

# 净零排放:道路虽长 未来可期

●赵琳

挪威船级社近期发布《2023年能源转型展望报告》称,由于排放量已达到创纪录的水平,并且在达峰前还将进一步攀升,现在实现净零排放目标的机会微乎其微,但并非没有可能

近期,挪威船级社(DNV)发布的《2023年能源转型展望报告》(以下简称报告)称,相对于工业化前水平,到2100年,全球升温可能达到2.2摄氏度。并预测,到2050年,碳排放量将达到230亿吨。这表明,要实现净零排放目标目前还有很大差距。

那么,如何缩小这一差距?有些技术解决方案需要大规模部署,如可再生能源、储能、电网、氢和碳捕集等。其他技术需要缩小规模,如煤炭、石油、天然气和内燃机等。但仅这些行动并不够,还需要部署大量的碳去除技术。

报告称,科学表明,2050年前实现净零排放目标,必须将全球升温幅度限制在1.5摄氏度内。但由于排放量已达到创纪录的水平,并且在达峰前还将进一步攀升,现在实现净零排放目标的机会微乎其微,但并非没有可能。

## 净零现实吗?

报告描述了基于预期的经济、技术和政策发展背景下“最可能”的能源未来。未来能源相关的碳排放量不会在2050年达到净零。因此,2050年能否实现净零排放未来是存疑的。

不过,“最可能”的能源未来并不排除其他能源未来。挪威船级社认为,到2050年仍有可能实现净零排放目标,但也只是勉强实现。这需要加快针对性政策的出台,以及各地区、各部门的共同努力。

对于某些行业、某些地区和某些国家来说,2050年实现净零排放目标是现实的,但还不足以实现全球的净零排放目标。由于部分行业和地区到2050年无法实现净零排放目标,其他行业和地区必须走得更远、更快。

最终,在未来的某个时刻,人类可能实现净零排放目标,因为不能允许全球平均气温继续上升。因此,问题不在于能否实现净零排放目标,而在于何时实现。从当前处境来看,碳排放量尚未达峰,“何时实现”似乎不太可能是2050年。然而,气候变化已经到来,且在全球范围内造成了毁灭性的社会影响和不断上升的经济损失。虽然实现净零排放目标看似遥不可及,但既然已科学制定了一个目标,人类要做的就是尽可能接近它。

## 净零政策

全球气温升幅控制在1.5摄氏度内首先是一个政治决定。越来越多证据表明,气候行动不必以牺牲发展为代价。重新调整净零排放政策需要坚定的政治意愿、国际合作和公众参与。

将公共投资转向基础设施和清洁能源项目时必须简化和快速审批相关的法规。此外,获得政府支持的行政程序需要简化。为了加快中低收入地区的能源转型,需要提供低于市场利率的优惠融资,降低

## 净零途径

报告表示,2022年全球碳排放量为410亿吨,预计2050年全球碳排放量为230亿吨。如果将全球气温升幅控制在1.5摄氏度内,所有地区都必须执行严格的能源、工业和气候政策。

目前全球对于气温升幅控制在1.5摄氏度内所需行动的紧迫性已达明确共识。减少碳排放,主要途径包括在能源系统中实施低碳排放技术,大规模部署可再生能源、储能、电网、氢气和碳捕集与封存(CCS)等领域,并大幅削减煤炭、石油、天然气和内燃机的使用。此外,减少航空旅行等行为对于快速控制碳排放也至关重要。

### 能源系统转型

经济活动和能源用量的脱钩必须加强。大规模增加可再生能源,同时淘汰煤炭和减少使用其他化石燃料,对实现净零排放目标同样重要。挪威船级社的“净零排放之路”蓝图提出,到2050年,最终能源需求将为398艾焦,比2022年减少10%。能源用量下降并不意味着能源服务会减少。相反,“净零排放之路”有效利用了能效提高和电气化的好处。

2050年,“净零排放之路”蓝图的一次能源供应结构将与今天大不相同,化石燃料仅占20%,而现在为80%。这与报告估计的到21世纪中叶化石能源和非化石能源份额几乎相等形成对比。此外,对人口和GDP的假设在这两种情况下都是相同的。这表明,“净零排放之路”蓝图是一种节能途径,更高份额、更高效的可再生能源有助于实现所需的净零水平。

### 化石燃料

一个多世纪以来,化石燃料一直主导着能源系统,是碳排放的主要来源。为了实现能源系统脱碳,逐步淘汰化石燃料是不可避免的。

对于石油和天然气,挪威船级社的假设是,生产成本较低、气候政策不那么严格的地区(即西亚北非和欧亚大陆东北部)将获得越来越多的生产份额。

碳捕集对于减少碳排放至关重要。如果没有CCS,实现净零排放几乎是不可能的。这是一个方便的解决方案,可以减少现有设施(电力生产或制造业)的碳排放,而这些设施短时间内无法被低碳或零碳产品所取代。基于CCS的解决方案也可能更具竞争力,尤其是在短期内。

在“净零排放之路”蓝图中,煤炭和石

可再生资源投资风险。

在设计气候政策干预措施时,政策制定者需要同理心了解公众经济状况。公众参与、全社会对话和集体努力意识对于政策成功至关重要。化石燃料税和补贴改革等“掏腰包”的干预措施可能在低收入和低收入地区引起公众强烈反对。如法国反对增加燃油税的抗议、哈萨克斯坦反对提高价格上限的抗议、尼日利亚因试图废除燃油补贴而引发骚乱等。

油用量迅速下降,而天然气用量则出现较温和的下降。此外,与石油相比,煤炭和天然气的碳捕集率更高。

因此,虽然还在继续使用化石能源,但到21世纪中叶,“净零排放之路”蓝图预计,煤炭相关碳排放量将减少97%,天然气相关碳排放量将降低85%,石油相关碳排放量将下降76%。

### 太阳能

直接和间接电气化是“净零排放之路”蓝图的关键特征,可能没有其他可再生能源技术可与光伏的潜力相媲美。与风电一样,光伏发电已是世界上多数地区最便宜的新发电方式,随着制造能力的提高,成本将快速下降。

因此,到2040年,光伏发电将成为主要能源供应来源,并在2050年占比超过所有化石燃料总和。此外,光伏发电的间歇性问题将通过储能来解决。

### 风能

“净零排放之路”蓝图预计,到21世纪中叶,风能供应量将高于化石燃料总和,也将是最大的并网发电来源。这比报告的预测进步更大,报告预测,2050年风能供应量约为这一数字的一半。

其中,陆上风电2022-2050年将增长37倍。固定海上风电在发电组合中的份额将从2022年的0.6%增加到2050年的8%。浮动海上风电在21世纪中叶将仅占发电量的2.5%。

### 其他非化石能源

**核能:**目前,欧洲、北美和太平洋地区的核电建设、扩建、规划和废物处理成本大幅增加。核电站也不像人们声称的那样是可靠能源。2022年夏季,几个地区的核电利用率低于50%。维护问题、气候导致的冷却水缺乏和供应链中断只是影响核电发展的部分例子。

**水电:**一直是最大的可再生能源,为电力系统提供了许多服务,是廉价而灵活的电力来源。“净零排放之路”蓝图预计,到2050年,在印度和撒哈拉以南非洲地区显著增长的推动下,水电量将达到近7万亿千瓦时。

**氢能:**低碳氢是许多国家正在制定的净零排放战略的重要组成部分。“净零排放之路”蓝图预计,到2050年,氢及其衍生物的最终能源需求份额(15%)远高于报告预测的份额(5%)。

## 区域转型路线图

在“净零排放之路”蓝图的设定中,十个地区将以不同的步伐实现净零排放目标。不同的区域动态导致不同的排放轨迹,其中人均GDP是主要驱动力。主要目标是到2050年实现净零排放目标,以减少气候变化的影响。预计现在起到2050年,全球GDP将翻番,全球人口将增加到96亿。

“净零排放之路”蓝图的设定与报告预测的不同在于向非化石能源的转型速度和碳去除技术的应用。高收入地区需要加快能源转型,以便在2050年前实现净零排放目标;中低收入地区2060年前需尽快跟进,而这取决于其加快脱碳的能力和潜力。

所有国家和地区在资源和资金可用性、能源基础设施、劳动力等方面都有不同的起点。在“净零排放之路”蓝图的设定中,十个地区将采取不同的道路走向净零目的地。但可以根据这些地区的脱碳速度进行分类。预计高收入地区将比中低收入地区更快实现净零排放目标。每个群体都有共同的机会和挑战,而这些机会和挑战将在实现净零排放目标的进程中逐渐浮出水面。

### 北美

美国和加拿大都有巨大的可再生能源潜力和足够的土地面积来扩大产能。在强大的技术和创新能力的支持下,对可再生能源的投资可以创造许多绿色就业机会。成熟的化石燃料行业拥有大量训练有素的劳动力,以及一些适合绿色行业的可转移技能。现有的创新中心可成为全球技术变革的驱动力。

该地区对化石燃料的兴趣根深蒂固。油气行业直接和间接雇用了许多工人,对经济做出了巨大贡献,因此很难被改变。油气消费习以为常,尤其是在交通领域,导致人们普遍抵制燃油税等减排措施。城市规划又加剧了这种情况,助长了对汽车的持续依赖。

### 拉美

有利的地理位置和丰富的自然资源,使得拉美地区有机会扩大现有的可再生能源产能。该地区太阳能、风能、水电、生物质能、地热能、低碳燃料,以及铜和锂等转型所需的矿物资源非常丰富。

该地区的许多经济依赖农业和自然资源发展经济,但随着气候变化,相关灾害的频率和强度增加,这两者特别容易受到挑战。这些行业的衰退可能导致就业结构发生重大变化。气候破坏将加剧该地区存在的社会和经济不平等,适应和减轻环境影响需要大量投资和时间。

### 欧洲

欧洲在高水平的区域合作方面有优势,欧盟追求净零排放的强烈政治意愿就是例证。欧盟有着雄心勃勃的目标,并且有强大的执行力。该地区国家经常将气

候政策纳入国家决策中。但由于成员国较多,且必须达成一致,欧盟的政策制定需要时间,政策的力度可能被削弱。

欧洲面临的挑战是对能源进口的依赖和相关的能源安全问题。虽然可再生能源产量不断增长,但油气进口量仍然很高。

### 撒哈拉以南非洲

撒哈拉以南非洲是电力和清洁能源普及率最低的地区。这对健康、扶贫、教育,以及社会和经济发展有影响。无法获得清洁的烹饪燃料,导致每年超过一百万人死亡。该地区的粮食安全和水资源短缺问题加剧了能源贫困。

不发达的化石燃料基础设施与丰富的资源形成鲜明对比,特别是转型所需的太阳能和矿产,这为跨越到绿色技术和能源生产提供了巨大的机会。该地区人口结构以年轻人为主,这意味着只要有足够的培训,就有充足的可负担得起的劳动力来推动转型。该地区还有可能获得高收入国家的财政支持和投资,这对于实现能源获取和实施可再生能源技术是必要的。

有了足够的国际援助,同时以更好的治理为目标,非洲大陆就有巨大潜力来拥抱具有成本效益、以需求为导向的可再生能源战略。

### 西亚北非

政治动荡和冲突阻碍了气候计划的实施,不稳定性影响经济活动并导致人口流失。因此,部分国家政府无法为民众提供可靠的清洁能源、稳定和绿色的就业机会,以及社会服务。

该地区经济严重依赖化石能源,油气产量约占全球的1/3。广泛的化石燃料补贴可转向容易获得和负担得起的清洁能源,以利用该地区巨大的可再生能源潜力,特别是太阳能。碳氢化合物生产商可利用现有的化石能源基础设施和经验来扩大生产和出口低碳氢的能力。

该地区目前没有统一的碳定价来激励脱碳,吸引对CCS的投资可能创造新的就业机会,使现有的油气工人转行。但依赖CCS作为减排措施可能延长该地区对油气生产的依赖,最终增加排放,并减缓向净零的过渡进程。

### 欧亚大陆东北部

该地区的地缘政治日趋复杂化,政治不确定性使得气候和环境政策的规划和实施非常困难。

该地区严重依赖石油和天然气,拥有广泛的基础设施和化石燃料补贴,生产主要集中在俄罗斯和哈萨克斯坦。对化石燃料的依赖是该地区转型步伐缓慢的原因,摆脱化石燃料将对该地区的经济产生巨大影响。

该地区矿产资源丰富,其中许多是生产电池和其他可再生能源技术所必需的。随着全球对这些矿物的需求不断增加,该地区有很多机会利用现有的采矿基

础设施来满足需求并获得出口收入。

### 中国

中国是全球最大的可再生能源投资国,转型潜力巨大,在可再生能源方面拥有先进的制造能力。因此,中国是全球可再生能源技术供应链中的重要一环,有机会支持全球可再生能源的持续使用。当全球可再生能源用量增加时,将刺激中国经济的持续增长。

中国还有快速增长的氢能产业,为实现某些行业脱碳和提供更多绿色就业带来发展机会。

### 印度

印度面临越来越大的压力,实现能源转型既要解决不平等问题,又要增加获得清洁能源和稳定就业的机会。

印度不断增长的人口和快速的城市化给获得能源和其他服务带来了压力。但为建筑业,特别是运输部门提高能效提供了机会。交通需求的增长和车辆使用的增加可避免增加内燃机汽车用量,转而增加电动两轮车和三轮车的用量,以减少排放。密集的城市意味着可以实施低排放公共交通,来满足日益增长的交通需求。

### 东南亚

与其他中等收入地区相比,东南亚地区从小学到高等教育的教育机会和性别均等水平相对较高。这使得该地区可以满足转型过程中不断增长的对熟练劳动力的需求。不过,与这个优势相反的是,人才外流率高于平均水平,受过教育和技术熟练的工人很多移民到了高收入地区。

逐步淘汰煤炭将对该地区的经济和就业产生重大影响。印尼是世界主要动力煤出口国,越南是重要的煤炭生产国。煤矿往往集中在这些国家的特定地区,导致对人们生活的影响分布不均。对于菲律宾和马来西亚这样依赖煤炭发电的国家来说,逐步淘汰煤炭可能导致就业流失。

### 经合组织太平洋地区

经合组织太平洋地区的经济体历来严重依赖化石能源,因此在减少对化石能源的依赖和实现经济多样化方面面临重大挑战。澳大利亚的太阳辐射水平非常高,液化天然气(LNG)出口;新西兰、日本和韩国的能源结构以进口煤炭、石油和LNG为主。放弃化石能源将对这些国家的工人产生不利影响。

该地区国家具有很高的可再生能源潜力,拥有丰富的陆上风能资源和充足的海岸线,可利用不断增长的海上风电市场。澳大利亚的太阳辐射水平非常高,几乎1/3的家庭已安装了屋顶太阳能。此外,澳大利亚、新西兰和韩国的氢工业也在蓬勃发展。可再生能源产业的快速增长将创造稳定和绿色的就业机会,许多工人已具备了绿色产业所需的技能和培训。

(资料来源:挪威船级社)

