

新能源技术在石化行业上的应用探讨

文/赵 璞 中国石油工程建设有限公司北京设计分公司

“双碳”目标的提出对石油化工行业的未来发展格局产生了深远的影响，炼化企业亟需加快结构调整和产业转型升级，积极拥抱产业变革，顺应绿色发展趋势，实现可持续、高质量发展。传统石油化工企业由于体量大、发展历史长，往往积累了相当体量的可利用土地，且多位于沙漠、荒原等偏远地区，具备优良的生产绿色能源基础。传统石油化工行业与新能源产业有着天然的结合点，若能充分挖掘利用，未来对于传统能源企业转型乃至助力“双碳”目标的实现，均具有重要意义。

“双碳”目标对于石化行业发展的影响

2030年前碳达峰是近期目标，是迈向碳中和的基础和前提；2060年前碳中和是长期目标，碳达峰后需要更有力的减排才能实现碳中和。碳达峰是以碳中和为目标的达峰，是保证经济高质量发展的达峰，是产业结构优化和技术进步促进碳强度逐步降低的达峰。碳中和是为中国经济社会发展开创的一条兼具成本效益、经济效益和社会效益的新的发展路径。

“双碳”目标对于石化行业的影响主要体现在两个方面，即通过电气技术节流和通过电气技术开源。“双碳”目标倒逼产业结构调整，可有效抑制发展高耗能产业的冲动，大幅推动节能和提高能效，称为通过电气技术节流；同时大力发展非化石能源，稳步减少化石能源，构建以非化石能源为主体的新型电力体系，也就是通过电气技术开源。

以上两个层面对石油化工行业电气技术均产生了内在驱动性影响。

通过以上两个层面的影响可以看出，石化行业的产业结构亟待升级，这就带来了通过电气技术节流和通过电气技术开源两大方面的潜力，这不仅体

现在市场潜力、研发潜力、投资潜力和技术增值潜力，而且是体现在顶层的实现风光气热电融合的清洁电力布局的潜力。站在不同角度看这些影响，也会在这些已知的潜力中衍生出无数交叉型的潜力模型。

实现“双碳”目标对于石油化工行业迫在眉睫，尤其是2020年之后，国际油气企业围绕油价大幅波动与能源转型开展了一系列战略调整，包括大规模油气资产减值、资本支出削减等常规手段，也包括一些非常规手段，如：加速从传统油气向新能源领域的转型；部分公司相继发布中长期减排目标与实施路径，针对油气上下游产业实施战略调整，以快速适应外部环境变化，保障未来可持续发展。首先是节能降耗，不仅依靠常规节能降耗的手段，同时还要依托数字化和智能大数据平台等非常规手段进行节能降耗。其次是充分利用风能、光能、天然气和地热能等资源实现风光气热电融合的清洁电力布局。

光伏发电应用于石化项目需要考虑的问题

目前来看，光伏发电应用在技术上已经非常成熟和透明，不仅有无数成功投产运行的业绩，

而且有非常全面的可执行的规范和标准，例如NB/T 10128—2019《光伏发电工程电气设计规范》，都给后续执行类似项目积累了宝贵的经验。但石化行业毕竟有自身的特殊性，和一般建筑领域不同。首先石油化工行业覆盖面广，在每一个省、自治区都有石化企业的存在，是耗能集中型用户，也是集中自备发电的用户甚至是孤岛发电的用户，同时也是用地大户（国有土地使用权）和公建集中用户，而且是化石能源的保供大户。这种情况下使得石油化工行业光伏发电形式具有多样化特点，主要是分布式光伏和集中式光伏以及二者结合的形式。不仅有安装在戈壁滩上和沙漠中的集中式光伏，也有安装在建筑物构筑物上的分布式光伏，更有安装在油气井场的“自用自发电”分布式光伏。矿区内资源丰富，油气、光照、地热和风能都非常丰富，具备实现风光气热电融合的条件，同时具备“源网荷储”有机协调的基础条件。

在做石油化工行业光伏发电的电气设计时，首先应该了解国家相关的法律、法规和政策，尤其是接入当地电网的相关政策。另外就是要关注光伏发电设计的经济性，准确地说，光伏发电在技术上不存在任何问题，从系统复杂性上看，光伏发电不是最复杂的，但是在政策上和经济考量上是最复杂的。举个例子，在做西北某区域光伏发电设计时，不仅要考虑接入的技术问题，还要考虑配合西北电网通道的问题、环保问题和消纳问题等，有些问题都是政府层面联动才能解决的。还需要考虑光伏组件以及设计寿命给电站带来的经济性影响。所以做石化光伏发电设计时，可研阶段（含方案和预可研）尤为重要，需要做大量的方案比选，选出更适合的构架和设备选择方案。另外，将“源网荷储”有效统一，实现真正意义的能源互联，应该是石油化工行业光伏发电的电气设计时规划阶段重点考虑的问题。

一般来说，石化工艺流程的特点是连续性生产，而且负荷集中，这种情况下针对生产性负荷，如果应用新能源发电，则只能依靠集中式光伏发电来解决，而且也不能采用光伏发电直接给工艺流程供电的形式。通常做法是光伏发电经过逆变器升压后接入企业电站，与企业原有国网供电形成后备电力或者调峰电力。由于石化企业要求供电波动性

必须小且在标准范围内，但是光伏发电有阶段性，当无光照时会给电网带来不小的冲击，很容易形成“鸭子曲线”形状的波动，所以利用电网或者其他自发电形式进行融合调峰很重要。当然，调峰形式还有电化学储能（含氢能电池），热媒介储能也在不断的应用中。通过调峰可确保石化工艺流程连续性生产及供电可靠性。

氢能利用给石化企业转型升级带来的机遇

氢能是非常好的清洁能源，也是“源网荷储”特别具有潜力的储能环节，是实现“双碳”目标较好的方式之一。制氢本来是传统石化行业的主要工艺，制氢的方法也有很多，包括煤气转化、炼油附加、热化学法、生物制氢、电解水制氢及生物质热解技术制氢等，其中使用化石燃料制氢占世界氢气制备总量的96%。随着“双碳”目标的提出，太阳能制氢已经进入大众的视野中。

太阳能制氢有着40多年的历史，被看作最具前景的制氢方法之一，正在成为石化行业追捧的新型制氢方法，这也是由石化行业自身的优势和潜力所决定的，将太阳能发电和电解水制氢组合成系统技术，是制氢技术主流的发展方向。10 MW的光伏发电每小时可以制造10 m³的氢气，25 km²的光伏发电阵列可以做一个小型的制氢城，一年可以产100万t的氢气。在光照好的地方，光伏制氢的电成本大约在0.15元/kW·h，大大低于目前的制氢耗电成本。

所以，有制氢需求且有条件的企业，可以进一步考虑调整产业架构，向光伏制氢进一步迈进，这不仅降本降碳，而且还增加了消纳，为光伏发电带来有利的条件。

新能源应用于石化行业的发展趋势

在“双碳”背景下，我国能源体系将由以化石能源为主体的传统能源体系，逐步转变为适应清洁低碳、智能高效的现代能源体系。具体可概括为“两个替代、一个回归”，即在生产侧，实现清洁能源替代化石能源；在终端消费侧，实现电能对散烧煤、燃油等能源消费方式的替代；而煤、石油等化石能源回归其工业原料属性。

国际油气企业大力发展天然气产业，将其作为低碳过渡能源。同时，采取其他方式开展能源

转型，大致分为3种：发展替代能源，包括生物燃料、氢能和可再生能源等；建立多元化能源供应体系，包括提供居民终端用能服务和企业能源解决方案等；发展环境产品，如参与排放交易、开展CCUS（碳捕获、利用与封存）技术研发与应用及发展碳汇等。壳牌成立了专门的新能源事业部，每年在新能源领域投资达10亿~20亿美元。BP在生物燃料、风能、太阳能和数字能源等多个可再生能源领域积极布局，是唯一拥有大量风电业务的大型石油公司。道达尔采用光伏发电制造、安装和运营一体化的发展模式，大规模并购风电资产。

随着全球越来越多的国家政府将温室气体减排目标转化为国家战略，油气企业能源转型进程势不可挡，低碳化发展道路不可逆转，油气行业脱碳化、低碳业务多元化特征日益明显。在中国石油绿色低碳战略框架下，中国石油工程建设有限公司既要保障国家能源安全；又要顺势而为，争当能源转型生力军、新业务建设主力军。

1. 制定完善“双碳”顶层设计和行动方案

中国石油工程建设有限公司在助力中国石油建设世界水平综合性国际能源公司的过程中，不但履行了国家“增储上产”职责，也输出了大量的高碳附加值品。随着全球能源转型趋势明显加快，碳达峰、碳中和目标对企业发展提出了更高要求。建议企业加强与国内外油气企业和有关机构在能源转型方面的研究与交流，找到各国能源转型政策与我国低碳业务发展形成优势互补的契合点，构建组织、政策、市场、金融和技术等一整套支撑体系，促进现有产业结构向一体化产业结构升级。

2. 建设更具弹性的核心业务

1) 大力发展天然气业务。未来10~20年，天然气是替代煤炭发电、实现碳减排的重要资源，成为石油公司应对气候变化、实现能源转型的战略重心。自2017年始，埃克森美孚、壳牌、BP、道达尔和雪佛龙五大跨国公司天然气储量占油气总储量的比重达50%以上，天然气产量占其油气总产量的比重达50%左右，这些公司已由传统的石油公司成功转型为“油气并重”的一体化能源公司。建议石油化工企业把天然气业务打造成战略性价值性工程，发挥天然气等清洁能源比较优势，积极提升天然气业务占比。

2) 主动优化资产布局。未来上游行业整合或将进入加速期。建议石油化工企业择机优化调整海外油气资产布局，逐步淘汰生产效率低下、碳排放强度高的资产，提升海外资产创效水平，积极践行“一带一路”倡议，开辟国际化发展新局面。

3. 加强碳减排技术研发和管理提升

稳步推进绿色制造体系，发展节能环保、CCUS等新业务，加强绿色生态产业链技术攻关和示范工程建设，做低碳转型的积极推动者。建设一批科技创新平台，布局一批前瞻性、战略性低排放技术研发项目，加大CCUS、深冷等关键核心技术研发投入力度，加快低碳、零碳技术发展和规模化应用。充分应用数字化、智能化手段，提升生产经营全过程碳排放管理水平，逐步形成低碳减排和新能源关键技术体系。

4. 积极参与碳排放交易市场

随着全国碳市场交易的积极推进，交易中心落户上海环交所，碳现货、碳期货等金融衍生品的交易规模将会持续扩大。我国大型电力企业已全面参与全国碳排放权交易市场，在碳资产管理上积累了经验。壳牌、BP和道达尔等国际油气企业制定了碳中和目标及实施步骤。建议石油化工企业深入研究国内外同行做法，跟踪研究碳市场交易进程和碳排放权交易机会，为参与碳排放权交易市场、高效管理碳资产夯实基础。

5. 审慎开展新能源业务投资

自2014年国际油价下跌以来，国际油气企业投资便趋于谨慎，即使在能源转型进程中，BP、道达尔等公司也提出了低碳业务基准回报率要求。事实上，表现最好的低碳公司投资回报率与油气公司的资本成本相当，低碳能源的资本成本比油气高出200~250个基点。建议石油化工企业在低碳转型过程中，既要充分考虑新能源项目与油气项目的差异，给予新能源业务政策倾向和成长空间；又要做好项目评价，保持公司财务稳健和现金流充裕的优势，以应对长期油价波动带来的行业发展的不确定性。

目前，以中国石油、中国石化和中国海油为代表的石油化工企业均成立了新能源发展部门，不仅发展光伏发电，而且充分利用风能、太阳能、天然气和地热能等资源，实现风光气热电融合的清洁电

力布局。所谓的降碳实质上就是减少碳燃烧，节能（站在新能源角度）就是采用清洁电力，二者的有机结合核心上是电气化改造。要实现这样的新能源电气化改造，重点工作在以下几个方面：

1) 工艺流程“气”转“电”。例如燃气锅炉改为电磁炉，减少碳燃烧。可是改成电磁炉以后增加了电耗，如果仍采用燃气发电就得不偿失了，达不到降碳的目的。这时光伏发电或其他新能源发电就能够发挥作用。通过光伏发电和气改电的结构化调整，起到节能降耗的目的。

2) 建立企业自备新能源（光伏）微电网发电。采用光油互补、风光互补或电化学储能的模式，主要应用于边远井场及边远小处理装置，实现“自发自用”。

3) 建立大型新能源（风能、光能、天然气和地热能等）基地，实现电力输出，把石油化工企业打造成石油化工及新能源公司，不仅服务于本企业，也能造福周边企业和人民。中国石油2021年12月在甘肃一次投产成功的玉门东镇200 MW示范性光伏发电项目，即是典型成功案例。

2020年，中国石油、中国石化和中国海油单位生产总值CO₂排放比2015年、2005年分别下降26.2%、52.1%，完全扭转了碳排放快速增长局面。2020年，石油央企天然气总产量同比增长9.8%，达

1 888亿m³，连续4年增产超100亿m³。据测算，这些天然气相当于替代燃煤4.06亿t，相当于“蚂蚁森林”3年为地球种树量的997倍。

结束语

虽然石油石化行业为了达成“双碳”目标已经取得了一定的成效，但还是有很长的一段路要走。因为相对于电力行业，石油化工行业作为亟待新能源改造的行业显然起步稍晚，但机会巨大，仍有很大的改造和提升的空间。在以往的节能增效措施的基础上，加大新能源的引入，以及“源网荷储”的有效统一，尤其是充分利用风能、光能、天然气和地热能等资源，实现风光气热电融合的清洁电力布局特别重要。

石油化工行业的新能源利用起步稍晚，但是潜力无限，需要国家和部门给予大力的支持，尤其是兄弟企业电力部门的大力支持，在接入和消纳问题上给予积极的指导和协助。这是困难也是需求，希望有关部门给予大力关注。

石油化工行业也要结合自身企业的特点、地理位置、经济实力及当地可依托条件，因地制宜，不拘一格，采取多种形式进行新能源布局，绝对不能搞“一刀切”，非理性建设。EA

