

碳达峰、碳中和目标下,我国将如何布局?

近日,第26届联合国气候变化大会(COP26)早些时候在英国格拉斯哥落下帷幕,气候变化、控制全球升温成为近期高频词,联合国秘书长古特雷斯表明现在是时候进入“紧急模式”。气候变化究竟有多严峻?中国又将如何布局应对这一全球性挑战?

本文第一部分将对全球减排现状、气候变化的原因与后果进行介绍与科普,第二部分将对我国布局进行介绍与分析,重点解读关键布局与相关核心技术。

一、气候变化或许远比我们想象的严峻与复杂

1. 全球减排现状

近日,根据联合国环境规划署最新发布的《2021年排放差距报告:热火朝天》,全球新版和更新版国家自主贡献目标仅在2030年预测排放量基础上减排了7.5%,而实现《巴黎协定》1.5°C温控目标需减排55%。

减排量远远落后于实现《巴黎协定》的温控目标,这将世界置于“截至本世纪末升温至少2.7°C”的轨道上。

联合国环境规划署执行主任英格·安德森(Inger Andersen)表示:“气候变化不再只是未来几代人需要解决的问题,而是我们当前面临的现实。为确保我们仍有机会将全球升温幅度控制在1.5°C范围内,我们需要在未来8年内将温室气体的排放量几乎减半;我们仅剩8年时间制定计划、出台政策、实施政策并最终实现减排。随着时钟的每一次滴答声,关键节点已经越来越近了。”

2. 《温室气体公报》与《排放差距报告》

2020年即使由于新冠疫情人们的出行减少,但根据联合国世界气象组织(WMO)发布的年度《温室气体公报》(Greenhouse Gas Bulletin),2020年大气温室气体浓度再创新高,且增速快于过去十年的年平均水平。

这也是人们的常见误区之一,温室气体难道只有二氧化碳吗?全球气候变化难道真的都是二氧化碳的锅吗?

温室气体指的是大气中能够吸收地面反射的太阳辐射,并重新发射辐射的一些气体。除了二氧化碳外,目前备受关注的还有甲烷(CH₄)、一氧化二氮(N₂O)。温室气体的温室效应主要是由于其本身具有吸收红外线的的能力,由其自身结构决定。甲烷的升温潜能大约是二氧化碳的20~80倍,而一氧化二氮甚至高达二氧化碳的200~300倍!

根据《温室气体公报》,二氧化碳、甲烷、一氧化二氮在2020年浓度分别达到工业化前(1750年)水平的149%、262%和123%。《排放差距报告》今年也重点关注了甲烷的排放和市场机制。

甲烷,作为天然气的主要成分,被认为是极具潜力的新能源。环境产业中厌氧消化的发展备受关注,也是由于其能将固体废弃物转化为甲烷,实现废物资源化利用。但大气环境中甲烷的增长量如此迅速,除了来自化石燃料、废物和农业部门的甲烷排放外,其作为一种新能源,在转化、运输、利用等环节中,是否有大量甲烷进入了大气环境。

而一氧化二氮主要是工业生产、污水处理行业的产物,同时也是一种潜在的新能源。虽然一氧化二氮的总量不及二氧化碳,但其显著的温室效应也使其引起了研究者的关注。新的固氮方法、污水脱氮工艺,如微生物固氮产业、厌氧氨氧化菌脱氮,也是未来应对全球气候变化极具潜力的研究和产业发展方向。

3. 气候变化后果

气候变化对人们生活究竟有哪些影响?除了全球变暖、冰川消融这类直接的影响外,像洪灾、飓风、森林大火等极端天气这类间接影响,近年来也逐渐得到了体现。2021年我国河南、山西的暴雨便是极端天气的典型案列。

而气候变化最可怕之处,不在于这些人们能直接或间接感受到的现象。研究者们最担心的,是气候变化可能带来的、难以评估预测的潜在危害,特别是基于生态尺度的“多米诺”效应。

第一是流行病的爆发。气候变化引起自然界中的生物基因突变、基因表达以及基因水平转移途径发生变化,从而引起新病毒的流行。新冠的流行也可能是气候变化的产物之一。

第二是生态系统失衡。近年来大量生物灭绝,保护生物多样性面临前所未有的挑战。整个地球是一个大的生态系统,所有生

物通过食物链环环相扣,任何一个节点的缺失都会产生影响。生物多样性的下降,会使地球生态系统的抵抗力、恢复性遭到破坏,到超过一定阈值,各个地区是否会陆续崩溃?

第三是温室气体大量不可控的泄漏。一方面是已捕捉的二氧化碳储存不当导致的泄漏,另一方面是海底或冰川等自然蕴含的大量温室气体的泄漏。

目前碳捕捉技术迅速发展,但捕捉后的二氧化碳,人们究竟该如何处理?目前大量捕捉后的二氧化碳需要封存处理,那么该储存在哪?最常见的方法有地质储存、海洋储存、矿物固化、生物储存。

在二氧化碳储存过程中,人们最为担心的是二氧化碳泄露风险,除了对生态系统带来难以评估危害外,是否会进一步恶化全球变暖?据大洋钻探研究,在大约5600万年前曾发生过一次极热事件(PETM事件),短时间内释放大量CO₂,整个地球升温5~6,带来大规模的气候变化、生物灭绝、演替和迁徙现象。

对于PETM事件的可能原因,其中一种猜想就是升温使得海底的天然水合物达到分解的阈值,导致甲烷快速释放,甲烷的释放以及快速氧化形成大量二氧化碳导致进一步快速升温,产生恶性循环。如果我们储存的大量二氧化碳突然泄露,导致温度突然上升至阈值,是否会进一步引起巨量埋藏的二氧化碳、天然气水合物分解释放出来?一旦释放,将会是彻底的浩劫。

二、中国将如何布局以应对全球性挑战?

1. 中国减排进展

我国是世界上第二大温室气体排放国,也提出了碳达峰、碳中和的目标,近年来在实现温室气体减排、应对气候变化这一全球性挑战中不断探索,相应采取的系列行动,在国内和国际上都产生重大影响。

2020年中国顺利完成巴黎协定减排目标,2020年碳排放强度较2015年下降了18.8%,超额完成了“十三五”目标;非化石能源占能源消费比重达到15.9%,超额完成了向国际社会承诺的2020年目标。虽然中国已经取得了能源结构转型的成功,但是仍然保持着对化石能源尤其是煤炭的严重依赖,2020年仅煤炭能源就占总能源结构的约60%,碳中和转型仍具有较大的发展空间尚待开发。

为了实现碳达峰和碳中和目标,需要在技术上实现进一步的突破和发展。2021年9月26日,中国工程院院士、生态环境部环境规划院院长王金南在第一次全国碳中和与绿色发展大会上提出了实现碳达峰、碳中和需要攻克的关键技术,对中国进行绿色发展所需要的关键技术攻关领域提出了方向建议,未来中国在这些领域进行的科研攻关和创新,可以为碳达峰碳中和目标的实现提供充足的技术支撑。

2. 碳达峰总路线图

基于前期的探索,中国逐渐总结出了适于本国国情的碳达峰、碳中和布局。2021年10月24日,新华社发布了《中共中央、国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》(以下简称《意见》)。作为碳达峰、碳中和“1+N” (碳中和框架+大基地+整县推进+电网改造+提升市场电价+绿电等)政策体系中的“1”,《意见》为碳达峰、碳中和这项重大工作进行了系统谋划、总体部署。

其中,《意见》明确提出两点,一是坚决遏制高耗能高排放项目盲目发展,主要包括煤炭、石化、钢铁、水泥、玻璃等高能耗高排放的行业。这些行业若未来需要发展,亟需转型,如果还是固守以前的模式,未来是会被淘汰的。二是绿色低碳产业的大力发展。这些行业包括储能、动力电池、锂电池、光伏、新能源、新材料等相关行业。绿色产业可以确定的将来会得到政策大力扶持,前景光明,具有成长性。对于个人和企业来说,如果将来从事的是绿色低碳产业相关的行业,那未来发展前景是值得期待的。但如果从事的是双高能耗的产业,可能需要提前做好职业或者业务上的规划。

3. 关键布局与核心技术解读

(1) 产业结构与能源体系

自从2016年11月11日,《巴黎协定》正式提出“全球平均气温升幅控制在1.5°C以下”这一目标以来,我国采取多种措施积极应对全球气候变化,努力争取实现这一目标。尤其是在产业结构和能源体系结构的调整中,

大力发展新的无污染可再生能源,提高新能源在能源供应系统中的占比。目前,我国的全国发电量结构得到进一步优化,新能源发电增长势头迅猛,取得了良好成绩。

在所有能源类型中,传统火电能源由于投资少,建设周期短,在早期发展较快,目前占国内主导地位。但是由于其对环境污染比较严重,所以急需发展新的无污染能源,在满足能源需求的同时,减轻对环境的破坏。

风能和太阳能发电清洁无污染,可再生,装机灵活,基建周期短,但是存在发电稳定性差、效率低的缺点,且目前存在较大的技术瓶颈,仍需进一步发展。天然气发热量高,便于开采、运输和使用,污染小,但是其容易发散,在达到一定的比例时会发出威力巨大的爆炸。

核能发电清洁,无温室气体产生,能量密度高,成本低。但是其在发电过程中会产生放射性废料,处理成本高,且需要较高的科技水平和充足的资金。

(2) 能源技术

能源是经济社会发展的重要物质基础,也是碳排放的最主要来源。要坚持安全降碳,在保障能源安全的前提下,大力实施可再生能源替代,加快构建清洁低碳安全高效的能源体系。

在如何推进煤炭消费替换和转型升级方面,“意见”中强调了核能、风能、太阳能相关工程的推进。下面将对先进核能、风能、太阳能的技术和发展现状做个简单描述。

核能

高温气冷堆被认为是一种“不会熔毁的反应堆”,在设计上属于第四代核反应堆,2021年9月12日9时35分,石岛湾高温气冷堆核电站示范工程1号反应堆首次达到临界状态,机组正式进入“持续核反应”状态。高温气冷堆在商业应用规模上能提供各种类型反应堆中温度最高的热能,可以把煤锅炉替换成核锅炉,用于高效发电、热电联产,可以提供高温高压蒸汽和高温工艺热能,用于化工、钢铁、石化等工业领域和核能制氢,将有望助力“碳达峰、碳中和”目标的实现。

它采用氦气作冷却剂,石墨作慢化剂,并使用全陶瓷包壳颗粒燃料元件。我国以清华大学10 MW球形燃料元件高温气冷实验堆(HTR-10)良好的设计和运行情况为基础,进一步设计并付诸建造20万千瓦级模块式球床高温气冷堆示范电站(HTR-PM)。HTR-PM在设计上充分表现了该堆型的固有安全性。主要特征如下:

1.1 堆芯具有较大的负反应性温度系数如发生正反应性引入事故,反应堆即使在控制棒等主动停堆手段失效的情况下,也能依靠负反馈实现自动停堆。

1.2 热工设计中,考虑了事故情况下尤其是一回路冷却剂失压时,堆芯的余热已不可能通过主回路排出,而是通过设置在反应堆压力容器外的余热排出系统,借助热传导、热辐射和自然对流等方式非能动地导出,该功能的实现基本上排除了堆芯熔化的可能。

1.3 燃料元件作为放射性物质释放的第一道屏障,在所有运行和事故工况下,最高温度均不会超过1600。在此温度下,燃料元件仍能保持完整性,阻隔放射性裂变产物。

1.4 由于氦气有核惰性,因此正常运行工况下一回路冷却剂的放射性水平很低,同时考虑燃料元件在任何情况下均能可靠保证其完整性。所以发生一回路失压,冷却剂释放到周围环境后,对周围环境造成的影响很小。因此HTR-PM不设置类似于压水堆式的安全壳,而设置了反应堆舱室。该舱室没有承压要求,无需喷淋降压等功能,系统大为简化。

1.5 采用不停堆装卸料技术,而不需要考虑储备补偿燃料的反应性,因此后备反应性低,也大大提高了安全性。

风能

风能是指风所产生的能量,即大规模气体流动所产生能量及其应用,主要应用为风力发电,系利用风带动风力发动机运转;另可用于非电力应用,例如帆船、风车等。

风力发电厂由多组风力发电机组组成,并连接到输电系统中。岸上风力发电是一种低成本的发电方式,在某些地区,发电成本比传统发电还低(例如:燃煤发电、燃气发电及核能发电)。但是岸上风力发电厂会影响风景,并且比起其他发电厂需要更多的土地面积。同时也必须建设在野外或是乡村地区,这也可能导致农村工业化,或造成栖息

地破坏。离岸风力发电比岸上风力发电更强、更稳定,同时在视觉上的影响更小,但建造和维护的成本则更高。小型的岸上风力发电厂可以作为一种微型发电,为电网提供一些电力,或是为隔离于电网之外的偏远地区提供电力来源。

由于风能丰富、分布广泛、碳排放相较于火力发电低甚多,为许多国家积极推动的永续能源以及可再生能源技术之一。并且对比于燃烧化石燃料,风能对环境的影响较小。现今风能已为全球电力供应的主要来源之一,根据BP公众有限公司的估计,2018年,全球风力发电占全球总发电量4.8%,并为欧盟提供了14%的电力。

然而,风是一种间歇性可再生能源(Variable renewable energy),无法根据需求而增减发电。虽然每年的总发电量变化不大,但可在一天或是数天内有很大的变化。因此,风力发电必须与其他的电力来源或储存设施一起使用,才能够提供稳定的电源。随着地区的风力发电增加,可能需要更多像是燃气发电等可快速调整输出的电厂来备用或稳定电网,或是需要升级电网。但在许多的状况下,可以使用电力管理技术来解决这些问题,像是调度不同的再生能源与不同地理分布的发电机组,向邻近区域的进出口电源、储能容量等方法。此外天气预报可以为风力发电可能的变化做准备,进而减少须要的备用发电容量。

太阳能

太阳能发电把阳光转换成电能,可直接使用太阳能光伏(PV),或间接使用聚光太阳能热发电(CSP)。聚光太阳能热发电系统会使用透镜或反射镜和跟踪系统将大面积的阳光聚焦成一个光束,并利用光电效应将光伏光转换成电流。第一次商业集中开发太阳能发电厂发生在20世纪80年代。位于美国加利福尼亚州莫哈韦沙漠的太阳能发电厂安装着世界上最大的354百万瓦的聚光太阳能热发电系统。在2014年,太阳能已经在主要市场达到电网平价,而在2015年太阳能发电量成长到占有发电量的百分之一。

光伏是太阳能光伏发电系统的简称,是一种利用太阳能电池半导体材料的光伏效应,将太阳光辐射能直接转换为电能的一种新型发电系统,有独立运行和并网运行两种方式。太阳能光伏发电系统分为两类,一种是集中式,如大型西北地面光伏发电系统;一种是分布式,如工商企业厂房屋顶光伏发电系统,民居屋顶光伏发电系统。光伏组件是基于电池整合的具有封装及内部联结的,能单独提供直流电输出的、最小不可分割的光伏电池组合装置。光伏组件是太阳能发电系统中的核心部分,也是太阳能发电系统中最重要的部分。2019年,我国光伏组件产量98.6GW,同比增长17.0%。

(3) AI 赋能

人工智能近十年突飞猛进,已经广泛渗透进各行各业。人工智能的关键能力包括分类识别和预测决策,目前在医疗健康、交通物流和互联网领域取得了巨大的成功,相比之下,在应对气候变化、解决环境问题方面的能力并未得到充分发挥,未来在这些领域也极具潜力,主要可以从以下三个方面帮助解决问题:

3.1. 更好地了解气候变化。借助智能传感技术和大数据技术,可以建立更准确的全球气候模型,进行更准确的预测。例如,IBM和The Weather Company合作,从数十亿个数据点动态学习,不仅能预测未来天气,还可预测气温上升及推荐的决策,分析不同措施会产生的后果。

3.2. 更高效地利用能源。从能源的探索和开采到管理和利用,人工智能都能发挥作用。例如,微软和挪威的再生能源生产商Agder Energi和Powel AS合作建立更高效智能的电网,用创新软件帮助德国施耐德电气有限公司远程模拟、管理和分析水资源利用情况,使能效增加了50%。此外,AI还可以协助设计新的可持续产品来减少碳排放,如通过机器学习找出最低碳的产品原材料组合。

3.3. 更合理地制定和实施政策。人工智能方法也被用来模拟和评估潜在的政策可行性和大规模的能源政策变化引起的其他社会变化。这包括碳税计划和碳交易系统的效果预测和可能的社会影响。以及测试和权衡影响不同出行方式的,如优化电动汽车共享和充电架构,从而提供更多气候友好型交通选择。