



科技创新、能源管理与经济增长

时间：2017年4月7日 10:00-12:00

地点：宾大沃顿中国中心

嘉宾：

Darrell M. West，布鲁金斯学会政府治理研究项目副主席兼主任、科技创新中心创始主任

高昆仑，全球能源互联网研究院计算及应用研究所所长

齐 晔，清华-布鲁金斯公共政策研究中心主任、清华大学公共管理学院教授

何育萍：尊敬的韦斯特教授，尊敬的齐晔教授，女士们、先生们，大家早上好！

我是何育萍，我来自沃顿中国中心。我非常高兴欢迎大家光临我们中心，也非常高兴共同主持今天我们今天跟清华-布鲁金斯公共研究中心举办的这次活动。我想花两分钟时间来介绍我们中心。我们中心建立于2015年3月，我们的使命是将宾大带到中国，也将中国推荐给宾大。我们也希望能够将更多的研究资源带到中国来，与中方交流思想，更好地增加我们学生的就业机会。我们与校友合作，也提供了非常有效的学习平台。今天我们非常荣幸与清华-布鲁金斯中心共同举办这次活动，我们今天请来了非常多的嘉宾，希望大家能够享受今天的活动，能够有所收获。下面我要有请齐晔教授来介绍今天的嘉宾，并且介绍今天的活动，谢谢！

齐晔：大家早上好！非常感谢大家参加今天的活动。今天的主题是：科技创新、能源管理与经济增长。我们非常荣幸见到大家，也非常感谢我们的主办

方宾大沃顿中国中心，我们非常地高兴能够与宾大沃顿中国中心共同主办今天的活动。今天我们将进行一个对话。今天在大洋彼岸，中美两国元首首次会晤，他们可能今天在进行餐叙。我想他们会讨论很多战略性的题，现在中美两国需要共同解决的一个问题就是经济增长。经济增长非常重要，因为金融危机以来我们都经历了全球经济放缓，不仅是中国，世界各地都是如此。那如何推动经济增长？有很多的选项，但并不是所有的选项都很有效，今天我们讨论的是如何通过能源管理推动经济增长。能源革命在中国是一个非常重要的话题，在中国，我们都在说我们正在向能源消费和能源生产变革在推进。最近法兰克福的一个大学推出了一份关于能源的报告，在过去这些年中国的清洁能源投入增长非常快，2009年以来中国已经成为世界上清洁能源第一大的投入国，包括风能和太阳能。在2016年的时候，中国在清洁能源方面的投入是780亿美元，占全球投入的三分之一，全世界的清洁能源投入是2410亿美元。去年，在全球范围内我们看到清洁能源的装机新增容量是14GW，但是2016年与2015年相比，我们看到清洁能源的投入有非常大的降低，减少了32%。而中国减少的更多，在2015年，中国清洁能源的投入是1150亿美元，增长幅度从36%降到32%。尽管全球的清洁能源的投入减少了，但是我们看到中国和美国的清洁能源的装机容量在增加。比如说去年的太阳能发电实现了大幅的增长，增加了35GW。这是一个今天主题非常好的例子，一方面我们投入少了，另一方面我们看到清洁能源的发电量在增加。如果看一看清洁能源的投入和化石能源的投入，我们看到去年更多的资金投入到了清洁能源，50%的发电量是来自清洁能源，所以我们现在看到我们正在实现从化石能源到清洁能源的转型。

去年我写了一篇关于这个主题的文章。2013年以来中国的煤炭的消费量达到了峰值，之前很多人说中国的碳消费到2020年才能达到峰值，事实上中国的碳峰值已经出现在了2013年，这个趋势还在继续的发展。而在之前的40年中国的经济增长一直依赖于碳的消费、火电，而今天中国的经济发展更依赖于清洁能源，依赖于更好的创新型的能源管理，这是我们今天的主题。

今天我们有请到了我的同事，韦斯特教授，他是布鲁金斯学会治理研究项目的副总裁兼主任，他也是布鲁金斯学会科技创新中心的创始主任。在加入布鲁金斯学会之前，他是布朗大学的教授，他研究领域包括广泛，都跟技术创新

有关。今天他将跟我们分享他最新的一篇研究，研究的内容就是通过能源管理来促进经济增长。下面我们一同欢迎韦斯特教授。

韦斯特：非常感谢介绍，非常感谢大家出席今天的活动。今天的设施非常好，令我们看到清华-布鲁金斯中心和宾大沃顿中国中心有非常好的合作。刚才齐晔教授也谈到，我们今天这个会议时机非常好，因为两国的元首今天刚刚见面，他们可能刚刚结束晚宴，我们也希望他们明天有更好的交流。

在美国我们希望在此次会议结束之后，特朗普总统能够表示与中国建立一个建设性的中美关系。当然，这个峰会可能还会产生一些其他的成果，我们都非常期待。我们非常高兴能够再次来到北京，这是我第 10 次到访中国。非常高兴能够见到新朋友、老朋友。我这篇论文主要是探讨通过能源管理来促进经济增长，尤其是将数字技术融入到能源管理当中。我们看到，在中国经济增长跟数字技术有非常密切的关系，已经产生了非常深的影响。我的文章当中提到了通过某些方式来减少能源的消费，中国的能源需求继续增加，中国的人均能源需求自 1980 年以来已经增长了四倍。而中国现在在清洁能源领域已经是一个世界领先的国家，中国现在大力投入的可再生能源包括风能和太阳能。而美国，也希望能够追随中国在这个领域做出更多的努力。之前，美国的前任总统认为这个领域是新的一个增长领域，新任总统可能不会像之前那么给予支持。中国提出到 2020 年可再生能源的比例提高到 15%，中国现在也在升级能源基础设施，通过数字技术来做到这一点。我们也看到，在很多领域，包括卫生领域、能源管理领域都可以利用新的技术，但是技术并不是唯一的手段。数字技术可以帮助各个国家更好地管理资源，向消费者提供更多的信息，让他们做出更明确的选择，另外还可以帮助生产者了解如何更好地提高能源的效率。所以我们看到，现在我们可以通过智能网来更好地进行输配电从西部输送到东部，因为东部的人口更多。我们看到西部中国，因为能源需求不足，所以必须要减少他们的能源的生产，所以中国出现了能源需求和生产不匹配的现象。

从消费者的角度来讲，有一些国家已经有智能测量表给消费者，让消费者能够在能源使用方面做出更加理智的决定以降低成本；还有一些国家在做物联网，有几十亿个传感器能够来看人们在做什么。在交通方面也有这样的传感器，来看路面的交通状况如何给驾驶员提供更多的信息，也能够给人们提供更

多的帮助。比如说有来测量空气质量的传感器，也能够向消费者去提供关于空气质量的信息，看空气质量现在如何。所以说现在有很多的方法，我们用技术革命来给人们带来更多实时信息，这样的话人们也能够做出更加基于现实的一些决策。

中国一直在推互联网+这样一个倡议，希望能够在货物生产方面从价值链的低端走向高端。现在有智能制造，我们看到在日本、在韩国、在德国、在美国、在中国，都有很多的工厂，现在有自动化的生产和机器人，我下一本书就是去看机器人如何影响制造业和其他一些行业领域。我的题目也就是当机器人做了所有的工作之后，这个社会将会是什么样的。那么现在大家所做的就是使社会能够有更大的互联互通。就中国而言，只有低于 30% 的人有互联网，所以其实互联网所带来的好处没有惠及到很多人。如果说科技能够使人们更加有效地去使用能源，也能够去影响我们的农业，使农业变得更加的现代化。农民用技术来监测水的使用，肥料的使用，也能够让农民更好地以更高的效率去使用这些产品，能够提高农业生产力，更好地管理能源的使用。中国 60% 的人在 2030 年的时候都会居住在城市，所以说我们必须要去思考如何能够使用数字技术更好地来进行能源管理。

最后，我们做出了几点建议：第一个在中国、美国和其他国家都非常重要，就是要用数字技术来弥补乡村和城市之间的鸿沟和差距，来使这些人能够互联。非常重要的一点是，在中国——当然在其他国家也是一样，要让科技革命能够惠及到这个国家的每一个角落，让所有的人都能够从科技的革命中获利，最终能够使我们的能源使用更加有效。

第二个，就是在能源领域去提供数字技术，包括刚才所说的智能测量表给我们的能源使用者和能源生产者，让他们能够做出最佳的决定。

最后一个建议就是发展新的技术，像大数据分析、移动技术，还有云计算的技术。大数据分析能够使人们根据最新的讯息和信息做出实时的决定。

在以前大家可能需要很长的时间才能获得信息，决策者做决定的时候根据的是已经过时的信息。数字技术能够弥补这样的时间差距，让人们能够根据最新的信息做出实时的决定。所以，这会让我们社会更加有效地运转。这就

是我们最新的论文情况，接下来我们会进行讨论，也愿意回答大家的问题，谢谢！

齐晔：好，谢谢韦斯特教授。大家可以看到，在我们俩中间有一个空座，我们会有另外一个嘉宾来参加我们今天的讨论，他可能随时会到，他现在堵在路上。在北京的话，也是非常正常的，大家也都非常了解。这个其实也是韦斯特教授刚才所讲的内容当中所涉及的一部分，就是用最新的技术大数据、自动化这样的技术来管理我们的能源，还有其他的一些问题的解决方案。当我们另外一个嘉宾到的时候，我也会请他到上来跟我们一起讨论。

我想说刚才韦斯特教授谈到中国，谈到世界，现在可不可以谈一下美国的情况。一个星期之前，特朗普总统提出了一个行政指令。在奥巴马总统政府期间建设了一些清洁发电中心，这是奥巴马总统当时应对气候变化的一个核心，到 2032 年的时候能够在发电行业减少碳排放 32%——我们也知道发电其实占了美国所有的二氧化碳排放 35%-40%，但是特朗普总统却宣布要停止这些清洁发电中心。所以说我想听一下您的看法，对于美国应对气候变化的行动来说，这意味着什么？这对于巴黎协定来说意味着什么？

韦斯特：我觉得这个问题问得非常好。简短回答，我对于特朗普总统这个行政指令非常的担忧，因为清洁能源发电其实是一个正确的做法。这些发电厂是美国能源供应的一个核心，但是有很多发电厂现在还是依赖化石能源。面对全球变暖气候变化这样一些问题，奥巴马政府推动了这些清洁能源发电中心的形成，那么也是向世界宣告美国对于气候变化是非常严肃对待的，当时也有清洁能源发电法案出台。但是特朗普总统现在的做法其实牺牲了美国在这一方面的领导地位，他现在走的这个方向是不对的。对于巴黎气候变化协定来说，因为这个协定是已经签订了，所以他不能够反悔，但是对于这个协定当中的一些承诺如何去执行呢，他可能现在的做法就是选择拖延。但是中国在这方面确实承担了一个领导者的角色。我们看到中美关系现在不断地发展，我们也希望这是一个建设性的发展的历程，向着建设性发展的一个方向，美国也能够在这方面有更多的举措。

齐晔：我们看到去年的话，国际能源署提出 2016 年在全球范围内连续三年碳排放量没有上升，这其中做出最大贡献的就是中国和美国。对于美国来

说，2016年碳排放量其实下降了3%，但是经济却获得了增长，大概也是3%的经济增长。这些都是实际的数据，去年气候变化的行动方案还有清洁发电的方案得到了实施，我们看到美国其实也是有很好的经济增长——对于很多发达国家来说的话，这个经济增长数据是非常好的了。那么如何解释碳排放量却得到了减缓？

韦斯特：怎么解释呢？我们看到气候变化的一些数据，像全球变暖、冰川的融化等等，这些其实都是有可能带来一些灾难性的后果的。大家可以看到，在本世纪末的时候，海平面，水平面的上升可能会非常高，很多城市都会被淹没。如果说我们什么都不做的话，在目前我们所看到的这些数据条件下，我们肯定是不能够解决气候变化问题的，所以我们必须要采取一定的行动。中国和美国在应对气候变化领域所做的是非常关键的，因为我们都是应对气候变化的主力军，因为我们也都是二氧化碳排放的主力军。我觉得对于特朗普政府，应该给他有一个上限。我们看到有很多的环境保护机构，还有一些反环境保护的机构，他们一直在反对环境保护，去抵抗环境保护。但是有一个人，就是伊万卡·特朗普，她其实把气候变化看得非常重，看得非常严肃。所以现在很多人都希望伊万卡和她的丈夫库什纳都能够采取更多措施应对气候变化，进而能够在特朗普的环境政策、能源政策，以及气候变化政策方面对抗更多的特朗普政府中的保守人士，现在我们就只了解这么多。

齐晔：我们现在看到现在很多国家都希望能够改善能源结构，事实上中国一直是效仿美国的，但是美国并没有做出很大的改变，但是中国却出现了非常大的变化。我们看到美国出现了很多天然气替代煤炭的一些做法，比如说美国的页岩气的开发（及发展），现在看到碳消费在美国煤炭、在美国的电力产业当中的占比已经低于三分之一了。但是这些都没有与清洁电力法案同时出现。所以，你觉得美国的去碳化、美国电力和美国经济去量化会有什么样的趋势？

韦斯特：我觉得这个趋势在可预见的未来应该会持续。不管特朗普政府会做什么，很多的大企业大机构都知道美国必须要摆脱对煤炭的依赖，必须实现转型，现在美国很多地方、州都采取了非常有利的措施来应对气候变化，比如说支持可再生能源，摆脱所在州对化石能源的依赖。所以不管特朗普政府做什么，这些摆脱对煤炭依赖的做法、这些趋势都将会持续。在竞选时期，在一些

产煤大区，比如说西弗吉尼亚，特朗普一再说，我们应当发展煤炭，我们应当保证人们的就业，这是他竞选时候的一些宣言。但事实上特朗普并不可能改变整个世界的趋势，因为我们看到全世界各国都是在赞成减少煤炭，包括美国的各个州、美国各个市都是如此。

齐晔：刚才您听到在宾州西弗吉尼亚的时候，这些都是美国的煤炭大区产煤大区，特朗普政府可能会说，这些地方有 75000 个就业岗位跟煤炭是相关的。如果我们关闭煤矿的话、如果我们不用煤炭发电，这些人可能就失业了。那我们如何来保证这些人的就业和收入呢？

韦斯特：当然，如果看到每个行业的工人失业的话，我们都非常的痛心，尤其是如果大规模的失业发生。但是整体的趋势就是这样——摆脱煤炭，所以这样的现实是不可能改变的。对我来说，我观察到的是，我们看到技术产生了很多的颠覆性变化，有很多的行业可能会失业，比如说因为无人驾驶汽车的出现，比如世界会因自动化会和人工智能机器人而失业。但是我们看到煤炭行业不可能是一个独特的行业，很多行业都可能会因为新技术的出现而出现失业的现象。当然煤炭行业也会出现这种现象，在其他行业也是如此。我在下本书中也会阐述这样的一种现象。美国前财长萨默斯曾经说过，在未来因为人工智能的出现可能会使 25% 的美国的劳动力不再被需要了。我觉得这不仅在美国，在世界其他地区都是如此。

齐晔：如果 25% 的人失业了，要怎么办呢？四分之一的人失业的话——这是个非常大的数字，他们该怎么做呢？我们觉得 6%-7% 的失业率就非常高了，如果 25% 的人失业了怎么办？

韦斯特：在 2009 年到 2010 年的时候，美国的失业率达到 10.5%，如果长时间的出现这种高失业率的话，这种现象会比危机时期更加的严重。在煤炭行业这个问题可能更加的严重，因为很多技术正在取代人。另外我们看到，在伊拉克叙利亚这些地方有 30%-35% 的失业率，在青年人当中尤其严重。如果一个年轻人他没有工作和工作希望的话，这可能会对社会造成非常大的危害，比如说可能会出现很多暴力行为，所以一个社会必须要照顾好那些失业的人群。这种现象、这种问题不仅是在发展中国家，在发达国家都将会出现。

齐晔：我想听听在场的观众，他们对未来是什么样的看法？如果说四分之一的人失业的话，这是一个非常严重的问题。我们再来谈一谈颠覆性变化。现在能源结构正在变化，而且发展速度非常快，我们看到根据刚才你谈到的这些数据，技术显然扮演者非常关键的角色，比尔盖茨也谈到了未来的一些变化、一些机遇。你刚才也谈到了大数据、互联网+、人工智能等等，那么你怎么看待今天在座的一些金融行业的人士？如果你要来进行投资的话，你会把资金放在哪些能源领域呢？

韦斯特：首先就是智能仪表，因为智能仪表帮助人获得更多的信息；另外就是智能电网大数据分析，这也能够帮助人们获得更多的信息。这样整个社会可以做出更好的一些决策。关于这些变革性的事务我也花了很多时间进行研究。现在我们看到很多人都在用智能手机，智能手机上有很多应用，这些应用可以帮助人们获得更多信息，来改善他们的生活，比如说这些信息可以用来缓解北京的交通拥堵问题。在北京有很多环路，而在美国我们可以通过手机、通过一些地图来看一看哪些路段比较拥堵，这样可以做出更好的出行选择。这就是我们如何来利用技术改善我们的生活，比如说在东京，我们看到很多人会花很多时间寻找停车场，应对一天 24 小时的拥堵。所以我们可以利用这些数据、大数据的信息来更好地让人们了解停车场信息。这些应用可以给人们提供实时的信息，帮助人们做出更好的选择。

齐晔：关于停车和拥堵的问题，你提出了一个技术的解决方案，但是经济学家可能会说，我们有其他选择，比如说伦敦会收拥堵费，他们会划定一个区域，有监测器，如果汽车通过进入这个区域的话，你可能就要付拥堵费。另外城市管理者说，我们可以增加停车费，你的看法如何？

韦斯特：现在很多的城市在治理拥堵方面都取得了一些成功的经验，当然解决方案可以有，包括很多的方法，我们可以用很多方法来影响人们的行为。我觉得从技术角度来看我们可以给人们更多的信息，从而能够提高效率，来实现效益的最大化。我觉得在这个领域技术可以发挥很大的效用。当然也可以采取经济的激励措施，或者采取其他的措施来解决这个问题。

齐晔：下面我想谈一谈中美能源合作。刚才我们也谈到，今天中美两国元首首次会晤。大概八年前，新任总统奥巴马第一次访华，当时会见了中国国家

主席胡锦涛，签订了五项协议，很多内容是包括能源技术合作的。其中一项内容就是建立清洁能源联合研究中心，简称 CERC。之后，双方投入大量的资金，主要涉及三个领域：清洁煤炭技术、交通技术和能效合作。最后，还增加了一项内容就是能源和水的合作。

你如何看待中美两国之间能源方面的合作？我希望这些具体领域的合作——比如说刚才提到的清洁研究中心，能够继续，因为现在的合作成果非常好，两个国家可以更好地展开一些联合行动。

韦斯特：特朗普在竞选的时候做出一些言论，他上任之后也做出了一些表态，他不是非常支持应对气候变化，他不太支持奥巴马政府之前所做的关于清洁能源、可再生能源等方面的一些举措。在竞选的时候，特朗普也非常反对中国的一些做法，他也公开做出了表示。所以，我也不期待双方明天的会晤能够有很多协定达成，但是，这会为双方连续不断的对话提供基础，我们之前的分歧可能会带来一些更加严重的问题。

齐晔：在能源技术方面有一个长期的问题，就是版权的问题、知识产权的问题，我们其实要做的就是去应对知识产权的问题。在美国，大家可能经常会听到人们抱怨知识产权问题，之前我也听到华盛顿的一个智库说中国窃取美国的知识产权——当然不是指布鲁金斯研究中心了。那么我们现在的体系——也就是知识产权的体系是否能够保护到公众的利益，保护到全球范围内的创新利益？在很多时候，我们的体制限制了一些创新活动。中国很长一段时间，是从美国进口高科技，尤其是在能源管理方面的高科技的。您是怎么看待能源科技领域的知识产权的问题的呢？我们是否应该不管知识产权的保护，不论如何都要进行合作来应对我们所面临的一些问题，包括气候变暖、环境污染等等？您怎么看待这个问题？

韦斯特：我当然希望国家之间为了大家的利益有更多的合作。但是，我们现在看到，也有很多反对全球化的声音，有一些退步，但是这有可能把我们这个世界的走向完全改变。当我们和不同国家的人谈全球化的时候，很多国家的人认为，全球化现在的国际秩序使他们处于劣势，没有给他们带来更多的好处，反而是不利的。对于美国人来说，有的时候我也听到中国人会讲，他们并没有从全球化当中真正获益。尤其是现在美国的这种保护主义的抬头，特朗普

政府更加强调反全球化的这样一个态度，虽然他在这个竞选的时候说得非常多，但是其实他上台之后并没有在这方面做很多事，所以我们也不知道这方面的走向会是如何。

齐晔：现在看一下听众当中有没有问题？如果有问题可以举手，先自我介绍一下，然后可以用中文或者英文提问。

Q1：非常感谢，非常详尽的讨论。我来自一家能源公司，我们是投资可再生能源的。韦斯特教授已经强调了科技创新如何能够帮助人们获得实时的数据和信息，也能够更好地做出正确的决定。我的问题是，你认为科技创新所带来的就是这方面的好处吗，就是能够使人们做出更加正确的决定吗，那么在做出决定之后，科技创新能够给人们带来什么好处？为什么你觉得第一步是最重要的？

韦斯特：在能源管理和能源使用方面，数字技术确实是能够给人们提供更多的信息，从消费者、生产者的角度来讲都是如此，都能够做出更加正确的决定。现在有很多的应用都是针对信息端来说的。但是，这不是唯一一个渠道，或者唯一的用处，我们的科技创新有其他很多方法能够帮助社会进步，例如可以从清洁能源的角度，还有刚才所说的配送和运输渠道等等方面也可以帮助社会进步。

Q2：我来自中国政策，我们做了很多研究。我们也是来自于创新领域的，读了很多关于大数据和机器人方面的报道。我的问题是，中国的创新是自上而下的，政府去鼓励投资某个行业，那么大家就会这么做，地方上的政府就会去投资建设一些工业园等等，有的时候可能会造成创新方面的产能过剩。但是政府同时又在不断推动双创的发展，所以对于小企业和个人来说，我们能够做些什么？在未来是否还会是一个自上而下的创新渠道呢？

韦斯特：在美国的话，最具创新的产品都是自下而上获得的。数字公司从最初的创新企业变成了跨国大企业，他们刚开始的时候也是非常小的企业，但是后来发展的非常快。我们看到数字技术创新在美国很少是由于政府刺激政策而带来的，但其实这个发展跟政府的一些举措是有着非常大的关系。还有很多其他的模式，像新加坡也是自上而下的一个政策，但是也是非常成功的。韩国的做法就是政府会去决定哪些行业会带来最大的投资效益，那么就会向这些行

业去投资。所以我觉得，不管是自上而下，还是自下而上，都可以带来一些很好的效益和收益。我们要选择清楚，到底是自下而上还是自上而下。

Q3: 我也是清华布鲁金斯中心的研究员，我的问题是，特朗普总统给大家看过一个清单，就是说在美国要造一个高速公路的话要获得多少个审批程序。我觉得非常震惊。我们知道美国是议会制，如果要创新的话，之前也是要获得很多的审批，原来在美国是这样。这样的繁冗的一些官僚制度和手续在美国是制约了创新。那么在中国我们是不是能够进行反思，去改革我们的国有企业，让他们能够在创新方面做得更好。

韦斯特: 美国是一个联邦制的国家，那么联邦还有各个州之间的权力有层级和不同，所以说在美国要去造一个高速公路的话，整个审批的程序是非常复杂的。去年秋天，我们写了一个论文，是关于中国、日本等国家的无人驾驶发展。因为我们知道中国中央政府非常强势，有十二个部委，他们要联合去审批无人驾驶的发展和文件。所以，这在每一个国家都是一个挑战。如果是大的一些项目的话，那需要有大的一些斟酌和考虑，肯定都会有很多手续。

齐晔: 让我来介绍一下，这位是高昆仑博士。他是来自于国家电网公司，是国家电网的教授级高级工程师，他也是享受国务院特殊津贴的专家，目前他是在全球能源互联网研究院计算及应用研究所的所长，是国家电网公司先进计算及大数据技术实验室的主任，同时又是国家能源智能电网技术研发实验中心信息安全技术分中心的主任，这是非常长的一个头衔。剩下的我就简单说，因为高教授他还曾经获得国家的科技进步二等奖，我们知道这是非常了不起的一个奖项。国家电网公司是最早提出来全球能源互联网的这个概念，目前在许多的机构，包括清华大学进行了能源互联网的研究，高教授他自己的研究也是。他跟韦斯特教授有点类似，但是感兴趣于技术，我们今天非常荣幸高教授跟我们分享他在国家电网公司和国家高技术应用于电网这方面的一些最新的进展。首先，我想问一下，我非常感兴趣，这个全球能源互联网的概念很早已经提出来，后来习主席在两年前认可了国家电网公司的这样一个概念。这个概念其实现在也逐渐地受到了学术界和全球技术领域的认可，最近两年我觉得发展非常迅速，高教授能不能给我们稍微普及一下——因为好多人可能不太了解，全球能源互联网，或者说能源互联网本身在技术上是一个什么样的概念？目前它的

发展是一种什么样的状态？能不能先跟我们做一个科普，因为我们在座的有好多同志不是在这个领域当中工作。

高昆仑：我就基于我所知道的，跟大家分享一些信息，不见得都对。

全球能源互联网其实也是电网的一个新的发展阶段。之前我们有智能电网，智能电网之前是传统电网，智能电网对传统电网来讲就是我们人类对电网的调控能力更强。全球能源互联网更是把电网的一个从区域概念、国家概念扩展到全球的资源配置。为什么提出这个？它的一个背景是我们现在能源消耗86%-87%左右依靠传统的化石能源，比如天然气、石油，一方面能源会枯竭，在不久的将来能看到会枯竭。另一方面为我们的生态带来巨大的压力，环境污染、温室效应。但同时我们地球上丰富的清洁能源，比如风能、太阳能没有得到充分利用。有专家测算，赤道上的太阳能和北极两极的风能如果开发，仅开发5%-10%就基本可以满足全球人类的生活，这是个非常好的理想。但做到这个，就要涉及大规模的新能源开发和新能源开发以后，把这些不是复合中心的能源，远距离配置到全球的复合中心，所以这个时候就提出全球能源互联网的概念。

其实在中国，这个智能电网，实现的就是一种萎缩版的全球能源互联网，因为尤其中国，复合中心和电网中心也是极度不匹配的。西电东送，南水北调，这都是。

为了大规模开发这些新能源，并且远距离输送，现有技术面临很多的挑战。小规模新能源还可以，因为电网容量很大，新能源的不间歇性还可以适用得了。如果大规模开发，新能源的间歇性、确定性、随机性都需要电网的操控去调配，才能满足电网稳定运行的需求。所以在对大电网的运行控制提出了巨大的需求，包括控制技术。

当然新能源开发还面临开发效率提升、成本降低。很多新能源本身的一些技术，包括储能技术也会给电网，甚至能源互联网带来革命性变革。由于新能源的间歇性，对电网的需求会用储能去适应它，而不是用常规的火电水电去适应它。但是这些技术再往下发展，就变成材料技术，就变成一些信息通信技术，最后还包括超导。

所以全球能源网是一个非常美好的，人类共同的一个前景，但是到目前为止还有很多技术问题需要克服。现在有预测，在国内，新能源的开发——估计大家这半年一年听了很多关于风电、季风季光这些问题，这里面有技术问题，也有当时的规划问题，还有很多问题。但就技术而言，我们对新能源的出率特性掌握的还不够精确，对新能源的预测还不能像常规能源——水电、火电这么准。我们的复合预测是可以准的，但是出率不准，这两个能源网、电网就是这样，出率跟复合要适时平衡，因为电流在电网里是不能存储的，这跟其他商品是不一样的，所以调度就要做这么个事。一个功率测要准，但涉及到新能源——风、尤其微气象是比较复杂的，跟我们老百姓用的日常的差一度两度、差点方向那是不一样的，这就影响整个风产出率，影响很多。对于太阳能，一块云彩就能影响，是很可观的，而云层的速度、厚度、辐射、穿透度，这些都是气象界也研究不到的领域。

涉及到这么多因素，怎样使电网调度发出配适时平衡，那要有大量信息技术。通信技术要采集电网各个部件的工况，通过高性能的算法来计算电网未来应该处于什么样的工作方式，这里面有很多人工智能技术、应用在里面。所以我们还在提。原来传统电网没调度，发多少用多少，人工调度、自动化调度以后能不能智能调度，利用调度机器人，现在我们讨论这个话题。

所以在这个课题下，我觉得有很多是传统没解决的问题，但同时又有新的问题出现。面对未来的需求，这些前景就要从我们的材料技术、从控制技术、从信息通讯技术等每个技术的突破去解决。愿景很好，但是如果这些技术在突破上有瓶颈，可能道路会比较漫长。现在除了刚才说新能源的并网还有控制问题，还有成本问题，尤其是经济社会成本，而成本也需要依赖技术进步，我也看过专家做出这种估算。

齐晔：目前的情况怎么样？目前咱们的成本和技术情况怎么样？

高昆仑：目前成本不乐观，但是国家在补贴。如果以风电为例，10GW 的风机商业化以后，预计到 2030 年，风电的成本陆上可以达到 0.4 元每千瓦时，海上 0.36 元，这是相当有竞争力了，这是发电成本，当然还包括输电成本。

齐晔：你刚才提到季风季光这些问题，有人计算，去年一年有 1300 亿度电是白白浪费了。大家可以算一个账，如果按照几毛钱一度电的话，这是一个非常巨大的财务浪费。那么好多人就说，这个很大的原因就是电网不喜欢风电，不喜欢有间歇性。电网管这个这叫垃圾电，不愿意要。对于这种的抱怨也好、指控也好，您怎么回应？这个很大的一个原因，就是电网不喜欢风电有间歇性，电网管我们这叫垃圾电，就不愿意要，对于这种的抱怨也好，指控也好，您怎么反应？

高昆仑：我只说个人观点。确实电网要运行保持安全稳定性是要符合客观规律的，如果电源这么波动，但是复合并没有跟着波动，必然造成电网的不稳，失稳，甚至竭裂。所以至少在国家体制下，电网的首要是保证安全稳定运行，其次才是经济，当然这跟其他国家电网的社会责任是不一样的。

第二个，如果电网是个中间环节，就像我们市场有买方有卖方，原来的买方卖方就不匹配，电网不可能把这个匹配做到，就我现在这个时刻，我就有这么个负荷，但是我的电源出率就是高于很高，或者低于很低，电网能做的是尽量让它平衡，但是现在还没有手段对负荷端做更精确的调节，但现在我们也在做，这跟电网发展形态有关。最开始是负荷端没有任何的发言权，反而电网发多少，我只能用多少，咱们都经历过拉闸限电的年代。到了现在为了保证用户的供电质量，用户用多少，我就尽量发，所以电网在常规电源下有很多我们叫预度，实际上没发，叫备用。备用很大，为了突然的一个高峰一年的备用都备上，当然这也很不经济。实际我们想是否把调节能力，在不影响生活质量的情况下，是否有那么多负荷。现在我们在做这个事，在出率端也让它有能力，在负荷端也有，就是在不影响你生活质量的情况下，你是否要那么多负荷，比如咱们现在有很多，我们叫气候负荷，叫可调负荷，就是在不影响你舒适度，我的空调可以调低一到两度，不影响你的体感，类似的还有很多，现在我们在做这个事。但是如果做这个，我的调节手段，要到咱们用电用户，要进入到千家万户，这里面有技术问题，也有信任问题，还有用户作用，那我凭什么接受调节，就有价格问题。但是现在国内这些价格上，价格还是定的，就是有很多可以通过市场手段来调节，让大家真正受用互动的一些机制，现在大的前提条件

还不太完善，所以用户认为是你没有价格，没有价格激励，那我可以不跟电网互动。那么在特定出率情况下，调节负荷这种事就不能做到很精确。

齐晔：您刚才提到，第一个问题就是安全，安全是最重要的，当然我们都同意安全的确是最重要的，但是也有一种极端的说法。就是说，每次一提风电、光电上网你们就老说安全，极端的说法就是说电网就用这个东西吓唬决策者，吓唬这个社会，老说安全，所以我觉得安全这个东西其实在很大程度上跟这个技术是非常相关的。现在就从咱们的这个技术的水平，国家电网这个水平，在全国不用说了，咱们在世界究竟处于一个什么样的水平？

高昆仑：我觉得在大电网的调度水平上，我们应该是世界第一的。当然我们自己的短板，我们配网不如国外那么发达，网价还很薄弱，但在电网的调度，由于网价不发达，所以我更多的依靠我的自动化手段，让它运行的更稳定安全一点，所以调度水平还是可以的。

齐晔：特高压输电从甘肃酒泉到湖南，应该是今年就可以投入运行了是吗？

高昆仑：特高压已经投入运行了很多线路。

齐晔：这种线路投入以后，对于解决刚才提到的季风问题，未来怎么看？

高昆仑：它是必要条件，也不见得就是充分条件，因为这里面还涉及到规划的事。发，能不能输得出去，输得出去，有没有人接。我觉得新能源规划不仅是区域问题，要协调全局的用电，发电规划，再加上输电规划同步进行，但是我听到原来一些讨论，这些规划目前并不太同步，因为很多电源是当地批，它不考虑外部的一些需求。

齐晔：我想刚才从我跟高教授的一些交流当中，你可能也意识到了有很多的细节包括技术规划，还有成本，都可能是一些障碍，包括发电削减的问题等等。你觉得这是一个中国特有的问题呢，还是世界上其他地方也会遇到的一些问题？我们看到中国在有些年份会有很大程度的发电削减的问题，这是一个技术问题，还是成本的问题，还是说其他的一些因素。

韦斯特：这肯定不是中国特有的问题，在美国，我们也面临着这样的一些挑战。当然我也赞同高教授刚才所说的，中国在电网方面确实也是取得了很多

的进展，在全球范围内也是一个领先者，美国在可再生能源发电方面还在不断的挣扎，也面临这很多的挑战，可能是体制上面的问题，也有一些可能是技术方面的问题，也有可能是成本方面的挑战。因为在这方面我们所进行投资的量一般来说都是非常大的。

齐晔：现在我们还是来回答大家的问题。

Q1：谢谢您的讨论，我是来自世界经济论坛的。我们也和国家电网，还有国电集团进行了很多的讨论。之前我是在国际上一家非常知名的汽车企业工作，也是负责了电动汽车，还有自动驾驶车的项目，所以说对于这些传统的行业，尤其是那些非常成功的大的传统行业的企业制造商来说，他们会不会去激励、去接受这些创新。我们看德国的这些制造企业来说的话，他们并没有接受最新的这个创新技术，像特斯拉是来自美国，而不是德国，在能源领域的话，我们也看到很多的在中国不断增长，不断扩大的能源企业的发展，所以我们如何能够刺激这些工业，鼓励这些企业去做更多的创新。那么从全球范围内来讲的话，我们有什么成功的经验可以分享。

韦斯特：在无人驾驶这方面的话，现在所有的汽车制造商其实都是在做投资。科技技术的话，像人工智能都已经发展得非常好了，而且人工智能也是无人驾驶、自动驾驶核心的技术，其实很多企业已经在做这方面的无人驾驶车的测试，能够上路了。所以说，这方面的问题不是科技问题，不是技术问题，而是监管的一些问题，就是在这方面我们有什么样的法律框架来规范它。今天我们看到如果说有交通事故的话，我们可以去起诉驾驶员，因为现在我们是人在驾驶，有这样的法律来规范。各个国家们现在都还没有能够有一个更新的法律体系来规范无人驾驶，所以说还是一个体制和法律方面的约束。

Q2：我来自一家中国的智库，我的问题是问齐教授和韦斯特教授的，我对于刚才谈到的这个失业，也就是技术发展所带来的失业这样一个问题的讨论很感兴趣。我们看经济发展的历史，从全球范围内来看，我们能够看到有很多的决定性的因素来刺激经济的增长，比如说国际关系，还有国内的一些体制，还有技术的发展，如果我们看未来的经济发展，如果我们真的去思考一下我刚才所说的这三个因素，哪个是未来经济发展或者经济可持续发展最具决定性的因素呢？我还要问一下关于人工智能方面的问题。在座的几位教授对于人工智

能有什么样的看法？很多人说人工智能就是科技革新和发展的趋势，我们不需要去担心，因为人工智能现在是最主要的一个新的技术，在全球范围内来看的话它是否会颠覆我们的经济发展模式呢？。

韦斯特：我觉得大家还是要担心人工智能技术的发展，因为它所带来的这种革新确实是颠覆性的，人工智能现在已经存在大概有 30 多年了。大家也在期待在这方面有一个大的突破，大家也会担心自动化、机器人、人工智能等等的发展，我们在未来的十到二十年所看到的变化肯定会比我们在过去三十年当中作经历的技术革新所带来的变化要大很多。人们有互联网已经有大概 25 年了，但是我们还处于科技革新和变化的一个婴儿的阶段，初生儿的阶段。所以说我觉得未来的技术革新所带来的发展一定是革新式的，颠覆性的，对于社会、经济、治理会带来各种各样的影响。失业问题对于我们的国家治理来讲会是一个非常大的挑战，中东的教训也告诉我们，可能会带来社会的动荡。有很多年轻人失业的话，他们就会无所事事，这就是我们会面临的挑战。我们肯定是要去考虑人工智能它所带来的这个剧烈的变化，那么在座的各位很多人还很年轻，肯定会在未来经历这个社会发生巨大变革。

高昆仑：补充一下，因为我们这几年正好在研究 AI。对于 AI 我觉得我们要积极拥抱，但是也有很多对未来的恐惧。我是这么看的，AI 去年 61 周年，几次浪潮。只不过现在由于深度学习产生了新一波的高潮，但是真正的 AI 界可能还会有低谷。现在 AI 已经极大地改变了我们，包括比如现在很多编程，可以有很多的程序去编，我们的智能识别都可以用 AI 算法，但是我觉得这还不是值得我们恐惧的。为什么？现在的 AI 还是在某一领域，不管是机器人，还是战胜李世石的 AlphaGo，他是在一个专项的领域。与其说 AI 战胜人类，不如说我们人类给 AI 的一些技能战胜了特定的人。它再强，我们还管它叫弱人工智能，现在不管是机器学什么，都是人要给它学，它才能学的出来，它产生的规则推理还是基于我们人给它的样本。虽然学习能力很强，但是基于样本。换句话说，只有当 AI 到达你人不用给它样本，它能自主产生学习的意识动向，它的学习完全脱离人的控制，那才是值得恐怖。但目前现在还看不到，现在它就是个拿着样本喂的，喂出来的这么一个东西，说大样本学，小样本学，

小样本就是小点样本，但是学的也是特定领域的知识，脱离不了样本，这是我对 AI 的认识。

齐晔：有些人肯定是担忧，而有些人是高兴，喜忧参半这样一个发展，但是我们确实是要非常去关注这个话题。我们几周之后，也会在洛杉矶去下象棋比赛，那我也是和财长组了一个队，当时开玩笑说，我们怎么才能赢呢，就是把这个 AlphaGo 带着我们就会赢了。

Q3：我的公司是做物联网的，物联网投资在把现在已经是一个国家标准的物联网底层架构技术，在房地产行业领域去推广应用，智慧城市还有智慧社区。中国人可能最关心的是房地产，包括最近的雄安新区消息出来之后，上至最高层政府，下至最底层的老百姓都关心房地产，但是房地产有一个问题，中国现在统计的近 20 年累计的房地产的建筑存量面积达到了 130 亿平米，2010 年的时候，统计部门的数据大概每平米的能耗是 14.5 公斤标准煤，这样的一个数字，规模非常之大，其实我们中国的能耗里头建筑的能耗占总能耗的三分之一，那我们现在在做的这个技术就是把物联网的技术在房地产行业应用，让房地产行业在运营的时候能够支持包括能源管理在内的这样的功能，已经推广得相当有成效了，我想问一下，就是说在这个领域里头，对于房地产的应用，两位教授在建筑能源管理方面有什么更好的建议，特别是在物联网技术这么一个形势之下。

齐晔：物联网在建筑能效方面的使用这是一个非常重要的话题。雄安新区就是上周最大的一个新闻了，中国有 100 平方公里的这样一个地方会建设一个新区，最终会建成一个两千平方公里的新区，现在北京有两三千万的人口，所以说，其实把这个物联网领域——

韦斯特：建筑能效方面确实是非常重要的。在建筑和房地产行业现在也是有很多新技术的运用，像物联网，包括电力，能源，还有照明等等，现在有一些照明的传感器它会去调节屋内的照明灯光，那么也会去看就是屋里到底有没有人，它会根据屋人员的情况去调节这个灯光。房地产行业在未来看到这些新技术的运用肯定是非常普遍的。

齐晔：物联网这个东西是不是也是咱们国家电网重视的一个领域。

高昆仑：对，比较重视，因为电网智能化实际上最基础还是要靠大量的物联网设备去实现县采集监测，我们本身专业也涉及这个。刚才那位先生提到，我们国网公司参与了国家八个智能家居循环标准，是不是您说的这个？

Q3：不是，我们是中国电科国家物联网联盟推的物联网开放体系架构，我们现在也在跟你们合作。

高昆仑：这叫家庭能耗，或者住宅能耗，确实是能源需求侧管理一个重要方向，除了大工业那些高耗能，如何让家庭用能更节约更绿色更环保，这里面要布大量的传感设备。这个技术可能还有很多机制上的问题。

第一个，你要用户天天自己操心自己家里边哪个灯开哪个灯关，可能有点不切合实际。对于中国人，省电对他的刺激性不够强烈，我们电价市场刺激信号还是不够强。如果真是说我电价是实时波动的，在高峰时，省一度电真能省不少，用户就能参与，这时候只有用户参与，这个事才能做成，否则一厢情愿是不行的。

第二，用户要参与，会有一个运营商或者服务商提供给用户家庭能效管理，那就还有个信任问题，势必会采集用户很多数据，这是个人的隐私。刚才这位先生提到，灯开和关能判断有没有人，我们有一项技术，现在智能电表每天 96 个电，每只要用每天 96 个数据，我能分析出你的家里到底有多少个典型的用电设备，当然手机小设备不算，微波炉、空调、热水器，这些大的用电设备，我能分析出这些用电设备什么时候启动什么时候停止，进而能够分析家里人的生活规律核活动规律，这样可以用于安防安保破案，也可以用于其他事情，这个相信的空间就很大了。

甚至还可以用在精准扶贫，你要扶贫贷款，你家一天耗电那么大，还扶什么贫，这就是我们的电力大数据，可以为社会创造价值。但还有之前说的一些问题，怎么让用户参与这个机制，包括商业机制，还包括运营模式，怎么让用户信任地数据给你，一起跟你玩这个游戏。

Q4：我是来自绿色和平的黄微（音），我的问题是关于特高压的，是向高老师提的问题。

高昆仑：不是我的专业。

Q4: 可能一些比较大的东西。因为我之前看过一些关于特高压的一些研究，还有网上的一些数据，看到特高压是属于全球能源互联网这么一个骨架。

高昆仑: 关键技术之一。

Q4: 对，国内现在规划、很多条款，相当于前期实践。我看到的数字，一条大概 900 万千瓦的特高压线路，输送容量 900 万千瓦，大概也要配套 900 万千瓦到 1000 万千瓦的煤电，输送 10%-20% 风电，我不知道这个数字对不对。国网这边一个远期乐观的前景看的话，风电能达到多少风光比例。

高昆仑: 这方面我从数字上不能确认，我的个人对数字记忆力不好，第二我也不关注特高压本身电网的建设。

从方向看，作为国网角度，还是要力推特高压，从国网看特高压还是解决中国，包括以后全球，能源互联网大规模资源调配的有效手段之一，目前可能还看不到其他的手段。总的来讲，电网输电总比运煤运油要节省一些，要经济实用一些。

当然一个特高压它的容量规划数字和运行的容量还是两个概念。规划里输送多少常规能源，输送多少新能源，这个完全是根据当时的电网和负荷出率情况，也不是想能输送上就能输送上去的。比如输送 20% 的新能源，我想对电网来讲，要做的不仅仅是这 20% 的新能源，还要预备，万一这 20% 的新能源间歇调来以后，还得有能源跟得上，因为在中国用户还没有别的选择，只能靠电网来拿这个能源。可能在北美，尤其在加州，分布式光伏普及后，每个人有自己的分工，对电网依赖性不那么强，甚至有一种趋势脱网，就是我平常自给自足，我足不了的时候，我再管电网要点电，那个时候电网完全作为一个后备，那也是一种情况。但是国内目前要到这一步还有很长时间，所以电网就是为了那 20% 要做很多其他的工作。具体一个特高压容量一定是常规能源和新能源占多少，这个我觉得不是固定的，是根据具体情况的。

齐晔: 对未开大规模脱网这个情况，国网有什么看法？

高昆仑: 我没跟国网相关主管部门讨论过这个问题，但是至少是担忧，因为现在社会环境是这样。你脱网如果完全守法，责任拿走也行，但是一旦用上电，要说国家电网又不给供电，就变成一个社会舆论问题，如果责任分清以后这个事就好办。

Q5: 你好，几位教授，我是来自欧美工商会，我的问题其实是基于自己的一些好奇。能源问题从来都不是单独的一个仅仅涉及到能源领域的问题，它其实关系到经济还有政治，所以我想问的问题是，如果从经济的角度去看，可以预测在未来 20 年到 30 年，我们是否会建立全球统一的比如说清洁能源的市场，就像今天我们在想的是，石油会有一个石油市场，也许将来有一个全球性清洁能源市场。从政治的角度讲，看过里夫金的《第三次工业革命》它也会涉及到，比如说清洁能源掌握在一些大公司大国手里，会不会加剧全球不平衡，怎么让所有的人都收益。

高昆仑：关于政治方面，我确实不擅长。但是全球能源互联网这个格局，就算是跨州资源互补的格局，除了技术挑战以外，可能就是政治挑战，信任不信任国家把我的基础设施，基础需求建立在别的国家供给之上，别的没有其他的问题。

Q6: 非常感谢，我来自伦敦政经学院的学生，我想谈谈投资的问题。我们都知道中美 BIT 谈判已经停止了很久了，现在很多问题都难以达成共识，你刚才谈到了特朗普政府，特朗普政府可能不消极，但是美国州政府是比较积极，也采取了强有力的措施，摆脱对煤炭的依赖，所以如果说没有 BIT 的话，那么美国州政府对中国的投资会是什么样的看法？这个领域的合作会受到特朗普政府什么样的影响，还有国家电网在技术方面研发方面和中外企业合作方面的情况。

韦斯特：关于你的问题，我觉得你会看到美国的州政府和美国的联邦政府在很多的领域会有一些分歧，尤其是在投资领域，很多的美国州政府、还有美国的地方政府对中国的投资是比较看中的，他已经派了很多的投资促进团、贸易团到中国来，他们希望也能够吸引中国的投资。特朗普政府可能会比较地谨慎，因为他们会更关注安全的问题，可能会有些限制性的措施限制中国的投资，尤其是在一些他们认为有高安全风险的领域，所以我们会看到在很多领域会有这种州政府和联邦政府的分歧，比如说在移民政策方面，我们看到很多州政府他们在移民和遣返移民方面跟联邦政府有很大的争议，在卫生保健领域也是如此。

高昆仑：全球能源互联网研究院，它的主要几个专业领域，包括刚才提到的特高压里面的高压换流设备，就是特高压领域的装备，还有电力电子给我们现在电网提供了更有力地调控手段，更精确，真正电力电子，如果电网全部电力电子化之后，有很多现在想象不到的事情都可以做。第三个还包括我们的材料，比如绝缘超导这些材料。另外包括大功率半导体，还有芯片，还有就是我所在的专业，信息通信和先进计算。关于跟国外企业的合作因为我们是科研机构，我们在美国硅谷设有美国研究分院，在欧洲德国柏林设有欧洲研究分院，跟国外的合作主要通过这两个研究院跟当地的（英文）科研机构为主，包括跟硅谷的斯坦福、麻省理工，跟欧洲的法兰克福实验室等建立了比较长久的合作关系，跟当地工业界的合作也是通过这些科研机构一起开展的，大概是这么一个情况。

Q7：我是宾大法学院的校友，我现在在中国的律所工作，我们现在看到很多的中国国企到非洲和澳大利亚去投资，很多的工人和农民因为这些高技术的影响，可能会被机器人所取代，律师这个职业是否会被机器人所取代。美国这方面有哪些发展，我们如何应对这样一个趋势。

韦斯特：律师有点大麻烦了，在过去的二十年间，我们看到很多的蓝领工作还有很多的体力劳动活可能会受到自动化的影响，在未来二十年，很多的白领工作，很多职业化的工作也可能会被自动化所取代。并不是说我们不需要教师、医生，事实上每个行业都会有新的技术出现，可能会取代一些工种。比如说在医学领域，我们现在看到很多的医生他们可能会通过新的技术来做出临床的判断，比如说可以向医生提供一些信息，一些数据，那么医生的电脑可以说根据你描述一些症状的信息可能会得了什么病，给出一种治疗的手段。所以，新的技术会有这些领域，你应该做什么呢？那只能提高自己的技术专长了，你可以利用技术来帮助自己，所以，技术就不会威胁到你。

齐晔：事实上，不仅是律师，还有教授，比如说在清华的很多教授，我们现在都非常的担心未来的一些趋势，比如说在线课程、在线教育，因为有了这些东西，可能人们就不需要那么多的教授和教师了。

Q8: 我来自一家直流电应用的一个小组,我想问一下,关于直流电应用在美国现在是一个什么样的情况。另外,在政府政策这个层面,有什么相关的一些政策来激励直流电的应用。

齐晔: 高教授对这个问题比较有研究。

韦斯特: 我们在美国其实这方面做的并不多,也不是我们政府政策的一个重心,所以我觉得在特朗普政府可能也不会有太多新的举措。

高昆仑: 直流电肯定是我们关注的重要领域,包括以后对技术的改变都是巨大的,但是这里面有很多技术问题,比如说直流电电流本身就要有改变,还有它的控制它的装备跟传统的交流都不一样,所以现在在特高压直流里面,包括国家电网,包括南方电网,都在做很多的研究和前期的示范。

Q9: 我来自绿色和平,我叫徐曼,想问高教授,在电网基础设施建设方面一个问题,我们调研过程中发现在农村地区有很高的意愿安装分布式光伏,但是一个村子的电容是有限的,比如一个村子电容只有五十千瓦,那只有五户到十户的人是可以安装的,有更多的居民想要安装已经安不了,我们看到是农村地区,我不知道城市地区会不会有没有同样类似的问题,如果居民对于安装分布式光伏意愿非常高,但是由于电网一些基础设施的限制问题他又装不了,这种情况电网方面是怎么看的,以及未来的一个布局问题。

高昆仑: 我试着回答一个,因为我觉得这还不是一个技术问题,分布式光伏现在从产品到技术都已经解决了。我们专门有个领域叫农电,农电工作具体情况我不了解,如果需要我可以再回去了解。您说的电容首先是个什么问题,第二如果是自装自用的话,其实跟电网没太多关系,除非他想要把自用以后再上网,除非把剩下的电卖上网,那么可能会涉及到电网的配套。

Q10: 谢谢,我叫马修,我是能源和环境方面的咨询师,我要问韦斯特教授一个问题,在建筑能效方面,我想问一下,智能仪表和互联网在这方面可以怎么应用?

韦斯特: 您刚才所说的关于用户和房产的所有者他们之间的这样一个分歧,或者说他们如何去分配这个成本,但是清洁能源现在在美国大众接受度是非常高的,所以我们的很多建筑它的能效是很高的。所以我们的能效评级可以去

刺激房屋的所有者，或者建造者他们去提高居民的建筑能效，所以说这是一个很好的刺激政策，也就是能效的一个评级。

Q11：我是一名学生，是中南大学的，我的专业是能源与动力工程，现在是在北京一家公司实习。因为面临到我们能源专业，有很多新的领域。比如说之前在耶鲁中心听到老师说有一个关于行走波这样一个新型的核反应堆，以及我们之后可能学习太阳能电池这些方面。作为学生，青年人在科技创新里面有没有一些比较好，前辈有没有一些好的建议，以及在之后的选择方面，能否有一些指引的建议。

高昆仑：供参考，别误人子弟。

第一个如果从科技角度看，目前制约清洁能源大规模开发利用的一些关键问题性，还是比较明确的，要有志向可以具体关注一下这些技术领域，但是每个技术可以走多远还有一些运气成分。第二，可以关注更微观一点，比如不管什么技术，很多基础性的科学会支撑，刚才说的，比如人工智能，这些基础性的它在每个领域都会用，材料这些。另外可以宏观一点，可以把握一些能源需求发展的动态，在特定时期，什么样的能源问题是这个时代和这个阶段最主要最迫切解决的，可以体现统一，具体的有很多，我怕挂一漏万就不说了。

齐晔：你刚才提的这个问题很好，也是我们布鲁金斯中心一直做的事情。我们和宾大都是在全球范围内很著名的智库，所以我们想做的也是让国家的，还有全球的政策决策能够做的更好，也是相互的一个学习和教育的过程。这也是为什么我们和宾大和宾大沃顿中国中心之间有良好的合作。

那么我们今天的讨论就到此结束，谢谢大家！谢谢宾大沃顿中国中心，谢谢各位来参加我们的活动。还要感谢我们两个团队的成员组织今天的这个活动，在很短的时间内，谢谢大家今天的参与，敬请大家继续关注我们的活动，我们在未来还有很多的后续的活动，也感谢我们两位专家和教授，谢谢！