编者按：作为“国之重器”，能源行业正在发生日新月异的变化。在信息泛滥的时代，专业的见解、理性的思想弥足珍贵，堪称促进产业持续健康发展的源动力。为此，本刊今年开设院士论坛专栏，特别邀请我国能源领域的中国科学院、中国工程院院士针对当前我国能源革命进程中出现的热点问题，以及能源产业清洁化、智能化、市场化等行业大势，进行前瞻性分析，分享真知灼见。本期专栏邀请中国科学院院士何祚庥，针对我国在推进全球能源互联网过程中如何解放思想、开拓创新进行深度解读。

全球能源互联网比“两弹一星”还重要

——访中国科学院院士何祚庥

文 · 本刊记者 王伟

在世界能源格局深刻变革背景下，中国国家主席习近平在联合国大会上提出全球能源互联网伟大战略。在推动全球能源清洁转型的征程上，中国方案应如何落地？中国声音底气何在？日前，本刊对中国科学院院士何作庥进行专访，请他就全球能源互联网构想如何打开思路、开拓创新分享思想。

战略创新：思想要解放

《能源评论》：您如何评价全球能源互联网这一宏大构想的战略价值？

何祚庥：我很赞成这样的战略构想。全球能源互联网倡议是中国提出的非常深刻的一个战略，这件事情不仅是为中国解决能源问题，也是为世界人民尽到一份责任，是一件光荣的事情。从某种意义上来讲，它比“两弹一星”还重要，解决的问题更长远，未来和“一带一路”结合起来，会有很大潜力。

《能源评论》：在具体推进时，有哪些策略需要明确？

何祚庥：这是一个宏大的战略，要

未来，超导技术主要的应用场景应该是电厂端的最初一公里，以及用户端的最后一公里。

做到世界各国都满意，确实不容易，而且不是说制定一个规定就可以势如破竹了，在推进过程中，肯定会涉及到很多的政策、体制问题，但是我相信问题是可以解决的，前途是光明的。

建成全球能源互联网可能需要很长的时间，具体怎么实现？首先要有个全局性的创新纲领，通过创新解决一些重大问题，一些难题和挑战。因此现在还不适宜太高调，中国要扎扎实实做好准备，等我们解决了若干重点技术难点，做出初步的样板以后，再高调宣传。

《能源评论》：十八届五中全会首次提出，要贯彻创新、开放、协调、绿色、共享的发展理念。具体到全球能源互联网，该如何创新？

何祚庥：全球能源互联网发展需要有战略思想，关键必须把创新放在第一位，包括理论创新、重大技术创新、工程创新等多方面的创新。

首先要敢想，关键是思想要解放一点，能干不能干研究了以后再说，但是思想要到位，一定要先看到，然后才能具体地操作，才能创造新技术，通过研究推动产业逐渐由小变大变强，而不是简单采用现成的技术，因为现有的技术，还不足以支撑这样一个全世界的能源互联网。

这里面还有一个重大工程思维的问题。钱学森当年就说过，工程的问题，主要是缺少想法，有了想法，提出来的实践难点，都是可以解决的。 钱学森教授还举了一个具体的例子。假如有需要建造一个跨度为20公里的大桥，这在工程上，当然是一个很难解决的难题。但如果的确有这种需要，那还是可以想出很多办法，来具体解决这一难题的。这里还可以讲一个小故事，当他提出这一问题时，我正好在座。那时，我就说，钱教授，这一设想未免太大一些，是不是可降低一些，改为10公里？钱老回答说，“不！只要真有需要，那还是可以想出具体实施的办法的。”

其次，具体推进还要考虑很多实际问题，推进重大工程建设不能异想天开，敢想以后还要脚踏实地， 才能变成可以操作的事情，但一定要善于对现有技术提出重大创新和突破的要求，这种思维非常重要。

两大动力：可再生能源+储能技术

《能源评论》：在落实这一宏伟战略的过程中，有哪些具体问题需要解决？

何祚庥：第一个问题就是，必须要明确，全球能源互联网一定是以可再生能源为主导的，不是由煤电主导的。

紧接的问题就是，怎么才能够大规模发展可再生能源？在具体推进路径上也要创新思路，我的主张是风能上山，太阳能入湖、下海。风能上山的原因就在于，山顶的风能资源丰富；太阳能入湖下海原因就在于，可以避免与民争地的问题，比如在湖面上安装太阳能电池面板。

还要再强调的是，全球能源互联网也不会是以核电为主导的，这个问题主

要是从能源资源总量来看，核燃料的数量远远赶不上可再生能源。以太阳能为例，其在地球上存在的时间，至少还有40亿年。而地球上的铀资源，不要说天然铀，就是海水里的氘，即使全部拿出来利用的话，也只够人类用几千万年。另外，核能有很多缺点和问题，这一点需要鲜明地提出来，否则就非常容易发生误解。

《能源评论》：但您本意并不是反对核能？

何祚庥：是的。我只是觉得现在核能的应用方式不对，并不是完全反对利用核能。在某些地区、某些领域，核能做一点补充，我不完全反对。从能源的合理、经济利用角度来看，我高度赞成核能走向海上利用的道路，比如可以从功率不大的移动核电站开始，为能源开采服务，还可以为将来的高效核动力船舶做准备。 因为，对于大型海洋动力来说，无法用太阳能和风能提供持续发展的动力。其最佳取代者，是核能。

《能源评论》：接纳清洁的可再生能源可以说是全球能源网的本质属性，基本定位明确后，还有哪些问题需要解决？

何祚庥：另一个问题和可再生能源的特点密切相关。风能、太阳能的缺点就是不连续性，虽然原则上东方不亮西方亮，太阳能可以通过电网传输实现大范围、远距离消纳，但其出力的不连续性肯定会响能源的持续供应。因此，一定要建立大规模的储能中心，没有庞大的储能体系保障，就无法保证全球能源互联网的安全。在这方面，我国已经在张家口建设的国家风光储输示范工程需要先做成中国样本，为全球能源互联网建设积累经验。

《能源评论》：在储能领域，您认为，未来具有商业价值的大规模储能技术有哪些？

何祚庥：我不太看好蓄电池，比如锂离子电池，毕竟成本太高了，应用场合更适合于做成移动能源，在移动端直接转化为机械能，比如为电动汽车、小型船舶提供动力，但不适合在电网储能上花费心思。

现有的技术中，抽水蓄能、压缩空气储存都可以尝试，关键还是要有创新和突破。

在目前最为成熟的抽水蓄能技术领域更是如此。因为中国水能资源非常丰富，但是先进国家的能利用率可达到80%~90%，我们只有30%，所以在对水能利用问题上，也需要打破常规思维，比如可以考虑在丘陵地带如福建山区、浙江千岛湖，甚至是新疆伊犁河等地建设抽水蓄能电站。 此外还需要有一些重大设想。我和老同学魏廷铮就探讨过能否在长江三峡上游，做一个超大型抽水储能电站。也和老同学杨振怀教授讨论过能否在青海湖和黄河间修一个超大型抽水储能电站。其蓄能规模可能达亿级千瓦。这都是值得深入研究的重大工程设

全球能源互联网不仅是为中国解决能源问题，也是为世界人民尽到一份责任，是一件光荣的事情。从某种意义上来讲，它比“两弹一星”还重要，解决的问题更长远，未来和“一带一路”结合起来，会有很大潜力。

想。

压缩空气储能会是一大方向。因为中国有很多地区缺水，无法建成大型抽水储能电站。但是目前成本比较高，可以利用废煤矿储能，不断降低成本。

《能源评论》：建设全球能源互联网，必然要涉及电网传输技术，您认为这方面应如何创新？

何祚庥：上万公里的传输必须要考虑衰减问题。我们现有的高压远程输电，交流技术的话，1000公里损耗率能达到4%~5%已经不错了，直流输电好一点，但也有百分之几。

因此，建设全球能源互联网，恐怕需要对超导技术给予足够关注。虽然现在技术成熟度还有待提高。未来，超导技术主要的应用场景应该是电厂端的最初一公里，以及客户端的最后一公里。接入端是指从电厂低压侧升压后到升压站，那一段的能耗其实不小，有可能达到1%，对电网传输而言，降低这一段的损耗非常重要，所以要先解决这最初的一公里问题。如果全国普遍应用，电厂和配电端都能采用，就可以为将来大的创新突破做铺垫，而且会有丰厚的经济效益。

在长距离输送时，我赞成提高输送电压，现在交流已经有1000千伏的输电技术，直流已经有±1100千伏的输电技术。由于风能、太阳能所发出电力，均是直流，建议可再生能源用直流输电技术抽水，而水库发电用交流电供电。这样也许可解决中国电网是直流还是交流之争！同时，在集中大规模输送电力之外，出于安全和效率因素考虑，要对分布式可再生能源的发展给予足够重视，优先考虑的是如何能接受更多的可再生能源。

打开视野：要有全局思维

《能源评论》：面向国际层面，在推动全球能源互联网落实之时，需要什么样的思路和理念？

何祚庥：从国际层面来说，也要注意传播一个理念：我们的全球能源互联网是为全球福祉考虑，不是为了获取他国能源资源。而且，据我所知，由于中国拥有很多高山，水能、风能资源可能是世界第一，太阳能资源也名列第三位。同时，要学习其他先进国家的经验，并展开合作。比如，印度的新能源和可再生能源部，专门负责推动新能源和可再生能源产业发展。韩国非常重视科学技术，其每年的科技投入占到GDP比重的3%，并且已经持续投入二三十年。这些国家的做法非常值得我们学习。

《能源评论》：在进行国际合作方面，您对于未来合作机制，能否分享进一步的建议？

何祚庥：推动全球能源互联网战略，涉及世界各国的利益，建立相关机制需要大量协调工作。因此，有必要分两步走：

第一步，举办全球能源互联网高层级研讨会，凝聚共识、确定战略， 初期可以一年一次，待发展成熟之际，可以考虑一年两次甚至更多次数；

第二步，建立全球能源互联网研究机构或相关组织。研究机构的运行机制也要有全局意识和创新思路，不要沿袭传统的思路，按风能、太阳能技术来切块分割，应按项目来划分，进行重点突破。比如可以结合一个国家或地区的特点，建设一个大型的能源中心，包括抽水储能电站、太阳能、风能，放在一起来进行研究。再比如，可以共同确定一些重大的战略问题，有各国参与，并进行明确分工：有的做基础工作，有的做应用研究，有的推动重点项目等。

《能源评论》：您认为，全球能源互联网的发展，是否会带动我国整体产业竞争力提升？电力行业以外的其他行业应如何利用这一机会，抢占新一轮国际竞争的制高点？

何祚庥：发展全球能源互联网，眼睛不要只看能源部分。从产业层面而言，也要有全局思维，不仅能源领域的各个公司要参与，其他领域如制造业、信息业、新材料产业都要积极参与、配合，并寻找机会。

对于全球能源互联网发展，中央已提出战略。能源界要同心同德，齐心协力把事情办起来。因此要有全局意识，要分轻重缓急，将中央的战略与地方的发展相结合，落实到具体项目，切实推动事业前行，而不是表面欢迎，内心想着可以借此机会捞一把。E