

大唐多伦煤化工：“双碳”浪潮下的绿色转型突围



传统煤化工与新能源正上演着一场深度融合的“革命”——电解水制氢装置源源不断产出高纯度“绿氢”，替代昔日依赖煤炭制得的“灰氢”；风电输送的清洁电力，逐步降低着燃煤自备电厂的发电负荷。这幅充满科技感与生态感的图景，正是大唐多伦煤化工在“双碳”目标指引下，从高耗能传统企业向绿色低碳标杆转型的生动缩影。



大唐多伦煤化工公司党委书记、董事长李海宾(左)到绿氢装置现场检查

(大唐多伦煤化工公司供图)

在内蒙古锡林郭勒盟多伦县的草原深处，风穿过稀疏的沙棘林，掠过成片的光伏矩阵，吹动着百米高的风电叶片，最终化作一股绿色动能，注入大唐多伦煤化工有限责任公司生产装置。在这里，传统煤化工与新能源正上演着一场深度融合的“革命”——电解水制氢装置源源不断产出高纯度“绿氢”，替代昔日依赖煤炭制得的“灰氢”；风电输送的清洁电力，逐步降低着燃煤自备电厂的发电负荷。这幅充满科技感与生态感的图景，正是大唐多伦煤化工在“双碳”目标指引下，从高耗能传统企业向绿色低碳标杆转型的生动缩影。

从年产46万吨聚丙烯的“煤化工巨头”，到打造“绿电-绿氢-绿色煤化工”三位一体生态的行业先行者，大唐多伦煤化工用两个重量级绿色项目，走出了一条高耗能产业的转型突围之路。这背后，是政策导向与市场需求的驱动，是技术创新与团队攻坚的不懈付出，更是中国大唐践行绿色发展理念的责任与担当。

破局之路：在“双碳”考题中寻找转型答案

2022年初春，大唐多伦煤化工公司的会议室里，一场关于企业未来发展的讨论已持续了三天。投影仪上循环播放着两组数据，一组是全球能源结构现状——2019年全球终端能源消费达415EJ（艾焦耳，国际能源单位。1艾焦耳=10¹⁸焦耳），石油、天然气、煤炭占比分别为42%、15%、11%，化石能源总占比高达78%，是碳排放的主要来源；另一组是企业自身的“能源账单”——作为内蒙古东部地区最大的氢气产销企业，大唐多伦煤化工项目每年消耗氢气26亿标方，全部是由煤炭制得的“灰氢”；同时，该公司年产168万吨精甲醇、46万吨聚丙烯的产能，高度依赖燃煤自备电厂供电及电网购电，每年消耗标煤超百万吨，能源成本占生产成本的40%以上。

“当时国家‘双碳’目标已经明确，《氢能产业发展中长期规划（2021—2035年）》也刚发布，明确提出要推进可再生能源制氢，加强氢能工业领域的应用。我们作为世界首例低质褐煤制烯烃大型工业示范项目，既是行业标杆，也面临着巨大的转型压力。”大唐多伦煤化工公司党委书记、董事长李海宾至今记得当时会议室里凝重的氛围，“很多老员工觉得，我们的生产工艺已经很成熟了，没必要冒风险投入巨资转型；但也有年轻技术骨干提出，不转型就会被淘汰，这是企业必须面对的‘生存选择’。”

为了找到转型方向，李海宾带领团队先后赴长三角、珠三角等地考察先进化工企业，又多次与内蒙古自治区能源局、锡林郭勒盟政府沟通，深入研究《内蒙古自治区“十四五”氢能发展规划》《2030年前碳达峰行动方案》等政策文件。在一次次调研与研讨中，一个关键信息逐渐清晰：锡林郭勒盟拥有丰富的风光资源，风力发电年

平均风速达7.2米/秒、利用小时数约3169小时，光伏发电年可利用小时数约1675小时，具备大规模开发新能源的自然条件，而多伦煤化工自身拥有巨大的绿电、绿氢消纳场景，若能将本地风光资源与企业生产需求结合，既能解决可再生能源消纳难题，又能降低企业碳排放与能源成本，可谓“一举两得”。

“我们最终确定了‘两条腿走路’的转型思路。”李海宾在办公室的地图前，指着多伦县的位置解释道：“一条腿是建设风光制氢一体化项目，用‘绿氢’替代‘灰氢’，从原料端减少碳排放；另一条腿是推进燃煤自备电厂可再生能源替代项目，用风电替代燃煤发电，从能源端降低化石能源依赖。这两个项目不是孤立的，而是要形成‘绿电制氢-氢化工业生产-绿电供应’的闭环生态，让新能源真正融入煤化工的‘血液’。”

2023年初，随着内蒙古自治区能源局对风光制氢项目建设指标的审核通过，大唐多伦煤化工的绿色转型正式按下“加速键”。“当时很多同行还在观望，觉得高耗能企业转型投入大、回收周期长、风险高。但我们认为，转型不能等、不能靠，必须抓住政策窗口期和资源优势。”李海宾的语气中透着坚定：“草原给了我们丰富的风光资源，政策给了我们转型的机遇，我们有责任也有能力，走出一条属于煤化工企业的绿色发展之路。”

绿氢革命：打造风光制氢与煤化工耦合的“中国样板”

2024年12月29日18时28分，大唐多伦煤化工公司的中央控制室内，一阵欢呼声打破了夜晚的宁静。屏幕上显示，电解水制氢装置产出的氢气纯度达到99.999%，各项指标均符合煤化工生产要求。

“那一刻，很多人都哭了。”绿氢项目技术负责人张晶，至今回忆起来仍难掩激动，“从2023年1月拿到建设指标，到2023年10月完成政府备案和集团立项，再到2024年6月正式开工，我们团队几乎没有休过一个完整的节假日。尤其是2024年夏天，为了赶在冬季来临前完成主体结构施工，大家顶着30多摄氏度的高温，在施工现场连续奋战了三个多月，不少人晒脱了皮，却没人喊过一句累。”

大唐多伦15万千瓦风光制氢一体化科技示范项目，规划建设新能源系统装机容量15万千瓦，其中风电120兆瓦、光伏30兆瓦，配套建设年制氢量7059万标准立方的电解水制氢装置。项目的核心设计理念，是实现“风光发电-绿电制氢-绿氢耦合煤化工”的无缝衔接：风电和光伏所发的绿电，直接输送至电解水制氢装置；产出的绿氢通过管道输送至煤化工生产系统，替代原有煤制灰氢，用于合成甲醇和聚丙烯；整个过程中，多余的绿电可储存至配套的储能设施，或通过电网外送，实现能源的高效利用。

“这个项目最难的不是设备安装，也不是工程建设，而是解决风光发电的波动性与煤化工生产的稳定性之间的矛盾。”张晶来到电解水制氢厂区，指着一排硕大的电解槽解释道，“风电的出力受风速影响，白天和晚上、晴天和阴天差异很大；光伏更是‘看天吃饭’，夜晚完全没有出力。如果直接用这种波动的电力制氢，很容易导致电解槽的电流、电压不稳定，不仅会影响氢气纯度，还可能损坏设备，甚至影响整个煤化工生产系统的安全运行。”

为了破解这一难题，项目团队联合国内多家科研院所，自主研发了“绿电制氢耦合煤化工一体化能量管控系统”。这套系统就像项目的“大脑”，具备实时监测、动态调控、智能优化三大功能，通过分布在风电场、光伏电站、电解槽、煤化工生产装置上的数千个传感器，实时采集风光发电出力、电解槽运行状态、煤化工氢气需求、储能设施容量等数据；根据这些数据，系统会自动调整电解槽的运行负荷，在风光出力充足时，满负荷制氢并将多余电力储存；在风光出力不足时，调用储能电力或补充电网电力，确保制氢过程稳定；同时，系统还能根据煤化工生产的氢气需求变化，优化制氢计划，实现“以需定产”，避免氢气浪费。

“这套系统我们前后研发了18个月，进行了上百次模拟测试和现场调试。”张晶指着中央控制室大屏幕，屏幕上清晰显示着各个子系统的运行数据，“你看，现在风电出力是38兆瓦，光伏出力是25兆瓦，电解槽运行负荷是90%，储能设施还有30%的容量，完全能应对接下来可能出现的风光出力波动。目前这套系统已经入选国家能源局第五批能源领域首套重大技术装备公示名单，算是给行业提供了一个可借鉴、可推广的技术方案。”

除了能量管控系统，项目在设备选型上也实现了重大突破——采用的2000标准立方米/小时碱性电解水制氢设备，是国内首次在风光波动工况下实现商业化运行的大容量电解水制氢设备。“当时国内还没有这么大规模的碱性电解水制氢设备在风光波动工况下运行的案例，我们心里也没底。”张晶坦言，“为了验证设备安全性和性能可靠性，我们组织了专门的测试团队，连续三个月24小时轮班监测，记录了上万组运行数据。最终证明，这套设备不仅运行稳定，而且能耗可以达到行业同等水平。”

截至2025年9月，大唐多伦15万千瓦风光制氢一体化科技示范项目已累计产出合格绿氢约1600万标方，增产精甲醇7000余吨，减排二氧化碳3.15万吨，其带来的环保效益凸显。但更重要的是，让企业看到了煤化工企业绿色转型的希望，为我国风光波动制氢耦合煤化工大型化科技示范开创了行业先河，为绿氢替代煤制灰氢提供了技术和经济性支撑。项目也因此于2025年9月入选中国企业改革

和发展研究会“企业新质生产力发展优秀案例”，2025年10月15日入选国家能源局能源领域氢能试点（第一批）公示名单。

绿电突围：构建“风电-储能-火电”深度耦合新模式

与风光制氢项目同步推进的，还有大唐多伦煤化工燃煤自备电厂可再生能源替代项目。这个选址于多伦县滦源镇红花山村的项目，总装机容量175兆瓦，规划安装28台单机容量6.25兆瓦的风电机组，配套建设2.7万千瓦/10.8万千瓦时的电化学储能设施。项目的建成，将为大唐多伦煤化工的生产装置输送源源不断的清洁电力。

“如果说风光制氢项目是从‘原料端’减碳，那绿电替代项目就是从‘能源端’减碳。”大唐多伦煤化工公司副总经理、绿电替代项目负责人何伟指着远处转动的风电叶片说，“我们公司的燃煤自备电厂，每年消耗标煤超百万吨。绿电替代项目建成后，每年可向煤化工输送绿电4.9亿度，实现燃煤自备电厂87.5%的可再生能源容量替代，相当于每年替代标煤15.17万吨，减少二氧化碳排放41.94万吨。”

绿电替代项目的核心创新，在于开创了“风电-储能-火电深度耦合”的全新模式。传统的可再生能源项目，普遍依赖电网调峰消纳，受电网承载能力、区域能源需求等限制较大，经常出现“弃风弃光”现象。而大唐多伦煤化工的绿电替代项目，通过内部耦合，实现了能源系统的“自给自足”：风电所发的电力，优先直接供给煤化工生产；当风电出力超过生产需求时，将多余的电力储存至储能设施；当风电出力不足时，首先调用储能电力，若储能电力不足，再由燃煤自备电厂补充供电。这种模式既保障了煤化工生产用电的稳定性，又解决了可再生能源消纳难题，实现了“零弃风”。

“这个模式完全是我们根据自身情况摸索出来的。”何伟坦言，项目建设过程中，遇到的困难远超预期。其中，220千伏升压站扩建工程中的#1母线送电环节，曾一度让项目陷入停滞。

220千伏升压站是绿电输送的“枢纽”，负责将风电场输出的绿电输送至多伦煤化工。由于原有升压站已经运行多年，系统结构和设备特性较为复杂，最初制定的#1母线送电方案，在实际操作中发现无法与原有系统兼容，若强行执行，可能导致整个升压站停运，影响煤化工生产。

“那段时间，我们每天都在升压站现场召开技术研讨会，最多的时候一天开了3次会。”何伟回忆道，“我们邀请了设计院、电力公司、设备厂家的专家，一起分析问题、修改方案。大家把原有系统的图纸铺在地上，一点点梳理线路，一个个排查设备，经常讨论到凌晨一两点。”

经过数十次的方案修改和模拟推演，项目团队最终创造性地提出了“利用原#1母线2121隔离刀闸及新建母联212串联实现双母线合环”的解决方案。这个方案充分利用了原有设备资源，通过改变母线的合环方式，实现了新老系统的兼容，不仅避免了设备改造的高额成本，还缩短了工期，降低了技术风险。

“2024年11月3日，当#1母线成功送电，仪表显示电压、电流一切正常时，我们的技术负责人当场就瘫坐在地上。他已经连续三天没怎么睡觉了，眼睛里全是血丝。”何伟的语气中带着敬佩，“那一刻，所有人都松了一口气，觉得之前所有的付出都值得了。”

除了技术难题，多伦县恶劣的自然环境也给项目建设带来了巨大挑战。多伦县冬季严寒漫长，最低气温可达零下32摄氏度，而项目的部分关键施工环节，恰恰在冬季进行。

“冬天在草原上施工，简直是‘冰火两重天’。”何伟指着风电场的基座说：“白天户外气温零下20多摄氏度，施工人员戴着厚厚的棉手套，连拧螺丝都费劲，手冻得通红麻木，只能每隔10分钟就到临时搭建的帐篷里暖一暖手，喝口热水再接着干。晚上帐篷里虽然有暖气，但温度也只有零上几度，大家挤在一起睡觉，经常被冻醒。”

在风机叶片安装过程中，低温带来的挑战更为严峻。每台风机的叶片长98.5米，单根叶片重27.2吨，需要用大型吊车吊到100多米高的机舱上对接，安装误差不能超过5毫米。低温下，叶片材料会变脆，吊装过程中稍微有点晃动，就可能导致叶片损坏；同时，吊车的液压系统在低温下也容易出现故障，增加了施工风险。

为了解决这些问题，项目团队制定了详细的冬季施工方案：为风机叶片包裹保温棉，并用加热设备对叶片根部进行预热；对吊车的液压系统进行保温处理，定期更换低温液压油；合理安排施工时间，避开气温最低的凌晨和夜晚，在中午气温相对较高时集中施工。

“那段时间，大家都像打仗一样。”何伟笑着说，“每天天不亮就起床，简单吃点早饭就往施工现场赶，中午在帐篷里吃盒饭，晚上回到办公室还要总结当天的工作，安排第二天的任务。虽然辛苦，但没人抱怨，大家都想着能早点把项目建成投产。”

凭借着这份坚持和努力，绿电替代项目创造了“当年开工、当年受电、当年并网”的“大唐速度”：2023年11月实现形象开工，2024年4月正式进入建设阶段，2024年12月30日完成受电并一次成功，2025年1月3日首台风机顺利并网发电。截至2025年9月30日，已有23台风机实现并网，并网容量达14.375万千瓦，累计向煤化工输送绿电1.86亿度，减少二氧化碳排放15.71万吨。

“现在我们煤化工生产用电中，绿

电占比已经超过了35%。”何伟自豪地说，“预计到2026年项目全部投产后，绿电占比将超过50%，每年可为公司节省燃煤成本约1.2亿元，减少碳排放41.94万吨。这不仅降低企业的生产成本，还能提升企业的市场竞争力，为我们后续的绿色转型打下坚实基础。”

示范之光：为高耗能产业转型提供“多伦方案”

2025年8月6日，在内蒙古包头举行的氢能产业发展大会上，大唐多伦煤化工的风光制氢一体化项目作为重要绿氢项目，被内蒙古自治区能源局推选为典型案例，向来自全国各地的政府代表、企业负责人、专家学者介绍经验。与此同时，项目也吸引了各级地方政府、法国电力集团、国家能源集团、中煤集团等国内外同行的关注，先后有20多批次考察团前来参观交流。

“大唐多伦煤化工的两个绿色项目，不仅实现了企业自身的转型，更给整个高耗能产业提供了一个可复制、可推广的转型方案。”李海宾表示，“从‘灰氢’到‘绿氢’，从‘燃煤’到‘绿电’，我们的探索证明，高耗能企业不是‘双碳’目标的阻碍，而是可以通过技术创新和模式创新，成为绿色发展的推动者。”

在行业层面，这两个项目的示范意义主要体现在三个方面：一是破解了可再生能源与传统产业融合的难题。风光制氢项目实现了风光波动制氢与煤化工的深度耦合，绿电替代项目构建了“风电-储能-火电”的内部平衡系统，为可再生能源的大规模消纳提供了新路径，也为传统高耗能产业如何利用新能源提供了参考；二是推动了关键技术突破。自主研发的“绿电制氢耦合煤化工一体化能量管控系统”、2000标准立方米/小时碱性电解水制氢设备的商业化运行，填补了国内相关领域的技术空白，提升了我国在绿氢制备、多能互补领域的技术水平；三是树立了产业协同发展的标杆。两个项目相互支撑、相互补充，形成了“绿电制氢-氢化工业生产-绿电供应”的闭环生态，为其他高耗能企业提供了“如何将新能源融入生产全流程”的范本。

在地方层面，这两个项目也为多伦县的经济社会发展和生态环境保护注入了新动力。项目建设期间，累计带动当地就业1200余人次，其中大部分是当地牧民和农村劳动力；采购本地建材、餐饮、住宿等服务超过2亿元，直接拉动了当地相关产业的发展。项目投产后，每年可增加地方税收约1200万元，还能带动风电、光伏、储能、氢能等相关产业的集聚发展，形成“绿色能源+化工”的产业集群，为多伦县打造“新能源示范县”奠定了基础。

“以前我们草原上的风，吹过就吹过了；太阳晒过就晒过了，没想到现在能变成‘电’和‘氢’，还能带动我们赚钱。”多伦县滦源镇红花山村村民阿拉坦，曾在绿电替代项目建设期间担任现场协调员，项目投产后又成为风电场的运维人员，月薪达6000元，“现在我们村很多年轻人都回来工作了，不用再去外地打工，既能照顾家人，又能在家门口赚钱，这都是托了大唐项目的福。”

站在草原上，看着转动的风电叶片和忙碌的厂区，让人仿佛看到了高耗能产业转型的光明未来。大唐多伦煤化工的实践证明，传统企业只要勇于创新、敢于突破，就能在“双碳”浪潮中实现华丽转身，从“黑色制造”走向“绿色发展”。正如李海宾所说：“转型之路没有捷径，但只要方向对了，就不怕路远。我们要做的，就是继续沿着绿色发展的道路走下去，为实现‘双碳’目标贡献大唐力量，为行业转型提供‘多伦方案’。”

夕阳西下，草原被染成了金色，风电叶片在余晖中缓缓转动，光伏板反射着最后的光芒。大唐多伦煤化工的厂区内，绿氢还在持续产出，绿电还在不断输送，这场关于绿色转型的突围之战还在继续，而它所照亮的，是更多高耗能企业走向绿色未来的希望之路。

(本文由大唐多伦煤化工公司纪宝明、张晶、李飞龙共同撰稿)