**新闻直播**

**绿电，来了！**

**【出题头】**

陈婷：听众朋友大家好，欢迎收听《绿电，来了！》现场直播，我是主持人陈婷。

杨晓：大家好，我是杨晓。今天，我国实施“西电东送”战略的重点工程，也是促进国家能源结构调整和节能减排的重大清洁能源项目——白鹤滩至江苏±800千伏特高压直流工程即将竣工投产，从2080公里之外的白鹤滩水电站奔涌而来的清洁电能，将经由四川、重庆、湖北、安徽、江苏，一路运送到达位于苏州常熟的虞城换流站，并从这里进入江苏，进入长三角。

陈婷：此刻，我们的直播车就来到了苏州常熟。白鹤滩至江苏±800千伏特高压直流工程受电端的虞城换流站就在我们面前，这也是世界首座混合级联特高压直流换流站，它也将在今天正式投入营运。

杨晓：白鹤滩至江苏工程这条跨越2080公里的“西电东送”大动脉是怎样运行的？今天的节目当中，我们将跟随着记者的脚步走进白鹤滩水电站，走进白鹤滩、虞城两大换流站。

陈婷：同时，我们的多路记者也已经前往四川、青海、甘肃、福建、浙江、河北等全国多个省份，他们走进了茫茫戈壁上的风电站，来到了青藏高原的光伏发电基地，探访了浩瀚大海的海上风电厂，光伏发电、风力发电、核能发电、生物质发电……一幅新时代生机盎然的绿色电力美丽画卷即将展现在我们的面前。

杨晓：在这里，要特别说明的是，我们这一次的采访以及直播活动是一次碳中和的新闻活动。

陈婷：没错。

杨晓：每一位记者都记录下了自己在采访过程中的碳排放行为，出行、就餐、上网、充电、纸张的使用……包括我们今天直播现场的碳排放，都会被一一记录下来，在今天的直播结束之前，我们将会详细地计算、公布，并用碳汇交易的方式，进行碳中和。

陈婷：是，而且与此同时，今天我们的直播节目还特别邀请到了三位嘉宾，第一位是国网江苏省电力工程咨询有限公司项目管理中心项目经理陆勇，陆经理是全程参与了白鹤滩至江苏工程虞城换流站的工程建设管理工作。陆经理，你好！

陆勇：主持人好，听众朋友大家好！

杨晓：第二位是来自南京南瑞继保电气有限公司研究院柔直系统部经理、高级工程师邹强，邹经理和他的团队参与了白鹤滩至江苏工程中最关键、也是最具突破性的环节，就是虞城换流站混合级联直流系统的建设工作。欢迎邹经理！

邹强：主持人好，听众朋友大家好！

陈婷：第三位嘉宾是东南大学能源与环境学院教授、博士生导师、长三角碳中和战略发展研究院副院长王培红。欢迎王教授！

王培红：主持人好，听众朋友大家好！

陈婷：此刻，我们的记者何山正在虞城换流站的综合楼前，白鹤滩至江苏±800千伏特高压直流工程竣工投产仪式正在这里举行，我们马上来连线记者何山。何山，你好！

何山：主持人好，听众朋友大家好，我现在的位置是在虞城换流站的综合楼前，白鹤滩至江苏±800 千伏特高压直流工程竣工投产大会正在进行中，大家可以听到现场气氛非常热烈，今天的竣工投产大会共在江苏、四川、北京、安徽、湖北、重庆等 6 个省市设 12 个会场。就在刚刚，江苏、四川会场同时启动了送电按钮，来自白鹤滩源源不断的绿电实现了“川电入苏”。给大家介绍一下，白鹤滩至江苏±800千伏特高压直流工程起点在四川省凉山州，终点在江苏苏州常熟，途经四川、重庆、湖北、安徽、江苏四省一市，整体投运后，可以将四川水电大规模输送到我们华东地区，每年可输送的电力超过300亿千瓦时，相当于替代受端地区原煤消耗1400万吨、减少二氧化碳排放超过2500万吨。

陈婷：何山，我还特别想问一下，现在我们的直播所用的电，就已经是远在数千里之外的白鹤滩水电站发送来的绿电了吗？

何山：是的，我刚刚特地询问了工作人员，电是从白鹤滩水电站，经由白鹤滩换流站，到我们的虞城换流站，再到我们江苏的千家万户，需要多长时间？工作人员告诉说是相当于光速，连一秒钟都不到！甚至我们来不及眨眼，绿电就在我们眼前了！

陈婷：是的，绿电就来了！好的，谢谢何山。稍后时间，我们的记者也会带领我们走进虞城换流站，进行更加深入的探访。

杨晓：刚才我们的记者何山说到，白鹤滩至江苏工程，每年可以输送电力超过300亿千瓦时，相当于替代受端地区原煤消耗1400万吨、减少二氧化碳排放超2500万吨。我想首先请问一下王教授，这些数字听起来都非常巨大，这到底是一个什么概念？

王培红：我这有个数据，是江苏省发改委今年年初发布的统计数据，2021年江苏省居民生活用电量为871.4亿千瓦时，“白江工程”输运来的全年300亿千瓦时的清洁电力，可以满足我们江苏约40%居民的生活用电。再说说这个替代原煤消耗1400万吨、减少二氧化碳排放2500万吨。我这也举个例子，有研究表明，一棵树一年平均吸收10公斤二氧化碳，这样2500吨二氧化碳的碳减排量，相当于植树25万棵一年吸附的二氧化碳排放量。

杨晓：哎呀，从王教授的这一番形象的解读，我听懂了两点，首先，绿电来得真是非常及时，特别是在夏天我们江苏用电高峰的时候它来了，就像及时雨，另外一点，其实我也深刻地感受到，我们对于清洁能源，对于绿色电力的需求量真的是太大了！

陈婷：所以，这也体现出了白鹤滩至江苏工程的重要性，刚才听到“白江工程”带来数量可观的绿电，现场的两位项目经理一直微笑着频频点头，看得出来，两位今天都非常高兴，自己参加建设的项目成功投运了！接下来我想先请教一下邹强经理，±800千伏特高压直流输电工程，这听起来真的还是特别专业，因为像我们普通人，平常我们听到的更多的是220伏家用电和民用电，能不能先请您给我们科普一下，来介绍一下？

邹强：好的，我们电力系统中的话一般是分为发电、输电和配电，其实在发电端的话，一般我们的大型发电机组的出口电压大概是10.5到18千伏左右，然后电压是需要进行升压到电网中，我们平时说的220千伏、500千伏，包括800千伏其实都属于输变电的范畴。我们平时生活中接触到的220伏的电压其实属于配电的范畴，相当于是分配电能的一个过程，它是属于用户侧，是我们的一个终端。

陈婷:而且我们刚才特别提到了直流，能不能请你给我们来说一说，比方说我们一个普通人，我们走在户外，我们看到了一些电线杆，电线塔的时候，我们能不能有一个方法很直观，告诉大家我能区分出什么是直流，什么是交流。

杨晓：我这抬头看呢，我还在想哪个直流哪个是交流？看不懂啊!

邹强：是这样的，比较简单直观的就是看导线的数量。一般我们交流输电的话是3根导线，直流输电的话是2根导线，平时我们坐高铁或者是在高速公路上开车，看窗外铁塔的话，你可以从导线数量上，就可以比较直观地辨别出这是交流还是直流输电。

陈婷：哦，就这样就简单了，你抬头数电线，这个会不会？  
杨晓：数数，2和3还是会的！

陈婷：咱们这就懂了，那么接下来再来说说特高压是怎么回事。

邹强：一般来说的话，我们把电力系统中330到750千伏的交流输电是称为超高压输电。特高压输电，我们是指电压等级更高的±800千伏及以上的直流输电，以及1000千伏及以上的交流输电。简单地理解，当发电机发出电力后，我们需要将电能传输到电网，（特高压直流）输电线路就相当于在西部能源中心与东部负荷中心之间搭起了一条条经济而可靠的“电力高速路”。

陈婷：我再有一个问题想请问一下，相比于其他的输电方法，特高压直流输电这条“高速路”有什么特别之处吗？

邹强：首先，输电能力是和电压等级是正相关的，电压等级越高，输电容量就越大，所以采用特高压可以一次性送得更多。其次，特高压直流输电具有损耗小、传输距离远的特点，一般我们来讲的话有一个等价造价的距离，国内的话现在一般是在1000公里，也就是说当输电距离超过1000公里的时候，特高压直流输电能够更加经济地把大量电力送得更远。此外，特高压直流输电可以实现电力系统之间的异物联网，也就是不同频率的大电网之间的相互连接，这样的话不仅能保障送电端与受电端的相互独立，也能在任意一端发生扰动的时候，通过灵活控制来实现资源在送得更多、送得更远的基础上，送得更好。

杨晓：这里面重点特别多。

陈婷：对，我来理解下，我来举个例子您看说的对不对，就是特高流直流工程，它好比是一条全封闭的高速公路，其他的输电方法，可能是我们通常所说的国道、省道,它们运输的效能不太一样。

杨晓：你这么说我都懂了！作为我们交通广播，这一说到国道、省道、高速公路，一下就明白了！我们知道，一条高速公路，它通常是有个起点，有个入口，还有个终点，有个出口，说到“电力高速路”它的起终点，在什么地方？这个问题，我们来请教一下陆勇陆经理，陆经理来跟大家说一说。

陆勇：这就要说到我们的白鹤滩至江苏工程新建的两个换流站了，目前电力系统中的发电和用电绝大部分还是交流电，要采用直流输电就必须进行换流，将交流电换成直流电，我们也称它为整流，将直流电变换为交流电，我们就会称为逆变。首先，我们将四川的布拖换流站（即白鹤滩换流站），我们一般称为送端站，你可以认为是特高压这条高速路的起点，电就是从换流站，从交流电整流成为±800千伏的直流电，然后电就上了这条“高速路”，一路到了咱们现在所在的位置，就是虞城换流站，在这里我们称它为受端站，然后在我们这个站逆变，逆变完以后就下了“高速”，就到了我们整个华东电网中，供我们的用户去使用。

杨晓: 您刚才这么一说之后，让我形象地感觉到就像一匹马，把它马鞍装好之后，对着屁股一拍，快马加鞭它就跑过来了！当然它比马跑得更快一些，是这样一个过程。那接下来我们在把绿色电能搭载上白鹤滩至江苏工程这条“高速公路”之前，我觉得我们还是要先来认识一下这些清洁能源产生的源头——世界第二大水电站白鹤滩水电站，而此时此刻我们的记者李汨汨正在白鹤滩水电站，我们来连线她。汨汨，你好！

李汨汨：主持人好，听众朋友大家好，我是记者李汨汨，我现在就在白鹤滩至江苏±800千伏特高压直流工程的电力源头——白鹤滩水电站。

白鹤滩水电站位于四川省宁南县和云南省巧家县交界的金沙江河道上，总投资2200亿元，总装机1600万千瓦，仅次于三峡工程，位居世界第二，年平均发电量624.43亿千瓦时。白鹤滩水电站是由拦河坝、泄洪消能设施、引发水电系统等主要建筑物组成的。我所在的位置呢，就是在白鹤滩水电站的右岸地下厂房。这个地下厂房位于横断山脉300米以下，体积相当于1.5个“水立方”，高度接近30层楼，里面有8台发电机组。我身边的14号机组和左岸的1号机组，这两台百万千瓦水轮发电机组正在高速运转，它们将金沙江源源不断的水能资源转化为电能，送往江苏等地，这巨量的绿色能源将助力东部地区经济发展。

用庞然大物来形容14号机组一点也不为过，它的高度是50米，有17层楼这么高，一台机组的总重就有8000多吨，可以说一个机组就等于一个埃菲尔铁塔，但是机组的运行稳定性特别高。像这样的百万千瓦水轮机组被誉为世界水电行业的“珠穆朗玛峰”，白鹤滩水电站一共安装了16台，它们全部是由我国自主研制的。如此庞大的机组，每转一圈就可以发电约150度，相当于一个普通家庭一个月的用电量，它一天的发电量就可以满足50万人一年的生活用电。

在今天，把绿色水电输送到江苏后，本月，白鹤滩（水电站）将实现全部机组投产发电。届时，白鹤滩将与其上游的乌东德，下游的溪洛渡、向家坝、三峡、葛洲坝水电站共同构成一条世界上最大的“清洁能源走廊”。

陈婷：好的，谢谢记者李汨汨的报道。其实说到白鹤滩水电站，大家并不陌生，去年的6月28日，白鹤滩水电站首批机组安全准点投产发电。中共中央总书记、国家主席、中央军委主席习近平发来贺信，表示热烈的祝贺。习近平在贺信中指出，白鹤滩水电站是实施“西电东送”的国家重大工程，是当今世界在建规模最大、技术难度最高的水电工程。全球单机容量最大功率百万千瓦水轮发电机组，实现了我国高端装备制造的重大突破。

杨晓：习近平总书记希望全体建设者和各方面统筹推进白鹤滩水电站后续各项工作，为实现碳达峰、碳中和目标，促进经济社会发展全面绿色转型做出更大贡献。

陈婷：而白鹤滩至江苏±800千伏特高压直流工程竣工投产、启动送电正是按照总书记的要求，统筹推进的重要工作。

杨晓：刚才我们的记者说到白鹤滩水电站的总投资2200亿元，而白鹤滩至江苏工程投资307亿元，我想请问一下王教授，2507亿元的投资，这不是一个小数目，我们为什么要用这么大的投入，来进行这样一个重大工程呢？

王培红：“西电东送”这是一个重大的国家战略，传统意义上的“西电东送”是西部水电送往东部的情形，在“双碳”背景下，“西电东送”将解决我国西部地区丰富的非化石能源发电，除了水电之外，还包含光伏发电、风力发电等等，向长三角、珠三角、京津冀等负荷中心输送的任务，是我国实现“双碳”目标的重要支撑。以江苏，以长三角为代表的东部地区经济发达，用电基数大、比重高，战略性新兴产业、新业态新模式将加快发展，加之人口持续向东部地区集聚，用电需求水涨船高，可见“西电东送”也将对负荷中心的能源保障提供强有力的支撑。

“西电东送”一方面可以满足华东地区电力需求增长，推动西部能源的开发利用，另一个重要的作用，为实现碳达峰、碳中和目标做出贡献。2020年9月，习近平主席在第75届联合国大会提出了我国2030年前（实现）碳达峰、2060年前（实现）碳中和的目标，12月在气候雄心峰会进一步宣布提升国家自主贡献的一系列新举措。2020年中央经济工作会议明确将做好碳达峰、碳中和工作列为当年八项重点任务之一。2021年，国务院印发《2030年前碳达峰行动方案》，要求加快煤碳减量步伐，“十四五”期间严格合理控制煤炭消费增长。华东地区燃煤火电厂分布密集，严重超出环境承载能力，实施煤炭消费总量控制势在必行。白鹤滩至江苏工程投运后，每年输送清洁电能超300亿千瓦时，推动华东地区每年减少发电用煤1400万吨，减少（排放）二氧化碳2500万吨、二氧化硫25万吨、氮氧化物22万吨，显著改善华东地区环境质量，推动江苏能源绿色转型。

杨晓：所以也可以说，白鹤滩至江苏工程也是我们实现碳达峰、碳中和承诺的一个重要推进工程。

王培红：对。

陈婷：白鹤滩的水电有了，就要依靠“白江工程”这一条横贯东西的绿色电力“高速公路”了。接下来的时间，我们跟随着记者的脚步，去位于四川省凉山县的白鹤滩换流站，它还有一个名字叫布拖换流站，就是白鹤滩至江苏工程这条绿电“高速公路”的起点，我们一起去看一看。

杨晓：从四川省西昌市向东出发，沿着国道356，一直深入大凉山深处，沿途可以看见一座座高大的电塔承载着运输电线翻山越岭，它们引领着我们的记者一路前往白鹤滩±800千伏换流站，来自白鹤滩的交流电在这里被转换为损耗更小、运输更方便的±800千伏直流电。【出报道】

【出录音】

“我们建这个站的目的是为了服务白鹤滩水电站，白鹤滩水电站它的装机容量很大，是1600万千瓦，是目前仅次于三峡水电站的第二大水电站，我们要把四川的清洁能源送到苏南地区或者浙江地区去，就需要我们配套建设一个换流站。”【录音止】

冯千秀是白鹤滩换流站设计项目部(西南电力设计院)电气一次主管科长，作为这个目前世界上最大换流站的一名设计建设者，她非常自豪：【出录音】

“（我）工作14年了,（20）08年我们国网建第一个800千伏的换流站，我就有幸参与了。以前建一个站，从设计、施工到投运可能应该七八年，前后历时会很久，像现在我们也就差不多4年时间就投运了，技术越来越成熟，管理经验也很丰富，建设进度也越来越快。”【录音止】

白鹤滩换流站由两个±800千伏换流站和1个500千伏变电站“三站合一”组成，是迄今为止全球占地面积最大的换流站，占地面积930亩，相当于90个标准足球场。以中轴线为界，一边是已建成的输送江苏的一期工程，一边是正在建设的输送浙江的二期工程。【出录音】

“目前的换流站都是8G瓦（800万千瓦），刚刚不是说我们白鹤滩是1600（万千瓦）嘛，所以我们就必须建设两个站。第三个站是一个交流站，我们把三个站合在一起，对建设、运维，包括我们的国土资源节约都是有好处的。合建在一起以后，换流变这一项就节约两个亿了。”【录音止】

白鹤滩换流站是白鹤滩至江苏这条特高压“大动脉”的“心脏”。来自白鹤滩水电站的清洁能源经过输电线路这条“血管”，进入换流站这颗强大的“心脏”，在这里，电能将完成交流变直流的过程。直流电再进入到输出“血管”，抵达直流塔，随后直流电将直接被送往东部地区。【出录音】

“从白鹤滩（水电站）过来的清洁能源首先送到我们的交流场，通过交流场送到我们的换流变区域，进入我们的阀厅，我们有4个阀厅，经过4个阀厅的阀组换流升压，变成800千伏的直流，通过我们800千伏的线路送到江苏。”【录音止】

白鹤滩换流站的“心脏”已具备跳动条件，这座巨大的电力变流基地将满载每一个“西电东送”建设者的殷切希望，把来自白鹤滩水电站发出的清洁能源跨越2000多公里输送到江苏。

陈婷：绿电从白鹤滩换流站以光速来了！此刻，我们的接受端——虞城换流站也已经准备好了，让我们跟随记者耿佳走进虞城换流站，来连线耿佳，你好！

耿佳：主持人你好！我是记者耿佳，我现在所在的位置是在苏州市常熟辛庄镇的白鹤滩至江苏±800千伏特高压虞城换流站。

这座虞城换流站，是与白鹤滩换流站遥相呼应的，它作为江苏的受电端，白鹤滩的水电通过特高压线路送到江苏就直接接入到这里。这个站总的占地面积是34.02公顷，‍‍相当于有40个足球场这么大，而它是世界第一座采用常规直流和柔性直流混合级联接线的换流站。

那么，从白鹤滩来的电到底是如何转换出来的呢？我现在就站在换流站的双极直流场，这里主要的作用就是接收白鹤滩输送来的清洁水电，而电到了这里是直流电，它需要通过换流站主控楼两侧的最核心的设备，也就是换流变压器和换流阀，逆变成交流电。而虞城换流站里有8个阀厅，33台换流变压器，它是全国换流变压器数量、阀厅数量最多的换流站。在转换成交流电后，再通过这里的11回500千伏交流线路，就好像是机场接送大巴一样，将白鹤滩输入的水电注入江苏乃至华东地区的千家万户。

好，我们继续向前走，目前我的正前方是换流站的综合楼，这里会有80多名工作人员维护换流站的日常运行。而这栋综合楼有一个特别之处，它的屋顶用了光伏屋顶，楼的南面因为采光比较好，也全部采用了光伏板，这两种结合产生的‍‍光伏电主要用于虞城换流站日常的照明、办公、水泵等生产生活常规用电。在综合大楼的对面，我们看到了一句标语“为美好生活充电，为美丽中国赋能”，在白鹤滩至江苏±800千伏特高压直流工程竣工投产后，每年通过虞城换流站将会输送清洁电能超300亿千瓦时，推动华东地区每年减少发电用煤1400万吨，减排二氧化碳2500万吨、二氧化硫25万吨，这将显著改善华东地区的环境质量，推动江苏能源绿色转型。主持人。

杨晓：好的，谢谢耿佳。

陈婷：此时此刻我现在手上有一张虞城换流站的鸟瞰图，我们这个站真的是很大，刚刚耿佳也介绍过了，20多个区域，我们请陆勇经理给我们说说，这其中最核心的是哪几个区域？

陆勇：好的，首先是我们的主控楼，它也是我们整个站的一个中枢，也就相当于我们人的大脑一样，它主要负责我们整站的生产控制中心，我们有大量的控制系统都在我们主控楼里面。第二个就是我们的阀厅，我们虞城换流站一共有8个阀厅，有8套换流阀，目前也是全国最多阀厅的换流站，这也是世界首次使用混合级联的换流阀的这种接线方式的（换流站）。阀厅大概有30多米高，很高很大了，也就相当于有10层楼的高度了。

杨晓：我们刚才看到最高的应该是不是它了？

陆勇：还不是。第三块就是我们的换流变，我们虞城换流站一共有33台换流变，这也是目前为止换流变台数比较多的换流站。第四个就是我们的滤波器场地，你能看到在我们整个正北方，它主要是把我们直流电输过来变成交流电以后对它进行滤波，举个简单的例子，比如说用面条的例子的话，就是用筛子把一些不合规格的面条给它筛掉。

杨晓：就是面条机我们出了1毫米、2毫米、3毫米的规格（的面条），我就只要1毫米的这么细的，对，就是拉面二细、毛细感觉一样。

陆勇：通俗一点就可以这么理解，就是把一些不需要的这些规格的电流的一些波形给它过滤掉。

杨晓：我们要自己要用的。

陆勇：对。

陈婷：我们的虞城换流站被称作世界首座混合级联特高压直流换流

站，我想问一下邹经理，混合级联特高压直流换流站，和其他的换流站相比，它有什么特点？

陆勇：和其他换流站相比的话，国网公司其实在工程上是采用了全新的拓扑。在我们虞城换流站，将常规直流的换流阀和柔性直流的换流阀是串并联使用，并且首次采用了直流可控自恢复消能这个装置来解决暂态能量盈余的问题。所有这些技术的使用，都是为了保证输电系统的更加安全可靠，而且更加稳定。

陈婷：增加它的稳定性。从白鹤滩到虞城，跨越了2080多公里，真的是一个特别具有难度的工程，陆勇经理是全程参与了这个项目，从建设到我们今天竣工投产，一共用了多长时间？

陆勇：我们这个工程是从2020年12月10日正式开工建设的，到现在大概18个月。

陈婷：从2020年12月，到现在竣工投产启动送电，这么大的一个工程，仅仅用了一年半的时间，这个进度真是已经是非常快了！我在这儿想给大家描述一下我面前的两位项目经理，看起来肤色非常健康，一看就是经常在外作业，然后长期日晒的。陆勇陆经理其实是一个90后的学电力系统的研究生，他已经承担这么大一个项目的协调、管理工作了。

陆勇：这其实是我参与的第五个重点工程了，当然这也是我第一次完整参与的第一个800千伏的特高压工程。

陈婷：刚才我们说了有20多个区域，差不多40多个足球场的大小，我们进门的时候看到，项目部里挂着好多单位的牌子，有邹强经理的南瑞，还有中国建筑、江西变电等等。

陆勇：我们这边一共主要单位有27个，共同参与的。

陈婷：27个单位？那得多少人？

陆勇：每天的日常在我们工地上工作的有2000多人。

陈婷：而且你刚才特别提到了，说这是你第一次完整参与的800千伏的特高压的工程。那么，您做了这个项目之后，您最大的感受是什么？这么大一个工程，您平常怎么去进行这种协调、管理？

陆勇：最大的感受是做了这个工程之后，觉得其他的一些常规的工程可能相对来说要容易一些。

陈婷：有了对比以后发现了。

陆勇：要说怎么管好这个工程，当然首先要感谢我们国网公司，还有江苏公司正确的领导，然后也要感谢参建单位，还有我们各个团队他们也都是非常优秀、精锐的队伍，可以说是特别能打硬仗的队伍。

我们在现场的管理中也确实用到了一些，也探索了一些相对先进的管理办法。我们自主研发了智慧工地的系统，用数字化、信息化的方式去进行安全质量和进度的管理。比如说我们有监控大厅，每天可以去管控到底有多少人、多少车、多少班组，有什么样的作业，有哪些作业的场景？可以通过这个加强我们现场的安全管控，现场有各种各样的在线监测，还有一些智能监测的设备来辅助我们去加强现场的质量管控。另外的话，整站是有三维设计（的），我们从一开始就有一些三维模型去做一些目标的进度，通过亿万像素的复眼摄像头来捕捉全站的实际场景，然后去作对比，就可以形象地评估我们的实际进度，这样的话也能很好地辅助我们在进度管理上做一些合理的决策。

陈婷：效率也会更高了！

杨晓：对，是这样，你刚才说对着鸟瞰图，然后说让他来介绍，我觉得没有人比他更清楚整个项目长什么样子了，他就是一个最好的“导游”。接下来时间，我想说一说我们的邹经理，邹强经理带领的南瑞团队负责了虞城换流站非常核心的混合级联换流阀以及相关的控制保护系统的建设。我想问下邹经理，这个工程也是您从业起来建设进度最快的一个吗？

邹强：是的，因为我们在特高压建设方面，其实已经有了非常成熟，并且领先世界的经验。我国现代直流输电工程技术开始于2000年技术引进，南瑞继保公司也是从那个时候开始进行直流输电技术攻关的。历经3年时间，完成了技术的引进、吸收，又用了2年时间，通过自主创新完成了自主知识产权直流输电核心装备的研制工作。（20）07年，我们国家开始启动特高压直流输电工程的应用技术攻关工作，先后建成了向上、吉泉、青豫、昆柳龙等一批特高压直流工程，经过二十年的发展，南瑞继保也已经走在了特高压直流输电核心装备技术的前列。

陈婷：我们是不是可以说，特高压技术又成为了中国的一张新名片？

邹强：可以这么说。不过在这个领域，我们其实也不再去多说创什么纪录了，因为在特高压输电这个领域，几乎现在每一项工程的新建、投运，都是对以往纪录的突破，而新的纪录其实都是由中国创造的。

陈婷：厉害了！厉害了！

杨晓：这有点“凡尔赛”了！

邹强：而且，我们国家现在也在积极参与全球电力市场竞争与合作。（20）19年，国网巴西美丽山II期特高压直流工程顺利投运，这也标志着特高压直流技术，包括标准、装备走出了国门。当时，我也有幸参与其中，作为项目经理多次前往巴西参与工程的建设和调试。工程的建设是直接带动了我国近50亿人民币的特高压换流变压器、换流阀和控制保护等国产高端电工装备的出口。中国不仅全面突破了特高压技术，构建了完善的特高压试验和研究体系，还率先建立了完整的技术标准体系，自主研制成功了全套特高压装备，实现了从“中国制造”到“中国创造”，再到“中国引领”的跨越。

陈婷：这真是像我们说的，拿金牌已经拿到手软了！不过，我们真的希望这样的“凡尔赛”可以再多一点！

杨晓：刚刚，通过记者带领我们走进白鹤滩水电站，走进白鹤滩和虞城两大换流站，通过我们两位专家细致的介绍，我们对白鹤滩至江苏±800千伏特高压直流工程也已经产生了深刻的印象，从金沙江源源不断产生的绿色清洁的水电，在白鹤滩被转换为±800千伏特高压直流电，一路就这么开心、快乐地奔跑着，来到咱们江苏，来到我们所在的虞城换流站，再转换为交流电，进入我们江苏，然后进入长三角的千家万户，进入到企业厂矿当中去。

陈婷：绿色电力是从源头减少碳排放，实现“双碳”目标的有效途径。“双碳”目标下，绿色电力已经成为我国能源发展的大方向。除了水电是清洁能源的主力军之外，像风电、光电、核电、生物质电等多种新能源电力也在快速地发展中。接下来的时间，我们的记者还将带领我们走进茫茫戈壁滩上的风力发电厂，走进青藏高原的光伏发电基地，走进浩瀚海洋中的海上风电厂……让我们一起去领略绿色电力的美丽画卷。

【出题头】

陈婷：展开中国绿色电力的美丽画卷，第一站我们要前往位于青海省海南藏族自治州共和县的塔拉滩光伏发电园，这里是目前全世界最大的单体光伏发电园。【出报道】

【出录音】

“听众朋友们，我是记者李汩汩，我现在所在的地方是青海省海南藏族自治州共和县的塔拉滩光伏发电园，这是全世界最大的单体光伏发电园。刚才我飞无人机看了一下，真的特别震撼，就像在金黄的戈壁滩上凭空生出的一片蔚蓝色的海洋，4000多万块光伏板，一直蔓延到了天际线。”【录音止】

塔拉滩龙羊峡水光互补光伏发电站，位于海拔3000多米的青藏高原之上，全年日照数2700小时以上，是全世界最大的单体光伏发电基地，这片原先一片荒芜的茫茫戈壁滩其实是太阳能资源的超级“聚宝盆”。光伏园区管委会副主任安峰军：【出录音】

“截至目前，累计发电量突破500亿千瓦时，实现税收20亿元。按现有新能源装机容量计算，年节约标准煤736.96万吨，减排烟尘941.46吨、二氧化碳2237.2万吨。”【录音止】

光伏发电是绿色清洁能源的主力军，然而如此体量的光伏发电基地也面临着全世界光伏电站都有的难题。青海黄河光伏维检有限公司维检中心副主任宦兴胜：【出录音】

“常规的光伏电站它有一个特点就是有随机性、波动性和间歇性，就是我们光伏发电只在白天发电，晚上不发电，另外一个就是云来了的时候，它会有一个负荷比较大的波动。”【录音止】

光伏发电最大的短板是不能够持续发电，在夜晚和阴雨天，光伏的发电几乎为零，但我们的电网需要稳定的电力输入，才能保证安全的运营。在塔拉滩40公里外，世界上最大的光伏电站找到了一个同样强劲的“搭档”，它只需几毫秒的时间，就可以补充光伏缺失的电力，龙羊峡水电站和塔拉滩光伏园区“携手”成就了世界上第一例“水光互补”项目，光伏作为水电的虚拟机组一同并网。宦兴胜：【出录音】

“我们这个‘水光互补’的特点就是先把光伏电发的电送到龙羊峡水电站，通过水轮机的快速调节，可以为电网提供一个均衡稳定的电源。”【录音止】

85万千瓦光伏电站作为虚拟水电机组接入龙羊峡水电站，通过水轮机组的快速调节，将原本光伏间歇、波动、随机的、功率不稳定的锯齿型光伏电源，调整为均衡、优质、安全，更加友好的平滑稳定电源，将两个电源组合的电量，利用龙羊峡水电站的送出通道送入电网。

每天清晨天刚亮，共和光伏园区开始了一天的发电，龙羊峡水电站也同时开始了调峰工作，龙羊峡水电站发电部的值长郭艳敏：【出录音】

“这个是光伏，恰龙1线是光伏，光伏现在带了480多万（千瓦），而我们水电机组现在只有630万（千瓦）。我觉得就像阴阳互补一样，它最终达到的是一个平衡。因为光伏是白天发电，我们现在是晚上发电。”【录音止】

在塔拉滩，光伏发电站的建设也意外地带来了另一个绿色的奇迹。因为光伏的架设，降低了风速，减少了地表水分的蒸发，土壤水分蒸发量减少30%，水源涵养量大大增加，戈壁上的植被正在迅速恢复。但草长得太高，遮住了光伏板，会影响发电，清理世界上单体最大的光伏园区，靠的是一群除草的“能手”。海南州绿色产业发展园区管委会副主任吴钰顺：【出录音】

“牧草长得好，周边牧民都把羊赶过来，光伏园区还给在这里给牧民盖羊圈，方便他们放牧，也会让他们来定期清洗光伏面板，牧民的收入也增加了，我们也称这个叫‘光牧互补’的新模式。”【录音止】

一只40公斤的成年藏羊，一天可以吃掉5公斤草料，光伏园区附近养殖羊达22000余只，它们被称为“光伏羊”，可以吃掉园区大部分牧草。世界上几乎所有光伏发电站都头疼的除草问题，在中国被这群可爱的“光伏羊”解决了。【录音止】

陈婷：曾经，漫漫黄沙阻隔了阳光和希望，如今，光伏板组成的一片“蓝海”，带来了绿色和小康。

杨晓：接下来，让我们沿着中国最长的高速公路G30连霍高速一路向西，进入甘肃。我们将依次经过玉门、瓜州、敦煌，这里曾经是“春风不度玉门关”的荒凉孤独的边城，而现在，一座座被称为“白色天鹅”的风力发电机在戈壁滩拔地而起。它们转动着巨大的风叶，将西北地区的清洁能源，源源不断地输送到千家万户。

陈婷：戈壁滩上的千万千瓦级风电基地正在谱写新的故事。我们来听记者邵伟采写的报道。【出报道】  
【出录音】

“只要是没风的话，像我这个岗位的话，每天都要去机组。有升降机的就是电梯、免爬器的，也有一种助爬器的，需要你爬，但是那个助爬器可以给你节省很多体力。”【录音止】

年轻的点检员富学海，在北大桥风电场工作刚满两年。富学海出生于1998年，是甘肃玉门人，从小听着铁人王进喜的故事长大。读完大学以后，富学海决定重回戈壁滩。每当轮到他值班的时候，全厂300多台风电机都需要他去维护。而平时，他也要负责40台风机的正常运转。【出录音】

“处理故障的时候大家都要保持机舱的卫生，一些发电机或者一些电机，或者一些其他设备，它会产生一些漏油。”【录音止】

正好有一台风机停止运转。富学海连忙联系到会开车的同事，一起前往停转风机的塔下检查。这里最近的风机距离办公楼走路只需要5分钟，但最远的风机则需要开车20多分钟才能抵达。走到风机塔下，穿着蓝色工作服的富学海显得格外渺小，这座风机的高度几乎有30层楼那么高。他用随身携带的钥匙打开风塔的控制室，从头到尾做好检查以后，全副武装走了进去。

富学海收到的指令，来自位于瓜州县城的甘肃中电瓜州风力发电有限公司集中控制中心，发出指令的人是控制中心主任康海峰。集中控制中心是这家企业的中枢，管控着16家风电场、783台风力发电机。走进控制中心，首先映入眼帘的是两块大屏幕，显示着所有的风电场的即时发电数据和工作计划。康海峰：【出录音】

“你所看到实时出力就是我们当前所发电的负荷，现在是，你看当前出力是112兆瓦，我们一般就是叫的11.2万千瓦。”【录音止】

康海峰盯着大屏幕，783台风机以783个大风车图标的形式依次排开，绿色且转动的图标代表风机运行良好，红色或黄色且不转动的图标代表风机疑似故障，需要检查。【出录音】

“你像这个停下来的，这就是故障检修，然后我们挂一个牌子，就是把它这个状态给它标注一下。”【录音止】

康海峰出生于1986年，正值壮年，但对于风电新能源这一新领域，他已经算是一员老将了。作为最早参与千万千瓦级风电基地建设、进军戈壁滩的风电人，那时的景象，他依然历历在目：【出录音】

“其实作为我，就是第一批到了瓜州的这一批风电人的话，我们刚来的时候整个戈壁滩一望无际，就黄沙满天飞，一起风的时候。这么粗那个树，有时候一到了冬天了，刮大风的时候就给吹倒了。”【录音止】

不仅如此，戈壁滩的土地早已结成坚硬的土块，要在上面搞建设并不容易，但“康海峰们”骨子里始终有股拼劲。【出录音】

“虽然（戈壁滩）是比较硬，但是中国的这个工程施工技术，对于戈壁滩来说那都不是什么难事，多少年前的时候，我们的石油工人在玉门，就在戈壁滩上那开采石油的时候，也没有啥，是吧？”【录音止】

康海峰大学学习的是风机调试运维技术，毕业以后到东北参加风电建设，他望着从国外进口的风机，产生了无限的遐想。【出录音】

“我去东北那边盖的就是西班牙的歌美飒的风机，后来我也去过黑龙江那边，桦南那边都是歌美飒的风机，因为风电技术它的这个起步也就是在欧洲。”【录音止】

在回甘肃的路上，他的脑海中出现了“使命在召唤”五个字。回到玉门，以及后来到临近的瓜州工作，康海峰和故乡的风打起了交道，他和同事们一边克服着戈壁滩上的艰苦，另一边也钻研着中国自主的风力发电技术。【出录音】

“2011年回到家乡，建设家乡的风电基地，正好又赶上一个大基地建设浪潮。风机这两年随着我们的中国装备制造业的发展，这个技术的突破，原先你看我们最早才是个750千瓦的，现在都是5000千瓦及以上的风机了。在陆地上装的最大的现在都已经是6.25兆瓦，相当于是6250千瓦的风机了，就是我们这儿。我们公司所有装的风机全都是自主研发的，都是我们国产的设备，他们的这个发电能力都是不错的，安全性也好着呢！” 【录音止】

不止是在瓜州，酒泉千万千瓦级风电基地现在所采用的风机都来自国内自主研发生产。酒泉市能源局局长陈学军：【出录音】

“反过头来说我们现在技术还越先进，以前的老风机还有好多弊端，你看漏油的了，出故障（的）。现在故障率低，成本降了，技术提高了，整个发电效率提起来了。” 【录音止】

在风电基地大规模建设之前，玉门的主要产业是传统能源——石油，而瓜州、敦煌都是非常纯粹的农业城市，纯粹到一场沙尘暴，都可能会对农业造成不小的影响。康海峰：【出录音】

“遇到大风天了，就赶紧到地上去看一下地里面的庄稼有没有受损。比如像敦煌比较出名的那个李广杏，杏子，到了四五月份杏子正开花结果的时候，一场沙尘暴过来刮没了，那产量就很明显地降了。”【录音止】

而随着风电基地的建设，玉门、瓜州都已经成为千万千瓦级风电基地的组成部分，风电成为当地的重要产业。从去年开始，以酒泉为代表的甘肃风电产业迎来了新的机遇。陈学军：【出录音】

“（20）21年6月24号，我们整个并网风电就并到1045万（千瓦），就是千万千瓦风电基地正式建成，这在全国应该是第一个。我们今年要建过去，可能我们瓜州这个县它也就一个县就能达到千万千瓦风电基地。下一步我们在‘十四五’做的规划大致就是能上2000万（千瓦），在‘十四五’末能突破4000万（千瓦）装机。”【录音止】

晚上9点半，中东部城市都已灯火通明，但两千多公里外的酒泉、玉门、瓜州，才刚刚迎来傍晚的暮色。在一片片整齐排列的风机下，一张张太阳能发电板也有序铺开。风力发电和太阳能发电的有机结合，被誉为“风光互补”。截至去年，甘肃省河西走廊地区的风电与光伏总装机容量，已经超过了三峡的总装机容量。河西走廊被称作“陆上三峡”“风光三峡”。陈学军：【出录音】

“我们现在整个新能源装机，目前我们的新能源装机在河西走廊，金昌是261（万千瓦），武威是337（万千瓦），张掖是125（万千瓦），嘉峪关有81（万千瓦）的光伏，我们（酒泉）是1677（万千瓦），现在我们河西走廊的新能源装机是2481（万千瓦），三峡是2240（万千瓦）。” 【录音止】

戈壁滩上起舞的“白天鹅”，正源源不断地把绿电从祖国的西北送往东部。康海峰觉得，自己所从事的新能源事业是非常有意义的。【出录音】

“把这边的丰富的资源去输到华北、华东地区，利用我们西北的清洁能源，让我们的清洁能源也都能享受得到。” 【录音止】

陈婷：是的，随着一座座风电机的转动，河西走廊的风从狂暴变得柔和。它们化作绿电，乘上电线，来到了江苏、上海、浙江……为东部城市的发展注入巨大能量。康海峰、富学海，一代代风电人，在戈壁上的开垦让往日的不毛之地变成了清洁能源的“聚宝盆”。

杨晓：高原上的光、戈壁滩上的风，这些曾经让当地百姓非常烦恼的自然资源，在科技的助力下，成了得天独厚的资源优势，成为了源源不断、用之不竭的清洁能源。王教授，您是能源与环境专家，在我们的国家，这样的绿色、清洁、可再生的能源多吗？

王培红：国内各地的资源禀赋差异非常大，总体而言，西部的太阳能、风能、水能相对比较丰富，东部的可再生能源相对比较匮乏。对于江苏而言，太阳能资源总体偏弱，具体而言，苏北好于苏中，苏中好于苏南，陆上风能资源偏弱，但海上风能资源比较丰富。

目前我国化石能源占一次能源的比重大约是85%，产生的碳排放大约每年接近100亿吨，占全社会碳排放总量90%。解决碳排放问题的关键要减少能源消费所产生的碳排放，治本之策就是转变能源的生产和消费方式，一是在能源的生产端，要提升非化石能源发电占电力总量的比重；二是在能源消费端，要提升电力占能源消费总量的比重。具体而言，清洁能源替代就是指在能源生产端，以太阳能、风能、水能等清洁能源替代化石能源发电，加快形成清洁能源为主的能源供应体系，以清洁和绿色的方式满足用能的需求。电能替代则是在能源消费端以电代煤、以电代油、以电代气，加快形成以电为中心的能源消费体系，让能源的使用更绿色、更高效。

陈婷：没错，那么其实就在刚才，我们的记者也带我们去领略了西北的风。中国有963万平方公里的领土，而中国也是一个海洋大国，有着300万平方公里的领海，所以接下来，我们去海边吹吹风。

杨晓:“想和你吹吹风”，一起去吹风！说到海上吹风，就得说到海上风力发电，一定要去我们江苏如东看一看。依托丰富的海洋和风能的资源，如东已建成了亚洲最大的海上风电群，带动了风电产业链的全方位发展。接下来，让我们跟着记者伊端的步伐，一起去感受一下。【出报道】

黄沙洋海域离岸约50多公里处，200台风电机组整齐地排列着。70多米的叶片，即使隔着一定距离，看起来也是巨大而震撼的。此刻，风力条件不错，风机正转动着，输出的电力升压后，通过海缆接入了不远处有15层楼高的“大块头”——海上换流站中，这是国内首座，也是最大的海上换流站。三峡新能源如东有限公司工程管理项目部主管窦大伟：【出录音】

“海上换流站，对于安装技术、精度要求非常高。同时，我们也是国内首个采用柔性直流输电技术的海上风电项目。这个技术具有潮流反转方便快捷、事故后快速恢复供电等诸多优点，能够有效解决远距离输电的问题，降低损耗。”【录音止】

来自海上换流站的直流电，通过陆上换流站，再被变为交流电接入变电站，最终并入电网，输送给用电端。从这里，每年输出约100万户家庭的用电量。窦大伟：【出录音】

“与同等规模的燃煤电厂相比，每年可减排二氧化碳约183万吨，可节约淡水712万立方米。”【录音止】

依托丰富的海洋和风能资源，如东共有30座这样的风电场，已建成亚洲最大的海上风电群，加上陆上风电群、光伏发电，如东已成为江苏第一个绿电净输出县。如东县发改委副主任张俊：【出录音】

“预计今年，我们全县可为电网输送清洁电力超过120亿千瓦时，约占全县全社会用电总量的150%以上。可以说，如东已经成为江苏第一个绿电的净输出县，进入了华东电网，其他的电力源源不断地送入了长三角地区。”【录音止】

这些风电场也在推动着当地形成新能源产业链。距离海域10多公里处，重通成飞风电设备江苏有限公司的车间外，空旷的场地上，排列着70多米到80多米规格不等的风机叶片。它们中一部分将被用于当地在建的风电场，另一部分等待着出口海外。不久后，一批破百米的风机叶片将在这里实现量产，这将进一步提高风机运行效率。重通成飞风电设备江苏有限公司副总经理何宏斌：【出录音】

“110米是在中国国内现在基本上都算是最长的叶片了。原来这个70米的叶片，转一圈可能发5度电，然后它这个100米了，那可能就会发到8度。（叶片）越大嘛，本身施工的难度、安装的难度，后面运维的成本都会增加，增加的时候，这个过程的控制就要把质量更要控制住。”【录音止】

如今，如东聚集了风电为主的新能源产业链企业超过120家，覆盖规划设计、设备制造、施工运维、检测监测、大件运输、环保防腐等多个领域，2021年度应税销售超664亿元。如东县发改委副主任张俊：【出录音】

“如东县委县政府大力发展以风电、光伏为主的绿色清洁能源，不断改善能源消费结构，推动节能减排，（为）实现经济社会的科学转型和可持续发展发挥了积极的作用。”【录音止】

陈婷：那么辽阔的海洋，真的是蕴藏的能源异常的丰富，除了海上的风能，海洋还蕴藏着取之不尽的潮汐能。

杨晓：我国的海岸线总长大概是3.2万公里，这些海岸线分布在14个沿海的省市区里，接下来，让我们跟随记者来到浙江温岭，走进中国第一座潮汐能发电站。【出报道】

【出录音】

“大家好！我是记者张千，我现在是在浙江台州市温岭坞根镇，浙江地处东南沿海，海岸线长达2200公里，位列全国第四，曲折的海岸线和优质的大湾区，不仅汇集了吞吐量巨大的运输大港，也蕴含了巨大的海洋潮汐能源。就是在浙江温岭，诞生了中国第一座双向潮汐发电站——江厦潮汐试验电站。1980年5月，江厦潮汐试验电站第一台500千瓦机组正式并网发电。”

潮汐是发生在沿海地区的一种自然现象，是海水在月球等天体运动带来的引潮力作用下所产生的周期性涨落运动，科学家形象地把涨潮、落潮称之为“海洋的呼吸”。上世纪80年代，在浙江温岭乐清湾诞生了我国第一台双向灯泡灌流式潮汐发电机组，如今42年过去了，江厦潮汐试验电站仍然是中国最大的双向潮汐能发电站，持续为当地居民输送源源不断的绿色能源。龙源电力温岭江厦潮汐试验电站设备专员蔡程鹏：【出录音】

“80年代的时候，我们是这个第一台自行研究、自行设计、自行制造、自行安装的潮汐发电机组，所以那会儿是作为一个世纪性大事，被镌刻在北京中华世纪坛的青铜铭文中的。2015年的时候，我们把一号机组进行了升级改造，是从原来的500千瓦升级到了700千瓦，然后现在目前总装机容量是4100千瓦，6台机组总共装机容量4100千瓦。目前为止，我们潮汐电站6台机组已经实现发电量2.4亿千瓦时。”【录音止】

潮汐能作为大自然赋予的得天独厚的能源，和风能、太阳能一样，清洁、无污染，取之不尽、用之不竭，利用它发电既可以减少环境污染，又可以节约常规能源，改善能源结构，是一种颇具开发价值的可再生能源。2005年10月，时任浙江省委书记的习近平曾对潮汐能开发做过批示。

40多年的时间里，面对如何更好地开发利用海洋潮汐能的这一绿色课题，龙源电力的脚步从未停止。今年的5月30号，也是在浙江温岭，我国首座潮光互补型光伏电站——龙源电力浙江温岭潮光互补智能电站实现了100兆瓦的全容量并网发电，这也是中国第一次将太阳能和月亮潮汐能互补开发的创新应用。站在温岭乐清湾的七一大坝上俯望，成千上百的光伏面板被架设于江厦潮汐电站库区的千亩水面之上，在阳光的照射下，“海天一色”的美景熠熠生辉。龙源电力温岭潮光互补智能电站项目副经理鞠光旭：【出录音】

“在这个潮汐发电的水库里，我们本着资源高效利用的这么一个原则，形成这种立体式的这种开发建设，在它潮汐电站库区水面上铺设这个光伏板，利用当地的光照资源进行光伏发电，也达到了我们潮汐与光伏这个协调运行的这种新模式。”【录音止】

陈婷：根据计算，世界上潮汐能发电的资源量在10亿千瓦以上。而中国潮汐能的理论蕴藏量达到了1.1亿千瓦。

杨晓：这也是一个巨大的能源宝库啊！

陈婷：没错，而且你看，随着我们一步步去探寻，西北戈壁的陆上风能、光能，东南沿海的海上风能、潮汐能，我们绿色电力的画卷一点点被展开，我们发现，中国的可再生能源、我们可以使用的绿电资源蕴藏真的非常的丰富，那其实我想，最重要的还是要把这些资源，在地区之间调动起来，运输起来。

杨晓：对，说到这里，这电力运输的重任就再一次交给了特高压电力输送的网络了啊！邹经理，请您再给我们介绍一下，目前我国的特高压电力输送网络的建设情况怎么样？

邹强：目前的话，我们国家已经建成了18条特高压直流输电工程，这个跨省跨区的输电能力达到了 1.4 亿千瓦，目前累计送电量超过 2.5 万亿千瓦时，我们公司南瑞继保也是参与其中14条的建设。目前江苏所在的这个华东地区，总共有8条特高压直流输电工程，正源源不断的将超过60G瓦的电力从西南、西北和北部能源基地送过来，点亮千家万户，让我们老百姓也不用再担心夏天高温天的这种缺电、停电情况。不仅如此，有了特高压直流的注入，华东地区的一些小火电也可以按计划关停，清洁能源替代石化燃料得以推广，环境质量也得到了改善和提升。

陈婷：刚刚听邹经理介绍的时候，我就感觉，我们现在的特高压输送网就如同纵横交错的“大动脉”，其实你看，它就显著地在提升着跨区跨省的绿色电力资源的配置能力，为各地区经济发展就带来了源源不断的机遇。

杨晓：其实从人类诞生以来，我们就从来没有停止过对能源的探索，你像煤炭、石油、天然气、太阳能、风能……但是呢，此前，人类所利用的能源几乎都来自太阳等天体，有一种例外，它是人类真正独立掌握生产能源的伟大技术，它，就是原子能，也就是大家熟悉的核能。

陈婷：是的，就在今年，中国的核电技术也创造了一个新的历史时刻：华龙一号示范工程福清核电5、6号机组全面建成投运，这意味着我国百万千瓦级压水堆核电技术全面实现了自主设计、自主制造、自主建设和自主运营，并且跨入了“自主创造”的新阶段，中国成为了继美国、法国、俄罗斯等国之后真正掌握自主三代核电技术的国家，核电技术水平和综合实力跻身世界第一方阵。那接下来我们来听记者张千从福清发回的报道。【出报道】

【出录音】

“听众朋友们，我是记者张千，我现在正在中国福建省福清市最南端的兴化湾半岛上，在我眼前这个叫做前薛村的地方，坐落着福建境内最大的核电基地——福清核电站。地处福建省[海峡西岸经济区](https://baike.so.com/doc/5709410-5922131.html)中部枢纽和省会中心城市福州南翼的福清，正如它的名字一样，是人文福地，更拥有碧海蓝天的优质环境。福清核电6个大型穹顶式‘硬甲’里的发电机组，一起构成了这座城市最为稳定、清洁的能源地图。”【录音止】

福清兴化湾前薛村村民黄先生是个80后，今年34岁，在他的记忆里，小时候的夏天最为难熬，因为半岛上的电力供应一到夏天就非常的不稳定，但自从家门口的福清核电站建成之后，他们村里断电的现象不见了。【出录音】

“小时候印象肯定很深刻，非常的热，我也很怕热的。以前电的话，一般的话，都是有一天没一天的，就是有一天停一天，有一天停一天的，都是这样。以前就像这样大热天的话，都是没地方待着嘛，因为没电你待在家里也太热啦！改变的话，就是现在反正建核电以后，用电的话都是没有那样子断断续续的，所以说最主要的改变就是电的问题。”【录音止】

一座核电站改变的又何止是几百户村民生活的用电难题。5月13日，中核集团旗下福清核电对外公布，从2008年开建，2013年投运以来，福清核电站已经累计安全发电2000亿度，相当于累计节约标准煤消耗6240万吨，减少二氧化碳排放1.6亿吨，减少二氧化硫排放50万吨，植树造林约14亿棵。

而今年，福清核电站最强“心脏”——“华龙一号”5、6号机组的全面建成投运，则让福清核电站年发电能力跃升到了500亿度，成为目前国内在运装机容量最大的核电基地。预计到2050年左右，中国的核电的装机总容量将可以达到世界第一，约占全世界的50%左右。兰州大学核科学与技术学院教授刘作业告诉我们，“华龙一号”是中国从“核电大国”走向“核电强国”的开始。【出录音】

“华龙一号最大的一个优势就是实现了全国产化，那么是我们国家就是自主研发的这样一个起点。我们国家目前已经研发出来了第四代核电技术就是高温气冷堆，它的安全性更好，被称为不熔毁的这样的一个反应堆，那么整个设备的国产化率应该是达到了93.4%，那么应该是在世界上处于这个领先水平的。在整个的3代、4代核电技术的研发过程当中，有很多我们学校毕业生的这个参与，在这个反应堆的设计、辐射防护，还有这个核探测这一块，都做了大量的工作。在将来，我们也将会培养更多的人，去参与到国家核电技术的研发当中去，包括了不仅仅是3代、4代的核电技术，还有这个5代的核电技术。”【录音止】

杨晓：说到核能，大家的第一印象肯定是能量巨大，而接下来，这种能源，看似有点不起眼，却是我国广袤的农田上，最常见、最容易得到的资源。

陈婷：你看这个芒种节气一过，一望无际的江淮大地麦香阵阵。和要考试的孩子们一样，农民们也迎来了“大考”，小麦的收成如何？剩下的秸秆怎么办，是不是还像以前一把火烧了呢？那接下来的时间我们来跟随我们的记者何山，我们去江苏的连云港灌云的麦田里看一看。【出报道】

【压混机器声】

盛夏晌午的灌云，麦收正酣，200多台收割机、打捆机在农田里来回穿梭。图河镇南港村的2万亩小麦的秸秆，被打成了2万捆，每捆700斤的秸秆方垛，在田地里有序地散放着。【压混结束】

麦田只剩约15公分高的秸秆茬儿，47岁的秸秆经纪人张德显四处巡查，不时地蹲下来捧起一簇散落在田里的秸秆。【出录音】

“必须把农民的秸秆打干净，你既然打捆了，就要打干净，让他好种！但是这里有一点，看到吗？这里有一点，没打（割）干净，看到吗？还不少呢你看！你看！（捧秸秆声）等一会他要重新给我弄干净，不然农民他不高兴。”【录音止】

张德显曾经也是个农民，种了27年地，也烧了27年秸秆。他说，那个时候，他们并没有可持续发展这些概念。【出录音】

“以前是这个垃圾靠风刮，污水靠蒸发，那个时候人家烧（秸秆）我们大家都在烧，是吧？烧掉好种啊！不然没办法种，是不是啊？赶农时，都是抢收抢种呗！”【录音止】

废物只是放错地方的资源。成为秸秆经纪人的张德显成立了灌云裕灌秸秆综合利用社，将15万亩麦田的秸秆机械化回收，每年纯利润可达400万元，秸秆被他“点草成金”。

【货车发动声，压混】

检查完麦田，张德显又跟货车司机们反复叮嘱，把秸秆尽快运到“炼金炉”——生物质发电厂。生物质发电，指的是利用生物质所具有的生物质能进行的发电，包括秸秆、树皮等农林废弃物直燃发电、垃圾焚烧发电、沼气发电等。作为灌云唯一的生物质发电厂，光大城乡再生能源灌云有限公司与全县28个秸秆综合利用社合作，把灌云每年约56万吨的秸秆变废为宝。

【发电厂加工秸秆背景声，压混】

在光大城乡再生能源灌云有限公司的厂房，大型撕碎机24小时不停地“吞”进秸秆垛。与农民单个的露天焚烧不同，通过电厂锅炉内集中焚烧，生产蒸汽带动蒸汽轮机和发动机，源源不断“吐”出绿电。因为将秸秆和垃圾两种生物质发电模式创新融合在了一起，公司成为了江苏第一个城乡一体化发展项目。总经理郑江洪：【出录音】

“我们这个项目每年的发电量约3.2亿千瓦时，减排二氧化碳达到30万吨，那么通过这个项目，每年间接可以解决就业1000人次，给当地的居民增收约是在9000万元。”【录音止】

今年5月和6月，我国相继出台了首部[生物经济](https://baike.baidu.com/item/%E7%94%9F%E7%89%A9%E7%BB%8F%E6%B5%8E/1716811)的五年规划《“十四五”生物经济发展规划》和《“十四五”可再生能源发展规划》，两部规划中都提到要稳步推进生物质能多元化开发，促进生物经济发展。中国社会科学院中国循环经济与环境评估预测研究中心副主任、长三角循环经济技术研究院院长杜欢政：【出录音】

“中国的生物质资源都用起来，可以减少二氧化碳的排放是9亿吨，我们现在全国二氧化碳的排放总量是98亿吨左右，那么也就是说可以减排10%，这个贡献非常大！”【录音止】

陈婷：生物质发电让农民改变了几十年焚烧秸秆的习惯，农民增收了，乡村也更美丽了。

杨晓：是啊，在我们不少人固有的印象当中，发展绿色、低碳、清洁的能源，就会和经济发展相抵触，但是在今天我们记者的报道当中，我们欣喜地看到，不论是在戈壁上的光伏基地，还是东海上的风电场，乃至农民的秸秆生物质发电，绿色能源不但自身产生着经济效益，还拉动着当地产业的发展。几位专家在长期与能源打交道的过程中，对这一点应该深有感触。来，我们先让王教授说一说。

王培红：就拿刚刚提到的秸秆来说，农林废弃物是一种生物质能，也被公认为是碳中性的能源，说的就是它们在生长过程中，通过光合作用，消纳了二氧化碳，与其在燃烧过程中排放出来的二氧化碳基本平衡。如今，秸秆等生物质能的利用得到了高度重视，除了直接焚烧发电之外，秸秆制沼气、秸秆制燃油等也得到了不同程度的应用。我们发现，从塞上戈壁到江南水乡，从三江之源到中原大地，过去作为废弃物的秸秆已经为真正的生态宜居、乡村振兴、共同富裕带来了新的动能。

杨晓：说的真好！来，邹经理也说一说。

邹强：行，那我还是谈一下这个特高压吧。就是特高压这个本身这个投资规模大、产业链长，除了我们一般说的高压电气开关设备、新材料、换流阀、线缆、变压设备、机械等相关专业外，还可以依托5G，推动这个物联网、芯片等高新技术发展，整个建设特高压项目的话，能够有效拉动这个上下游相关产业的发展，也可以促进当地的就业，拉动经济的增长。

陈婷：刚才两位在说的时候，就看到，我们年轻的90后陆经理，一直在点头，感觉也特别想跟我们分享一下，是不是？你有什么感触？

陆勇：就是我们在诸如像特高压这一类的重点工程中，在实际的实施过程中也都会用到一些风电，包括像一些光伏、储能相关的应用，比如说我们的一些临时的办公区、临时的生活区，还有我们刚开始开工的时候，没有电源的时候，我们需要用的一些照明等等，都会用到一些新能源的电。这些电（所需的）这些设备有的时候我们就从当地取材，所以说这些东西，在当地来说的话，也是比较受到欢迎的，就当地地方对我们也是比较支持，这是一方面。另外一个的话，就是我们有一些，比如我们海上风电的接入的一些项目，我们最近刚做完的一个丰海（盐城丰海500千伏输变电工程）和射阳（盐城射阳500千伏输变电工程），这些工程在建设的时候，也需要大量的建材、设备，然后在过程中也涉及到很多的餐饮，包括一些劳务服务，那么对整个当地的这个经济也是有一个很大的拉动作用。所以说我们这些工程在地方建设的时候都能得到比较好的支撑。

陈婷：所以你看，刚刚我们听到三位在介绍的时候，真的是相得益彰，是不是？

杨晓：特别有感触。

陈婷：而刚才我们在节目的过程当中，我们的记者是带着我们从西到东、由南到北，一路看到的，都是电力生产端产生的绿电，但是大家有没有想到，我们的用电大户，现在也能够产生清洁能源。

杨晓：根据国际能源组织数据显示，运输业占全球终端能源消费总量的28.8%，它占全球人为碳排放总量的24.7%，是能耗和排放的第二大户。加快实现交通运输绿色低碳发展，对推动能源革命、应对全球气候变化、保护生态环境的影响是非常深远的。

陈婷：我们的记者也兵分两路，前往雄安新区和杭州，一南一北，两座城市的高铁站一探究竟。我们一起来听记者何梦潆、刘静渊、张千的报道。【出报道】

【出录音，压混】

“指挥室光伏进线1柜经巡查，512电流正常，光伏进线2柜经巡查……”【录音止】

雄安高铁站屋顶光伏项目指挥室，巡查人员每天都要进行巡检工作，24小时轮流值守，保证光伏项目的日常维护和高效运转。作为京雄城际铁路沿途规模最大的新建车站，雄安高铁站站顶上有4.2万平方米光伏板，伴随着太阳升起，日光照射在雄安高铁站站顶上，将光能转化成绿色电能，驱动着站内照明、电梯、风机、空调等设备的日常运行，也为雄安高铁站源源不断注入清洁电能。国网雄安综合能源公司项目经理罗晓东：【出录音】

“咱们这个雄安站整个屋顶是水滴状的椭圆造型，然后我们整个屋顶光伏就犹如水滴上的一颗明珠。我们是从设计上也是采用了建筑一体化的理念，是根据屋面的形状我们所有的光伏组件的安装角度都不一样。创新了这个光伏组件的安装方式，也是克服了屋顶曲面弧度大，施工难、工期紧的一系列难题。”【录音止】

雄安站光伏发电项目于2020年12月25日正式并网发电进入商业试运行，17808块多晶硅光伏发电组件，年发电量达到580万千瓦时，能减少燃煤消耗1800吨、减少二氧化碳排放4500吨，相当于植树12公顷，从而践行了雄安新区“生态优先、绿色发展”的理念。罗晓东：【出录音】

“投资建设这光伏项目首先是产生了绿色电能，另外一个就是节能减排，为雄安新区的环境、绿色发展产生了相应的环境的效益，然后也为全国各地高铁站的建设产生了一个样板、一个示范，也取得了一定的社会效益。”【录音止】

和雄安新区相隔1200多公里的亚运城市杭州，全国在建高铁站中最大的屋顶单晶硅光伏项目正在杭州西站紧锣密鼓地安装着。7540块，总面积超过1.5万平方的光伏发电板将成为杭州西站未来的动力之源，项目采用“自发自用、余电上网”的并网运行模式，建成后的光伏发电完全可以满足车站所有电力使用。浙江铁道集团公司新能源事业部总经理楼瑜锋：【出录音】

“投产以后，可以每年等效发电231万度电，相当于为国家节约标准煤800吨、减少二氧化碳排放量2300吨左右。一亩成年的树林，一年差不多吸收二氧化碳是24吨。那我们按2300吨换算的话，相当于我们这个杭州西站项目额外种植了95亩成年树林。”【录音止】

今年8月，杭州西站将完成并网发电。届时，一座“节能、低碳、舒适、便捷、智慧”的绿色车站即将亮相在世人眼前，为 “零碳亚运”助力。而随着杭州西站屋顶光伏建设的经验积累，与铁路相关的绿电项目也已在广泛布局。楼瑜锋告诉记者，眼下，杭州项目正在收尾，但他们即将赶往湖北襄阳，为一所大型的铁路机车设备生产厂安装近10万平方米的屋顶光伏。【出录音】

“每年可以发电550万度以上，相当于我们杭州西站翻了一倍，那我们也充分考虑到了机车生产过程当中自用电的比例会非常大，包括它有集装箱油漆间自用电很高，经过了初步的测算，保守估计的话可以达到85%以上，用电高峰期甚至达到95%。我们预计在今年10月底完成并网发电。”【录音止】

陈婷：那么听了我们的记者报道，我就在想，届时在杭州亚运会举办的时候，我一定要去亲身感受一下这个“零碳”的杭州西站。

杨晓：对啊，随着2030年碳达峰目标的率先到来，未来的八年，“降碳”“减排”一定会成为很多产业转型和结构调整的重点。

陈婷：我想碳达峰、碳中和这样目标的实现已经成为我们全社会的共识了，那么接下来，为了实现这个目标，我们还要去做好哪些准备呢？我们想请教一下王教授。

王培红：白鹤滩水电进入江苏，就是我省实现能源革命的一个重要的里程碑，有助于提升非化石能源消费占比，是构建清洁低碳安全高效能源体系，实现“双碳”目标的决定性的因素。此外，还需要实施以电代煤为重要标志的产业变革，即通过工艺流程再造，实现能源消费的再电气化，是构建绿色低碳循环的经济体系，为大规模消纳非化石能源电力奠定基础。第三，节约能源资源是我国的基本国策之一，必须常抓不懈，实现管理节能、技术节能和结构节能在经济和生活领域的全覆盖，节能降碳实现“双碳”目标的最优路径。可见，“双碳”行动是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革，工作的重点是能源革命与产业变革，包含工业、建筑、交通和生活等所有领域。

陈婷：那么我想问一下，具体到我们个人来说，我们在平常的生活中，我们应该注意些什么呢？

王培红：就以我们的日常出行而言，应当尽量采用绿色出行的方式。比如天气好，距离又不太远，那么可以步行，或者是自行车出行。在市内距离较远的时候，应当优先选用公共交通出行。

杨晓：你看看，这些出行方式的改变，也会让我们觉得每个人身体力行的可以做到很多事情。

陈婷：其实应该从我做起，对不对？

杨晓：对！邹经理，作为特高压的技术专家，我们也希望，越来越多的清洁、绿色的电能，能够搭载上我们的领先世界的特高压技术，来推动碳达峰、碳中和目标的早日实现。在这一块，您是不是也说一说？

邹强：是的，我相信在这一方面特高压直流输电系统一定会作出巨大的贡献。首先，特高压直流输电是推动了清洁能源的大规模的开发利用，使我国在世界新能源革命竞争中是保持了领先地位。依托特高压电网，我国太阳能发电、风电、水电等清洁能源装机规模，均居世界第一。（20）18年，全国40%的新增电力消费由新增清洁能源发电提供，特高压直流输电，也加快了我国能源绿色低碳转型的步伐，为实现碳达峰、碳中和打下了坚实基础。依托特高压电网，我国清洁能源装机占比，是从2010年的25%提高到了目前的43%，每年减排二氧化碳达到了15亿吨，这个效果还是比较明显的。此外的话，作为我国电力自动化领域的这个龙头企业，南瑞继保在沈国荣院士的带领下，也将持续深耕特高压直流输电领域，为“双碳”目标的实现贡献自己的力量。

陈婷：那么接着我还想问一下我们年轻的陆勇经理，下面你还有一些什么样的绿色能源的项目在等着你？

陆勇：那么后面，可能我们要继续开展相关的一些低电压等级的直流工程，以及一些光伏，还有综合能源、抽水蓄能、海上风电的接入等等绿色的工程，继续去践行“双碳”的战略，继续不断地去为美好生活充电，为美丽中国赋能。

杨晓：我感觉他的计划排得满满当当的！

陈婷：是。其实真的，你看对于我们每个人来说，都是实现碳达峰碳中和的一个责任主体，还记得在我们今天节目开始的时候，我们说到过，我们的这次直播，这是中国广播历史上首个碳中和直播吗？那么为践行低碳理念，参与此次直播的主持人、记者们尽量是使用公交、地铁、单车，使用非一次性的牙刷、拖鞋，我们也使用双面打印纸张……你看我们的9路记者，在7个省份采访报道，总行程是达到了18933.7公里，那么衣食住行产生的二氧化碳的排放量和现场直播活动所产生的二氧化碳排放量汇总，那么最终是通过碳汇的方式来实现碳中和。

杨晓：说到这里，现在我们手上是两份证书，一张是我们江苏交通广播网委托东南大学长三角碳中和战略发展研究院做了活动的碳排放量的核算，经温室气体审定、核查机构——中国船级社质量认证有限公司对本次活动的碳中和行为进行审核，并出具了碳中和证书。

陈婷：另一张是经过贵州省生态环境厅和中国质量认证中心认证批准江苏交通广播网的碳汇证书，我们是从贵州省毕节市纳雍县阳长镇跳花坡村等村购买了800株树木1年的碳汇量，购碳资金已经全额转入杨麻西等774户林户的个人银行账户，那么这笔碳汇既用于抵消直播活动产生的碳排放总量，又帮助了贵州省这774户农户增收，助力当地乡村振兴。

杨晓：今天我们的现场直播，见证了白鹤滩至江苏±800千伏特高压直流工程正式的竣工投产启动送电，见证了“西电东送”再添一条清洁能源大动脉，见证了来自于金沙江的绿电为长三角发展注入了澎湃的动力。

陈婷：从川滇交界、绿水青山间的白鹤滩水电站到浩瀚东海的亚洲最大风电场，从世界第三极青藏高原的最大光伏基地到乡村田野秸秆富民的生物质发电厂，从金沙江畔到青藏高原，从东南沿海到西北大漠，今天的中国，处处可以见到绿色电力的奇迹。

杨晓：绿色电力在中国大地流动，也为生态宜居、乡村振兴、共同富裕带来了新动能。

陈婷：四通八达的绿电网络还将在中国大地上不断延伸，也必将推动中国实现碳达峰、碳中和这一庄严承诺。

杨晓：好的，今天的直播就到此结束了。感谢三位嘉宾的到来，感谢大家的收听，再见。

陈婷：再见。

【出音乐】