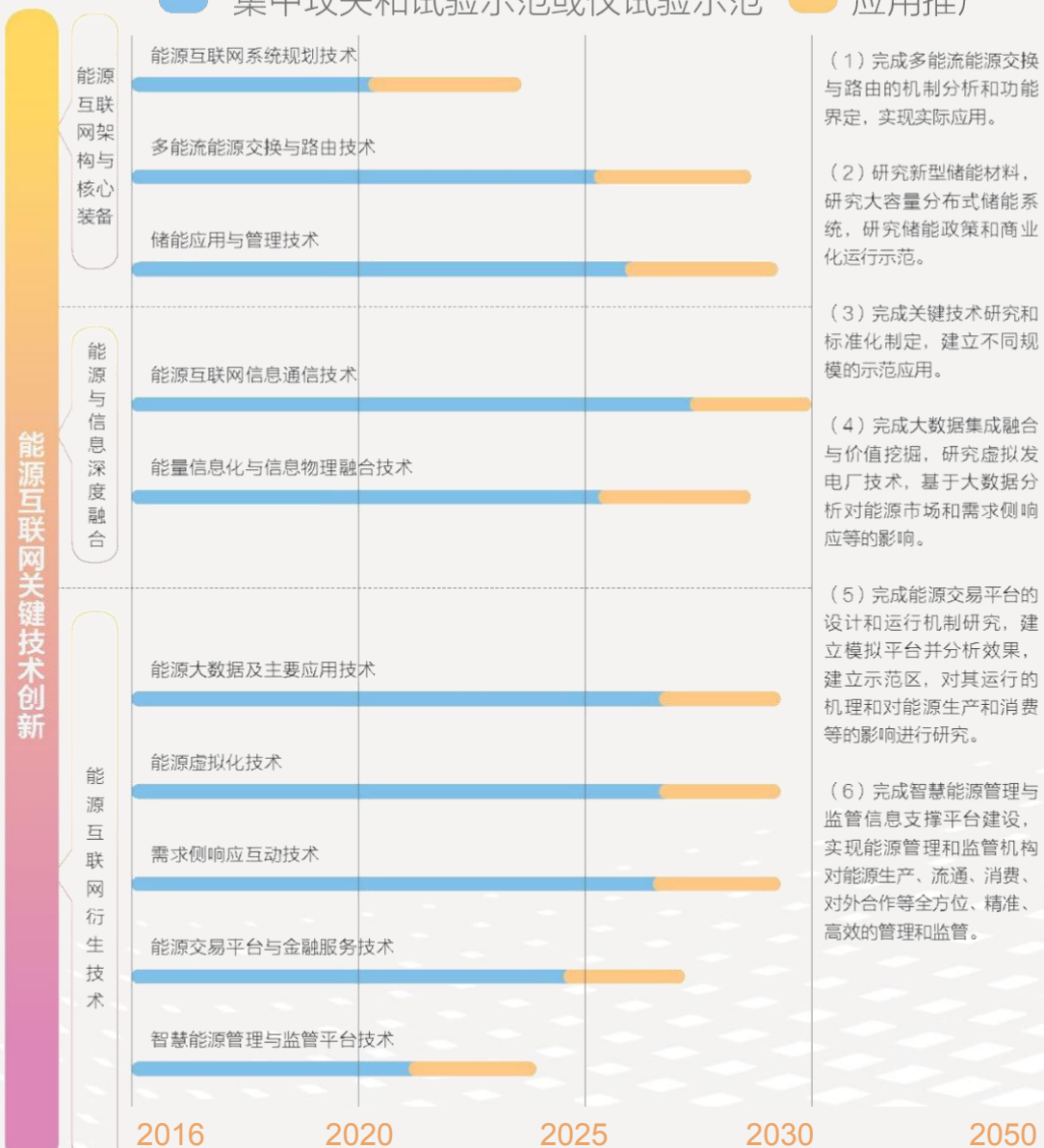
中国筹建全国微电网与分布式电源并网标准化技术委员会，推动标准化工作。 21

智能电网：规划与政策



Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织

集中攻关和试验示范或仅试验示范 应用推广



(1) 完成多能流能源交换与路由的机制分析和功能界定，实现实际应用。

(2) 研究新型储能材料，研究大容量分布式储能系统，研究储能政策和商业化运行示范。

(3) 完成关键技术研究 and 标准化制定，建立不同规模的示范应用。

(4) 完成大数据集成融合与价值挖掘，研究虚拟发电厂技术，基于大数据分析对能源市场和需求侧响应等的影响。

(5) 完成能源交易平台的设计和运行机制研究，建立模拟平台并分析效果，建立示范区，对其运行的机理和对能源生产和消费等的影响进行研究。

(6) 完成智慧能源管理与监管信息支撑平台建设，实现能源管理和监管机构对能源生产、流通、消费、对外合作等全方位、精准、高效的管理和监管。

2016 年世界多国出台了一系列智能电网相关法律法规和政策措施，采取行动推动智能电网技术发展及体制/机制创新。



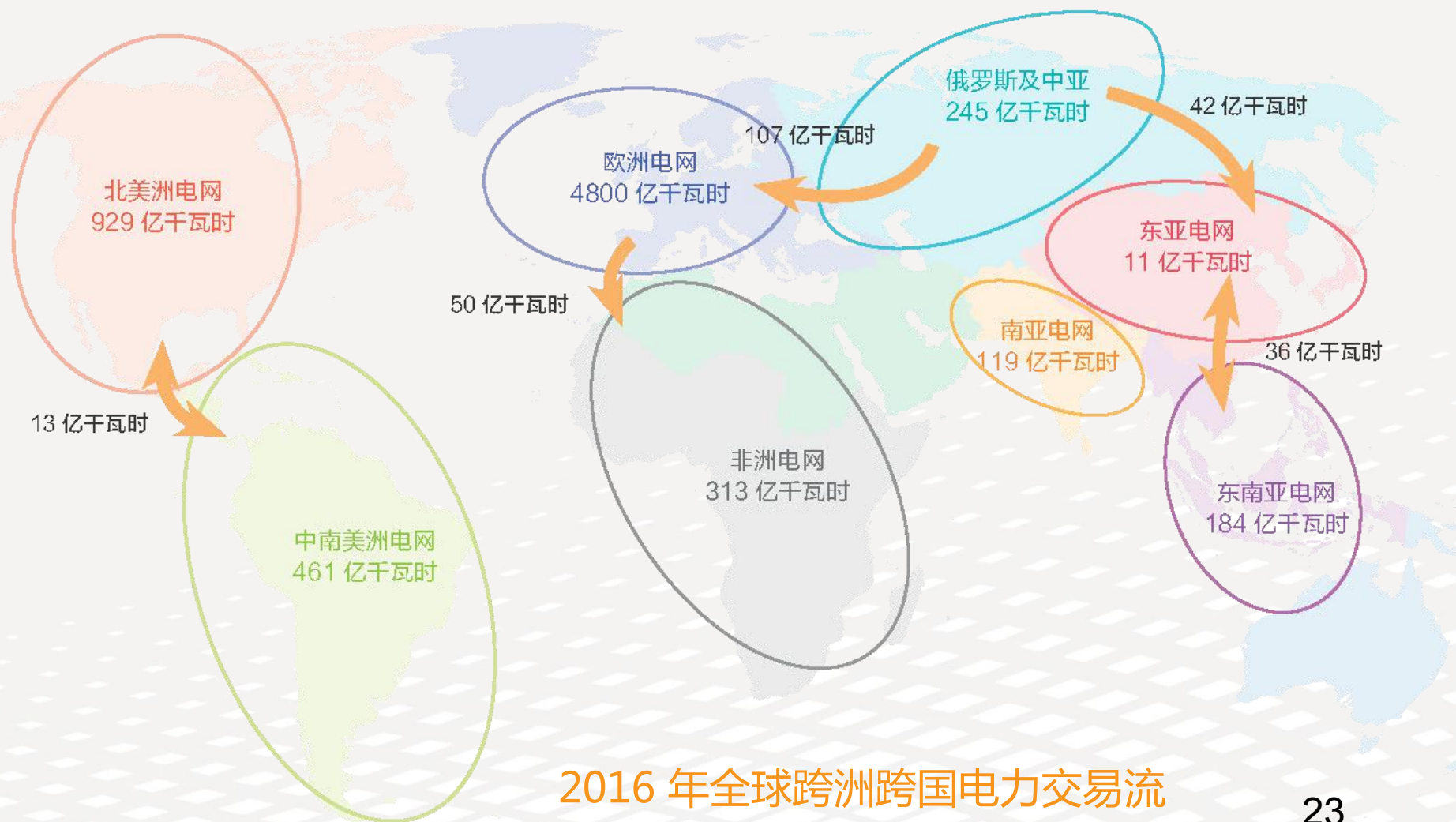
电力互联互通：全球电力流



Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织

2016年，全球跨国交易电量达到**7650亿千瓦时**，跨大区交易量近**300亿千瓦时**。

- 电力由资源相对丰富的区域或国家流向电力需求相对旺盛的区域或国家。
- 区域内跨国电力交易量在一定程度上反映了该区域和谐共享理念的发展程度。
- 洲与洲之间的电力交易规模远远滞后于全球经济一体化进程。

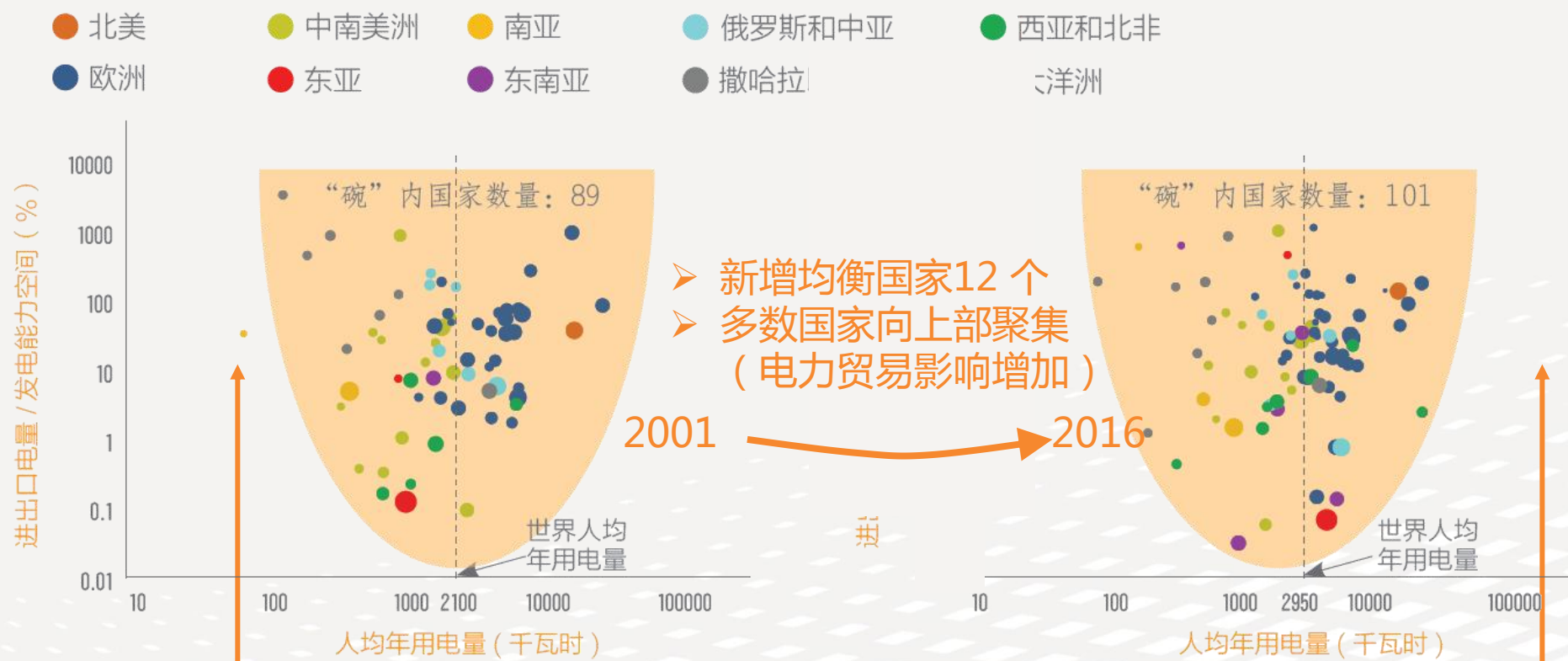


电力互联互通：“金碗”均衡



Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织

- 电力交易量 / 发电能力空间，反映了对外电力交易对一国电能优化配置的影响程度。
- 达到此均衡态的各国人均用电量在对数轴上的分布呈现碗状边界，称为“金碗均衡”。



一国与周边国家实现电网互联并开展电力交易后，国际电价比较优势对市场和资本的配置作用会使该国电力格局迅速进入新的均衡态状态。

“碗”外左侧区域的国家，电力工业基础过于薄弱，多依赖于其他国家的电力互济维持电能供需平衡。

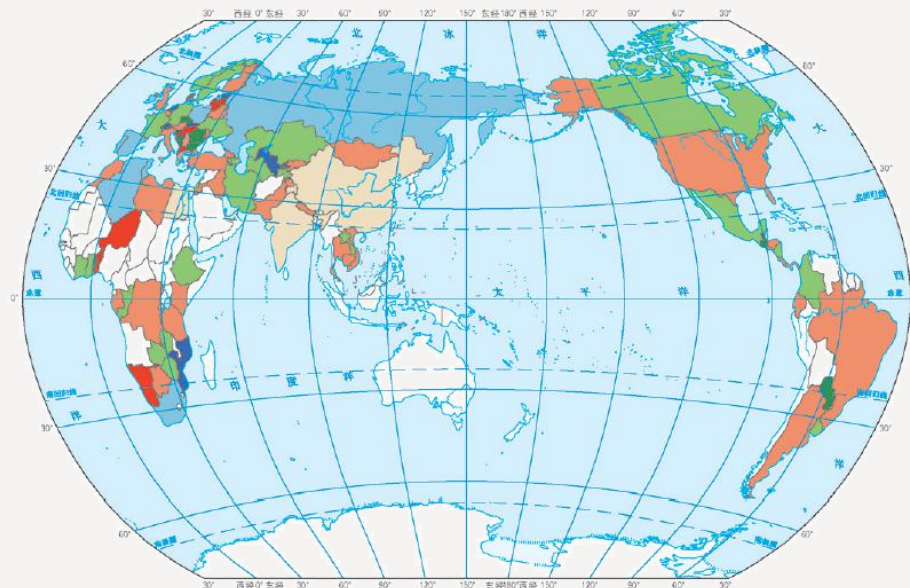
“碗”外右侧区域的国家，人均用电量过高，电力消费超出其本国电源的供给能力。

电力互联互通：敏感度与活跃度

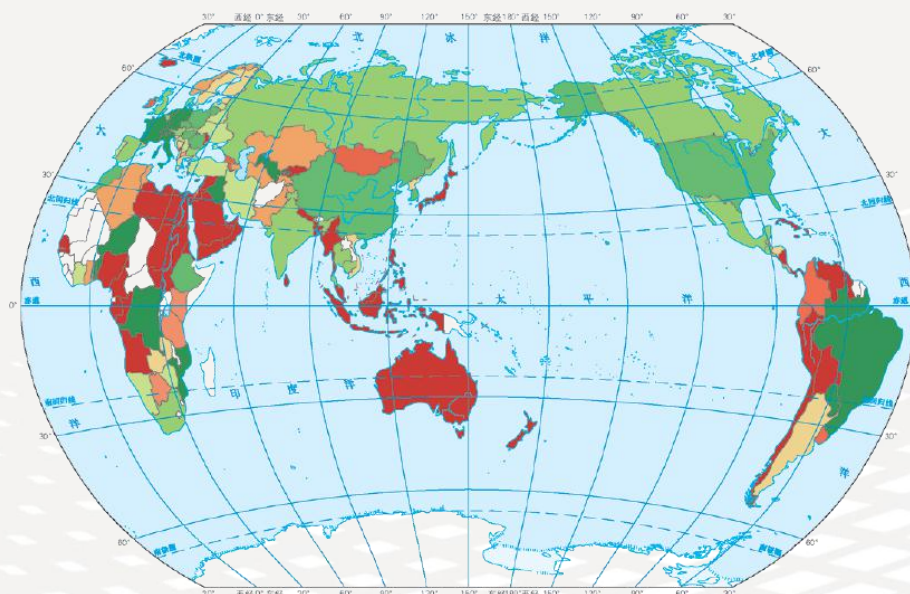


Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织

- 无交易
- 低比例交易
- 进口
- 高比例进口
- 出口
- 高比例出口
- 进出口
- 高比例进出口



- < 5
- 5~10
- 10~20
- 20~35
- 35~50
- 50~75
- 75~100
- ≥ 100
- 无数据



电力交易敏感度

$$= (| \text{进口量} | + | \text{出口量} |) / \min(\text{发电量}, \text{用电量})$$

- 交易敏感度越高，代表跨国交易对本国电力产业的影响越显著。
- 全球电力交易敏感度整体偏低。
- 中国、俄罗斯共同构成面积最大的电能交易缓冲池。
- 欧洲各国电力交易定位清晰、合作发展。

电力交易活跃度

$$= (| \text{进口量} | + | \text{出口量} |) / \min(\text{人均发电量}, \text{人均用电量})$$

- 交易活跃度越高，代表其电力进出口对国际市场的影响力越显著。
- 人口密集的发展中国家活跃度高，主要包括中国、印度、巴西等。
- 供需高度不平衡的地区活跃度高，主要为中南部非洲。
- 市场发达地区活跃度高，主要为西欧。

电力互联互通：跨国联网项目



Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织

为了满足电力需求, 实现资源优化配置,
世界范围多个国家都在积极推进能源电力互联
互通, 2016年多项跨国联网工程正在积极规划
建设。

主要在建跨国工程

项目名称	电压等级 (千伏)	输送容量 (万千瓦)
欧洲区内		
法国—意大利柔性直流联网工程	± 320	120
意大利—黑山直流联网工程	± 500	100
东南亚区内		
马来西亚—印度尼西亚	± 250	60
老挝—柬埔寨	230	30
南亚区内		
尼泊尔—印度联网工程	400	100
非洲区内		
埃塞俄比亚—肯尼亚联网工程	± 500	200
肯尼亚—坦桑尼亚—赞比亚联网工程	400	40





1. 报告编制背景

2. 报告主要内容

- 2016全球能源电力发展概况
- 2016全球能源互联网发展基本情况
- **全球能源互联网发展评估**
- 全球能源互联网发展展望



发展潜力

为动态衡量全球能源互联网响应和支撑联合国2030可持续发展议程的实现程度和发展潜力，找准短板和发展重点，全球能源互联网发展合作组织研究提出全球能源互联网发展成熟度与发展潜力评估体系。

评估方法论：AEUS / LEAP评估法



Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织

成熟度AEUS评估法

高

Y 建设成效

低

E 成效显著

基础较弱但客观效果较好，可能受益于因自然条件、短期政策、资产利用效率等优势，但长期发展可能乏力

A 发展领先

发展基础可建设成效都较好，具有相对较高的成熟度，可作为其他国家/地区发展的样板或带动者

U 发展滞后

发展基础和建设成效较差，处于全球能源互联网发展的起步阶段，或无力开展建设工作，成熟度低

S 基础坚实

基础设施条件好，但配套的政策、机制不健全，或地缘政治、产业环境不利，未能充分发挥已有基础的潜在能力

低

X 发展基础

高

发展潜力LEAP评估法

优

Y 综合影响因素

劣

E 观望

综合影响因素具优势，但自身资源贫乏或分布不合理，或发展意愿较弱，一旦得到改善，发展前景良好

L 领跑

自身发展和综合影响两方面因素都有利于全球能源互联网发展，潜力很大

A 积蓄

综合影响因素不利，自身资源贫瘠或结构失衡，发展意愿较弱，待积蓄有利条件，提升发展潜力

P 坚持

资源禀赋较好，自身也有较强发展意愿，但综合条件尚不具备，一旦得到改善，将具有较大发展前景

劣

X 自身发展因素

优

全球十大区域评估结果



Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织

- **欧洲、东亚：双领先。**发展成熟度均处相对“领先”地位，发展潜力同样“领跑”全球，可作为全球能源互联网当前和近中期发展的标杆和引擎。
- **撒哈拉以南非洲、南亚、东南亚：坚持脱困。**这些地区虽发展“滞后”、基础薄弱，但呈现出强劲的意愿和动能，在“坚持”中等待着制约条件得到改善。这些地区的能源电力工业有望呈现的后发优势。



全球十大区域评估结果



Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织

- **北美：领先观望。**发展成熟度处“领先”地位，但对未来发展态度相对保守，处于“观望”状态。
- **中南美洲、俄罗斯和中亚、西亚和北非：积蓄条件。**这些地区作为世界上化石能源资源最丰富的地区，资源依赖型经济的强大惯性压抑着这些地区创新和转型的动力，使它们维持“积蓄”状态。随着周边地区的发展带动，这些地区有望立足“45°能源带”，与东亚、欧洲庞大的能源消费市场，以及南亚、东南亚、非洲的新兴市场实现互济。

成熟度

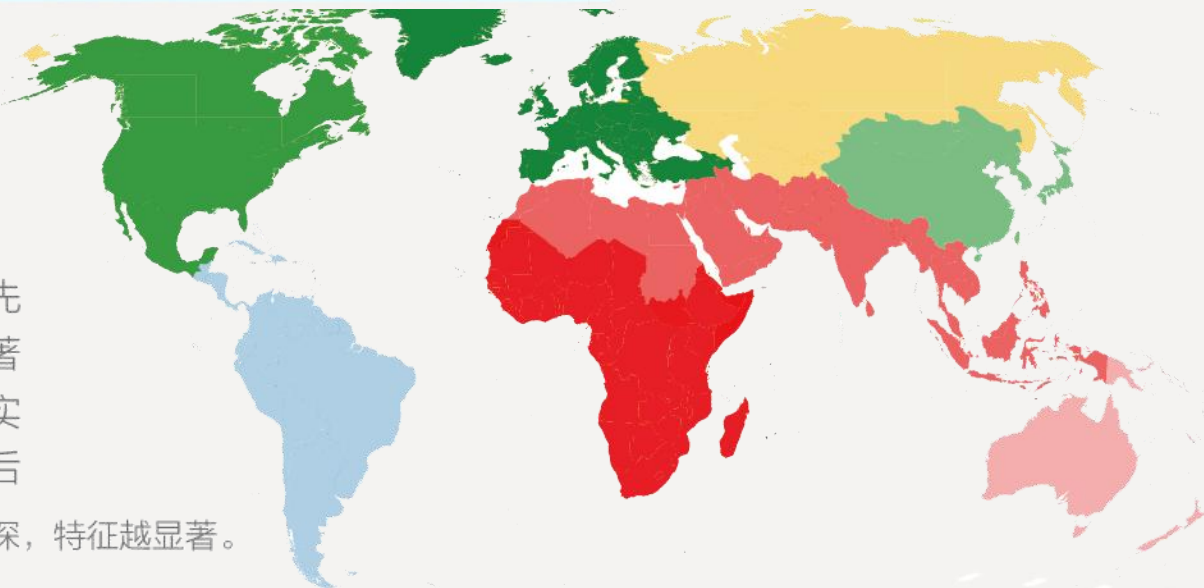
- 发展领先
- 成效显著
- 基础坚实
- 发展滞后

注：颜色越深，特征越显著。

发展潜力

- 领跑
- 观望
- 坚持
- 积蓄

注：颜色越深，特征越显著。





1. 报告编制背景

2. 报告主要内容

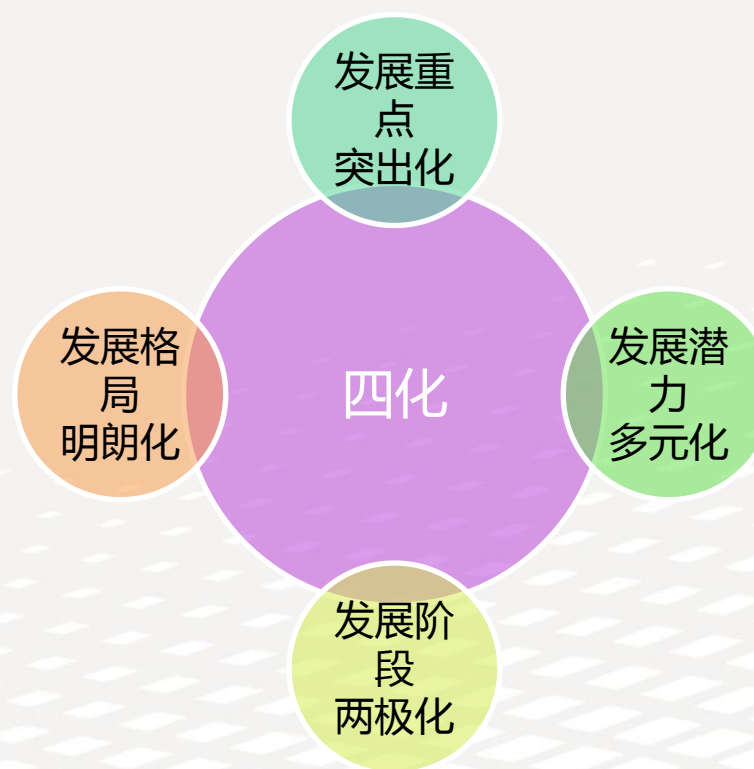
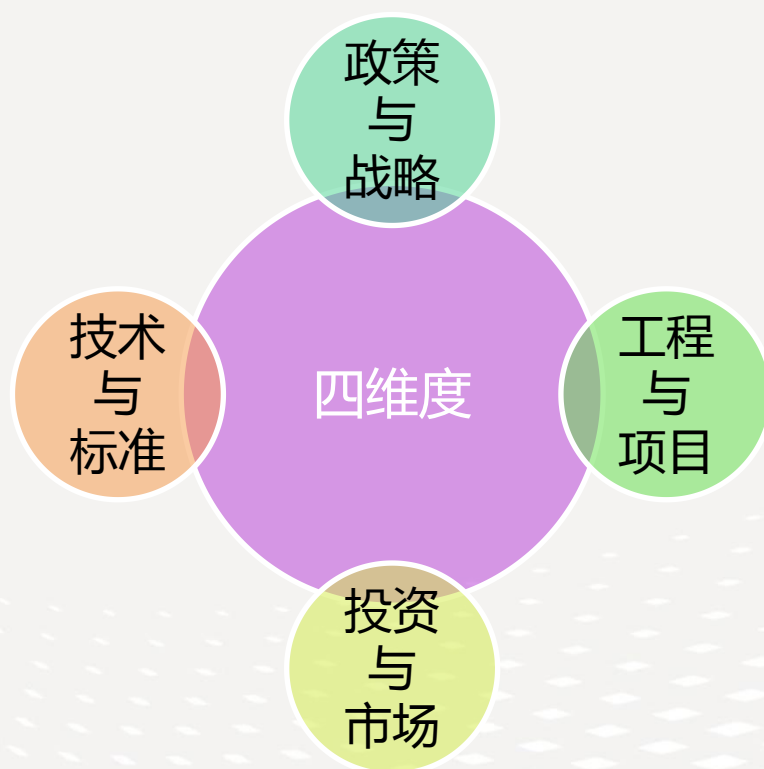
- 2016全球能源电力发展概况
- 2016全球能源互联网发展基本情况
- 全球能源互联网发展评估
- 全球能源互联网发展展望

“四维度”、“四化”



Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织

2016 年，世界范围内全球能源互联网呈现良好的发展态势，在“四维度”处于从量变到质变的累积过程，整体表现出“四化”特点。



- 深化互联互通理念传播，持续推广清洁发展、协同发展及一体化发展理念，深刻认识互联互通、互补互给重要性。
- 强化互联互通组织架构建设，在联合国可持续发展框架下，加强发展联盟和机制建设，推进互联互通软连接，形成发展合力。

全球能源互联网发展策略

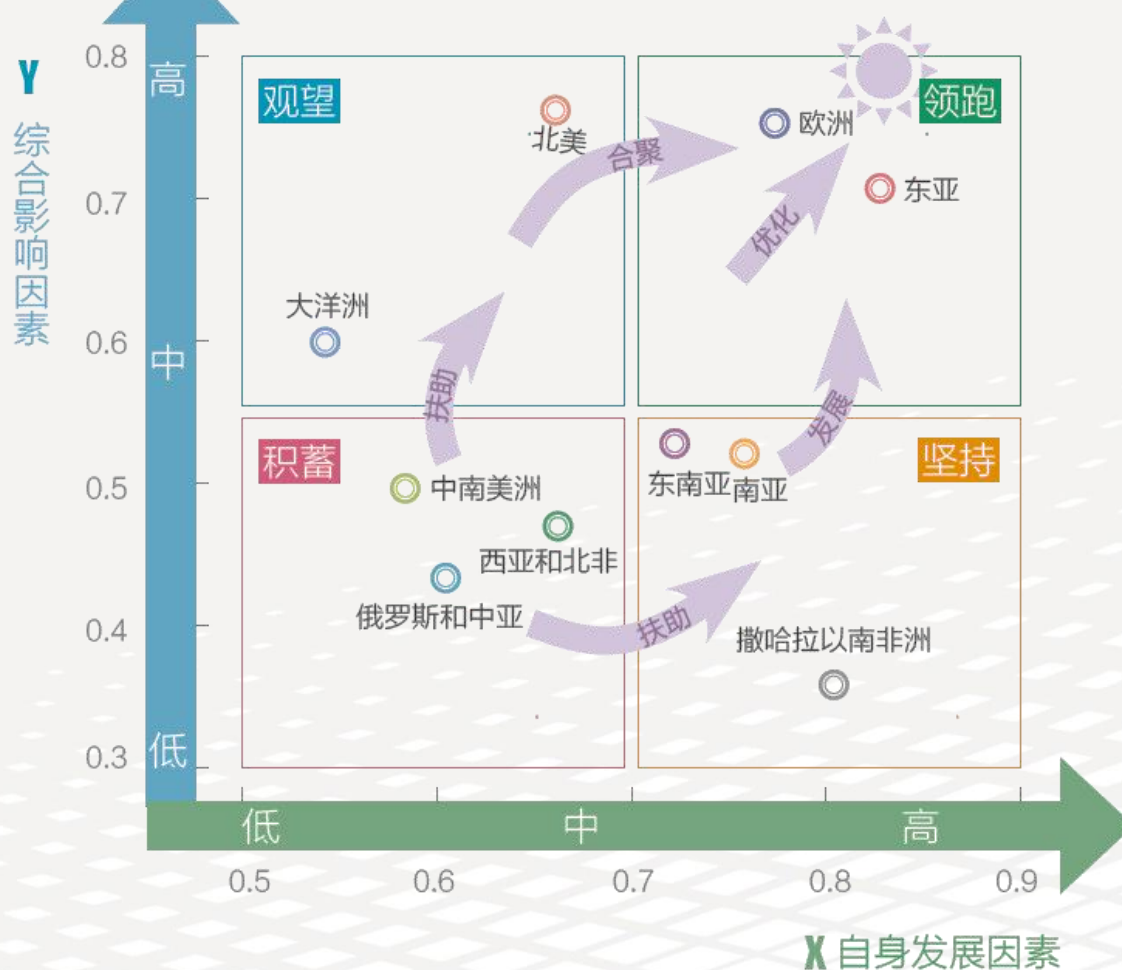


Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织

- 全球能源互联网建设优先选择具备条件的地区率先突破，以点带面，逐步铺开。
- 协调各国意愿和整体目标，兼顾经济效益与外部效益，设定差异化的发展策略。

调动观望型地区。挖掘并发挥经济、产业或技术优势，实现能源互联对其经济发展的有效支撑，使之贡献优势、享受红利、提升意愿、共谋发展。

扶助积蓄型地区。协助其解决主要矛盾，点燃发展意愿；或破除其增长障碍，发动发展引擎，扶助其进一步发展。



优化领跑型地区。进一步改善在个别领域的短板，促进均衡发展，树立标杆，实现引领，发挥其对临近地区的带动和扶持作用。

发展坚持型地区。发展意愿强烈且自身条件具备，应作为优先发展对象，结合其内部需求，改善其外部环境，促进其快速发展。

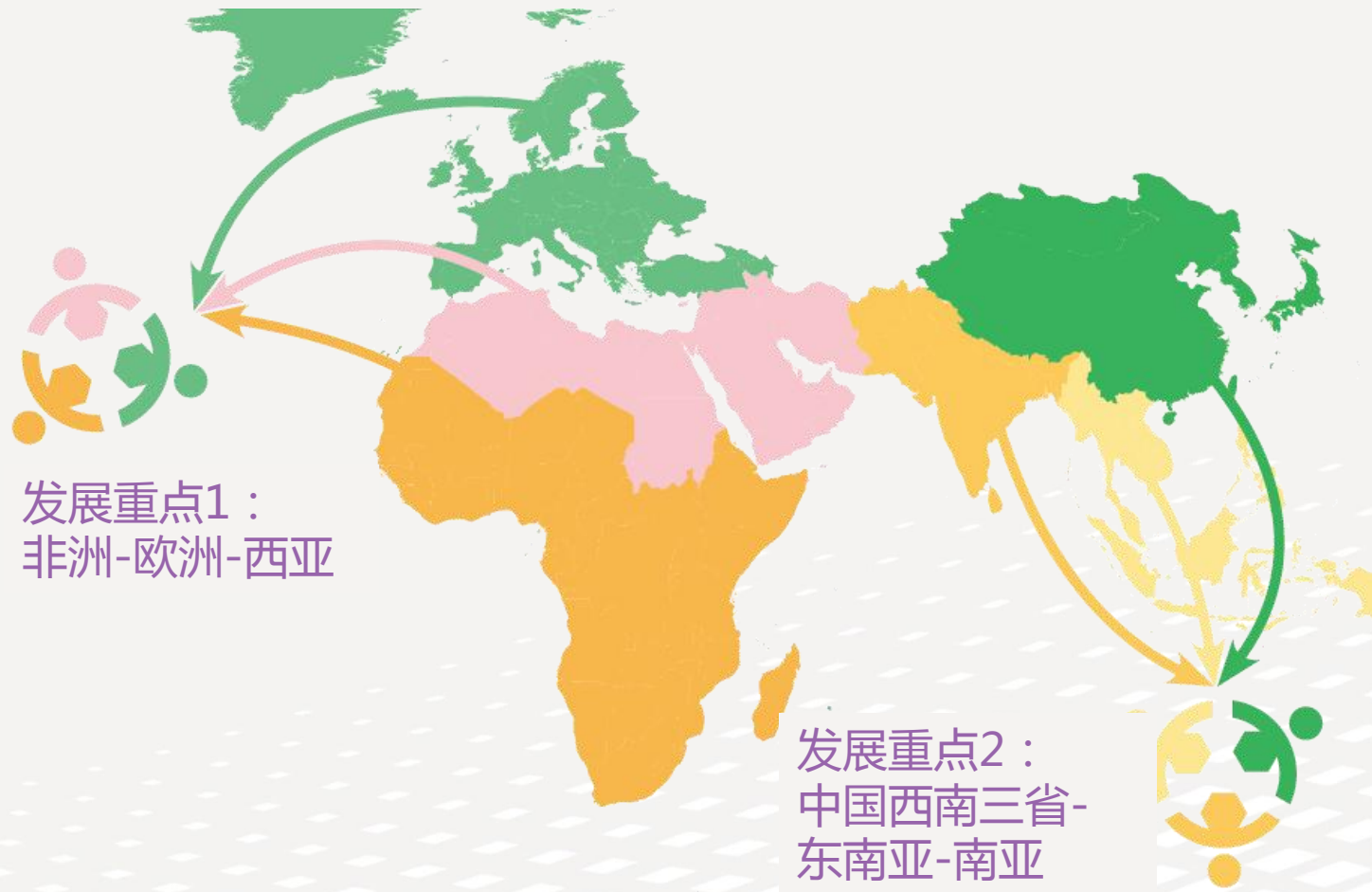
全球能源互联网近中期发展重点



Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织

聚焦“坚持型”地区， 大幅度解决无电人口用电问题

- 南亚、东南亚、撒哈拉以南非洲等“坚持型”地区人口庞大、基础薄弱但发展意愿强烈，为其提供充足的电力，将大幅减少全球无电人口，全面解决能源和电力可及性问题，促进全球能源公平。
- 这三个地区是近中期全球能源互联网优先发展的重点。



欧洲、东亚、西亚和 北非纳入统筹考虑

- 欧洲、东亚呈“领跑”态势，应充分发挥其技术和资本优势，优化自身，带动周边。
- 西亚和北非地区作为沟通欧亚非的“十字路口”，纳入战略布局。

非-欧-西亚联网展望：里程碑



Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织

非洲清洁能源资源丰富但消费落后，西亚传统能源丰富且具有配置和消纳能力，欧洲需求旺盛但能源资源不足，三者高度互补。

1. 国内互联

- 开发北欧水电、风电和南欧太阳能，提升能源配置效率，优化、加强欧洲国家内部和国家间电网互联。
- 以满足国内用能、减少无电人口为首要目的，开发非洲中部水电、非洲中南部风电、北非及西亚太阳能，同步强化有关国家国内电网网架的电力可达性。
- 以消纳清洁能源为战略目标，初步构建跨国互联通道。

2. 洲内互联

- 以欧洲及周边领先地区的技术和资本输出，拉动发展。
- 初步完成非-欧-西亚区域内可再生能源基地开发。
- 推动撒哈拉以南非洲互联大电网建设，强化北非地区的现有互联电网，增强其电力配置能力。
- 扶助西亚参加洲际清洁能源配置，实现三大洲初步互联
- 促进各区域内部电力交易市场的逐步形成，为跨洲能源互济优化奠定基础。

3. 泛欧非亚大电网

- 基于环地中海大环网，实现三大洲大电网充分互联和泛非欧亚电力市场的形成，实现各品种可再生能源的互补及打捆送出。
- 可再生能源的大范围、大规模配置，使化石能源回归原材料属性，使非洲地区获得资源效益并实现能源现代化、西亚地区摆脱化石能源出口依赖、欧洲获得更充足、更清洁的能源供应渠道。

非-欧-西亚联网展望：三源六带



Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织

由传统的北欧水电、北海风电和具有巨大开发潜力的北极风电构成。

发达的电力工业、巨大的人均负荷规模，使欧洲大陆具有大规模开展能源结构调整并消纳廉价清洁电力、成为整个非—欧—西亚地区负荷中心与电能缓冲池的潜力和空间。

北非、中东能源资源富集地区将持续扮演沟通非、欧的能源供给者角色，目前作为主导电源的火力发电将逐步让位于地中海沿岸风力发电、撒哈拉太阳能发电和阿拉伯半岛太阳能发电等清洁能源。

撒哈拉地区人口稀少、资源开发困难、电力装机和负荷小，而相对平坦的地理特征有利于输电通道建设，有潜力成为沟通南、北非洲的电能配置缓冲带。

由非洲西海岸、东非高原的风电，以及中部非洲三大河水力发电构成容量庞大、结构优良的电源带，作为北非和西亚电源的容量补充和调峰电源。

南部非洲经济相对发达、清洁能源丰富、电网互联基础好，具备与非洲其他地区实现电能互济和负荷平衡的良好条件，将形成电能配置缓冲带。



中-东-南联网展望：里程碑



Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织

- 中-东-南区域各国家/地区或缺电严重，或能源资源丰富，自身消纳能力有限。
- 清洁能源开发总是伴随着电网加强和跨国联网。

1. 互联补缺

- 各国能源禀赋充分发掘。
- 印度、越南等国的煤炭和孟加拉、缅甸等国的天然气在短期内满足自身用能需求。
- 大湄公河次区域和恒河、布拉马普特拉河的水能、印度和中国西南三省的太阳能逐步成为满足中长期发展需求的替代能源。
- 短距离、小容量的跨国互联电网广泛建成，通过邻国间的小范围电能交换，解决局部资源配置问题。

2. 市场增效

- 大清洁能源基地充分开发。
- 多条远距离、大容量的跨国输电线路建成。
- 东南亚、南亚与中国西南三省的区域电力交易市场逐渐完善。
- 中国西南三省的水电和太阳能发电、东南亚的水电与孟加拉、缅甸的天然气发电构成水火互济，并形成向南亚大负荷中心输送的格局。
- 清洁电力的比较优势给各国家/地区带来交易红利。

3. 优化配置

- 全面实现区域大电网互联，并与中国特高压电网形成呼应。
- 基础设施优化配置的能力得到充分发挥，中国西北的清洁能源、中国东南的负荷中心与南亚、东南亚区域电力市场形成联动。
- 区域电力基础快速完善，参与洲际能源电力优化配置。

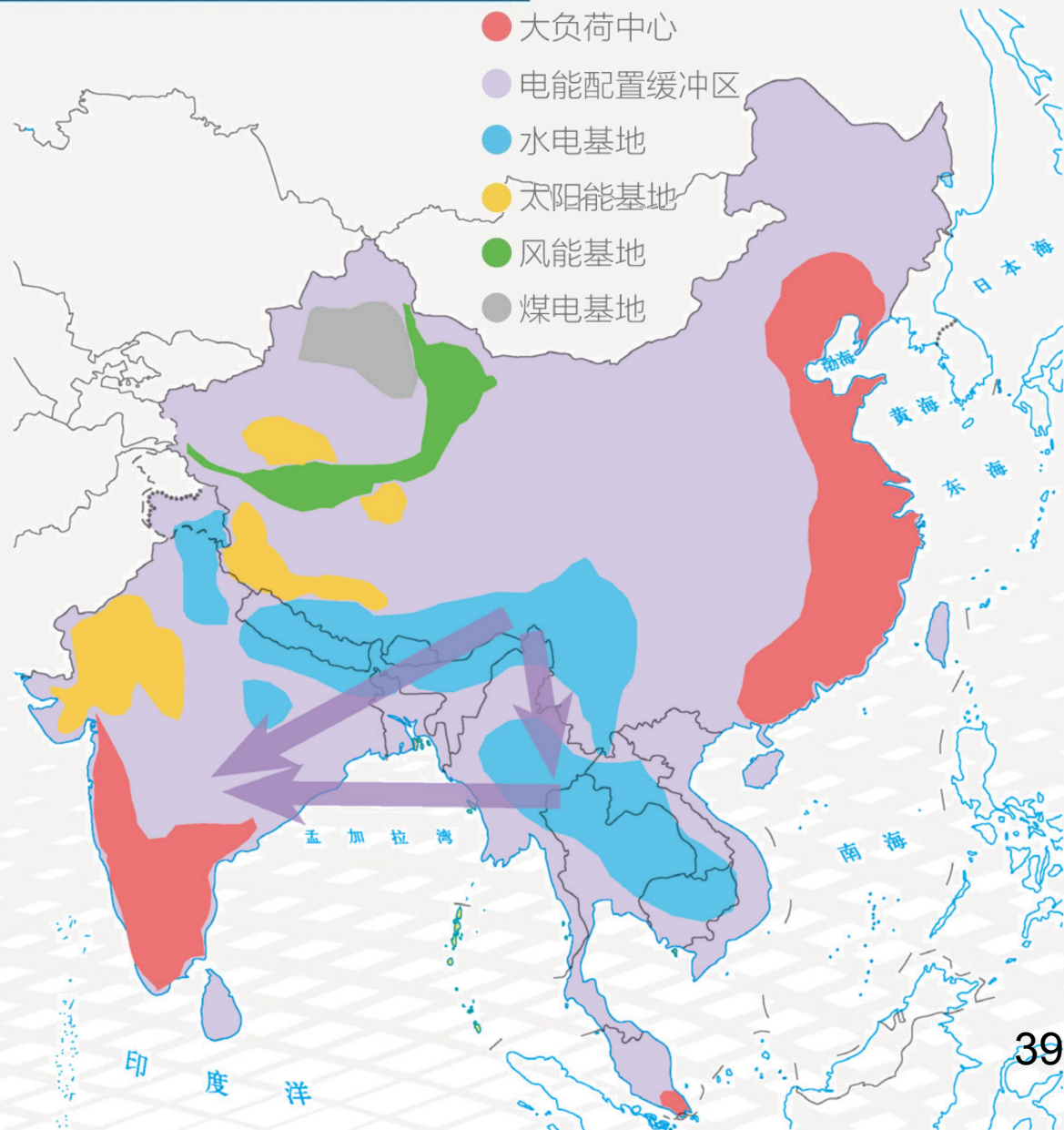
中-东-南联网展望：三角互济



Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织

实现区域能源电力供需结构优化

- 三个区域能源需求旺盛但各自能源结构单一，地理位置紧邻，能源通道顺畅，已初步形成自北向南，由东至西的能源流。
- 三个区域内电力工业总体基础薄弱，可再生能源开发量低，化石能源为主要电源，电气化率普遍低于国际平均水平，但电力供需特征明显、层次分明。可再生能源加速发展并有望在未来替代低效化石能源，电力供需形成三角互济，局部互补，电源结构清洁化发展格局。



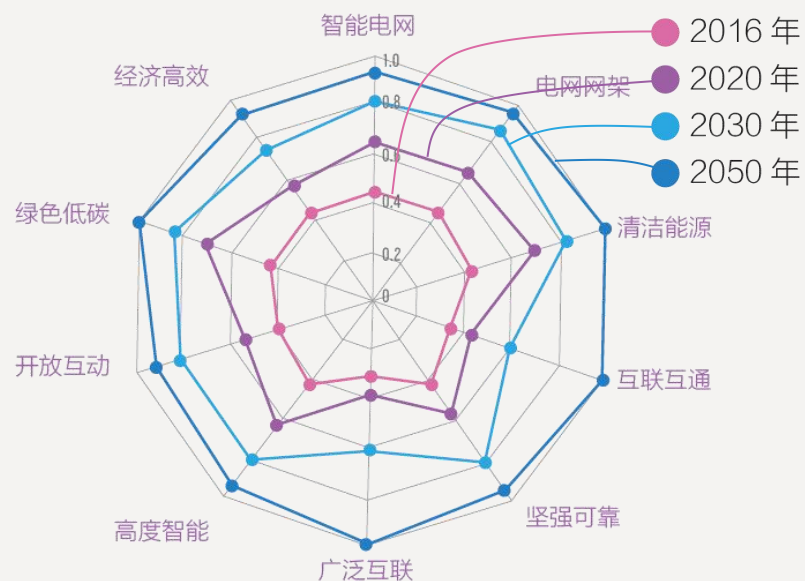
全球展望：三步迈进



Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织

全球能源互联网发展指数 GEIDI：

- 定量展现全球能源互联网对联合国2030 可持续能源发展总体目标的支撑程度。



GEIDI 39.4%

2016

理念共识

各国就加快能源转型、加强基础设施互联互通、应对气候变化达成共识。

55.7%

2020

国内互联

加强各国国内联网和智能电网建设，开发各国清洁能源。

74.8%

2030

洲内互联

实现洲内跨国电网互联，洲内清洁能源基地开发和消纳。

95.7%

2050

洲际互联

建成跨洲联网骨干网架，“一极一道”等大型能源基地开发并全球配置，“两个替代”全面实现，基本建成全球能源互联网。

全球展望：“合纵连横”



Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织

以“合纵连横”的一体化网络支撑“之”字形清洁能源区的大规模开发利用、实现资源与负荷优化匹配和多能互补。

“合纵”

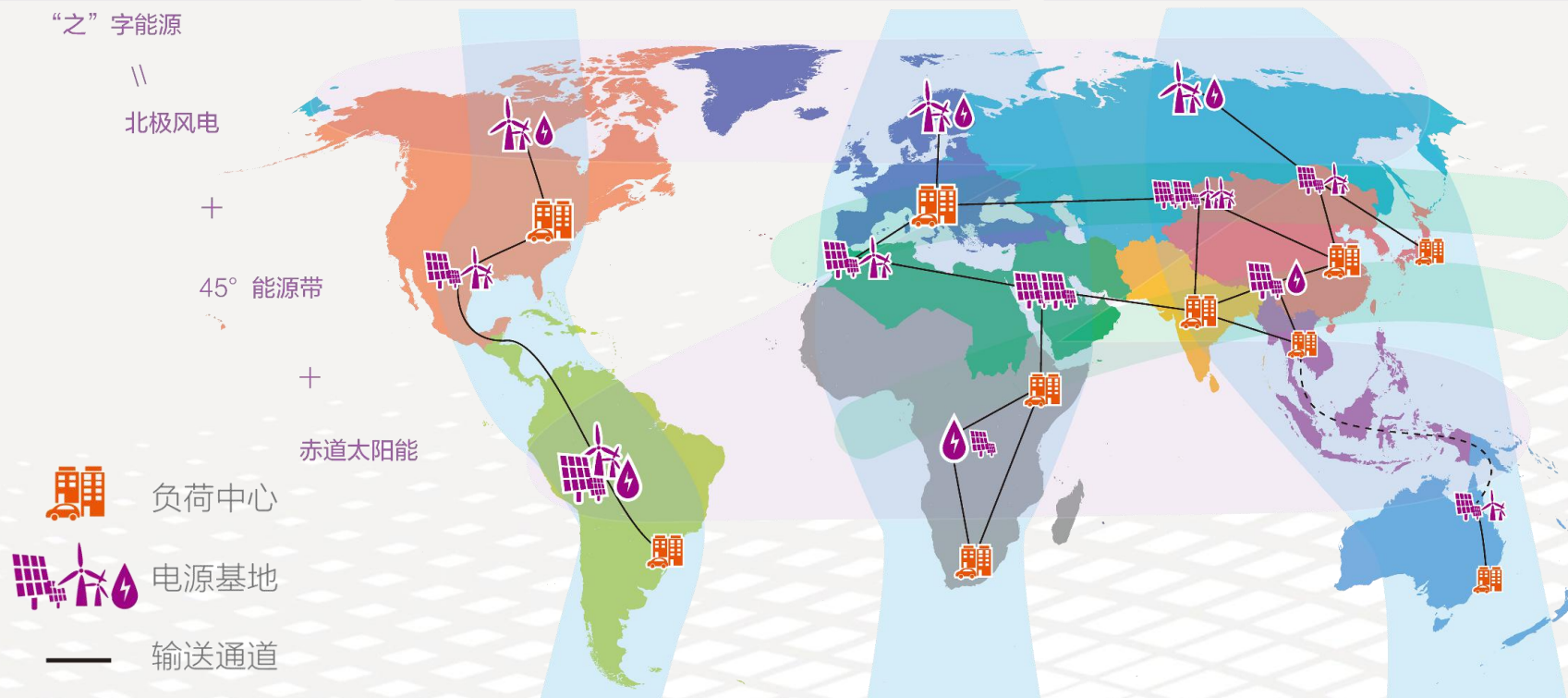
- 资源的**品类互济**（电源和用户）和**季节平衡**（南半球和北半球）。

“连横”

- 资源**跨国互补**（连接同纬度能源基地，实现峰谷互补）和**时区平衡**。

“之”字能源

- 全球能源互联网“血管系统”的“**造血细胞**”，藉由“纵横”架构的输电网络互联互通。





全球能源互联网发展合作组织将会同有关各方不断深化全球能源互联网发展研究和评估，夯实理论和数据基础，持续提升报告深度和质量，更好地为会员单位和社会各界服务，进一步增进与国际组织、研究机构 and 企业的交流合作，凝聚共识，形成合力，共同推动全球能源互联网发展和全球能源清洁绿色转型！



Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织



谢谢!

